



STUDIE

D

2016



WÄLDER IN FLAMMEN

Ursachen und Folgen der weltweiten Waldbrände

Titel: 15-20 % des jährlich freigesetzten Kohlenstoffes entstehen durch Waldzerstörung (vor allem Brandrodung) und Walddegradation. Das Titelbild zeigt Ost-Sumatra mit Brandherden (rot umrandet) und die immense Stofffreisetzung in die Atmosphäre (tornadoähnliche Rauchfahnen).

IMPRESSUM

Herausgeber WWF Deutschland, Berlin

Stand Oktober 2016

Autor Peter Hirschberger, 4con forestconsulting, www.forestconsulting.de

Kontakt susanne.winter@wwf.de, yougha.vonlaer@wwf.de

Koordination/Redaktion Dr. Susanne Winter, Yougha von Laer, Thomas Köberich (alle WWF)

Gestaltung Thomas Schlembach (WWF)

Bildnachweise NASA Earth Observatory/Adam Voiland (Cover), Thinkstock/ivandan, Thinkstock/olgalngs, WWF-Canon/Nigel Dickinson, Thinkstock/Hemera, WWF-Canon/Tantyo BANGUN, WWF-Canon/Matthew Lee, Thinkstock/Brian Maudsley, Thinkstock/Nuno André Ferreira, WWF, Thinkstock/KenRinger, Thinkstock/repOrter, Thinkstock/Ingram Publishing, Heike Wiedenhoeft, G. Harold/Auscape/SAVE-OKAPIA, Thinkstock/JohnCarnemolla, WWF/Valerii Maleev, WWF/Sabine Vielmo, © WWF/Brent STIRTON, WWF/Adriano Gambarini, WWF/Adventus Panda, Ch'ien C. Lee, WWF/Susanne Winter

Zusammenfassung	5
1 Einleitung	13
2 Ökologische Rolle des Feuers	14
2.1 Feuerabhängige Ökosysteme	14
2.2 Feuerempfindliche Ökosysteme	16
2.3 Veränderte Feuerregimes	16
2.4 El Niño	18
2.5 Waldbrände und Klimawandel	19
3 Entwicklung und Bekämpfung von Waldbränden	20
3.1 Brandbekämpfung	20
3.2 Problem Wasserversorgung	21
4 Waldbrand in Regionen	22
4.1 Mittelmeerraum	22
4.1.1 Aktueller Stand und die Waldbrände der letzten Jahre in den Mittelmeerländern	22
4.1.2 Ursachen	29
4.1.3 Folgen	37
4.1.4 Lösungen	42
4.2 Nordamerika	44
4.2.1 USA	44
4.2.2 Kanada	48
4.3 Deutschland	52
4.4 Australien	60
4.4.1 Die Waldbrandkatastrophen dieses Jahrhunderts	61
4.4.2 Ursachen	64
4.4.3 Folgen	65
4.4.4 Lösungen	67
4.5 Russland	68
4.5.1 Aktueller Stand und die Waldbrandkatastrophen dieses Jahrhunderts	68
4.5.2 Ursachen	70
4.5.3 Folgen	72
4.5.4 Lösungen	75
4.6 Amazonas	77
4.6.1 Aktueller Stand und die Waldbrandkatastrophen dieses Jahrhunderts	78
4.6.2 Ursachen	82
4.6.3 Folgen	84
4.6.4 Lösungen	86
4.7 Indonesien / Südostasien	89
4.7.1 Aktueller Stand	89
4.7.2 Ursachen	91
4.7.3 Folgen	93
4.7.4 Lösungen	97
5 Empfehlungen	101
Quellen	104



Brände setzen immense Mengen des im Baumbestand und im Boden gespeicherten Kohlenstoffs frei.

Zusammenfassung

Waldbrände zählen in vielen Regionen der Welt zu den ganz natürlichen Prozessen.

Dort nehmen sie positiv Einfluss auf das betroffene Waldgebiet – zum Beispiel dann, wenn Zapfen erst nach der extremen Hitze eines Brandes ihre Samen freisetzen, aus denen neue Bäume entstehen. Doch es gibt eine äußerst bedenkliche Kehrseite von Waldbränden, der sich die vorliegende Studie widmet: Immer dann, wenn Waldbrände zu heftig, am falschen Ort, zu einem ungewöhnlichen Zeitpunkt oder zu häufig auftreten, ist das ein sicheres Zeichen dafür, dass das Ökosystem durch menschliche Eingriffe aus den Fugen geraten ist. In diesen Fällen stellen Waldbrände eine ernsthafte Bedrohung für Mensch und Natur dar.

Ein Waldbrand lässt sich in drei Phasen unterteilen: Meist entzünden sich zunächst das Gras und der trockene Unterwuchs. Es kommt zu einem Bodenfeuer, das noch leicht bekämpft werden kann. Wenn es sich zu einem Lauffeuer auswächst, kann es besonders bei Nadelhölzern auf die Baumwipfel überspringen. Das führt rasch zu einem Kronenfeuer und zu einem rasanten Ausbreiten der Flammen. Kronenfeuer lassen sich deutlich schwerer bekämpfen und wachsen sich leicht zur dritten Stufe, einem Totalbrand aus. Dieser kann so gut wie nicht mehr gelöscht werden.

Generell gilt: Weltweit haben nur etwa 4 % aller Waldbrände natürliche Ursachen wie beispielsweise Blitzeinschlag. In allen anderen Fällen ist der Mensch – sei es direkt oder indirekt, sei es fahrlässig oder vorsätzlich – verantwortlich für den Brand. Oft kann sich der Wald nicht mehr selbstständig von den Folgen des Brandes erholen. Nicht selten sind die verbrannten Flächen und damit das gesamte Ökosystem mit den darin lebenden Pflanzen und Tieren unwiederbringlich verloren.

Die Auswirkungen von Waldbränden auf die weltweite Artenvielfalt sind nach Ansicht des WWF gravierend.

Die Auswirkungen der Waldbrände auf die weltweite Artenvielfalt sind nach Ansicht des WWF gravierend: Sämtliche Ökoregionen, die für die Erhaltung der globalen Artenvielfalt entscheidend sind, sind auf 84 % ihrer Fläche durch Veränderungen in der Intensität und Häufigkeit von Feuern gefährdet. Nur auf den verbleibenden 16 % bewegen sich die auftretenden Feuer noch innerhalb der ökologisch akzeptablen Grenzen. Feuerempfindliche Ökosysteme wie zum Beispiel die tropischen Feuchtregenwälder, in denen den Pflanzen und Tieren die Anpassung an natürliche Brände fehlt, sind sogar auf 93 % ihrer Fläche gefährdet. Die vorliegende Studie fasst die Ursachen und Auswirkungen von Waldbränden nach Regionen zusammen und benennt die gravierenden „Brennpunkte“ der Erde.

In Portugal brannte es in den letzten 10 Jahre durchschnittlich fast 20.000mal pro Jahr.

Im **Mittelmeerraum** hat sich die durchschnittliche jährliche Waldbrandfläche seit den 1960er-Jahren vervierfacht. Die Ursachen liegen hauptsächlich in fahrlässiger und vorsätzlicher Brandstiftung, verbunden mit extremer Hitze und Trockenheit in den Sommermonaten und degradierten Wäldern, in denen sich kleine Feuer rasend schnell verbreiten können. Vor allem großflächige Feuersbrünste in den Monokulturen oder Buschlandschaften haben in den vergangenen Jahren besorgniserregende Ausmaße angenommen. Jedes Jahr brennt es dort rund 50.000-mal. Besonders betroffen sind die EU-Mitgliedsstaaten Spanien, Portugal, Italien und Griechenland. In Spanien ist die Zahl der Waldbrände seit 2006 deutlich zurückgegangen. Es brennt aber immer noch achtmal häufiger pro Jahr als in den 1960er-Jahren. Portugal belegt unter den Mittelmeerländern einen traurigen Spitzenplatz bei der Waldbrandwahrscheinlichkeit. Dort brannte es im Durchschnitt der letzten 10 Jahre fast 20.000-mal pro Jahr. Im südlichen Mittelmeerraum geht man davon aus, dass sich wegen der Klimaerwärmung die bislang auf die Sommerperiode beschränkte erhöhte Waldbrandgefahr etwa ab Mitte dieses Jahrhunderts das ganze Jahr über bestehen bleibt.

2014 lassen sich nur 6 % der Waldbrände in Deutschland auf natürliche Ursachen wie Blitzeinschlag zurückführen.

In **Deutschland** ist besonders das Bundesland Brandenburg von Waldbränden betroffen, mit einem Schwerpunkt in den Kiefernwäldern südlich von Berlin. Mit Ausnahme dieses Schwerpunkts ist im Vergleich zu den Mittelmeerländern die Waldbrandgefährdung in Deutschland weitaus geringer. Sowohl die Zahl der Brände als auch die Brandfläche in Hektar liegen seit Jahren im dreistelligen Bereich. Die meisten Waldbrände in Deutschland werden vorsätzlich oder fahrlässig durch Menschen verursacht. Für das Jahr 2014 lassen sich nur 6 % der Waldbrände in Deutschland auf natürliche Ursachen wie Blitzeinschlag zurückführen. Die wirtschaftlichen Schäden lagen im Durchschnitt der Jahre 1991 bis 2014 bei 1,9 Mio. Euro. Für Waldbrandvorbeugung und -kontrolle wird jedes Jahr ein Vielfaches der Schadenssumme aufgewendet, die durch Waldbrände entsteht. So wurde in Brandenburg und anderen ostdeutschen Bundesländern ein automatisiertes Überwachungssystem aufgebaut, um Waldbrände mit Hilfe hochauflösender Kameras frühzeitig zu erkennen und bekämpfen zu können. Um die Waldbrandgefahr langfristig zu verringern, sollten die Kiefernmonokulturen in reich strukturierte, ungleichaltrige Mischwälder umgebaut und Entwässerungsmaßnahmen rückgängig gemacht werden.

Die Intensität der Brände stieg in der westlichen USA dramatisch an.

In **Nordamerika** sind Waldbrände natürliche Phänomene, die regelmäßig stattfinden. Die Wälder im Westen der USA und die borealen Wälder Kanadas sind von periodisch auftretenden Waldbränden abhängig, um sich verjüngen zu können. Im letzten Jahrhundert stieg allerdings die

Intensität der Brände in vielen Gebieten der westlichen USA dramatisch an und bedroht nun Menschen und Wildtiere in der Region. 2015 ging als eines der schlimmsten Waldbrandjahre in der Geschichte der USA ein. 4,1 Mio. ha verbrannten – die größte Waldbrandfläche seit Beginn der Aufzeichnungen.

Obwohl in Russland jedes Jahr mehrere Mio. ha Wald verbrennen, finden diese Brände kaum Beachtung.

In **Russland** sind besonders die Mitte und der Osten des Landes betroffen, wo gewaltige Waldbrände meist in abgelegenen Gegenden wüten. Obwohl dabei jedes Jahr mehrere Mio. ha Wald verbrennen, finden diese Brände kaum Beachtung. Wenn hingegen wie 2010 der dicht besiedelte Westen Russlands rund um die Hauptstadt Moskau betroffen ist, sind trotz einer weitaus geringeren Brandfläche die Auswirkungen der Brände sehr viel größer. Auch in Russland wird der überwältigende Teil der Waldbrände vom Menschen verursacht. Nur in den dünn besiedelten Gebieten im Norden Russlands lassen sich Waldbrände vielfach auf Blitzschläge zurückführen. Die Waldökosysteme Russlands sind in weiten Teilen an das periodische Auftreten von Bränden angepasst. Mittlerweile allerdings kommt es erheblich häufiger zu Waldbränden. Dies hat gravierende ökologische Folgen und führt in manchen Landesteilen zu einer Versteppung.

Selbst in den gemäßigten Regenwäldern Westtasmaniens kam es 2016 zu verheerenden Flächenbränden.

In den meisten Landesteilen **Australiens** zählen Wald- und Buschbrände zu den natürlichen Phänomenen. Jedes Jahr verbrennen in den tropischen Savannen und Graslandschaften des nördlichen Landesteils gewaltige Flächen. Im Süden Australiens sind die Brände, was ihre Fläche betrifft, weitaus kleiner. Die Schäden, die die Brände im dicht besiedelten Süden Australiens verursachen, sind jedoch erheblich größer als jene im weitgehend menschenleeren Norden. Selbst in den gemäßigten Regenwäldern Westtasmaniens, in denen sich unter normalen klimatischen Bedingungen kaum ein Feuer ausbreiten kann, kam es 2016 zu verheerenden Flächenbränden, die ein einzigartiges feuerempfindliches Ökosystem bedrohten. Mit dem Klimawandel wird die Zahl der heißen, trockenen Tage in Südaustralien zunehmen, in denen ein hohes Waldbrandrisiko besteht.

In **Südostasien** ist die Vegetation nicht von Natur aus an Feuer angepasst. Waldbrände haben hier immer zerstörerische Wirkung. Von jeher nutzen die Einheimischen Feuer beim Brandrodungsfeldbau, um mit der Asche die Felder mit kurzfristigem Effekt zu düngen. Bei geringer Bevölkerungsdichte bleibt dem Wald genügend Zeit, sich zu regenerieren. Jedoch wächst der Druck auf die Wälder der Region durch Bevölkerungswachstum und verstärkt durch große Industrien, die Flächen zum Anbau von billigen Rohstoffen wie Palmöl oder Zellstoffholz erwerben.

Durch die Waldbrände in Indonesien wurden 2015 fast doppelt so viele Treibhausgase freigesetzt, wie Deutschland im Jahr 2014 emittierte.

Feuer wird meist gezielt eingesetzt, um die zuvor gerodeten Parzellen von Holzresten und Vegetation zu befreien. Große Flächenbrände können die Folge sein. In ungewöhnlichen Trockenperioden halten diese Brände über Monate an und nehmen zum Teil gigantische Ausmaße an. So brachte beispielsweise der *El Niño*-Effekt 2015 eine extreme Dürrephase mit sich, in deren Folge es von Ende Juni bis November zu schlimmen Waldbränden in Indonesien kam. Die Rauchschwaden beeinträchtigten die Umwelt und die Gesundheit der Menschen. Durch die Waldbrände in Indonesien wurden 2015 fast doppelt so viele Treibhausgase freigesetzt, wie Deutschland im Jahr 2014 emittierte. Seit 1990 verlor Indonesien 27,5 Mio. ha Wald durch Abholzung, Brände und Umwandlung in Holz-, Papier- und Ölpalmlantagen. Dies entspricht in etwa der zweieinhalbfachen Waldfläche Deutschlands. Aus Sicht des internationalen Klimaschutzes kommt den Torfmoorwäldern in Südostasien eine besondere Rolle zu. Bei ihnen handelt es sich nämlich um die größten terrestrischen Kohlenstoffspeicher der Tropen. Bei Trockenlegung, zum Beispiel für den Ölpalmenanbau, sind sie durch nachfolgende Brände besonders gefährdet, denn der ausgetrocknete Torf ist ein idealer Brennstoff. Da diese Wälder im Untergrund enorme Mengen Kohlenstoff speichern, werden sie bei der Zerstörung durch Feuer innerhalb kurzer Zeiträume zu einer gigantischen Emissionsquelle für das Treibhausgas Kohlendioxid.

Das regionale Klima im Amazonasbecken wird durch Waldverluste immer trockener.

Für das **Amazonasbecken**, das größte Regenwaldgebiet der Erde, in dem Waldbrände gezielt gelegt werden, um zum Beispiel neue landwirtschaftliche Flächen für den Anbau von Soja oder für die Viehbeweidung zu gewinnen, wird befürchtet, dass das regionale Klima ab einem bestimmten Umfang des Waldverlusts zusammenbrechen wird. Die dadurch entstehende Trockenheit verbunden mit weiteren Waldbränden wird die Degradierung des Regenwaldes weiter vorantreiben. Der Amazonas-Regenwald würde sich vom Kohlenstoffspeicher zur Kohlenstoffquelle verwandeln. Bis zum Jahr 2030 könnten in Amazonien 55 % des Regenwaldes vernichtet oder stark beschädigt sein. Dies wiederum hätte erhebliche Auswirkungen auf das globale Klima und die weltweite Artenvielfalt – ein Teufelskreis. Gegenwärtig beträgt der Waldverlust fast 20 %, weitere 17 % der Regenwaldfläche sind durch menschliche Eingriffe degradiert.

Der WWF handelt

Im **russischen Fernen Osten** hat der WWF geholfen, ein funktionierendes Frühwarnsystem für Waldbrände aufzubauen. Der WWF hat Personal für die Brandbekämpfung ausgebildet und ausgestattet.

In **Indonesien** unterstützt der WWF ein gemeindebasiertes Management gegen die Brandrodung in den Schutzgebieten und deren Randzonen. Er setzt sich für bessere Managementmethoden in Plantagen ein und ist in der politischen Arbeit aktiv, die sich gegen den weiteren Aufbau von Plantagen richtet – einer der Hauptgründe für Brandstiftung in diesem südostasiatischen Land. Darüber hinaus wirkt der WWF an der Wiederherstellung des Wasserhaushalts dieses tropischen Torfmoorwaldes auf Borneo mit, um das Abbrennen des Torfes und die Freisetzung von Kohlenstoff zu verhindern.

Im **Mittelmeerraum** werden Aufklärungskampagnen durchgeführt. Daneben setzt sich der WWF in seiner Lobbyarbeit dafür ein, dass die Verursacher von Waldbränden stärker zur Rechenschaft gezogen und die dafür vorgesehenen Strafen auch vollstreckt werden.

Im **Amazonasbecken** kämpft der WWF für die Ausweitung der Schutzgebietsflächen, in denen Brandrodung und andere waldvernichtende Maßnahmen ausgeschlossen sind.

Das sollte aus Sicht des WWF getan werden, um Waldbrände zu vermeiden

Brände verhindern – Der Vorbeugung von Bränden sollte oberste Priorität eingeräumt werden, wenn das Waldbrandrisiko in den genannten Regionen und die daraus resultierenden Schäden reduziert werden sollen. Notwendig ist dafür zunächst eine der jeweiligen Region angepasste Ursachenforschung und Evaluation der Kosten und Folgekosten von Waldbränden, die auf einer entsprechenden statistischen Datengrundlage fußen sollten. Erst auf dieser Basis können effektive wie effiziente Strategien entwickelt werden, wie mit Bränden regional und ursachengerecht umzugehen ist. Schon diese Voraussetzung fehlt leider in vielen der betroffenen Staaten. Daneben sollten die Waldbrandgefahr und ein entsprechend angepasstes Verhalten im öffentlichen Bewusstsein durch Aufklärung und Erziehung verankert werden, um fahrlässige Brandstiftung zu vermeiden.

Keine Eukalyptusbestände oder andere brandanfällige Monokulturen schaffen – Die Forstwirtschaft der einzelnen Länder muss die Rolle des Feuers viel stärker als bisher berücksichtigen. Auf das Anpflanzen leicht entflammbarer Baumarten wie Eukalyptus und Kiefer sollte in den Waldbrandgebieten verzichtet werden. Ein prominentes Beispiel sind brandanfällige Eukalyptus-Monokulturen in Portugal, welche die ehemals verbreiteten und feuerfesten Korkeichen verdrängt haben. Ziel der Forstwirtschaft sollte es sein, durch den Aufbau natürlicher Wälder mit natürlicher Baumartenkombination die Anfälligkeit für Feuer zu verringern und die Widerstandsfähigkeit des Ökosystems zu erhöhen. In vom Feuer abhängigen Ökosystemen kann durch den kontrollierten Einsatz von Feuer die Menge des brennbaren Materials von vornherein reduziert und so der natürliche ökologische Kreislauf aufrechterhalten werden. Brandflächen sollten nur dann wieder aufgeforstet werden, wenn eine natürliche Erholung nicht zu erwarten ist und ökologische Schäden, wie zum Beispiel Bodenerosion, drohen.

Brandrodung gesetzlich verhindern – Der Aspekt der Waldbrandgefährdung muss in alle relevanten Gesetze integriert werden. In manchen Ländern wird die Umwandlung von Wald in landwirtschaftliche Flächen gefördert. Die Brandrodung kann jedoch unkontrollierbare Flächenbrände verursachen. Hier ist dringend eine Gesetzesreform notwendig. Ebenso wenig sollte die Umwidmung von Waldbrandflächen in Bauland gestattet sein, da hierdurch Anreize für Brandstiftung geschaffen werden. In manchen Ländern sind zusätzlich harte Strafen und eine starke Rechtsdurchsetzung erforderlich, um vorsätzliche Brandstiftung (zum Beispiel bei Landstreitigkeiten oder in Verbindung mit illegalem Holzeinschlag) zu verhindern.

Waldrisiken durch angepasste Landnutzungsplanung verringern – Die Waldbrandgefahr muss in den betroffenen Ländern stärker als bisher in die Raumplanung integriert werden. In besonders gefährdeten Gebieten sollte auf die Errichtung neuer Siedlungen verzichtet werden. Um unnötige Risiken zu minimieren, sollte beim Bau berücksichtigt werden, dass Eisenbahnlinien und Stromleitungen Waldbrände auslösen können. Ob bislang unberührte Wälder neu erschlossen werden, sollte stets einer Umweltverträglichkeitsprüfung unterliegen. Denn wo neue Waldwege angelegt werden, kommen auch mehr Menschen. Dadurch steigt unweigerlich die Gefahr durch Menschen verursachter Brände.

Verantwortlichkeiten klären und stärken – Bei der Bekämpfung eines Feuers müssen die Verantwortlichkeiten klarer zugewiesen werden. Gerade in Waldbrandzonen muss feststehen, wer die verschiedenen Stellen (Behörden, Feuerwehr, Bürger) koordiniert. Für die Überwachung von Waldbrand-Risikogebieten müssen ausreichende finanzielle Mittel und personelle Kapazitäten zur Verfügung stehen. Nur so können Waldbrände im Frühstadium erkannt und rechtzeitig bekämpft werden. Es braucht Ausbildungsprogramme und Szenarien über Waldbrandabläufe, damit die Einsatzkräfte umgehend und richtig reagieren können. Denn wenn es erst einmal brennt, muss in aller Regel schnell und taktisch durchdacht eingegriffen werden, bevor sich ein vermeintlich unbedeutender Brandherd zu einem unkontrollierten Großbrand ausweitet. Hierzu sind in den meisten betroffenen Regionen auch zahlreichere ausgebildete Einsatzkräfte erforderlich.

*Wasserspritze
im Grünen –
Brandvorsorge macht
es möglich.*





Brände fressen Wälder und dringend benötigtes Holz auf.

1.

Einleitung

Die Geschichtsschreibung der Wälder ist zugleich eine ihrer Brände. Die ältesten von ihnen wurden innerhalb von Steinkohleflözen nachgewiesen. Darin findet sich Jahrtausende alte Holzkohle, die bei großen Waldbränden entstanden ist. Die verbrannten Wälder versanken später in Sümpfen und bildeten dann die Steinkohle-Lagerstätten. Diese bis vor über 300 Mio. Jahren nachgewiesenen Waldbrände wurden durch Blitzschläge und Vulkanismus ausgelöst. Brände in Steinkohleflözen und deren Auswirkungen auf die sie umgebende Waldlandschaft sind selbst für prähistorische Zeiträume nachweisbar.¹

Die Forstwirtschaft sollte sich an zufällig auftretende natürliche Störungen, einschließlich Waldbränden, anpassen.

Der Mensch macht sich das Feuer seit Langem zunutze. Datierungen der ältesten prähistorischen Feuerstellen in Höhlen des südlichen Afrikas weisen darauf hin, dass die menschlichen Vorfahren vor etwa 1,5 Mio. Jahren begannen, Feuer gezielt einzusetzen. In den frühesten Kulturstufen der Menschheit wurde Feuer zu den verschiedensten Zwecken angewendet, neben dem eigentlichen Gebrauch im „Haushalt“ (Kochen, Wärmen) beispielsweise zur Jagd (Treiben von Wildtieren, Anlocken von Wild auf frisch begrünte Brandflächen), Offenhaltung der Wald- und Buschlandschaft aus Gründen der Sicherheit (vor Wildtieren; in der Kriegführung), später zur Brandrodung und Offenhaltung der Landschaft für die Weidewirtschaft. In vielen Kulturkreisen haben sich traditionell überlieferte Brenntechniken bis heute erhalten, beispielsweise das Überbrennen der tropischen Grassavannen für die Wild- und Haustierbewirtschaftung oder die Brandrodung im Wanderfeldbau.

Störungen sind ein wesentliches Element in allen natürlichen Ökosystemen. Die Forstwirtschaft sollte sich daher an zufällig auftretende natürliche Störungen, einschließlich Waldbränden, anpassen können. Dabei muss zwischen zerstörerischen und harmlosen, beziehungsweise schädlichen und nützlichen Waldbränden unterschieden werden. Feuer kann manchmal zur Waldverjüngung erforderlich sein oder bringt der lokalen Bevölkerung konkreten Nutzen. In anderen Fällen zerstört das Feuer Wälder und hat schwerwiegende ökologische, soziale und ökonomische Folgen.

2. Ökologische Rolle des Feuers

Waldbrände sind ein natürlicher Bestandteil vieler, aber nicht aller Waldökosysteme.

Wo die Klimaverhältnisse keine ausreichende Zersetzung der Streu und der Humusanlage durch Bodenorganismen zulassen, da es zu kalt

beziehungsweise zu trocken ist, schaffen Waldbrände die Voraussetzung für die Versorgung der folgenden Baumgeneration mit Nährstoffen. Baumarten wie die nordamerikanische Lodgepole-Kiefer oder die Sequoia-Mammutbäume in Kalifornien benötigen die Hitze eines Waldbrandes als Impuls, damit sich die Zapfen öffnen und die Samen für die neuen Waldgenerationen freisetzen. Die Bäume sind durch eine dicke Rinde geschützt. Durch die nach oben steigende heiße Luft öffnen sich die Zapfen der manchmal über 100 Meter hohen Bäume. Samen fallen auf den durch mineralreiche Asche frisch gedüngten Boden und keimen. Durch diese Anpassung finden die Keimlinge und jungen Bäumchen optimale Wachstumsbedingungen, da die Konkurrenz durch andere Pflanzenarten noch gering ist und genügend Nährstoffe zur Verfügung stehen.

2.1 Feuerabhängige Ökosysteme

Wo sich Ökosysteme durch Feuer entwickelt haben, bewahren Brände deren charakteristische Struktur und Zusammensetzung.

Weltweit sind 46% der Ökoregionen von Feuer abhängig oder beeinflusst. In diesen Regionen sind Waldbrände für die Erhaltung der natürlichen Flora und Fauna so notwendig wie Sonnenschein und Regen. Typische Feuerlandschaften sind die Taiga, die afrikanischen Savannen, die Monsun- und Trockenwälder Südasiens, die Eukalyptuswälder Australiens, die Nadelwälder Kaliforniens, die Mittelmeerregion und alle Kiefernwälder von der Taiga bis in die Subtropen. Die Ökosysteme dort haben sich mit Feuer entwickelt. Die Häufigkeit und das Ausmaß der Brände sind dabei abhängig von natürlichen Faktoren wie Klima, Vegetationstyp, Blitzschlägen, Biomasseakkumulation oder Geländebeschaffenheit. Wo sich Ökosysteme durch Feuer entwickelt haben, bewahren Brände deren charakteristische Struktur und Zusammensetzung. Dabei brennen diese Ökosysteme nicht alle auf gleiche Weise. In vielen Wäldern, Graslandschaften, Savannen und Feuchtgebieten sind beispielsweise häufige Bodenfeuer mit geringer Intensität charakteristisch, die dazu dienen, eine offene Landschaftsstruktur mit zahlreichen Gräsern und Sträuchern zu erhalten. Für andere Wälder und Buschlandschaften sind dagegen selten auftretende, aber intensive Brände typisch, die den Bestand verjüngen. Charakteristisch für alle von Feuer abhängigen oder beeinflussten Ökosysteme ist jedoch die Widerstands- und Erholungsfähigkeit der Pflanzen und Tiere, solange das Feuer innerhalb der durch die natürlichen Faktoren gesteckten Grenzen abläuft. Das Verhindern

von Bränden kann hier weitreichende, ökologisch und sozial unerwünschte Veränderungen der Ökosysteme zur Folge haben. Beispielsweise hat die Verhinderung von Bränden in manchen Teilen des Südwestens der USA die typische Graslandschaft, die sowohl Wildtieren als auch für Weidevieh Futter bietet, in dicht geschlossene Kiefernwälder mit wenigen Gräsern umgewandelt, der Brennstoff für äußerst intensive und zerstörerische Brände liefert.

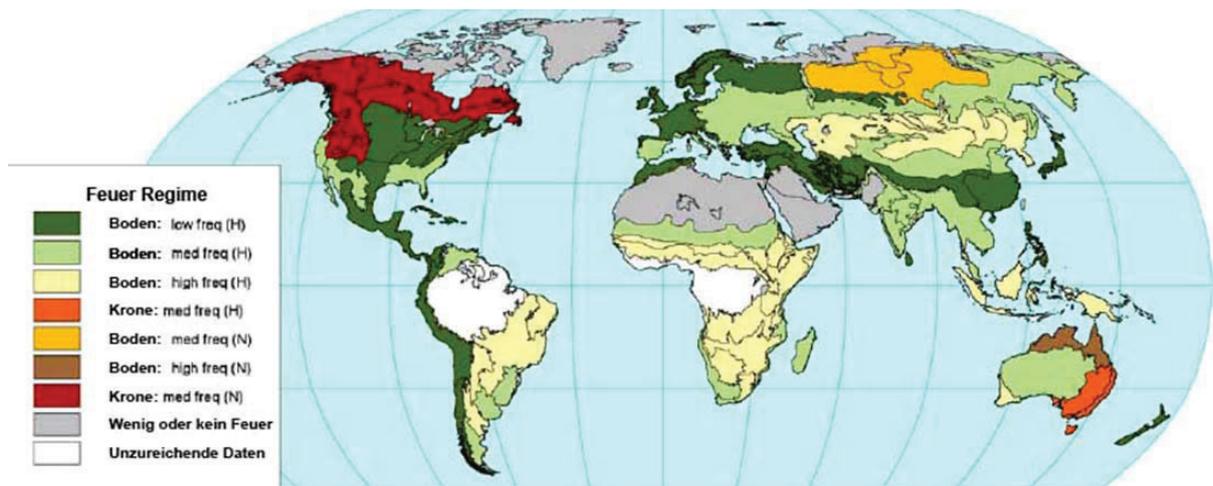


Abbildung 1: Weltkarte der Feuerregime. Die Karte zeigt Hauptursachen, Typ und Häufigkeit von Waldbränden. Es wird zwischen natürlichen und auf Menschen zurückzuführende Ursachen (H oder N in der Legende) sowie zwischen den Typen Bodenfeuer und Kronenfeuer unterschieden. *Low freq* bedeutet einen Feuerzyklus von über 200 Jahren, *med freq* einen zwischen 20 und 200 Jahren und *high freq* eine Wiederholung von Bränden innerhalb von weniger als 20 Jahren.²

In Wäldern mit natürlichem Feuerregime ist die Baumverjüngung teilweise von Feuerereignissen abhängig oder wird durch Feuer gefördert.



2.2 Feuerempfindliche Ökosysteme

In feuerempfindlichen Ökosystemen waren häufige, große und schwere Brände bis vor Kurzem selten. Den meisten Pflanzen und Tieren in diesen Ökosystemen fehlt die Anpassungsfähigkeit, um die positiven Effekte des Feuers zu nutzen oder sich nach einem Brand schnell zu erholen. 36 % der Ökosysteme weltweit werden als feuerempfindlich eingestuft. Sie verfügen über eine Vegetation und eine Struktur, die den Ausbruch und die Ausbreitung von Bränden verhindert. Vom Menschen verursachte Brände in einem feuerempfindlichen Ökosystem können langfristig die Struktur und Artenzusammensetzung des Ökosystems beeinflussen oder dessen Fläche verringern. Typische Beispiele feuerempfindlicher Ökosysteme sind die tropischen Feuchtregenwälder im Amazonas- und Kongobecken und in Südostasien. In diesen Ökosystemen haben selbst kleine Feuer weitreichende Folgen, wenn sie einen Kreislauf von immer häufiger und schwerer werdenden Bränden in Bewegung setzen, die das Ökosystem verändern und ökologische Bedingungen schaffen, die eine feueranfällige Vegetation wie beispielsweise Vergrasung fördern.

2.3 Veränderte Feuerregime

Prioritäre Ökoregionen, die für die Erhaltung der globalen Artenvielfalt entscheidend sind, sind auf 84 % ihrer Fläche durch veränderte Feuerregime gefährdet.

Unter einem **Feuerregime** versteht man das Schema, mit dem Brände in einem bestimmten Gebiet oder einer Ökoregion auftreten. Ein natürliches Feuerregime beschreibt das gesamte für das Ökosystem charakteristische Verhaltensmuster von Bränden im Laufe der Zeit.³ Anhand der Häufigkeit, dem jahreszeitlichen Verlauf und der Intensität der Waldbrände lassen sich verschiedene Feuerregime unterscheiden (Abbildung 1). So sind beispielsweise häufige, aber wenig intensive Bodenbrände für die Savannen Afrikas charakteristisch. In den borealen Wäldern Kanadas und Alaskas hingegen sind Waldbrände zwar weniger häufig, wüten dann aber meist als intensive Kronenfeuer.² In den tropischen Feuchtregenwäldern sind Waldbrände unter natürlichen Umständen so selten, dass aus diesen Gebieten kaum Daten zu dem natürlichen Feuerregime vorliegen (Abbildung 1).

Von einem veränderten Feuerregime spricht man, wenn das derzeitige Verhaltensmuster in Schlüsselattributen wie der Häufigkeit und der Intensität der Brände von der natürlichen, historischen oder ökologisch akzeptablen Variationsbreite abweicht, die für das jeweilige Ökosystem charakteristisch ist. Ökologisch akzeptable Feuerregime können durchaus vom Menschen beeinflusst sein, wenn dadurch die Pflanzen- und Tierpopulationen sowie die natürlichen Prozesse erhalten werden, die

das jeweilige Ökosystem kennzeichnen. Das Verstehen von Feuerregimen ist unerlässlich, um beurteilen zu können, ob menschliches Handeln aus ökologischer Sicht vorteilhaft, unkritisch oder schädlich ist.

Werden Schlüsselattribute eines Feuerregimes über die ökologisch akzeptable Variationsbreite hinaus verändert, entstehen andere Lebensbedingungen, die das Überleben der heimischen und für dieses Feuerregime typischen Pflanzen- und Tierwelt gefährden. Vor diesem Hintergrund können Veränderungen eines oder mehrerer Schlüsselattribute eines Feuerregimes ein Ökosystem insgesamt degradieren, indem es die Zusammensetzung, Struktur und Abläufe entscheidend ändert. Dadurch kann wiederum eine Entwicklung hin zu einem völlig anderen Ökosystemtyp und Feuerregime eingeleitet werden. So werden Waldbrände beispielsweise als eine der Ursachen für die zunehmende Wüstenbildung im Mittelmeerraum angenommen. Aus einer Vielzahl verschiedener Ökosysteme gibt es Anzeichen dafür, dass es schwierig bis unmöglich ist, eine derartige Entwicklung aufzuhalten oder wieder umzukehren, wenn sie einmal eingeleitet ist.

Veränderungen des Feuerregimes wurden als eine der wichtigsten Gefährdungsursachen für die Biodiversität weltweit identifiziert.

Veränderungen des Feuerregimes wurden als eine der wichtigsten Gefährdungsursachen für die Biodiversität weltweit identifiziert. Prioritäre Ökoregionen, die für die Erhaltung der globalen Artenvielfalt entscheidend sind, sind auf 84 % ihrer Fläche durch veränderte Feuerregime gefährdet. Nur auf 16 % der Fläche prioritärer Ökoregionen befindet sich das Feuerregime noch innerhalb der ökologisch akzeptablen Grenzen. Feuerempfindliche Ökosysteme, wie die tropischen Feuchttropenwälder, in denen Pflanzen und Tieren die Anpassung an natürliche Brände fehlt, sind auf 93 % ihrer Fläche gefährdet. Feuer abhängige oder beeinflusste Ökosysteme wie die afrikanischen Savannen oder die borealen Wälder sind mit 77 Flächenprozent zwar etwas weniger, aber dennoch erheblich durch Veränderungen des Feuerregimes gefährdet.⁴

Durch den Klimawandel kann sich die Gefährdung weiter verschärfen. So wird beispielsweise davon ausgegangen, dass im südlichen Mittelmeerraum zur Mitte dieses Jahrhunderts das ganze Jahr hindurch Waldbrandgefahr bestehen bleibt und sich auf der Iberischen Halbinsel und in Norditalien der Zeitraum, in dem höchste Waldbrandgefahr besteht, erheblich verlängert.⁵

Nach Brandkatastrophen stellt sich oft heraus, dass in Raumordnungs- und Entwicklungsplänen die Rolle, die Feuer in den dynamischen Prozessen des jeweiligen Ökosystems einnimmt, nicht oder nur mangelhaft berücksichtigt wurde. Einer der Gründe dafür ist, dass die Veränderung des

Feuerregimes ein langsamer, schrittweiser Prozess ist, der sich manchmal über Jahrzehnte hinziehen kann, und dem abhängig von den jeweiligen menschlichen Eingriffen eine Vielzahl von Ursachen zugrunde liegt. Die Veränderung wird oftmals nicht bemerkt, bis ein kritischer Punkt erreicht ist. So führen beispielsweise Immobilienboom und Siedlungsdruck in Nordamerika und Australien dazu, dass sich Menschen in Gebieten ansiedeln, in denen es regelmäßig zu Waldbränden kommt.

In der Folge wurden auch kleine, natürliche Brände komplett unterdrückt, sodass sich über die Jahre so viel brennbares Material anreichern konnte, dass es zu außergewöhnlich großen, schweren und zerstörerischen Mega-Waldbränden kam.

Andererseits können auch in feuerabhängigen Ökosystemen Brände zu häufig auftreten, wie das beispielsweise in der Sibirischen Taiga der Fall ist. Hier führen das Wachstum der ländlichen Bevölkerung und die zunehmende Erschließung durch Infrastruktur wie Bahnlinien und Stromleitungen zu häufigeren Ausbrüchen von Bränden. Damit geht Waldfläche verloren und setzt Millionen Tonnen gespeichertes Kohlendioxid frei.

2.4 El Niño

In feuerempfindlichen Ökosystemen wie den Feuchtregenwäldern brechen wiederkehrend große, zerstörerische Brände aus. Ursachen hierfür sind häufig absichtliche Brandlegungen im Zuge eines großflächigen Holzeinschlags und der Umwandlung in Plantagen. Liegen die geeigneten klimatischen Bedingungen vor, beispielsweise eine lang anhaltende Dürre, wie sie durch das Klimaphänomen *El Niño* hervorgerufen wird, können diese Brände rasch ein katastrophales Ausmaß annehmen und das wirtschaftliche und soziale Leben einer ganzen Region beeinträchtigen.

Als *El Niño* bezeichnet man ein Klimaphänomen, das aus veränderten Warmwasserströmen entlang des Pazifiks entsteht und periodisch etwa alle 10 Jahre auftritt. Diese bringen warmes Wasser aus dem westlichen Pazifik (Indonesien und Australien) in den östlichen (Westküste Amerikas). Damit kehrt sich das normale Strömungsmuster um. Es kommt dann zu Dürren und verheerenden Waldbränden in Südostasien und Australien. In Südamerika kommt es westlich der Anden zu sintflutartigen Regenfällen und Überschwemmungen, während es östlich der Anden im Amazonasgebiet trocken bleibt.

2.5 Waldbrände und Klimawandel

15 % der weltweiten Treibhausgasemissionen, 32 % der globalen Kohlenmonoxid- und 10 % der Methanemissionen sowie über 86 % Rußausstoß entstehen durch Brände.

Waldbrände tragen durch die Treibhausgase, die durch sie freigesetzt werden, erheblich zur Klimaerwärmung bei. Die Erwärmung des Klimas zieht wiederum die Austrocknung und Schwächung der Wälder nach sich, sodass deren Feuerempfindlichkeit zunimmt. Damit wachsen Anzahl und Ausmaß der Waldbrände, sodass ein Rückkopplungseffekt entsteht. Durch Savannen- und Waldbrände werden weltweit 1,7 bis 4,1 Mrd. t Kohlenstoff in die Atmosphäre freigesetzt; hinzukommen geschätzte 39 Mio. t Methan (CH_4 , 1 t $\text{CH}_4 = 21$ t CO_2) sowie 20,7 Mio. t Stickoxide (NO_x) und 3,5 Mio. t Schwefeldioxid (SO_2) jährlich. Auf Waldbrände – der Großteil davon Brandrodung in tropischen Regenwäldern und die daraus resultierende Landumwandlung – sind 15 % der weltweiten Treibhausgasemissionen zurückzuführen. Waldbrände verursachen 32 % der globalen Kohlenmonoxid- und 10 % der Methanemissionen sowie über 86 % Rußausstoß.²

Verschiedene Studien gehen davon aus, dass sich mit dem Klimawandel die Anzahl der heißen und trockenen Tage mit einem hohen Waldbrandrisiko erhöht, die Brandsaison verlängert und die Häufigkeit von Gewittern mit Blitzschlägen steigt. Dadurch wird die Waldbrandhäufigkeit genauso zunehmen wie die betroffene Waldfläche.⁶

Waldbrände befördern den Klimawandel und die Lebensraumzerstörung.



3. Entwicklung und Bekämpfung von Waldbränden

Nur noch 4 % der weltweit vorkommenden Waldbrände haben natürliche Ursachen wie beispielsweise extreme Wetterereignisse (hohe Temperaturen, Dürreperioden und Stürme), Blitzeinschläge oder Vulkanausbrüche.⁷

Vom Menschen werden Waldbrände entweder vorsätzlich durch Brandrodung und Brandstiftung oder aus Unachtsamkeit, z. B. durch Lagerfeuer, weggeworfene Zigarettenkippen oder Streichhölzer, verursacht. Glasflaschen und -scherben können die Sonnenstrahlen wie Brenngläser bündeln und so trockenes Laub oder Gras entzünden. Eine oft unterschätzte Ursache sind auch heiße Katalysatoren und Auspuffanlagen von Autos und Motorrädern, die auf Waldböden abgestellt werden. Daneben können Stromleitungen oder Bahnlinien Auslöser sein, wenn Funken den angrenzenden Wald entzünden.

Ein Waldbrand kann in drei Phasen unterteilt werden: Meist entzünden sich zunächst Gras und trockener Unterwuchs. Es kommt zu einem Bodenfeuer, das noch leicht bekämpft werden kann. Das Lauffeuer kann besonders bei Nadelholzbeständen auf die Baumwipfel überspringen, was zu einem Kronenfeuer und zu einer schnellen Ausbreitung des Brandes führt. Kronenfeuer lassen sich deutlich schwerer bekämpfen als Bodenfeuer und wachsen sich leicht zur dritten Stufe, dem Totalbrand aus, der so gut wie nicht mehr gelöscht werden kann.

3.1 Brandbekämpfung

Die Bekämpfung unterscheidet sich je nach Brandart. Beim Bodenbrand hilft das Errichten von Brandschneisen. Dabei wird auf einem mehrere Meter breiten Streifen sämtliches brennbares Material entfernt oder kontrolliert abgebrannt, damit sich der Waldbrand dort nicht weiter ausbreitet. Jedoch kann es durch Funkenflug zu einem Überspringen der Brandschneise kommen.

Bei einem Kronenfeuer ist der Einsatz von Löschflugzeugen und -hubschraubern die effektivste Methode der Waldbrandbekämpfung. Allerdings kommt es dabei immer wieder zu Abstürzen, da die Piloten dicht über dem Feuer fliegen müssen. So kamen 2012 in der Türkei bei einem Hubschrauberabsturz während eines Löscheinsatzes fünf Menschen ums Leben. In Italien kamen 2007 durch den Absturz eines Helikopters und eines Löschflugzeuges während der Waldbrandbekämpfung alle drei

Piloten zu Tode. Trotz des Risikos und der hohen Kosten setzen staatliche Stellen ihre Mittel weitgehend für die technische Aufrüstung ein. Maßnahmen zur Vorbeugung und Verhinderung von Waldbränden hingegen werden vielerorts vernachlässigt, wie die Beispiele aus verschiedenen Waldbrandregionen in Kapitel 4 zeigen.

3.2 Problem Wasserversorgung

Ein Problem bei der Waldbrandbekämpfung ist der Wasserverbrauch. Zum einen gibt es bei den meisten Waldbränden Probleme mit der Wasserversorgung, da die nächsten Wasserentnahmestellen oft sehr weit weg sind und eine Löschwasserförderung über lange Wegstrecken aufgebaut werden muss. Zum anderen treten Waldbrände häufig in Gebieten auf, in denen jahreszeitlich oder ganzjährig Trockenheit herrscht. Zum Löschen der Waldbrände werden gewaltige Wassermengen benötigt, die dann für andere wichtige Verwendungszwecke fehlen, wie etwa dem Bewässern landwirtschaftlicher Flächen. Zusätzlich können großflächige Waldbrände den Wasserhaushalt beeinflussen. Mit dem Wald geht auch dessen Funktion als Wasserspeicher und damit die ausgleichende Wirkung auf den Wasserhaushalt verloren. Stattdessen fließt das Wasser auf den kahlen Brandflächen rasch ab und kann den Boden bis auf die Gesteinsschicht erodieren.

Das Löschen von Waldbränden verbraucht viel Wasser – Wasser, das der Landwirtschaft und als Trinkwasser anschließend fehlt.



4. Waldbrand in Regionen 4.1 Mittelmeerraum

Hinsichtlich seiner Artenvielfalt zählt der Mittelmeerraum zu den wichtigsten Regionen der Welt. Als Übergangszone zwischen drei Kontinenten beherbergt er Arten aus Europa, Afrika und Asien. Obwohl der Mittelmeerraum gerade mal 1,6 % der Erdoberfläche einnimmt, finden sich hier beispielsweise 10 % aller blühenden Pflanzen. Nach Schätzungen des WWF blieben wegen Waldbränden, zu intensivem Holzeinschlag und Beweidung im Laufe vieler Jahrhunderte nur noch etwa 17 % der ursprünglichen Waldfläche im Mittelmeerraum erhalten.

4.1.1 Aktueller Stand und die Waldbrände der letzten Jahre in den Mittelmeerländern

Im Mittelmeerraum brennen bei mindestens 50.000 Brandherden rund 700.000 bis 1 Mio. ha Wald jährlich ab. Das sind ca. 1,7 % der gesamten dortigen Waldfläche.

Kleinflächige Brände gibt es im Mittelmeerraum seit antiker Zeit. Sie sind Teil der natürlichen Dynamik oder werden als Instrument zur Bewirtschaftung der Naturressourcen eingesetzt. In den letzten Jahrzehnten jedoch haben Anzahl und Ausmaß der Brände als Folge der sozioökonomischen Entwicklung des Mittelmeerraums besorgniserregend zugenommen. Jedes Jahr brennt es dort mindestens 50.000-mal. Laut FAO werden dann rund 700.000 bis 1 Mio. ha Wald Opfer der Flammen.⁸ Dies entspricht der Fläche Kretas oder Korsikas, beziehungsweise 1,3 % bis 1,7 % der gesamten Waldfläche des Mittelmeerraums.

Besonders betroffen sind die EU-Staaten Spanien, Portugal, Italien und Griechenland. So wurden in Griechenland in den 30 Jahren von 1985 bis einschließlich 2014 über 1,4 Mio. ha durch Waldbrände zerstört, was mehr als einem Zehntel der gesamten Landesfläche entspricht.

Seit der Jahrtausendwende gab es im Mittelmeerraum bisher drei besonders schwere Waldbrandjahre. 2005 war die iberische Halbinsel mit Spanien und Portugal betroffen. 2007 trafen die Waldbrände Italien und Griechenland. 2012 kam es nach einem trockenen Winter vor allem auf der Iberischen Halbinsel und in Italien zu schweren Waldbränden.

Waldbrandkatastrophen im Mittelmeerraum 2005, 2007 und 2012			
Land	Brandfläche (ha)		
	2005	2007	2012
Spanien	188.672	82.049	216.894
Portugal	338.262	31.450	110.232
Italien	47.575	227.729	130.799
Griechenland	6.437	225.734	59.924

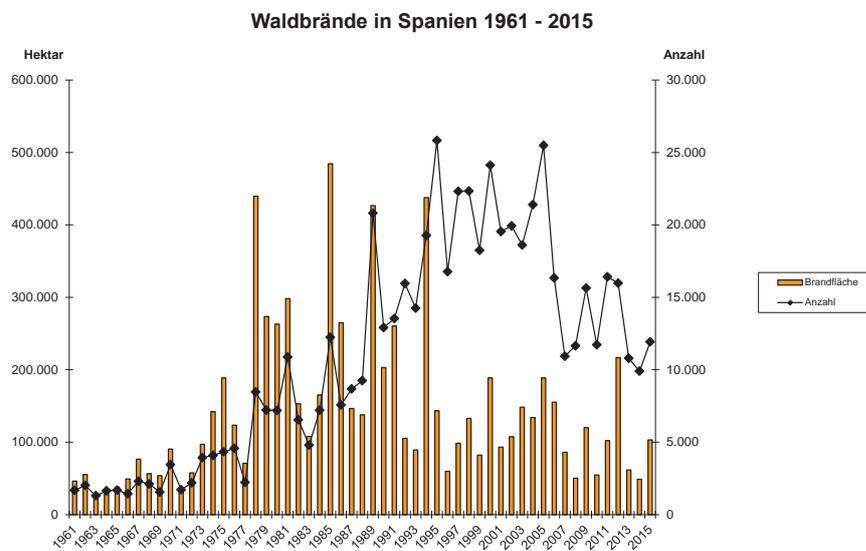
Table 1: Übersicht der Brandflächen in Spanien, Portugal, Italien und Griechenland in den Jahren mit besonders schweren Waldbränden (markiert)

Zudem haben die Mittelmeerländer seit dem Jahrtausendwechsel mit einem neuen Phänomen zu kämpfen, den sogenannten **Mega-Waldbränden**. Bei extremen Wetterbedingungen entstehen wahre Feuerstürme, die mit solcher Intensität wüten und sich so rasch ausbreiten, dass sie nicht mehr unter Kontrolle gebracht werden können. Sie enden erst, wenn sich die Wetterbedingungen ändern oder dem Feuer die Nahrung ausgeht.⁹ Besonders in den Übergangszonen zwischen Siedlung und Wald, die durch die Zersiedelung der Landschaft in den vergangenen Jahrzehnten stark zugenommen haben, richten diese Mega-Brände erhebliche Schäden an und fordern oft Menschenleben. Mega-Waldbrände können auch in einem durchschnittlichen Waldbrandjahr auftreten. So war beispielsweise 2009 die von Bränden betroffene Waldfläche weder in Italien noch in Griechenland außergewöhnlich hoch. Von der gesamten Brandfläche Italiens entfiel im Jahr 2009 aber über die Hälfte auf die Insel Sardinien, wo Ende Juli schwere Waldbrände wüteten. In Griechenland sind die Waldbrände, die in der zweiten Augushälfte das Umland der Hauptstadt Athen verwüsteten, etwa für die Hälfte der griechischen Waldbrandfläche 2009 verantwortlich.

Mega-Waldbrände enden erst, wenn sich die Wetterbedingungen ändern oder dem Feuer die Nahrung ausgeht. Löschen kann man sie nicht.

In **Spanien** stieg die Zahl der Waldbrände von Beginn der Aufzeichnungen in den 1960er-Jahre bis Mitte der 1990er-Jahre stark an, von 1.680 Bränden in 1961 auf den Rekordwert von 25.827 Bränden im Jahr 1995 (Abbildung 2). Auch die folgenden 10 Jahre blieb die Zahl der Waldbrände auf einem hohen Niveau. Zwischen 1996 und 2005 kam es pro Jahr im Durchschnitt zu knapp 21.000 Waldbränden. Seit 2006 ist die Zahl der Brände deutlich zurückgegangen. In den 10 Jahren von 2006 bis einschließlich 2015 lag der Jahresdurchschnitt bei 13.131 Bränden. Dies ist ein Rückgang um 37%.

Abbildung 2:
*Entwicklung der
 Anzahl und Fläche
 der Waldbrände
 in Spanien*



Hinsichtlich der jedes Jahr von Bränden betroffenen Waldflächen wurde der Höhepunkt bereits in den 1990er-Jahren erreicht, als jährlich rund 245.000 ha verbrannten. Den Rekordwert hält das Jahr 1985 mit 484.476 ha verbrannter Fläche. In den 1990er-Jahren ging die Waldbrandfläche auf 161.000 ha pro Jahr und in den 2000er-Jahren weiter auf 127.000 ha pro Jahr zurück.¹⁰

2005 kam es in Spanien zu 25.492 Waldbränden, dem zweithöchsten Wert seit 1961, dem Beginn der statistischen Aufzeichnungen. Trockenheit und Hitze sorgten von März bis hinein in den Oktober für ein hohes Waldbrandrisiko.¹¹ Den Flammen fielen über 188.000 ha Wald und Buschland zum Opfer. 17 Feuerwehrleute starben bei der Bekämpfung.¹¹

2012 lag die Zahl der Brände mit 15.902 etwas unter dem Durchschnitt der vorangegangenen 10 Jahre. Die Brandfläche erreichte jedoch mit 209.855 ha den höchsten Wert seit 1994. Der Großteil der Fläche, 136.340 ha, fiel 39 Großbränden zum Opfer.¹² Begünstigt wurden die Großbrände durch den vorangegangenen Winter 2011/2012. Dieser war der trockenste Winter in Spanien seit 70 Jahren. Die Trockenheit schuf den idealen Nährboden für Großbrände in den folgenden Frühlings- und Sommermonaten.

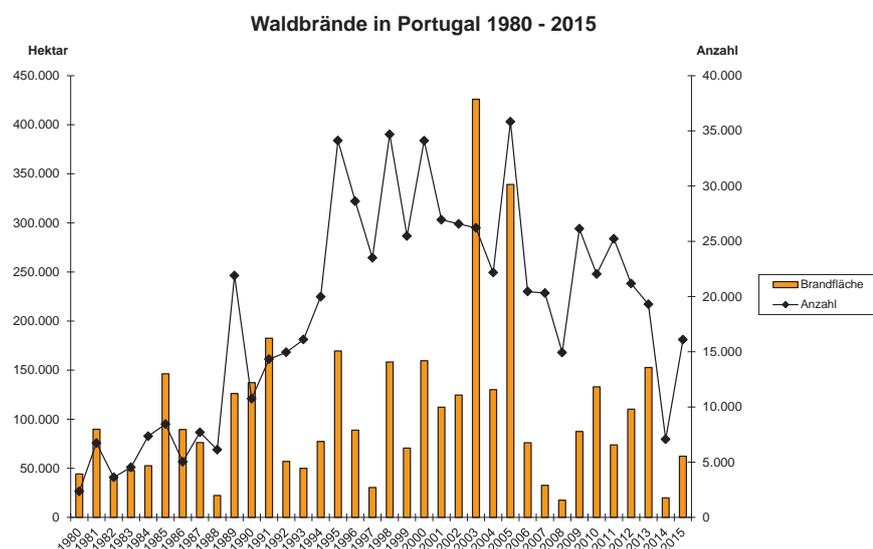
In den folgenden Jahren ging sowohl die Zahl der Brände als auch die Brandfläche dank günstiger Wetterbedingungen wieder zurück. 2014 sank die Zahl der Brände sogar erstmals seit 1988 wieder unter die Zehntausendermarke. Die Brandfläche ging mit 48.833 ha auf den niedrigsten Stand seit 1971 zurück.¹³ Bereits 2015 verdoppelte sich die Brandfläche allerdings wieder auf 103.200 ha, während die Zahl der Brände lediglich

um 20 % stieg. 15 Großbränden fielen allein knapp 40.000 ha zum Opfer. 0,12 % der Brände waren damit für 39 % der Brandfläche verantwortlich.¹⁴

In **Portugal** stieg die Zahl der Brände von 1980, dem Beginn der statistischen Aufzeichnungen bis in die 1990er-Jahre ebenfalls stark an (Abbildung 3), von 2.349 Bränden in 1961 auf 34.116 Bränden im Jahr 1995. Die folgenden 10 Jahre blieb die Zahl der Waldbrände auf einem hohen Niveau und erreichte im Jahr 2005 mit 35.823 Bränden den bisherigen Rekordwert.¹⁵ Ebenso wie im Nachbarland Spanien ist seitdem die Zahl der Brände deutlich zurückgegangen. Brannte es in der 10-Jahresperiode von 1996 bis einschließlich 2005 noch durchschnittlich über 28.400-mal pro Jahr, sank die Zahl der Brände in den darauffolgenden 10 Jahren zwischen 2006 und 2015 auf durchschnittlich 19.271 Brände pro Jahr.¹⁶ Dies entspricht einem Rückgang von 24 %.

Die jährliche Waldbrandfläche überschritt trotz der steigenden Anzahl von Bränden bis in die 2000er-Jahre nie die 200.000-Hektar-Marke. Dies änderte sich erst im Jahr 2003, als dem Feuer über 425.000 ha Fläche zum Opfer fielen. Zwei Jahre darauf, 2005, verbrannten weitere knapp 340.000 ha.¹⁷

Abbildung 3:
Entwicklung der
Anzahl und Fläche
der Waldbrände
in Portugal



Danach sank die jährliche Brandfläche bis auf 17.500 ha im Jahr 2008, dem niedrigsten Wert seit Beginn der Aufzeichnungen, stieg aber in den folgenden Jahren wieder auf das Niveau der 1990er-Jahre an.

In 2012 zerstörten 21.179 Brände eine Fläche von 110.232 ha.¹⁸ Im darauffolgenden Jahr stieg die Brandfläche sogar auf 152.689 ha, obwohl die Zahl der Brände leicht sank.¹⁹ Nachdem in 2014 sowohl die Zahl der

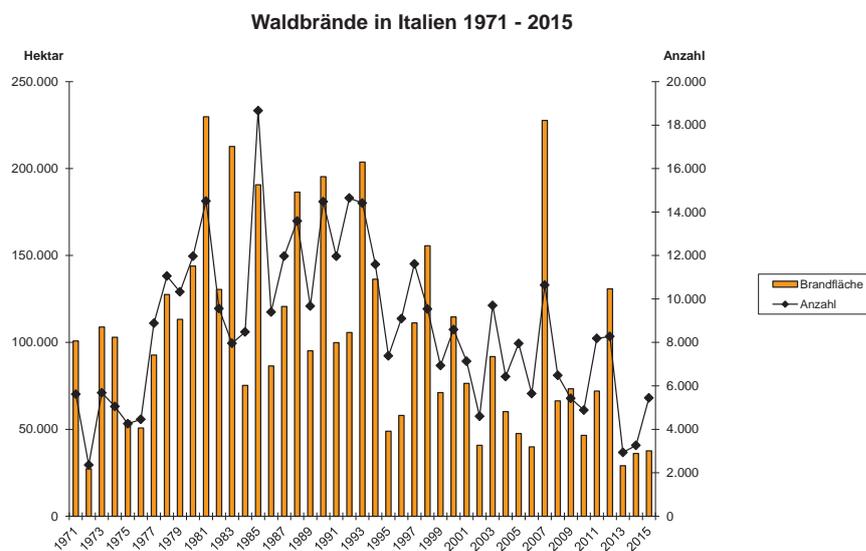
Brände als auch die betroffene Fläche stark zurückging, ist nach den vorläufigen Zahlen für 2015 bereits wieder ein Anstieg zu verzeichnen. Bis Mitte Oktober 2015 wurden über 16.000 Brände und eine Brandfläche von 62.400 ha registriert.²⁰

In Portugal verbrannten zwischen 2003 u. 2012 knapp 29 % der gesamten Wald- und Buschlandfläche.

Besonders von den Bränden betroffen sind die Kiefernwälder und Eukalyptusplantagen im Norden Portugals. Insgesamt verbrannten in der Dekade zwischen 2003 und 2012 in Portugal knapp 1,5 Mio. ha Wald und Buschland.¹⁸ Dies entspricht 16 % der portugiesischen Landesfläche und 29 % der Wald- und Buschlandfläche.

Italien verzeichnete bis Mitte der 1980er-Jahre einen Anstieg der Waldbrandzahlen. Seit dem Spitzenwert 1985 von 18.664 Bränden ging die Zahl der Brände wieder deutlich zurück (Abbildung 4). Auch bei der Brandfläche lässt sich seit den 1980er-Jahren ein abnehmender Trend feststellen. Im extremen Waldbrandjahr 2007 wurde jedoch mit 227.729 ha die zweitgrößte Waldbrandfläche seit Beginn der Aufzeichnungen ein Raub der Flammen. Im Jahr zuvor, 2006, war die Waldbrandfläche mit knapp 40.000 ha noch auf den niedrigsten Wert seit 1972 gesunken.²¹ In Italien begann sich die Katastrophe 2007 bereits abzuzeichnen, als auf den wärmsten Winter der letzten 200 Jahre schon im Frühsommer Hitze und Dürre folgten. Die trockenen Wälder boten daraufhin Bedingungen, auf die Brandstifter vermutlich nur gewartet hatten. Zwei Drittel der Waldbrände 2007 sind nach den Ermittlungen des italienischen Staatsforstes auf vorsätzliche Brandstiftung zurückzuführen. Natürliche Ursachen hatten gerade einmal 0,6 % der Brände, in 20 % der Fälle konnte keine Ursache ermittelt werden.²²

Abbildung 4:
Entwicklung der Anzahl und Fläche der Waldbrände in Italien

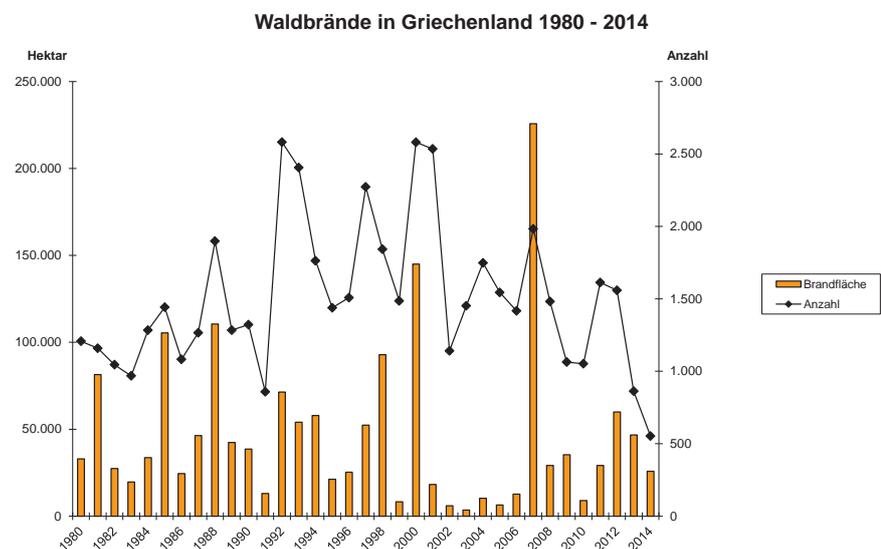


Nachdem Anzahl und Fläche der Waldbrände in den folgenden Jahren zurückgingen, stiegen sie 2011 und 2012 wieder an. Im Jahr 2012 vernichteten 8.274 Waldbrände eine Fläche von 130.799 ha. 35 % der Brandfläche, 55.583 ha, entfiel auf Sizilien.²³ Im sizilianischen San Mauro Castelverde bei Palermo stand sogar ein Friedhof in Flammen, nachdem Brandstifter rund um das Dorf mehrere Feuer gelegt hatten.²⁴

In den beiden folgenden Jahren sank sowohl die Zahl mit 2.936 Bränden in 2013²⁵ und 3.257 Bränden in 2014²⁶ als auch die Brandfläche mit 29.076 ha in 2013 und 36.125 ha in 2014 auf den niedrigsten Stand seit 1972. Nach den vorläufigen Daten für 2015 stieg zwar die Zahl der Brände im Vergleich zum Vorjahr wieder um 67% auf 5.447 Brände an. Die betroffene Fläche blieb jedoch mit 37.582 ha auf einem ähnlich niedrigen Niveau wie in den beiden vorangegangenen Jahren.²⁷

Griechenland beklagte 2007 das schlimmste Waldbrandjahr in der griechischen Geschichte. Nachdem bereits einige Monate Trockenheit herrschte, folgten drei Hitzewellen mit überdurchschnittlich hohen Temperaturen von teilweise über 46° C. Ende August brachen dann auf den Peloponnes fünf Brände aus. Angefacht durch starke, trockene Nordwinde konnten sich die Flammen in der ausgetrockneten Vegetation rasch ausbreiten und zu Mega-Waldbränden entwickeln, die auf einer Fläche von 170.000 ha wüteten. Die fünf Mega-Waldbrände auf den Peloponnes und zwei weitere in Evia waren für über 70 % der gesamten Fläche von 225.000 ha verantwortlich, die 2007 in ganz Griechenland verbrannte. Bei den Waldbränden starben 69 Zivilisten, 9 Feuerwehrleute und 2 Piloten. 1.710 Häuser verbrannten, tausende Menschen wurden obdachlos.²⁸

Abbildung 5:
Entwicklung der Anzahl und Fläche der Waldbrände in Griechenland



Im Vergleich dazu gingen Zahl und Fläche der Waldbrände in den folgenden Jahren zurück (Abbildung 5). Allerdings hat auch Griechenland in den letzten Jahren vermehrt mit Großbränden zu kämpfen, die sich kaum kontrollieren lassen. So kam es der zweiten Augushälfte 2009 im Umkreis der Millionenstadt Athen zu einem gewaltigen Feuersturm. Das Feuer brach in den Abendstunden des 21. August in Grammatiko, 40 Kilometer nordöstlich von Athen, aus. Dabei rächte es sich, dass in Griechenland allzu sehr auf Waldbrandbekämpfung aus der Luft gesetzt wurde. Denn mit einbrechender Dunkelheit konnten Löschflugzeuge aus Sicherheitsgründen den noch kleinen Brandherd nicht mehr bekämpfen. Bis zum nächsten Morgen weitete sich das Feuer, angefacht vom Meltemi, dem starken, trockenen Nordwind, zum unkontrollierbaren Flächenbrand aus.²⁹ Diesem Mega-Feuer fielen rund 21.000 ha Land zum Opfer³⁰, also etwa die Hälfte der gesamten Waldbrandfläche 2009. 80 % davon waren Wald- und Buschland, der Rest landwirtschaftliche Flächen und Siedlungen.³¹ Der 10.000-Einwohnerort Agios Stefanos musste komplett evakuiert werden. Auch die antike Stadt Marathon war kurzzeitig bedroht.³² Besonders traf es den Grüngürtel rund um die Millionenmetropole Athen, die grüne Lunge der Hauptstadt und ein beliebtes Erholungsziel.³¹ Etwa die Hälfte davon waren alte Kiefernwälder, die sich nach Einschätzung der Experten des WWF Griechenland auf natürliche Weise regenerieren können. Die andere Hälfte ist jedoch bereits in den vergangenen Jahren wiederholt abgebrannt und verfügt nur noch über ein geringes Regenerationsvermögen.²⁹

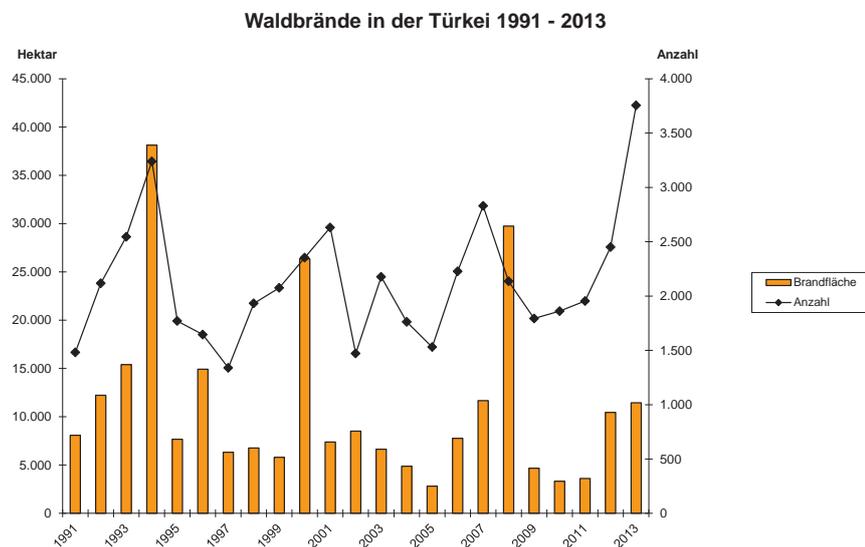
Obwohl es 2012 einen der heißesten Sommer in Griechenland gab, nahmen die Waldbrände nicht das katastrophale Ausmaß wie im Jahr 2007 an. Bei 1.559 Bränden wurden knapp 60.000 ha Fläche zerstört. Allerdings kam es zu zwei bedeutenden Großbränden. Am Berg Athos wurden bei einem 27 Tage andauernden Feuer 4.683 ha Wald und Buschland vernichtet. Auf der Insel Chios zerstörte ein Großbrand innerhalb von 12 Tagen über 11.000 ha Fläche.³³

In den beiden folgenden Jahren ging sowohl die Zahl der Brände als auch die betroffene Fläche wieder deutlich zurück. In 2014 wurde mit 552 Bränden die geringste Zahl seit Beginn der Aufzeichnungen verzeichnet. Dabei verbrannte eine Fläche von knapp 26.000 ha.³⁴

In der **Türkei** kommt es durchschnittlich jedes Jahr zu über 2.000 Waldbränden. Besonders betroffen ist die Küstenregion von der syrischen Grenze im Süden bis hinauf nach Istanbul. Dieses Gebiet umfasst etwa 60 % der türkischen Waldfläche, rund 12 Mio.ha.³⁵

Die Waldbrandfläche liegt seit den 1990er-Jahren unter 15.000 ha pro Jahr, mit Ausnahme der extremen Waldbrandjahre 1994, 2000 und 2008. Allerdings liegen selbst diese Spitzenwerte in einem Größenbereich, der im Nachbarland Griechenland in einem normalen Waldbrandjahr erreicht wird, obwohl die türkische Waldfläche fast dreimal so groß ist wie die Griechenlands. So verbrannte beispielsweise in 2008 in der Türkei mit 29.749 ha fast die gleiche Fläche wie in Griechenland mit 29.152 ha.³⁶ Für die Türkei ist dies die zweitgrößte Brandfläche seit Beginn der Statistik (Abbildung 6) Für Griechenland hingegen lag dieser Wert sogar noch unter dem Durchschnitt der Jahre 1991–2013 zurück (Abbildung 5).

Abbildung 6:
Entwicklung der
Anzahl und Fläche
der Waldbrände
in der Türkei



Bei einer ähnlichen Zahl von Bränden wird in der Türkei weitaus weniger Fläche vernichtet als im Nachbarland Griechenland. Im Durchschnitt fallen einem Waldbrand in der Türkei 5,5 ha zum Opfer, in Griechenland hingegen 26 ha, also fast die fünffache Fläche. Ein Grund liegt wohl darin, dass in dem dicht besiedelten türkischen Küstengebiet die meisten Brände rasch unter Kontrolle gebracht werden können. Zudem hat die Türkei zur Vorbeugung eine Reihe von Maßnahmen ergriffen, wie etwa das Pflanzen feuerresistenter Baumarten oder den Aufbau eines Frühwarnsystems für Waldbrände.³³

Die Waldbrände in den Mittelmeerländern sind fast ausschließlich – ob fahrlässig oder absichtlich – das Werk von Menschen.

4.1.2 Ursachen

Die Waldbrände in den Mittelmeerländern sind fast ausschließlich – ob fahrlässig oder absichtlich – das Werk von Menschen. Im seltensten Fall hatten die Brände natürliche Ursachen, wie die offiziellen Waldbrandstatistiken zeigen (Tabelle 2).

4.1.2.1 Brandstiftung

Ein Großteil der Waldbrände wird vorsätzlich gelegt. Immobilienspekulation und Baulandgewinnung ist vor allem in Griechenland und zum Teil in Italien das Motiv für vorsätzliche Brandstiftung. Daneben stehen Jagd und Weidewirtschaft in Italien, aber vor allem in Spanien und Portugal in Zusammenhang mit vorsätzlich gelegten Waldbränden.

In Portugal wird knapp ein Drittel, in Spanien über die Hälfte und in Italien sogar 85 % der Waldbrände, bei denen die Ursache ermittelt wurde, absichtlich gelegt. Natürliche Ursachen wie Blitzeinschlag hatten hingegen gerade einmal 1 % der Waldbrände in Portugal und Italien, bzw. 7 % in Spanien. Allerdings blieben in Spanien bei 12 %, in Italien bei knapp einem Viertel und in Portugal sogar bei über einem Drittel aller Waldbrände die Ursachen ungeklärt (Tabelle 2).

Ursachen der Waldbrände in Portugal, Spanien und Italien						
Land	Unbekannte Ursache	Bekannte Ursache	davon			
			absichtlich	fahrlässig	Wiederentzündung	natürlich
Portugal	38%	62%	31%	57%	10%	1%
Spanien	12%	88%	59%	31%	3%	7%
Italien	24%	76%	85%	14%	-	1%

Tabelle 2: Ursachen der Waldbrände im Mittelmeerraum in Portugal (2014), Spanien (2013) und Italien (2014)

Quellen: ICNF²⁰, Ministerio de medio ambiente³⁷, Corpo Forestale dello Stato²⁶

Bei der Interpretation von Daten zu Tätern und deren Motiven für absichtliche Brandstiftung sollte bedacht werden, dass die Statistik nur die Motive derjenigen Brandstifter erfasst, die von der Polizei gefasst wurden. Tätergruppen, die leichter gefasst werden, sind daher in der Statistik überrepräsentiert. So haben in Italien unter den 97 Personen, die zwischen 2000 und 2006 auf frischer Tat festgenommen wurden, Pyromanen mit 29 % den höchsten Anteil, während nur zwei der festgenommenen Täter die Gewinnung von Bauland als Motiv angaben.³⁸ Stehen starke wirtschaftliche Interessen im Vordergrund, begeht selten derjenige die Brandstiftung selbst, der direkt davon profitiert. Vielmehr werden professionelle Brandstifter beauftragt, die es verstehen, ihre Spuren zu verwischen, um nicht gefasst zu werden. Der Lohn dafür beginnt nach Erkenntnissen der italienischen Ermittler bei 200 bis 300 Euro und kann bis zu 5.000 Euro bei groß angelegten Brandstiftungen betragen.³⁹ Unter den insgesamt 2.200 Personen, die in Italien zwischen 2000 und

Der Lohn für Brandstiftung kann in Italien zwischen 200 Euro und bei groß angelegter Brandstiftung bis zu 5.000 Euro betragen.

2006 wegen Verursachung von Waldbränden angeklagt wurden, sind Rentner mit 30 % auffällig häufig vertreten, ebenso andere Gruppen, die von der Brandstiftung nicht direkt profitieren. Offensichtlich werden sie von Dritten beauftragt und bessern sich auf diese Weise ihr geringes Einkommen oder ihre Rente auf. Jeder zweite Brandstifter ist über 60 Jahre alt, die Altersgruppe zwischen 21 und 30 Jahren hat dagegen nur einen Anteil von 8 %.⁴⁰ Fahrlässige Brandstiftung wird nach den Erkenntnissen der italienischen Ermittler oftmals vorgetäuscht, um über die wahre Identität der Brandstifter und ihre Motive hinwegzutäuschen.²²

Auch wenn die direkte Ursache meist vorsätzliche oder fahrlässige Brandstiftung ist, sind für die hohe Zahl der Waldbrände im Mittelmeerraum und ihre verheerenden Folgen eine Reihe sozio-ökonomischer, politischer und ökologischer Faktoren verantwortlich.

4.1.2.2 Sozio-ökonomische Faktoren

Das traditionelle ländliche sozioökonomische System, das für den Mittelmeerraum einst charakteristisch war, ist innerhalb der letzten Jahrzehnte zusammengebrochen. In weiten Teilen des nördlichen Mittelmeerraums, beispielsweise in Italien, Spanien und Griechenland, wurde die kleinbäuerliche Landwirtschaft aufgegeben. Im südlichen Mittelmeerraum, beispielsweise in der Türkei oder Zypern, sind hingegen Misswirtschaft und Übernutzung gewachsen. Hinzu kommen im gesamten Mittelmeerraum tiefgreifende und rasante Veränderungen der Landnutzung, hervorgerufen durch eine zunehmende Urbanisierung, einer touristischen Entwicklung entlang der Küsten und den Auf- und Ausbau der Infrastruktur. Das Tempo, in dem sich diese Veränderungen vollzogen, verhinderte eine sozial, ökologisch und wirtschaftlich nachhaltige Anpassung der Menschen an die sich neu entwickelten Lebensumstände.

Stehen wirtschaftliche Interessen im Vordergrund, begehrt selten derjenige die Brandstiftung selbst, der direkt davon profitiert.



Der Niedergang der Landwirtschaft in den letzten Jahrzehnten führte in den nördlichen Mittelmeerländern zu einer Abwanderung der ländlichen Bevölkerung in die Städte und Küstenregionen. Die Nutzung landwirtschaftlicher Flächen und Wäldern wurde in weiten Teilen aufgegeben. Dadurch konnte sich auf den ungenutzten Flächen Biomasse ansammeln, die bei einem Feuer den Flammen Nahrung gibt. Vor diesem Hintergrund kann auch der traditionelle Einsatz von Feuer zur Pflege von Weide- und Ackerflächen verheerende Folgen haben, wenn die Flammen auf ungenutzte Grundstücke übergreifen und sich zu einem unkontrollierbaren Flächenbrand entwickeln.

Mit der Abwanderung großer Teile der Bevölkerung ging auch die soziale Kontrolle verloren. Die italienischen Ermittler beschreiben den am meisten verbreiteten Typus des vorsätzlichen Brandstifters als Mann mittleren Alters, der als Landwirt oder Schäfer arbeitet und sich der Folgen seines Handelns wohl bewusst ist. Er bewegt sich in einer von Menschen weitgehend verlassenen Landschaft und verschafft sich unrechtmäßig Vorteile. Mit dem Feuer werden Macchia* und Wald auf Flächen gerodet, die sich fast immer in fremden Besitz befinden, um neue Weideflächen zu schaffen und den Viehbestand vergrößern zu können. Der gleiche Tätertypus benutzt vor allem in Süditalien das Feuer auch als Mittel zur Einschüchterung und zur Bedrohung Dritter, um seine Interessen durchzusetzen.³⁸

Wegen des Mangels an Erwerbsmöglichkeiten im ländlichen Raum gewinnen zudem die befristeten Arbeitsplätze bei der Brandbekämpfung und bei der Wiederaufforstung der Brandflächen an Bedeutung. Immer wieder greifen daher Feuerwehrmänner und Waldarbeiter zum Feuer, um sich selbst Arbeit zu verschaffen.³⁸

Die Zahl der Erholungssuchenden hat gerade in den Sommermonaten stark zugenommen, dann, wenn die Waldbrandgefahr am größten ist.

Nach Jahrzehnten der Abwanderung lässt sich in manchen Regionen auch eine gegensätzliche Entwicklung festzustellen: Wochenendhäuser und touristische Infrastruktur werden errichtet. Rund um die Städte verwachsen Vororte mit benachbarten Wald- und Buschlandschaften, da sich immer mehr Menschen ihren Traum vom Haus im Grünen verwirklichen wollen. Das macht Waldbrände wahrscheinlicher. Mit der Nachfrage nach Bauland und steigenden Grundstückspreisen nimmt die Landspekulation zu. Durch Brandstiftung wird oftmals versucht, Wald in Bauland umzuwandeln. Zugleich hat durch die touristische Entwicklung die Zahl der Erholungssuchenden gerade in den Sommermonaten, wenn die Waldbrandgefahr am größten ist, stark zugenommen. Die Besucher können das Risiko zumeist nur schwer einzuschätzen und lösen durch Unachtsamkeit (Rauchen, offene Feuerstellen) Waldbrände aus.

* Feueranfällige Buschlandschaft des Mittelmeerraums, die durch Degradierung der natürlichen Laubwälder als Folge von Jahrtausende langer Übernutzung entstanden ist.

Die wachsenden Übergangszonen zwischen besiedeltem Gebiet und Naturlandschaft stellen auch die Waldbrandbekämpfung vor neue Herausforderungen. Das Schadenspotenzial und die Gefahr für Menschen sind bei einem Waldbrand in diesen Übergangszonen um ein Vielfaches höher als in einem unbesiedelten Waldgebiet. Zudem versucht die Feuerwehr vorrangig, akut bedrohte Häuser und Infrastruktur vor den Flammen zu retten. Die Einsatzkräfte fehlen dann aber an anderen Stellen, die strategisch günstiger wären, um ein weiteres Ausbreiten des Feuers zu verhindern.⁴¹

4.1.2.3 Ökologische Faktoren

Weite Teile der natürlichen, ökologisch äußerst wertvollen Vegetation im Mittelmeerraum unterlagen einer schnellen und tiefgreifenden Umwandlung: Im Norden des Mittelmeers wurde sie durch dichte Sekundärwälder und Buschlandschaften, der Macchia ersetzt. Im Süden sind die wenigen verbliebenen Altwälder fragmentiert und aufgelichtet. In diesen degradierten und sekundären Wäldern können sich ebenso wie auf Flächen, die nicht mehr genutzt werden, große Mengen an trockenem Holz ansammeln, das den idealen Nährstoff für ausgedehnte Waldbrände liefert.

In den langen Sommern fast ohne Regen und Temperaturen von weit über 30 °C verringert sich der Feuchtigkeitsgehalt in der Streu des Waldbodens auf unter 5 %, sodass ein Funke genügt.

Der **Klimawandel** verschärft das Waldbrandrisiko im Mittelmeerraum zusätzlich. Als Auswirkungen werden längere Dürreperioden im Sommer sowie das Auftreten von Dürren während der anderen Jahreszeiten erwartet. Dadurch wird sich die Waldbrandsaison auf der Iberischen Halbinsel und in Norditalien erheblich verlängern. Im südlichen Mittelmeerraum wird das ganze Jahr über ein hohes Waldbrandrisiko bestehen. In Spanien etwa wird sich bei einer globalen Klimaerwärmung um 2 °C bis 2050 die Waldbrandsaison um zwei bis vier Wochen im Jahr verlängern.⁴² Bereits unter den bisherigen klimatischen Bedingungen im mediterranen Raum – einem langen Sommer fast ohne Regen und mit durchschnittlichen Tagestemperaturen von weit über 30 °C – verringert sich der Feuchtigkeitsgehalt in der Streu des Waldbodens auf unter 5 %, sodass ein Funke genügt, um einen gewaltigen Flächenbrand zu entfachen. Starke, trockene Sommerwinde wie der Mistral in Frankreich oder der Levante in Spanien fachen die Feuer weiter an und verteilen die Funken.⁴³

Durch den Klimawandel häufen sich extreme Wetterereignisse, wie lange Hitzeperioden mit geringer Luftfeuchtigkeit und starken Winden, die beispielsweise das verheerende Ausmaß der Waldbrände 2007 in Griechenland ermöglichten. Ebenso können vermehrt plötzliche Stürme mit starken Regenfällen auftreten, die binnen weniger Stunden das

Niveau des durchschnittlichen Jahresniederschlags erreichen können.⁴⁴ Der Starkregen schwemmt auf den Waldbrandflächen den ungeschützten Boden weg, die Bodenerosion führt zu Wüstenbildung. Bereits heute sind im europäischen Mittelmeerraum 300.000 km² von Wüstenbildung betroffen, wodurch die Lebensgrundlage von 16,5 Mio. Menschen bedroht ist.⁴⁵

4.1.2.4 Politische Faktoren

Obwohl Waldbrände im Mittelmeerraum aufgrund der ökologischen und klimatischen Verhältnisse keine Ausnahme, sondern ein regelmäßig auftretendes natürliches Phänomen sind, agiert die Politik nicht vorausschauend und vorbeugend, sondern reagiert erst im Katastrophenfall. Dementsprechend wird vor allem in die technische Ausstattung für die direkte Brandbekämpfung investiert. Dies lässt sich trotz explodierender Kosten und geringem Erfolg in der Öffentlichkeit mit beeindruckenden Bildern – beispielsweise denen von Löschflugzeugen im Einsatz – gut vermitteln, obwohl vorbeugende Maßnahmen mittel- und langfristiger effektiver wären und sich weitaus kostengünstiger durchführen ließen – mit zahlreichen Synergieeffekten für Mensch und Natur. Langfristige Vorbeugung scheitert vor allem daran, dass oftmals die Waldbrände und damit die politischen Versprechungen bereits einige Wochen später in Vergessenheit geraten, bis es einige Jahre später zur Überraschung aller Beteiligten zur nächsten Waldbrandkatastrophe kommt. Erst in den letzten Jahren haben zumindest einige Mittelmeerländer damit begonnen, Schritte in die richtige Richtung zu unternehmen und in einem umfassenden Ansatz Maßnahmen zur Vorbeugung zu entwickeln, welche die relevanten sozio-ökonomischen, ökologischen und politischen Faktoren angemessen berücksichtigen.

Im Mittelmeerraum wären Maßnahmen zur Waldbrand-Vorbeugung bedeutend kostengünstiger als Brandbekämpfung – aber weniger öffentlichkeitswirksam.



In der **Finanzkrise**, von der vor allem Griechenland, aber auch Spanien, Portugal und Italien betroffen sind, wurden auch die finanziellen Mittel für Waldbrandvorbeugung teils erheblich gekürzt. In Griechenland ist aufgrund fehlender Investitionen die Ausrüstung zur Brandbekämpfung veraltet. Zudem fehlen finanzielle Mittel für die Brandvorbeugung. Es ist wohl lediglich den günstigen Wetterbedingungen zu verdanken, dass Griechenland in den letzten Jahren von Waldbrandkatastrophen verschont blieb.⁴⁶ Löschflugzeuge sind veraltet und schlecht gewartet, sodass beispielsweise bei Waldbränden im Juli 2015 in Griechenland ein Löschflugzeug nach technischen Problemen notlanden musste.⁴⁷ Um der Staatsverschuldung Herr zu werden, sind Sparmaßnahmen notwendig. Einsparungen sollten aber so durchdacht sein, dass sie nicht den Erfolg bereits getätigter Investitionen infrage stellen und durch eine ineffektive Waldbrandbekämpfung letztendlich zu höheren Kosten und Schäden führen.

In den meisten Mittelmeerländern gibt es **Gesetze**, die unter anderem die Zuständigkeit während der Brandbekämpfung regeln, harte Strafen für Brandstifter vorsehen und die Umwandlung von verbrannten Waldflächen in Bauland verbieten. Sie werden jedoch oft nur unzureichend umgesetzt, wie die jährlich wiederkehrenden Waldbrände zeigen. Nur in den wenigsten Fällen werden die Brandstifter ermittelt, verhaftet und vor Gericht gestellt. In Italien gab es 2014 beispielsweise 3.257 Brände. Von den untersuchten Fällen ließen sich 85 % auf vorsätzliche und weitere 14 % auf fahrlässige Brandstiftung zurückführen. Eine natürliche Ursache hatte nur 1 % der Brandfälle. Dennoch wurden gerade einmal 133 Personen angezeigt und 3 Beschuldigte verhaftet.²⁶ Ähnlich ist die Bilanz in Spanien. Dort wurden 2013 bei 10.797 Waldbränden gerade einmal 134 Verursacher ermittelt – also in 1,24 % der Brandfälle.³⁷

Ein Bauverbot auf verbrannten Waldflächen besteht meistens nach dem Gesetz, kann aber vielerorts nicht durchgesetzt werden.

Ein Bauverbot auf verbrannten Waldflächen besteht zwar nach dem Gesetz, kann aber vielerorts gar nicht durchgesetzt werden, da entscheidende Instrumente fehlen, wie etwa ein Kataster der Waldflächen und ein Verzeichnis der Brandflächen. In manchen Ländern sind auch die Grundbücher entweder unvollständig oder gar nicht vorhanden. Die daraus resultierenden Streitigkeiten über Eigentum und Nutzungsrecht provozieren Waldbrände, sei es durch Brandstiftung oder Fahrlässigkeit. Auf nationaler Ebene fehlen oftmals geeignete Rechtsvorschriften, um gefährliche Praktiken in der Landwirtschaft, wie das Abbrennen von Weideflächen oder abgeernteten Feldern zu unterbinden, während andererseits ungeeignete Gesetze effektive Vorsorgemaßnahmen wie das kontrollierte Abbrennen von Unterwuchs in den Wintermonaten verbieten. Auch in der Landnutzungs- und Raumplanung vieler Mittelmeerstaaten wird das

Waldbrandrisiko nur unzureichend berücksichtigt. In die Vorbeugung werden die verschiedenen Interessengruppen nur mangelhaft eingebunden. Stattdessen wird auf die Bekämpfung bereits aufgetretener Waldbrände gesetzt.

Es fehlen zudem finanzielle Anreize zur vorbeugenden Verhinderung von Bränden. Der Beitrag der Waldbesitzer zur Bewahrung der Wälder wird oftmals nicht ausreichend anerkannt. Vielmehr entstehen durch die Zersiedelung der Landschaft und den Ausbau der Infrastruktur zusätzliche Kosten für vorbeugende Maßnahmen, etwa für die Pflege von Waldflächen unter Stromleitungen oder entlang von Straßen.⁴⁸ Vorbeugende, an die jeweilige Landnutzung angepasste Maßnahmen sollten das ganze Jahr hinweg ausgeführt werden, um das Risiko während der Waldbrandsaison möglichst gering zu halten. So könnten ganzjährige Arbeitsplätze für jene Menschen geschaffen werden, die bisher als Feuerwehrmänner nur befristet für die Waldbrandsaison eingestellt werden, womit auch ein mögliches Motiv für vorsätzliche Brandstiftung ausgeschaltet werden könnte.

Die EU fördert durch Subventionen der gemeinsamen Agrarpolitik Landwirtschaftsformen, die indirekt das Waldbrandrisiko erhöhen.

Die EU unterstützt auf der einen Seite im Rahmen der ländlichen Entwicklung Maßnahmen zur Vermeidung von Waldbränden und zur Wiederherstellung von Wäldern, die durch Naturkatastrophen und Brände beschädigt wurden. Auch Studien über die Ursachen von Waldbränden, Sensibilisierungskampagnen sowie Weiterbildungs- und Anschauungsprojekte werden aus EU-Mitteln gefördert. Auf der anderen Seite fördert die EU jedoch durch Subventionen – z. B. in der gemeinsamen Agrarpolitik – Landwirtschaftsformen wie Plantagen und den Anbau wasserintensiver Früchte, die indirekt das Waldbrandrisiko erhöhen. Der hohe Wasserverbrauch führt dazu, dass die ohnehin ausgetrockneten Böden noch stärker ausdörren und sich als idealer Nährboden für die rasende Ausbreitung eines Feuers eignen. Die vornehmlich in Spanien und Portugal in Monokulturen angepflanzten Eukalyptus- und Kiefernwälder brennen wegen ihres hohen Gehalts an ätherischen Ölen extrem gut – ein weiterer Grund für die verheerenden Ausmaße der Waldbrände in den letzten Jahren. So finden sich beispielsweise in Portugal die größten Waldbrandflächen im Norden und der Landesmitte, wo großflächig Eukalyptusplantagen und Kiefernwälder angepflanzt sind, während im südlichen Landesteil mit seinen natürlichen Eichenwäldern die Brandflächen weitaus geringer sind.

4.1.3 Folgen

4.1.3.1 Ökologische Folgen

In der mediterranen Landschaft stellen Brände in Kombination mit Überweidung und Holzeinschlag die größten Gefahren für den Wald dar. Zwar ist die Mittelmeerregion eine typische Feuerlandschaft, in der sich die Baumarten an das Auftreten von Waldbränden angepasst haben. Besonders die immergrünen Eichen haben eine Widerstandsfähigkeit gegen Feuer ausgebildet, beispielsweise die Korkeiche (*Quercus suber*) mit ihrer dicken, isolierenden Rinde. Der Schutz durch diese Anpassung versagt allerdings bei häufigen, sich wiederholenden Waldbränden. Aus Hartlaubwäldern entsteht dann zunächst die Macchia, ein bis zu fünf Meter hohes Gestrüpp mit lichten Stellen. Diese geht bei fortlaufender Degradation in aufgelockerte, offene Zwergstrauch-Gebüsche, die Garrigue, über. Sie ist oftmals kniehoch und enthält nur noch wenige Gehölze.

Die Straucharten in diesen degradierten Ökosystemen besitzen keine Widerstandsfähigkeit gegenüber Feuer. Stattdessen haben sie sich in ihrer Fortpflanzung den häufigen Bränden angepasst, indem sie feuerresistente Samen bilden oder sich über die Wurzeln vermehren.

Aufforstungen mit Kiefer nach einem Waldbrand oder auf Waldflächen, die durch Beweidung und Holzeinschlag degradiert sind, verschärfen das Waldbrandrisiko.

Auch Aufforstungen nach einem Waldbrand oder auf Waldflächen, die durch Beweidung und Holzeinschlag degradiert sind, haben das Waldbrandrisiko verschärft. Zur Aufforstung der Kahlflächen werden Pionierbaumarten benutzt, vor allem Kiefer, die in gleichaltrigen Monokulturen gepflanzt werden. Kiefern sind aufgrund ihres hohen Harzgehaltes leicht brennbar. Das Feuerrisiko wird durch den geringen Pflanzabstand zwischen den Bäumen und der Konzentration von feinem, leicht entzündlichem Astmaterial noch gesteigert.⁴³

Folgt auf Waldbrände starker Regen, kann der Boden bis auf den blanken Felsen weggespült werden, sodass die Degradierung bis hin zur Wüstenbildung fortschreitet. Die fortschreitende Wüstenbildung ist im europäischen Mittelmeerraum nicht nur ein bedeutendes ökologisches Problem, sondern zieht auch schwerwiegende wirtschaftliche und soziale Schäden nach sich. Bereits heute sind im europäischen Mittelmeerraum 300.000 km² von Wüstenbildung betroffen, wodurch die Lebensgrundlage von 16,5 Mio. Menschen bedroht ist.⁴⁹

Den Waldbränden im Mittelmeerraum fallen auch **Nationalparks** und Lebensräume für bedrohte Tier- und Pflanzenarten zum Opfer. Der Iberische Luchs wird beispielsweise in der Roten Liste der Weltnaturschutz-

Den Waldbränden im Mittelmeerraum fallen auch Nationalparks und Lebensräume für bedrohte Tier- und Pflanzenarten zum Opfer.

union IUCN als eine der am stärksten gefährdeten Katzenarten der Welt eingestuft. Weite Teile seines Lebensraums in Spanien wurden bereits durch Waldbrände zerstört. In den 1980er-Jahren gab es noch mehr als 1.000 Iberische Luchse. In den darauffolgenden Jahrzehnten schrumpfte deren Lebensraum so stark, dass bis 2002 nur noch weniger als 100 Luchse übrig blieben. Durch gemeinsame Anstrengungen der spanischen Regierung, der Europäischen Union und Nichtregierungsorganisationen wie dem WWF ließ sich deren Aussterben gerade noch verhindern. Der Bestand erholt sich mittlerweile langsam und wurde im Jahr 2015 auf 404 Luchse geschätzt.⁵⁰

Waldbrände richteten im Katastrophenjahr 2007 in den Schutzgebieten erhebliche ökologische Schäden an. In **Griechenland** verbrannte unter anderem mit 758 ha fast ein Viertel des Schutzgebietes am Kaiafa-See.⁵¹ Zwar ist der Kiefernwald an Brände angepasst und wäre in der Lage, sich rasch zu erholen. Allerdings wurden bereits einen Monat nach den verheerenden Bränden Pläne der griechischen Regierung bekannt, das Gebiet nun zu entwickeln, Hotels und Ferienanlagen zu bauen und 800 Gebäude, die in den letzten 50 Jahren dort illegal errichtet wurden, nachträglich zu genehmigen.⁵² Das Schutzgebiet um die antiken Wettkampfstätten von Olympia verbrannte zu mehr als einem Fünftel (67 ha). Auch hier sind Wälder betroffen, die sich nach Feuer natürlich regenerieren könnten, vorausgesetzt, der Entwicklungsdruck kann kontrolliert und die Umwandlung in Bauland verhindert werden.⁵¹ Im Parnitha-Nationalpark, der nordwestlich an Athen angrenzt, wurden 3.000 ha Kiefern-, Fichten- und Eichenwäldern ein Raub der Flammen. Dem Feuer fielen auch viele Wildtiere zum Opfer, darunter geschützte Arten wie Hirsch, Schildkröten und Schlangen.⁵³ Die langfristigen ökologischen Schäden sind immens, denn der Parnitha-Nationalpark galt als die grüne Lunge der ohnehin smogbelasteten Millionenstadt Athen. Auf dem Peloponnes wurden nach Einschätzung des WWF Griechenland die letzten Populationen des Goldschakals (*Canis aureus*) durch die Waldbrände, die großflächig deren Lebensräume zerstörten, erheblich beeinträchtigt und in ihrer zukünftigen Erhaltung gefährdet.⁵¹

In **Italien** verbrannten 2007 nach den Erhebungen der Staatsforstbehörde insgesamt 62.309 ha in Schutzgebieten, davon waren 34.106 ha Wald. Dies entspricht 27 % der gesamten Waldfläche und 29 % der verbrannten Waldfläche.²² Am stärksten wüteten die Feuer in den Regionen Abruzzen, Apulien, Kalabrien und Kampanien, wo jeweils über 10.000 ha Schutzgebiete in Flammen aufgingen. Besonders betroffen waren die Nationalparks Cilento, wo 273 Brände insgesamt 5.141 ha vernichteten, und Pollino mit 147 Bränden und 6.959 ha.²² Im Nationalpark Gargano

Im Abruzzen- und Majella-Nationalpark erfassten die Waldbrände den Lebensraum des marsikanischen Braunbären, der nur dort vorkommt.

verbrannten 5.800 ha, gleichzeitig mussten Tausende Urlauber auf der Halbinsel evakuiert werden.

Im Abruzzen- und Majella-Nationalpark erfassten die Waldbrände den Lebensraum des marsikanischen Braunbären (*Ursus arctos marsicanus*), einer endemischen Unterart des europäischen Braunbären, die nur dort vorkommt. Auch die Abruzzengams (*Rupricapra rupricapra ornata*), die aufgrund ihrer Schönheit den lateinischen Beinamen *ornata* (die Geschmückte) trägt, ist nur hier zu finden. Der Nationalpark beherbergt zahlreiche weitere gefährdete Tier- und Pflanzenarten wie Wolf, Adler oder die marsikanische Schwertlilie (*Iris marsica*).⁵⁴ Die hohe Zahl der Brände in Schutzgebieten zeigt nach Ansicht des italienischen Staatsforsts, dass Schutzgebiete immer noch als Behinderung der verschiedenen wirtschaftlichen Interessen angesehen werden und deshalb bevorzugtes Ziel von Brandstiftern sind. Ein Lösungsansatz besteht darin, die den Schutzgebieten innewohnenden Wertschöpfungsmöglichkeiten verstärkt der lokalen Bevölkerung zugutekommen zu lassen, damit deren Interesse wächst, die Schutzgebiete zu erhalten.²²

Die Auswirkungen der Waldbrände im Mittelmeerraum auf den globalen Treibhausgasausstoß und damit den Klimawandel sind dagegen eher gering. Laut der gemeinsamen Forschungsstelle der EU beliefen sich die **Emissionen** durch Waldbrände im gesamten betroffenen Gebiet auf 12,3 Mio. t CO₂-Äquivalente; davon entfallen 6,9 Mio. t auf die betroffenen EU-Mitgliedstaaten, was rund 0,4 % ihrer jährlichen Emissionen entspricht.⁵⁵ Der Beitrag der Waldbrände im Mittelmeerraum 2007 zum globalen Ausstoß von Treibhausgasen ist damit grob geschätzt um den Faktor 100 kleiner als die Emissionen, die im selben Jahr durch Waldbrände bzw. Brandrodung der tropischen Regenwälder in die Atmosphäre entlassen wurden.

Die Waldbrände in Italien (hier auf Sardinien) zerstören auch Wald in Schutzgebieten und verhindern die Wiederbewaldung.



4.1.3.2 Wirtschaftliche und soziale Folgen

Waldbrände zerstören nicht nur Wälder, sondern gefährden Menschenleben und vernichten Eigentum. Bei den Waldbrandkatastrophen 2005 kamen allein in Portugal und Spanien 32 Menschen in den Flammen ums Leben. Davon gehörten 23 den Löschmannschaften an. Bei den schweren Waldbränden 2007 starben in Griechenland 80 und in Italien 23 Menschen. Über den tragischen Verlust von Menschenleben hinaus darf auch das Leid nicht unterschätzt werden, das entsteht, wenn mit den Häusern die gesamte persönliche Habe ein Raub der Flammen wird. Allein in Portugal zerstörten die Waldbrände 2003 über 2.300 Häuser und Gebäude. 2007 in Griechenland verbrannten 1.710 Häuser, Tausende Menschen wurden obdachlos. Werden Fabriken und Produktionsanlagen vernichtet, kommt es neben den wirtschaftlichen Schäden zum Verlust von Arbeitsplätzen mit den entsprechenden sozialen Folgen.

Die wirtschaftlichen Schäden und Kosten durch Waldbrände lassen sich nur schwer einschätzen, da es neben den direkten Kosten für Vorbeugung, Brandbekämpfung und Wiederaufforstung und den Schäden durch Holzverlust sowie an Gebäuden und Infrastruktur zu weiteren finanziellen Einbußen für die gesamte Region kommen kann. So verbrannte etwa im August 2000 auf der griechischen Insel Samos der gesamte Kiefernwald – neben dem Tourismus die einzige Einkommensquelle der Inselbewohner. Darüber hinaus führte der Waldbrand dazu, dass für das Jahr 2001 über die Hälfte der Urlaube storniert wurden. Offizielle Zahlen liefern daher nur Anhaltspunkte zur Größenordnung der wirtschaftlichen Schäden. Exakt lassen sich die Folgekosten nicht ermitteln.

Portugal schätzt die Kosten für die verheerenden Waldbrände, die 2003 auf über 420.000 ha wüteten, auf über 1 Milliarde Euro⁵⁶, also fast 1 % des Bruttosozialprodukts. ** Die schweren Waldbrände in 2005 richteten Schäden in Höhe von 757 Million Euro an. Im Durchschnitt verzeichnete Portugal in der Dekade 2004 bis 2013 Waldbrandschäden in der Höhe von 191 Mio. Euro pro Jahr.¹⁶

Im Nachbarland Spanien richteten die katastrophalen Waldbrände 2005 einen Schaden von 505 Mio. Euro an. Davon entfielen 126 Mio. Euro auf direkte materielle Schäden, zum Beispiel an Gebäuden oder in der Forstwirtschaft. Neben der Holzproduktion erbringen Wälder zahlreiche weitere Leistungen, wie Sicherung der Trinkwasserversorgung, Bodenschutz oder die Funktion als Erholungsraum. Diese Leistungen gehen nach einem Waldbrand verloren. Die indirekten Schäden durch entgangene Umweltleistungen der verbrannten Wälder summierten sich 2005

** Im Jahr 2003 betrug das Bruttosozialprodukt in Portugal 130,5 Mrd. EUR.
Quelle: Auswärtiges Amt

Wir verdanken Wäldern nicht nur Holz, sondern auch Trinkwasser, Bodenschutz und Erholung. Diese Leistungen gehen nach einem Waldbrand verloren.

auf mehr als das Doppelte der direkten materiellen Schäden, nämlich 376 Mio. Euro.⁵⁷ Auch im langjährigen Durchschnitt von 1961 bis 2005 sind die indirekten Schäden in etwa doppelt so hoch wie die direkten. Insgesamt betragen in Spanien die jährlichen Verluste und Schäden durch Waldbrände von 1961 bis 1970 noch durchschnittlich 8 Mio. Euro. Sie verzehnfachten sich in der darauffolgenden Dekade auf 81 Mio. Euro pro Jahr, stiegen weiter auf 295 Mio. Euro pro Jahr zwischen 1981 und 1990 und betragen in der Dekade von 1991 bis 2000 schließlich im Durchschnitt 325 Mio. Euro pro Jahr, also 40-mal mehr als vor drei Jahrzehnten.⁵⁸

Zwischen 2000 und 2005 stiegen die jährlichen Schäden nochmals auf 332 Mio. Euro pro Jahr.⁵⁷ Im Jahr 2013, als Spanien von Waldbränden weniger betroffen war, richteten die Flammen immer noch Schäden von über 23 Mio. Euro an. Hinzu kommen Kosten von 4,6 Mio. Euro für die Brandbekämpfung.³⁷

Nach einer Analyse der Universität Padua verursachen Waldbrände in Italien jährliche Kosten von über 500 Mio. Euro. Jeder Italiener zahlt damit pro Jahr 10 Euro für die Folgen der Waldbrände. Bei einer durchschnittlichen Brandfläche von 55.000 ha werden pro Jahr über 10 Mio. Bäume durch Feuer zerstört, dies entspricht einem Baum pro italienische Familie. Darüber hinaus rechnet Italien seine Waldflächen im Rahmen des Kyoto-Protokolls als Beitrag zur Verringerung des Kohlendioxidausstoßes an. Bei einer Verhinderung der Waldbrände hätte sich Italien bis zu einer Milliarde Euro in der Periode 2008 bis 2012 ersparen können.⁵⁹

Auf der griechischen Insel Samos wurde 2001 nach einem Brand die Hälfte aller Urlaube storniert.



4.1.4 Lösungen

Waldbrände im Mittelmeerraum lassen sich nicht verhindern. Es gibt jedoch Lösungen, die helfen, die Brände in einem für Mensch und Natur erträglichen Rahmen zu halten. **Im feuerabhängigen Ökosystem des Mittelmeerraums muss eine umfassende Politik gegen Waldbrandkatastrophen angewendet werden, die alle vier Säulen eines ausgewogenen Feuermanagements – Vorbeugung, Vorbereitung, Reaktion und Wiederherstellung – angemessen berücksichtigt und nicht hauptsächlich auf die direkte Brandbekämpfung setzt.**⁶⁰

Das Grundelement einer solchen Politik ist eine Raum- und Landnutzungsplanung, die das Waldbrandrisiko ausreichend berücksichtigt und darauf abzielt, sowohl das Auftreten von Waldbränden als auch die dadurch verursachten Schäden so weit wie möglich zu reduzieren, indem sie Siedlungsgebiete von Wald und anderen feueranfälligen Flächen durch genügend Sicherheitsabstand trennt und die weitere Zersiedelung der Landschaft verhindert. Dies setzt ein Kataster voraus, in dem alle Flächen hinsichtlich ihrer Funktion (Wald, Agrarfläche usw.) und ihres Eigentümers flächengenau erfasst sind. Die Kataster müssen mit Angaben darüber ergänzt werden, ob es sich um eine Waldbrandfläche handelt, damit gesetzliche Bauverbote für diese Flächen auch durchgesetzt werden können. Im Sinne einer vorbeugenden Landnutzungsplanung sollte das Kataster auch eine Einstufung der Flächen hinsichtlich der Waldbrandgefährdung enthalten. Um wirtschaftlichen Schäden und einer Gefährdung von Menschen vorzubeugen, sollten in Gebieten mit hohem Waldbrandrisiko generell keine Baugenehmigungen erteilt werden, wie dies in Portugal bereits der Fall ist. Eine Landnutzungsplanung sollte alle betroffenen Interessensgruppen angemessen und gleichberechtigt berücksichtigen, um Landnutzungskonflikte – ein mögliches Motiv für Brandstiftung – soweit wie möglich zu beseitigen.

Eine Landnutzungsplanung sollte Landnutzungskonflikte – ein mögliches Motiv für Brandstiftung – soweit wie möglich zu beseitigen.

Darüber hinaus sollte der Faktor Waldbrandrisiko in allen anderen relevanten Bereichen in den Planungen angemessen berücksichtigt werden. Die Koordination und Zusammenarbeit aller Akteure sollte sowohl bei der direkten Brandbekämpfung als auch bei Vorbeugung und Wiederherstellung optimiert werden. Die vorrangigsten Aktionen für alle vier Säulen des Feuermanagements sollten identifiziert und über das ganze Jahr hinweg durchgeführt werden. Die verstärkte Einbeziehung der Zivilgesellschaft kann dabei eine kostengünstige und effektive Möglichkeit sein, die Zahl und das Ausmaß der Brände deutlich zu verringern.

Im Wirtschaftswald sollte auf Monokulturen standortsfremder, feueranfälliger Baumarten verzichtet werden.

Zur Vorbeugung kann auch die Förderung traditioneller Bewirtschaftungsmethoden beitragen. Diese haben sich im Mittelmeerraum über die Jahrtausende hinweg an das Waldbrandrisiko angepasst. So wird etwa in Portugal die Beweidung von Schafweiden gefördert, die, so lange sie genutzt werden, zugleich als Schutzschneisen wirken und die Ausbreitung eines Brandes verhindern.

Die Ökosysteme im Mittelmeerraum sind an das Feuer angepasst und erholen sich nach einem Waldbrand meist zügig auf natürliche Weise. Wiederaufforstungsaktionen sind vielerorts überflüssig und können vielmehr ein Motiv schaffen für vorsätzliche Brandstiftung, etwa durch Waldarbeiter. Wo es möglich ist, sollte daher der natürlichen Verjüngung der Vorzug gegeben werden. Darüber hinaus sollte auch die ökologische Bedeutung des Feuers für die Ökosysteme des Mittelmeerraums stärker berücksichtigt werden. Die natürlichen Prozesse können beispielsweise im Wirtschaftswald durch kontrolliertes Abbrennen des Unterwuchses während einer ungefährlichen Jahreszeit nachgestellt werden.

Ebenso sollte geprüft werden, unter welchen Bedingungen es möglich ist, Feuer als natürlichen Prozess zu tolerieren und etwa Bodenfeuer in der Kernzone eines Schutzgebietes nicht zu löschen, solange sie in einem Ausmaß auftreten, an welche das Ökosystem angepasst ist, und auch keine weiteren Risiken zu befürchten sind. Auf eine Erschließung unberührter Waldgebiete mit dem Argument der Waldbrandbekämpfung sollte hingegen verzichtet werden. Nach einer Erschließung betreten mehr Menschen das Gebiet. Dadurch steigt das Waldbrandrisiko, werden doch fast alle Brände vorsätzlich oder fahrlässig von Menschen verursacht.

Eukalyptus- und Kiefernplantagen in Waldbrand gefährdeten Gebieten dürften nicht durch Subventionen gefördert werden.

Im Wirtschaftswald sollte auf die Anlage von Monokulturen standortsfremder, feueranfälliger Baumarten verzichtet werden. Vor allem sollte das Errichten von Eukalyptus- und Kiefernplantagen in Waldbrand gefährdeten Gebieten nicht auch noch durch Subventionen gefördert werden.

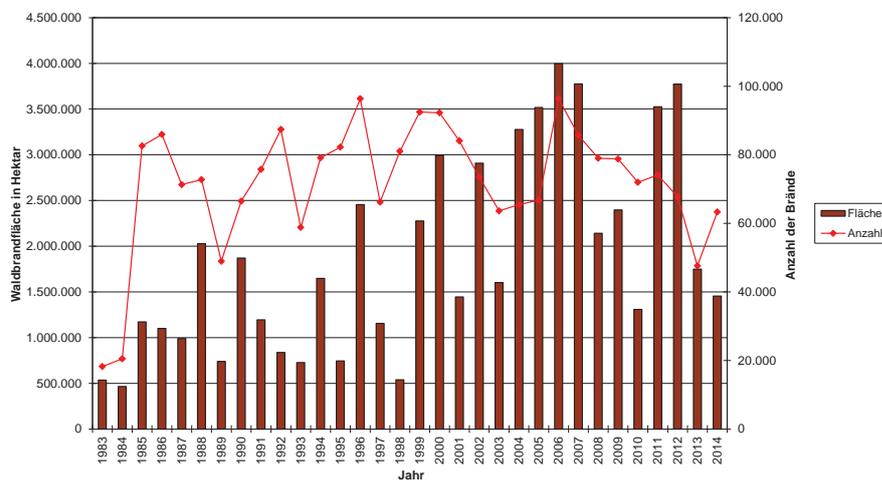
4.2 Nordamerika

4.2.1 USA

Die USA verfügen über eine Waldfläche von 310 Mio. ha, dies entspricht 31 % der Landesfläche.⁶¹ Die Wälder im Westen der USA sind von periodisch auftretenden Waldbränden abhängig, um sich verjüngen zu können. Waldbrände sind dort ein natürliches Phänomen, die regelmäßig wiederkehren. Im letzten Jahrhundert stieg allerdings die Intensität der Brände in vielen Gebieten der westlichen USA dramatisch an und bedroht nun Menschen und Wildtiere der betroffenen Regionen.

Dieser Trend hat sich seit der Jahrtausendwende nochmals verschärft. Zwischen 1983 und 1989 verbrannten durchschnittlich eine Mio. ha pro Jahr. In den 1990er-Jahren stieg die verbrannte Fläche im Jahresdurchschnitt auf 1,3 Mio. ha an. In der Periode 2000 bis 2009 lag die jährliche Brandfläche dann bei durchschnittlich 2,8 Mio. ha – mehr als das Doppelte des 10-Jahres-Durchschnitts der 1990er-Jahre. Nachdem schon in den Jahren 2000, 2004 und 2005 immer neue Rekordwerte erreicht wurden, verbrannten 2006 schließlich knapp 4 Mio. ha – der traurige Höhepunkt bisher (Abbildung 7).⁶²

Abbildung 7:
Entwicklung
der Waldbrände
in den USA:
Anzahl und Fläche
Quelle: National
Interagency
Fire Center⁶²,
Flächenangaben
umgerechnet in ha



In den Jahren 2008 bis 2010 ging die verbrannte Fläche im Vergleich zu den Vorjahren deutlich zurück und erreichte 2010 mit 1,3 Mio. ha den tiefsten Wert seit der Jahrtausendwende. Verglichen mit den vorangegangenen Jahrzehnten ist aber auch dieser Wert noch hoch. Bereits in 2011 stieg die Waldbrandfläche mit 3,5 Mio. ha wieder deutlich an, obwohl die Zahl der Waldbrände in Vergleich zum Vorjahr nur leicht stieg, auf 74.126. Die durchschnittliche Fläche der Brände hat 2011

wieder deutlich zugenommen. So waren 2011 beispielsweise 14 Großfeuer über 100.000 Acres (40.469 ha) zu verzeichnen, gegenüber drei solcher Großfeuer in 2010.⁶² 2012 stieg die Waldbrandfläche nochmals auf 3,8 Mio. ha an, obwohl die Zahl der Waldbrände gegenüber dem Vorjahr auf 67.774 Brände sank. Die durchschnittliche Fläche pro Waldbrand war mit 56 ha die größte seit Beginn der Waldbrandstatistik. Der Bundesstaat New Mexico hatte den größten Waldbrand seiner Geschichte zu verzeichnen, der auf 120.000 ha wütete. Im Bundesstaat Oregon wurden bei einem der größten Brände in dessen Geschichte sogar 225.000 ha Wald und Buschland vernichtet.

In den beiden darauffolgenden Jahren blieb die Waldbrandsaison vergleichsweise ruhig. So lag 2013 die Waldbrandfläche bei 59 % und 2014 bei 53 % des Durchschnitts der vorangegangenen 10 Jahre. Auch die Anzahl war mit 47.579 Waldbränden in 2013 und 63.612 Bränden in 2014 unter dem Durchschnitt.

Seit 1960 gab es in den USA 4 Jahre, in denen mehr als 3,6 Mio. ha Wald verbrannten. Alle Bränden geschahen innerhalb der letzten 10 Jahre!

Diese positive Entwicklung hat sich allerdings im darauffolgenden Jahr schon wieder umgekehrt. 2015 war eines der schlimmsten Waldbrandjahre in der Geschichte der USA. 68.151 Brände wüteten auf einer Fläche von 4,1 Mio. ha – der größten Waldbrandfläche seit Beginn der Aufzeichnungen. Seit 1960 gab es nur 4 Jahre, in denen mehr als 9 Mio. Acres (3,6 Mio. ha) verbrannten. Diese 4 Jahre – 2006, 2007, 2012 und nun 2015 – liegen alle innerhalb der letzten 10 Jahre!⁶³

Die Größe der verbrannten Fläche sagt allein noch nichts über die Schäden und die Zahl der betroffenen Menschen aus. So wurden 2014 durch Waldbrände 1.953 Gebäude vernichtet, darunter 1.038 Wohnhäuser.⁶⁴ Besonders betroffen war der Bundesstaat Kalifornien, in dem allein 341 Wohngebäude zerstört wurden. Dabei starben zwei Menschen, darunter ein Feuerwehrmann.⁶⁵ Im September 2015 tobten in Kalifornien 2 verheerende Waldbrände, die zu den 20 Waldbränden mit den meisten Todesopfern in der Geschichte Kaliforniens zählen.⁶⁶ Beim sogenannten „Valley Fire“, etwa 120 km nördlich von San Francisco, starben 4 Zivilisten. 4 Feuerwehrmänner wurden verletzt. Dabei wurden 1.958 Gebäude zerstört, darunter 1.280 Ein- und 27 Mehrfamilienhäuser.⁶⁷ Beim „Butte Fire“ 170 km östlich von San Francisco starben 2 Zivilisten. 818 Gebäude wurden zerstört, darunter 475 Wohnhäuser.⁶⁸

Tabelle 3:
*Durch Blitzschlag und
 durch Menschen ver-
 ursachte Waldbrände
 in den USA*
 Quelle: National
 Interagency Fire
 Center⁷¹

Jahr	Zahl der Brände verursacht durch ...	
	Blitzschlag	Mensch
2001	14.094	70.066
2002	11.435	62.022
2003	12.776	50.815
2004	11.384	54.101
2005	8.323	58.430
2006	16.165	80.220
2007	12.261	73.446
2008	8.856	70.093
2009	9.142	69.650
2010	7.164	64.807
2011	10.249	63.877
2012	9.443	58.331
2013	9.230	38.349
2014	7.933	55.679

Neben einer extremen Trockenheit und hohen Temperaturen ist die fortschreitende Zersiedelung verantwortlich für das exorbitante Ausmaß der Waldbrandschäden in Kalifornien. Vororte fressen sich immer weiter hinein in die feueranfällige Wald- und Buschlandschaft Kaliforniens. Das Waldbrandrisiko wird in Kauf genommen für ein Leben im Grünen. In den 1990er-Jahren entstanden 61 % der Neubauten an der Westküste, mehr als eine Million Häuser in oder am Rande feuergefährdeter Wildnis.⁶⁹ Dadurch sind nicht nur die durch Waldbrände verursachten Schäden extrem angestiegen, sondern auch die Kosten für deren Bekämpfung. Allein die US-Forstbehörde und das US-Innenministerium gaben 2012 3,7 Mrd. und 2013 3,4 Mrd. US-Dollar für die Waldbrandbekämpfung aus.⁷⁰

Die Mehrheit der Brände in den USA wird von Menschen verursacht. Zwischen 2001 und 2014 wurden im nationalen Durchschnitt 85 % der Waldbrände von Menschen ausgelöst.⁷¹ 15 % der Brände hatten Blitzschlag als natürliche Ursache (Tabelle 3) – allerdings variiert dies je nach Region. In manchen Gebieten im Westen der USA sind Blitzeinschläge der hauptsächliche Auslöser von Waldbränden. Dort ist die Luftfeuchtigkeit bei den Sommerstürmen niedrig, sodass der geringe Niederschlag die Brände, die durch Blitzeinschlag entstehen, nicht sofort zu löschen vermag. Im Osten der USA werden Gewitter für gewöhnlich von starken Regenfällen begleitet, weshalb Blitze dort selten ein größeres Feuer auslösen.⁷² Hier sind 98 % der Brände menschengemacht.⁷¹

Die Zahl der Waldbrände in den USA schwankte in den letzten 20 Jahren zwischen 60.000 und 100.000 pro Jahr, ohne dass ein steigender Trend festzustellen wäre (Abbildung 7). Allein die Fläche der Waldbrände ist in den letzten Jahren enorm gestiegen, da die Brände immer intensiver werden. Der Anstieg der Waldbrandintensität wird auf Fehler in der Brandvorbeugung und -bekämpfung in der Vergangenheit zurückgeführt. Seit den 1950er-Jahren wird jede Art von Waldbrand systematisch unterdrückt und bekämpft. Mit den kleineren, natürlichen Bodenfeuern gehen auch deren ökologische Funktionen verloren, zu denen unter anderem die Reinigung der Wälder von brennbarem Unterwuchs gehört. Stattdessen wurden die meisten der alten feuerresistenten Bäume eingeschlagen und durch dicht bestockte und leicht entflammbare künstliche Wälder ersetzt. Allein in den USA zerschneiden über 700.000 km Forststraßen die staatlichen Wälder, was sowohl die fahrlässige als auch vorsätzliche Brandstiftung erleichtert. Durch Beweidung wurden viele einheimische Gräser, die das Feuer am Boden hielten, verdrängt und durch leicht entzündliches Gebüsch ersetzt, über welches das Feuer hinauf in das Kronendach gelangen kann. Klimaveränderungen verlängern die Waldbrandsaison und führen zu häufigeren Dürreperioden, in denen die Wälder geschwächt und anfälliger für Brände werden. Der Klimawandel, zu dem die USA mit ihrem Kohlendioxidausstoß einen erheblichen Beitrag leisten, wird für den sprunghaften Anstieg der Waldbrände seit Mitte der 1980er-Jahre verantwortlich gemacht.⁷³

*60.000 bis 100.000
Waldbrände gibt es
jährlich in den USA
(Bild: Feuer
im Yellowstone
National Park, USA).*



4.2.2 Kanada

Kanada verfügt über eine Waldfläche von 347 Mio. ha, was 34 % der Landesfläche entspricht.⁶¹ In vielen **Waldökosystemen Kanadas** sind Waldbrände ein natürlicher Prozess. In den borealen Wäldern Kanadas haben sich die natürlich vorkommenden Baumarten derart an Feuer angepasst, dass sie zur Verjüngung auf Kronenfeuer von hoher Intensität angewiesen sind. Andere Waldregionen Kanadas sind auf periodisch auftretende Bodenfeuer angewiesen, die den Unterwuchs beseitigen und so den Ausbruch schwererer Brände verhindern.

In den 1970er-Jahren wurde erkannt, dass die totale Verhinderung von Waldbränden weder ökonomisch machbar noch ökologisch wünschenswert ist. Trotz steigender Kosten konnte kein entsprechender Rückgang der Brände festgestellt werden. Gleichzeitig stieg die Einsicht, dass Feuer eine wichtige natürliche Rolle dabei spielt, die Stabilität, Produktivität und Biodiversität der Wälder zu erhalten, besonders in den borealen und gemäßigten Waldzonen Kanadas. Die Waldbrandstrategie wurde dementsprechend angepasst. Auf der einen Seite werden Gebiete in Siedlungsnähe oder mit hohem Wert für die Holzindustrie sowie Erholungsgebiete mit großen Anstrengungen vor Waldbränden geschützt. Auf der anderen Seite wird Feuer oftmals in abgelegenen Waldgebieten mit geringem wirtschaftlichem Wert zugelassen.

In den kanadischen Wäldern brannte es in den zehn Jahren zwischen 2004 und 2013 im Durchschnitt jährlich 7.084-mal.

In den kanadischen Wäldern brannte es in den zehn Jahren zwischen 2004 und 2013 im Durchschnitt jährlich 7.084-mal mit einer jährlichen Brandfläche von durchschnittlich knapp 2,3 Mio. ha. 2014 lag die Zahl der Waldbrände mit 5.126 Bränden deutlich unter diesem Durchschnitt. Die Waldbrandfläche war hingegen mit 4,6 Mio. ha doppelt so groß wie im Durchschnitt der vorangegangenen 10 Jahre. Dabei entfielen jedoch 56 % der Brandfläche auf jene Waldbrände in abgelegenen Gebieten, die aus feuerökologischen Gründen in einem kontrollierten Rahmen zugelassen werden. Die Flächen befanden sich 2014 vor allem in den im Landesinneren gelegenen Provinzen Northwest Territories, Saskatchewan, Quebec, Manitoba sowie Neufundland und Labrador. Mit 548 Bränden betrug der Anteil dieser zugelassenen Waldbrände jedoch nur 11 % der Gesamtzahl.⁷⁴

2014 waren besonders die Provinzen British Columbia und Northwest Territories von Waldbränden betroffen. In British Columbia vernichteten 1.455 Brände 368.785 ha Wald. In den Northwest Territories begann die Waldbrandsaison Ende Mai und dauerte bis Mitte September an. 385 Waldbrände zerstörten allein in dieser Provinz 3,4 Mio. ha Wald.

Dabei kam es zu extremen Flächenbränden, die sich teilweise mit über 150 Metern pro Minute ausbreiteten. Auf 2 Mio. ha wurden die Brände kontrolliert zugelassen. Auf 1,4 Mio. ha mussten die Waldbrände voll bekämpft werden, um Gemeinden und Infrastruktur zu schützen.⁷⁴

In 2015 verlief die Waldbrandsaison im Vergleich zum Vorjahr etwas ruhiger. Bei 6.765 Bränden wurden bis Mitte September knapp 4 Mio. ha Wald vernichtet. Die meisten Brände gab es in den Provinzen British Columbia mit 1.810 und Alberta mit 1.698 Waldbränden. Die größte Fläche war in der Provinz Saskatchewan mit insgesamt 1.777.488 ha betroffen, wobei die Brände auf über einer Mio. ha kontrolliert zugelassen werden konnten, aber auf 700.000 ha voll bekämpft werden mussten.⁷⁵

Die Ursachen und die durchschnittliche Größe der Waldbrandflächen weisen je nach Region starke Unterschiede auf. Im nationalen Durchschnitt ist Blitzeinschlag der Auslöser für 35 % der Waldbrände, die jedoch 85 % der Fläche umfassen.⁷² Blitzeinschlag ist die häufigste Brandursache in den weiten, unerschlossenen Wäldern im Norden Kanadas, wo sich die Brände ungehindert ausbreiten können. Von Menschen verursachte Brände treten hingegen meist in erschlossenen Wäldern auf, sodass rasch eingegriffen und ein Ausbreiten des Feuers verhindert werden muss. Etwa die Hälfte der Waldbrandfläche befindet sich deshalb in abgelegenen Regionen. Die größten Waldbrandflächen verlaufen in einem Band entlang des nördlichen Randes von West- und Zentralkanada, wo Waldbrände natürlich auftreten und die Besiedlungsdichte gering ist.

In anderen Gebieten Kanadas, besonders dort, wo Bodenfeuer eine natürliche Rolle spielen, hat dagegen die erfolgreiche Unterdrückung von Bränden zu einer Anreicherung von brennbarem organischem Material geführt, sodass schwierig zu kontrollierende Brände von hoher Intensität die Folge sein können. Durch den Ausschluss von Feuer entstehen günstige Bedingungen für eine Massenvermehrung forstschädlicher Insekten. Nach einer Insektenkalamität folgt oftmals ein großflächiger Waldbrand, da ausreichend abgestorbene trockene Bäume als Brennmaterial zur Verfügung stehen.

In den vergangenen Jahren hat die Zahl der an Wäldern angrenzenden Gebäude und Gemeinden stark zugenommen, da immer mehr Menschen auf das Land ziehen. Diese Hausbesitzer wissen nur wenig über Waldbrände und entsprechende Schutzmaßnahmen. Die Bedrohung durch Waldbrände wurde der Öffentlichkeit im Sommer 2003 bewusst, als die Zahl und das Ausmaß der Waldbrände in British Columbia die Kapazitäten zur Brandbekämpfung überstiegen und über 45.000 Menschen evakuiert

werden mussten. Seitdem wurden verschiedene Programme zur Katastrophenverhütung ausgearbeitet – eine Herausforderung angesichts der steigenden Zahl von Siedlungen in Waldnähe und der wachsenden Brandgefährdung. Zusätzlich erwarten auch die Gemeinden im Norden Kanadas einen besseren Schutz vor Waldbränden. Für diese Gemeinden bildet der angrenzende Wald die Lebensgrundlage, sodass selbst Brände, welche die Siedlung nicht direkt treffen, erhebliche Auswirkungen auf die Gemeinde haben. Beinahe jährlich muss eine Vielzahl von Gemeinden im Norden Kanadas evakuiert werden, um die Menschen vor den Bränden und dem gesundheitsschädlichen Rauch zu schützen.

Die Waldbrandbekämpfung hat daher in den letzten Jahren in der öffentlichen Diskussion stark an Bedeutung gewonnen. Besonders die indianischen Ureinwohner, die Waldbesitzer und die Bewohner der an Wälder angrenzenden Gebiete erwarten von den verantwortlichen Behörden neben dem Schutz ihres Besitzes, dass sie in Entscheidungen zur Waldbrandbekämpfung mit eingebunden werden. Diese Einbindung erfordert eine informierte Öffentlichkeit, die versteht, dass Waldbrände auch positive Auswirkungen haben können und sich nicht in allen Fällen verhindern lassen.

Die Waldbrandbekämpfung ist mit großen Kosten verbunden und erfordert hohe Investitionen in Infrastruktur und Ausrüstung wie Flugzeuge und Helikopter. Die Ausrüstung muss zudem in regelmäßigen Abständen erneuert werden, was aufgrund von Budgetkürzungen im letzten Jahrzehnt unterlassen wurde. Mittlerweile ist beispielsweise die Hälfte der Tankflugzeuge älter als 30 Jahre und muss innerhalb der nächsten 10 Jahre ausgewechselt werden. Natürlich werden auch die Feuerwehrleute älter. Neueinstellungen wurden aufgrund der Budgetkürzungen ebenfalls reduziert. Etwa die Hälfte der Feuerwehrleute wird in den nächsten 10 Jahren aus Altersgründen ausscheiden. Da die Ausbildung zum Feuerwehrmann sehr lange dauert, können Personalengpässe nicht kurzfristig durch Neueinstellungen gelöst werden. In manchen Bezirken besteht bereits heute ein Mangel an geeigneten Nachwuchskräften.⁷²

Der Klimawandel wird die Zahl und das Ausmaß der Waldbrände auch in Kanada dramatisch erhöhen. Bereits seit 1970 ist ein merklicher Anstieg der Waldbrände im borealen Kanada festzustellen, parallel zu einer klimatischen Erwärmung der Region.⁷⁶ Hier ist ein sich verstärkender Kreislauf zu befürchten. Kurzfristig wird das in den Wäldern gebundene Kohlendioxid als Folge der Brände in die Atmosphäre entlassen, wodurch die Klimaerwärmung weiter verstärkt wird. Langfristig verringern häufigere Brände den Anteil alter Wälder zugunsten jüngerer

Waldbestände, die weniger Biomasse aufweisen und somit weniger Kohlendioxid speichern.⁷⁵ Kohlendioxid ist eines der Treibhausgase, die für den Klimawandel verantwortlich sind. Klimamodelle prognostizieren für Kanada einen frühzeitigeren Beginn der Waldbrandperiode und eine Zunahme der Gebiete, in denen hohe bis extreme Waldbrandgefahr herrschen werden.⁷⁵

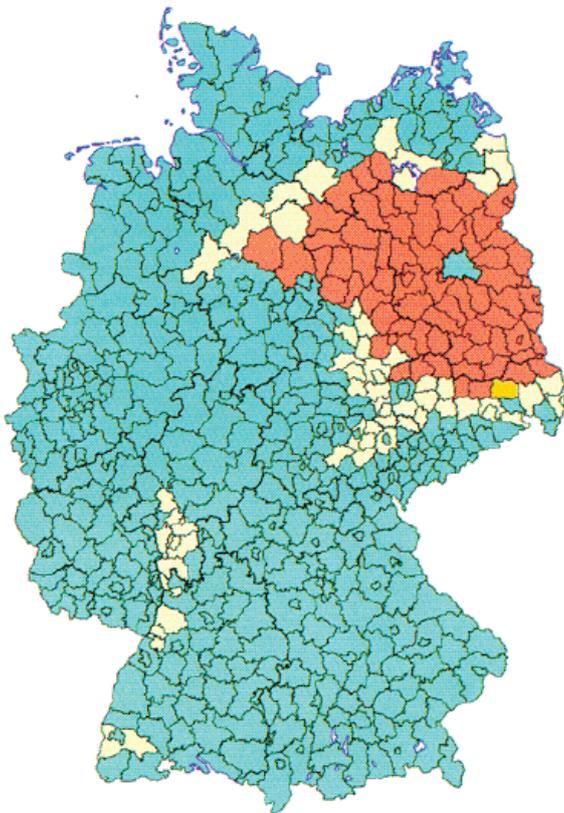
Die Kosten für die Waldbrandbekämpfung werden nach jüngsten Erkenntnissen aufgrund der Klimaerwärmung mächtig steigen. Eine Feuerbekämpfung im heutigen Ausmaß wird sich nicht mehr wirtschaftlich nachhaltig durchführen lassen. Dies hat direkte Auswirkungen auf die Holzversorgung und die Wettbewerbsfähigkeit der kanadischen Holzindustrie sowie auf etwa 300 von der Holzindustrie abhängigen Gemeinden.⁷²

Um diesen Herausforderungen zu begegnen, müssen innovative Strategien in ganz Kanada entwickelt und rechtzeitig umgesetzt werden, die sowohl die Hauptursachen als auch die Auswirkungen der Waldbrände berücksichtigen.⁷² Neben einer adäquaten personellen und technischen Ausstattung der Feuerwehr sollte beispielsweise durch eine angepasste Raumplanung Wald und besiedeltes Gebiet getrennt werden, um materielle Schäden und die Gefährdung von Menschenleben zu begrenzen.

Die Hälfte der kanadischen Tankflugzeuge ist älter als 30 Jahre und muss innerhalb der nächsten 10 Jahre ausgewechselt werden.



4.3 Deutschland



Unter den mitteleuropäischen Ländern ist Deutschland, nach Polen, am stärksten durch Waldbrände gefährdet, auch wenn, wie Abbildung 8 zeigt, die Gebiete mit geringem Waldbrandrisiko in Deutschland überwiegen. Besonders gefährdet sind jedoch die östlichen Bundesländer. Von den deutschlandweit 429 Waldbränden im Jahr 2014 waren in 225 Fällen, also zu über 50 %, die ostdeutschen Bundesländer betroffen, obwohl deren Anteil an der gesamten deutschen Waldfläche nur 28 % beträgt. Vor allem die Wälder des Landes Brandenburg werden von Bränden heimgesucht. Ein Drittel aller Waldbrände in Deutschland entfallen auf dieses Bundesland. Innerhalb Brandenburgs liegt der Schwerpunkt der Waldbrandgefährdung in den Kiefernwäldern südlich von Berlin (Abbildung 9).⁷⁷



Diese besondere Waldbrandgefährdung erklärt sich aus den klimatischen Bedingungen: Brandenburg ist das regenärmste Bundesland. Charakteristisch sind dessen lockere Sandböden, die Niederschläge kaum speichern. Der hohe Kieferanteil von 70 % erhöht das Waldbrandrisiko zusätzlich. Kiefernwälder gelten als besonders brandanfällig, weil deren Hölzer reich an ätherischen Ölen und Harzen sind. Die EU-Kommission setzte deshalb Brandenburg und angrenzende Landkreise anderer Bundesländer auf die Liste der Gebiete mit hohem Waldbrandrisiko – zusammen mit Südfrankreich, Korsika und Südspanien (siehe Abbildung 8).

Abbildung 8: Einteilung der Bundesrepublik Deutschland in Waldbrandrisiko-Gebiete.¹⁸⁷

Generell steigt in trockenen, warmen Sommern die Gefahr von Waldbränden. Sogenannte „Jahrhundertsommer“ wie zuletzt 2015, in denen das Waldbrandrisiko besonders hoch war, werden vermutlich aufgrund der Klimaerwärmung häufiger werden. Zusätzlich begünstigen trockene, warme Sommer auch das Wachstum von leicht entzündlichen Gräsern. Nahezu jeder Waldbrand beginnt als Bodenfeuer, bei dem zunächst Gräser und andere Bodenvegetation Feuer fangen. Die Vergrasung der Wälder, die in den letzten Jahrzehnten durch den Eintrag von Stickstoff aus der Atmosphäre zugenommen hat, ist ein wesentlicher Faktor für das Waldbrandrisiko. Von der Veränderung der Bodenvegetation profitieren mit Sandrohr und Drahtschmiele vor allem zwei Gräserarten, die zu den am schnellsten entflammbarsten überhaupt gehören.⁷⁸ Dadurch

Waldbrände in Brandenburg

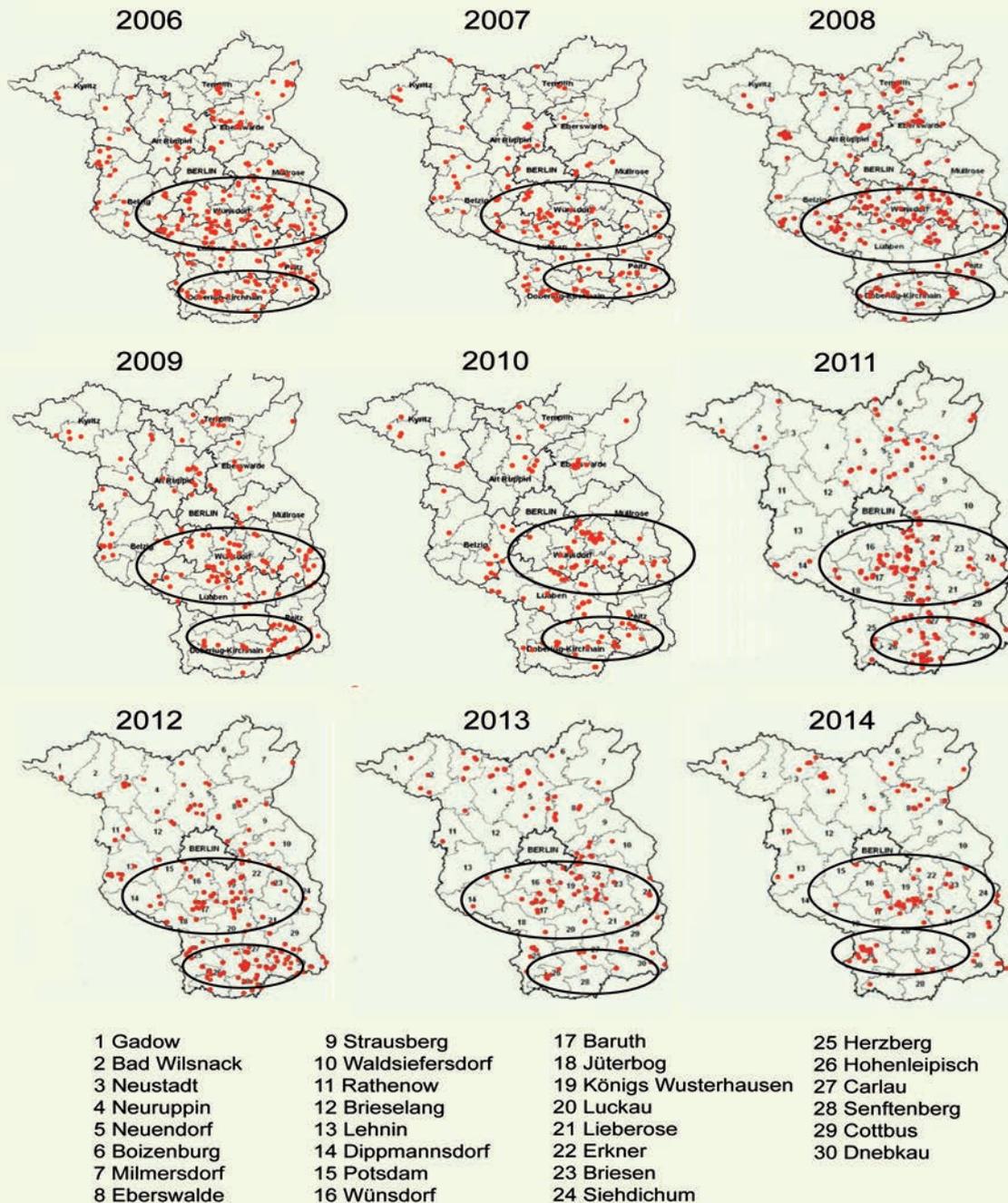


Abbildung 9:
Waldbrände in Brandenburg.
Quelle: Landesbetrieb Forst
Brandenburg; 2014¹⁸⁸

ist die Brandgefahr in den nordostdeutschen Kieferwäldern zusätzlich gestiegen. Allerdings kann man der Vergrasung durch entsprechendes waldbauliches Handeln entgegenwirken. So wird zum Beispiel bei der Holzernte in FSC®-zertifizierten Wäldern, die durch Vergrasung gefährdet sind, das Kronendach nur noch vorsichtig aufgelichtet. Wegen der geringeren Lichteinstrahlung auf den Waldboden wird die Konkurrenzkraft der Gräser gegenüber der angestrebten Verjüngung verringert und die Vergrasung minimiert.

Die meisten Waldbrände sind Menschenwerk, werden vorsätzlich oder fahrlässig verursacht. Im Jahr 2014 gingen nur 6 % der Waldbrände in Deutschland auf natürliche Ursachen wie Blitzeinschlag zurück. Allerdings ließ sich bei 41 % der Waldbrände die Ursache nicht feststellen. In 20 % der Fälle handelte es sich nachweislich um Brandstiftung, weitere 24 % wurden fahrlässig verursacht. Fahrlässig verursachte Waldbrände gehen überwiegend auf das Konto von Campern, Waldbesuchern oder Kindern. Der Land- und Forstwirtschaft sind zwischen 10 % und 25 % der fahrlässig verursachten Waldbrände in den letzten Jahren anzulasten. Daneben ließen sich 2012 in 11 Fällen Bahnlinien und elektrische Leitungen als Brandursache ausmachen.⁷⁹

Unter dem Begriff „sonstige handlungsbedingte Einwirkungen“ werden in der offiziellen Statistik solche Waldbrände geführt, die durch Explosion alter Munition und Blindgängern bei Hitze und Trockenheit auf militärischen Übungsgeländen entstehen. Diese Ursache war 2014 für 11 % der Waldbrände verantwortlich (Tabelle 4).

*Bei Hitze und
Trockenheit entstehen
Waldbrände auch
immer wieder durch
die Explosion alter
Munition.*



Waldbrände und ihre Ursachen											
Zahl der Brände											
Ursache	Durchschnitt	Durchschnitt	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	1991–2000	2001–2005									
Natürliche Ursachen	68	37	76	23	33	41	27	37	42	19	17
Fahrlässigkeit	396	190	216	224	230	199	126	193	179	124	103
Brandstiftung	356	225	154	187	200	140	167	148	131	95	84
Sonst. handlungsbed. Einwirkungen	158	66	42	30	58	26	103	80	60	60	49
Unbekannte Ursachen	634	431	442	315	297	357	357	430	289	217	176
Zusammen	1.612	949	930	779	818	763	780	888	701	515	429
Brandfläche in ha											
Ursache	Durchschnitt	Durchschnitt	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
	1991–2000	2001–2005									
Natürliche Ursachen	111	6	15	2	13	12	7	8	10	12,4	2,5
Fahrlässigkeit	286	64	202	75	137	41	58	64	55	29,8	19,1
Brandstiftung	153	92	35	48	41	34	29	20	30	14,8	11,5
Sonst. handlungsbed. Einwirkungen	244	104	26	32	279	69	307	28	33	71,2	42,9
Unbekannte Ursachen	446	136	204	98	69	107	121	94	141	70,5	44
Zusammen	1.240	403	482	256	539	262	522	214	269	199	120

Table 4: Waldbrände in Deutschland und ihre Ursachen.
Quelle: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung⁷⁹

Der zeitliche Verlauf der Waldbrandsaison in Deutschland hängt von den Wetterbedingungen des jeweiligen Jahres ab. Einen ersten Höhepunkt erreicht die Waldbrandsaison oftmals bereits im März und April, wenn die ausgetrockneten Reste der Bodenvegetation des Vorjahres den Flammen ideale Nahrung bieten. 2014 entfielen beispielsweise 20 % der Waldbrände auf den März und damit genauso viel wie auf den Sommermonat Juli. Lediglich im Juni brannte es mit 24 % der Waldbrände noch häufiger. Im Vorjahr 2013 hingegen entfiel auf den März lediglich 1 % der Waldbrände, während der Höhepunkt der Waldbrandsaison mit 40 % der Brände im Juli lag.⁷⁹

2014 war mit 429 Waldbränden und einer Waldbrandfläche von insgesamt 120 ha sowohl die niedrigste Zahl an Waldbränden als auch die geringste betroffene Fläche seit 1977 zu verzeichnen, als die Waldbrandstatistik zum ersten Mal erhoben wurde. Im Vergleich zum Mittelwert der vorangegangenen 10 Jahre sank die Zahl der Waldbrände um 41 %, die Waldbrandfläche ging um 63 % zurück. Die wirtschaftlichen Schäden lagen in den Jahren 1991 bis 2014 im Durchschnitt bei 1,9 Mio. Euro. 2014 betrug der Schaden durch Waldbrände 0,2 Mio. Euro. Dabei wurden 8.000 Festmeter Holz vernichtet. Pro Waldbrand entstand ein durchschnittlicher Schaden von 471 Euro. Die schwersten Schäden durch Waldbrände in den letzten 20 Jahren wurden 1992 mit einer Waldbrandfläche von 4.908 ha und einer Schadenssumme von 12,8 Mio. Euro verzeichnet (Tabelle 2).⁷⁹

2014 brannten in Deutschland 120 ha Wald – die geringste Fläche seit Bestehen des Waldbrandmonitorings.



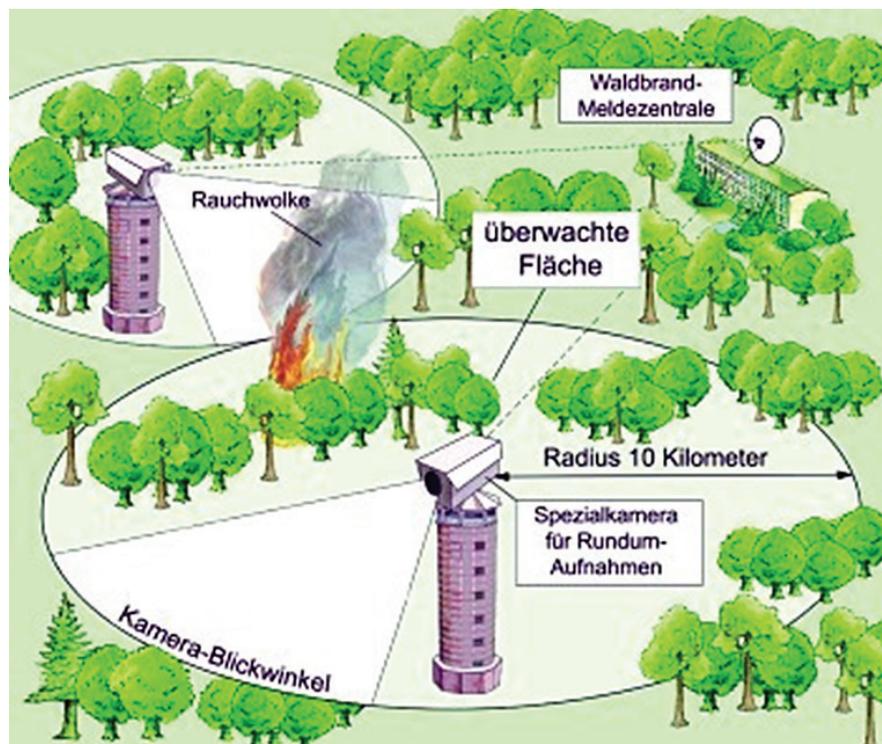
Jahr	Waldbrandfläche (ha)	Anzahl der Brände	Schadensfläche (ha je Waldbrand)	Schaden (Mio. €)
1991	920	1.846	0,5	1,7
1992	4.908	3.012	1,6	12,8
1993	1.493	1.694	0,9	5,4
1994	1.114	1.696	0,7	1,3
1995	592	1.237	0,5	1,5
1996	1.381	1.748	0,8	4,2
1997	599	1.467	0,4	1,5
1998	397	1.032	0,4	1,6
1999	415	1.178	0,4	1,4
2000	581	1.210	0,5	2,1
2001	122	587	0,2	0,5
2002	122	513	0,2	0,5
2003	1.315	2.524	0,5	3,2
2004	274	626	0,4	0,5
2005	183	496	0,4	0,4
2006	482	930	0,5	0,9
2007	256	779	0,3	0,8
2008	539	818	0,7	1,0
2009	262	763	0,3	0,6
2010	522	780	0,7	1,2
2011	214	888	0,2	0,9
2012	269	701	0,4	0,5
2013	199	515	0,4	0,5
2014	120	429	0,3	0,2

Tabelle 5: Zahl, Fläche und Schäden der Waldbrände in Deutschland 1991 bis 2012.

Quelle: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung⁷⁹

Die größte Waldbrandkatastrophe in der Geschichte der alten Bundesländer fand 1975 in der Lüneburger Heide statt, als gleichzeitig mehrere Brandherde auftraten. Etwa 15.000 Feuerwehrleute aus dem gesamten Bundesgebiet waren im Einsatz, unterstützt von rund 11.000 Soldaten und Löschflugzeugen aus Frankreich. Fünf Feuerwehrleute starben, als der Wind sich drehte und sie von den Flammen eingeschlossen wurden. Bei dem Brand wurden 7.418 ha Wald vernichtet. Es entstand ein Schaden von umgerechnet mehr als 18 Mio. Euro. In der Konsequenz der Brandkatastrophe wurde der deutschlandweite Brandschutz deutlich besser organisiert. Heute wird beispielsweise an besonders gefährdeten Orten bei entsprechender Waldbrandwarnstufe ein Feuerwehrflugdienst zur Luftbeobachtung der Wälder eingesetzt.

Abbildung 10:
Waldbrandfrüherkennungssystem
„Fire Watch.
Quelle: Landesbetrieb
Forst Brandenburg⁸³



Für Waldbrandvorbeugung und -kontrolle wird jedes Jahr ein Vielfaches jener Schadenssumme aufgewendet, die durch Waldbrände entsteht. Im Durchschnitt der letzten zehn Jahre wurden dafür in Deutschland 4 Mio. Euro pro Jahr investiert. 2006 waren es sogar knapp 10 Mio. Euro.⁸⁰ 2014 lagen die Ausgaben für Waldbrandvorbeugung und Kontrolle bei 2,6 Mio. Euro.⁷⁹ Den Großteil dieser Ausgaben trägt die Forstwirtschaft. So wurde etwa in Brandenburg ein modernes Waldbrandüberwachungssystem aufgebaut, das mittlerweile auch in Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen und Niedersachsen sowie in anderen europäischen und außereuropäischen Ländern zur Anwendung kommt.

Ein hochauflösendes optisches Sensorsystem mit Spezialfiltern, das ein Feuer an dessen Rauchwolke erkennen können, wird dazu auf Mobilfunkmasten und Feuerwachtürmen in einer Höhe von mindestens 10 Meter über den Baumwipfeln montiert und kann dann eine Waldfläche von bis zu 700 km² überwachen.⁸¹ Computer werten die Bilder automatisch aus, indem eine Bildauswertungssoftware mehrere zeitgerasterte Aufnahmen des Horizonts vergleicht. Bei Rauchverdacht werden die entsprechenden Bilder mit Ortsangabe an eine Waldbrandzentrale geschickt. Dort entscheidet ein Mitarbeiter anhand der Bilder, ob es sich tatsächlich um einen Brand oder etwa nur um eine Staubwolke handelt, und kann dann gegebenenfalls die Feuerwehr alarmieren.⁸² Insgesamt überwachen in Deutschland 175 dieser Sensorkameras eine Fläche von knapp 1,9 Mio. ha. Der Schwerpunkt der Überwachung liegt in Brandenburg mit 108 Sensoren, welche die gesamte Waldfläche Brandenburgs von 1,1 Mio. ha überwachen.⁸³

Mit Hilfe automatisierter Waldbrandfrüherkennungssystemen wie „Fire Watch“ lassen sich rechtzeitig Löschmaßnahmen einleiten und die betroffene Waldbrandfläche gering halten. Langfristig und nachhaltig lässt sich die Waldbrandgefahr in Nordostdeutschland jedoch nur verringern, wenn ökologische Veränderungen revidiert werden, die das Waldbrandrisiko zusätzlich erhöht haben. Zunächst sollten die Entwässerungsgräben zurückgebaut werden, die allein Brandenburg mit einer Länge von insgesamt 23.000 km durchziehen und die geringen Niederschlagsmengen sofort ableiten. Vor allem aber müssen die gleichförmigen Kiefermonokulturen, die das Entstehen und rasche Ausbreiten der Brände begünstigen, mittelfristig in reich strukturierte, ungleichaltrige Mischbestände umgebaut werden.

*Wasserrückhalt
verringert die
Waldbrandgefahr
durch höheren
Grundwasserspiegel
und bessere
Bodendurch-
feuchtung.*

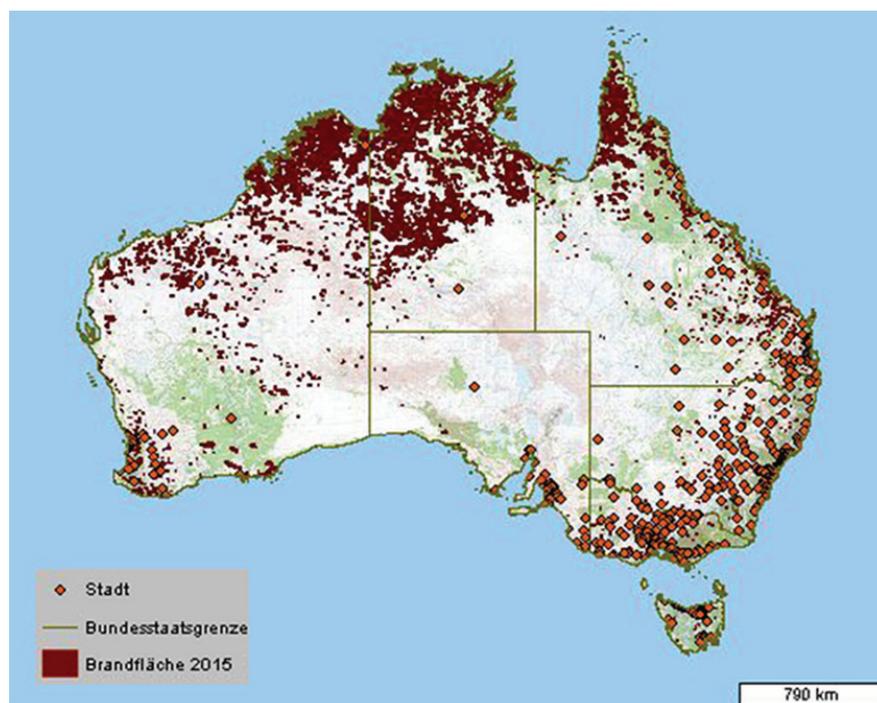


4.4 Australien

Australien hat eine Fläche von 7.617.930 km², die von den Subtropen bis tief in die südliche gemäßigte Klimazone reicht. Natur, Häufigkeit, Größe und jahreszeitliche Saison der Brände unterscheiden sich je nach Region erheblich voneinander. Jedes Jahr verbrennen im nördlichen Landesteil gewaltige Flächen. Abbildung 11 zeigt dies beispielhaft für das Jahr 2015. Die tropischen Savannen und Graslandschaften im nördlichen Australien brennen leicht und häufig. Die Menschen dort sind an das Feuer nicht nur gewöhnt, sie benutzen es. Befördert durch das Feuer wächst rasch wieder frisches Gras nach, das Wildtieren und Weidevieh als Nahrung dient.

Im Süden sind die Brände hinsichtlich ihrer flächigen Ausbreitung weitaus kleiner. Die Besiedelung ist im südlichen Australien jedoch weitaus dichter und die Landschaft hochgradig zerschnitten. Die Schäden, die die Brände im dicht besiedelten Süden Australiens verursachen, sind damit erheblich größer als jene im weitgehend menschenleeren Norden. Die flächenmäßig kleinen Waldbrände im Süden erregen die öffentliche Aufmerksamkeit und beschäftigen die Politik. Denn hier verbrennen Häuser und geraten Menschen in Gefahr. Im Süden Australiens hat sich eine Kultur der Brandbekämpfung entwickelt, um hochwertige Besitztümer, die durch Feuer geschädigt werden können, zu schützen.

Abbildung 11:
Karte der Brand-
flächen 2015 in
Australien.
Quelle: Western
Australian Land
Information
Authority
(Landgate)⁸⁴



Durch Trockenheit und Waldbrände verlor Australien zwischen 2000 und 2010 5,6 Mio. ha Waldfläche. Damit hatte Australien (nach Brasilien) den zweitgrößten Waldverlust weltweit zu beklagen.

Die Auswirkungen der Brände sind deshalb höchst unterschiedlich. Im Norden können Mio. von ha verbrennen, ohne dass es zu nennenswerten Sachschäden kommt. In anderen Landesteilen hingegen genügt ein einziges Feuer, das ein relativ kleines Gebiet betrifft, damit es zu erheblichen Verlusten sowohl an Menschenleben wie auch Besitztümern kommt. Das erklärt, weshalb 2003 als eines der schwersten Brandjahre Australiens gilt, obwohl die geringste Fläche im langjährigen Vergleich betroffen war. Denn eigentlich hat die jährlich verbrannte Fläche seit dem Beginn der Besiedelung durch Europäer signifikant abgenommen – aufgrund von Änderungen in der Landnutzung, Brandbekämpfung und dem Ende des traditionellen Abbrennens durch die australischen Ureinwohner, den Aborigines. Dies hat zu Veränderungen in der Waldstruktur und zu einer Verschlechterung des Waldzustands einschließlich des Absterbens des Waldes geführt. Durch Trockenheit und Waldbrände verlor Australien zwischen 2000 und 2010 5,6 Mio. ha Waldfläche. Damit hatte Australien in diesem Zeitraum (nach Brasilien) den zweitgrößten Waldverlust weltweit zu beklagen.⁸⁵ Bis 2015 wurden 1,5 Mio. ha wiederbewaldet.⁸⁶

4.4.1 Die Waldbrandkatastrophen in diesem Jahrhundert

Die **Brandsaison 2002/2003** – Folge einer schweren, lang andauernden Dürre – war eine der dramatischsten seit der Besiedelung des Kontinents durch Europäer. Es kam zu Großfeuern in New South Wales, dem Australian Capital Territory und Victoria und zu einer Brandkatastrophe in Canberra am 18. Januar 2003. Die Brände kosteten zehn Menschen das Leben, zerstörten über 1.200 Gebäude, töteten über 12.000 Stück Vieh und verursachten erhebliche Umweltschäden. Die versicherte Schadenssumme wird auf über 400 Mio. australische Dollar (etwa 237 Mio. Euro) geschätzt. Die Umweltschäden wurden nicht bewertet.⁸⁷

Bereits bei der nachfolgenden Untersuchung der Brände 2002/2003 wurden Unzulänglichkeiten der verfügbaren Statistiken festgestellt, die bis heute bestehen. **So beziehen sich die Waldbranddaten nur auf Staatswälder, nicht aber auf Wälder in Nationalparks und in Privatbesitz.** Die Erhebungsmethoden und damit die Genauigkeit der Daten variieren. Die Daten schließen teilweise den kontrollierten Einsatz von Feuer mit ein, teilweise auch nicht. Schließlich reichen die Daten meist nur wenige Jahre zurück. Eine verlässliche, nach einheitlichen Standards erhobene Waldbrandstatistik wäre aber nötig, um den Erfolg der ergriffenen Maßnahmen beurteilen zu können, die Planung zu verbessern und eine Basis für technische und politische Innovationen zu schaffen.

2005/2006 wüteten ab Dezember in den Bundesstaaten Victoria, New South Wales und South Australia sowie auf Tasmanien Buschbrände, denen bis Mitte Januar bereits mehr als 1 Mio. ha Land zum Opfer fielen. Mindestens zwei Menschen kamen ums Leben. Dutzende Häuser wurden zerstört, Tausende Tiere getötet. **2006/2007** wurde der Bundesstaat Victoria wieder von verheerenden Waldbränden heimgesucht, die ein Menschenleben forderten und 51 Häuser zerstörten.⁸⁸

Am 7. Februar **2009** kam es im Bundesstaat Viktoria, im Südosten des Kontinents, zu den bislang schlimmsten Buschbränden in der Geschichte Australiens. 173 Menschen starben, 1.800 Häuser wurden zerstört und 450.000 ha Land verbrannten. Zuvor hatten mehrere aufeinanderfolgende Jahre mit geringem Niederschlag den Grundwasserspiegel gesenkt, Boden und abgestorbene Biomasse ausgetrocknet und damit die Voraussetzungen für die Brandkatastrophe geschaffen. Am Tag der Katastrophe kam es zu einer extremen Wetterlage, die ähnlich bereits im Januar 1939 und im Februar 1983 den damaligen Brandkatastrophen vorausging. Ein Tiefdruckgebiet über der tasmanischen See führte zu starken Winden, die trockene, heiße Luftmassen aus dem Landesinneren in den Südosten Australiens transportierten. Experten befürchteten, dass derartige extreme Wetterbedingungen im Zuge des Klimawandels häufiger auftreten werden.⁹⁶ Die heißen Winde trockneten in der Nacht zum 7. Februar Streu und Bodenvegetation stark aus und schufen den idealen Nährboden für gewaltige Brände. Das Ausmaß des Feuers überraschte die Bewohner der Vororte, die sich bis dahin nicht durch Waldbrände gefährdet sahen und deshalb auch keine Vorsorge getroffen hatten. Eine nachfolgende Untersuchung⁸⁹ der Brände zeigte, dass über die Hälfte der Häuser in Gebieten verbrannten, die nicht als waldbrandgefährdet eingestuft waren. Selbst einige Hundert Meter vom nächsten Wald entfernt brannten Häuser ab. Zwar wurde bereits eine Woche zuvor für den 7. Februar ein noch nie dagewesenes Waldbrandrisiko vorhergesagt, über dessen mögliche Folgen sich jedoch die betroffenen Gemeinden nicht bewusst waren. Zudem fehlte, wie der Untersuchungsbericht feststellte, eine rechtzeitige Warnung über die nahende Bedrohung, sodass viele Menschen vom Feuer überrascht wurden.⁸⁹

Im **Oktober 2013** wüteten im Osten des Bundesstaates New South Wales etwa 100 Brände, darunter 6 Großbrände. Ihren Höhepunkt erreichten sie Mitte Oktober in den Blue Mountains westlich von Sidney. Am 16. Oktober wurde bei einem Militärmanöver das „State Mine Fire“ ausgelöst. Das Großfeuer erreicht einen Durchmesser von 190 Kilometer und verbrannte knapp 45.000 ha Fläche. Auf seinem Höhepunkt breitete sich das Feuer einer Geschwindigkeit von 25 Kilometer pro Stunde aus. Tausende Menschen in der Stadt Lithgow und umliegenden Gemeinden mussten evakuiert werden. Am darauffolgenden Tag brachen 2 weitere Großbrände in den Blue Mountains aus, sodass am 20. Oktober der Ausnahmezustand für den Bundesstaat New South Wales ausgerufen wurde. Erst am 13. November 2013 waren die Brände endgültig gelöscht. Bei den Bränden starben zwei Personen, darunter ein Pilot beim Absturz seines Löschflugzeuges. 200 Häuser wurden zerstört. Insgesamt verbrannte eine Fläche von 118.000 ha. Der Schaden wird auf 183 Mio. australische Dollar geschätzt – das entspricht 120 Mio. Euro.⁹⁰

Anfang **2016** kam es auf Tasmanien, einer Insel südlich von Australien, zu einer Serie von Bränden. Das Ökosystem in Tasmanien gilt als einzigartig, da es einen Blick zurück in die Erdgeschichte ermöglicht. In ihren Grundzügen gehen Flora und Fauna Tasmaniens auf die des Superkontinents Gondwana vor über 100 Mio. Jahren zurück – also auf das Zeitalter der Dinosaurier. Etwa 40 % der Landesfläche sind Schutzgebiete. Die Hälfte davon, ungefähr 1,6 Mio. ha, sind als UNESCO-Welterbe eingestuft.⁹¹

In 2015/2016 waren Winter, Frühling und Sommer in Tasmanien aufgrund des El Niño extrem trocken. Am 13. Januar 2016 querte ein Gewittersturm Tasmanien. Blitze entzündeten über 300 Brände.

Die gemäßigten Regenwälder Westtasmaniens sind ein feuerempfindliches Ökosystem. Unter normalen Bedingungen kann sich ein Feuer, das durch Blitzschlag ausgelöst wurde, in dem feuchten Regenwaldklima kaum ausbreiten.⁹² In der Saison 2015/2016 war Winter, Frühling und Sommer in Tasmanien aufgrund des *El Niño* extrem trocken. Am 13. Januar 2016 querte ein Gewittersturm Tasmanien. Blitze entzündeten über 300 Brände, davon 15 auf dem Gebiet des UNESCO-Welterbes. Da die Mehrzahl der Brände in abgelegenen, unzugänglichen Gebieten wütete, gestaltete sich die Bekämpfung schwierig. Die über 5.600 tasmanischen Feuerwehrleute wurden durch 1.000 Kollegen aus anderen australischen Bundesstaaten und bis zu 40 Löschflugzeugen unterstützt.⁹³

Bei den Bränden im Januar und Februar 2016 verbrannten insgesamt über 100.000 ha, davon 20.100 ha des UNESCO-Welterbes. Auf rund 2.700 ha davon befanden sich feuerempfindliche Vegetationsgemeinschaften mit einem hohen ökologischen Wert. Zudem schädigten die Brände Böden, Gewässer und Moore.

4.4.2 Ursachen

Blitze als natürliche Ursache können in manchen menschenleeren Regionen Australiens für bis zu einem Viertel der Brände verantwortlich sein, spielen aber, betrachtet man ganz Australien, eine untergeordnete Rolle. Allerdings können nach einem Blitzschlag in abgelegenen Gebieten gewaltige Flächen verbrennen, sodass diese Brände für einen Großteil der jährlichen betroffenen Brandflächen verantwortlich sind. Auch in Australien wird die überwältigende Mehrzahl der Brände von Menschen verursacht. Durch natürliche Ursachen wie Blitzschlag werden 6 % der Buchfeuer ausgelöst. Vorsätzlich von Brandstiftern gelegt werden hingegen 13 % der Brände, bei weiteren 37 % besteht der Verdacht auf Brandstiftung – zusammen also die Hälfte der Brandfälle. Noch einmal 35 % der Brandfälle gehen auf Fahrlässigkeit zurück.⁹⁴

Besonders häufig ist Brandstiftung in Gemeinden mit hohem Kinderanteil und unterdurchschnittlichem Bildungsniveau, Beschäftigungsrate und Haushaltseinkommen. Eine solche Bevölkerungsstruktur findet sich häufig in den Außenbezirken der Städte.⁹⁵ Zugleich bieten sich in diesen Übergangszonen zwischen Siedlung und Wald reichlich Gelegenheiten, einen Waldbrand zu entzünden. Die meisten dieser Brände vernichten weniger als 5 ha, können aber in dem besiedelten Gebiet beträchtliche Schäden anrichten und Menschenleben gefährden.

Durch die Klimaerwärmung ist die Zahl der Tage mit hohem Waldbrandrisiko gestiegen und könnte sich bis 2050 verdoppeln.

Durch die Klimaerwärmung ist die Zahl der Tage mit einem hohen Waldbrandrisiko seit den 1970er-Jahren angestiegen und könnte sich bis 2050 verdoppeln. Besonders der Süden Australiens ist von dieser Veränderung betroffen, womit das Risiko für Menschen, Eigentum und Infrastruktur steigt. In vielen Hoch-Risiko-Gebieten wird sich die Waldbrandsaison verlängern.⁹⁶ Dies könnte auch Auswirkungen auf die Verfügbarkeit von technischen und personellen Kapazitäten zur Brandbekämpfung haben. Da der australische Sommer und damit der Höhepunkt der Waldbrandsaison in Australien auf das Winterhalbjahr in der nördlichen Hemisphäre fällt, konnten bisher Ausrüstung und Personal zur Brandbekämpfung zwischen Australien und Nordamerika geteilt werden. So werden einige der größten Löschflugzeuge von internationalen Firmen im Sommerhalbjahr zur Waldbrandbekämpfung nach Nordamerika und im Winterhalbjahr nach Australien vermietet. Zudem gibt es zwischen den nordamerikanischen Staaten und Australien Abkommen zum Personalaustausch, in deren Rahmen hochspezialisierte Feuerwehrmänner zur Waldbrandbekämpfung auf beiden Kontinenten eingesetzt werden. Wenn sich die Waldbrandsaison in Australien und Nordamerika verlängern und überschneiden, ist ein solcher Ressourcenaustausch nicht mehr möglich.⁹⁷

4.4.3 Folgen

Finanzielle Schäden

Verfügbare Informationen über die wirtschaftlichen Folgekosten der Brände sind auf versicherte Schäden begrenzt. Teilweise war aber zerstörtes Eigentum entweder gar nicht oder unterversichert und ist daher in diesen Zahlen nicht mit eingeschlossen. Hinzu kommen weitere ökonomische Verluste bei der Produktivität, im Tourismus, durch Rauch, durch Wiederherstellung der Infrastruktur und den Verlust von Arbeitsplätzen.

Nach Einschätzung der Food and Agriculture Organisation steigen die Ausgaben für die Brandbekämpfung, während die Ausgaben für Brandvorbeugung sinken.

Auch über die Kosten der Brandbekämpfung fehlen umfassende nationale Angaben. Die verfügbaren Angaben weisen nach Einschätzung der FAO auf ein steigendes Budget für die Brandbekämpfung hin, während die Ausgaben für Brandvorbeugung sinken. So sind beispielsweise die Kosten für Brandbekämpfung in New South Wales regelrecht explodiert. Das Budget des „Rural Fire Service“ betrug im Finanzjahr 1992/1993 noch 28 Mio. australische Dollar. Im Finanzjahr 2003/2004 betrug das Budget mit 141 Mio. australischen Dollar bereits das Fünffache und im Finanzjahr 2014/15 dann das Zwölffache mit 332,9 Mio. australischen Dollar⁹⁸ – das entspricht 218 Mio. Euro. Es ist fraglich, wie lange sich ein derartiger Ausbau des Budgets für die Brandbekämpfung weiter fortführen und finanziell bewältigen lässt. Vielmehr sollte das Gleichgewicht zwischen Vorbeugung und Bekämpfung neu überdacht werden. Hierbei müsste vor allem der Aspekt des Brandrisikos verstärkt in die Landesentwicklung und Planungsprozesse integriert und dabei auf Erfahrungen und Kenntnisse derjenigen zurückgegriffen werden, die sich bereits jetzt mit Brandgefährdung beschäftigen, also Feuerwehr und Notdienste, Versicherer und Akteure der Land- und Forstwirtschaft.

Ökologische Schäden

Die heimischen Arten Australiens haben sich über Jahrmillionen an wiederkehrende Feuer angepasst. Seit der europäischen Besiedelung Australiens haben sich jedoch Häufigkeit, Ausmaß und Intensität der Brände stark und regional unterschiedlich ausgeprägt. In Gebieten, wo die Häufigkeit und Intensität der Brände gestiegen ist, verkleinert sich die Fläche für feuerempfindliche Arten und ändert sich die Struktur und Zusammensetzung der Vegetation. Grasarten mit erhöhter Brandanfälligkeit treten verstärkt auf. Es fehlen Nist- und Rückzugsmöglichkeiten für Tierarten. In Gebieten, in denen Brände verhindert und bekämpft werden, breiten sich dagegen Büsche und Sträucher aus und verdrängen Arten, die Feuer für ihre Reproduktion benötigen.

*Great Desert Skink
(Egernia kintorei),
eine australische und
höchst gefährdete
Echsenart*



Der Great Desert Skink ist an ein Fleckwerk aus unterschiedlich alten Brandflächen angepasst. Ein großflächiges Feuer zu überleben, ist für ihn schwierig.

Die Veränderungen im Feuerregime bedrohen viele gefährdete Arten wie beispielsweise den Bilby (Kaninchennasenbeutler, *Macrotis lagotis*), ein Beuteltier mit dem Aussehen eines Hasen und eine der meist bedrohten Arten Australiens. Während er noch vor hundert Jahren in ganz Australien verbreitet war, ist er mittlerweile nur noch im nördlichen Landesteil zu finden. Seine Nahrungsquellen und Rückzugsmöglichkeiten sind bei einem Anstieg der massiven Buschfeuer gefährdet.⁹⁹ Ein weiteres Beispiel ist der Great Desert Skink (*Egernia kintorei*), eine australische und höchst gefährdete Echsenart. Der Great Desert Skink ist an ein Fleckwerk aus unterschiedlich alten Brandflächen angepasst, wie es bei dem traditionellen Feuermanagement der Aborigines entsteht. Dort, wo dieses Feuermanagement noch besteht, finden sich auch seine letzten Populationen, auf drei bis 15 Jahre alten Brandflächen. Ein großflächiges Feuer zu überleben, ist schwierig für ihn. Großfeuer schmälern erheblich das Nahrungsangebot und die Möglichkeiten, sich vor Raubtieren zu schützen.¹⁰⁰

Unter den durch Feuer gefährdeten Pflanzenarten ist vor allem *Boronia viridiflora* zu nennen, ein 1,5 bis zwei Meter hoher Busch, der weltweit nur noch an zwei Standorten in den senkrechten Sandsteinwänden des Arnhem-Plateaus zu finden ist. Ihr Überleben hängt von der Erhaltung geeigneter Standorte ab, die jedoch vermehrt von Bränden heimgesucht werden. Der WWF hat deshalb gemeinsam mit der australischen Regierung das „Arnhem Land Fire Abatement Scheme“ ins Leben gerufen. Dieses Programm kombiniert satellitengestützte Feuerüberwachung und Hubschraubereinsätze mit dem Bodeneinsatz von indigenen Rangern. In dem 40.000 km² großen Projektgebiet konnte dadurch die jährliche Brandfläche signifikant verringert werden.¹⁰¹

4.4.4 Lösungen

Aufgrund der höchst unterschiedlichen Gegebenheiten in Nord- und Südaustralien kann es nicht das *eine* Konzept für ganz Australien geben. Die Brände in den Savannen Nordaustraliens sind, obwohl sie riesige Flächen betreffen, als Teil der natürlichen Prozesse zuzulassen. Eine Unterdrückung der Brände würde negative Auswirkungen auf die Ökosysteme haben.

Anders ist die Situation im Süden Australiens. Hier wird sich durch den Klimawandel das Waldbrandrisiko deutlich vergrößern. Gleichzeitig sind im dichter besiedelten Süden die Schäden ungleich höher. Eine schnelle und effektive Brandbekämpfung ist hier unabdingbar. Ein Schwerpunkt muss jedoch bereits bei der Vorbeugung gesetzt werden. Das Waldbrandrisiko sollte in allen relevanten Bereichen mitberücksichtigt werden, um sowohl die Wahrscheinlichkeit eines Waldbrandes als auch das Schadenspotenzial zu verringern. Vor allem die Raumplanung sollte darauf abzielen, eine weitere Zersiedelung der Landschaft zu vermeiden und besiedelte Gebiete klar von Wald und Buschland abzugrenzen.

In Australien sind die Auswirkungen des durch Menschen verursachten Klimawandels bereits heute sichtbar. Dass die Zahl der heißen, trockenen Tage mit einem hohen Waldbrandrisiko weiter zunimmt, lässt sich nicht mehr verhindern. Die Auswirkungen können aber durch Anpassung und Klimaschutz erheblich beeinflusst werden.⁹⁶ Dazu müssen vor allem die anthropogenen Treibhausgasemissionen deutlich reduziert werden. Neben den anderen Industrienationen ist hier auch Australien selbst gefordert. Die Treibhausgasemissionen Australiens liegen mit 762 Mio. t CO₂-Äquivalente nur etwas unter dem Ausstoß Deutschlands. Der Pro-Kopf-Ausstoß ist in Australien mit 33 t CO₂-Äquivalenten pro Einwohner fast dreimal so groß wie in Deutschland. Nur durch ein engagiertes Klimaschutzprogramm lässt sich die globale Erwärmung so begrenzen, dass das Waldbrandrisiko in Australien in einem beherrschbaren Rahmen bleibt.

*Durch Zersiedelung
wird das Hab und
Gut der Anrainer
schnell ein Raub der
Flammen.*

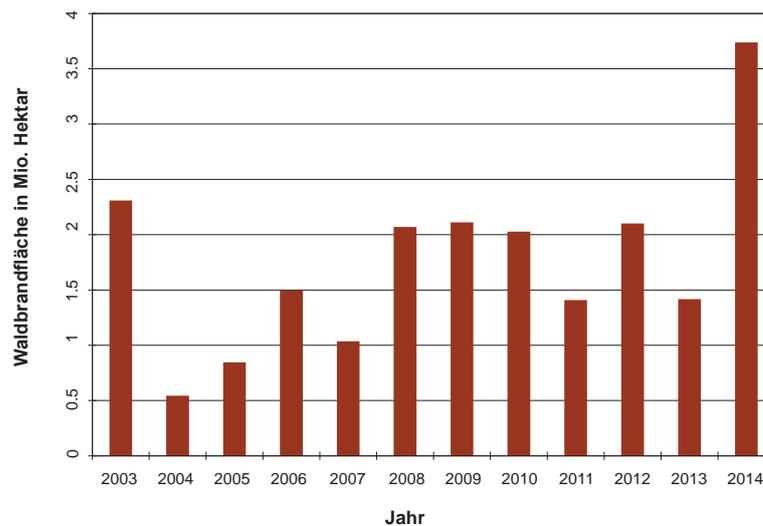


4.5 Russland

4.5.1 Aktueller Stand und die Waldbrandkatastrophen dieses Jahrhunderts

Als größtes Land der Erde besitzt Russland mit 815 Mio. ha auch die größte Waldfläche.⁶¹ Dementsprechend unterschiedlich sind die einzelnen Landesteile hinsichtlich ihrer Bevölkerungsdichte und ihrer Waldökosysteme. Die Wälder im dichter besiedelten Westen Russlands sind nicht an Waldbrände angepasst, denn sie bestehen aus feuersensiblen Baumarten. In den dünn besiedelten Landesteilen im zentralen und östlichen Russland hingegen sind Waldbrände ein Bestandteil des Ökosystems und die Wälder an Feuerereignisse angepasst.¹⁰²

Abbildung 12:
Entwicklung der
Waldbrandfläche
in Russland von
2003 bis 2014.
Quelle: FAO⁶¹,
EFFIS^{103, 104}



Jedes Jahr verbrennen in Russland mehrere Mio. ha Wald (Abbildung 12). Selbst nach konservativen Schätzungen verbrannten allein innerhalb der letzten 5 Jahre, von 2010 bis 2014, insgesamt 11 Mio. ha Wald. Das entspricht der gesamten Waldfläche Deutschlands. Die durchschnittliche Waldbrandfläche betrug in diesem Zeitraum etwa 2,2 Mio. ha pro Jahr.^{61, 103, 104}

Allerdings gibt es bei den Angaben zur Brandfläche je nach Quelle und Erfassungsmethode beträchtliche Unterschiede. Die oben genannten Zahlen stammen von Avialesookhrana, der russischen Feuerwehrspezialeinheit zur Waldbrandbekämpfung aus der Luft, und beruhen auf Daten, die am Boden oder aus Flugzeugen erfasst wurden. Daneben ermittelt das Sukachev-Institut für Forst, eine unabhängige Fern-

erkundungseinrichtung der Russischen Akademie der Wissenschaften, die Waldbrandfläche mithilfe von Satellitenbildern. Bei einem Vergleich der Flächenangaben fällt auf, dass die Waldbrandflächen, die das Sukachev-Institut angibt, wesentlich größer sind als die Flächenangaben von Avialesookhrana und diese in manchen Jahren um das Sechs- bis Siebenfache übersteigen. Andere Studien und Auswertungen lassen vermuten, dass die tatsächliche Waldbrandfläche eher in der vom Sukachev-Institut angegebenen Größenordnung liegt.¹⁰⁵

Nach den vorläufigen Auswertungen des Sukachev-Instituts verbrannten **2015** von Jahresbeginn bis zum 24. August bei 5.295 Waldbränden insgesamt 8,21 Mio. ha Wald. Aufgrund der unterschiedlichen Datenerhebungsmethoden lässt sich daraus jedoch keine Steigerung im Vergleich zu den Vorjahren ableiten.

In den meisten Jahren sind besonders die Mitte und der Osten Russlands von den Bränden betroffen, wo die gewaltigen Waldbrände meist in abgelegenen Gegenden wüten. Obwohl dadurch Städte im russischen Fernen Osten oft über Tage und Wochen in Rauch gehüllt sind, finden diese Brände kaum Beachtung in Politik und Medien.¹⁰²

2010 hingegen trafen die Waldbrände den dicht besiedelten Westen Russlands rund um die Hauptstadt Moskau. Zwar war die von Bränden betroffene Waldfläche mit 300.000 bis 400.000 ha vergleichsweise klein (bis Anfang August 2010 waren in ganz Russland bereits um die 5 Mio. ha verbrannt). Aber aufgrund der Tatsache, dass sich dicke Rauchschwaden über die Hauptstadt Russlands legten, waren Politiker und die Öffentlichkeit alarmiert. Die Brände forderten über 50 Menschenleben, und etwa 2.500 Häuser verbrannten in den Flammen, die teils durch starke Winde immer wieder entfachten und sich sehr schnell ausbreiteten.¹⁰²

Die Brände in Russland haben zumeist nicht natürliche Ursachen, sondern sind Menschenwerk.

Unterstützt wurden die starken Brände 2010 durch heiße Luftmassen, die aus der Sahara – ähnlich wie 2007 nach Griechenland – in das westliche Russland strömten. So wurde die schwerste Hitzewelle und Trockenperiode seit Beginn der Wetteraufzeichnungen vor 130 Jahre ausgelöst. Dieses extreme Wetterereignis schuf die idealen Voraussetzungen für eine leichte Entzündbarkeit und die rasche Ausbreitung von Waldbränden. Die Brände waren allerdings meist nicht auf natürliche Ursachen zurückzuführen, sondern auf menschliche Aktivitäten etwa in der Landwirtschaft, bei Forstarbeiten und vor allem bei Freizeitaktivitäten, wie zum Beispiel durch Lagerfeuer.

Die privaten Forstkonzessionen, die im gesamten Land vergeben werden, sind für den Schutz vor Waldbränden verantwortlich, befolgen aber kaum die gesetzlichen Regeln.

Gewichtige Gründe für die Waldbrandkatastrophe in Russland finden sich auch in der veränderten sozioökonomischen Struktur im ländlichen West-Russland. Ähnlich wie in vielen europäischen Regionen wird die traditionelle Landwirtschaft nach und nach aufgegeben. Junge Menschen wandern vermehrt in die Städte ab, und viele ehemals bäuerliche Dörfer werden zu Ferienorten. Die Urlaubsgäste aus den Städten gehen aber oftmals nicht verantwortungsvoll genug mit der umgebenden Natur um. Die Zahl der Lagerfeuer, die außer Kontrolle geraten, hat ebenso wie die Müllverschmutzung von Wäldern und entlang von Flüssen in den letzten Jahren zugenommen, ohne dass Gesellschaft und Behörden darauf reagiert haben.¹⁰²

Mit dem neuen russischen Waldgesetz, das am 1. Januar 2007 in Kraft trat, wurden die Verantwortlichkeiten für die Waldbrandbekämpfung auf die Regionen übertragen. Bis zum Sommer 2010 wurde von vielen Regionen zu wenig in den Aufbau von Kapazitäten, der Anschaffung von Ausrüstung und den weiten Bereich an notwendigen Maßnahmen investiert, um Waldbränden vorzubeugen. Die privaten Forstkonzessionen, die sich über das ganze Land ausbreiten, sind nach dem Waldgesetz für den Schutz vor Waldbränden verantwortlich, befolgen aber tatsächlich kaum die gesetzlichen Regeln. Mit der Einsparung von 70.000 Stellen für Forstaufseher wurde die Autorität der Regierung, nachhaltige Forstwirtschaft durchzusetzen und illegale Aktivitäten im Forstbereich zu verringern, drastisch geschwächt. Das traditionelle System des Waldbrandschutzes, auf zentraler Ebene koordiniert und umgesetzt durch das Nationale Luftwaldbrandzentrum mit spezialisierten Waldbrandbekämpfern, wurde aufgelöst.¹⁰²

Während des Waldbrandsommers 2010 kamen lokale Feuerwehrbrigaden, die Einheiten des Ministeriums für Katastrophenfälle EMERCOM und das Militär zum Einsatz, die jedoch nur über unzureichende und ungeeignete Ausrüstung zur Waldbrandbekämpfung verfügten. Die wenigen Flugzeuge der EMERCOM reichten bei Weitem nicht aus, um eine Waldfläche von über 600 Mio. ha abzudecken, die als vor Waldbränden zu schützen klassifiziert ist. Durch die sofortige Verfügbarkeit von Finanzmitteln für Katastrophenfälle bekam EMERCOM allerdings eine Schlüsselrolle bei der Bewältigung der Situation.¹⁰²

4.5.2 Ursachen

72 % der Waldbrände in Russland sind auf fahrlässige oder vorsätzliche Brandstiftung zurückzuführen. Weitere 7 % werden durch den Einsatz von Feuer in der Landwirtschaft verursacht. 14 % haben andere Ursachen, wie

zum Beispiel Funkenflug durch Eisenbahn oder Stromleitungen. Blitzschlag als natürliche Ursache war dagegen nur in 7% Auslöser der Waldbrände. Allerdings gehen in den dünn besiedelten Gebieten im Norden Russlands Waldbrände weitaus häufiger auf Blitzschläge zurück. Hier können bis zu 50–70% der Waldbrände durch Blitzschlag ausgelöst werden.¹⁰⁵

Extreme Waldbrandsituationen wie im Jahr 2003, als mehr als das Doppelte der durchschnittlichen jährlichen Fläche verbrannte, sind auf ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Faktoren zurückzuführen: extreme Trockenheit, reduzierte Kapazitäten zur Brandbekämpfung, nicht angepasste Forstwirtschaft sowie wirtschaftlich motivierte Brandstiftung und Sorglosigkeit. In den Regionen nordwestlich und südöstlich des Baikalsees fielen in den zehn Monaten zwischen August 2002 und Mai 2003 extrem wenig Niederschläge, in der Republik Buryatia beispielsweise gerade einmal 36 mm insgesamt. Normalerweise beträgt der durchschnittliche Jahresniederschlag dort 190 mm. Die Vegetation war dadurch einem außerordentlichen Trockenheitsstress ausgesetzt. Aufgrund von Budgetkürzungen musste gleichzeitig die Zahl der Beobachtungsflüge reduziert werden. Brandherde wurden dadurch nicht rechtzeitig entdeckt, bevor sie sich zu unkontrollierbaren Großbränden ausweiten konnten.¹⁰⁵ Es wird befürchtet, dass durch den Klimawandel die Zahl der Waldbrände weiter ansteigen wird, besonders in Sibirien, wo sich einerseits riesige Waldgebiete befinden, andererseits aber die Infrastruktur zur Waldbrandbekämpfung unzulänglich ist.¹⁰⁶

Eine Waldbewirtschaftung mit gewaltigen Kahlschlägen machen die Wälder besonders feueranfällig.

Die Waldbewirtschaftung mit gewaltigen **Kahlschlägen** steigert die Feueranfälligkeit der Wälder erheblich. Die Größe der Kahlschläge übersteigt die Entfernung, die Baumsamen bei ihrer Verbreitung mit dem Wind überwinden können. Eine natürliche Verjüngung der Wälder kann besonders unter den extremen klimatischen Bedingungen, wie sie in manchen Regionen Russlands herrschen, nicht mehr stattfinden. Begünstigt durch wiederholte Brände entwickeln sich großflächige Graslandschaften, in denen es regelmäßig brennt.¹⁰⁵

Hinzu kommt vorsätzliche Brandstiftung in Verbindung mit **illegalem Holzeinschlag**, der in der Transbaikalregion wie im gesamten Südosten Russlands besorgniserregende Ausmaße angenommen hat. Etwa 50% des Holzes werden dort illegal eingeschlagen. Angetrieben wird der illegale Holzeinschlag durch die gewaltige Nachfrage nach Holz im benachbarten China.¹⁰⁷ Waldbrände werden vorsätzlich gelegt, um die beschädigten Bäume gegen niedrige Gebühren fällen zu können.¹⁰⁵ Zugleich ist die Versuchung groß, auch noch benachbarte, unbeschädigte Waldbestände einzuschlagen.

4.5.3 Folgen

Finanzielle Schäden

Eine finanzielle Einschätzung der Schäden ist problematisch, da sich indirekte Verluste und Umweltschäden nur schwer bewerten lassen. Die Schäden einschließlich der Kosten für Waldbrandbekämpfung betragen nach offiziellen russischen Angaben 1999 noch 42 Mio. US-Dollar. Sie verzweifachten sich in den Jahren 2000 und 2001 auf jeweils 84 Mio. US-Dollar und verdoppelten sich im Jahr 2002 ein weiteres Mal auf 164 Mio. US-Dollar, bis sie 2003 schließlich die Rekordsumme von 695 Mio. US-Dollar erreichten.¹⁰⁵ Für den Zeitraum zwischen 2010 und 2013 lagen die Schäden dann bei durchschnittlich 1 Milliarde US-Dollar pro Jahr.¹⁰⁸

Gesundheitliche Schäden

Der Rauch, der bei ausgedehnten Bränden entsteht, bringt erhebliche Gesundheitsrisiken bei der Bevölkerung mit sich. Eine starke Rauchentwicklung, wie 2010 rund um Moskau, entsteht vor allem, wenn trockengelegte Moorflächen Feuer fangen. Im westlichen Russland wurden zu Sowjetzeiten viele Moorflächen für die Landwirtschaft oder zur Energiegewinnung trockengelegt, wodurch die Waldbrände auf die Torfböden übergreifen konnten.

Im Gegensatz zu Waldbränden lassen sich Torfflächen nur unter größten Schwierigkeiten löschen. Eine Renaturierung und Flutung trockengelegter Moore wäre daher nicht nur aus ökologischer Sicht erforderlich, sondern würde auch dazu beitragen, Gesundheitsschäden bei der Bevölkerung vorzubeugen.

Als Moskau in Rauch gehüllt war, verdoppelte sich die Sterberate.

Der bei den Bränden entstehende Rauch ist vor allem für Menschen mit Atemweg- und Herz-Kreislaufkrankungen sowie für Senioren und Kleinkinder ein Gesundheitsrisiko, denn er enthält giftige Stoffe wie Kohlenmonoxid, Feinstaub, Formaldehyd und polyzyklische aromatische Hydrokarbonate. Während Moskau in Rauch gehüllt war, verdoppelte sich die Sterberate. Zudem kam es vermehrt zu Totgeburten.¹⁰²

Ökologische Folgen

Die Waldökosysteme Russlands sind in weiten Teilen an das periodische Auftreten von Bränden angepasst. Allerdings treten Waldbrände mittlerweile erheblich häufiger auf. Im Fernen Osten Russlands beispielsweise gab es historisch extreme Waldbrände nur alle 40 bis 80 Jahre. In den vergangenen vier Jahrzehnten betrug die Intervalle nur noch zehn bis zwölf Jahre.¹⁰⁵ Dies hat gravierende ökologische Folgen. Große, besonders heiße Feuer beeinträchtigen das gesamte Waldökosystem, da sowohl

der Unterwuchs als auch die Bäume selbst großflächig absterben. Bleiben die abgebrannten Flächen anschließend unbehelligt, beginnt allmählich eine Wiederbesiedlung durch Pflanzen und Tiere. Treten allerdings periodisch weitere Feuer auf, so kann das zur Versteppung führen. Die waldfreie Fläche ist in den letzten 50 Jahren um 8 Mio. ha gewachsen. Eine Wiederaufforstung wäre nur mit erheblichem Aufwand möglich. Eine natürliche Verjüngung auf diesen Flächen würde Hunderte von Jahren in Anspruch nehmen. Aber auch kleinere Feuer, die nur den Unterwuchs des Waldes zerstören und die großen Bäume intakt lassen, können sich negativ auswirken, besonders, wenn sich solche Feuer (von Menschen gelegt) periodisch wiederholen. Denn dann tragen sie zur Entmischung der Baumarten bei, sodass nach wiederholten Feuern nur ein artenarmer, eintöniger Wald zurückbleibt.

Der Waldverlust beeinträchtigt den Wasserhaushalt und reduziert die Wasserspeicherkapazität. Die Häufigkeit von Überschwemmungen steigt. Gleichzeitig wird das Wasser durch Asche und Bodenerosion belastet, wodurch es zu einem massenhaften Fischsterben kommen kann. Nach Waldbränden sind die Bäume geschwächt, geschädigt oder sterben ab. Dies kann die Massenvermehrung von Insekten begünstigen, welche die verbliebenen Wälder angreifen.

Durch Waldbrände werden erhebliche Mengen an Kohlenstoff in die Atmosphäre freigesetzt, welche die globale Klimaerwärmung beschleunigen.

Durch die Waldbrände werden – vor allem, wenn sie auf Torfböden übergreifen – erhebliche Mengen an Kohlenstoff in die Atmosphäre freigesetzt, welche die globale Klimaerwärmung beschleunigen. Der Klimawandel wird wiederum für das häufigere Auftreten extremer Witterungsereignisse wie langanhaltender Trockenheit und Dürre verantwortlich gemacht, wodurch im Rückkopplungseffekt die Häufigkeit und das Ausmaß der Waldbrände steigen. Nach Schätzungen des Joint Research Centre der Europäischen Kommission setzten die Brände in Russland 2010 knapp 140 Mio. t CO₂ frei, wobei der Großteil auf die damit verbundenen Torfbrände und die nachfolgende Zersetzung der Torfböden entfiel.¹⁰⁹ Allerdings können derartige Taxierungen allenfalls eine grobe Einschätzung der Größenordnung sein, da sich die Angaben zur Größe der Brandflächen je nach Quelle stark unterscheiden und zum anderen die jeweiligen CO₂-Emissionen davon abhängen, welche Waldökosysteme betroffen sind.¹¹⁰

Wenn Waldbrände auf radioaktiv verstrahlte Gebiete übergreifen, wie auf die Gegend um Tschernobyl, können zudem radioaktive Partikel mit dem Rauch in die Atmosphäre gelangen und anderenorts radioaktiven Fallout verursachen. Diese Gebiete müssen daher besonders vor Waldbränden geschützt werden, etwa durch eine angepasste Waldbewirtschaftung und automatisierte Branderkennungssysteme.¹⁰²

Folgen für die Artenvielfalt am Beispiel des Amur-Leoparden und des Sibirischen Tigers

Auf die Artenvielfalt haben Waldbrände erhebliche Auswirkungen. Im Südwesten der Provinz Primorye befindet sich das letzte Rückzugsgebiet des Amur-Leoparden. In einem schmalen Landstreifen von ca. 180 Kilometer Länge und ca. 20–30 Kilometer Breite zwischen chinesischer Grenze und dem Japanischen Meer harren noch etwa 30–40 der eleganten Leoparden aus. Sie haben ihre Rückzugsgebiete in den gebirgigen Wäldern, wo sie auch Sikahirsche, Rehe und andere Beutetiere finden. Auch einige der bedrohten Amur-Tiger leben in diesen Wäldern. Das Gebiet zwischen Bergen und Meer ist besiedelt und wird landwirtschaftlich genutzt. Die Bauern brennen ihre Felder jedes Jahr ab, wobei das Feuer oft unkontrolliert auf die angrenzenden Wälder übergreift. Diese sich jedes Jahr wiederholenden Brände lassen die Wälder besonders entlang der Besiedlungsachsen eintönig werden. Sie bieten wenig Nahrung für Rehe und Hirsche und damit auch keine Beutetiere für Leoparden und Tiger. Aufgrund dessen meiden Leoparden und auch Tiger diese von Waldbränden gezeichneten Flächen.

Eine Studie, welche die Auswirkungen von Bränden auf Leoparden und Tiger in dieser Region untersuchte, kam zu dem Ergebnis, dass es im Untersuchungsgebiet während eines sechsjährigen Untersuchungszeitraums auf 46 % der gesamten Fläche von knapp 3.500 km² mindestens einmal brannte. In Jagdgebieten brannte es weitaus häufiger als in Schutzgebieten. Ebenso konnte mit zunehmender Entfernung von menschlichen Siedlungen und Straßen eine abnehmende Brandhäufigkeit festgestellt werden. Der erhebliche Verlust an Lebensraum, auch hervorgerufen durch Waldbrände, stellt sowohl für Amur-Leopard als auch für den Amur-Tiger eine wesentliche Bedrohung dar und bringt diese an den Rand des Aussterbens.¹¹¹

*Auf fast der Hälfte
des russischen
Leoparden-
Lebensraums brannte
es über sechs Jahre
hinweg.*



4.5.4 Lösungen

Bisher haben sich alle Ansätze, das Abbrennen der Felder im Südwesten Primoryes zu stoppen und die Brandbekämpfung zu intensivieren, als wenig effektiv herausgestellt. Der WWF testet deshalb eine neue, innovative Methode: Die für Leoparden wichtigsten und durch Feuer am meisten bedrohten Wälder sollen zukünftig durch die Anpflanzung von Lärchenstreifen geschützt werden. Die Lärchen in den 20–30 Meter breiten Streifen unterdrücken den Unterwuchs und bieten kleineren Feuern, wie sie durch das Abbrennen der Felder entstehen, keine Nahrung. Sie können diese Feuer stoppen. Das funktioniert allerdings erst, wenn die Lärchen über 10 Jahre alt sind. Bis dahin müssen diese Lärchen wie auch die dahinter liegenden Wälder besonders vor Feuer geschützt werden. Gleichzeitig arbeitet der WWF mit den Grenzschützern zusammen, schult sie in Brandbekämpfung und stattet sie mit einfachen Feuerbekämpfungsmitteln aus. So können die Feuer entlang der Russisch-Chinesischen Grenze in Südwest-Primorye besser bekämpft werden.

Ein weiterer wichtiger Ansatz besteht in der Einrichtung von Schutzgebieten, die wirtschaftliche Aktivitäten ausschließen oder einschränken. Seit 1994 sind auf Initiative des WWF bereits 7,4 Mio. ha temperierter Mischwald in der Amur-Region unter Schutz gestellt worden, eine Fläche größer als Bayern. Daneben arbeitet der WWF mit Holzkonzernen zusammen, die sich um eine nachhaltige Bewirtschaftung ihrer Forstkonzessionen bemühen und dies durch eine Zertifizierung nach den Richtlinien des Forest Stewardship Council (FSC) garantieren wollen. Bis Anfang 2015 konnten so bereits 6,6 Mio. ha Wald im russischen Teil der Amur-Region FSC-zertifiziert werden. Der WWF unterstützt Anti-Wilderer-Brigaden in dieser Region, die ebenso wie die Errichtung der Naturschutzgebiete dem Schutz bedrohter Tierarten und der Bekämpfung des illegalen Holzeinschlags dienen. Doch nicht nur durch diese Brigaden soll der Schutz der letzten Amur-Tiger und -Leoparden erreicht werden, sondern auch mit massiver Aufklärungsarbeit der lokalen Bevölkerung. Hierzu arbeitet der WWF mit Journalisten sowie Schulen zusammen und unterstützt Jugendgruppen, die sich für die Natur einsetzen.

Was die gesamte Russische Föderation betrifft, so gilt es, vor den Bränden die Brandursachen zu bekämpfen, die die wachsende Häufigkeit und das Ausmaß der Waldbrände erklären. Die Kapazitäten zur Brandbekämpfung müssen so gestärkt werden, dass Waldbrände frühzeitig entdeckt und bereits im Anfangsstadium eingedämmt werden können, um Gefahren für Menschen und deren Siedlungen sowie ökologische Schäden zu verhindern. Daneben muss Feuerprophylaxe als Teil der Waldbewirt-

schaftung verstanden werden. Dies bedeutet: Verzicht auf großflächige Kahlschläge, die die Anfälligkeit der Wälder für Brände verstärken. Zum anderen sollte kontrolliertes Brennen in Waldökosystemen, die vom Feuer abhängig sind, als Steuerungsinstrument verstanden werden, die Menge an brennbarem Material zu reduzieren, die natürliche Verjüngung zu fördern und den natürlichen Lebensraum für Wildtiere zu verbessern.¹⁰⁵

Um die von Menschen verursachte Zahl der Waldbrände zu verringern, ist zum einen die Stärkung des öffentlichen Bewusstseins für die Waldbrandgefahr durch – beispielsweise – schulische Aufklärungskampagnen nötig. Zum anderen sollte die Waldbrandgefahr auch in der Infrastrukturplanung Berücksichtigung finden, etwa beim Bau von Eisenbahnlinien oder Stromleitungen.

Eine verstärkte Rechtsdurchsetzung im Forstsektor ist notwendig, um den illegalen Holzeinschlag und damit die vorsätzliche Brandstiftung einzudämmen.

Vor allem aber braucht es eine verstärkte Rechtsdurchsetzung im Forstsektor, um den illegalen Holzeinschlag und damit die vorsätzliche Brandstiftung einzudämmen. Der WWF wirkt seit Jahren auf die Regierungen ein, die internationale Zusammenarbeit diesbezüglich zu verstärken, um illegalen Holzeinschlag und den damit verbundenen Handel zu eliminieren. Unter anderem wurde dazu der ENA-FLEG-Prozess zur Rechtsdurchsetzung und Politikgestaltung im Forstbereich ins Leben gerufen, an dem Russland, die Mitgliedsstaaten der EU, China, Japan und weitere europäische und asiatische Staaten beteiligt sind. Der ENA-FLEG-Prozess beinhaltet neben Lizenzvereinbarungen zum Nachweis der legalen Holzherkunft auch Unterstützung bei Reformen im Forstsektor. Im Rahmen dieses Prozesses werden auch die bestehende Gesetzgebung zum Schutz der Wälder vor Feuer analysiert und Maßnahmen und Strategien zur Vorbeugung gegen Waldbrände entwickelt.¹¹²

4.6 Amazonas

Das Amazonasbecken bedeckt eine Fläche, die in ihrer Ausdehnung im europäischen Maßstab von Lissabon bis Warschau und von Palermo bis Kopenhagen reichen würde. Hier befindet sich mit 5,4 Mio. km² der größte verbliebene Regenwaldblock der Erde. Mehr als die Hälfte der Fläche befindet sich auf brasilianischem Staatsgebiet; kleinere Teile gehören zu den angrenzenden Staaten Bolivien, Peru, Kolumbien, Ecuador, Guyana, Surinam, Venezuela und Französisch-Guayana.

Das Amazonasgebiet ist eine wahre Schatzkammer der Artenvielfalt: Schätzungsweise 10 % der weltweiten Biodiversität sind hier zu finden. So konnten bisher beispielsweise rund 40.000 Pflanzenarten, 427 Säugertierarten (darunter Jaguar, Ozelot, Riesenotter und Flussdelfin), 1.294 Vogelarten (darunter Kaiseradler, Tukane, Aras und Kolibris) sowie rund 3.000 verschiedene Fischarten identifiziert werden. Viele dieser Arten sind endemisch, kommen also nur im Amazonas vor. Doch weite Gebiete sind noch nahezu unerforscht. Allein im Jahrzehnt zwischen 1999 und 2009 wurden am Amazonas 1.200 neue Pflanzen- und Wirbeltierarten bestimmt, wirbellose Tierarten sind in dieser Zahl nicht berücksichtigt. Dies zeigt, wie artenreich die Amazonasregion ist und wie wenig wir noch über sie wissen.¹¹³

In den letzten 50 Jahren sind 17 % der Amazonaswälder unwiederbringlich verloren gegangen.

Der Amazonas-Regenwald bedeckte allein in Brasilien ursprünglich etwa 4,1 Mio. km²; mittlerweile ist er auf 3,4 Mio. km² geschrumpft. Allein in den letzten 50 Jahren sind 17 % dieses einmaligen Lebensraumes unwiederbringlich verloren.¹¹⁴ Weitere ca. 17 % der Waldfläche wurden durch menschlichen Eingriff, meist in Verbindung mit Feuer, verändert und degradiert.

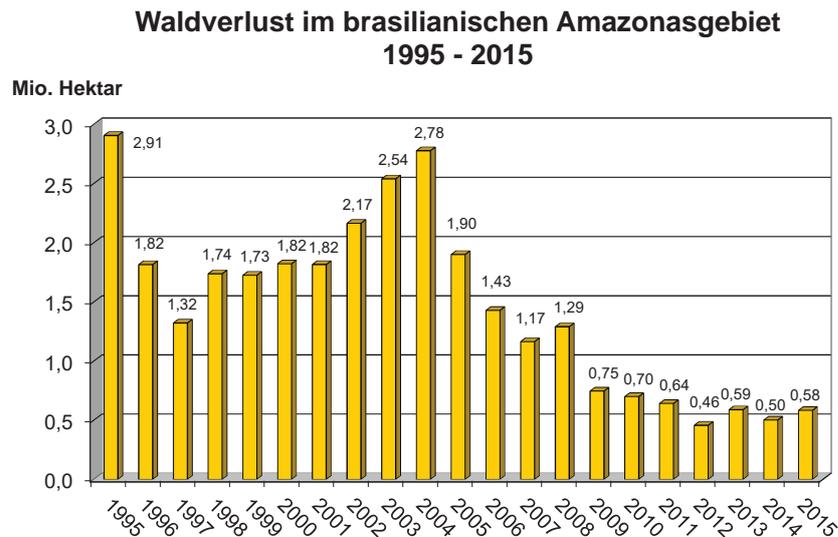
Weitere ca. 17 % der Waldfläche wurden durch menschlichen Eingriff, meist in Verbindung mit Feuer verändert und degradiert.



4.6.1 Aktueller Stand und die Waldbrandkatastrophen dieses Jahrhunderts

Zwischen 1995 und 2015 wurden jährlich im Durchschnitt 1,46 Mio. ha Amazonas-Regenwald vernichtet – das entspricht 2,78 ha oder 4 Fußballfeldern pro Minute!

Abbildung 13:
Waldverlust im
brasilianischen
Amazonasgebiet
von 1995 bis 2015.
Quelle: INPE



Von August 2003 bis August 2004 wurde mit 2,74 Mio. ha – also fast die Fläche Belgiens – der zweithöchste Waldverlust nach dem Rekordwert 1995 verzeichnet. Seitdem ist die Entwaldung im brasilianischen Amazonasgebiet stark zurückgegangen (Abbildung 13). Während in den 10 Jahren zwischen 1996 und 2005 noch durchschnittlich 2 Mio. ha pro Jahr vernichtet wurden, sank die Entwaldung in den darauffolgenden 10 Jahren von 2006 bis 2015 mit durchschnittlich 0,8 Mio. ha pro Jahr auf weniger als die Hälfte.

2012 erreichte die Entwaldung mit 0,46 Mio. ha den niedrigsten Stand seit Beginn der Messungen in den 80er-Jahren.¹¹⁵ Allerdings scheint der Waldverlust in den letzten Jahren nicht weiter zurückzugehen, sondern bei einer halben Mio. ha pro Jahr zu stagnieren. Das entspricht immer noch der doppelten Fläche des Saarlands. 2015 stieg die Entwaldung gegenüber dem Vorjahr sogar wieder um 16 % an. Den Grund dafür sieht der WWF im Aufweichen starker Schutzgesetze und Amnestien für illegale Entwaldung.¹¹⁶

Die schwersten Schäden durch Waldbrände gab es 1998 im brasilianischen Bundesstaat Roraima, als der *El Niño*-Effekt zu einer schweren Dürre führte. Hunderte von Bränden, die zur Rodung gelegt wurden,

Im brasilianischen Bundesstaat Roraima gerieten Hunderte von Bränden, die zur Rodung gelegt wurden, außer Kontrolle und verwandelten sich in gewaltige Waldbrände, die 700 Menschen töteten und etwa 1,2 Mio. ha Regenwald zerstörten.

konnten nicht mehr kontrolliert werden und verwandelten sich in gewaltige Waldbrände, die 700 Menschen töteten und etwa 1,2 Mio. ha Regenwald zerstörten. Die Waldbrandfläche entsprach 6–7% der gesamten Waldfläche im Bundesstaat Roraima oder mehr als dem Doppelten der Fläche, die bis zu diesem Zeitpunkt entwaldet war.¹¹⁷ Der Rauch verdunkelte selbst große Städte, verursachte schwere, lang anhaltende Atemwegserkrankungen bei der Bevölkerung und beeinträchtigte den Flugverkehr. Durch die Waldbrände wurden etwa 4,4 Mio. t CO₂ in die Atmosphäre freigesetzt.¹³¹ Bereits 2003 kam es wiederum zu einer schweren Dürre mit zahlreichen Waldbränden. Die Brände fanden vor allem auf Flächen statt, die durch die Waldbrände 1998 bereits vorgeschädigt und somit anfälliger für neue Brände waren. Experten schätzen, dass durch die Brände 2003 eine ähnlich große Fläche wie 1998 geschädigt wurde, wenn auch nicht so intensiv.¹¹⁷ Im Jahr 2005 gab es dann im Amazonasbecken die schwerste Dürre seit über 100 Jahren. In der Trockenzeit fällt der Wasserstand des Amazonas normalerweise um 9–12 Meter; 2005 waren es bis zu 5 Meter mehr. Die Flüsse trockneten teilweise völlig aus und konnten anstatt mit Booten mit Fahrrädern befahren werden. Städte und Dörfer, die über den Wasserweg versorgt werden, hatten dadurch Probleme mit dem Nachschub von Lebensmitteln, Medizin und Treibstoff, da Transportschiffe sie nicht mehr erreichen konnten. Im Bundesstaat Amazonas musste der Ausnahmezustand in 61 Städten und Dörfern ausgerufen werden. Chemikalien zur Wasseraufbereitung wurden verteilt, um den Ausbruch von Seuchen zu verhindern. Das Austrocknen der Flüsse führte zu einem massenhaften Fischsterben. Aufgrund des daraus resultierenden Futtermangels starben auch Delphine und Seekühe. Die Trockenheit begünstigte den Ausbruch zahlreicher Brände. Satelliten registrierten fast 170.000 Brandherde.¹¹⁸

Nachdem es 2009 im Amazonasgebiet zu starken Überschwemmungen kam, folgte 2010 eine weitere extreme Dürre, die in ihrem Ausmaß die Trockenheit von 2005 noch übertraf. Der Amazonas sank auf den niedrigsten Wasserstand seit 40 Jahren. Brasilien erlebte die schwerste Waldbrandsaison seit Jahren. Zahlreiche Brände gerieten außer Kontrolle.¹¹⁹ Das brasilianische Umweltministerium musste im September 2010 wegen der Waldbrände für 14 Bundesstaaten sowie den Distrikt der Hauptstadt Brasília den Umweltnotstand ausrufen.¹²⁰ Zahlreiche Naturschutzgebiete sowie die größte Flussinsel der Welt, die Ilha do Bananal, wurden verwüstet.¹²¹ Auch in den angrenzenden Ländern Bolivien, Peru und Paraguay wüteten im Sommer 2010 schwere Wald- und Buschbrände.¹²²

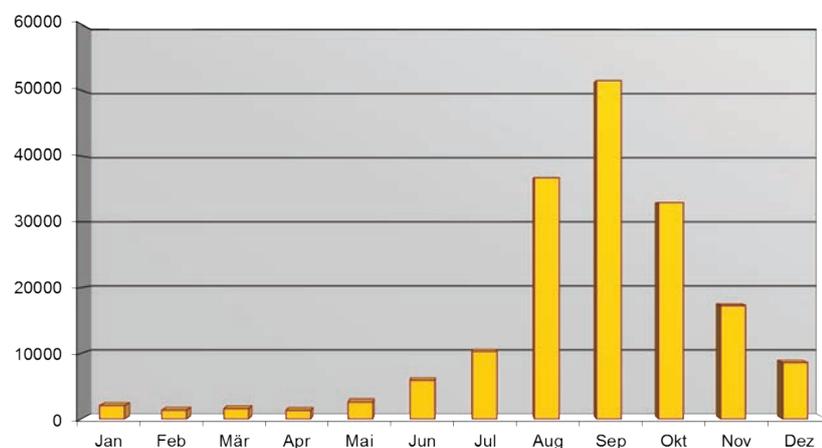
Im Sommer und Herbst 2010 kam es im Amazonasgebiet, ähnlich wie bereits 2005, zu einer extremen Dürre. Zusätzlich zum Südwesten des Amazonasbeckens, der bereits 2005 von der damaligen Dürreperiode betroffen war, gab es 2010 auch im Süden des Amazonasbeckens (Nordbolivien) und im Südosten – im brasilianischen Bundesstaat Mato Grosso – eine massive Trockenheit.¹²³ Im August und September 2010 wurden aus dem brasilianischen Amazonasgebiet und aus Nordbolivien großflächige Waldbrände gemeldet. In Bolivien zerstörten die Waldbrände mindestens 1,5 Mio. ha Wald¹²⁴ und hüllten den Norden Boliviens in dichten Rauch. Die bolivianische Regierung erklärte wegen der außer Kontrolle geratenen Brände am 18. August den nationalen Notstand.¹²⁵ In Brasilien gab es im August und September 2010 verglichen mit den Vorjahresmonaten drei- bis viermal so viel Waldbrandherde. Allein im September 2010 zählte die brasilianische Weltraumbehörde 56.543 Brandherde.¹²⁶ Satellitenaufnahmen zeigen, dass die Brände meist Wälder heimsuchten, die an bereits gerodete Flächen angrenzen. Dies weist darauf hin, dass die Feuer ihren Ursprung in Brandrodungen hatten, die sich dann bei der Trockenheit zu unkontrollierbaren Flächenbränden ausweiteten.¹²⁵ In Feuchtregenwäldern wie im Amazonas können kaum Waldbrände auf natürliche Weise entstehen.¹³¹ Die auf Satellitenaufnahmen erkennbaren Feuer (Abbildung 14) sind ein Indikator für den Nutzungsdruck durch Menschen¹²⁷ und befinden sich dort, wo gerade Regenwald gerodet wird. Die stärksten Waldverluste erfolgen entlang einer bogenförmigen „Entwaldungsfront“ am südlichen und südöstlichen Rand des Amazonas-Regenwalds, in den Bundesstaaten Maranhao, Mato Grosso, Para und Rondonia.

Abbildung 14:
Brände im brasilianischen Amazonasgebiet (Amazônia Legal) im Jahr 2015. Daten des Satelliten NOAA.¹⁵
Quelle: INPE; visualisiert mit Google Earth



Die Zahl der Brandherde steigt im Spätsommer stark an (Abbildung 15), meist mit einem Höhepunkt im September.¹³⁰ In der Trockenzeit, die von Juni bis November andauert, können sich die Flammen zu unkontrollierten Flächenbränden ausweiten, besonders wenn die Dürre durch *El Niño*-Ereignisse verschärft wird. Die Trockenperiode hat ihre Ursache in der großräumigen jahreszeitlichen Änderung der Luftströmungen. Im Winter und Frühling steigt warme Luft über dem Amazonasbecken auf. Feuchte Luft aus dem tropischen Nordatlantik strömt nach und kühlt beim Aufsteigen ab. Es bilden sich Wolken und Regen fällt. Im Sommer erwärmt sich der tropische Nordatlantik, woraufhin sich die Luftströme umkehren. Die Luft steigt nun über dem warmen Meer auf und regnet dort ab, während über dem Amazonasbecken trockene Luftmassen absinken. Dauer und Ausmaß der Trockenzeit im Amazonasbecken werden somit von der Temperatur der Meeresoberfläche beeinflusst.¹³¹ Die hat sich seit 1970 um durchschnittlich 0,5 °C erhöht. Im tropischen Atlantik steigt sie seit 2004 im Sommer sogar auf 28 °–30 °C. Gleichzeitig ist zu beobachten, dass die Trockenperiode am Amazonas früher beginnt und länger andauert. Als einer von mehreren Faktoren ist somit insbesondere auch die globale Klimaerwärmung für die Dürre am Amazonas verantwortlich.¹³²

Abbildung 15:
Durchschnittliche
monatliche Zahl
der Waldbrände
von 2000 bis 2015
in Brasilien.
Quelle: INPE¹²⁸



Im indigenen Xingu Park hat es in 2016 (bis Anfang September) schon 3.891-mal gebrannt. Es verbrannten 10 % des 2,6 Mio. ha großen Parks. Zum Vergleich im Jahr 2015 hat es 2.728-mal und im Jahr 2014 2.677-mal gebrannt.

4.6.2 Ursachen

Waldbrände im Amazonasgebiet haben so gut wie nie natürliche Ursachen. Tropische Gewitterstürme werden von heftigen Regenfällen begleitet, sodass eine Entzündung durch Blitzeinschlag äußerst unwahrscheinlich ist.¹³³

Die Waldbrände und die damit einhergehende Waldzerstörung sind vielmehr auf die Umwandlung in zumeist landwirtschaftliche Flächen zurückzuführen. Dabei stünden nach Angaben der Embrapa, dem Forschungsinstitut des brasilianischen Agrarministeriums, 70 Mio. ha offene Flächen der Landwirtschaft zur Verfügung. Allerdings kostet die Pflege eines Hektars ausgelaugten Bodens, damit er wieder bebaut werden kann, 800 Real oder umgerechnet 290 Euro.^{***} Die gleiche Fläche durch Brandrodung zu gewinnen, kostet dagegen nur ein Streichholz.¹³⁴

Zunächst wird der Regenwald von Holzfirmen erschlossen und das vermarktungsfähige Holz eingeschlagen. 2004 wurden allein im brasilianischen Amazonasgebiet 24,6 Mio. Festmeter Holz verarbeitet; 36 % davon waren für den Export bestimmt.¹³⁵ Beim Holzeinschlag bleiben die Äste und nicht verwertbares Holz zurück. Durch die Lücken im Kronendach dringt das Sonnenlicht bis auf den Boden, trocknet den Rest aus und bringt den Schatten gewohnten Unterwuchs zum Absterben. Dadurch werden die verbleibenden Waldreste anfälliger für Feuer. Auf den Straßen, die von den Holzfirmen errichtet wurden, ziehen Siedler nach und beginnen mit der Brandrodung.

Kleinbauern werden meist vertrieben und das Land zunächst für Rinderzucht genutzt. 70 % der gesamten entwaldeten Fläche sind Weideflächen für Rinder. Die Zahl der Rinder im brasilianischen Amazonasgebiet stieg von 27 Mio. im Jahr 1990 auf 64 Mio. im Jahr 2003. Nur 13 % des produzierten Fleisches werden dabei in der Region selbst verbraucht.¹³³ Die Rinderzüchter werden ihrerseits durch den Sojaanbau immer weiter in den Amazonas gedrängt. In Brasilien wuchs die Anbaufläche für Soja von 6,9 Mio. ha Mitte der 1970er-Jahre auf 21,5 Mio. ha in 2009. Die Produktion stieg in diesem Zeitraum von etwas über 12 Mio. t Soja auf 58 Mio. t.¹³⁶ Im darauffolgenden Jahr 2010 lag sie sogar bei 68,5 Mio. t. Gemessen am Wert ist Soja nach Zuckerrohr und Rindfleisch das dritt-wichtigste landwirtschaftliche Produkt Brasiliens.¹³⁷ Ein Großteil des Sojas wird für den Export produziert. 2011 exportierte Brasilien mit 33 Mio. t knapp die Hälfte der brasilianischen Sojaernte. 70 % davon gehen nach China. Weitere wichtige Absatzmärkte sind Spanien und die

*** Wechselkurs vom 30.8.2006

370.819 t des brasilianischen Sojaexports flossen 2011 direkt nach Deutschland. Allerdings importierte Deutschland im gleichen Jahr zusätzlich 616.338 t Soja aus den Niederlanden. Der Großteil davon stammt ebenfalls aus Brasilien.

Niederlande. Nach Deutschland direkt geht gerade einmal 1% des brasilianischen Sojaexports, 370.819 t in 2011. Allerdings importierte Deutschland im gleichen Jahr zusätzlich 616.338 t Soja aus den Niederlanden.¹³⁵ Der Großteil davon stammt ebenfalls aus Brasilien, da in den Niederlanden kein Soja angebaut wird. Das importierte Soja wird hauptsächlich als Viehfutter in der Massentierhaltung verwendet. Es wird erwartet, dass die Sojaanbaufläche in Brasilien bis 2020 auf 30 Mio. ha anwächst.¹³⁴

Nach der Suspendierung der brasilianische Präsidentin Dilma Rousseff und dem Regierungswechsel im Mai 2016 ist unklar, ob die bisherige Politik des Regenwaldschutzes weitergeführt wird. Noch wenige Stunden vor ihrer Suspendierung hat die Präsidentin fünf neue Schutzgebiete im Amazonas mit einer Gesamtgröße von 2,69 Mio. ha ausgewiesen.¹³⁸ Im brasilianischen Parlament allerdings wird derzeit der Verfassungsänderungsvorschlag PEC 215 verhandelt, der es erlauben würde, Schutzgebiete aufzulösen, wenn es kurzfristigen wirtschaftlichen Interessen dient. Es ist zu befürchten, dass mit der Aufweichung des Waldschutzes die Brandrodung und Entwaldung im Amazonasgebiet wieder erheblich ansteigen und damit den positiven Trend der letzten Jahre zunichtemachen wird.¹³⁹

Brandrodung im Amazonasgebiet.



4.6.3 Folgen

Die Waldbrände und Brandrodung im Amazonasbecken verursachen schwere ökologische Schäden und tragen mit dem Ausstoß von Treibhausgasen zum globalen Klimawandel bei. Die Rauchschwaden gefährden die Gesundheit der Menschen, vor allem der Kinder im Amazonasgebiet. Bei einem fortschreitenden Waldverlust drohen regionale Klimaveränderungen. So wird die Zerstörung des Amazonas-Regenwalds als eine der Ursachen für die Trockenheit 2015 in Südbrasilien gesehen.

Großflächige Waldbrände haben in dem empfindlichen Ökosystem des tropischen Regenwalds noch weitaus schwerwiegendere Auswirkungen als in Ökosystemen, die an Feuer angepasst sind, wie Savannen oder Wälder der gemäßigten Klimazone, denn sie verändern die Landschaft nachhaltig. Die ursprüngliche Flora und Fauna des Regenwalds kann sich nicht halten und wird durch eine feueranfällige Vegetation ersetzt.¹⁴⁰ Wiederholte Brände in kurzen Zeitabständen führen schließlich zur Bildung einer Graslandschaft. Diese Veränderung des Lebensraums gefährdet zahlreiche Vögel, Säugetiere und Reptilien, auch wenn sie dem Feuer selbst entkommen konnten.¹³¹

Der Rauch der Waldbrände verhindert Niederschläge und verlängert offenbar die Trockenzeit. Die Trockenheit fördert die Brände. Es entsteht ein gefährlicher Kreislauf.

Es entsteht ein gefährlicher Kreislauf. Denn der Rauch der Waldbrände verhindert Niederschläge und verlängert offenbar die Trockenzeit. Durch den Rauch entstehen in der Atmosphäre zu viele Kondensationskerne, an denen der Wasserdampf kondensiert und Tropfen bildet. Die einzelnen Wassertropfen werden dann nicht schwer genug, um als Regen zu Boden zu fallen.¹⁴¹ Zusätzlich verringert der Waldverlust die Menge an Wasserdampf, die durch den Regenwald an die Atmosphäre abgegeben wird. Die Bäume fördern mit ihren tief reichenden Wurzeln Wasser aus tieferen Erdschichten und verdunsten es über ihre Blätter. Der Wasserdampf kondensiert während des Aufstiegs in die Atmosphäre und regnet noch über dem Regenwald wieder ab. Um diesen Wasserkreislauf aufrecht zu erhalten, muss nach heutigem Kenntnisstand der Regenwald in weiten Teilen erhalten bleiben. Die Entwaldung senkt die Niederschlagsmenge, besonders wenn 30 % oder mehr Fläche entwaldet werden.¹³⁹

Große Bereiche des Amazonas-Regenwaldes befinden sich in einer Situation, in der während der Trockenzeit die Verdunstung durch die Vegetation größer wird als die im gleichen Zeitraum fallenden Niederschläge. Die enorme Speicherkapazität der Vegetation für Niederschläge verhindert, dass Wasserstress entsteht. Bereits ein geringer Rückgang des Niederschlags kann diese Wälder aus dem Gleichgewicht bringen,

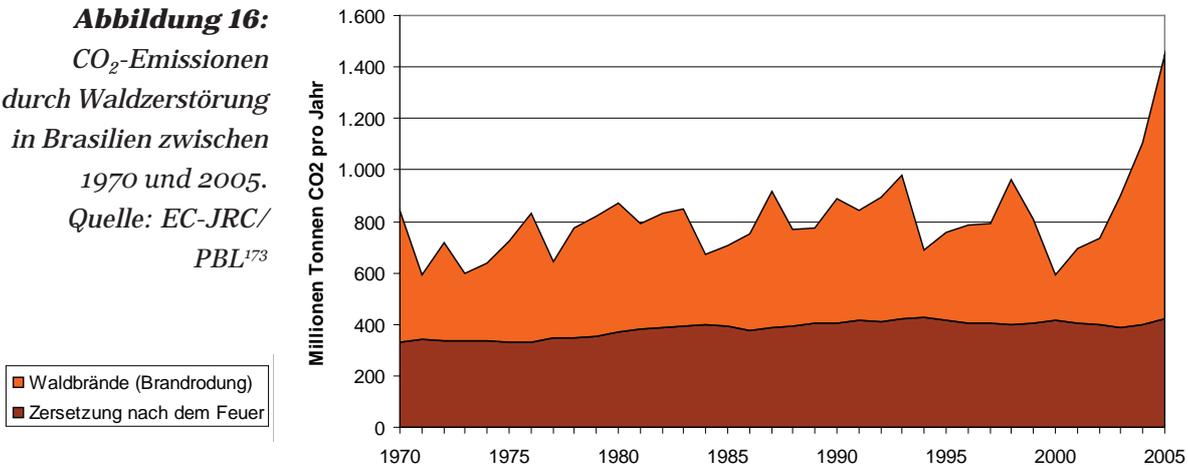
wodurch sie anfälliger für Waldbrände werden und ihre Funktion zur Erhaltung des Wasserkreislaufs nicht mehr wahrnehmen können.¹³⁹

Eine Studie der University of Bristol geht davon aus, dass bei einem Temperaturanstieg von bis zu 2 °C 30 % der Wälder im Amazonasbecken verloren gehen, bei einem Temperaturanstieg über 3 °C sogar mehr als 60 %.

Die Situation wird durch den globalen Klimawandel zusätzlich verschärft. Klimamodelle prognostizieren für das Amazonasbecken einen Temperaturanstieg von 2–3 °C bis zum Jahr 2050, einen Rückgang der Niederschläge während der Trockenzeit und als Folge weit verbreitete Dürren.¹⁴² Eine Studie der University of Bristol geht davon aus, dass bei einem Temperaturanstieg von bis zu 2 °C 30 % der Wälder im Amazonasbecken verloren gehen, bei einem Temperaturanstieg über 3 °C sogar mehr als 60 %.¹⁴³ Zudem besteht die Befürchtung, dass ein globaler Temperaturanstieg zu einem permanenten *El Niño*-Effekt führen könnte.¹⁴⁴ Durch den Anstieg der Oberflächentemperatur des Pazifiks steigen bereits die Häufigkeit und das Ausmaß der *El Niño*-Perioden, was zu schweren Dürren im Amazonasraum führt. Während des *El Niño* 1997 bis 1998 gab es so gut wie keine Regenzeit. Die Niederschläge betrug nur 25 % der normalen Werte. Damit werden die Grundwasserreserven nicht aufgefüllt; die Bäume erhalten keine ausreichende Wasserversorgung von ihren Wurzeln. Infolgedessen verlieren sie einen Teil ihres Blattwerks, wodurch mehr Sonnenlicht durch das Kronendach gelangt und die Austrocknung weiter verschärft. Ein Versuch des Woods Hole Research Center zeigt, dass vor allem große Bäume, die über Jahrhunderte gewachsen sind, um das Kronendach zu erreichen, auf eine mehrjährige Dürre am empfindlichsten reagieren. Im ersten Jahr einer künstlich hervorgerufenen Dürre starb 1 % der Urwaldriesen ab. Im vierten Jahr waren es bereits 9 %. Der Versuch belegt, dass ein Rückgang der Niederschläge den Amazonas-Regenwald in einen in seiner Entwicklung gehemmten niedrigen Wald verwandelt.¹⁴⁵ Gleichzeitig dringt das Sonnenlicht durch die Lücken im Kronendach und trocknet die umgestürzten Bäume aus. Die Kombination aus niedrigem Baumbestand und großen Mengen an trockenem organischem Material auf dem Waldboden macht einen derartigen Wald extrem feueranfällig.¹⁴³ Auf der Versuchsfläche besteht acht bis zehn Wochen pro Jahr extreme Waldbrandgefahr, in den umliegenden Wäldern dagegen nur an zehn Tagen.¹³²

Auch hier besteht ein sich verstärkender Rückkopplungseffekt. Der niedrigere und langsamer wachsende Wald nimmt weniger Kohlendioxid aus der Atmosphäre auf; durch die häufigeren Waldbrände wird mehr Kohlendioxid freigesetzt. Während *El Niño*-Jahren und der damit verbundenen Dürre ist der Amazonas-Regenwald eine Quelle des CO₂-Ausstosses in die Atmosphäre anstatt eine CO₂-Senke wie in der übrigen Zeit.¹⁴⁰

Abbildung 16:
CO₂-Emissionen durch Waldzerstörung in Brasilien zwischen 1970 und 2005.
 Quelle: EC-JRC/
 PBL¹⁷³



Die Brandrodung des Regenwalds im Amazonas trägt spürbar zum globalen CO₂-Ausstoß bei, wie Daten des Joint Research Centre (JRC) der Europäischen Kommission zeigen¹⁷³, die den Zeitraum von 1970 bis 2005 umfassen (Abbildung 16). Zwischen 2000 und 2005 betrug die durchschnittlichen CO₂-Emissionen durch Brandrodung und die nachfolgende Oxidation der ehemaligen Waldböden in Brasilien 911 Mio. t pro Jahr. Dies ist mehr als die gesamten jährlichen CO₂-Emissionen Deutschlands.¹⁴⁶ Im extrem trockenen Jahr 2005 kam es in Brasilien zu einem starken Anstieg der CO₂-Emissionen auf über 1,4 Mrd. t.¹⁷³ Die langfristigen CO₂-Emissionen durch die Trockenheit 2005 werden für das gesamte Amazonasbecken auf knapp 6 Mrd. t geschätzt.¹²³ Damals waren 37% des Amazonasgebiets von der Dürre betroffen. Die Trockenheit 2010 überstieg aber in ihrem Ausmaß noch die von 2005 und suchte 57% des Amazonasbeckens heim. Die langfristigen CO₂-Emissionen durch die Dürre 2010 werden deshalb auf 8 Mrd. t geschätzt.¹²³ Dies entspricht mehr als dem Doppelten der CO₂-Emissionen der EU durch den Verbrauch fossiler Energieträger.¹⁴⁴

4.6.4 Lösungen

Waldbrände im Amazonasgebiet sind Folge von Landnutzungsconflikten. Feuer dient als Werkzeug.

Waldbrände im Amazonasgebiet sind die Folge von Landnutzungskonflikten. Feuer dient als Werkzeug, um Regenwald in Flächen für die Land- und Viehwirtschaft umzuwandeln. Um Waldbrände zu verhüten, ist hier ein umfassender Ansatz notwendig, der vor allem Lösungen der Landnutzungskonflikte enthält. Die politischen Maßnahmen zur Waldbrandverhütung sind aber bisher entweder Reaktionen auf katastrophale Ereignisse oder eng mit den Interessen politischer Parteien verknüpft. In einem umfassenden Ansatz müsste die Politik und Gesetzgebung bezüglich der Agrarindustrie, dem Abbau von Bodenschätzen und der Verkehrsplanung reformiert und umgesetzt werden.¹³¹ Dazu gehören

besonders eine abgestimmte Landnutzungsplanung sowie die Schaffung von internationalen Finanzierungsinstrumenten, die einen Anreiz für nationale Regierungen darstellen, ihre Entwaldungsraten unter einen festgelegten Schwellenwert zu reduzieren. In Südamerika gibt es eine Vielzahl von Gesetzen zur Waldbrandverhütung und zum Erhalt der Wälder. Die meisten davon können nicht umgesetzt werden, da sie entweder unvollständig sind, weil weiterführende Verordnungen zur Umsetzung und Kapazitäten fehlen oder weil keine Verantwortlichkeiten für die Umsetzung zugewiesen werden. Oftmals wird die Umsetzung auch durch politische Instabilität und weitverbreitete Korruption erschwert.¹³¹

Im Rahmen der UN-Konferenz zum Schutz der biologischen Vielfalt (CBD) 2008 in Bonn verpflichtete sich der brasilianische Umweltminister Carlos Minc gegenüber dem WWF, den Netto-Waldverlust bis 2020 zu stoppen.¹⁴⁷ Zur Finanzierung der Maßnahmen zum Waldschutz gründete die brasilianische Regierung unter Präsident Lula im August 2008 den Amazonas-Fond, der aus Spenden von Regierungen, der Wirtschaft und Privatpersonen aufgebaut wird und bis 2021 ein Volumen von 21 Mrd. US-Dollar umfassen soll. Der Fond soll für Brasilien, aber auch für andere Tropenwaldländer einen Anreiz schaffen, den Ausstoß von Treibhausgasen durch Regenwaldzerstörung freiwillig zu reduzieren.¹⁴⁸ Norwegen spendete dem Fond in Raten bis 2015 eine Milliarde US-Dollar als Anerkennung für den Erfolg Brasiliens, die Entwaldung zu verringern.¹⁴⁹ Die deutsche Bundesregierung unterstützt den Amazonasfond mit 18 Mio. Euro, wie im Dezember 2009 beim Staatsbesuch des brasilianischen Präsidenten vereinbart wurde.¹⁵⁰

Für eine erfolgsversprechende Lösung ist die Einbindung aller betroffenen Interessensgruppen notwendig. So werden beispielsweise im Entwaldungsbogen des südlichen Amazonas Partnerschaften zwischen staatlichen Behörden von der Bundes- bis hin zur Gemeindeebene und Nichtregierungsorganisationen gefördert. Gleichzeitig werden Maßnahmen dezentralisiert und auf die lokale Ebene verlagert, um einen verbesserten Schutz des Regenwaldes zu erreichen.¹³¹

Nach Ansicht der Food and Agriculture Organisation ist besonders die freiwillige Waldzertifizierung ein starker Ansporn zum Schutz der Wälder im Amazonasbecken.

Daneben sind Initiativen des Privatsektors zur nachhaltigen Landnutzung ein weiterer erfolgsversprechender Ansatz. Nach Ansicht der FAO ist besonders die freiwillige Waldzertifizierung ein starker Ansporn zum Schutz der Wälder im Amazonasbecken. In Bolivien arbeiten beispielsweise zertifizierte Waldbesitzer eng mit der lokalen Bevölkerung zusammen. Brände können so erkannt und bekämpft werden, bevor sie auf den Wald übergreifen.¹³¹ Da mehr als ein Drittel des im Amazonasgebiet eingeschlagenen Holzes exportiert wird, kann die Nachfrage nach

glaubwürdig zertifiziertem Holz in den westlichen Industrieländern den Prozess der Waldzertifizierung im Amazonas weiter vorantreiben. Bisher garantiert nach Ansicht des WWF und vieler weiterer Umweltorganisationen nur das Zertifikat des *Forest Stewardship Council* (FSC) die Holzherkunft aus einer verantwortungsvolleren Waldbewirtschaftung.

Neben nachhaltiger Landnutzung müssen Schutzgebiete ausgewiesen werden, um den Amazonas-Regenwald über der kritischen Größe zu erhalten, ab der ein sich verstärkender Rückkopplungseffekt zwischen Waldbränden und regionalem und globalem Klimawandel einsetzt.

Neben einer nachhaltigen Landnutzung müssen großflächige Schutzgebiete ausgewiesen werden, um den Amazonas-Regenwald über der kritischen Größe zu erhalten, ab der ein sich verstärkender Rückkopplungseffekt zwischen Waldbränden und regionalem und globalem Klimawandel einsetzt. Der WWF arbeitet seit Langem auf den verschiedenen Ebenen für die Rettung des Amazonasgebietes. 1998 erhielt der WWF von der brasilianischen Regierung die Zusage, 10 % des Amazonas-Regenwaldes unter Schutz zu stellen. In der Folge wurde unter maßgeblicher Beteiligung des WWF eines der weltweit ambitioniertesten Naturschutz-Programme ins Leben gerufen: das „Amazon Region Protected Areas“ (ARPA)-Programm. Ziel des Programms ist es, ein Netzwerk von Schutzgebieten dauerhaft zu etablieren, das mit einer Fläche von 60 Mio. ha größer als Frankreich ist. Bislang wurden 50 Mio. ha Schutzgebiete ausgewiesen. Gut 9 Mio. ha davon sind Schutzzonen, in denen Holz und Nichtholzprodukte nachhaltig genutzt werden. Die langfristige Finanzierung der Schutzgebiete wird aus der Rendite eines Fonds sichergestellt, der aus privaten Spenden und aus Geldern internationaler Geberorganisationen aufgebaut wird. Der WWF Deutschland hat für eine der ARPA-Schutzgebietslandschaften die Verantwortung übernommen und ist seit 2006 für den über 1,9 Mio. ha großen Juruena-Nationalpark und das aus neun Schutzgebieten bestehende Apuí-Mosaik in der Größe von 2,4 Mio. ha zuständig.

Intakte Regenwaldlandschaft mit geringer Brandgefährdung.



4.7 Indonesien / Südostasien

4.7.1 Aktueller Stand

Fast immer sind die Brände Südostasiens Menschenwerk, die das Ziel verfolgen, durch Brandrodung andere Formen der Landnutzung vorzubereiten.

Südostasien verfügt über keine typischen Feuerlandschaften, in denen Waldbrände als natürliche Phänomene auftreten. Die dortige Vegetation ist nicht an Feuer angepasst. Fast immer sind die Brände Südostasiens Menschenwerk, die das Ziel verfolgen, durch Brandrodung aus immergrünen Regenwald Plantagen zu machen oder andere Formen der Landnutzung vorzubereiten. Indonesien ist das von Entwaldung und Waldbränden am stärksten betroffene Land Südostasiens. Jedes Jahr brennt es auf allen besiedelten Inseln. Im „Brennpunkt“ stehen besonders Sumatra und Kalimantan, der indonesische Teil der Insel Borneo.¹⁵¹

Wenn sich die Trockenzeit durch die Effekte eines starken *El Niños* verschärft, nimmt die Zahl der Waldbrände in Indonesien katastrophale Ausmaße an. Als *El Niño* bezeichnet man ein Klimaphänomen, das aus veränderten Warmwasserströmen entlang des Pazifiks entsteht und regelmäßig etwa alle 10 Jahre auftritt. *Der El Niño* transportiert warmes Wasser aus dem westlichen Pazifik (Indonesien und Australien) in den östlichen (Westküste Amerikas). Damit kehrt sich das normale Strömungsmuster um. Es kommt zu Dürren in Südostasien, wodurch die Flammen einen Nährboden finden und sich unkontrolliert ausbreiten können. Bereits 1997/1998 und 2006 konnten sich so die Brandrodungen zu gewaltigen Flächenbränden ausweiten, mit dramatischen Folgen für Mensch und Natur.

Die verheerenden Waldbrände, die Ende Juni 2015 ihren Anfang nahmen und erst mit Beginn der Regenzeit im November 2015 weitgehend unter Kontrolle gebracht wurden, reichten in ihrem Ausmaß an die Katastrophenjahre 1997/1998 und 2006 heran. Per Satellit wurden knapp 140.000 Brandherde entdeckt, ausgelöst durch Brandrodung des Regenwaldes. 10% der Feuer brannten in Schutzgebieten. Ihren Höhepunkt erreichten die Brände im September und Oktober.¹⁵ Nach Angaben des indonesischen Forstministeriums verbrannten von Juni bis Oktober mehr als 2,6 Mio. ha Land.¹⁸⁶ Das entspricht einem Viertel der Waldfläche Deutschlands. 41% der Feuer lagen in Torfmoorgebieten, wo Brände einen besonders hohen Ausstoß an klimaschädlichen Treibhausgasen verursachen. Insgesamt werden die Emissionen, die durch die Waldbrände in Indonesien 2015 verursacht wurden, auf 1.750 t CO₂-Äquivalente (CO_{2e}) geschätzt.¹⁵⁴ Dies entspricht fast der doppelten Menge der Treibhausgasemissionen Deutschlands von 908 Mio. t CO₂-Äquivalenten in 2015.¹⁵⁵ Die Brände kosten Indonesien laut der Weltbank 16,1 Mrd. USD durch die Auswir-

kungen auf Handel, Tourismus, Landwirtschaft und Forstwirtschaft einschließlich akuter Kosten im Bereich Gesundheit (Atembeschwerden; 19 direkte Todesfälle), Umwelt (Verlust an Kohlenstoffspeicher) und der Feuerbekämpfungskosten. Noch nicht eingerechnet sind in dieser Schadenssumme langfristige Gesundheitskosten und Einbußen an ökosystemaren Dienstleistungen sowie die regionalen und globalen Schäden außerhalb Indonesiens. Die Folgekosten der Brände sind damit mehr als doppelt so hoch wie die Kosten für den Wiederaufbau nach dem Tsunami 2004.¹⁸⁶ Die Treibhausgas-Emissionen aus den indonesischen Waldbränden überstiegen an 26 von 44 Tagen zwischen Anfang September und Mitte Oktober 2015 sogar den durchschnittlichen täglichen CO₂-Ausstoß der USA.¹⁵⁶

**Seit 1990 verlor
Indonesien 27,5 Mio. ha
Wald durch Abholzung,
Brände und Umwand-
lung in Holz-, Papier-
und Ölpalplantagen.**

Seit 1990 verlor Indonesien 27,5 Mio. ha Wald durch Abholzung, Brände und Umwandlung in Holz-, Papier- und Ölpalplantagen. 1990 waren noch zwei Drittel des Inselreiches mit Wald bedeckt, 2015 nur noch die Hälfte. Die verbleibenden 91 Mio. ha Wald bestehen wiederum nur zu 50 % aus unberührten Primärwäldern. Die andere Hälfte ist bereits durch Holzeinschlag und andere Eingriffe des Menschen degradiert.¹⁵⁷ Meist werden zunächst die wertvollen Devisen bringenden Holzarten zum Handelszweck eingeschlagen, die den geringsten Teil der oberirdischen Biomasse ausmachen. Der Rest wird verbrannt. In Trockenperioden entstehen dann unkontrollierte Flächenbrände.

Torfmoorwälder sind in *El Niño*-Jahren besonders durch Brände bedroht. Als Torfmoorwälder werden Regenwälder bezeichnet, die auf Torfböden im Tiefland Indonesiens wachsen. Dort befinden sich ausgedehnte Torfmoore, die eine Fläche von über 22,5 Mio. ha umfassen. Das entspricht 12 % der indonesischen Landfläche und über 50 % des Tieflands.¹⁵⁸ Durch das geringe Gefälle stauen sich in der Regenzeit die Wassermassen, die aus dem Landesinneren in die Küstenebenen strömen. Über Jahrtausende konnten sich so mächtige Torfkörper mit einer Dicke von bis zu 20 Metern bilden.¹⁵⁹ Knapp die Hälfte der Brände, die 2015 bis Ende Oktober entdeckt wurden, befand sich in Torfwäldern.¹⁵⁰ Feuer, mit dem ursprünglich die verbliebenen Holzreste nach einem Kahlschlag verbrannt werden sollten, dringen in den Torf ein und können dort, lange nachdem das Oberflächenfeuer abgebrannt ist, weiter schwelen. Dichte Rauchwolken werden so verursacht. 94 % des gesamten Brandsmogs 1997/98 stammten aus solchen Schwelbränden in den Torfwäldern Ostsumatras und Südkalimantans.¹⁷²

Die Brandbekämpfung beschränkt sich auf das Oberflächenfeuer. Das Löschen der in der Tiefe schwelenden Torfbrände, die den Hauptteil des Rauches erzeugen, erfordert eine spezielle Ausrüstung oder ausreichend Zeit, um die brennenden Torfschichten zu isolieren oder mit Wasser zu fluten. Eine schnelle Bekämpfung aus der Luft mit Löschflugzeugen verspricht hier keinen Erfolg.¹⁶⁰ Die brennenden Torfschichten können nach Ansicht des *Global Fire Monitoring Centre* (GFMC) dazu führen, dass sich tiefer gelegene Küstengebiete weiter absenken und vom Meerwasser überflutet werden. Die Biodiversität würde so wertvolle Landstriche verlieren. Die Brandvorbeugung, die Überwachung des Brandverbots und dessen Durchsetzung sollte deshalb in diesem empfindlichen Ökosystem höchste Priorität haben.¹⁶¹

4.7.2 Ursachen

Die einzige natürliche Ursache, die es für Brände auf Indonesien gibt, sind die brennenden Kohleflöze. Diese sind bereits in der letzten Eiszeit, als es im Tiefland Indonesiens wesentlich trockener war, durch Blitzschlag und andere natürliche Einwirkungen in Brand geraten und schwelen teilweise schon seit 17.000 Jahren. In Zeiten extremer Trockenheit entzündeten womöglich diese unterirdischen Schwelbrände trockenes Laub und Äste am Waldboden und entfachten so einen Waldbrand.¹⁶² Beim Großteil der Waldbrände in Indonesien handelt es sich jedoch um von Menschen gemachte Umweltkatastrophen. Die Ursachen für die zunehmenden Waldbrände sind in Indonesien selbst zu finden. Sie begründen sich auch in der Entwicklung globaler Märkte, denn Rohstoffe wie Zellstoff, Kautschuk oder Palmöl, für deren Herstellung auf riesigen Plantagen indonesische Wälder weichen müssen, sind weltweite Handelsprodukte.

Ein Viertel der Brände, die 2015 bis Ende Oktober entdeckt wurden, befanden sich in Zellstoffplantagen und weitere 4 % auf Konzessionsflächen für Holzeinschlag. 10 % der Brände loderten auf Konzessionsflächen für Palmölplantagen.¹⁵⁰ Eine Auswertung der Satellitenbilder von der indonesischen Insel Sumatra zeigt, dass 39 % der dortigen Waldbrände auf Konzessionsflächen des Zellstoff- und Papierproduzenten APP, einem Unternehmen der multinationalen Sinar Mas-Gruppe und seiner Zulieferer lagen. Von den Bränden in Sumatras Torfwäldern entfielen sogar über die Hälfte, 53 %, auf die Zulieferer von APP/Sinar Mas.¹⁶³ Einem der Zulieferer, PT Bumi Mekar Hijau, entzog das Forstministerium bis auf Weiteres die Lizenz. Die Klage des Ministeriums auf 797 Mio. US-Dollar Schadenersatz wurde von einem Distriktgericht im Dezember 2015 zunächst abgelehnt. Das Ministerium gedenkt allerdings in Berufung zu gehen.¹⁶⁴

Zu den Haupthindernissen bei einer wirksamen Kontrolle der Brände und der Verfolgung der Verursacher zählen das schwache Justizsystem und die schwache Exekutive in Indonesien.

Zu den Haupthindernissen bei einer wirksamen Kontrolle der Brände und der Verfolgung der Verursacher zählen das schwache Justizsystem und die schwache Exekutive des Landes.¹⁶⁵ Die weitverbreitete Korruption tut ein Übriges. Im Korruptionsindex von *Transparency International*, der von 0 Punkten für hochkorrupt bis 100 Punkte für nicht korrupt reicht, erreicht Indonesien gerade einmal 34 Punkte und befindet sich damit auf dem gleichen Platz mit Ländern wie Argentinien.¹⁶⁶ Plantagenbetreiber, die Waldbrände verursachen, haben äußerst selten Sanktionen zu fürchten. Nur in einzelnen Fällen ist es Nichtregierungsorganisationen (NRO) und lokalen Gemeinden gelungen, dass erfolgreiche Plantagenunternehmen wegen Umweltzerstörung infolge von Brandstiftung vor Gericht belangt werden. So bestätigte im August 2015 der oberste Gerichtshof Indonesiens endgültig eine Rekordstrafe von 25,6 Mio. US-Dollar gegen die indonesische Palmölfirma PT Kallista Alam.¹⁶⁷

In der Vergangenheit beschränkten sich die westlichen Industriestaaten als Geberländer Indonesiens im Rahmen ihrer Entwicklungszusammenarbeit meist auf rein technische Ansätze.

In der Vergangenheit beschränkten sich die westlichen Industriestaaten als Geberländer Indonesiens im Rahmen ihrer Entwicklungszusammenarbeit meist auf rein technische Ansätze.¹⁶³ In ihren offiziellen Hilfsbemühungen beließen sie es zumeist bei der Bekämpfung von Symptomen. So wurde zum Beispiel der Einsatz von Flugzeugen diskutiert, die als Wasserbomber die Brände löschen sollten. Änderungen im Holzeinschlag- und Plantagensystem selbst sowie in der sozialen und politischen Landnutzungs- und Pachtstruktur konnten aber gegen die starken bisherigen Interessenvertreter politisch bisher nicht durchgesetzt werden. Im Nachgang der Brände hat der indonesische Präsident einen Bann auf neue Abholzungen und Umwandlungen in Torfgebieten gelegt, allerdings ohne gesetzliche Durchgriffsrechte. Im Mai 2016 hat er ein Moratorium zur Erteilung neuer Palmöl- und Kohlelizenzen und eine Prüfung bereits

Änderungen im Holzeinschlag- und Plantagensystem sowie in der sozialen und politischen Landnutzungs- und Pachtstruktur können gegen die starken Interessenvertreter politisch bisher nicht durchgesetzt werden.



Plantagenbetreiber stecken ihre Besitzansprüche ab, indem sie Gemeindeland abbrennen.

vergebener Lizenzen verkündet. Es bleibt zu sehen, ob sich dieses Mal die Zentralregierung (Präsident) gegen die Interessenvertreter der Industrie durchsetzen kann.¹⁶⁸ Inzwischen wird immer deutlicher, dass die Brandprävention forciert werden muss, damit solche Katastrophen, die sich nur unzureichend bekämpfen lassen, gar nicht erst eintreten.

Weitverbreitete zerstörerische Holzeinschläge, großflächige Brandrodungen durch Agrarindustriunternehmen und der traditionelle Wanderfeldbau der lokalen Bevölkerung sind unmittelbaren Ursachen der Waldbrände. Die Expansion der Flächen, die von Agrarunternehmen im industriellen Maßstab bewirtschaftet werden, führt zu Konflikten mit der Bevölkerung um Besitzrechte und Nutzung der natürlichen Ressourcen. Brandstiftung wird dabei als Waffe von beiden Seiten eingesetzt. Plantagenbetreiber stecken ihre Besitzansprüche ab, indem sie Gemeindeland abbrennen. Verbitterte Bewohner wiederum rächen sich mit der Zerstörung von Camps und Plantagen, die ohne ihre Zustimmung errichtet wurden.¹⁶³

Es steht zu befürchten, dass sich diese Entwicklung durch den weltweiten Boom der Papierindustrie und der wachsenden Nachfrage nach „Bio“-Treibstoffen weiter verstärkt. Die meisten westlichen Industrieländer sowie China sind nicht in der Lage, ihren Bedarf an nachwachsenden Rohstoffen aus eigener Produktion zu decken und setzen verstärkt auf den Import. Nachwachsende Rohstoffe, die fossile Energieträger ersetzen, können dazu beitragen, den Ausstoß von Kohlendioxid zu senken und die Auswirkungen des bereits stattfindenden Klimawandels abzumildern. Dies gilt jedoch nicht für den Fall, dass zuvor für den Anbau nachwachsender Rohstoffe tropischer Regenwald gerodet und damit gewaltige Mengen CO₂ freigesetzt wurden. Wird weiterhin, wie das bisher vornehmlich der Fall war, tropischer Naturwald für Neuplantagen vernichtet, lassen sich nur dann fossile Energie und Treibhausgase einsparen, wenn die Plantagen über lange Zeiträume oder mehrere Anbauzyklen (bei der Ölpalme beträgt ein Zyklus ca. 25 Jahre) bewirtschaftet werden. Aus den bisher gemachten Erfahrungen in Indonesien lässt sich diese Forderung nicht herleiten.¹⁶⁹

4.7.3 Folgen

4.7.3.1 Ökologische Folgen

Die Brände 2015 zerstörten 2,6 Mio. ha Tropenwald, der Lebensraum für bedrohte Tierarten war, etwa für Asiatische Elefanten (*Elephas maximus*), Tiger (*Panthera tigris*), Nashörner (*Dicerorhinus sumatrensis harrissoni*)

Auf Kalimantan (Borneo) waren Orang-Utan-Habitats schwer von Feuer und Rauch betroffen, darunter die Nationalparks Sebangau, Gunung Palung und Tanjung Puting.

und Orang-Utans (*Pongo spec.*). Auf Kalimantan waren Orang-Utan-Habitats schwer von Feuer und Rauch betroffen. Der dichte Rauch hatte gravierende Auswirkungen auf Gesundheit und das Verhalten der Orang-Utans. Auf Sumatra waren bedeutende Elefanten- und Tigerhabitats dem Rauch und Flammen ausgesetzt, darunter der Tesso Nilo-Nationalpark. Im Way Kambas-Nationalpark verbrannte Lebensraum des Sumatra-Nashorns.¹⁶⁷

Bereits die massiven Brände 1997–1998 hatten dramatische Auswirkungen auf die Tierwelt und auf verschiedene Schutzgebiete, darunter die Nationalparks Kutai und Tanjung Puting auf Kalimantan. Unbeschädigter Naturwald ist eigentlich weit feuerresistenter als aufgelichteter Wald oder Plantagen. Trotz des Schutzgebietsstatus wurde allerdings auf beträchtlichen Flächen illegal gerodet, weshalb manche Nationalparks vom Feuer stark in Mitleidenschaft gezogen werden konnten.

Bei den Waldbränden 1997/1998 befanden sich ungefähr 40 % der gesamten Brandherde auf Kalimantan innerhalb von Orang-Utan-Gebieten. Damals verendeten vermutlich bis zu einem Drittel der Orang-Utans auf Borneo unmittelbar oder an den Folgen der Brände. Heute leben nach Schätzungen nicht einmal mehr 55.000 Orang-Utans auf ganz Borneo. Die Brände 1997 und 1998 breiteten sich auch auf die Schutzgebiete aus, in denen Sumatra-Nashörner leben. In ganz Asien leben nur noch weniger als 2.900 der drei asiatischen Nashornarten die Wildnis. Die am stärksten gefährdete Art, das Sumatra-Nashorn, wurde von geschätzten 600 Tieren 1994 auf heute maximal 100 dezimiert. Von der Borneo-Unterart des Sumatra-Nashorns hat wohl keines im Nordteil der Insel überlebt. Im Osten Borneos gibt es eventuell noch bis zu 15 Tiere. Asiatische Elefanten, die ebenfalls auf Sumatra und Borneo vorkommen, könnten dort aussterben, sollte die Zerstörung ihres bevorzugten Lebensraumes, die Mischung aus Grasland und Wald, andauern. Das gleiche Schicksal droht dem Sumatra-Tiger, der letzten überlebenden Unterart des Tigers auf Indonesien. Auf Bali und Java wurden die Tiger bereits im vorigen Jahrhundert ausgerottet. Auf Sumatra leben derzeit noch ca. 370 Tiere: Doch bedroht die fortschreitende Lebensraumzerstörung auch ihr Überleben.

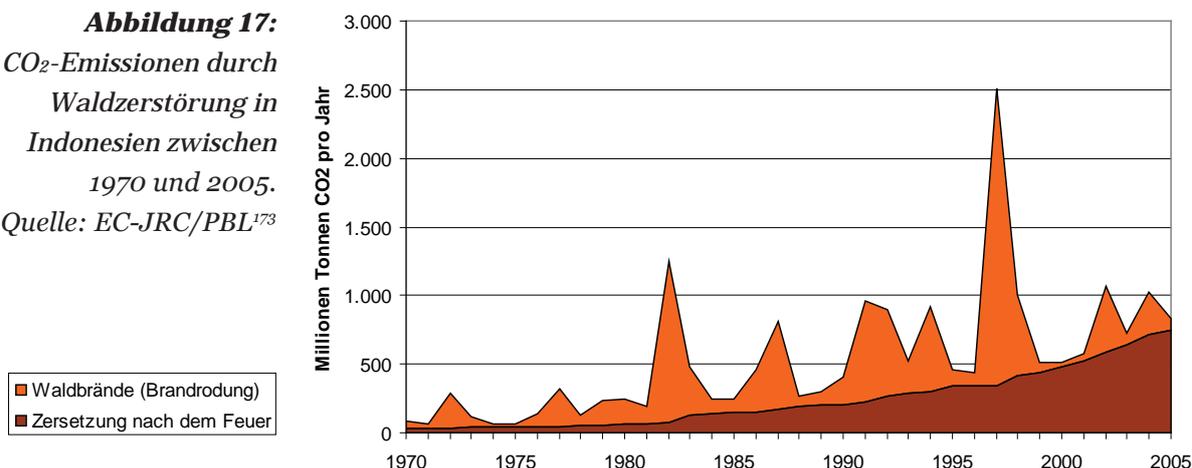
4.7.3.2 Klimawandel

Bezieht man die Waldzerstörung mit ein, dann belegte Indonesien Platz 5 der weltweit größten Treibhausgas-Emittenten, nach China, USA, Indien und Russland.¹⁷¹ Wegen der aktuellen Brände jedoch hat Indonesien 2015 Russland von Platz 4 verdrängt.¹⁷² Nach Angaben der FAO bindet

die ober- und unterirdische Biomasse der auf Mineralböden wachsenden indonesischen Wälder allein 12,5 Mrd. t Kohlenstoff⁶¹, die im Falle der Waldzerstörung als Kohlendioxid freigesetzt werden. Eine vollständige Freisetzung würde dem 1,3-fachen des weltweiten Kohlendioxidausstoßes des Jahres 2013 entsprechen.^{****} 1990 betrug die Kohlenstoffmenge, die in den indonesischen Wäldern gespeichert war, noch über 17 Mrd. t.⁶¹ Ein Viertel davon wurde in den letzten 25 Jahren bereits als Treibhausgase in die Atmosphäre freigesetzt.

Das größte terrestrische Kohlenstoffreservoir in Südostasien sind die **Torfmoorwälder** Indonesiens. Im Durchschnitt speichern tropische Torfmoorwälder etwa zehnmal so viel Kohlenstoff wie gleichgroße tropische Wälder auf Mineralböden.¹⁷³ Insgesamt summiert sich die Kohlenstoffspeicherung der indonesischen Torfmoorwälder auf gigantische 55 bis 61 Mrd. t.¹⁷⁴ Oftmals greifen Waldbrände auf die Torfböden über. Torfbrände lassen sich nur sehr schwer löschen. Die Emissionen daraus verursachen die grenzüberschreitenden Smogbelastungen in Südostasien.¹⁷⁵ Verschiedene Studien zeigen, dass bei Torfbränden bis zu fünfzigmal so viel Emissionen freigesetzt werden wie bei Bränden der Vegetation. Bei den verheerenden Bränden 1997 waren Torfgebiete mit einem Anteil von 20 % der Brandfläche betroffen. Es entstanden dort aber 94 % der gesamten Emissionen.¹⁷² Allein durch die Brände wurden 1997 knapp 2,2 Mrd. t CO₂ freigesetzt.¹⁷⁶

Abbildung 17:
CO₂-Emissionen durch
Waldzerstörung in
Indonesien zwischen
1970 und 2005.
Quelle: EC-JRC/PBL¹⁷³



Nach den Bränden entstehen durch Oxidation der entwaldeten Torfböden weitere CO₂-Emissionen. Diese sind in den vergangenen Jahren immer stärker angestiegen und liegen mittlerweile deutlich über den direkt bei der Brandrodung entstehenden Emissionen (Abbildung 17).

^{****} 12,5 Mrd. t Kohlenstoff entsprechen 45,8 Mrd. t CO₂. 2013 betrug der globale CO₂-Ausstoß 35,3 Mrd. t.

Zwischen 2000 und 2005 betrug die Emissionen Indonesiens durch Waldzerstörung und Oxidation der Torfböden im Durchschnitt knapp 800 Mio. t CO₂ pro Jahr und entsprechen damit fast den jährlichen CO₂-Emissionen Deutschlands. 22 % der CO₂-Emissionen entstanden bei den Bränden, aber 78 % als Folge der Brandrodung durch die Zersetzung der Torfböden nach dem Feuer.¹⁷³ Die CO₂-Emissionen durch Oxidation der entwaldeten Böden sind allein von 2000 bis 2005 um 57 % gestiegen, von 478.000 t auf über 750.000 t pro Jahr.

Die Provinz Riau, auf der indonesischen Insel Sumatra, verlor in den letzten 25 Jahren 65 % seiner Waldfläche durch Brandrodung für Zellstoff- und Palmölplantagen. Allein diese eine indonesische Provinz produziert damit pro Jahr mehr CO₂, als in Deutschland eingespart wird, um das Kyoto-Ziel zu erreichen.

Allein in der Provinz Riau, auf der indonesischen Insel Sumatra, wurden zwischen 1990 und 2007 insgesamt 3,66 Mrd. t CO₂ durch Waldzerstörung und Änderung der Landnutzung in die Atmosphäre freigesetzt. Davon lassen sich 1,17 Mrd. t CO₂ der Brandrodung zuschreiben und 0,32 Mrd. t CO₂ der Degradierung und Auflichtung der Wälder. Weitere 1,39 Mrd. t CO₂ wurden durch brennende Torfböden freigesetzt, zusätzlich 0,78 Mrd. t CO₂ durch Zersetzungsprozesse in trocken gelegten Torfböden. Die treibende Kraft für die Waldzerstörung in Riau ist die Zellstoff- und Palmölindustrie. Die Zellstoff- und Palmölplantagen, die im gleichen Zeitraum auf den gerodeten Waldflächen in der Provinz angelegt wurden, konnten gerade einmal 0,24 Mrd. t CO₂ binden, also weniger als 10 % der Menge, die durch Brandrodung und die dadurch ausgelösten Prozesse freigesetzt wurde.¹⁷⁷

Riau verlor in den letzten 25 Jahren 65 % seiner Waldfläche durch Brandrodung für Zellstoff- und Palmölplantagen. Allein diese eine indonesische Provinz produziert damit pro Jahr mehr CO₂, als in Deutschland eingespart wird, um das Kyoto-Ziel zu erreichen!¹⁷⁴

4.7.3.3 Wirtschaftliche und gesundheitliche Folgen des Brandsmogs

Die Waldbrände und der Rauchsmog verursachen beträchtliche wirtschaftliche Schäden. Die Bekämpfung der Brände bis Oktober 2015 hat Indonesien bereits 200 Mio. US-Dollar gekostet. Berücksichtigt man die Auswirkungen auf Tourismus, Land- und Forstwirtschaft, Gesundheit und Verkehrssektor, werden die wirtschaftlichen Schäden auf 14 Mrd. US-Dollar geschätzt. Die dichten Rauchschwaden, die durch die Brände entstanden, zogen ab September nicht nur Indonesien, sondern auch die benachbarten Staaten wie Malaysia, Singapur, Thailand und Brunei in Mitleidenschaft. Am 4. September wurde aufgrund des Rauchs der Notstand in sechs indonesischen Provinzen auf Sumatra und Borneo ausgerufen.¹⁷⁸ 43 Mio. Menschen waren allein auf Indonesien dem Rauch ausgesetzt. Über eine halbe Million Menschen trugen Atemwegserkrankungen

davon, mindestens 10 Menschen starben.¹⁷⁹ Im Nachbarstaat Malaysia schlossen im September und Oktober vorübergehend die Schulen. Der Stadtmarathon in Kuala Lumpur wurde abgesagt. Zahlreiche Flüge fielen wegen des Rauchs aus.¹⁸⁰

4.7.4 Lösungen

Die mangelhafte Rechtsdurchsetzung und die weitverbreitete Korruption erschweren jeden Versuch, die Ursachen der Waldbrände an den Wurzeln zu packen.

In einem internationalen Brandpräventionsprojekt kamen Experten zum Ergebnis, dass die wichtigste Lösung zur Verhinderung von Indonesiens Waldbränden darin zu finden sei, dass man zu einer verbesserten Landnutzungsplanung auf lokaler Ebene unter Einbindung der lokalen Gemeinden übergehe. Das Ziel sollte darin bestehen, ein gesundes Gleichgewicht zu erreichen zwischen der Einteilung von Land für permanenten Wald, kleinbäuerliche Land- und Agroforstwirtschaft, Forstwirtschaft, Plantagen und Besiedelung. Die mangelhafte Rechtsdurchsetzung und die weitverbreitete Korruption erschweren jedoch jeden Versuch, die Ursachen der Waldbrände an den Wurzeln zu packen und zugleich zu einer nachhaltigen Waldbewirtschaftung zu gelangen.

Auch die Privatwirtschaft, die große Landflächen bewirtschaftet, die notwendigen Ressourcen und das Expertenwissen besitzt, muss ihre Verantwortung beim Brandmanagement wahrnehmen. Gefordert sind damit indonesische Unternehmen der Holz-, Papier-, Zellstoff- sowie der Palmölindustrie, die in einem globalisierten Markt operieren. Solche Firmen, ebenso ihre Geschäftspartner in anderen Ländern, müssen ihre Maßnahmen an eindeutigen und nachprüfbaren Kriterien, wie dem Verbot der Umwandlung von Wäldern mit hohem Schutzwert ausrichten. Im Holz- und Papiersektor garantiert das FSC-Zertifikat**** den internationalen Abnehmern und Konsumenten eine verantwortungsvolle Waldbewirtschaftung in den Herkunftsländern und verhindert Brandrodung. Bei Palmöl ist die Zertifizierung nach den Kriterien des RSPO (Roundtable on Sustainable Palmoil) ein Versuch, ökologische und soziale Mindeststandards bei der Bewirtschaftung zu verankern. Dazu gehört, dass die Anlage neuer Plantagen auf kürzlich brandgerodeten Regenwaldflächen zum Tabu erklärt wird. Der Anteil von Bränden auf Konzessionsflächen war aber trotzdem mehrfach erhöht. Zudem fanden sich unter den bis Ende Oktober 2015 entdeckten 3.296 Bränden auf Palmölkonzessionsflächen auch viele Flächen, die RSPO zertifiziert sind^{150 189}

**** www.fsc.org

Eine Studie des WWF zeigt, dass bisher nur vier von 18 Banken in Indonesien, Malaysia und Singapur ökologische Kriterien ihrer Entscheidung über eine Kreditvergabe zugrunde legen

Eine Schlüsselrolle kommt auch den Kreditinstituten zu, die die Unternehmen mit Finanzkapital versorgen. Eine im Mai 2015 erschienene Studie des WWF zeigt, dass bisher nur vier von 18 Banken in Indonesien, Malaysia und Singapur ökologische Kriterien ihrer Entscheidung über eine Kreditvergabe zugrunde legen.¹⁸¹ Angesichts der verheerenden Waldbrände in Indonesien, deren Rauchschwaden selbst das Geschäftsleben im angrenzenden Singapur in Nebel hüllten, kündigte der Bankenverband Anfang Oktober 2015 an, Richtlinien für eine verantwortungsvolle Kreditvergabe zu entwickeln.¹⁸² Inwieweit diese freiwilligen Richtlinien eingehalten werden, wenn sich der Rauch wieder gelegt hat, wird die Zukunft zeigen.

Den ländlichen Gemeinden müssen stärkere Anreize geboten werden, lokale Brände zu verhindern beziehungsweise zu bekämpfen. Eine Grundvoraussetzung dafür ist die Klärung und Festschreibung der Landrechte. Gleichzeitig müssen für den traditionellen Einsatz von Feuer zur Pflege und Reinigung landwirtschaftlicher Flächen Methoden entwickelt werden, die an die heutigen Gegebenheiten angepasst und ökologisch verträglich sind.

Um den Erfolg der Maßnahmen beurteilen zu können, sind regelmäßiges Monitoring und Datenerfassung unerlässlich. Das Informationssystem über Brände und Dürren sollte daher erheblich verbessert werden, ebenso ist der Aufbau eines Frühwarnsystems auf Provinzebene notwendig.¹⁸³ Vor allem müssen die Unsicherheiten bei den Verantwortlichkeiten für die Brandprävention und -bekämpfung durch rechtliche und institutionelle Reformen beseitigt werden.

Schließlich müssen Justiz und Exekutive so gestärkt werden, dass sie die Einhaltung der Gesetze durchsetzen und Verstöße strafrechtlich verfolgen können, wozu vor allem eine Bekämpfung der grassierenden Korruption erforderlich ist.

Weder ein technischer noch ein politischer Ansatz allein vermag es, die sozialen und politischen Ursachen der Waldbrände zu beseitigen. Vielmehr müssen Lösungsansätze entwickelt werden, die alle genannten Maßnahmen umfassen.

Der WWF arbeitet in Indonesien auf verschiedenen Ebenen daran, die durch Brände zusätzlich „befeuerte“ Waldzerstörung zu stoppen. Auf politischer Ebene setzt er sich bei den ASEAN-Staaten dafür ein, die Brände in Indonesien als Quelle der grenzüberschreitenden Luftverschmutzung gemeinsam zu bekämpfen. Gleichzeitig macht sich der WWF als Mitglied

im „Forum des Sumatra Landnutzungsplans“ für eine Verbesserung der Landnutzungsplanung stark. Zudem unterstützt der WWF die lokalen Behörden bei der Entwicklung geeigneter Vorschriften, um die Brände einzudämmen. Um die Rechtsdurchsetzung zu stärken, begleitet der WWF die Strafverfolgung der Verursacher kritisch und organisiert zu diesem Thema Workshops für die Justiz. Und ganz grundsätzlich arbeitet der WWF intensiv mit der lokalen Bevölkerung zusammen, um eine nachhaltige Entwicklung zu befördern. Dazu zählen die Anwendungen von Techniken, das Land ohne Feuer zu bewirtschaften, sowie Trainingskurse zum Management von Feuer oder Torfwäldern. Neben diesen Maßnahmen zur Vorbeugung veranstaltet der WWF Aktionen zur Wiederherstellung und Renaturierung von drainierten und dadurch besonders feueranfälligen Flächen.¹⁸⁴ So ist der WWF beispielsweise damit befasst, das tropische Torfmoor des Sebangau-Nationalparks wieder zu vernässen. Dazu werden Entwässerungsgräben durch den Bau von Dämmen verschlossen, um den Wasserhaushalt des teilweise drainierten und degradierten Torfkörper wieder herzustellen. Die Dämme halten das Wasser im Torf und tragen langfristig dazu bei, dass der Grundwasserspiegel im Torfdom wieder sein natürliches Maß erreicht. Dadurch wird der Torfzerfall gestoppt und damit auch die weitere Emission von Kohlenstoff und dessen Oxidation zum Treibhausgas CO₂. Die Waldbrandgefahr wird durch das Anheben des Grundwasserspiegels im Torfdom deutlich verringert.¹⁸⁵ Gleichzeitig wird die lokale Bevölkerung zur Feuerbekämpfung trainiert und ein Frühwarnsystem aufgebaut.

Der WWF hilft, das tropische Torfmoor im Sebangau-Nationalpark durch Staumaßnahmen wiederzuvernässen.





Feuer sind häufig Voraussetzung für großflächige Nachnutzungen, die die natürlichen Waldökosysteme vollständig ersetzen (Bild: Ölpalmplantage im malaysischen Bundesstaat Sarawak).

5.

Empfehlungen

Nach Ansicht des WWF muss die Bekämpfung von schädlichen Waldbränden auf vier Säulen aufbauen:

Vorbeugung

Vorbeugung ist die wichtigste Säule eines erfolgreichen Feuermanagementsystems. Sie sollte erheblich verstärkt werden, um das Waldbrandrisiko und die daraus resultierenden Schäden zu reduzieren.

Zunächst ist eine **Ursachenforschung** notwendig, wofür eine entsprechende statistische Datengrundlage erforderlich ist. In vielen Ländern fehlt diese Grundvoraussetzung.

Die Bekämpfung von schädlichen Waldbränden sollte auf vier Säulen aufbauen: Vorbeugung, Ursachenforschung, Aufklärung und Raumplanung.

In der Forstwirtschaft muss die Rolle des Feuers stärker berücksichtigt werden. Dies bedeutet, auf Maßnahmen wie Kahlschläge oder das Anpflanzen nichtheimischer Baumarten wie Eukalyptus zu verzichten, wenn dadurch das Waldbrandrisiko steigt. Ziel der Forstwirtschaft sollte es sein, durch den Aufbau möglichst natürlicher Waldbestände die Anfälligkeit für Feuer zu verringern und die Widerstandsfähigkeit des Ökosystems zu erhöhen. In feuerabhängigen Waldökosystemen sollte durch den kontrollierten Einsatz von Feuer die Menge an brennbarem Material reduziert und natürliche ökologische Kreisläufe aufrechterhalten werden.

Daneben sollten durch **Aufklärung** und Erziehung die Waldbrandgefahr und entsprechendes Verhalten im öffentlichen Bewusstsein verankert werden.

Die Waldbrandgefahr muss stärker in die **Raumplanung** integriert werden. In gefährdeten Gebieten sollte auf die Errichtung neuer Siedlungen verzichtet und die Infrastruktur wie Eisenbahnlinien und Stromleitungen entsprechend angepasst werden, um die Risiken zu minimieren.

Der Aspekt der Waldbrandgefährdung muss in alle relevanten **Gesetze** integriert werden. In manchen Ländern wird die Umwandlung von Wald in landwirtschaftliche Flächen gefördert. Die Brandrodung kann unkontrollierbare Flächenbrände verursachen. Hier ist dringend eine Gesetzesreform notwendig. Ebenso wenig sollte die Umwidmung von Waldbrandflächen in Bauland gestattet sein, da hierdurch Anreize für Brandstiftung geschaffen werden.

In manchen Ländern ist zusätzlich eine verstärkte **Rechtsdurchsetzung** erforderlich, um vorsätzliche Brandstiftung in Verbindung mit illegalem Holzeinschlag zu verhindern.

Vorbereitung

Verantwortlichkeiten für die Waldbrandbekämpfung müssen klar zugewiesen werden, eine Koordination zwischen den verschiedenen Stellen muss vorab gewährleistet sein. Für die Waldbrandüberwachung müssen ausreichende finanzielle Mittel zur Verfügung stehen, um Waldbrände frühzeitig zu erkennen und bereits im Anfangsstadium bekämpfen zu können. Szenarien über Waldbrandabläufe sollten ebenso wie Ausbildungsprogramme entwickelt werden, um die Einsatzkräfte entsprechend vorzubereiten.

Um effektive und effiziente, an die regionalen Gegebenheiten angepasste Strategien im Umgang mit Waldbränden zu entwickeln, ist eine Evaluation der Kosten und Folgekosten von Waldbränden notwendig. Auf dieser Basis lässt sich entscheiden, wo beispielsweise in feuerabhängigen Ökosystemen eine Waldbrandbekämpfung aus wirtschaftlichen Gründen notwendig ist und in welchem Fall man Waldbrände aus ökonomischen und ökologischen Gründen zulassen kann. Vor allem aber wäre die Berechnung aller, in den meisten Fällen immens hohen Kosten und Folgekosten von Waldbränden ein wichtiges politisches Argument, um die Vorbeugung als die kostengünstigere Alternative zu verstärken.

Reaktion

Im Brandfall muss schnell und taktisch durchdacht eingegriffen werden, um Brandherde im Anfangsstadium zu löschen, bevor sie sich zu einem unkontrollierbaren Großbrand ausweiten. Daraus sollte jedoch keine Rechtfertigung für die Erschließung unberührter Wälder abgeleitet werden, da durch eine verbesserte Zugänglichkeit die Wahrscheinlichkeit von Waldbränden, die von Menschen verursacht werden, erheblich steigt.

Wiederherstellung

Wo es möglich ist, sollte die natürliche Fähigkeit der Ökosysteme zur Regeneration genutzt werden. Brandflächen sollten wieder aufgeforstet werden, wenn eine natürliche Verjüngung nicht möglich ist und ökologische Schäden wie Bodenerosion zu erwarten sind. Die Wiederaufforstung sollte sich dabei an den natürlichen Waldbeständen orientieren. Monokulturen und gleichförmige Bestandsstrukturen sind zu vermeiden, da hierdurch das Risiko weiterer Waldbrände steigt.

Bei all diesen Maßnahmen sollten alle relevanten Interessensgruppen in die Planung und Umsetzung ausreichend eingebunden werden, um den Erfolg zu gewährleisten.

Beispiele für dringend umzusetzende Maßnahmen sind:

- » Regionalplanung anpassen, Regionalentwicklung entsprechend fördern
- » Evaluierung der gesamten ökonomischen Kosten von Waldbränden
- » Schaffen zusätzlicher Arbeitsplätze zur Feuer-Prävention
- » Gesetzgebung verändern bzw. entsprechende Gesetze schaffen, um Landnutzungsänderungen nach Bränden vorzubeugen, um Brandstifter deutlicher bestrafen zu können, um Preisspekulationen auf dem Holzmarkt zu regulieren

Quellen

- 1 Global Fire Monitoring Center (GFMC); Website vom 16.6.2016: Feuerökologie.
<http://www.fire.uni-freiburg.de/feueroekologie/feuerd.htm>
- 2 Sandra Lavorel, Mike D. Flannigan, Eric F. Lambin, Mary C. Scholes; 2006: Vulnerability of land systems to fire: Interactions among humans, climate, the atmosphere, and ecosystems. *In: Mitig Adapt Strat Glob Change (2006) 12:33–53*
https://www.ualberta.ca/~flanniga/publications/2007_Lavorel_e_a_Miti_and_Adap_-_Vulnerability_of_land_systems.pdf
- 3 TRG (A10.6)/GICM, FAO, 2005. Wildland Fire Management Terminology, FAO (Updated Jan 2005).
<http://www.fao.org/faoterm/en/?defaultCollId=13>
- 4 Shlisky, A., J. Waugh, P. Gonzalez, M. Gonzalez, M. Manta, H. Santoso, E. Alvarado, A. Ainuddin Nuruddin, D.A. Rodríguez-Trejo, R. Swaty, D. Schmidt, M. Kaufmann, R. Myers, A. Alencar, F. Kearns, D. Johnson, J. Smith, D. Zollner and W. Fulks.; 2007: Fire, Ecosystems and People: Threats and Strategies for Global Biodiversity Conservation. GFI Technical Report 2007-2. The Nature Conservancy, Arlington, VA.
http://mrcc.isws.illinois.edu/living_wx/wildfires/fire_ecosystems_and_people.pdf
- 5 WWF; 2005: Climate change impacts in the Mediterranean resulting from a 2°C global temperature rise, a report for WWF, by C. Giannakopoulos, M. Bindi, M. Moriondo, T. Tin, July 2005
<http://assets.panda.org/downloads/medreportfinal8july05.pdf>
- 6 IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf
- 7 WWF, IUCN; 2003: Future Fires - Perpetuating problems of the past.
http://www.uicnmed.org/web2007/documentos/Arbovitae_forest_fires.pdf
- 8 FAO, 2006: Global forest resources assessment 2005 – Report on fires in the Mediterranean region.
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/J7564E/J7564E00.pdf>
- 9 Xanthopoulos, G.; 2009: Wildland fires: Mediterranean. *in: Crisis Response Vol. 5 Issue 3 p.50–51*
<http://www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/Crisis-Response-2009-Vol-5-3-p50-51-Wildland-Fire-Mediterranean.pdf>
- 10 Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; 2012: Los Incendios Forestales en España – Decenio 2001–2010.
http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/incendiosforestales2001-2010finalmod1_tcm7-349255.pdf
- 11 European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability; 2006: Forest Fires in Europe 2005
http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/9/03-forest-fires-in-europe-2005.pdf
- 12 Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; 2013: Incendios Forestales en España 1 enero – 31 diciembre 2012.
http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/incendiosforestales2001-2010finalmod1_tcm7-349255.pdf
- 13 Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; 2015: Incendios Forestales en España 1 enero – 31 diciembre 2014. Avance Informativo.
http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/IIFD_2014_def_tcm7-363683.pdf

- 14 Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; 2016: Incendios Forestales en España 1 enero – 31 diciembre 2015. Avance Informativo.
http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/iiff_2015_def_tcm7-416547.pdf
- 15 Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas, Direcção-Geral dos Recursos Florestais: Incêndios Florestais; 2007: Totais Nacionais 1980 - 2006.
<http://phd.gualter.net/dados/Nacional/Incendios/DGRF - Estatisticas Incendios Totais Nacional-1980-2006.pdf>
- 16 Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas; 2015: Relatório Anual de Áreas Aridas e Incêndios Florestais em Portugal Continental 2014.
http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/rel/2014/ICNF_Relatorio-Anual-Incendios_2014.pdf
- 17 Direcção Geral dos Recursos Florestais (DGRF); 2006: Incêndios Florestais Relatório DE 2005
<http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/rel/if-rel2005.pdf>
- 18 Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas; 2013: Relatório Anual de Áreas Aridas e Incêndios Florestais em Portugal continental 2012.
<http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/rel/2012/rel12>
- 19 Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas; 2014: Relatório Anual de Áreas Aridas e Incêndios Florestais em Portugal continental 2013.
<http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/rel/2013/rel-anual-13.pdf>
- 20 Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas; 2015: Relatório provisório de Incêndios Florestais 2015. 01 de Janeiro a 15 de Outubro.
<http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/rel/2015/9-rel-prov-1jan-30out-2015.pdf>
- 21 Corpo forestale dello stato; 2011: Incendi Boschivi in Italia 1970 – 2010.
<http://www.corpoforestale.it/flex/cm/pages/ServeAttachment.php/L/IT/D/c%252F2%252F6%252FD.8e8c7eabb274215fc240/P/BLOB%3AID%3D340/E/pdf>
- 22 Corpo forestale dello stato; 2008: Gli incendi boschivi 2007.
http://www.ancpc-chieti.org/files/dossier_incendi2007
- 23 Corpo forestale dello stato; 2013: Incendi boschivi 2012 – Dati di sintesi.
<http://www.corpoforestale.it/flex/cm/pages/ServeAttachment.php/L/IT/D/c%252F2%252F6%252FD.8e8c7eabb274215fc240/P/BLOB%3AID%3D340/E/pdf>
- 24 Welt Online: 19.7.12: Feuer verwüsten Südeuropa - Regen nervt im Norden.
http://www.welt.de/newsticker/dpa_nt/infoline_nt/brennpunkte_nt/article108328515/Feuer-verwuesten-Suedeuropa-Regen-nervt-im-Norden.html
- 25 Corpo forestale dello stato; 2014: Incendi boschivi 2013 – Dati di sintesi.
<http://www.corpoforestale.it/flex/cm/pages/ServeAttachment.php/L/IT/D/d%252F5%252F4%252FD.4a28a43bdd0484f7ff23/P/BLOB%3AID%3D9002/E/pdf>
- 26 Corpo forestale dello stato; 2015: Incendi boschivi 2014 – Dati di sintesi.
<http://www.corpoforestale.it/flex/cm/pages/ServeAttachment.php/L/IT/D/e%252F0%252Fc%252FD.2de3074bebf2521ae62f/P/BLOB%3AID%3D10667/E/pdf>
- 27 Corpo forestale dello stato; 2016: Incendi boschivi per Regione – Dati Provvisori Anno 2015.
<http://www.corpoforestale.it/flex/cm/pages/ServeAttachment.php/L/IT/D/4%252Ff%252Fa%252FD.ab0371046a21e992193a/P/BLOB%3AID%3D11941/E/pdf>
- 28 European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability; 2008: Forest Fires in Europe 2007
http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/9/01-forest-fires-in-europe-2007.pdf
- 29 Zeit; 23.8.2009: Buschfeuer erreicht Vororte von Athen.
<http://www.zeit.de/online/2009/35/waldbrand-athen>

- 30 Spiegel Online; 25.8.2009: Waldbrände in Griechenland unter Kontrolle.
<http://www.spiegel.de/panorama/loescharbeiten-waldbraende-in-griechenland-unter-kontrolle-a-644793.html>
- 31 WWF Deutschland; Pressemitteilung vom 25.8.09: Waldbrände in Griechenland: WWF stellt erste Schadensbilanz vor.
- 32 Die Presse; 24.8.2009: Brände bei Athen: Feuerwalze bewegt sich Richtung Marathon.
<http://diepresse.com/home/503623/print.do>
- 33 European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability; 2013: Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2012.
http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/9/FireReport2012_Final_2pdf_2.pdf
- 34 European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability; 2015: Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2014.
[http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/9/Forest fires in Europe%2C Middle east and North Africa 2014_final_pdf.pdf](http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/9/Forest%20fires%20in%20Europe%20Middle%20east%20and%20North%20Africa%202014_final_pdf.pdf)
- 35 European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability; 2012: Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2011.
http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/9/forest-fires-in-europe-2011.pdf
- 36 European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability; 2009: Forest Fires in Europe 2008.
http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/9/forest-fires-in-europe-2008.pdf
- 37 Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente; 2015: Incendios Forestales en España año 2013.
http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/los_incendios_forestales_en_espana_2013_tcm7-408988.pdf
- 38 Corpo Forestale dello Stato, Legambiente; 2007: Dossier Incendi e Legalità
<http://www.corpoforestale.it/flex/cm/pages/ServeAttachment.php/L/IT/D/D.e6c1c37b26d5ed6a1558/P/BLOB%3AID%3D634/E/pdf>
- 39 Corriere Della Sera; 25.Juli 2007: Un piromane su 3 è pensionato
http://www.corriere.it/Primo_Piano/Cronache/2007/07_Luglio/25/salvia_incendio_piromane_pensionato.shtml
- 40 Corpo forestale dello stato; 2007: Reati di Incendio Boschivo – Anno 2007
- 41 Rinau, M.; Bover, M.; 2009: The changing face of wildfires. *in: Crisis Response Vol. 5 Issue 3 p.56-57*
<http://www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/Crisis-Response-2009-Vol-5-4-p56-57-Wildland-Fire-Mediterranean-2.pdf>
- 42 WWF Spanien; 2009: Pressemitteilung vom 14.7.2009: Según WWF, el periodo de riesgo de grandes incendios forestales aumentará en un mes al año por el cambio climático
http://www.wwf.es/noticias/sala_de_prensa/?10340/Segn-WWF-el-periodo-de-riesgo-de-grandes-incendios-forestales-aumentar-en-un-mes-al-ao-por-el-cambio-climtico
- 43 Velez, R.; 2002: Causes of forest fires in the Mediterranean Basin; Ministry of Environment, Madrid, Spain. In: EFI Proceedings 45
http://www.efi.int/files/attachments/publications/proc45_net.pdf
- 44 WWF; 2005: Climate change impacts in the Mediterranean resulting form a 2 °C global temperature rise, a report for WWF, by C. Giannakopoulos, M. Bindi, M. Moriondo, T. Tin, July 2005
- 45 ESA; 2004: Space sentinels track desertification on Mediterranean shores
http://www.esa.int/esaCP/SEMPMCWJD1E_index_0.html
- 46 WWF Greece; 2015: Environmental Law in Greece – 11th annual review: Focus on nature and biodiversity.
http://www.wwf.gr/images/pdfs/WWF_2015LawReview_NatureBiodiversity.pdf

- 47 FAZ; 17.7.2015: Griechen kämpfen gegen Waldbrände.
<http://www.faz.net/-gum-85trj>
- 48 WWF; 2004: Forest fires in the Mediterranean: a burning issue
- 49 ESA; 2004: Space sentinels track desertification on Mediterranean shores
http://www.esa.int/esaCP/SEMPMCWJD1E_index_0.html
- 50 WWF; Website besucht am 7.6.2016
http://wwf.panda.org/about_our_earth/species/profiles/mammals/iberian_lynx/
- 51 WWF Greece; 2007: Ecological assessment of the wildfires of August 2007 in the Peloponnese, Greece. Athen, September 2007
http://assets.panda.org/downloads/fire_report___peloponnisos_en_1_.pdf
- 52 The Independent; 19. 9 2007: Outrage in Greece over secret plan to develop land in region ravaged by fires
<http://www.independent.co.uk/news/world/europe/outrage-in-gr.html-over-secret-plan-to-develop-land-in-region-ravaged-by-fires-402815.html>
- 53 Der Tagesspiegel; 1.7.2007: Athen verliert große Teile des Waldes.
<http://www.tagesspiegel.de/weltspiegel/grossbraende-in-griechenland-athen-verliert-grosse-teile-des-waldes/974508.html>
- 54 WWF Italien; 2007: Parchi in fumo.
<http://www.primadanoi.it/news/cronaca/507371/Wwf---parchi-in-fumo--Un-anno-nero-per-le-aree-protette-.html>
- 55 Kommission der Europäischen Gemeinschaften; 2008: Stärkung der Katastrophenabwehrkapazitäten der Europäischen Union. Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat; Brüssel, den 5.3.2008. KOMM(2008) 130 endgültig
- 56 Direcção Geral dos Recursos Florestais (DGRF); 2006: Incêndios Florestais Relatório DE 2005
<http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/rel/if-rel2005.pdf>
- 57 Ministerio de medio ambiente; 2006: Los Incendios Forestales en España durante el Año 2005.
http://www.magrama.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/incendios_forestales_espania_2005_tcm7-349116.pdf
- 58 Ministerio de medio ambiente; 2010: Los Incendios Forestales en España año 2008.
http://www.mapama.gob.es/es/desarrollo-rural/estadisticas/incendios_forestales_espania_2008_tcm7-349119.pdf
- 59 Corpo forestale dello stato; 2007: Campagna AIB 2007
- 60 Xanthopoulos, G.; 2007: Forest fire policy scenarios as a key element affecting the occurrence and characteristics of fire disasters. 4th International Wildland Fire Conference, May 13-17, 2007, Sevilla, Spain
- 61 FAO; 2015: Global Forest Resources Assessment 2015. Desk reference.
<http://www.fao.org/3/a-i4808e.pdf>
- 62 National Interagency Fire Center; Internetseite vom 24.10.2015: Total Wildland Fires and Acres (1960-2009).
http://www.nifc.gov/fireInfo/fireInfo_stats_totalFires.html
- 63 National Interagency Fire Center; Internetseite vom 24.10.2015: Statistics.
http://www.nifc.gov/fireInfo/fireInfo_statistics.html
- 64 National Interagency Coordination Center; 2015: Wildland Fire Summary and Statistics - Annual Report 2014.
http://www.predictiveservices.nifc.gov/intelligence/2014_Statsumm/annual_report_2014.pdf

- 65 CalFire; 2015: Large Fires 2014.
http://cdfdata.fire.ca.gov/pub/cdf/images/incidentstatsevents_253.pdf
- 66 CalFire; 23.9.2015: Top 20 Deadliest California Wildfires
http://calfire.ca.gov/communications/downloads/fact_sheets/Top20_Deadliest.pdf
- 67 CalFire; 15.10.2015: Incident Information Valley Fire.
http://cdfdata.fire.ca.gov/incidents/incidents_details_info?incident_id=1226
- 68 CalFire; 15.10.2015: Incident Information Butte Fire.
http://cdfdata.fire.ca.gov/incidents/incidents_details_info?incident_id=1221
- 69 WELT-Online, 18.11.08: Der ewige Kampf Naturkatastrophe versus Siedler.
<https://www.welt.de/vermischtes/article2742490/Der-ewige-Kampf-Naturkatastrophe-versus-Siedler.html>
- 70 USDA; 2014: FY 2013 Wildland Fire Management. Annual Report.
http://www.fs.fed.us/fire/management/reports/fam_fy2013_accountability_report.pdf
- 71 National Interagency Fire Center; Internetseite vom 24.10.2015: Lightning vs. human caused fires and acres (stats reported from 2001)
http://www.nifc.gov/fireInfo/fireInfo_stats_lightng-human.html
- 72 FAO, 2006: Global forest resources assessment 2005 – Report on fires in the North American Region. Fire management working papers
- 73 Westerling, A.L. et al.; 2006: Warming and Earlier Spring Increase Western U.S. Forest Wildfire Activity. *in: Science Vol. 313. no. 5789, pp. 940–943*
<http://www.sciencemag.org/cgi/content/full/313/5789/940>
- 74 CIFFC;2015: Canada Report 2014.
http://www.cifc.ca/images/stories/pdf/2014_canada_report.pdf
- 75 CIFFC;17.9.2015: National Wildland Fire Situation Report.
<http://www.cifc.ca/firewire/current.php?lang=en&date=20150917>
- 76 Romero-Lankao, P., J.B. Smith, D.J. Davidson, N.S. Diffenbaugh, P.L. Kinney, P. Kirshen, P. Kovacs, and L. Villers-Ruiz, 2014: North America. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1439-1498.
http://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/WGIIAR5-Chap26_FINAL.pdf
- 77 Landesbetrieb Forst Brandenburg; 2014: Auswertung Waldbrandsaison 2014 im Land Brandenburg.
http://www.mlul.brandenburg.de/media_fast/4055/Auswertung_Waldbrand_2014.pdf
- 78 Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft; 2004: Auswirkung der Trockenheit 2003 auf Waldzustand und Waldbau, BMVEL 533-7120/1 vom 17.02.2004; Arbeitsbericht des Instituts für Forstökologie und Walderfassung 2/2004
- 79 Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung; 2015: Waldbrandstatistik der Bundesrepublik Deutschland für das Jahr 2014.
http://www.ble.de/SharedDocs/Downloads/01_Markt/10_Statistik/Waldbrandstatistik/Waldbrandstatistik-2014.pdf?__blob=publicationFile
- 80 Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung; 2007: Waldbrände in der Bundesrepublik Deutschland im Jahr 2006
- 81 IQ wireless GmbH; Internetseite vom 24.10.2015: <http://www.fire-watch.de/>

- 82 IQ wireless GmbH; 2011: Fire Watch - Automatisierte Waldbrandfrüherkennung bei Tag und Nacht.
http://www.fire-watch.de/images/pdf/flyer_fw_d_klein.pdf
- 83 Landesbetrieb Forst Brandenburg; Internetseite vom 24.10.2015:
<http://forst.brandenburg.de/sixcms/detail.php/bb1.c.235999.de>
- 84 Western Australian Land Information Authority (Landgate); 2015: Landgate Firewatch
http://firewatch.dli.wa.gov.au/landgate_firewatch_public.asp
- 85 FAO; 2010: Global Forest Resources Assessment 2010 – Main Report. FAO Forestry Paper No. 163. Rome.
http://foris.fao.org/static/data/fra2010/FRA2010_Report_en_WEB.pdf
- 86 Rodney J. Keenan, Gregory A. Reams, Frédéric Achard, Joberto V. de Freitas, Alan Grainger, Erik Lindquist; 2015: Dynamics of global forest area: Results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015. *in: Forest Ecology and Management* 352 (2015) 9–20
- 87 FAO, 2006: Global forest resources assessment 2005 – Report on fires in the Australasian Region. Fire management working papers
- 88 Australian Emergency Management Knowledge Hub; Website vom 8.6.2016: BUSHFIRE - GREAT DIVIDE COMPLEX, VICTORIA 2006
<https://www.emknowledge.gov.au/resource/22/2006/bushfire---great-divide-complex-victoria-2006>
- 89 Bushfire Cooperative Research Centre; 2009: Victorian 2009 Bushfire Research Response – Final Report, October 2009
<http://www.bushfirecrc.com/sites/default/files/managed/resource/bushfire-crc-victorian-fires-research-taskforce-final-report.pdf>
- 90 Australian Emergency Management Knowledge Hub; Website vom 8.6.2016: Bushfire New South Wales 2013.
<https://www.emknowledge.gov.au/resource/4781/2013/bushfire---new-south-wales-2013>
- 91 Australian Government, Department of the Environment; Website vom 8.6.2016: World Heritage Places – Tasmanian Wilderness.
<http://www.environment.gov.au/heritage/places/world/tasmanian-wilderness>
- 92 Bushfire and Natural Hazard CRC; 2016: Response to, and lessons learnt from, recent bushfires in remote Tasmanian wilderness – Submission 4.
<http://www.aph.gov.au/DocumentStore.ashx?id=64e249ac-b7d3-4dae-a668-cd5cf859b466&subId=412765>
- 93 Commonwealth of Australia; 2016: State Party Report on the state of conservation of the Tasmanian Wilderness World Heritage Area (Australia).
<http://www.environment.gov.au/system/files/resources/22187ad7-c13d-4ff9-a77c-9fccbb4e9f5d/files/tas-state-party-report-2016.pdf>
- 94 Australian Institute of Criminology; 2009: The number of fires and who lights them. *in: BushFIRE Arson Bulletin* No. 59 26 November 2009.
http://www.aic.gov.au/media_library/publications/bfab/bfab059.pdf
- 95 Australian Institute of Criminology; 2009: Patterns in bushfire arson. *in: BushFIRE Arson Bulletin* No. 58 17 November 2009.
http://aic.gov.au/media_library/publications/bfab/bfab058.pdf
- 96 Reisinger, A., R. L. Kitching, F. Chiew, L. Hughes, P. C. D. Newton, S. S. Schuster, A. Tait, and P. Whetton, 2014: Australasia. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Barros, V. R., C. B. Field, D. J. Dokken, M. D. Mastrandrea, K. J. Mach, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, and L. L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1371-1438.
http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap25_FINAL.pdf

- 97 Climate Council of Australia; 2015: The Burning Issue: Climate Change and the Australian Bushfire Threat
<https://www.climatecouncil.org.au/uploads/df9df4b05bc1673ace5142c3445149a4.pdf>
- 98 NSW Rural Fire Service; 2015: Annual report 2014/15.
http://www.rfs.nsw.gov.au/__data/assets/pdf_file/0009/35856/Complete-2014-15-NSW-RFS-Annual-Report.pdf
- 99 Threatened Species Network; 2006: Greater Bilby
<https://www.environment.gov.au/system/files/resources/54adf0bf-37a7-44e7-ada6-f60e9c7481d4/files/tsd05greater-bilby.pdf>
- 100 Threatened Species Network; 2006: Great desert skink
<https://www.environment.gov.au/system/files/resources/01f095cd-4017-41f1-9ca0-7a6309784260/files/tsd06great-desert-skink.pdf>
- 101 Threatened Species Network; 2006: Boronia viridiflora
<https://www.environment.gov.au/system/files/resources/68dd3f06-0be3-4968-aa92-a193e119bb1e/files/tsd06boronia-viridiflora.pdf>
- 102 Goldammer, J.; 2010: Preliminary Assessment of the Fire Situation in Western Russia.
http://www.fire.uni-freiburg.de/intro/about4_2010-Dateien/GFMC-RUS-State-DUMA-18-September-2010-Fire-Report.pdf
- 103 European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability; 2014: Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2013.
http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/9/FireReport2013_final2pdf_2.pdf
- 104 European Commission, Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability; 2015: Forest Fires in Europe, Middle East and North Africa 2014.
http://forest.jrc.ec.europa.eu/media/cms_page_media/9/Forest fires in Europe%2C Middle east and North Africa 2014_final_pdf.pdf
- 105 FAO, 2006: Global Forest Resources Assessment 2005 – Report on fires in the Central Asian Region and adjacent countries. Fire Management Working Papers
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/j7572e/j7572e00.pdf>
- 106 Peter A. Tsvetkov; 2013: Forest fires in Siberia: Current situation and prospects.
<http://www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/BalticRegion/08-Novosibirsk-Climate-Fire-Congress-2013-Tsvetkov.pdf>
- 107 Environmental Investigation Agency; 2013: Liquidating the Forests - Hardwood Flooring, Organized Crime, and the World's Last Siberian Tigers.
http://eia-global.org/images/uploads/EIA_Liquidating_Report__Edits_1.pdf
- 108 Independent News Agency, 06.11.2013: Forest Fires cost more than “Skolkovo”.
<http://www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/BalticRegion/Novosibirsk-2013-Fire-Climate-Congress-Media-Reports.pdf>
- 109 European Commission, Joint Research Centre (JRC)/Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL); 2015: Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR), release version 4.2.
<http://edgar.jrc.ec.europa.eu>
- 110 Elena A. Kukavskaya, Amber J. Soja, Alexander P. Petkov, Evgeni I. Ponomarev, Galina A. Ivanova, Susan G. Conard; 2012: Fire emissions estimates in Siberia: evaluation of uncertainties in area burned, land cover, and fuel consumption. In: Canadian Journal of Forest Research, 2013, 43(5): 493-506, 10.1139/cjfr-2012-0367
<http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/cjfr-2012-0367#.VIGzO3YveUk>

- 111 TIGRIS Foundation; 2004: An Analysis of fires and their impact on leopards in Southwest Primorye
- 112 World Bank. 2012. Forest fire prevention and control in the Russian forest management system : Executive summary.
http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/WDSP/IB/2012/08/14/000371432_20120814162811/Rendered/PDF/718530V10WP0P10ary0ForestFires0ENG.pdf
- 113 WWF; 2010: Amazon Alive! A decade of discovery 1999-2009.
http://assets.panda.org/downloads/amazon_alive_web_ready_sept23.pdf
- 114 WWF; Website am 22.11.2015:
http://wwf.panda.org/what_we_do/where_we_work/amazon/about_the_amazon/
- 115 INPE; Website vom 14.12.2015: Taxas anuais do desmatamento - 1988 até 2015.
http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2015n.htm
- 116 WWF Deutschland; Pressemitteilung vom 27.11.15: Hiobsbotschaft aus Brasilien - Entwaldung im Amazonas nimmt deutlich zu.
<http://www.wwf.de/2015/november/hiobsbotschaft-aus-brasilien/>
- 117 Barbosa, R.; 2003: Forest Fires in Roraima, Brazilian Amazonia. *in*: International Forest Fire News (IFFN) No. 28 (January – June 2003) p. 51-56
- 118 IBAMA, 2007: Focos de Calor na Amazônia Legal em 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006 and 2007
- 119 WWF Deutschland; Pressemitteilung vom 2.9.10: Waldbrände in Brasilien - Schwerste Brandsaison seit fünf Jahren
- 120 Neue Zürcher Zeitung, 9.9.2010: Unzählige Waldbrände in Brasilien
<http://www.nzz.ch/unzaehlige-waldbraende-in-brasilien-1.7502377>
- 121 AFP; Pressemeldung vom 24. August 2010: Schwere Waldbrände im brasilianischen Amazonasgebiet
- 122 Latinapress, 27.8.10: Waldbrände in Paraguay: Inlandsflüge ausgesetzt - Weite Teile Südamerikas in Flammen
- 123 Lewis, S. et al.; 2011: The 2010 Amazon Drought. Science 4 February 2011: Vol. 331 no. 6017 p. 554
 DOI: 10.1126/science.1200807
<http://www.sciencemag.org/content/331/6017/554.full>
- 124 ORF; Meldung vom 18.08.2010: Riesige Waldbrände in Bolivien.
<http://news.orf.at/stories/2009570/>
- 125 Global Fire Monitoring Center (GFMC); 2010: Fires in South America. 18 August 2010.
http://www.fire.uni-freiburg.de/GFMCnew/2010/08/20/20100820_bol.htm
- 126 INPE; 2010: Queimadas – Monitoramento de Focos. Focos de Queima – Accumulado de Setembro de 2010. NOAA15 – passagem as 21GMT
<http://sigma.cptec.inpe.br/queimadas/queimamensaltotal1.html?id=ma>
- 127 World Resources Institute, Imazon; 2006: HUMAN PRESSURE ON THE BRAZILIAN AMAZON FORESTS
- 128 <http://universityofcalifornia.edu/news/high-risk-wildfire-projected-amazon>
- 129 <http://www.globalfiredata.org/updates.html>
- 130 INPE; Website vom 14.12.2015: Monitoramento dos Focos Ativos no Brasil.
<http://www.inpe.br/queimadas/estatisticas.php>

- 131 Good, P. et al.; 2008: An objective tropical Atlantic sea surface temperature gradient index for studies of south Amazon dry-season climate variability and change. *Phil Trans R Soc B* 2008 363: 176–766.
<http://rstb.royalsocietypublishing.org/content/363/1498/1761.full.pdf>
- 132 Harris, P. et al.; 2008: Amazon Basin climate under global warming: the role of the sea surface temperature. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2008 May 27; 363(1498): 1753–1759.
<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=2373904>
- 133 FAO, 2006: Global forest resources assessment 2005 – Report on fires in the South American Region. Fire management working papers
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/J7561E/J7561E00.pdf>
- 134 Süddeutsche Zeitung Magazin Nr. 34, 25. August 2006: Das Drama des Dschungels
<http://sz-magazin.sueddeutsche.de/texte/anzeigen/1619/Das-Drama-des-Dschungels>
- 135 World Resources Institute, Imazon; 2006: Human Pressure on the Brazilian Amazon Forests
http://imazon.org.br/PDFimazon/Ingles/the_state_of_amazon/humam_pressure.pdf
- 136 WWF Brasilien; 2012: Production and exportation of Brazilian Soy and the Cerrado /2001–2010
http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/wwf_soy_cerrado_english.pdf
- 137 FAO; Online-Datenbank vom 11.6.2016: Food and Agricultural commodities production
<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- 138 WWF Deutschland; Pressemitteilung vom 17.5.16: Der letzte Akt - Brasilien: Rousseff weist kurz vor Suspendierung neue Schutzgebiete aus.
<http://www.wwf.de/2016/mai/der-letzte-akt/>
- 139 WWF Deutschland; Pressemitteilung vom 27. November 2015: Hiobsbotschaft aus Brasilien - Entwaldung im Amazonas nimmt deutlich zu / WWF: Negatives Signal zur Klimakonferenz in Paris.
<http://www.wwf.de/2015/november/hiobsbotschaft-aus-brasilien/>
- 140 Mutch, R.; 2003: Fire Situation in Brazil *in*: International Forest Fire News (IFFN) No. 28 (January – June 2003) p. 45-50
- 141 Nepstad, D.; 2008: Der Teufelskreis am Amazonas - Dürre und Feuer im Treibhaus. Bericht für den World Wide Fund for Nature (WWF)
http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/pdf_neu/Teufelskreis_am_Amazonas_-_Klimawandel_und_Waelder.pdf
- 142 WWF; 2006: Climate change impacts in the Amazon
http://assets.panda.org/downloads/amazon_cc_impacts_lit_review_final.pdf
- 143 Marko Scholze, Wolfgang Knorr, Nigel W. Arnell, and I. Colin Prentice; 2006: A climate-change risk analysis for world ecosystems. *in*: PNAS 2006 103: 13116-13120
- 144 Wara, M.W., Ravelo, A.C., Delaney, M.L.; 2005: Permanent El Niño-Like Conditions During the Pliocene Warm Period. *in*: Science, 309 (5735): 758–761
- 145 Woods Hole Research Center; 2010: New Study Examines Effects of Drought in the Amazon
<http://whrc.org/new-study-examines-effects-of-drought-in-the-amazon/>
- 146 IEA; 2015: CO₂ emissions from fuel combustion. Highlights (2015 Edition)
<http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/CO2EmissionsFromFuelCombustionHighlights2015.pdf>
- 147 WWF; Pressemitteilung vom 28. Mai 2008: Ministers commit to zero net deforestation by 2020
http://wwf.panda.org/wwf_news/?uNewsID=135381
- 148 BNDES; Pressemitteilung vom 31.7.2008: President Lula signs decree to create Amazon Fund in BNDES

- 149 BNDES; Pressemitteilung vom 25.3.2009: BNDES receives US\$ 110 million from Norway for the Amazon Fund
- 150 Deutscher Bundestag; 22.1.2010: Vorhaben der Bundesregierung zum Schutz der biologischen Vielfalt. Drucksache 17/512
<http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/005/1700512.pdf>
- 151 FAO, 2006: Global forest resources assessment 2005 – Report on fires in the South East Asian (ASEAN) Region. Fire management working papers
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/J7566E/J7566E00.pdf>
- 152 Global Forest Watch; Online-Datenbank vom 2.11.2015.
<http://fires.globalforestwatch.org/map>
- 153 Deutsche Welle; 28.10.2015: Die verheerenden Folgen der Brandrodung in Indonesien.
<http://www.dw.com/de/die-verheerenden-folgen-der-brandrodung-in-indonesien/a-18809572>
- 154 Global Fire Emissions Database (GFED); 16.11.2015: Indonesian fire season progression. Last and final update: November 16, 2015.
http://www.globalfiredata.org/updates.html#2015_indonesia
- 155 Umweltbundesamt; 2016: Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2016 Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2014
http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/climate_change_23_2016_nir_2016_berichterstattung_unter_der_klimarahmenkonvention.pdf
- 156 World Resources Institute; 16.10.2015: Indonesia's Fire Outbreaks Producing More Daily Emissions than Entire US Economy.
<http://www.wri.org/blog/2015/10/indonesia%E2%80%99s-fire-outbreaks-producing-more-daily-emissions-entire-us-economy>
- 157 FAO; 2015: Global Forest Resources Assessment 2015. FAO. Rome.FAO; 2010: Global Forest Resources Assessment 2010. Global Tables.
http://foris.fao.org/static/data/fra2010/FRA2010Globaltables_English.xls
- 158 A. Hooijer, S. Page, J. G. Canadell, M. Silvius, J. Kwadijk, H. Wosten, and J. Jauhiainen; 2010: Current and future CO2 emissions from drained peatlands in Southeast Asia. *Biogeosciences*, 7, 1505–1514, 2010.
<http://www.biogeosciences.net/7/1505/2010/bg-7-1505-2010.pdf>
- 159 Page SE, Rieley JO, Shotyk W, Weiss D. Interdependence of peat and vegetation in a tropical peat swamp forest. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 1999;354(1391):1885-1897.
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1692688/pdf/11605630.pdf>
- 160 Global Fire Monitoring Center (GFMC); 3.11.2015: Forest Fires in Indonesia.
http://www.fire.uni-freiburg.de/GFMCnew/2015/11/20151019_id.htm
- 161 United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA); 2005: OCHA Situation Report No. 1 Indonesia – Fires August 2005; Ref: OCHA/GVA - 2005/0127.
<http://www.reliefweb.int/rw/RWB.NSF/db900SID/EGUA-6FBPLU?OpenDocument>
- 162 Goldammer, J.G., and B.Seibert. 1989. Natural rain forest fires in Eastern Borneo during the Pleistocene and Holocene. *Naturwissenschaften* 76, 518–520.
<http://link.springer.com/article/10.1007/BF00374124#page-1>

- 163 Eyes on the Forests; Pressemitteilung vom 14.10.2015: These maps, tables show you why Sinar Mas/ APP companies linked to forest fires, haze.
<http://www.eyesontheforest.or.id/?page=news&action=view&id=857>
- 164 The Straits Time; 31.12.2015: Court ruling a blow to Jakarta's fight against haze.
<http://www.straitstimes.com/asia/se-asia/court-ruling-a-blow-to-jakartas-fight-against-haze>
- 165 Financial Times; 23.6.2013: Indonesian fires highlight weak governance and corruption
<https://www.ft.com/content/a6d8c050-dbf5-11e2-a861-00144feab7de>
- 166 Transparency International; 2011: Corruption Perceptions Index 2011
<http://cpi.transparency.org/cpi2011/results/>
- 167 Jakarta Post; 13.9.2015: Record fine against plantation company upheld.
<http://www.thejakartapost.com/news/2015/09/13/record-fine-against-plantation-company-upheld.html>
- 168 Philip Jacobson, 2016: How is Indonesian president Jokowi doing on environmental issues?
<https://news.mongabay.com/2016/06/how-is-indonesian-president-jokowi-doing-on-environmental-issues/>
- 169 Guido Reinhardt, Nils Rettenmaier, Sven Andreas Pastowski , Georg Heidenreich; 2007: Regenwald für Biodiesel? Ökologische Auswirkungen der energetischen Nutzung von Palmöl. Eine Studie des WWF Deutschland in Zusammenarbeit mit dem WWF Schweiz und WWF Niederlande.
http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/pdf_neu/wwf_palmoelstudie_deutsch.pdf
- 170 WWF Indonesien; 4.11.2015: Indonesia is on fire: Update of the forest fire status and the relative impact on key species in Indonesia (unveröffentlicht)
- 171 World Resources Institute; Internetseite vom 4.11.2015: CAIT Climate Data Explorer —Total GHG emissions including land-use change and forestry - 2012.
http://cait.wri.org/historical/Country_GHG_Emissions?indicator%5b%5d=Total%20GHG%20Emissions%20Excluding%20Land-Use%20Change%20and%20Forestry&indicator%5b%5d=Total%20GHG%20Emissions%20Including%20Land-Use%20Change%20and%20Forestry&year%5b%5d=2012&sortIdx=1&sortDir=desc&chartType=geo
- 172 Nancy Harris, Susan Minnemeyer, Nigel Sizer, Sarah Alix Mann and Octavia Aris Payne; 29.10.2015: With Latest Fires Crisis, Indonesia Surpasses Russia as World's Fourth-Largest Emitter.
<http://www.wri.org/blog/2015/10/latest-fires-crisis-indonesia-surpasses-russia-world%E2%80%99s-fourth-largest-emitter>
- 173 Parish, F., Sirin, A., Charman, D., Joosten, H., Minayeva, T., Silviu, M. and Stringer, L. (Eds.); 2008: Assessment on Peatlands, Biodiversity and Climate Change: Main Report. Global Environment Centre, Kuala Lumpur and Wetlands International, Wageningen.
http://www.gecnet.info/view_file.cfm?fileid=1563
- 174 Siegert, F., Jaenicke, J. (2008) Estimation of Carbon Storage in Indonesian Peatlands. Included in: Rieley, J.O., Banks, C.J. and Page, S.E. (2008) Future of Tropical Peatlands in Southeast Asia as Carbon Pools and Sinks. Papers Presented at the Special Session on Tropical Peatlands at the 13th International Peat Congress, Tullamore, Ireland, 10th June 2008, CARBOPEAT Partnership, International Peat Society and University of Leicester, United Kingdom. Page 15
http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/www.geog.le.ac.uk/ContentPages/49482845.pdf
- 175 A. Heil, B. Langmann, E. Aldrian; 2006: Indonesian peat and vegetation fire emissions: Study on factors influencing large-scale smoke haze pollution using a regional atmospheric chemistry model. *In: Mitig Adapt Strat Glob Change (2006) 12:113–133*
- 176 European Commission, Joint Research Centre (JRC)/Netherlands Environmental Assessment Agency (PBL); 2009: Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR), release version 4.0.
<http://edgar.jrc.ec.europa.eu>

- 177 Uryu, Y.; Mott, C.; Foad, N.; Yulianto, K.; Budiman, A.; Setiabudi; Takakai, F.; Nursamsu, S.; Purastuti, E.; Fadhli, N.; et al.; 2008. Deforestation, Forest Degradation, Biodiversity Loss and CO2 Emissions in Riau, Sumatra, Indonesia. WWF Indonesia Technical Report, Jakarta, Indonesia.
http://assets.panda.org/downloads/riau_co2_report_wwf_id_27feb08_en_lr_.pdf
- 178 Jakarta Post; 4.9.2015: Six Provinces Declare State of Emergency as Haze Worsens
<http://jakartaglobe.beritasatu.com/featured-2/six-provinces-declare-state-emergency-haze-worsens/>
- 179 National Disaster Management Authority (BNBP); 24.10.2015: 10 People Dead, 503 Affected ISPA, and 43 Millions People Exposed by Haze.
<http://www.bnbp.go.id/berita/2678/10-tewas-503-ribu-jiwa-ispa-dan-43-juta-jiwa-terpapar-asap#english>
- 180 Daily Express; 19.10.2015: Haze: Flights cancelled, delayed in Tawau.
<http://www.dailyexpress.com.my/news.cfm?NewsID=103845>
- 181 WWF; 2015: Sustainable finance in Singapore, Malaysia and Indonesia: A review of financiers' ESG practices, disclosure standards and regulations.
http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/wwf_frc_forest_risk_commodities_report_2015_online.pdf
- 182 Bloomberg; 5.10.2015: Singapore Banks Debate Rainforest Lending as Smog Blankets City
<http://www.bloomberg.com/news/articles/2015-10-05/singapore-haze-prompts-banks-to-debate-rainforest-loan-standards>
- 183 Dennis, R.A.; Mayer, J.; Applegate, G.; Chokkalingam, U.; Colfer, C.J.P.; Kurniawan, I.; Lachowski, H.; Maus, P.; Permana, R.P.; Ruchiat, Y.; Stolle, F.; Suyanto; Tomich, T.P.; 2004: Fire, people and pixels: linking social science and remote sensing to understand underlying causes and impacts of fires in Indonesia
<http://www.worldagroforestry.org/region/sea/publications/download?dl=/journal/JA0208-05.PDF&pubID=1223>
- 184 184 WWF Indonesien; 2007: Fire Bulletin – End of Year Special Edition
http://awsassets.wwf.or.id/downloads/fb_2006endspc.pdf
- 185 WWF Deutschland; 2009: Die Torfmoorwälder von Sebangau
http://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Kampagne_Projektblatt_Sebangau.pdf
- 186 World Bank; 2016: The Cost of Fire. An Economic Analysis of Indonesia's 2015 Fire Crisis
<file:///D:/OneDrive/Business/Beratung/WWF/Forest%20fire/Update%202015/Indonesien/103668-BRI-Cost-of-Fires-Knowledge-Note-PUBLIC-ADD-NEW-SERIES-Indonesia-Sustainable-Landscapes-Knowledge-Note.pdf>
- 187 Landtag Brandenburg; 2013: Antwort der Landesregierung auf die Kleine Anfrage 2660 des Abgeordneten Peer Jürgens Fraktion DIE LINKE. Drucksache 5/6893
https://www.parlamentsdokumentation.brandenburg.de/starweb/LBB/ELVIS/parladoku/w5/drs/ab_6800/6893.pdf
- 188 Landesbetrieb Forst Brandenburg; 2014: Auswertung der Waldbrandsaison 2014 im Land Brandenburg durch den Landesbetrieb Forst
http://www.mlul.brandenburg.de/media_fast/4055/Auswertung_%20Waldbrand_%202014.pdf
- 189 Seibert, S. 2016. Zündeln an der Wahrheit. Robin Wood 128/2–16

Rückseite: Brandrodung zerstört den Wald, verändert das Klima, limitiert die Holzressourcen und verhindert eine nachhaltige Waldnutzung durch die Menschen.

Unterstützen Sie den WWF

IBAN: DE06 5502 0500 0222 2222 22

Bank für Sozialwirtschaft Mainz

BIC: BFSWDE33MNZ



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

Reinhardtstraße 18

10117 Berlin | Germany

Tel.: +49(0)30 311 777 700

Fax: +49(0)30 311 777 888

info@wwf.de | wwf.de