

## 2.4. Waldbrände

Marco Conedera

**Waldbrände ereignen sich häufiger auf der Alpensüdseite als auf der Alpennordseite. Meistens werden sie durch den Menschen verursacht. Auch in Zukunft wird der Mensch als Verursacher von Bränden und durch Massnahmen zur Brandverhütung die Entwicklung von extremen Waldbränden beeinflussen. Natürliche Faktoren wie Trockenheit und starke Winde, die auf der Alpensüdseite mit der Klimaänderung zunehmen könnten, würden die Brandgefahr allenfalls erhöhen.**

### Einleitung

Feuer entsteht, wenn Brennstoff, Sauerstoff und Zündenergie gleichzeitig vorhanden sind. Bei Waldbränden liefert pflanzliches, insbesondere abgestorbenes Material den Brennstoff. Je nach Dichte, chemischer Zusammensetzung und Feuchtigkeit ist es unterschiedlich leicht entzündbar.

Die Auswirkungen eines Waldbrandes hängen unter anderem von der Feueranfälligkeit des Ökosystems, von den vorhandenen Baumarten, vom früheren Brandregime und von der nachträglich potentiellen Gefährdung durch andere Naturereignisse in der betroffenen Gegend ab. Die Auswirkungen des Feuers auf die Umwelt sind noch wenig erforscht.<sup>1</sup> Unbestritten ist aber, dass ein Brand die Schutzfunktion des Waldes beeinträchtigt. Wegen der hohen Temperaturen und der bei Bränden entstehenden Asche verschliessen sich die Bodenporen und wird der Boden stärker wasserabweisend.<sup>2</sup> Bei starken Regenfällen erhöhen sich dadurch der Oberflächenabfluss und die Erosion.<sup>3</sup> In Gebieten, die länger als 10 Jahre von Bränden verschont geblieben sind, ist dieser Effekt besonders gross, da die Vegetation nicht an Feuer angepasst ist.<sup>4</sup> Beispielsweise wurden 1997 bei einem Brand im Gebiet von Ronco s. Ascona (TI) 80% des Einzugsgebietes des Flusses Buffaga in Mitleidenschaft gezogen. Starke Regenfälle, wie sie einmal pro Jahrzehnt vorkommen, lösten im darauffolgenden Monat August eine Jahrhundert-Hochwasserflutwelle aus. Eine Schlammlawine von

4000 m<sup>3</sup> ergoss sich in bewohnte Gebiete und verursachte Sachschäden von mehreren Mio. SFr. Nur durch Zufall gab es keine Opfer. Die Kosten für Brandlöschung, die sich in Extremfällen bis auf eine halbe Mio. SFr belaufen, wirken gegenüber solchen Schäden gering.

Als Extremereignis bezeichnen wir in diesem Kapitel einen oder mehrere Waldbrände, die während Trockenperioden auftreten und daher sehr intensiv sind, eine Fläche von über 100 ha bzw. ganze Wassereinzugsgebiete betreffen und in Gebieten auftreten, die über 10 Jahre von Waldbränden verschont geblieben sind.

### Voraussetzungen

Von den Waldbränden auf der Alpensüdseite wurden zwischen 1981 und 2000 durchschnittlich 8.6% natürlich durch Blitzschlag ausgelöst (Tabelle 3). Dabei entstehen Bodenbrände, die sich nur langsam ausbreiten. Die Häufigkeit der Brände und der Ursachen schwankt allerdings von Jahr zu Jahr stark. In ungefähr 40% aller Brände bleibt die Ursache unklar. Von den Bränden be-



kanter Ursache sind durchschnittlich mehr als 90% auf vorsätzliche oder unbeabsichtigte Handlungen des Menschen zurückzuführen. Zwischen 1981 und 2000 waren davon knapp 97% der verbrannten Flächen betroffen.

Neben dem Blitzschlag, der Waldbrände direkt auslösen kann, gibt es natürliche Faktoren, die die Brandgefahr in einem Gebiet erhöhen (Tabelle 3). Häufig sind ausbleibende Niederschläge, hohe Windgeschwindigkeiten und niedrige relative Luftfeuchtigkeit massgebend. Einflussreich sind auch Sonneneinstrahlung, Feuchtedefizit und Häufigkeit von Winden. Ausbleibende Niederschläge und Feuchtedefizit können sich auch langfristig über Jahre hinweg auswirken.

Der Mensch löst Waldbrände meist durch Fahrlässigkeit oder Brandstiftung aus. In seltenen Fällen reichen Funken von der Eisenbahn oder von einem elektrischen Kurzschluss oder Projektileinschläge bei militärischen Übungen aus. Der Mensch kann die Brandgefahr in einem Gebiet verändern. Den grössten Einfluss haben heute gesetzliche Massnahmen. Ebenfalls sehr wichtig sind sozioökonomische Entwicklungen (z.B. Rückgang der traditionellen Landwirtschaft, Abwanderung aus den Seitentälern), Landschaftspflege und Umwelterziehung. Die Auswirkungen sind vor allem langfristig.

**Welche Trends sind bereits erkennbar?**

Ablagerungen von Kohlepartikeln im Origliosee zeigen, dass die Alpensüdseite von Natur aus für Feuer anfällig ist (Abbildung 27). Der Mensch hat die Häufigkeit der Waldbrände aber immer beeinflusst, indem er Brandrodung betrieb (Eisen- und Bronzezeit) oder eine Kontrollfunktion übernahm (ab Römerzeit). Daten aus dem Lobsigensee (BE) zeigen, dass das allgemeine Waldbrandniveau auf der Alpennordseite um einem Faktor 2 bis 5 kleiner sein dürfte als auf der Alpensüdseite. Aber

**Tabelle 3:** Zusammenfassung der bedeutendsten Waldbrand-Einflussfaktoren in der Schweiz.<sup>5</sup>

			Häufigkeit/ Gewichtung	Zeithorizont
Voraussetzungen	natürlich	Niederschläge	++	ein Tag bis Jahre
		Windhäufigkeit	+	ein bis mehrere Tage
		Windgeschwindigkeit	++	ein Tag
		relative Luftfeuchtigkeit	++	ein Tag
		Sonneneinstrahlung	+	ein Tag
		Feuchtigkeitsdefizit	+	ein Tag bis Jahre
	Mensch	sozioökonomische Entwicklung	+	Monate bis Jahre
		Landschaftspflege	+	Monate bis Jahre
		gesetzlicher Rahmen	++	Monate bis Jahre
		Umwelterziehung	+	Monate bis Jahre
direkt auslösend	natürlich	Blitzschlag	8.6%	
		Mensch	Fahrlässigkeit	26.1%
	Brandstiftung	15.2%		
	Eisenbahn	3.6%		
	Militär	1.7%		
	el. Leitung (Kurzschluss)	1.7%		
	grenzübergreifend	1.7%		
	übrige	2.4%		
Ursache unklar bzw. unbekannt		38.9%		

++ = häufig / massgebend; + = wiederkehrend / einflussreich  
Die Prozentangaben beziehen sich auf die Periode 1981–2000.

auch hier ist der Einfluss des Menschen durch Brandrodungen während der Eisenzeit ersichtlich.<sup>6</sup>

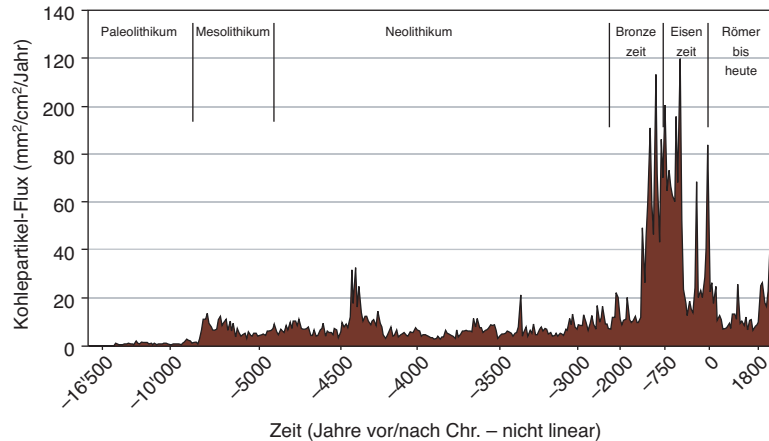
Im 20. Jahrhundert nahm die jährliche Anzahl Brände auf der Alpensüdseite ab den 1960er Jahren von durchschnittlich 30 auf 80 zu (Abbildung 28a). Seit den 1980er Jahren sinkt die Anzahl Waldbrände wieder. Die Brandflächen nehmen seit den 1960er Jahren ab, am stärksten seit den 1980er Jahren. Eine Ausnahme bildet das ausserordentliche Jahr 1973. Die Extremereignisse, bei denen sich die Waldbrände auf Flächen von über 100 ha ausweiten, waren zwischen 1941 und 1980 am häufigsten (Abbildung 28b). Zwischen 1981 und 2000 sank die Anzahl der Brände auf das Niveau von 1921–1940 zurück.

Für die Alpennordseite existieren keine flächendeckenden Angaben. Auf der Alpennordseite des Kantons Wallis haben die Anzahl Brände und die verbrannte Fläche seit den 1990er Jahren durchschnittlich um einen Faktor 3 bis 4 gegenüber vorangehenden Jahrzehnten zugenommen (von 5.2 auf fast 20 Brände pro Jahr<sup>7</sup>). Die natürliche Ursache Blitzschlag wurde ab 1978 in 12% der Fälle registriert. In 34% der

Fälle bleibt die Ursache unbekannt.<sup>7</sup> Im Kanton Graubünden werden Waldbrände erst seit den 1980er Jahren systematisch erfasst. In der Regel handelt es sich um kleinere Brandflächen (1–10 ha), wobei auch Grossereignisse zu verzeichnen sind (Calanda bei Chur 1943, ca. 477 ha; Münstertal 1983, ca. 60 ha; St. Luzisteig 1985, ca. 110 ha; Misox 1997, ca. 405 ha). Im Gegensatz zur Alpensüdseite ergab die raumzeitliche Auswertung dieser Brände einen deutlichen Unterschied zwischen menschlich und natürlich verursachten Bränden. Menschlich verursachte Brände (74% seit 1980, inkl. unbekannte Ursache) sind v.a. im Bündner

Oberland, im Rheintal und in Mittelbünden zu verzeichnen. Natürliche Brände (Blitzschlag, 26% seit 1980) konzentrieren sich auf die Regionen Unterengadin, Münstertal und Bündner Südtäler.<sup>10</sup>

Die Entwicklung der Häufigkeit der Waldbrände widerspiegelt den Einfluss der Menschen. Auf der Alpensüdseite verursachten das Vordringen der Waldgebiete und die Anhäufung brennbarer Materialien auf dem Boden seit den 1960er Jahren eine grosse Anzahl von Bränden. Die durchschnittlich betroffene Fläche und die Anzahl der Extremereignisse nahmen jedoch ab, vor allem dank guter Organisation der Brandverhütung. Im Tessin sind entsprechende Massnahmen seit 1980 in Kraft. Seit 1987 gilt die Verordnung zum absoluten Verbot von Feuern im Freien (partielle Lockerung 1996). Zudem zeigen Medieninformationen über die Brandgefahr Wirkung und die Bevölkerung ist generell für Umweltbelange sensibilisierter. Im Wallis ist diese Entwicklung quantitativ weniger wichtig und zeitlich um 20 Jahren verzögert. Im Kanton Graubünden wurde das generelle Feuerverbot im Freien mit der Einführung des neuen kantonalen Waldgesetzes 1996 aufgehoben. Das Amt für Wald Graubünden hat aber die Möglichkeit, mittels des Waldbrand-Prognosesystems Incendi bei Bedarf regionale, temporäre Feuerverbote auszusprechen ([www.wald.gr.ch](http://www.wald.gr.ch)).<sup>11</sup> Weitere Prognose-Methoden für die ganze Alpensüdseite sind zurzeit in der Entwicklungsphase.<sup>12</sup>



**Abbildung 27:** Der Mensch hat die Häufigkeit von Waldbränden auch früher beeinflusst. Ablagerungen von Kohlepartikeln in der Nacheiszeit, nachgewiesen in den Sedimenten des Origloosees, sind proportional zur Brandhäufigkeit.<sup>8</sup> Die Periode von 5000–7200 v. Chr. zeigt das Niveau natürlicher Waldbrände unter ähnlichen klimatischen Bedingungen wie heute. Die extreme Häufigkeit von Waldbränden in der Bronze- und Eisenzeit ist auf Brandrodungen durch den Menschen zurückzuführen. Brandrodungen fanden jedoch ein Ende, als die Römer um das Jahr 0 die Edelkastanie einführten.<sup>9</sup>

Durch Landschaftspflege, Gesetzgebung sowie Massnahmen zur Brandverhütung verändert der Mensch die Voraussetzungen für Brände. Durch Massnahmen zur Brandbekämpfung kontrolliert er die Brände. Der Mensch ist jedoch weiterhin für die meisten Brände verantwortlich, sowohl durch Fahrlässigkeit als auch durch Brandstiftung.

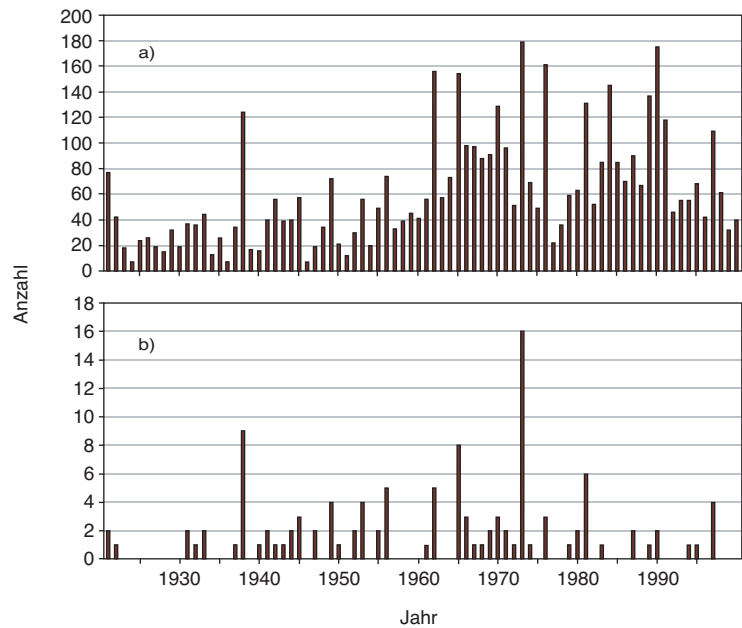
### Einfluss der Klimaänderung

Extremereignisse werden auch in Zukunft auftreten, vor allem wenn witterungsmässig ausserordentlich günstige Voraussetzungen zusammentreffen. Trotz der allgemein abnehmenden Tendenz (Abbildung 28b) haben sich an der Alpensüdseite im Frühjahr 1997 nach einer längeren Trockenperiode und während Tagen mit starken Föhnböen einige grössere Waldbrände ereignet.<sup>13</sup>

In einer Analyse von Trockenperioden im Tessin wurden gegen Ende des 20. Jahrhunderts zwar wieder eher längere niederschlagsarme Perioden gefunden<sup>14</sup>; doch zeigen diese Auswertungen und die Beobachtung der Waldbrände gemäss Abbildung 28 keinen Zusammenhang. In Kapitel 2.3. wurde erwähnt, dass speziell im Süden der Alpen im Sommer infolge verminderter Niederschlagsmengen und erhöhter Temperatur in Zukunft mit einem verminderten Abfluss und verschärftem Niederwasser sowie mit trockeneren Böden gerechnet werden muss. Dies könnte die

Wahrscheinlichkeit erhöhen, dass mehrere günstige Voraussetzungen für Brände zusammentreffen.

Die zukünftige Entwicklung von Extremereignissen bei Waldbränden wird einerseits weiterhin mit menschlichem Handeln wie Landschaftspflege, Brandverhütung und Brandbekämpfung verknüpft sein. Andererseits spielt die Häufigkeit von Extremwetterlagen wie längeren Trockenperioden in Verbindung mit starken Winden eine grosse Rolle. In diesem Sinne muss die Erforschung der Entwicklungstendenzen von Waldbränden beide Faktoren gleichzeitig berücksichtigen.



**Abbildung 28:** Verteilung (a) der Zahl aller Brände pro Jahr und (b) der Zahl der Extremereignisse, die eine Fläche > 100 ha erfassen. Bezugszeitraum 1920–2000. (Datenbank über Waldbrände auf der Alpensüdseite<sup>5</sup>)

- 1 Moretti M., M. Conedera und P. Duelli, Grosse Dynamik nach Waldbränden auf der Alpensüdseite, *Inf. bl. Forsch. bereich Wald*, 7, 1–3, 2001.
- 2 Letey J., Causes and consequences of fire-induced soil water repellency, *Hydrol. Process.*, 15, 2867–2875, 2001.
- 3 Neary D. G., C. C. Klopatek, L. F. DeBano, and P. F. Ffolliott, Fire effects on belowground sustainability: A review and synthesis, *Forest Ecology and Management*, 122, 51–71, 1999.
- 4 Marxer P., M. Conedera, and D. Schaub, Postfire runoff and soil erosion in the sweet chestnut belt of Southern Switzerland. In: Trabaud L. [ed.], *Fire Management and Landscape Ecology*, International Association of Wildland Fire, Washington, 51–62, 1998.
- 5 Conedera M., M. Marcozzi, B. Jud, D. Mandallaz, F. Chatelain, C. Frank, F. Kienast, P. Ambrosetti, G. Corti, *Incendi boschivi al Sud delle Alpi: passato, presente e possibili sviluppi futuri*, PNR31, vdf, Zürich, 143 p., 1996.
- 6 Tinner W. and B. Ammann, The Late-Glacial and Holocene fire history of the western Swiss Plateau (unpubl.).
- 7 Bochatay J. et J.-B. Moulin, *Inventaire des incendies de forêt dans le Canton du Valais, Rapport final du projet 98.12 du Fonds pour les recherches forestières et l'utilisation du bois*, Salvan-Vollèges, 45 p., 2000.
- 8 Tinner W., M. Conedera, B. Ammann, H. W. Gäggeler, S. Gedye, R. Jones, and B. Säggesser, Pollen and charcoal in lake sediments compared with historically documented forest fires in Southern Switzerland since 1920, *The Holocene*, 8, 32–42, 1998.
- 9 Tinner W., P. Hubschmid, M. Wehrli, B. Ammann, and M. Conedera, Long-term forest fire ecology and dynamics in Southern Switzerland, *Journal of Ecology*, 87, 273–289, 1999.
- 10 Langhart R., *Räumliche und jahreszeitliche Charakteristiken von Waldbrandherden (Kanton Graubünden)*, travail de diplôme, Geographisches Institut, Université de Zurich, Zurich, 117 p., 1999.
- 11 Schöning R., A. Bachmann und U. Maissen, *Incendi: Unterstützung der Waldbrandwarnung im Kanton Graubünden*, ArcAktuell, Nr. 3, ESRI Kranzberg (D), 1998.
- 12 Beispielsweise die Anpassung von der in der Lawinenwarnung sehr erfolgreich eingesetzten Nearest-Neighbour-Methode (NDX), die zurzeit an der SLF erfolgt.
- 13 Conedera M., P. Marxer, P. Ambrosetti, G. Della Bruna, and F. Spinedi, The 1997 forest fire season in Switzerland, *Int. For. Fire News*, 18, 85–88, 1998.
- 14 Rebetez M., Twentieth century trends in drought in Southern Switzerland, *Geophys. Res. Lett.*, 26, 6, 755–758, 1999.