

## Forest fire prevention in Canton Grisons

Thanks to fast alarm systems and modern fire-fighting equipment most forest fires can be extinguished while still very small. Nevertheless, the fire brigade and forest organisations in the Grisons are recurrently confronted with larger fires. Over the past twenty years the Grisons Forestry Service and the fire section of the cantonal Building Insurance Company have invested in fire prevention and improved fire-fighting techniques. To monitor and assess the risk of forest fires, the computer-aided forest fire forecasting system "Incendi" was developed. On its basis, regional forest fire risk maps are drawn up and bans on the lighting of fires are imposed. For use in case of fire, the Forestry Service has drawn up maps of the whole Canton Grisons showing water supply points in and near the forest. Where there are gaps in the water supply, artificial water sources are being created. Fifteen years ago a concept of forest fire-fighting bases was elaborated. The most important elements of this concept are the 18 regional depots of mobile fire-fighting material, which in case of emergency can be transported where needed. The present-day administrative structures and the precautionary measures taken in the Grisons fulfil the conditions for efficient forest fire prevention and control.

**Keywords:** forest fire forecasting system, drought code, water supply points, forest fire-fighting bases  
**doi:** 10.3188/szf.2010.0460

\* Loestrasse 14, CH-7000 Chur, E-Mail [andrea.kaltenbrunner@afw.gr.ch](mailto:andrea.kaltenbrunner@afw.gr.ch)

Im Kanton Graubünden mit seinen 150 Tälern und den klimatisch vielfältigen Regionen nimmt die Waldbrandbekämpfung eine wichtige Stellung ein. Die zuständigen Behörden und Institutionen sind stets mit der Frage konfrontiert, wie Waldbrände vermieden und im schlimmsten Fall gelöscht werden können. In den letzten zwanzig Jahren haben das Amt für Wald Graubünden und die Abteilung Feuerwehr der kantonalen Gebäudeversicherung sukzessive in die Waldbrandprävention investiert und die Feuerbekämpfung verbessert. Der vorliegende Beitrag beschreibt Instrumente, welche in Graubünden von forstlicher Seite eingesetzt werden, um bestmöglich gegen Waldbrände gewappnet zu sein. Speziell wird das für Graubünden entwickelte Waldbrandprognosesystem Incendi vorgestellt. Weitere vorsorgliche Massnahmen gegen Waldbrände werden beschrieben. Nicht eingegangen wird auf die Organisation und Ausbildung der Feuerwehren als wichtigstes Organ bei der eigentlichen Feuerbekämpfung sowie auf die Folgearbeiten nach einem Waldbrand.

## Überwachung und Beurteilung der Waldbrandgefahr

Mit der Inkraftsetzung des kantonalen Waldgesetzes von 1996 wurde dem Amt für Wald Graubünden die Pflicht übertragen, die Bevölkerung bei erhöhter Waldbrandgefahr zu orientieren und gegebenenfalls ein absolutes Feuerverbot im Wald und in Waldesnähe zu erlassen. Der Gesetzgeber hat damit zum Ausdruck gebracht, dass Waldbrände durch eine wirksame Information möglichst verhütet werden sollen. Um diesem Auftrag bestmöglich nachzukommen, hat das Amt für Wald in Zusammenarbeit mit dem Geographischen Institut der Universität Zürich 1997 das computerunterstützte Waldbrandprognosesystem Incendi 1.0 entwickelt. Veränderte Hard- und Softwarevoraussetzungen machten es 2005 notwendig, das System komplett neu zu programmieren. Mit diesem Auftrag betraute das Amt für Wald die Arbeitsgemeinschaft Pitsch-ing.ch und Data Engineering Gschwend, welche mit Incendi 2.0 auch die veränderten Anwenderbedürfnisse berücksichtigte.

Zur Berechnung der Waldbrandgefahr nutzt Incendi die Daten ausgewählter Messstationen von Meteo Schweiz. Für jede Wetterstation werden mehrere meteobasierte Waldbrandindizes berechnet und anschliessend durch den Anwender geprüft und interpretiert (Abbildung 1). Den Wetterstationen sind eine oder mehrere Klimaregionen zugeteilt, welche in die Waldbrandgefahrenkarten einfließen (Abbildung 2). Die von Incendi vorgeschlagenen Gefahrenstufen für die einzelnen Regionen können bei Bedarf angepasst werden. Nach einer Plausibilitätsprüfung wird die Waldbrandgefahrenkarte zusammen-

men mit einem Waldbrandbulletin im Internet veröffentlicht. Bei erhöhter Waldbrandgefahr kann das Amt für Wald Graubünden für die betroffenen Regionen ein absolutes Feuerverbot aussprechen.

In Graubünden wird hauptsächlich mit dem Canadian Forest Fire Weather Index System (CFFWI, Abbildung 3; van Wagner 1987) gearbeitet. Das CFFWI ist das Resultat einer vierjährigen Forschungskampagne des Kanadischen Forstdienstes in den späten 1960er-Jahren. Es basiert auf den meteorologischen Eingangsparametern Temperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Windgeschwindigkeit und Niederschlag. Daraus werden sechs Waldbrandindizes berechnet: drei Primärindizes, welche den Feuchtigkeitsgehalt des Brandgutes beschreiben, zwei Zwischenindizes, welche die Ausbreitungsrate und den Brandgutverbrauch repräsentieren, und als Hauptindex der Fire Weather Index (FWI), der ein Mass für die Feuerintensität darstellt. Es ist Aufgabe des Anwenders, den optimalen Index für ein Gebiet und für eine Jahreszeit auszuwählen und auf die Gefährdungsstufen abzustimmen.

Für die Beurteilung der Waldbrandgefahr im Kanton Graubünden eignen sich die drei Primärindizes des CFFWI am besten, da diese die Entzünd- und Brennbarkeit des vorhandenen Brandgutes in der organischen Bodenschicht darstellen. In Graubünden wird heute ganzjährig mit dem Drought Code (DC) gearbeitet. Der DC beschreibt den Feuchtigkeitsgehalt der tieferen, kompakten, organischen Brandgutschichten. Er ist ein Indikator für die saisonale Variation der Brandgutfeuchtigkeit beziehungsweise für die Brennbarkeit von dicken Holzteilen. Dabei beschreibt der DC nicht direkt den Feuchtigkeitsgehalt eines bestimmten Brandgutes, sondern eher den mittleren Feuchtigkeitsgehalt im Boden, der vor allem saisonal beeinflusst ist. Für die Sommermonate hat sich der DC sehr gut bewährt. Für die Wintermonate kommt in Graubünden eine andere Kalibrierung des DC zur Anwendung. Jedoch können damit die winterdürre Bodenvegetation in schneefreien Lagen und vor allem die Problematik des Nordföhns auf der Alpensüdseite mit den sich rasch ändernden Bedingungen bezüglich Feuergefahr nicht zur vollen Zufriedenheit erfasst werden. Diesbezüglich erhoffte man sich vom Fine Fuel Moisture Code (FFMC), der als Indikator für die Wahrscheinlichkeit eines Brandausbruchs beziehungsweise für die Brennbarkeit des feinen Brandgutes angesehen wird, bessere Vorhersagen. Der FFMC reagiert schneller auf witterungsbedingte Einflüsse als der DC. Leider zeigte sich aber, dass auch der FFMC die Realität nur ungenügend abbilden vermag und für die Wintermonate nicht eingesetzt werden kann. Von noch zu entwickelnden Modellen werden daher vor allem für die kühleren Monate präzisere Vorhersagen erhofft. Incendi 2.0 ist so programmiert, dass neue Modelle und weitere

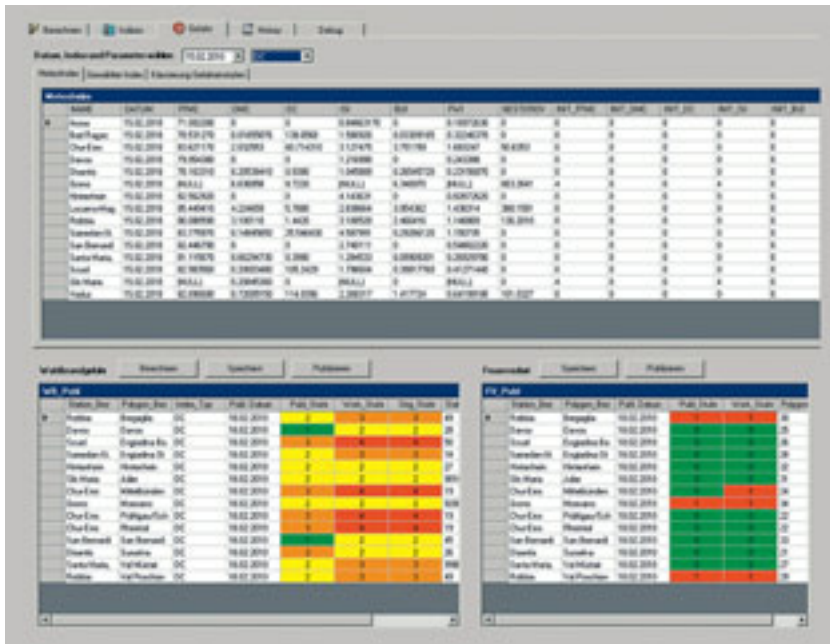


Abb 1 Benutzeroberfläche von Incendi. Dargestellt sind die Waldbrandindizes für die verschiedenen Wetterstationen (oben), die daraus abgeleitete Waldbrandgefahr in den einzelnen Regionen (unten links) und die erlassenen Feuerverbote (unten rechts).

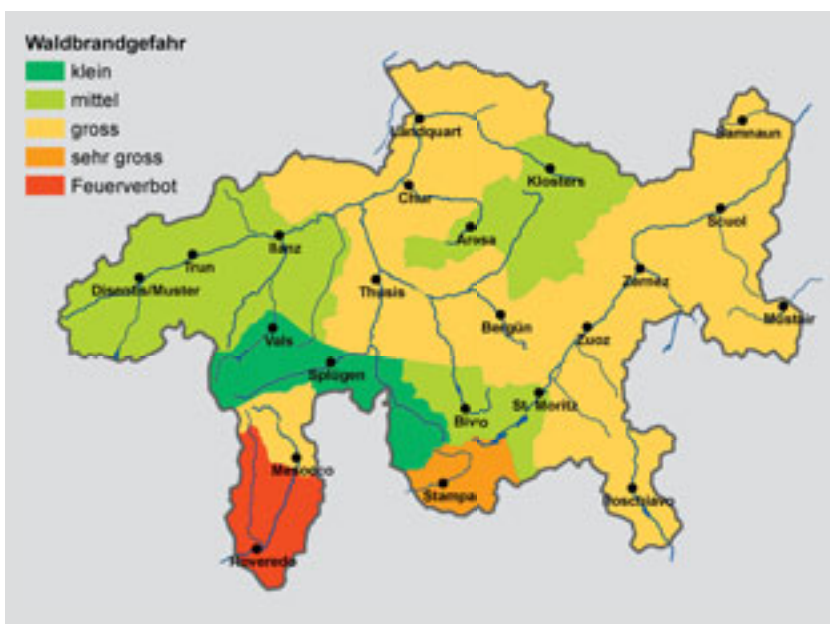
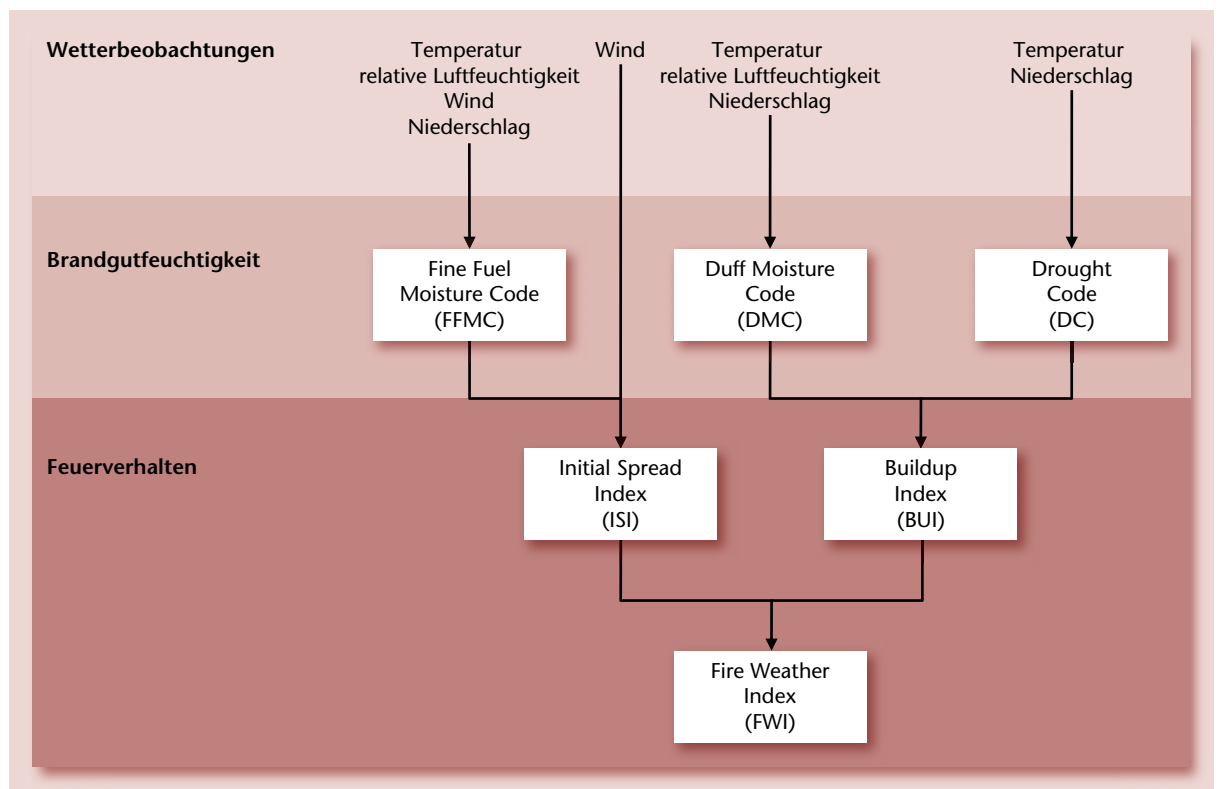


Abb 2 Waldbrandgefahrenkarte mit Feuerverboten. Die Karte zeigt beispielhaft die Waldbrandgefahr in den einzelnen Regionen Graubündens. Lokal kann diese je nach Höhenlage und Exposition von der allgemeinen Waldbrandgefahr abweichen. In den rot markierten Gebieten ist das Feuern im Wald und in Waldesnähe verboten!



**Abb 3** Das Canadian Forest Fire Weather Index System (CFFWI) besteht aus drei Primärindizes zur Brandgutfeuchtigkeit, zwei Zwischenindizes zum Feuerverhalten und dem Fire Weather Index (FWI).

Wetterstationen problemlos ins System aufgenommen werden können.

Mit Incendi überwacht und beurteilt das Amt für Wald in Chur die Waldbrandgefahr und deren Entwicklung permanent und über das ganze Kantonsgebiet. Die regionalen klimatischen Unterschiede können damit gut erfasst und dargestellt werden. Alle Daten (Wetterdaten, Waldbrandindizes) und Entscheide (publizierte Gefahrenstufen, Feuerverbote) werden im System archiviert. Incendi ist ein Prognose- und Entscheidungsinstrument, welches den Fachleuten hilft, den hohen Anforderungen an die Waldbrandwarnungen und Feuerverbote zu genügen. Trotzdem ersetzt dieses in der Praxis bewährte System die Beurteilung der Waldbrandgefahr durch Experten vor Ort nicht. Nach wie vor werden der regionale Forstdienst und die Feuerwehren in die Entscheidungsfindung für eine Waldbrandwarnung oder ein Feuerverbot mit einbezogen.

### Karten mit den Wasserentnahmestellen

Das Amt für Wald Graubünden führt einen kantonsweiten Kataster über die Wasserentnahmestellen für die Waldbrandbekämpfung. Dieser Datensatz wurde in den 90er-Jahren aufgebaut und wird fortlaufend aktualisiert. In den nach Brandbekämpfungsregionen zusammengefassten Karten, welche im Massstab 1:25 000 oder 1:50 000 an die Feuerwehr- und Forstverantwortlichen abgegeben werden, sind alle für die Waldbrandbekämpfung brauchbaren Wasserbezugsorte eingetragen. Bei jeder Wasserentnahmestelle sind zudem die geeigneten

Löschgeräte (Druckfass, Motorspritzentyp, Helikopter) und die Befahrbarkeit der Zufahrtswege (Strassenbreite, Fahrgewicht, Gefälle und Oberbautyp) eingetragen. Im Brandfall liefern die Karten dem Feuerwehrkommandanten und den Forstverantwortlichen wertvolle Entscheidungshilfen beispielsweise bei der Frage, welche Löschfahrzeuge und -geräte ins Einsatzgebiet gelangen können. Während der Brandbekämpfung kann auf Änderungen des Feuerverlaufs flexibel und vorausschauend reagiert werden. Bei ungünstigen Feuerentwicklungen helfen die Karten, den Rückzug rechtzeitig anzutreten, was zur Sicherheit der Feuerwehrleute beiträgt. Bei Grossbränden unterstützen die Karten die Einsatzleitung beim Festlegen einer optimalen Brandbekämpfungsstrategie.

### Infrastrukturbauten gegen Waldbrände

Eine optimale Verteilung von genügend Löschwasserbezugsstellen ist eine entscheidende Voraussetzung dafür, auf plötzlich ausbrechende Feuer bestmöglich vorbereitet zu sein. Natürliche Seen, Flüsse und Bäche sowie künstlich gestaute Gewässer sind bei der Waldbrandbekämpfung wichtige Wasserentnahmestellen. Wo Lücken bei den Löschwasserbezugsstellen bestehen und grosse Waldbrände verheerende Folgen haben könnten, wird das System punktuell durch forstliche Kunstbauten ergänzt. Löschwasserbauten sind dort zu errichten, wo das Wasser auch im Brandfall nicht ausgeht. Wenn immer möglich befinden sich diese an für Helikopter und Feuerwehrfahrzeuge gut zugänglichen Orten.





Abb 4 Der Lösswasserteich Stagias in der Gemeinde Medel wurde im Jahr 2001 zum Schutz der umfangreichen Vivian-Wiederaufforstungsflächen erbaut.



Abb 5 Das Lösswasserbecken Cramegn in der Gemeinde Soazza wurde im Jahr 2008 erbaut. Foto: L. Plozza

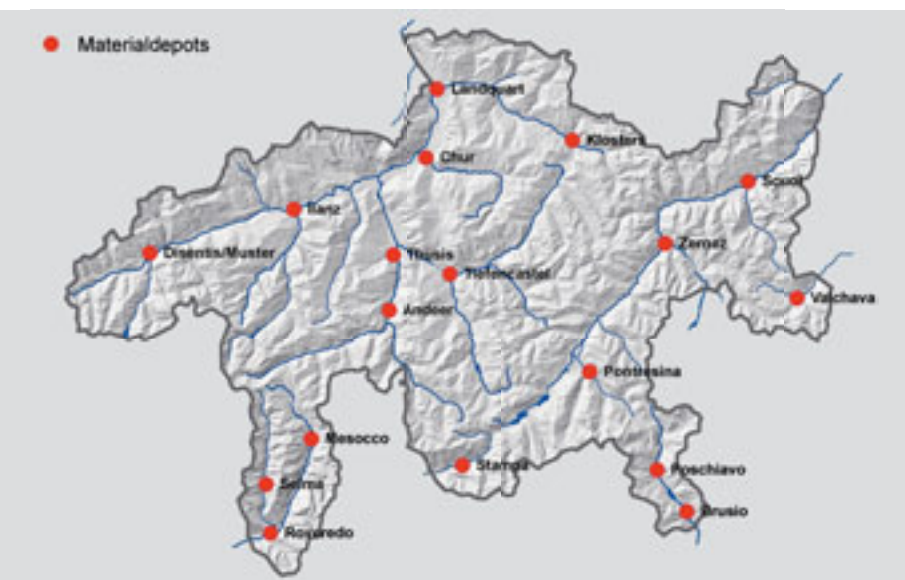


Abb 6 Seit 1994 steht den Feuerwehren Graubündens an 18 Standorten spezielles Waldbrandbekämpfungsmaterial zur Verfügung.

In den letzten Jahren sind in Graubünden verschiedene Einrichtungen für die Waldbrandbekämpfung erstellt worden. Neben künstlichen Teichen und Lösswasserbecken (Abbildung 4 und 5) werden auch einfache Massnahmen wie Terrainvorbereitungen für den Einsatz mobiler Lösswasserbehälter, Vorrichtungen zur temporären Bachstauung und Einrichtungen zur Entnahme von Lösswasser aus Kraftwerksdruckleitungen oder Wasserreservoirs mit forstlichen Beiträgen unterstützt. Im unteren Teil des Puschlavs in der Gemeinde Brusio und in den erheblich vom Sturm Vivian betroffenen Gemeinden des Bündner Oberlands wurden grössere Gebiete mit wichtigen Lösswasserbauten ausgestattet. Im Misox/Calancatal befindet sich das bisher grösste Waldbrandlöschkonzept Graubündens in der Umsetzungsphase (Kaltenbrunner 2009).

## Waldbrandstützpunkte

Für die Waldbrandbekämpfung sind geeignete Löschgeräte von eminenter Wichtigkeit. Verschiedene Waldbrände in den 1980er- und 1990er-Jahren haben gezeigt, dass die Ausstattung der Orts- und Regionalfeuerwehren für die Waldbrandbekämpfung nicht ausreicht. Deshalb haben das Amt für Wald Graubünden, die Gebäudeversicherung Graubünden sowie alle Gemeinden ein Stützpunktkonzept zur Waldbrandbekämpfung aufgebaut. Das kantonsweite Konzept beinhaltet neun grosse und neun kleine Stützpunkte (Abbildung 6). Die Stützpunkte sind mit speziell für Waldbrände assortiertem Feuerbekämpfungsmaterial ausgerüstet, welches von den Feuerwehren im Soforteinsatz mit relativ geringem zusätzlichem Aufwand optimal genutzt werden kann (Abbildung 7). Die Ausrüstung für die Waldbrandbekämpfung setzt sich aus mobilen Wasserbecken, Rückenspritzen, Motorpumpen, Wasserfassungen, Wassertransportsäcken, Schlauchmaterial, Motorsägen, Feuerpatschen, Spezialbekleidung und diversem Kleinmaterial zusammen. Das Material ist in einem Container auf einem Anhänger gelagert und kann im Ernstfall mit einem Helikopter oder einem Fahrzeug zum Brandort transportiert werden. Diese Materialdepots haben sich im Einsatz sehr bewährt und werden in den nächsten drei Jahren modernisiert.

In der Nachbearbeitung der grossen Waldbrände von 1997 im Misox/Calancatal und in Brusio/Tirano musste ein erhebliches Manko bei den grossen Wassertransporten festgestellt werden. Wassertransporte mit Helikoptern sind bei tagelangen Löscheinsätzen sehr teuer. Deshalb wurde das Stützpunktkonzept mit der Beschaffung von leistungsstarken Lösswasserpumpen Typ 83 der Schweizer Armee erweitert. Diese Wassertransportaggregate können von den Stützpunkten Igis-Landquart, Ems-



**Abb 7** Das mobile Feuerbekämpfungsmaterial kann im Ernstfall mit einem Helikopter oder einem Fahrzeug zum Brandort transportiert werden.

Chemie, S-chanf und Roveredo aus innert einer bis zwei Stunden nach Brandausbruch im ganzen Kantonsgebiet eingesetzt werden.

### Schlussbemerkungen

Waldbrände gehören als natürliches Ereignis zum Ökosystem Wald. Vor allem Faktoren wie Trockenheit und Windgeschwindigkeit sowie Topogra-

### Waldbrandprävention im Kanton Graubünden

Waldbrände können heute dank schneller Alarmierung und modernen Löschgeräten meist im Keim erstickt werden. Dennoch werden die Feuerwehr- und Forstorganisationen des Kantons Graubünden immer wieder mit grösseren Waldbränden konfrontiert. In den letzten zwanzig Jahren haben das Amt für Wald Graubünden und die Abteilung Feuerwehr der kantonalen Gebäudeversicherung sukzessive in die Waldbrandprävention investiert und die Feuerbekämpfung verbessert. Zur Überwachung und Beurteilung der Waldbrandgefahr wurde das computerunterstützte Waldbrandprognosesystem Incendi entwickelt. Auf dessen Grundlagen werden nach Regionen unterteilte Waldbrandgefahrenkarten erstellt und Feuerverbote erlassen. Für den Einsatz im Brandfall hat das Amt für Wald für ganz Graubünden Karten mit den Wasserentnahmestellen für die Waldbrandbekämpfung ausgearbeitet. Wo es Lücken bei den Wasserbezugsorten gibt, werden künstliche Wasserentnahmestellen errichtet. Vor 15 Jahren wurde ein Stützpunktkonzept zur Waldbrandbekämpfung erarbeitet. Wichtigstes Element des Konzeptes sind 18 regionale Materialdepots mit mobilem Feuerbekämpfungsmaterial, welches im Ernstfall zum Brandort transportiert werden kann. Die heutigen organisatorischen Strukturen und die vorsorglich getroffenen Massnahmen in Graubünden erlauben eine effiziente Waldbrandprävention und -bekämpfung.

fie und Vegetation beeinflussen im Einzelfall das Brandverhalten und die Auswirkungen eines Waldbrandes. Auch mit modernen Präventionsmassnahmen, gezielter Öffentlichkeitsarbeit und verbesserten Brandbekämpfungsmethoden lassen sich Waldbrände nicht verhindern. Es ist zu befürchten, dass die prognostizierte Klimaerwärmung und die veränderten Nutzungsbedingungen in der alpinen Land- und Forstwirtschaft die Fortschritte, die sich in der kantonalen Waldbrandstatistik in einer tendenziellen Abnahme der Anzahl Waldbrände pro Jahr manifestieren, wieder zunichtemachen. Diese neuen Herausforderungen gilt es zu berücksichtigen, um in Zukunft noch besser gegen Waldbrände vorzusorgen und deren Bekämpfung noch wirkungsvoller angehen zu können.

*Eingereicht: 24. Februar 2010, akzeptiert (mit Review): 21. August 2010*

### Literatur

- KALTENBRUNNER A (2009)** Schutzbauten gegen Waldbrände. Bündner Wald 62 (6): 74–77.
- VAN WAGNER CE (1987)** Development and Structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System. Ottawa: Canadian Forestry Service, Forestry Technical Report 35: 36 p.

### Prévention des incendies de forêt dans le canton des Grisons

Grâce à la mise en place d'un système d'alarme et le recours à du matériel d'extinction sophistiqué, les incendies de forêt sont aujourd'hui étouffés dans l'œuf. Malgré cela, les services du feu et ceux de la forêt du canton des Grisons devront toujours être prêts à faire face à d'importants incendies. Ces 20 dernières années, en collaboration avec l'Etablissement cantonal d'assurance des bâtiments, le service des forêts des Grisons a investi dans la prévention et amélioré la lutte contre les incendies. Cela s'est traduit au niveau forestier par la mise en place d'un système informatisé d'alerte nommé «Incendi». Sur la base de ce programme, des cartes de dangers d'incendies sont établies pour les différentes régions, et des interdictions de feux en plein air sont prononcées le cas échéant. Le service des forêts a établi une carte cantonale avec les points d'eau existants utilisables en cas d'incendies. Ils ont été complétés partiellement par des aménagements artificiels afin de disposer de suffisamment de ressources en eau bien réparties sur tout le territoire du canton. Il y a 15 ans, un concept de postes relais pour la lutte contre les incendies a été établi. L'élément central de ce concept est le réseau de 18 dépôts régionaux pourvus d'équipements mobiles pouvant être acheminés sur le lieu d'incendie. Ainsi, avec le système et les structures actuellement mis en place, le canton s'est donné les moyens d'intervenir d'une manière efficace pour la prévention et la lutte contre les incendies de forêt.