



RECIPE REINFORCING CIVIL PROTECTION
CAPABILITIES INTO MULTI-HAZARD
RISK ASSESSMENT UNDER
CLIMATE CHANGE



**AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS
AUF DAS RISIKOMANAGEMENT
VON NATURGEFAHREN UND
DEN KATASTROPHENSCHUTZ BEI
WALDBRÄNDEN, ÜBERSCHWEMMUNGEN,
STÜRMEN, LAWINEN, RUTSCHUNGEN
UND STEIN-SCHLAG**



European Union
Civil Protection and
Humanitarian Aid



RECIPE

REINFORCING CIVIL PROTECTION
CAPABILITIES INTO MULTI-HAZARD
RISK ASSESSMENT UNDER
CLIMATE CHANGE

**AUSWIRKUNGEN DES KLIMAWANDELS
AUF DAS RISIKOMANAGEMENT
VON NA-TURGEFAHREN UND
DEN KATASTROPHENSCHUTZ BEI
WALDBRÄNDEN, ÜBERSCHWEMMUNGEN,
STÜRMEIN, LAWINEN, RUTSCHUNGEN
UND STEIN-SCHLAG**

Dieser Bericht enthält eine Zusammenfassung der Hauptergebnisse des RECIPE Projekts (Stärkung der Katastrophenschutzkapazitäten in der Multi-Hazard-Risikobewertung unter Einfluss des Klimawandels), co-finanziert durch das Europäische Amt für humanitäre Hilfe und Katastrophenschutz (UCPM-2019-PP-AG).

Projektbeschreibung: RECIPE zielt darauf ab praxisorientierte Empfehlungen und Instrumente zu entwickeln, um den Katastrophenschutz beim Notfallmanagement und der Risikoplanung für verschiedene Naturgefahren in ganz Europa zu stärken. Gleichzeitig werden die Auswirkungen des Klimawandels durch ein integriertes Risikomanagementkonzept und den Austausch von Erfahrungen und bewährten Verfahren angegangen.

Partnerschaft:

Forstwissenschaftliches und technologisches Zentrum Kataloniens - CTFC (Koordination), Spanien
Pau Costa Stiftung - PCF, Spanien
Generaldirektion für Katastrophenschutz Kataloniens - DGPC-CAT, Spanien
Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg - FVA, Deutschland
Forschungsstiftung CIMA - CIMA, Italien
Österreichisches Forschungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft - BFW, Österreich
Institut für Kartographie und Geologie Kataloniens - ICGC, Spanien
Fakultät für Agrarwissenschaften, Universität Lissabon - ISA, Portugal

Projektlaufzeit: 2020-2021

Website und Kontaktinformationen: <http://recipe.ctfc.cat/>; recipe@ctfc.cat **Twitter:** @NATHaz_recipe

Vorgeschlagene Dokumentenreferenz: Plana, E., Serra, M., Sabella, C., Mayer, C., Hengst-Ehrhart, Y., Hartebrodt, C., Franciosi, C., Giambelli, M., Pagès, D., Gasulla, N., Martí, G., Garcia, C., Bertran, M., Canaleta, G., Vendrell, J., Andrecs, P., Hagen, K., Plörer, M., Sequeira, A.C., Skulska, I., Acácio, V., Ferreira, M., Colaço, M.C. 2021. Auswirkungen des Klimawandels auf das Risikomanagement von Naturgefahren und den Katastrophenschutz bei Waldbränden, Überschwemmungen, Stürmen, Lawinen, Rutschungen und Steinschlag. Reinforcing civil protection capabilities into multi-hazard risk assessment under climate change. RECIPE project (Grant Agreement nº 874402). 66 pp

Liste der Autor*innen:

Eduard Plana, Marta Serra, Chiara Sabella - Forstwissenschaftliches und technologisches Zentrum Kataloniens (CTFC)
Carolin Maier, Christoph Hartebrodt and Yvonne Hengst-Ehrhart - Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA)
Chiara Franciosi, Marta Giambelli - CIMA Forschungsstiftung (CIMA)
David Pagès, Núria Gasulla - Generaldirektion für Katastrophenschutz Kataloniens (DGPC CAT)
Glòria Martí, Carles García and Manuel Bertran - Institut für Kartographie und Geologie Kataloniens (ICGC)
Guillem Canaleta, Jordi Vendrell - Pau Costa Stiftung (PCF)
Peter Andrecs, Karl Hagen, Matthias Plörer - Österreichisches Forschungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)
Ana Catarina Sequeira, Iryna Skulska, Vanda Acácio, Madalena Ferreira and Maria Conceição Colaço – School of Agriculture, University of Lisbon (ISA)

Umschlaggestaltung und Illustrationen: E. Plana, M. Serra and C. Leutner

“Dieses Dokument beschreibt Aktivitäten im Rahmen der humanitären Hilfe die im Rahmen einer Finanzierung durch die Europäische Union umgesetzt wurden. Die vertretenen Ansichten sollten in keiner Weise als eine Reflektion der offiziellen Haltung der Europäischen Union verstanden werden, und die Europäischen Kommission ist nicht verantwortlich für eine Verwendung der enthaltenen Informationen.”



European Union
Civil Protection and
Humanitarian Aid



INHALT

EINFÜHRUNG	7
ABSCHNITT I. WIE WIRKT SICH DER KLIMAWANDEL AUF DIE NATÜRLICHEN RISIKEN AUS? WALDBRÄNDE, ÜBERSCHWEMMUNGEN, STÜRME, LAWINEN, RUTSCHUNGEN, STEINSCHLAG UND WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN VERSCHIEDENEN PROZESSEN	9
I.1 WALDBRÄNDE	10
I.2 ÜBERSCHWEMMUNGEN (STURZFLUTEN)	13
I.3. STÜRME	17
I.4. LAWINEN	20
I.5. RUTSCHUNGEN UND STEINSCHLAG	23
I.6. BEISPIELE FÜR MULTI-RISIKO-INTERAKTIONEN	26
ABSCHNITT II. STÄRKUNG DER KATASTROPHENSCHUTZKAPAZITÄTEN UND DES NOTFALLMANAGEMENTS ZUR BEWÄLTIGUNG LÄNGERER, SCHWERERER, NOCH NIE DAGEWESENER ODER EXTREMER NATUREREIGNISSE IN EINEM SICH WANDELNDEN UMFELD	29
II.1 KATASTROPHENSCHUTZ UND NOTFALLMASSNAHMEN BEI NATURKATASTROPHEN	30
II.2 WIE WERDEN ENTSCHEIDUNGSUNTERSTÜTZUNGSSYSTEME (DSS) GESTÄRKT?	33
II.3 RECIPE-UNTERSTÜTZUNGSTOOLS	35
II.3.1 LEITFADEN FÜR DIE HOCHWASSERKATASTROPHENSCHUTZPLANUNG MIT PARTIZIPATIVEM ANSATZ MIT EINEM PROTOTYP EINES INSTRUMENTS ZUR ÜBERWACHUNG DES PARTIZIPATIVEN PROZESSES	35
II.3.2 PROTOTYP FÜR EINE VERBESSERTE ENTSCHEIDUNGSFINDUNG IM RISIKOMANAGEMENT VON RUTSCHUNGEN UND STEINSCHLAG	39
II.3.3 LEITLINIEN FÜR EINEN PARTIZIPATIVEN KRISENMANAGEMENTPLAN ZUM UMGANG MIT WINDWURF ENTLANG VON STRASSEN	42
II.3.4 HILFSMITTEL UND LEITLINIEN FÜR DIE INTEGRIERTE RISIKOBEWERTUNG UND -PLANUNG FÜR DIE LANDSCHAFT UND DIE SCHNITTSTELLE ZWISCHEN WILDNIS UND STADT	46
II.3.4.1 INTEGRIERTE METHODE ZUR BEWERTUNG DES RISIKOS VON WALDBRÄNDE, PLANUNG UND EINBEZIEHUNG VON INTERESSEGRUPPEN FÜR WIDERSTANDSFÄHIGE GEMEINDEN AUF LOKALER EBENE	46
II.3.4.2 INSTRUMENTE ZUR VERBESSERUNG DER RISIKOKULTUR UND DES RISIKOBEWUSSTSEINS VON KINDERN UND GEMEINDEN IN DER NÄHE VON WALDGEBIETEN	51
II.3.4.3 DSS-MODUL FÜR DIE PRIORISIERUNG DES BRENNSTOFFMANAGEMENTS AN DER SCHNITTSTELLE ZWISCHEN WALD UND STADT IN PORTUGAL	52
II.3.5 PROTOKOLL ZUM MANAGEMENT VON WALDBRAND- UND LAWINENRISIKEN IN BERGGEBIETEN	54
II.3.6 VISUALISIERUNGSTOOL ZUR BEWÄLTIGUNG VON NOTFALLSITUATIONEN BEI HOHER LAWINENGEFAHR	57
SCHLUSSBEMERKUNGEN	59
REFERENZEN	63

VERZEICHNIS DER KASTEN

Kasten 1. Multirisiko-Interaktion zwischen Sturm und Waldbrand.	26
Kasten 2. Multirisiko-Interaktion zwischen Waldbrand, Sturzflut und Überschwemmung.	27
Kasten 3. Multirisiko-Interaktion zwischen Waldbrand und Lawine.	28
Kasten 4. Beispiel für RA&P-Ergebnisse in Bezug auf die politische Kohärenz.	48
Kasten 5. Verständnis der HEV- und RMC-Sequenz des Risikomanagements bei Waldbränden.	50

BILDERVERZEICHNIS

Bild 1. (Links) Hochwasserereignisse in Italien (Region Ligurien, Oktober 2021. ©CIMA) und (rechts) in Spanien (Sturm Gloria, Januar 2020 ©Bombers Generalitat de Catalunya).	13
Bild 2. Eine grosse Lawine erreicht den Talboden und blockiert einen Fluss (©ICGC).	20
Bild 3. Schneedeckenprofil zur Messung der Eigenschaften der verschiedenen Schneeschichten bei der Suche nach Instabilitätsbedingungen (©ICGC).	20
Bild 4. Nassschneelawinen treten auch in der kältesten Zeit des Winters auf und beeinträchtigen sozioökonomische Aktivitäten (©ICGC).	20
Bild 5. Der Temperaturanstieg beschleunigt die Prozesse der Erwärmung und Befeuchtung des Geländes, die Gleitlawinen auslösen (©ICGC).	21
Bild 6. Die Aufzeichnung von Wetter- und Schneedaten in Hochgebirgsregionen ist wichtig, um die Folgen des Klimawandels in diesem empfindlichen Ökosystem zu verstehen (©ICGC).	21
Bild 7. Steinschlag (links, © Liebl) und flachgründige Rutschung (rechts, © Plörner).	23
Bild 8. (Links) Treffen mit dem Bürgermeister von El Bruc, Analyse der Risikofaktoren und Überblick über den Sektor des Vorgebirges von Montserrat (rechts). Es wurden Vor-Ort-Besuche mit verschiedenen Akteuren durchgeführt, um die Sichtweise des jeweils anderen zu verstehen und, im Falle von Notfalleinrichtungen, die operativen Anforderungen jedes einzelnen zu erfüllen (©Plana).	46
Bild 9. (Links) Besuch eines durch LIFE+Montserrat geförderten Weidegebiets, das der Verhütung von Großbränden dient und gleichzeitig die lokale Wirtschaft fördert, und (rechts) vom Naturpark durchgeführte Brennstoffbehandlungen an den von Wanderern und Bergsteigern genutzten Zugangswegen, die die Gefährdung, aber auch die Entzündungsgefahr durch Besucher verringern (©Plana).	48

ABBILDUNGSVERZEICHNI

Abbildung 1. Beispiel für Maßnahmen zur Minderung von Gefahr, Exposition und Anfälligkeit im Falle eines Waldbrandrisikos.	10
Abbildung 2. Risikofaktoren für Sturzfluten.	14
Abbildung 3. Die wichtigsten Faktoren für Steinschlag und Rutschungen.	23
Abbildung 4. Beispiel: Beispielszenario vor dem Klimawandel, aktuelles Landschaftsbild und Risikosituation in einem alpinen Gebiet.	24
Abbildung 5. Beispiel: Szenario der Auswirkungen des Klimawandels, zukünftiges Landschaftsbild und verschärfte Risikosituation in einem alpinen Gebiet.	24
Abbildung 6. Nationalitäten, Risiken, Niveaus und Profile, die in den Interviews zur Notfallbewältigung erfasst wurden.	30
Abbildung 7. Beispiel für einen Risikomanagementbedarf mit einem Dominoeffekt auf andere Gefahren.	31
Abbildung 8. DSS-Komponenten.	33
Abbildung 9 . Skizze der Schritte zur Prozessentwicklung.	36
Abbildung 10 . Überlagerung der Alpinen Permafrost-Indexkarte mit den aktuellen alpinen Infrastrukturen.	39
Abbildung 11 . Kostenlos vorhandene und online verfügbare Daten.	39
Abbildung 12 . Bestehende Software für z. B. Steinschlagsimulationen, online herunterladbar © D'Amboise, Flaticon .	40
Abbildung 13 . Potenzielle Anbruchgebiete ohne weitere Permafrost-Degradation (blaue Pixel) und potenzielle Anbruchgebiete bei fortschreitender/vollumfänglicher Permafrost-Degradation (blaue UND rote Pixel). Geländemodell: Land Tirol / Tiris.	40
Abbildung 14 . Links: Potenzielle Sturztrajektorien unter ausschließlicher Berücksichtigung von Ablösebereichen unterhalb der aktuellen Permafrostgrenze; Rechts: Potenzielle Sturztrajektorien auch unter Verwendung von Ablösebereichen oberhalb der aktuellen Permafrostgrenze. Orthofoto und Geländemodell: Land Tirol / Tiris.	40
Abbildung 15 . Skizze des DSS für veränderte Bedingungen (z. B. Permafrost-Degradation, Entwaldung).	41
Abbildung 16 . Vorlage für einen Prozessplan; die Spalten bezeichnen die Phasen des Krisenmanagementzyklus, die Linien stellen die verschiedenen Ebenen dar.	44
Abbildung 17 . Vorlage für eine Prozessbeschreibung. Für jeden in der Prozesskarte dargestellten Prozess enthält der Krisenmanagementplan ein „Briefing“.	45
Abbildung 18 . Ablauf der Risikobewertung und -planung im Hinblick auf integrierte, kosteneffiziente und synergetische Risikomanagementstrategien.	48
Abbildung 19. Beispiel einer Abbildung, die Maßnahmen zur Risikominderung im Sektor Montserrat Parc darstellt.	49
Abbildung 20. Schritte zum Tag der Waldbrandvorbereitung.	51
Abbildung 21. MEFITU Aktivitätsschritte.	52
Abbildung 22 . RECIPE DSS-Modul für die Priorisierung des Brandlastmanagements bei WUI (in blau), eingefügt in PREVAIL DSS für das Brandlastmanagement.	53
Abbildung 23. Bewertung des Waldbrand- und Lawinenrisikos in Berggebieten: RECIPE-Fallstudienverfahren.	54
Abbildung 24 . Übungsschema für eine Mehrfachrisiko-Waldbrand-Lawinenübung.	55
Abbildung 25. Definierte Szenarien und Beispiel für eine Karte, die die von Kronenbränden betroffenen Gebiete gemäß der Simulation zeigt.	55
Abbildung 26. Schema der Waldbewirtschaftungsvorschriften für einen gemeinsamen Ansatz zur Minderung des Waldbrand- und Lawinenrisikos auf Ebene der Waldbestände.	56
Abbildung 27. Lawinenkarte mit den kürzlich beobachteten Ereignissen in blau und den historischen Beobachtungen in rosa.	57
Abbildung 28. Anzahl der beobachteten großen Lawinenzyklen von 1970 bis 2021 (April), die auf der Tagesskala datiert wurden.	58
Abbildung 29. Das Visualisierungsinstrument zeigt die wahrscheinlichen großen Lawinen, die an einem bestimmten Tag anbrechen können und die in eine Kategorie der Wetterlagen eingeordnet werden, welche zu Lawinen führen (NW-Lawinen). Kleinere Lawinen, die jedoch auch gefährdete Gebiete betreffen können, werden ebenfalls angezeigt (Risikolawinen).	58

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tabelle 1. Allgemeine binäre Klassifizierung.	53
---	----

EINFÜHRUNG

Dieser Trend betrifft Europa und insbesondere den Mittelmeerraum, wo ein höherer Temperaturanstieg als in anderen Regionen erwartet wird. In den letzten Jahren hat Europa verschiedene Extremereignisse erlebt, wie die Sturzfluten in Deutschland und Italien (2021) oder die Waldbrände in Portugal (2017), Skandinavien (2018), Griechenland (2020) und der Türkei (2021).

Der Klimawandel verändert Naturgefahren, wie wir sie kennen und erhöht deren Intensität, Häufigkeit und Verteilung (IPCC, 2021). Gleichzeitig besteht ein hohes Maß an Unsicherheit über die spezifischen Auswirkungen des Klimawandels auf jede einzelne Naturgefahr. Folglich muss sich das Katastrophenrisikomanagement (Disaster Risk Management, DRM) mit neuen und unsicheren Risikosituationen auseinandersetzen, was die Strategien zur Verringerung des Katastrophenrisikos (Disaster Risk Reduction, DRR) und die Entscheidungsprozesse komplexer macht und insgesamt das Risikomanagementsystem belastet.

Das Katastrophenschutzsystem spielt eine wichtige Rolle bei der Entwicklung verschiedener Aktionen und Maßnahmen in den Phasen Prävention (z. B. Entwurf und Entwicklung von Notfallplänen), Vorbereitung (z. B. Kommunikation mit der Gesellschaft, was im Notfall zu tun ist) und Reaktion (z. B. Treffen von Entscheidungen über das weitere Vorgehen im Notfall oder Unterstützung der betroffenen Menschen). Die Einbeziehung von Notfallmaßnahmen in die Risikobewertung und -planung trägt dazu bei, DRR-Strategien zu stärken und die Auswirkungen von Naturgefahren auf Bürger, Infrastrukturen und Lebensgrundlagen zu verringern.

Um die Anforderungen und Bedürfnisse des Katastrophenschutzes an das Szenario des Klimawandels anzupassen, ist ein angemessenes Verständnis des Risikos und all seiner Komponenten der erste Schritt, um Instrumente, Ressourcen und Lösungen für ein widerstandsfähiges System bereitzustellen.

Auf dieser Grundlage liefert das Projekt „*Reinforcing civil protection capabilities into multi-hazard risk assessment under climate change, RECIPE*“ (*Stärkung der Katastrophenschutzkapazitäten bei der Bewertung von Mehrfachrisiken im Zusammenhang*

mit dem Klimawandel) einige Entscheidungshilfen und Instrumente zur Stärkung des Katastrophenschutzes im Notfallmanagement und in der Risikoplanung für verschiedene Naturgefahren angesichts des Klimawandels (Waldbrände, Überschwemmungen, Stürme, Lawinen, Rutschungen und Steinschlag) in Europa. Dieser Bericht fasst die wichtigsten Ergebnisse des Projektes zusammen und richtet sich insbesondere an Techniker*innen, Praktiker*innen und lokale Verwaltungseinheiten, die sich mit dem forstlichen Risikomanagement und Zivilschutz beschäftigen.

Der Bericht ist in zwei Teile untergliedert: Der erste Teil beschäftigt sich mit einem methodischen Schema, welches gemeinsam entwickelt wurde und die Attribute des Gebiets und der Infrastrukturen, die das Risiko erhöhen/verringern, identifiziert. Dabei wird die im Naturgefahrenmanagement übliche Untergliederung des Risikos in die drei Hauptkomponenten Gefahr, Exposition und Anfälligkeit (Hazard, Exposition, Vulnerability - HEV) (IPCC, 2012) vorausgesetzt. Ein Verständnis dieser Komponenten und der Beziehung zwischen ihnen stellt einen grundlegenden Schritt in Richtung eines umfassenden Risikomanagements dar.

Teil 2 beschäftigt sich mit den möglichen Auswirkungen von vorhergesagten Klimaszenarien auf das Risikomanagement in Bezug auf Naturgefahren. Neue Anforderungen - einschließlich operationaler Aspekte von Entscheidungshilfen - des Zivilschutzes angesichts des Klimawandels, wurden identifiziert. In diesem Kapitel werden die Tools, die in verschiedenen Pilotstudien für unterschiedliche Naturgefahren entwickelt wurden, beschrieben.

Während des gesamten Projekts waren Praktiker*innen – die Zielgruppe der entwickelten Empfehlungen und Instrumente – durch Interviews, Workshops oder die gemeinsame Entwicklung von operationellen Instrumenten eingebunden. Dies ermöglichte eine Weitergabe von Erfahrungen und einen Informationsaustausch bezüglich bewährter Verfahren.

Die vollständigen und detaillierten Ergebnisse des Projekts sind auf der [Projektwebseite](#) verfügbar.



ABSCHNITT I



WIE WIRKT SICH DER KLIMAWANDEL AUF DIE NATÜRLICHEN RISIKEN AUS? WALDBRÄNDE, ÜBERSCHWEMMUNGEN, STÜRME, LAWINEN, RUTSCHUNGEN, STEINSCHLAG UND WECHSELWIRKUNGEN ZWISCHEN VERSCHIEDENEN PROZESSEN

I.1 WALDBRÄNDE

Die wichtigsten treibenden Einflüsse

Waldbrände sind eine sozio-ökologische Gefahr, da sie mit einer Kombination aus natürlichen und anthropogenen Faktoren verbunden sind¹.

Im Allgemeinen ist diese Gefahr stark vom Menschen beeinflusst und zwar durch die Bewirtschaftung der Vegetation, die Verteilung in der Landschaft und die Entzündung von Bränden, die hauptsächlich durch menschliche Handlungen verursacht werden. Auch die Meteorologie spielt eine wichtige Rolle, da sie die Anfälligkeit der Vegetation zum Brennen (niedrige Feuchtigkeit und hohe Temperaturen) und die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Feuers durch die Windgeschwindigkeit oder die Topografie beeinflusst.

Tatsächlich ist Feuer an sich nicht unbedingt eine Gefahr, vor allem wenn es zeitlich und räumlich geplant und kontrolliert ist. Im Gegensatz dazu stellen Waldbrände weltweit eine große Gefahr dar. Nach Rego und Colaço (2013) werden sie beschrieben als „jedes ungeplante und unkontrollierte Vegetationsfeuer, das unabhängig von der Zündquelle eine Unterdrückungsmaßnahme oder andere Maßnahmen gemäß den Richtlinien der Behörden erfordern kann“. Waldbrände werden dann zu einem Risiko, wenn es exponierte Elemente gibt, die einen Wert für die Gesellschaft haben.

Bei diesen exponierten Elementen kann es sich um Menschen, Gebäude, kritische Infrastrukturen, die natürliche Umwelt (z. B. Verlust der Waldbedeckung im Zusammenhang mit der Erbringung von Umweltdienstleistungen) sowie die damit verbundenen Wirtschaftstätigkeiten und das kulturelle Erbe handeln.

Je nach der Anfälligkeit der Elemente, welche eine intrinsische Bedingung dieser ist, kann der Schaden hoch oder gering sein.

Es gibt zwei Arten von Schäden: (1) direkte Schäden, d. h. die unmittelbaren Auswirkungen während oder kurz nach dem Gefahrenereignis, wie z. B. Todesfälle, gesundheitliche Folgen oder Auswirkungen auf Infrastrukturen und wirtschaftliche Aktivitäten; (2) sekundäre Schäden, die sich aus indirekten Schäden aufgrund der Unterbrechung des alltäglichen Lebens und der Verringerung bestimmter Ökosystemleistungen wie dem Verlust der Schutzfunktion des Waldes zur Verhinderung anderer Arten von Naturgefahren (z.B. Lawinen oder Erdbeben) ergeben.

Da einige der exponierten Elemente nicht aus dem „Pfad“ des Waldbrandes entfernt werden können, sollten die wichtigsten Faktoren, die die Anfälligkeit der exponierten Elemente bestimmen, berücksichtigt werden. Sie hängen zum einen mit dem potenziellen Gesamtschaden durch die Auswirkungen der Brandfront auf diese Elemente zusammen und zum anderen, in einem größeren Maßstab, mit den Auswirkungen des verbrannten Gebiets auf das Territorium. Die verschiedenen Auswirkungen auf die Bevölkerung, die Infrastrukturen und die Umweltdienstleistungen des Waldes hängen stark von der Intensität des Waldbrandes, der Widerstandsfähigkeit der Landschaft und den wirtschaftlichen Aktivitäten in dem Gebiet ab. In diesem Fall ist die Bewältigungskapazität entscheidend für die Erhöhung oder Verringerung der Anfälligkeit der betroffenen Elemente.

Zur Verringerung der einzelnen Risikokomponenten können verschiedene Maßnahmen ergriffen werden:

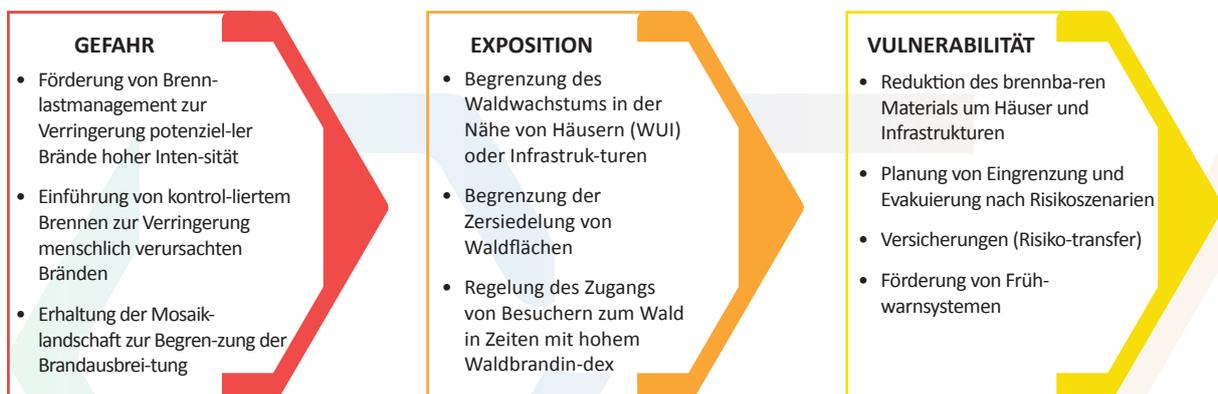


Abbildung 1. Beispiel für Maßnahmen zur Minderung von Gefahr, Exposition und Anfälligkeit im Falle eines Waldbrandrisikos.

¹<https://www.undrr.org/terminology/hazard>

Wie Auswirkungen des Klimawandels das Regime der Waldbrände beeinflussen können

Es ist schwierig, spezifische künftige Auswirkungen des Klimawandels auf das Waldbrandregime in verschiedenen Maßstäben (global, national oder regional) zu nennen, da es viele Unsicherheiten in Bezug auf die Auswirkungen des Klimawandels gibt.

Dennoch gibt es einige einschlägige Studien und Berichte, die auf eine Zunahme der Intensität, Häufigkeit und Größe von Waldbränden hinweisen, was eine allgemeine Zunahme der europäischen Landschaften im Zusammenhang mit extremen Wetterereignissen (z. B. Dürren, Hitzewellen) impliziert. Einige der hervorgehobenen Punkte sind:

- Trotz der Heterogenität der Methoden und Ergebnisse der Literaturrecherche sind sich alle Projektionen, die auf dem FWI-System basieren, einig, dass die Brandgefahr und die Länge der Feuersaison in Südeuropa in Zukunft generell zunehmen werden. Der relative Anstieg der mittleren saisonalen Brandgefahr liegt zwischen 2 % und 4 % pro Jahrzehnt in den europäischen Mittelmeerregionen (Dupuy et al., 2020).
- Wenn die Dynamik der Brennmaterialbelastung bzw. -kontinuität außer Acht gelassen wird, werden die verbrannten Flächen den Projektionen zufolge überall in Südeuropa zunehmen, ebenso wie die potenzielle Brandgefahr, allerdings mit wesentlich höheren Steigerungsraten (15 % bis 25 % pro Jahrzehnt für die meisten Gebiete und viel mehr für Spanien). Große Unsicherheiten bleiben bei der Betrachtung der Brennmaterialdynamik. Das gefährdete Gebiet dürfte sich auf neue brandgefährdete Regionen wie West- und Zentralfrankreich, die Gebirge rund um das Mittelmeer oder Mitteleuropa ausdehnen, wo die Brennstofflast voraussichtlich kein begrenzender Faktor sein wird. In den wärmsten und trockensten brandgefährdeten Regionen (z. B. in der Mitte und im Süden der Iberischen Halbinsel) ist die Verfügbarkeit von Brennstoffen der wichtigste begrenzende Faktor für die Brandaktivität oder wird es in Zukunft sein (Dupuy et al., 2020).
- Der Klimawandel führt zu häufigeren Extrem-Wetterereignissen und damit zu Bränden mit extremerem Brandverhalten. Die Brandbekämpfung wird sich an die neuen Bedingungen anpassen müssen,

da Waldbrände mit hoher Intensität auch außerhalb der traditionellen/historischen Brandsaison auftreten werden. Dies stellt eine Herausforderung für die Brandbekämpfung dar. Globale Projektionen zeigen auch extremere Dürren und eine allgemeine Zunahme der weltweiten Trockenheit (Robinne et al., 2018).

- Was die Rückkopplungseffekte betrifft, so gibt es in den Regenwäldern eine positive Rückkopplung zwischen der zunehmenden Häufigkeit von Waldbränden und der Austrocknung des Waldes. Die zunehmende Schwere der Brände führt weiterhin zu einer starken Entwaldung. In Berggebieten durchdringen kleinere Waldbrände oft die Streu- und Humusschichten, legen den Boden frei und führen an steilen Hängen zu Steinschlag, Erdbeben und Schlammlawinen. Ganz allgemein kann die durch Waldbrände verursachte, große Öffnung des Kronendachs zu einer Austrocknung der Landschaft führen, da der Boden keine Feuchtigkeit mehr speichern kann. Dies könnte sich dann auf den künftigen Verlust von Evapotranspirationsleistungen an windabwärts gelegenen Standorten auswirken und die Niederschläge verringern (Dupuy et al., 2020).
- In den Wäldern gibt es einen positiven Rückkopplungseffekt zwischen Waldbränden und Schädlingen. Durch Brände geschädigte Bäume werden mit größerer Wahrscheinlichkeit von Schädlingen befallen. Diese Insekten können sich ausbreiten und gesunde Bäume befallen, was zu absterbenden und trockenen Bäumen führen kann, wodurch die Landschaft anfälliger für Waldbrände wird. Weitere positive Rückkopplungen sind die Möglichkeit der Ausbreitung invasiver Pflanzen, die die Verfügbarkeit von Brennmaterial verändern können, wodurch sich das Brandverhalten und das Brandregime zugunsten der invasiven Pflanzen ändern (Dupuy et al., 2020).

Auswirkungen des Klimawandels auf das Risikomanagement bei Waldbränden

Die Auswirkungen des Klimawandels auf Waldbrände werden sich direkt auf die Planung von Waldbrandprävention, -vorsorge, -bekämpfung und -bewältigung auswirken und eine Änderung und Anpassung der Maßnahmen

und Aktionen zur Risikominderung erforderlich machen. Einige der wichtigsten Punkte zu den Auswirkungen des Klimawandels auf jede Phase des Risikomanagementzyklus sind:

- Die derzeitigen und künftigen brandgefährdeten Gebiete erfordern eine bessere Umsetzung der Versicherungssysteme, eine bessere öffentliche Politik sowie eine stärkere Sensibilisierung und Einbeziehung der Bevölkerung. Generell werden mehr und bessere Zusammenarbeit und Austausch zwischen Behörden, Unternehmen und Diensten (z.B. Feuerwehr, Wetterdienst usw.), eine Ausweitung der Gesetzgebungskompetenz von Bezirken (in den Bereichen Planung, Bauangelegenheiten und Durchführung von Katastrophenschutzmaßnahmen) und Gemeinden (Flächennutzungsplanung, lokales Katastrophenmanagement), die Umsetzung von Schulungsprogrammen zur Verbesserung der Widerstandsfähigkeit von Gemeinden sowie ein klares Verständnis von Bränden im Kontext von Waldbränden, das Bewusstsein der Bevölkerung und die Bereitschaft zu diesen Maßnahmen benötigt (EEA, 2017).
- Die Waldbewirtschaftung wird größere Anstrengungen unternehmen müssen, um Maßnahmen zur Verhütung von Waldbränden in dem Gebiet wirksam zu planen und umzusetzen. In Ökosystemen, in denen Brände eine natürliche Störung darstellen, kann die Unterdrückung von Bränden zu einer Anhäufung von brennbarem Material, welches in Zukunft extremes Brandverhalten bedingen kann, führen. In diesem Sinne sind weniger Brandunterdrückung als mehr gezielt gelegte Brände unter sicheren Bedingungen erforderlich, um den ursprünglichen Wald, der an das lokale Feuerregime angepasst ist, wiederherzustellen. Forstwirtschaftliche Praktiken, Gebühren oder Entgelte für Hausbesitzer in Brandrisikogebieten, Haushaltsbeiträge für Unternehmen mit Anlagen in Brandrisikogebieten, die Ermittlung von Schlüsselbereichen für die Brandverhütung und den Brandschutz, um kosteneffizienter mit dem Präventionsbudget umzugehen und widerstandsfähige Gemeinschaften aufzubauen (Brandschneisen in WUI, Brandschutzübungen, Notfallpläne, intelligentes Gärtnern, Stadtplanung), sollten ebenfalls gefördert werden (Bailey et al., 2019).
- Aus wirtschaftlicher Sicht fordert der Europäische Grüne Deal, Klima- und Umweltrisiken in das Finanzsystem einzubeziehen. Dies bedeutet, dass solche Risiken besser in den aufsichtsrechtlichen Rahmen der EU integriert und die Eignung der bestehenden Kapitalanforderungen für grüne Vermögenswerte bewertet werden müssen. Es muss sichergestellt werden, dass Investoren, Versicherer, Unternehmen, Räte und Bürger in der gesamten EU Zugang zu Daten haben und Instrumente entwickeln können, um den Klimawandel in ihr Risikomanagement zu integrieren. Die Kommission wird am Aufbau von Kapazitäten arbeiten, um Basisinitiativen zum Klimawandel und Umweltschutz zu erleichtern.
- Neue Umgebungen für Waldbrände im Zuge des Klimawandels erfordern mehr Forschung auf dem Gebiet der Brandforschung: Extremes Brandverhalten und der Klimawandel erfordern ein effektiveres, wissenschaftlich fundiertes Waldbrandmanagement und eine risikobasierte Entscheidungsfindung. Dies bedeutet auch, dass der Schwerpunkt von der Brandbekämpfung auf die Prävention verlagert und das Bewusstsein und die Bereitschaft der gefährdeten Bevölkerung erhöht werden muss. Darüber hinaus wurden speziell in jeder Risikophase einige Maßnahmen oder Herausforderungen hervorgehoben, wie z. B. innovative Frühwarnsysteme, Artenauswahl und Verjüngungsschnitte als Teil des adaptiven Managements, langfristige Anpassung der Wälder an den Klimawandel sowie kurz- und langfristige Präventionsmaßnahmen. Die Vorbereitung von Behörden und Gemeinden auf extreme Waldbrände erfordert eine angemessene Bewertung und rechtzeitige Kommunikation durch die Entwicklung von Frühwarnsystemen sowie die Schulung des Personals für effiziente Notfallmaßnahmen, einschließlich Evakuierungs- oder Eindämmungsplänen. Dazu gehört auch, die Öffentlichkeit zu sensibilisieren und aufzuklären und dem Irrglauben entgegenzuwirken, dass der Brandschutz allein in der Verantwortung der Feuerwehr liege (Favre et al., 2018).

I.2 ÜBERSCHWEMMUNGEN (STURZFLUTEN)

Die wichtigsten treibenden Einflüsse

Nach der EU-Hochwasserrichtlinie ist Hochwasser die vorübergehende Bedeckung von Land, welches normalerweise nicht von Wasser bedeckt ist, durch Wasser.

Im Rahmen von RECIPE liegt der Schwerpunkt auf Sturzfluten, die als Hochwasserereignisse definiert werden können, bei denen der Wasseranstieg



entweder während oder innerhalb weniger Stunden nach den Regenfällen, die den Anstieg verursachen, erfolgt. Sie stellen eine Gefahr für Menschen, Gebäude, kritische Infrastruktur und wirtschaftliche Aktivitäten dar, da sie in kurzer Zeit überflutet und beschädigt werden. Das daraus resultierende Risiko muss in all seinen Komponenten – Gefahr, Exposition und Anfälligkeit – beurteilt, analysiert, bewertet und gesteuert werden.



Bild 1. (Links) Hochwasserereignisse in Italien (Region Ligurien, Oktober 2021. ©CIMA) und (rechts) in Spanien (Sturm Gloria, Januar 2020 ©Bombers Generalitat de Catalunya).

Sturzfluten werden durch verschiedene Faktoren ausgelöst, sowohl durch „natürliche“ als auch durch „menschliche“.

Die **Gefahr** von Sturzfluten wird in der Regel durch kurze, heftige Regenfälle ausgelöst, die kleine Einzugsgebiete aktivieren, in denen die Reaktionszeit des Einzugsgebiets kurz ist.

Darüber hinaus sind viele hydrologische Faktoren für das Auftreten eines Ereignisses von Bedeutung: Die Topografie (Hangneigung und Größe des Einzugsgebiets), die Bodenart, die Rate der Wasserinfiltration beeinflusst, die Vegetationsdecke (Arten und Wuchsdichte), die den Waldboden vor Erosion schützen kann, die vorangegangenen Niederschläge, usw. Im Allgemeinen beeinflusst die Flächennutzung die Entstehung von Sturzfluten und insbesondere die Abflussrate: Eine starke Verstädterung verkürzt beispielsweise die Ausbreitungszeiten und die Infiltrationsraten und erhöht folglich die Spitzenabflussraten.

Schließlich werden pluviale Überschwemmungen und Sturzfluten, die durch intensive, lokale Niederschlagsereignisse ausgelöst werden, aufgrund des Klimawandels wahrscheinlich in ganz Europa

häufiger auftreten (EEA, 2019).

Das Sturzflutrisiko wird in hohem Maße durch das Vorhandensein gefährdeter Elemente in den vom Gefahrenprozess betroffenen Gebieten beeinflusst. Die treibenden Faktoren, die die Dimension der **Exposition** gegenüber Sturzfluten beeinflussen, spiegeln die gefährdeten Elemente gut wider – ebenso wie die in der EU-Hochwasserrichtlinie (2007/60/EG) identifizierten gefährdeten Elemente – und erscheinen in den folgenden Kategorien: Bevölkerung, kritische Einrichtungen, Gebäude, wirtschaftliche Aktivitäten, Infrastruktur, Umwelt und Umweltdienstleistungen. Die Anwesenheit von Menschen und Touristen, Siedlungen, Wirtschaftstätigkeiten, Kulturerbe, kritischen Einrichtungen, Infrastrukturen usw. in überschwemmungsgefährdeten Gebieten sowie die Anzahl, der Wert und die Bedeutung dieser Güter beeinflussen das Risikoniveau. Im Allgemeinen können zwei Arten von Schäden unterschieden werden: Direkte Schäden, die sich unmittelbar während oder kurz nach dem Gefahrenereignis auswirken, wie z. B. die Überflutung von Gebäuden oder der Verlust von Menschenleben, und sekundäre Schäden, die sich aus indirekten Schäden aufgrund der Unterbrechung

des alltäglichen Lebens ergeben, wie z. B. die Unterbrechung wirtschaftlicher Aktivitäten aufgrund von Straßenschäden nach einem Gefahrenereignis oder die Unterbrechung von Schulaktivitäten. Darüber hinaus sollte auch der mögliche Kaskadeneffekt einer unfallbedingten Verschmutzung im Falle kritischer Anlagen berücksichtigt werden.

Darüber hinaus wird das Sturzflutrisiko auch durch die Anfälligkeit der oben erwähnten, exponierten Elemente definiert. **Anfälligkeit** (und Kapazität) kann mit verschiedenen Faktoren zusammenhängen, von denen einige die physische Dimension, andere die Kapazität des Katastrophenschutzsystems und aller anderen Beteiligten umfassen. Die Anfälligkeitsfaktoren der Bevölkerung sind mit ihrem Risikobewusstsein und ihrer Risikokultur verbunden, auch in Bezug

auf die Frühwarnung (sowie in Bezug auf Touristen und Besucher) und die Präventions, Bereitschafts-, Reaktions- und Wiederherstellungskapazitäten (einschließlich der „Build-back-better“-Kapazitäten) des Katastrophenschutzsystems auf allen Ebenen, einschließlich der Kapazitäten für die Katastrophenschutzplanung und Frühwarnung. Die Faktoren in den anderen Kategorien beschreiben die Eigenschaften der Elemente (z.B. physische Gebäudestruktur) und ihre Fähigkeit, direkten Schäden zu widerstehen, wobei auch das Vorhandensein von Schutzmaßnahmen, die Aufrechterhaltung der Betriebsfähigkeit und die Fähigkeit, Sekundärschäden zu widerstehen (finanzielle Reserven der Unternehmen) berücksichtigt werden.

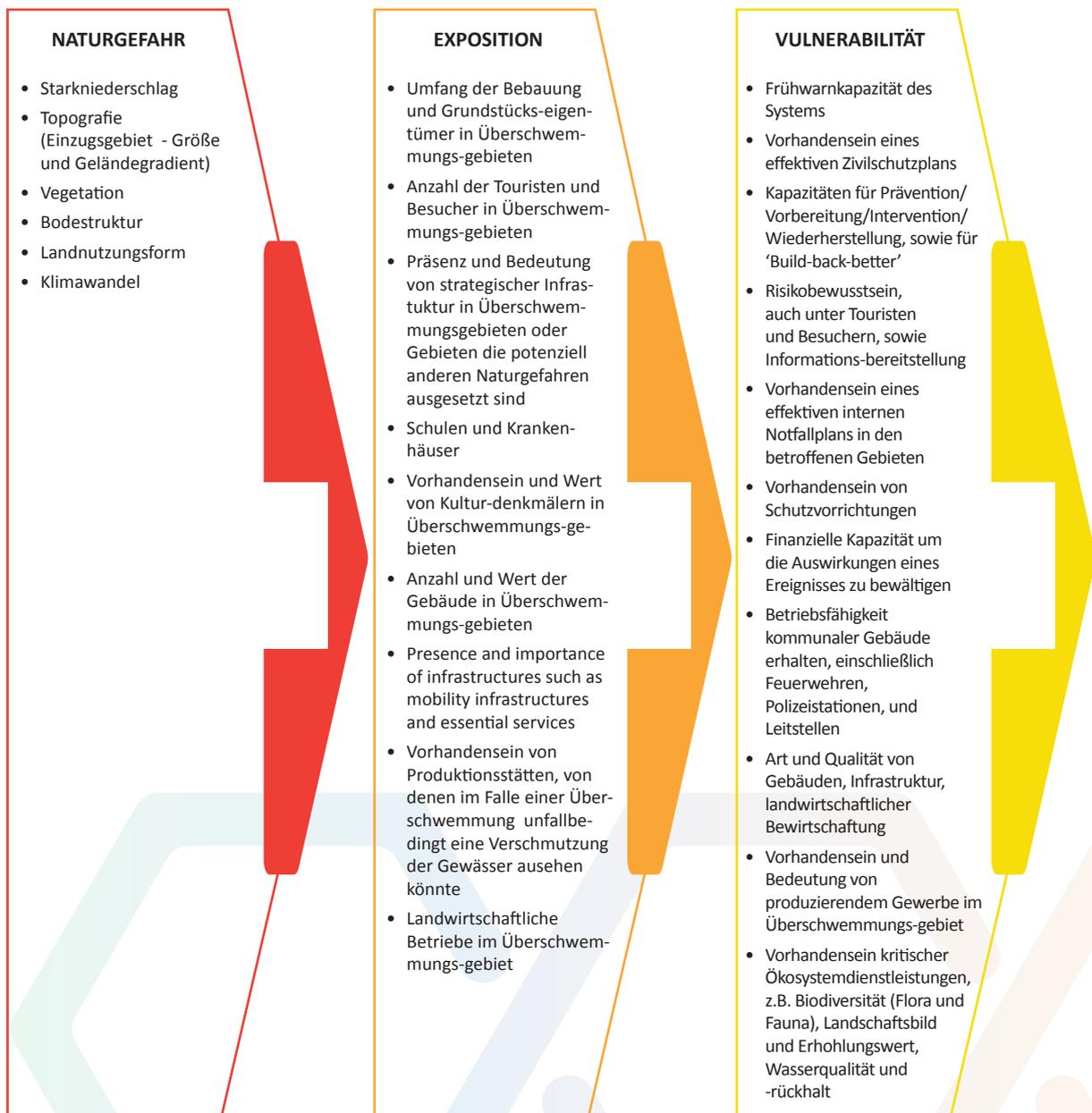


Abbildung 2. Risikofaktoren für Sturzfluten.

Wie Auswirkungen des Klimawandels das System der Sturzfluten beeinflussen können

Nach Angaben der EEA (2017) werden aufgrund der prognostizierten Zunahme extremer Wetter- und Klimaereignisse pluviale Überschwemmungen und Sturzfluten, die durch intensive lokale Niederschlagsereignisse ausgelöst werden, in ganz Europa wahrscheinlich häufiger auftreten, während in Regionen mit prognostizierter geringerer Schneeakkumulation im Winter das Risiko von Überschwemmungen im Frühjahr abnehmen könnte.

Für das Ende des 21. Jahrhunderts (Alfieri et al., 2015) wird der stärkste Anstieg der Q100-Hochwasser für die Britischen Inseln, Nordwest- und Südostfrankreich, Norditalien und einige Regionen in Südostspanien, dem Balkan und die Karpaten prognostiziert. Ein leichter Anstieg wird für Mitteleuropa, den oberen Teil der Donau und ihre Hauptzuflüsse vorausgesagt. Im Gegensatz dazu wird für weite Teile Nordosteuropas ein Rückgang der Q100-Hochwasser prognostiziert, was auf eine Verringerung der Schneeakkumulation und damit der mit der Schmelze verbundenen Hochwasser bei milderem Wintertemperaturen zurückzuführen ist (Madsen, 2014). Diese Ergebnisse stimmen mit früheren Studien überein (Dankers und Feyen, 2008; Ciscar et al., 2011; Rojas et al., 2012).

Darüber hinaus könnten in Nordeuropa niederschlagsbedingte Überschwemmungen in kleineren Flüssen aufgrund des prognostizierten Anstiegs der Niederschlagsmengen zunehmen, auch wenn für die von der Schneeschmelze dominierten Überschwemmungen in großen Flüssen ein Rückgang prognostiziert wird (Vormoor et al., 2016).

Es gibt einige Hinweise darauf, dass die Veränderung der Häufigkeit von Abflussexremen wahrscheinlich einen größeren Einfluss auf die gesamte Hochwassergefahr hat als die Veränderung ihrer Höhe. Im Durchschnitt wird sich in Europa die Häufigkeit von Hochwasserspitzen mit Wiederkehrperioden von über 100 Jahren innerhalb von drei Jahrzehnten verdoppeln. Das bedeutet, ein Hochwasserereignis, das früher statistisch alle 100 Jahre aufgetreten ist, tritt heute statistisch gesehen alle 50 Jahre auf.

In einer Studie (Sassi et al., 2019), die sich mit den Auswirkungen der Niederschlagsveränderung auf die durchschnittlichen winterlichen und sommerlichen

finanziellen Verluste durch Überschwemmungen in Europa befasst, wird gezeigt, dass die durchschnittlichen Überschwemmungsverluste in Europa sowohl für die rohen als auch für die verzerrungskorrigierten Statistiken für das Zukunftsszenario im Allgemeinen im Winter zunehmen und im Sommer abnehmen. Die Studie zeigt zudem, dass die durchschnittlichen Überschwemmungsverluste für den Winter (Sommer) von den vorindustriellen Bedingungen bis heute zugenommen (abgenommen) haben.

Schließlich wird laut einer Überprüfung von Trendanalysen und Klimawandelprognosen für extreme Niederschläge und Überschwemmungen in Europa (Madsen et al., 2014) erwartet, dass Abflussspitzen früher auftreten. Diese Prognosen stehen im Einklang mit dem beobachteten Trend zu früheren Schneeschmelzspitzen und einem Rückgang der Abflussspitzen im Frühjahr.

Auswirkungen des Klimawandels auf das Management von Sturzflutrisiken

Um dem Klimawandel besser begegnen zu können, sollte das Hochwasserrisikomanagement in erster Linie die Phasen der Vorsorge und der Prävention umfassen.

Insbesondere gilt, für die Vorbereitungsphase könnte Folgendes nützlich sein:

- Verbreitung eines partizipatorischen Ansatzes oder eines Bottom-up-Ansatzes, auch um die verschiedenen Fachkenntnisse und Kompetenzen in das Risikomanagement einzubeziehen und so besser koordinierte und umfassendere Maßnahmen durchzuführen,
- durchführung des Frühwarnsystems und des Risikokommunikationssystems verständlicher und lokaler zu gestalten,
- entwicklung einer gut funktionierenden, institutionenübergreifenden, horizontalen und vertikalen Kommunikation,
- verbesserung der Verwaltungskapazitäten und Entwicklung einer klaren, transparenten und umfassenden Aufgabenteilung,
- verstärkung der Überwachungstätigkeit, Förderung des Übergangs von reaktiven

zu antizipativen Ansätzen mit besonderem Augenmerk auf die Durchführung von frühzeitigen oder gezielten Maßnahmen.

Für die Präventionsphase könnte Folgendes nützlich sein:

- Verstärkter Datenaustausch und Sensibilisierung,
- Entwicklung eines Bottom-up-Ansatzes für die Risikobewertung,
- Einbeziehung potenzieller und neuer Szenarien in die Risikobewertung und den Umgang mit der Unsicherheit,
- Verstärkung der Verbreitung naturbasierter Lösungen unter Maximierung des Zusatznutzens,
- Änderung des Umfangs der Maßnahmen – Optimierung auf der Ebene von Flusseinzugsgebieten statt unabhängiger Maßnahmen an ausgewählten Flussabschnitten,
- Entwicklung von Versicherungssystemen,
- Ausreichende Flexibilität, um maßgeschneiderte Ansätze und Anpassungspfade zu ermöglichen, wobei ein Kurswechsel möglich ist, wenn die Dynamik dies erfordert (z. B. aufgrund der Verstädterung oder des Klimawandels), wobei das Hochwasserrisikomanagement auch in langfristige strategische Planungen, Konzepte und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel eingebunden wird,
- Förderung eines diversifizierten Portfolios von Konzepten und Maßnahmen für das Hochwasserrisikomanagement auf der Grundlage der physischen und institutionellen Merkmale,
- Überwindung der Zersplitterung, Entwicklung von Synergieeffekten und Koordination zwischen

verschiedenen Maßnahmen und Akteuren sowie Verbesserung der Verbindungen zwischen Politikbereichen und Verwaltungsebenen,

- Entwicklung kohärenter und komplementärer Wissens- und Koordinierungsplattformen auf EU-, nationaler und regionaler Ebene.

Laut der Nationalen Anpassungsstrategie Italiens (2017) lassen sich einige Herausforderungen für die Bewältigungskapazität angesichts des Klimawandels identifizieren. Die wichtigsten sind:

- Verstärkung der Warnsysteme,
- Verstärkung der Überwachungstätigkeit,
- Verstärkung der territorialen Abdeckung bei Überschwemmungen,
- Verbesserung der Fähigkeiten zur Vorhersage von Wetter- und Klimaeinflüssen,
- Verbesserung der Warnsysteme (Vereinheitlichung der Meldungen auf dem gesamten Staatsgebiet, wirksame und rechtzeitige Kommunikation, Vorbereitung der Verwalter) und der entsprechenden Katastrophenschutzpläne (Ausarbeitung, Verbreitung in der Bevölkerung, Übungen auf lokaler Ebene unter Einbeziehung der Bevölkerung),
- Schulung der „Hochwasservorsorge“ in der Bevölkerung,
- Gewährleistung kontinuierlicher, wirksamer Risikokommunikationsmaßnahmen, die sich an die Bevölkerung und die Behörden richten, um die Auswirkungen von hydrometeorologischen Ereignissen zu verringern und das Bewusstsein für das „Restrisiko“ zu schärfen.



I.3. STÜRME

Die wichtigsten, treibenden Einflüsse

Sturmereignisse können schwerwiegende ökologische, wirtschaftliche und soziale Folgen haben. Im Rahmen von RECIPE konzentrieren wir uns auf Winterstürme und den daraus resultierenden Windwurf auf Straßen, der eine Gefahr für Menschenleben und Infrastruktur darstellt.

Stürme können sich als Folge verschiedener meteorologischer Bedingungen entwickeln. Hier geht es vor allem um Winterstürme, die durch außertropische Tiefdruckgebiete in den mittleren Breiten entstehen. Diese Art von Stürmen tritt aufgrund der hohen Temperaturgradienten zwischen den Subtropen und den Polarregionen fast ausschließlich in den Wintermonaten (Oktober bis März) auf. Im Bereich des Zusammentreffens von warmen und kalten Luftmassen entsteht eine so genannte Polarfront, und es bilden sich mehr oder weniger extreme Tiefdruckgebiete, die mit westlicher Strömung über den Nordatlantik nach Mitteleuropa geführt werden. Unter bestimmten Umständen (z. B. bei sehr großen horizontalen Unterschieden der Lufttemperatur und des Wasserdampfgehalts) können sich intensive Wirbelstürme mit orkanartigen Windgeschwindigkeiten bilden. Charakteristisch für Winterstürme ist ihre große geografische Ausdehnung (Durchmesser von 1.000 km oder mehr), wodurch sie sich von anderen kleineren Sturmereignissen unterscheiden.

Das Risiko sturmbedingter Gefahren wird durch die natürlichen Bedingungen an einem bestimmten Waldstandort, einschließlich Topografie, Bodenstruktur, Grad der üblichen Windexposition, Waldzusammensetzung und Baumgesundheit sowie Merkmale des meteorologischen Ereignisses (d. h. kritische Windgeschwindigkeit und Niederschlag vor dem Ereignis), bestimmt.

In Kombination mit anderen Wetterphänomenen können Winterstürme zu Kaskadeneffekten oder zu Rückkopplungen führen. Ein in den letzten Jahren beobachtetes Phänomen sind plötzliche Temperaturschwankungen im Winter in Verbindung mit hohen Windgeschwindigkeiten, die zu Überschwemmungen und Erdbeben führen. Eine herannahende Sturmfront führt oft

zu einem raschen Temperaturanstieg und bringt hohe Niederschlagsmengen mit sich. Die daraus resultierende, rasche Schneeschmelze füllt Bäche, die durch umgestürzte Bäume (die aufgrund ihrer geringen Wurzelverankerung umgestürzt sind) verklaut sein können, und führt an steilen Hängen zu Erdbeben. In der Nähe menschlicher Behausungen kann dies zu einer Überforderung der örtlichen Einsatzkräfte und zu schweren Schäden führen.

Sturmgeschädigte Wälder in Verbindung mit trockeneren und heißeren Sommermonaten führen zu einer erhöhten, biotischen Bedrohung für Bäume und Wälder (z. B. Borkenkäferbefall, Verbreitung von Krankheitserregern). So bieten selbst kleine und an sich nicht schwerwiegende Sturmschäden in Wäldern ideale Voraussetzungen dafür, dass sich Schädlings- und Erregerpopulationen aufbauen und auf andere, bisher nicht betroffene Teile eines Waldes ausbreiten können. Die beschriebene Gefahrenkombination hat in den Jahren 2018 und 2019 zu einer bisher nicht bekannten Situation in der deutschen Forstwirtschaft geführt: Abgestorbene Bäume müssen im Wald stehen gelassen werden, da den Forstwirten und Privatwaldbesitzern die Transportkapazitäten fehlen oder es sich wirtschaftlich nicht rechnet. Dies führt zu einer zusätzlichen Gefährdung von Menschen, da Totholz labil lagert und z.B. Hänge hinabfallen kann.

Gleichzeitig wirkt sich die Ausbreitung von Schädlingen und Krankheiten auf die Windexposition (Insektenstörungen erhöhen z.B. die Rauheit des Kronendachs), die Bodenverankerung (z. B. verringerte Wurzelstabilität durch Krankheitserreger) und die Widerstandsfähigkeit gegen Stammbruch aus.

Auch treten vermehrt lokale Extremwetterereignisse mit geringerer geografischer Ausdehnung auf, wie z. B. Starkniederschläge, Hagelstürme und Tornados. Im Vergleich zu den Auswirkungen von Winterstürmen ist die potenzielle Bedrohung für die Wälder durch diese Ereignisse jedoch wesentlich geringer. Nichtsdestotrotz sind diese neuen Wetterereignisse aufgrund ihrer lokalen Verheerungen nicht außer Acht zu lassen.

Wie Auswirkungen des Klimawandels das Sturmregime beeinflussen können

Die einflussreichste Klimavariablen, die die Windstörungen bestimmt, ist nach wie vor die Häufigkeit und Intensität von Starkwinden, für die die aktuellen und zukünftigen Trends nicht eindeutig sind (Seidl et al., 2017). Es gibt Hinweise darauf, dass der Klimawandel die Dauer und Schwere (d. h. die Spitzenwindgeschwindigkeiten) von Winterstürmen in Europa beeinflusst (Donat et al., 2011; Temperli et al., 2013 in Seidl et al., 2017). Die prognostizierten Änderungen der extremen Windgeschwindigkeiten werden in Mittel- und Nordeuropa ansteigen, während sie im Mittelmeerraum leicht abnehmen. Es ist wahrscheinlich, dass sich die Zugbahnen der Stürme in den mittleren Breiten polwärts verschieben. Infolgedessen werden Gebiete, die bisher nicht von schweren Stürmen betroffen waren, mit einer neuen Gefahrensituation konfrontiert.

Neben der höheren Intensität wird erwartet, dass eine Reihe damit verbundener, indirekter Auswirkungen des Klimawandels die Gesamtauswirkungen künftiger Windstörungen auf die Waldökosysteme in Europa beeinflussen werden. Dazu gehören Veränderungen in Bezug auf die Verankerung der Bäume (z. B. weniger Bodenfrost) (Usbeck et al. 2010 in Seidl et al. 2017), die Windexposition (z. B. Baumwachstum) (Moore und Watt, 2015 in Seidl et al., 2017) und die allgemeine Windbeständigkeit der Bestände (z. B. Baumartenzusammensetzung) (Panferov et al., 2009 in Seidl et al., 2017).

Entscheidungen in der Waldbewirtschaftung zur Bewältigung der durch den Klimawandel verursachten Herausforderungen können sich auch auf die künftigen Folgen von Windstörungen auf die Wälder auswirken. Zum Beispiel der Wunsch, von artenarmen, gleichmäßig alten Beständen zu Wäldern mit unterschiedlichen Arten, Altersklassen und Strukturen überzugehen (Gardiner et al., 2019). Die genauen Auswirkungen können je nach Kontext variieren. Jüngste Forschungsergebnisse deuten darauf hin, dass natürliche Mischwälder im Vergleich zu Wäldern mit Monokulturen widerstandsfähiger gegen Windstörungen sind (Jactel et al., 2017; Morimoto et al., 2019) 2017; Morimoto et al., 2019.

Schließlich gibt es Hinweise auf eine starke Wechselwirkung zwischen Störungen: Sommertrockenheit verringert die allgemeine

Widerstandsfähigkeit von Bäumen und begünstigt die Aktivität anderer Störfaktoren, wie Insekten und Feuer. Gleichzeitig können Sturmschäden in Wäldern in Verbindung mit trockeneren und heißeren Sommermonaten zu einer erhöhten biotischen Bedrohung für Bäume und Wälder führen (z. B. Borkenkäferbefall, Verbreitung von Krankheitserregern). Auf diese Weise bieten selbst kleine und an sich nicht schwerwiegende Sturmschäden in Wäldern ideale Bedingungen für den Aufbau von Schädlings- und Krankheitserregerpopulationen und deren Ausbreitung auf andere, nicht betroffene Teile eines Waldes. Die Ausbreitung von Schädlingen und Krankheiten wirkt sich wiederum auf die Windexposition aus (Rauheit des Kronendachs), kann die Bodenverankerung beeinträchtigen (verringerte Wurzelstabilität) und die Widerstandsfähigkeit gegen Stammbruch verringern (verringerte Stabilität). Andererseits können klimabedingte Veränderungen der Vegetationszusammensetzung und -struktur die Empfindlichkeit des Waldes gegenüber verschiedenen Störungen, insbesondere Wind, verringern (Seidl et al., 2017; Temperli et al., 2013 in Seidl et al., 2017).

Auswirkungen des Klimawandels auf das Sturmrisikomanagement

Die Bewältigung von Sturmrisiken umfasst in erster Linie technische Maßnahmen im Zusammenhang mit präventiven, waldbaulichen und forstwirtschaftlichen Maßnahmen, entweder durch die Verringerung der Exposition, z. B. durch die Sperrung von Waldwegen und die Beschränkung des Zugangs der Bevölkerung zum Wald, oder durch den Ausschluss der Gefahr selbst, z. B. durch die Anlage baumfreier Pufferstreifen entlang stark frequentierter Straßen.

Die nicht forstwirtschaftlichen Maßnahmen sind vielfältiger und finden in allen Phasen des Krisenmanagementzyklus statt, mit Ausnahme der Wiederherstellungsphase. Sie reichen von der Verbreitung in den Medien und der offiziellen Erklärung einer Frühwarnung (Risikokultur und -kommunikation sowie Notfallmanagement und Reaktionsfähigkeit) über die Versicherung gegen Sturmschäden (technische Maßnahmen), die Ermittlung und Einstufung kritischer Infrastrukturen (Risikobewertung, Kartierung und Planungsinstrumente) bis hin zu Bau- und sonstigen

Vorschriften (Risikobewältigung und -politik).

Es wird erwartet, dass der Klimawandel zu Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Gefahren und somit zu neuen Gefahrenszenarien, die über die bekannten Gefahrensituationen hinausgehen, führen wird. Die Variabilität der potenziellen Gefahrenszenarien macht eine spezifische Vorbereitung auf einzelne Szenarien unmöglich. Stattdessen wird den Einsatzkräften empfohlen, eine Anpassungsfähigkeit an neue Situationen und eine allgemeine Krisenbereitschaft zu entwickeln.

Die größte Herausforderung für die Notfallbehörden besteht daher darin, die allgemeine Anpassungsfähigkeit an eine wachsende Zahl potenzieller und neuer Szenarien zu verbessern. Ungewissheit muss berücksichtigt und in die Notfallplanung einbezogen werden. Eine gut funktionierende, institutionenübergreifende, horizontale und vertikale Kommunikation ist von entscheidender Bedeutung, um die Bewältigungskapazität während eines Krisenereignisses sicherzustellen. Sie kann trainiert werden und sollte Teil der Vorbereitungsphase vor einer Naturkatastrophe sein.



I.4. LAWINEN

Die wichtigsten treibenden Einflüsse

Schneelawinen sind ein natürliches Phänomen, welches Menschen, Dörfer, Einrichtungen, Berggebiete, Immobilien, die Umwelt, wirtschaftliche Dienstleistungen und Infrastrukturen beeinträchtigen



Bild 2. Große Lawine, die den Talboden erreicht und einen Fluss aufstaut (©ICGC).

Die Hauptfaktoren, die die Lawinengefahr beeinflussen, werden in der folgenden Reihenfolge beschrieben: Schneedeckenaufbau (Schneemächtigkeit, Schwachschichten, innere Instabilität, kristalline Bindungen, Reibung zwischen den Schichten u. a.), Gelände (Topographie, Steilheit, Höhe, Exposition, Geomorphologie, Rauheit

kann. Daher muss dieses natürliche Risiko bewertet und analysiert werden, um das Phänomen auf räumlicher und zeitlicher Ebene besser zu verstehen und ein wirksames Risikomanagement zu ermöglichen.



Bild 3. Schneeprofil zur Messung der Eigenschaften der verschiedenen Schneeschichten bei der Identifikation potenzieller Schwachschichten(©ICGC).

und Vegetation), Zusatzbelastungen (Menschen, Tiere, Windverwehungen, Schneefälle, Regen usw.), Wetterbedingungen (Niederschlagsart und -intensität, Lufttemperatur, Windrichtung und -geschwindigkeit, Feuchtigkeit, Wockenbedeckung und Sonneneinstrahlung) und die Auswirkungen des Klimawandels.

Como as alterações climáticas projetadas podem influenciar o regime de avalanches

Der Klimawandel kann sich auf folgende drei Bereiche auswirken, die die Lawinenaktivität beeinflussen: Schneedecke, Gelände und Wetter.



- **Schneedecke:** Es wird erwartet, dass sich der Klimawandel auf die Dauer (Tage) und die Dicke (cm) der Schneedecke während der künftigen Wintersaisons auswirken wird. In beiden Fällen wird eine Verringerung der Tage und der Schneehöhe erwartet. Außerdem ändern sich die typischen internen Bedingungen aufgrund der zunehmenden Variabilität des Winterwetters.

Bild 4. Nassschneelawinen treten auch in der kältesten Zeit des Winters auf und beeinträchtigen sozioökonomische Aktivitäten (©ICGC).

- **Gelände:** Im Zusammenhang mit der globalen Erwärmung ist zu erwarten, dass sich die Lawinenanfälligkeit des Geländes in Zukunft etwas ändern wird. Die Vegetation trägt dazu bei, die Schneedecke zu fixieren und eine homogenere

Verteilung und Rauigkeit zu erreichen. In diesem Sinne würde eine größere Zahl von Waldbränden die Vegetationsbedeckung reduzieren und damit die Wahrscheinlichkeit einer Lawinenauslösung erhöhen.



Bild 5. Der Temperaturanstieg beschleunigt die Prozesse der Erwärmung und Befeuchtung des Geländes, wodurch vermehrt Gletschneelawinen ausgelöst werden (©ICGC).

Außerdem könnte das natürliche Waldwachstum die Höhenzonierung der Vegetation und die Art des Waldes beeinflussen. Einige Baumarten zeigen ein sehr unterschiedliches Verhalten in Bezug auf die Widerstandsfähigkeit gegenüber Lawinen: Manche Baumarten erholen sich

schneller als andere, da sie flexibler sind, wenn sie von Lawinen überfahren werden (z.B. Grünerlen, Latschenkiefern), während andere brechen, absterben bzw. sich nur schwer wieder erholen können.



- **Wetter:** Im Zusammenhang mit dem Klimawandel wirken sich sowohl die Intensität der Niederschläge als auch der Anstieg der Temperaturen auf die Wahrscheinlichkeit von Extremereignissen (unterschiedliche Wiederkehrperioden) und die Art der Lawinenprobleme (Nassschnee und Lawinenabgänge) aus. Andere wetterbestimmende Faktoren müssen ebenfalls berücksichtigt werden und ihre Rolle im Kontext des Klimawandels, wie z.B. die atmosphärische Zirkulation; in diesem Kontext wurden kürzlich in den Pyrenäen Veränderungen in der Häufigkeit der atmosphärischen Muster, die zu großen Lawinenzyklen führen, beobachtet.

Bild 6. Die Aufzeichnung von Wetter- und Schneeedaten in Hochgebirgsregionen ist wichtig, um die Folgen des Klimawandels in diesen empfindlichen Ökosystemen zu verstehen (©ICGC).

Auswirkungen des Klimawandels auf das Lawinenrisikomanagement

Eine Anpassungsmöglichkeit an den Klimawandel für das Lawinenrisikomanagement könnte die Stärkung der Präventionsphase sein. Die wichtigsten Aspekte sind:

- Ungewissheit: Neue Niederschlagsszenarien treten auf, und die Erfahrung mit deren Vorhersage ist gering. Die Flexibilität der üblichen Verfahren zur Entscheidungsfindung muss verbessert werden.
- Überwachung: Es ist notwendig, Frühwarnsysteme einzurichten, um die Zunahme kritischer Bedingungen zu erkennen und eine Reaktion darauf vorzubereiten.
- Operative Instrumente: Es sind neue Entwicklungen erforderlich, die sich nicht nur auf die Vorhersagbarkeit der bedrohlichen Prozesse konzentrieren, sondern auch auf die Wahrscheinlichkeit, dass mehr anfällige Objekte betroffen sind (Erhöhung der Exposition gegenüber Lawinen).



I.5. RUTSCHUNGEN UND STEINSCHLAG

Die wichtigsten treibenden Einflüsse

Im Rahmen des RECIPE-Projekts liegt der Schwerpunkt auf spontanen, rasch ablaufenden Rutschungen in Lockermaterial (Boden, Schutt) und Steinschlag mit einem Volumen von weniger als 100 m³ und vernachlässigbarer Interaktion zwischen den Sturzkomponenten.

Steinschlag tritt vorzugsweise auf Flächen mit Hangneigungen ab 45° auf und gefährdet durch die Aufprallenergie der sich bewegenden Sturzkomponenten Sachwerte (siehe Abbildung

7 links). Sie sind selten vorhersehbar, da ihre Auslösung von einem komplexen Zusammenspiel vieler Parameter abhängt (Frost-Tau-Wechsel, Gebirgskontraktion, Permafrostschmelze, Mikroerdbeben, Kluftwasserdruck, Stürme, Wurzelsprengung usw.).

Rutschungen können Menschen, Gebäude und Infrastrukturen durch Erosion im Anbruchgebiet (siehe Abbildung 7 rechts), Aufpralldruck während der schnellen Massenbewegung und Ablagerungen gefährden.



Bild 7 . Steinschlag (links, © Liebl) und flachgründige Rutschung (rechts, © Plörer).

Die Hauptursache für spontane Rutschungen (in Österreich) sind Starkniederschläge, die zu hohen Bodenfeuchten, hohen Porenwasserdrücken und in weiterer Folge verringerten inneren Reibungswinkeln führen. Rutschungen treten meist zwischen 20° und 45°

Hangneigung auf. Geologische Rahmenbedingungen, Bodeneigenschaften und Vegetation beeinflussen ebenfalls die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Rutschungen.

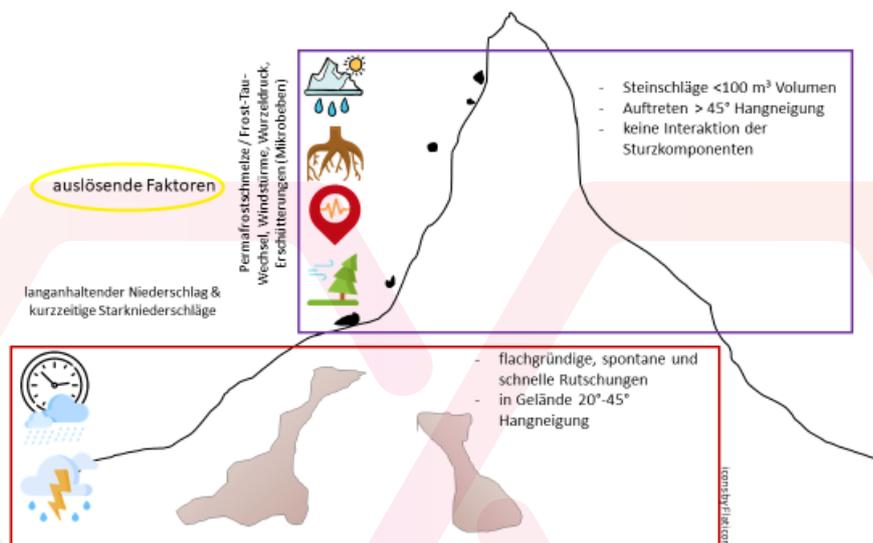


Abbildung 3. Die wichtigsten Faktoren für Steinschlag und Rutschungen.

Wie Auswirkungen des Klimawandels die Steinschlag- und Rutschungsdisposition beeinflussen können

Steinschlag: Der Grad der Veränderung verschiedener klimatischer Parameter und die damit verbundenen Auswirkungen auf den Steinschlag sind unsicher. Fakt ist jedoch, dass der Temperaturanstieg und die damit einhergehende Verschiebung der Permafrostgrenze zu einer erhöhten Steinschlaghäufigkeit in den Hochlagen führt. Zudem wird die Steinschlagaktivität vermehrt früher im Jahr auftreten. Neben dem hochalpinen Gelände können auch durch den Klimawandel ausgelöste Effekte (Waldbrände, Windwürfe, Borkenkäferkalamitäten) die Steinschlaghäufigkeit und Einwirkungsintensität erhöhen.

Rutschungen: In hohen Lagen kann auch die Häufigkeit von Rutschungen aufgrund auftauender Permafrostflächen zunehmen. In tieferen Lagen Mittel- und Nordeuropas ist eine Zunahme der Rutschungshäufigkeit durch erhöhte Niederschlagsintensitäten zu erwarten, sowie eine Verlagerung der Ereignisse in das Winterhalbjahr.

Häufigere Schädigungen des Waldbestandes bis hin zu Entwaldungen (Waldbrände, Windwurf, Lawinen) oder allmähliche Schädigung der Wälder durch Dürren und/oder Borkenkäferbefall führen zum Verlust der Wurzelarmierung und zu einer geringeren Stammzahl (Hindernisse!), was die Wahrscheinlichkeit von Rutschungen erhöht und die Schutzwirkung des Waldes gegen Steinschlag verringern kann.

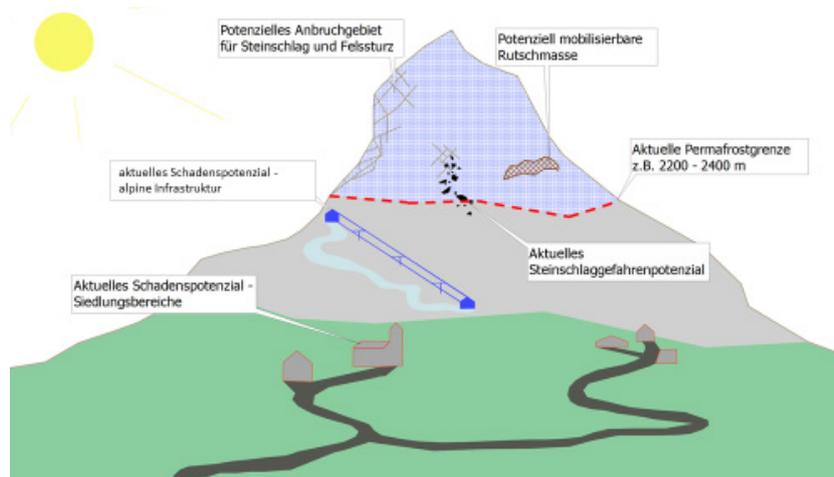


Abbildung 4. Beispiel: Beispielszenario vor dem Klimawandel, aktuelles Landschaftsbild und Risikosituation in einem alpinen Gebiet.

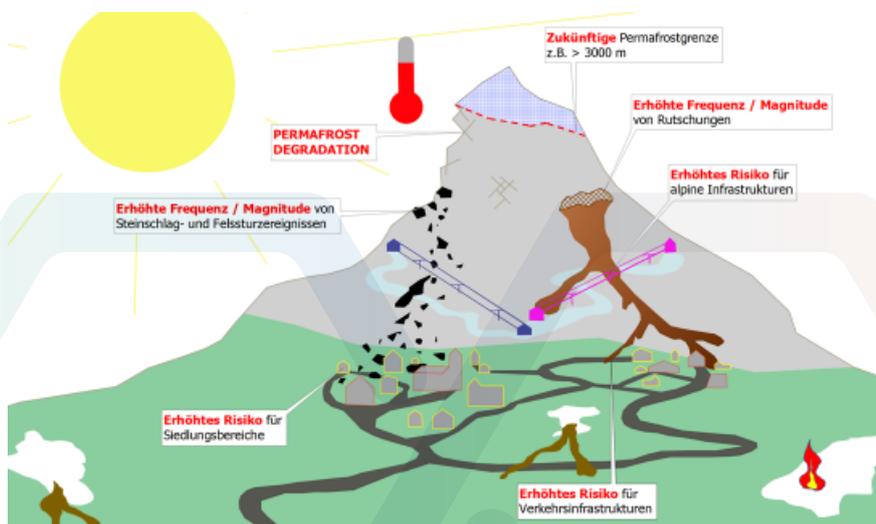


Abbildung 5. Beispiel: Szenario der Auswirkungen des Klimawandels, zukünftiges Landschaftsbild und verschärfte Risikosituation in einem alpinen Gebiet.

Auswirkungen des Klimawandels auf das Risikomanagement von Steinschlag und Rutschungen

Die Intensität (Ausmaß) und Häufigkeit von Steinschlag und Rutschungen wird sich aufgrund des Klimawandels in den kommenden Jahrzehnten verändern. Es können bisher erlebte Schadensereignisse deutlich übertroffen werden. Gleichzeitig führt die fortschreitende (regionale) Nutzung des alpinen Raumes zu einem erhöhten Schadenspotenzial. Daher ist ein verbessertes Zusammenspiel aller beteiligten Organisationen (Verwaltung, Raumplanung, Zivilschutz,...) vor allem in der Präventionsphase des Risikokreislaufs notwendig. Der Ansatz der Risiko-Governance durch die Einbeziehung aller Akteure in den Interaktions- und Entscheidungsprozess könnte ebenfalls notwendig sein. Szenarien, die mögliche Auswirkungen des Klimawandels berücksichtigen, müssen bei allen Maßnahmen berücksichtigt werden.

Im Rahmen der Prävention ist die Raumplanung wichtig, da Nutzungsbeschränkungen, die gefährdete Gebiete freihalten, und Auflagen für eine gezielte Flächennutzung die Risiken erheblich reduzieren können. Dies erfordert jedoch risikobasierte, standardisierte Schutzziele, harmonisierte Bemessungsereignisse und einheitliche Sicherheitsniveaus als Grundlage für jegliche Schutzmaßnahmen. Zusätzlich zu den etablierten statischen Raumplanungsinstrumenten werden dynamische Module benötigt, um die Kartengrundlagen (wie z.B. den Gefahrenzonenplan) um Risikobewertungen und Klimawandelszenarien zu erweitern.

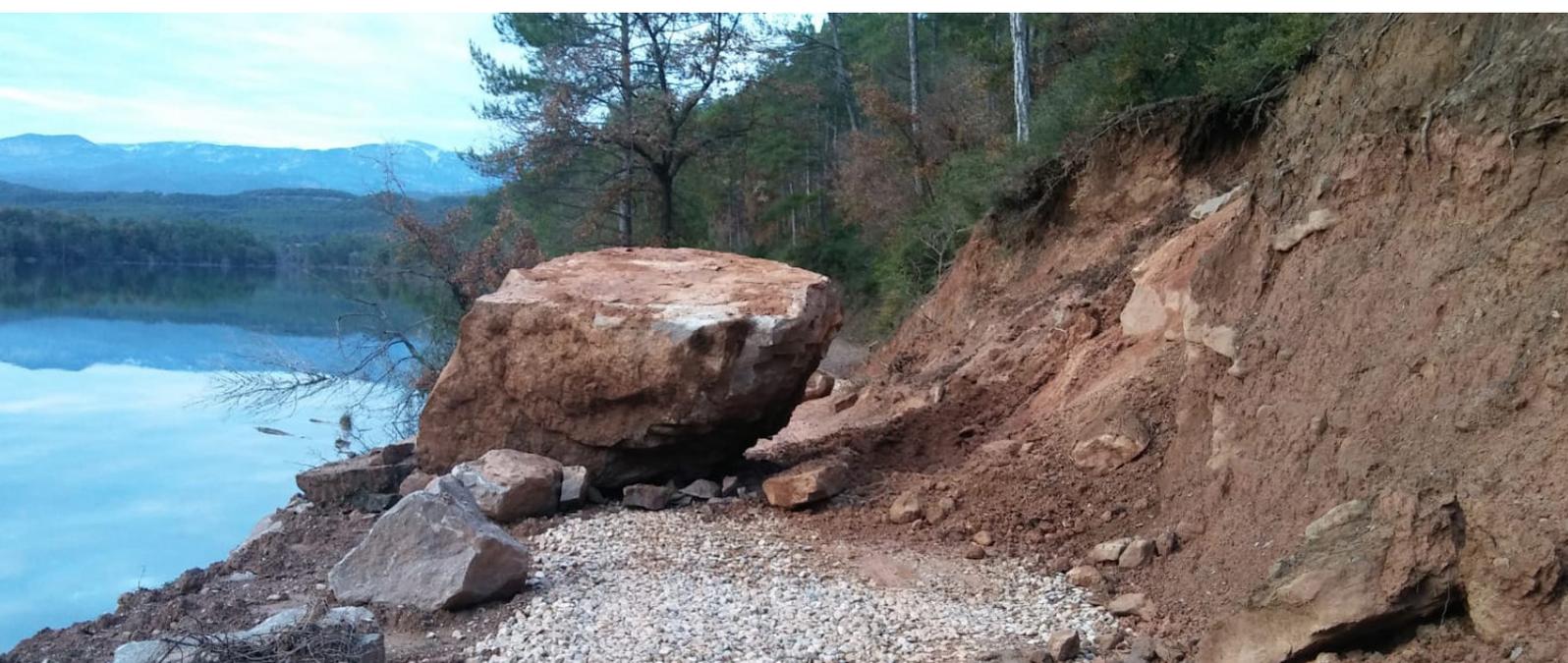
In Österreich sind Gefahrenindexkarten bzw. Gefahrenhinweisbereiche für Rutschungen und Steinschlag nur regional verfügbar. Sie sind jedoch bei weitem nicht flächendeckend vorhanden und

Risikoaspekte wurden bisher nicht berücksichtigt. Zur Bewältigung zukünftiger Herausforderungen wird die Erstellung national einheitlicher Planungsgrundlagen unter Berücksichtigung von Risikokomponenten wie Exposition und Anfälligkeit empfohlen. Informationen über die Infrastruktur sind zwar flächendeckend verfügbar, ermöglichen aber derzeit nur eine begrenzte Bewertung der Exposition und Anfälligkeit.

An der Bewältigung von Steinschlag- und Rutschungsereignissen sind zumeist mehrere Institutionen beteiligt (Feuerwehren, Straßenmeistereien, Geologische Dienste der Bundesländer, Wildbach- und Lawinverbauung usw.) Mit zunehmender Größe der Ereignisse ist jedoch die Kommunikation und klare Kompetenzverteilung entscheidend. Eine einheitliche, flächendeckende Ereignisdokumentation und der lückenlose Austausch von Daten zwischen verschiedenen Institutionen ist erforderlich.

Eine angemessene, risikoorientierte Raumplanung reduziert die erforderlichen Ressourcen für technische Schutz- und Wiederherstellungsmaßnahmen. Sie sollte sich auch auf nicht-strukturelle Maßnahmen konzentrieren (z. B. Auswahl von an den Klimawandel angepassten Baumarten, Mischwälder). Um die Bereitschaft zu erhöhen, können Frühwarnsysteme (für Rutschungen) mitunter kosteneffiziente Maßnahmen zu alternativen baulichen Schutzmaßnahmen sein, die sich leicht an veränderte Rahmenbedingungen anpassen lassen.

Unklar geregelte Rahmenbedingungen (z. B. wo soll / kann / darf anfallendes Sturz- und Geschiebematerial abgelagert werden?) und unzureichender Versicherungsschutz der Hausbesitzer sind weitere Schwachstellen in der Präventions- und Wiederherstellungsphase.



I.6. BEISPIELE ZU MULTI-RISIKO INTERAKTIONEN

Kasten 1. Multirisiko-Interaktion zwischen Sturm und Waldbrand.

Sturm – Flächenbrand

Es wird erwartet, dass durch den Klimawandel die Häufigkeit von Stürmen und Bränden zunehmen wird. Auch in Gebieten, die bisher kaum Waldbränden ausgesetzt waren. Zusätzlich zu den besonderen Herausforderungen, die die Bewirtschaftung der Wälder für jede der beiden Naturgefahren mit sich bringt, stellt ein Wald, der innerhalb eines kurzen Zeitraums sowohl mit Sturm- als auch mit Brandereignissen konfrontiert war (z. B. Wintersturm – Sommerbrand oder umgekehrt), eine besondere Herausforderung dar:

Wichtige Fragen, die aufgrund der Multirisiko-Situation – Sturm (Winter) gefolgt von Feuer (Sommer) – zu berücksichtigen sind:

- Totholz => die Menge an brennbarem Material nimmt zu; die horizontale und vertikale Kontinuität von Brennmaterial nimmt nach dem Sturm zu (Risiko der Naturgefahr).
- Sicherheitsbedenken schränken die aktive Arbeit in Beständen mit stehendem Totholz ein, z. B. das Anlegen von Brandschneisen usw. (Risiko der Naturgefahr).
- WUI-Kontext – Das Feuer könnte Grundstücke betreffen, die nicht von der ursprünglichen Störung (Sturm) betroffen sind (Expositionsrisiko, Anfälligkeitsrisiko).

Wichtige Fragen, die aufgrund der Multirisikosituation – Feuer (Sommer) gefolgt von Sturm (Winter) – zu berücksichtigen sind:

- Verbrannte Waldbestände sind anfälliger für Wind und können bei einem Sturm umstürzen.
- Neue Waldränder, die durch das Feuer entstanden sind, sind auch anfälliger für Windstörungen, da sich die Bäume noch nicht an die mechanischen Kräfte des Windes angepasst haben.
- Gefahr von Arbeiten in verbrannten Gebieten durch herabfallende Äste oder Bäume.

Das Zusammenspiel von Wind und Feuer erhöht alle Risikodimensionen im Zusammenhang mit Waldbränden; das **Risiko für Naturgefahren** steigt, da große Mengen an Totholz im Bestand reichlich Brennmaterial für potenzielle Waldbrände bieten. Dieser Effekt wird durch mögliche Verbreitung von Insekten oder Krankheitserregern, die sich auf benachbarte Bestände ausbreiten können und so in Zukunft noch mehr Brennmaterial liefern, verstärkt. In einigen Fällen sind die Möglichkeiten zur proaktiven Verringerung des Brandrisikos begrenzt, da die geschädigten Waldbestände keine sicheren Arbeitsbedingungen bieten, um z. B. das potenziell brennbare Material zu reduzieren, hängende Bäume zu fällen oder Brandschneisen anzulegen.

Das **Expositionsrisiko** steigt, da sich das Feuer auf Gebiete ausbreiten kann, die von den vorherigen Windstörungen und den damit verbundenen Schäden nicht betroffen sind. Die Brände können sich über das durch den Wind beschädigte Gebiet hinaus ausbreiten, auch auf Grundstücke in der Übergangszone zwischen Stadt und Wald oder auf Gebiete, in denen es dann zu einem Ausbruch von Insekten kommt.

Das **Anfälligkeitsrisiko** steigt ebenfalls – zum Teil, weil die Infrastruktur in der WUI (wildland urban interface) potenziell von Bränden betroffen ist. Da Wälder ein Hotspot für Freizeitaktivitäten sind und Feuer in einigen Gebieten Europas ein relativ neues Phänomen sind, besteht auch die Gefahr von Verletzungen oder Schäden für den Einzelnen. Darüber hinaus können wichtige Ökosystemleistungen des Waldes durch einen Brand nach einem Windereignis negativ beeinflusst werden.

Die Bewältigung eines solchen Mehrfachrisiko-Szenarios erfordert die enge Zusammenarbeit mehrerer Beteiligten in allen Phasen des Risikomanagementprozesses. Zu den Hauptakteuren gehören Waldbesitzer*innen und -bewirtschaftler*innen, Forstverwaltungsbehörden, Feuerwehren, lokale Behörden und Katastrophenschutzorganisationen.

Kasten 2. Multirisiko-Interaktion zwischen Waldbrand und Sturzflut.

Waldbrand – Sturzflut

Es wird erwartet, dass durch den Klimawandel die Häufigkeit von Waldbränden und Sturzfluten zunehmen wird. Auch in Gebieten, die bisher kaum von Waldbränden betroffen waren. Darüber hinaus können Waldbrände die hydrologischen Prozesse und die Anfälligkeit der Landschaft für größere Überschwemmungen und Erosionsereignisse erheblich verändern (Shakesby und Doerr, 2006; Stoof et al., 2012).

Wichtige Fragen, die aufgrund der Multirisiko-Situation zu berücksichtigen sind:

- Die Vegetationsbedeckung ist ein wichtiger Faktor bei der Bestimmung des Abfluss- und Erosionsgeschehens (Nunes, 2011). Ihre Beseitigung durch Feuer erhöht die Aufprallkraft von Regentropfen auf den offenen Boden und verringert die Speicherung von Niederschlägen im Kronendach und in den Wurzeln, wodurch sich die effektive Niederschlagsmenge erhöht.
- Wie von Lourenço et al. (2012) berichtet, sind verbrannte Einzugsgebiete einem erhöhten hydrologischen Risiko ausgesetzt und reagieren schneller auf Regenfälle als nicht verbrannte Einzugsgebiete (Meyer et al. 1995; Cannon et al. 1998; Wilson, 1999; Stoof et al., 2012). Waldbrände wirken sich auch auf die hydrogeologische Reaktion von Einzugsgebieten aus, indem sie bestimmte physikalische und chemische Eigenschaften der Böden verändern, einschließlich ihrer wasserabweisenden Eigenschaften (Conedera et al. 1998; DeBano et al. 1998; Le-tey 2001; Martin und Moody 2001; Shakesby und Doerr 2006).
- Ein erhöhter Abfluss kann die Intensitätsschwelle und die für ein Hochwasserereignis erforderliche Niederschlagsmenge herabsetzen und auch die Auswirkungen von Niederschlägen verstärken. In Verbindung mit steilen Hängen kann dies das Potenzial für Sturzfluten schaffen.

Maßnahmen/Aktionen zur Bewältigung von Multirisiko-Situationen

- Strategische Waldbewirtschaftung.
- Langfristige (strategische) Planung und integrierte Planung.
- Neue Risikokarten.
- Werkzeuge und Methoden zur Erfassung vergangener Ereignisse.
- Verbesserung der Hochwasservorhersage- und Überwachungskapazitäten und -systeme, die den Klimawandel berücksichtigen können.
- Verbesserung des Hochwasservorhersage – Verbreitung von Frühwarnungen.
- Verbesserung der Katastrophenschutzplanung und Aktualisierung der Kenntnisse unter Berücksichtigung der Unsicherheiten.
- Verbesserung der Vorbereitung der Akteure und Behörden auf diese intensiven und konzentrierten Ereignisse, auch im Hinblick auf den Katastrophenschutz.
- Definition intelligenter Wiederherstellungsprotokolle zwischen Ereignissen.
- Operative Instrumente, die in der Lage sind, in Echtzeit Informationen aus dem Gebiet zu sammeln und durch die Kombination statischer und dynamischer Informationen Szenarien zu entwickeln.
- Einbeziehung von Multirisiko-Interaktionen in die Katastrophenschutzplanung, Risikoanalyse und Vorhersagesysteme.
- Kommunikation mit der Bevölkerung und Sensibilisierung.
- Stärkung der Widerstandsfähigkeit der Gesellschaft.



Kasten 3 . Multirisiko-Interaktion zwischen Waldbrand und Lawine.

Waldbrand – Lawine

Dieses Schema basiert auf der Annahme (auf der Grundlage der Trends des Klimawandels für die katalanischen Pyrenäen und der Änderungen der Landnutzung in dem Gebiet), dass am Ende des Sommers in den Pyrenäen ein großer Waldbrand auftritt, der mehrere Täler (große Fläche) betrifft, und dass außerdem zu Beginn der Wintersaison (Oktober-November) in den von dem großen Waldbrand betroffenen Gebieten, in denen potenziell die Waldbedeckung verloren gegangen ist, ein starker Schneefall vorhergesagt wird.

Was sollten wir in diesem Fall tun? Wie sollten wir bei der Risikobewertung und Planung vorgehen?

Diese Übung basiert auf einem „Table-Top-Schema“.

- **SCHRITT 1: Risikoanalyse. Experten-Arbeitsgruppe**

Bewertung der Auslösezeit nach dem Waldbrand, um die mögliche Reaktionskapazität im Falle eines Lawinenabgangs zu ermitteln.

Bewertung der betroffenen (verbrannten) Fläche in der Lawinengefahrenkarte, um die Auswirkungen auf die Waldschutz-funktion zu analysieren.

Bewertung der Exposition und Anfälligkeit (anhand der Querverbindungen zwischen verbranntem Gebiet und potenziellen Lawinengebieten) zur Festlegung von Prioritäten für Gebiete/Elemente, in denen Maßnahmen ergriffen werden müssen.

Vorgeschlagene Maßnahmen zur Verringerung des Risikos in den als vorrangig eingestuften Bereichen.

Bewertung der Simultanität oder der sehr kurzfristigen Auslösung im Zusammenhang mit anderen Risiken (z. B. Erdbeben oder Steinschlag).

- **SCHRITT 2: Ermittlung von Präventivmaßnahmen zur Verhinderung bzw. Abschwächung von Kaskadeneffekten. Einsatz eines Exekutivausschusses.**

Maßnahme 1 – Ausarbeitung eines Protokolls für das Vorgehen im Falle eines Großbrandes in Lawinengebieten.

Maßnahme 2 – Bewertung des Lawinengeländes.

Maßnahme 3 – Bewertung des Zustands (nach dem Waldbrand) der Vegetation bzw. der Waldbedeckung .

Maßnahme 4 – Wiederherstellung der Waldbestände in abgebrannten Gebieten.

Maßnahme 5 – Technische Überprüfung und Wiederherstellung von Lawinenschutzbauten.

Maßnahme 6 – Aktualisierung der Interventionspläne für die Lawinenauslösung (PIDA) entsprechend der neuen Multirisiko-Situation.

- **SCHRITT 3: Notfallplanung.**

Maßnahme 7 – Betretungsverbot von potenziellen Lawinengebieten, in denen die Schutzfunktion des Waldes nicht wiederhergestellt werden konnte.

Maßnahme 8 – Ausweitung der künstlichen Auslösung von Lawinen in neuen Risikogebieten.

- **SCHRITT 4: Umsetzung der neuen Verfahren – operative Informationen (für die Mitarbeiter):**

Maßnahme 9 – Aktualisierung der Pläne für den Katastrophenschutz und den Selbstschutz der Gemeinden entsprechend der neuen Multirisiko-Situation.

Maßnahme 10 – Aktualisierung des ALLAUCAT-Plans (Katastrophenschutzplan für Lawinen in Katalonien) für das abgebrannte Gebiet entsprechend der neuen Multirisiko-Situation.

- **SCHRITT 5: Bewertung der Zusammenarbeit mit den Bürgern und der Informationskampagnen.**

Maßnahme 11 – Sensibilisierung der Bevölkerung für neue Risikosituationen.

Weitere Informationen über alle im Rahmen des RECIPE-Projekts analysierten Multi-Risiko-Wechselwirkungen und die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels auf Naturgefahren finden Sie im „*Report on impacts of climate change projections on wildfires, floods, storms, avalanches, rockfalls, landslides and multi-hazard risk management*“, [online verfügbar](#).

ABSCHNITT II



**STÄRKUNG DER
KATASTROPHENSCHUTZKAPAZITÄTEN
UND DES NOTFALLMANAGEMENTS ZUR
BEWÄLTIGUNG LÄNGERER, SCHWERERER,
NOCH NIE DAGEWESENER ODER EXTREMER
NATUREREIGNISSE IN EINEM SICH
WANDELNDEN UMFELD**

II.1 KATASTROPHENSCHUTZ UND NOTFALLANFORDERUNGEN ZUR BEWÄLTIGUNG VON NATURKATASTROPHEN

Um den Bedarf und die Lücken in den Katastrophenschutz- und Notfallmanagementsystemen zu ermitteln, die die Fähigkeiten zur Bewältigung extremer Naturgefahren verbessern können, wurde eine Reihe von Interviews mit verschiedenen Akteuren durchgeführt. Dabei wurde ein integrierter Blick auf alle Teile des Risikomanagementzyklus geworfen, von der Prävention bis zur Wiederherstellung.

Mit rund 50 Interviews wurde ein breites Spektrum von Organisationen in fünf Ländern (Deutschland,

Österreich, Italien, Spanien und Portugal) von der nationalen bis zur lokalen Ebene abgedeckt, wobei sowohl Mitarbeitende des Katastrophenschutzes und der Feuerwehren als auch Entscheidungsträger*innen und Behörden für Risikomanagement und Prävention berücksichtigt wurden. Es werden verschiedene Gefahren berücksichtigt: Stürme, Waldbrände, Überschwemmungen, Rutschungen und Steinschlag und Lawinen. Daher wird es als repräsentativ für eine umfassende Sichtweise des gesamten Systems angesehen.

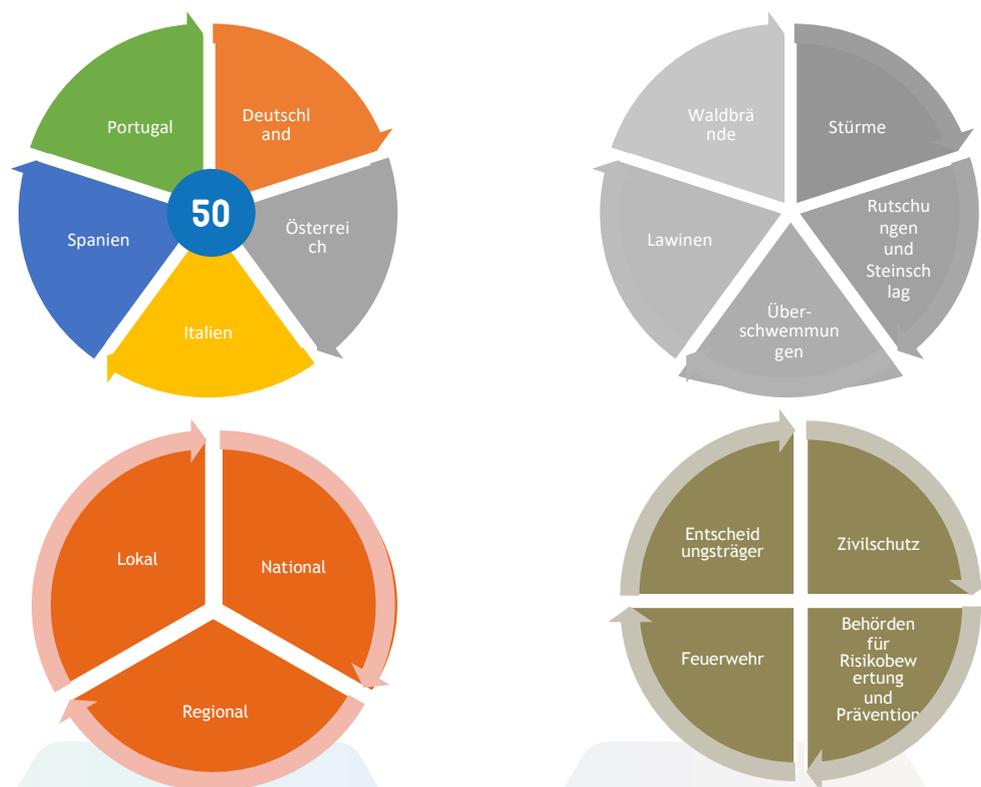


Abbildung 6. Nationalitäten, Risiken, Niveaus und Profile, die in den Interviews zur Notfallbewältigung erfasst wurden.

Die Interviews waren in zwei Teile gegliedert: Zur Ermittlung des aktuellen Bedarfs (1) und zur Ermittlung des möglichen künftigen Bedarfs im Kontext des Klimawandels (2). Diese Informationen

wurden gekreuzt und gruppiert, um verschiedene Perspektiven zu erhalten. Die Ergebnisse werden in den nächsten Abschnitten dargestellt.

Aktueller Bedarf

Um all den ermittelten Bedürfnissen und Anforderungen gerecht zu werden, bedarf es natürlich politischer und finanzieller Unterstützung sowie einer langfristigen Planung und eines langfristigen Engagements. Außerdem ist diese Unterstützung wichtig, um die Überlastung des Systems und den Bedarf an mehr Ressourcen und Personal zu bewältigen.

Bevölkerungsschutz in der Stadtplanung	Die Einbeziehung und Verstärkung von Katastrophenschutzanforderungen in die Stadtplanung kann die Exposition gefährdeter Elemente, insbesondere der am meisten gefährdeten wie Krankenhäuser und Schulen, verhindern.
Unterstützung auf lokaler Ebene	Da viele der extremen Phänomene hauptsächlich auf lokaler Ebene auftreten, ist eine starke Unterstützung des lokalen Managements unerlässlich, um die Situation zu verbessern. Dies beinhaltet verschiedene Aspekte, von der Bewertung bis zur Planung, aber vor allem die Verbesserung der Lösungsmöglichkeiten . Zu berücksichtigen sind Tourist*innen und Besucher*innen , da diese unterschiedliche Bedürfnisse haben.
Frühwarnsysteme	Frühwarnsysteme, Bewertung, bessere Vorhersagen und Überwachung (all diese Teile sind miteinander verknüpft) werden eine Lösung sein, um die Reaktionszeit zu verkürzen.
Praktisches Training und Übungen	Praktisches Training und Übungen werden als wichtig erachtet, da sie die Reaktionszeit verkürzen, die Effektivität sicherstellen und helfen, Pläne zu verbessern.
Koordination und Kooperation	Da verschiedene Verwaltungsebenen und Organisationen miteinander interagieren, ist es sehr wichtig, die Koordinierung und Zusammenarbeit (zwischen Institutionen auf verschiedenen Ebenen, aber auch zwischen Ämtern derselben Behörde in allen Phasen) zu verbessern und gleichzeitig effiziente Kommunikationsprozesse und klar festgelegte Zuständigkeiten zu gewährleisten.
Integrierte Plattformen	Integrierte Plattformen sind eine technische Maßnahme, die dazu beiträgt, einen Gesamtüberblick über das gesamte Ereignis zu erhalten, insbesondere wenn es sich um eine große Ausdehnung oder einen Notfall mit mehreren Risiken handelt. Sie sollten in der Lage sein, große Datenmengen zu verwalten, und visuelle Werkzeuge, Überwachungswerkzeuge und Entscheidungshilfesysteme (DSS) umfassen.
Zuverlässigkeit von Kommunikation und Energieversorgung	Alle technischen Hilfsmittel können nutzlos sein, wenn die Zuverlässigkeit der Kommunikation und der Energieversorgung nicht gewährleistet ist (ggf. mit redundanten Systemen).
Verbesserung der Beteiligung und Kommunikation	Die Beteiligung der Bevölkerung verbessert deren Engagement und Risikobewusstsein. Verbessern Sie die Kommunikation mit der Bevölkerung , um ihr Wissen über ihre Exposition und Selbstschutzmaßnahmen im Notfall zu steigern, aber auch um mit effizienten Instrumenten gewarnt zu werden. Dies steht in engem Zusammenhang mit dem Bewusstsein der Eigenverantwortung und der Förderung der Resilienz .
Protokolle über die gewonnenen Erkenntnisse in der Phase nach dem Ereignis	Auch wenn viele Akteure über eine Art System für gewonnene Erkenntnisse verfügen, ist es sehr empfehlenswert, ihnen eine Art schriftliches und standardisiertes Protokoll zu geben.



Abbildung 7. Beispiel für einen Risikomanagementbedarf mit einem Dominoeffekt auf andere Gefahren.

Neue zukünftige Bedürfnisse im Kontext des Klimawandels

Diese gesammelten Bedürfnisse beziehen sich auf alle Phasen des Risikomanagement-Zyklus (RMC) und insbesondere auf Prävention und Vorsorge. Natürlich bedeutet dieses Ergebnis nicht, dass Anstrengungen zur Reaktion nicht notwendig sind, aber – laut den Interviews – verlagert sich der Schwerpunkt im Kontext des Klimawandels mehr in diese beiden Phasen.

Darüber hinaus sollte daran erinnert werden, dass der Klimawandel und seine Auswirkungen auf die Risiken mit einem hohen Maß an Unsicherheit behaftet sind.

Dies könnte einige wichtige Auswirkungen auf DRM-Maßnahmen und -Politik im Kontext des Klimawandels haben und sollte unter anderem durch die Beibehaltung von Flexibilität und die Entwicklung von Verbesserungen auch ohne Klimawandel oder innerhalb einer Bandbreite von Klimaauswirkungen angegangen werden.

Die derzeitige Risikomanagementpolitik und -praxis wird also durch neue Risikoszenarien im Zusammenhang mit dem Klimawandel und auch durch Entwicklungsprozesse in Frage gestellt und fordert einen neuen Ansatz, der sich in diese Richtung bewegt:

<p>Kenntnis der neuen Risikoszenarien des Klimawandels und ihrer Unsicherheiten</p> <p>Von „alle schützen“ zu „leben mit“</p> <p>Einbeziehung der Auswirkungen des Klimawandels in die Risikoanalyse und -kartierung</p>	<p>Eine bessere Kenntnis der neuen Risikoszenarien des Klimawandels und ihrer Unsicherheiten ist für eine wirksamere Ausrichtung des Katastrophenrisikomanagements unerlässlich.</p> <p>Es ist wichtig, den Ansatz des Katastrophenrisikomanagements zu erneuern und sich vom Paradigma des Schutzes aller hin zum Lernen, wie man mit dem Katastrophenrisiko lebt, zu bewegen, um so eine Politik zu definieren, die eine effizientere Anpassung an den Klimawandel ermöglicht.</p> <p>Die Einbeziehung der Auswirkungen des Klimawandels in die Risikoanalyse und -kartierung kann dazu führen, dass die Veränderung der Exposition und Anfälligkeit, die durch die Veränderung des Ausmaßes, der Häufigkeit und des Schweregrads von Gefahren hervorgerufen wird, berücksichtigt wird, und kann so die Bereitschafts- und Reaktionsmaßnahmen sowie die Prävention verbessern.</p>
<p>Integration von Raumordnungs-, Stadtplanungs-, Forst- und Agrarpolitik in die Katastrophenvorsorge</p> <p>understand and Bewältigung aktueller Risiken und Schwachstellen</p>	<p>Die Raum- und Stadtplanung sowie die Landwirtschafts- und Forstpolitik sollten sich auf die aus der Katastrophenvorsorgeplanung abgeleiteten Informationen über die territorialen Risiken stützen, um die Entstehung neuer Risikoszenarien zu vermeiden und eine nachhaltige Entwicklung zu fördern.</p> <p>Die Bewältigung der gegenwärtigen Risiken und Anfälligkeiten bedeutet, dass die gegenwärtigen Risiken verringert und künftige Risikosituationen, die sich bei unzureichender Bewältigung der Risikobereiche verschlimmern könnten, verhindert und gemildert werden.</p>
<p>Integration von Szenarien des Klimawandels in die Bewertung und Planung von Multirisiken</p>	<p>Multirisiko-Situationen bedeuten eine Reaktion auf eine frühere Notsituation (z. B. Waldbrände, Stürme mit starken Winden usw.), die ein Risikogebiet betroffen/verändert hat. Diese schwerwiegenden Auswirkungen führen zu einer Zunahme der Häufigkeit und Intensität anderer Naturgefahren.</p>

Weitere Informationen über den Bedarf an Katastrophenschutz, Notfall- und Risikomanagement finden Sie im „Report on Civil Protection and emergency management requirements to face natural hazards“, [online verfügbar](#).

II.2 WIE WERDEN SYSTEME ZUR ENTSCHEIDUNGSHILFE GESTÄRKT?

Im Rahmen des RECIPE-Projekts bezieht sich ein System zur Entscheidungshilfe (Decision Support System, DSS) auf jedes Informationsinstrument, das den Entscheidungsprozess einer Katastrophenschutzbehörde in einer der Risikophasen verbessert. Ein DSS kann die Management-, Betriebs- und Planungsebene des Katastrophenschutzes verbessern, indem es Informationen liefert und die Unsicherheit in Bezug auf Risiken, die sich ständig ändern können, verringert. DSS können entweder sein:

- Vollständig computergestützt oder menschengestützt.
- Dynamisch oder statisch.
- Kommerzialisiert oder speziell für eine.
- Lokal, regional, national oder international.
- Für einzelrisiken oder mehrfachrisiken-

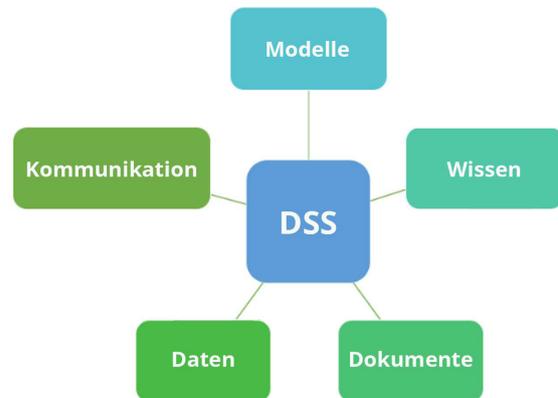


Abbildung 8. DSS-Komponenten.

Angesichts der Tatsache, dass der Klimawandel die Methoden der Katastrophenvorsorge beeinflussen wird, ist es klar, dass DSS einen Schritt nach vorne machen und neue Funktionalitäten bereitstellen sollten, um den neuen Szenarien des Klimawandels zu begegnen. Die folgende Tabelle fasst die DSS-Anforderungen zusammen, an denen die Katastrophenschutzbehörden arbeiten möchten, um das Risikomanagement in den kommenden Jahren zu verbessern, wie aus den im Rahmen des Projekts durchgeführten Interviews hervorgeht (18 bewertete DSS).



DATEN

DSS-Daten organisiert in Notfallphasen: Genauere Verarbeitung der Daten und Durchführung der erforderlichen Maßnahmen entsprechend der jeweiligen Phase. Vor dem Hintergrund des Klimawandels ist es wichtig, die Entwicklung von Gefahren und deren Auswirkungen auf das Risikomanagement zu überdenken. Künftige Notfälle werden die Katastrophenschutzbehörden zwingen, sich mit mehr Extremereignissen zu befassen, was bedeuten kann, dass mehr Informationen verarbeitet werden müssen.

Angemessene Häufigkeit der Datenerfassung: Statische Informationen sind in der Regel nicht mehr aktuell, da Risiken in einem dynamischen Umfeld auftreten. Es ist daher klar, dass statische DSS durch dynamische und leicht aktualisierbare DSS ersetzt werden. Ein DSS muss jedoch sowohl statische als auch dynamische Informationen enthalten. Einige Informationen sind von Natur aus statisch, oder zumindest während einiger Jahre statisch. Der Prozess der Aktualisierung dieser Informationen ist von entscheidender Bedeutung, da er in einer angemessenen Häufigkeit und in einem angemessenen Umfang erfolgen muss, in der Regel von unten nach oben, ausgehend von den Gemeinden.

Wirtschaftliche Kosten in allen Notfallphasen: Die Idee ist, das Risikomanagement kosteneffizienter zu gestalten. Nach Ansicht von Experten sind einige DSS, obwohl sie ökonomische Inputs enthalten, noch weit davon entfernt, ein integriertes und detailliertes Bild der tatsächlichen Kosten von Managementmaßnahmen und Verlusten zu vermitteln. Dies ist vor allem in der Präventionsphase wichtig, denn es zeigt, dass Prävention oft kosteneffizienter ist als andere Maßnahmen.

Auswirkungen auf die Ökosysteme: Die Auswirkungen auf die Ökosysteme können anhand der Ökosystemleistungen gemessen werden, weshalb das Sammeln von Informationen über die Ökosystemleistungen dazu dienen könnte, eine fundiertere Entscheidung zu treffen, wenn es beispielsweise darum geht, ein Stück Land brennen zu lassen, um eine bessere Möglichkeit zu finden, ein Feuer zu kontrollieren.

Echtzeit-Ortung und Gesundheitsüberwachung von Ersthelfern: Die DSS bieten diesen Dienst und Produkte wie Gesundheitsgürtel oder kleine GPS-Geräte für die eingesetzten Teams bereits an. Die Herausforderung besteht in zwei Aspekten: (1) die Fähigkeit zur Positionsbestimmung in Gebieten mit schlechter Konnektivität und (2) die breite Implementierung der verfügbaren Dienste in DSS.

MODELLE

Klimaprojektionen: Erstens muss der Klimawandel in das Notfallmanagement und neuerdings auch in die DSS einbezogen werden. DSS sollten nicht nur in der Lage sein, Projektionen des Klimawandels und seiner Auswirkungen auf das Risiko hinzuzufügen, sondern auch diese Projektionen einzubeziehen, um ihre Auswirkungen auf Landschaft und Waldarten zu sehen. Der Grund dafür ist, dass die Landschaft sowohl Chancen als auch Schwächen bietet und die Modellierung von Landschaftsveränderungen unter dem Einfluss des Klimawandels die Möglichkeit bietet, zukünftige Bedrohungen und Chancen zu erkennen.

Angemessener räumlicher Maßstab und Unsicherheitsmanagement: Während Informationen mit großer Auflösung vertrauenswürdiger, aber auch allgemeiner zu sein scheinen, bietet die kleinmaßstäbliche Auflösung in der Regel detailliertere Informationen, die jedoch mit einem höheren Maß an Unsicherheit verbunden sind. Es besteht die Notwendigkeit, vertrauenswürdige hochauflösende Methoden und Technologien zu entwickeln. Einige Agenturen verwenden bereits eine Unsicherheitskategorie, um die Zuverlässigkeit von Informationen zu verstehen.

Anpassung an das Szenario: Die Beobachtung und Untersuchung von Großschadensereignissen, die durch Naturkatastrophen in anderen Regionen ausgelöst wurden, hilft dabei, die neuen Herausforderungen, die der Klimawandel mit sich bringt, zu verstehen und zu erkennen, wie sich die Entscheidungsfindung auf das Ergebnis des Notfallmanagements auswirkt.

WISSEN

Engagement der Menschen: Ermittlung von Bodenwerten, Präventivmaßnahmen usw. Es hat sich gezeigt, dass dieser Mitgestaltungsprozess ein guter Weg ist, um sicherzustellen, dass die geplanten Bewirtschaftungsmaßnahmen durchgeführt werden, da alle beteiligten Interessengruppen von Anfang an damit einverstanden sind.

Vertiefung der Kenntnisse in der Erholungsphase: Nur wenige DSS berücksichtigen die Wiederherstellung. Es ist notwendig, neue Funktionen einzubeziehen, um das von einer bestimmten Katastrophe betroffene Gebiet zu überwachen, die Verluste zu quantifizieren, die Wirksamkeit der während der Prävention und Reaktion durchgeführten Maßnahmen zu analysieren und schließlich Synergien zwischen Wiederherstellung und Prävention zu finden.

KOMMUNIKATION

Frühwarnungen: Die Notdienste sind begrenzt und treffen in den meisten Fällen später als die Bürger im Katastrophengebiet ein. Es müssen Strategien gefunden werden, um Informationen von den Menschen durch schnelle Systeme wie eine Smartphone-App zu sammeln.

Verbesserte grenzüberschreitende Kommunikation: Grenzüberschreitende Szenarien werfen eine Reihe von Herausforderungen auf, die durch die Einführung gemeinsamer DSS und Führungssysteme gelöst werden könnten. Nur wenige DSS sind in der Lage, die Koordination und Kommunikation zwischen Behörden in grenzüberschreitenden Regionen zu verbessern.

DOKUMENTE

Verknüpfung von DSS mit Land- und Stadtplanung: Es besteht die Notwendigkeit, die aus fortschrittlichen DSS gewonnenen Informationen in die Raumplanung zu integrieren. Derzeit berücksichtigen die meisten europäischen Länder das Hochwasserrisiko in der Raum- und Stadtplanung durch eine Analyse der Wiederkehrperiode. Andere Risiken, wie Lawinen oder Waldbrände, scheinen jedoch bei der Planung neuer städtischer Gebiete nicht berücksichtigt zu werden. DSS, insbesondere solche, die zuverlässige Simulationen durchführen, haben ein großes Potenzial, ein grundlegendes Instrument für Land- und Stadtplaner zu werden, die das Risiko in ihren Entscheidungsprozess einbeziehen sollten.

Weitere Informationen über alle analysierten DSS und die wichtigsten Schlussfolgerungen im Rahmen des RECIPE-Projekts finden Sie unter „Guidelines to incorporate projected climate change impacts into Decision Support Systems and platforms“, [online verfügbar](#).

II.3 RECIPE-UNTERSTÜTZUNGSTOOLS

II.3.1 LEITFADEN FÜR DIE HOCHWASSERSCHUTZPLANUNG MIT PARTIZIPATIVEM ANSATZ DURCH EINEN PRO-TOTYP EINES INSTRUMENTS ZUR ÜBERWACHUNG DES PARTIZIPATIVEN PROZESSES

Von Chiara Franciosi, Marta Giambelli (CIMA)

Im Folgenden wird eine Methodik zur Entwicklung eines Planungsprozesses für den Katastrophenschutz (unter besonderer Berücksichtigung des Hochwasserrisikos), der die Auswirkungen des Klimawandels in die Aktivitäten des Katastrophenschutzsystems einbezieht und somit die Kapazitäten des Katastrophenschutzes in einem sich wandelnden Umfeld stärkt, vorgestellt. Die Methodik basiert auf einem partizipativen und integrierten Ansatz für die Katastrophen-schutzplanung:

- Der **partizipative Ansatz** fördert einen „Governance“-Prozess, der das Engagement der Beteiligten und die Mitgestaltung von Katastrophenschutzmaßnahmen begünstigt. Er erhöht das Risikowissen und das Risikobewusstsein, fördert an das Gebiet besser angepasste Katastrophenschutzmaßnahmen und schließlich eine stärkere Aufteilung der Verantwortung zwischen Verwalter*innen und Techniker*innen auf verschiedenen territorialen Ebenen.
- Der **integrierte Ansatz** kann als ein systembasierter Ansatz betrachtet werden. Er bietet eine Möglichkeit zu verstehen, wie die verschiedenen Elemente des Gebietes zusammenwirken und auf dieser Grundlage die Art und Weise zu definieren, wie das Katastrophenrisiko vor Ort bewältigt werden sollte (Máttar und Cuervo, 2017). Er fördert den Informationsaustausch zwischen den Planungen und unterstützt die horizontale und vertikale Koordination und Kooperation. Darüber hinaus kann diese Methodik, wenn sie mit einem partizipativen Prozess, der die Bürger oder bestimmte Interessengruppen einbezieht, verbunden ist, zu einem Ort für die Identifizierung und Definition tiefgreifender politischer Maßnahmen werden, die auf die Gemeinschaft, d. h. die Verwaltung und die Bürgerschaft, abzielen und von ihr akzeptiert werden.

Diese Methode wird normalerweise persönlich durchgeführt. Aufgrund der Pandemie-Situation könnte der Prozess auch aus der Ferne durchgeführt werden. Daher wird im Folgenden neben den Hauptschritten des Prozesses auch ein IT-Tool, das die Entwicklung und Überwachung dieses Prozesses aus der Ferne ermöglicht, beschrieben. Dieses Tool sollte aus einer IT-Umgebung mit differenzierten Funktionen (Räumen) und einem gezielten Zugang, der jedoch allen Nutzer*innen zur Konsultation der Ergebnisse offen steht, bestehen. Daher sollte es die Aufgaben der Förderung der Mitplanung und des Vorschlags, aber auch der Beobachtung und Konsultation erfüllen.

Die allgemeine Beschreibung dieses operationellen Prozesses (operationelles Instrument) stammt hauptsächlich aus einer Pilot-Fallstudie, die von der CIMA-Forschungstiftung im Gebiet der Cinque Terre in der Region Ligurien entwickelt wurde. Das Gebiet ist aufgrund der außergewöhnlichen Landschaft, die von der UNESCO zum Weltkulturerbe und zum Nationalpark ernannt wurde, durch einen sehr hohen Touristenstrom gekennzeichnet, sowie durch eine hohe hydrogeologische Anfälligkeit aufgrund sehr kleiner hydraulischer Einzugsgebiete, die anfällig für Sturzfluten sind, und durch ein Gebietsmanagement, das den hydrogeologischen Risiken nicht sehr viel Aufmerksamkeit schenkt (Aufgabe von Terrassen, Existenz von unterirdischen Kanälen usw.).

Die Entwicklung eines partizipativen Katastrophenschutzplanungsprozesses mit einem integrierten Ansatz ist durch zwei Hauptphasen gekennzeichnet: Die Konzeption und die Umsetzung. Jede Phase wird durch die Entwicklung verschiedener Schritte realisiert (siehe Abbildung 9).

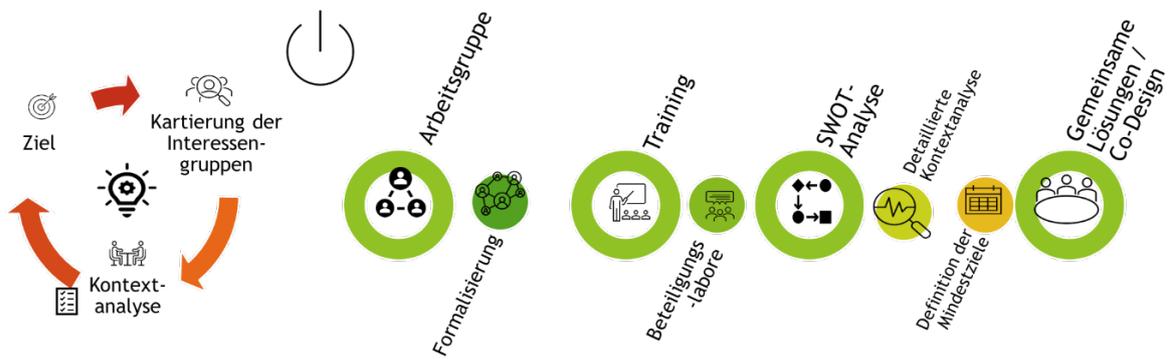


Abbildung 9 . Skizze der Schritte zur Prozessentwicklung.

1. KONZEPTIONSPHASE

Kartierung der institutionellen Akteure

Um einen wirksamen partizipativen Prozess zu gestalten, ist es unerlässlich, die Akteure auf den verschiedenen territorialen Ebenen korrekt zu erfassen, wobei darauf zu achten ist, dass sowohl diejenigen, die eine spezifische Kompetenz haben, als auch diejenigen, die eine allgemeinere Kompetenz haben, die aber die Entscheidungen, die durch den Pfad abgedeckt werden, beeinflussen können, einbezogen werden.

Aus diesem Grund ist es im Rahmen der Katastrophenschutzplanung mit einem integrierten Ansatz notwendig, institutionelle Akteure mit spezifischer Katastrophenschutzkompetenz und andere institutionelle Akteure mit territorialer Planungskompetenz zu identifizieren.

ELEMENTE, DIE IN DAS IT-TOOL HOCHGELADEN WERDEN KÖNNEN: Liste der teilnehmenden Einrichtungen.

Voruntersuchung und Analyse des Kontextes und des lokalen Katastrophenschutzsystems / Ermittlung von Schwachstellen oder kritischen Elementen (halbstrukturierte Interviews und Literaturlanalyse)

Dieser Schritt wird folgendermaßen durchgeführt:

- eine von Experten durchgeführte vorläufige Analyse;
- die Durchführung von Einzel- oder Gruppeninterviews – in Form von Fokusgruppen – mit dem Ziel, die Schwächen des lokalen Katastrophenschutzsystems zu analysieren und die Herausforderungen zu identifizieren, denen sich das System im Kontext des Klimawandels stellen muss.

Beide Aktivitäten sind nützlich, um die Rolle der institutionellen Akteure in den verschiedenen Phasen des Risikomanagements nachzuvollziehen und Synergien zu ermitteln, die in einer integrierten Katastrophenschutzplanung entwickelt werden könnten und die sich mit einer Gesamtsicht der aufgetretenen Probleme befassen und auf integrierte und gemeinsame Lösungen abzielen.

MASSNAHMEN, DIE DURCH DAS IT-TOOL UNTERSTÜTZT WERDEN KÖNNEN: Fokusgruppe und Interviews.

ELEMENTE, DIE IN DAS IT-TOOL HOCHGELADEN WERDEN KÖNNEN: Karte der tatsächlichen Rollen und Zuständigkeiten, sowie Sammlung der bestehenden Pläne und Verfahren.

Festlegung des allgemeinen Ziels des Pfades (Konsultation und/oder Mitgestaltung mit institutionellen Akteuren) und Aktualisierung der Kartierung der institutionellen Akteure

Bevor mit der Durchführung eines partizipativen Prozesses im Allgemeinen – und im Zusammenhang mit dem Katastrophenschutz im Besonderen – begonnen wird, müssen die Ziele und die Art/Ebene der Beteiligung festgelegt werden.

Das allgemeine Ziel des Prozesses muss gemeinsam mit den institutionellen Akteuren auf der Grundlage der Kontextelemente (Ergebnisse der Voruntersuchung und der Kontextanalyse) und der von den Akteuren bewerteten Machbarkeit definiert werden. Es muss ein klares und gemeinsames Ziel, was die institutionellen Akteure dazu veranlasst, die Verantwortung für die Umsetzung des Prozesses zu übernehmen, sein. Wenn dies

nicht der Fall ist, könnte der partizipative Prozess ineffektiv sein.

MASSNAHMEN, DIE DURCH DAS IT-TOOL UNTERSTÜTZT WERDEN KÖNNEN: Diskussion und gemeinsame Planung zwischen Institutionen und Technikern/Experten.

ELEMENTE, DIE IN DAS IT-TOOL HOCHGELADEN WERDEN KÖNNEN: Systematisierung von Fokusgruppen und Beschreibung des allgemeinen Ziels des Prozesses und Definition einer Methodik.

2. DURCHFÜHRUNG:

Einsetzung der interinstitutionellen Arbeitsgruppe und deren Formalisierung

Die formelle Einsetzung der interinstitutionellen Arbeitsgruppe ist ein sehr wichtiger Schritt für die Wirksamkeit eines partizipativen Prozesses und besteht darin, die Personen zu bestimmen, die sich verpflichten, den partizipativen Prozess zu verfolgen und seine Entwicklung zu gewährleisten. Die Formalisierung leitet in der Tat einen Prozess der stärkeren Befähigung der Personen ein, die damit offiziell Teil des Weges werden.

MASSNAHMEN, DIE DURCH DAS IT-TOOL UNTERSTÜTZT WERDEN KÖNNEN: Vorlage des Verpflichtungsdokuments.

ELEMENTE, DIE IN DAS IT-TOOL HOCHGELADEN WERDEN KÖNNEN: Selbstverpflichtungsdokument.

Ausbildung

Ein weiteres Schlüsselement für die Wirksamkeit des Prozesses ist die Entwicklung einer gemeinsamen und angemessenen Sprache zum Thema Risiko und Risikomanagement durch die interinstitutionelle Arbeitsgruppe. Aus diesem Grund ist es wichtig, nach der Einsetzung der Arbeitsgruppe Schulungen zum Thema Risikomanagement und Katastrophenschutz durchzuführen.

MASSNAHMEN, DIE DURCH DAS IT-TOOL UNTERSTÜTZT WERDEN KÖNNEN: Online-Unterricht, Workshops und vertiefende Unterlagen.

ELEMENTE, DIE IN DAS IT-TOOL HOCHGELADEN WERDEN KÖNNEN: Online-Lektionen und vertiefende Unterlagen.

Partizipative SWOT-Analyse zu dem in der vorherigen Phase ermittelten, allgemeinen Ziel

Die SWOT-Analyse wird in der Regel in der strategischen Planung eingesetzt, um die Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken eines Projekts zu bewerten und eine systematische Bewertung des Status quo im Hinblick auf die mögliche Durchführung des Projekts vorzunehmen.

Im Rahmen des partizipativen Prozesses für die Katastrophenschutzplanung hat diese Analyse insbesondere die folgenden Ziele:

- zu verstehen und zu kontextualisieren, welches die kritischen Punkte für das Erreichen des Prozessziels sein könnten,
- die Elemente, die in den Prozess einfließen können, in einer gemeinsamen Weise abzubilden,
- die Möglichkeiten, die sich in dem Gebiet durch die Umsetzung des Prozesses ergeben würden, mitzuteilen.

Durch diese Analyse wird es möglich, den partizipativen Prozess und seine spezifischen Ziele genauer zu planen.

Mitgestaltung/Erarbeitung von Lösungen für das in der interinstitutionellen Arbeitsgruppe ermittelte Problem

Dies ist der Schritt der Umsetzung des partizipativen Prozesses, in dem die verschiedenen Informationen, der Austausch und die Erkenntnisse systematisiert werden, um die Katastrophenschutzmaßnahmen, die für die Erreichung der spezifischen Ziele und somit des allgemeinen Ziels nützlich sind, zu ermitteln.

Diese Phase wird insbesondere durch interinstitutionelle Diskussionsrunden zur Verwirklichung der spezifischen Ziele durchgeführt. Diese Diskussionsrunden müssen von einem/einer Moderator*in geleitet und animiert werden.

Aufgrund der Komplexität des Themas und der Tatsache, dass Katastrophenschutzmaßnahmen immer Auswirkungen auf die lokalen Katastrophenschutzkapazitäten haben, aber auch zur Verringerung der Anfälligkeit

und Exposition beitragen können, lassen sich die ermittelten Lösungsmöglichkeiten in Makrogruppen zusammenfassen, die sich auf die Risikokomponente, auf die sie sich hauptsächlich auswirken, beziehen.

AKTIONEN, DIE DURCH DAS IT-TOOL UNTERSTÜTZT WERDEN KÖNNEN: Diskussionstabellen.

ELEMENTE, DIE IN DAS IT-TOOL HOCHGELADEN WERDEN KÖNNEN: Abschließende Diskussionstabelle + endgültige Entscheidungen.

Die oben beschriebenen Leitlinien können für die Vorbereitung auf andere Szenarien, an denen Akteure aus mehreren Organisationen oder Sektoren beteiligt sind, z. B. bei Waldbränden und in regionalen Kontexten, angepasst werden. Der beschriebene Prozess ist am besten für die Umsetzung auf lokaler Ebene geeignet.

Weitere Informationen zu diesem Instrument finden Sie in den „*Guidelines for flood civil protection planning with a participatory approach*“, [online verfügbar](#).



II.3.2 PROTOTYP FÜR EINE VERBESSERTE ENTSCHEIDUNGSFINDUNG BEIM MANAGEMENT VON RUTSCHUNGS- UND STEINSCHLAGRISIKEN

Von Peter Andrecs, Karl Hagen, Matthias Plörer (BFW)

In Österreich sind grundsätzlich umfassende Informationen für das Risikomanagement verfügbar. So ergibt sich aus der Verschneidung von Gefahrenhinweiskarten und Infrastrukturinformationen eine grobe Identifikation von potenziellen Risikobereichen. Allerdings sind diese Ansätze statisch. Modernes Risikomanagement und Katastrophenschutz sollten jedoch einen dynamischen Ansatz verfolgen. Die zu erwartenden Auswirkungen des Klimawandels wie Permafrost-Degradation und Entwaldung müssen auf der Grundlage der verfügbaren relevanten Informationen berücksichtigt werden. So gibt es zum

Beispiel bereits die „Alpine Permafrost-Indexkarte“, die potenziell gefrorene Untergrundverhältnisse aufzeigt, oder Karten mit spezifischen waldbaulichen Informationen.

Zusammen mit den prognostizierten Auswirkungen des Klimawandels müssen diese in spezifische Konzepte umgesetzt werden. Durch die Permafrost-Degradation können bisher stabile Hänge ihr Verhalten ändern. Die Verschneidung der Layer der potenziellen Permafrostbereiche und der alpinen Infrastrukturen weist auf Hotspots hin, in denen künftig ein erhöhtes Risiko auftreten kann (Abbildung 10).

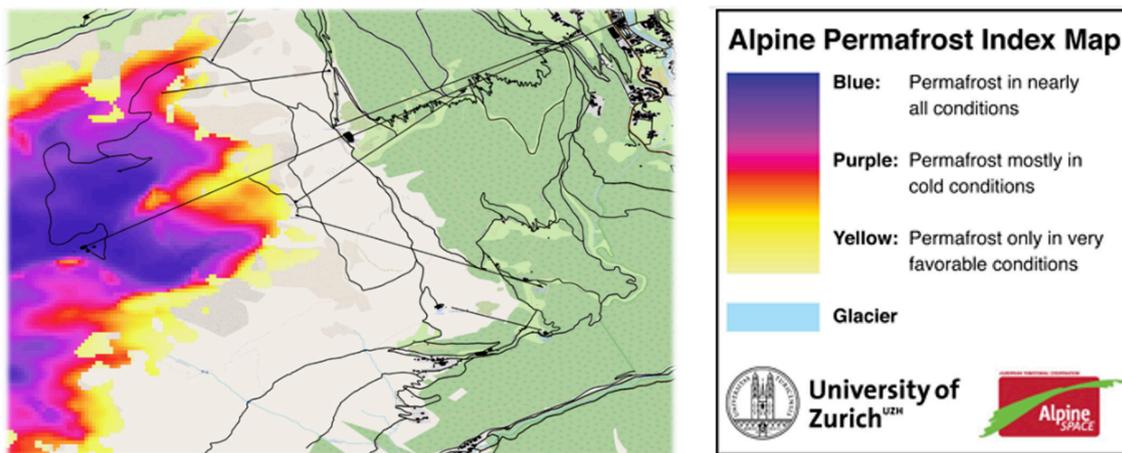


Abbildung 10 . Überlagerung der Alpen Permafrost-Indexkarte mit den aktuellen alpinen Infrastrukturen.

Um Risikoszenarien, z. B. über die zukünftige Ausbreitung von Steinschlägen oder Rutschungen und deren räumlicher Interaktion mit Sachwerten zu erstellen, müssen bestehende Datensätze (DEM,

Infrastrukturlayer, Permafrost-Indexkarte; Abbildung 11) zusammengeführt werden. Hierfür stehen bereits mehrere Anwendungen zur Verfügung (meist Open-Source-Software; z. B. Abbildung 12).

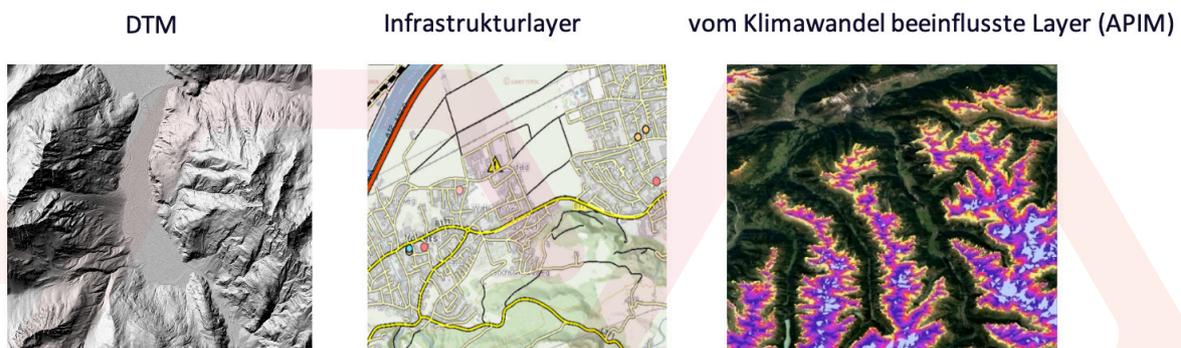


Abbildung 11 . Kostenlos vorhandene und online verfügbare Daten.

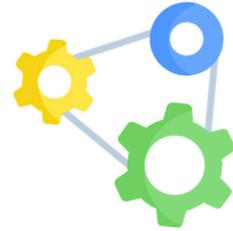
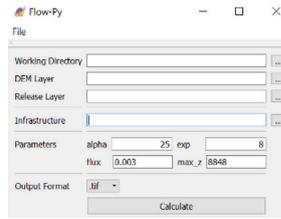
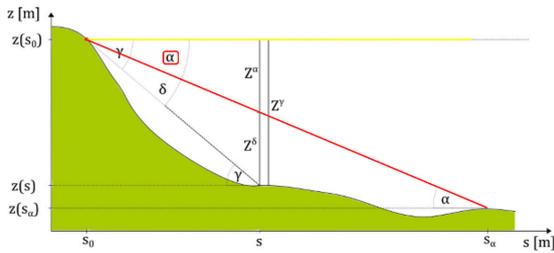


Abbildung 12 . Bestehende Software für z. B. Steinschlagsimulationen, online herunterladbar © D'Amboise, Flaticon.

In einem weiteren Schritt können potenzielle Steinschlag-Anbruchgebiete in einem Szenario vor und nach der Permafrost-Degradation bestimmt werden. Anbruchgebiete, die überwiegend unterhalb der aktuellen Permafrostgrenze liegen (siehe blaue Pixel in Abbildung 13), stellen das

Szenario vor der Permafrost-Degradation dar. Anbruchgebiete, die auch Felswände oberhalb der aktuellen Permafrostgrenze umfassen (siehe blaue und rote Pixel in Abbildung 13), stellen das Szenario nach einer Post-Permafrost-Degradation dar.

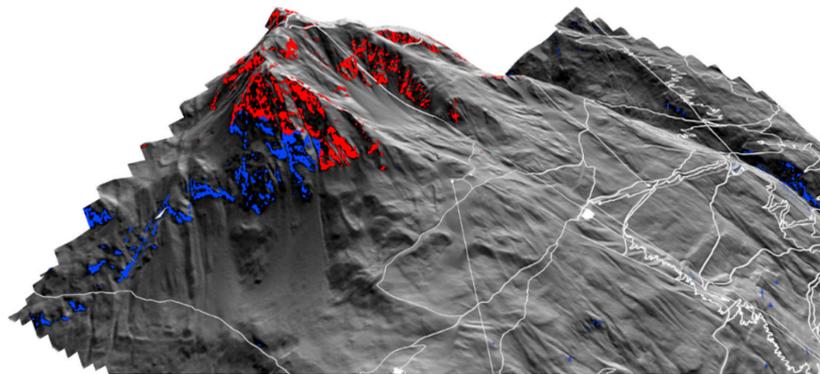


Abbildung 13 . Potenzielle Anbruchgebiete ohne weitere Permafrost-Degradation (blaue Pixel) und potenzielle Anbruchgebiete bei fortschreitender/vollumfänglicher Permafrost-Degradation (blaue UND rote Pixel). Geländemodell: Land Tirol / Tiris.

Steinschlag-Simulationen für Szenarien vor und nach der Klimawandel bedingten Permafrostdegradation liefern Gefahrenkulissen unterschiedlichen Ausmaßes.

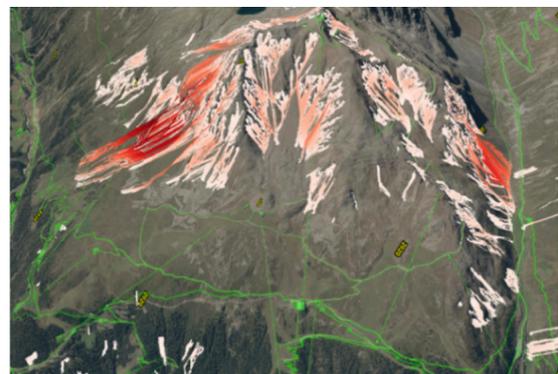
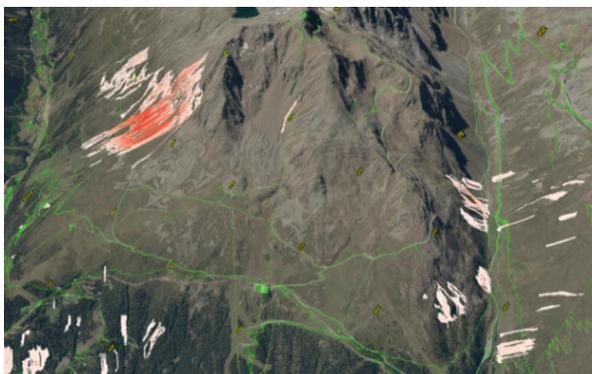


Abbildung 14 . Links: Potenzielle Sturztrajektorien unter ausschließlicher Berücksichtigung von Ablösebereichen unterhalb der aktuellen Permafrostgrenze; Rechts: Potenzielle Sturztrajektorien auch unter Verwendung von Ablösebereichen oberhalb der aktuellen Permafrostgrenze. Orthofoto und Geländemodell: Land Tirol / Tiris.

Der Vergleich der beiden Szenarien (z. B. Steinschlag, Abbildung 14) erlaubt eine grobe Abschätzung der sich verändernden Gefährdungslage. Die Überschneidung mit der Infrastruktur (grüne Signaturen) veranschaulicht die Risikosituation durch die globale Erwärmung und die damit verbundene Permafrost-Degradation.

Ein schematischer Überblick über einen DSS-Prototyp ist in Abbildung 15 dargestellt. Im linken Kasten sind die Anbieter bestehender Anwendungen sowie die potenziellen Empfänger eines neuen

DSS angeführt. Der innere Kreis umfasst die Hauptakteure des Katastrophenschutzes, nämlich die Gemeinden und ihre Organe. Sie sind die potenzielle Zielgruppe für neue DSS. Der obere rechte Kasten zeigt die wichtigsten Umweltveränderungen (in Bezug auf Steinschlag und Rutschungen) aufgrund des Klimawandels (Permafrost-Degradation und Entwaldung). Der untere rechte Kasten zeigt die Anwendung des vorhandenen Wissens, bzw. Stand der Technik (Daten, Werkzeuge) und die Entwicklung von dynamischen Risikomanagementwerkzeugen.

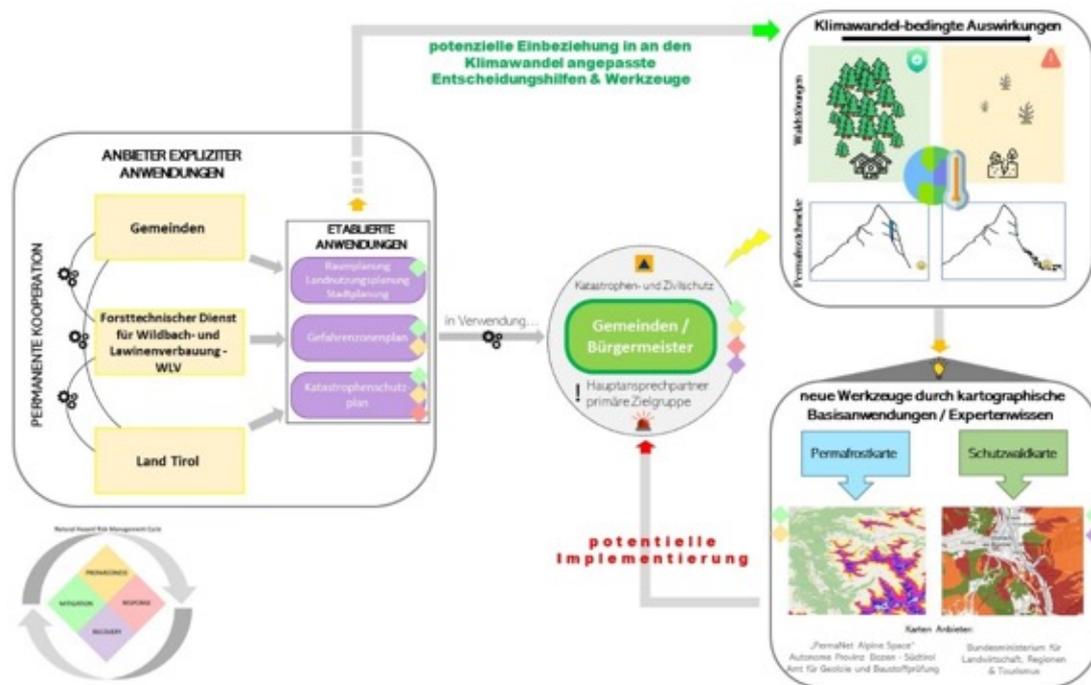


Abbildung 15 . Skizze des DSS für veränderte Bedingungen (z. B. Permafrost-Degradation, Entwaldung).

Weitere Informationen zu diesem Tool finden Sie unter „Prototype for improved decision making in landslide and rockfall risk management“, [online verfügbar](#).

II.3.3 LEITLINIEN FÜR EINEN PARTIZIPATIVEN KRISENMANAGEMENTPLAN ZUM UMGANG MIT WIND-WURF ENTLANG VON STRASSEN

Von Carolin Mayer, Yvonne Hengst-Ehrhart, Christoph Hartebrodt (FVA)

Im Folgenden wird ein Weg aufgezeigt, wie Einzelpersonen und Organisationen, die im Katastrophenschutz oder im Forstsektor tätig sind, einen Krisenmanagementplan auf partizipative Weise entwickeln können. Die Umsetzung wird am Beispiel eines partizipativen Prozesses veranschaulicht, der im Frühjahr 2021 im Forstbezirk Oberkirch in Baden-Württemberg, im Südwesten Deutschlands, stattfand. Der Forstbezirk liegt am Rande des Schwarzwalds und wird von einer Reihe von stark befahrenen Straßen durchzogen. Im Zuge des Klimawandels ist in der Region mit stärkeren Winterstürmen zu rechnen, so dass es notwendig ist, sich auf solche Ereignisse vorzubereiten.

Der unten beschriebene Prozess hilft bei der Strukturierung der Zusammenarbeit durch eine partizipative Entwicklung von Kommunikationswegen und Informationsaustausch auf lokaler Ebene, wobei alle Phasen des Krisenmanagementzyklus – Prävention, Vorbereitung, Reaktion, Wiederherstellung – berücksichtigt werden. Der Prozess der Zusammenarbeit bei der Entwicklung eines Krisenmanagementplans sowie der Plan selbst können der Ausgangspunkt für die Stärkung oder den Aufbau neuer Netzwerke zwischen Organisationen sein. Die Umsetzung des Plans und die Aufrechterhaltung dieser Netze obliegt letztlich den Praktikern vor Ort. Diese Leitlinien können auch zur Vorbereitung auf andere Szenarien angepasst werden, an denen Akteure aus mehreren Organisationen oder Sektoren beteiligt sind, z. B. Waldbrände oder schwere Regenfälle.

Die Erarbeitung eines Krisenmanagementplans umfasst mehrere Schritte: 1) Festlegung des Ziels und des Umfangs des Plans, 2) Kontaktaufnahme mit den relevanten Akteuren, 3) Einzelbefragung der relevanten Akteure, 4) Durchführung eines Workshops zur Weiterentwicklung der Prozesslandkarte und zur Erörterung von Möglichkeiten der organisationsübergreifenden Zusammenarbeit, 5) Entwurf des Krisenmanagementplans, 6) Einholen von Feedback zum Entwurf und 7) Fertigstellung des Krisenmanagementplans und Verteilung. Es wird empfohlen, den gesamten Prozess von einer Person moderieren zu lassen.

Im Mittelpunkt dieses Prozesses steht die so genannte „Prozesskarte“, die von „Prozessbeschreibungen“ begleitet wird (siehe Abbildung 16 und Abbildung 17). Eine Prozesskarte ist ein Instrument zur Visualisierung der einzelnen Prozesselemente in jeder der vier Phasen des Krisenmanagements: Prävention, Vorbereitung, Reaktion und Erholung. Für jede dieser Phasen werden drei Ebenen unterschieden: (in unserem Fall) „Wälder und Straßen“, „Organisationen“, die an der Krisenbewältigung beteiligt sind (z. B. Forstverwaltung, Feuerwehren), und „Umwelt“, die sich auf Akteure und Organisationen bezieht, die nicht direkt an der Krisenbewältigung beteiligt sind, insbesondere die Medien, die allgemeine Öffentlichkeit und in unserem Fall Waldbesucher*innen und Pendler*innen.

Im Rahmen des partizipativen Prozesses (siehe unten) arbeiten Akteure aus verschiedenen Organisationen an der Entwicklung einer Prozesskarte, die jene Krisenmanagement-Aktivitäten aufzeigt, welche eine Form der Zusammenarbeit über Organisationsgrenzen hinweg erfordern, wie etwa den Informationsaustausch im Vorfeld oder die direkte Kommunikation während eines Krisenereignisses. So visualisiert die Karte die Verflechtung verschiedener Organisationen und erleichtert eine strukturierte, partizipative Analyse der notwendigen Schritte, um das vorhandene Wissen, die Ressourcen und die Erfahrung optimal zu nutzen. Da die Karte in erster Linie der Veranschaulichung und Übersicht dient, wird sie von Prozessbeschreibungen begleitet, die detaillierter beschreiben, was die einzelnen Prozesselemente beinhalten, wer dafür zuständig ist, wer in welcher Form beteiligt ist und was getan werden muss, um diesen Prozess in die Praxis umzusetzen. Zusammen bilden die Karte und die Kurzbeschreibungen einen grundlegenden Krisenmanagementplan.

1) Festlegung des Ziels und Umfang des Plans

Der allererste Schritt ist die Festlegung des Ziels und des Umfangs des Krisenmanagementplans. Es ist wichtig, das Szenario, für das geplant werden soll, den geografischen Geltungsbereich und den Fokus auf Prozesse, an denen mehrere Organisationen

beteiligt sind, klar zu umreißen. Dies lenkt den Blick auf alle nachfolgenden Schritte und trägt dazu bei, dass die Erwartungen der Teilnehmer an den Krisenmanagementplan realistisch bleiben.

In dieser Fallstudie im Forstbezirk Oberkirch, Deutschland, bestand das erklärte Ziel darin, einen Krisenmanagementplan für ein Wintersturmereignis mit Windwurf entlang von Straßen für ein bestimmtes Forstrevier zu entwickeln; das Ziel bestand darin, die Kommunikation und Zusammenarbeit zwischen den Akteuren verschiedener Organisationen in allen Phasen des Krisenmanagementzyklus (Prävention, Vorbereitung, Intervention, Wiederherstellung) zu strukturieren. Es ging also nicht darum, alle Prozesse, die in den einzelnen Organisationen im Zusammenhang mit einem Wintersturmereignis ablaufen, darzustellen, und es ging auch nicht um die Bewältigung von Windwurfschäden im Wald abseits der Straße.

2) Kontaktaufnahme mit relevanten Akteuren

Zunächst müssen die für das angestrebte Szenario relevanten Akteure ermittelt und kontaktiert werden. Beginnend mit den naheliegendsten Kandidat*innen wird jede kontaktierte Person gefragt, wer sonst noch / welche anderen Organisationen einbezogen werden sollten. Die genaue Position, die ein*e Interviewpartner*in in seiner jeweiligen Organisation innehat, ist nicht von grundlegender Bedeutung, solange er/sie über die internen Prozesse und Ressourcen der Organisation sprechen kann. Die am Krisenmanagement-Entwicklungsprozess beteiligten Personen können später als Ansprechpartner*innen für Anfragen anderer Teilnehmer*innen aus anderen Organisationen dienen.

In dieser Fallstudie wurden zunächst die für den Forstbezirk Oberkirch zuständigen Forstverwaltungen und Straßenmeistereien kontaktiert. Außerdem wurden die Feuerwehr, die Integrierte Rettungsleitstelle des Landkreises, private Waldbesitzervereinigungen, Forstbetriebe sowie örtliche Einheiten des Technischen Hilfswerks und der Bundeswehrreserve kontaktiert. Einige Organisationen wurden von mehr als einem Mitarbeitenden vertreten, um verschiedene Perspektiven innerhalb ihrer Organisation zu repräsentieren. So nahmen beispielsweise sowohl ein Revierleiter als auch ein Förster an dem Prozess teil.

3) Einzelinterviews

Einzelinterviews mit allen relevanten Akteuren – den zukünftigen Workshop-Teilnehmer*innen

– dienen dazu, ein Verständnis für die unterschiedlichen Wahrnehmungen hinsichtlich der mit Wintersturmereignissen verbundenen Herausforderungen sowie für die Ressourcen und Fähigkeiten, die verschiedene Akteure und Organisationen zur Bewältigung von Wintersturmereignissen beitragen können, zu gewinnen.

Die Interviews dienen auch der Vorbereitung auf den anschließenden Workshop; sie bieten die Gelegenheit, die Befragten mit dem Konzept der Einteilung des Krisenmanagements in vier Phasen vertraut zu machen und Prozesse zu unterscheiden, die im Wald, in der / den jeweiligen Organisation(en) und in Bezug auf die Umwelt (z. B. Medien, Öffentlichkeit) ablaufen. Der durch die Einzelinterviews erhaltene Input dient dazu, einen ersten Entwurf einer Prozesskarte zu erstellen, die als Leitfaden für die Diskussionen in den Workshops dienen soll.

In diesem Fall befragte der Moderator 11 Personen – aufgrund von COVID-19-bedingten Reisebeschränkungen – per Telefon. Jedes Interview dauerte zwischen 30 und 45 Minuten und umfasste die folgenden Themen: Frühere Erfahrungen mit Wintersturmereignissen und Windwurf auf Straßen und die damit verbundene Zusammenarbeit mit anderen Organisationen, Herausforderungen im Zusammenhang mit solchen Ereignissen, Ressourcen, die zur Prävention, Vorbereitung, Intervention und Erholungsphase im Zusammenhang mit Winterstürmen beitragen können, sowie Vorschläge für künftige Verbesserungen. Auf der Grundlage der Interviews erstellte der Moderator eine erste Prozesskarte (siehe Abbildung 16).

4) Workshop

Der Workshop dient vor allem zwei Zwecken: Er bietet den Teilnehmer*innen aus verschiedenen Organisationen die Möglichkeit, sich (idealerweise persönlich) kennenzulernen. Um den Aufbau von Netzwerken zu erleichtern, empfiehlt es sich, ausreichend Zeit für die Vorstellung der einzelnen Teilnehmer*innen sowie für den informellen Austausch, z. B. in den Kaffeepausen, einzuplanen. Darüber hinaus dient der Workshop dazu, den ersten Entwurf der Prozesskarte zu diskutieren, der die Interaktionspunkte zwischen den verschiedenen Organisationen aufzeigt. Die Prozesskarte ermöglicht es den Teilnehmer*innen, ein gemeinsames Verständnis aller Phasen des Krisenmanagement-Zyklus zu entwickeln und erleichtert eine Diskussion darüber, wie der Austausch zwischen

den Organisationen organisiert werden kann. Die Vorschläge werden vom Moderierenden gesammelt und dokumentiert und später in den ersten Entwurf des Krisenmanagementplans aufgenommen.

5) Ausarbeitung des Krisenmanagementplans

Auf der Grundlage der Beiträge aus dem Workshop entwirft der / die Moderator*in die erste Version des Krisenmanagementplans. Er besteht aus der Prozesslandkarte und einem Textdokument mit „Prozessbeschreibungen“ (Abbildung 17), in denen die einzelnen Prozesse detaillierter beschrieben werden, einschließlich einer Prozessbeschreibung, der Verantwortlichen und der Teilnehmer*innen des jeweiligen Prozesses. Das Dokument listet auch „to do´s“ auf, wenn ein Prozess erste Maßnahmen oder neue Routinen erfordert. Dies ist insbesondere bei neuen Prozessen oder geänderten Prozesselementen der Fall, z. B. bei der Einführung eines regelmäßigen Austauschs von Kontaktinformationen zwischen verschiedenen Organisationen.

6) Einholen von Feedback zum Entwurf

Die Workshop-Teilnehmer*innen erhalten die Möglichkeit, den Planentwurf zu lesen und zu

kommentieren. Ihr Feedback fließt in die endgültige Fassung des Krisenmanagementplans ein und stellt sicher, dass er den Bedürfnissen und Anliegen der lokalen Ebene gerecht wird.

7) Endgültiger Krisenmanagementplan

Nachdem das Feedback der Teilnehmer*innen eingearbeitet wurde, kann der Krisenmanagementplan fertiggestellt und an alle Teilnehmer*innen und interessierte Dritte verteilt werden. Ein weniger greifbares, aber nicht minder wichtiges Ergebnis sind die Netzwerke, die zwischen den Organisationen aufgebaut werden.

Die oben beschriebenen Leitlinien können zur Vorbereitung auf andere Szenarien angepasst werden, an denen Akteure aus mehreren Organisationen oder Sektoren beteiligt sind, z. B. bei Waldbränden oder schweren Regenfällen und in regionalen Zusammenhängen. Der beschriebene Prozess eignet sich am besten für die Umsetzung auf lokaler oder regionaler Ebene.

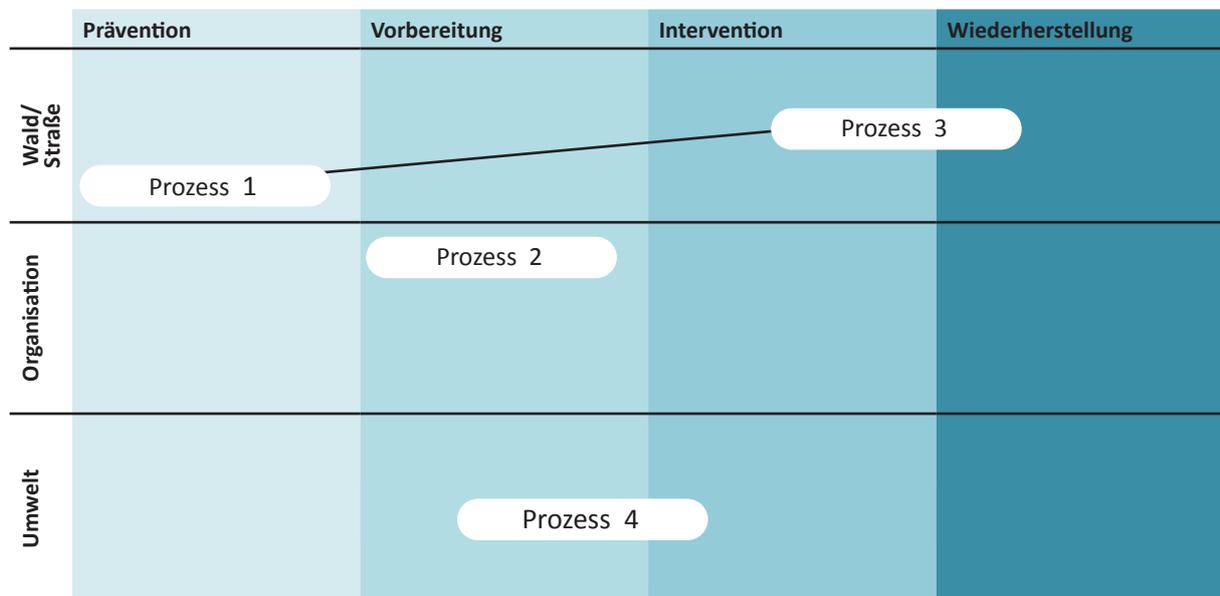


Abbildung 16 . Vorlage für einen Prozessplan; die Spalten bezeichnen die Phasen des Krisenmanagementzyklus, die Linien stellen die verschiedenen Ebenen dar.

Farbcode – gibt an, welche Organisations an diesem Prozess beteiligt sind

Prozess-Titel



Kurze Beschreibung des Prozesses

Wer ist zuständig?

Wer/welche Organisation ist für die Umsetzung dieses Prozesses zuständig?

Wer ist beteiligt/informiert?

Welche Organisationen sind an der Umsetzung beteiligt oder darüber informiert?

To do

Was muss geschehen, damit der Prozess realisiert werden kann?

Abbildung 17 . Vorlage für eine Prozessbeschreibung. Für jeden in der Prozesskarte dargestellten Prozess enthält der Krisen-managementplan ein „Briefing“.

Weitere Informationen zu diesem Instrument finden Sie unter „Guidelines for a participatory crisis management plan to manage wind throw along roads“ [online verfügbar](#).



II.3.4 HILFSMITTEL UND LEITLINIEN FÜR DIE INTEGRIERTE RISIKOBEWERTUNG UND -PLANUNG FÜR DIE LANDSCHAFT UND DIE SCHNITTSTELLE ZWISCHEN WALD UND STADT

Vor dem Hintergrund des globalen Wandels wird das Management von Waldbrandrisiken immer komplexer, und gerade dann können integrierte und partizipatorische Ansätze Vorteile in Bezug auf die Zusammenarbeit mehrerer Behörden, den intelligenten Einsatz von Ressourcen zur Risikominderung und die Einbeziehung der Interessengruppen bieten. Auf der Grundlage der obigen Ausführungen wurden im Rahmen des RECIPE-Projekts die folgenden drei Maßnahmen auf der Ebene von Pilotstandorten in Spanien und Portugal entwickelt:

- i) Eine neuartige Methode zur integrierten Bewertung und Planung des Waldbrandrisikos mit besonderem Schwerpunkt auf den Anforderungen des Katastrophenschutzes (Pilotprojekt in der Gemeinde El Bruc, Spanien, unter Leitung der CTFC).
- ii) Instrumente zur Verbesserung der Risikokultur und des Risikobewusstseins von Kindern und Gemeinden an der Schnittstelle zwischen Wald und Land (El Bruc, unter der Leitung von PCF).
- iii) Eine Entscheidungshilfe für die Festlegung von Prioritäten bei der Bewirtschaftung von brennbarem Material an der Schnittstelle zwischen Wald und Stadt (Gemeinde Mafra, Portugal, unter der Leitung von ISA).

II.3.4.1 Integrierte Methode zur Bewertung des Risikos von Waldbränden und zur Planung und Einbeziehung von Interessengruppen für widerstandsfähige Gemeinden auf lokaler Ebene

Von Eduard Plana, Marta Serra (CTFC)

In diesem Kapitel wird eine neuartige Methodik der Risikobewertung und -planung (RA&P), die sich mit integrierten Ansätzen für Prävention, Vorsorge, Reaktion und Wiederherstellung befasst und die auf lokaler Ebene entwickelt und umgesetzt wird, beschrieben. Die Methode geht das Risiko von Waldbränden systemisch an und zielt darauf ab, den intelligenten Einsatz von (begrenzten) Ressourcen

für die Risikominderung zu verbessern, Synergien zwischen Behörden und lokalen Gemeinschaften zu fördern und die politische Kohärenz der Risikominderung aus der Perspektive des Katastrophenschutzes und der Landschaftsresilienz zu verbessern.

Für die Umsetzung wurde ein Pilotstandort auf lokaler Ebene ausgewählt, um die Übereinstimmung mit den meisten Risiko- und Raumplanungsinstrumenten, die in den Gemeinden eingesetzt werden, zu untersuchen. Die gewählte Gemeinde El Bruc (am Rande der Metropolregion Barcelona, Katalonien) weist eine große Vielfalt an Risikosituationen auf (Schnittstelle zwischen Wald und Stadt (wild-land urban interface, WUI), Naturschutzgebiete, kritische Infrastrukturen wie Tankstellen und Autobahnen, touristische Aktivitäten oder große Wälder). El Bruc steht auch für die Situation vieler kleiner Gemeinden (2.202 Einwohner im Jahr 2020) mit begrenzten Ressourcen und einer großen zu verwaltenden Fläche (47,2 km²).



Bild 8. (Oben) Treffen mit dem Bürgermeister von El Bruc, Analyse der Risikofaktoren und Überblick über das Vorgebirge von Montserrat (unter). Es wurden Besuche vor Ort mit verschiedenen Akteuren durchgeführt, um die Sichtweise des jeweils anderen zu verstehen und im Falle von Notfalleinrichtungen die operativen Anforderungen jedes Einzelnen zu erfüllen (©Plana).

Ein methodischer Ablauf von der HEV-Analyse zur integrierten RMC-Planung

Die entwickelte RA&P-Methode führt einen dreistufigen Prozess durch (Abbildung 18), um ein integriertes Management des Waldbrandrisikos (integrated wildfire risk management, IWRM) zu erreichen, bei dem der Schutz der gefährdeten Bevölkerung, der Infrastrukturen und der Ökosystemdienstleistungen entsprechend den potenziellen Auswirkungen vordefinierter Waldbrandrisikoszenarien in den Mittelpunkt gestellt wird.

In einem ersten Schritt werden die Hauptkomponenten von Gefahr, Exposition und Anfälligkeit (hazard, exposure and vulnerability, HEV) ermittelt. Im Rahmen der H-Faktor-Analyse werden die Risikoszenarien in Bezug auf potenzielle Waldbrandereignisse in dem Gebiet angegeben. Anschließend werden für jeden Faktor entsprechende Maßnahmen zur Risikominderung vorgeschlagen und die entsprechenden Akteure und Instrumente ermittelt. Schließlich werden die vordefinierten Risikoszenarien und die entsprechenden Maßnahmen zur Risikominderung in den Phasen des Risikomanagementzyklus (risk management cycle, RMC) und den entsprechenden Planungsinstrumenten auf kohärente und synergetische Weise organisiert, so dass die Anforderungen des Notfallmanagements zur Verbesserung der Katastrophenschutzkapazitäten wirksam in die entsprechenden sektoralen Planungsinstrumente integriert werden können.

Im Rahmen der Methode wird die Risikominderung als Ökosystemdienstleistung betrachtet. Dementsprechend wird die Karte der Interessengruppen umfassend erstellt, einschließlich derjenigen, die mit risikoverursachenden Aktivitäten verbunden sind, sowie derjenigen, die zur Risikominderung beitragen. Daher werden die „Anbieter*innen“ von Risikominderung und die entsprechenden „Nutznießenden“ ermittelt. Auf diese Weise ermöglicht es der Prozess in der letzten Phase, die Beteiligten auf einer sehr operativen Ebene einzubinden (Beantwortung von Fragen wie „Welche Maßnahmen sind erforderlich?“, „Welche Rolle spiele ich?“ und „In welches Planungsinstrument sollten die Maßnahmen passen?“), sie in die Definition von Risikoszenarien und Alternativen zur Risikominderung einzubeziehen und gleichzeitig das

Risikobewusstsein und den Gemeinschaftssinn zu fördern.

Bei der Festlegung der Risikominderungsmaßnahmen wird die **Reihenfolge der HEV-Faktoren** im Hinblick auf das Risikomanagement eingehalten (Kasten 5). Folglich werden die Risikominderungsmaßnahmen je nach Risikoniveau abgewogen, wobei zunächst Maßnahmen zur Verringerung von H, dann Optionen zur Verringerung von E und schließlich Maßnahmen zur Verringerung von V gesucht werden. Auf diese Weise werden Kompromisse zwischen den HEV-Minderungsmaßnahmen gefunden, die die Folgen des Handelns oder Nichthandelns auf praktische Weise sichtbar machen und in jedem Fall alternative Wege der Risikominderung aufzeigen.

Am Ende des Prozesses werden die Synergien zwischen den Maßnahmen zur Risikominderung und den Aktivitäten in dem Gebiet besser erkannt und gestärkt, wodurch die politische Kohärenz und die Kosteneffizienz des IWRM mit einer operativen Beteiligung der Interessengruppen verbessert werden (Kasten 4).

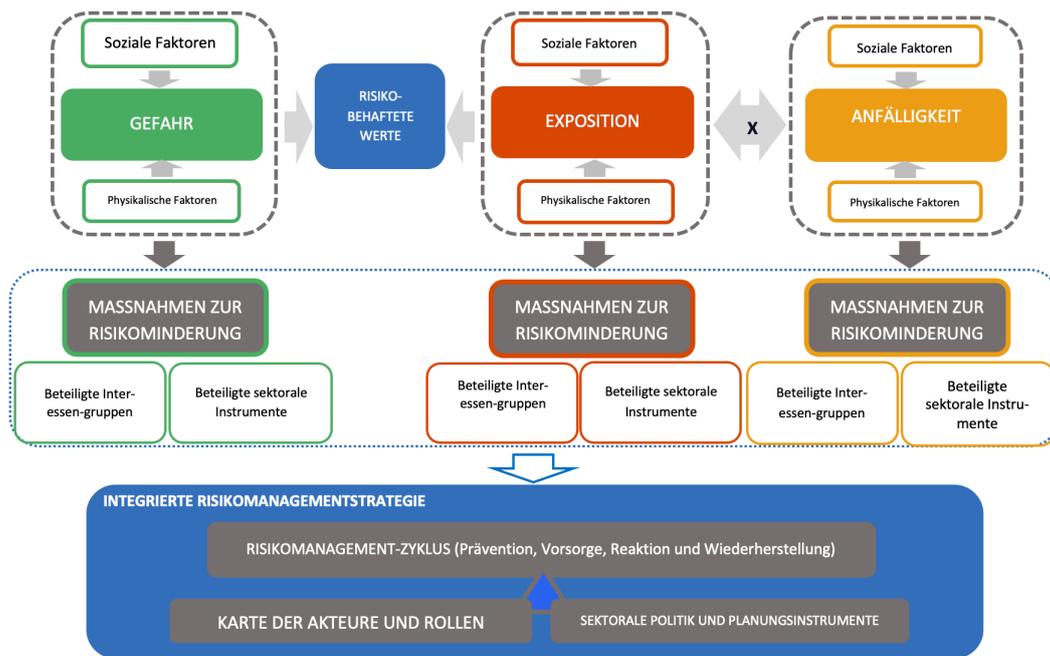


Abbildung 18 . Ablauf der Risikobewertung und -planung im Hinblick auf integrierte, kosteneffiziente und synergetische Risi-komanagementstrategien.

Kasten 4. Beispiel für RA&P-Ergebnisse in Bezug auf die politische Kohärenz.

- **Integration strategischer Anbaupflanzen und bewirtschafteter Waldflächen zur Verringerung der Ausbreitungskapazität von Bränden** in die Raum- und Stadtplanung sowie in die entsprechende sektorale Politik, wobei Anreize zu ihrer Förderung **als Infrastruktur für den Katastrophenschutz zu schaffen sind**.
- Einrichtung von **Koordinierungsmechanismen mit benachbarten Gemeinden und regionalen Initiativen, um Maßnahmen zur Risikominderung** über Verwaltungsgrenzen hinweg **auszuweiten** (z. B. Evakuierungs-/ Einschließungseinrichtungen oder Brennmaterialaufbereitungsgebiete) und in die lokale/regionale Planung einzubeziehen, wobei gleichzeitig der Prozess zur Stärkung der Risikogemeinschaft genutzt wird.
- **Einbeziehung proaktiver Beteiligte*r** in den Katastrophenschutzmechanismus (z. B. Manager*innen von Fremdenverkehrsorten, die eine erste Frühwarnfunktion gegenüber den Kunden übernehmen und vordefinierte und geschulte Notfallprotokolle verwalten können).
- **Überprüfung der rechtlichen Mechanismen zur möglichst effizienten Nutzung begrenzter Ressourcen** für die Risikominderung (z. B. Umwidmung von Finanzmitteln für das Management von brennbarem Material in WUI-Begrenzungstreifen zur Verringerung der Vulnerabilität für die Förderung der Weide- oder Forstwirtschaft in angrenzenden Gebieten, welche die Exposition verringern können).
- Sichtbarmachung des **Zielkonflikts zwischen den HEV-Faktoren** durch die Schaffung operativer, technischer, rechtlicher und finanzieller Maßnahmen (z. B. durch Zahlungen für risikomindernde Ökosystemleistungen), um risikolehöhen Maßnahmen entgegenzuwirken und risikomindernde Maßnahmen für alle Beteiligten zu entschädigen.



Bild 9. (Links) Besuch eines durch LIFE+Montserrat geförderten Weidegebiets, das der Verhütung von Großbränden dient und gleichzeitig die lokale Wirtschaft fördert, und (rechts) vom Naturpark durchgeführte Brennmaterialbehandlungen an den von Wanderern und Bergsteigern genutzten Zugangswegen, die die Gefährdung, aber auch die Entzündungsgefahr durch Besucher verringern (©Plana).



Abbildung 19. Beispiel einer Abbildung, die Maßnahmen zur Risikominderung im Sektor Montserrat Parc darstellt.

Gewonnene Erkenntnisse, wichtigste Erfolge und weitere Entwicklungen

Die Funktionsweise der Methode wird in hohem Maße durch ein angemessenes und tiefgehendes Verständnis des Risikoprozesses (ausgedrückt durch HEV-Faktoren und deren Kompromisse) beeinflusst. Je besser die potenziellen Waldbrandereignisse in dem Gebiet bekannt sind, desto präziser können die Risikoszenarien definiert werden und desto konsequenter können die Beteiligten in die Risikominderung einbezogen werden.

Szenarien von Waldbränden bieten den Vorteil, dass sie den operativen Bedarf von der Brandbekämpfung bis hin zur Brandverhütung, dem Katastrophenschutz oder der Stadtplanung berücksichtigen. Die gemeinsame Nutzung dieser Informationen ist ein entscheidender Faktor für den Übergang zum IWRM. Wenn dagegen Informationen über Waldbrandmuster nicht zugänglich sind, wird das Risikomanagement aus einer segmentierten RMC-Kompetenzperspektive (auf institutioneller und räumlicher Ebene) geplant und die Ressourcen werden weniger effizient eingesetzt.

Daher zeigt die Methode auf, inwieweit vordefinierte und validierte Risikoszenarien im Rahmen eines auswirkungsorientierten Ansatzes als gemeinsame Grundlage für alle Risikomanagementbehörden dienen können. Dies sollte dazu beitragen, die verschiedenen Maßnahmen zur Risikominderung koordiniert einzusetzen und sie in die entsprechenden sektoralen Pläne einzubetten, die von der aktiven (strategisches Brennstoffmanagement) und passiven (Forstwirtschaft, Weidehaltung usw.) Prävention bis zur Reaktion reichen und eine gemeinsame, behördenübergreifende Strategie zur Risikominderung bilden.

Darüber hinaus trägt der umfassende Ansatz der Methodik dazu bei, mehrere sektorübergreifende Komponenten

des Risikomanagements in einem einzigartigen Prozess zu erfüllen, von denjenigen, die sich auf die Risikobewertung, -kartierung und -planung beziehen, bis hin zur Risikosteuerung und -kultur. Darüber hinaus können im Rahmen des RA&P-Prozesses die Anforderungen an das Notfallmanagement problemlos in die Präventionsphasen (einschließlich z. B. der Stadtplanung) integriert werden, um die Bewältigungskapazitäten im Falle eines Waldbrandes zu verbessern.

Die Einbeziehung von Interessengruppen in den RA&P-Prozess ermöglicht es, das Gleichgewicht der Risikosituationen und den Grad der Umsetzung von Risikominderungsmaßnahmen zu sozialisieren, die entsprechenden Verpflichtungen, Kooperationen und Protokolle festzulegen und das Risikobewusstsein und den Gemeinschaftssinn zu fördern. Die Methode ermöglicht es, gefährdete Wirtschaftssektoren und Bürger*innen mit jenen Akteuren in Verbindung zu bringen, die für die Risikominderung sorgen (z. B. die lokale Bevölkerung dafür zu sensibilisieren, wie die lokalen Olivenöllandwirt*innen oder der lokale Käseverbrauch sie vor Waldbränden „schützen“).

Was die **weiteren Schritte** betrifft, so hat der entwickelte Ansatz das Potenzial, in die bestehenden Instrumente für die Risiko- und Raumplanung integriert zu werden. Außerdem verbindet er die Wirtschaft der Risikominderung mit der Wirtschaft des Gebiets und bildet den Rahmen für eine Risikogemeinschaft. Das Pilotprojekt hat gezeigt, dass die lokalen Behörden eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung des Risikomanagements und der Einbeziehung der Interessengruppen spielen. Aus diesem Grund sollten bestehende und zusätzliche Instrumente und Ressourcen für die Risikominderung in der Lage sein, IWRM-Strategien in und mit den lokalen Behörden zu artikulieren und zu implementieren.

Kasten 5 . Verständnis der HEV- und RMC-Sequenz des Risikomanagements bei Waldbränden.

Das Risikomanagement bei Waldbränden muss sich mit einem sich verändernden Risikokontext befassen, in dem Maßnahmen zur Bekämpfung des Risikos der Entzündung und Ausbreitung von Bränden, der potenziellen Auswirkungen von Bränden hoher Intensität auf die gefährdete Bevölkerung und Infrastrukturen, der Sicherheit und der effizienten Reaktionsfähigkeit sowie Wiederherstellungsstrategien zur Abschwächung der kaskadenartigen Auswirkungen von Waldbränden aufeinander treffen. Eine detailliertere Analyse der Risikofaktoren zeigt, wie sich die Maßnahmen zur Risikominderung einerseits auf verschiedene Phasen des Risikomanagementzyklus (von der Prävention bis zur Wiederherstellung) verteilen und andererseits verschiedene öffentliche und private Interessengruppen in beiderlei Hinsicht einbeziehen, nämlich als „Anbieter*innen“ von Ökosystemdienstleistungen zur Risikominderung (z. B. bewirtschaftete Wälder, die Brände hoher Intensität vermeiden) und als „Nutznießer*innen“ (z. B. weniger anfällige städtische Siedlungen oder Touristenorte, die den Auswirkungen von Waldbränden ausgesetzt sind).

In Bezug auf die Risikokomponenten gilt normalerweise: Je höher die Gefahr (H), desto größer die Exposition (E), und desto mehr Anstrengungen zur Verringerung der Anfälligkeit (V) sind erforderlich. Wird H reduziert, ist weniger E vorhanden, und es ist weniger V zu reduzieren. Diese Abfolge ist besonders bei Waldbränden von Bedeutung, bei denen H in hohem Maße vom Menschen beeinflusst wird, da brennbare Landschaften einer der wichtigsten Risikofaktoren für Waldbrände sind: Durch die Verringerung der Menge des brennbaren Materials und die Änderung ihrer Verteilung in der Landschaft kann das Auftreten von Bränden hoher Intensität, die die Unterdrückungskapazität und die Auswirkungen auf die exponierten Elemente überfordern, verringert werden. Darüber hinaus kann eine intelligente Stadtplanung eine entscheidende Rolle bei der Verringerung des Risikos spielen, indem sie den Prozess des Aufbaus von E unterstützt (z. B. durch die Förderung der Verbreitung von Wohnsiedlungsmodellen in waldbRANDgefährdeten Landschaften). Selbst wenn H und E nicht reduziert werden können, können Bauvorschriften und -normen es ermöglichen, V unter einheitlichen, an die Bewältigungskapazität jedes Gebiets angepassten Risikoschwellen zu reduzieren. Daher ist das resultierende Risiko die Summe der Maßnahmen, die H, E und V erhöhen/verringern. Folglich kann ein hohes Maß an HEV das System zum Zusammenbruch bringen und die gesellschaftlich angenommene Risikoschwelle zum Einsturz bringen.

Diese Querverbindung zwischen den HEV-Faktoren kann auch durch die RMC-Phasen erklärt werden. Präventionsmaßnahmen können dazu beitragen, die H einschränkenden Verhaltensweisen bei hoher Intensität des Waldbrandrisikos durch bewirtschaftete Wälder, Mosaiklandschaften oder Entzündungskontrolle zu verringern. Im Rahmen der Vorbeugung können E und V durch die Einbeziehung des Risikos von Waldbränden in die Stadt- und Raumplanung und durch standardisierte und verbindliche Bauvorschriften, die im Falle eines Waldbrandrisikos anzuwenden sind, reduziert werden. Was die Vorsorge betrifft, so kann die Bewältigungskapazität (V) durch die Festlegung von Katastrophenschutzprotokollen für die Eindämmung oder Evakuierung im Falle eines Flächenbrands, die Vorbereitung der Infrastrukturen des Gebiets gemäß diesen Protokollen (z. B. die Reduzierung von brennbarem Material entlang der im Voraus ausgewählten Straßen, die als Evakuierungsinfrastrukturen genutzt werden sollen, oder an den ausgewählten Standorten für die Eindämmung) oder die Entwicklung von Frühwarnsystemen verstärkt werden. In einigen Regionen, wie z. B. in Katalonien, wird der Zugang zu Naturgebieten in Zeiten mit hohem Brandrisikoindex kontrolliert, um die Anzahl der Besucher im Falle eines Waldbrandes zu verringern (was auch die Unterdrückungskapazität gefährdet), die Anzahl der Brandentfachungen zu reduzieren und die Bewältigungskapazität (V) zu erhöhen, indem die Wahrscheinlichkeit gleichzeitiger Ereignisse verringert wird (geringeres Entzündungsrisiko). Eine hocheffiziente Reaktion ermöglicht es, die Ausbreitung von Waldbränden zu verringern, vor allem wenn sie auf der Kenntnis der Verhaltensmuster von Waldbränden beruht (Costa et al. 2011). Dieser Ansatz ermöglicht es, den Verlauf von Waldbränden im Voraus zu erkennen und die Kontrollkapazität zu erhöhen, indem in strategischen Gebieten, die zur Unterstützung der Feuerwehr im Falle eines Waldbrandes dienen, ein Brennmaterialmanagement durchgeführt wird. Diese strategischen Gebiete können daher als Infrastrukturen und Ressourcen zur Unterstützung der Brandbekämpfung wie Wasserstellen oder Ausrüstung verstanden werden. Je besser die Feuerwehr ausgebildet, sowie effizienter und besser ausgerüstet ist, desto mehr Bewältigungskapazitäten sind vorhanden. Dennoch zeigen extreme Waldbrandereignisse oft, dass die Löschkapazitäten in vielen Ländern überfordert sind in einer solchen Situation dann grundsätzlich eine defensive Strategie zum Schutz von Menschenleben und Infrastrukturen angewandt wird. Dadurch wird die Fähigkeit zur Kontrolle der Brandausbreitung im Wald einschränkt.

Daher bietet die Reaktion im Kontext von HEV eine begrenzte Kapazität zur Risikominderung. Dies hilft, die tiefgreifende Verbindung zwischen Risikofaktoren und Maßnahmen zur Risikominderung innerhalb des RMC zu verstehen, und zwar in einer ähnlichen Reihenfolge wie im Fall von HEV: Je mehr Präventionsmaßnahmen ergriffen werden, desto weniger Anstrengungen sind für Vorsorge und Reaktion erforderlich, und es sind geringere Auswirkungen auf die Wiederherstellungsphase zu erwarten.

In Bezug auf das Risikomanagement besteht daher ein Zusammenhang zwischen der Ausprägung der Risikofaktoren, der im Falle eines Waldbrandes zu verfolgenden Strategie und den potenziellen Auswirkungen auf die gefährdeten Werte. Die Umsetzung (oder Nichtumsetzung) von Maßnahmen zur Risikominderung beeinflusst die Art und Weise, wie der Notfall bewältigt wird, und die endgültigen Auswirkungen des Ereignisses auf die Bürger, die Infrastrukturen und die Ökosystemleistungen der Landschaften. Es gibt in der Tat kein einheitliches Risikoszenario, und das Management des Waldbrandrisikos sollte auf das jeweilige Risikoniveau, der Bewältigungskapazität des jeweiligen Gebiets und den zu schützenden Risikowerten angepasst sein. Die extremen Waldbrandereignisse im Mittelmeerraum zeigen, dass in den meisten Fällen die Reaktion, ergänzt durch Standardmaßnahmen zur Vorbeugung (Brandschneisen, Kontrolle der Entzündung usw.) und zur Vorbereitung (Katastrophenschutzpläne), den meisten Waldbränden begegnen kann. Dies bedeutet, dass die Reaktionsfähigkeit in diesen Risikoszenarien durch zusätzliche Präventions- und Vorsorgemaßnahmen ergänzt werden sollte, die die HEV-Faktoren reduzieren können. In diesem Sinne sollten vordefinierte Ziele entsprechend der gewählten Risikomanagement-Strategie festgelegt werden, z. B.: die Sicherheit der Bevölkerung zu gewährleisten, aber nicht in der Lage zu sein, den Schutz der Wälder zu gewährleisten, oder aber beide Ziele zu verfolgen, was unterschiedliche Ressourcen und Abhilfemaßnahmen erfordert. In diesem Sinne können angesichts der Tatsache, dass brennbare Landschaften zu einem H-Faktor werden, Win-Win-Strategien durch feuerresistente Landschaften mit hoher Intensität angenommen werden, die Waldstrukturen fördern, die in der Lage sind, die gefährdeten Werte zu schützen. Im Kontext zunehmender Risiken aufgrund des Landnutzungs- und Klimawandels belasten die auf Unterdrückung ausgerichteten Strategien, so dass ein besseres Gleichgewicht zwischen HEV-Faktoren und RMC-Maßnahmen immer wichtiger wird. Die Einbeziehung von Interessengruppen in die Diskussion über Alternativen des Risikomanagement kann dazu beitragen, die notwendigen Beiträge von Einzelpersonen, privaten und öffentlichen Einrichtungen in einer synergetischen, kosteneffizienten und politisch kohärenten Weise zu artikulieren, um brandgefährdete Gemeinden vor großen Brandereignissen zu schützen.

II.3.4.2 Instrumente zur Verbesserung der Risikokultur und des Risikobewusstseins von Kindern und waldnahen Gemeinden und Städten

Von Guillem Canaleta, Jordi Vendrell (PCF)

Das Risikobewusstsein in Gemeinden zu schärfen, die einem Waldbrandrisiko ausgesetzt sind, ist immer noch eine Herausforderung. Aus diesem Grund wurde in der Gemeinde El Bruc eine spezielle

Tür-zu-Tür-Aktivität getestet. Es wurde ein Tag zum Thema, Vorbereitung auf Waldbrände‘ organisiert, um das Engagement der gefährdeten Bevölkerung zu fördern, sie für das Risiko zu sensibilisieren und sie zu befähigen, sich aktiv an den Strategien zur Verringerung des Katastrophenrisikos in ihrer Gemeinde zu beteiligen. Die Aktivität war dank der Beteiligung des örtlichen Stadtrats sowie der Risikomanagementbehörden (Feuerwehr, Regionalrat, Polizei und Zivilschutz) möglich.



Abbildung 20. Schritte zum Tag der Waldbrandvorbereitung.

Die wichtigsten Schlussfolgerungen waren:

- Es ist wichtig, dass die Anwohner schon einmal einen Brand erlebt haben, damit sie sich des Risikos bewusst werden und für Nachrichten empfänglicher sind.
- Die Beteiligung verschiedener Organisationen wird als entscheidend angesehen und die Auswirkungen, die die gemeinsame Arbeit verschiedener Notfalleinrichtungen in der Nachbarschaft hat, wahrgenommen werden.
- Die Einbindung des Stadtrats ist von entscheidender Bedeutung, um die Durchführung der Aktivitäten zu erleichtern und künftige Maßnahmen zu ergreifen.
- Es ist notwendig, die Gemeinde nach der Aktivität weiter zu begleiten und weitere Sensibilisierungsstrategien umzusetzen.

- Es hat sich gezeigt, dass eine einfache Botschaft die Bewohner leichter erreicht. Es ist nicht notwendig, sich mit spezifischen Themen oder komplexen Konzepten zu befassen, es sei denn, die Menschen zeigen großes Interesse.
- Die Botschaft muss einfach und in einem positiven Ton gehalten sein. Es ist wichtig, dass sich die Menschen wohl fühlen. Das Ziel muss sein, die Menschen nach dem Gespräch zum Nachdenken zu bringen und sich selbst zum Handeln zu bewegen (Bottom-up-Perspektive).

Darüber hinaus wurde eine Aktivität für Grundschul Kinder durchgeführt, um ihnen die Bedeutung von Feuer in mediterranen Ökosystemen näher zu bringen und die Waldbewirtschaftung als wichtiges Instrument zur Risikominderung vorzustellen. Die Aktivität war in 3 Hauptteile unterteilt.

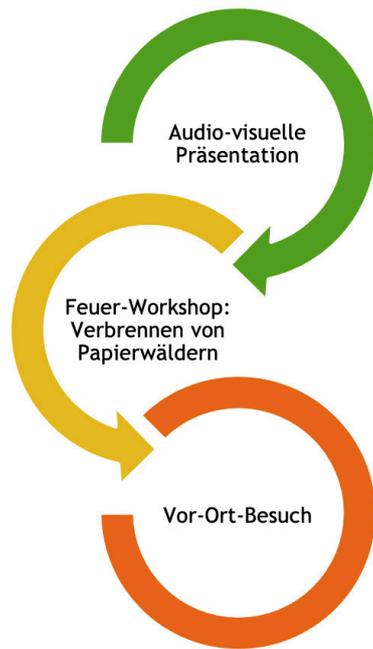


Abbildung 21. MEFITU Aktivitätsschritte.

Am Ende des Tages haben die Kinder verstanden, dass es (I) kein Nullrisiko gibt, dass (II) wir lernen müssen, mit dem Feuer zu leben, dass (III) das Feuer schon immer da war und die Landschaft mitgestaltet hat und schließlich, dass (IV) Bewirtschaftungsmodelle Investitionen in die Prävention (nachhaltige Waldbewirtschaftung) und den Selbstschutz erfordern.

II.3.4.3 DSS-Modul für die Priorisierung des Brennmaterialmanagements an der Schnittstelle zwischen Wald und Stadt

Von Ana Catarina Sequeira, Iryna Skulska, Vanda Acácio, Madalena Ferreira, Maria Conceição Colaço (ISA)

In Portugal legt jede Gemeinde einen kommunalen Plan zum Schutz der Wälder vor Bränden (PMDFCI) für einen Zeitraum von zehn Jahren fest, der auf einem technischen Leitfaden des Instituts für Naturschutz und Wälder basiert (AFN-ICNF, 2012). Eine der Maßnahmen, die im PMDFCI enthalten sind, sind die Waldbrandschutzschneisen um Infrastrukturen und Häuser an der Schnittstelle zwischen Wald und Stadt.

Das RECIPE DSS-Modul konzentriert sich auf die Festlegung kritischer Bereiche für das Brandlastmanagement innerhalb der

Brandlastmanagement-Schneisen, basierend auf der Priorität des Brandlastmanagements zur Verhinderung von Waldbränden. Das RECIPE DSS-Modul berücksichtigt aus technischer Sicht sowohl die Bedürfnisse des Katastrophenschutzes als auch die Bedürfnisse der Gemeinden vor Ort. Die daraus resultierende Datenbank besteht aus einer Karte und einer detaillierten Liste von Grundstücken, die nach der Priorität für die Brandbekämpfung geordnet sind. Sie ist sowohl für die Behörden hilfreich, um die Inspektionen entsprechend der Prioritäten für die Brandlastbehandlung zu planen, als auch für die Gemeinden, um ihre Bereitschaft zu erhöhen, indem ihnen die Schwachstellen ihres Eigentums aufgezeigt und erklärt werden. Dieses DSS ist ein Modul, das in die Roadmap von PREVAIL (Sequeira et al., 2021) eingefügt wird (blaue Kästen), wie in Abbildung 22 dargestellt.

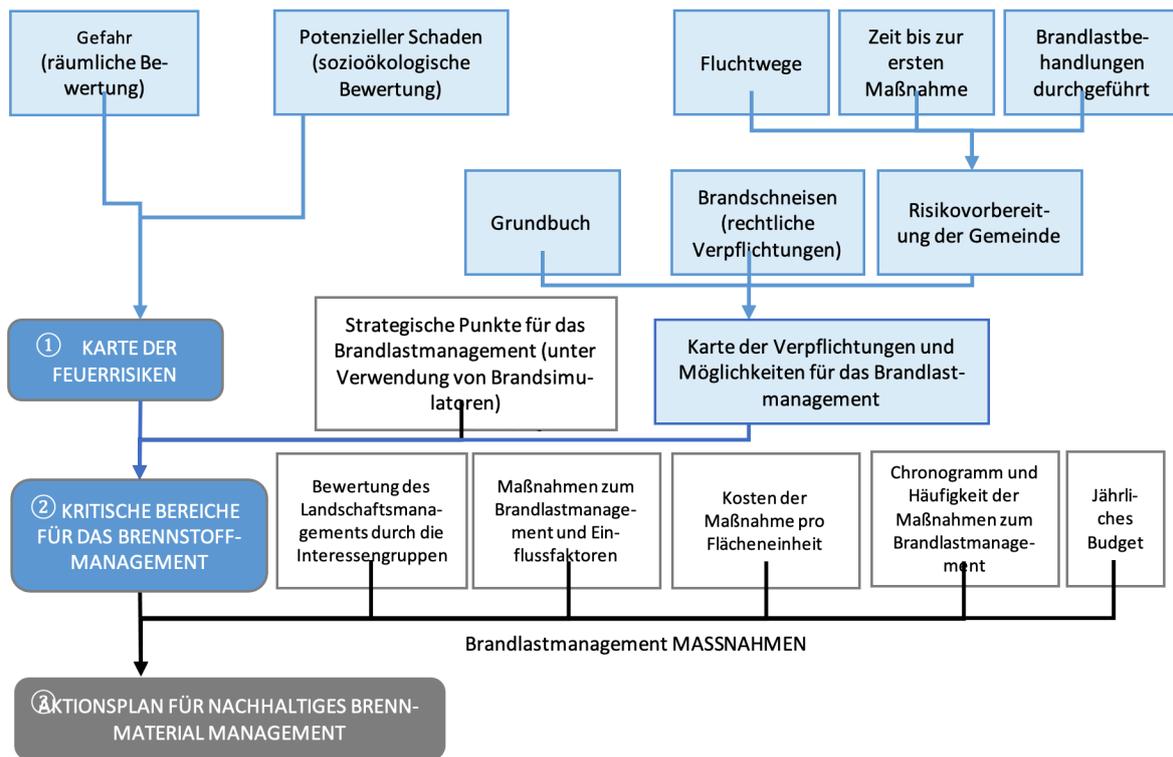


Abbildung 22 . RECIPE DSS-Modul für die Priorisierung des Brandlastmanagements bei WUI (in blau), eingefügt in PREVAIL DSS für das Brandlastmanagement.

Vorrang haben (1) Gebiete, die eine geringere Risikobereitschaft der Gemeinde aufweisen, und (2) Gebiete, die unter Berücksichtigung der territorialen Gefahr und des potenziellen Schadens ein höheres Brandrisiko aufweisen. Die verwendeten Materialien sind in jeder Gemeinde Portugals verfügbar, da die Erstellung des PMDFCI obligatorisch ist. Das Verfahren basiert auf einer einfachen binären Matrix, bei der der

Wert 1 für die Notwendigkeit einer Priorisierung und der Wert 0 für keine Notwendigkeit einer Priorisierung steht. Diese binäre Klassifizierung ist auf jedes Feld des Moduls (Sha-pefile-Raster oder Polygonformat) gemäß Tabelle 1 anzuwenden und dann gemäß Abbildung 22 unter Verwendung von Summen und/oder Schnittoperationen zu kombinieren.

Zielsetzung	Thema		Wert = 1	Wert = 0
Karte der Verpflichtungen und Möglichkeiten für das Brandlastmanagement	Rechtliche Verpflichtungen für das Brandlastmanagement		Wenn die Brandlastmanagementschneise der 1., 2. Oder 3. Ordnung entspricht	Wenn die Brandlastmanagementschneise nicht der 1., 2. Oder 3. Ordnung entspricht
	Risikovorsorge der Gemeinschaft	Zeitpunkt der ersten Intervention	Se a distância do quartel dos bombeiros for ≥ 20 minutos	Se a distância do quartel dos bombeiros for < 20 minutos
		Durchgeführte Brennmaterial-Behandlungen	Wenn in den letzten 4 Jahren keine Brandlastbehandlung durchgeführt wurde	Wenn in den letzten 4 Jahren mindestens eine Brandlastbehandlung durchgeführt wurde
Karte der Brandgefahr	Gefährdung	Fluchtwege	Wenn es sich um eine Straße ohne Ausfahrt handelt, oder... Wenn es eine Einbahnstraße ist, oder... Wenn die Straße in schlechtem Zustand ist	Wenn es sich zumindest um eine Straße in beide Richtungen handelt,... oder Wenn es 2 Straßen in entgegengesetzte Richtungen gibt
		Mögliche Schäden	Ökologisch	Wenn die Gefahr 4 oder 5 ist
	Sozial	Wenn die Gefahr nicht 4 oder 5 ist	Wenn es im Umkreis von 100 Metern keine sozialen Merkmale gibt	

Tabelle 1 . Allgemeine binäre Klassifizierung.

Weitere Informationen zu diesem Instrument finden Sie unter „Support tool and guidelines for integrated risk assessment and planning for landscape and wild-land urban interface“, [online verfügbar](#).

II.3.5 PROTOKOLL FÜR DAS MANAGEMENT VON WALDBRAND- UND LAWINENRISIKEN IN BERGGEBIETEN

Von Eduard Plana, Marta Serra, Chiara Sabella (CTFC), Guillem Canaleta (PCF), Manuel Bertran, Glòria Martí, Carles García (ICGC)

Wie bereits erwähnt, bringt der Klimawandel neue Szenarien mit sich, da er eine Vielzahl von Gefahren bergen kann. In Anbetracht der Tatsache, dass neue brandgefährdete Gebiete zu erwarten sind, wird die Ausweitung der Waldbrandgefahr in Berggebieten zu einem möglichen Szenario.

Das Auftreten von Waldbränden in einigen Berggebieten kann einen Kaskadeneffekt auslösen, da Feuer einen Waldbestand zerstören und so seine Schutzwirkung gefährden kann. Sollte dies eine neue Sorge für Berggebiete in Europa sein? Ist das Wissen

über Waldbrände und Risikomanagement in diesen Gebieten vorhanden oder verfügbar? Ist es möglich, die Mehrfachgefährdung durch Brände und Lawinen in einem gemeinsamen Risikobewertungs- und Planungsprotokoll zusammenzufassen?

Dieses Instrument basiert auf einer praktischen Übung zur Analyse der physikalischen Faktoren des Lawinen- und Waldbrandrisikos, wobei die langjährige Erfahrung mit Lawinen in den Pyrenäen und mit Waldbränden im Mittelmeerraum genutzt wird.



Abbildung 23. Bewertung des Waldbrand- und Lawinenrisikos in Berggebieten: RECIPE-Fallstudienverfahren.

Die Identifizierung und Abgrenzung der von Kronenbränden betroffenen Gebiete ermöglicht es zu analysieren, ob diese Gebiete mit den Lawinengefahrenzonen übereinstimmen oder ob der Verlust der Waldschutzwirkung durch Kronenbrände neue Lawinengefahrenzonen entstehen lässt.

Dies kann uns die Antwort auf die Frage geben, wie sich der Verlust der Waldschutzwirkung auf das Lawinenrisiko auswirkt. Nimmt sie zu? Sind nach einem Brand neue Elemente exponiert/anfällig für Lawinen?

In dieser Fallstudie weisen einige der Schlussfolgerungen darauf hin, dass der Einfluss von Waldbränden auf das Lawinenrisiko in Hochgebirgswaldgebieten mit Neigungen $<28^\circ$ unbestreitbar ist. So könnten bisherige Zonen ohne Lawinengefahr durch die Veränderung der Geländerauigkeit zu lawinengefährdeten Gebieten werden.

Im Rahmen des Lawinenrisikomanagements wäre es sinnvoll, in Gebieten mit gefährdeten oder exponierten Elementen „lawinenanfällige Gebiete“ zu ermitteln.

Der Einfluss von Waldbränden auf die Lawinengefahr besteht jedoch nicht nur im Auftreten „neuer Lawinen“, sondern kann auch die Beurteilung einer bestehenden Lawinengefährdung verändern und

die Folgen für gefährdete Elemente erhöhen. Je nachdem, in welchem Teil sich der Verlust der Schutzwirkung befindet (z. B. im Transit- oder Auslaufbereich der Lawine), kann die Biomasse die zerstörerische Wirkung der Lawine verstärken (z. B. durch die von der Lawine mitgerissenen Bäume). Ein aktuelles katastrophales Beispiel war der Fall von Rigopiano im Jahr 2017 im Apennin.

In diesem Zusammenhang sollten die Waldbewirtschaftungsmaßnahmen zur Verringerung des Waldbrandrisikos im Kontext der Schutzwirkung des Waldes vor Lawinen bedacht werden.

Das Instrument gibt auch den Ansatz der Waldbewirtschaftung an, bei dem die Behandlungen je nach Lawinenzone unterschiedlich sind (Abbildung 25). Da das Feuer von der Talsohle ausgehen kann (z. B. Entzündung durch menschliche Aktivitäten) und von unten nach oben verläuft, können einige Waldbehandlungen (offene Bestände) im unteren Teil des Tals durchgeführt werden, der mit der Auslaufzone der Lawine übereinstimmt. Offene Waldbestände sind wichtig, um die Brandausbreitung zu kontrollieren. Ein weiterer wichtiger Punkt ist das Lawinenanbruchgebiet in dem der Waldbestand ein ausgewogenes Verhältnis zwischen der Schutzwirkung für Lawinen und einer Resilienz gegenüber Kronenbränden aufweisen sollte.

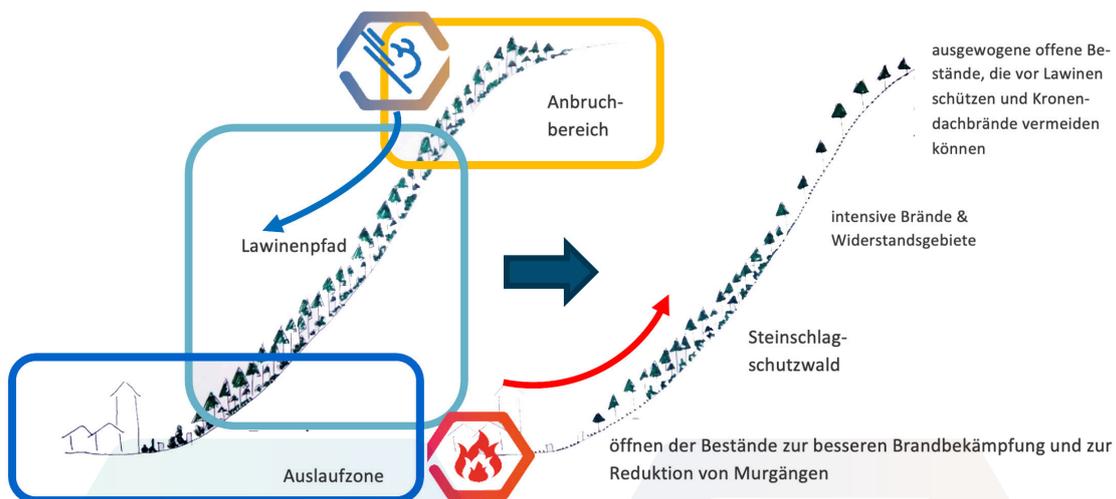


Abbildung 26. Schema der Waldbewirtschaftungsvorschriften für einen gemeinsamen Ansatz zur Minderung des Waldbrand- und Lawinenrisikos auf Ebene der Waldbestände.

Diese Fallstudie wird durch das in Kasten 3 beschriebene Protokoll ergänzt.

Weitere Informationen zu diesem Instrument finden Sie unter „*Protocol for wildfire and avalanche risk management in mountain areas*“, [online verfügbar](#).

II.3.6 VISUALISIERUNGSTRUMENT ZUR BEWÄLTIGUNG VON NOTFALLSITUATIONEN BEI HOHER LAWI-NENGEFAHR

Von Glòria Martí, Manuel Bertran, Carles García (ICGC)

Das Kartografische und Geologische Institut von Katalonien (ICGC) hat ein Visualisierungsinstrument entwickelt, mit dem sich der Katastrophenschutz im Voraus auf Lawinennotfälle vorbereiten kann. Die typische Warnung des ICGC bei hoher oder sehr hoher Lawinengefahr (Stufe 4 und 5 nach der einheitlichen europäischen Lawinengefahrenskala) wird nun durch probabilistische Informationen darüber ergänzt, welche

gefährdeten Gebiete am ehesten von großen Lawinen getroffen werden können.

Auf diese Weise wird die regionale Vorhersage durch detaillierte Informationen auf lokaler Ebene verbessert, und es können Prioritäten festgelegt werden, wenn Pläne für Abwehrmaßnahmen wie Evakuierung, Eingrenzung oder Sperrungen durchgeführt werden müssen.

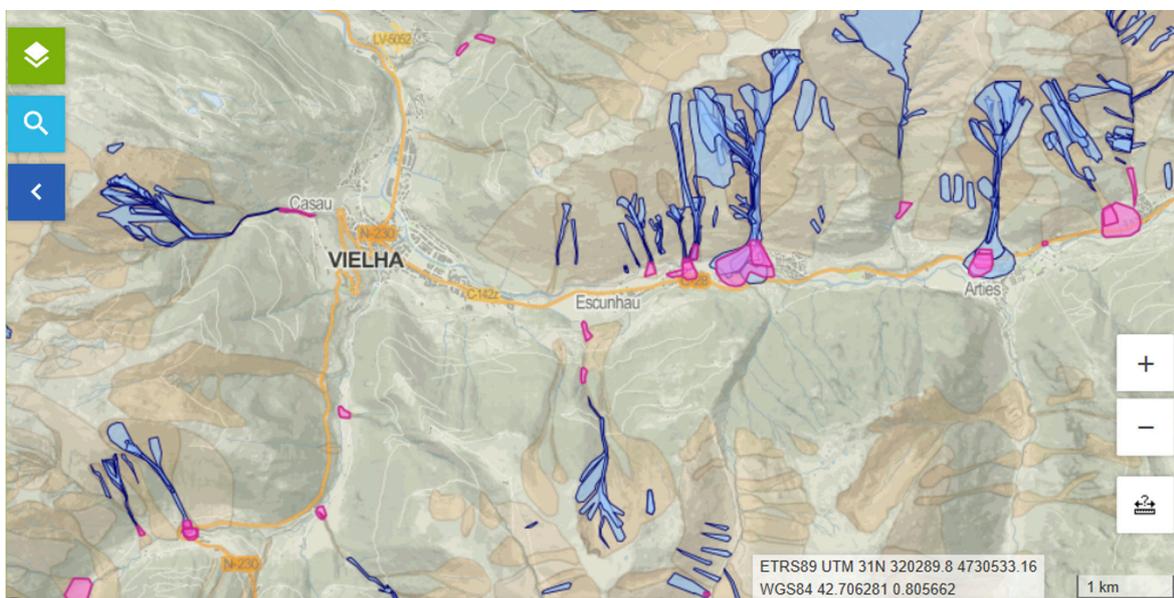


Abbildung 27. Lawinenkarte mit den kürzlich beobachteten Ereignissen in blau und den historischen Beobachtungen in rosa.

In diesem Fall wurden die Ergebnisse der wissenschaftlichen Forschung über Lawinen und Wetterbedingungen durch das ICGC in der Praxis des Notfallmanagements durch den Katastrophenschutz angewendet. Es wurde festgestellt, dass eine starke Lawinenaktivität mit den atmosphärischen Bedingungen in der mittleren Troposphäre zusammenhängt, z. B. mit der geopotentiellen Topographie von 500 hPa. Diese Ebene steuert das Wetter an der Oberfläche, vor allem das Sturmprofil (Entwicklung von Temperatur, Niederschlag und Wind), das das Lawinenproblem bestimmt (Neuschnee, Triebsschnee, Nassschnee, anhaltende Schwachschichten, Gleitschneelawinen).

Sobald die atmosphärischen Muster, die zu größeren Lawinenabgängen führen, mit Hilfe

statistischer Verfahren ermittelt wurden, ist es möglich, mittelfristig (48 bis 72 Stunden) sowohl die am stärksten gefährdeten Regionen als auch die wahrscheinlichsten Lawinenabgänge vorherzusagen. Gebäude, Infrastrukturen und Transportkorridore in exponiertem Gelände werden identifiziert. Lawinenbahnen und speziell Auslaufzonen werden auf ihre Gefährdung hin bewertet.

Für einen bestimmten Tag, der in ein Wettermuster eingeordnet ist, welches zu großen Lawinen führt, kann der Katastrophenschutz über eine Kartographie beobachten, wo das am stärksten lawinengefährdete Gelände ist. Dieses exponierte Gelände wird gemäß den dokumentierten und historischen Informationen der vergangenen Ereignisse als sehr wahrscheinlich oder nur möglich eingestuft.

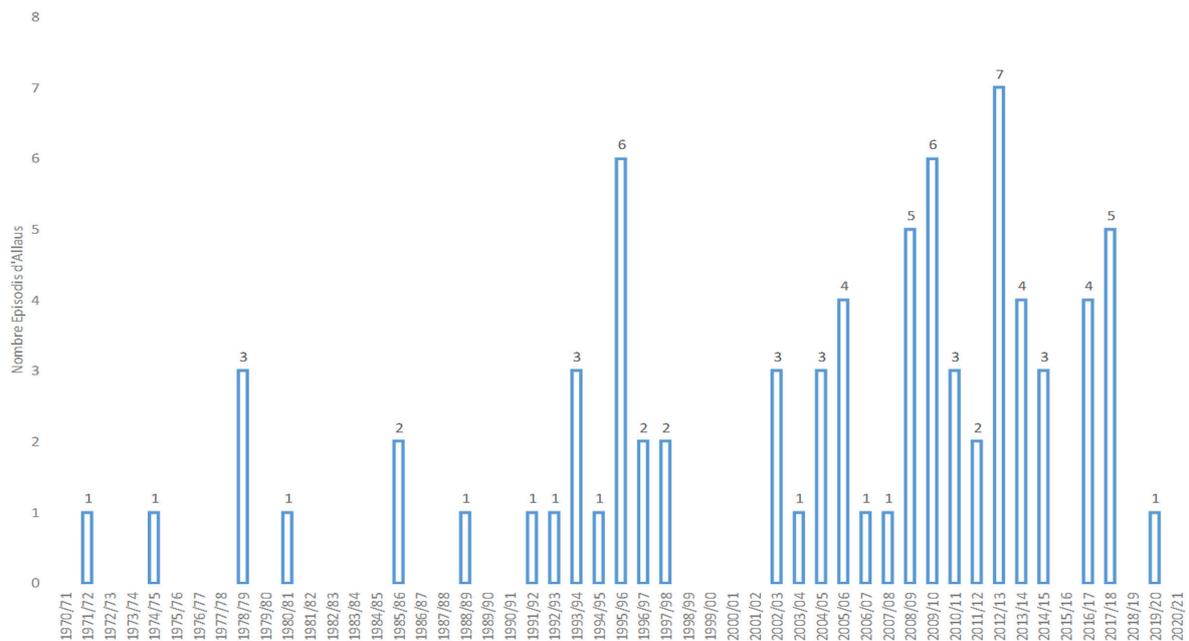


Abbildung 28. Anzahl der beobachteten großen Lawinenzyklen von 1970 bis 2021 (April), die auf der Tagesskala datiert wurden.

Ao desenvolver este instrumento, uma das principais constatações que surgiu foi a importância de recolher, para bases de dados, informações sobre riscos naturais que sigam os mesmos critérios de homogeneidade ao longo do tempo. Mas não é uma tarefa simples, uma vez que

as tarefas de registo e cartografia da atividade de avalanches estão a cargo de diferentes instituições e administrações territoriais, encontrando-se em formatos digitais e escalas espaciais diferentes ao longo das décadas.

22/Dec/2020, Pattern NW

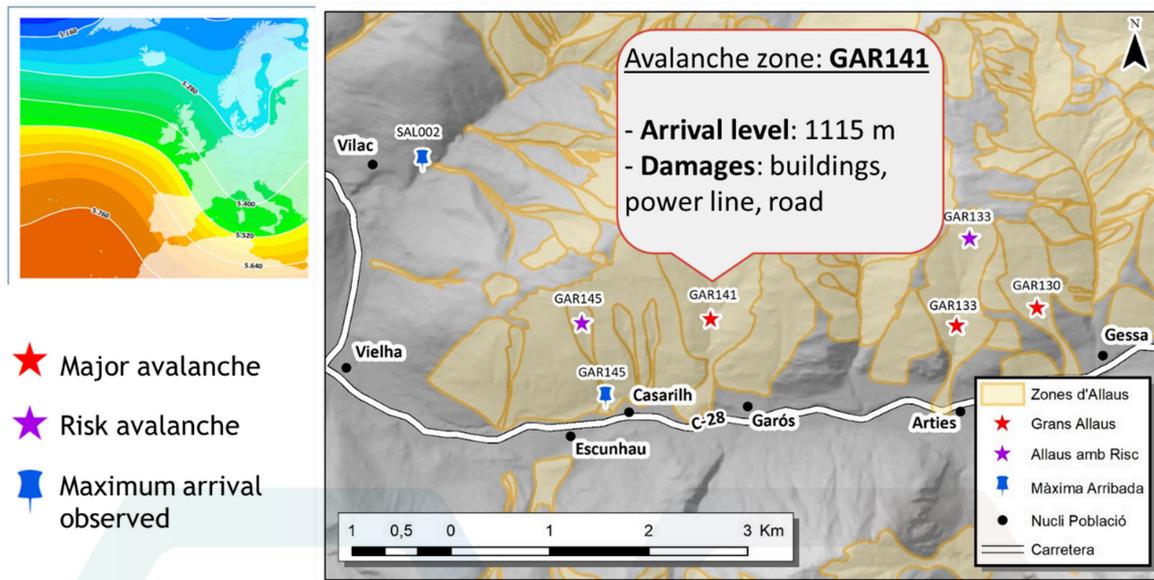


Abbildung 29. Das Visualisierungsinstrument zeigt die wahrscheinlichen großen Lawinen, die an einem bestimmten Tag anbrechen können und die in eine Kategorie der Wetterlagen eingeordnet werden, welche zu Lawinen führen (NW-Lawinen). Kleinere Lawinen, die jedoch auch gefährdete Gebiete betreffen können, werden ebenfalls angezeigt (Risikolawinen).

Weitere Informationen zu diesem Tool finden Sie unter „Visualizer tool for managing emergency situations in case of high avalanche risk“, [online verfügbar](#).



SCHLUSSBEMERKUNGEN

SCHLUSSBEMERKUNGEN

✓ Die **zunehmenden Gefahren** und **Unsicherheiten** angesichts des Klimawandels führen zu einem neuen Niveau an Komplexität im Risikomanagement. Angesichts dessen ist es notwendig, zusätzliche technische, prozedurale und finanzielle Ressourcen bereit zu stellen. Auch Möglichkeiten zum Erfahrungsaustausch sind von großer Bedeutung, insbesondere da die **Schwere der Ereignisse zunehmen wird**, und **bislang nicht gekannte** (oder sehr seltene) **Risikosituationen** in Gebieten auftreten, die bisher nicht mit ähnlichen Ereignissen konfrontiert waren.

✓ Die Umweltbedingungen – und damit Naturgefahren – werden durch den Klimawandel maßgeblich beeinflusst. In Folge von global steigenden Durchschnittstemperaturen und zunehmender Trockenheit werden die Intensität und Häufigkeit von **Vegetationsbränden** zunehmen; zugleich begünstigen Veränderungen in der Landnutzung eine Zunahme an brennbarer Biomasse, was wiederum extreme Brandereignisse wahrscheinlicher werden lässt. Darüber hinaus wird die Brandsaison länger werden. Ebenso ist davon auszugehen, dass die Häufigkeit und Schwere von Sturzfluten und pluvialen Niederschlagsereignissen in Europa zunehmen wird. Sturmereignisse zeigen ebenfalls eine Zunahme an Intensität und Dauer. Lawinen werden häufiger und in größerem Umfang vorkommen, zugleich ist eine veränderte Niederschlagsverteilung zu erwarten. Der Rückgang des Permafrostes aufgrund der Klimaerwärmung begünstigt die Häufigkeit von Steinschlagprozessen oberhalb der derzeitigen Permafrostgrenze. Darüber hinaus ist aufgrund einer Zunahme von Starkregenereignissen auch mit häufigeren Rutschungsprozessen zu rechnen.

✓ Mit der Zunahme einzelner Naturgefahren steigt auch die Wahrscheinlichkeit, dass sich verschiedene Auswirkungen von Naturgefahren gegenseitig beeinflussen (bspw. Vegetationsbrände in Bergregionen, die die Schutzwirkung der Wälder gegen Lawinen negativ beeinflussen). So entstehen neue Szenarien für das Risikomanagement. Dementsprechend wird es von großer Bedeutung sein, Expertisen zu verschiedenen Naturgefahren zusammen zu führen und zu verbinden. Protokolle, Risikokarten und Risikokartierungen sollte

entsprechend der Mehrfachrisiken ausgerichtet werden.

✓ Vor dem Hintergrund dieser sich verändernden Risikosituation ist es nötig, die Kapazitäten des Zivilschutzes und Notfallmanagements durch integriertes Risiko- und Krisenmanagement zu stärken:

- Eine konsequente Integration und Operationalisierung von Zivilschutzanforderungen in den initialen Schritten von Risikoanalyse und –planung, um Schutz und Prävention im Risiko- und Krisenmanagement zu stärken. In der Stadt- und Raumplanung beispielsweise könnten die Bedürfnisse des Zivilschutzes, wie Evakuierungspläne und –einrichtungen, bedacht werden. Eine Verbesserung des Informationsaustauschs über verschiedenste institutionelle Grenzen hinweg, sowie eine Intensivierung von institutioneller Kooperation, um derzeitige und zukünftige Naturgefahren in der Raumplanung besser zu berücksichtigen. Politische Vorgaben in der Stadt- und Raumplanung, Forstwirtschaft, Naturschutz und Landwirtschaft sollten die Zielsetzung des Naturgefahrenmanagements, nach Möglichkeit einen Beitrag zur Risikominderung leisten und somit als Teil des Risikomanagements betrachtet werden. So kann die Übereinstimmung politischer Zielsetzungen verbessert werden. Dabei sollen risikomindernde Aktivitäten und die davon profitierenden Akteure hervorgehoben werden.
- Synergien zwischen den verschiedenen mit Risiko- und Krisenmanagement betrauten Bereichen und Positionen stärken. Dabei sind kosteneffiziente Lösungen anzustreben, die sich – wo möglich – auf die Naturgefahr selbst oder eine Reduktion der Exposition und Vulnerabilität konzentrieren. Im Falle von Vegetationsbränden, beispielsweise, könnte die Bioökonomie Beiträge zu resilienteren Landschaften leisten, und damit auch die Kosten für Maßnahmen zur Reduzierung der Exposition und Vulnerabilität senken.
- Förderung der Zusammenarbeit verschiedener Stakeholder und eines stärkeren Engagements

bei Frühwarnsystemen, einschließlich der betroffenen Bevölkerung, des privaten Sektors und politischer Akteure. Beispielsweise kann Risikomanagement durch den Tourismussektor einen Beitrag zu resilienteren Landschaften leisten.

- Entwicklung und Einsetzen von verbesserten Instrumenten in der Risikoanalyse und –planung, die in der Lage sind, Risiko- und Krisenmanagement ganzheitlich und systematisch zu erfassen, und sowohl physische als auch soziale Vulnerabilitäten berücksichtigen. Risikoplanung sollte die bereits erwähnte Koordination verschiedener Behörden, lokaler Verantwortungsträger und Stakeholder beinhalten, sowie eine möglichst effiziente Auswahl an Maßnahmen zur Risikominderung ermöglichen.
- Dauerhafte finanzielle Unterstützung wird benötigt um die Verbindung von Risikotransfer, Versicherungen und Risikominderung zu stärken und Investitionen in eine Erhöhung der Resilienz zu fördern. Öffentliche Unterstützung ist für eine mittel- bis langfristige Risikominderung von grundlegender Bedeutung. Darüber hinaus sollten weitere Ressourcen für die Bewältigung von Extremereignissen und damit verbundenen Notfallsituationen in den entsprechenden Behörden vorgehalten werden.

✓ Um eine schnellere und effizientere Intervention zu ermöglichen, bedarf es einer verstärkten Kooperation und Koordination innerhalb und zwischen verschiedenen Behörden durch den Austausch von Informationen, Expertise, einheitlichen und effizienten Entscheidungsfindungsprozedere, Schaffung von gemeinsamen Austauschmöglichkeiten, z.B. digitalen Plattformen, Förderung von gemeinsamen Übungen, effiziente und zuverlässige Kommunikation und Grundausstattung. In einer Notfallsituation kann die Möglichkeit Informationen von Bürgern zu sammeln, sowie Warnungen erhalten und senden zu können, von großer Bedeutung sein. Angesichts der Zunahme an Gefahrensituationen kommt dem Ausbau von grenzüberschreitendem Datenaustausch und Notfallprotokollen im Rahmen von gemeinsamen Notfallmanagementstrategien eine wachsende Bedeutung zu.

✓ Hinsichtlich der Systeme zur Entscheidungsfindung (decision support systems) sollten Elemente die in Risikoszenarien als exponiert oder vulnerabel ausgewiesen wurden - aufgrund von Klimawandelprojektionen oder auch Landnutzungsänderungen – sowie die zu erwartenden Auswirkungen berücksichtigt werden, (z.B. Hochwasserstände verschiedener Jährlichkeiten, die in der Stadtplanung beachtet werden). Die Einbeziehung von wirtschaftlichen Kosten und Umweltauswirkungen trägt ebenfalls zur Stärkung von Entscheidungsfindungssystemen bei (z.B. der Verlust der Schutzfunktion eines Waldes und die damit verbundenen Kaskadeneffekte). Darüber hinaus kann die Einbindung von möglicherweise betroffenen Teilen der Bevölkerung und verschiedenen Wirtschaftssektoren in die Datenerhebung und den Datenaustausch eine Möglichkeit darstellen, das Risikobewusstsein zu stärken.

✓ Chancen zur Förderung der Risikokultur in der Bevölkerung birgt die Einbindung in Planungsprozesse, da diese das Risikobewusstsein stärken und zu begleitenden partizipativen Co-Managementaktivitäten führen können. Wichtig dabei ist die adequate Ansprache der individuellen und freiwilligen Exposition der Bevölkerung gegenüber einer Naturgefahr. Dabei sollten die notwendigen Informationen und Handlungsoptionen zur Gefahreinschätzung, Risikominderung und Selbstschutz, auch unter dem Aspekt der Selbstverantwortung thematisiert werden. Richtlinien und Vereinbarungen helfen zur transparenten Kommunikation der geteilten Verantwortung zwischen Eigen- und Zivilschutz bei Individuen und privaten Organisationen.

✓ Die Quantifizierung von Verlusten, die Evaluierung von Präventions- und Interventionsmaßnahmen und die Suche nach Synergien zwischen Wiederherstellungs- und Anpassungsmaßnahmen sind wichtige Elemente in der Wiederherstellungsphase, die zu mehr Resilienz beitragen können. In diesem Sinne kann es hilfreich sein, Herangehensweisen zur Dokumentation der Erfahrungen im Nachgang an ein Ereignis zu entwickeln, und dabei die beteiligten Behörden, lokale Verantwortungsträger, und Bürger einzubinden. Auch nicht direkt betroffene Gegenden können so von den Erfahrungen für ihr eigenes Risiko- und Krisenmanagement profitieren.





REFERENZEN

REFERENZEN

AFN-ICNF. (2012). *Guia Técnico para a elaboração do Plano Municipal de Defesa da Floresta Contra Incêndios (PMDFCI)*. http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfici/Resource/doc/Guia-Tecnico-PMDFCI-AFN-Abril2012-v1.pdf/at_download/file

Alfieri, L., Burek, P., Feyen, L., Forzieri, G. (2015). *Global warming increases the frequency of river floods in Europe*, *Hydrology and Earth System Sciences* 19(5), 2247–2260. <https://doi.org/10.5194/hess-19-2247-2015>

Bailey, R. and Yeo, J. (2019). *The burning issue: managing wildfire risk*. © 2019 Copyright Marsh & McLennan Companies. https://www.marshmclennan.com/content/dam/mmc-web/insights/publications/2019/oct/THE%20BURNING%20ISSUE%20-%20MANAGING%20WILDFIRE%20RISK__screen_final.pdf

Ciscar, J.C., Iglesias, A., Feyen, L., László, S., Regemorter, D., Amelung, B., Nicholls, R., Watkiss, P., Christensen, O., Dankers, R., Garrote, L., Goodess, C., Hunt, A., Moreno, A., Richards, J., Soria, A. (2011). *Physical and economic consequences of climate change in Europe*. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 108. 2678-83. <https://doi.org/10.1073/pnas.1011612108>

Costa, P., Castellnou, M., Larrañaga, A., Miralles, M., Kraus, P.D. (2011). *Prevention of Large Wildfires using the Fire Types Concept*. Generalitat de Catalunya, Departament d'Interior, Unitat Tècnica GRAF. Handbook prepared for the project Fire Paradox under the EU Sixth Framework Programme

Dankers, R. and Feyen, L. (2008). *Climate Change Impact on Flood Hazard in Europe: An Assessment Based on High-Resolution Climate Simulations*. *Journal of Geophysical Research*. 113. <https://doi.org/10.1029/2007JD009719>

Donat, M. G., Leckebusch, G. C., Wild, S., Ulbrich, U. (2011). *Future changes in European winter storm losses and extreme wind speeds inferred from GCM and RCM multi-model simulations*, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 11, 1351–1370. <https://doi.org/10.5194/nhess-11-1351-2011>

Dupuy, J., Fargeon, H., Martin-StPaul, N., Pimont, F., Ruffault, J., Guijarro, M., Hernando, C., Madrigal, J., Fernandes, P. (2020). *Climate change impact on future wildfire danger and activity in southern Europe: a review*. *Annals of Forest Science* 77, 35 (2020). <https://doi.org/10.1007/s13595-020-00933-5>

European Environmental Agency. (2019). *Time to act for climate, nature and people*. CLIM 017 Published 16 Dec 2019 Last modified 11 May 2021. <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/river-floods-3/assessment>

European Environmental Agency (2017). *Climate change adaptation and disaster risk reduction in Europe. Enhancing coherence of the knowledge base, policies and*

practices. EEA Report No 15/2017. ISBN: 978-92-9213-893-6 <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-adaptation-and-disaster>

European Union: European Commission. *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions The European Green Deal*. 11 December 2019, COM/2019/640 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1576150542719&uri=COM%3A2019%3A640%3AFIN>

Faivre, N., Cardoso Castro Rego, F.M., Vallejo, V.C., Moreno, J.M., Xanthopoulos, G. (2018). *Forest fires. Sparking firesmart policies in the EU*. Directorate-General for Research and Innovation. European Commission. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/0b74e77d-f389-11e8-9982-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-139752726>

Gardiner, B., Achim, A., Nicoll, B., Ruel, J.C. (2019). *Understanding the interactions between wind and trees: An introduction to the IUFRO 8th Wind and Trees Conference* (2017). *Forestry: An International Journal of Forest Research*, 92(4), 375–380. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpz044>

IPCC (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>

IPCC (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 582pp. <https://doi.org/10.13140/2.1.3117.9529>

Jactel, H., Bauhus, J., Boberg, J., Bonal, D., Castagnérol, B., Gardiner, B., Gonzalez-Olabarria, J. R., Koricheva, J., Meurisse, N., & Brockerhoff, E. G. (2017). *Tree Diversity Drives Forest Stand Resistance to Natural Disturbances*. *Current Forestry Reports*, 3(3), 223–243. <https://doi.org/10.1007/s40725-017-0064-1>

Lourenço, L., Nunes, A.N., Bento-Gonçalves, A., Vieira, A., (2012). *Soil Erosion After Wildfires in Portugal: What Happens When Heavy Rainfall Events Occur?*, *Research on Soil Erosion*, Danilo Godone, Silvia Stanchi, IntechOpen. <https://www.intechopen.com/chapters/37578>

Madsen, H., Lawrence, D., Lang, M., Martinkova, M., Kjeldsen, T.R. (2014). *Review of trend analysis and climate change projections of extreme precipitation and floods in Europe*. Journal of Hydrology. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46639/1/S2000452_en.pdf

Mátar, J. and Cuervo, L. (eds.) (2017). *Planificación para el desarrollo en América Latina y el Caribe: enfoques, experiencias y perspectivas*, ECLAC Books, No. 148 (LC/PUB.2017/16-P), Santiago, Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC) in O. Bello, A. Bustamante and P. Pizarro, "Planning for disaster risk reduction within the framework of the 2030 Agenda for Sustainable Development", Project Documents (LC/TS.2020/108), Santiago, Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), 2021. https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46639/1/S2000452_en.pdf

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. (2017). *Piano nazionale di adattamento al cambiamento climatico* (National climate change adaptation plan of Italy)

Morimoto, J., Nakagawa, K., Takano, K., Aiba, M., Oguro, M., Furukawa, Y., Mishima, Y., Ogawa, K., Ito, R., Takemi, T., Nakamura, F., Peterson, C. (2019). *Comparison of vulnerability to catastrophic wind between Abies plantation forests and natural mixed forests in northern Japan*. <https://doi.org/10.1093/FORESTRY/CPY045>

Müller M.M., Vilà-Villardell L., Vacik H. (2020). *Forest fires in the Alps – State of knowledge, future challenges and options for an integrated fire management*. EUSALP Action Group 8. https://www.prevailforestfires.eu/wp-content/uploads/2021/04/PREVAIL_-D5.1.pdf

Rego, F.C. and Colaço, M.C. (2013). *Wildfire Risk Analysis*, in Abdel H. El-Shaarawi & Walter P. Piegorsch (eds) *Encyclopedia of Environmetrics Second Edition*. John Wiley & Sons, Ltd., United Kingdom. <https://doi.org/10.1002/9780470057339.vnn023>

Resco de Dios, V., Hedob, J., Cunill Camprubí, A., Thapad, P., Martínez del Castillo, E., Martínez de Aragón, J., Bonet, J.A., Balaguer-Romano, R., Díaz-Sierra, R., Yebra, M., M.Boer, M. (2021). *Climate change induced declines in fuel moisture may turn currently fire-free Pyrenean mountain forests into fire-prone ecosystems*. *Science of The Total Environment*: 797. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149104>

Robinne, F.N., Burns, J., Kant, P., de Groot, B., Flannigan, M.D., Kleine, M., Wotton, D.M. (2018). *Global fire challenges in a warming world. Summary Note of a Global Expert Workshop on Fire and Climate Change*. International Union of Forest Research Organizations. <https://www.iufro.org/uploads/media/op32.pdf>

Rojas R., Feyen L., Bianchi A., Dosio A. (2012). *Assessment of future flood hazard in Europe using a largeensemble of bias-corrected regional climate simulations*, *J. Geophys. Res.*,117, D17109, <https://doi.org/10.1029/2012JD017461>

Sassi, M., Nicotina, L., Pall, P., Stone, D., Hilberts, A., Wehner, M., Jewson, S. (2019). *Impact of climate change on European winter and summer flood losses*. *Advances in Water Resources* 129 (2019) 165–177. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2019.05.014>

Seidl, R., Thom, D., Kautz, M., Martin-Benito, D., Peltoniemi, M., Vacchiano, G., Wild, J., Ascoli, D., Petr, M., Honkaniemi, J., Lexer, M. J., Trotsiuk, V., Mairota, P., Svoboda, M., Fabrika, M., Nagel, T. A., Reyser, C. P. O. (2017). *Forest disturbances under climate change*. *Nature Climate Change*, 7(6), 395–402. <https://doi.org/10.1038/nclimate3303>

Sequeira, A. C., Colaço, M. C., Acácio, V., Rego, F., Xanthopoulos, G. (2021). *PREVAIL (Prevention Action Increases Large Fire Response Preparedness) project | Deliverable 5.1 – Decision support system for effective fuel management: application to Cascais Case Study (Portugal)* (DG ECHO 2018 Call 826400-PREVAIL-UCPM-2018-PP-AG). https://www.prevailforestfires.eu/wp-content/uploads/2021/04/PREVAIL_-D5.1.pdf

Spano D., Mereu V., Bacciu V., Marras S., Trabucco A., Adinolfi M., Barbato G., Bosello F., Breil M., Chiriaco M. V., Coppini G., Essenfelder A., Galluccio G., Lovato T., Marzi S., Masina S., Mercogliano P., Mysiak J., Noce S., Pal J., Reder A., Rianna G., Rizzo A., Santini M., Sini E., Staccione A., Villani V., Zavatarelli M. (2020). *Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia*. https://doi.org/10.25424/cmcc/analisi_del_rischio

Vormoor, K., Lawrence, D., Schlichting, L., Wilson, D., Wong, W.K. (2016). *Evidence for changes in the magnitude and frequency of observed rainfall vs. snowmelt driven floods in Norway*. *Journal of Hydrology*, Volume 538, Pages 33-48. ISSN 0022-1694. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.03.066>



RECIPE



European Union
Civil Protection and
Humanitarian Aid

