

Klimaänderungen und Auswirkungen

Grenzen der Anpassung

u^b

b
UNIVERSITÄT
BERN

Margreth Keiler, Geographisches Institut, Mobilair Lab für Naturrisiken

20.11.2019, Bern



Herausforderungen

Was bewirken massive Klimaänderungen in der Schweiz bis 2100?

Mit welchen Auswirkungen müssen wir wann und wo in der Schweiz rechnen?

Welche Anpassungen sind möglich?

Welche Grenzen der Anpassung ergeben sich für die Szenarien?

Wie gehen wir mit diesen Grenzen um?

Herausforderungen - Grenzen

What are the limits to adaptation?

i. Physical limits

- change is so great that the impacted system is destroyed
- change is so great that it is physically impossible to reduce loss

ii. Financial limits

- it is too expensive to respond to the impact

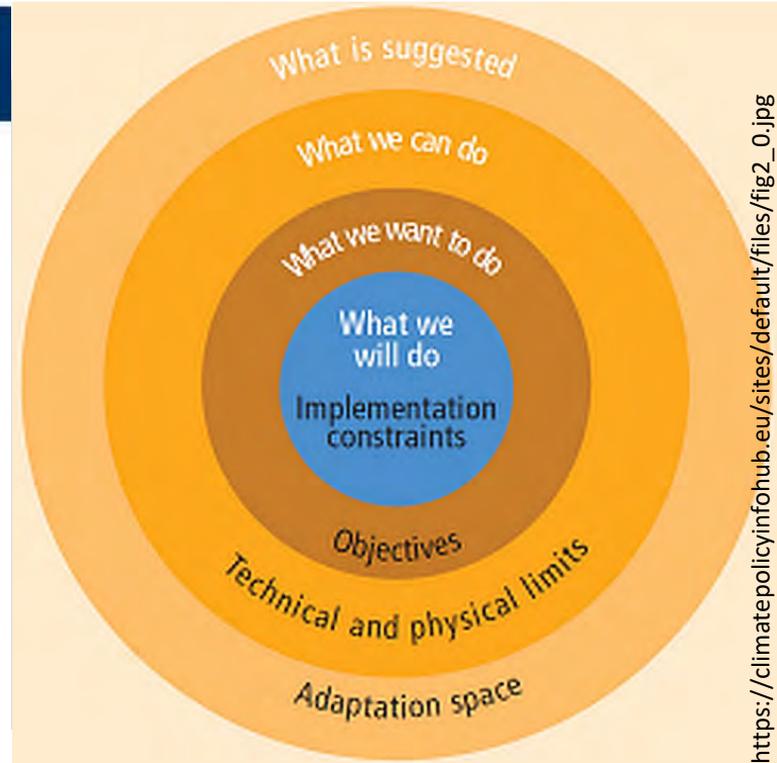
ADAPTATION

iii. Feasibility limits

- social and political constraints on options

iv. Capacity limits

- limited institutional capacity to make adaptation decisions



Ablauf Workshop

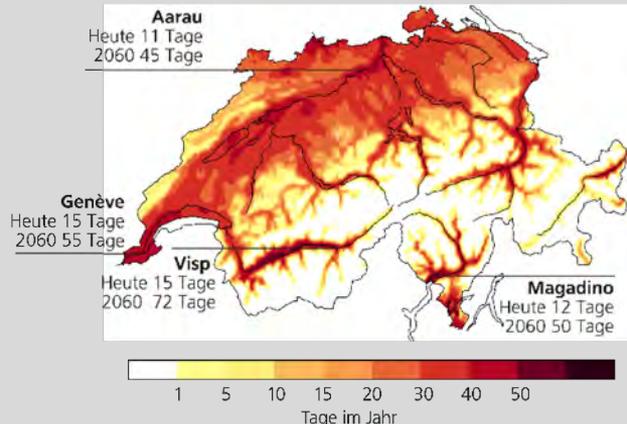
Zeit	Thema	
15:00 - 15:05	Begrüssung und kurze Info zu Ablauf des Workshops	Margreth Keiler (UNIBE)
15:05 - 15:10	Massive Klimaänderungen und deren Auswirkungen - Drei Beispiele in Storylines (siehe Beschreibung)	Margreth Keiler (UNIBE)
15:10 - 15:15	Anpassung und Grenzen: Hitze (Fokus Stadt)	Rainer Zah (Stadt Zürich)
15:15 - 15:20	Anpassung und Grenzen: Trockenheit – Waldbrand	Boris Pezzatti (WSL)
15:20 - 15:25	Anpassung und Grenzen: Starkniederschlag – Oberflächenabfluss/Murgänge	Christian Willi (EBP)
15:25 - 15:55	Diskussion an Stellwänden zu den drei Themen moderiert von den Inputreferenten <i>Rotation (fakultativ) zwischen den Themen nach 10 Minuten</i>	Rainer Zah, Boris Pezzatti, Christian Willi
15:55 - 16:15	Diskussion im Plenum: Zwei wichtigsten Punkte der jeweiligen Diskussionen zu Grenzen der Anpassung	Moderation Margreth Keiler

Szenarien/Storylines - Fokus

Hitze in der Stadt

Zunahme: Hitzetage, Tropennächte

obere Schätzung: ΔT heissesten Tag bis 2060: + 6°C; Anzahl Hitzetage (>30°C)



Hitze stress in städtischen Wärmeinseln

- Hitzeperiode in Kombination mit Luftfeuchte mögliche Auswirkungen auf Morbidität und Mortalität
 - Wechselwirkung Luftverschmutzung,
 - medizinischen Versorgung,
 - reduzierte Arbeitsleistung,
 - Anzahl der Arbeitsunfälle
- Herausforderungen: Transportwesen, erhöhter Strombedarf für Kühlung

Szenarien/Storylines - Fokus

Trockenheit - Waldbrand

Mehrjährige Trockenheit

- Veränderung der Niederschläge,
- Weitere Faktoren: hohe Verdunstung, schneearme Winter
- langanhaltende, und sich über mehrere Jahre wiederholende grossflächige Trockenheit möglich

Waldbrand

- Erhöhte Gefahr im Süden/inneralpine Trockentäler, grossflächigen Waldbränden - Alpennordseite + Mittelland?
- Mortalität und Anfälligkeit von bestimmten Baumarten → mehr Brandgut und intensivere Brände
- Waldbrandsaison variable (Winter/Frühling)
- Auslösung Waldbrand: Mensch, Blitz
- Waldökosystem, indirekte Folgen

Szenarien/Storylines - Fokus

Starkniederschlag – Oberflächenabfluss/Murgänge

Ansteigender Trend Starkniederschläge

- Sommer: häufigere und intensivere Starkniederschläge,
- seltene Niederschlagsereignisse verstärken sich
- Alpenraum: Frühling + Herbst ein robuster Trend zur Intensivierung der Starkniederschläge
- Kurzfristige (stündliche) Starkniederschläge nehmen deutlich zu

Oberflächenabfluss/Murgänge

- Versiegelung von Flächen, Konzentration des Abflusses → Kapazität der Entwässerung → Schäden Gebäuden und Infrastruktur
- Vermehrter Einsatz von Einsatzkräften?
- Auslösung von Murgängen – Vorbedingungen (Trockenheit, Schnee)
- Mobilisierung von Lockermaterial
- Hohe Krafteinwirkung auf Gebäude, Infrastruktur sowie Unterbrechung

Diskussion

Grenzen der Anpassung

Welche Grenzen der Anpassung ergeben sich für die Szenarien?

Wie gehen wir mit diesen Grenzen um?

Vielen Dank für Ihre Mitwirkung

Margreth Keiler, Geographisches Institut, Mobilar Lab für Naturrisiken

20.11.2019, Bern

u^b

b
UNIVERSITÄT
BERN



Hitzeanpassung in Zürich

Workshop: Massive Klimaänderungen und deren Auswirkungen

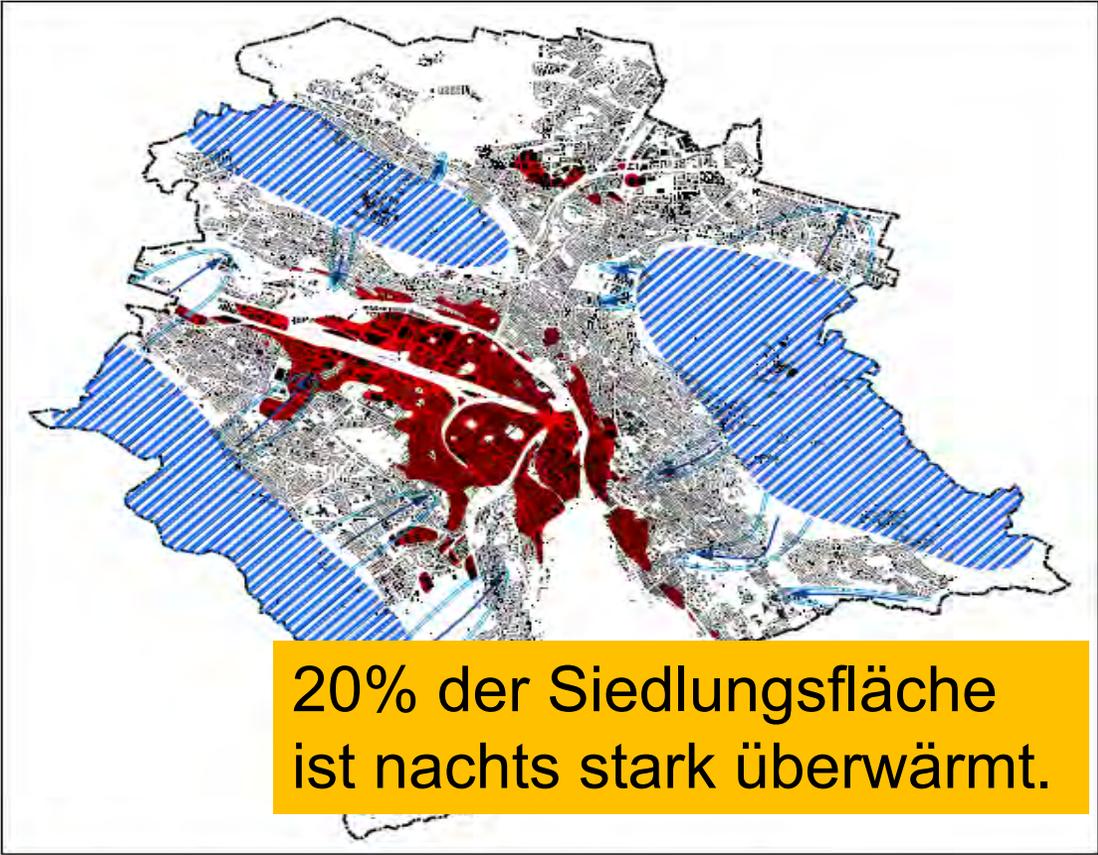
Rainer Zah, Geschäftsbereichsleiter Umwelt



Stadt Zürich
Umwelt- und Gesundheitsschutz

Nächtliche Überwärmung in der Stadt Zürich

Zustand heute (Daten 2016)



20% der Siedlungsfläche ist nachts stark überwärmt.

- Kaltluftleitbahn
- Kaltluftentstehungsfläche
- Starker nächtlicher Wärmeinseleffekt (Grundlage: mittlere Lufttemperatur 04 Uhr)
- Kaltlufteinwirkungsbereich (Kaltluftvolumenstrom >1225 m³/s)

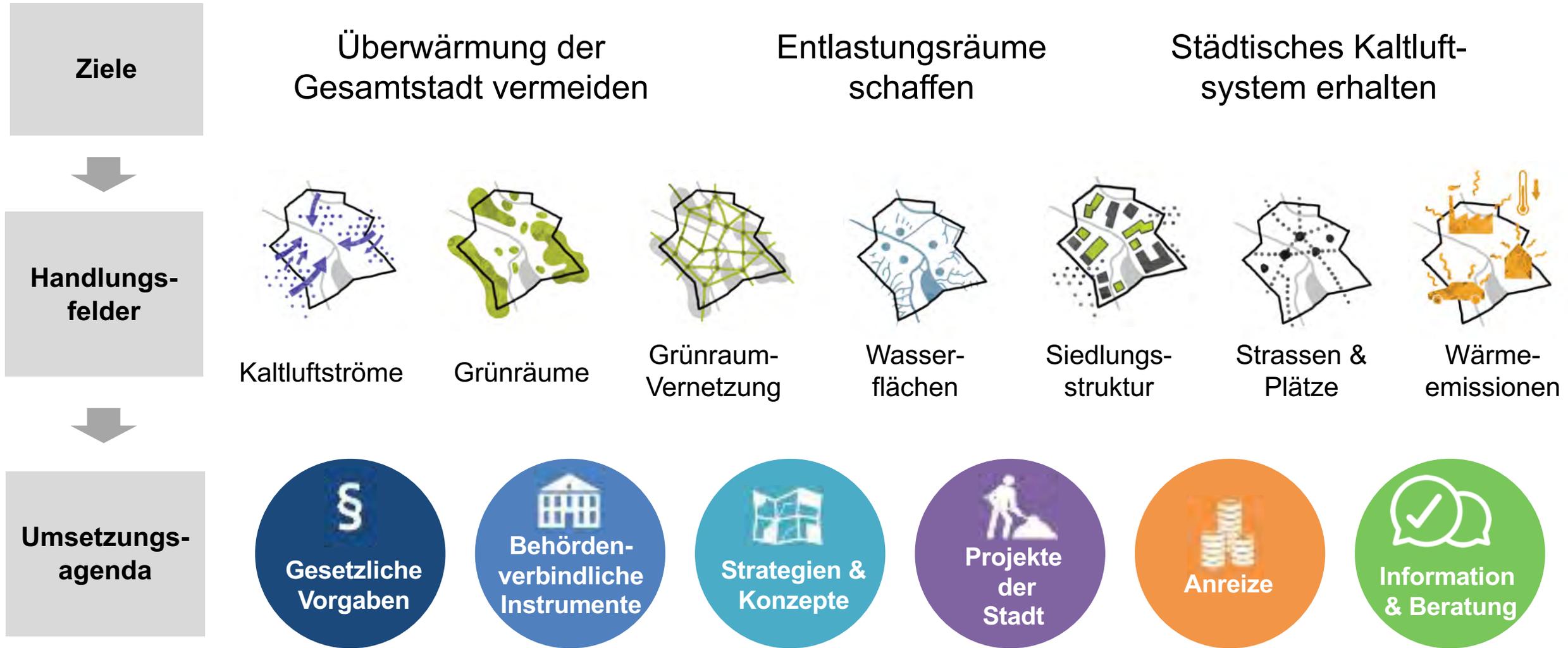
Prognose 2040



- Hohe prognostizierte Belastung (Wärme, mangelnde Durchlüftung, Schadstoffe)
- Mässige prognostizierte Belastung (Wärme, mangelnde Durchlüftung, Schadstoffe)
- Geringe prognostizierte Belastung (Wärme, mangelnde Durchlüftung, Schadstoffe)
- Kaltluftentstehungsfläche
- Kaltlufteinwirkungsbereich
- Kaltluftleitbahn
- Gebiete mit Verdichtung >BZO 2016

Nur durch Stadtentwicklung, ohne Klimaszenarien!

Hitzeanpassung in Zürich



Herausforderungen

Nur 30% der
Bauzonen sind im
Besitz der Stadt

100'000 mehr
Einwohner in der
Stadt Zürich bis
2040 →
Innenverdichtung

Tropennacht →
Beeinträchtigung der
Schlafqualität

2000W-Gesellschaft
vs. zusätzlicher
Kühlbedarf

Konflikt: Lärmschutz
vs. Erhalt
Kaltluftströme

Wer zahlt?



Massive Klimaänderungen Anpassung an Waldbrand

Gianni Boris Pezzatti, Marco Conedera

Von der Waldbrandbekämpfung zum Waldbrandmanagement

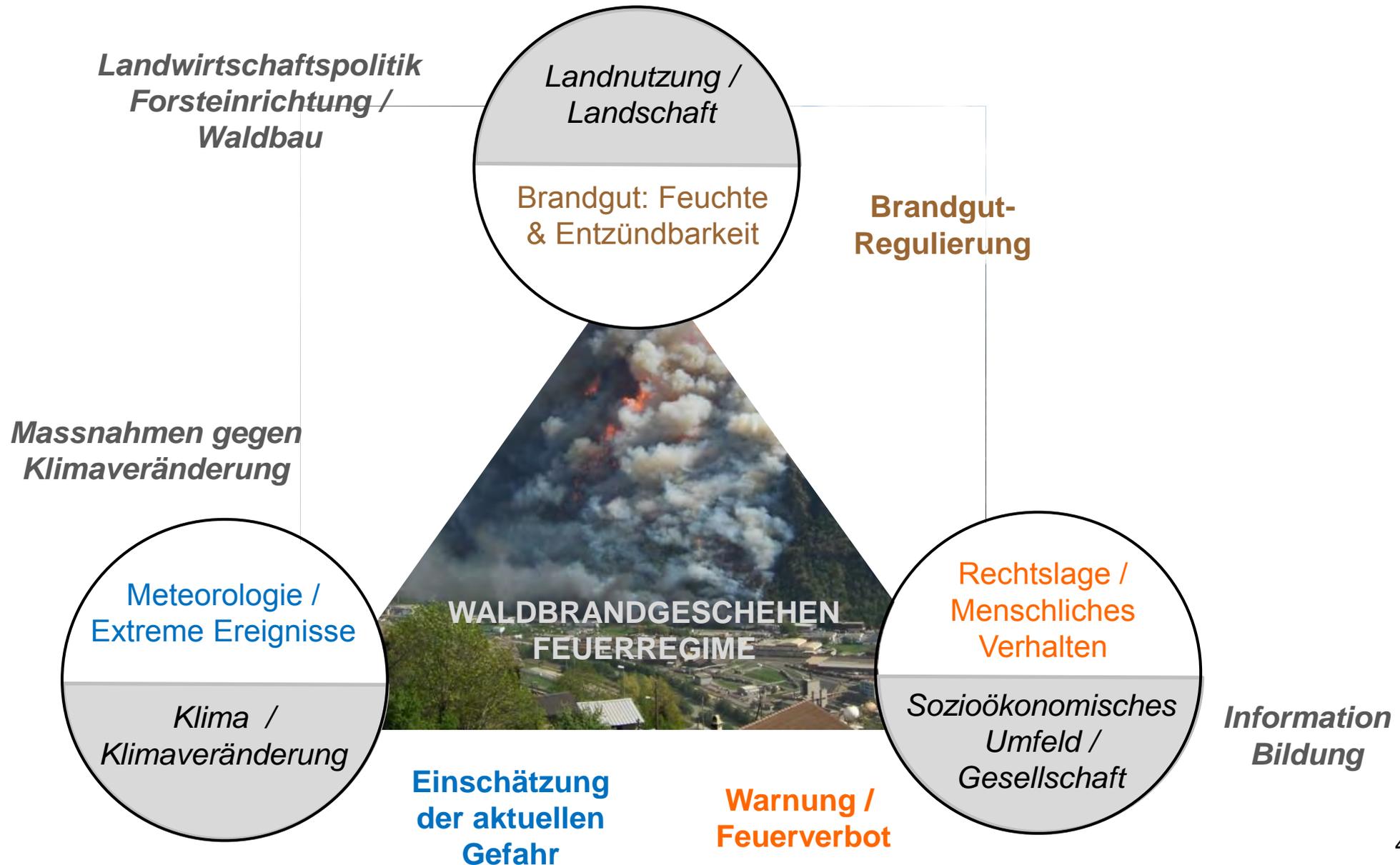


Visp / VS 2011, Bild M. Brigger

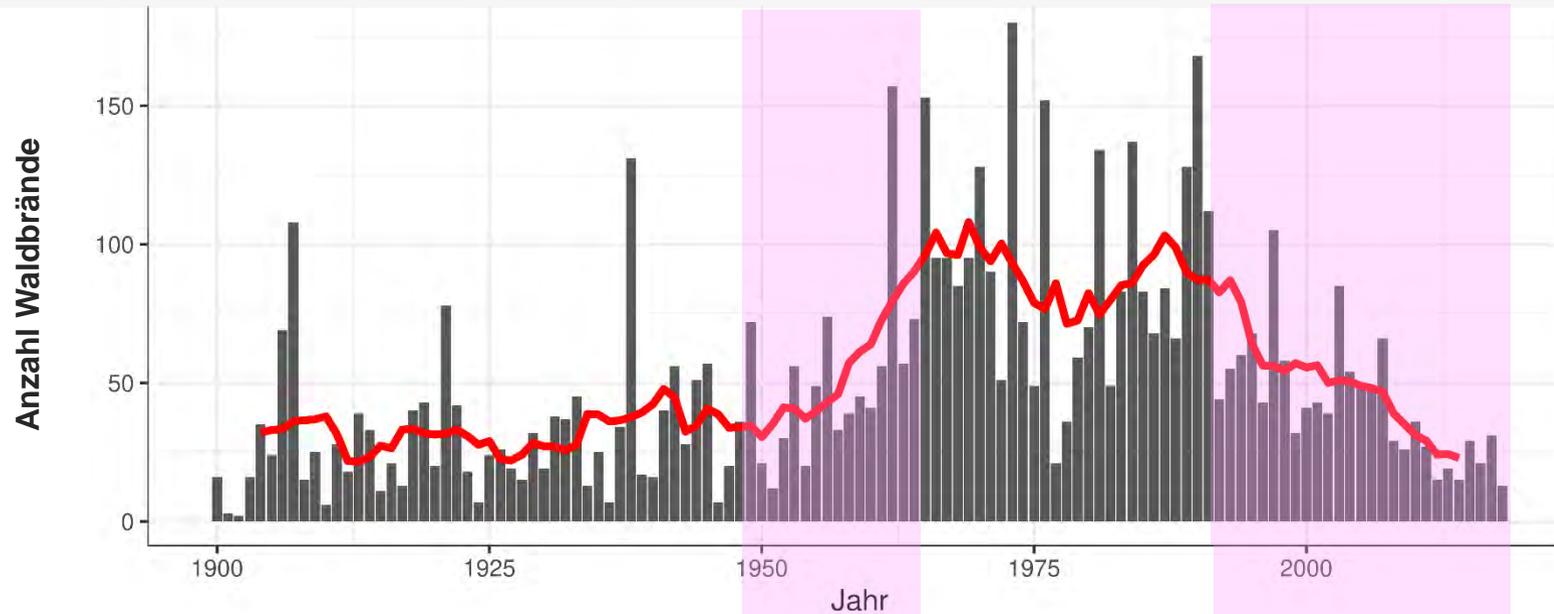
Von der Waldbrandbekämpfung zum Waldbrandmanagement



Von der Waldbrandbekämpfung zum Waldbrandmanagement



Massive Änderungen im Waldbrandgeschehen



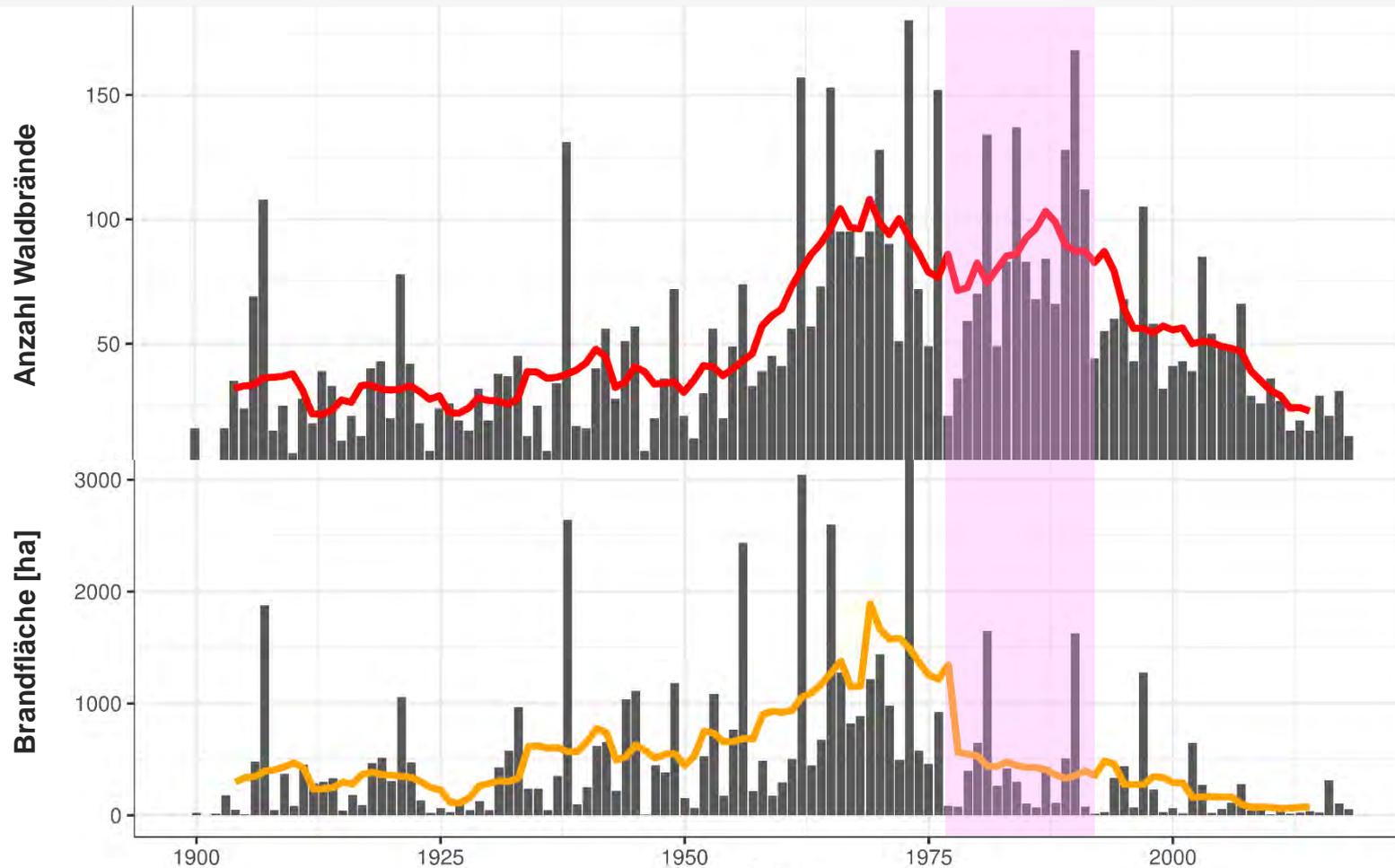
**Aufgabe der
traditionellen
Landwirtschaft**



**Verbot
Gartenabfälle
im Freien zu
verbrennen**

100 Jahre Waldbrandmanagement im Kanton Tessin

Massive Änderungen im Waldbrandgeschehen



Reorganisation
der Feuerwehrkräfte



Systematischer
Einsatz von
Löschhelikoptern

Fazit Anpassungen

Vorbeugen von Grossbränden (vor allem in Schutzwaldgebieten):

- Waldbrandmanagement in der Landschaft- und Waldmanagementplanung integrieren
- Effiziente Warnsysteme
- Gute Lösch-Organisation
- Gezielte Prävention von Naturgefahren nach Waldbrand

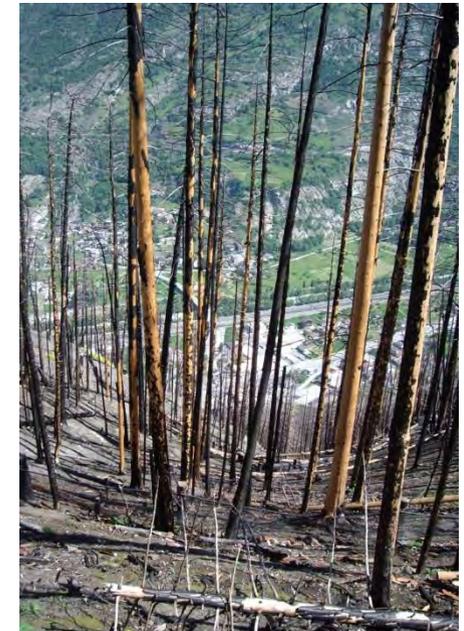
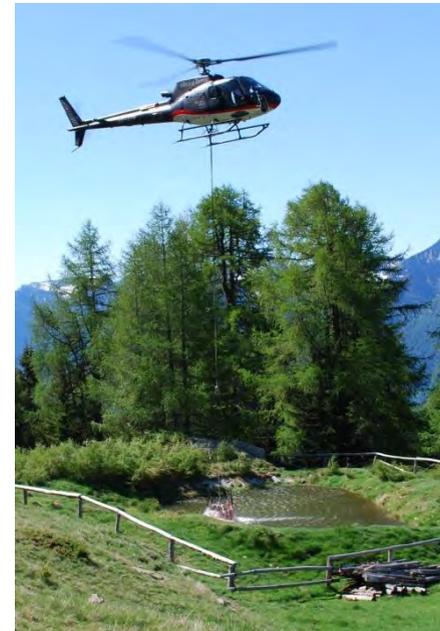


Verhalten bei Trockenheit (Gefahrenstufe 4)
Feuerverbot im Wald/Waldesnähe

	Übriges Gebiet	Wald/Abstand 50m	
	✗	✗	Rauchwaren nur vertuschen
	✓	✗	Befeuchtete Feuerstelle*
	✗	✗	Unbefestigte Feuerstelle
	✓	✓	Elektrigrill
	✓	✓	Dachgrill
	✓	✗	Kohleg grill*
	✗	✗	Kleinfeuerwerk
	✗	✗	Raketen / Satterien
	✗	✗	Himmelslaternen
		✗	Waldhütte mit Kamin
		✗	Waldhütte mit Unterstand
		✗	Waldhütte mit Feuerstelle

*Mindestabstand von 50 m zum Waldrand einhalten. Zusätzlich Löschnacht bereithalten.

Landwirtschaft und Wald lawa.lu.ch



Stand der Anpassung: Starkniederschläge

**Risikomanagement Naturgefahren
Schweiz: Darauf lässt sich aufbauen!**



Grenzen der Anpassung: Murgang

Wir kennen das
«MEHR» nicht!

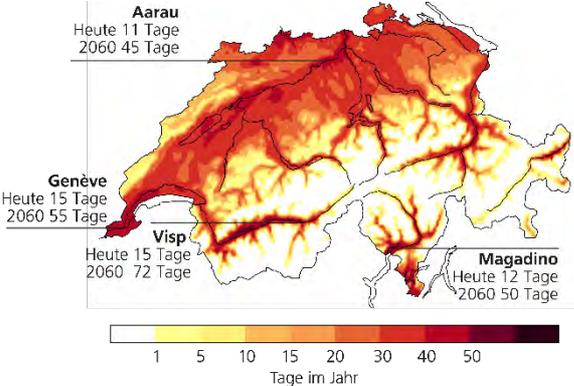
Grenzen der Anpassung: Oberflächenabfluss

Die Siedlungsentwicklung
ist entscheidend, nicht die
Zunahme des Oberflächenabflusses!

Workshop: Massive Klimaänderungen und deren Auswirkungen

Szenarien/Storylines der Klimaänderungen und deren Auswirkungen für eine strukturierte Diskussion.

Zusammengestellt von Erich Fischer (ETHZ) und Margreth Keiler (UNIBE). Informationen zur Klimaänderung basieren auf CH2018 (www.CH2018.ch). Die Beschreibungen der Auswirkungen orientieren sich weitgehend am Bericht 'Klimabedingte Risiken und Chancen – Eine schweizweite Synthese' (BAFU 2017) sowie weiteren Studien.

Klimaänderung Hitze	Auswirkungen in der Stadt
<p>Gemäss den CH2018 Szenarien nehmen die Temperaturen während Hitzewellen deutlich stärker zu als im Jahresdurchschnitt. Die Zunahme von Hitzetagen und Tropennächten ist besonders hoch im Mittelland und in den Walliser, Tessiner und Bündner Tälern, also in Gebieten mit besonders hoher Bevölkerungsdichte. In einem hohen Emissionsszenario und einer oberen Schätzung der Temperaturänderung (high-warming storyline) führt das schon 2060 zu einer sehr starken Zunahme von Hitzetagen und Tropennächten (siehe Karte). Temperaturen am heissesten Tag des Jahres nehmen in einer hohen Storyline bis 2060 um bis zu 6°C zu.</p>  <p>Anzahl Hitzetage (Maximaltemperatur > 30°C) im Jahr 2060 gemäss einer high warming storyline (RCP8.5, obere Schätzung) (Datenquelle CH2018)</p>	<p>Städtische Wärmeinseln (urban heat islands) führen dazu, dass sich die Temperaturen auch nachts weniger abkühlen und verbreitet um 2-4°C wärmer sind als im Umland. In schlecht isolierten Räumen akkumuliert sich die Hitze im Verlauf von Hitzewellen. In Kombination mit Luftfeuchte führt das unter anderem zu Hitze-stress mit möglichen Auswirkungen auf Morbi-dität und Mortalität (möglicherweise verstärkt durch erhöhte Luftverschmutzung). Dies kann zu Mehrkosten in der medizinischen Versorgung führen. Weitere mögliche Folgen sind deutlich reduzierte Arbeitsleistung bei Arbeiten im Freien und in schlecht klimatisierten Räumen, verstärkt durch Hitze auf dem Arbeitsweg und zuhause. Während der Hitzeperioden kann auch die Anzahl der Arbeitsunfälle im Bau- und Transportgewerbe ansteigen. Die Hitze dürfte weiter zur Herausforderung werden für Trans-portsysteme und bei allfälliger flächendecken-der Installation von Air Conditioning und Küh-lungssystemen zu Spitzen im Strombedarf füh-ren.</p>

Klimaänderung Trockenheit	Auswirkungen Waldbrand
<p>Die Auswirkungen des Klimawandels auf die Sommertrockenheit in der Schweiz sind unsicher. Die Schweiz befindet sich in einem Übergangsbereich zwischen Niederschlagsabnahme in Südeuropa und Niederschlagszunahme in Nordeuropa. Auch ohne Änderung des Niederschlags dürfte die Trockenheit der Böden aufgrund höherer Verdunstung zunehmen. Weiter ist die natürliche Variabilität von Trockenheit auf multi-dekadischer Zeitskala hoch. Mehrjährige Trockenheit vergleichbar mit der Dust Bowl Drought der 1930er Jahre im US Midwest, Big Dry in Australien oder Day Zero Drought in Südafrika, ist auch in Europa nicht auszuschliessen, auch wenn die Trockenheit wohl weniger ausgeprägt wäre.</p> <p>Eine Fallstudie des Projektes «Wenn Risiken kumulieren» des BAFU mit der Uni Fribourg und Uni Zürich skizziert eine langanhaltende, und sich über mehrere Jahre wiederholende grossflächige Trockenheit in Westeuropa in Kombination mit Hitzeperioden (vgl. Sommer 2003, 2013, 2015, 2018, aber in direkter Abfolge). Eine solche Periode mehrjähriger stark unterdurchschnittlicher Niederschläge ist ein Szenario, welches aufgrund der multi-dekadischen Variabilität nicht auszuschliessen ist. Falls sich dazwischen noch ein sehr schneearmer Winter, gefolgt von einem ausserordentlich warmen Frühling mit hoher Verdunstung ereignen würde, wäre dies eine grosse Herausforderung für viele Sektoren und die meisten Ökosysteme.</p>	<p>Trockenheit hat vielfältige Auswirkungen wie Wasserknappheit, niedrige Wasserstände in Flüssen und Seen und erhöhte Wassertemperaturen. Dies hat unter anderem auch Auswirkungen auf die Stromproduktion, auf Landwirtschaft inklusive Nahrungsmittelproduktion und auf die Ökosysteme.</p> <p>Wir konzentrieren uns hier jedoch auf Zusammenhänge hinsichtlich Waldbrandgefahr und deren Auswirkungen.</p> <p>Langhaltende Trockenheit, niedrige Luftfeuchte sowie auch höhere Temperaturen im Sommer führen zu erhöhter Waldbrandgefahr im Süden und den inneralpinen Trockentälern. Es ist eine spannende Frage inwiefern mehrjährige Trockenheit auch zu grossflächigen Waldbränden auf der Alpennordseite der Schweiz und im Mittelland führen könnte. Aufgrund langanhaltender Trockenheit werden die Mortalität und Anfälligkeit gegenüber Parasiten von bestimmten Baumarten und Sträuchern erhöht. Abgestorbene Biomasse führt zu mehr Brandgut am Boden und potentiell intensiveren Waldbränden.</p> <p>Die Waldbrandsaison wird länger in Jahren, in denen es zu einer frühzeitigen Schneeausschmelze kommt oder einen späteren Beginn der Schneeperiode. Zudem können lokale Föhnwinde im Winter und Frühling in wenigen Tagen zu einer erhöhten Austrocknung führen und somit zu einer akuten Waldbrandgefahr.</p> <p>Waldbrände werden hauptsächlich durch fahrlässige Handlungen des Menschen oder technische Anlagen ausgelöst. In den Alpen ist jedoch im Sommer der Blitzschlag eine wichtige natürliche Brandursache. Je nach Brandtyp und -intensität wird das Waldökosystem stark betroffen und die Schutzfunktion des Waldes wird so beeinträchtigt, dass in den Monaten und Jahren nach dem Brand auch Siedlungen und Infrastruktur in Gefahr kommen können.</p>

Klimaänderung Starkniederschläge	Auswirkungen Oberflächenabfluss und/oder Murgänge
<p>Bisherige Beobachtungen (1901-2014) haben einen klaren ansteigenden Trend der stärksten Eintagesniederschläge im Jahr in der Schweiz gezeigt.</p> <p>In der Zukunft werden im Sommer häufigere und intensivere Starkniederschläge erwartet, trotz der insgesamt abnehmenden Niederschlagsmengen im Sommer. Im Laufe des Jahrhunderts kann es zu einer relativen Veränderung bis zu 30 % kommen. Auch seltene Niederschlagsereignisse (100-jährlich) verstärken sich.</p> <p>Im Alpenraum zeigt sich Frühling und Herbst ein robuster Trend zur Intensivierung der Starkniederschläge bei gleichzeitigem Anstieg der Schneefallgrenze. Kurzfristige (stündliche) Starkniederschläge nehmen deutlich zu und diese Ereignisse sind besonders im Alpenraum von Bedeutung mit hohen Niederschlagsspitzen.</p>	<p><i>Oberflächenabfluss im Jura und Mittelland:</i> Bei intensiven lokalen Starkniederschlägen kann der Regen oft nicht im Boden versickern und das Wasser fliesst auf der Geländeoberfläche ab. Dieser Effekt wird durch die vielen versiegelten Oberflächen in Siedlungsgebieten verstärkt. Der Oberflächenabfluss konzentriert sich oft entlang von Strassen, sammelt sich in Vertiefungen (z.B. Unterführungen) und führt zu Überschwemmungen von Orts-, Stadtteilen und Infrastruktur, da die grosse Menge an Wasser durch die Entwässerungsinfrastruktur nicht abgeleitet werden kann (z.B. Ereignisse in Zofingen, Bahnhof Lausanne, Sitten). Dies führt zu zahlreichen Schäden an Gebäuden, an Infrastruktur und Betriebsunterbrechungen sowie zu vermehrten Einsätzen von unterschiedlichen Einsatzkräften.</p> <p><i>Auslösung Murgängen:</i> Starkniederschlag ist ein wesentlicher Faktor für die Auslösung von Murgängen. Starkniederschläge in Kombination mit Schneeschmelze oder auch Regen-auf-Schnee-Ereignissen führen oftmals zur Auslösung von Murgängen mit grossen Reichweiten. Nach längeren Trockenperioden führen auch intensive lokale Gewitterregen in Kombination mit Schmelzwassern (Permafrost, Gletscher) zur Auslösung von Murgängen. Erhöhte Verfügbarkeit von Lockermaterial in den Einzugsgebieten trägt dazu bei dass mit dem Murgang es zu einer verstärkten Mobilisierung des Lockermaterials kommt. Dies kann zu grossen Schäden an Gebäuden und Infrastruktur im Siedlungsgebiet führen. Aufgrund der hohen Krafteinwirkungen sind Personen auch in Gebäuden stark gefährdet. Weitreichende Auswirkungen (Betriebsunterbrechung, Produktionsausfälle, Versorgungsengpässe) ergeben sich bei lokalen Unterbrechungen von wichtigen Verkehrs- und Versorgungsinfrastruktur durch Murgänge.</p>