



# Hitzewelle



## Definition

Eine Hitzewelle besteht aus mehreren aufeinanderfolgenden, heissen bzw. schwülheissen Tagen, an denen ein Hitzeschwellwert überschritten wird. Zur Bemessung dazu wird in der Schweiz der Hitzeindex (HI) verwendet (vgl. Meteo-Schweiz 2013). Dieser berücksichtigt sowohl die Temperatur als auch die Luftfeuchtigkeit. Gemäss MeteoSchweiz besteht eine erhebliche Gefahr (Gefährdungsstufe 3) ab einem HI von über 90 während mindestens 3 Tagen, und eine grosse Gefahr (Gefährdungsstufe 4) ab einem HI von 93 während mindestens 5 Tagen (MeteoSchweiz 2012).

Die Gefährdung Trockenheit unterscheidet sich von dieser Gefährdung und ist in einem eigenen Gefährdungsdossier beschrieben.



## Ereignisbeispiele

Juli - August 2006  
Nordamerika

Zwischen 15. Juli und 4. August 2006 verzeichnete ganz Nordamerika eine Hitzewelle mit extrem hohen Temperaturen. Es wurden verbreitet Temperaturen zwischen 32 °C und 40 °C gemessen. Der Hitzerekord betrug 49 °C in Los Angeles.

In der letzten Juliwoche konzentrierte sich die Hitze auf den Westen und Südwesten des Kontinents, in der ersten Augustwoche trat sie vor allem weiter ostwärts und in Teilen des Südens und Südostens auf. Während der gesamten Dauer der Hitzewelle waren im ganzen Land mindestens 225 Todesopfer zu verzeichnen. Die Hitze verursachte zudem direkt und indirekt beträchtliche Schäden an der Infrastruktur und der Vegetation: In mehreren Regionen fiel infolge überlasteter Transformatoren zeitweise die Stromversorgung aus. Auch die lokale Wasserversorgung war teilweise unterbrochen und Strassen platzten aufgrund der Hitze auf.

Juni - August 2003  
Europa

Der Sommer 2003 war gesamteuropäisch extrem heiss. Die Temperaturen des meteorologischen Sommers (Mittel der Monate Juni, Juli, August) lagen in der Schweiz 3.5 bis 5.5 °C über dem langjährigen Mittelwert. Der Sommer war von mehreren Hitzewellen geprägt. Die extremste Hitzewelle ereignete sich vom 1. bis zum 13. August 2003 und führte zu Temperaturen bis zu 41,5 °C (Grono, Kanton Graubünden). Dazu kam eine ausserordentliche Trockenperiode, die vielerorts das Jahr vom Februar bis in den November hinein prägte.

In Europa führte die Hitzewelle bei rund 70'000 meist älteren Menschen zum vorzeitigen Tod. In der Schweiz wird die Anzahl Todesopfer auf rund 1'000 geschätzt. Die Schweizer Landwirtschaft verzeichnete einen Schaden von ca. 350 Mio. CHF infolge der parallel auftretenden Trockenperiode, europaweit wird der volkswirtschaftliche Schaden auf 13 Mrd. US\$ geschätzt. Die Hitzewelle 2003 war vermutlich das folgenreichste Wetterereignis in Europa seit Beginn der modernen Geschichtsschreibung.

Mai 2002  
Indien

Die Küste Indiens am Golf von Bengalen wird immer wieder von Hitzewellen heimgesucht. So forderte beispielsweise die vom 9. bis 15. Mai dauernde Hitzewelle allein im indischen Gliedstaat Andhra Pradesh mehr als 1'000 Todesopfer (mehrheitlich ältere und ärmere Personen). Dabei litt der fünftgrösste Gliedstaat Indiens mit 76 Millionen Einwohnern infolge heisser Nordwinde aus Wüstengebieten unter Rekordtemperaturen von bis zu 49 °C über mehrere Tage.

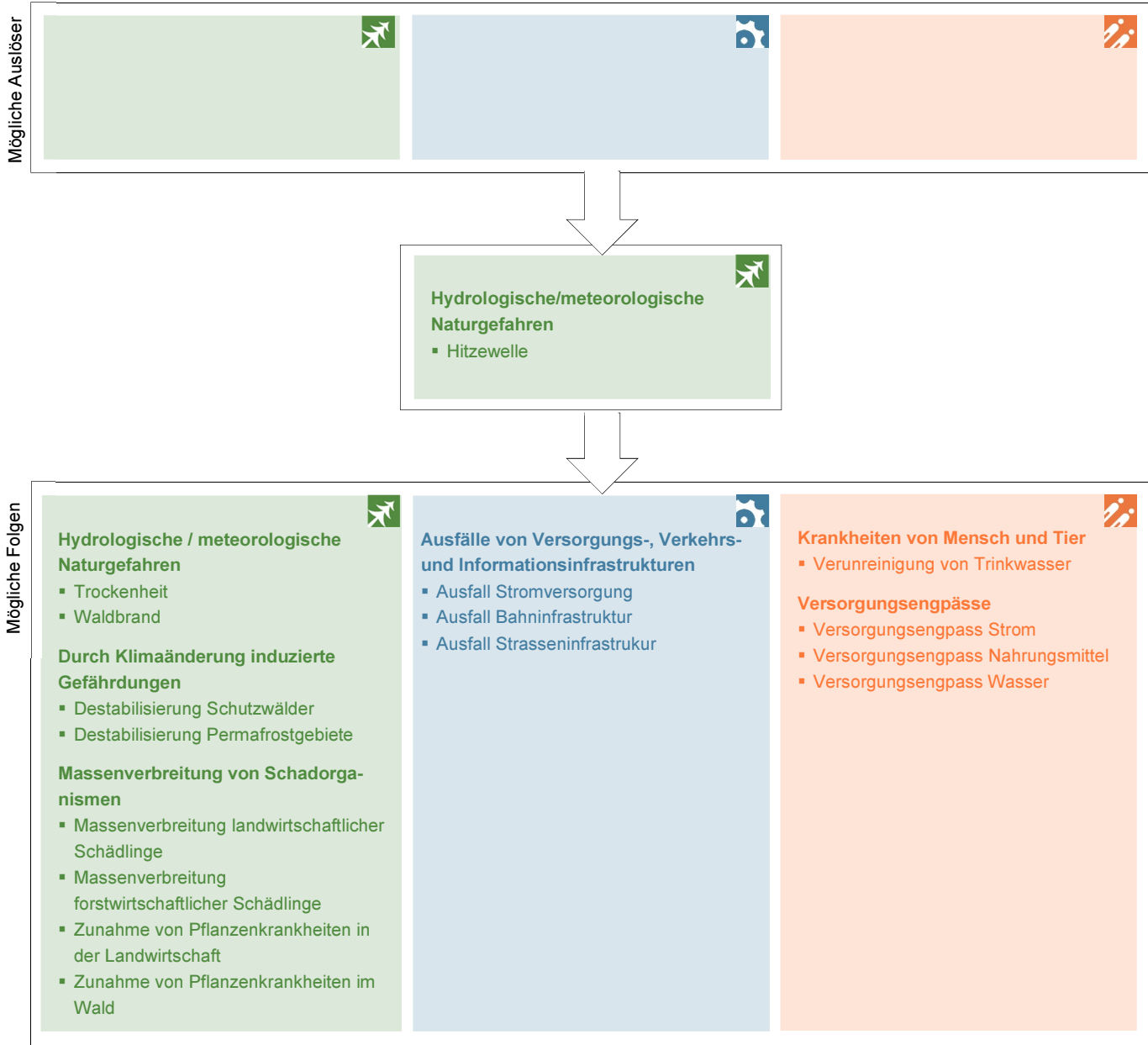
## Einflussfaktoren

Diese Faktoren können Einfluss auf die Entstehung, Entwicklung und die Auswirkungen der Gefährdung haben.

|                  |   |
|------------------|---|
| Gefahrenquelle   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Art der Wetterlage (Hochdruck, Zufuhr trocken-heisser oder feucht-heisser Luft)</li> <li>▪ Wetterverhältnisse vor der Hitzewelle (z. B. vorangehende Trockenperiode)</li> <li>▪ Schwachwindverhältnisse resp. geringe Luftzirkulation, insbesondere in Innenstädten</li> <li>▪ Gewitter und Starkwindereignisse</li> </ul> |
| Zeitpunkt        | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Früh-, Hoch- oder Spätsommer (relevant für Landwirtschaft)</li> <li>▪ Ferienzeit ja/nein</li> </ul>  |
| Ort / Ausdehnung | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grossräumigkeit des Phänomens (Europaweit oder einzelne Regionen Europas betreffend)</li> </ul>  |
| Ereignisablauf   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dauer und Intensität der Hitzewelle</li> <li>▪ Reaktion der Behörden (z. B. Verhaltensanweisungen an die Bevölkerung und medizinisches Personal, Vermeidung von Problemen mit Infrastrukturen)</li> <li>▪ Reaktion der Bevölkerung (z. B. angepasstes Verhalten an den Hitzestress, etc.)</li> </ul>                       |

## Abhängigkeiten

Dargestellt sind Ereignisse und Entwicklungen aus dem «Katalog möglicher Gefährdungen» des Bundesamts für Bevölkerungsschutz (BABS), die Auslöser oder Folge einer Hitzewelle sein können.



## Szenario

### Intensität

In Abhängigkeit der Einflussfaktoren können sich verschiedene Ereignisse mit verschiedenen Intensitäten entwickeln. Die unten aufgeführten Szenarien stellen eine Auswahl von vielen möglichen Abläufen dar und sind keine Vorhersage. Mit diesen Szenarien werden mögliche Auswirkungen antizipiert, um sich auf die Gefährdung vorzubereiten.

#### 1 – erheblich

- Grosse Teile der Schweiz v. a. im Flachland betroffen
- 5-10 Tage Hitze nach einigen Wochen mit eher tiefen Temperaturen (rascher Temperaturanstieg)
- Mehrere aufeinanderfolgende Tage davon mit Temperaturen bei knapp 34 °C tagsüber, kaum Abkühlung unter 18 °C in der Nacht
- Schwache Winde

#### 2 – gross

- Gesamte Schweiz im Flachland und in Hügellagen betroffen
- Zwei Wochen extreme Hitze nach einer Periode über mehrere Wochen mit immer höheren Temperaturen
- Mittlere bis hohe Luftfeuchtigkeit
- Mehrere Tage davon mit Temperaturen über 35 °C tagsüber, kaum Abkühlung unter 20 °C in der Nacht (sog. Tropennacht), in leicht erhöhten Lagen Nachttemperaturen bei 20 – 24 °C.
- Vereinzelte Hitzegewitter, ohne merkliche Abkühlung
- Tagsüber böiger Wind, in der Nacht meist windschwach

#### 3 – extrem

- Gesamte Schweiz im Flachland und in Hügellagen betroffen
- Drei Wochen extreme Hitze, nach zwei Wochen mit bereits hohen Temperaturen
- Hohe Luftfeuchtigkeit
- 10 Hitzetage in Folge mit teilweise über 38°C in Kombination mit sehr warmen Tropennächten, in leicht erhöhten Lagen Nachttemperaturen bis über 25 °C
- Vereinzelte z. T. heftige Hitzegewitter, allerdings ohne wesentliche Abkühlung
- Tagsüber z. T. kräftige Winde, in der Nacht meist windschwach

### Wahl des Szenarios

Für dieses Beispiel ist das Szenario mit der Intensität «gross» gewählt worden. Dieses Szenario ist in der Schweiz grundsätzlich vorstellbar, aber doch selten zu erwarten.

## Ereignis

### Ausgangslage / Vorphase

Auf einen kalten und eher trockenen Winter folgt ein warmer Frühling. Anfang Mai werden für wenige Tage sommerliche Temperaturen gemessen. Nach bereits sehr sommerlichen Wochen Ende Juni und Anfang Juli etabliert sich Mitte Juli eine stabile Hochdruckzone über Mittel-, Ost- und Südosteuropa. Meteo-Schweiz erwartet weiter steigende Temperaturen sowie eine relativ hohe Luftfeuchtigkeit und warnt deshalb vor der bevorstehenden Hitzewelle. Einen Tag später wird der erste Hitzetag mit verbreitet Tageshöchsttemperaturen über 30 °C verzeichnet.

### Ereignisphase

Die stabile Hochdrucklage führt zu einer permanenten Zufuhr feucht-heisser Luftmassen aus Süden, die zusammen mit der intensiven Sonneneinstrahlung zu Höchsttemperaturen von über 35 °C führen, gepaart mit hoher Luftfeuchtigkeit. Nur vereinzelt kommt es zu einer vorübergehenden Abkühlung im Nachgang zu lokalen und heftigen Sommergewittern. Auch nachts sinken die Temperaturen in den Bevölkerungszentren kaum mehr unter 20 °C (Tropennacht).

Ab dem fünften Tag überschreiten die Ozonwerte aufgrund der Strahlung und Temperaturen in weiten Teilen des Landes die Grenzwerte massiv. Die Behörden warnen die Bevölkerung und raten von körperlichen Aktivitäten im Freien ab.

Am neunten Tag der Hitzewelle werden am Nachmittag in vielen Teilen der Schweiz Rekordtemperaturen von über 36 °C gemessen. Die höchsten Temperaturen werden entlang des Jurasüdfusses, in den tiefsten Lagen der Alpentäler und aufgrund des Wärmeinseleffektes in grösseren Städten wie Basel, Genf und Zürich verzeichnet. Dort betragen sie in Spitzenzeiten bis 38 °C. Die Nachttemperaturen fallen in dieser Phase insbesondere in den grösseren Städten aber auch in Hügellagen kaum mehr unter 20 – 24 °C.

### Regenerationsphase

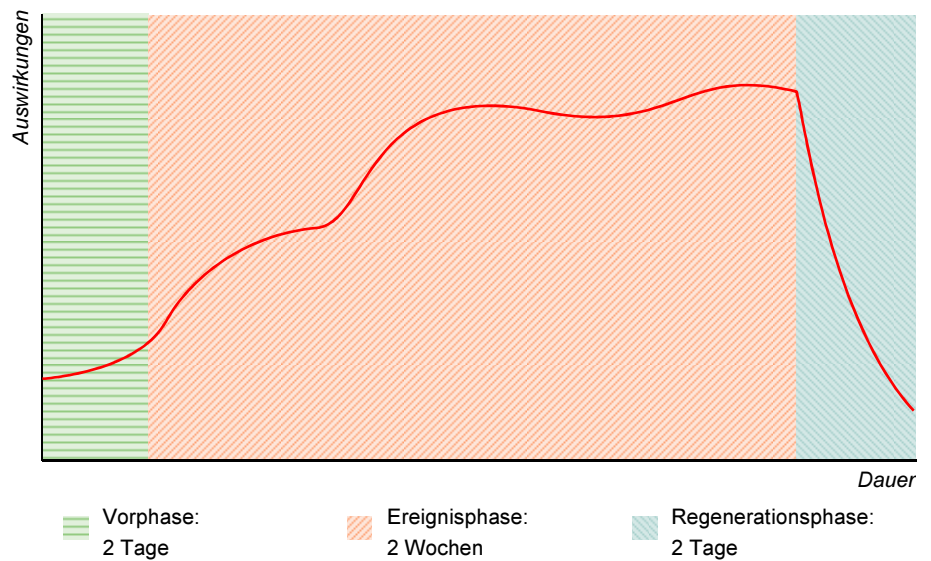
Erst zwei Wochen nach dem ersten Hitzetag wird das Hoch über Mitteleuropa von einer Kaltfront begleitet von heftigen Gewittern verdrängt und kühlere Luftmassen führen zu einer Beruhigung der Situation. Die Temperaturen bleiben in der Folge tagsüber im Bereich von 25 °C. Auch nachts sind nun tiefere Temperaturen um 15 °C zu verzeichnen.

Mit dem Austausch der Luftmassen sinkt auch die Ozonbelastung wieder deutlich unter den Grenzwert.

### Zeitlicher Verlauf

Vorphase: Über 2 bis 3 Monate hinweg gibt es immer wieder Perioden von einigen Tagen mit allmählich steigenden Tageshöchsttemperaturen.

Hauptphase: Während etwa einem halben Monat etabliert sich eine äusserst stabile Hochdrucklage. Dies führt zu den extremen Temperaturverhältnissen. Die Situation beruhigt sich mit dem Luftmassenwechsel innerhalb weniger Stunden.



Räumliche Ausdehnung

Die Hitzewelle erfasst ganz Mittel-, Ost- und Südosteuropa.

### Auswirkungen

Personen

Die hohen Temperaturen führen dazu, dass vor allem ältere Menschen, Neugeborene und Kleinkinder, sowie solche mit Kreislaufproblemen unter der schwülen Hitze leiden. Aber auch schwangere Frauen, Personen, die im Freien arbeiten, und Sportler sind davon betroffen. Bereits in den ersten vier Tagen der Hitzewelle sind Kreislaufkollapse und Hitzeschläge bei gefährdeten Personengruppen zu verzeichnen, insbesondere nachdem die Temperatur am vierten Tag tagsüber die 35 °C-Marke überschreitet.

Während der folgenden Hitzetage und Tropennächte nimmt die gesundheitliche Gefährdung für Personen mit geschwächtem Kreislaufsystem zu. Der überwiegende Teil der in der ersten Woche betroffenen Personen weist bereits ein geschwächtes Kreislaufsystem auf. Zusätzlich steigt die Spitaleinlieferungen von Kleinkinder und Säuglinge an. Ab der zweiten Woche sind auch weniger vorbelastete Personen betroffen. Häufig treten bei letzteren aufgrund ungenügender Flüssigkeitsaufnahme Symptome der Dehydrierung auf und einige müssen wegen Hitzeschlag, Kreislaufkollaps oder sonstiger Beschwerden medizinisch behandelt werden.

Aufgrund der hohen Ozonbelastung tagsüber verspüren Teile der Bevölkerung während der nachfolgenden Tage Husten, Augenreizungen und Kopfschmerzen. Asthmatische Anfälle und Atembeschwerden können als Folge von durch das Ozon verstärkten Allergie-Symptomen auftreten. Einige erleiden mit der Zeit sogar Lungenfunktionsstörungen und müssen hospitalisiert werden. Personen, die besonders empfindlich reagieren, müssen in teilweise kritischem Zustand hospitalisiert werden.

In einigen Alters- und Pflegeheimen, v. a. in städtischem Gebiet, sind das Pfl-

gepersonal und die Betreuer überlastet und müssen von den Gesundheitsdiensten unterstützt werden.

Ältere Menschen, die alleine zu Hause leben, haben dieselben Probleme wie diejenigen in Alters- und Pflegeheimen, können aber oft nicht auf Hilfe bzw. Pflege zählen. In vielen Fällen helfen hier die Angehörigen. Es gibt aber auch solche, die keine private Unterstützung bekommen. Auch hier müssen Gesundheitsdienste, insbesondere die Spitex-Organisationen, einspringen und Betroffene versorgen.

Mit zunehmender Dauer zeigen sich die Folgen der enormen Hitze auch in indirekter Weise. Lebensmittel verderben bei höheren Temperaturen schneller und die Entwicklung von Krankheitserregern wird durch höhere Temperaturen begünstigt (z. B. Salmonellen, Colibakterien). In einigen wenigen Fällen kommt es zu lebensmittelbedingten Infektionen des Magen-Darm-Traktes (Gastroenteritiden), die zu Erbrechen, Durchfall und Krämpfen führen.

Der längerfristige Einfluss extremer Hitzeereignisse wirkt sich auch auf die Qualität und die ausreichende Verfügbarkeit von Trink- und Badewasser aus. Es häufen sich bakterielle Infektionen aufgrund mangelnder Wasserqualität resp. Wasserverunreinigungen. Durch die hohen Wassertemperaturen in stehenden Gewässern breiten sich insbesondere in Weihern und kleineren Seen sehr leicht Keime und Bakterien aus. Auch hier sind besonders Personen mit einem bereits geschwächten Immunsystem gefährdet.

Zusätzlich steigt die Anzahl von Verkehrsunfällen an, da die grosse Hitze die Konzentration der Autofahrer beeinflusst.

Gemäss offiziellen Schätzungen, die jedoch beträchtliche Unschärfen beinhalten, sterben schweizweit rund 450 Menschen direkt oder indirekt an den Folgen der enormen Hitze. Rund 2'500 Personen müssen ambulant oder stationär für einen oder mehrere Tage in einem Spital behandelt werden.

Während der Hitzewelle sind mehrere Tausend Personen auf zusätzliche Unterstützung und Betreuung angewiesen.

## Umwelt

Aufgrund der starken Sonneneinstrahlung und der höheren Wassertemperaturen steigt das Algenwachstum in Seen und Weihern stark an. Dies führt teilweise zu drastisch abnehmendem Sauerstoffgehalt in kleineren Seen und Weihern. Es kommt zu einem massiven Fischsterben. Ökosysteme in und an Seen, Weihern und Tümpeln werden kurz- und mittelfristig geschädigt.

Obwohl die Wasserverfügbarkeit in den Wäldern meist ausreichend ist, steigt infolge der Hitzewelle insbesondere in den trockenen Hängen der Alpentäler die Waldbrandgefahr.

## Wirtschaft

Durch überlastete Transformatoren kommt es lokal zu Engpässen in der Stromversorgung. Dieser Engpass wird international noch verstärkt, da die steigenden Wassertemperaturen die Stromproduktion der KKW's weiter einschränkt. Zusammen mit der erhöhten Energienachfrage aufgrund der starken



Nutzung von Klimaanlage führt dies zu Netzwerkinstabilitäten und es drohen Unterbrechungen bei der Stromversorgung.

An exponierten Stellen beginnt sich der Strassenbelag teilweise zu lösen; es entstehen Sachschäden bei darüberfahrenden Fahrzeugen. Einzelne Verbindungsstrassen müssen gesperrt werden. Der Schienenverkehr ist in einem ähnlichen Masse betroffen; durch die enorme Hitze sind an einzelnen Stellen die Schienenstränge verbogen, so dass einzelne Linien gesperrt sowie die Überwachung intensiviert werden müssen.

Auch in der Land- und Forstwirtschaft sind die Auswirkungen der enormen Hitze zu spüren. Die Bewässerung stellt zwar kein Problem dar, da die Grundwasservorräte genügend gross sind, aber Nutzpflanzen und Nutztiere leiden unter den hohen Temperaturen, der intensiven Sonneneinstrahlung und der hohen Ozonbelastung. Vielerorts ist eine starke Ausbreitung von Schädlingen und Krankheiten (z. B. Borkenkäfer) zu verzeichnen, die zu beträchtlichen Schäden für die Land- und Forstwirtschaft führen.

Insgesamt belaufen sich die entstandenen Schäden auf 540 Mio. CHF. Die Folgen der Hitzewelle führen darüber hinaus zu einer Reduktion der wirtschaftlichen Leistungsfähigkeit (Wertschöpfungsverlust) in Höhe von rund 870 Mio. CHF.

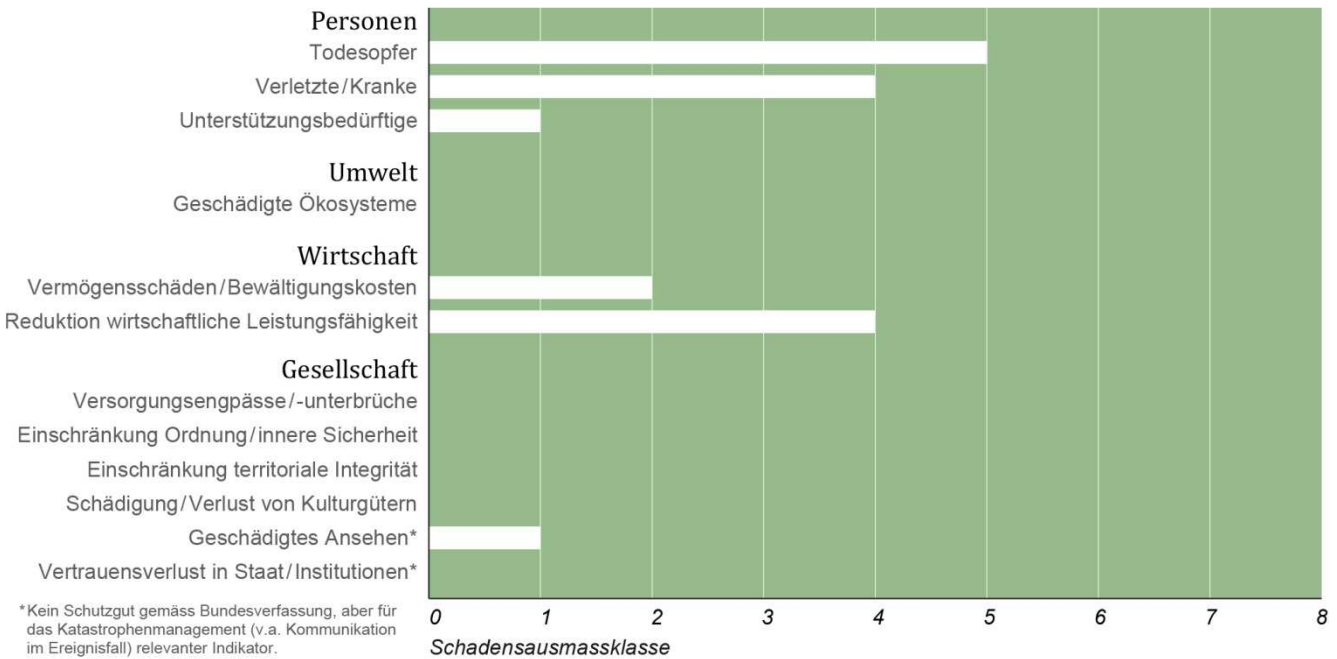
#### Gesellschaft

Die Auswirkungen der Hitzewelle, vor allem die zahlreichen Hitzetoten und die Ozonbelastung, werden in den Medien breit diskutiert, kommentiert und analysiert. Auch weiterführende „Schreckensszenarien“ werden entworfen und verbreitet.

Ein Teil der Bevölkerung reagiert auf die Berichterstattung zunehmend verängstigt und verärgert. Dies verstärkt sich zunehmend gegen Ende der Hitzewelle, nachdem die Auswirkungen immer deutlicher werden. Vor allem durch die Berichterstattung in den Medien gerät das Krisenmanagement der Behörden zunehmend unter Druck. Es wird hinterfragt, ob die Vorbereitung auf eine derartige Hitzewelle ausreichend gewesen sei.

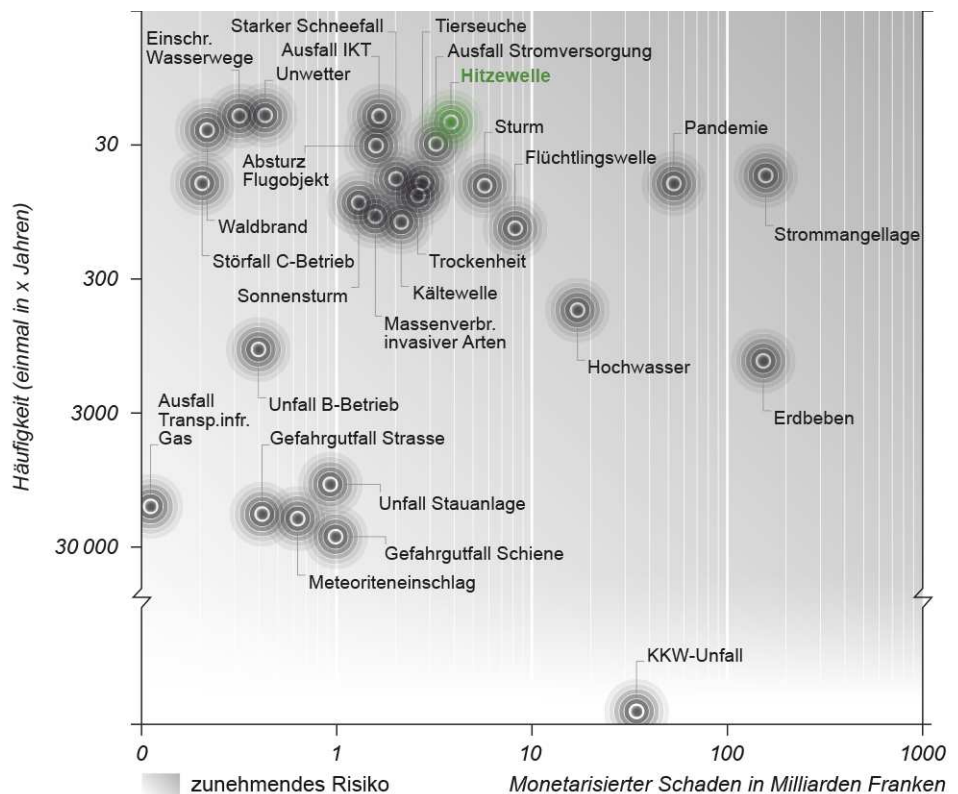
### Auswirkungsdiagramm

Dargestellt ist das erwartete Ausmass pro Schadensindikator im beschriebenen Szenario. Pro Ausmassklasse nimmt der Schaden um den Faktor 3 zu.



### Risikodiagramm

Dargestellt ist das Risiko des beschriebenen Szenarios zusammen mit den anderen Gefährdungsszenarien, die analysiert wurden. Je weiter rechts und oben ein Szenario liegt, desto grösser ist dessen Risiko. Mutwillig herbeigeführte Ereignisse sind den Plausibilitätsklassen zugeordnet, die anderen den Häufigkeitsklassen. Die Schäden sind aggregiert und monetarisiert dargestellt.



## Grundlagen und Referenzen

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| Verfassung                     | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Artikel 76, Wasser</li><li>▪ Artikel 104, Landwirtschaft</li><li>▪ Artikel 118, Schutz der Gesundheit</li></ul>   |
| Gesetz                         | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Landesversorgungsgesetz (LVG) vom 8. Oktober 1982, SR 531</li><li>▪ Bevölkerungs- und Zivilschutzgesetz (BZG) vom 4. Oktober 2002, SR 520.1</li><li>▪ Gewässerschutz (GSchG) vom 24. Januar 1991, SR 814.20</li><li>▪ Lebensmittelgesetz (LMG) vom 9. Oktober 1992, SR 817.0</li><li>▪ Bundesgesetz über die Meteorologie und Klimatologie (MetG) vom 18. Juni 1999, SR 429.1.</li><li>▪ Epidemiengesetz (EpG) vom 18. Dezember 1970, SR 818.101.</li></ul>   |
| Verordnung                     | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Verordnung über die Sicherstellung der Trinkwasserversorgung in Notlagen (VTN) vom 20. November 1991, SR 531.32</li><li>▪ Verordnung des EDI über Lebensmittel tierischer Herkunft vom 23. November 2005, SR 817.022.108</li><li>▪ Verordnung über die Meteorologie und Klimatologie (MetV) vom 7. November 2007, SR 429.11.</li></ul>  |
| weitere Grundlagen und Quellen | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ MeteoSchweiz, 2012: Hitzewelle. Zusatzinformationen zu Gefahren. <a href="http://www.meteosuisse.admin.ch/web/de/gefahren/details/hitze.html">http://www.meteosuisse.admin.ch/web/de/gefahren/details/hitze.html</a> (Zugriff am 28.11.2014)</li><li>▪ MeteoSchweiz, 2013: Hitze. <a href="http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/wetter/gesundheit/mensch_und_wetter/hitze.html">http://www.meteoschweiz.admin.ch/web/de/wetter/gesundheit/mensch_und_wetter/hitze.html</a>. (Zugriff am 25.3.2013)</li><li>▪ ProClim, 2005: Hitzesommer 2003. Synthesebericht.</li><li>▪ Bader S., 2004: Die extreme Sommerhitze im aussergewöhnlichen Witterungsjahr 2003. MeteoSchweiz. Arbeitsbericht Nr. 200., Zürich.</li><li>▪ International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, 2004: World Disasters Report 2004. Focus on Community Resilience. Kumarian Press Inc, Bloomfield (USA).</li><li>▪ OcCC, 2003: Extremereignisse und Klimaänderung. Beratendes Organ für Fragen der Klimaänderung (OcCC), Bern.</li><li>▪ IPCC, 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report. International Panel on climate change (IPCC). Cambridge University Press, Cambridge (UK).</li><li>▪ BAG: Hitzewelle (<a href="http://www.hitzewelle.ch">www.hitzewelle.ch</a>). Bundesamt für Gesundheit (BAG).</li></ul> |
| Bildquelle                     | <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Keystone</li></ul>  |