Zeitschrift: Jahresbericht / Akademischer Alpen-Club Zürich
Herausgeber: Akademischer Alpen-Club Zürich
Band: 113 (2008)

Artikel: Klimawandel und Hitzewellen
Autor: Schär, Christoph / Fischer, Erich M.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-554145

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

KLIMAWANDEL UND HITZEWELLEN

Im Anschluss an das Rehschnitzelessen des AACZ im Januar 2008 kamen wir in den Genuss eines Vortrags von Prof. Dr. Christoph Schär zu einem hochaktuellen Thema, dem Klimawandel in den Alpen. Der vorliegende Text zum Vortrag wurde von Gregor Dürrenberger zusammengestellt und ist eine stark gekürzte Fassung der am Schluss des Artikels aufgeführten Publikation.

1. EINLEITUNG

Extremereignisse und Naturkatastrophen haben die Beziehung unserer Gesellschaft zum Klimageschehen seit jeher geprägt, und selbst die heutige moderne Zivilisation reagiert sehr empfindlich auf Extremereignisse.

Als Beispiel dient der europäische Hitzesommer des Jahres 2003, welcher mit einer unerwarteten Intensität die Öffentlichkeit in ganz Zentral- und Westeuropa überrascht hat. Im Kern der Hitzewelle lagen die mittleren Temperaturen mehr als 5 Standardabweichungen über dem langjährigen Mittel, und der Sommer war wahrscheinlich der wärmste der letzten 500 Jahre. Die Auswirkungen waren gravierend: Der finanzielle (weitgehend nicht versicherte) Schaden wird von den Rückversicherern auf über 10 Milliarden Euro geschätzt, grösstenteils als Folge von Ernteeinbussen und Waldbränden. In vielen Flüssen und Seen fielen die Wasserstände auf bedrohliche Werte, was teilweise zu schwerwiegenden Problemen mit der Frischwasserversorgung, der Energieversorgung und zu verbreitetem Fischsterben führte. Die alpinen Gletscher verloren – in einem einzigen Jahr – annähernd 10% ihres bereits arg reduzierten Volumen (Abb. 1). Am schwerwiegendsten jedoch waren die gesundheitlichen Auswirkungen. Die retrospektive Analyse der Mortalitätszahlen hat ergeben, dass die Hitze in den ersten zwei Wochen des Augusts 2003 europaweit ungefähr 40'000 vorzeitige Todesfälle zur Folge hatte, welche sich nicht durch natürliche Mortalitätsraten erklären lassen.

Generell wird erwartet, dass die gesellschaftlichen Auswirkungen des Klimawandels massgeblich durch die Häufigkeit und den Charakter von Extremereignissen bestimmt werden – durch Überschwemmungen, Dürren, Hitzewellen, Windstürme, etc. Der Zusammenhang zwischen Klima und Extremereignissen ist jedoch sehr subtil. Dies deshalb weil sich der Begriff „Klima" auf die statistische Beschreibung des Wettergeschehens über einen längeren Zeitraum bezieht, während Extremereignisse meist durch kurzfristige und in ihrer Intensität seltene Wetterabläufe gekennzeichnet sind.

2. GRUNDLAGEN

Extremereignisse sind definiert als seltene Wetter- oder Naturereignisse, die in ihrem physikalischen Ausmass markant vom langjährigen Durchschnitt abweichen.

Unter Klimawandel versteht man eine signifikante Veränderung der Häufigkeitsverteilung wichtiger Klimagrössen. Im Falle der Temperatur ergibt sich im einfachsten Fall eine reine Verschiebung der Häufigkeitsverteilung, um eine Distanz, welche der Erwärmung entspricht. Nebst einer reinen Erwärmung müssen auch weiterreichende Veränderungen der Häufigkeitsverteilung in Betracht gezogen werden, zum Beispiel eine Verbreiterung, welche einer Variabilitätszunahme entspricht. Veränderungen dieser Art können starke Auswirkungen auf die Häufigkeit von Extremereignissen haben.

Bei substantiellen Änderungen der statistischen Verteilung eines Klimaparameters ändert sich die Häufigkeit der dazugehöri-

gen Extreme. Je grösser die Erwärmung im Vergleich zur bestehenden Variabilität ist, desto eher resultieren Änderungen in der Verteilung der Extreme. Die quantitative Analyse der Situation in Europa zeigt, dass bei den monatlichen und saisonalen Temperaturen die kritische Grenze bereits heute erreicht ist: Die in den letzten 100 Jahren beobachtete Erwärmung beträgt im Jahresmittel mehr als 1°C, und ist quantitativ vergleichbar mit der beobachteten Standardabweichung von cirka 1°C.

3. TRENDS DER VERGANGENHEIT

Die vorangehende Diskussion wird bestätigt durch die Analyse von Temperaturreihen (1846–2007). Die betrachteten Daten stammen aus der Schweiz, aber sie repräsentieren die Situation in ganz Zentraleuropa. Die Abbildung beschränkt sich auf extreme Rekorde. Die Rekordwerte bei den Monats- und den saisonalen Durchschnittstemepraturen stammen alle aus den letzten Jahren und stellen die bisherigen Rekordmarken geradezu in den Schatten (Abweichung vom langjährigen Mittel grösser als 3 Standardabweichungen).
Einige der neuen Rekorde liegen mehr als 5 Standardabweichungen über dem langjährigen Mittel und können durch die Statistik der Referenzperiode kaum erklärt werden, selbst wenn die bis anhin beobachtete mittlere Erwärmung berücksichtigt wird. Rein statistisch gesehen wäre ein monatliches oder saisonales Temperaturereignis, welches mehr als 3 Standardabweichungen vom Mittel abweicht, durchschnittlich alle 46 Jahre zu erwarten. In den Temperaturreihen der Schweiz wurden in den letzten 4 Jahren (2003-2007) jedoch 6 solche Ereignisse festgestellt (eines durchschnittlich alle 8 Monate). Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass es sich dabei um eine seltene zufällige Häufung von Extremen handelt, aber es ist viel wahrscheinlicher, dass der Klimawandel seine Spuren bereits in den Extremwerten hinterlässt.

4. SZENARIEN FÜR DIE ZUKUNFT

Als nächstes betrachten wir Szenarien zukünftiger europäischer Sommertemperaturen. Dazu wird von einer weiteren Zunahme des atmosphärische CO2-Gehalts ausgegangen, von heute 380 ppm auf 840 ppm am Ende dieses Jahrhunderts (IPCC SRES A2 Szenario). Dieses Treibhausgasszenario treibt eine Kette von 3 Klimamodellen an: ein globales gekoppeltes Klimamodell, ein globales atmosphärisches Modell, und ein regionales Modell mit einer horizontalen rechnerischen Auflösung von 56 Kilometer.
Die Klimasimulation der Gegenwart stimmt dabei qualitativ gut mit den Beobachtungen überein, wobei ein mittlerer Modellfehler von 0.9°C entfernt wurde. Im Vergleich dazu ist die zukünftige Verteilung der Sommertemperaturen durch zwei deutliche Veränderungen gekennzeichnet: eine mittlere Erwärmung von 4.6°C (Verschiebung der statistischen Verteilung nach rechts) und beinahe eine Verdoppelung der interannuellen Variabilität. Als Folge davon ist die Häufigkeit von extrem warmen Sommertemperaturen im Szenario-Zeitraum massiv höher, so dass die extremen Bedingungen des Sommers 2003 etwa jedes zweite Jahr zu erwarten sind. Infolge der Variabilitätszunahme sind selbst extrem hohe Sommertemperaturen von über 25°C denkbar.

5. KOPPLUNG MIT WASSERKREISLAUF

Es ist von zentraler Bedeutung, dass die Erwärmung der Temperaturen mit Veränderungen des Wasserkreislaufes gekoppelt ist. Die Verdunstung (von der Erdoberfläche und durch die Vegetation) hat einen wichtigen kühlenden Effekt auf das bodennahe Sommerklima. Veränderungen der hydrologischen Wasserspeicherung (in der Form

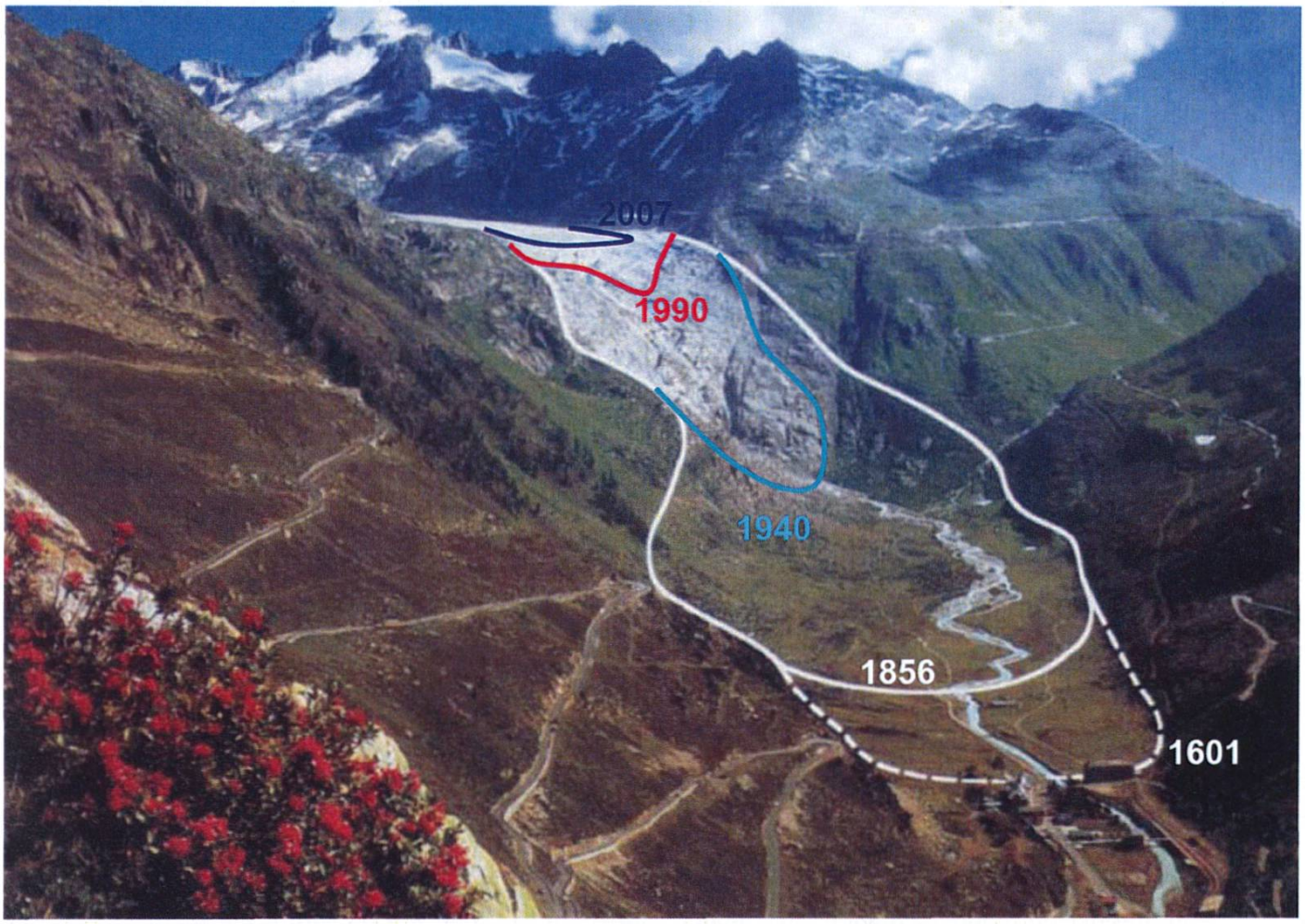
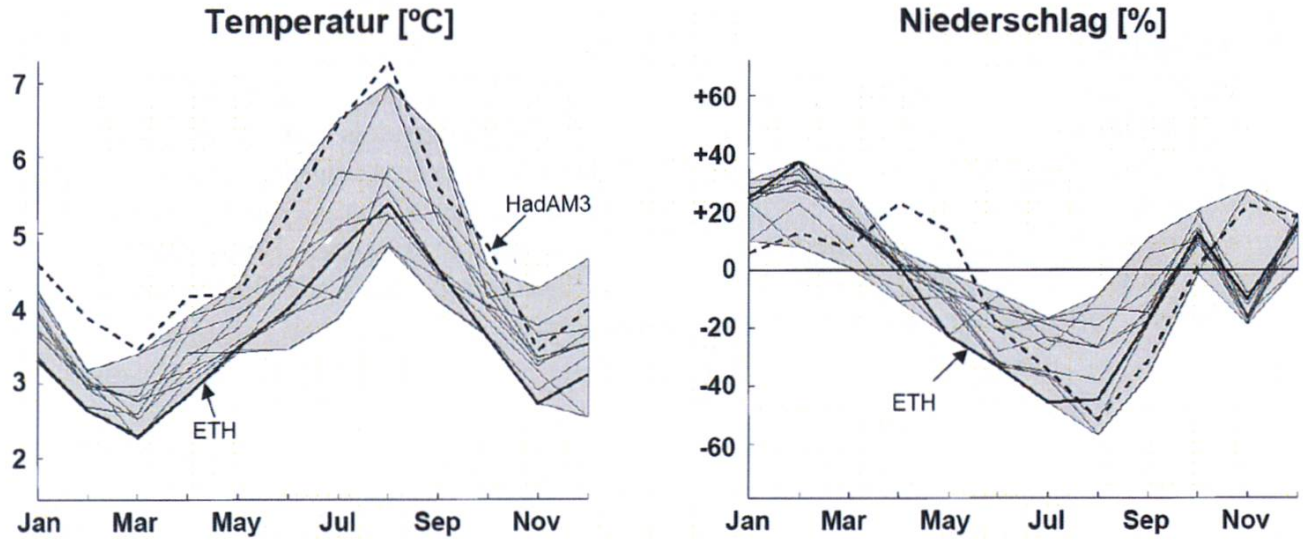


Bild oben (Abb. 1): Rhonegletscher

Bild unten (Abb.2) Szenario Alpenraum

Szenarios Alpenraum

2071-2100 gegenüber 1961-1990
Veränderungen des Jahresganges (2 AGCMs, 9 RCMs)



von Boden- und Grundwasser) haben dementsprechend einen wichtigen Einfluss auf die Sommertemperaturen: Trockene Sommer sind meist auch heisse Sommer, und Untersuchungen mit Klimamodellen zeigen, dass der Grundstein zu vergangenen sommerlichen Hitzewellen oft durch ein Niederschlagsdefizit im Frühjahr gelegt wurde, und dass die Wechselwirkungen zwischen Boden und Atmosphäre die Szenarien entscheidend beeinflusst.

Im Kontext der Klimaänderung spielt die erwartete Intensivierung des globalen Wasserkreislaufes eine wichtige Rolle. Darunter versteht man eine Zunahme des global gemittelten Wasserdampfgehalts (um cirka 7% pro °C globale Erwärmung) und eine Zunahme der global gemittelten Verdunstungs- und Niederschlagstätigkeit (um 1-3%/°C).

Die Intensivierung des Wasserkreislaufes verursacht im Mittel sowohl eine Zunahme von intensiven Niederschlägen, als auch eine Zunahme von Dürren. In vielen Regionen wird erwartet, dass sowohl die trockenen als auch die feuchten Extreme deutlich zunehmen werden. Klimamodelle prognostizieren etwa, dass das alpine Sommerklima trockener und heisser wird (Abb. 2), aber die kurzzeitigen Niederschlagsspitzen trotzdem zunehmen könnten.

6. AUSBLICK

Der anthropogene Klimawandel wird die Lebensbedingungen in Europa auf vielerlei Art und Weise verändern. Besonders beunruhigend sind die für den Sommer erwarteten Änderungen. Im Gegensatz zu den anderen Jahreszeiten werden Temperaturen vorhergesagt, welche ausserhalb unseres gegenwärtigen Erfahrungsbereichs liegen. Insgesamt unterscheidet sich das durch Klimamodelle simulierte Sommerklima Europas fundamental von demjenigen der Gegenwart und Vergangenheit: Mittlere Temperaturen im Bereich des Hitzesommers 2003, eine gegenüber dem jetzigen Klima möglicherweise stark erhöhte Variabilität, eine mittlere Abnahme der Niederschlagsmengen, eine Zunahme der Spitzenniederschläge und eine Zunahme der Dauer, Intensität und Häufigkeit schwerer Hitzewellen. Diese Trends hin zu Extremereignissen und Naturkatastrophen dürften sich im Alpenraum ausgeprägter zeigen als im Flachland.

Nebst Massnahmen im Bereich der Mitigation (Minderung des Klimawandels), sind auch Massnahmen im Bereich der Adaptation (Anpassung an den Klimawandel) notwendig. Erste Schritte in diese Richtung sind in den letzten Jahren bereits getroffen worden. Als unmittelbare Reaktion auf den Sommer 2003 wurde in vielen Ländern Europas Hitzewarnsysteme eingeführt, welche die Folgen zukünftiger Hitzewellen durch frühzeitige Massnahmen mindern sollen.

Von Christoph Schär und Erich M. Fischer, Inst. für Atmosphäre & Klima, ETH Zürich

C. Schär und E.M. Fischer, 2008: Der Einfluss des Klimawandels auf Hitzewellen und das Sommerklima Europas. Seiten 50-55 in: Warnsignal Klima: Gesundheitsrisiken - Gefahren für Pflanzen, Tiere & Menschen. 384 Seiten, ISBN 978-3980966849, zusammengestellt.