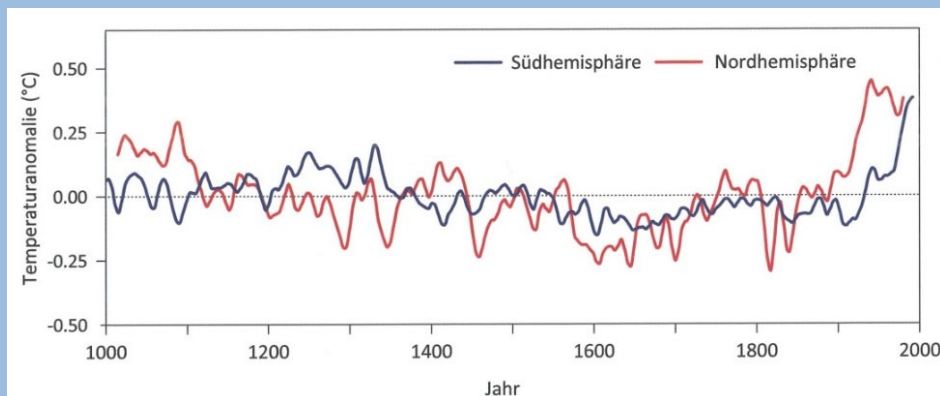


Naturkatastrophen, „saurer Regen“, Gletscherschwund Globale Umweltprobleme und Klimawandel aus umwelt- und klimahistorischer Sicht

Christian Rohr

Historisches Institut /
Oeschger Centre for
Climate Change Research
Universität Bern



Inhalte

- Warum ist der Blick zurück sinnvoll und notwendig?
 - Klimawandel begreifen
 - Auswirkungen menschlichen Handelns begreifen
- Klimawandel in der Geschichte – die letzten 2000 Jahre
 - Beschleunigte Veränderungen in den letzten 30 Jahren
- Der Rückgang der Gletscher in den Alpen
 - Bilder sagen mehr als 100 Kurven
- Globale Herausforderungen für Umwelt und Klima
 - *The limits to growth* (1972) und die Folgen
- Düstere Zukunftsszenarien und kleine Erfolgsgeschichten
 - „Saurer Regen“
 - Ozonloch
- Klimawissenschaften und Klimaskeptiker
- Die Klimakrise als Chance?

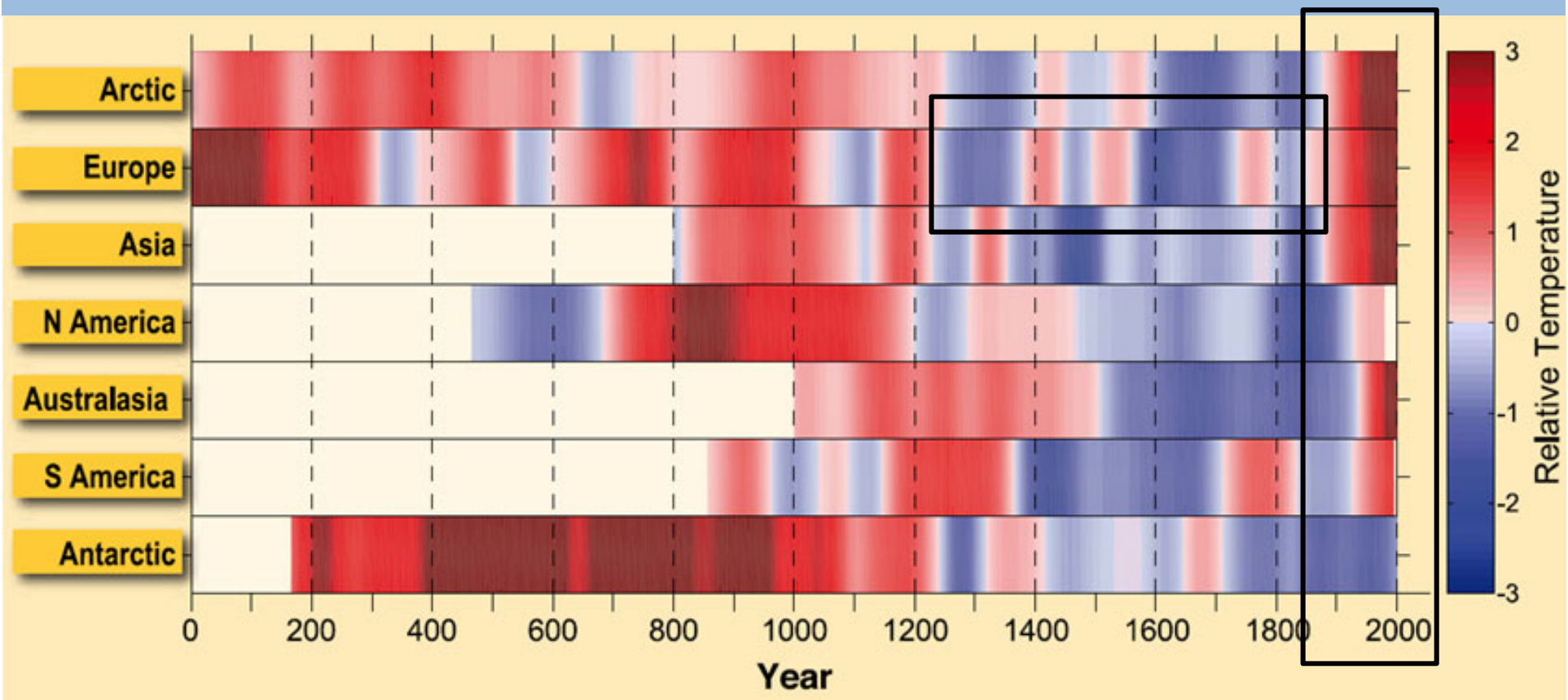
Den Klimawandel begreifen

- Grundfragen
 - Wie lässt sich eine diffuse, langfristige Entwicklung sichtbar und begreifbar machen?
 - Wie kommen wir vom Wissen zum Handeln?
- Vorbemerkung: Klima ist nicht gleich Wetter!
 - Wetter: aktueller Zustand der Atmosphäre
 - Witterung: kurzfristiger Zustand, z.B. einige Wochen, Jahreszeit
 - Klima: langfristige, durchschnittliche Entwicklung (30-Jahr-Einheiten)
- Können wir Klimawandel und Umweltveränderungen „spüren“?
 - Grafische Darstellung von Klimadaten über eine lange Zeit
 - Statistische Häufigkeit von Extremereignissen
 - Visualisierung der Auswirkungen, z.B. Rückgang der Gletscher
- Veränderungen menschlichen Handelns meist nicht aufgrund abstrakter Kurven, sondern nach katastrophalen Ereignissen

Klimawandel in der Geschichte

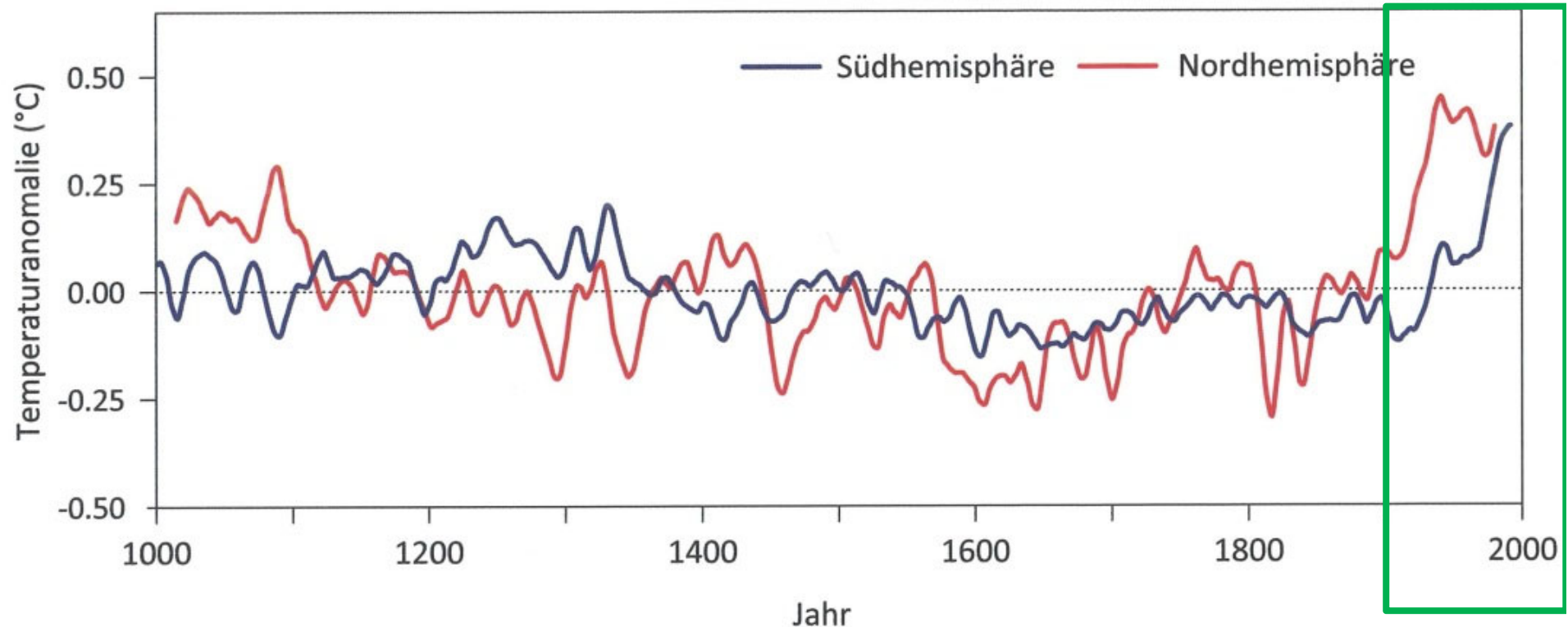
- Wechsel von Warm- und Kaltzeiten im Holozän, der erdgeschichtlichen Periode seit der letzten Eiszeit
- Entwicklungen seit der Römerzeit
 - Römerzeitliches Klimaoptimum (ca. 200 v. Chr. - 150 n. Chr.)
 - Völkerwanderungszeitliche Kaltphase (ca. 150/250-750/900)
 - Hochmittelalterliches Klimaoptimum/Klimaanomalie (ca. 750/900-1250/1300)
 - „Kleine Eiszeit“ (ca. 1300-1850) mit internen Schwankungen
 - Allgemeine, vorwiegend anthropogene Erderwärmung seit der Industrialisierung („Anthropozän“)

Langfristige Klimaverläufe der letzten 2000 J. Rekonstruktion auf der Basis von Archiven der Natur



Quelle: Wanner 2016: 138, aufbauend auf 511 unterschiedlichen
Zeitreihen von Klimazeigern (Proxies)

Langfristige Klimaverläufe der letzten 1000 J. Rekonstruktion für die Süd- und Nordhemisphäre auf der Basis von Archiven der Natur und des Menschen

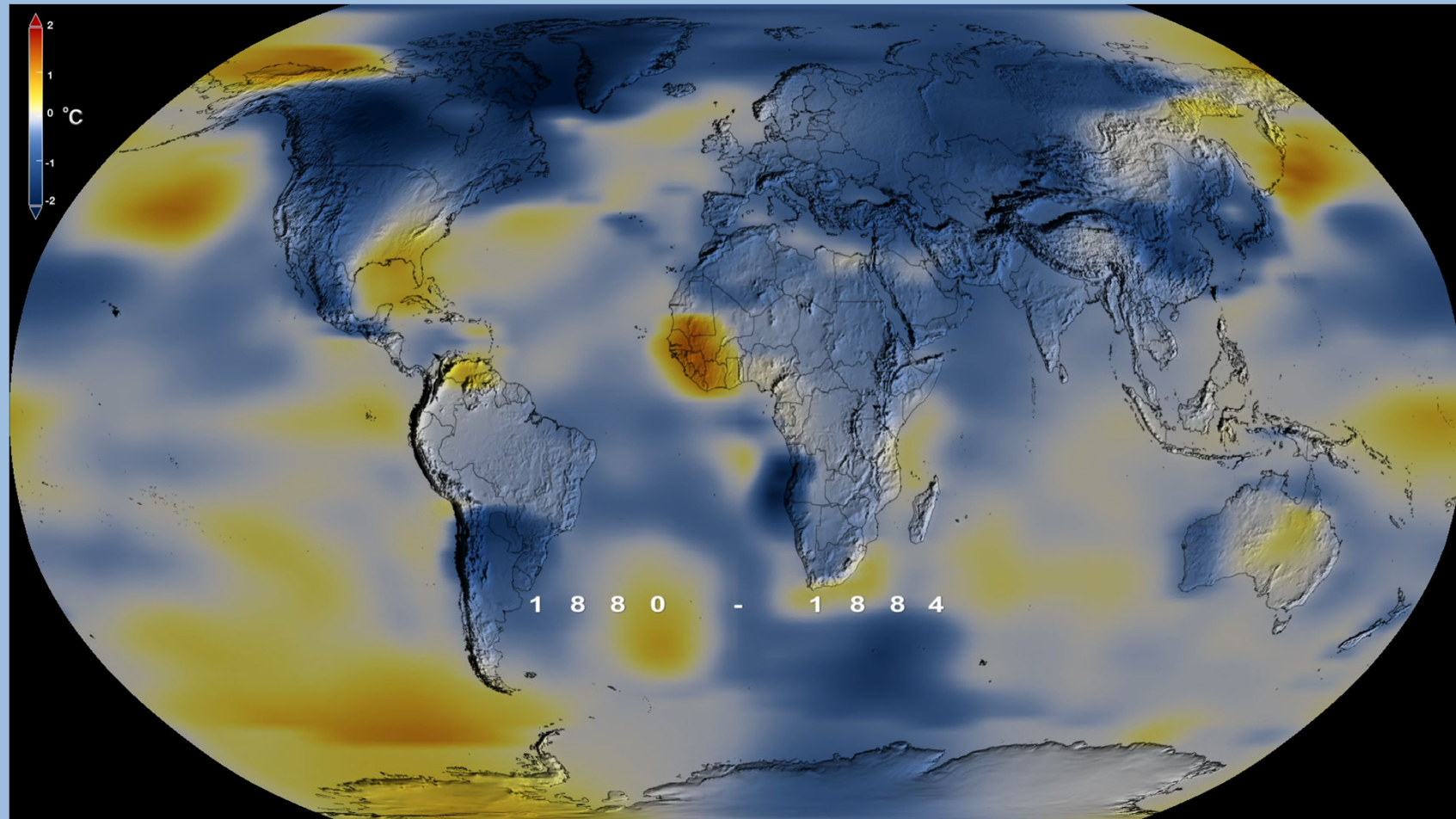


Quelle: Wanner 2016: 146, aufbauend auf unterschiedlichen Zeitreihen von natürlichen und vom Menschen beobachteten Klimazeigern (Proxies)

Klimaentwicklung, 1880-2020

Temperaturen im Vergleich zu 1951-1980. Quelle: NASA
Scientific Visualization Studio, Robert B. Schmunk

<https://svs.gsfc.nasa.gov/4882>



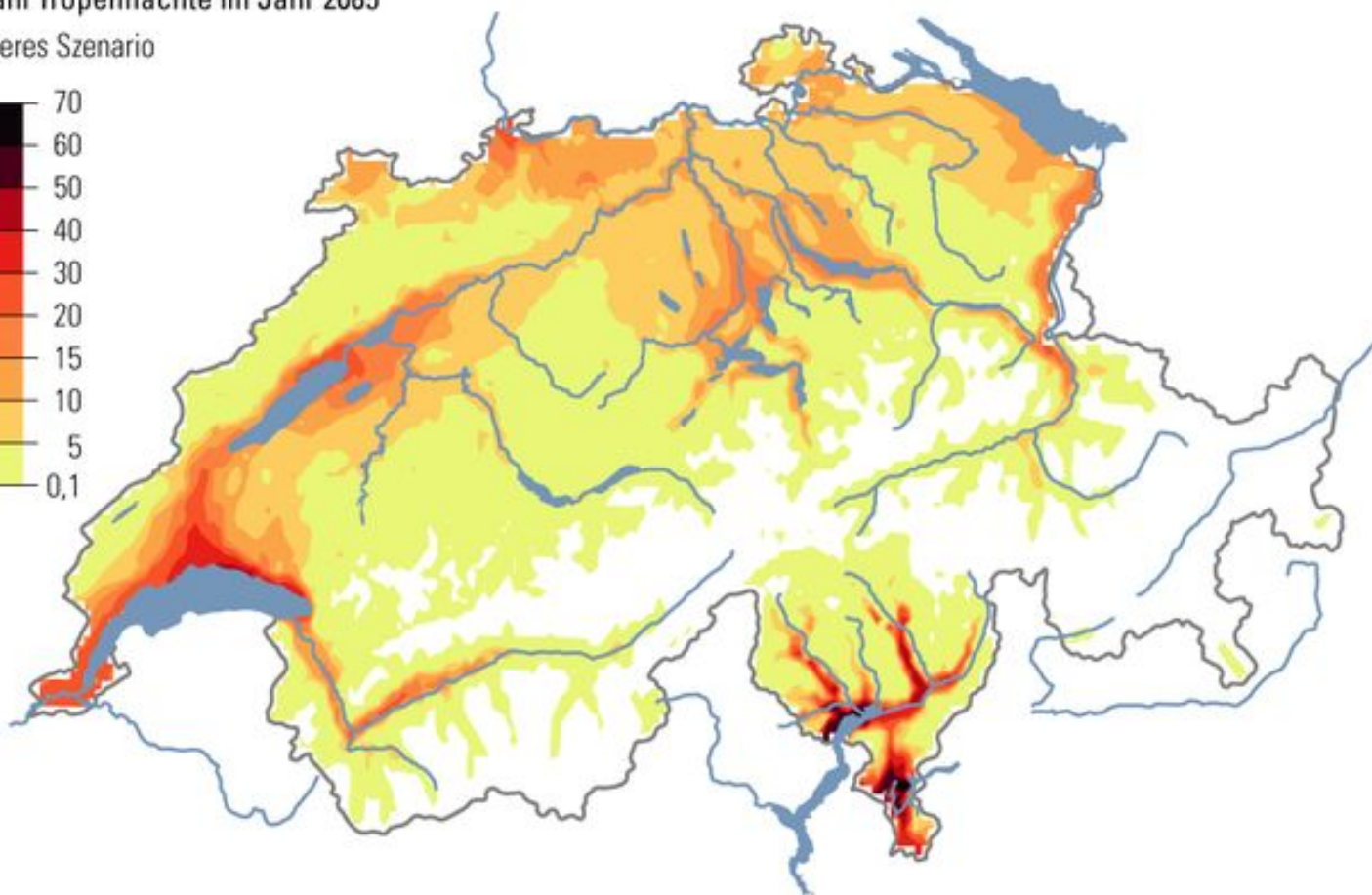
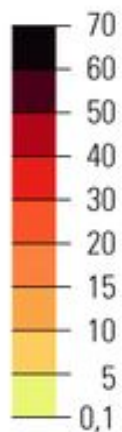
Klimaprognosen, Schweiz 2085

Anzahl der Tropennächte (über 25 Grad)

Auswirkungen des Klimawandels in der Schweiz

Anzahl Tropennächte im Jahr 2085

Mittleres Szenario



Quelle:
MeteoSchweiz,
NZZ

Der Rückgang der Gletscher seit 1850

Rhonegletscher bei Gletsch (1856/2009)



Quelle: www.euroclimhist.unibe.ch,
Fotos: Alexandre Pierre Bertrand (1856)
bzw. Samuel Nussbaumer (2009)

Der Rückgang der Gletscher seit 1850

Der Rhonegletscher bei Gletsch heute



Fotos: Christian Rohr (Oktober 2018)

Bildquellenanalyse als Methode der Klimageschichte

- Historische Veränderungen der Gletscher
 - Naturwissenschaftliche Befunde
 - Eisbohrkerne
 - Geologische Untersuchungen der Endmoränen
 - Bildquellen (Gemälde, Zeichnungen, Fotos)
- Bildquellen und ihre Auswertung für die Gletscherforschung
 - Ausreichend dichtes Korpus zu einem spezifischen Gletscher über eine längere Zeit (z.B. Oberer und Unterer Grindelwaldgletscher)
 - Serielle Ikonografie
- Herausforderungen der Bildquellenanalyse
 - Unterschiedliche Bildmedien
 - Unterschiedliche Perspektiven
 - Markante Orientierungspunkte zum Vergleich nötig
 - Genaue Datierung (Jahr, Jahreszeit) oft nicht eruierbar

Bildquellenanalyse zum Unteren Grindelwaldgletscher

Alle Bildausschnitte nach Zumbühl et al. 2016: 110



Caspar Wolf, 1774/1776 (Öl auf Leinwand; Detail)



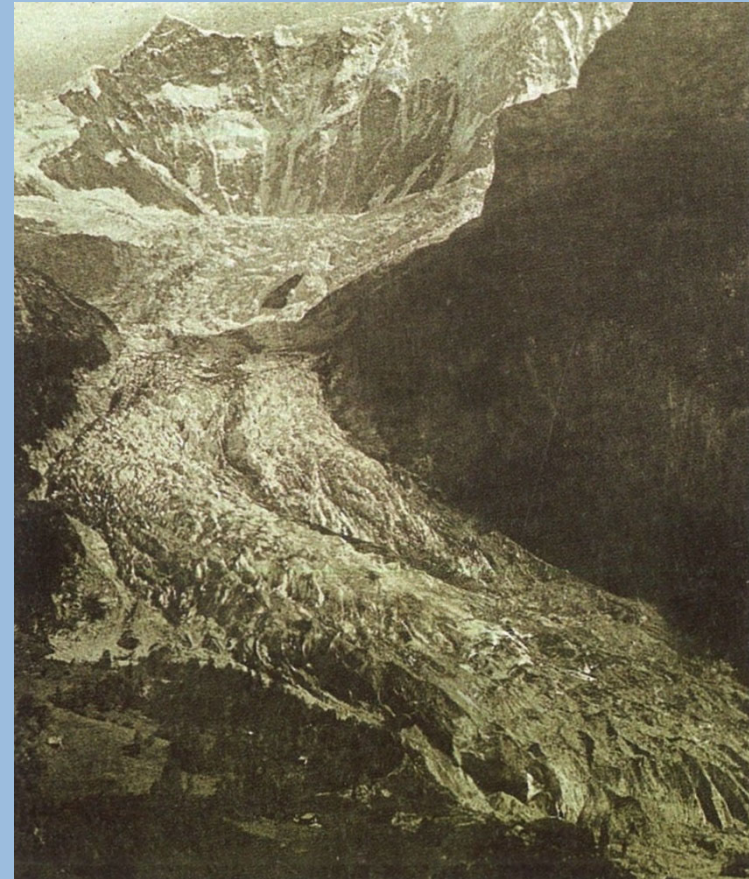
Johann Jakob Biedermann, 1812 (Öl auf Leinwand; Detail)

Bildquellenanalyse zum Unteren Grindelwald- gletscher

Alle Bildausschnitte nach Zumbühl et al. 2016: 110



Samuel Birman, September 1826
(Bleistift, Aquarell, Gouache; Detail)



Aimé Civiale, 1859 (Fotografie;
Detail)

Bildquellenanalyse zum Unteren Grindelwaldgletscher

Alle Bildausschnitte nach Zumbühl et al. 2016: 110



Julius Beck, 1868 (Fotografie;
Detail)



Samuel Nussbaumer, 2013
(Fotografie; Detail)

Globale Herausforderungen für Umwelt und Klima

- Zweifel am Wachstumsoptimismus in den 1970er- und 1980er-Jahren
 - *The Limits to Growth*, erstellt im Auftrag des Club of Rome (1972)
 - Umdenken während der Erdölkrise 1973/74
 - Dürrekatastrophen in der Sahara in den 1970er- und 1980er-Jahren
- Klimawandeldiskussion kommt aber in den 1970er-Jahren noch nicht richtig in Schwung
 - Unklarheit über das Ausmass des anthropogenen Anteils
 - Unklarheit über die langfristigen Entwicklungen (Erwärmung oder Abkühlung)
- Erst die wissenschaftlichen Studien zu den Auswirkungen von Ozonloch und „saurem Regen“ haben Breitenwirkung
- Umweltkonferenz in Rio (1992) als Anstoss, Umwelt- und Klimafragen auf nationaler und internationaler Ebene anzugehen

Globale Herausforderungen für Umwelt und Klima

The Limits to Growth (1972) und die Folgen

- Studie einer Forscher*nnengruppe um Donella und Dennis L. Meadows
- Analyse von fünf Tendenzen mit globaler Ausrichtung
 - Industrialisierung
 - Bevölkerungswachstum
 - Unterernährung
 - Ausbeutung von Rohstoffreserven
 - Zerstörung von Lebensraum
- Grundaussagen
 - Erreichen der Wachstumsgrenzen absehbar
 - Signifikantes Absinken von Bevölkerungszahl und industrieller Kapazität
 - Einige Rohstoffressourcen gehen noch im 20. Jahrhundert aus
 - Irreparable Schäden für die Umwelt

Globale Herausforderungen für Umwelt und Klima

The Limits to Growth (1972) und die Folgen

- Studie auf der Basis von Computersimulationen
 - Datengrundlage auch von den Autor*innen als (noch) unzureichend angesehen
- Sehr kontroverse Aufnahme des Berichts
 - „irresponsible nonsense“ (Newsweek, 13. 3. 1972)
 - Hinterfragung der Wachstumsszenarien (exponentiell oder linear?)
 - Rolle nachhaltigerer Technologien und Ressourcennutzung?
- 1992: *Beyond the limits. Global collapse or a sustainable future*
 - Neue Simulationen auf besserer Datenbasis
 - Treibhauseffekt und Ozonloch als neue zentrale Themen
- 2002/2004: *Limits to Growth: The 30-Year Update*
 - Bodenqualität und Überfischung als neue wichtige Themen
- 2012: *2052: A Global Forecast for the Next Forty Years*
 - Stark von den Klimawandelsszenarien geprägt

„Saurer Regen“

- Starke Zunahme von Luftverschmutzung seit den 1970er-Jahren
 - Industrie und Haushalte auf Basis fossiler Brennstoffe
 - Zunahme des individuellen Autoverkehrs
 - Regen enthält v.a. Schwefel- und Stickoxide (SO_x, NO_x)
- „Unerwartete“ Verbesserung nach dem Fall des „Eisernen Vorhangs“
 - Rasche Stilllegung veralteter Industriekomplexe
- Technologieschub im Autoverkehr und Wiederbelebung des öffentlichen Verkehrs
 - Rasches, europaweites Verbot von verbleitem Benzin
 - Strengere Abgasnormen (Katalysatorpflicht)
- Waldsterben tritt nicht wie befürchtet ein
 - Apokalyptische Szenarien im Brundtland-Bericht von 1987
 - Achtung: auch als Argument von Klimaskeptikern missbraucht

Folgen des „sauren Regens“ in den 1980er-Jahren



Durch sauren Regen abgestorbener Wald (Bayerischer Wald)

Die Waldsterbensdebatte der 1980er-Jahre Gro Harlem Brundtland-Bericht (1987)

„[Es gibt] Umwelt-Entwicklungen, die unseren Planeten grundlegend zu verändern drohen und das Überleben vieler auf ihm lebender Arten – den Menschen eingeschlossen – gefährden. So verwandeln sich Jahr für Jahr weitere 6 Millionen Hektar landwirtschaftlich nutzbarer Fläche in unfruchtbare Wüste. Über einen Zeitraum von drei Jahrzehnten entspricht dies einer Fläche etwa so groß wie Saudi-Arabien. Mehr als 11 Millionen Hektar Wald werden jährlich vernichtet; eine Fläche, die – ebenfalls auf dreißig Jahre hochgerechnet – der Größe Indiens entspricht. Ein Großteil dieser ehemaligen Waldflächen verwandelt sich in landwirtschaftliche Niedrigertragsflächen, die den besiedelten Bauern kein Überleben sichern. In Europa führt der saure Regen zum Waldsterben sowie zum Absterben des Lebens in Gewässern und zerstört das künstlerische und architektonische Erbe ganzer Nationen. Riesige Gebiete sind möglicherweise bereits derart versauert, dass eine dauerhafte Abhilfe gar nicht mehr möglich ist. ...

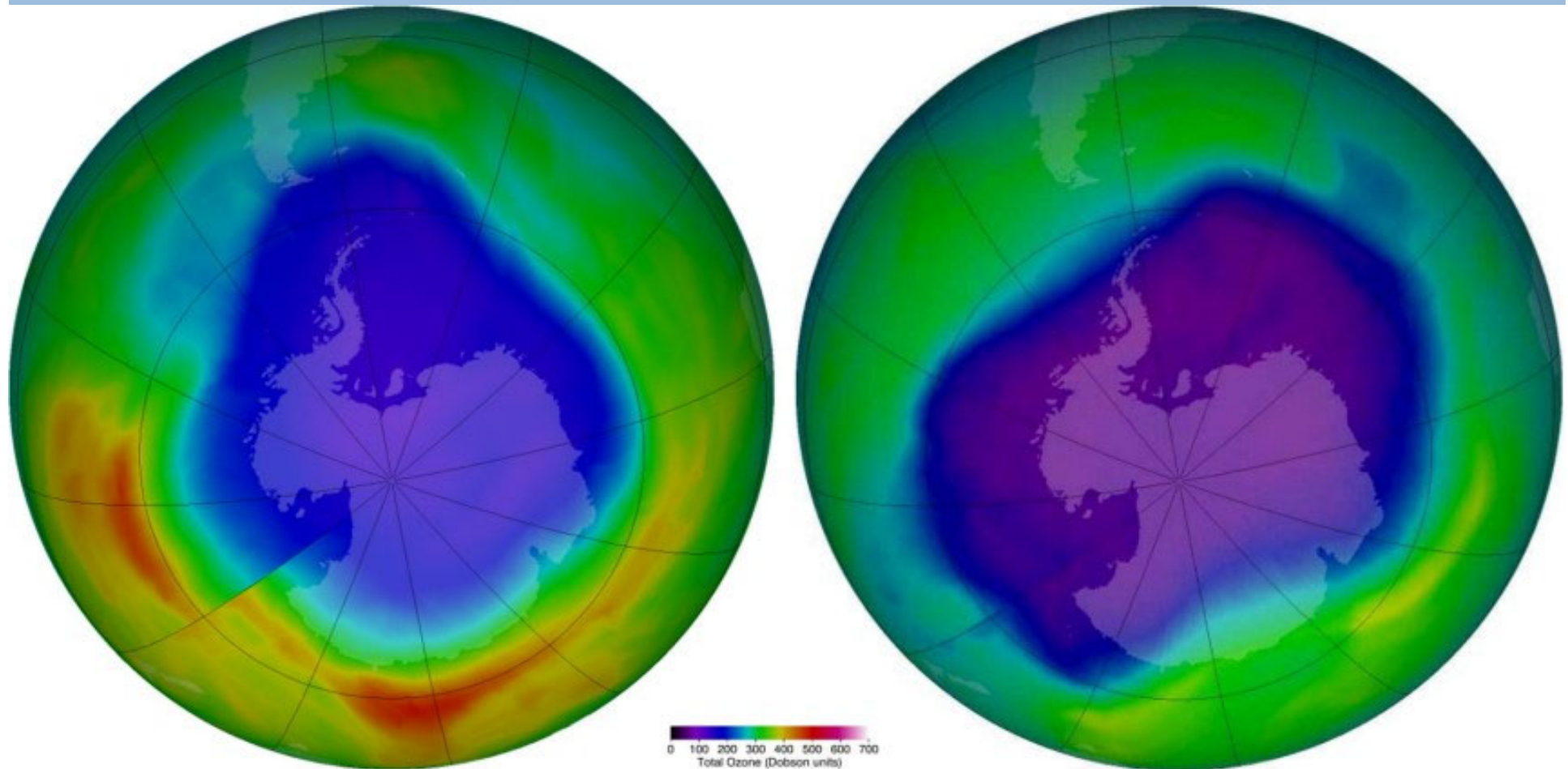
Die Waldsterbensdebatte der 1980er-Jahre Gro Harlem Brundtland-Bericht (1987)

... Die Verbrennung fossiler Energieträger führt zu einem Anstieg des Kohlendioxids in der Luft und damit zu einer allmählichen weltweiten Erwärmung. Bereits Anfang des nächsten [= 21.] Jahrhunderts kann der durch diesen Treibhauseffekt verursachte weltweite Temperaturanstieg zu einer Verlagerung der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen sowie – bedingt durch den Anstieg des Meeresspiegels – zu einer Überflutung von Küstenstädten und zu wirtschaftlichem Chaos führen. In der industriellen Fertigung verwendete flüchtige Gase bedrohen den schützenden Ozonschild der Erde derart, dass bei einem weiteren Abbau der Ozonschicht mit einem drastischen Anstieg der Krebsarten bei Mensch und Tier sowie darüber hinaus mit einer Unterbrechung der Nahrungskette in den Meeren zu rechnen ist. Über Industrie und Landwirtschaft gelangen giftige Stoffe in die menschliche Nahrungsmittelkette und in das Grundwasser und verursachen dort nicht wiedergutzumachende Umweltschäden.“

Die „Entdeckung“ des Ozonlochs

- Ozonloch: starke Ausdünnung der Ozonschicht über den Polkap-
pen, insbesondere über der Antarktis
 - Auslöser: Chloratome, insbesondere aus Fluorchlorkohlenwasser-
stoffen (FCKW)
 - UV-B-Anteil der Sonneneinstrahlung nimmt signifikant zu und führt zu
deutlich erhöhtem Krebsrisiko
- „Entdeckung“ des Mechanismus in den 1970er-Jahren
- „Erfolgsgeschichte“ Verbot der FCKW
 - Umweltproteste seit den 1980er-Jahren (Greenpeace und andere
Umweltschutzorganisationen)
 - Politik in Europa führt rasch FCKW-Verbot in Kühlschränken und
Spraydosen sowie Stopp der Chlorbleiche ein
 - Rückgang des Ozonlochs seit einigen Jahren (Höchststand: 2006)

Der Rückgang des Ozonlochs über der Antarktis (2006-2012)



Quelle: NASA

Der Aufstieg der Klimawissenschaften

Die Gründung des IPCC

- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) wird 1988 eingerichtet
 - Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP)
 - Weltorganisation für Meteorologie (WMO)
 - Konservative Reagan-Administration mit anfänglicher Führungsrolle
- Ziele
 - Zusammenfassung der Ergebnisse aller weltweit im Bereich der Klimatologie führenden Wissenschaftler*innen
 - Zunächst ist für jeden Bericht der Konsens aller beteiligten Regierungen nötig
- Berichte ab 1990 in Fünf- bis Siebenjahresschritten

Der Aufstieg der Klimawissenschaften

Die Entwicklung des IPCC

- 1. Bericht 1990
 - Sicherheit darüber, dass es einen natürlichen Treibhauseffekt gäbe und dass der Mensch die Konzentration einiger Treibhausgase erhöhe
 - Globale Temperaturerhöhung prognostiziert
- 2. Bericht 1996
 - Datenlage legt nahe, dass der Mensch einen merklichen ('discernible') Einfluss auf das globale Klima des 20. Jahrhunderts habe
- 3. Bericht 2001
 - Anthropogener Einfluss auf das globale Klima kann nicht nur mit grösserer Sicherheit nachgewiesen werden, sondern der Einfluss kann auch quantifiziert werden

Der Aufstieg der Klimawissenschaften

Die Entwicklung des IPCC

- 4. Bericht 2007
 - Vom Menschen verursachte Emissionen von Treibhausgasen sind die hauptsächliche Ursache der Erderwärmung (mit einer Wahrscheinlichkeit von über 90 Prozent)
 - IPCC erhält 2007 gemeinsam mit dem ehemaligen US-Vizepräsidenten Al Gore den Friedensnobelpreis
- 5. Bericht 2013
 - Sicherheit über den anthropogenen Anteil des Klimawandels nimmt weiter zu
 - Neben der physikalischen Basis rücken immer mehr die Aspekte der Mitigation und Adaption in den Mittelpunkt
- 6. Bericht 2021
 - Der Report bezeichnet es als „eindeutig“, dass menschliche Aktivitäten Ozeane, Atmosphäre und Landflächen erwärmt haben
 - Die Jahre 2016-2020 waren die wärmsten seit 1850

Der Einfluss menschlichen Handelns auf den Klimawandel

- IPCC Reports werden fortlaufend immer deutlicher hinsichtlich des Einflusses des Menschen auf den Klimawandel
- Witterungs- und klimabezogene Extremereignisse: Es sind nicht nur die Treibhausgase!
 - Erd- und Meereserwärmung durch Treibhauseffekt
 - Versiegelung des Bodens
 - Fehlende Retentionsflächen in dicht besiedelten Regionen
 - Abholzungen in tropischen Regionen
 - Problematische Monokulturen (z.B. Mais)
 - Etc.

Klimaskeptiker und ihre Methoden

- Unsicherheit, ob der Treibhauseffekt insgesamt zur Erwärmung oder Abkühlung führt, ist heute weitgehend beseitigt
- Dennoch leugnen einige wenige Wissenschaftler*innen (weniger als 5%) die Klimaerwärmung
 - Ausmass der Erderwärmung hänge von zu vielen Parametern ab, als dass sichere Ergebnisse erzielt werden können
 - Anteil des Menschen sei schwer quantifizierbar
 - Einige Prognosen hätten sich als unzutreffend herausgestellt
- Naomi Oreskes: Merchants of Doubt (2010)
 - Aufdeckung der Methoden der Klimaskeptiker
 - George Marshall Institute als konservativer, von der Schwerindustrie gesponserter Thinktank in den USA (mit Verbindungen nach Europa)
 - Gezieltes Lobbying und Medienarbeit
 - Diskreditierung der überwiegenden Mehrheit an Wissenschaftler*innen und des IPCC

Die Klimakrise als Chance?

- Krise von altgriechisch „krisis“ (= „Entscheidung“)
 - Es braucht klare, wohl überlegte, aber rasche Entscheidungen
 - Verbote bzw. verbindliche Regelungen nicht a priori als negativ sehen (siehe Verbote im Verkehrsbereich)

Erkenntnisse aus dem Blick in die Vergangenheit

1. Der Mensch hat es in der Hand, Entwicklungen hinsichtlich Klimawandel und Umweltzerstörung massgeblich auch im positiven Sinn zu beeinflussen
2. Verbindliche Regelungen, z.T. verbunden mit finanziellen Anreizen zum Umstieg, haben sich in der Vergangenheit bewährt und sind im Sinne des Gemeinwohls unumgänglich, national und international
3. Intelligente Technologien werden auch in Zukunft eine wesentliche Rolle spielen – davon können auch kleine, innovative Länder profitieren
4. Innovative Systemumstellungen rechnen sich meist nach einiger Zeit (vgl. Elektrifizierung der Eisenbahn vor 100 Jahren)

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Prof. Dr. Christian Rohr
Historisches Institut / Oeschger Centre for Climate Change Research
Universität Bern
christian.rohr@hist.unibe.ch