

Hej Greta! Tack för din klimatstrejk!

<https://translate.google.com/?client=safari&sxsrf=ACYBGNS4I7gc7GFfMCI9-Qjbq2UPND-NSw:1571946376420&uact=5&um=1&ie=UTF-8&hl=de&client=tw-ob#view=home&op=translate&sl=de&tl=sv&text=Hallo%20Greta!%20Danke%20für%20deinen%20Klimastreik!>

Geschichte des Klimawandels

Michael Schmitt
Institut für Physikalische Chemie I
Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Ergänzung zur letzten Vorlesung

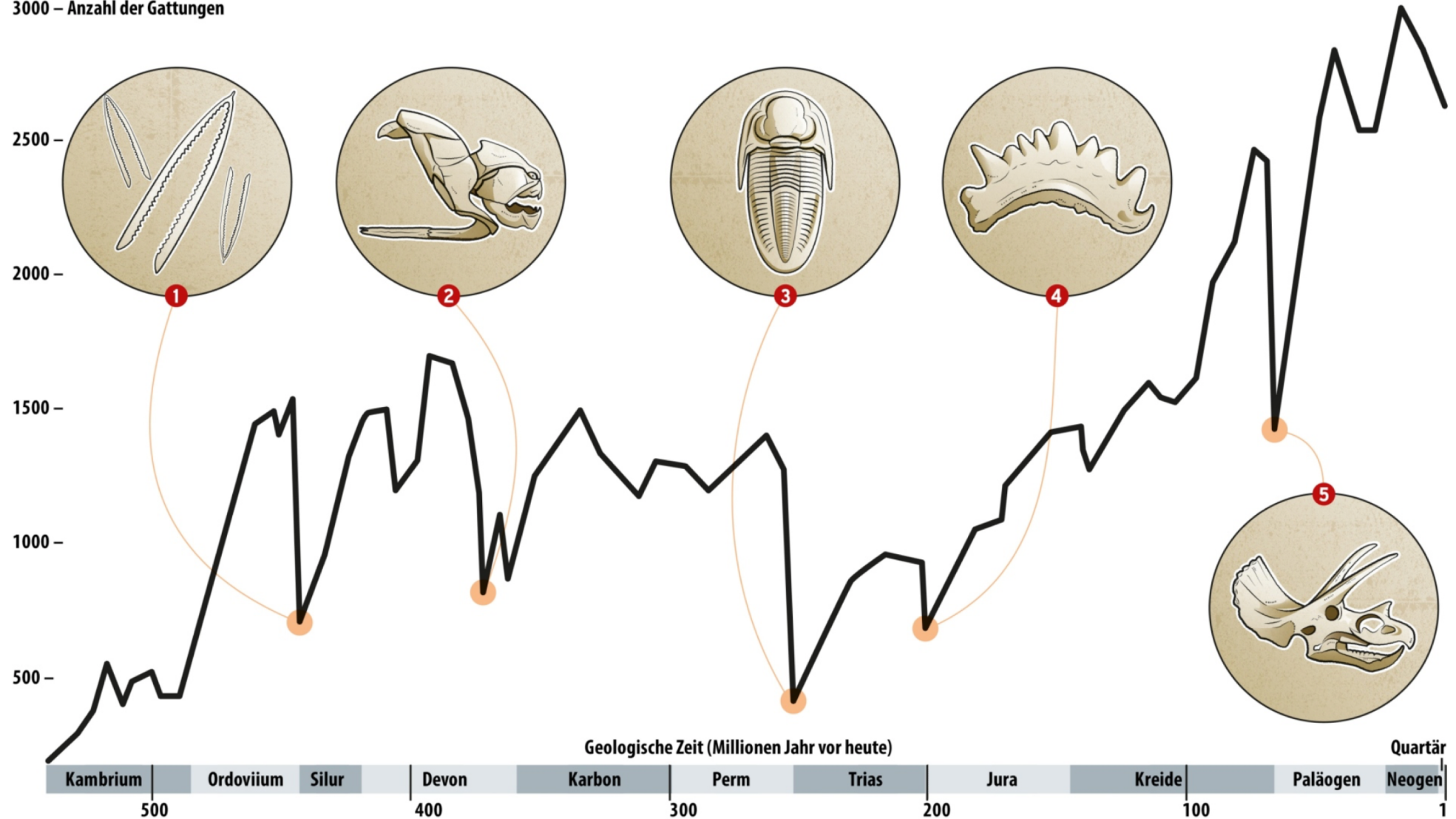
Wir leben im 6. Massenaussterben ...

- 1. MA: vor 444 Millionen Jahren am Ende des Ordoviziums. Grund: Temperatur, CO₂
- 2. MA: vor 359 Millionen Jahren am Ende des Devons. Nur marine Organismen. Grund unbekannt
- 3. MA: vor 252 Millionen Jahren am Ende des Perms. 90% aller Arten. Grund: Erwärmung
- 4. MA: vor 201 Millionen Jahren in der späten Trias. 75% aller Arten. Grund Vulkanismus
- 5. MA: vor 66 Millionen Jahren am Ende der Kreidezeit. 60% aller Arten. Grund: Asteroid

Bis zu einer Million Tier- und Pflanzenarten werden innerhalb der nächsten Jahrzehnte durch den Einfluss des Menschen an der Rand der Ausrottung gedrängt werden. Und die zunehmende Luftverschmutzung, schwindende Fischbestände, der Verlust von Trinkwasserreserven, bestäubenden Insekten und für den Küstenschutz wichtigen Mangroven stelle für die Menschheit kein geringes Risiko dar als der Klimawandel. (IPBES)

Ergänzung zur letzten Vorlesung

3000 – Anzahl der Gattungen

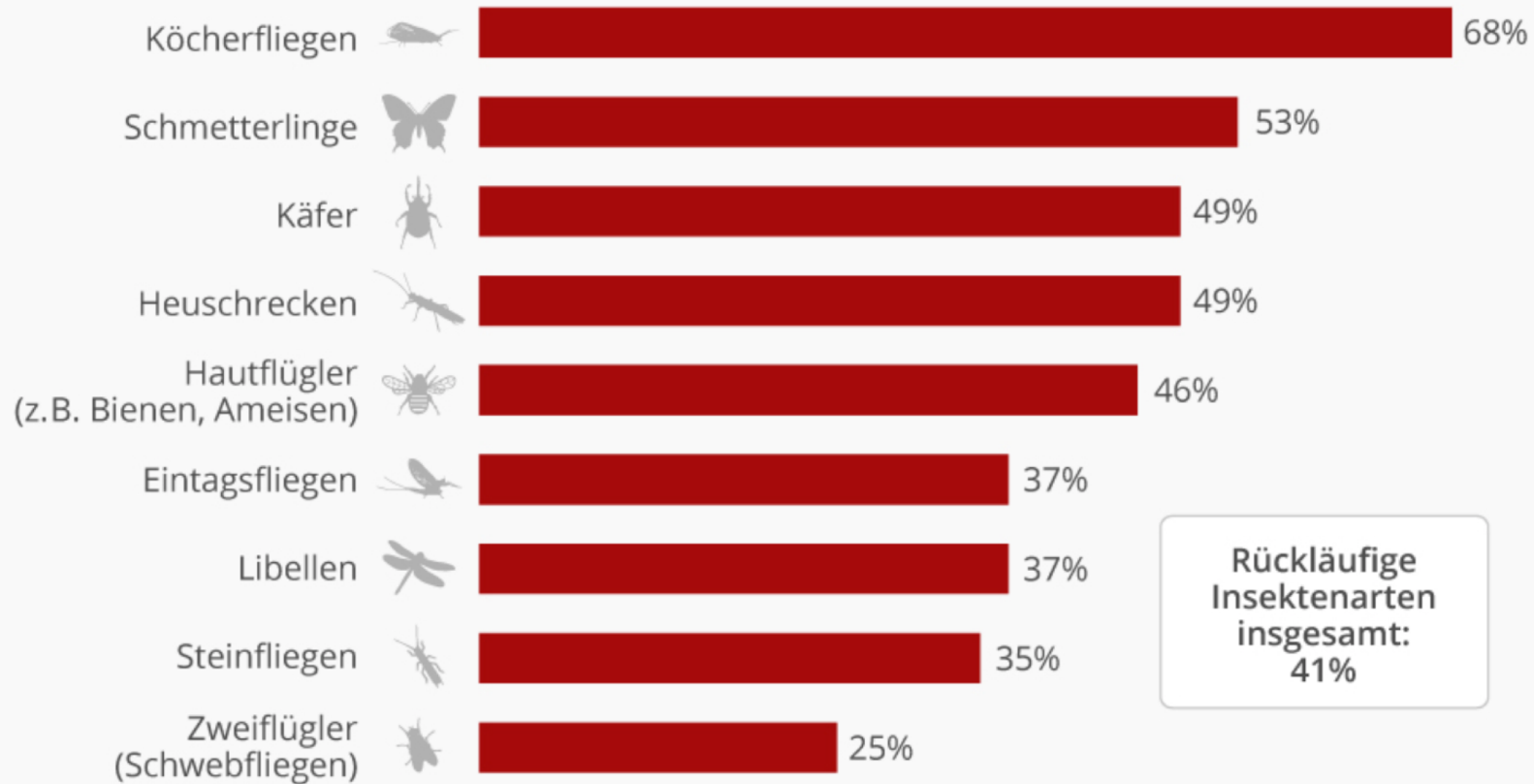


© F.A.Z.-Grafik Piron / Illustration D. Röttle

Ergänzung zur letzten Vorlesung

Insektensterben: Nicht nur Bienen sind bedroht

Anteil rückläufiger Insektenarten im Jahr 2019



Ergänzung zur letzten Vorlesung

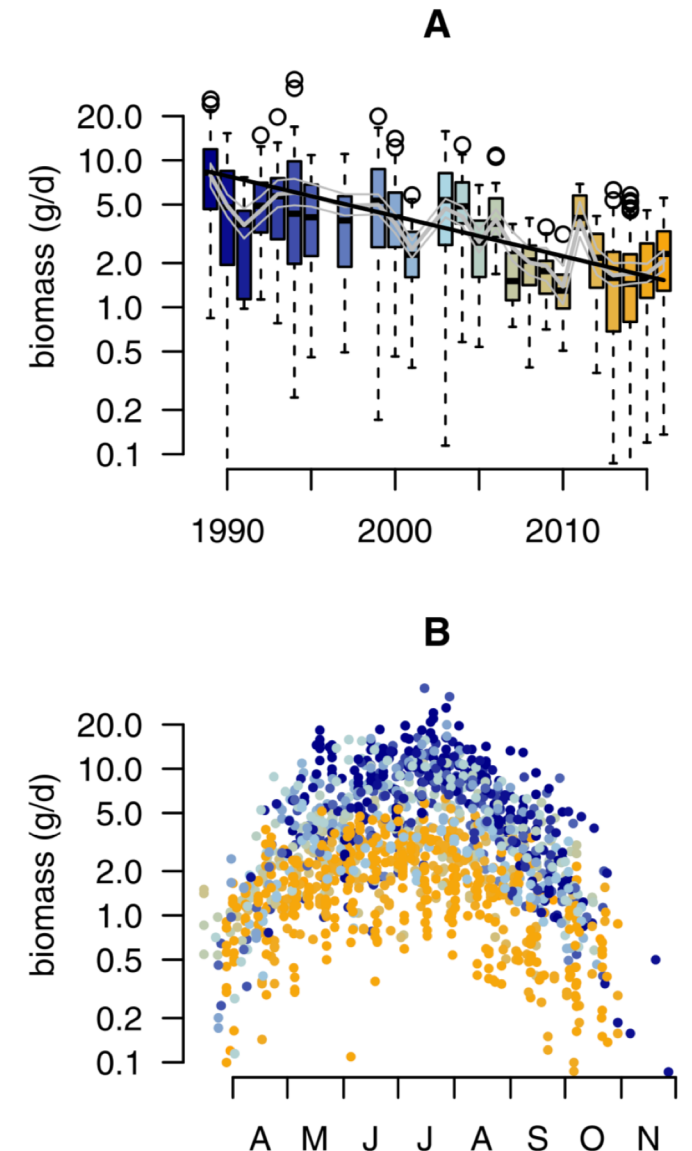
RESEARCH ARTICLE

More than 75 percent decline over 27 years in total flying insect biomass in protected areas

Caspar A. Hallmann^{1*}, Martin Sorg², Eelke Jongejans¹, Henk Siepel¹, Nick Hofland¹, Heinz Schwan², Werner Stenmans², Andreas Müller², Hubert Sumser², Thomas Hörrén², Dave Goulson³, Hans de Kroon¹

¹ Radboud University, Institute for Water and Wetland Research, Animal Ecology and Physiology & Experimental Plant Ecology, PO Box 9100, 6500 GL Nijmegen, The Netherlands, ² Entomological Society Krefeld e.V., Entomological Collections Krefeld, Marktstrasse 159, 47798 Krefeld, Germany, ³ University of Sussex, School of Life Sciences, Falmer, Brighton BN1 9QG, United Kingdom

Temporal distribution of insect biomass. (A) Boxplots depict the distribution of insect biomass (gram per day) pooled over all traps and catches in each year (n = 1503). (B) Seasonal distribution of insect biomass showing that highest insect biomass catches in mid summer show most severe declines. Color gradient in both panels range from 1989 (blue) to 2016 (orange).



Ergänzung zur letzten Vorlesung

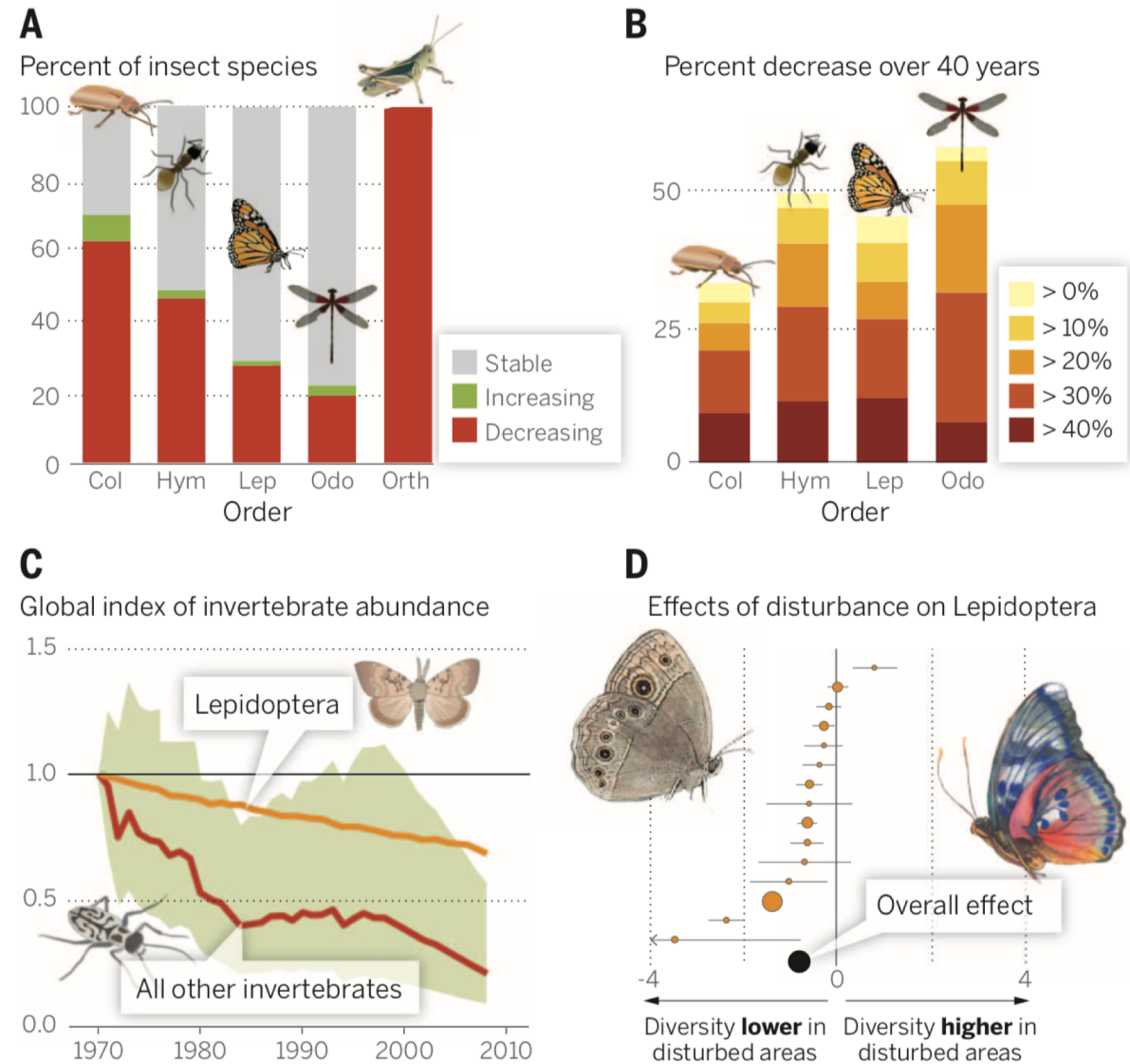
REVIEW

Defaunation in the Anthropocene

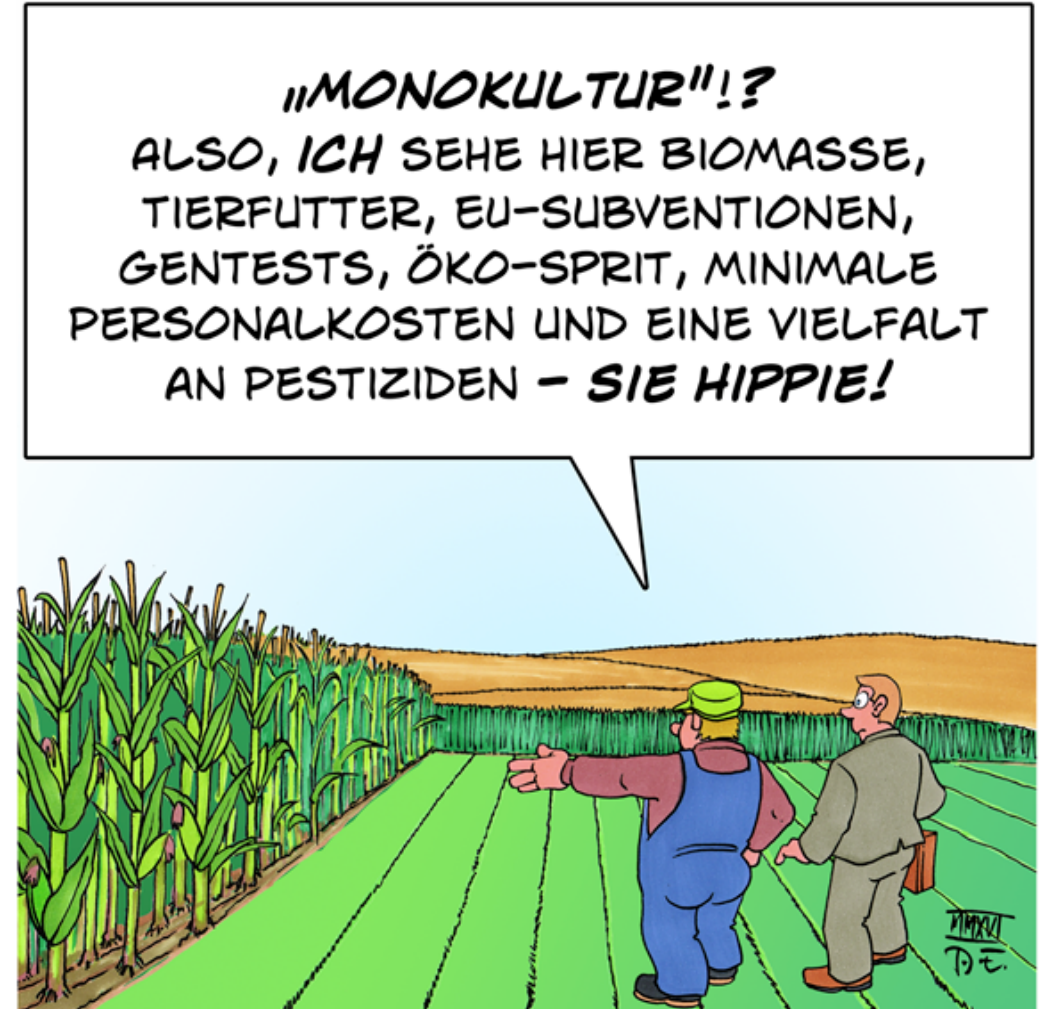
Rodolfo Dirzo,^{1*} Hillary S. Young,² Mauro Galetti,³ Gerardo Ceballos,⁴
Nick J. B. Isaac,⁵ Ben Collen⁶

We live amid a global wave of anthropogenically driven biodiversity loss: species and population extirpations and, critically, declines in local species abundance. Particularly, human impacts on animal biodiversity are an under-recognized form of global environmental change. Among terrestrial vertebrates, 322 species have become extinct since 1500, and populations of the remaining species show 25% average decline in abundance. Invertebrate patterns are equally dire: 67% of monitored populations show 45% mean abundance decline. Such animal declines will cascade onto ecosystem functioning and human well-being. Much remains unknown about this “Anthropocene defaunation”; these knowledge gaps hinder our capacity to predict and limit defaunation impacts. Clearly, however, defaunation is both a pervasive component of the planet’s sixth mass extinction and also a major driver of global ecological change.

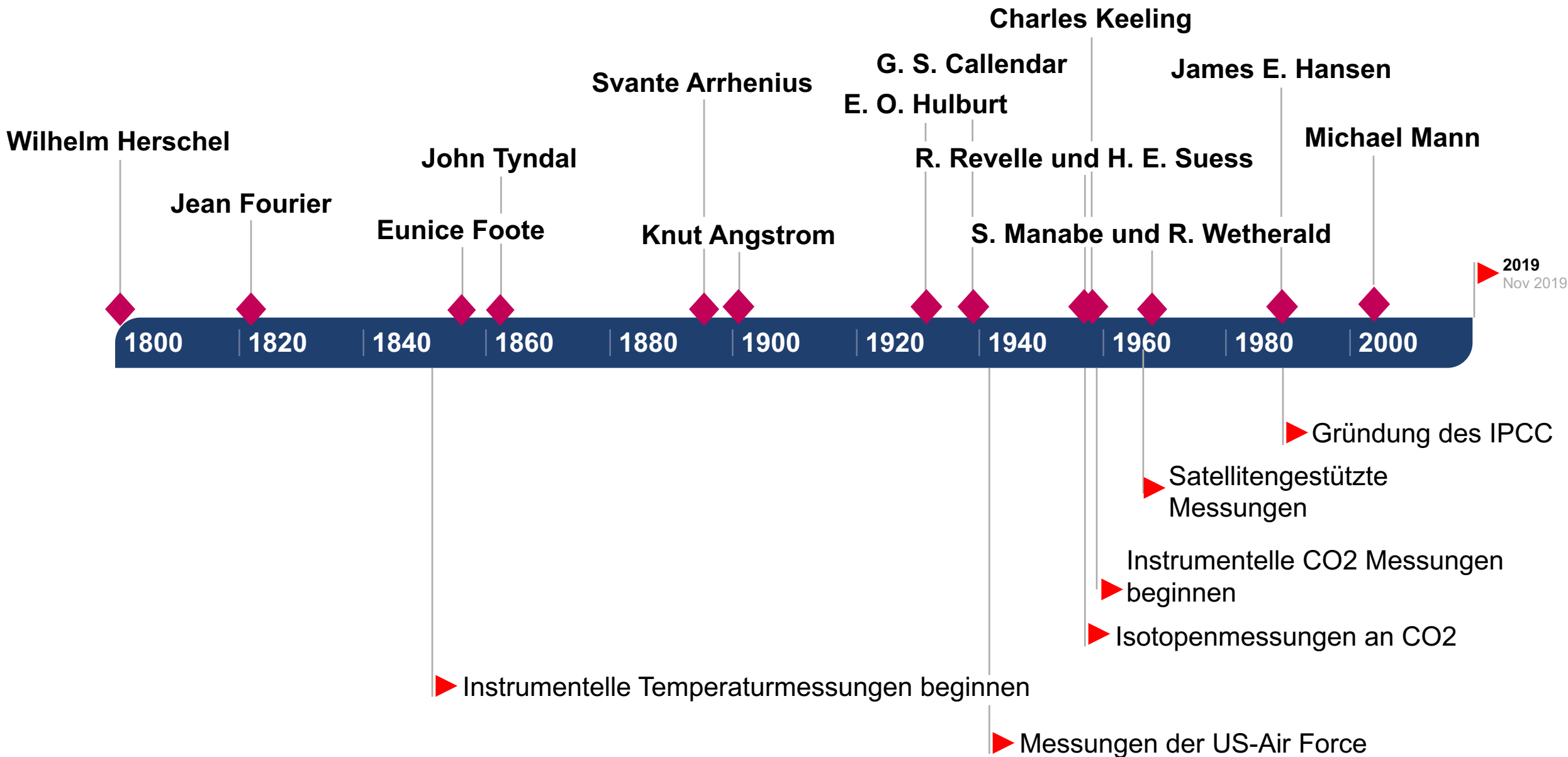
Fig. 1. Evidence of declines in invertebrate abundance. (A) Of all insects with IUCN-documented population trends, 33% are declining, with strong variation among orders (19). (B) Trends among UK insects (with colors indicating percent decrease over 40 years) show 30 to 60% of species per order have declining ranges (19). (C) Globally, a compiled index of all invertebrate population declines over the past 40 years shows an overall 45% decline, although decline for Lepidoptera is less severe than for other taxa (19). (D) A meta-analysis of effects of anthropogenic disturbance on Lepidoptera, the best-studied invertebrate taxon, shows considerable overall declines in diversity (19).



Ergänzung zur letzten Vorlesung

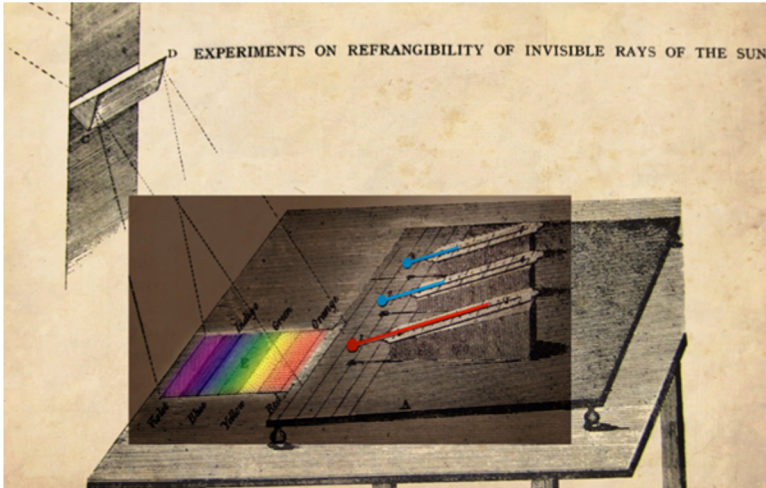


Meilensteine der Klimaforschung



Meilensteine der Klimaforschung

1820 **Wilhelm Herschel** entdeckt die infrarote Strahlung



Ich wünschte die beste und sicherste zu wissen, die Sonne durch große Teleskope von ansehnlicher Öffnung und Vergrößerung zu betrachten.

Zu dem Ende stellte ich eine Reihe von Versuchen mit verschieden gefärbten Gläsern an, die ich auf mannigfaltige Art miteinander verband, um daraus die

schicklichste Verbindung zu verdunkelnden Sonnengläsern zu nehmen. Was mich nicht wenig überraschte, war, dass ich bei einigen, die nur wenig Licht hindurch ließen, doch eine merkliche Wärme verspürte, dagegen bei anderen viel lichthelleren fast keine Wärme fühlte.



Meilensteine der Klimaforschung

1820 Jean Claude Fourier

MÉMOIRE

SUR

LES TEMPÉRATURES DU GLOBE TERRESTRE ET
DES ESPACES PLANÉTAIRES.

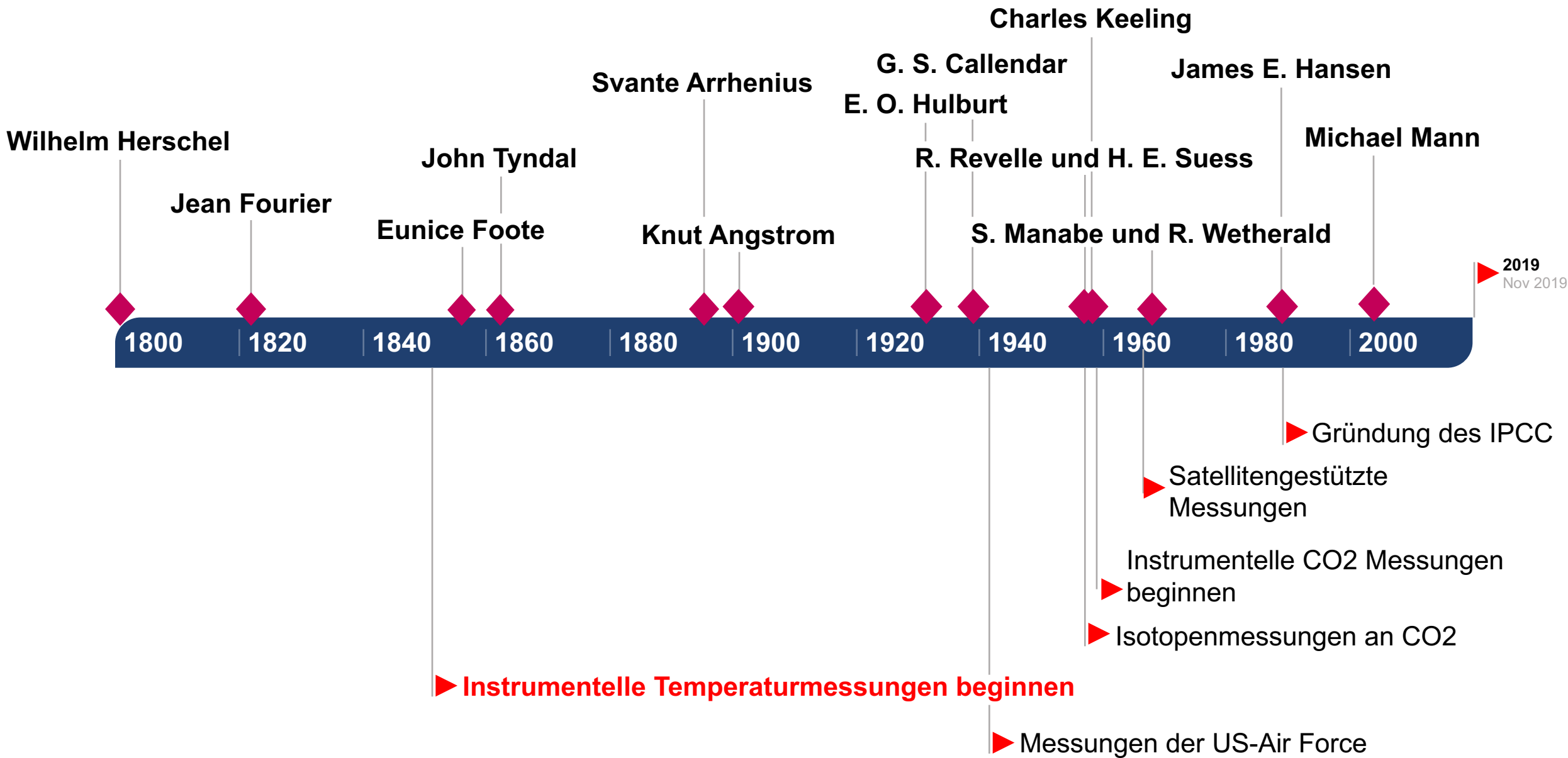
PAR M. FOURIER.



C'est ainsi que la temperature est augmentée par l'interposition de l'atmosphère, parce que la chaleur trouve moins d'obstacle pour pénétrer l'air, étant à l'état de lumière, qu'elle n'en trouve pour repasser dans l'air lorsqu'elle est convertie en chaleur obscure."

So also steigt die Temperatur gerade durch das Dazwischenstellen der Atmosphäre, da die Wärme in Lichtform leichter in Luft eindringt als wenn sie sich erstmal in Form der dunklen Wärme (IR-Strahlung) befindet.

Meilensteine der Klimaforschung



Meilensteine der Klimaforschung

1856 Eunice Foote

382 *On the Heat in the Sun's Rays.*

ART. XXXI.—*Circumstances affecting the Heat of the Sun's Rays;*
by EUNICE FOOTE.

(Read before the American Association, August 23d, 1856.)

My investigations have had for their object to determine the different circumstances that affect the thermal action of the rays of light that proceed from the sun.

Several results have been obtained.

First. The action increases with the density of the air, and is diminished as it becomes more rarified.

The experiments were made with an air-pump and two cylindrical receivers of the same size, about four inches in diameter and thirty in length. In each were placed two thermometers, and the air was exhausted from one and condensed in the other. After both had acquired the same temperature they were placed in the sun, side by side, and while the action of the sun's rays rose to 110° in the condensed tube, it attained only 88° in the other. I had no means at hand of measuring the degree of condensation or rarefaction.

The observations taken once in two or three minutes, were as follows:

Exhausted Tube.		Condensed Tube.	
In shade.	In sun.	In shade.	In sun.
75	80	75	80
76	82	78	95
80	82	80	100
82	86	82	105
84	88	85	110

This circumstance must affect the power of the sun's rays in different places, and contribute to produce their feeble action on the summits of lofty mountains.

Secondly. The action of the sun's rays was found to be greater in moist than in dry air.

In one of the receivers the air was saturated with moisture—the other it was dried by the use of chlorid of calcium.

Both were placed in the sun as before and the result was as follows:

Dry Air.		Damp Air.	
In shade.	In sun.	In shade.	In sun.
75	75	75	75
78	88	78	90
82	102	82	105
82	104	82	110
82	105	82	114
88	108	92	120

383 *Marcou's Geological Map of the United States.*

The high temperature of moist air has frequently been observed. Who has not experienced the burning heat of the sun that precedes a summer's shower? The isothermal lines will, I think, be found to be much affected by the different degrees of moisture in different places.

Thirdly. The highest effect of the sun's rays I have found to be in carbonic acid gas.

One of the receivers was filled with it, the other with common air, and the result was as follows:

In Common Air.		In Carbonic Acid Gas.	
In shade.	In sun.	In shade.	In sun.
80	90	80	90
81	94	84	100
80	99	84	110
81	100	85	120

The receiver containing the gas became itself much heated—very sensibly more so than the other—and on being removed, it was many times as long in cooling.

An atmosphere of that gas would give to our earth a high temperature; and if as some suppose, at one period of its history the air had mixed with it a larger proportion than at present, an increased temperature from its own action as well as from increased weight must have necessarily resulted.

On comparing the sun's heat in different gases, I found it to be in hydrogen gas, 104°; in common air, 106°; in oxygen gas, 108°; and in carbonic acid gas, 125°.

ART. XXXII.—*Review of a portion of the Geological Map of the United States and British Provinces by Jules Marcou,** by WILLIAM P. BLAKE.

GEOLOGICAL maps of the United States published in Europe and widely circulated among European geologists, are necessarily regarded by us with no small degree of attention and curiosity. This is more especially true, when such maps embrace regions of which the geography has only recently been made known and the geology has never before been laid down on a map with any approach to accuracy.

The recent geological map and profile by M. J. Marcou, which has appeared in the *Annales des Mines* and in the *Bulletin of*

* Carte Géologique des États-Unis et des Provinces Anglaises de l'Amérique du Nord par Jules Marcou. *Annales des Mines*, 5e Série, T. vii, p. 279. Published also with the following:
Résumé explicatif d'une carte géologique des États-Unis et des provinces anglaises de l'Amérique du Nord, avec un profil géologique allant de la vallée du Mississippi aux côtes du Pacifique, et une planche de fossiles, par M. Jules Marcou. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Mai, 1855, p. 812.



An atmosphere of that gas [CO₂] would give to our earth a high temperature; and if as some suppose, at one period of its history the air had mixed with it a larger proportion than at present, an increased temperature [...] must have necessarily resulted.

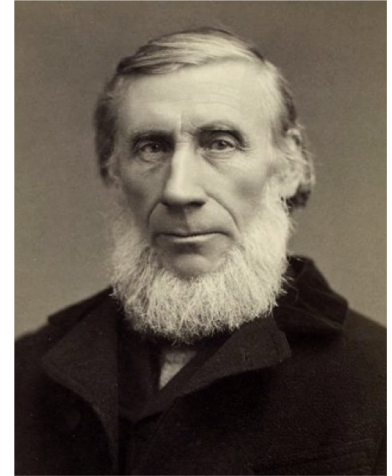
Meilensteine der Klimaforschung

1862 John Tyndall

PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS.

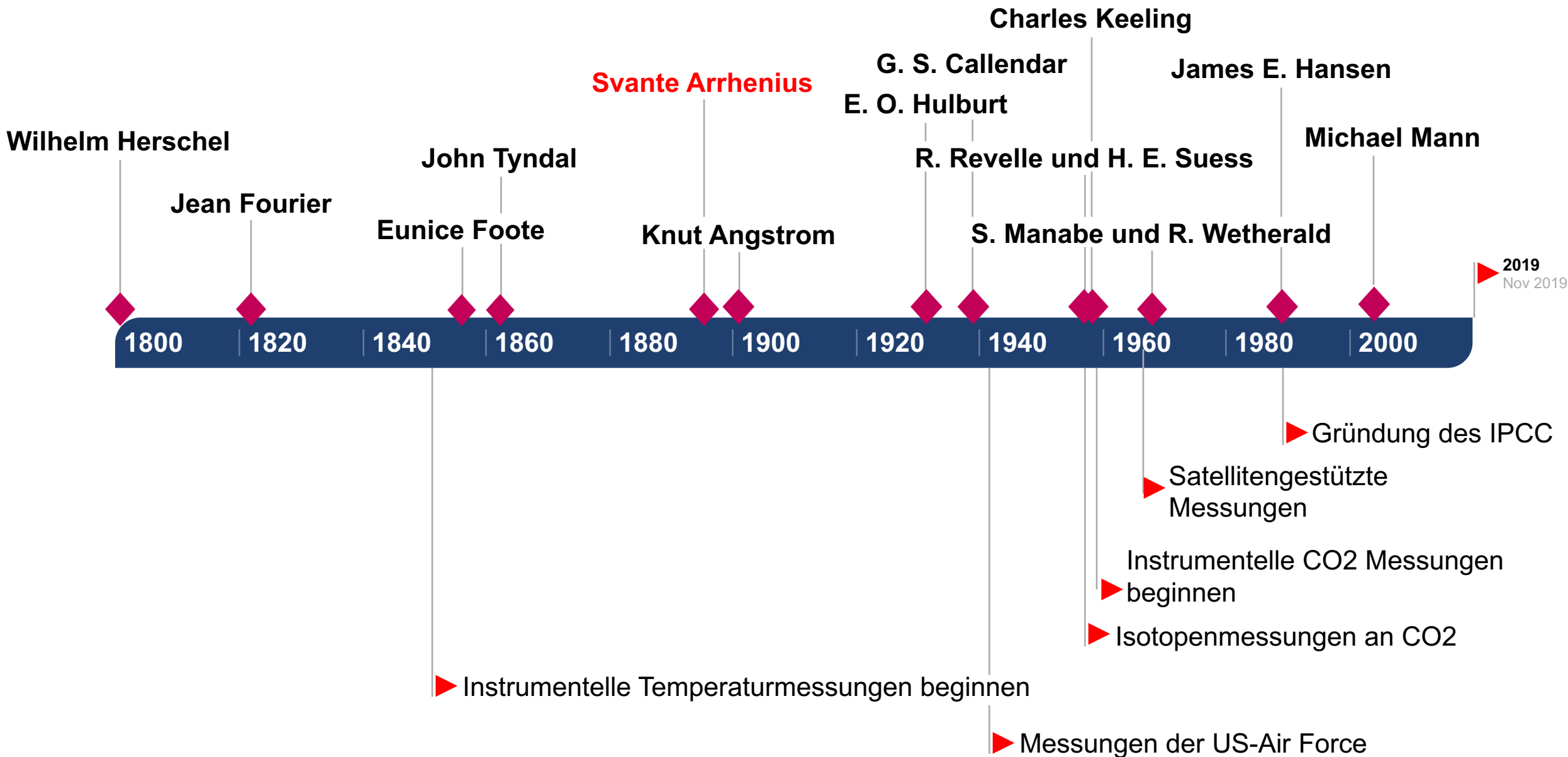
I. THE BAKERIAN LECTURE.—*On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours, and on the Physical Connexion of Radiation, Absorption, and Conduction.*
By JOHN TYNDALL, Esq., F.R.S., Member of the Academies and Societies of Holland, Geneva, Göttingen, Zürich, Halle, Marburg, Breslau, la Société Philomathique of Paris, &c.; Professor of Natural Philosophy in the Royal Institution, and in the Government School of Mines.

Received January 10,—Read February 7, 1861.



As a dam built across a river causes a local deepening of the stream, so our atmosphere, thrown as a barrier across the terrestrial rays, produces a local heightening of the temperature at the Earth's surface.

Meilensteine der Klimaforschung



Meilensteine der Klimaforschung

1896 Svante Arrhenius

A P R I L 1896.

*XXXI. On the Influence of Carbonic Acid in the Air upon
the Temperature of the Ground. By Prof. SVANTE
ARRHENIUS *.*



Svante Arrhenius war der Erste, der den Zusammenhang zwischen der globalen Temperatur und dem CO₂ Gehalt quantifizierte.

Er erwartete einen Temperaturanstieg um etwa 5°C bei Verdopplung des atmosphärischen CO₂.

Arrhenius sah die Erwärmung durchaus als positiven Effekt an.

Meilensteine der Klimaforschung

1931 Edward Olsen Hulburt

NOVEMBER 15, 1931

PHYSICAL REVIEW

VOLUME 38

THE TEMPERATURE OF THE LOWER ATMOSPHERE OF THE EARTH*

BY E. O. HULBURT
NAVAL RESEARCH LABORATORY
(Received October 9, 1931)



Calculation shows that doubling or tripling the amount of the carbon dioxide of the atmosphere increases the average sea level temperature by about 4 and 7 K, respectively; halving or reducing to zero the carbon dioxide decreases the temperature by similar amounts. Such changes in temperature are about the same as those which occur when the earth passes from an ice age to a warm age, or vice versa. Thus the calculation indicates that the carbon dioxide theory of the ice ages, originally proposed by Tyndall, is a possible theory.

Meilensteine der Klimaforschung

1938 Guy Stewart Callendar

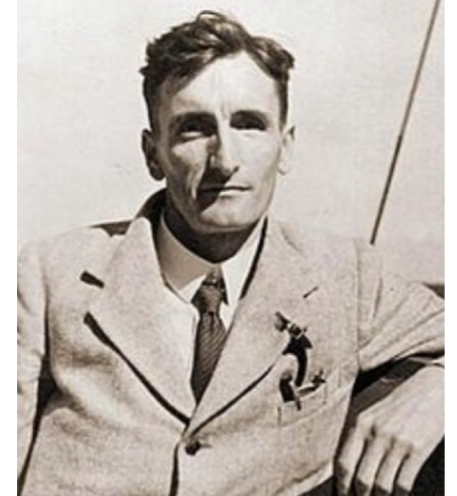
THE ARTIFICIAL PRODUCTION OF CARBON DIOXIDE AND ITS INFLUENCE ON TEMPERATURE

By G. S. CALLENDAR

(Steam technologist to the British Electrical and Allied Industries
Research Association.)

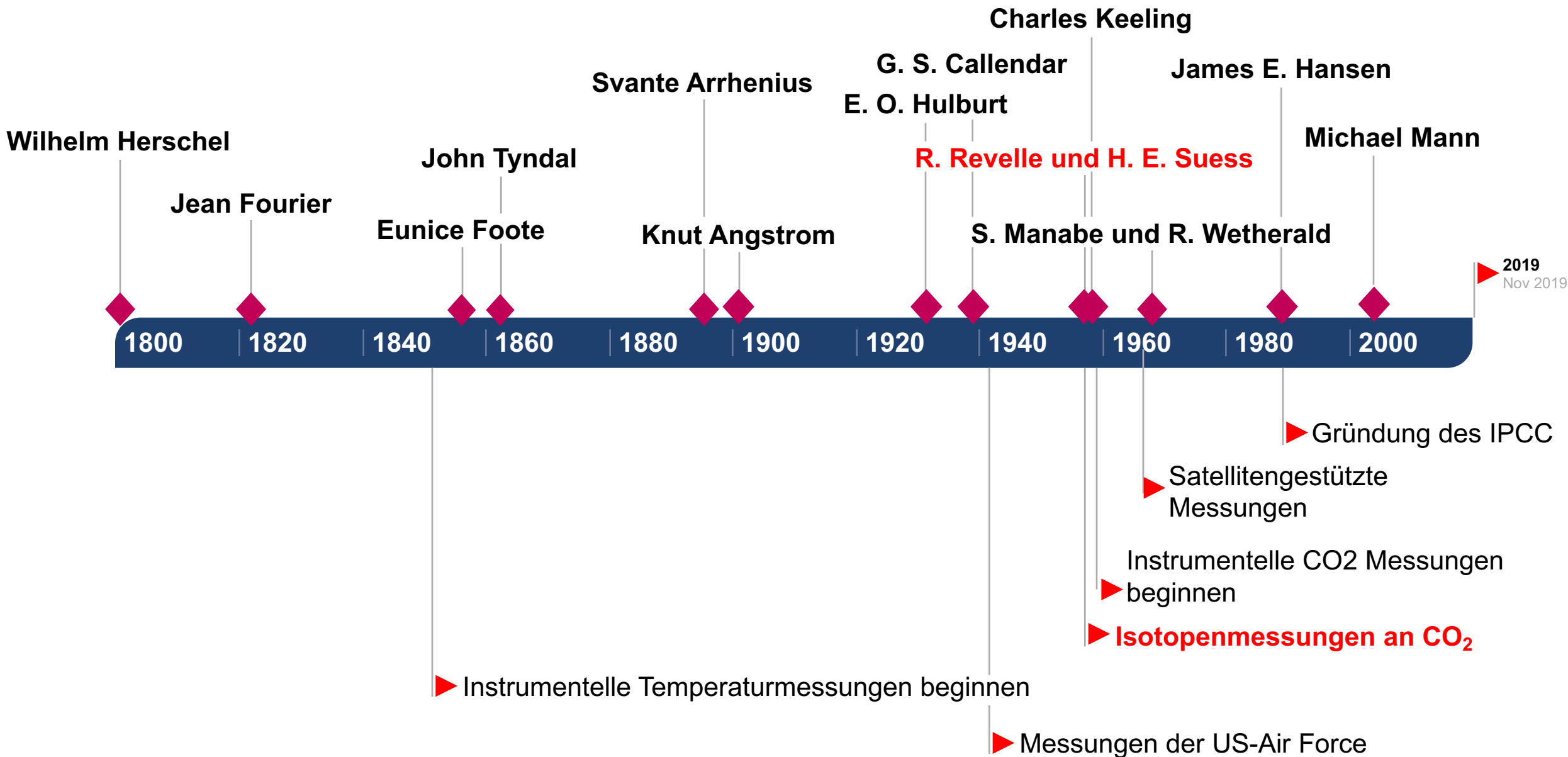
(Communicated by Dr. G. M. B. DOBSON, F.R.S.)

[Manuscript received May 19, 1937—read February 16, 1938.]



Aus der Emission von 150.000 Mio. Tonnen Kohlendioxid über 50 Jahre berechnet Callendar eine jährliche globale Erwärmungsrate von $0,003\text{ }^{\circ}\text{C}$. Callendar schätzte die anthropogene Produktionsrate von Kohlendioxid auf 4.500 Millionen Tonnen pro Jahr. Für 2100 berechnete er eine atmosphärische Kohlenstoffdioxidkonzentration von 396 ppm. Diese wurde 1996 erreicht... Auch Callendar betrachtete die globale Erwärmung als etwas Positives, da durch die anthropogene Erwärmung das Risiko einer bald wiederkehrenden Eiszeit gebannt würde.

Meilensteine der Klimaforschung



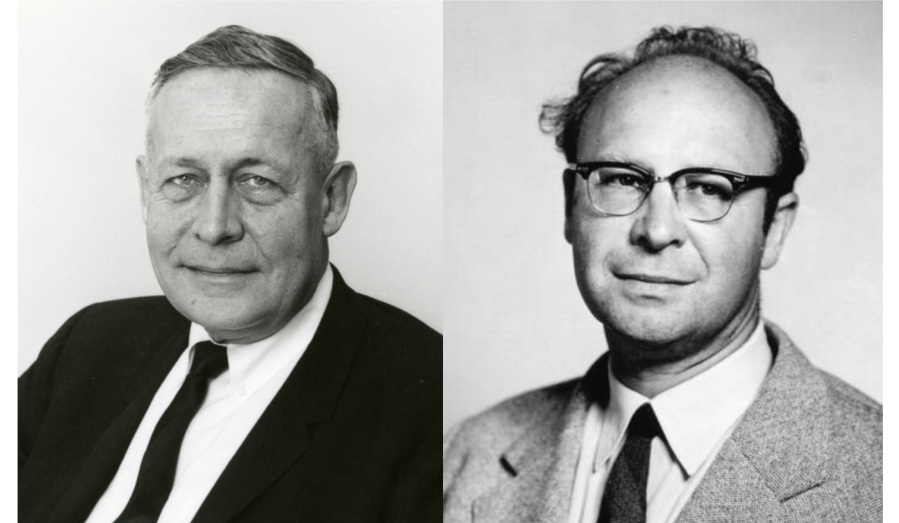
Meilensteine der Klimaforschung

1957 Roger Revelle und Hans E. Suess

Carbon Dioxide Exchange Between Atmosphere and Ocean and
the Question of an Increase of Atmospheric CO₂ during the
Past Decades

By ROGER REVELLE and HANS E. SUESS, Scripps Institution of Oceanography, University
of California, La Jolla, California

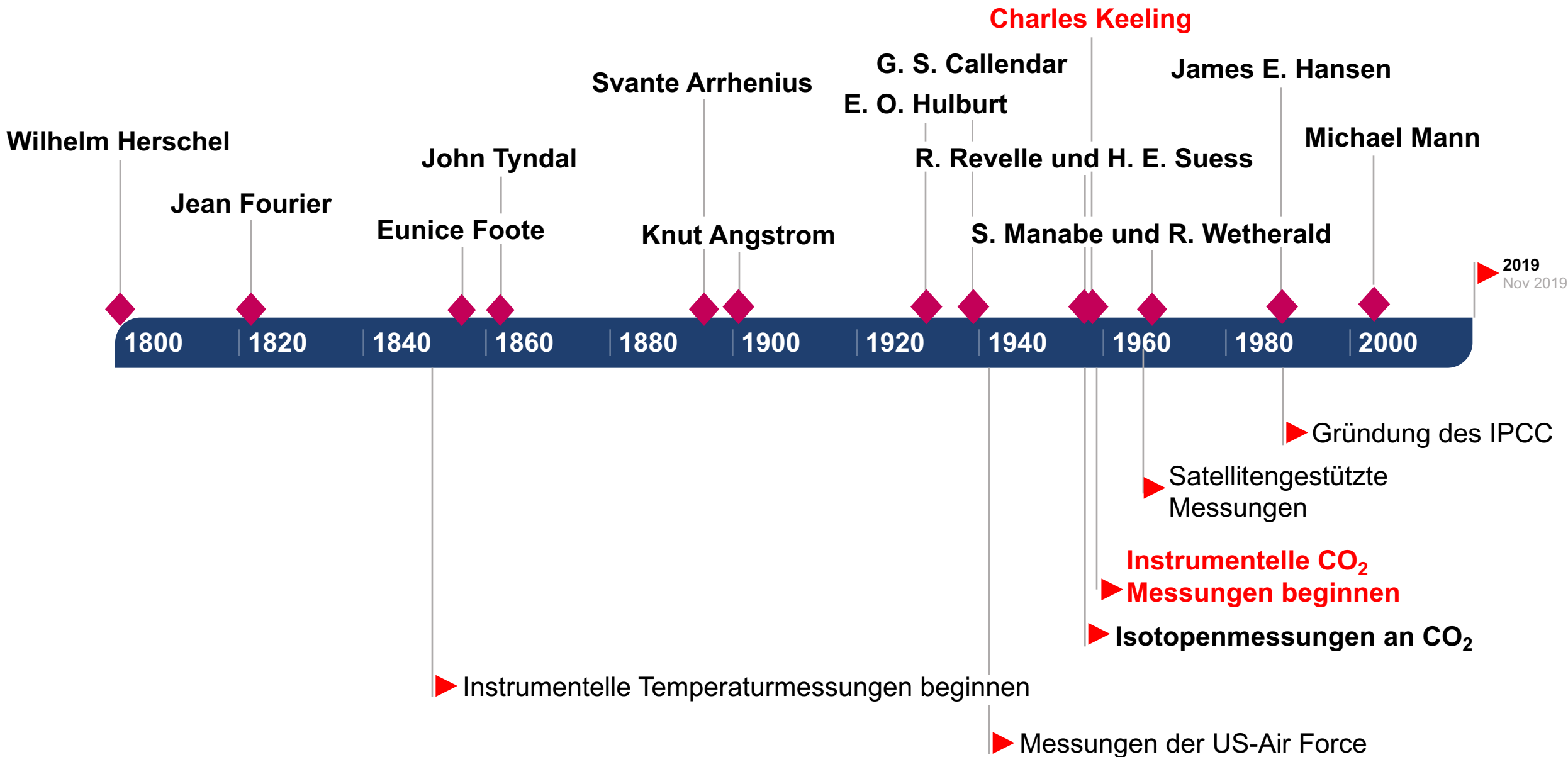
(Manuscript received September 4, 1956)



Revelle und Suess wiesen aus dem Isotopenverhältnis in natürlichem CO₂ nach, dass die Zunahme der CO₂ Konzentration auf die Verbrennung fossiler Brennstoffe zurückzuführen ist.

Das Verhältnis zwischen atmosphärischer Emission und Aufnahme durch die Ozeane wird Revelle-Faktor genannt.

Meilensteine der Klimaforschung



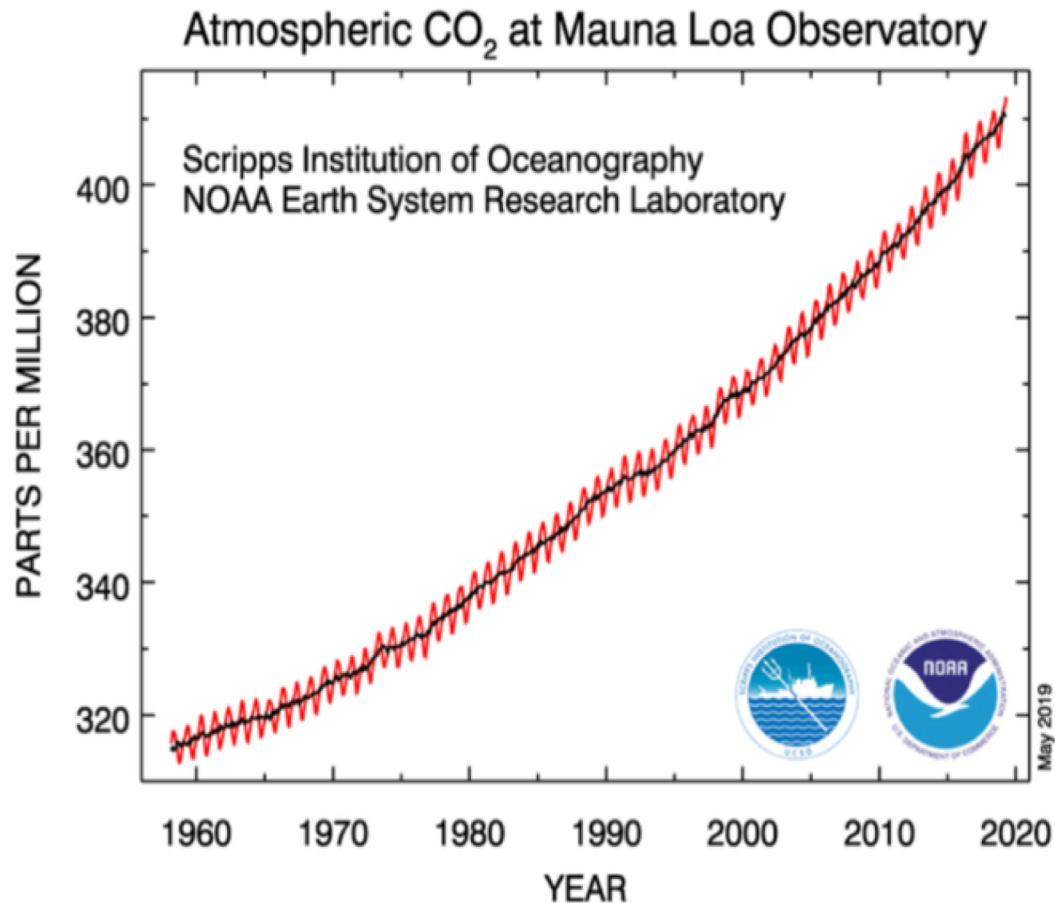
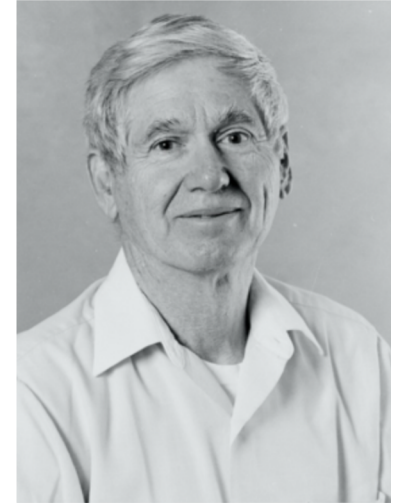
Meilensteine der Klimaforschung

1958 Charles D. Keeling

The Concentration and Isotopic Abundances of Carbon Dioxide in the Atmosphere

By CHARLES D. KEELING, Scripps Institution of Oceanography, University of California, La Jolla, California

(Manuscript received March 25, 1960)



Erste regelmäßige Messungen des CO₂ Gehalts der Atmosphäre am Mauna Loa Observatorium.

Revolutionierte die Genauigkeit der Messungen über einen langen Zeitraum.

Meilensteine der Klimaforschung

1967 Syukuro Manabe und Richard Wetherald

Thermal Equilibrium of the Atmosphere with a Given Distribution of Relative Humidity

SYUKURO MANABE AND RICHARD T. WETHERALD

Geophysical Fluid Dynamics Laboratory, ESSA, Washington, D. C.

(Manuscript received 2 November 1966)



Erstes Computermodel auf der Basis realistischer Annahmen von Rückkopplungsmechanismen.

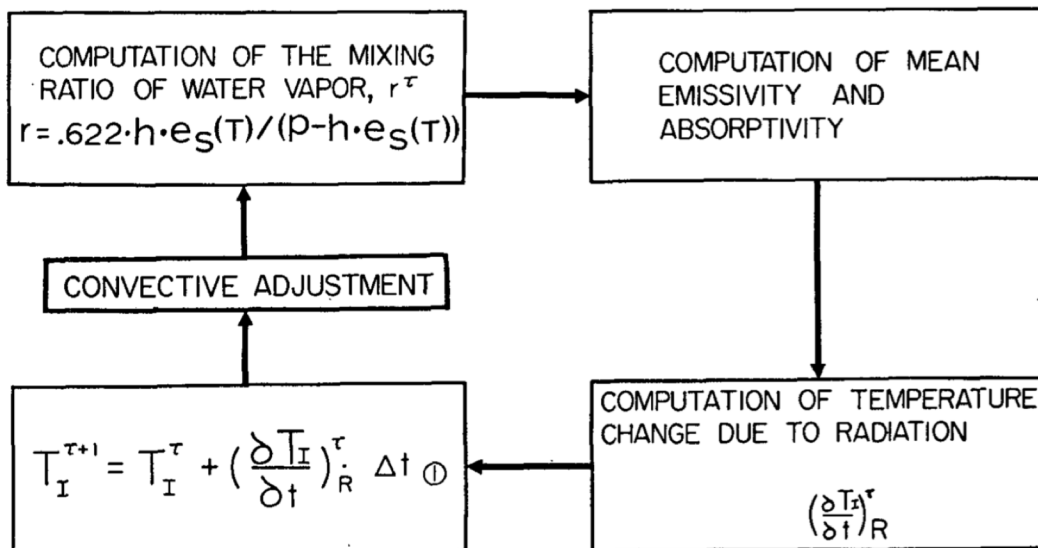
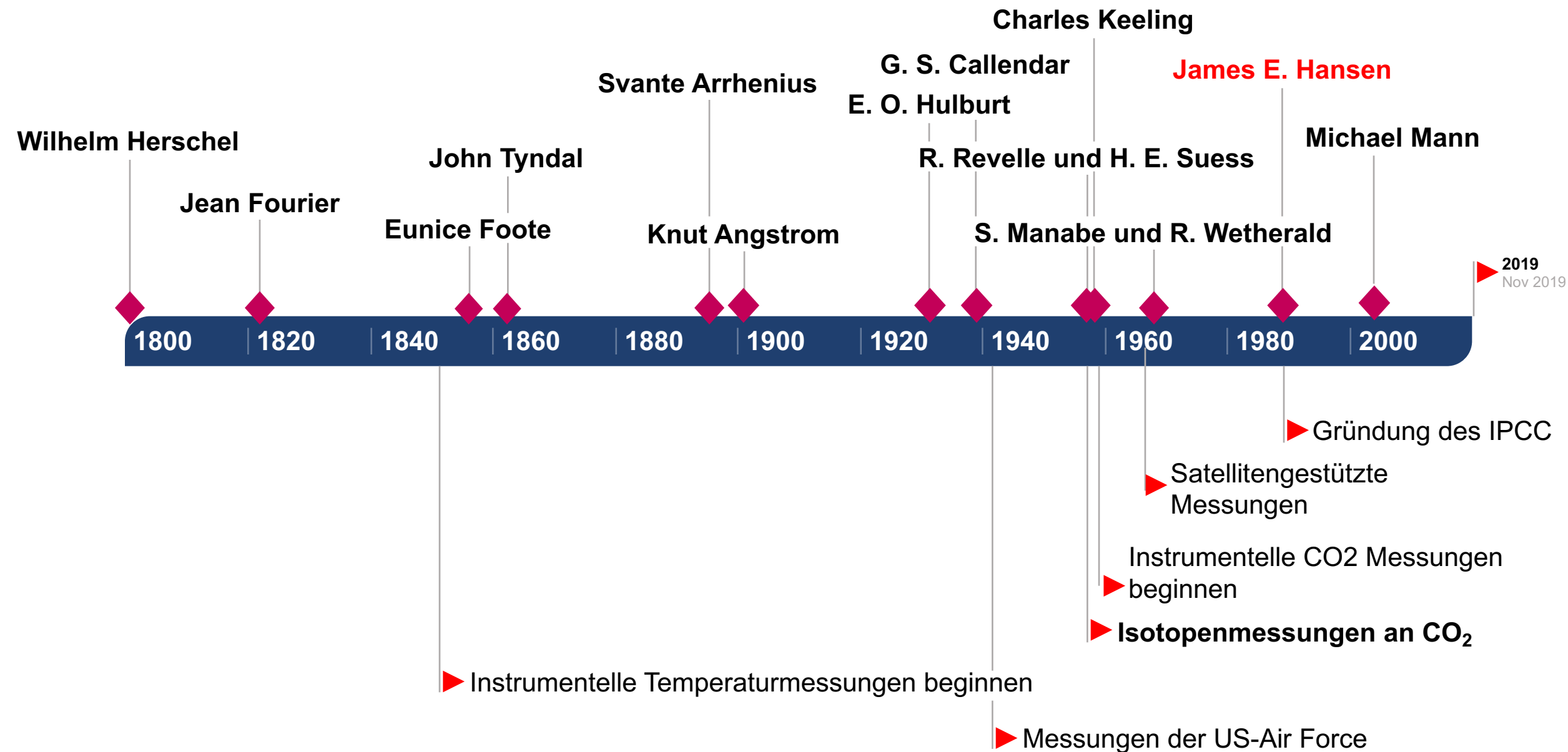


FIG. 2. Flow chart for the numerical time integration.

Meilensteine der Klimaforschung



Meilensteine der Klimaforschung

1988 James E. Hansen

28 August 1981, Volume 213, Number 4511

SCIENCE

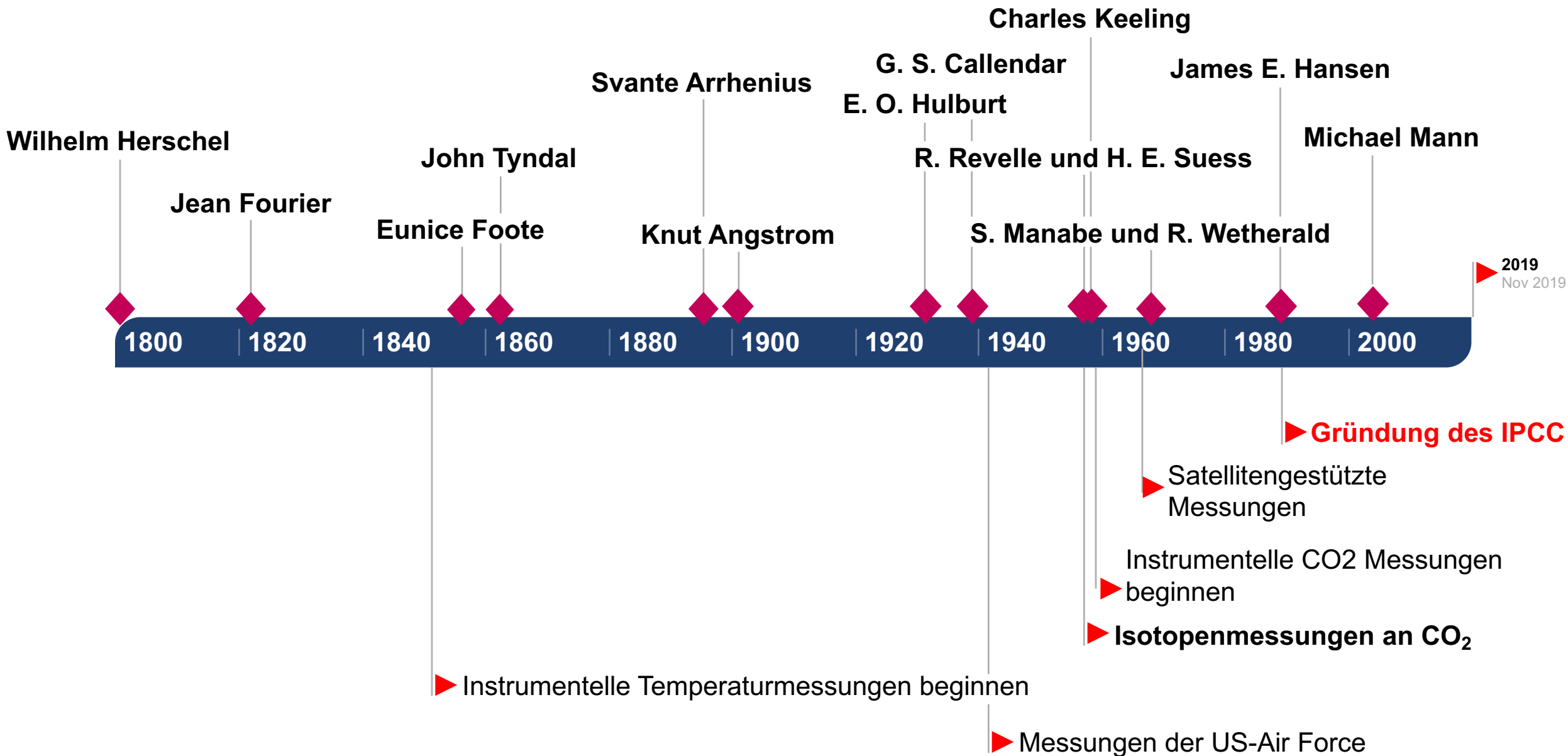
Climate Impact of Increasing Atmospheric Carbon Dioxide

J. Hansen, D. Johnson, A. Lacis, S. Lebedeff
P. Lee, D. Rind, G. Russell

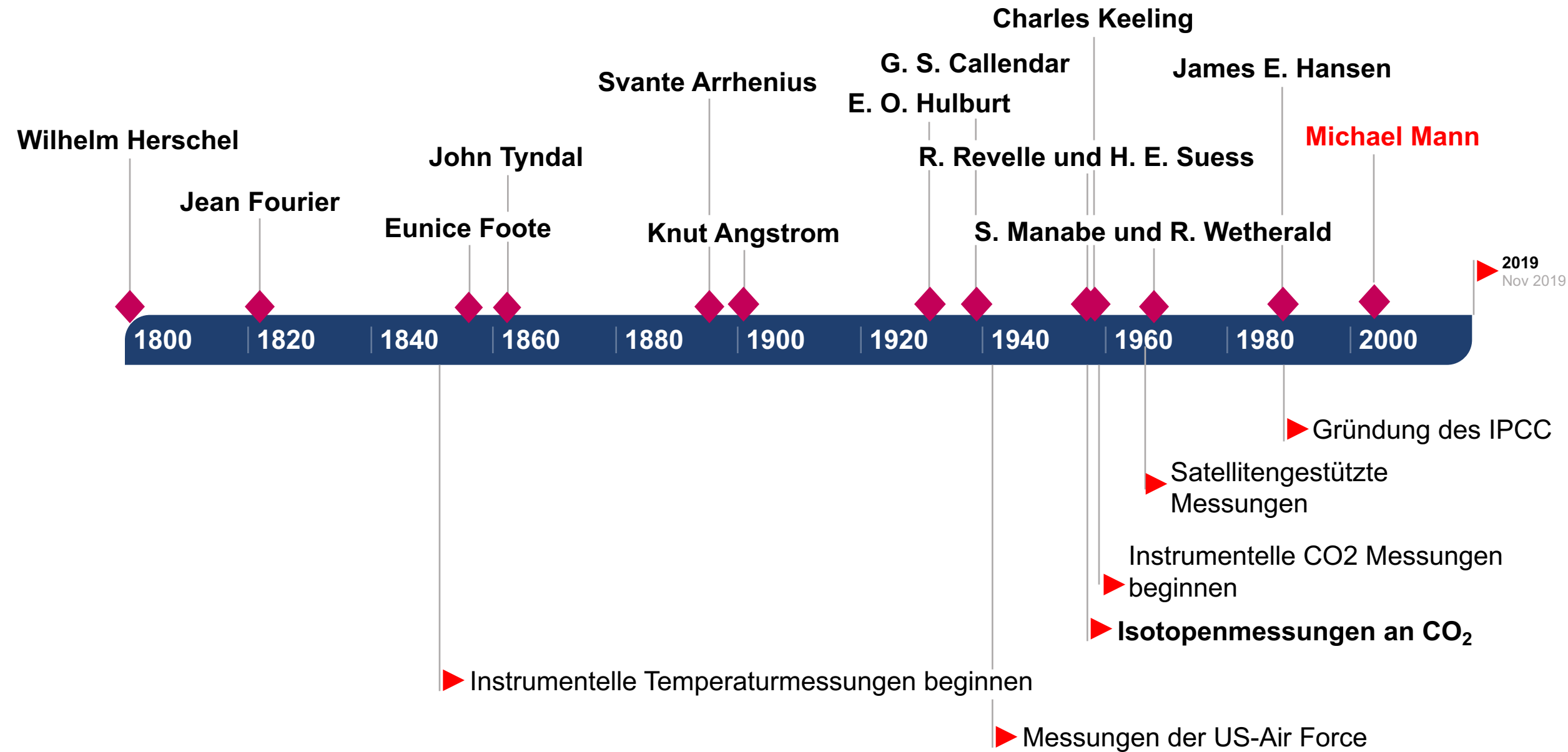


Am 23. Juni 1988 trat James E. Hansen, ehemaliger Direktor des *Goddard Institute for Space Studies* (GISS) der NASA auf Veranlassung des demokratischen Senators Tim Wirth vor dem *Energy and Natural Resources Committee* des US-Senats auf und erklärte, die globale Erwärmung werde mit „99-prozentiger Wahrscheinlichkeit“ nicht durch natürliche Schwankungen, sondern durch vom Menschen freigesetzte Treibhausgase verursacht.

Meilensteine der Klimaforschung



Meilensteine der Klimaforschung



Meilensteine der Klimaforschung

1999 Michael Mann

GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 26, NO.6, PAGES 759-762, MARCH 15, 1999

Northern Hemisphere Temperatures During the Past Millennium: Inferences, Uncertainties, and Limitations

Michael E. Mann and Raymond S. Bradley

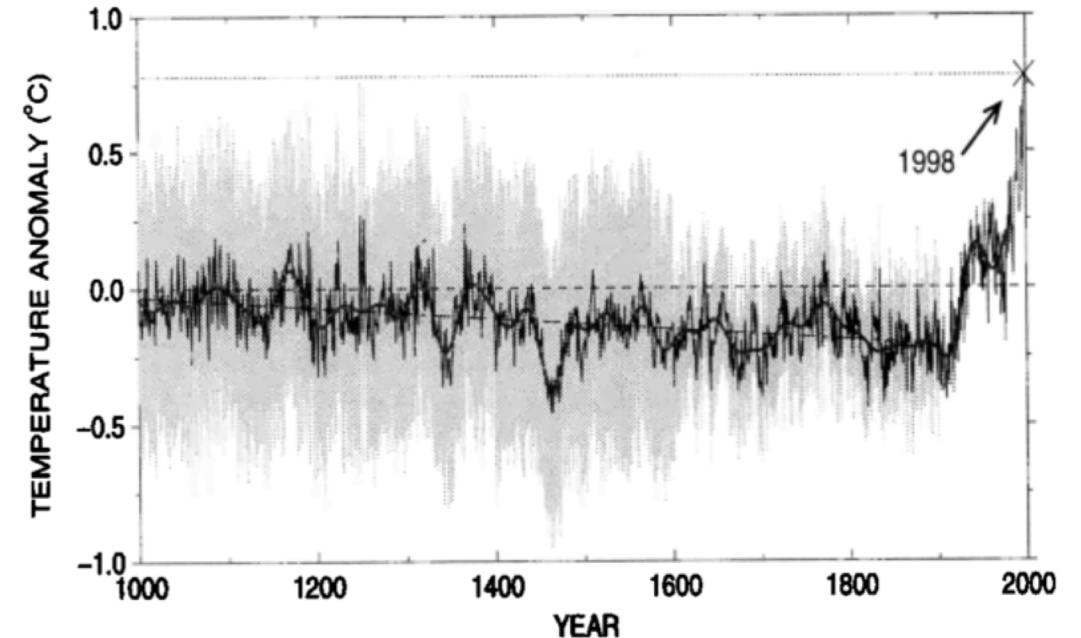
Department of Geosciences, University of Massachusetts, Amherst Massachusetts

Malcolm K. Hughes

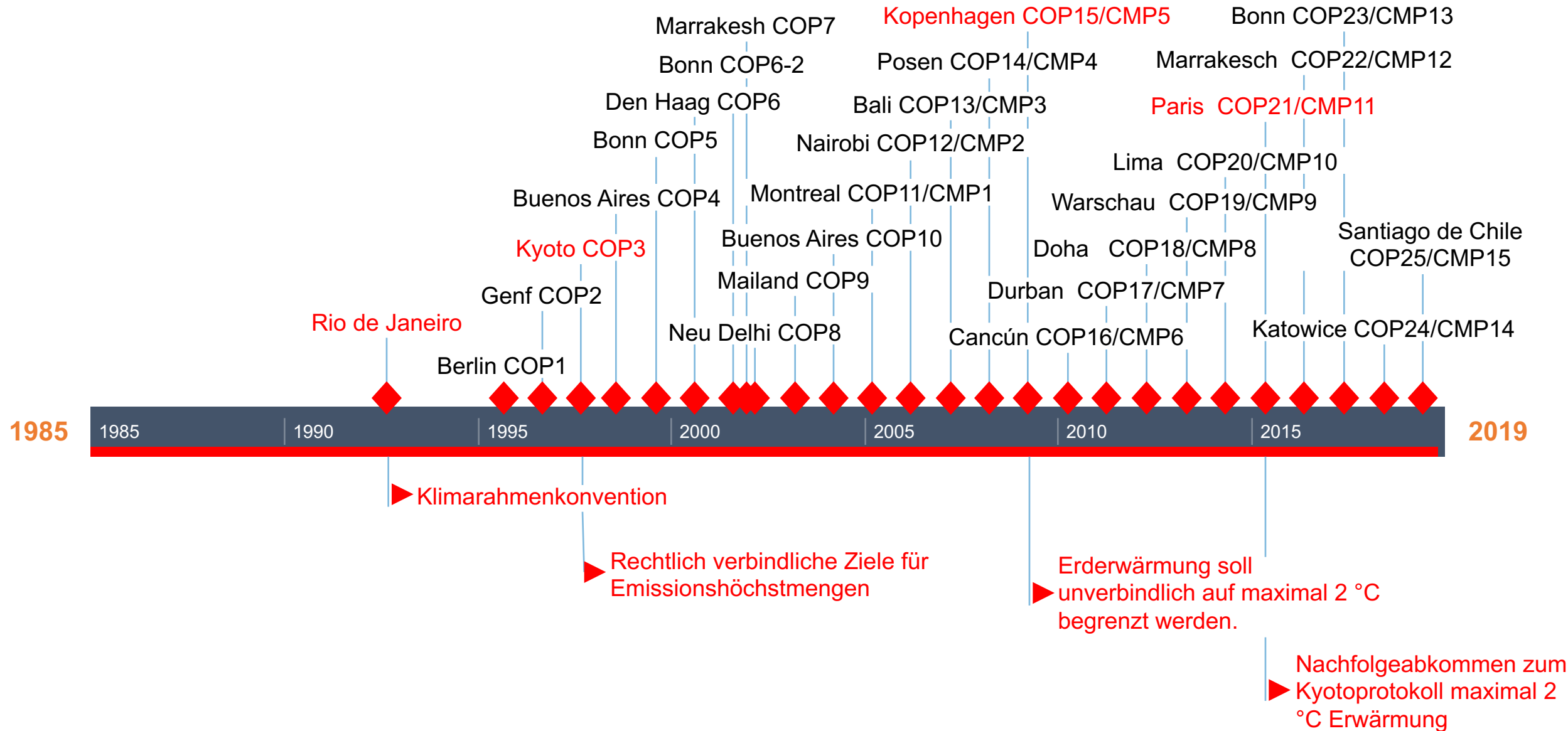
Laboratory of Tree-Ring Research, University of Arizona, Tucson, Arizona



„Hockeystick-Kurve“: Klimadaten der letzten Jahrhunderte, Messdaten von Wetterstationen, und indirekte Klimadaten aus Sedimenten, Bohrkern-Untersuchungen des Polareises oder Daten aus der der Borstenkieferchronologie (Baumringdaten).

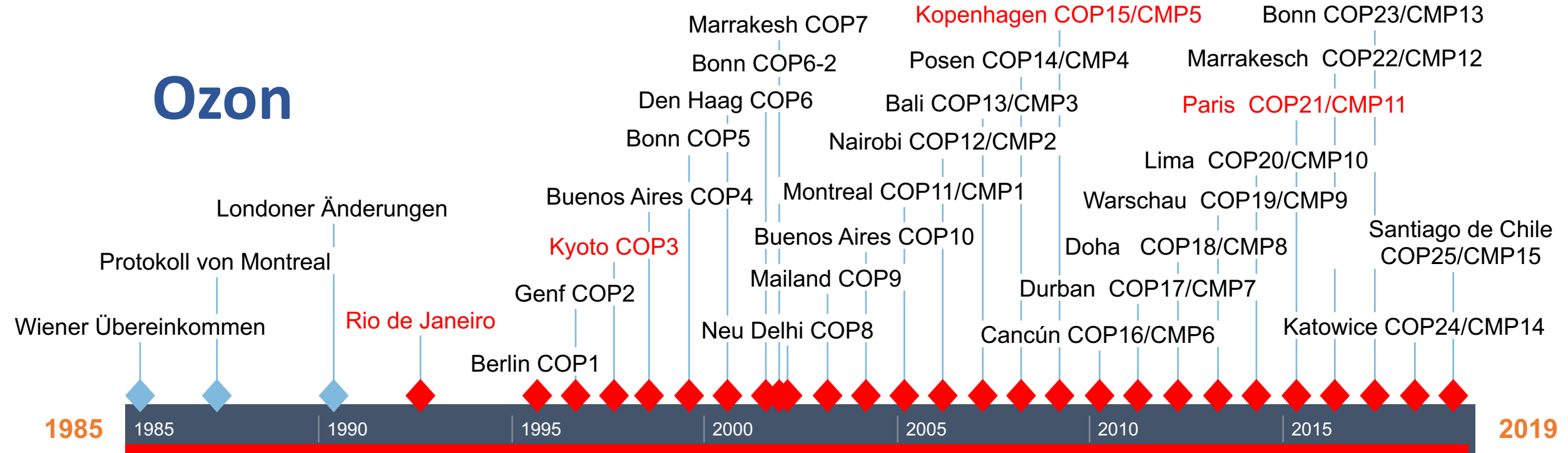


Meilensteine der politischen “Aktivität”



Meilensteine der politischen Aktivität

Ozon



1985

1985

1990

1995

2000

2005

2010

2015

2019

Today

► Klimarahmenkonvention

► Rechtlich verbindliche Ziele für Emissionshöchstmengen

► Erderwärmung soll unverbindlich auf maximal 2 °C begrenzt werden.

► Nachfolgeabkommen zum Kyotoprotokoll maximal 2 °C Erwärmung

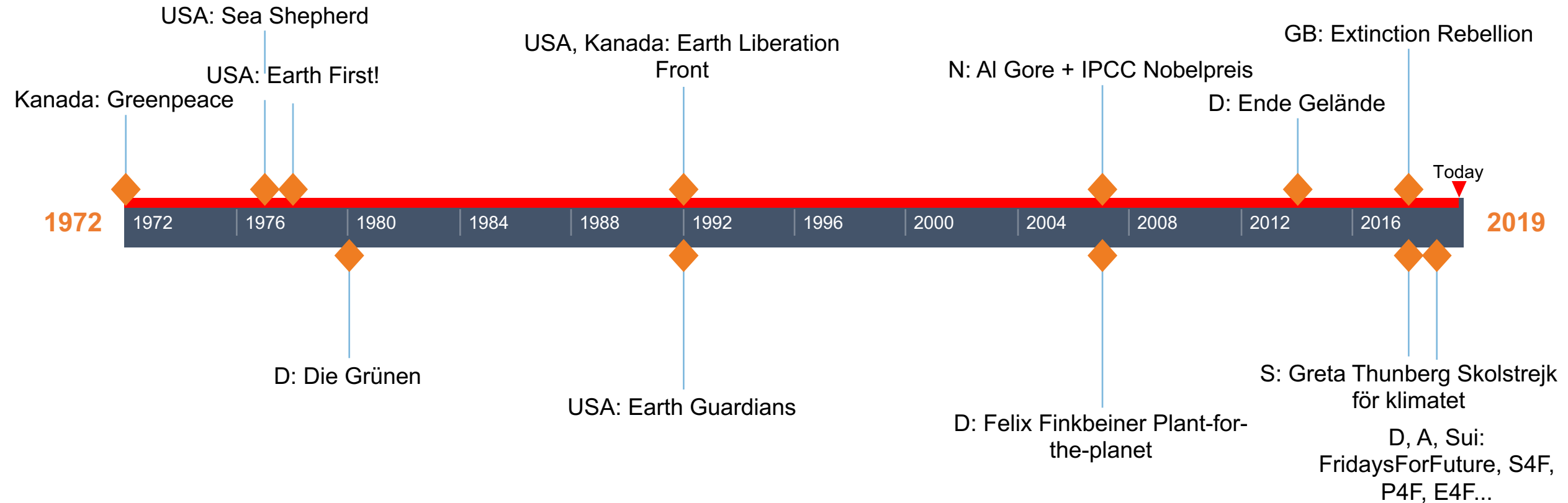
Reduktion der FCKW um 85% bis 1997

Reduktion der FCKW um 30% bis 1999

Rahmenkonvention

Erwärmung

Meilensteine der gesellschaftlichen Reaktion



Meilensteine der gesellschaftlichen Reaktion

Sea Shepherd wurde 1977 von Paul Watson gegründet, nachdem er die wenige Jahre zuvor gegründete Umweltschutzorganisation Greenpeace, zu deren ersten Mitgliedern er gehörte, im Streit verlassen hatte. *„If the oceans die, we die!“* <https://sea-shepherd.de>

Earth First! entstand um 1979 im Südwesten der USA. *“No Compromise in Defense of Mother Earth!”* Die direkte Aktion ist das zentrale Mittel, um die Zerstörung der Natur zu bekämpfen. Earth First! versteht sich dabei als loses Netzwerk von Individuen, die für ökologische Aktionen zusammenarbeiten und nicht hierarchisch organisiert sind. Der Name Earth First! kann von allen verwendet werden, die sich dieser Mentalität nahe fühlen. <https://earthfirstjournal.org>

Earth Liberation Front (ELF) ist ein kollektiver Name für autonome Individuen und informelle Zellen, die in den Vereinigten Staaten und Kanada „direkte Aktionen in Form von Wirtschaftssabotage durchführt, um die Ausbeutung und Zerstörung unserer natürlichen Umwelt aufzuhalten“. Zu den Aktionsformen der ELF gehören Sachbeschädigungen von Anlagen, die nach Ansicht der Aktivisten die Umwelt oder Tiere schädigen, und die Befreiung von Tieren aus Forschungseinrichtungen. <http://www.elfpressoffice.org>

Earth Guardians: *We inspire and train diverse youth to be effective leaders in the environmental, climate and social justice movements. Through the power of art, music, storytelling, civic engagement, and legal action, we're creating impactful solutions to some of the most critical issues we face as a global community.* <https://www.earthguardians.org>

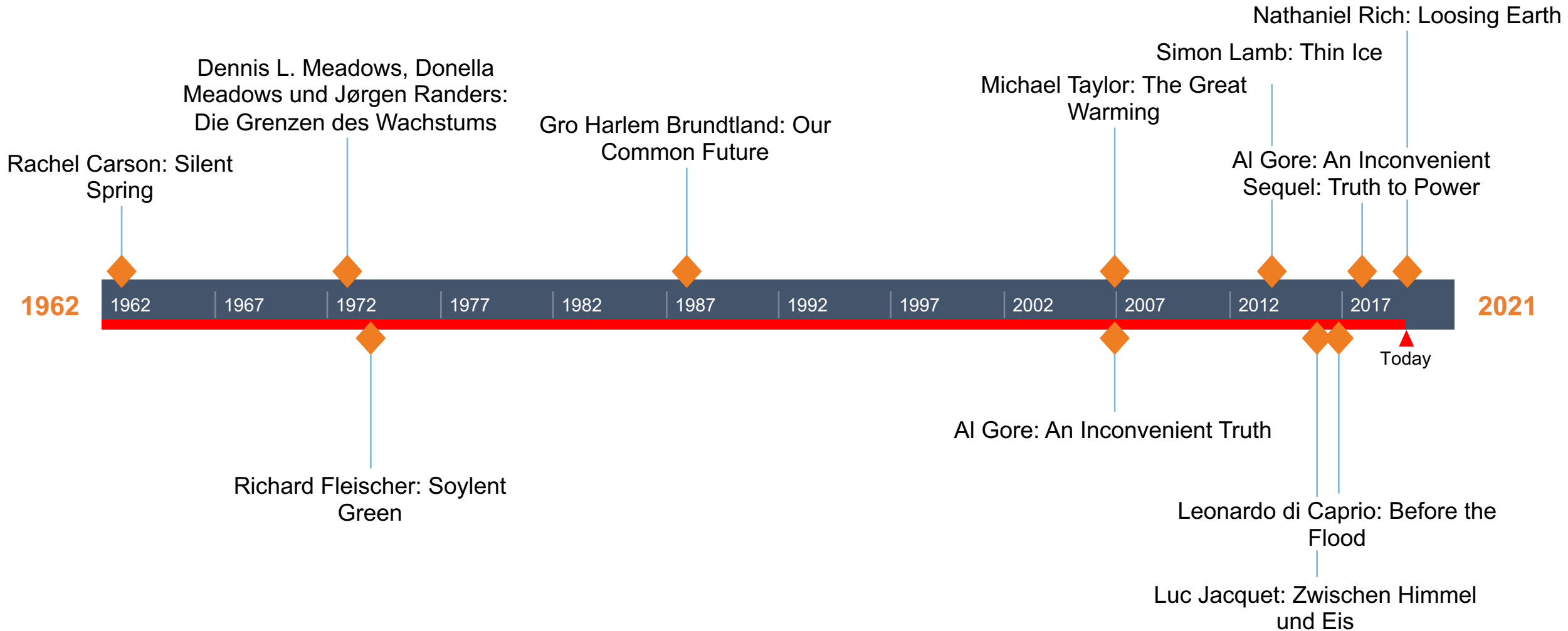
Meilensteine der gesellschaftlichen Reaktion

Felix Finkbeiner: Die Schülerinitiative Plant-for-the-Planet wird 2007 vom damals 9-jährigen Felix Finkbeiner gegründet. Inspiriert von Wangari Maathai, die in Afrika in 30 Jahren 30 Millionen Bäume gepflanzt hat, formuliert Felix seine Vision: Kinder könnten in jedem Land der Erde eine Million Bäume pflanzen. Und so auf eigene Faust einen CO₂-Ausgleich schaffen, während die Erwachsenen nur darüber reden. Denn jeder gepflanzte Baum entzieht der Atmosphäre CO₂. <https://www.plant-for-the-planet.org/de/informieren/idee-ziel>

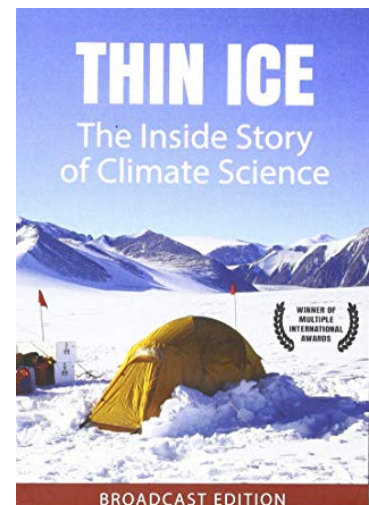
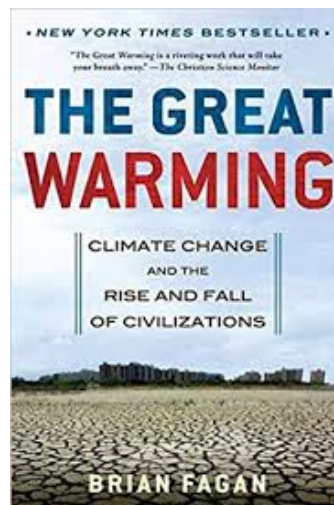
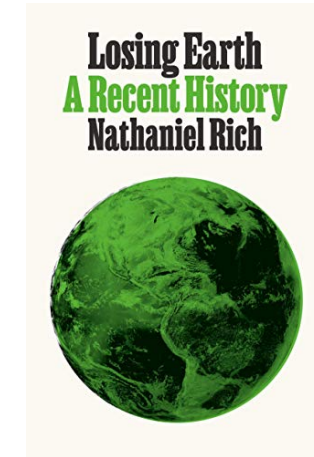
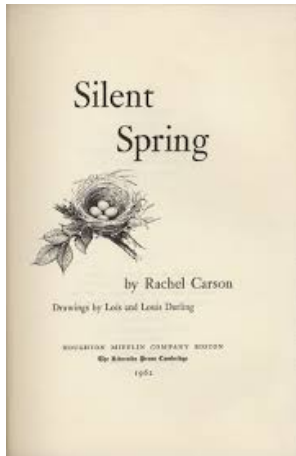
Ende Gelände gründete sich in Deutschland im Jahr 2014 als Zusammenschluss von Umweltgruppen und „Menschen aus den Anti-Atom- und Anti-Kohle-Bewegungen“. Die erste Aktion des Bündnisses war mit Ende Gelände 2015 die Blockade des Tagebaus Garzweiler von RWE. <https://www.ende-gelaende.org>

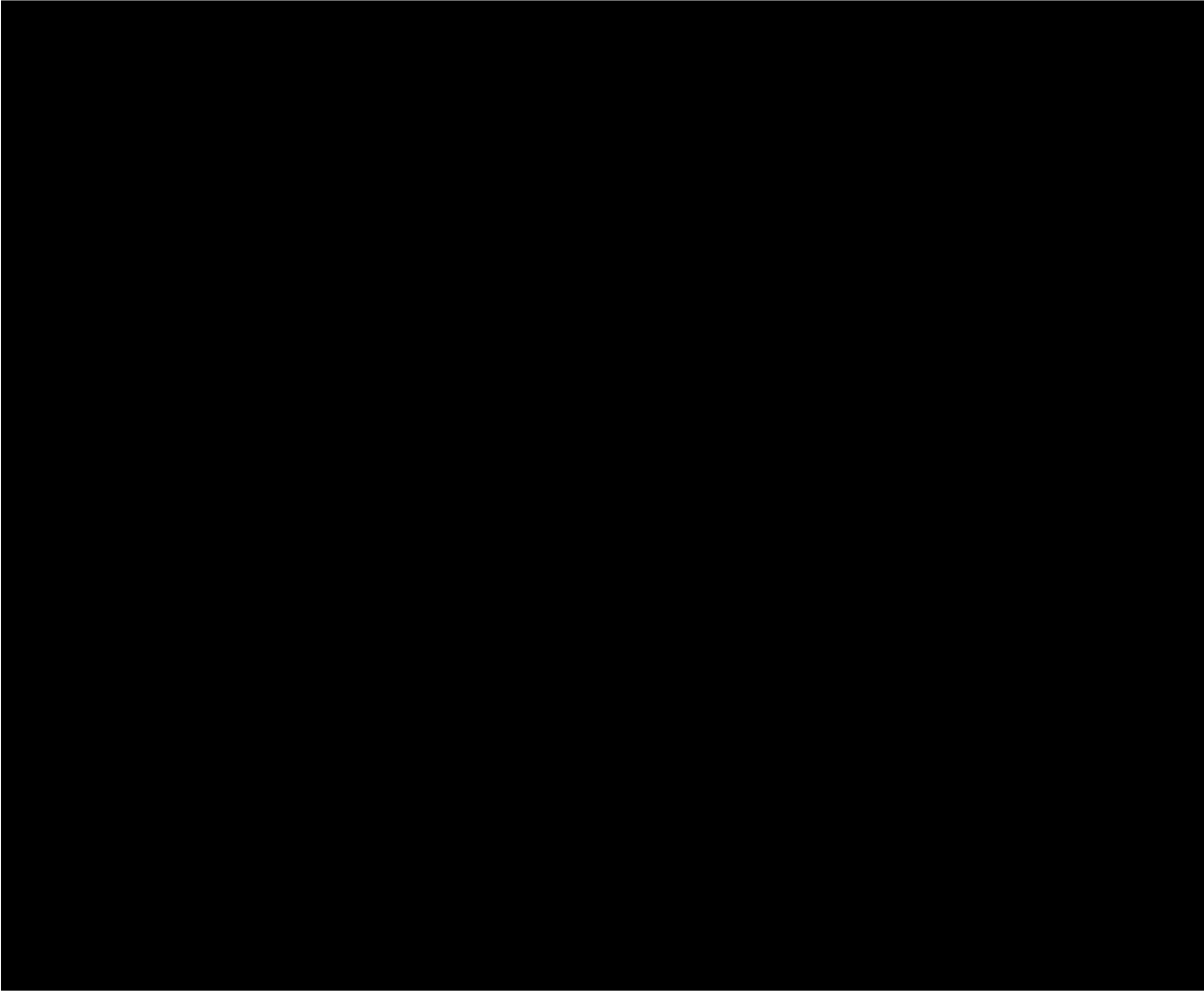
Extinction Rebellion eine Umweltschutzbewegung mit dem Ziel, mit Mitteln des zivilen Ungehorsams Maßnahmen der Regierungen gegen das Massenaussterben von Tieren und Pflanzen und das mögliche Aussterben der Menschheit als Folge der Klimakrise und der Vernichtung von Lebensraum zu erzwingen. <https://extinctionrebellion.de>

Meilensteine der medialen Reaktion

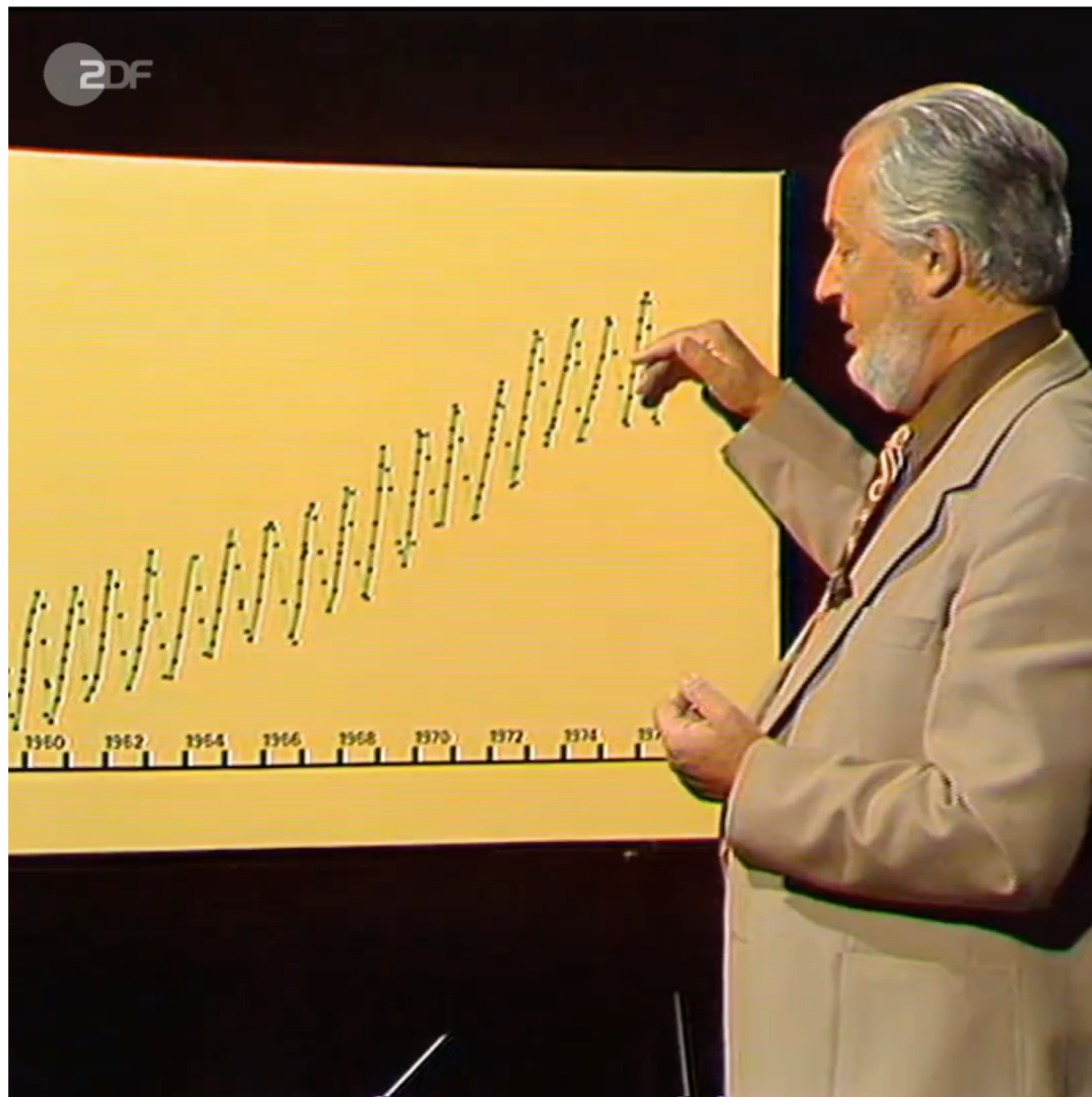


Meilensteine der medialen Reaktion



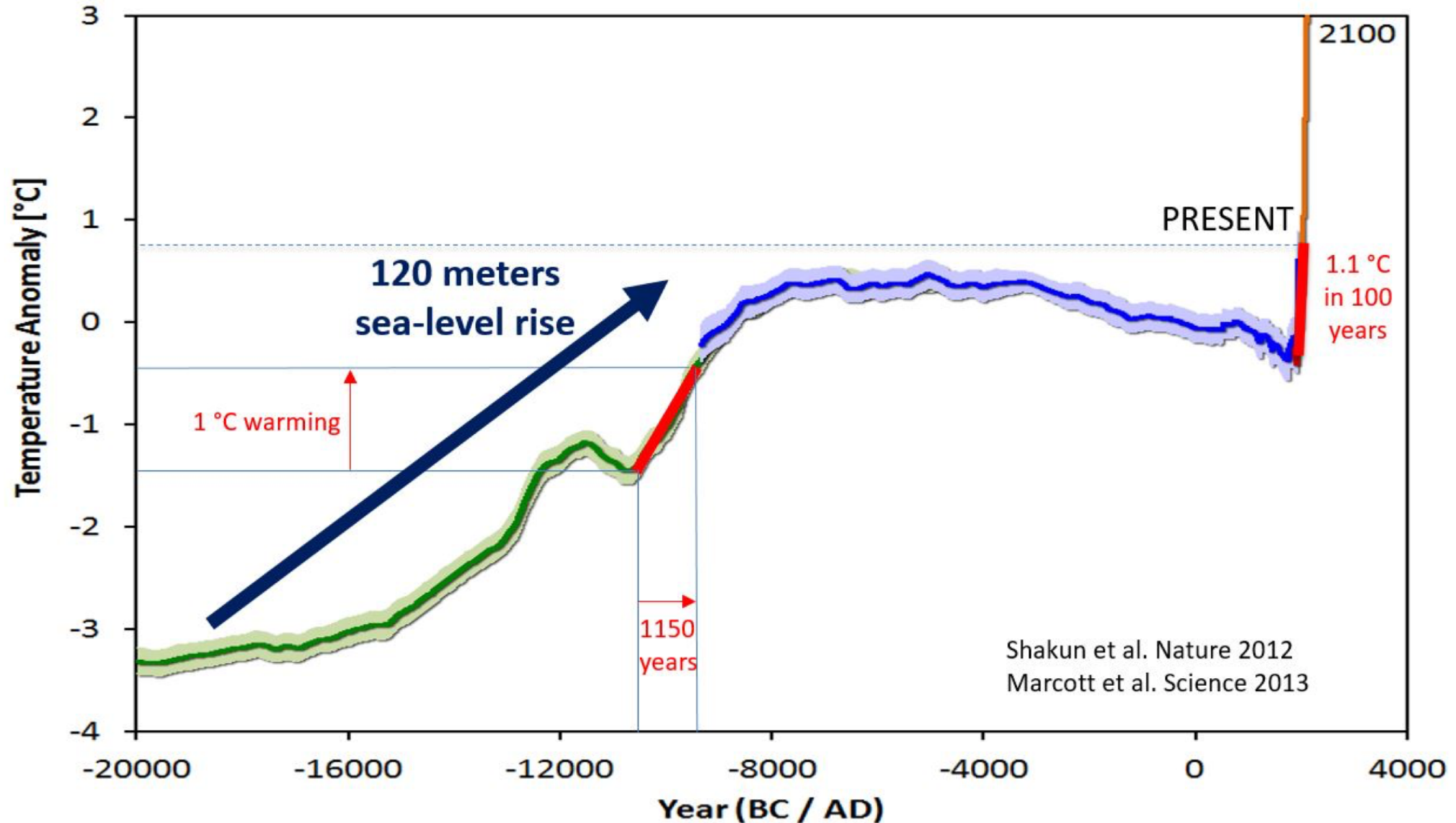


1956 Regie: Frank Capra



Aus der Sendung „Querschnitt“
von 1978 mit Hoimar von
Ditfurth (ZDF)

Globale Temperatur seit der letzten Eiszeit



Fazit

- Wissenschaftliche Theorien zum Zusammenhang von Temperatur und Atmosphärenzusammensetzung existieren seit 200 Jahren.
- Obwohl in den Anfangsjahren gerade die Rolle des Kohlendioxids kontrovers diskutiert wurde, besteht seit Messungen der US-Airforce in den 40er Jahren des 20. Jahrhunderts großer Konsens über die Klimasensitivität von CO₂.
- Mit der Kenntnis über die wissenschaftlichen Zusammenhänge des Klimawandels wuchsen parallel gesellschaftliche Aktivitäten und mediale Aufmerksamkeit.
- Auf dem Gebiet der Politik finden in schöner Regelmäßigkeit Klimakonferenzen statt.

Klimawandel und Ich

- Engagiert Euch politisch.
- Werdet Entscheidungsträger.
- Lasst Euch nicht durch Bologna einschnüren. Belegt Kurse nach Euren Interessen nicht nach CP und ECTS.
- Tragt den Wandel, der ihr sein wollt in die Gesellschaft.

Nächste Woche...

Ethik zum Klimawandel (Dr. Wündisch, Politische Philosophie und Ethik, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf)