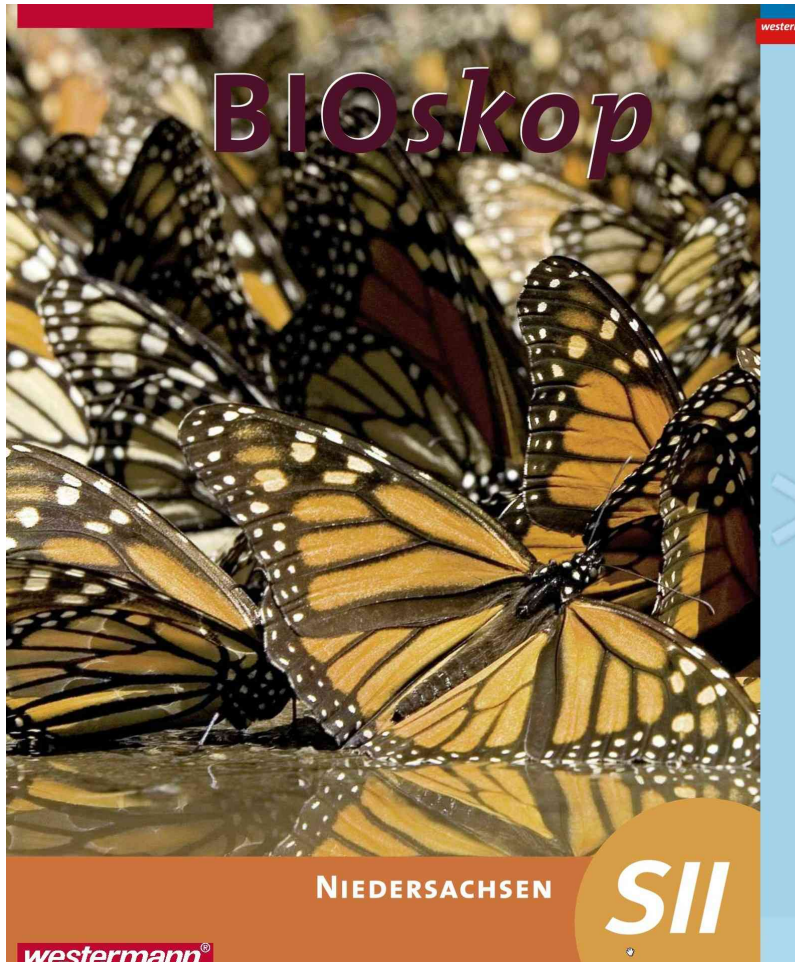




Druck A³ / Jahr 2011

Alle Drucke der Serie A sind im Unterricht parallel verwendbar.

Redaktion: Heidrun Kiene

Herstellung: Jennifer Kirchhof

Satz und Grafik Partner GmbH, Meitingen

Umschlaggestaltung: Jennifer Kirchhof

Typographie: Andrea Heissenberg

Druck und Bindung: westermann druck GmbH, Braunschweig

ISBN 978-3-14-150600-6

Die Hauptfolge der Anreicherung von CO_2 in der Atmosphäre ist eine globale Erwärmung der Erde, der Treibhauseffekt. In den Ozeanen führt diese Anreicherung zu einer Versauerung der Meere. Kalkscha-

Quelle: Bioskop SII, S. 166

einflusst. Die Zunahme von CO_2 in der Atmosphäre hat gravierende Folgen für die Menschheit: globale Erwärmung, Anstieg des Meeresspiegels und extreme Wetterveränderungen (Abb. 1).

Quelle: Bioskop SII, S. 168

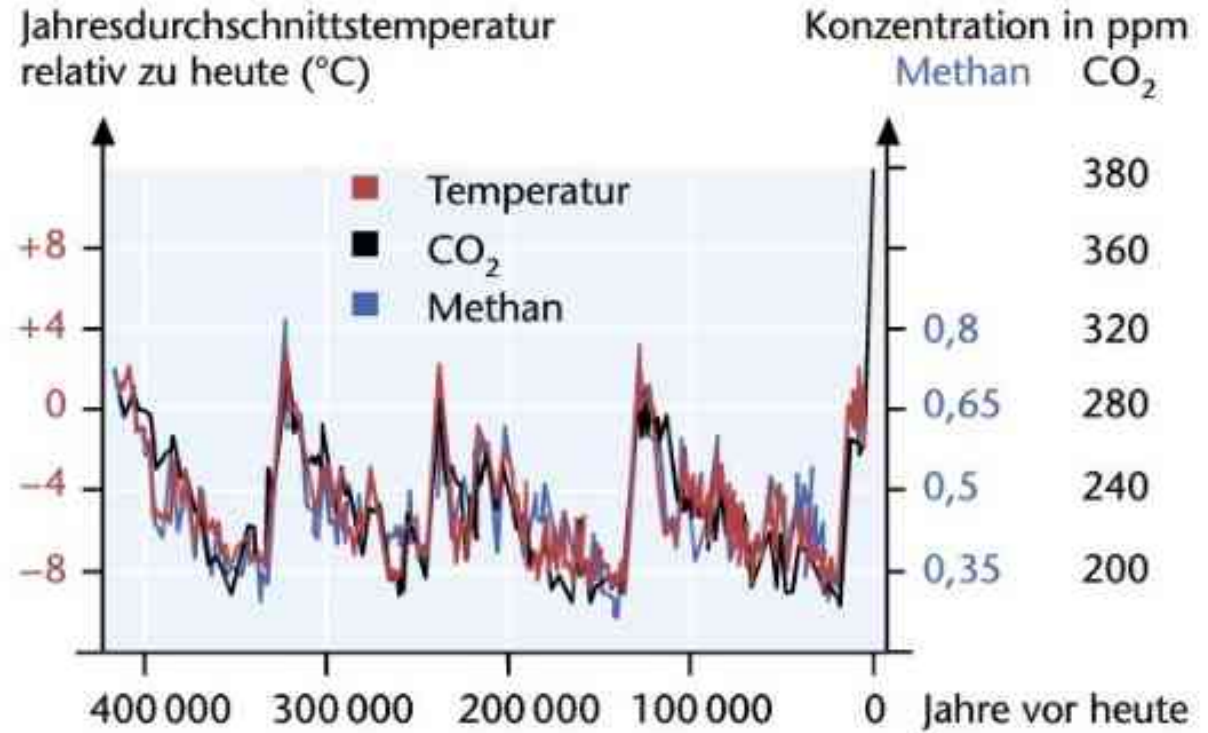
Aussage eindeutig klar:
mehr CO_2 → mehr Temperatur!

Die CO_2 -Konzentration in der Atmosphäre ist in den letzten 250 Jahren von 280 ppm auf 385 ppm stetig gestiegen und steigt auch weiterhin an (Abb. 3). Allerdings hat es in der Erdgeschichte schon immer Schwankungen im CO_2 -Gehalt gegeben. Da der CO_2 -Gehalt mit der Temperatur korreliert, gab es bei hohen CO_2 -Werten relativ warme Zeiten, bei niedrigen

Werten kalte Zeiten wie z. B. die Eiszeiten der letzten zwei Millionen Jahre. Ursache dafür sind u. a. regelmä-

2 Klimawandel in der Erdgeschichte und Ursachen.

Deuten Sie die Kurven in Abb. 3 und vergleichen Sie den heutigen Zustand mit dem der letzten 400 000 Jahre.



3 Temperaturschwankungen und Treibhausgas-Konzentrationen der letzten 400 000 Jahre

Quelle: Bioskop SII, S. 169

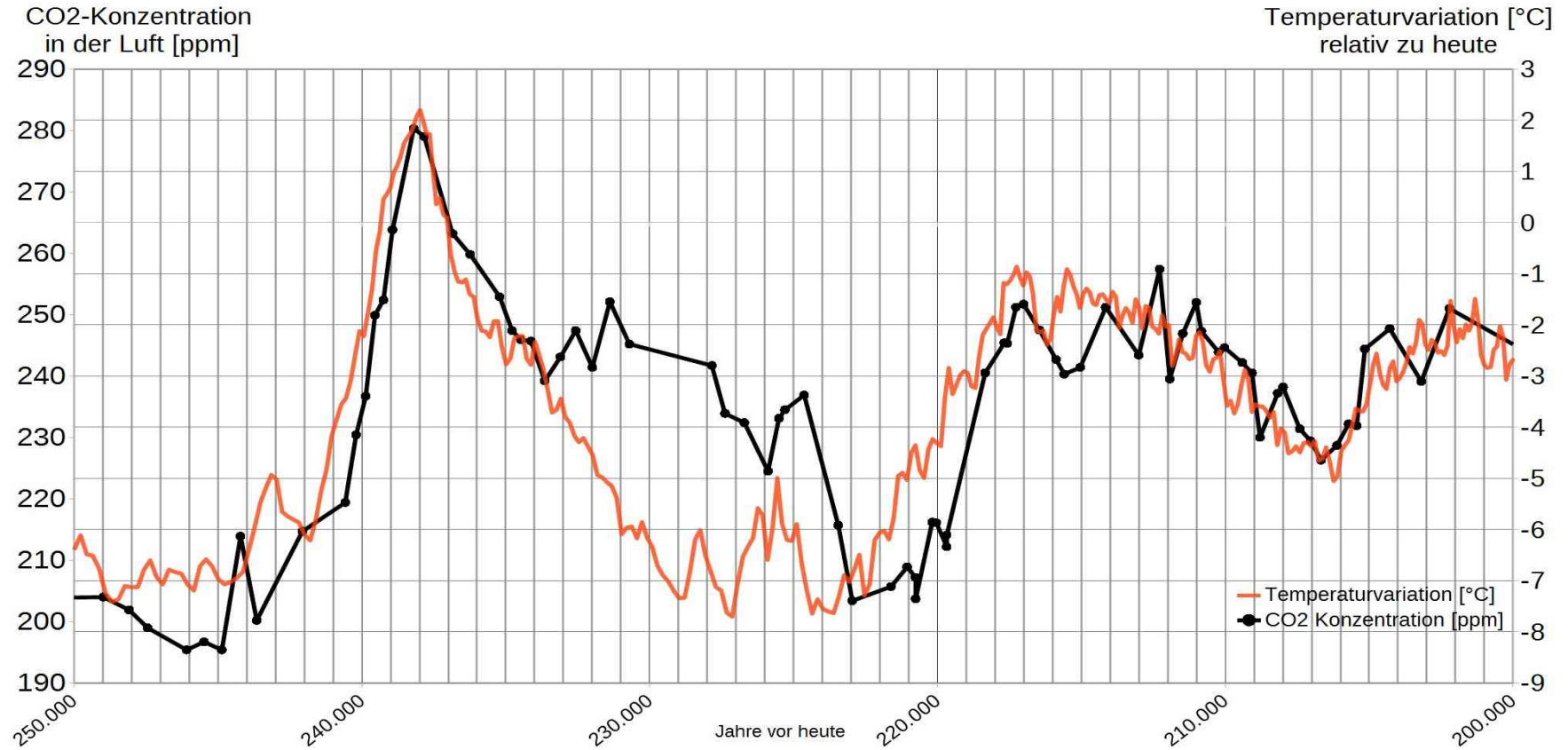
Lösungsvorschlag der Autoren:

b) Die Abbildung 3 zeigt eine Periodik in der Konzentration der Treibhausgase Kohlenstoffdioxid und Methan. Damit einher geht synchron die Veränderung der Temperatur. Eine Periode dauert etwa 100 000 Jahre,

wobei es jeweils zu einem starken Anstieg und danach zu einer allmählichen Abflachung kommt. Der letzte Anstieg unterscheidet sich von den vorhergehenden dadurch, dass die Konzentration von Kohlenstoffdioxid mehr als doppelt so hoch ansteigt als in den vergangenen Perioden. Eine größere Temperaturerhöhung ist damit zu erwarten.

Vostok Eisbohrkern Daten

CO₂- und Temperaturverlauf zwischen 250.000 und 200.000 vor unserer Zeit



Quelle: Petit et al. in Nature 1999, Basierend auf den Rohdaten:
Kohlendioxid-Datenreihe: <https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/trends/co2/vostok.html>
Temperatur-Datenreihe: https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/trends/temp/vostok/jouz_tem.html

Uncertainty in the phasing comes mainly from the sampling frequency and the ubiquitous uncertainty in gas-age/ice-age differences (which are well over ± 1 kyr during glaciations and terminations). In a recent paper, Fischer *et al.*⁴⁴ present a CO₂ record, from Vostok core, spanning the past three glacial terminations. They conclude that CO₂ concentration increases lagged Antarctic warmings by 600 ± 400 years. However, considering the large gas-age/ice-age uncertainty (1,000 years, or even more if we consider the accumulation-rate uncertainty), we feel that it is premature to infer the sign of the phase relationship between CO₂ and temperature at the start of terminations. We also note that their discussion relates to early deglacial changes, not the entire transitions.

Quelle: Petit et al.: „Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica“. 1999, Nature 399: 429-436

Ice Core Records of Atmospheric CO₂ Around the Last Three Glacial Terminations

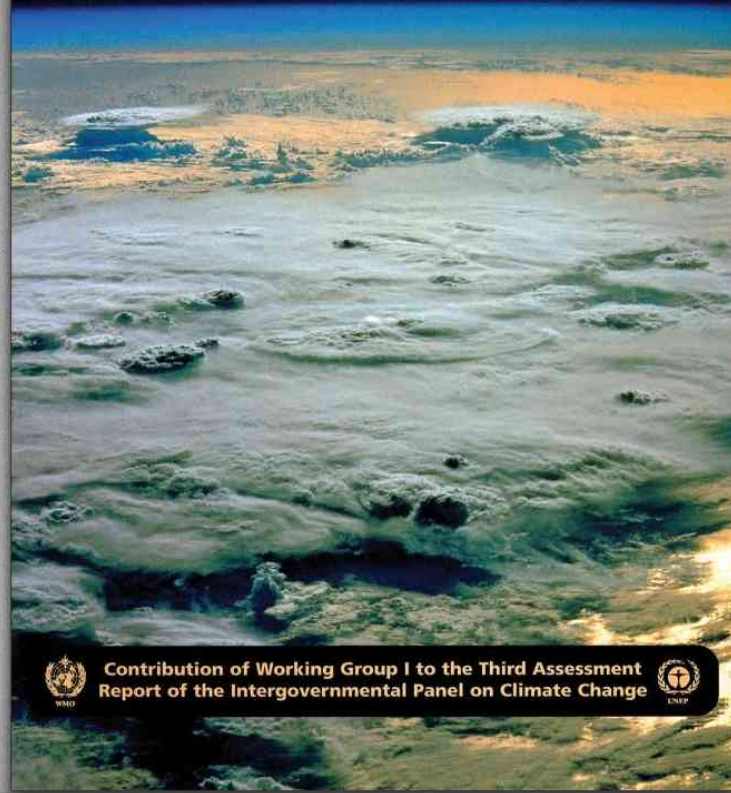
Hubertus Fischer, Martin Wahlen, Jesse Smith,
Derek Mastroianni, Bruce Deck

Air trapped in bubbles in polar ice cores constitutes an archive for the reconstruction of the global carbon cycle and the relation between greenhouse gases and climate in the past. High-resolution records from Antarctic ice cores show that carbon dioxide concentrations increased by 80 to 100 parts per million by volume 600 $\pm$ 400 years after the warming of the last three deglaciations. Despite strongly decreasing temperatures, high carbon dioxide concentrations can be sustained for thousands of years during glaciations; the size of this phase lag is probably connected to the duration of the preceding warm period, which controls the change in land ice coverage and the buildup of the terrestrial biosphere.

Quelle: Fischer et al, Science 12.03.1999

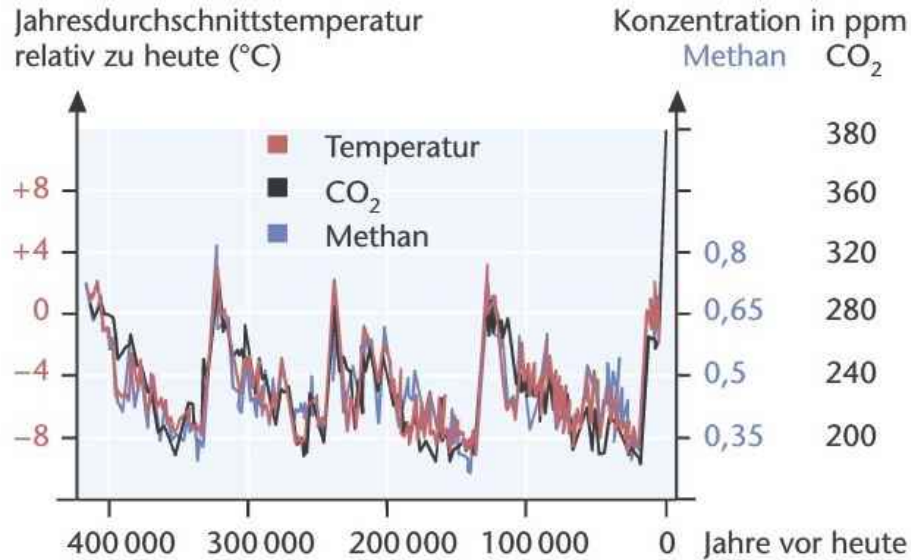
CLIMATE CHANGE 2001

The Scientific Basis



Quelle: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGI_TAR_full_report.pdf

Vergleich IPCC Report AR3 von 2001 und Bioskop



3 Temperaturschwankungen und Treibhausgas-Konzentrationen der letzten 400 000 Jahre

Quelle: Abbildung aus dem Bioskop SII, S. 169

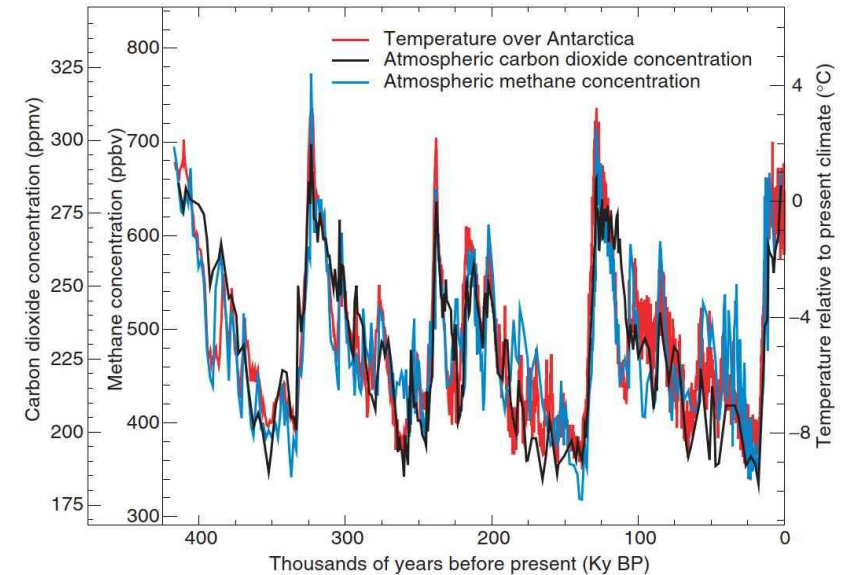
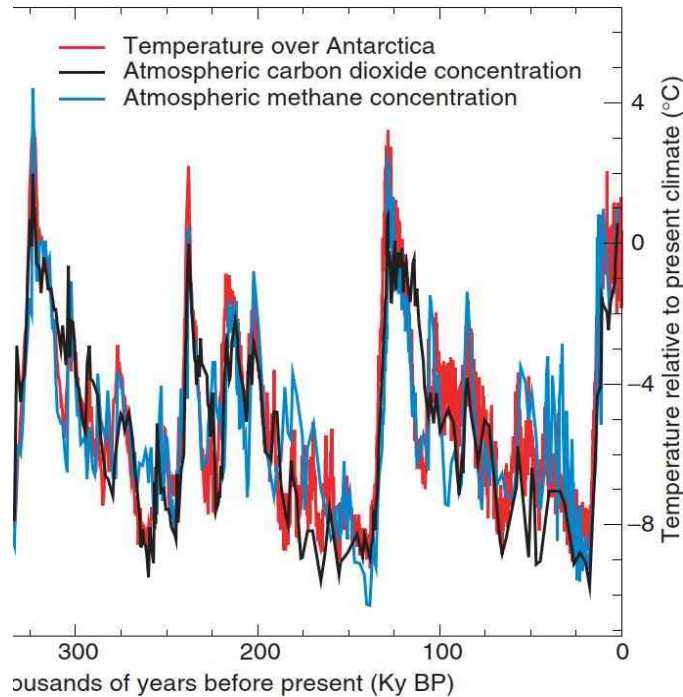


Figure 2.22: Variations of temperature, methane, and atmospheric carbon dioxide concentrations derived from air trapped within ice cores from Antarctica (adapted from Sowers and Bender, 1995; Blunier *et al.*, 1997; Fischer *et al.*, 1999; Petit *et al.*, 1999).

Quelle: AR3 IPCC Report, 2001, S.137



of temperature, methane, and atmospheric concentrations derived from air trapped within ice adapted from Sowers and Bender, 1995; Fischer *et al.*, 1999; Petit *et al.*, 1999).

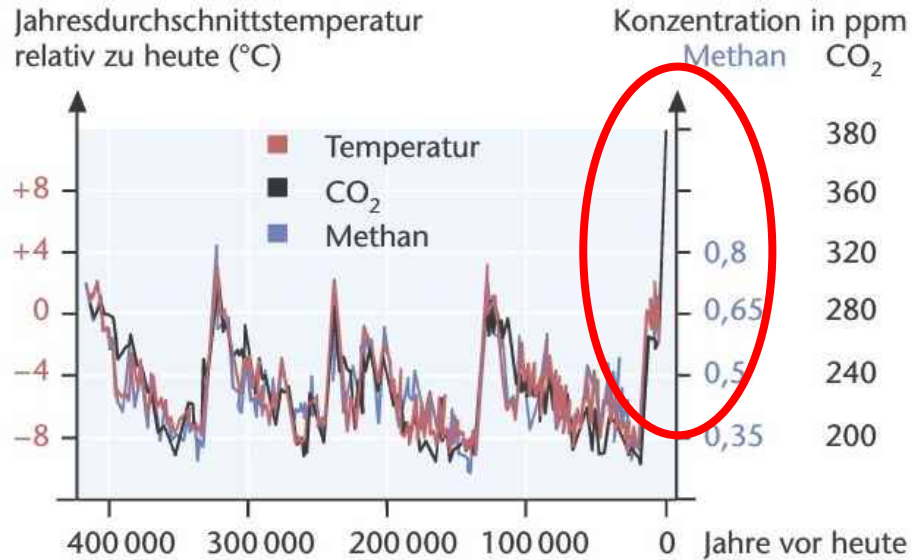
core in central East Antarctica. The strong relationship between CO₂ and CH₄ and Antarctic climate documented over the last climatic cycle has been remarkably confirmed over four climatic cycles, spanning about 420 ky (Figure 2.22). Present day levels of these two important greenhouse gases appear unprecedented during this entire interval (Petit *et al.*, 1999; and Figure 2.22). From a detailed study of the last three glacial terminations in the Vostok ice core, Fischer *et al.* (1999) conclude that CO₂ increases started 600 ± 400 years after the Antarctic warming. However, considering the large uncertainty in the ages of the CO₂ and ice (1,000 years or more if we consider the ice accumulation rate uncertainty), Petit *et al.* (1999) felt it premature to ascertain the sign of the phase relationship between CO₂ and Antarctic temperature at the initiation of the terminations. In any event, CO₂ changes parallel Antarctic temperature changes during deglaciations (Sowers and Bender, 1995; Blunier *et al.*, 1997; Petit *et al.*, 1999). This is consistent with a significant contribution of these greenhouse gases to the glacial-interglacial changes by amplifying the initial orbital forcing (Petit *et al.*, 1999).

We also now have a better knowledge of climate variability over the last few climatic cycles as illustrated by selected palaeo-

Quelle: AR3 IPCC Report, 2001, S.137

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGI_TAR_full_report.pdf

Vergleich IPCC Report AR3 von 2001 und Bioskop



3 Temperaturschwankungen und Treibhausgas-Konzentrationen der letzten 400 000 Jahre

Quelle: Abbildung aus dem Bioskop SII, S. 169

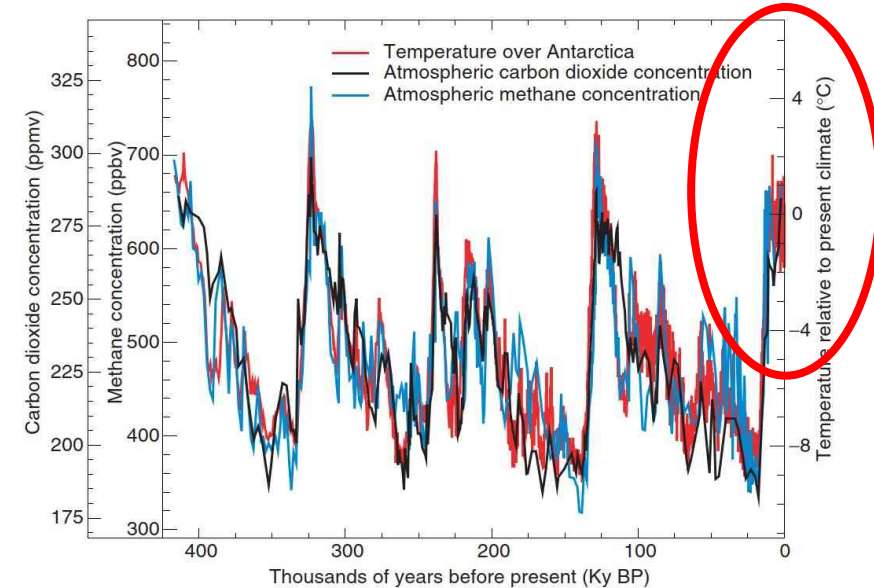


Figure 2.22: Variations of temperature, methane, and atmospheric carbon dioxide concentrations derived from air trapped within ice cores from Antarctica (adapted from Sowers and Bender, 1995; Blunier *et al.*, 1997; Fischer *et al.*, 1999; Petit *et al.*, 1999).

Quelle: AR3 IPCC Report, 2001, S.137

vostok-1999-temp-co2-rohdaten.ods - LibreOffice Calc

Datei Bearbeiten Ansicht Einfügen Format Extras Daten Fenster Hilfe

A3 Alter des Eis

A	B	C	D	E	F
Alter des Eis	Temperaturvariation		Mittleres Alter der Luft	CO2 Konzentration (ppm)	
4	Jahre ab Gegenwart (-)				
5	0	0	2342	284.7	
6	17	0	3634	272.8	
7	35	0	3833	268.1	
8	53	0	6220	262.2	
9	72	0	7327	254.6	
10	91	0	8113	259.6	
11	110	0	10123	261.6	
12	129	0	11013	263.7	
13	149	-0.81	11326	244.8	
14	170	0.02	11719	238.3	
15	190	0.36	13405	236.2	
16	211	-0.95	13989	225.3	
17	234	-1.84	17695	182.2	
18	258	-1.09	19988	189.2	
19	281	-0.75	22077	161.6	
20	304	-0.22			
21	327	-0.48			
22	351	-0.75			
23	375	0.23			
24	397	1.33			
25	420	0.35			
26	444	0.18			
27	469	-0.08			
28	495	-1.08			
29	523	-1.39			
30	552	-1.61			
31	581	-0.9			
32	609	-0.6			
33	637	-0.02			
34	665	-0.18			
35	695	-1.23			
36	726	-1.54			
37	757	-0.85			
38	788	-0.1			
39	817	-0.17			

Tabelle1

Suchen Groß-/Kleinschreibung

Tabelle 1 / 1 Standard

D	E	F
Mittleres Alter der Luft	CO2 Konzentration (ppm)	
2342	284.7	
3634	272.8	
3833	268.1	
6220	262.2	
7327	254.6	
8113	259.6	
10123	261.6	
11013	263.7	

Quellen:

Kohlendioxid-Datenreihe: <https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/trends/co2/vostok.html>

Temperatur-Datenreihe: https://cdiac.ess-dive.lbl.gov/trends/temp/vostok/jouz_tem.html