

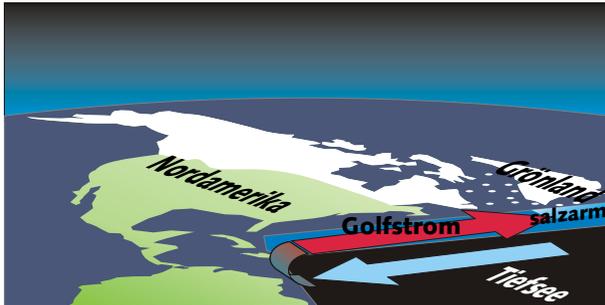
## Drohung einer Abkühlung Europas, während sich die Erde insgesamt erwärmt

Vor den meisten Ostküsten der Kontinente fließen in gemäßigten Breiten kalte Meeresströme aus den Polargebieten.

Europa genießt einen Sonderfall: Der Golfstrom kommt als Oberflächenwasser aus dem Südwesten und sorgt für eine für die Breitengrade sehr milde Temperatur. Im Nordpolarmeer sinkt das Wasser zu Boden und fließt in der Tiefe nach Süden zurück. So schließt sich der Kreislauf.

Das Schmelzen des Polareises nimmt jedoch dramatisch zu. Dieses salzärmere Schmelzwasser ist leichter als das salzhaltigere Wasser des Golfstroms. Das leichtere Schmelzwasser bleibt oben und blockiert so den Golfstrom. Der wird so vorzeitig nach unten gedrückt - bevor er Europa wärmen kann.

Es besteht somit die Gefahr, dass Europa abkühlt, gerade weil sich die Erde insgesamt erwärmt.



Manchmal wird der Standpunkt vertreten, wegen zurückgehender Sonnenfleckenaktivität (Maunder-Minimum) würde ohne unseren Treibhauseffekt die globale Temperatur zurückgehen.

So einfach ist die Sache jedoch nicht: Wenn es Zufallsschwankungen gibt, die gerade in unserem Sinne verlaufen, wird es in der Zukunft genauso viele Schwankungen geben, die unsere Probleme noch verschärfen.

## Wärmere Luft - höhere Luftfeuchtigkeit - stärkere Unwetter

Etwa alle 10°C verdoppelt sich die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasserdampf. Entsprechend stärker fällt der Regen aus. Aber auch Wasserdampf verursacht Treibhauseffekt.

### Wasserdampfaufnahme

0°C	4,8 g/m <sup>3</sup>
10°C	9,4 g/m <sup>3</sup>
20°C	17,3 g/m <sup>3</sup>
30°C	30,4 g/m <sup>3</sup>

Weiterhin enthält Wasserdampf viel Energie, die eine hohe Zerstörungskraft ausüben kann. Um sich dessen bewusst zu sein bedenke man, dass 100°C heißes Wasser bereits sehr viel mehr Energie enthält als gleich heißes Holz oder Metall (Verbrühung!). Die darauffolgende Verdampfung nimmt aber noch 5,4mal so viel Energie auf wie die gesamte Erhitzung von 0°C auf 100°C. Ähnliches gilt aber auch für Wasserverdunstung bei normaler Temperatur - die sog. latente Wärme ist hoch.

Die Energie des Wasserdampfes war die treibende Kraft der beginnenden Industrialisierung. In der Atmosphäre ermöglicht sie die Wirbelstürme - mit Leistungen von bis zu 200 Terawatt, was vier Hiroshima-Bomben pro Sekunde entspricht.

## Konsequenzen für die Verkehrspolitik

Derartige Auswirkungen - sind sie erst einmal losgetreten - sind durch Menschenhand nicht mehr zu kontrollieren.

Schäden bis 2100 werden auf 510 Billionen US\$ geschätzt. Die Weltwirtschaft betrug 2012 aber »nur« 70 Billionen US\$.

**Der Verkehr trägt in Deutschland mit ca. 18% zur Treibhausgasemission bei. Das Bundesumweltministerium stellte klar: »Bis 2050 sollen die Treibhausgasemissionen in Deutschland um 80 bis 95 Prozent im Vergleich zu 1990 reduziert werden«. Entsprechend muss der Verkehr, wie wir ihn kennen, drastisch reduziert und umorganisiert werden.**

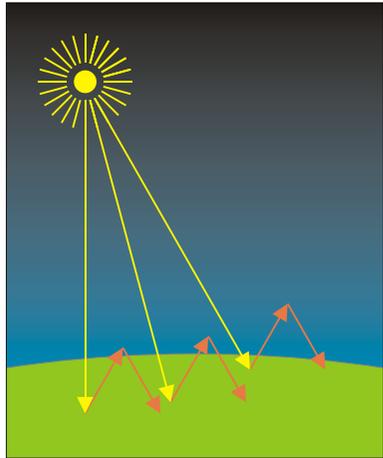
## Warum ein stärkerer Anstieg als 2°C in einer Katastrophe enden kann

...und welche Sachzwänge für unsere Verkehrspolitik entstehen

Der Verkehrsclub Deutschland (VCD) ist der ökologische Verkehrsclub mit dem Ziel einer nachhaltigen Mobilität

## Der Treibhauseffekt

Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) ist für unser sichtbares Licht durchlässig, für Wärmestrahlung (Infrarot) jedoch zum Teil nicht.



Das unten ankommende sichtbare Licht erwärmt den Boden und wird als Wärmestrahlung zurückgestrahlt. Letzteres wird jedoch durch das CO<sub>2</sub> teilweise gefangen, die Bodenerwärmung steigt weiter.

Die globale Durchschnittstemperatur beträgt etwa 15°C. Ohne Treibhauseffekt wäre diese Temperatur ca. -18°C.

Vor ca. 650 Mio. Jahren hatte die Atmosphäre kaum CO<sub>2</sub>. Die Erde war völlig von Eis bedeckt.

Das andere Extrem zeigt unser Schwesterplanet Venus. Da ihre Atmosphäre zu 95% aus CO<sub>2</sub> besteht und die Dichte 90 bar beträgt, ist ihre Durchschnittstemperatur 464°C. Hätte sie die gleiche Atmosphäre wie die Erde, dann wäre die Temperatur dort etwa 66°C.

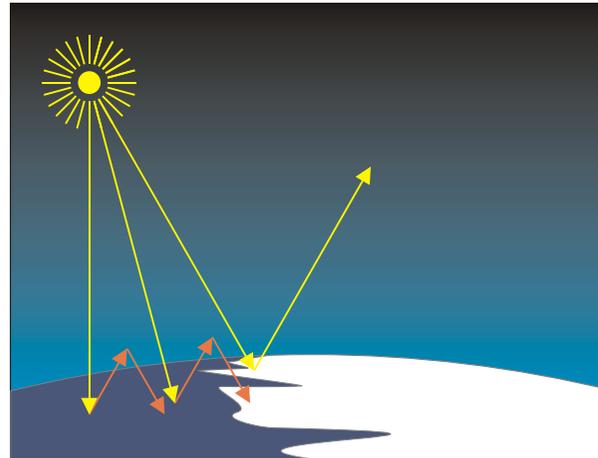
## Unauffälliger Beginn - starke Auswirkung

Ein Beispiel ist der Tsunami. Auf dem Meer ist er kaum spürbar: der Wasserspiegel steigt etwa 50 cm und fällt nach einer Minute wieder zurück. Wegen der Größe der Fläche aber staut sich die Masse an der Küste auf und verursacht am Ende verheerende Zerstörung.

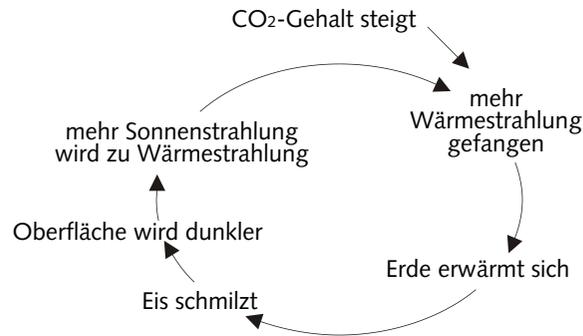
Auch eine Erhöhung um wenige Grad erscheint zuerst harmlos. Die Konsequenzen sind aber fatal, wenn sie für den ganzen Planeten gilt. Dann treten Rückkopplungseffekte ein, die in den folgenden Abschnitten erläutert werden.

## Rückkopplungseffekt 1: Eisschmelze (»Eis-Albedo-Rückkopplung«)

Eis spiegelt das ankommende Licht zum größten Teil wieder zurück in den Weltraum. Eisfreies Meer ist jedoch deutlich dunkler und nimmt mehr Strahlung auf beziehungsweise gibt es als Wärmestrahlung wieder zurück.



Wenn also durch Wärme Eis schmilzt, wird noch mehr Wärme absorbiert, wodurch noch mehr Eis schmilzt - ein Teufelskreis.



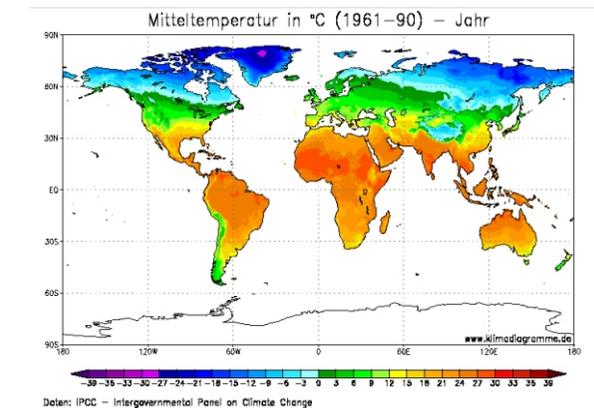
## Rückkopplungseffekt 2: »CO<sub>2</sub> und Methan im Permafrost«

Permafrostboden bindet CO<sub>2</sub> und Methan (Erdgas). Erdgas ist Segen und Fluch Russlands. Wird dieses Gas unkontrolliert an der Oberfläche frei, so ist dessen Klimaschädlichkeit 33mal so groß wie die von CO<sub>2</sub>.

Die untere Grafik stellt die Jahresdurchschnittstemperaturen in 3°C-Stufen dar. Nähme man an, alle Temperaturen würden um 3°C steigen, dann würden folglich alle Klimazonen um einen 3°C-Streifen verschoben werden. Insbesondere würden die Permafrostböden innerhalb eines solchen Streifens in der Grafik auftauen, was einer Breite von mehreren hundert km entspricht. In diesem Bereich würden die Gase freigesetzt werden.

Diese Gase verstärken den Treibhauseffekt - noch mehr Permafrostboden wird aufgetaut und noch mehr Gase werden freigesetzt.

Verschiedene Rechenmodelle zeigen, dass sich diese Rückkopplungen bei von Menschen verursachter Erwärmung von mehr als 2°C verselbständigen. Bei mehr als 5°C Erhöhung ist es den Menschen überhaupt nicht mehr möglich, ein Umkippen zu einer globalen Katastrophe zu verhindern.



© Bernhard Mühr, Karlsruhe