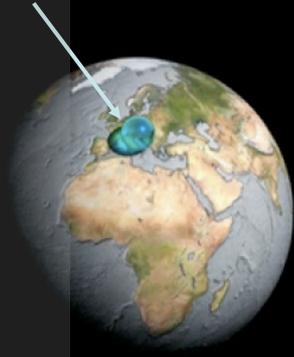


Totale Menge der
atmosphärischen Luft
(in 1 bar ausgedrückt)



Totale Menge des Wassers
auf unserem Planeten
(Meer, See, Fluss, Eis, ...)



Während der 30 Minuten meiner Konferenz, wird die Erde
etwa 54'000 km längs ihrer Flugbahn durchlaufen.

also

Willkommen am Bord unseres Raumschiffes Erde !

Übersicht

auf die grossen gegenwärtigen Probleme
auf dem Gebiet des Klimas und der Energie



2'

Filmausschnitt « Nous resterons sur Terre », d'Olivier Bourgeois et de Pierre Barougier

1. Wie und warum beeinflusst CO_2 das Klima und die Umwelt ?
2. Warum stossen wir so viel CO_2 in die Atmosphäre aus ?
3. Wie kann man unsere CO_2 - Emissionen verringern ?

1. Wie und warum beeinflusst CO₂ das Klima und die Umwelt ?

Zuerst : was ist das Klima ?

- Die Sonne ist der Motor (niemand bestreitet das) !
- Die Sonnenenergie wärmt den Boden. Diese Erwärmung ist von einem Punkt zum andern sehr unterschiedlich (Wolken, Breite, Zurückstrahlungsfaktor, ...).
- Temperaturunterschiede erzeugen spezifische Gewichtsunterschiede.
- Gewichtsunterschiede treiben Luft- und Wasserbewegung an.
- Diese Bewegungen haben zur Folge: Wärmeaustausch, Wasseraustausch und Kohlendioxidaustausch, ...

St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

Das Klima:
eine Frage der Bilanz der Strahlungsenergie!

- Die Erde würde im thermischen Gleichgewicht sein, wenn die Energie der Sonnenstrahlung der ausgestrahlten infraroten Energie entsprechen würde.

**Welches sind die
Phänomene, die dieses
Gleichgewicht stören
können?**

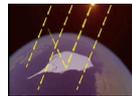
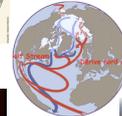
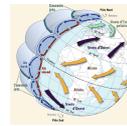
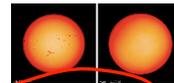
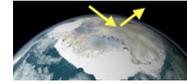
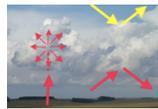
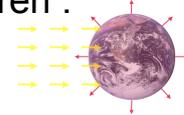
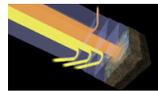


http://cm1cm2.ceyreste.free.fr/univers_fichiers/terre.jpg

St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

Die Phänomene, die das Gleichgewicht stören :

- Es gibt ein Gleichgewicht, wenn die ankommende Energie gleich der abgestrahlten Energie ist.
- Die Atmosphäre beeinflusst die Sonnenstrahlung.
- Der Boden beeinflusst die Zurückstrahlung.
- Die Wolken beeinflussen die Energieflüsse die herein- oder die hinausgehen.
- Die Sonnenstrahlung ändert (Zeitkreis 11 Jahr).
- **Die Treibhausgase beeinflussen die infrarote Energie, die hinausgeht.**
- Die Atmosphäre transportiert die Energie von den tropischen Zonen zu den Polen der Erde (Austausch $H_2O + CO_2$ mit der Erde)
- Die Ozeane transportieren die Energie zu den Polen (Austausch $H_2O + CO_2$ mit Atmosphäre)
- Negativen und positiven Rückwirkungsschleifen erschweren alles !
- Und man vermutet, dass die kosmische Strahlung, die selbst von der Sonnenstrahlung abhängt, die Erscheinung der Wolken beeinflusst. Dieser Einfluss ist sehr schwach!



St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

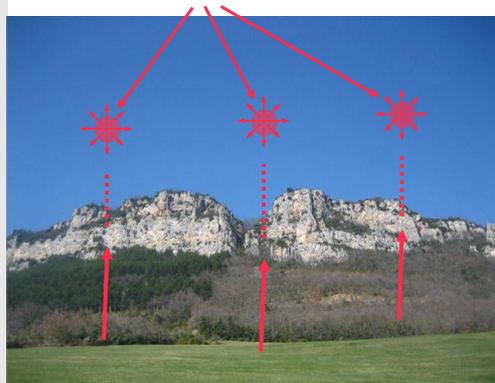
Was ist der Treibhauseffekt ?

- Die Atmosphäre ist ganz durchlässig für das Licht, aber nur teilweise durchlässig für die Infrarotstrahlung !
- Die Treibhausgasemoleküle nehmen die Photonen der Infrarotstrahlung auf.



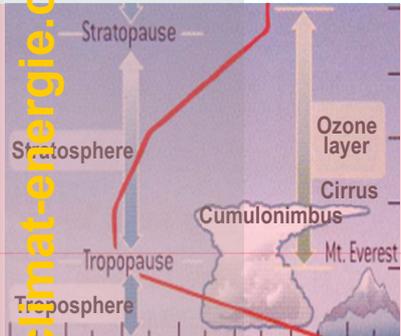
Und jetzt eine Frage :

« Wohin geht diese Energie, die von diesen Molekülen aufgenommen wird ? »



St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

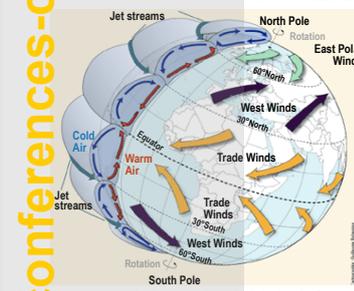
Was ist der Treibhauseffekt ?



In der Stratosphäre wird die Infrarotenergie aufgenommen, **und in Form von Infrarotenergie wieder ausgestrahlt.**

Diese Ausstrahlung geschieht in allen Richtungen, also ebenfalls zum Boden !

In der Troposphäre wird die Infrarotenergie aufgenommen und **umgewandelt in Wärme**



Der Treibhauseffekt bringt zusätzliche Wärme in der Troposphäre !

« Wohin geht diese Wärme » ?

In der Troposphäre, gibt es grosse thermischen Zellen.

Diese Zellen transportieren die Wärmeenergie in Richtung Boden, aber besonders auch in Richtung der Pole.

<http://www.sauvonsleclimat.org/new/spip/spip.php?auteur32>
St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

Auswirkungen der klimatischen Erwärmung



Filmausschnitt, document « Quel avenir pour la Terre? » diffusé sur Planète le 22 avril 2007 (HBO® Original Programming).

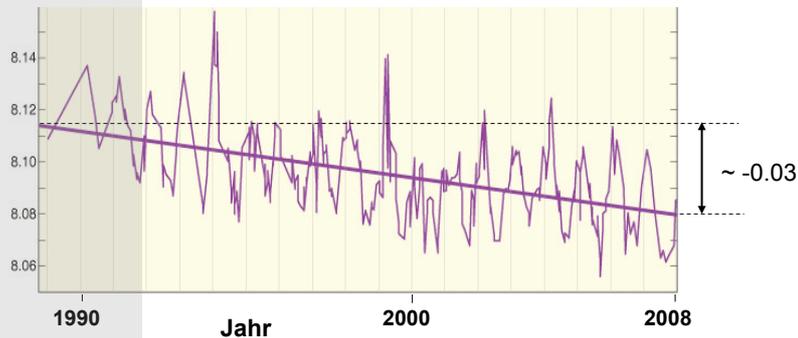
2
St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

Feu de forêt : 2'
Tout : 2'55"

Es gibt ein zweites Problem mit CO₂ : Versäuerung der Meere !

- Ein Teil des atmosphärischen Kohlendioxids löst sich im Ozeanwasser auf.
- Wegen dieser Auflösung werden die Ozeane immer saurer.
(wenn der pH-Wert abnimmt, vergrößert sich der Säuregehalt).

pH-Wert vom Oberflächenwasser der Ozeane (Station Aloha, Nord Pazifischer Ozean)



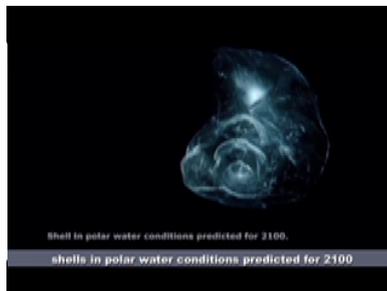
<http://www.ocean-acidification.net/>
<http://scentofpine.org/gw101-4/>

St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

Diese Versäuerung der Meere ist ein grosses Problem !

- Wenn das Meereswassers saurer wird, verringert sich die Konzentration der Karbonationen (CO₃²⁻).
- Wird die Karbonationenkonzentration (CO₃²⁻) weniger als **66 µmol pro kg**, dann wird Aragonit löslich im Wasser.
(Calciumcarbonat CaCO₃ hat 2 Kristallstrukturen : Aragonit und Calcit)
- Aragonit befindet sich in der Mehrheit der Muscheln ! Das könnte schlimme Auswirkungen für gewisse Seeorganismen haben.

Beispiel: Pteropode *Limacina helicina* lebt in der Arktis - Nahrung für Walfische (Größe ungefähr 1 cm)

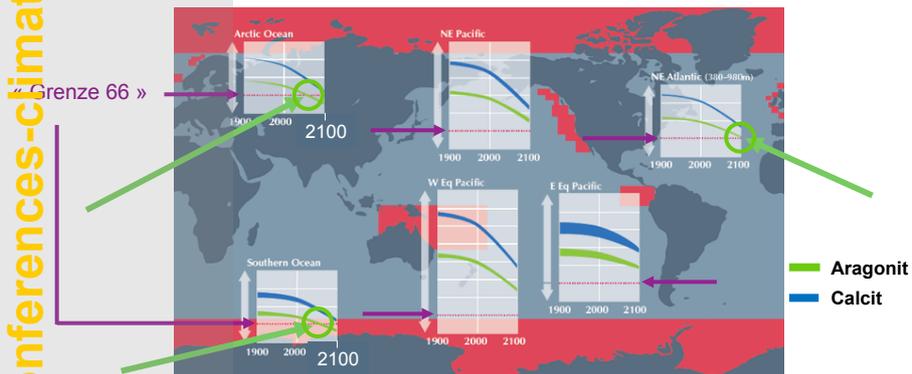


Source: ACID TEST, the global challenge of ocean acidification, A Naturel Resources Defence Council Production

St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

Die Versäuerungsvorhersagen für das 21^{ste} Jahrhundert

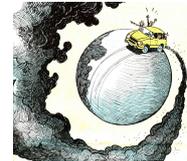
- Wenn die Verminderung des pH so schnell wie jetzt weitergeht, wird die Grenze von 66 $\mu\text{mol/kg}$ vor Ende des 21^{sten} Jahrhunderts erreicht.
- Und das könnte das Verschwinden der Pteropode verursachen.
- Dieses Verschwinden könnte grossen Auswirkungen für die Nahrungsmittelproduktion haben.



A Summary for Policymakers from the Second Symposium on the Ocean in a High-CO₂ World
www.ocean-acidification.net

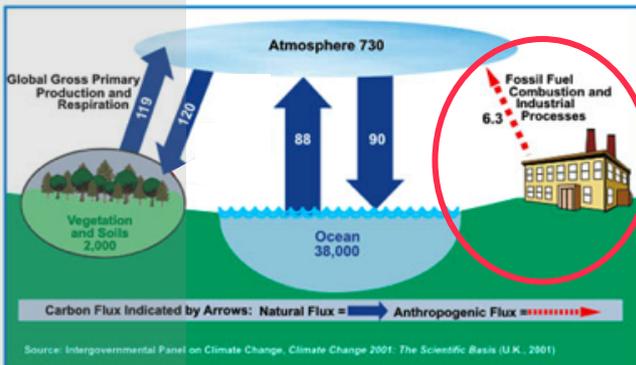
St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

2. Warum stossen wir soviel CO₂ in die Atmosphäre aus ?



Ja ! Unser Kohlendioxydausstoss ist riesig !

Jährlicher Kohlendioxidfluss (gleichwertiger Kohlenstoff in Gigatonnen)

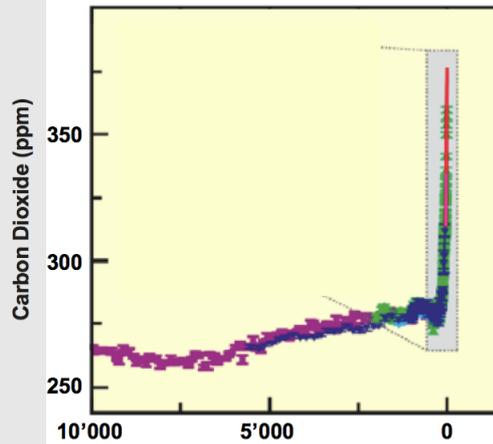


Die Menschheit stösst jährlich ungefähr 6 bis 7 Gigatonnen gleichwertiger Kohlenstoff in die Atmosphäre aus (die Hälfte wird durch die Photosynthese verbraucht).

Source : <http://earthtrends.wri.org/updates/node/245>

St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

Der CO₂-Gehalt in der Atmosphäre hat im Laufe der letzten 2 Jahrhunderte erheblich zugenommen !



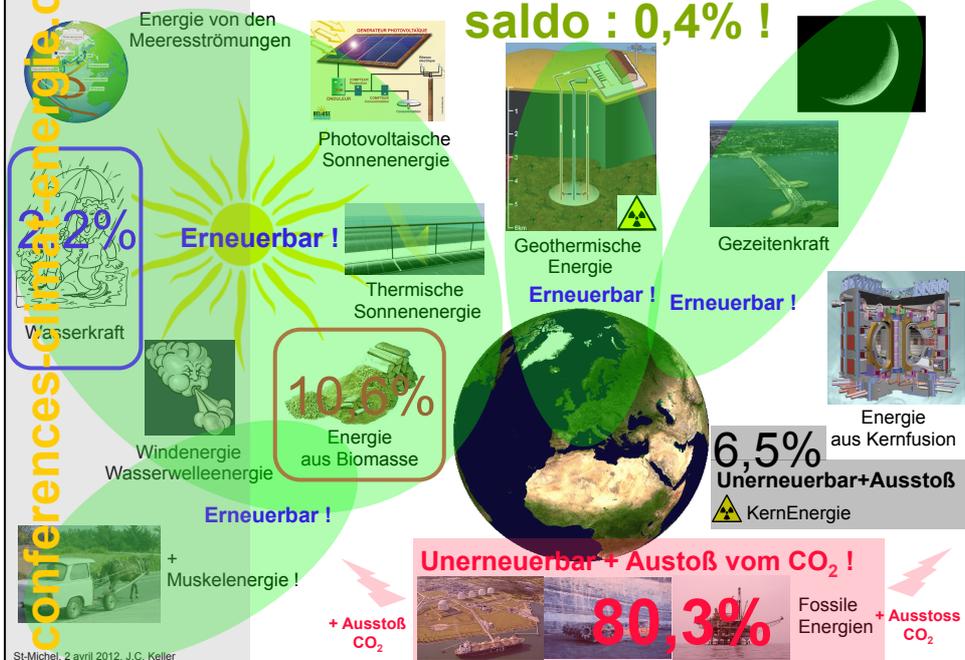
Vergangenheit Time before 2005 (yr) Gegenwart

Source : IPCC, Working Group I: The Physical Science Basis, Summary for Policymakers
http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/figure-spm-1.html

St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

Wir verbrauchen viel zuviel fossile Energien !

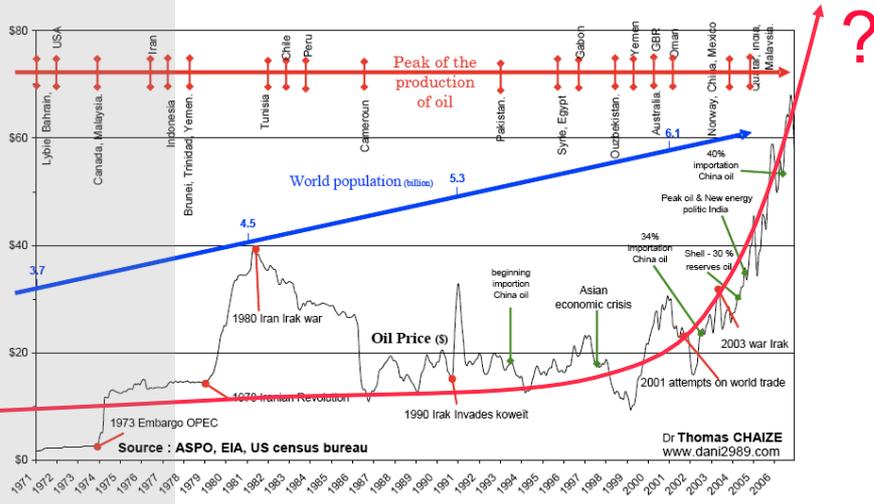
saldo : 0,4% !



St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

Fossilenergieverbrauch : wirtschaftliche Wirkung

- Wenn man zuviel fossile Energien verbraucht, gibt es ein wirtschaftliches Risiko !



ASPO : Association for the Study of Peak Oil&Gas
<http://www.peakoil.net/>

téléchargeable : <http://www.dani2989.com/pdf/oilpoppeak.pdf>

Article : <http://www.dani2989.com/matiere1/oilpopulationprod26112006gb.htm>

St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

3. Wie kann man unseren CO₂-Ausstoss verringern ?

(Das ist unbedingt notwendig, weil es ein grosses klimatisches Risiko gibt !)

Was macht man, wenn es ein Risiko gibt ?

Einzeln ist jeder bereit, für eine Versicherung zu bezahlen !

Feuerversicherung



Krankheitsversicherung



Diebstahlversicherung



Reiseversicherung



oder noch Haftpflichtversicherung, u. s. w. ...

Um uns gegen das klimatisches Risiko zu versichern,
ist die folgende Frage richtig :

**Welchen Preis sind die Nationen bereit zu bezahlen,
um den CO₂-Ausstoss zu verringern ?**

St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

Was kann man machen ?

- Die Gleichung von Kaya zeigt uns, wovon unser CO₂-Ausstoss abhängt.

Wenn man diese Menge reduzieren will

$$CO_2 = \frac{CO_2}{Energie} \cdot \frac{Energie}{BIP} \cdot \frac{BIP}{Bevölkerung} \cdot Bevölkerung$$

dann muss man diese Faktoren reduzieren

Dieser Anzeiger ist der CO₂-Ausstoss des Energieverbrauchs. Lösungen um diesen Anzeiger zu reduzieren :

- Stromproduktion ohne Kohle
- mit CO₂-Abscheidung und Speicherung
- Benützung der erneuerbaren Energien
- Verbesserung der Energieeffizienz
- Konsumreduzierung !

Das ist ein Anzeiger des Energieverbrauchs der Wirtschaftstätigkeiten. In der letzten 30 Jahren hat er sich schon um 35% verringert !

Das ist ein Anzeiger des Wachstums (Produktion pro Person). In allen Ländern versucht man, diesen wachsen zu lassen

In den nächsten 20 Jahren wird die Weltbevölkerung noch wachsen !

St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

Haus mit sehr grosser Energieeffizienz

- Das Hotel Muottas Muragl in St-Moritz : mehr Energie erzeugt als verbraucht !

Eröffnung am 18. Dezember 2010



Stufe 2: Flache Sonnenkollektoren



Stufe 4: Erdwärme dank Erdsonden



- 16 Erdsonden
- in 200m Tiefe
- total 3'210m Erdsonden
- In einem Feld von 20m x 50m angelegt

Stufe 1: Abwärme nutzen



Stufe 3: Röhren-Sonnenkollektoren



Stufe 5: Photovoltaische Stromerzeugung



- 228 m Solarzellen, 455 m²
- Strom 94'600 kWh/Jahr

http://ftp.estm.xiag.ch/solar/infoscreen_muottas.php

St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

Haus mit sehr grosser Energieeffizienz

- Ein PlusEnergieBau in Ruschein (GR), mehr Energie erzeugt als verbraucht :
Thermische Solaranlage: 6,3 m², Solarzellen : 6,5 kWc, Wärmepumpe



http://www.solaragentur.ch/index.php?N1_ID=137&N2_ID=181&Language=fr

St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller

« Wir leben in einer ausserordentlichen Epoche - einer Epoche, in der wir gelernt haben auf den Mond zu gehen, in der wir aber immer noch nicht fähig sind, richtig auf der Erde zu gehen »

William S. Becker

Colorado Energy Research Institute at the Colorado School of Mines



Ich danke Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit !

« Erdeschein » beobachtet seit einer Mondumlaufbahn,
am 29/12/68 von Apollo 8 fotografiert, NASA

St-Michel, 2 avril 2012, J.C. Keller