



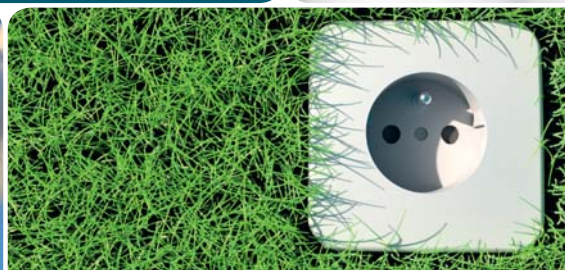
KLIMA SUCHT SCHUTZ – EINE KAMPAGNE  
GEFÖRDERT VOM BUNDESUMWELTMINISTERIUM

Medienpartner: **Handelsblatt**



Sie fragen –  
Experten antworten

~~CO<sub>2</sub>~~ Klima-Orakel



## Inhaltsverzeichnis

Aus der Luft gegriffen: Wie viele Bäume binden eine Tonne CO <sub>2</sub> ? .....	4
Nicht weit vom Stamm: Sind deutsche Äpfel gut fürs Klima? .....	6
Kein Wintermärchen: Kalter Winter – warmes Klima? .....	8
Berechnend gerechnet: Pkw-Verbrauchsangaben realistisch? .....	10
Reisen statt speisen: Ist Biosprit klimaverträglich? .....	12
Vom Winde bewegt: Warum stehen Windräder häufig still? .....	14
Scheindebatte: Sonnenstrom ökologisch korrekt? .....	16
Grüner wird's noch: Strom sparen bei Ökostrom? .....	18
Wie gewonnen, so zerronnen: Verschwendung wegen Effizienz? .....	20
Hell-dunkel-Konflikt: Licht an oder Licht aus? .....	22
Mehr oder weniger: Wo sinken die CO <sub>2</sub> -Emissionen? .....	24
Nord-Süd-Gefälle: Trifft der Klimawandel beide Pole gleich? .....	26
Über den Wolken: Schaden moderne Flugzeuge mehr? .....	28
Tauchparadies: Wann gehen die Malediven unter? .....	30
Vom Himmel hoch: Strom aus Blitzen? .....	32
Blasenschwäche: Kohlensäure im Bier klimaschädlich? .....	34

## Was hinter dem Klima-Orakel steckt

Oft erreichen uns Fragen von Besuchern unserer Website zum Klimawandel, zu dessen Folgen und den Möglichkeiten, beides zu begrenzen. Seit 2009 suchen wir mit der Aktion Klima-Orakel für die Antworten geeignete Experten bei renommierten Institutionen. Jede Woche veröffentlichen wir eine Frage mit der Expertenantwort, gemeinsam mit unserem Medienpartner Handelsblatt Online.


Inzwischen haben bereits rund 100 Mal Experten Fragen an das Klima-Orakel beantwortet. Besuchen Sie diese einzigartige Online-Bibliothek zum Klimawissen, stöbern Sie zwischen nützlichen, ernsthaften und originellen Fragen und befragen Sie selbst das Orakel unter [www.klima-orakel.de](http://www.klima-orakel.de).

## Wer hinter dem Klima-Orakel steckt

Die gemeinnützige Beratungsgesellschaft co2online ist seit 2004 Träger der vom Bundesumweltministerium geförderten Kampagne „Klima sucht Schutz“. Sie informiert über den Klimawandel und motiviert, die individuellen Klimaschutzmöglichkeiten zu nutzen und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu verringern. Gemeinsam mit einem großen Partnernetzwerk stellt co2online in zahlreichen Projekten hilfreiche Angebote zum Klimaschutz kostenlos zur Verfügung. Besuchen Sie uns auf [www.klima-sucht-schutz.de](http://www.klima-sucht-schutz.de)!



Bundesministerium  
für Umwelt, Naturschutz  
und Reaktorsicherheit

A photograph of a tree trunk with a speech bubble and a car icon. The speech bubble is white with a green border and contains the text '„Wie viele Bäume müsste man anpflanzen, um eine Tonne CO<sub>2</sub> aus der Luft zu binden?“'. Below the speech bubble is a red and white circular sign with a black car icon. The tree trunk is brown and textured, and the background is green foliage.

„Wie viele Bäume müsste man anpflanzen, um eine Tonne CO<sub>2</sub> aus der Luft zu binden?“

**Dr. Daniel Klein (Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft):**

Wie schnell bzw. wie viel CO<sub>2</sub> ein Baum bindet, hängt von vielen Faktoren ab. Dazu gehören die Baumart, das Alter des Baumes, dessen Holzdichte oder Zuwachsrate. Aber auch äußere Faktoren wie das Klima, die Bodenqualität oder die Wasserversorgung spielen eine entscheidende Rolle. Deswegen sind allgemeingültige Aussagen auf diese Frage schwierig.

Um dennoch eine grobe Vorstellung über die CO<sub>2</sub>-Bindungskapazität von Bäumen zu be-

**Aus der Luft gegriffen:  
Wie viele Bäume binden eine Tonne CO<sub>2</sub>?**

kommen, hilft dieses Beispiel: Stellen Sie sich eine normal gewachsene Buche (im Bestand gewachsen) vor, die 23 Meter hoch ist und auf einer Stammhöhe von 1,30 Metern einen Durchmesser von etwa 30 Zentimetern besitzt. Dieser Baum speichert circa 550 Kilogramm Trockenmasse in seinen Blättern, Ästen und seinem Stamm. Schätzt man noch etwa zehn Prozent hinzu, die in der Wurzelbiomasse gespeichert sind, so werden insgesamt etwa 600 Kilogramm Trockenmasse gebunden. Diese 600 Kilogramm Trockenmasse entsprechen einer Bindung von etwas mehr als einer Tonne CO<sub>2</sub>. Das Gewicht

der Trockenmasse ist deshalb geringer als die gebundene Menge CO<sub>2</sub>, weil bei der Photosynthese auch Sauerstoff abgegeben wird.

Um eine Tonne CO<sub>2</sub> aufnehmen zu können, muss die Buche etwa 80 Jahre wachsen. Das heißt: Pro Jahr bindet die Buche 12,5 Kilogramm CO<sub>2</sub>. Sie müssten also 80 Bäume pflanzen, um jährlich eine Tonne CO<sub>2</sub> durch Bäume wieder zu kompensieren. Zu beachten ist, dass Bäume in den ersten Jahren nach Pflanzung eher geringe Biomassevorräte anlegen. Erst mit zunehmendem Alter wird vermehrt CO<sub>2</sub> gebunden.



„Ist ein Apfel aus Chile oder Neuseeland immer klimaschädlicher als ein Apfel aus einer Anbauregion in Deutschland?“

## Nicht weit vom Stamm: Sind deutsche Äpfel gut fürs Klima?

**Dr. Michael Blanke (Institut für Nutzpflanzenwissenschaften und Ressourcenschutz, Universität Bonn):**

Ein Apfel aus Deutschland ist nicht per se klimafreundlicher als ein Apfel aus Chile oder Neuseeland. Die monatelange Lagerung deutscher Äpfel im Kühlhaus benötigt etwas Energie und verursacht damit CO<sub>2</sub>-Emissionen. Deswegen verschlechtert sich die Klimabilanz eines Apfels mit jedem Monat der Lagerung. Doch selbst eine fünfmonatige Lagerung deutscher Äpfel im Kühlhaus verbraucht weniger Energie als der Transport neuseeländischer Äpfel um die halbe Welt mit Schiff und Lkw. Deshalb sind heimische Äpfel in der Zeit von

ihrer Ernte im September bis in den Mai klimafreundlicher als Äpfel von der Südhalbkugel. Aber auch von Juni bis zur neuen Ernte in Deutschland sind Äpfel aus Chile oder Neuseeland nicht besser fürs Klima, weil sie ebenfalls nach der Ernte ab März entweder vor Ort oder in Europa gelagert werden müssen. In dieser Zeit spielt es für die Klimabilanz keine Rolle, woher der Apfel stammt.

Durch die Wahl des Verkehrsmittels für den Einkauf hat der Konsument selbst einen oft unterschätzten Einfluss auf die Klimabilanz der Äpfel. Bei einem Einkauf mit dem Pkw verschlechtert er sie deutlich.



„Trotz Klimaerwärmung werden unsere Winter immer härter. Wie kann das sein?“

**Prof. Dr. Friedrich-Wilhelm Gerstengarbe**  
(Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung):

Zwei harte Winter sagen noch gar nichts über das Klima aus. Vielmehr müssen wir uns fragen: Sind zehn milde Winter normal? Auch der vergangene als recht hart empfunden

dene Winter in Deutschland ist nicht einmal unter den 20 kältesten der vergangenen 100 Jahre gewesen. Und weltweit ist das Jahr 2010 sogar das wärmste seit Beginn der Temperaturaufzeichnungen.

Oft werden Winter als kalt empfunden, weil

## Kein Wintermärchen: Kalter Winter – warmes Klima?

viel Schnee liegt. Hierfür müssen die Temperaturen aber nur unter null Grad sinken, was nicht besonders kalt ist. Weil wärmere Luft mehr Feuchtigkeit transportieren kann als kalte, führt die Erderwärmung regional zu mehr Niederschlägen – das kann dann auch Schnee sein. Insgesamt steigt mit dem Klimawandel die Menge der Extreme: kalt wie warm, nass wie trocken.

Auch ein wirklich kalter Winter steht nicht im Widerspruch zur globalen Erwärmung. Im Gegenteil, die Erwärmung könnte sogar zwischen den vielen milden Wintern in Europa die Wahrscheinlichkeit besonders kalter Win-

ter unter Umständen verdreifachen. Das hat ein Forscher des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung in einer Computersimulation gezeigt. In der Barents-Kara-See nördlich von Norwegen und Russland war ausgerechnet im kalten europäischen Winter 2005/06 die Eisdecke stark abgeschmolzen. Wenn das Eis auf dem Meer schrumpft, gibt das Wasser Wärme an die Umgebung ab. Hierdurch werden örtlich die unteren Luftschichten aufgeheizt, was zu einer starken Störung von Luftströmungen führen kann – kalte Winde werden nach Europa umgelenkt. Allerdings gibt es auch eine Reihe anderer Faktoren, die hier Einfluss haben.

„Die Verbrauchsangaben der Autohersteller klingen ja oft toll. Stimmen die Angaben mit dem tatsächlichen Verbrauch überein?“



**Dr. Hans-Jochen Luhmann (Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie):**

Die Angaben der Pkw-Hersteller stimmen mit dem tatsächlichen Spritverbrauch in der Regel nicht überein – das Ausmaß des Unseriösen variiert unter den Herstellern. Im Schnitt liegt er um etwa 1,5 l/100 km über den gemachten Angaben. Mit zukünftig kommenden (Hybrid-)Elektro-Pkws wird die Differenz noch zunehmen.

Schaut man genau hin, so machen die Pkw-Hersteller eigentlich keine Angaben zum Treibstoffverbrauch, sondern vielmehr zu den

Treibhausgasemissionen eines Pkw. Dabei nutzen sie einen Wert, der gemäß staatlichen Vorgaben normiert ermittelt wird. Den kann man rückrechnen in Verbrauchsangaben. Bei der Normierung und bei der Umrechnung gibt es Ansatzpunkte, die von den Pkw-Herstellern systematisch ausgenutzt werden: Sie weisen kollektiv den wirklichen Verbrauch zu gering aus.

Seitens der Hersteller steht deren Mentalität dahinter. Porsche ist symptomatisch Spitzenreiter. Das Unternehmen entwickelt einen „Drei-Liter-Sportwagen“. Das ist ein Plug-in-

**Berechnend gerechnet:  
Pkw-Verbrauchsangaben realistisch?**

Hybrid mit 700 PS, der mit seiner Batterie-Erstaufladung die im Testzyklus geforderte Strecke von 25 Kilometern im Schnecken-tempo fast emissionsfrei schafft und Kfz-steuerlich entsprechend schonend eingestuft wird. Porsches Chefentwickler hat die Haltung dahinter auf den Punkt gebracht: „Wir lesen ein Reglement und bauen das entsprechende Auto.“ Das kann man als Ausdruck besten Motorsportsgeists verstehen oder als Spiel, nur den Wortlaut staatlicher Regulierung einzuhalten, ihren Sinn aber zu umgehen.



„Mais in den Tank: Ist Biosprit gut für das Klima?“

**Dr. Andreas Ostermeier (Umweltbundesamt):**

Für die meisten heute auf dem Markt befindlichen Biokraftstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe wie Mais oder Raps lautet die Antwort: Nein!

Wesentlich für diese Einschätzung sind Flä-

chennutzungsänderungen. Besonders indirekte Flächennutzungsänderungen sind methodisch schwierig zu fassen, führen aber nach gegenwärtigem Kenntnisstand zu erheblichen, wenn auch schwer quantifizierbaren Treibhausgasemissionen.

## Reisen statt speisen: Ist Biosprit klimaverträglich?

Ein Beispiel: Auf einer Ackerfläche in Deutschland wird seit Jahren Mais, Raps oder eine ähnliche Feldfrucht angebaut. Bislang hat der Bauer seine Ernte an einen Viehmäster oder eine Margarinefabrik verkauft. Im Jahr 2009 verkauft der Bauer den Mais oder Raps erstmals an einen Biokraftstoffproduzenten. Der Viehmäster oder die Margarinefabrik müssen ihre Rohstoffe deswegen aus anderen Quellen beziehen und den Mais beispielsweise importieren. Letztlich trägt dieser Prozess zu der gegenwärtig weltweit in großem Umfang stattfindenden Umwandlung von naturnahen Flächen wie Feuchtgebieten, (Ur-)Wäldern und Savannen in landwirtschaftliche Nutzflächen

bei. Dabei werden große Mengen des in den naturnahen Böden gespeicherten Kohlenstoffs umgewandelt und als CO<sub>2</sub> freigesetzt.

Aus der Umwelt- und besonders Klimaperspektive sind Biokraftstoffe daher in der Regel nur sinnvoll, wenn sie auf der Basis von Alt- oder Reststoffen produziert werden. Ein gutes Beispiel hierfür ist Biogas auf der Basis von Gülle. Um aber Stroh, Altholz oder andere biogene Reststoffe sinnvoll zu Biokraftstoffen verarbeiten zu können, sind innovative Konversionstechniken notwendig. Diese werden noch erforscht. Ob und wann hierbei marktfähige Techniken und Produkte entwickelt werden können, ist gegenwärtig noch offen.



„Warum stehen in Windparks häufig Windräder still? Sind diese kaputt oder werden sie nicht benötigt?“

## Vom Winde bewegt: Warum stehen Windräder häufig still?

### **Axel Riedel (Umweltbundesamt):**

Meist werden Windenergieanlagen wegen Wartungsarbeiten an einzelnen Anlagen oder auch am Netzanschluss des gesamten Windenergieparks stillgelegt. Oft setzen sich Windenergieparks aus Windenergieanlagen verschiedener Anlagentypen zusammen. Diese stellen spezifische Anforderungen an die Windgeschwindigkeit, die vorherrschen muss, damit sie etwa nach einer Flaute wieder in Betrieb gehen. Deswegen kann es passieren, dass einzelne Windenergieanlagen eines Windenergieparks stehen, während andere laufen.

Ein weiterer Grund: Die Windgeschwindigkeiten können auch innerhalb eines Windener-

gieparks so unterschiedlich sein, dass selbst Anlagen gleichen Typs ihren Betrieb zu unterschiedlichen Zeitpunkten aufnehmen oder einstellen. Außerdem kann es an speziellen Standorten zu autonomen Abschaltungen einzelner Windenergieanlagen kommen, weil so beispielsweise ein übermäßiger Schattenwurf auf Wohngebäude verhindert wird oder die Rotorblätter im Winter vereist sind.

In der Regel stehen die Windräder also nicht still, weil der Netzbetreiber die Anlage abgeschaltet hat. Das ist auch gar nicht erlaubt: Windenergieanlagen dürfen nur dann abgeschaltet werden, wenn das Netz bereits durch Strom aus erneuerbaren Energien belegt ist.





„Ist es wahr, dass die Herstellung von Photovoltaikanlagen viel mehr Energie und zudem auch noch viele Chemikalien verbraucht, die in keiner Relation zur Lebensdauer stehen?“

## Scheindebatte: Sonnenstrom ökologisch korrekt?

### Prof. Dr. Hans-Werner Schock (Helmholtz-Zentrum Berlin):

Typische Photovoltaikanlagen haben in Deutschland je nach Standort eine „Energierückzahlzeit“ von zwei bis drei Jahren, bei Dünnschichtsolarzellen sogar noch kürzer. Darin enthalten ist auch die Produktion der Chemikalien. Diese werden im Produktionsprozess weitestgehend emissionsfrei recycelt, also wieder in den Produktionskreislauf eingebracht. Im Gegensatz dazu werden bei herkömmlichen fossilen Energiequellen während des Betriebs dauernd „Chemikalien“, insbesondere CO<sub>2</sub>, freigesetzt.



„Warum sollte ich aus ökologischen Gründen Strom sparen, wenn ich schon Ökostrom beziehe?“

**Dominik Seebach (Öko-Institut):**

Das „Ökologische“ an Ökostrom ist die Verdrängung der Stromerzeugung aus konventionellen Kraftwerken, welche uns durch die Verbrennung von Kohle oder die Erzeugung von

strahlendem Atommüll enorme Umweltprobleme bescheren. Doch selbst Strom aus erneuerbaren Energien hat seine Schattenseiten, wie beispielsweise die Beeinträchtigung von Gewässerökosystemen durch Nutzung der Was-

**Grüner wird's noch:  
Strom sparen bei Ökostrom?**

serkraft oder Umweltbeeinträchtigungen, die durch die Erzeugung von Biomasse entstehen können. Außerdem wird durch die am Markt angebotenen Ökostromprodukte gar nicht unbedingt Strom aus Kohle- und Kernkraftwerken verdrängt. Oft stammt der vermeintliche Ökostrom aus alten Wasserkraftwerken, die ohnehin schon seit Jahrzehnten wirtschaftlich betrieben werden. Dieser Strom wird dann explizit der Gruppe der Ökostromkunden zugeordnet und anderen Kunden „weggenommen“, welche diesen dann oft gar nicht vermissen. Für die Umwelt ist das ein Nullsummenspiel.

Selbst bei guten Ökostromprodukten, die explizit Strom aus neuen Anlagen beziehen, kann man davon ausgehen, dass nur ein gewisser Anteil der konventionellen Stromerzeugung durch vergleichsweise umweltfreundliche Stromerzeugung ersetzt wird.

Daher gilt also in jedem Fall: Der beste Ökostrom ist der Strom, der gar nicht verbraucht wird. Nicht nur die Umwelt, auch Ihr Geldbeutel wird es Ihnen danken.



„Führt effizientere Technik tatsächlich zu Energieeinsparungen? Oder gehen die Menschen dann nicht noch sorgloser damit um, sodass sie letztlich mehr Energie verbrauchen?“

**Dr. Stefan Thomas (Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie):**

In der Tat gibt es dieses Phänomen. Gelegentlich sind mit Steigerungen der Energie- und Ressourceneffizienz sogenannte Rebound-Effekte verbunden. Die durch die Effizienzsteigerung eingesparten Kosten führen dann durch verstärkte Nutzung oder zusätzlichen Konsum zu weiterem Energie- und Ressourcenverbrauch. Sie schmälern erzielte Effizienzgewinne, aber in der Regel nur geringfügig.

Zu unterscheiden sind:

**Direkte Rebound-Effekte**, bei denen etwa effizientere Geräte weniger sparsam oder nicht dem Bedarf angepasst benutzt werden. Zum Beispiel werden Energiesparlampen länger

angelernt, ein sparsames Auto öfter genutzt oder beim Neukauf eines effizienten Kühlgerätes fällt dieses größer aus als nötig.

**Indirekte Rebound-Effekte**, bei denen Einspargewinne zu Handlungen führen, die nicht nachhaltig sind. Extrembeispiel: Mit gesparten Kraftstoffkosten Kurzreisen mit einem Billigflieger unternehmen.

Schätzungen direkter Rebound-Effekte bewegen sich in der Regel zwischen null und 30 Prozent der durch effiziente Technik erreichten Energieeinsparung. Der Begriff und die Höhe der indirekten Rebound-Effekte werden in der Wissenschaft kontrovers diskutiert. Für den Effekt, der sich ergibt, weil eingesparte Energiekosten für zusätzliche Güter und

**Wie gewonnen, so zerronnen:  
Verschwendung wegen Effizienz?**

Dienstleistungen ausgegeben werden, geht die Internationale Energie-Agentur von etwa ein bis zwei Prozent aus. Eine Studie des Wuppertal Instituts errechnete fünf Prozent.

Davon zu unterscheiden ist das Phänomen, wenn insgesamt der Energieverbrauch eines Landes nur wenig sinkt oder sogar weiter steigt, weil das Wirtschafts- und Wohlstandswachstum stärker ist als die Effizienzgewinne. Mehr Wohnfläche pro Kopf, mehr Fernreisen und immer größere Fernseher sind vor allem durch steigende Einkommen und Luxusansprüche zu erklären und nur zum allerkleinsten Teil Rebound-Effekte aufgrund effizienterer Energienutzung.



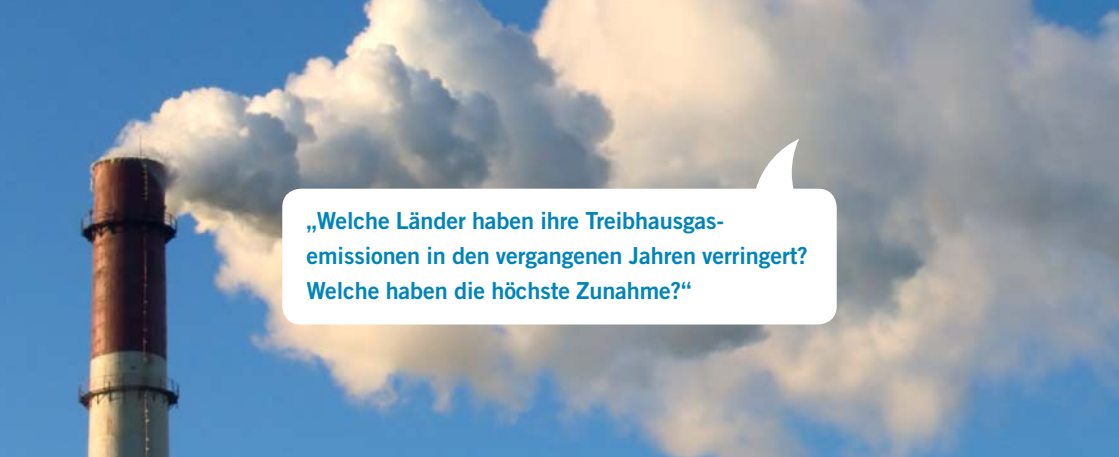
„Spart man durch An- und Ausschalten des Lichts beim Wechseln des Raumes wirklich Energie? Oder verbraucht das ständige Umschalten im Endeffekt nicht mehr Energie als Lampen, die gleichzeitig brennen?“

**Christoph Mordziol (Umweltbundesamt):**

Es ist ein Mythos, dass das Ein- und Ausschalten von Lampen, auch von Kompaktleuchtstofflampen, unverhältnismäßig viel Strom verbraucht. Wenn man Licht je nach Bedarf ein- und ausschaltet, verbraucht man deutlich weniger Strom, als wenn die Lampen durchgängig brennen.

Dazu ein bisschen Physik: Strom ist Leistung mal Zeit. Zwar ist es richtig, dass beim Ein-

schalten sehr hohe Leistungswerte auftreten. Doch diese dauern nur Bruchteile von Sekunden. Die daraus resultierende Strommenge ist vernachlässigbar gering. Also: Wenn Sie nicht im Zimmer sind, einfach das Licht ausschalten. Das Klima und die Geldbörse danken es. Häufiges Ein- und Ausschalten vertragen aber nicht alle Kompaktleuchtstofflampen. Achten Sie darauf, dass Sie in solchen Räumen die richtigen Lampen einsetzen.



„Welche Länder haben ihre Treibhausgasemissionen in den vergangenen Jahren verringert? Welche haben die höchste Zunahme?“

**Christian Löhden (Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie):**

Die Treibhausgasemissionen, etwa CO<sub>2</sub>, Methan und Lachgas, haben sich zwischen 1990 und 2006 von Land zu Land sehr unterschiedlich entwickelt. Den stärksten Rückgang ver-

zeichnen die Staaten Osteuropas und die ehemalige Sowjetunion mit bis zu 60 Prozent. Nach Zerfall des Warschauer Paktes und dem politischen Umbruch erlebten besonders die emissionsintensiven Industrien in diesen Staaten einen wirtschaftlichen Rückgang.

**Mehr oder weniger:  
Wo sinken die CO<sub>2</sub>-Emissionen?**

Auch Deutschland und Großbritannien haben mit 18 beziehungsweise 15 Prozent eine signifikante Abnahme ihrer Emissionen erreicht. Für Deutschland ist der Rückgang zum Teil ebenfalls auf den Zusammenbruch der Industrie in der ehemaligen DDR zurückzuführen.

Die stärksten Zunahmen unter den Industrieländern zwischen 1990 und 2006 verzeichnen südeuropäische Länder und mit nahezu einer Verdopplung der Emissionen die Türkei. Auch die USA, Kanada, Australien und Neuseeland haben ihre Treibhausgasemissionen deutlich erhöht. In noch stärkerem Maße sind die Emissionen in den Schwellenländern angestiegen, die gemäß dem Kyoto-Protokoll

bisher keine festgelegten Emissionsziele haben. China hat im genannten Zeitraum eine Zunahme bei den energiebedingten CO<sub>2</sub>-Emissionen von über 160 Prozent zu verzeichnen, Indien hat um 120 Prozent zugelegt.

Die Pro-Kopf-Emissionen Chinas und vor allem Indiens sind jedoch weiterhin im Vergleich sehr niedrig. In Indien beispielsweise sind die CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Einwohner zwischen 1990 und 2006 zwar um 60 Prozent gestiegen, sie liegen jedoch weiterhin bei etwa einem Zwanzigstel des Wertes für die USA oder Australien (jeweils 19 Tonnen). Zum Vergleich: Jeder Bundesbürger verursacht pro Jahr circa zehn Tonnen.



„Wirkt sich der Klimawandel auf beide Pole gleich aus?“

**Prof. Dr. Anders Levermann (Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung):**

Nein, der Klimawandel hat sehr unterschiedliche Auswirkungen auf die Pole. Die Arktis im Norden ist größtenteils ein Meer, das mit Meereis von einigen Metern Dicke bedeckt ist. Erwärmung lässt dieses Eis derzeit rapide schmelzen. Der dunkle Ozean, der dadurch zum Vorschein kommt, nimmt mehr Sonnenstrahlung auf und erwärmt die Arktis zusätzlich. Ob wir das ewige Eis des Nordpols selbst mit den ehrgeizigsten Klimaschutzmaßnahmen retten können, ist nicht sicher.

Der Südpol liegt dagegen auf Festland, auf dem sich über Jahrtausende Schnee zu einem

kilometerdicken Eispanzer verdichtet hat. Im Gegensatz zu Meereis könnte das antarktische Landeis, wenn es völlig abschmilzt oder abfließt, den Meeresspiegel um bis zu 60 Meter erhöhen. Das ist jedoch sehr unwahrscheinlich. Ein Windgürtel und Meeresströmungen schützen die Antarktis klimatisch vor dem Einfluss der Erwärmung. In der Westantarktis sind die Temperaturen in den vergangenen Jahrzehnten dennoch stark angestiegen. In vielen Teilen hat sich der Eispanzer dort verdünnt und beschleunigt seinen Weg ins Meer. Zerrinnt der westantarktische Eisschild vollständig, würde das den Meeresspiegel um mehr als drei Meter ansteigen lassen.

„Stimmt es, dass sparsamere Flugzeugmotoren klimaschädlicher sind, weil sie mehr Wolken erzeugen?“

**Dr. Manfred Treber (Germanwatch):**

Bei sparsameren Flugzeugturbinen – es geht hier ja nicht um Propellerflugzeuge mit Motoren, sondern um Düsenflugzeuge mit Turbinen – ist erfreulich, dass sie weniger Kerosin verbrauchen und daher weniger CO<sub>2</sub> ausstoßen als die Vorgängermodelle.

Das erreicht man durch höhere Verbrennungstemperaturen. Die Entwicklung zu immer sparsameren Turbinen verbessert jedoch nicht automatisch die Klimawirkung des Fliegens: Ein Problem ist, dass durch die höheren Ver-

brennungstemperaturen mehr Stickoxide entstehen, die klimawirksam sind. Zudem treten häufiger bei Flugzeugen mit solchen Turbinen (und in der Art und Weise, wo und wie sie geflogen werden) während eines Teils ihrer Flugstrecke Kondensstreifen auf. Kondensstreifen bestehen weitgehend aus Wasserdampf. Diese Kondensstreifen lösen sich auf, dabei entstehen Zirruswolken. Bedauerlicherweise ist die Klimawirksamkeit der Kondensstreifen und Zirruswolken zwei- bis fünfmal größer als die des während des ganzen Fluges entstehenden CO<sub>2</sub>.

Die Wissenschaft hat sehr gut verstanden, unter welchen Bedingungen in der Atmosphäre Kondensstreifen auftreten. Oft reicht eine andere Flughöhe oder ein leichter Umweg, dass keine Kondensstreifen gebildet werden. Wenn die Flugzeuge so geflogen werden würden, dass weniger Kondensstreifen auftreten, würde etwas mehr CO<sub>2</sub> ausgestoßen, aber die Klimabelastung insgesamt wäre deutlich niedriger.



„Wie lange wird es die Malediven wegen des steigenden Meeresspiegels noch geben?“

**Prof. Dr. Peter Lemke (Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung):**

Generell ist eine Vorhersage des Meeresspiegelanstiegs schwierig. Hier gibt es viele Fehlerquellen und man ist abhängig von den

künftigen CO<sub>2</sub>-Emissionen, die wiederum ganz entscheidend von der ökonomischen und technologischen Entwicklung abhängen. Dafür gibt es keine exakten Vorhersagen und daher benutzt man spezielle Szenarien. Die durchge-

## Tauchparadies: Wann gehen die Malediven unter?

rechneten Szenarien des letzten Reports des IPCC (Weltklimarat) gehen von einer mittleren Meeresspiegelerhöhung von 18 bis 59 Zentimetern bis zum Jahr 2100 aus. Diese breite Spanne ergibt sich aus dem großen Unterschied der benutzten Szenarien, aber auch aus der Variabilität der Klimamodelle. Auch die Klimamodelle sind noch verbesserungswürdig, insbesondere was die Dynamik der Eisschilde betrifft. Daher haben einige Wissenschaftler auch einen Meeresspiegelanstieg von über einem Meter bis 2100 nicht ausgeschlossen, aber dies muss noch durch neuere Modelle bestätigt werden.

Der höchste Punkt der Malediven liegt etwa 2,4 Meter über dem Meeresspiegel. Daher werden die Malediven sicherlich die Jahrhundertwende noch erleben, aber sie könnten schon vorher viel von ihrer Landfläche einbüßen und so teilweise unbewohnbar werden. Zudem ist der mittlere Meeresspiegelanstieg gar nicht allein entscheidend, denn Ebbe und Flut sowie Sturmfluten lassen den Meeresspiegel lokal immer wieder kurzfristig deutlich ansteigen.





„Kann man die Energie eines Blitzes nutzen, um daraus Strom zu gewinnen?“

**Dr. Ralph P. Schorn (Institut für Energie- und Klimaforschung – Plasmaphysik des Forschungszentrums Jülich):**

Theoretisch ja, praktisch aber nicht, denn die Stromgewinnung aus Blitzen scheitert in der Praxis gleich an mehreren Dingen. Zunächst ein wenig zur Statistik: In Deutschland gibt es im Jahr durchschnittlich über zwei Millionen Blitze, von denen jeder einzelne eine Energiemenge von circa 100 Millionen Joule in sich trägt. Das sind zusammen 0,2 Petajoule. Der gesamte Stromverbrauch in Deutschland betrug im Jahr 2008 ungefähr zwei Petajoule.

Gelänge es, alle Blitze aufzufangen, dann könnte man damit höchstens zehn Prozent des

Stromverbrauchs decken. Leider funktioniert dies nicht, da nur etwa jeder zehnte Blitz am Boden einschlägt und man Deutschland nicht lückenlos mit „Auffangeinrichtungen“ überziehen kann. Auch schlägt ein Blitz nicht grundsätzlich in Metallen oder an der höchsten Stelle ein – sein Verhalten ist sehr komplex und sein Einschlagsort lässt sich praktisch nicht voraussagen. Schließlich müsste man die aufgefangene elektrische Energie effizient speichern, denn ein Blitz dauert nur eine millionstel Sekunde. Auch dies kann zurzeit nicht im notwendigen Umfang geleistet werden. Strom aus Blitzen bleibt also ein Wunschtraum.



„Schaden Mineralwasser, Cola und Bier dem Klima, weil da CO<sub>2</sub> drin ist?“

**David Kuntze (Umweltbundesamt):**

Das CO<sub>2</sub> in unseren Getränken ist entweder fossilen Ursprungs (Mineralquellen) oder es ist ein Nebenprodukt, das bei der Produktion entsteht und weiterverwendet wird, zum Beispiel beim Bierbrauen oder bei Herstellungsprozessen der Industrie (z. B. Ammoniakproduktion).

Bierbrauereien verwenden oft das im Brauprozess entstehende CO<sub>2</sub> weiter für Limonaden. Das CO<sub>2</sub> aus der Bierherstellung ist keine CO<sub>2</sub>-Emissionsquelle, da dieses CO<sub>2</sub> sozu-

**Blasenschwäche:  
Kohlensäure im Bier klimaschädlich?**

sagen durch die Pflanzen (Hopfen und Malz) erst im Vorjahr aus der Atmosphäre entnommen worden ist. Das CO<sub>2</sub> aus Industrieprozessen ist hier also weiterverwendet worden. Die Emissionsursache ist demnach nicht das kohlenstoffhaltige Getränk.

Das natürliche Mineralwasser aus fossilen Quellen hingegen ist eine Emissionsquelle, da das CO<sub>2</sub> vor langer Zeit gespeichert worden ist und nun wieder freigesetzt wird.

Allerdings ist zu beachten: Unter dem Ge-

sichtspunkt, dass jeder Deutsche im Durchschnitt zwei Liter Mineralwasser pro Tag trinkt (bei einem Kohlensäure-Gehalt von 150 mg/l), lassen sich für die rund 80 Millionen Einwohner etwa 6.424 Tonnen CO<sub>2</sub> pro Jahr in Deutschland errechnen. Zum Vergleich: Das entspricht 80,3 Gramm CO<sub>2</sub> pro Einwohner und Jahr – diese 80 Gramm CO<sub>2</sub> entsprechen circa 0,5 Kilometer mit einem kleinen Pkw.

**Schaden moderne Flugzeuge mehr?**

**Sind deutsche Äpfel gut fürs Klima?**

**Wo sinken die CO<sub>2</sub>-Emissionen?**

**[www.klima-orakel.de](http://www.klima-orakel.de)**

**Ist Biosprit klimaverträglich?**

**Warum stehen Windräder häufig still?**

**Trifft der Klimawandel beide Pole gleich?**