



PROBLEME  
*beim*  
KLIMAPROBLEM

EIN MYTHOS ZERBRICHT

EIKE ROTH

# Inhaltsverzeichnis

## 1. **Einleitung**

## 2. **Klimaziele**

2.1 Klimageschichte und die Lage des Klimaoptimums

2.2 Das Zwei-Grad-Ziel

2.3 Begründungen

2.3.1 Kipperscheinungen

2.3.2 Extremwetterereignisse

2.3.3 Meeresspiegel

2.3.4 Südseeinseln

2.4 Wie ist es zur Festlegung der Klimaziele gekommen?

2.5 Zwischenergebnis Klimaziele

2.6 Erwärmung übergeordnet betrachtet

## 3. **Das gute und das böse CO<sub>2</sub>**

3.1 Der Nutzen von CO<sub>2</sub>, Wirkung 1 – Fotosynthese

3.2 Der Nutzen von CO<sub>2</sub>, Wirkung 2 – Erwärmung

3.3 Der Schaden durch CO<sub>2</sub>: Zu viel Erwärmung

3.4 Vom Klimaziel zum CO<sub>2</sub>-Ziel

## 4. **Der gute und der böse Klimaschutz**

4.1 Das Dilemma

4.2 No-Regret-Maßnahmen

4.3 Hunger, Elend und Anderes mehr

4.4 Gesamtoptimierung

## 5. **Klimamodelle**

5.1 Problembeschreibung

5.2 Klimasensitivität

5.2.1 Definition

5.2.2 Energiebilanz und Strahlungsantrieb

5.2.3 Nur CO<sub>2</sub>

5.2.4 Korrekturfaktoren

5.2.5 Rückkopplungen: Die Verstärkung durch Wasserdampf

5.2.6 Die »etablierte Klimawissenschaft«

5.3 CO<sub>2</sub>-Verweilzeit und CO<sub>2</sub>-Budget

5.3.1 CO<sub>2</sub> und Klima

5.3.2 Verweilzeit

5.3.3 Der Gleichgewichtszustand vor dem Eingriff des Menschen

5.3.4 Das anthropogene CO<sub>2</sub>, Störungszeit und CO<sub>2</sub>-Budget

5.3.5 Kritik

5.3.6 Erfahrungen

5.3.7 Erklärungsversuch

5.3.8 Konsequenzen

5.3.9 Bewertung

- 5.4 Beobachtungen
- 5.5 Vergleich von Temperatur und CO<sub>2</sub>
- 5.6 Nagelprobe
- 5.7 Aerosole
- 5.8 Hotspot
- 5.9 Latentwärmeabfuhreffekt
- 5.10 Der eisfreie Nordpol
- 5.11 Bewertung der Situation

## 6. **Andere Ursachen**

- 6.1 Der unzulässige Ausschluss
- 6.2 Die Sonne
  - 6.2.1 Anfangsverdacht
  - 6.2.2 Gesamtstrahlung
  - 6.2.3 Verstärkung 1: UV-Bereich
  - 6.2.4 Verstärkung 2: Direkte Sonneneinstrahlung
  - 6.2.5 Verstärkung 3: Svensmark-Effekt
  - 6.2.6 Diskussion des Svensmark-Effektes
- 6.3 Zyklische Ozeanströmungen
- 6.4 Zwischenergebnis »Andere Ursachen«

## 7. **Gegenmaßnahmen**

- 7.1 Energiewende und EU-Zertifikatesystem
  - 7.1.1 Beschreibung Energiewende
  - 7.1.2 Beschreibung Zertifikatesystem
  - 7.1.3 Ungewollte Nebenwirkungen
  - 7.1.4 Braunkohle-Ausstieg
  - 7.1.5 Einordnung und Schlussfolgerung

## 7.2 Energiewende und der Umstieg auf Erneuerbare Energien

7.2.1 Das Speicherproblem

7.2.2 Grenzen

7.2.3 Netzbetrieb und Ausbau

7.2.4 Risiko

## 7.3 Energiewende - wirtschaftlich gesehen

7.3.1 Kosten

7.3.2 Soziale Gerechtigkeit

7.3.3 Planwirtschaft

## 7.4 Energiewende: Erfolgsaussichten

## 7.5 Zusätzliche Bewertungsgesichtspunkte

## 7.6 Ergänzung: Strategiewechsel

## 8. **Zusammenfassung in 25 Punkten**

## 9. **Für Kurzleser: Die wichtigsten Erkenntnisse in 6 Sätzen**

## 10. **Schlussbemerkungen**

10.1 Unbegreiflich

10.2 Von der abgeschlossenen Wissenschaft zur Aufklärung

10.3 Gut gemeint

10.4 Die Lösung

10.5 Zeitdruck

10.6 An die demonstrierende Jugend

11. **Anhang: Mehr zum Verbleib von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre**
12. **Sachregister**
13. **Literaturverzeichnis**
14. **Über den Autor**

# 1 Einleitung

Der Mensch scheint einen Hang dazu zu haben, seinen selbst verschuldeten Untergang vorherzusagen. Hier ein Zitat, mit dem ich manchmal Vorlesungen zu Energie- und Umweltfragen eingeleitet habe:

*»Wir vergiften die Flüsse und die Grundbestandteile der Natur, wir verwandeln gerade das, was unsere Lebensgrundlage ist, in Nägel für unseren Sarg«.*

So etwas hörten die Studenten erkennbar gerne. Sie haben es immer äußerst wohlwollend und mit zustimmendem Kopfnicken und Gemurmel aufgenommen. Dann habe ich den Autor genannt: Plinius der Ältere, in seiner Naturalis Historia, ca. 50 nach Christi. Das hat dann doch etwas Nachdenklichkeit ausgelöst.

Weltuntergangsprognosen gibt es also mindestens seit 2000 Jahren. Überraschenderweise leben wir heute aber immer noch. Wir leben sogar besser, mit besserer Gesundheit und höherer Lebenserwartung als je zuvor. Auch unsere Fähigkeiten und unser Wissen, wie wir uns gegen Erschwernisse und Belastungen jeglicher Art wehren können, sind so gut wie noch nie. Aber das alles nützt nichts, Pessimismus hat wieder einmal Hochkonjunktur. Insbesondere das Klima bietet sich für apokalyptische Vorhersagen an. Es vergeht kein Tag, an dem wir nicht mit einer beängstigenden Lagebeschreibung beglückt werden:

*Es ist fünf vor zwölf! Wenn wir unsere CO<sub>2</sub>-Freisetzungen nicht schnellstens einstellen und unser Verhalten nicht grundlegend ändern, kommt es unweigerlich zu einer Katastrophe ungeahnten Ausmaßes. Um ein Grad ist es schon wärmer geworden und daran ist der Mensch schuld. Die Folgen sieht man schon. Über all das ist sich die Wissenschaft einig.*

Diese Lagebeschreibung ist allgegenwärtig und variiert höchstens noch insofern, als es manchmal auch schon fünf nach zwölf ist. Wer öffentlich an dieser Lagebeurteilung zweifelt, dem wird Verantwortungslosigkeit vorgeworfen und er muss mit gesellschaftlicher Ächtung rechnen. Diskutiert wird nur noch über die Mittel, mit denen wir den erforderlichen CO<sub>2</sub>-Ausstieg erreichen sollen. Dessen Notwendigkeit steht nicht mehr zur Debatte. Diese zu hinterfragen, wird vielfach bereits als Sakrileg erachtet.

Doch genau das will ich in diesem Buch wagen: Ich möchte die ausgefahrenen Gleise verlassen und der Frage nachgehen, wie abgesichert die zitierte Lagebeschreibung zum Klima tatsächlich ist. Und ob die Wissenschaft sich darüber wirklich so einig ist, wie immer gesagt wird. Denn die Welt ist sich offensichtlich nicht einig: Die USA haben den Rückzug aus dem Klimaabkommen von Paris beschlossen, der neue Präsident von Brasilien hat ihn angekündigt und auch in Australien und Kanada gibt es starke Strömungen für einen Austritt. In vielen Ländern erfreuen sich klimakritische Parteien großen Zulaufs. Im Staate Washington wurden in einer Volksabstimmung verschärfte Klimaschutzmaßnahmen mit überwältigender Mehrheit abgelehnt. In Frankreich haben sich die massiven Proteste der Gelbwesten an Klimaschutzmaßnahmen entzündet (erhöhte Steuern auf Benzin und Diesel). Die Aufzählung ließe sich fortsetzen. Außerdem hat sich das Klima im 21. Jahrhundert nicht so verhalten, wie es das nach



den Rechenmodellen der »etablierten Klimawissenschaft« hätte tun sollen.

Es gibt also Zweifel und Widerspruch in der Welt. Berechtigt oder nicht, das soll hier untersucht werden. Vorher möchte ich aber nochmals kurz auf Plinius und alle anderen Untergangswarnungen der Zwischenzeit zurückkommen: Bisher waren alle falsch. Vermutlich wird auch diese falsch sein. Damit wäre eigentlich alles gesagt. Aber es gibt da noch das Sprichwort vom Krug, der so lange zum Brunnen geht, bis er bricht. Vielleicht ist das Brechen ja gerade jetzt angesagt und beim Klima sind die Warnungen tatsächlich berechtigt? Eine sorgfältige Diskussion ist daher sehr wohl notwendig. Mit meinem Buch will ich einen kleinen Beitrag hierzu leisten.

Zum Aufbau: In [Kapitel 2](#) möchte ich auf die Klimaziele des Pariser Abkommens eingehen. Das Klima können wir aber nicht direkt beeinflussen. Wir müssen vielmehr erst die CO<sub>2</sub>-Konzentration ermitteln, bei der sich das gewünschte Klimaziel einstellt (wenn CO<sub>2</sub> der wesentliche Klimatreiber ist). Diese CO<sub>2</sub>-Konzentration können wir dann durch geeignete Beschränkung unserer CO<sub>2</sub>-Freisetzungen ansteuern. Für diese Umrechnungen sind komplexe Computerprogramme erforderlich, die in [Kapitel 5](#) diskutiert werden. Vorher aber will ich in [Kapitel 3](#) noch untersuchen, ob bzw. wie nicht-klimatische Wirkungen des CO<sub>2</sub> zu berücksichtigen sind und in [Kapitel 4](#) will ich den Wechselwirkungen von Klimaschutzmaßnahmen mit der Lösung anderer Probleme nachgehen. [Kapitel 6](#) ist dann möglichen anderen Einflussfaktoren auf das Klima gewidmet. [Kapitel 7](#) befasst sich mit Maßnahmen, mit denen wir versuchen oder versuchen sollten, das Ziel zu erreichen. [Kapitel 8](#) ist dann eine Zusammenfassung in 25 Punkten und [Kapitel 9](#) fasst für Kurzleser die wichtigsten Erkenntnisse in

sechs kurzen Sätzen zusammen. Ganz am Ende erlaube ich mir noch einige Schlussbemerkungen, einschließlich einer Stellungnahme zu den Freitagsdemonstrationen der Schüler und Schülerinnen für mehr Klimaschutz.

## 2 Klimaziele

### 2.1 Klimageschichte und die Lage des Klimaoptimums

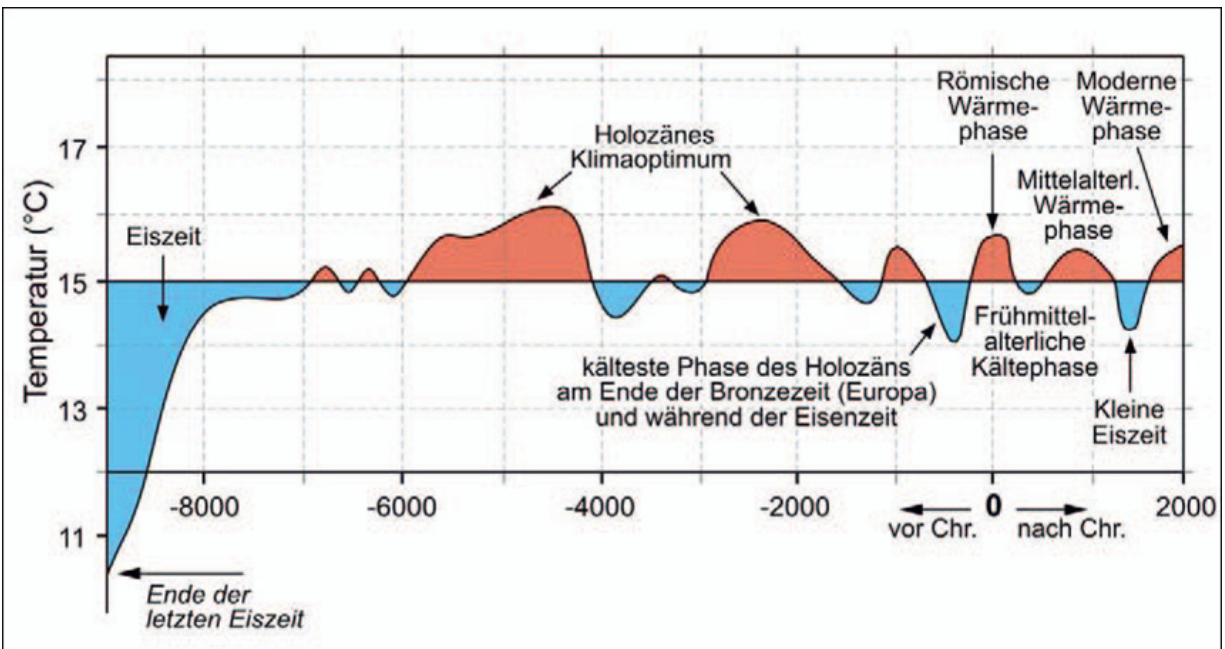
»Klima« ist der langjährige (meist 30 Jahre) Mittelwert von Wetterdaten. Sein Wesensmerkmal ist der Wandel. Geändert hat es sich schon immer, es ändert sich jetzt und es wird sich auch in der Zukunft ändern. Bekannt sind vor allem die Wechsel zwischen Warm- und Eiszeiten in etwa 100000-jährigem Rhythmus (wobei – wenn man die Geschichte fortschreiben darf – der nächste Wechsel langsam fällig wird, denn die Warmzeiten waren immer viel kürzer als die Kaltzeiten).

Aber auch in der jetzigen Warmzeit gab es erhebliche Klimaschwankungen. [Abb. 1](#) zeigt die Temperaturentwicklung der letzten 12000 Jahre. Man sieht insbesondere viererlei:

- Erstens ein dauerndes Auf und Ab.
- Zweitens die höchsten Temperaturen vor ca. 4500 und 7000 Jahren.
- Drittens in den letzten ca. 4000 Jahren einen deutlich ausgeprägten Zyklus mit einer Warmperiode etwa alle 1000 Jahre, ohne insgesamt steigende oder sinkende Tendenz.

- Viertens am Ende des Betrachtungszeitraumes eine ähnliche Warmperiode ohne Besonderheiten (hierzu später mehr mit verbesserter Auflösung).

Da Schwankungen der Parameter der Erdumlaufbahn um die Sonne viel längerfristig sind, kommen als Ursache für die in [Abb. 1](#) gezeigten Klimaänderungen wohl nur Schwankungen der Intensität der Sonne infrage, unterstützt vielleicht noch durch langfristige Änderungen der Meeresströmungen und der Vulkanaktivität. Der Mensch hatte in dieser Zeit sicher noch keinen Einfluss auf das (globale) Klima.



**Abb. 1.: Entwicklung der global und jahreszeitlich gemittelten, bodennahen Lufttemperatur der Erde seit dem Ende der letzten Eiszeit. Quelle:/Var 2012/.**

Prinzipiell ist der Temperaturverlauf gem. [Abb. 1](#) seit Langem bekannt. Aus der Geschichte weiß man auch, dass es der Menschheit insgesamt in den warmen Zeiten stets besser gegangen ist als in den kalten:

- Das »Römische Klimaoptimum« hat die kulturelle Blüte und den Aufstieg des Römischen Weltreiches

begünstigt.

- Die Kaltzeit danach war vermutlich mitverantwortlich für die Völkerwanderung und hat so zum Untergang dieses Reiches beigetragen.
- Das mittelalterliche Klimaoptimum hat einen Aufschwung in Europa, die Besiedelung von Island und Grönland und die ersten Fahrten nach Amerika (als «Vinland» bezeichnet) mit sich gebracht.
- In der »Kleinen Eiszeit« danach gab es in Europa weitverbreitete Missernten mit Hunger und Elend, was ganz wesentlich zur Auswanderung nach Amerika beigetragen hat.
- Heute mit wieder wärmeren Temperaturen sind auch unsere Lebensbedingungen wieder deutlich besser.

Folgerichtig hat man die wärmeren Zeiten immer schon als »Klimaoptimum« bezeichnet (»Römisches Klimaoptimum«, »Mittelalterliches Klimaoptimum«). Dabei wissen wir gar nicht, ob diese Bezeichnung überhaupt berechtigt ist: Es waren zwar die warmen Zeiten immer besser als die kalten, ob aber »noch etwas wärmere Zeiten« nicht »noch bessere Zeiten« wären, wissen wir nicht, da fehlt uns ganz einfach die Erfahrung. Bei Rückschlüssen aus den beiden »holozänen Klimaoptima« ([Abb. 1](#)) mit tatsächlich höheren Temperaturen ist Vorsicht geboten, weil die Informationen aus so alter Zeit spärlich sind. Aber immerhin hatte sich die Menschheit damals gewaltig weiterentwickelt. »Noch besser« bei »noch wärmer« ist daher keineswegs abwegig.

**Zwischenergebnis Klimaoptimum:** Wir wissen, dass es vor 1000 und vor 2000 Jahren etwa gleich warm war wie heute, dass die warmen Zeiten immer gut für die Menschheit waren und dass es uns auch heute besser geht

als in den zurückliegenden kalten Jahrhunderten. Daraus abgeleitet können wir vermuten, dass »noch ein bisschen wärmer« uns gut tun würde. Das können wir aber nur vermuten, denn wo das Klimaoptimum tatsächlich liegt, wissen wir nicht. Wir wissen auch nicht, wie breit dieses Optimum ist und wie rasch es bei Überschreiten des Optimums wieder schlechter wird. Solange wir das nicht wissen, fehlt dem Klimaschutz das Fundament. Was auch immer wir tun oder lassen oder auch nur anstreben, wir können nicht sicher sein, dass es richtig und wichtig ist – und nicht unbedeutend oder gar falsch. Hier besteht dringender Forschungsbedarf.

## **2.2 Das Zwei-Grad-Ziel**

Trotz dieser Unsicherheiten hat die Politik im Pariser Klimaabkommen von 2015 bekanntlich vereinbart, die globale Erwärmung auf »deutlich unter zwei Grad gegenüber dem vorindustriellen Wert« zu begrenzen, besser sogar auf »unter 1,5 Grad« /UN 2015/. »Vorindustriell« bezieht sich dabei auf die Zeit um 1850 herum. Damals war es zwar schon geringfügig wärmer als am Höhepunkt der Kleinen Eiszeit (ca. 1650), aber noch ungefähr ein Grad unter dem, was bisher als »Optimum« bezeichnet wurde. Auf solch ein historisch ermitteltes »Optimum« bezogen, heißt die Pariser Vereinbarung, dass dieses nur um »weniger als ein Grad« überschritten werden darf, besser sogar um »weniger als 0,5 Grad«. Welche Berechtigung gibt es für diese scharfe Grenze?

Ich möchte diese Frage noch etwas zuspitzen: Von den »zulässigen« zwei Grad bzw. 1,5 Grad haben wir ein Grad schon erreicht. Mit diesem Erreichen einher ging eine wesentliche Erhöhung unseres Lebensstandards, eine erhebliche Verbesserung unserer Gesundheit, fast eine Verdoppelung unserer Lebenserwartung und eine deutliche

Abnahme von Hunger und Elend in der Welt trotz stark wachsender Bevölkerung. Ich glaube nicht, dass irgendjemand an dieser Lagebeurteilung ernsthaft Zweifel haben kann. Natürlich haben viele Faktoren zu dieser Entwicklung beigetragen, aber aus der gesamten geschichtlichen Entwicklung wissen wir, dass die eingetretene Erwärmung um ein Grad mitgeholfen hat, dieses hochwillkommene Ergebnis zu erreichen. Diese Erwärmung war ganz eindeutig gut und wir sollten uns über sie freuen! Ich wiederhole, wir sollten uns darüber freuen, freuen, weil durch sie vieles besser geworden ist. Aber die Erwärmung wird verdammt und wir sollen plötzlich enorme Anstrengungen unternehmen, um eine weitere Erwärmung um auch nur ein halbes Grad zu vermeiden. Sonst würden Katastrophen ungeahnten Ausmaßes drohen. Da müssen schon gute Argumente her! Die wollen wir uns nachfolgend ansehen.

## **2.3 Begründungen**

### **2.3.1 Kipperscheinungen**

Eine wissenschaftlich fundierte quantitative Begründung für gerade zwei Grad (1,5 Grad) als Ziel ist im Pariser Abkommen nicht enthalten. Auch sonst werden diese Ziele – wenn überhaupt – normalerweise nur qualitativ begründet. Aber selbst die Qualität scheint mir zum Teil diskussionswürdig zu sein.

Vielfach werden mögliche Kipperscheinungen im Klimasystem zur Begründung der niedrigen Zielwerte angeführt. Z. B. sind in den Permafrostböden in Sibirien und Nordamerika erhebliche Mengen  $\text{CO}_2$  und Methan eingefroren, die beim Auftauen freigesetzt werden können. Methan ist eindeutig ein Treibhausgas,  $\text{CO}_2$  sowieso, deren

Freisetzung verstärkt daher den Treibhauseffekt. Das setzt wieder mehr CO<sub>2</sub> und Methan frei, und so weiter. Nun wird befürchtet, dass ab einer gewissen Erwärmung der Prozess nicht mehr zum Stillstand kommen könnte, sondern sich von da weg selbstständig, ohne weiteren externen Antrieb, immer weiter aufschaukeln könnte, bis die Erde so heiß wird, dass sie für Menschen kaum noch bewohnbar wäre. Ein solcher Grenzwert wird als »tipping point« und das dann selbstständige Wechseln des Klimas hin zu einem neuen Zustand wird als »Kippen« des Klimas bezeichnet. So ein Kipp-Prozess ist natürlich prinzipiell theoretisch möglich (wie generell vieles theoretisch möglich ist), aber eine nachvollziehbare Argumentation, wie er tatsächlich abläuft und ab welcher Erwärmung der irreversible Ablauf wahrscheinlich wird, konnte ich nirgends finden. Das beschriebene Kippen bleibt eine theoretische Möglichkeit, mit deren Eintreten in der Praxis nicht gerechnet werden muss.

Es sind aber nicht nur fehlende Beschreibungen zu Start und Ablauf, die ablehnende Bewertung wird auch durch konkrete Beobachtungen bzw. Rekonstruktionen und durch eine grobe Quantifizierung unterstützt: Vor grob 5000 Jahren war es deutlich wärmer als heute ([Abb. 1](#)) und in noch viel weiter zurückliegenden Zeiten war es sogar viel wärmer. Es gab sogar Zeiten, in denen beide Pole der Erde völlig eisfrei waren (dann war wohl auch sämtlicher Permafrost aufgetaut, mit Ausnahme vielleicht auf ein paar wenigen hohen Bergen). Und es gab Zeiten, in denen die CO<sub>2</sub>-Konzentration viel höher war als heute. Anzeichen dafür, dass es dabei jemals zu Kipperscheinung mit Weglaufen des Klimasystems in Richtung kaum bewohnbarer Heiße Erde gekommen wäre, gibt es keine (jedenfalls habe ich nirgends welche beschrieben gefunden). Warum sollte so etwas jetzt bei sehr viel kleineren Änderungen bevorstehen? Außerdem



wird durch die Erwärmung in überschaubarer Zeit sicher nicht der gesamte Permafrostboden auftauen. Es wird nur seine Grenze etwas näher an den Pol heranrücken. Der Permafrostboden wird also nur etwas kleiner werden, aber ganz sicher nicht verschwinden. In etwa gleichem Ausmaß wird die Waldgrenze weiter polwärts nachrücken. Und Wald speichert viel CO<sub>2</sub>. Die Klima-Rückwirkung aus dem tauenden Permafrost dürfte sich daher eher in Grenzen halten. Die Gefahr wird wahrscheinlich ganz wesentlich überschätzt.

Es werden noch andere mögliche Kipperscheinungen im Klima diskutiert, die sind m. E. aber auch nicht wahrscheinlicher. Wenden wir uns daher nochmals der Vergangenheit zu, vielleicht können wir noch ein bisschen mehr aus ihr lernen: Der einzige bekannte Vorgang, der eventuell als »Kippen« des Klimas bezeichnet werden könnte, ist der Wechsel zwischen Warm- und Eiszeiten. Von unserer jetzigen Warmzeit aus kann das Klima daher möglicherweise in eine Eiszeit »kippen« (wird es eventuell auch in nicht allzu ferner Zukunft tun), aber ein Kippen in eine extreme (und das Leben wesentlich erschwerende) Heißzeit hat es, wie gesagt, noch nie gegeben.

**Zwischenergebnis Kipperscheinungen:** Solche sind zwar theoretisch möglich, es gibt aber keine Anzeichen für eine akute Gefahr und alle diesbezüglich vorgetragenen Argumente sind massiv umstritten. Zur Begründung niedriger Temperaturgrenzwerte taugen Kipperscheinungen bei nüchterner Bewertung nicht.

### **2.3.2 Extremwetterereignisse**

Ein weiteres immer wieder (qualitativ!) vorgebrachtes Argument für die genannten Temperaturgrenzen sind erwärmungsbedingte Zunahmen von

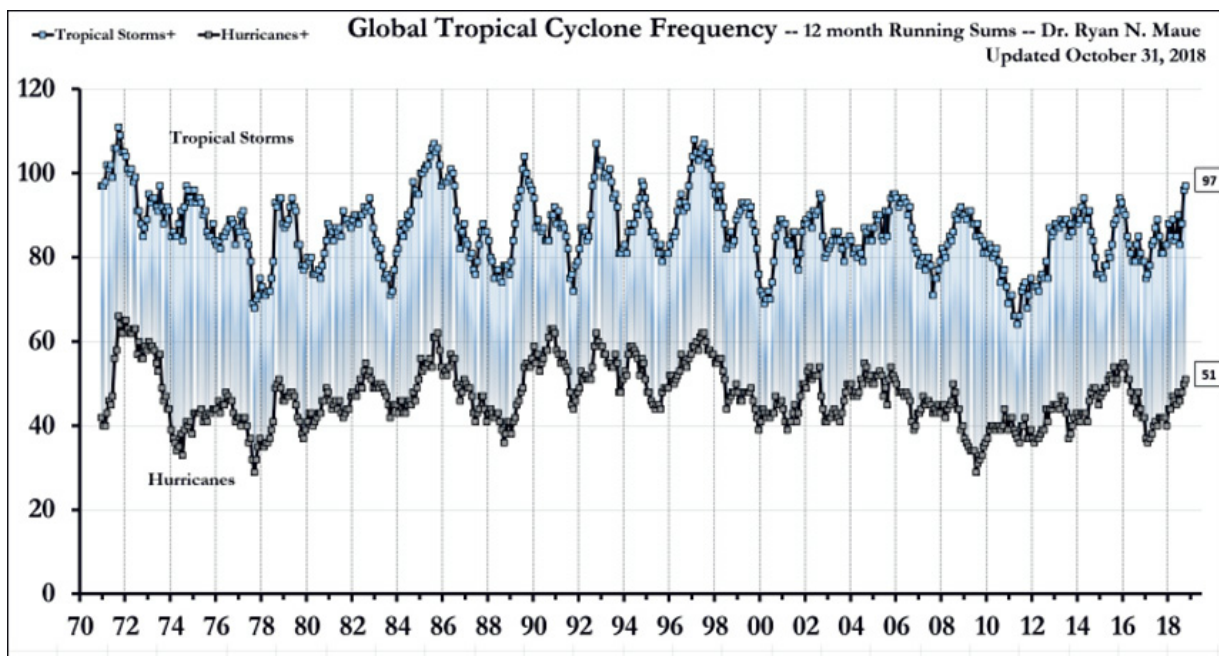
Extremwetterereignissen. Seit 30 Jahren sagen die Klimamodelle so etwas voraus. Wie ich weiter unten zeigen werde, ist bisher aber noch nicht viel davon zu sehen, noch ist alles normal und «Wetter», die Tendenz ist sogar eher beruhigend.

Verantwortlich für die erwartete Zunahme extremer Wetterereignisse soll der erwärmungsbedingt höhere Energie- und Wasserdampfgehalt der Luft sein. Dem steht jedoch entgegen, dass die Hauptantriebskraft für das Wetter auf der Erde örtliche Temperaturunterschiede sind, und weil beim Treibhauseffekt die Pole stärker wärmer werden als der Äquator, nehmen diese Temperaturunterschiede im globalen Maßstab mit zunehmendem Treibhauseffekt ab. Das sollte eher wetterberuhigend wirken. Was überwiegt, kann heute wohl niemand seriös beantworten.

Folglich hilft die Theorie nicht weiter, man ist vielmehr auf Beobachtungen angewiesen. Aber nicht auf Einzelereignisse, sondern auf (möglichst längerfristige und auch möglichst großräumige) Zeitanalysen. Zwei solche möchte ich beispielhaft herausgreifen: Tropische Wirbelstürme und globale monetäre Schäden durch Wetterkapriolen. Bei beiden wird immer wieder gesagt, sie hätten in letzter Zeit zugenommen. Dadurch wäre, so heißt es weiter, auch der Beweis für die sich anbahnende Katastrophe durch die anthropogene Klimaerwärmung erbracht.

Faktencheck: In [Abb. 2](#) ist die Zahl der weltweiten tropischen Wirbelstürme von 1970 bis heute und in [Abb. 3](#) sind die von 1990 bis Juli 2018 durch Wetterkapriolen jeglicher Art insgesamt verursachten Schäden wiedergegeben, /Maue 2019/ und /Pie 2018/. [Abb. 2](#) zeigt in der oberen Kurve die tropischen Wirbelstürme insgesamt (alle Stürme mit maximaler Windgeschwindigkeit > 34

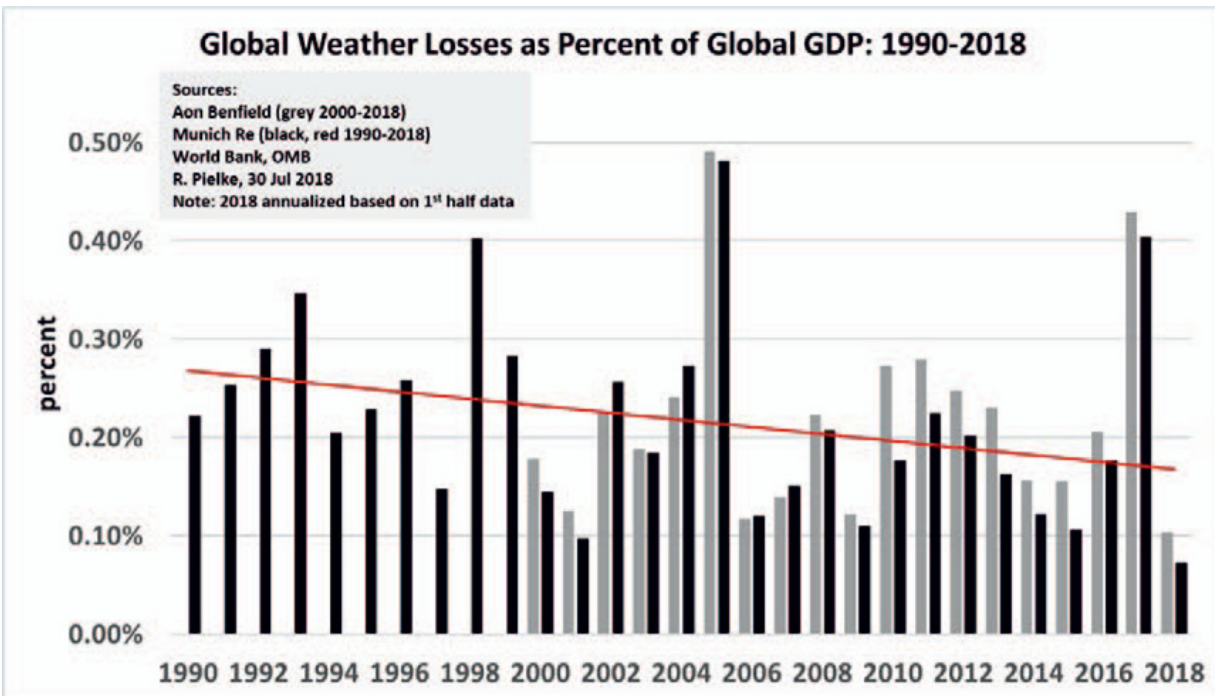
Knoten) und in der unteren Kurve die Stürme mit Hurrikanstärke (maximale Windgeschwindigkeit > 64 Knoten). Bei beiden Kurven sieht man bis etwa Mitte der 1990-er Jahre keine klare Tendenz und dann einen leicht abfallenden Verlauf. [Abb. 3](#) zeigt recht klar einen Abfall. Die behauptete Zunahme stimmt ganz einfach nicht und damit ist auch der angebliche Beweis hinfällig. Man muss eben die Statistik ansehen und darf nicht aus Einzelereignissen schließen.



**Abb. 2: Globale Häufigkeit tropischer Wirbelstürme 1970 bis heute. Die obere Kurve gibt alle Wirbelstürme an, die eine Windgeschwindigkeit >34 Knoten erreichten, die untere Kurve alle jene, die Hurrikanstärke erreichten (> 64 Knoten). Aufgetragen sind jeweils laufende Summenwerte für 12 Monate. Quelle: /Maue 2019/.**

Noch eine kleine Ergänzung zu den Wirbelstürmen: [Abb. 2](#) ist weltweit. Speziell das Festland der USA wurde 2017 von 2 Hurrikanen der Kategorie 4 getroffen (Harvey und Irma), während es davor 12 Jahre lang von schweren Hurrikanen (Kategorie 3 und größer) verschont blieb, das war der längste Zeitraum seit Beginn der systematischen Aufzeichnungen. Das eine wird gerne als Beweis für eine

Zunahme der Hurrikantätigkeit ausgegeben, das andere als Beweis für das Gegenteil. Beides ist unzulässig, weil es Einzelereignisse sind. Nach /Klot 2018/ gibt es seit 1900 weder in der Frequenz noch in der Intensität der das Festland der USA treffenden Hurrikane einen signifikanten Trend.



**Abb. 3: Globale Schäden durch Wetterkapriolen 1990 bis 2018, zur Vergleichbarkeit über die lange Zeit gemessen in Prozent des jeweiligen globalen Bruttoinlandproduktes. Quelle: /Pie 2018/.**

Tropische Wirbelstürme und globale monetäre Schäden durch Wetterkapriolen sind 2 Beispiele, es gibt noch viel mehr Beobachtungen mit stets gleichem Ergebnis. Ich habe eine einzige Ausnahme gefunden, bei der es tatsächlich eine statistisch signifikante globale Zunahme gibt: Die Zahl der warmen Tage ist größer geworden. Aber das ist bei einer Erwärmung (die wir zweifelsfrei in den letzten 100 Jahren hatten) eine triviale Begleiterscheinung und sagt nichts darüber aus, ob sich das Wetter insgesamt in Richtung extremerer Ereignisse verschoben hat. Dass dieses

Argument überhaupt als »Beweis« für die Zunahme von Extremwetterereignissen vorgebracht wird, ist für mich ein Indiz dafür, dass es stichhaltige Hinweise auf so eine Zunahme nicht gibt.

Aber ob ein bestimmtes Wetter nun »extremer« ist oder nicht, ist sowieso eine nicht ganz so einfache Frage: 2018 gab es in Deutschland eine sehr lange Periode mit äußerst wenig Niederschlag und im Januar 2019 gab es sehr lange anhaltende und äußerst intensive Schneefälle. Bei beiden Ereignissen war die Länge das Ungewöhnliche und vielfach wird der Verdacht einer gemeinsamen Ursache geäußert: Infolge der Klimaerwärmung hätten sich die Jetströme so verlagert, dass großräumige Wetterlagen jetzt nicht mehr wie bisher typischerweise etwa 7 Tage lang angehalten, sondern deutlich länger. Das ist durchaus möglich, das Klima hat sich ja zweifellos geändert und im neuen Klima können selbstverständlich länger anhaltende Wetterlagen häufiger sein. Nur, was bedeutet das? Ist das Klima damit »extremer« oder ist es »stabiler« geworden?

Auch weltweit wird über das Jahr 2018 immer wieder gesagt, es wäre das Jahr mit den schlimmsten Wetterkapriolen gewesen. Diese würden beweisen, dass die Auswirkungen des menschengemachten Klimawandels bereits fühlbar sind. Erstens bin ich nicht so sicher, ob das mit den »schlimmsten Wetterkapriolen« überhaupt stimmt. Aktuelle Ereignisse erscheinen einem immer besonders wichtig, ihre statistische Einordnung muss aber stets gesondert überprüft werden, siehe die obigen Beispiele. Zweitens, selbst wenn 2018 tatsächlich das Jahr mit den schlimmsten Wetterkapriolen war, dann war das jedenfalls bis heute immer noch »Wetter« und nicht »Klima«. Drittens, selbst wenn sich in einigen Jahren herausstellen sollte, dass 2018 der Beginn eines Klimas mit extremeren Ereignissen war, würde das nichts über die Ursache der Klimaänderung

sagen: Mensch oder Natur? Viertens schließlich war 2018 jedenfalls von der Temperatur her nichts Besonderes: Es war kälter als 2017 und 2017 war kälter als 2016, auch 1998, 2010 und 2015 waren wärmer als 2018 /UAH 2018/. Als »Beginn eines neuen Klimas« eignet sich 2018 daher kaum. Ich möchte das noch etwas schärfer formulieren: 2018 beweist nichts, außer, dass das Wetter sehr variabel ist.

**Zwischenergebnis Extremwetterereignisse:** Entgegen der weitverbreiteten Ansicht ist eine statistisch signifikante Zunahme extremer Wetterereignisse bisher nicht beobachtbar. Aber auch wenn sie eines Tages beobachtbar sein sollte, wäre sie zunächst einmal eine Folge der Erwärmung und würde noch nichts über die Ursache der Erwärmung aussagen. Falls die Natur Ursache ist, bleibt uns Menschen nichts Anderes übrig, als uns an die geänderten Verhältnisse anzupassen. Und wenn wir es selbst sind, hilft das auch.

### **2.3.3 Meeresspiegel**

Vielfach wird die Notwendigkeit, das Zwei-Grad-Ziel (1,5-Grad-Ziel) einzuhalten, auch mit dem Anstieg des Meeresspiegels begründet. Dieser würde ganze Küstenstaaten bedrohen. Das wollen wir gleich näher untersuchen. Hier zunächst hinsichtlich der »normalen« Probleme des Meeresspiegelanstieges. Das Sonderproblem flacher Koralleninseln, die möglicherweise durch ansteigenden Meeresspiegel und wärmer werdendes Meerwasser gefährdet werden, kommt dann in [Kapitel 2.3.4](#) dran.

Generell ist der Meeresspiegel in Warmzeiten um gut 100 m höher als in Eiszeiten, weil in Letzteren viel Wasser in Gletschern gespeichert ist. Einen solchen Anstieg um ca. 100 Meter gab es auch am Ende der letzten Eiszeit. Doch