

Der Einfluss von Kohlendioxid, Wasserdampf und anderen „Treibhausgasen“ auf die Gleichgewichts-Temperatur der Erde

geschrieben von Chris Frey | 7. September 2021

David Coe, Retired from Codel International Ltd, Bakewell, England;

Walter Fabinski, Retired from ABB Automation, Frankfurt, Germany;

Gerhard Wiegler, Department of Electrical Engineering (Research Group for Environmental Monitoring), University of Applied Sciences Dortmund, Dortmund, Germany

Abstract

Es ist seit langem angenommen worden, dass der „Treibhauseffekt“, bei dem die Atmosphäre die einfallende kurzwellige Sonnenstrahlung leicht durchlässt, die von der Erde ausgehende langwellige Strahlung jedoch selektiv absorbiert, für die Erwärmung der Erde von der effektiven Erdtemperatur von 255 K ohne atmosphärische Erwärmung auf die derzeitige Durchschnittstemperatur von 288 K verantwortlich ist. Es ist auch allgemein anerkannt, dass die beiden wichtigsten atmosphärischen Treibhausgase H₂O und CO₂ sind. Erstaunlich ist, dass das geschätzte Erwärmungspotenzial von CO₂, dem Gas, das für das moderne Konzept des Klimawandels verantwortlich gemacht wird, stark variiert. Die vom IPCC veröffentlichten Schätzungen für die Klimasensitivität bei einer Verdoppelung der CO₂-Konzentration schwanken zwischen 1,5 und 4,5 °C. Sie beruhen auf einer Fülle wissenschaftlicher Arbeiten, in denen versucht wird, die komplexen Zusammenhänge der atmosphärischen Thermodynamik zu analysieren, um ihre Ergebnisse zu ermitteln. Ziel dieser Arbeit ist es, die Methode zur Ermittlung einer Zahl für die Klimasensitivität nicht nur für CO₂, sondern auch für CH₄ und N₂O, die ebenfalls als starke Treibhausgase gelten, zu vereinfachen, indem ermittelt wird, wie die atmosphärische Absorption zu der derzeitigen Erwärmung um 33 K geführt hat, und dieses Ergebnis dann extrapoliert wird, um die erwartete Erwärmung aufgrund künftiger Steigerungen der Treibhausgaskonzentrationen zu berechnen. Die HITRAN-Datenbank mit den Absorptionsspektren von Gasen ermöglicht es, die Absorption der Erdstrahlung bei der derzeitigen Temperatur von 288 K für jeden einzelnen Bestandteil der Atmosphäre und auch für die kombinierte Absorption der gesamten Atmosphäre genau zu bestimmen. Aus diesen Daten lässt sich schließen, dass H₂O für 29,4 K der 33 K Erwärmung verantwortlich ist, während CO₂ 3,3 K und CH₄ und N₂O zusammen nur 0,3 K beitragen. Die Empfindlichkeit des Klimas gegenüber künftigen Erhöhungen

der CO₂-Konzentration wird auf 0,50 K berechnet, einschließlich der positiven Rückkopplungseffekte von H₂O, während die Empfindlichkeit des Klimas gegenüber CH₄ und N₂O mit 0,06 K bzw. 0,08 K fast nicht nachweisbar ist. Dieses Ergebnis deutet stark darauf hin, dass ein Anstieg der CO₂-Konzentration nicht zu signifikanten Veränderungen der Erdtemperatur führen wird und dass ein Anstieg von CH₄ und N₂O kaum spürbare Auswirkungen haben wird.

In den Abschnitten 1 bis 3 werden die Temperaturwerte, um die es hier geht, genau abgeleitet. Dies ist sehr theoretisch, weshalb hier auf die Übersetzung verzichtet wird. Die vollständige Studie ist unten verlinkt. A. d. Übers.

...

4. Gleichgewichts-Klima-Sensitivität

Es ist nun möglich, aussagekräftige und genaue Werte für die Empfindlichkeit des Klimas gegenüber allen „Treibhausgasen“ abzuleiten, definiert als die Änderung der durchschnittlichen Erdtemperatur bei Erreichen des Gleichgewichts durch die Auswirkungen einer Verdoppelung der Konzentration dieser Gase.

4.1. Klima-Sensitivität von CO₂

Tabelle 2 aus Abschnitt 3.2 zeigt die Veränderung der Gleichgewichtstemperatur für aufeinanderfolgende Verdoppelungen der CO₂-Konzentration von 50ppm bis 1600ppm. Die entsprechenden Temperaturänderungen für jede Verdopplung lassen sich leicht in Tabelle 6 berechnen und sind in Abbildung 20 dargestellt. Wie man sieht, ist die „Klimasensitivität“ nicht konstant, sondern nimmt mit steigender CO₂-Konzentration langsam zu. Dennoch zeigen die Werte, dass die Klimasensitivität beim derzeitigen CO₂-Niveau (400 ppm) in der Größenordnung von 0,45 Kelvin liegt. Wendet man den kombinierten Rückkopplungs-H₂O- und Temperatur-Multiplikationsfaktor von 1,124 an, erhöht sich die CO₂-Klimasensitivität auf 0,50 Kelvin, was immer noch deutlich unter den meisten veröffentlichten Werten liegt.

Tabelle 6. CO₂-Klima-Sensitivität:

Table 6. CO₂ Climate Sensitivity.

CO₂ ppm doubling	50-100	100-200	200-400	400-800	800-1600
Climate sensitivity K	0.34	0.38	0.41	0.45	0.54
Sensitivity x feedback K	0.38	0.42	0.46	0.50	0.61

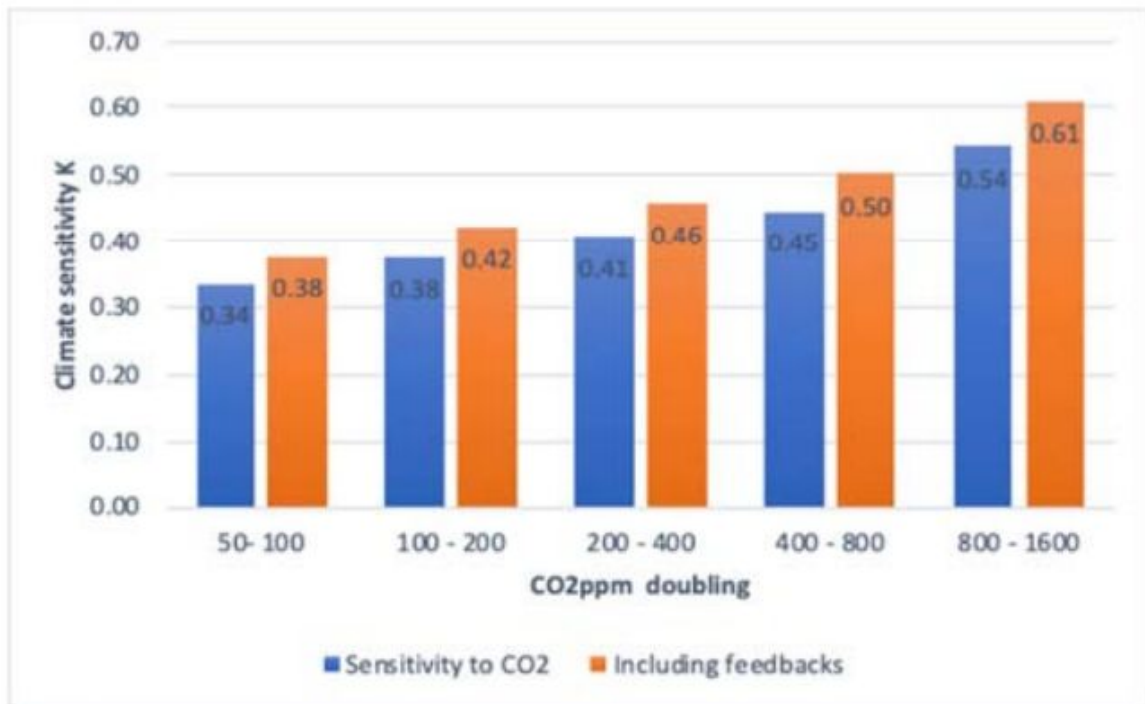


Figure 20. Climate Sensitivity to CO₂.

Abbildung 20. Klima-Sensitivität von CO₂.

Abschnitt 3.3 enthält die Daten für die Veränderungen der Erdtemperatur bei aufeinanderfolgenden Verdoppelungen der Konzentrationen von CH₄ und N₂O.

Methan CH₄: Tabelle 7 und Abbildung 21

Table 7. CH₄ Climate Sensitivity.

CH₄ ppm doubling	1.8-3.6	3.6-7.2	7.2-14.4	14.4-28.8
Climate sensitivity K	0.05	0.07	0.09	0.11
Sensitivity x feedback K	0.06	0.08	0.10	0.12

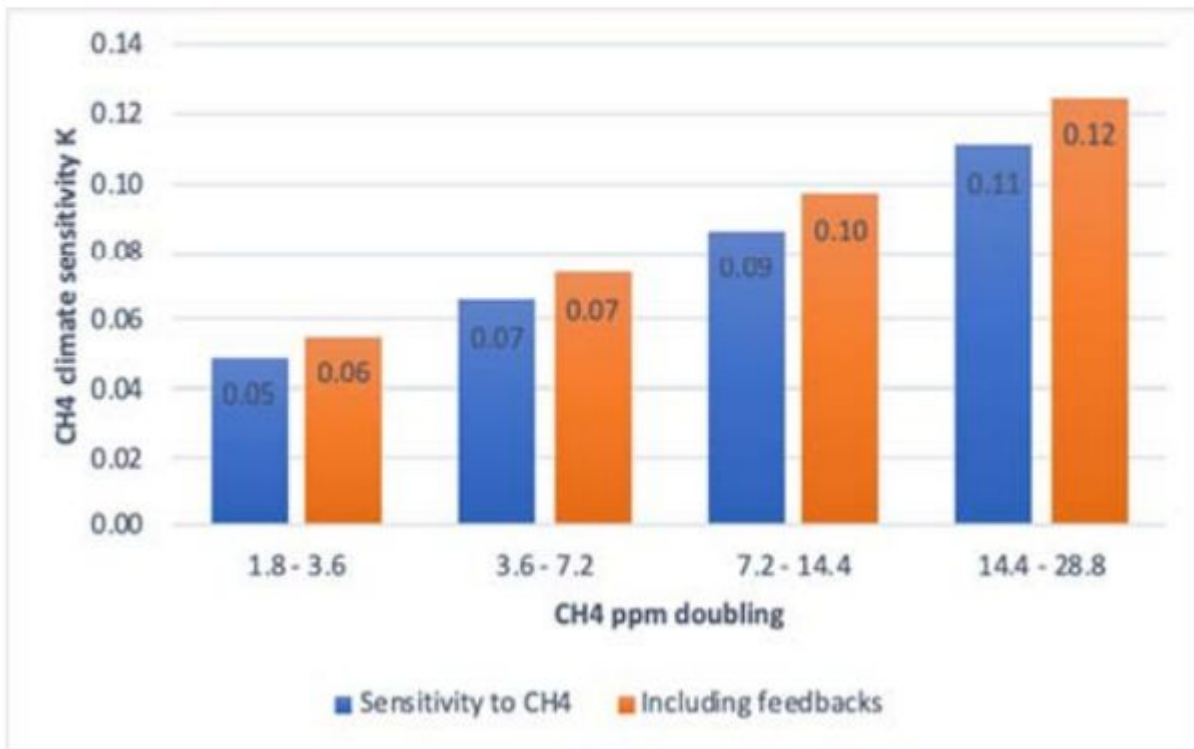


Figure 21. Climate Sensitivity to CH₄.

Abbildung 21. Klima-Sensitivität von CH₄.

Stickoxide N₂O: Tabelle 8 und Abbildung 22:

Table 8. N₂O Climate Sensitivity.

N ₂ O ppm doubling	0.32-0.64	0.64-1.28	1.28-2.56	2.56-5.12
Climate sensitivity K	0.07	0.10	0.15	0.21
Sensitivity x feedback K	0.08	0.11	0.16	0.23

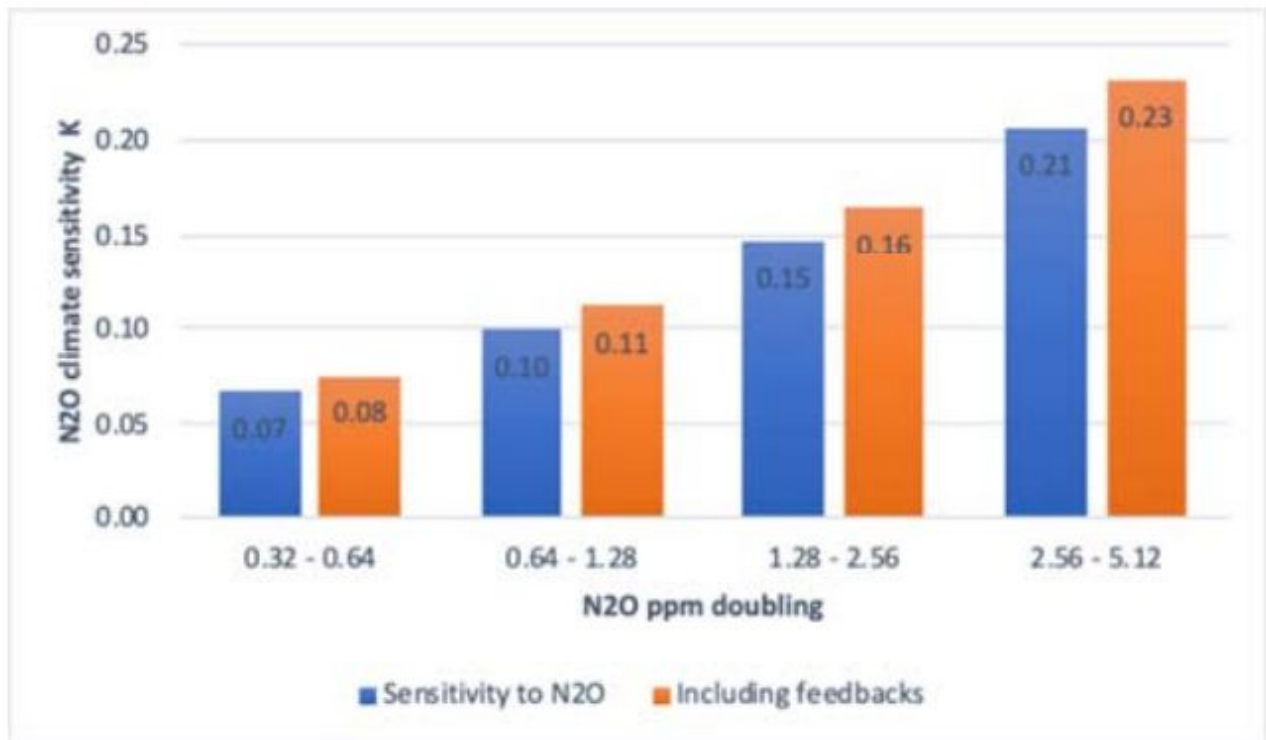


Figure 22. Climate Sensitivity to N₂O.

Abbildung 22: Klima-Sensitivität von N₂O.

Es ist klar, dass die Klimaempfindlichkeit für diese beiden Gase nicht konstant ist. Sie nimmt mit der Konzentration zu, und zwar aus dem einfachen Grund, dass bei diesen niedrigen Konzentrationen die wichtigsten Strahlungsabsorptionsbänder noch nicht gesättigt sind. Bei den derzeitigen atmosphärischen Konzentrationen von 1,8 ppm CH₄ und 0,32 ppm N₂O beträgt die aktuelle Klimaempfindlichkeit einschließlich Rückkopplungseffekten 0,06 bzw. 0,08 Kelvin. Obwohl beide Gase als starke Treibhausgase bezeichnet werden, ist ihr tatsächlicher Einfluss auf die Erdtemperatur bei den derzeitigen Konzentrationen so gering, dass er kaum messbar ist.

5. Andere Betrachtungen

5.1. Die Einwirkung von Wolken

Die Bewölkung hat keinen Einfluss auf die Absorption der atmosphärischen Treibhausgase, aber sie wirkt sich auf die absorbierte Gesamtenergie und möglicherweise auf den Energierückhaltefaktor „n“ aus, und zwar in einer Weise, die schwer zu quantifizieren ist. Indem man jedoch den derzeitigen durchschnittlichen Zustand der Erde, der die Wolken einschließt, als Kalibrierungspunkt für die Bestimmung eines effektiven Wertes für „n“ verwendet, der mit der mittleren Erdtemperatur von 288 K übereinstimmt, wurde der derzeitige durchschnittliche Einfluss der Wolken bereits berücksichtigt. Dies sagt jedoch noch nichts darüber aus, wie groß dieser Einfluss ist.

Die Struktur von Wolken ist vielfältig und komplex. Es ist nahezu unmöglich, eine Reihe von Gleichungen abzuleiten, die die Bildung, die Struktur und die Auswirkungen von Wolken auf die Speicherung der absorbierten Energie und damit auf die Strahlungsbilanz der Erde beschreiben. Die vorliegende Arbeit stützt sich bisher auf die umfangreiche HITRAN-Spektraldatenbank, physikalische Grundlagen und einfache Mathematik, um Werte für die Klimasensitivität zu ermitteln. Jegliche Versuche, die weiteren Auswirkungen der Wolken abzuschätzen, würden nur auf Spekulationen beruhen und wären für diese Abhandlung nicht geeignet.

5.2. Auswirkung des jüngst gestiegenen Anteils von CO₂

Es ist von gewissem Interesse, den Temperaturanstieg zu berechnen, der durch den Anstieg des atmosphärischen CO₂-Gehalts von den 280 ppm zu Beginn der industriellen Revolution auf die gegenwärtig am Mona Loa Observatorium registrierten 420 ppm verursacht wurde. (K. W. Thoning et. al. 2019) [17]. Die HITRAN-Berechnungen zeigen, dass die Absorptionsfähigkeit der Atmosphäre durch den Anstieg um 140 ppm CO₂ von 0,727 auf 0,730 gestiegen ist, was zu einem Temperaturanstieg von **0,24 Kelvin** führt. **Dies ist also das volle Ausmaß der bisherigen anthropogenen globalen Erwärmung.**

[Hervorhebung vom Übersetzer]

6. Conclusions

Um das Strahlungsgleichgewicht an der „Oberseite der Atmosphäre“ (TOA) bei einer durchschnittlichen Erdtemperatur von 288 Kelvin zu erreichen, sollten nur 61,5 % der von der Erde abgestrahlten Energie in den Weltraum gelangen, während 38,5 % von der Atmosphäre/Erde absorbiert und zurückgehalten werden müssen. Die Verwendung der HITRAN-Datenbank für Gasabsorptionsspektren zeigt, dass die derzeitige atmosphärische Absorption 73,0 % der gesamten Strahlungsemissionen beträgt, von denen 52,74 % von der Erde/Atmosphäre zurückgehalten werden müssen, um das derzeitige TOA-Gleichgewicht zu erreichen. Dies ist ein einfacher Ausdruck für das derzeitige Temperaturgleichgewicht auf der Erde.

Von den 38,5 %, die von der Strahlung absorbiert werden, entfallen 35,3 % auf H₂O, 3,0 % auf CO₂ und nur 0,2 % auf CH₄ und N₂O zusammen. Daraus

folgt, dass die Erwärmung der Erde um 33 Kelvin von 255 Kelvin, die weithin als Nulltemperatur der Erdatmosphäre akzeptiert wird, auf die derzeitige Durchschnittstemperatur von 288 Kelvin ein Anstieg um 29,4 K ist, der auf H₂O, 3,3 K auf CO₂ und 0,3 K auf CH₄ und N₂O zusammen zurückzuführen ist. H₂O ist das bei weitem dominierende Treibhausgas, und seine atmosphärische Konzentration wird ausschließlich von der atmosphärischen Temperatur bestimmt. Darüber hinaus ist die Stärke der H₂O-Infrarot-Absorptionsbanden so beschaffen, dass die Strahlung innerhalb dieser Banden in der unteren Atmosphäre schnell absorbiert wird, was dazu führt, dass ein weiterer Anstieg der H₂O-Konzentration kaum noch Auswirkungen auf die atmosphärische Absorption und damit auf die Erdtemperatur hat. Ein Anstieg der durchschnittlichen relativen Luftfeuchtigkeit um 1 % führt zu einem Temperaturanstieg von 0,03 Kelvin.

Im Vergleich dazu ist CO₂ ein kleiner Spieler. Es besitzt jedoch starke spektrale Absorptionsbanden, die, wie H₂O, den größten Teil der Strahlungsenergie innerhalb dieser Banden in der unteren Atmosphäre absorbieren. Es hat allerdings den großen Nachteil, dass sich die meisten seiner Absorptionsbanden mit denen von H₂O überlagern, was seine Wirksamkeit stark verringert. Die Klimaempfindlichkeit bei einer Verdoppelung des CO₂ von 400 ppm auf 800 ppm wird mit 0,45 Kelvin berechnet. Dieser Wert erhöht sich auf 0,50 Kelvin, wenn man die Rückkopplungseffekte mit einbezieht. Dieser Wert liegt deutlich unter den Angaben des IPCC von 1,5 bis 4,5 Kelvin.

Der Beitrag von CH₄ und N₂O ist verschwindend gering. Nicht nur, dass sie nur 0,3 Kelvin zu den derzeitigen Erdtemperaturen beigetragen haben, ihre Klimaempfindlichkeit gegenüber einer Verdoppelung ihrer derzeitigen atmosphärischen Konzentrationen beträgt 0,06 bzw. 0,08 Kelvin. Wie beim CO₂ überlagern sich ihre Absorptionsspektren weitgehend mit den H₂O-Spektren, was ihre Wirkung ebenfalls erheblich reduziert.

Es wird häufig behauptet, dass der positive Rückkopplungseffekt von H₂O einen wesentlichen Beitrag zur globalen Erwärmung leistet. Wenn sich die Atmosphäre erwärmt, nimmt auch die H₂O-Konzentration in der Atmosphäre zu, was zu einem weiteren Temperaturanstieg führt, was vermuten lässt, dass schließlich ein Kipppunkt erreicht werden könnte, an dem es zu einem Temperaturanstieg kommt. Die Berechnungen in diesem Papier zeigen, dass dies nicht der Fall ist. Es gibt zwar einen positiven Rückkopplungseffekt durch das Vorhandensein von H₂O, dieser beschränkt sich jedoch auf einen Multiplikatoreffekt von 1,183 auf jeden Temperaturanstieg. Er erhöht beispielsweise die CO₂-Klimasensitivität von 0,45 K auf 0,53 K.

Eine weitere Rückkopplung wird jedoch durch eine Verringerung des Absorptionsvermögens der Atmosphäre verursacht, da die spektrale Strahlungsdichte der von der Erde abgestrahlten Energie mit der Temperatur zunimmt, wobei sich die Emissionsspitzen leicht zu niedrigeren Strahlungswellenlängen hin verschieben. Dies führt zu einer

negativen Rückkopplung mit einem Temperaturmultiplikator von 0,9894. Daraus ergibt sich ein Gesamtrückkopplungsmultiplikator von 1,124, der die effektive CO₂-Klimasensitivität von 0,53 auf 0,50 Kelvin reduziert.

Rückkopplungseffekte spielen bei der Erwärmung der Erde eine untergeordnete Rolle. Einen Kipppunkt gibt es nicht und kann es auch nicht geben. Mit zunehmender Konzentration von Treibhausgasen wird die Temperaturempfindlichkeit gegenüber diesem Anstieg immer geringer. Die Erdatmosphäre ist ein nahezu perfektes Beispiel für ein stabiles System. Es ist auch möglich, die Auswirkungen des Anstiegs der CO₂-Konzentrationen von den vorindustriellen Werten von 280 ppm auf die derzeitigen 420 ppm auf einen Anstieg der mittleren Erdtemperatur von nur 0,24 Kelvin zurückzuführen, eine Zahl, die mit der berechneten Klimasensitivität von 0,50 Kelvin völlig übereinstimmt.

Die Atmosphäre erweist sich, vor allem aufgrund der vorteilhaften Eigenschaften und Auswirkungen des H₂O-Absorptionsspektrums, als ein äußerst stabiler Moderator der globalen Temperaturen. Es gibt keinen drohenden Klimanotstand, und CO₂ ist nicht der Steuerparameter der globalen Temperaturen, diese Ehre kommt H₂O zu. **CO₂ ist schlicht und einfach der Träger des Lebens auf diesem Planeten als Ergebnis des Wunders der Photosynthese.**

[Hervorhebungen vom Übersetzer]

Link: <https://chris-frey-welt.jimdo.com/dateien-links/co2-klima/>

Hinweis zu diesem Link: Es sieht sehr so aus, als hätte man die Studie entfernt. Auch das Einsteuern des PDF als Datei geht nicht. Der hier angegebene Link verweist auf meine private Website, wo ich das Ganze vorher schon gepostet habe! C. F.

Übersetzt von [Christian Freuer](#) für das EIKE

***Hinweis:** Die hier vorgestellte Studie ist „peer reviewed“. Zum gleichen Endergebnis wie die drei Verfasser des obigen Beitrages sind bereits früher außer dem im Literaturverzeichnis genannten Prof. Hermann Harde unabhängig voneinander auch die Autoren Dipl. Ing. Peter Dietze sowie Dr. Siegfried Dittrich gekommen. Deren zwei Beiträge wurden in ein und dem selben Heft 2 der Zeitschrift Fusion, Erscheinungsjahr 2018 auf Seite 12-14 bzw. 6-11 einschließlich des kompletten zugehörigen Rechenweges abgedruckt.*