Methan – Wirkung als Treibhausgas 84 x stärker als Kohlenstoffdioxyd??? (Teil 1)

geschrieben von Chris Frey | 4. September 2021

Hans Jankowiak

Vorbemerkung

Diese Betrachtung benutzt den AR 5 der WG I des IPCC. Im Abfassungszeitraum war

1. der AR 6 der WG I noch nicht erschienen
2. die im Internet verfügbare Fassung der WG I trägt den Hinweis (auf gut deutsch)

„Vorabzug; nicht zitieren, als Quelle anführen oder verteilen“

3. das Thema – CH_4 im Vergleich zu CO_2 – wird im AR 6 auf alle drei WG verteilt

Methan – CH_4 **84 mal** wirkungsvoller als Kohlenstoffdioxyd – CO_2 ??

So finden wir diese Zahl häufig in Berichten, wenn es um die Rettung der Welt vor dem bösen „anthropogenic global warming“ geht und das CO_2 nicht allein dazu herangezogen wird sondern als nächster Begleiter das Methan – CH_4.

Woher kommt diese Zahl? Wie und wer hat sie nach welcher Formel, nach welchem ggf. empirischen Verfahren ermittelt?

Der erste Blick geht in die Wikipedia.

In der deutschen Fassung [1] finden wir den Wert **84** unter Methan → Umweltrelevanz → Treibhauspotenzial.

In der englischen Fassung [2] finden wir einen anderen Wert – nämlich **72** – unter Methane → Occurrence → Atmospheric methane.

Nanu, wieso gibt es zwei unterschiedliche Werte für den selben Sachverhalt? Herrschen in Deutschland und dem Rest der Welt zwei unterschiedliche physikalische Naturgesetze?

Der Weg zur Klarstellung beginnt in den Hinweisen der Wiki`s, woher dieser entsprechende Wert stammt.

Die deutsche Wiki bezieht sich auf den IPCC, AR5-WGI von 2013, die englische Wiki benutzt den Wert aus AR4-WGI von 2007, schreibt selbst aber als Fußnote „AR5“ – also ein „Druckfehler“.

Trotzdem; zwei unterschiedliche Werte für ein und das selbe Gas? Haben sich die physikalischen Gesetze in den 6 Jahren Zwischenzeit geändert?

Nein, die Erleuchtung liegt verborgen in den Definitionen.

Doch zunächst werfen wir einen ersten Blick auf den AR5-WGI [3] des IPCC, Chapter 8,dort 8.7 – Emission Metrics .

Table 8.7 | GWP and GTP with and without inclusion of climate–carbon feedbacks (cc fb) in response to emissions of the indicated non-CO_2 gases (climate-carbon feedbacks in response to the reference gas CO_2 are always included).

	Lifetime (years)		GWP_{20}	GWP_{100}	GTP_{20}	GTP_{100}
CH_4[b]	12.4[a]	No cc fb	84	28	67	4
		With cc fb	86	34	70	11
HFC-134a	13.4	No cc fb	3710	1300	3050	201
		With cc fb	3790	1550	3170	530
CFC-11	45.0	No cc fb	6900	4660	6890	2340
		With cc fb	7020	5350	7080	3490
N_2O	121.0[a]	No cc fb	264	265	277	234
		With cc fb	268	298	284	297
CF_4	50,000.0	No cc fb	4880	6630	5270	8040
		With cc fb	4950	7350	5400	9560

Notes:
Uncertainties related to the climate–carbon feedback are large, comparable in magnitude to the strength of the feedback for a single gas.
[a] Perturbation lifetime is used in the calculation of metrics.
[b] These values do not include CO_2 from methane oxidation. Values for fossil methane are higher by 1 and 2 for the 20 and 100 year metrics, respectively (Table 8.A.1).

Dort finden wir in Table 8.7 auf Seite 714 die Zahl **84 für CH_4** in der Spaltenbezeichnung „GWP_{20} “

Aber in der selben Tabelle finden wir noch Werte in drei weitere Spalten für CH_4, nämlich

den Wert 28 in der Spaltenbezeichnung „GWP_{100} “, den Wert 67 in der Spaltenbezeichnung „GTP_{20}“ und den Wert 4 in der Spaltenbezeichnung „GTP_{100} “.

Des Weiteren finden wir diese Werte näher erläutert auf Seite 731, Apendix 8.A in

Table 8.A.1 mit der Überschrift „Lifetimes, Radiative Effencies and Metric Values“

Appendix 8.A: Lifetimes, Radiative Efficiencies and Metric Values

Table 8.A.1 | Radiative efficiencies (REs), lifetimes/adjustment times, AGWP and GWP values for 20 and 100 years, and AGTP and GTP values for 20, 50 and 100 years. Climate–carbon feedbacks are included for CO_2 while no climate feedbacks are included for the other components (see discussion in Sections 8.7.1.4 and 8.7.2.1, Supplementary Material and notes below the table; Supplementary Material Table 8.SM.16 gives analogous values including climate–carbon feedbacks for non-CO_2 emissions). For a complete list of chemical names and CAS numbers, and for accurate replications of metric values, see Supplementary Material Section 8.SM.13 and references therein.

Acronym, Common Name or Chemical Name	Chemical Formula	Lifetime (Years)	Radiative Efficiency (W m^{-2} ppb^{-1})	AGWP 20-year (W m^{-2} yr kg^{-1})	**GWP 20-year**	AGWP 100-year (W m^{-2} yr kg^{-1})	**GWP 100-year**	AGTP 20-year (K kg^{-1})	**GTP 20-year**	AGTP 50-year (K kg^{-1})	**GTP 50-year**	AGTP 100-year (K kg^{-1})	**GTP 100-year**
Carbon dioxide	CO_2	see*	1.37e-5	2.49e-14	**1**	9.17e-14	**1**	6.84e-16	**1**	6.17e-16	**1**	5.47e-16	**1**
Methane	CH_4	12.4†	3.63e-4	2.09e-12	**84**	2.61e-12	**28**	4.62e-14	**67**	8.69e-15	**14**	2.34e-15	**4**
Fossil methane‡	CH_4	12.4†	3.63e-4	2.11e-12	**85**	2.73e-12	**30**	4.68e-14	**68**	9.55e-15	**15**	3.11e-15	**6**
Nitrous Oxide	N_2O	121†	3.00e-3	6.58e-12	**264**	2.43e-11	**265**	1.89e-13	**277**	1.74e-13	**282**	1.28e-13	**234**
Chlorofluorocarbons													

Als Beispiel die Spaltenbezeichnung „GWP 20-year“ Davor steht die Spaltenbezeichnung „AGWP 20-year“. Die Dimensionsangabe lautet hier (W m-2 yr kg-1).

Wir finden dort für CO_2 den Wert 2,49 e-14 und für CH_4 den Wert 2,09 e-12. Berechnet man diese Werte und setzt sie ins Verhältnis zueinander, so ergibt sich für CH_4 zu CO_2 ein Verhältniswert von 12,84 zu 2,07 – also **rund 6!!!!!! und nicht 84!!!** wie in der Zeile Methane aufgeführt.

Also müssen für den Wert **84** noch weitere Einflüsse wirken als in den Tabellen für die allein stehende Verhältniszahl ausgedrückt wird.

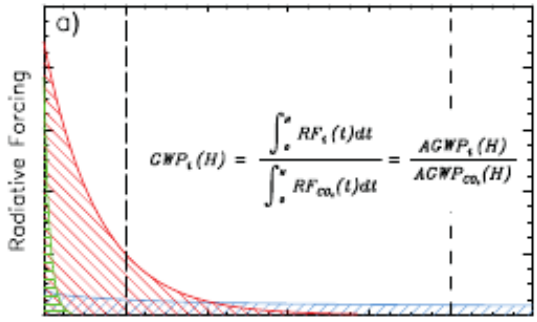
Der Pfad der Erkenntnis führt weiter durch den Dschungel der Definitionen, denn der IPCC nutzt für sein Wirken ihm höchst eigene Definitionen, die in den klassischen physikalischen Lehrwerken über Thermodynamik nicht vorkommen oder dort anders – nämlich wissenschaftlich – ausgedrückt sind.

Verfolgen wir als Beispiel die o.g. Spaltenbezeichnungen „GWP 20-year “und

„AGWP 20-year“

GWP steht für Global Warming Potential und ist gem. Absatz 8.7.1.2 definiert als

„as the time-integrated RF due to a pulse emission of a given component, relative to a pulse emission of an equal mass of CO_2 (Figure 8.28a and formula).“



(Teilabbildung Figure 8.28 a)

Die Zahl 20 steht für einen Betrachtungszeithorizont von 20 Jahren und der Bezugswert – der Vergleichswert – ist der Wert für CO_2!

AGWP steht für Absolute Global Warming Potential und ist das bestimmte Integral von RF über den Zeithorizont, hier z.B. 20 Jahre.

Nun muss man jedoch erst noch einen Abstecher in den 8 SM – dem Supplementary Material zum Chapter 8 [4] – in den Abschnitt 8.SM.11.1 machen, denn dort steht die gleiche Formel unter der Nummer (8.SM.6) für dieses bestimmte Integral, das auch in

Figure 8.28 a genannt wird.

Was bedeutet jedoch RF(i) in der Formel?

In dieser Formel steht **RF**i und **nicht RF** – ohne i – und wird definiert „is the radiative forcing due to a pulse emission of a gas i given by RFi = AiRi where Ai is the RFi per unit mass increase in atmospheric abundance of species i (radiative efficiency (RE)), and Ri is the fraction of species i remaining in the atmosphere after the pulse emission.“

Diese Definition ist also eine andere als in Box 8.1 auf Seite 665:

RF steht dort für Radiative Forcing und ist definiert als „as it was in AR4, as the change in net downward radiative flux at the tropopause….“

ERF steht dort für Effective Radiative Forcing und ist definiert als „is the change in net TOA downward flux ….“

Im bestimmten Integral z.B. für das CO_2 muss der Ausdruck RF_{co2} also eine integrierbare Funktion f(t) aufweisen. Diese Funktion wird unter der Nummer (8.SM.10) bezeichnet als

$$R_{CO_2}(t) = a_0 + \sum_{i=1}^{N} a_i \exp\left(-\frac{t}{\tau_i}\right) \qquad (8.SM.10)$$

und enthält ein mathematisches Summenzeichen und ist keine kontinuierliche Form ebenso wie die Lösungsformel (8.SM.11) des bestimmten Integrals

The $AGWP_{CO2}$ is then (Shine et al., 2005):

$$AGWP_{CO_2}(H) = A_{CO_2}\left\{a_0 H + \sum_{i=1}^{I} a_i \tau_i \left(1 - \exp\left(-\frac{H}{\tau_i}\right)\right)\right\} \qquad (8.SM.11)$$

ein mathematisches Summenzeichen enthält, also im Grunde auch keine kontinuierliche Form aufweist.

Darum steht auch als Erläuterung der Formeln (8.SM.10) und (8.SM.11) :

„The decay of a pertubation of atmospheric CO_2 following a pulse emission at time t is usually **approximated by a sum of exponentials**“. (Hervorhebung durch Verfasser)

Wie so oft so auch hier: Beim IPCC muss man auf das „Kleingedruckte“ achten, um eine Klarheit in den Zielen des IPCC zu erreichen!!

Und mit diesem „freundlichen Hinweis“ des IPCC ist das Zwischen-Ende der Fahnenstange, das IPCC-Bermuda-Dreieck für den Wert **84** erreicht

Ich werde versuchen, im Teil 2 dem „Rätsel **84** “ auf andere Weise bzw. mit weiteren Schritten näher zu kommen.