

# **Short-lived climate forcers (SLCFs)**

**Die fatale Nichtbeachtung kurzlebiger Gase  
und Strategien mit deren Berücksichtigung**

Martin Müller

BBA, Cert.H.E. Natural Sciences

Email: [martin.mueller@landwirtschaft.jetzt](mailto:martin.mueller@landwirtschaft.jetzt)

Web: <https://landwirtschaft.jetzt>

18. November 2021

## 1. Einleitung

„Short-lived climate forcers“ (SLCFs) sind anthropogen emittierte, kurzlebige Gase mit Lebenszeiten in der Atmosphäre zwischen Stunden und wenigen Jahrzehnten. Bedeutend sind Methan (CH<sub>4</sub>), Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>), Stickoxide (NO<sub>x</sub>) und Kohlenmonoxid (CO).

- **Methan** ist ein sehr starkes Treibhausgas, das sich innerhalb von 12 Jahren in der Atmosphäre vollständig abbaut.
- **Kohlenmonoxid** ist ein mittelstarkes Treibhausgas mit einer Lebenszeit von 3 Monaten.
- **Schwefeldioxid** führt in der Atmosphäre zur Bildung von Sulfat-Aerosolen, die die Sonneneinstrahlung hemmen und die eine Lebensdauer von einigen Stunden haben.
- **Stickoxide** lösen in der Atmosphäre chemische Reaktionen aus, die insbesondere Methan abbauen und somit die Klimaerhitzung abmildern. Sie haben eine Lebenszeit von nur wenigen Stunden.

Im jüngsten IPCC-Bericht 6 werden kurzlebige Gase erstmalig umfassend in einem eigenen Hauptkapitel berücksichtigt [1].

## 2.1 Die Wirkungen der Treibhausgase und Aerosole

Dargestellt sind die aktuellen Wirkungen der Treibhausgase und Aerosole, die zwischen 1750 und 2019 emittiert wurden, (a.) anhand ihre Rückstrahlungsleistung und (b.) an-hand der resultierenden Temperaturerhöhungen an der Oberfläche der Erde [2].

Methan baut sich innerhalb von 12 Jahren über chemische Prozesse ab, durch die weitere Treibhausgase, wie z.B. Ozon und  $\text{CO}_2$  entstehen und zum Strahlungsantrieb von Methan beitragen. Insgesamt ist daher der Anteil der Rückstrahlungs- und Temperatur-wirkung von Methan bezogen auf  $\text{CO}_2$  ca. 58%. Aerosole (lila) wirken hauptsächlich kühlend. Das stärkste Aerosol wird durch Schwefeldioxid ( $\text{SO}_2$ ) erzeugt, das die Gesamtwirkung aller anthropogenen Treibhausgase um ca. 25% verringert und somit die Klimaerwärmung derzeit um ca.  $0,5\text{ }^\circ\text{C}$  abmildert.

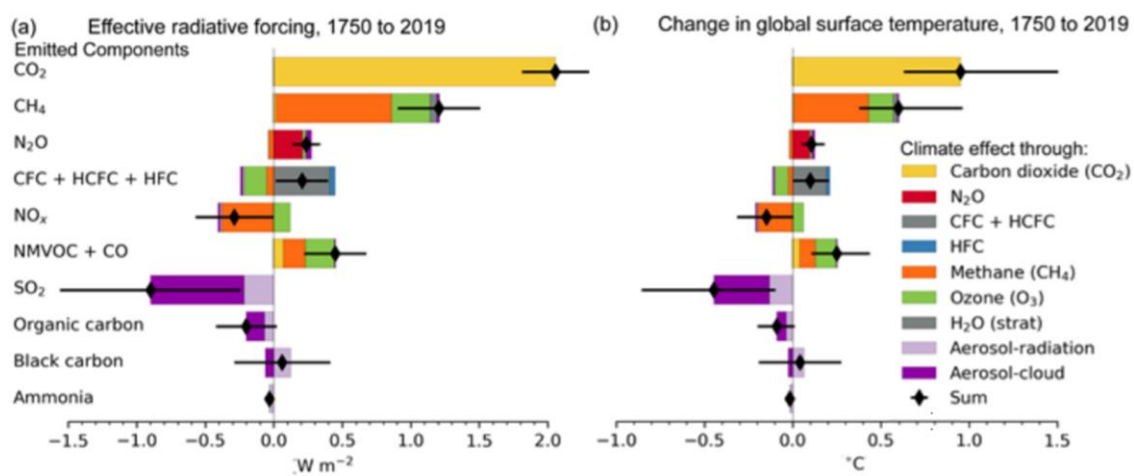


Abbildung 1: Aktuelle Wirkungen der Treibhausgase und Aerosole, die zwischen 1750 und 2019 emittiert wurden, (a.) anhand ihre Rückstrahlungsleistung und (b.) an-hand der resultierenden Temperaturerhöhungen an der Oberfläche der Erde

## 2.2 Das Problem der Nichtbeachtung kurzlebiger Gase

Dadurch, dass kurzlebige Gase sehr stark und sehr kurzfristig erhitzen und kühlen, kommt ihnen bei der Einhaltung von Schwellwerten, wie den potentiellen Kipp-punkten bei 1,5 - oder 2,0 - Grad, herausragende Bedeutung zu. Eine Nichtbeachtung der Wirkungen dieser Gase führt zu einem schnellen und langjährigen Überschreiten der Schwellwerte und kann somit unkontrollierbare Rückkopplungsschleifen auslösen. Mit der bisherige Strategie mit dem fast ausschließlichen Fokus auf einen Ausstieg aus fossilen Industrien werden zwar die CO<sub>2</sub>-Emissionen und somit der Anstieg der Rückstrahlung reduziert, jedoch steigt zunächst die Temperatur auf-grund des Wegfalls großer Anteile der kühlenden Aerosole. Der Grund ist, dass die meisten und stärksten kühlenden Aerosole durch die Verbrennung fossiler Rohstoffe entstehen.

Im Jahr 2020 betrug die globale mittlere Temperaturerhöhung 1,2 °C gegenüber dem Jahr 1850, das als vorindustrieller Referenzwert gilt [3].

Ohne Berücksichtigung anderer Emissionen würde ein sofortiger Ausstieg aus der Verbrennung fossiler Rohstoffe diese Temperatur zunächst um ca. 0,44 °C auf 1,64 °C erhöhen. Erst durch den Abbau des durch die fossilen Industrien bedingten Methans würde sich die Temperatur dann über 12 Jahre wieder um 0,17 °C auf 1,47 °C verringern [4],[5].

SLCF	Verbleib in Atmosphäre		Anteil fossile Industrien	Temp °C
SO <sub>2</sub>	4	Tage	83%	-0,42
NO <sub>x</sub>	0,2	Tage	90%	-0,14
CO	60	Tage	87%	0,12
<b>Kühlung durch kurzlebige Aerosole</b>				<b>-0,44</b>
CH <sub>4</sub>	12	Jahre	33%	0,17
<b>Kühlung nach Abbau des Methan</b>				<b>-0,27</b>

Abbildung 2: Temperaturerhöhung bei einem Ausstieg aus der Verbrennung fossiler Rohstoffe

## 2.3 Sinnvolle Ausstiegsstrategien aus den schädlichsten Industrien

Generell ist es sinnvoll beim Ausstieg klimaschädlicher Industrien solche zu priorisieren, die **wenig** kühlende Aerosole emittieren, aber **viel** kurzfristig wirksame Treibhausgase wie Methan.

Dargestellt ist eine diesbezügliche Bewertung der schädlichsten Industrien.

SLCF		Wirkung	Emissionen durch			
			Erdgas	Öl	Kohle	Tierhaltung
kühlend	SO <sub>2</sub>	↑	→	→	↑	↓
	NO <sub>x</sub>	↗	→	↓	↗	↓
	NH <sub>3</sub>	↘	↓	↓	↓	↗
erhitzend	CO	→	→	↗	↘	↓
	CH <sub>4</sub>	↑	↗	↗	↗	↑

Abbildung 3: Bewertung der Industrien hinsichtlich der Emissionen kurzlebiger Klimagase

Ermittelt wurde die Bewertung anhand einer Scoring-Matrix. Grundlage sind die Strahlungsantriebe der kurzlebigen Treibhausgase und Aerosole [2] und die jeweiligen Anteile der Industrien an deren Emissionen [5],[6],[7],[8].

SLCF		Wirkung	Emissionen durch							
			Erdgas	Score	Öl	Score	Kohle	Score	Tierhaltung	Score
kühlende Aerosole	SO <sub>2</sub>	5	3	15	3	15	5	25	1	5
	NO <sub>x</sub>	4	3	12	5	20	4	16	1	4
	NH <sub>3</sub>	2	1	2	1	2	1	2	4	8
Summe Scoring				29		37		43		17
Bewertung Kühlung				3		2		1		5
erhitzendes THG	CO	3	3	9	4	12	2	6	1	3
	CH <sub>4</sub>	5	4	20	4	20	4	20	5	25
Bewertung Erhitzung				4		5		4		4
<b>Bewertung GESAMT</b>				<b>3.5</b>		<b>3.5</b>		<b>2.5</b>		<b>4.5</b>

Abbildung 4: Scoring-Matrix zu Ermittlung der Priorisierung der zu beendenden Industrien hinsichtlich kurzfristiger Klimaerhitzungen (Wert 5 bedeutet sehr hohe Wirkung/sehr hohe Emissionen/ sehr hohe Priorisierung, Wert 4 hoch, Wert 3 mittel, Wert 2 gering und Wert 1 sehr gering)

Eine sinnvolle Strategie wäre ein sofortiger Ausstieg aus der Tierhaltung aufgrund des hohen Anteils aller Methanemissionen von 33% [8] und kaum kühlender Aerosole [5],[6]. Dies würde die Temperatur innerhalb von 12 Jahren um ca. 0,2 °C reduzieren und somit den Temperaturanstieg durch wegfallende Aerosole eines Ausstiegs aus fossilen Industrien zumindest teilweise kompensieren.

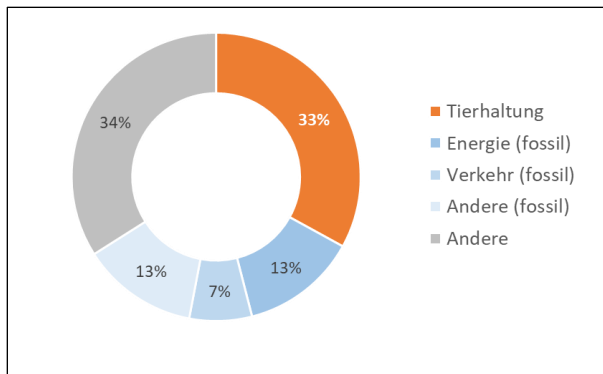


Abbildung 5: Anteile verschiedener Industrien an den globalen Methanemissionen

Beim Ausstieg aus fossilen Industrien sollte Erdgas oberste Priorität haben, gefolgt von erdölverbrauchenden Industrien wie dem Verkehr und schließlich der Kohleverbrennung, die den höchsten Ausstoß an kühlenden Aerosolen hat.

### 3. Quellen

- [1] IPCC (2021): Report 6, The Physical Science Basis – Full Report, Chapter 6 (Short-lived climate forcers) [Online]. Verfügbar über <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>, Zugriff am 18.11.2021
- [2] IPCC (2021): Report 6, The Physical Science Basis - Technical Summary, Figure TS.15 [Online]. Verfügbar über <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>, Zugriff am 18.11.2021
- [3] IPCC (2021): Report 6, The Physical Science Basis – Summary for policy makers, Figure SPM.1b [Online]. Verfügbar über <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>, Zugriff am 18.11.2021
- [4] IPCC (2021): Report 6, The Physical Science Basis – Summary for policy makers, Figure SPM.2b [Online]. Verfügbar über <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>, Zugriff am 18.11.2021
- [5] O'Rourke, Patrick et. al (2020): CEDS v\_2020\_09\_11 - Emission Data [Online]. Verfügbar über <http://doi.org/10.5281/zenodo.4025316>, Zugriff am 18.11.2021
- [6] IPCC (2021): Report 6, The Physical Science Basis – Full Report, Figure 6.3 [Online]. Verfügbar über <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>, Zugriff am 18.11.2021
- [7] Müller, M. (2021): The contributions of animal agriculture and major fossil-fuel-based industries to global warming, S. 14/15 [Online]. Verfügbar über <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22613.35040/1>, Zugriff am 18.11.2021
- [8] Müller, M. (2021): The contributions of animal agriculture and major fossil-fuel-based industries to global warming, S. 20 [Online]. Verfügbar über <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22613.35040/1>, Zugriff am 18.11.2021