

Zum Einfluss anthropogener Abwärme auf die Erwärmung der Atmosphäre

Auf der Basis grundlegender thermodynamischer Analysen werden Abschätzungen zum potenziellen Einfluss von Abwärme aus Industrie, Heizung, Gewerbe und Verkehr auf die globale Temperaturerhöhung der Atmosphäre durchgeführt. Die Bedeutung der anthropogenen Abwärme scheint nach vorliegender Erkenntnis nur wenig beachtet worden zu sein.

Hintergrund ist die Einschätzung der klimarelevanten Auswirkung zukünftiger synthetischer Brennstoffe als Ersatz für bisherige fossile Brennstoffe, insbesondere für Luftfahrt und Straßenverkehr. Synthetische Brennstoffe sind gekennzeichnet durch sehr hohe Energiebedarfe zur Herstellung mit dementsprechend sehr hohem Abwärmeeinfall.

Die Untersuchung der Klimaerwärmungspotenziale durch Haushalt, Verkehr, Industrie und Gewerbe, erfolgt anhand der dazu abgeleiteten Umsetzungswirkungsgrade von verbrauchter Primärenergie in Nutzarbeit und Abwärme. Dabei stellt sich heraus, dass im weltweiten Mittel mehr als 50 % der verbrauchten Primärenergie in Abwärme bzw. in die direkte konvektive Aufheizung der Atmosphäre übergeht.

Ausgehend von der in den vergangenen Jahrzehnten meteorologisch beobachteten Klimaerwärmung von im Mittel 0,02 °C pro Jahr weltweit, werden aufgrund von Abwärme zusätzliche Temperaturerhöhungspotenziale der Atmosphäre in der gleichen Größenordnung und höher identifiziert. Berücksichtigt man, dass ca. 50 % bis 60 % des Primärenergieverbrauchs auf der Nordhalbkugel zwischen dem 30. und 60. Breitengrad stattfindet, so steigt das Temperaturerhöhungspotenzial durch Abwärme in diesem Bereich auf mehr als 0,1 °C pro Jahr an.

Bisherige Analysen zur Klimaerwärmung beruhen nach den hier gewonnenen Erkenntnissen hauptsächlich auf der Modellierung und Bilanzierung des Strahlungsaustausches zwischen Weltall und Erde unter Berücksichtigung CO₂-äquivalenter Abgasverunreinigungen und deren Interaktion mit der Atmosphäre. Die Berücksichtigung der konvektiven Abwärme aus Heizung, Industrie und Verkehr konnte in gängigen Umweltberichten nicht identifiziert werden (z. B. IPCC Report 2021). Dies liegt in der Begründung oft daran, dass die kurzwelligen Strahlungswärmeströme der Sonne auf die Erde und die reflektierten langwelligen Wärmestrahlung zurück ins Weltall um den Faktor 10⁴ größer sind als die zu betrachtenden konvektiven anthropogenen Abwärmemengen.

Relativ zur Differenz zwischen Einstrahlung und Abstrahlung inklusive Berücksichtigung der Wärmeströme, die dabei in atmosphärische Lufterwärmung umgewandelt werden, ergibt sich jedoch ein anderes Bild. Die anthropogene Abwärme zeigt sogar ein höheres Luftaufheizungspotenzial als aus dem Strahlungsaustausch zwischen Sonne und Erde für den erdoberflächennahen Bereich vorhergesagt und auch beobachtet wird. Hinzu kommt eine Erhöhung Feuchtigkeitsaufnahmefähigkeit der Luft (Sättigungsdruck), was in seiner Klimaauswirkung bezüglich Austrocknung der Erdoberfläche nicht unbedenklich erscheint.

Auch bezüglich der Substitution herkömmlicher fossiler Brennstoffe durch synthetische Brennstoffe (SAF) in der Luftfahrt erscheinen die hier errechneten Abwärmeeinflüsse nicht vernachlässigbar. Bei vollständiger Substitution von Kerosin durch SAF hat die zusätzliche Abwärmefreisetzung bei der Brennstoffherstellung das Potenzial, die atmosphärische Klimaerwärmung um 5 % bis 17 % zu beschleunigen, je nach Betrachtungsweise. Bezieht man den Straßenverkehr mit ein, so kann bei vollständiger Substitution durch SAF die atmosphärische Klimaaufheizung auf das Doppelte und mehr beschleunigt werden. Bei den vorgesehenen niedrigen Einführungsgeschwindigkeiten bleiben diese SAF-Effekte allerdings vorerst noch gering.

Die anthropogene Abwärme erweist sich somit als weiterer, nicht zu vernachlässigender Parameter zum Klimawandel. Vielleicht kann die vorliegende Untersuchung hierzu einen Anstoß liefern und auch helfen zu erklären, weshalb die Klimaerwärmung stärker ausgeprägt ist, als vorhergesagt und vermutet wird.

Die ermittelten anthropogenen Abwärmeeffekte beschreiben im Prinzip nur theoretische Potenziale und Größenordnungen zum Klimaeinfluss. Inwieweit diese Wärme die Atmosphäre nach außen verlässt, in die Erde eindringt und tatsächlich zur finalen Lufterwärmung beiträgt, bedarf weiterer Klärung.

Dies ist ein Abstract, welches auf den Call for Papers zum Deutschen Luft- und Raumfahrtkongress 2023 antwortet und ein informierendes Poster anmeldet.

Prof. Dr.-Ing. Dieter Scholz, MSME
Hamburg University of Applied Sciences (HAW Hamburg)
Department of Automotive and Aeronautical Engineering
Aircraft Design and Systems Group (AERO)
<http://www.ProfScholz.de>
info@ProfScholz.de