

Einordnung in die THG-Bilanz der Fraunhofer-Gesellschaft

Klimawirksame Gase und Stoffe

B. Ansorge (C2), M. Beier-Ardizzon (IISB), P. Dill (IPMS), M. Pfeffer (IISB), M. Proske (IZM), E. Schumann (IPMS), C. Sieck (B14), S. Steier (IBP), E. Yacoub-Georg (EMFT)

1 Motivation

Während des Erstellungsprozesses der Fraunhofer-THG-Bilanz (Bilanzjahr 2021) wurde das Projektteam auf den Einsatz von klimawirksamen Gasen und Stoffen an mehreren Instituten aufmerksam. Hierzu zählen insbesondere Kältemittel und fluorhaltige Sondergase, die vor allem in der Halbleiter-fertigung eingesetzt werden. Die eingesetzten Mengen in Kombination mit extremen GWP-Werten (Global Warming Potential) haben das Potential, einen signifikanten Beitrag zur Gesamtbilanz zu leisten (vgl. Tabelle 1).

Bisher ist nur bekannt, welche Mengen an Kältemitteln von den Instituten selbst beschafft und zur Anlagenbefüllung genutzt werden. Extern bereitgestellte Mengen, (beispielsweise durch Wartung der Kälteanlagen durch Dienstleister) sind bis dato nicht oder nur teilweise bekannt. Zur Verwendung der fluorhaltigen „Technischen Gase“ (z. B. NF₃, SF₆, CF₄) liegt ebenfalls eine mangelhafte Datenlage vor und konnte im Rahmen der Institutsabfragen nicht geschlossen werden. Diese müssen gezielt bei den beteiligten Instituten erhoben werden.

Formel	Name	GWP*
N ₂ O	Distickstoffmonoxid	273
CF ₄	Tetrafluormethan	7380
C ₄ F ₈	Octafluorocyclobutan	10200
NF ₃	Stickstofftrifluorid	17400
SF ₆	Schwefelhexafluorid	25200
CO ₂	Kohlenstoffdioxid	1
CH ₂ F ₂	Difluormethan	771

Tabelle 1: Klimawirksame Gase mit GWP nach Sixth Assessment Report (AR6) of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

2 Projektziele

- 1) Erfassung des aktuellen Status Quo der eingesetzten technischen Gase und Kältemittel innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft.
- 2) Erprobung Hard- und Software zur technischen Auslesung von Mass-Flow-Controllern an Anlagen, um den Verbrauch von Klimagasen präzise und prozessgenau erfassen und protokollieren zu können.
- 3) Online Abgasmessung in den verschiedenen Phasen eines Technologie-prozesses, um den Anteil der eingesetzten Klimagase zu bestimmen, der nicht umgesetzt oder gefiltert wird und in die Abluft gelangt.
- 4) Abschätzung der potenziellen Klimawirkung sowie Entwicklung eines Konzepts zur Datenerfassung und Einordnung in die FhG-THG-Bilanz.

3 Erste Ergebnisse

Die Datenlage zum Einsatz von Klimagasen an den drei beteiligten Reinraum-Instituten (IPMS, IISB, EMFT) ist sehr uneinheitlich. Während am IPMS eine jahresgenaue Erfassung des Verbrauchs möglich ist, können am EMFT und IISB jeweils nur durchschnittliche Verbräuche über mehrere Jahre hinweg ermittelt werden. Beispielhaft sind in den nachfolgenden Diagrammen die Mengen der am IPMS eingesetzten Klimagase dargestellt. Außerdem wird ein Vergleich der entsprechenden Mengen an CO₂-Äquivalenten für IPMS, EMFT und IISB gezeigt, basierend auf der unrealistischen Annahme, dass die Gase in den Prozessen nicht verbraucht werden und alles in die Atmosphäre entweicht.

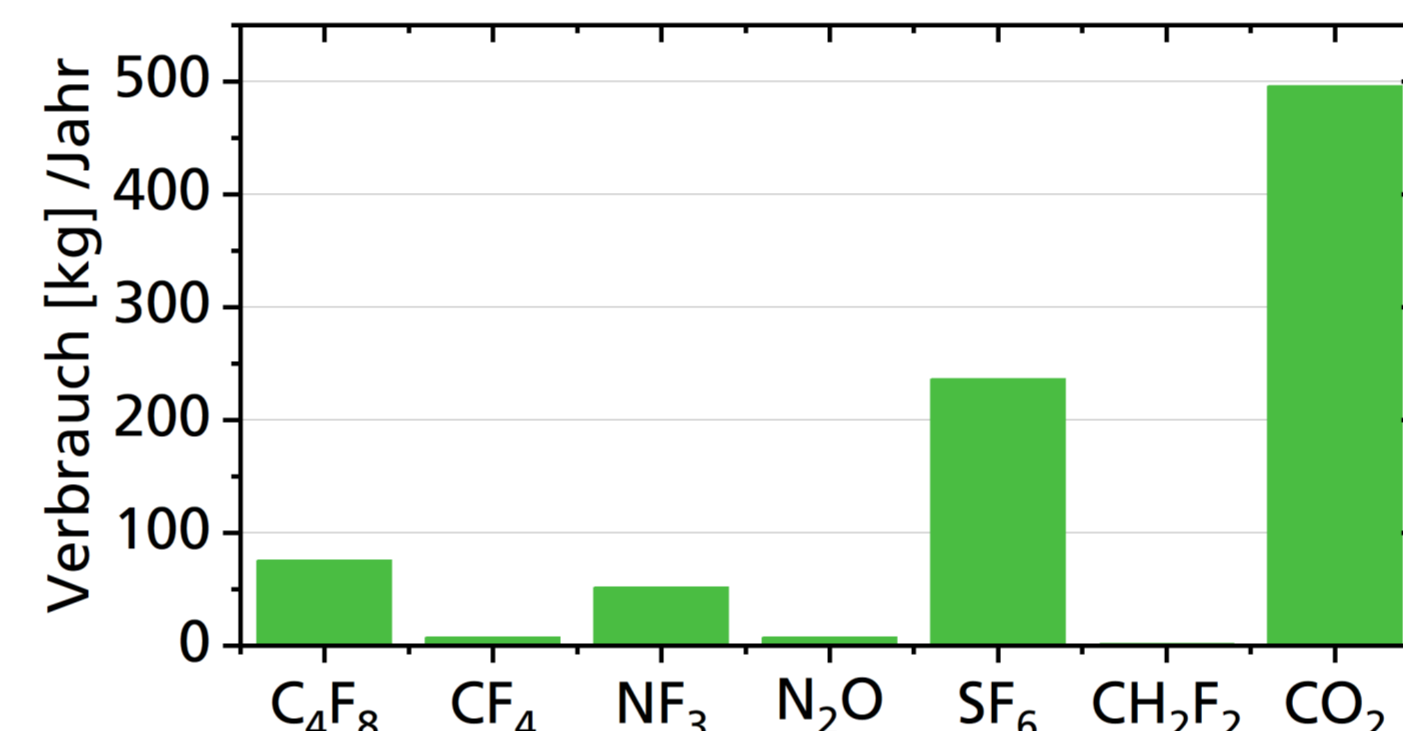


Abb. 1: Die am IPMS im Jahr 2023 eingesetzten Mengen an, basierend auf der unwahrscheinlichen Annahme einer vollständigen Freisetzung der Gase in die Umwelt.

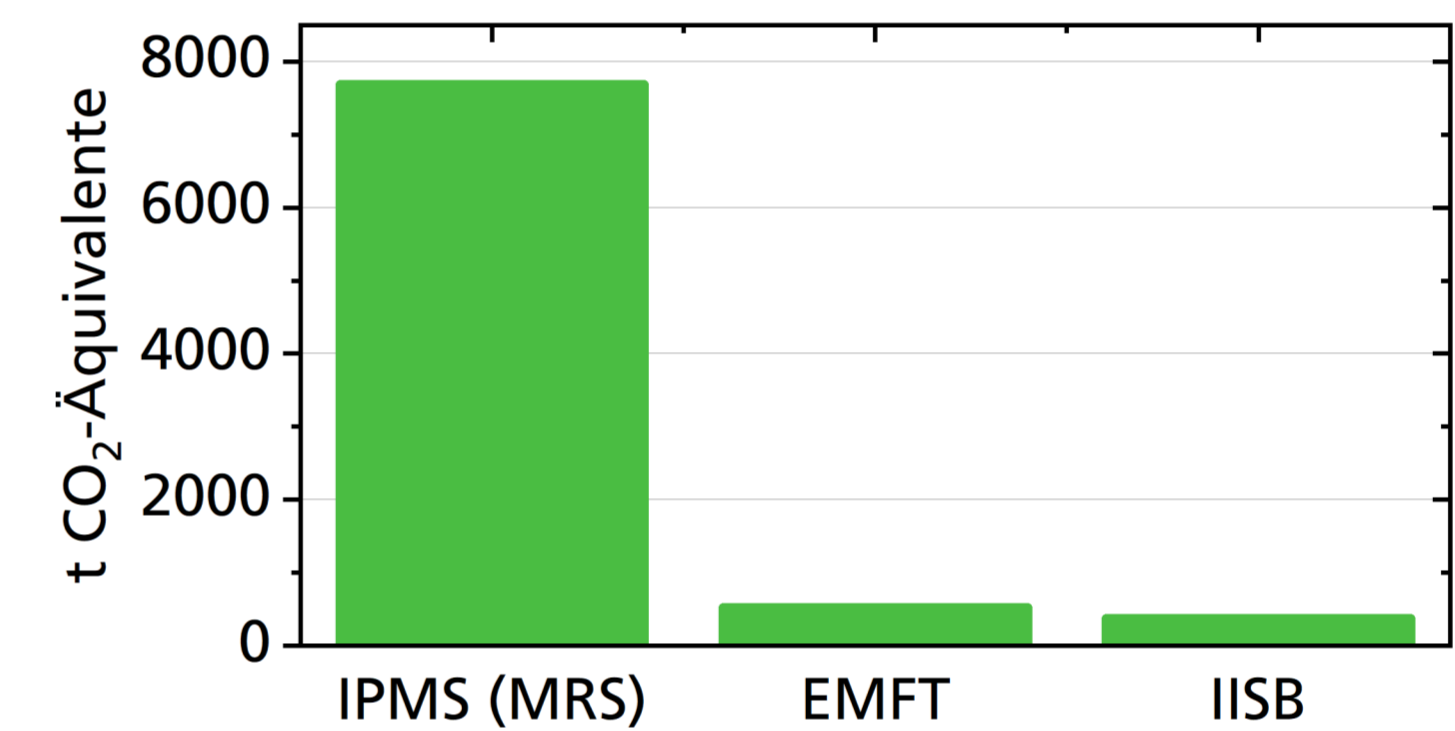


Abb. 2: Vergleich der am IPMS, EMFT und IISB im Jahr 2023 eingesetzten Mengen an klimawirksamen Gasen, ausgedrückt in Tonnen CO₂-Äquivalente.

4 Abgasmessungen

Aufgrund der geringen Konzentrationen der klimawirksamen Gase im Abgasstrom einer Prozessanlage und ihrer hohen chemischen Stabilität hat sich insbesondere die Quadrupol-Massenspektrometrie als geeignete Analysenmethode bewährt. Typischerweise ist das Massenspektrometer im Bypass des Abgasstromes der Prozessanlage angeordnet. So kann die Zielgaskonzentration online indirekt über ein Massenfragment gemessen werden, wie die nebenstehende Grafik zeigt.

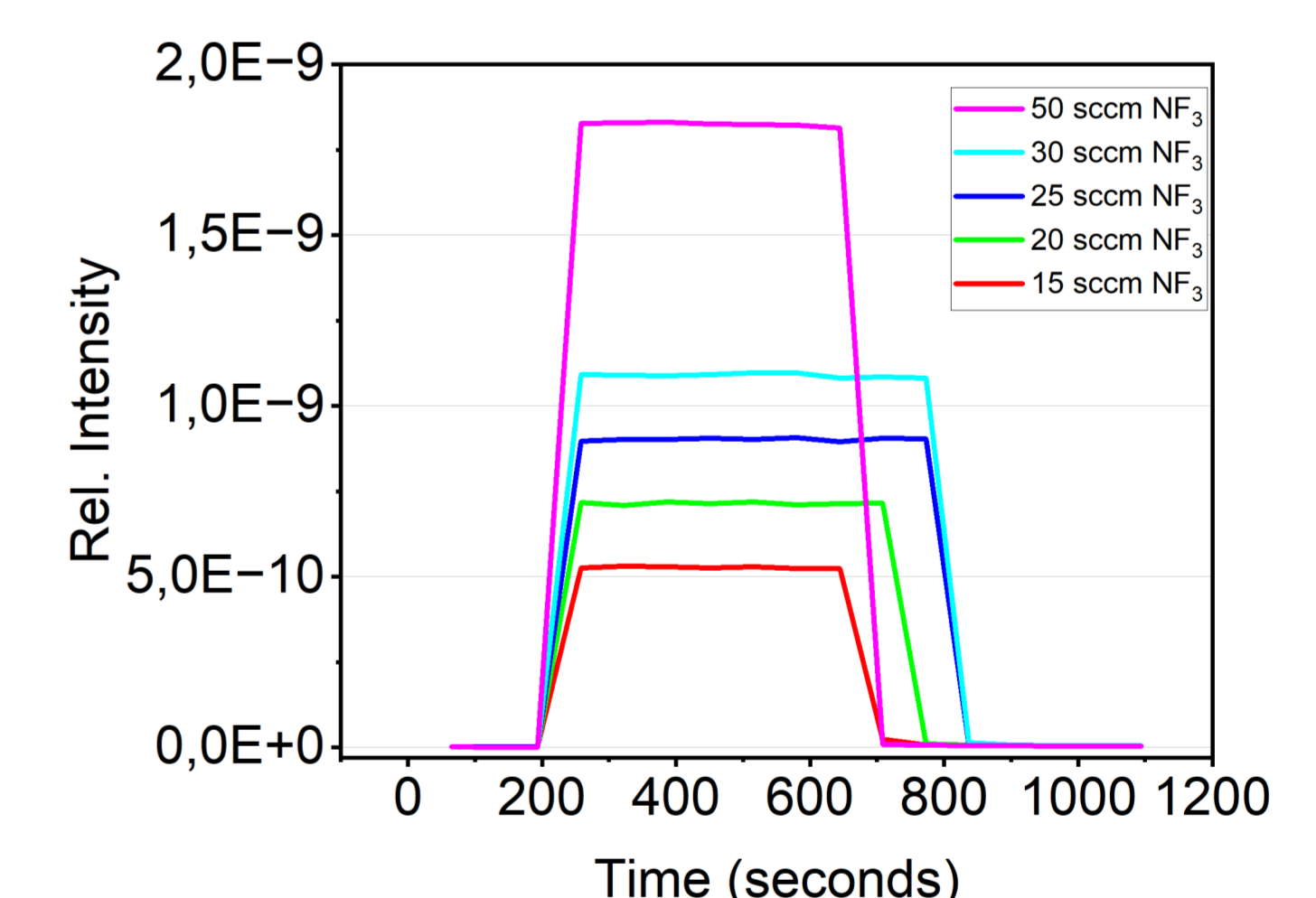


Abb. 3: Signalverlauf bei verschiedenen NF₃-Konzentrationen im Trägergasstrom

5 Ausblick

Durch den hohen GWP-Faktor können auch relativ geringe Ausstoßmengen eines klimawirksamen Gases einen relevanten Einfluss auf die Umweltbilanz der Fraunhofer-Gesellschaft haben. Welcher Anteil der eingesetzten Klimagase tatsächlich in die Atmosphäre gelangt, bzw. wie viel davon im Prozess verbraucht oder über Brenner- bzw. Wäschersysteme entfernt wird, stellt eine zentrale Fragestellung des Projekts dar. Es zeichnet sich ab, dass die in der Fraunhofer-Gesellschaft eingesetzten fluorhaltigen Sondergase einen nicht zu vernachlässigenden Beitrag zur THG-Bilanz leisten, auch wenn derzeit noch viele Fragen offen sind.