

In der nachfolgenden Tabelle werden die Ergebnisse der Fallstudien sowie die Hochrechnungen auf den gesamten Markt aufgeführt:

Nr.	Fallstudie	Markt Europa, Nordamerika, Japan	Belastungsver- hältnis	Absoluter THG- Nettonutzen
		Tonnen pro Jahr		1.000 t CO <sub>2</sub> -Äquivalent
1	Dichtstoff Küche/Bad	79.400	1,1	-54
2	Dichtstoff Fenster IG Einheit	56.700	27,7	-12.226
3	Dichtstoff Erweiterungsanschlussstück	38.900	0,9	16
4	Hochwertige Dichtmassen & Klebstoffe	10.100	11,7	-925
5	Mauerwerk wasserabweisender Zement	2.500	25,3	-378
6	Mauerwerk wasserabweisende Ziegel	10.100	13,2	-650
7	PU-Zusätze für Thermoisolation beim Bau	9.300	2,7	-80
8	PU-Zusätze für Thermoisolation in Geräten	4.700	17,0	-371
9	Kühlfüssigkeit in Transformatoren	8.700	1,6	-28
10	Elektrische Isolatoren	9.600	2,4	-128
11	Chlorosilan für Siloxane in Photovoltaik	360.100	7,5	-9.228
12	Antischaum in Papierherstellung	10.200	27,1	-2.488
13	Zusätze in Farben	1.900	6,8	-5
14	Silan in Glasfaserbeschichtungen	1.900	27,1	-167
15	Hitzeresistente industrielle Beschichtungen	3.200	7,3	-112
16	Klebstoff in Beschichtungen	1.900	170,1	-731
17	Antischaum in Reinigungsmitteln	7.800	12,7	-778
18	Babyschnuller	1.900	0,3	8
19	Hitzeresistente Beschichtungen in Geräten	1.600	13,8	-142
20	Backzubehör	1.900	1,2	-3
21	Gummi im Motorenbau	33.800	86,3	-19.162
22	Öko-Reifen	6.400	66,5	-2.325
23	Beschichtung für Polykarbonate	1.800	2,9	-26
24	Beschichtung im Autoauspuff	500	9,2	-25
25	Beschichtungen im Schiffbau	100	182,2	-126
26	Klebstoff in Fahrzeugen	5.900	28,4	-1.076
<b>Summe der Fallstudien</b>		<b>670.900</b>	<b>13,7</b>	<b>-51.208</b>
	THG-Nutzen von Fallstudien nicht berücksichtigt	114.000	8,7	-5.530
	Anwendungen ohne THG-Nutzen	357.000	0,0	2.500
<b>Markt insgesamt / gewichteter Durchschnitt</b>		<b>1.141.900</b>	<b>8,9</b>	<b>-54.240</b>

IN KÜRZE

# SILIZIUMCHEMIE KOHLENSTOFFBILANZ

## EINE BEWERTUNG DER VERMINDERUNG VON TREIBHAUSGASEMISSIONEN

Unter Berücksichtigung der Herstellung,  
des Einsatzes und der Altprodukte  
von Silikon-, Siloxan- und Silanprodukten  
in Europa, Nordamerika und Japan

**Denkstatt Autoren**  
Bernd Brandt  
Evelin Kletzer  
Harald Pilz  
Dariya Hadzhiyska  
Peter Seizov

**In Zusammenarbeit mit DEKRA e.V.**  
Christina Bocher  
Jennifer Cooper  
Susanne Hartlieb

**Im Auftrag von**  
Global Silicones Council  
Centre Européen des Silicones  
Silicones Environmental, Health and Safety Council of North America  
Silicone Industry Association of Japan

## 1 DAS ZIEL DER STUDIE

Ziel dieser Studie ist es, Verbrauchern, Herstellern, Händlern und Entscheidungsträgern zuverlässige Daten zu liefern, auf Grund derer sie effiziente Maßnahmen und Entscheidungen zu Nachhaltigkeit und Energieeffizienz treffen können. Sie stellt einen ersten wichtigen Schritt zu einem besseren Verständnis von siliziumbasierten Chemieprodukten dar.

Die Ökobilanz, vom Global Silicons Council in Auftrag gegeben, untersucht die Treibhausgas(THG)-Emissionen von Silikon-, Siloxan- und Silanprodukten in Europa, Nordamerika und Japan. Als erste Studie ihrer Art bilanziert sie die Produkte "cradle-to-grave", d.h. alle Phasen von der Entwicklung über den Einsatz bis zur Entsorgung werden in die Bewertung einbezogen.

Wir haben die THG-Emissionen des gesamten Marktes von Silikon-, Siloxan- und Silanprodukten in drei großen Regionen gemessen. Die Emissionswerte wurden dann entweder mit THG-Absenkungseffekten oder mit Emissionsreduktionen verglichen, die durch andere Anwendungen der Produkte erzielt werden.

Das Global Silicone Council ist ein Dachverband, der die Aktivitäten der Siliziumindustrie in Europa, Nordamerika und Japan koordiniert.

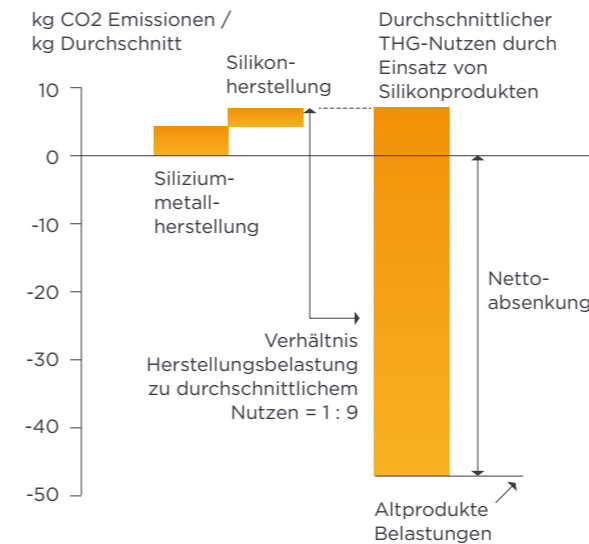
## 2 ERGEBNISSE

1 | Der Gebrauch von Silikon-, Siloxan- und Silanprodukten erzielt Einsparungen hinsichtlich Treibhausgasemissionen, welche die Belastungen von Herstellung und Altproduktentsorgung mit Faktor 9 aufwiegen. Mit anderen Worten, jede Tonne ausgestoßenes CO<sub>2</sub> kann durch den Einsatz von Silikon 9-fach eingespart werden. Dieses Ergebnis liegt im oberen Bereich aller bisher weitläufig bekannten Einschätzungen zu Chemieprodukten (z.B. ICCA, 2009).

2 | Der gesamte Gebrauch von Siliziumchemieprodukten in Europa, Nordamerika und Japan erzielt derzeit THG-Emissionsreduktionen von circa 54 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>. Dies entspricht den Emissionen, die bei der Beheizung von 10 Millionen Haushalten in der Region der Studie

entstehen – auch vergleichbar mit der dreifachen Menge aller Haushalte im Großraum London.

- 3 | Der Einsatz von Silikonprodukten ermöglicht eine größere Energieeffizienz sowie einen effizienteren Rohstoffverbrauch bei vielen wichtigen Produkten und Dienstleistungen – und verringert somit deren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck.
  - 4 | Eine relativ geringe Menge von Silikon, Siloxan oder Silan reicht aus, um eine große Effizienzsteigerung in Prozessen, Energieverbrauch und in der Materialverarbeitung zu erreichen. Beispiele sind Entschäumer, Zusätze in Farben, Glasfaserbeschichtungen und Silane, die den Reibungsverlust bei Reifen verbessern.
  - 5 | Silikon-, Siloxan- und Silanprodukte, die in Fahrzeugen, in der Bauindustrie und in der Solarenergie eingesetzt werden, leisten derzeit die größten Beiträge zur Nettoverminderung von THG-Emissionen.
- 6 | **Es besteht ein erhebliches Potential für mehr Nachhaltigkeit:**
- A | Silikone sind starke Impulsgeber für Technologien. Einige bewährte und auch neue Anwendungen der Siliziumchemie – wie z.B. Chlorosilan zur Herstellung von Solarsilizium in der Photovoltaik, Siloxanzusätze für hochwertige Thermoisolationen und silikonbasierte Antipilzbeschichtungen im Schiffbau – weisen ein erhebliches Potenzial zu positiven Effekten in der weltweiten Reduktion von THG-Emissionen auf.
  - B | Der verstärkte Einsatz von Silikon in bekannten Anwendungen wie wasserabweisende Stoffe in Mauerwerk, Glasfaserbeschichtungen und die Verwendung in Reifen könnten ebenfalls zu beträchtlichen zusätzlichen THG-Emissionsreduktionen führen.
  - C | Die Reduktion von fossilen Energien, die bei der Herstellung von Siliziummetall (Rohstoff, aus dem Silikone, Siloxane und Silane hergestellt werden) eingesetzt werden, würde den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck der Silikiumherstellung beträchtlich verringern.



## 3 UMFANG UND METHODOLOGIE

Die Ökobilanz wurde weitgehend nach den Vorgaben und Normen von ISO 14040/44 durchgeführt. Dabei basieren Schlussfolgerungen, die sich auf den gesamten Markt beziehen, auf sehr konservativen Hochrechnungen, um eine Überbewertung von Nutzen zu vermeiden.

Professor Adisa Azapagic an der University of Manchester in Großbritannien hat die Studie einer unabhängigen Überprüfung unterzogen. Der relevante Markt (einschließlich Silanen, die zur Herstellung von Solarsilizium in der Photovoltaik verwendet werden) wird auf 1,14 Millionen Tonnen pro Jahr geschätzt, davon entfallen:

- ➔ 690,000 t auf Europa
- ➔ 331,000 t auf Nordamerika
- ➔ 121,000 t auf Japan

Der Markt wurde in verschiedene Produktgruppen von bestimmten Anwendungen unterteilt.

### Die THG-Berechnungen beziehen sich auf:

- ➔ THG-Emissionen, die bei der Herstellung und durch Altprodukte aller Anwendungen entstehen, bezogen auf 100% des Marktes.
- ➔ Nutzenrechnung der THG-Absenkung bei klar identifizierbaren Anwendungen von Silikon-, Siloxan- und Silanprodukten, welche sich auf THG-Emissionen auswirken. Die Anwendungen wurden in 26 Fallstudien untersucht und machen 59% des Marktes aus.
- ➔ Für Anwendungen, die nicht klar identifizierbar oder messbar waren, wurde die durchschnittliche THG-Absenkung der Fallstudien angenommen und auf 10% des Marktes hochgerechnet.

Der Nutzenrechnung der THG-Absenkung in den 26 Fallstudien wurde die Anwendung mit alternativen Materialien oder anderen (auch historischen) Einsatzmöglichkeiten gegenübergestellt.

Der THG-**Nettonutzen** in einer jeweiligen Fallstudie sowie auf den gesamten Markt bezogen errechnet sich aus dem Gesamtnutzen der Absenkung durch den Gebrauch abzüglich der THG-Belastung bei der Herstellung und durch Entsorgung der Altprodukte. Das **Nutzen/Belastungsverhältnis** errechnet sich, indem der Nutzen durch die Belastungen bei der Herstellung und durch Altprodukte geteilt wird.

Ein Wert, der kleiner als 1 ausfällt, bedeutet, dass die Belastungen bei der Herstellung sowie beim Abfallmanagement größer sind als der Nutzen, was besagt, dass das Silikonprodukt weniger vorteilhaft ist als seine Alternative. Ein Wert größer als 1 besagt, dass der Einsatz des Silikonprodukts hinsichtlich seiner THG-Emissionen vorteilhafter ist.

<sup>1</sup> Die Siliziumchemie produziert Polyorganosiloxane, die gemeinhin als Silikone bekannt sind; zyklische und niedermolekulare Polydimethylsiloxane und Silane sind reaktive, siliziumhaltige chemische Zusätze und Zwischenprodukte.