

Ausgasungsverhalten ausgesuchter Kunststoffe



Ausgasungsverhalten

Verschiedene Kunststoffe, insbesondere die so genannten Hochleistungskunststoffe, werden u.a. aufgrund ihres Gewichtsvorteils häufig in der Raumfahrttechnik (Raketen, Satteliten, etc.) eingesetzt. In diesen Anwendungen ist es wichtig, dass durch Vakuum keine bzw. möglichst wenige Bestandteile aus dem Kunststoff herausgelöst werden können.

In unterschiedlichen Prüfverfahren, z.B. nach ESA Spec. PSS-01-702 oder nach ASTM-E-595-93 wird die Abgabe von Materialbestandteilen unter Temperatur und Vakuum ermittelt. Dabei darf der Kunststoff in der Regel nicht mehr als 1% seiner Masse (TML = Total Mass Loss) verlieren und muss weniger als 0,1% flüchtige Bestandteile (CVCM = Collected Volatile Condensed Material) an die Umgebung abgeben.

In diesen Prüfverfahren werden Materialproben auf ca. 125°C/257°F erhitzt und einem Vakuum von mindestens 0,001 Pa ausgesetzt. Dabei wird unter anderem der Masseverlust (TML) und die Masse von aufgefangenen flüchtigen Bestandteilen (CVCM) in Relation zur Ausgangsmasse der Materialproben ermittelt.



Begriffsdefinition *(nach ASTM E 595-93)*

CVCM – flüchtige, kondensierte Materialbestandteile *(Collected Volatile Condensable Material)*

CVCM meint die Menge flüchtiger Materialbestandteile, die auf einem Kollektor bei einer konstanten Temperatur über eine bestimmte Zeit hinweg aufgefangen werden.

CVCM wird in Prozent der Probekörper-Ausgangsmasse angegeben.

TML – Masseverlust *(Total Mass Loss)*

TML meint die Masse von Materialbestandteilen die ein Probekörper bei einer bestimmten konstanten Temperatur und einem bestimmten konstanten Druck über eine bestimmte Zeit hinweg ausgast.

TVM wird in Prozent der Probekörper-Ausgangsmasse angegeben.



Vakuumbereiche

Unterschiedliche Kunststoffe (siehe nächste Seiten) werden im Vakuum mit Erfolg eingesetzt. Sichere Untersuchungen für das Ausgasungsverhalten wurden bis in den Hoch-Vakuumbereich durchgeführt. Angaben zum Verhalten der Kunststoffe im Ultra- bzw. Extrem-Ultra-Hoch-Vakuum liegen derzeit nicht vor. Der Einsatz von Kunststoffen in diesen Vakuumbereichen dürfte jedoch möglich sein. Vor einem Einsatz sind allerdings eingehende Versuche unerlässlich.

Vakuumbereiche	Druck (mbar)	Druck (Pa)	Moleküle pro cm³	mittlere freie Weglänge
Grob-Vakuum	1000 - 1	$10^5 - 100$	$10^{19} - 10^{16}$	0,1 - 100 μm
Fein-Vakuum	$1 - 10^{-3}$	$100 - 0,1$	$10^{16} - 10^{13}$	0,1 - 100 mm
Hoch-Vakuum	$10^{-3} - 10^{-7}$	$0,1 - 10^{-5}$	$10^{13} - 10^9$	10 cm - 1 km
Ultra-Hoch-Vakuum	$10^{-7} - 10^{-12}$	$10^{-5} - 10^{-10}$	$10^9 - 10^4$	1 km - 10^5 km
Extrem-Ultra-Hoch-V.	$< 10^{-12}$	$< 10^{-10}$	$< 10^4$	$> 10^5$ km

Ausgasungsverhalten der technischen Kunststoffe

Material	DIN- Bezeichnung	TML (%)	CVCM (%)
NYLATRON® 66	PA 6.6	1,30	0,002
NYLATRON® M	PA 6 G	1,50	0,005
ACETRON® C	POM-C	0,34	0,016
ACETRON® H	POM-H	0,47	0,005
TERATRON™	PETP	0,33	0,005
TERATRON™ HPV	PETP + 7,5% PTFE	0,25	0,003
POLYTRON PVDF 1000	PVDF	0,05	0,006
POLYTRON PSU 1000	PSU	0,49	0,002
POLYTRON PEI 1000	PEI	0,82	0,002



Ausgasungsverhalten der Hochleistungskunststoffe

Material	DIN- Bezeichnung	TML (%)	CVCM (%)
TECHTRON® HPV	PPS + 10% GF und PTFE	0,06	0,003
KETRON® 1000	PEEK	0,26	0,003
KETRON® HPV	PEEK + je 10% GR, CF, PTFE	0,16	0,003
TORLON® 4203	PAI	1,90	0,007
TORLON® 4301	PAI + 12% GR, 3% PTFE	1,40	0,018
MELDIN® 7001	PI	0,41	0,006
VESPEL® SP-1	PI	1,40	0,003
MELDIN® 7003	PI + 15% MoS ₂	0,49	0,004
VESPEL® SP-3	PI + 15% MoS ₂	0,78	0,002
CELAZOLE®	PBI	2,20	0,014



Ionic Impurities (Ionenkontamination)

Für den Einsatz von Kunststoffen in der Halbleiterindustrie spielt die Reinheit der Materialien eine große Rolle. Metallische Verunreinigungen können in der Anwendung zur Zerstörung der Halbleiter führen.

Für ausgesuchte Materialien wurde die Kontamination mit Ionen untersucht. Dazu wurden die Probekörper vollkommen verbrannt und die verbliebene Asche nach Anteilen von Natrium, Kalium und Eisen untersucht.

Dabei wurden folgende Mengen festgestellt:

Material	DIN- Bezeichnung	Natrium (ppm)	Kalium (ppm)	Eisen (ppm)
POLYTRON PEI 1000	PEI	6,4	< 0,1	0,7
KETRON® 1000	PEEK	480	0,2	0,4
TORLON® 4203	PAI	14,5	3,9	-
VESPEL® SP-1	PI	< 3	< 1	< 1
CELAZOLE®	PBI	10	1,7	13,0

