

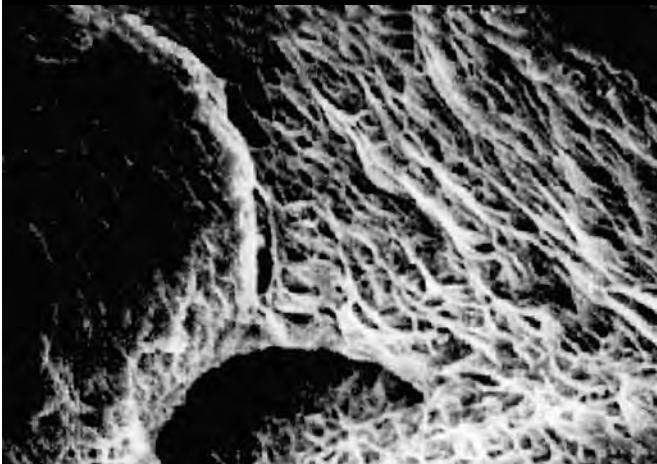
Technische Informationen

	Seite
• Fluorkunststoff PFA	130
• VITLAB® UV-protect	132
• Kunststoffe und ihre Eigenschaften	133
• Einteilung und Typbeschreibung der Kunststoffe	133
• Chemikalienbeständigkeit von Kunststoffen	137
• Physikalische Eigenschaften der Kunststoffe	146
• Reinigung und Pflege von Kunststoffen	147
• Sterilisation von Laborartikeln aus Kunststoff	148
• Entsorgung und Recycling	150
• Lebensmitteleignung	150
• Genauigkeit von Volumenmessgeräten	151

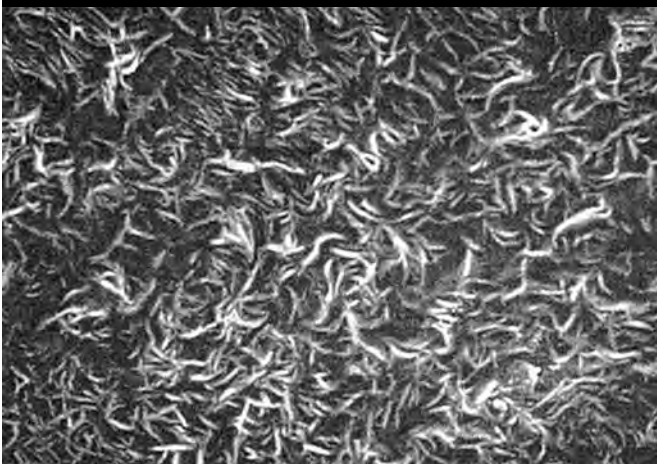
PFA Abdampfschale



PTFE Becher



PE-HD Flasche



Aufnahme der Oberflächenstruktur von PTFE, PFA und PE-HD mit einem Rasterelektronenmikroskop (8000-fache Vergrößerung).

Fluorkunststoff PFA

Heutzutage wird in der Spurenanalytik in Konzentrationen im ppb (ng/g) und ppt (pg/g) Bereich gearbeitet. Daher erfordern alle modernen Verfahren eine entsprechende spurenanalytische Laborhygiene. Die analytische Genauigkeit der Messung hängt jedoch nicht nur von der Genauigkeit des Analysengerätes ab, sondern unmittelbar auch von der Wahl des richtigen Behältermaterials und der Probenvorbereitung selbst. Gerade hier kann der Fluorkunststoff PFA seine Stärken voll ausspielen:

Laborgeräte aus Polyolefinen, wie Polypropylen (PP) oder Polyethylen (PE) haben ihren festen Platz in modernen Laboratorien errungen. Durch die Verwendung von Katalysatoren (z.B. Ziegler-Natta oder Philipps) während des Herstellprozesses können die dort verwendeten Elemente (häufig: Al, Cr, Mg, Si, Ti oder Zn) oft im Ultraspurenbereich noch nachgewiesen werden und somit Einfluss auf das Analyseergebnis nehmen. Im direkten Vergleich zu diesem Herstellungsverfahren eignet sich PFA für die Elementspurenanalytik hervorragend, da es ohne die Verwendung von Additiven hergestellt wird und es daher nicht zur Kontamination durch Additivbestandteile kommen kann.

Neben diesem Vorteil hat PFA viele andere herausragende Eigenschaften. Durch seine hohe Beständigkeit gegenüber fast allen organischen und anorganischen Verbindungen deckt PFA große Applikationsbereiche ab. Somit ist PFA nach Platin einer der beständigsten Werkstoffe und nahezu chemisch inert. Darüber hinaus zeichnet sich PFA durch eine außergewöhnlich hohe thermische Stabilität aus, die dem Anwender ein Arbeiten im Temperaturbereich von -200 bis +260 °C ermöglicht.

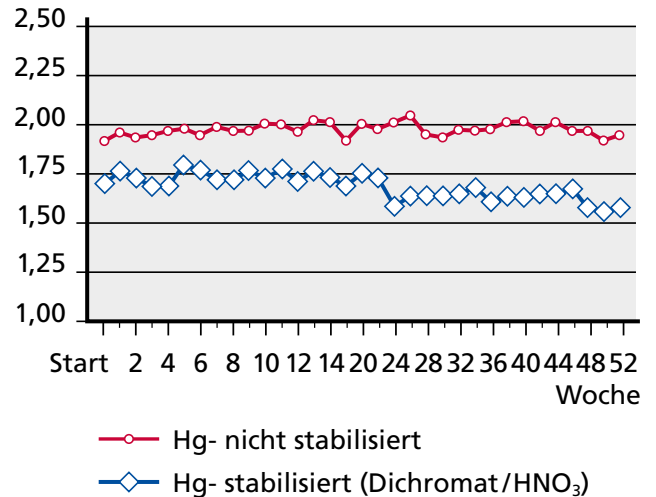
Für alle PFA-Produkte verwendet VITLAB hochreines PFA, das für die Spurenanalytik besonders geeignet ist. Für weniger kritische Anwendungen, zum Beispiel wenn hauptsächlich die hohe Chemikalienresistenz gefordert wird, bietet VITLAB Flaschen in „PFA-economy“ Qualität mit Recycling-PFA-Anteilen an. Diese sind preisgünstiger und zudem umweltfreundlich.

Technische Informationen

Gefäße aus PFA von VITLAB zeichnen sich auf Grund moderner Herstellverfahren und gegebenes Know-How durch extrem glatte, flüssigkeitsabweisende Oberflächen aus (siehe Abbildungen Oberflächenstruktur). Dies wird besonders im anschaulichen Vergleich deutlich. Die Aufnahmen mit dem Rasterelektronenmikroskop zeigen für PE-HD und PTFE unebene und unregelmäßige Oberflächen, auf der PTFE Oberfläche lassen sich tiefe Poren und Wölbungen erkennen. Im Kontrast zu den unebenen Oberflächen, musste die PFA Abdampfschale markiert werden (X) und zeigt eine völlig glatte, ebene und einheitliche Oberflächenstruktur.

Durch diese Besonderheit sind alle Laborprodukte aus PFA besonders leicht zu reinigen und im Vergleich zu herkömmlichen Gefäßmaterialien kommt es kaum zu Wechselwirkungen mit der Probe. Durch diesen Vorteil und die sehr geringe Wasseraufnahme von PFA (< 0,03%) können selbst niedrig konzentrierte Proben über einen längeren Zeitraum in Gefäßen aus PFA aufbewahrt werden, ohne dass sich deren Konzentration ändert (siehe Anwendungsbeispiel Quecksilber Standards).

Konzentration je 2 ppb (ng/g)

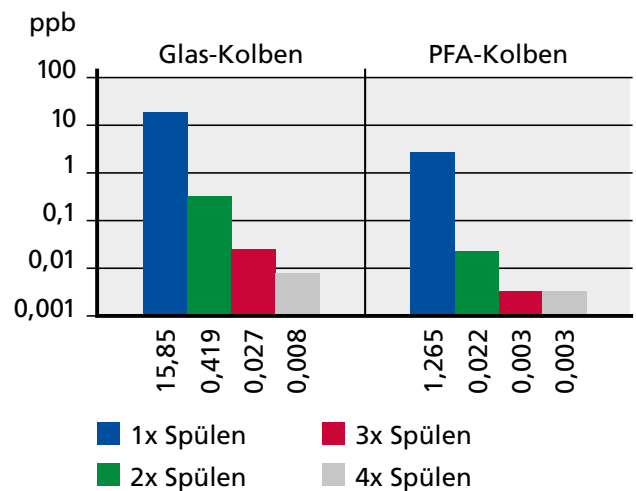


Anwendungsbeispiel Quecksilberstandards: Lagerung eines Hg-Standards in hochreinen PFA-Gefäßen (Konzentration je 2 ppb (ng/g)). Quelle: GIT Labor-Fachzeitschrift 1/95

Reinigung nach Kontamination

Die wertvollen Eigenschaften von PFA, vor allem der kaum vorhandene Memory-Effekt, unterstützen die Zuverlässigkeit von Analyseergebnissen in der Spurenanalytik. Im Vergleich zu einem handelsüblichen Glaskolben wird dies am Beispiel der einfachen Reinigung nach einer Kontamination durch eine Blei(Pb)- Lösung der Konzentration 1000 ppb (ng/g) deutlich (siehe Abbildung Reinigung von Messkolben). Die Reinigung der Glas- und PFA-Messkolben erfolgte durch Ausschütteln mit 65%iger HNO₃ *Suprapur® (Pb < 0,005 ppm) bei Raumtemperatur. Bereits nach 3x Spülen erreicht man bei den PFA Messkolben die Grenzkonzentration von 0,003 ppb, während bei den Glaskolben auch nach 4x Spülen wesentlich höhere Konzentrationen Blei gemessen werden. Der Versuch zeigt weiterhin, dass für PFA Laborgefäße das übliche zeitaufwendige Auskochen entfallen kann.

Mittelwert von je 4 Messkolben 500 ml



Reinigung von Glas- und PFA-Messkolben nach Kontamination. Quelle: Kali-Forschungsinstitut, K. Mangold

*Suprapur® ist eine Marke der Merck KGaA.

Messkolben VITLAB® UV-protect



Messkolben VITLAB® UV-protect (PMP), Klasse A

UV-absorbierend, zur Aufbewahrung lichtempfindlicher Substanzen. Die Toleranzen entsprechen der Klasse A nach DIN EN ISO 1042. Mit aufgedruckter Lotnummer und Chargenzertifikat. Thermische Belastungen bis 121 °C (Autoklavieren) bewirken keine bleibende Überschreitung der Toleranzgrenze. Erhältlich mit Schraubkappe (PP) oder NS-Stopfen (PP) in 7 verschiedenen Größen von 10 bis 1.000 ml.

Hoher Schutz für lichtempfindliche Substanzen

Lichtschutz ist für zahlreiche Laboranwendungen ein wichtiger Faktor (s. Einsatzfelder). Entsprechend gehören Messkolben aus Braunglas zur Grundausstattung eines Labors. Alternativ werden eingefärbte Produkte aus Kunststoff verwendet. Beide Lösungen haben im Praxiseinsatz Nachteile: Die Glaskolben sind bruchempfindlich und die meisten Kunststoffprodukte sind komplett undurchsichtig, sodass der Füllstand nicht abgelesen werden kann.

Die UV-protect Messkolben kommen dem Farbton von Braunglas sehr nahe, sind transparent und bieten einen vergleichbaren Schutz für sensitive Substanzen im sichtbaren Lichtspektrum (750 – 400 nm). Im UV-Bereich (380 – 200 nm) schirmen sie sogar noch besser ab.

Für den Anwender bedeutet dies eine erleichterte Probenpräparation durch verbesserte Ablesbarkeit der Volumenmarke kombiniert mit höherer UV-Absorption zum Schutz des Probeninhalts. Hinzu kommen die höhere Bruchsicherheit und die sehr gute chemische Beständigkeit von Polymethylpenten. Da PMP außerdem eine hohe Temperaturstabilität aufweist, sind die Messkolben auch für den Einsatz im biologischen Labor bestens geeignet, wo Produkte vor ihrer Benutzung regelmäßig bei 121 °C autoklaviert werden.

Damit ist VITLAB® UV-protect für die meisten Anwendungen die ideale Alternative zu konventionellem Braunglas und herkömmlichen eingefärbten Kunststoffgefäßen.

Einsatzfelder

In vielen Anwendungsfeldern wird mit lichtempfindlichen Substanzen gearbeitet – also solchen, die sich durch Licht verändern oder zersetzen. Dazu gehören etwa Silbersalze (Silberchlorid, Silbernitrat), Iodlösungen oder pharmazeutische Wirkstoffe. In Laboratorien gibt es verschiedene Lichtquellen (Tageslicht, Leuchtstoffröhren, UV-Lampen), vor denen diese Medien wirksam geschützt werden müssen.

Die Bereiche Life Science und Mikrobiologie beispielsweise beschäftigen sich mit lebenden Organismen, die empfindlich auf Licht reagieren, wie licht-sensitive Mikroorganismen oder Zellkulturen. Diese können aus einem Umfeld kommen, in dem wenig bis kein Licht herrscht – zum Beispiel aus der Tiefsee oder dem Erdboden. Auch in der Umweltanalytik ist die Probenahme unter Lichtschutz oftmals sehr wichtig – beispielsweise bei Wasserproben. Die Probe wird vor Ort genommen, verschlossen, in das Labor transportiert und zu einem späteren Zeitpunkt analysiert. Im chemisch-analytischen Bereich sollen Maßlösungen möglichst lange haltbar bleiben um einwandfreie Vergleichsanalysen durchführen zu können. Lichteinstrahlung kann die Zusammensetzung einer Probe verändern und so zu falschen Ergebnissen führen.

Einteilung und Typbeschreibung der Kunststoffe

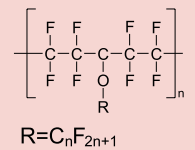
Kunststoffe werden im Allgemeinen in drei Gruppen eingeteilt. Abkürzungen der beschriebenen Kunststoffe gemäß DIN 7728.

Thermoplaste

Kunststoffe mit linearem Molekülaufbau – mit oder ohne Seitenketten –, die ohne Änderungen ihrer thermoplastischen Eigenschaften durch Hitzeeinwirkung reversibel verformt werden können. Thermoplaste werden häufig für Kunststofflaborgeräte eingesetzt. Daher folgt eine kurze Beschreibung einiger wichtiger Kunststoffe, unter Hervorhebung ihres Molekülaufbaus, sowie ihrer mechanischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften. Die am häufigsten verwendeten Thermoplaste sind Polyolefine, wie Polyethylen und Polypropylen.

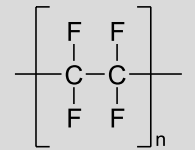
PFA Perfluoralkoxy-Copolymer

- 121°C
- Hochtransparenter, elastischer Thermoplast mit hochmolekularer, teilkristalliner Struktur
- Sehr gute Temperaturstabilität
- Breiter Anwendungsbereich von -200 °C bis $+260\text{ °C}$
- Nahezu chemisch inert, exzellente chemische Beständigkeit gegen nahezu alle Chemikalien
- Sehr geringe Wasseraufnahme ($< 0,03\%$)
- Ultraglatte, antiadhäsive Oberfläche mit besonderer Oberflächenstruktur
- Typische Produkte sind z. B.: Messkolben Klasse A, Flaschen, Probengefäße
 - ➔ Besonders für den Einsatz in der Spurenanalytik und bei der Lagerung niedrig konzentrierter Lösungen geeignet



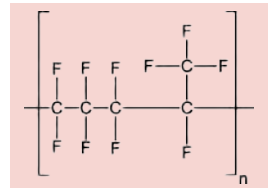
PTFE Polytetrafluorethylen

- 121°C
- Intransparenter, weißer elastischer Thermoplast mit hochmolekularer, teilkristalliner Struktur
- Sehr gute Temperaturstabilität
- Breiter Anwendungsbereich von -200 °C bis $+260\text{ °C}$
- Nahezu chemisch inert, exzellente chemische Beständigkeit gegen nahezu alle Chemikalien
- Antiadhäsive Oberfläche
- Sehr gute Gleiteigenschaften und elektrisches Isoliervermögen (sehr niedriger Reibungskoeffizient)
- Typische Produkte sind z. B.: Flaschen, Becher, Ummantelung von Magnetrührstäbchen



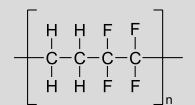
FEP Tetrafluorethylen-Perfluorpropylen-Copolymer

- 121°C
- Durchscheinendes weißes thermoplastisches Copolymer mit hochmolekularer, teilkristalliner Struktur
- Antiadhäsive Oberfläche
- Sehr gute Temperaturstabilität
- Breiter Anwendungsbereich von -100 °C bis $+205\text{ °C}$
- Exzellente chemische Beständigkeit



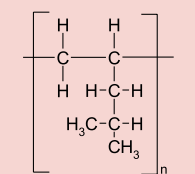
ETFE Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymer

- 121°C
- Durchscheinend weißes Copolymer aus Ethylen mit Tetrafluorethylen
- Sehr gute Temperaturstabilität
- Breiter Anwendungsbereich von -100 °C bis $+150\text{ °C}$
- Sehr gute chemische Beständigkeit
- Typische Produkte sind z. B.: Gewindeadapter, Griffinbecher, Verschraubungen

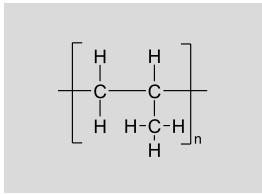


PMP Polymethylpenten

- 121°C
- Hochtransparenter, steifer Thermoplast
- Ähnlicher Aufbau wie PP, die Methylgruppen sind durch Isobutylgruppen ersetzt
- Gute Temperaturstabilität
- Anwendungsspektrum von 0 bis $+150\text{ °C}$
- Gute Festigkeit und Formbeständigkeit
- Gute chemische Beständigkeit
- Typische Produkte sind z. B.: Messkolben Klasse A, Messzylinder Klasse A
 - ➔ Zur Aufbewahrung lichtempfindlicher Substanzen auch in hochtransparentem, UV-absorbierendem VITLAB® opak erhältlich



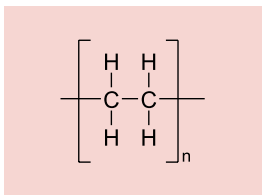
Einteilung und Typbeschreibung der Kunststoffe



PP Polypropylen

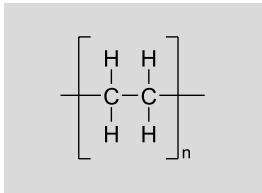
121°C

- Hochtransparenter, elastischer Thermoplast
- Ähnliche Struktur wie PE, an jedem zweiten C-Atom der Kohlenstoffkette sitzt eine Methylgruppe in isotaktischer Anordnung
- Gute Temperaturstabilität
- Anwendungsbereich von 0 °C bis +125 °C
- Gute Festigkeit und Formbeständigkeit
- Gute chemische Beständigkeit, vergleichbar mit PE
- Typische Produkte sind z. B.: Messkolben Klasse B, Messzylinder Klasse B, Messbecher, Probenbehälter, Trichter
 - ➔ Zur Aufbewahrung lichtempfindlicher Substanzen auch in hochtransparentem, UV-absorbierendem VITLAB® opak erhältlich



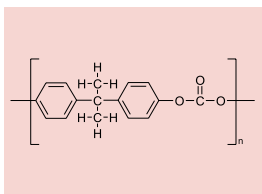
PE-HD Polyethylen hoher Dichte

- Transparenter, elastischer Thermoplast
- Gute Temperaturstabilität
- Anwendungsbereich von -50 °C bis +105 °C
- Kompakter mit erhöhter Festigkeit durch geringere Verzweigung im Vergleich zu PE-LD
- Gute chemische Beständigkeit
- Bessere chemische Beständigkeit gegenüber organischen Lösungsmitteln im Vergleich zu PE-LD
- Typische Produkte sind z. B.: Flaschen, Eimer, Schaufeln
 - ➔ Zur Aufbewahrung lichtempfindlicher Materialien auch als braun eingefärbte Variante erhältlich



PE-LD Polyethylen niedriger Dichte

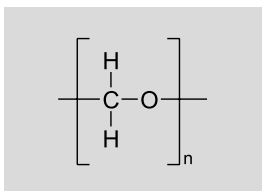
- Hochtransparenter, elastischer Thermoplast
- Mäßige Temperaturstabilität
- Anwendungsbereich von -50 °C bis +80 °C
- Sehr gute Flexibilität
- Gute chemische Beständigkeit
- Typische Produkte sind z. B.: Spritzflaschen, Tropfpipetten



PC Polycarbonat

121°C

- Durchsichtiger, steifer Thermoplast
- Lineares Polyester der Kohlensäure
- Sehr gute Temperaturstabilität
- Breites Anwendungsspektrum von -130 °C bis +125 °C
- Gute Festigkeit und Schlagzähigkeit
- Moderate chemische Beständigkeit
- Typische Produkte sind z. B.: Exsikkatoren
- Hinweis: Polycarbonate verlieren ihre Festigkeit, wenn sie autoklaviert oder mit alkalischen Reinigungsmitteln behandelt werden.



POM Polyoxymethylen

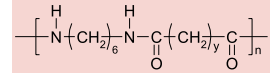
121°C

- Intransparenter, weißer, steifer und hochmolekularer Thermoplast
- Gute Temperaturstabilität
- Breites Anwendungsspektrum von -40 °C bis +130 °C
- Hohe Härte und Formstabilität
- Gute Gleiteigenschaften und Abriebfestigkeit
- Gute chemische Beständigkeit gegenüber aliphatischen, aromatischen, halogenierten Kohlenwasserstoffen und Laugen. Unbeständig gegenüber Säuren und Estern
- Typische Produkte sind z. B.: Objektträgerboxen, Färbetröge
 - ➔ Besonders gute chemische Beständigkeit gegenüber organischen Lösungsmitteln
 - ➔ In vielen Fällen kann POM Metalle ersetzen

Einteilung und Typbeschreibung der Kunststoffe

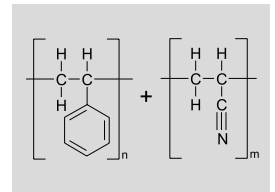
PA Polyamid

- Lineare Polymere mit sich regelmäßig wiederholenden Amidbindungen entlang der Hauptkette
- Gute Temperaturstabilität
- Anwendungsbereich von -40 °C bis +100 °C
- Hervorragende Zähigkeit und Festigkeit, wird daher oft als Konstruktionswerkstoff und für Metallüberzüge verwendet
- Gute chemische Beständigkeit gegenüber organischen Lösungsmitteln
- Wird leicht von Säuren und oxidierenden Chemikalien angegriffen
- Typische Produkte sind z. B.: Spatel



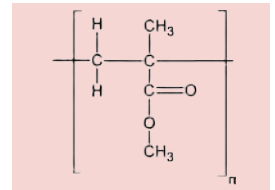
SAN Styrol-Acrylnitril-Copolymer

- Glasklares, steifes thermoplastisches Copolymer
- Mäßige Temperaturstabilität
- Anwendungsbereich von -40 °C bis +70 °C
- Spröde und formstabil
- Geringe Neigung zu Spannungsrissen
- Moderate chemische Beständigkeit, SAN ist geringfügig chemisch beständiger als PS
- Typische Produkte sind z. B.: Messbecher, Messzylinder Klasse B



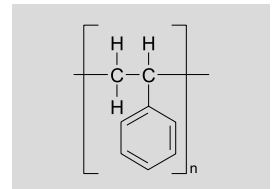
PMMA Polymethylmethacrylat

- Glasklarer („organisches Glas“), formstabiler Thermoplast
- Mäßige Temperaturstabilität
- Anwendungsspektrum von -50 °C bis +65 °C
- Sehr gut gegen UV-Strahlen beständig
- Geringe chemische Beständigkeit
- Typische Produkte sind z. B.: Küvetten



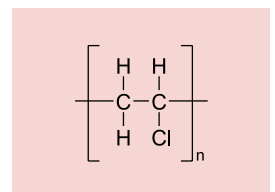
PS Polystyrol

- Glasklarer, steifer, amorpher oder teilkristalliner Thermoplast
- Mäßige Temperaturstabilität
- Anwendungsbereich von -20 °C bis +70 °C
- Hart, spröde und formstabil
- Neigt zu Spannungsrissen
- Mäßige chemische Beständigkeit
- Typische Produkte sind z. B.: Behälter, Küvetten



PVC Polyvinylchlorid

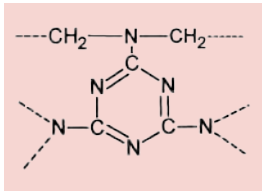
- Amorpher Thermoplast, transparent mit leicht bläulicher Färbung
- Mäßige Temperaturstabilität
- Anwendungsbereich von -20 °C bis +80 °C
- Gute chemische Beständigkeit, besonders gegenüber Ölen
- Durch Zusatz von Weichmachern werden vielfältige Anwendungsgebiete erschlossen, von künstlichem Leder bis hin zu Spritzgussartikeln
- Typische Produkte sind z. B.: Schubladeinsätze, Schalen, Tablett



Einteilung und Typbeschreibung der Kunststoffe

Duroplaste

Kunststoffe mit räumlich eng vernetzten Molekülen, die bei normaler Temperatur sehr hart und spröde sind. Hitzeeinwirkung verursacht irreversible Härtung. Diese Kunststoffe werden für Laborgeräte selten verwendet. Die bekanntesten Duroplaste sind Melaminharze. Melaminharz entsteht durch Polykondensation von Melamin mit Formaldehyd.

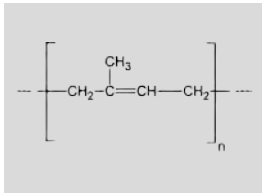


MF Melamin-Formaldehydharz

- Farbloser Duroplast, wird auch der Gruppe der Aminoplaste zugeteilt
- Gute Temperaturstabilität
- Breiter Anwendungsbereich von -80 °C bis +120 °C
- Hohe Oberflächenhärte, Abriebfestigkeit und Flammfestigkeit
- Guter elektrischer Isolator, hohe Kriechstromfestigkeit
- Gute chemische Beständigkeit
- Typische Produkte sind z. B.: Tablett, Schalen, Rührschüsseln
- Vorsicht beim Einsatz im Mikrowellenofen: bei Erhitzung können gesundheitsschädliche Mengen von Melamin und Formaldehyd freigesetzt werden!

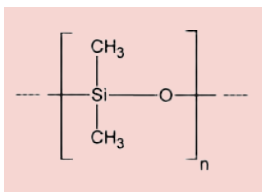
Elastomere

Kunststoffe mit lose vernetzten Molekülen, die bei normaler Temperatur gummielastisch sind. Hitzeeinwirkung verursacht irreversible Vernetzung (Vulkanisation). Die bekanntesten Elastomere sind Natur-Kautschuk und Silikon-Kautschuk



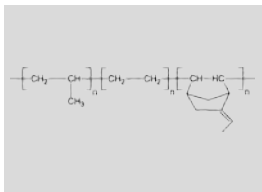
NR Naturkautschuk

- Elastomer, wird aus Latex (Milchsaft aus Baumrinden) gewonnen und mit Schwefel vulkanisiert, um die Elastizität zu verbessern
- Besteht aus polymerisierten Isopren, außerordentlich einheitliche Struktur
- Mäßige Temperaturstabilität, nicht UV stabil
- Anwendungsbereich von -40 °C bis +80 °C
- Hohe Festigkeit und Bruchdehnung
- Geringe chemische Beständigkeit
- Typische Produkte sind z. B.: Pipettierbälle



SI Silikonkautschuk

- Synthetische Elastomere, bei denen Siliciumatome über Sauerstoffatome verknüpft sind
- Enthalten Poly(organo)siloxane, die Gruppen wie Wasserstoffatome, Hydroxygruppen oder Vinylgruppen für Vernetzungsreaktionen aufweisen
- Sehr gute Temperaturstabilität, UV-, ozon- und witterungsbeständig
- Breites Anwendungsspektrum von -60 °C bis +180 °C
- Hohe Formbeständigkeit auch bei hohen Temperaturen
- Sehr gute Zähigkeit auch bei niedrigen Temperaturen
- Geringe chemische Beständigkeit



EPDM Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk

- Synthetisches, terpolymeres Elastomer
- Herstellung erfolgt auf Basis von Vanadium-Verbindungen und Aluminium-Alkyl-Chloriden durch Metallocen oder Ziegler-Natta-Katalysatoren
- Gute Temperaturstabilität
- Anwendungsbereich von -40 °C bis 130 °C
- Hohe Elastizität, selbst bei niedrigen Temperaturen
- UV-, Ozon und Witterungsbeständig
- Sehr gute chemische Beständigkeit

Technische Informationen

Chemikalienbeständigkeit von Kunststoffen

Im Hinblick auf die chemische Beständigkeit sind die Kunststoffe in folgende Klassen eingeteilt:

<p>+</p> <p>sehr gute chemische Beständigkeit</p> <p>Ständige Einwirkung des Mediums verursacht innerhalb von 30 Tagen keine Schädigung des Kunststoffs. Der Kunststoff kann über Jahre resistent bleiben.</p>	<p>0</p> <p>gute bis bedingte chemische Beständigkeit</p> <p>Ständige Einwirkung des Mediums verursacht innerhalb des Zeitraumes vom 7. bis 30. Tag geringfügige Schädigungen, die zum Teil reversibel sind (z.B. Quellen, Erweichen, Nachlassen der mechanischen Festigkeit, Verfärben).</p>	<p>-</p> <p>geringe chemische Beständigkeit</p> <p>Nicht für ständige Einwirkung des Mediums geeignet. Schädigungen können sofort eintreten (z.B. Nachlassen der mechanischen Festigkeit, Deformation, Verfärben, Risse, Auflösung).</p>
--	---	--

Chemikalienbeständigkeit von Kunststoffen gegenüber Substanzgruppen

Substanzgruppen bei 20 °C	PFA	PTFE	FEP	ETFE	PMP	PP	PE-HD	PE-LD	PC	POM	PA	SAN	PMMA	PS	PVC	MF	NR	SI	EPDM	FKM
Alkohole, aliphatische	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	-	+	+	+	+	+	+	-
Ether	+	+	+	+	-	0	0	0	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aldehyde	+	+	+	+	0	+	+	0	0	0	0	-	0	-	-	+	0	0	+	+
Ester	+	+	+	+	0	0	0	0	-	-	+	-	0	-	-	+	0	0	0	-
Kohlenwasserstoffe, aliphatisch	+	+	+	+	0	+	+	0	0	+	0	-	+	-	+	+	-	-	-	0
Kohlenwasserstoffe, aromatisch	+	+	+	+	-	0	+	0	-	+	0	-	-	-	-	+	-	-	-	0
Kohlenwasserstoffe, halogeniert	+	+	+	+	-	0	0	0	-	+	0	-	-	-	-	+	-	-	-	0
Ketone	+	+	+	0	0	0	0	0	-	+	+	-	-	-	-	+	-	-	0	-
Laugen	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+	0	+	0
Säuren stark oder konzentriert	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	0	+	-	-	-	+	0
Säuren schwach oder verdünnt	+	+	+	+	+	+	+	+	0	-	-	0	-	0	+	0	0	0	+	+
Oxidierende Säuren, Oxidationsmittel	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0

Die sorgfältig erstellten Empfehlungen der Fachliteratur bzw. der Rohstoffhersteller sollen informieren und beraten. Die Eignungsprüfung durch den Anwender unter den jeweiligen Anwendungsbedingungen können sie allerdings nicht ersetzen.

Chemikalienbeständigkeit von Kunststoffen

Medium	PFA/FEP		PTFE		ETFE		PMP		PP		HDPE		LDPE	
	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C
Acetaldehyd	+	+	+	+	+	0	0	-	+	-	+	0	+	-
Aceton	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	0
Acetonitril	+	+	+	+	+	+	0	-	+	0	+	0	+	0
Acetophenon	+	+	+	+	+	+	0	-	0	0	0	0	-	-
Acetylaceton	+	+	+	+	+	+	+		+		+		+	
Acetylchlorid (Essigsäurechlorid)	+	+	+	+	+	+			+		+		+	
Acrylnitril	+	+	+	+	+	+	-	-	0	-	+	+	+	+
Acrylsäure (2-Propensäure)	+	+	+	+	+	+	+		+		+		+	
Adipinsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Allylkohol (2-Propan-1-ol)	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+
Aluminiumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Aluminiumhydroxid	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+
Ameisensäure, 98 - 100%	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+
Aminosäuren	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ammoniumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ammoniumfluorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ammoniumhydroxid, 30% (Ammoniak)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ammoniumsulfat			+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
n-Amylacetat (Pentylacetat)	+	+	+	+	+	+	+	0	0	-	+	0	0	-
Amylkohol (Pentanol)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Amylchlorid (Chlorpentan)	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Anilin	+	+	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	+	0
Bariumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Benzaldehyd	+	0	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+
Benzin (Petroleumbenzin)	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	+	+	0	-
Benzol	+	+	+	+	+	+	0	0	+	0	+	+	0	-
Benzoylchlorid			+	+	+	+	0	0	+	0	+	+	0	-
Benzylalkohol	+	+	+	+	+	+	0	-	0	-	0	-	0	-
Benzylamin	+	+	+	+	+	+	0		0		0		0	-
Benzylchlorid			+	+	+	+								
Borsäure, 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Brom	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Brombenzol	+	+	+	+	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bromnaphthalin	+	+	+	+	+	+								
Bromoform	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Bromwasserstoffsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1-Butanol (Butylalkohol)	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+
Butandiol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Buttersäure (Butansäure)	+	+	+	+	+	+			-	-	0	-	-	-
n-Butylacetat Essigsäurebutylester)	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	+	+	0	0
Butylamin			+	+	+	+								
Butylmethylether	+	+	+	+	+	0	+	-	+	0	0	-	0	-
Calciumcarbonat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Calciumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Calciumhydroxid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Calciumhypochlorit	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+
Chloracetaldehyd, 45%			+	+	+	+								

Technische Informationen

PC		POM		PA		SAN		PMMA		PS		PVC		MF	NR	SI	EPDM	FKM
20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C
0	-	+	+	0		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	0	-
-	-	+	+	+		-	-	-	-	-	-	-	-	+	0	-	+	-
-	-	+		+		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
-	-	+		+		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	-
-	-	+				-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	+	-
-	-			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	+
-	-	-	-	+		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	0		+	+	+	+
0	0	+	+	0		0	-	-	-	0	0	0	-		0	-	+	+
-	-	+	0	0	-	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0	0	+	+
0	-	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	+	+		+	+	+	+
+	0	-	-	-	-	0	0	-	-	+	0	-	-	+	0	-	0	-
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
0	0	+	+	+		+	+	0	0	+	+	+	0		+	+	+	+
0	0	+	+	+		+	+	0	0	+	+	+	0		-	+	+	0
-	-	0	0	0		+	0	+	+	0	-	+	0	+	+	0	+	-
+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		0	0	+	-
-	-	+	+	0		-	-	+	+	-	-	-	-		0	-	0	-
+	+	+	+	+		+	+			0	0	0	0		0	-	0	0
-	-	+	+	+		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	+
0	-	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
0	-	+	+	0		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	0	-
0	-	+	+	+		-	-	+		-	-	0	-	+	-	-	-	+
-	-	+	0	+		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	0
-	-	+	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	+
0	0	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0		-	0	0	+
-	-	+				-	-	-	-	-	-	-	-		-	0	0	+
		+		+						-	-				-	-	-	+
+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	0
-	-			+		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	+
						-	-			-	-							
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-		
+	+	-	-	-	-					0	-				0	-	0	+
0	0	+	+	+	0	+	0	0	-	0	-	0	0		+	0	0	+
		+	+	+		-	-			-	-				0	-	+	-
0	-			0	0	-	-			-	-				-	-	-	0
-	-	+	0	+		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	0	-
		+	+			-	-			-	-				-	0	-	-
-	-	+	+			-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	0	-		+	+	+	+
-	-	+	+	+		+	0	+	+	+	0	+	+		+	0	+	+
0	-	+	+	+	-	+	+	0	0	+	+	0	-		-	0	+	+
				-	-	-	-	-	-	-	-							

Chemikalienbeständigkeit von Kunststoffen

Medium	PFA/FEP		PTFE		ETFE		PMP		PP		HDPE		LDPE	
	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C
Chloraceton			+	+	+	+								
Chlorbenzol	+	+	+	+	+	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlorbutan	+	+	+	+	+	+	0	-	0	-	0	-	0	-
Chloressigsäure (Monochloressigsäure)	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+
Chlornaphtalin			+	+	+	+								
Chloroform	+	0	+	+	+	0	0	-	-	-	0	-	0	-
Chlorsulfonsäure	+	+	+	+	0	-								
Chromsäure, 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Chromsäure, 50%	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	+	0	+	0
Chromschwefelsäure	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-	-	-	-	-
Cumol (Isopropylbenzol)	+	+	+	+	+	+	-	-	0	-	+	0	0	-
Cyclohexan	+	+	+	+	+	0	-	-	0	-	0	-	0	-
Cyclohexanon	+	+	+	+	+	+	0	0	0	-	0	-	-	-
Cyclopentan	+	+	+	+	+	+	0	-	0	-	0	-	-	-
Decan	+	+	+	+	+	+	0		0		0	-		
1-Decanol	+	+	+	+	+	+	+		+		+			
Dibenzylether	+	+	+	+	+	+	0		+		+			
Dibromethan	+		+	+	0									
Dibutylphthalat	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0	0	-	0	-
Dichlorbenzol	+	+	+	+	+	0	-	-	0	-	0	-	0	-
Dichloressigsäure	+	+	+	+	+	0	+	+	0	-	0	0	0	-
Dichlorethan	+	+	+	+	+	+	0	-	0	-	0	-	0	-
Dichlormethan (Methylenchlorid)	+	+	+	+	0	0	0	-	0	-	0	-	0	-
Dieselöl (Heizöl)	+	+	+	+	+	+	0	-	+	0	+	0	0	-
Diethanolamin			+	+					0		0			
Diethylamin	+	+	+	+	+	0	0	0	0	-	0	-	-	-
1,2 Diethylbenzol	+	+	+	+	+	0	-	-	-	-	0	-	-	-
Diethylenglycol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Diethylether	+	+	+	+	+	+	-	-	0	-	0	-	-	-
Dimethylanilin	+	+	+	+	+	+								
Dimethylformamid (DMF)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Dimethylsulfoxid (DMSO)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
1,4 Dioxan	+	+	+	+	+	0	0	0	+	0	+	+	+	0
Diphenylether			+	+										
Essigsäure (Eisessig), 100%	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0	+	+	+	0
Essigsäure, 50%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Essigsäureanhydrid	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0	-	-
Ethanol (Ethylalkohol)	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+
Ethanolamin	+	+	+	+	+	+			+					
Ethylacetat (Essigsäureethylester)	+	+	+	+	+	+	0	-	+	0	+	+	+	+
Ethylbenzol	+	+	+	+	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-
1,2 Ethandiol (Ethylenglycol, Glycol)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ethylenoxid	+	+	+	+	+	+	0	-	0	-	0	0	0	0
Ethylmethylketon (MEK)	+	+	+	+	0	0	-	-	+	0	0	-	0	-
Fluoressigsäure			+											
Flusssäure, 40%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Flusssäure, 70%	+	+	+	0	+	+	+	0	+	0	+	0	+	-

Technische Informationen

PC		POM		PA		SAN		PMMA		PS		PVC		MF	NR	SI	EPDM	FKM
20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		0	-	+	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	0
0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	+	0		-	-	0	0
-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
+	0	0	0	-	-	-	-	0	-	-	-	+	0		-	0	-	+
0	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	+	-		-	-	-	+
-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0	0	+	0		-	-	-	+
-	-	+	-			-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	+
-	-	+	+	+						-	-	-	-	+	-	-	-	+
-	-			+						-	-	-	-		-	-	-	-
-	-									-	-	-	-		-	-	-	+
0		+				0				0		+			-	0	-	+
0		+				0				0		+			0	0	+	+
		+				-	-	-	-	-	-				-	-	0	-
-	-	+	+			-	-	-	-	-	-	-	-		-	0	0	0
-	-	-	-	+		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	+
0	-	-	-	-	-					0	-	0	-		-	-	-	-
-	-	-	-	0						0	0	-	-		-	-	-	0
-	-	-	-	0	-					-	-	-	-		-	-	-	0
-	-	+	+	+	+	-	-	0	-	-	-	0	-		-	-	-	+
-	-					-	-	-	-	-	-						0	
-	-					-	-	-	-	-	-						0	
-	-					-	-	-	-	-	-						0	
0	0	0	0	+		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	0	-
		0		0		-	-	-	-	-	-				-	-	-	0
-	-	-	-	-	-					-	-			0	0	0	0	-
+	0	0	-	-	-	+	0	-	-	0	0	+	0	+	-	-	-	-
-	-	-	-	0	0					-	-	-	-		0	0	0	-
+	0	+	+	+		0	-	-	-	0	-	+	0	+	0	0	+	0
															-	-	+	-
-	-			+						-	-	-	-	+	-	-	0	-
-	-					-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	
+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	0
0	-	+	+	0		-	-	-	-	-	-	0	-		-	-	-	-
-	-	-	-	+		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	+	0	-	-	+	+	0	-	-	-	-	0	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Chemikalienbeständigkeit von Kunststoffen

Medium	PFA/FEP		PTFE		ETFE		PMP		PP		HDPE		LDPE	
	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C
Formaldehyd, 40%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Formamid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Glycolsäure, 70%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Glyzerin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Harnstoff	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Heizöl (Dieselöl)	+	+	+	+	+	+	0	-	+	0	+	0	0	-
Heptan	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0	0	-
Hexan	+	+	+	+	+	+	0	-	+	0	+	0	0	-
Hexanol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Hexansäure			+	+										
Lugols Lösung (Iod-Kaliumiodidlösung)	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	-	-	-	-
Iodwasserstoffsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Isoamylalkohol (3-Methyl-1-butanol)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Isobutanol (Isobutylalkohol)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Isooctan	+	+	+	+	+	+								
Isopropanol (2-Propanol)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Isopropylether	+	+	+	+	+	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Kaliumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kaliumdichromat			+	+										
Kaliumhydroxid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kaliumpermanganat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Königswasser	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Kresol	+	+	+	+	+	0	-	-	0	0	0	-	-	-
Kupfersulfat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Methanol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Methoxybenzol	+	+	+	+	+	+								
Methyl-Butylether	+	+	+	+	+	0	+	0	+	+	0	-	-	-
Methylenchlorid (Dichlormethan)	+	+	+	+	+	+	-	-	0	-	0	-	0	-
Methylethylketon (MEK)	+	+	+	+	0	0	-	-	+	0	0	-	0	-
Methylformiat (Ameisensäuremethylester)	+	+	+	+	+	+								
Methylpropylketon	+	+	+	+	+	+	0	0	+	0	+	+	+	0
Milchsäure (2-Hydroxypropionsäure)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mineralöl (Motoröl)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Monochloressigsäure	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+
Natriumacetat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Natriumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Natriumdichromat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Natriumfluorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Natriumhydroxid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Nitrobenzol	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	-	-	-
Ölsäure	+	+	+	+	+	+								
Oxalsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ozon	+	+	+	+	+	+	+	+	0	-	0	-	0	-
n-Pentan	+	+	+	+	+	+								
Perchlorethylen	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Perchlorsäure	+	0	+	+	+	+	0	-	+	-	+	-	+	-
Peressigsäure	+	+	+	+	+	+								
Petrolether	+	+	+	+	+	+								0

Technische Informationen

PC		POM		PA		SAN		PMMA		PS		PVC		MF	NR	SI	EPDM	FKM
20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C
+	0	+	+	+	0	+	+	-	-	-	-	0	-		0	0	+	0
		-	-	+											+		0	0
				-	-										+	+	+	0
+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	0
-	-	+	+	+		+	+	+	+	+	+	0	-	+	+	+	+	+
-	-	+	+	+		-	-	0	-	-	-	0	-		-	-	-	+
+	0			+				0	-	-	-	-	-		-	-	-	+
-	-	+	+	+		+	+	0	0	-	-	0	-		-	-	-	+
								+							0	0	-	+
								+										
0	-	0	0			0	-	-	-	0	-	-	-		+	-	+	+
																	+	+
		+	+												0	0	0	0
+	+	+	+			0	-	0	-	0	0	+	0		+	+	+	+
0				+		0	-			0	-				-	-	-	+
+	+	+	+	+		+	-	0	-	0	0	+	0		+	0	+	+
-	-			-	-					-	-	-	-		-	-	-	-
+	+	+	+	+		0	0	+	+	0	0	+	0		+	+	+	+
				-	-										0	0	+	0
-	-	+	+	+		0	0	+	+	0	0	0	0	-	0	-	+	-
+	+	0	0	-	-	+	0	+	+	+	+	+	+		-	-	+	+
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-			-	-					-	-	-	-		-	-	-	+
+	+	+	+	+		+	0	+	+	+	+	+	0		0	+	+	+
+	0	+	+	0		0	-	-	-	0	-	+	0		0	+	+	-
-	-	0				-	-	-	-	-	-				-	-	-	-
-	-	0				-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	0
-	-	-	-			-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	0	-
-	-	+				-	-	-	-	-	-	-	-		-	0	0	
-	-	+	+			-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	0	-
+	+	+	-	0	-	+	+	0	-	+	+	0	0		0	0	0	+
+		+	+			+		+	+	+		+	+		-	0	-	+
0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	+	0		-	-		0
+	+	+	0	+		+	+	-	-	+	+	0	0		+	0	+	-
+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
+	-	+	+	+		+	0	+	0	+	0	+	+		+	0	+	+
+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		0	0	+	+
-	-	+	+	+	0	+	+			+	+	+	+	-	0	0	+	0
-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-
				+		-	-	-	-	-	-				-	-	-	0
+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+		0	0	+	+
-	-	-	-	-	-	0	0	+	0	0	0	+	0		-	+	+	+
				+											-	-	-	+
-	-	+	0	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-		-	-	-	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-		-	-	0	+
-	-	-	-												-	-		
		+	+	+				+		-	-	0	-		-	-	-	+

Chemikalienbeständigkeit von Kunststoffen

Medium	PFA/FEP		PTFE		ETFE		PMP		PP		HDPE		LDPE	
	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C
Petroleum	+	+	+	+	+	+	0	0	0	-	0	-	0	-
Phenol	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	+	0
Phenylethanol	+	+	+	+	+	+			0		0			
Phenylhydrazin	+	+	+	+	+	+			0		0			
Phosphorsäure, 85%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Piperidin	+	+	+	+	+	+			+		+			
Propylenglycol (Propandiol)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Propanol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Propionsäure	+	+	+	+	+	0	+	0	+	0	+	0	0	-
Pyridin	+	+	+	+	-	-	+	0	0	0	+	0	+	0
Quecksilber	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Quecksilberchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Salicylaldehyd	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Salicylsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Salpetersäure, 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Salpetersäure, 30%	+	+	+	+	+	+	0	-	0	-	0	-	0	0
Salpetersäure, 70%	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
Salzsäure, 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Salzsäure, 20%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Salzsäure, 37%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Schwefelkohlenstoff	+	+	+	+	+	0	-	-	-	-	-	-	-	-
Schwefelsäure, 60%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Schwefelsäure, 98%	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	0	-	0	-
Silberacetat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Silbernitrat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Terpentin	+	+	+	+	+	+	0	0	-	-	0	-	0	-
Tetrachlorethylen	+		+	+	0									
Tetrachlorkohlenstoff	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	-	0	-
Tetrahydrofuran (THF)	0	0	+	+	+	0	0	-	-	-	0	-	0	-
Tetramethylammoniumhydroxid	+	+	+	+	+	+								
Toluol	+	+	+	+	+	+	0	-	0	-	0	0	0	-
Trichlorbenzol	+	+	+	+	+	0	0	0	-	-	-	-	-	-
Trichloressigsäure	+	+	+	+	+	0	+	+	0	-	0	0	0	-
Trichlorethan	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	-	-	-
Trichlorethylen	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	0	-	-	-
Trichlortrifluorethan	+	+	+	+	0	-								
Triethanolamin	+	+	+	+										
Triethylenglycol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Trifluoressigsäure (TFA)	+	-	+	0										
Trifluorethan	+	0	+	+										
Tripropylenglycol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Wasserstoffperoxid, 35%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Weinsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Xylol	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-	0	-	0	-
Zinkchlorid, 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Zinksulfat, 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Technische Informationen

PC		POM		PA		SAN		PMMA		PS		PVC		MF	NR	SI	EPDM	FKM
20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	50 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C	20 °C
0	0	+	+	+				+		-	-	+	-		-	0	-	+
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	0
				0														
															0	-	-	0
+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	0	+	0	-	-	-	0	+
+	0	+	+	-	-	-	-	0	0	+	+	0	-		+	+	+	+
0		+	+	+	+	+	+	0		0		+	+		+	0	+	+
-	-	-	-	0	0					0	-	0	-		-	-	0	+
-	-	+	0	+		-	-	-	-	-	-	0	-		-	-	-	-
+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
+	+	0	0	-	-	+	+	+	+	+	0	-	-		+	+	+	+
0	0					-	-			-	-	-	-					
		-	-	+		+	+			+	+	0	-		+	+	+	+
+	0	-	-	-	-	+	0	+	0	-	-	+	0	-	-	-	0	0
+	0	-	-	-	-	0	-	0	0	-	-	0	-	-	-	-	-	0
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	+	+	+		-	0	0	+	+
0	0	-	-	-	-	0	-	0	-	+	+	0		-	0	-	+	+
-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	0	0	0	-	-	0	-	+	0
-	-	+	+	0		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	+
0	0	-	-	-	-	+	0	-	-	-	-	0	-		-	-	-	+
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	+
+	+	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0		+	+	+	+
+	+	0	0	+		+	+	+	+	0	0	0	0		+	+	+	+
-	-	+	+	+		0	0	+	+	-	-	+	+		-	-	-	+
				-	-										-	-	-	0
-	-	0	0	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+
-	-	0	0	+		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
-	-	-	-														+	-
-	-	+	+	+		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	0
-	-																	
0	-			-	-					0	-	0	-		0		0	-
-	-	0	-	0		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	+
-	-	-	-	0		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	0
				0		-	-	-	-	-	-	-	-				0	
						-	-			-	-				0	-	0	-
+	0	+	0			+	+	0	0	+	+	0	-		0	+	+	+
		-	-			-	-			-	-							-
						-	-			-	-				-	-	-	+
+	0	+	0			+	+	0	0	+	+	0	-		+	+		
+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	+	+	+	0	0	-	0	0	
+	+	+	+	0	0	+	+	0	0	+	+	+	+	-	+	+	0	+
-	-	+	+	+		-	-	-	-	-	-	-	-		-	-	-	0
+	+	+	0	-	-	+	+	-	-	+	+	+	0		+	+	+	+
+	+	0	-	-	-	+	+	0	0	+	+	+	0		0	+	+	+

Physikalische Eigenschaften der Kunststoffe

Kunststoff	Max. Gebrauchstemperatur °C	Versprödungstemperatur °C	Mikrowellentauglichkeit*	Dichte g/cm ³
PFA	260	-200	ja	2,17
PTFE	260	-200	ja	2,17
FEP	205	-100	ja	2,15
ETFE	150	-100	ja	1,70
PMP	150	0	ja	0,83
PP	125	0	ja	0,90
PE-HD	105	-50	ja	0,95
PE-LD	80	-50	ja	0,92
PC	125	-130	ja	1,20
POM	130	-40	nein	1,42
PA	90	0	-	1,13
SAN	70	-40	nein	1,03
PMMA	65 - 95	-50	nein	1,18
PS	70	-20	nein	1,05
PVC	80	-20	nein	1,35
MF	120	-80	ja**	1,50
NR	80	-40	nein	1,20
SI	180	-60	nein	1,10
EPDM	130	-40	-	-
FKM	220	-30	-	-

* Chemikalien- und Temperaturtauglichkeit beachten!

** Vorsicht beim Einsatz im Mikrowellenofen: Bei Erhitzung können gesundheitsschädliche Mengen von Melamin und Formaldehyd freigesetzt werden!

Reinigung und Pflege von Kunststoffen

Alle Polyolefine wie PE-LD, PE-HD, PP und PMP sowie die Fluorkunststoffe PTFE, PFA, FEP und ETFE haben eine nicht benetzbare Oberfläche, die sehr beständig und leicht zu reinigen ist. Zur Reinigung können, je nach Verschmutzungsgrad, handelsübliche neutrale oder alkalische Reiniger verwendet werden. Laborgeräte aus Polycarbonat (PC) sollten nicht mit alkalischen Reinigungsmedien ($> \text{pH } 7$) gespült werden. Es sollte beachtet werden, dass für Laborgeräte aus Kunststoff keine Scheuermittel oder Scheuerschwämme verwendet werden.

Reinigung mit Geschirrspülmaschinen

Laborartikel aus oben genannten Kunststoffen (mit Ausnahme von PE-LD auf Grund der Temperaturgrenzwerte) können in Laborspülmaschinen zusammen mit anderen Gefäßen gespült und getrocknet werden. Die maschinelle Reinigung von Laborgeräten in Laborspülmaschinen ist schonender als die Reinigung in Tauchbädern. Die Geräte kommen während der relativ kurzen Spülphasen mit der Reinigungslösung in Kontakt, wenn diese über Spritz- bzw. Injektordüsen aufgesprüht wird. Aufgrund ihres geringen Gewichts empfehlen wir, die zu reinigenden Produkte jedoch mit Spülnetzen zu sichern, damit sie durch den Spülstrahl nicht herumgewirbelt werden. Laborgeräte sind besser gegen Beschädigungen der Oberflächen geschützt, wenn die Drahtkörbe der Spülmaschine mit Kunststoff überzogen sind.

Reinigung im Ultraschallbad

Laborgeräte aus Kunststoff dürfen im Ultraschallbad gereinigt werden. Der direkte Kontakt mit den Schallmembranen muss allerdings vermieden werden.

Reinigung für die Spurenanalytik

Um Kontaminationen von Kationen und Anionen in der Spurenanalytik zu vermeiden, sollten Laborartikel aus Kunststoff mit einer 1N HCl bzw. HNO_3 Lösung über maximal 6 Stunden bei Raumtemperatur stehen gelassen und anschließend mit gereinigtem destilliertem Wasser gespült werden. Für die Spurenanalytik im Konzentrationsbereich ng/g (ppb) bzw. pg/g (ppt) zeichnen sich besonders Gefäße aus dem Fluorkunststoff PFA durch die glatte Oberfläche und leichte Reinigung ohne Verschleppungen (Memory-Effekte) und Wechselwirkungen mit dem Gefäßmaterial aus.

Sterilisation von Laborartikeln aus Kunststoff

Autoklavieren

Empfohlener Autoklavierzyklus

20 Minuten bei 121 °C (2 bar)

entsprechend DIN EN 285

Unter Autoklavieren (Dampfsterilisieren) versteht man das Abtöten bzw. das irreversible Inaktivieren aller vermehrungsfähigen Mikroorganismen unter Einwirkung von „gesättigtem Wasserdampf von mindestens 120 °C“ (DIN 58946-1, 1987). In der DIN EN 285 ist für die Sterilisationstemperatur von 121 °C eine Mindesteinwirkungszeit (Abtötungszeit + Sicherheitszuschlag) von 20 Minuten genannt (t_e). Die ordnungsgemäße Durchführung der Sterilisation bis hin zur biologischen Sicherung (DIN EN 285) liegt in der Verantwortung der zuständigen Hygienefachkraft.

Vor dem Autoklavieren von Laborgeräten aus Kunststoff muss sichergestellt sein, dass keine Verschmutzungen bzw. Restverunreinigungen vorhanden sind. Sonst können sich Schmutzreste während des Autoklavierens festbacken. Auch Substanzen, die bei Raumtemperatur kaum Auswirkungen auf den Kunststoff haben, könnten während des Autoklavierens zur Zerstörung des Kunststoffes führen. Zusätzlich können Mikroorganismen nicht wirksam abgetötet werden, da sie durch die Verschmutzungen geschützt sind.

Hinweise zum Autoklavieren



- Gefäße mit Verschraubungen oder Stopfen nur **geöffnet** autoklavieren, damit ein Druckausgleich erfolgen kann
 - ➔ Autoklavieren geschlossener Geräte führt zur Verformung bzw. Zerstörung der Gefäße
- Laborgeräte aus Kunststoff immer **aufrecht stehend auf einer ebenen Fläche** autoklavieren, um Formveränderungen zu vermeiden
 - ➔ Nicht liegend autoklavieren
- Während des Autoklavierens **nicht mechanisch belasten**
 - ➔ Beispielsweise nicht stapeln
- Keine Behälter autoklavieren, die Restverunreinigungen oder gar Spülmittel enthalten
- Nicht alle Kunststoffe sind dampfsterilisierbeständig! Polycarbonat verliert z.B. seine Festigkeit
 - ➔ Temperaturgrenzen der Kunststoffe beachten
 - ➔ Autoklavierbare Produkte erkennen Sie an dem „121 °C Symbol“ in diesem Katalog

Durch chemische Zusätze beim Autoklavieren, kann die Oberfläche von einigen Kunststoffen angegriffen werden und dadurch eine dauerhafte Trübung verursacht werden. Bei transparenten Kunststoffen kann es durch die Absorption von geringen Mengen Wasserdampf zu einer reversiblen Trübung kommen. Durch Trocknung verschwindet diese Trübung, was durch die Verwendung eines Trockenschrankes beschleunigt werden kann.

Achtung !

Auch für die Gassterilisation, trockene Hitze und vor dem Erhitzen im Mikrowellenofen müssen alle Verschlüsse und Stopfen entfernt werden.

Erhitzen von Kunststoffen im Mikrowellenofen

Viele Kunststoffe sind für den Einsatz im Mikrowellenofen geeignet. Die genauen Informationen entnehmen Sie bitte der Tabelle „Physikalische Eigenschaften der Kunststoffe“ auf Seite 146. Es ist hierbei wichtig, die Chemikalien- und Temperaturbeständigkeit des Kunststoffes zu beachten und in Erfahrung zu bringen, ob dieser mit dem zu erhitzendem Inhalt, bei der gegebenen Temperatur, kompatibel ist. Sollen aggressive Säuren, Laugen oder Lösungsmittel erhitzt werden, empfiehlt sich die Verwendung von Fluorkunststoffen. Hierbei ist es allerdings sehr wichtig, dass für eine ausreichende Entlüftung (z.B. Abzug) gesorgt ist.

Vor der Verwendung von Laborgeräten aus Kunststoff im Mikrowellenofen müssen die Verschlüsse oder Stopfen von den Laborgeräten entfernt werden!

Sterilisation* von Kunststoffen

Kunststoff	Autoklav 121 °C, t _e 20 min nach DIN	Heißluft 160 °C (trocken)	Gas (Ethylenoxid)	Chemisch (Formalin, Ethanol)	β-/γ-Strahlen 25 kGy
PFA	ja	ja	ja	ja	nein
PTFE	ja	ja	ja	ja	nein
FEP	ja	ja	ja	ja	nein
ETFE	ja	nein	ja	ja	nein
PMP	ja	nein	ja	ja	ja
PP	ja	nein	ja	ja	ja (eingeschränkt)
PE-HD	nein	nein	ja	ja	ja
PE-LD	nein	nein	ja	ja	ja
PC	ja ¹⁾	nein	ja	ja	ja
POM	ja ¹⁾	nein	ja	ja	ja (eingeschränkt)
PA	nein	nein	ja	ja	ja
SAN	nein	nein	ja	ja	nein
PMMA	nein	nein	nein	ja	ja
PS	nein	nein	nein	ja	ja
PVC	nein	nein	ja	ja	nein
MF	nein	nein	ja	nein	nein
NR	nein	nein	ja	ja	nein
SI	ja	-	ja	ja	nein
EPDM	ja	-	ja	ja	-
FKM	ja	-	ja	ja	-

* Nur sorgfältig gereinigte und mit destilliertes Wasser gespülte Laborgeräte sterilisieren. Bei Behältern Verschlüsse stets entfernen!

¹⁾ Häufiges Autoklavieren führt zu Festigkeitsverlust!

Lebensmitteleignung von Kunststoffen



Die gekennzeichneten Produkte entsprechen den gesetzlichen Vorschriften der Bedarfsgegenständeverordnung bzw. den Verordnungen (EG) Nr.1935/2004, (EG) Nr.975/2009 und (EU) Nr.10/2011 in ihrer jeweils aktuellen Fassung.

Bei den Prüfungen der Produkte auf Einhaltung der Grenzwerte für die Globalmigration (bzw. der spezifischen Migrationsgrenzwerte) wurden keine Überschreitungen festgestellt. Auch bei den sensorischen Prüfungen waren keine geruchlichen und geschmacklichen Beeinträchtigungen feststellbar. Die Prüfung erfolgte nach den Richtlinien 82/711/EWG und 85/572/EWG durch ein unabhängiges, akkreditiertes Institut.

Entsprechend der vorliegenden Bescheinigungen sind alle zur Herstellung der Produkte verwendeten Ausgangsstoffe in der Bedarfsgegenstände-Verordnung (Stand: 20.12.2006) bzw. der Verordnung (EU) Nr.10/2011 aufgeführt. Sie stellen somit lebensmittelrechtlich zulässige Ausgangsstoffe dar und dürfen mit den dort angegebenen Beschränkungen bezüglich der Migrationsgrenzwerte und zulässigen Restgehalte im Endprodukt zur Herstellung von Lebensmittelbedarfsgegenständen eingesetzt werden.

Die gekennzeichneten Produkte aus PP sind für den Kontakt mit allen Lebensmittelkategorien geeignet, sofern eine Kontaktzeit von 24 h und eine Kontakttemperatur von 40 °C nicht überschritten werden. Die gekennzeichneten Produkte aus SAN sind für den Kontakt mit allen wässrigen, alkohol- und fetthaltigen Lebensmitteln geeignet, sofern eine Kontaktzeit von 24 h und eine Kontakttemperatur von 40 °C nicht überschritten werden.

Entsorgung und Recycling von Kunststoffen

Ist die Entsorgung eines Laborgerätes aus Kunststoff nicht mehr vermeidbar, halten Sie sich bitte an die regionalen Gesetze und Vorschriften. In vielen Städten gibt es mittlerweile Recyclinghöfe, die eingerichtet wurden, um Wertstoffe zu entsorgen. Um den Sortieraufwand auf den Recyclinghöfen zu reduzieren, können die meisten Laborgeräte von VITLAB einfach anhand des eingepprägten oder aufgedruckten Recycling-codes identifiziert und vorsortiert werden. Vor der Entsorgung müssen Laborgeräte aus Kunststoff entsprechend der geltenden Vorschriften gereinigt und gegebenenfalls sterilisiert werden.

Um die Trennung der Kunststoffe zum Recycling zu vereinfachen, aus denen später wieder neues Rohmaterial hergestellt werden kann, wurde die Kennzeichnung für Kunststoffe (Nummern 01 bis 07) eingeführt. Die Kennzeichnung wurde 1988 unter der Bezeichnung „SPI resin identification coding system“ von der Society of the Plastics Industry (SPI) veröffentlicht. Zur Codierung werden auch hier die geläufigen Kurzschreibweisen der Kunststoffe gemäß DIN 7728 verwendet.



SPI Nummer 07 steht für „Other“. Damit gemeint sind andere Kunststoffe wie PMP, PFA, PTFE etc. VITLAB verwendet nicht das „O“ sondern kennzeichnet das spezifische Rohmaterial mit der Abkürzung gemäß DIN 7728, um dem Anwender die Identifikation des Kunststoffs zu erleichtern.

Genauigkeit

Was bedeuten in der Volumenmessung Toleranz, Richtigkeit, Variationskoeffizient und Präzision?

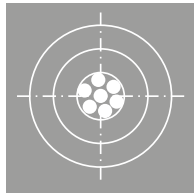
Grafische Darstellung von Präzision und Richtigkeit

Die Zielscheibe stellt den Volumenbereich um den zentralen Sollwert dar, die weißen Punkte sind die Werte verschiedener Messungen eines definierten Volumens.

Richtigkeit gut: Alle Treffer liegen dicht um das Zentrum, also um den Sollwert.

Präzision gut: Alle Treffer liegen dicht beieinander.

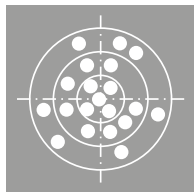
Ergebnis: Diese Fertigung ist durch begleitende Qualitätssicherung hervorragend gesteuert. Geringe systematische Abweichung und enge Streuung der Geräte. Die zulässige Grenze wird nicht ausgeschöpft. Aussortieren ist nicht notwendig.



Richtigkeit gut: Im Mittel liegen die Treffer gleichmäßig um das Zentrum verteilt.

Präzision schlecht: Keine groben Fehler, allerdings sind die Treffer weit verstreut.

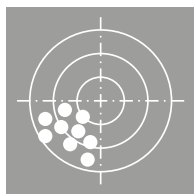
Ergebnis: Alle Abweichungen sind „gleich wahrscheinlich“. Geräte, die außerhalb der Toleranz liegen, müssen aussortiert werden.



Richtigkeit schlecht: Obwohl alle Treffer dicht beieinander liegen, ist das Ziel (Sollwert) trotzdem verfehlt.

Präzision gut: Alle Treffer liegen dicht beieinander.

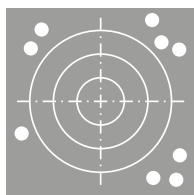
Ergebnis: Fehlgesteuerte Fertigung, systematische Abweichung. Geräte, die außerhalb der Toleranz liegen, müssen aussortiert werden.



Richtigkeit schlecht: Die Treffer liegen weit vom Zentrum entfernt.

Präzision schlecht: Die Treffer sind weit verstreut.

Ergebnis: Diese Volumenmessgeräte sind von minderwertiger Qualität.



Berechnungsformeln

Zur Beschreibung der Genauigkeit wird für Volumenmessgeräte aus Glas der Begriff der „Toleranz“ verwendet, während sich für Liquid Handling Geräte die statistischen Begriffe „Richtigkeit [%]“ und „Variationskoeffizient [%]“ etabliert haben.

Toleranz

Die in den entsprechenden Normen angegebene Toleranz (Tol.)

gibt die maximale zulässige Abweichung des Gerätes vom Sollwert an.

$$\text{Tol.} \geq |V_{\text{Ist}} - V_{\text{Soll}}|$$

Richtigkeit

Die Richtigkeit (R) zeigt an, wie nahe der Mittelwert am Sollwert liegt, d.h. die systematische Messabweichung. Die Richtigkeit ergibt sich als Differenz zwischen Mittelwert (\bar{V}) und Sollwert (V_{Soll}), bezogen auf den Sollwert in %.

$$R[\%] = \frac{\bar{V} - V_{\text{Soll}}}{V_{\text{Soll}}} \cdot 100$$

Variationskoeffizient

Der Variationskoeffizient (VK)

zeigt an, wie nahe die einzelnen

Messwerte beieinander liegen, d.h. zufällige Messabweichung. Der Variationskoeffizient ist definiert als Standardabweichung in %, bezogen auf den Mittelwert.

$$\text{VK}[\%] = \frac{s \cdot 100}{\bar{V}}$$

Teilvolumen

(analog VK_T %)

In der Regel sind R und VK auf

das Nennvolumen (V_N) bezogen. Diese Angaben in % müssen für Teilvolumina (V_T) umgerechnet werden. Dagegen erfolgt keine Umrechnung für die Teilvolumina, wenn R und VK in Volumeneinheiten (z.B. ml) angegeben sind.

$$R_T[\%] = \frac{V_N}{V_T} \cdot R_N\%$$

Toleranz aus R und VK

In guter Näherung lässt sich aus

Richtigkeit und Variationskoeffizient

die Toleranz z. B. für das Nennvolumen (V_N) berechnen.

$$\text{Tol.} \geq \frac{|R\%| + 2\text{VK}\%}{100\%} \cdot V_N$$

Präzision

Wird die Streuung der einzelnen Messergebnisse um den Mittelwert \bar{V} in Volumeneinheiten angegeben, spricht man von der Präzision.