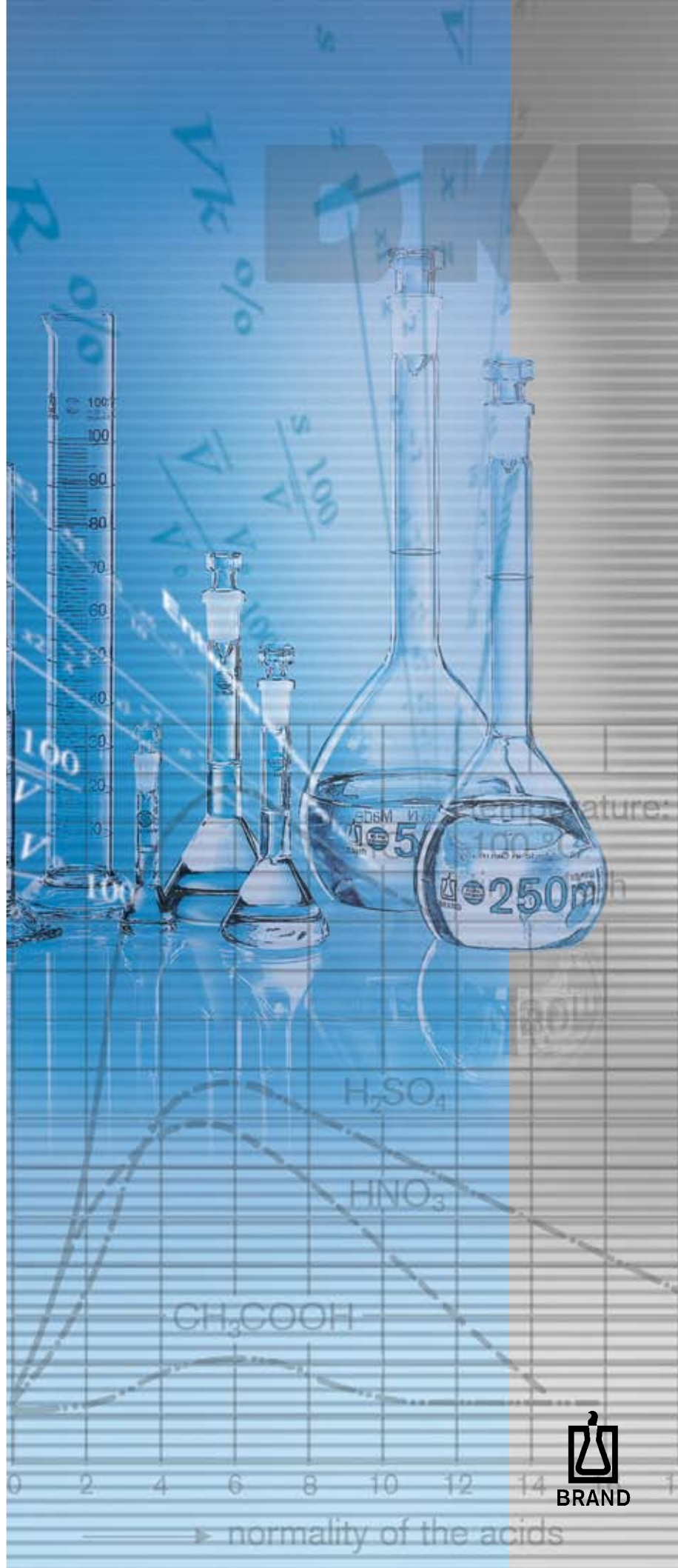


Technische Informationen

- Qualitätsmanagement
- Zertifikate
- Prüfmittelüberwachung
- Easy Calibration Technik
- DKD – Kalibrierlabor
- Kalibrierservice
- IVD-Richtlinien und BIO-CERT®
- Thermocycler-Kompatibilität
- Werkstoffe aus Glas/Kunststoff
- Reinigung
- Sicherheitshinweise

**Qualitätsdefinition,
Eigenschaften, Zertifikate.**



Qualitätsmanagement

Qualitätsmanagement am Beispiel von Liquid Handling Geräten und BLAUBRAND® Volumenmessgeräten

Das Qualitätsmanagement bei BRAND beginnt bereits in der Planungsphase eines Produktes und begleitet die Entwicklung bis zur Serienreife. Ständige Prüfungen während des gesamten Fertigungsprozesses dienen dem Ziel, Volumenmessgeräte mit einer möglichst geringen Abweichung vom Sollwert (Richtigkeit) und geringen Streuung der Einzelwerte (Variationskoeffizient) herzustellen. Das Ergebnis dieser "statistischen Prozess-Steuerung (SPC)" wird abschließend durch eine Stichprobenprüfung nach DIN ISO 3951 in der Endkontrolle überprüft.

Das Verfahren des bei BRAND durchgeführten und nach DIN EN ISO 9001 zertifizierten Qualitätsmanagement-Systems ist eine Kombination von Prozessfähigkeitsüberwachung und Stichprobenprüfung. Die annehmbare Qualitätsgrenzlage (AQL) beträgt zumindest 0,4. Das bedeutet, dass die vorgegebenen Grenzwerte mit einer statistischen Sicherheit von mindestens 99,6 % eingehalten werden. Alle in der Qualitätssicherung eingesetzten Prüfmittel werden regelmäßig überprüft und sind an die nationalen Normale der PTB angeschlossen. Dieses nach DIN EN ISO 9001 organisierte Qualitätsmanagement-System bildet auch die Grundlage zur Ausstellung von Werkskalibrierscheinen, wie sie die Qualitätszertifikate darstellen.



Alle Prüfergebnisse werden dokumentiert und mindestens 7 Jahre archiviert, so dass bei bekannter Chargen- bzw. Seriennummer jederzeit auf die individuellen Ergebnisse zum Zeitpunkt der Produktion zurückgegriffen werden kann. Als Hersteller von konformitätsbescheinigten Volumenmessgeräten wird die Qualitätssicherung bei BRAND und die Qualität der Produkte von der deutschen Eichbehörde überwacht. Somit werden die Anforderungen, die an die Prüfmittelüberwachung und deren Rückführung an die nationalen Normale, sowie an die Qualifikation des Personals gestellt werden, erfüllt.



Konformitätsbescheinigung



Für Volumenmessgeräte, die für Messungen im gesetzlich geregelten Bereich z. B. im medizinischen und pharmazeutischen Bereich (Herstellung und Prüfung von Arzneimitteln) bereitgehalten und verwendet werden, fordert die deutsche Eichordnung vom 12.08.1988 Konformitätsbescheinigung statt Eichung. Dies gilt auch für das messtechnisch relevante Zubehör (z. B. Pipettenspitzen für Kolbenhubpipetten).

Konformität heißt: Übereinstimmung eines Gerätes mit der Zulassung für den gesetzlich geregelten Bereich gemäß der deutschen Eichordnung (Anlage 12). Das genaue Verfahren der Konformitätsbescheinigung ist in der DIN 12 600 beschrieben.

Mit dem Konformitätszeichen "H" und dem Zeichen des Herstellers – hier "B" für BRAND – bescheinigt der Hersteller (auf Wunsch auch die Eichbehörde mit eigenem Konformitätszeichen), dass das betreffende Gerät die Anforderungen der deutschen Eichordnung und der einschlägigen Normen erfüllt. Das Konformitätszeichen ist in der Regel direkt auf den Geräten und bei den dazugehörigen Einmalprodukten auf der Verpackung aufgedruckt.

Hinweis:

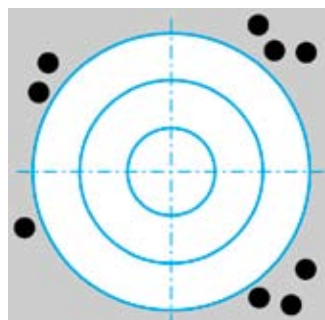
Die Konformitätsbescheinigung gilt nur für Volumenmessgeräte. Daher werden Thermometer und Pyknometer nach wie vor amtlich geeicht.

Genauigkeit

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

Grafische Darstellung von Präzision und Richtigkeit

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



Richtigkeit schlecht:

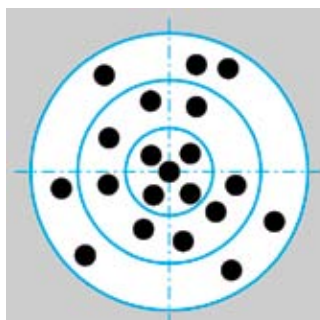
Die Treffer liegen weit vom Zentrum entfernt.

Präzision schlecht:

Die Treffer sind weit verstreut.

Ergebnis:

Diese Volumenmessgeräte sind von minderwertiger Qualität.



Richtigkeit gut:

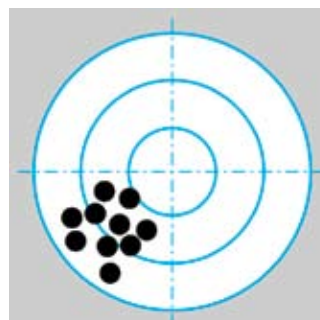
Im Mittel liegen die Treffer gleichmäßig um das Zentrum verteilt.

Präzision schlecht:

Keine groben Fehler, allerdings sind die Treffer weit verstreut.

Ergebnis:

Alle Abweichungen sind "gleich wahrscheinlich". Geräte, die außerhalb der Fehlergrenze liegen, müssen aussortiert werden.



Richtigkeit schlecht:

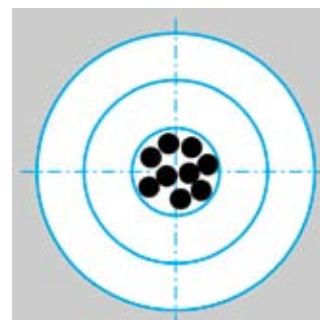
Obwohl alle Treffer dicht beieinander liegen, ist das Ziel (Sollwert) trotzdem verfehlt.

Präzision gut:

Alle Treffer liegen dicht beieinander.

Ergebnis:

Fehlgesteuerte Fertigung, systematische Abweichung. Geräte, die außerhalb der Fehlergrenze liegen, müssen aussortiert werden.



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.

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

■ Fehlergrenze

$$FG \geq |V_{\text{Ist}} - V_{\text{Soll}}|$$

Die in den entsprechenden Normen angegebene Fehlergrenze (FG) gibt die maximale zulässige Abweichung des Gerätes vom Sollwert an.

■ Fehlergrenze aus R und VK

$$FG \geq \frac{|R\%| + 2VK\%}{100\%} \cdot V_N$$

In guter Näherung lässt sich aus Richtigkeit und Variationskoeffizient die Fehlergrenze (FG) des Gerätes z. B. für das Nennvolumen (V_N) berechnen.

■ Richtigkeit

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

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 %.

■ Variationskoeffizient

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

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.

■ Präzision

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

■ Teilvolumen

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

(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.



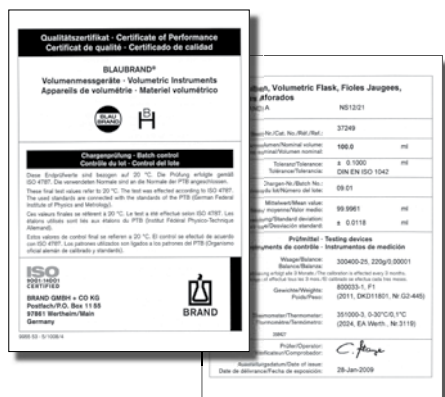
Zertifikate

BLAUBRAND® Volumenmessgeräte



Ein Chargenzertifikat in jeder Verpackungseinheit!

Wiederverwendbare BLAUBRAND® Volumenmessgeräte werden serienmäßig mit einem Chargenzertifikat pro Hersteller-Verpackungseinheit ausgeliefert. Das reduziert Ihren Aufwand für die Erstprüfung – auch im Rahmen der Prüfmittelüberwachung – die Daten können einfach aus dem Zertifikat übernommen werden. Die Chargenzertifikate können auch unter www.brand.de abgerufen werden.



Chargennummer und Chargenzertifikat

Alle wiederverwendbaren BLAUBRAND® Volumenmessgeräte tragen seit 1997 eine aus Digitalziffern bestehende, leicht lesbare Chargennummer. Auf dem Zertifikat werden Chargennummer, Mittelwert und Standardabweichung der Charge und der Tag der Ausstellung dokumentiert.

09.02

(Chargennummer: Produktionsjahr/Charge)

Einzelzertifikat

Messgerät und Zertifikat tragen zusätzlich zur Chargennummer eine individuelle Seriennummer. Auf dem Zertifikat werden das gemessene Volumen, die Messunsicherheit und der Tag der Ausstellung dokumentiert.

09.02 0756

(Individuelle Seriennummer: Produktionsjahr/Charge/laufende Gerätenummer)

H Konformitätsbescheinigt

Mit dem Zeichen **H** bescheinigt der Hersteller BRAND die Konformität der Geräte mit der deutschen Eichordnung. Gemäß DIN 12600 ist das Konformitätszeichen direkt auf den Geräten aufgedruckt. Alle BLAUBRAND® Volumenmessgeräte sind konformitätsbescheinigt.

Qualitätszertifikat (Werksprüfzeugnis)

Chargen- und Einzelzertifikate sind Werksprüfzeugnisse. Diese Qualitätszertifikate werden gemäß den Vorschriften zur Prüfung und Kalibrierung von Laborgeräten nach DIN EN ISO 9001, DIN ISO 10012-1 und ISO 4787 ausgestellt. Alle Zertifikate dokumentieren die Rückführung der Messwerte auf die Normale der PTB, welche SI-Einheiten (Système International d'Unités) darstellen.

USP-Einzelzertifikat

Für BLAUBRAND® Volumenmessgeräte bestätigen wir auf Wunsch die Einhaltung der von der United States Pharmacopeia (USP) geforderten Volumenfehlergrenzen. Jedes USP-Volumenmessgerät ist individuell kalibriert und geprüft. Messgerät und Zertifikat tragen eine individuelle Seriennummer (mit Hinweis auf das Produktionsjahr).

DKD-Kalibrierschein (Zertifikat)

Dieses Zertifikat wird vom DKD-Kalibrierlabor bei BRAND ausgestellt. Wegen der weit reichenden internationalen Zusammenarbeit des DKD, Deutscher Kalibrierdienst, (EA-Abkommen, ILAC-MRA) ist der DKD-Kalibrierschein international anerkannt. Messgerät und Kalibrierschein tragen zur Identifikation eine individuelle Seriennummer sowie Jahr und Monat der Ausstellung. Weitere Informationen finden Sie auf Seite 290.

1001
DKD-K-
20701
09-02

Bestellhinweise für BLAUBRAND® Volumenmessgeräte finden Sie auf Seite 129.



Prüfmittelüberwachung

GLP, ISO/IEC 17 025, ISO 9001

In jedem analytischen Labor muss zur Erzielung verlässlicher Analyseergebnisse Klarheit über die Genauigkeit der eingesetzten Prüfmittel herrschen. Diese Anforderung trifft in besonderem Maße auf Labore zu, die nach GLP-Richtlinien arbeiten, nach DIN EN ISO/IEC 17 025 akkreditiert oder nach DIN EN ISO 9001 zertifiziert sind.

Im Rahmen der Prüfmittelüberwachung muss die Genauigkeit aller

Prüfmittel und deren Messunsicherheit bekannt und dokumentiert sein, bevor sie zur Verwendung freigegeben werden, und sie müssen in vorgegebenen Intervallen wiederkehrenden Prüfungen unterzogen werden. Diese Prüfungen sind nötig, weil sich die Messgenauigkeit von Volumenmessgeräten infolge der Verwendung aggressiver Chemikalien, sowie Art und Häufigkeit der Reinigung verändern kann. Der Zyklus der Prüfungen muss vom Anwender selbst festgelegt werden.

Typische Überwachungszeiträume sind z. B. für Liquid Handling Geräte alle 3-12 Monate und für Volumenmessgeräte aus Glas alle 1-3 Jahre. Qualitätszertifikate erleichtern die Prüfmittelüberwachung, da die Erstprüfung entfallen kann. Auch vor dem Aussondern der Prüfmittel ist eine letzte Prüfung erforderlich (siehe DIN 32 937). Liquid Handling Geräte und BLAUBRAND® Volumenmessgeräte werden grundsätzlich mit Qualitätszertifikat ausgeliefert, siehe Seite 129, 284.

Durchführung der Prüfung

Die Prüfung erfolgt gravimetrisch, wobei Liquid Handling Geräte nach ISO 8655 und Volumenmessgeräte aus Glas nach ISO 4787 geprüft werden. Dabei muss die Rückführung der Prüfmittel auf die nationalen Normale gewährleistet sein. Generell wird bei Messgeräten, die auf Einguss 'IN' justiert sind, die aufgenommene und bei Messgeräten, die auf Auslauf 'Ex' justiert sind, die abgegebene Wassermenge erfasst und auf der Waage ausgewogen. Danach wird die Wassermenge unter Berücksichtigung der Dichte und des Luftauftriebes auf der Waage in Volumeneinheiten umgerechnet. Bei Volumenmessgeräten aus Glas muss zudem auch der Wärmeausdehnungskoeffizient des Messgerätes berücksichtigt werden.

Prüfumfang

Während Liquid Handling Geräte individuell geprüft werden, empfiehlt sich für Volumenmessgeräte aus Glas eine statistische Prüfung. Nachfolgende Formel zur Berechnung der Mindeststichprobenmenge (a) aus einer Grundgesamtheit (n) hat sich in der Praxis bewährt:

$$a = \sqrt{n}$$

Hinweis: Aus jeder im Labor eingesetzten Produktionscharge sind Stichproben zu entnehmen.

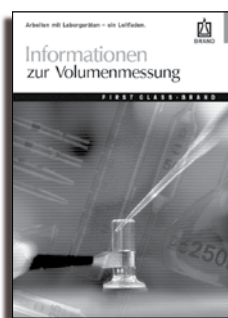


EASYCAL™ Software

Eine weitere Vereinfachung der Prüfmittelüberwachung bietet die für Windows® Betriebssysteme von BRAND entwickelte EASYCAL™ Software. Nach Eingabe des Gerätetyps und der Messwerte führt das Programm alle erforderlichen Berechnungen durch, druckt ein übersichtliches Prüfprotokoll aus und speichert alle Daten in einer jederzeit abrufbaren Datenbank. (Weitere Informationen zur EASYCAL™-Software finden Sie auf Seite 77-80.)

Unterlagen

Prüfanweisungen (SOPs), Informationen zur Volumenmessung sowie eine Demoversion der EASYCAL™ Software können direkt bei BRAND angefordert werden, bzw. stehen im Internet unter www.brand.de zum Download bereit.



Prüfanweisungen (SOPs)

Zur Erleichterung der Prüfmittelüberwachung bietet BRAND seinen Kunden zu allen Volumenmessgeräten Prüfanweisungen (SOPs) unter www.brand.de an, in denen das Prozedere der Volumenprüfung und die Auswertung Schritt für Schritt beschrieben ist. Zur einwandfreien Dokumentation wird am Ende der SOP (Standard Operating Procedure) ein Prüfprotokoll vorgeschlagen.

Informationen zur Volumenmessung

BRAND stellt seinen Kunden darüber hinaus auch eine Broschüre zur Verfügung, in der der Umgang mit Volumenmessgeräten und die Fehlermöglichkeiten der Handhabung aufgezeigt werden.

Informationen zum **BRAND Kalibrierservice** finden Sie auf Seite 291.



Berechnungen

Prüfmittelüberwachung

Die im Rahmen der Prüfmittelüberwachung erhaltenen Messwerte müssen wie folgt ausgewertet werden:

Beispiel: Transferpette® Digital, 20-200 µl

1. Berechnung des mittleren Volumens

Die aus der gravimetrischen Prüfung erhaltenen Wägewerte sind nur Massewerte des pipettierten Volumens. Um das tatsächliche Volumen zu erhalten, muss eine Korrekturrechnung durchgeführt werden.

Die Korrekturrechnung erfolgt durch die Multiplikation des Mittelwertes der Wägewerte (\bar{x}) mit dem Faktor Z ($\mu\text{l}/\text{mg}$), der die Dichte des Wassers, die Testtemperatur und den Luftdruck berücksichtigt. Z beträgt, bei 21,5 °C, 1013 mbar (hPa) und bei Verwendung von dest. Wasser, 1,0032 $\mu\text{l}/\text{mg}$.

Werte der gravimetrischen Prüfung bei 21,5 °C (Z = 1,0032)

Prüfvolumen (µl):	200,0000
Sollwert (mg):	199,3620
x ₁	200,2000
x ₂	199,6000
x ₃	199,4900
x ₄	199,7000
x ₅	199,7000
x ₆	199,2900
x ₇	199,3500
x ₈	199,4100
x ₉	199,2000
x ₁₀	199,1900

$$\bar{V} = \bar{x} \cdot Z$$

$$\bar{V} = \frac{200,2 + 199,6 + 199,49 + \dots + 199,19}{10} \cdot 1,0032$$

$$\bar{V} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_{10}}{n} \cdot Z$$

$$\bar{V} = 199,513 \cdot 1,0032$$

$$\bar{V} = 200,1514$$

2. Berechnung der Richtigkeit

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

$$R [\%] = \frac{200,1514 - 200}{200} \cdot 100$$

$$R [\%] = 0,076$$

Auszug aus der Tabelle "Faktor z für Liquid Handling Geräte"

Temperatur °C	Faktor z ml/g	Temperatur °C	Faktor z ml/g
18	1,00245	22,5	1,00338
18,5	1,00255	23	1,00350
19	1,00264	23,5	1,00362
19,5	1,00274	24	1,00374
20	1,00284	24,5	1,00386
20,5	1,00294	25	1,00399
21	1,00305	25,5	1,00412
21,5	1,00316	26	1,00425
22	1,00327		



3. Zur Berechnung des Variationskoeffizienten wird zunächst die Standardabweichung ermittelt

$$s = Z \cdot \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + (x_3 - \bar{x})^2 + \dots + (x_{10} - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$s = 1,0032 \cdot \sqrt{\frac{(200,2 - 199,51)^2 + (199,6 - 199,51)^2 + (199,49 - 199,51)^2 + \dots + (199,19 - 199,51)^2}{9}}$$

$$s = 1,0032 \cdot \sqrt{\frac{0,8393}{9}}$$

$$s = 0,306$$

4. Der Variationskoeffizient ergibt sich dann aus folgender Berechnung

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

$$VK [\%] = \frac{0,306 \cdot 100}{200,1514}$$

$$VK [\%] = 0,153$$

Für das errechnete Beispiel ergibt sich:

Auswertung der gravimetrischen Prüfung

Prüfvolumen (μl):	200,0000
Mittelwert (μl):	200,1514
R [%]	0,076
VK [%]	0,153
R [%] Soll*	0,600
VK [%] Soll*	0,200

* Fehlergrenzen aus der Gebrauchsanleitung

⇒ **Das Gerät ist in Ordnung!**

Sind die errechneten Werte für Richtigkeit (R [%]) und Variationskoeffizient (VK [%]) kleiner oder gleich den Fehlergrenzen, ist das Gerät in Ordnung.

Hinweis:

Sollen Teilvolumina überprüft werden, so müssen die auf das Nennvolumen V_N bezogenen Angaben R_N [%] und VK_N [%] umgerechnet werden.

Für das Teilvolumen 20 μl gilt:

$$R_{20\mu\text{l}} [\%] = \frac{V_N}{V_{20\mu\text{l}}} \cdot R_N [\%]$$

$$R_{20\mu\text{l}} [\%] = \frac{200\mu\text{l}}{20\mu\text{l}} \cdot 0,5\%$$

$$R_{20\mu\text{l}} [\%] = 5\%$$

Die Berechnung von $VK_{20\mu\text{l}}$ erfolgt analog.

Was kann man tun, wenn ein geprüftes Gerät außerhalb der Fehlergrenzen liegt?

1. Überprüfen, ob alle Punkte der SOP berücksichtigt wurden.
2. Hinweise zum Thema "Störungen – was tun?" in der Gebrauchsanleitung beachten.
3. Gerät gemäß der Gebrauchsanleitung justieren.

Sollten diese Punkte nicht zum gewünschten Ergebnis führen, nehmen Sie bitte Kontakt mit uns auf, um die weitere Vorgehensweise gemeinsam abzuklären.

Easy Calibration-Technik

Die Prüfmittelüberwachung nach ISO 9001 und die GLP-Richtlinien erfordern eine regelmäßige Überprüfung (etwa alle 3-12 Monate) und ggf. eine Justierung der Prüfmittel. Diese meist zeitaufwändige Arbeit kann bei BRAND Liquid Handling Geräten in kürzester Zeit durchgeführt werden.

- Zum Kalibrieren und Justieren müssen Sie die Geräte nicht außer Haus geben.
- Die Richtigkeit kann Ihren besonderen Arbeitsbedingungen angepasst werden.
- Zum Justieren wird kein Werkzeug benötigt. Das Justieren beansprucht nur wenige Sekunden.

Mit dieser zeitsparenden Justiertechnik sind folgende BRAND Liquid Handling Geräte ausgestattet:



Easy Calibration bei mechanischen Geräten

(z. B. Flaschenaufsatz-Dispenser Dispensette®)

Beispiel:

Die gravimetrische Kontrolle ergibt ein Volumen von 9,90 ml bei einem eingestellten Volumen von 10 ml (z. B. nach längerem Gebrauch oder bei besonderen Einsatzbedingungen). Das Justieren erfolgt dann einfach und schnell in fünf Schritten:



1. Gehäuse öffnen.



2. Sicherungsscheibe herausziehen.



3. Roten Drehknopf herausziehen und den ermittelten Ist-Wert (hier 9,90 ml) einstellen.



4. Roten Drehknopf und die Sicherungsscheibe wieder hineindrücken.



5. Gehäuse schließen – fertig! Die Änderung der Werkseinstellung wird durch eine rote Markierung angezeigt.



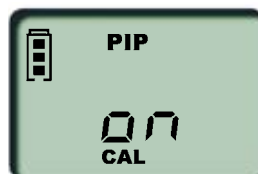
Easy Calibration bei elektronischen Geräten

(z. B. Mikroliterpipette Transferpette® electronic)

Beispiel:
Die gravimetrische Prüfung ergibt ein Volumen von 201,3 µl bei einem eingestellten Volumen von 200 µl (z. B. nach längerem Gebrauch oder bei besonderen Einsatzbedingungen). Das Justieren erfolgt in wenigen Schritten:



1. Ausgangsdisplay



2. Justiermodus aufrufen und durch Betätigen der MENU-Taste aktivieren



3. Der Justiermodus zeigt bei blinkender CAL-Anzeige das Ausgangsvolumen an.



4. Einstellung des ermittelten Volumen durch Verwendung der Pfeiltasten an der Mikroliterpipette Transferpette® electronic.



5. Nach Bestätigung des Volumens ändert sich im Display das geprüfte und korrigierte Volumen. Das CAL-Symbol belegt die vorgenommene Justierung. Der Werkzustand kann jederzeit wieder hergestellt werden.



EASYCAL™ 4.0

Eine deutliche Erleichterung bei der Überprüfung der Genauigkeit der Geräte bietet Ihnen die Kalibriersoftware EASYCAL™ von BRAND. Gerätespezifische Prüfanweisungen (SOPs) erläutern Schritt für Schritt den Ablauf. Mit der bedienungsfreundlichen Software werden die erforderlichen Berechnungen durchgeführt (weitere Informationen finden Sie ab Seite 77). Eine kostenlose Demoversion unserer Software sowie die SOPs stehen im Internet (www.brand.de) zum Download bereit.

BRAND bietet auch einen Werkskalibrierdienst an. (Weitere Informationen finden Sie auf Seite 291).

DKD Kalibrierlabor bei BRAND

Deutscher Kalibrierdienst

Der Deutsche Kalibrierdienst (DKD) wurde 1977 als gemeinsame Einrichtung von Staat und Wirtschaft gegründet und stellt das Bindeglied zwischen den Messmitteln der Labors in Industrie, Forschung, Prüfinstituten und Behörden und den nationalen Normen der PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt) dar. Damit wird das bestehende System des Eichwesens, das vor allem dem Zweck des Verbraucherschutzes dient, wirksam ergänzt.

DKD-Kalibrierlabor

Das 1998 bei BRAND eröffnete Kalibrierlaboratorium für Volumenmessgeräte wurde vom Deutschen Kalibrierdienst (DKD) nach DIN EN ISO/IEC 17 025 akkreditiert. Unser Kalibrierlabor ist damit berechtigt, für die rechts aufgeführten Volumenmessgeräte DKD-Kalibrierscheine auszustellen. Diese sind in mehreren Sprachen erhältlich.

DKD-Kalibrierschein (DKD-K-20701)



Der DKD-Kalibrierschein dokumentiert als offizielles Zertifikat die Rückführung der Messwerte auf nationale und internationale Normale, wie unter anderem von den Normenfamilien DIN EN ISO 9001 und ISO/IEC 17 025 für die Prüfmittelüberwachung gefordert. Ein entscheidender Unterschied zwischen Werkskalibrierdiensten zu DKD-Kalibrierlaboratorien ist die durch den DKD überwachte, zuverlässige Angabe der Messunsicherheit, für die das Labor bürgt.

Der DKD-Kalibrierschein hat dort seine Anwendung, wo Kalibrierungen eines akkreditierten Labors erforderlich sind, wo es um sehr hochwertige Kalibrierungen, um die Bereitstellung von Bezugsnormen und um die Kalibrierung von Referenzgeräten geht.

Für welche Volumenmessgeräte können Sie bei BRAND DKD-Zertifikate erhalten?

BRAND kalibriert herstellerunabhängig nachfolgende Volumenmessgeräte, ganz gleich ob neu oder bereits im Einsatz:

- **Kolbenhubpipetten,**
von 0,1 µl - 10 ml
- **Mehrkanal-Kolbenhubpipetten,**
von 0,1 µl - 300 µl
- **Kolbenbüretten,**
von 5 µl - 200 ml
- **Dispenser, Dilutoren,**
von 5 µl - 200 ml
- **Volumenmessgeräte aus Glas,**
auf Einguss ('In'), von 1 µl - 10 l
- **Volumenmessgeräte aus Glas,**
auf Ausguss oder Ablauf ('Ex'),
von 100 µl - 100 ml
- **Volumenmessgeräte aus Kunststoff,**
auf Einguss ('In'), von 1 ml - 2000 ml
- **Volumenmessgeräte aus Kunststoff,**
auf Ausguss oder Ablauf ('Ex'),
von 1 ml - 100 ml
- **Pyknometer aus Glas,**
von 1 cm³ - 100 cm³

Zur Bestellung von Volumenmessgeräten mit DKD-Kalibrierschein einfach "DKD" vor die entsprechende Katalognummer stellen. Wird für bereits im Gebrauch befindliche Geräte (auch Geräte anderer Hersteller) ein DKD-Kalibrierschein benötigt, diese bitte mit dem Hinweis "DKD-Kalibrierung" an BRAND senden.



International anerkannt

Der DKD ist Mitglied der European Cooperation for Accreditation (EA). Durch multilaterale Abkommen wird in einer Vielzahl von Staaten der DKD-Kalibrierschein verbindlich anerkannt. Darüber hinaus haben über 50 Akkreditierungsstellen aus über 40 Ländern – darunter der DKD – seit November 2000 ein erstes weltweites Abkommen zur gegenseitigen Anerkennung unterzeichnet, das "Mutual Recognition Arrangement" (MRA) der International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC). Damit verpflichten sich die Unterzeichner gegenseitig die Anerkennung von Kalibrierscheinen und Prüfberichten der von den Partnern akkreditierten Laboratorien zu empfehlen und zu fördern. (Der genaue Text des Abkommens ist im Internet unter www.ilac.org nachzulesen.)

Kalibrierservice von BRAND

Für alle Volumenmessgeräte die der Prüfmittelüberwachung unterliegen, ist eine schriftliche Dokumentation über regelmäßige Kalibrierung bzw. Volumenkontrolle notwendig. Diese beinhaltet neben den Werten für Genauigkeit und Variationskoeffizient auch Angaben über die Art der Prüfung und die Prüffrequenz. Häufige Überprüfungen sind meist zeitaufwändig und teuer: sie bedeuten, dass das Messmittel außer Betrieb genommen wird und – falls erhebliche Abweichungen festgestellt werden – justiert oder repariert werden muss.

BRAND bietet hier einen Komplettservice an, der Kalibrierung und gegebenenfalls auch Reparatur und Justierung von Messmitteln beinhaltet. Dies spart Zeit und Geld und reduziert Geräteausfallzeiten.

Gerätespektrum:

- Kolbenhubpipetten (Ein- und Mehrkanal)
- Flaschenaufsatz-Dispenser
- Digitale Flaschenaufsatz-Büretten
- Stufendosiergeräte (Mehrfachdispenser)



Prüfung gemäß DIN EN ISO 8655

Ein Team qualifizierter Mitarbeiter überprüft in vollklimatisierten Räumen, unter Verwendung modernster Waagen und neuester Prüfsoftware, sämtliche Liquid Handling Geräte unabhängig vom Hersteller gemäß der DIN EN ISO 8655.

Geräte mit variablem Volumen, wie die Mikroliterpipette Transferpette® oder der Flaschenaufsatz-Dispenser Dispensette®, werden beim Nennvolumen, bei 50 % des Nennvolumens und bei 10 % bzw. 20 % des Nennvolumens überprüft.

Zur Dokumentation der Ergebnisse wird ein aussagekräftiges Kalibrierzertifikat erstellt.

BRAND-Kalibrierservice

- Kalibrierung und Justage von Liquid Handling Geräten unabhängig vom Hersteller (bei BRAND-Geräten ggf. auch Wartung und Reparatur).
- Kostengünstige Abwicklung
- Aussagekräftiges Kalibrierzertifikat
- Auf Wunsch erstellen wir ein zusätzliches Zertifikat zur Dokumentation des messtechnischen Zustandes Ihres eingesandten Gerätes vor Justage/Wartung/Reparatur.

Kalibrieraufträge und Unbedenklichkeitserklärung stehen im Internet unter www.brand.de zum Download bereit.



IVD-Richtlinien

IVD-Richtlinie der EU

Am 7. Dezember 1998 ist im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften die EU-Richtlinie über In-vitro-Diagnostika (IVD-Richtlinie) veröffentlicht worden und damit in Kraft getreten. Sie kann seit dem 7. Juni 2000 angewendet werden.

Was sind In-Vitro-Diagnostika (IVD)?

"In-vitro-Diagnostika" sind Medizinprodukte, die zur In-vitro-Untersuchung von aus dem menschlichen Körper stammenden Proben, einschließlich Blut- und Gewebespenden, verwendet werden. Zu Ihnen zählen Reagenzien, Kalibriersubstanzen oder -vorrichtungen, Kontrollsubstanzen oder -vorrichtungen, Ausrüstungen, Instrumente, Apparate, Systeme oder auch Probenbehältnisse, wenn sie vom Hersteller speziell für medizinische Proben bestimmt sind. "In-vitro-Diagnostika" dienen hauptsächlich dazu, Informationen zu liefern

- über physiologische oder pathologische Zustände
- über angeborene Anomalien
- zur Überwachung therapeutischer Maßnahmen.

Was sind Medizinprodukte?

Medizinprodukte sind alle Instrumente, Apparate, Vorrichtungen, Stoffe oder andere Gegenstände, inklusive Software, die vom Hersteller zur Anwendung für Menschen bestimmt sind

- zum Zwecke der Erkennung, Verhütung, Überwachung, Behandlung, Linderung oder Kompensation von Krankheiten, Verletzungen oder Behinderungen
- zum Zwecke der Untersuchung der Ersetzung oder der Veränderung des anatomischen Aufbaus oder eines physiologischen Vorgangs
- zum Zwecke der Empfängnisregelung.

Ausgenommen sind pharmakologisch oder immunologisch wirkende Mittel, die über das Arzneimittelgesetz geregelt sind.

Kennzeichnung

Mit dem CE-Zeichen auf einem Produkt bestätigt der Hersteller, dass das Produkt den in den EU-Richtlinien festgelegten Anforderungen für Produkte dieser Art entspricht und, so nötig, den erforderlichen Prüfverfahren unterzogen wurde. Der Hersteller bringt dieses Zeichen am Produkt an und erstellt zusätzlich eine Konformitätserklärung, die die Übereinstimmung des Produktes mit den zitierten Richtlinien und Normen bescheinigt.

Die von BRAND gelieferten Medizinprodukte gehören alle in die Gruppe der In-vitro-Diagnostika (IVD). Dazu zählen z. B.

- Blutzellenzählkammern
- Hämacytometer-Deckgläser
- Einmalkapillarpipetten
- Mikro-Hämatokrit-Kapillaren
- Hämatokrit-Versiegelungskitt
- Probengefäße für Analyser
- Urinbecher
- Stuhlprobenbehälter
- Kryoröhrchen
- Pipettenspitzen
- PD-Tips
- Transferpette® Mikroliterpipetten
- HandyStep® Mehrfachdispenser

BIO-CERT®

Steril / Frei von Endotoxinen, DNA, RNase und ATP

Sensible Anwendungen, wie z. B. bei der PCR*, der DNA/RNA-Aufreinigung oder der DNA-Sequenzierung, erfordern höchste Qualitätsansprüche an die verwendeten Einmalprodukte aus Kunststoff. Um den geforderten Bedingungen gerecht zu werden, werden BIO-CERT® Produkte im Reinraum, unter modernsten Produktionsbedingungen hergestellt.

PLASTIBRAND® BIO-CERT® Produkte sind garantiert:

Steril:

BIO-CERT® Produkte werden gemäß ISO 11137 und AAMI-Richtlinien mit β -Strahlen und einer Strahlendosis von 12,1 kGy sterilisiert. Ein SAL (sterility assurance level) von 10^{-6} wird erreicht. Die Sterilität entspricht den Anforderungen der USP 29 und der Ph. Eur.

Frei von DNA und RNase:


BIO-CERT® Produkte sind frei von DNA ($< 4 \times 10^{-12}$ g/Spitze), um falsch positive Signale, z. B. bei der PCR*, zu vermeiden und frei von RNasen ($< 8,6 \times 10^{-15}$ g/Spitze), um das Arbeiten mit RNA zu erleichtern.

Frei von Endotoxinen:

Die Konzentration an Endotoxinen wird bei BIO-CERT® Produkten mittels des Limulus Amebocyte Lysate (LAL) Tests bestimmt. Die Nachweisgrenze liegt bei 0,01 EU/ml. Diese entspricht einer Endotoxinkonzentration von $< 1 \times 10^{-12}$ g/Spitze.

Frei von ATP:

BIO-CERT® Produkte sind garantiert frei von ATP (ATP-Konzentration $< 1 \times 10^{-15}$ g/Spitze) und deshalb besonders für die Lumineszenzmessung geeignet. Ein entsprechendes Zertifikat wird mitgeliefert.

Certificate of Analysis		
BIO-CERT®		
Product:	Filter Tips	Cat. No.:
Volume:	5-200µl	Lot No.:
Product corresponds to the following criteria:		Expiry Date:
PRE-STERILIZATION BIOBURDEN TEST		STERILITY
According to Ph. Eur.		Beta-radiation according to ISO 11137 and AAMI guidelines using a minimum radiation dose of 12.1 kGy (≈ 12.1 Joule per kg or 0.121 Mrad) to obtain a SAL of 10^{-6} .
Parameter	Method	Limits
Endotoxins	accord. to DAB 1997 Limulus Amebocyte Lysate test with a detection limit of 0.01 IU/ml	$< 1.1 \times 10^{-12}$ g/unit
ATP	pre-sterilization bioburden test	$< 1 \times 10^{-15}$ g/unit
DNA	pre-sterilization bioburden test	$< 4 \times 10^{-12}$ g/unit
RNase	pre-sterilization bioburden test	$< 8.6 \times 10^{-15}$ g/unit
The lot does not exceed the concentration levels declared. The test results refer exclusively to the units tested.		
Feb-10-2009	21	
Date	Operator	
BIO-CERT® is a trademark of BRAND GMBH + CO KG, Germany.		
BRAND GMBH + CO KG · P.O.Box 1155 · 97861 Wertheim · Germany		
		8001-14001 CERTIFIED
		
		BRAND

- Bei der Herstellung von BIO-CERT® Produkten werden farbfreie Granulate verwendet.
- Die Sterilität und die Endotoxinkonzentration werden chargenweise getestet und die DNA-, RNase- und ATP-Konzentrationen ständig überwacht.
- Ein chargenbezogenes Zertifikat wird mitgeliefert.

Folgende Einmalprodukte aus Kunststoff sind in BIO-CERT® Qualität lieferbar:

- Pipettenspitzen (siehe Seite 87-89)
- Filter-Spitzen (siehe Seite 87-89)
- PD-Tips (siehe Seite 91, 92)
- Reaktionsgefäße, 1,5 ml (siehe Seite 94-97)

* Die Polymerase Kettenreaktion (PCR) ist patentrechtlich geschützt für Hoffmann-La Roche.



Thermocycler-Kompatibilität

Mit einem Blick auf die Tabelle sehen Sie, welche BRAND PCR-Platten mit Ihrem Thermocycler kompatibel sind. Durch Herstellerinformationen und Feedback unserer Kunden können wir die Tabelle laufend aktualisieren. Fordern Sie unverbindlich kostenlose Muster unserer PCR-Platten an (www.brand.de), um die Kompatibilität zu Ihrem Gerät sicherstellen zu können. Mit einer kurzen Information über das Ergebnis helfen Sie uns, die Tabelle zu vervollständigen.

	24-, 48-, 96-well, o. Rahmen 7814 11, 7814 15, 7813 50	96-well, erhöhter Rahmen 7813 52	96-well, ganzer Rahmen 7813 53	96-well, halber Rahmen 7814 00	384-well, ganzer Rahmen 7813 45	384-well, ganzer Rahmen 7813 47	384-well, ganzer R., starr 7813 48
Applied Biosystems							
2700	●	●		●	●	●	●
3100	●	●				●	●
3130	-	-				●	●
3700	●	●			●	●	●
3730/3730x	●	●				●	●
<i>q</i> PCR 5700		●					
<i>q</i> PCR 7000	●	●					
<i>q</i> PCR 7300	●	●					
<i>q</i> PCR 7500	●	●					
<i>q</i> PCR 7700	●	●					
<i>q</i> PCR 7900 HT		●				●	
9600	●	●		●			
9700	●	●		●	●	●	●
Amersham Biosciences							
MegaBACE 500			●				
MegaBACE 1000			●				
MegaBACE 4000					●	●	●
Biometra							
Uno	●	●	●	●			
Uno II	●	●		●	●	●	●
T1 Thermal Cycler	●	●	●	●	●	●	●
T3 Thermal Cycler	-			-			
Tgradient	●	●	●	●			
Trobot	●		●	●	●	●	●
BioRad							
iCycler	●	●	●				
MyCycler	●						
<i>q</i> PCR MyiQ	●		●				
<i>q</i> PCR iQ5	●		●				
Corbett Research							
PalmCycler 96			●				
PalmCycler 384						●	●
Eppendorf							
Mastercycler Gradient	●	●	●	●			
Mastercycler ep	●	●	●				
Mastercycler M 384					●	●	●
Mastercycler ep Realplex <i>q</i> PCR			●				

= Real Time PCR geeignet
 = geeignet
 = nicht geeignet
 = noch keine Info
q PCR = Geräte, die eine quantitative Real Time PCR durchführen können

	24-, 48-, 96-well, o. Rahmen 7814 11, 7814 15, 7813 50	96-well, erhöhter Rahmen 7813 52	96-well, ganzer Rahmen 7813 53	96-well, halber Rahmen 7814 00	384-well, ganzer Rahmen 7813 45	384-well, ganzer Rahmen 7813 47	384-well, ganzer R., starr 7813 48
Ericomp							
Single Block	●	●					
Twin Block	●	●					
Delta Cycler	●	●					
Hybaid							
Multiblock System MBS	●		●		●	●	●
Omnigene	●	●	●	●	●	●	●
Omn-E	●	●	●	●			
PCR Express	●	●	●	●	●	●	●
PCR Sprint	-		●	-			
pxe	●		●		●	●	●
px2	●		●		●	●	●
Touchdown	●	●	●	●	●	●	●
MJ Research							
BaseStation			●				
<i>q</i> PCR Chromo 4			●				
Dyad/Disciple	●		●			●	●
<i>q</i> PCR Opticon			●				
<i>q</i> PCR Opticon 2			●				
PTC-100	●	●	●	●		●	●
PTC-200	●	●	●	●	●	●	●
PTC-225 Tetrad	●	●	●	●	●	●	●
MWG							
Primus 96	●	●	●	●			
Primus 384					●	●	●
Stratagene							
<i>q</i> PCR Mx4000	●	●					
<i>q</i> PCR Mx3000	●		●				
Robocycler	●	●	●	-	●	●	●
TaKaRa							
TP240			●				
TP3000	●		●				
Techne							
TC-412/Flexigene	●	-	●	●	●	●	●
Genius	●	-	●	●	●	●	●
TC-512/Touchgene Gradient	●	-	●	●	●	●	●
TC-3000X	●*	-	-	-	-	-	-
Transgenomic							
Wave System			●				

* kompatibel mit 7814 11 und 7814 15

Stand Dez. 2008

Laborgläser

Den Universalwerkstoff, der allen Anforderungen im Labor gerecht wird, gibt es nicht. Die Entscheidung für Glas oder Kunststoff richtet sich nach Anwendungszweck und Produktgestaltung, unter Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften dieser Werkstoffe und wirtschaftlicher Aspekte.

Allgemeine Eigenschaften

Glas zeichnet sich durch sehr hohe chemische Beständigkeit gegen Wasser, Salzlösungen, Säuren, Laugen sowie organische Lösungsmittel aus und übertrifft in dieser Hinsicht die meisten Kunststoffe. Es wird lediglich von Fluorwasserstoffsäure und – bei erhöhten Temperaturen – von starken Laugen und konzentrierter Phosphorsäure angegriffen. Weitere Vorteile von Glas sind Formstabilität, auch bei erhöhten Temperaturen, sowie hohe Transparenz.

Die spezifischen Eigenschaften einzelner Gläser

Für den Laborbereich stehen verschiedene technische Gläser mit unterschiedlichen Eigenschaften zur Verfügung.

Natron-Kalk-Glas

Natron-Kalk-Glas (z.B. AR-Glas®) besitzt gute chemische und physikalische Eigenschaften. Es eignet sich für Produkte, die einer in der Regel kurzzeitigen chemischen Beanspruchung standhalten müssen und thermisch nicht hoch belastet werden (z.B. Pipetten, Kulturröhrchen).

Borosilikat-Glas (BORO 3.3, BORO 5.4)

Borosilikatglas besitzt sehr gute chemische und physikalische Eigenschaften. DURAN® repräsentiert den international festgelegten Typ des Borosilikatglases 3.3 (DIN ISO 3585) und wird für Anwendungsbereiche eingesetzt, in denen neben der sehr guten chemischen Resistenz eine sehr hohe Hitzebeständigkeit und Temperaturwechsel-Beständigkeit sowie hohe mechanische Festigkeit gefordert werden (z.B. Bauelemente chemischer Apparaturen, Rundkolben, Bechergläser).

Anwendungshinweise

Beim Arbeiten mit Glas sind die Grenzen dieses Werkstoffs bei Temperaturwechsel und mechanischer Beanspruchung zu berücksichtigen und strikte Vorsichtsmaßnahmen einzuhalten:

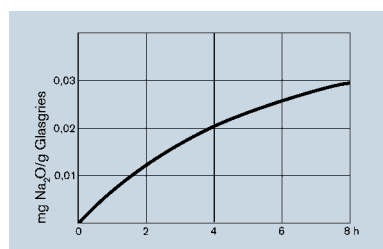
- Volumenmessgeräte wie Messzylinder und Messkolben nicht auf Heizplatten erhitzen.
- Exotherme Reaktionen, wie Verdünnen von Schwefelsäure oder Lösen von festen Alkalihydroxiden, grundsätzlich immer unter Rühren und Kühlen beispielsweise im Erlenmeyerkolben durchführen – nie im Messzylinder oder Messkolben!
- Glasgeräte nie abrupten Temperaturänderungen aussetzen! Also nicht heiß aus dem Trockenschrank holen und auf einen kalten oder etwa gar nassen Labortisch stellen.
- Für Druckbelastungen dürfen nur die dafür vorgesehenen Glasgeräte verwendet werden, z. B. dürfen Saugflaschen und Exsikkatoren nach Prüfung auf einwandfreien Zustand evakuiert werden. Für Überdruckanwendungen bietet BRAND keine Geräte an.



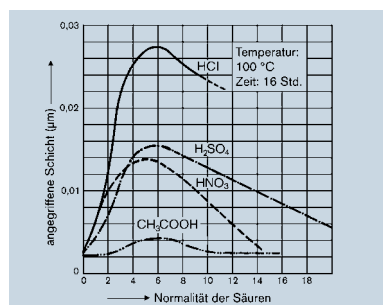
Chemische Beständigkeit

Chemische Wechselwirkung mit Wasser und Säuren

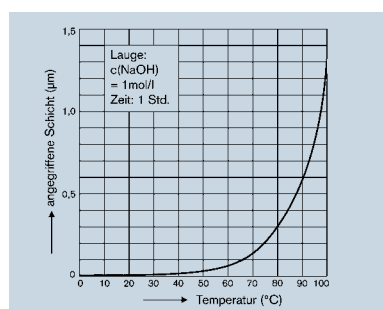
Die Wechselwirkung von Wasser und Säuren mit der Glasoberfläche ist vernachlässigbar gering. Hierbei werden lediglich sehr geringe Mengen vorwiegend einwertiger Ionen aus dem Glas herausgelöst. Dabei bildet sich eine sehr dünne, porenarme Kieselgel-Schicht auf der Glasoberfläche, die den weiteren Angriff hemmt. Eine Ausnahme bilden Fluorwasserstoffsäure und heiße konzentrierte Phosphorsäure, die die Ausbildung der Passivschicht verhindern.



Wasserangriff an DURAN® in Abhängigkeit von der Zeit



Säureangriff an DURAN® in Abhängigkeit von der Konzentration



Laugenangriff an DURAN® in Abhängigkeit von der Temperatur

Chemische Wechselwirkung mit Laugen

Laugen greifen mit steigender Konzentration und Temperatur die Glasoberfläche verstärkt an. Zwar vollzieht sich der Glasabtrag bei Borosilikatglas 3.3 lediglich im µm-Bereich, doch kann dies nach entsprechender Einwirkzeit z. B. bei Volumengeräten zur Änderung des Volumens und Zerstörung der Graduierung führen.

Wasserbeständigkeit von Glasgries

DURAN® entspricht der Klasse 1 der nach DIN ISO 719 (98 °C) in 5 Wasserbeständigkeitsklassen eingeteilten Gläser. Die aus Glasgries mit einer Körnung von 300 bis 500 µm nach 1 Stunde in Wasser bei 98 °C herausgelöste Na₂O Menge beträgt weniger als 31 µg Na₂O/g Glasgries.

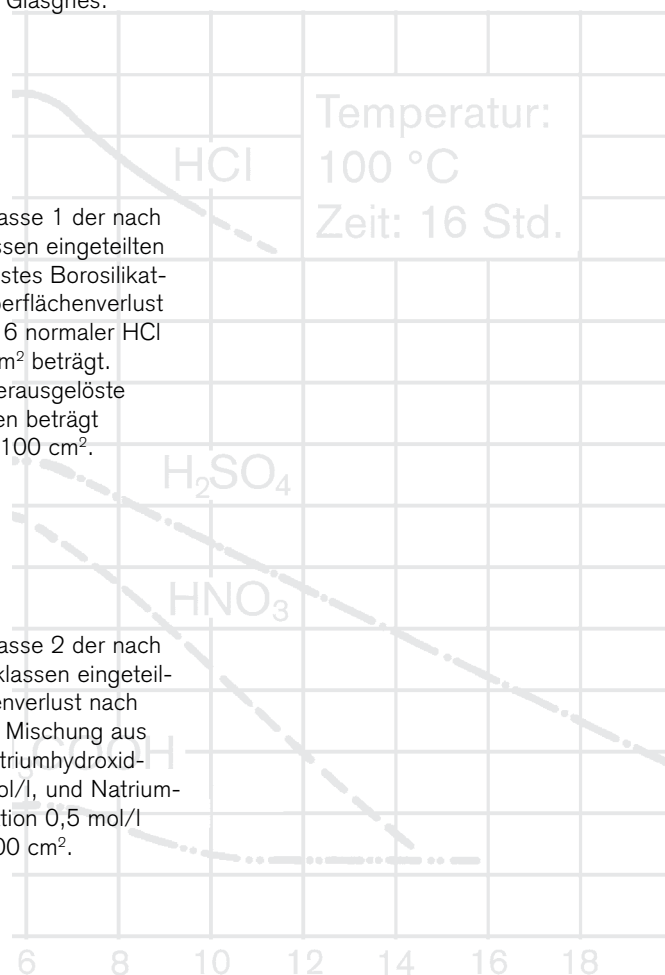
Ebenso entspricht DURAN® der Klasse 1, der nach DIN ISO 720 (121 °C) in 3 Wasserbeständigkeitsklassen eingeteilten Gläser. Die nach 1 Stunde in Wasser bei 121 °C herausgelöste Na₂O Menge beträgt weniger als 62 µg Na₂O/g Glasgries.

Säurebeständigkeit

DURAN® entspricht der Klasse 1 der nach DIN 12 116 in 4 Säureklassen eingeteilten Gläser. Es wird als säurefestes Borosilikatglas bezeichnet, da der Oberflächenverlust nach 6 Stunden kochen in 6 normaler HCl weniger als 0,7 mg/100 cm² beträgt. Die nach DIN ISO 1776 herausgelöste Menge an Alkalimetalloxiden beträgt weniger als 100 µg Na₂O/100 cm².

Laugenbeständigkeit

DURAN® entspricht der Klasse 2 der nach DIN ISO 695 in 3 Laugenklassen eingeteilten Gläser. Der Oberflächenverlust nach 3 Stunden kochen in einer Mischung aus gleichen Volumenteilen Natriumhydroxidlösung, Konzentration 1 mol/l, und Natriumcarbonatlösung, Konzentration 0,5 mol/l beträgt nur ca. 134 mg/100 cm².



Chemische Beständigkeit gegen	Wasser DIN ISO 719 (Klasse HGB 1-5)	Säuren DIN 12 116 (Klasse 1-4)	Laugen DIN ISO 695 (Klasse 1-3)
Natron-Kalk-Glas (AR®-Glas)	3	1	2
Borosilikatglas 3.3 (DURAN®)	1	1	2

Mechanische Beständigkeit

Thermische Spannungen

Bei der Herstellung und Verarbeitung von Glas können schädliche thermische Spannungen entstehen. Beim Abkühlen der heißen Glasschmelze vollzieht sich im Bereich zwischen dem oberen und unteren Kühlpunkt der Übergang vom plastischen in den spröden Zustand. Hier müssen vorhandene thermische Spannungen durch einen sorgfältig gesteuerten Kühlprozess abgebaut werden. Unterhalb des unteren Kühlpunktes kann das Glas dann schneller abgekühlt werden, ohne dass bedeutende neue Spannungen einfrieren.

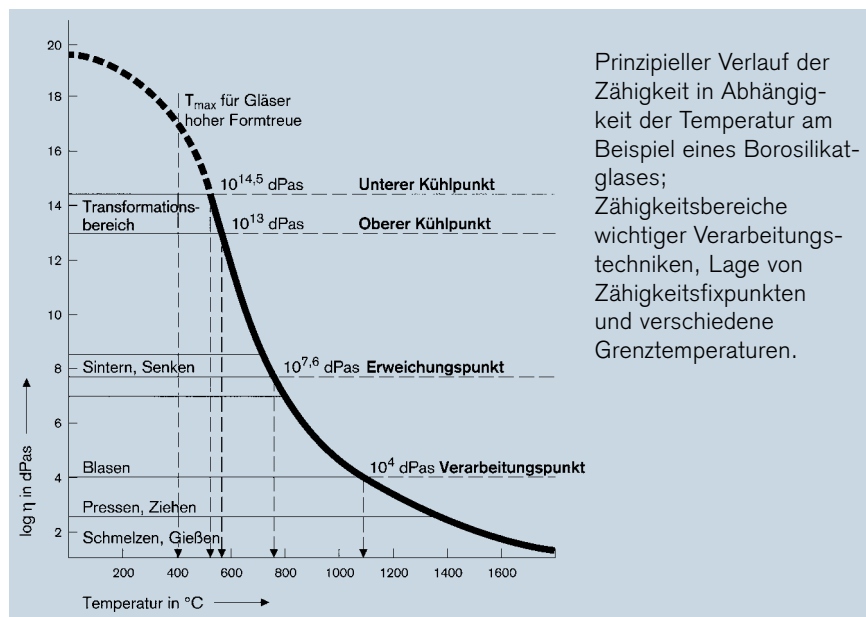
Analog verhält sich Glas, wenn es z. B. durch direkte Einwirkung einer Bunsenbrennerflamme auf eine Temperatur oberhalb des unteren Kühlpunktes erhitzt wird. Beim Abkühlen können dann schädliche thermische Spannungen einfrieren, infolgedessen Bruchfestigkeit und mechanische Belastbarkeit erheblich reduziert werden. Zur Beseitigung der thermischen Spannung muss das Glas wieder auf eine Temperatur zwischen dem oberen und unteren Kühlpunkt erhitzt, in diesem Temperaturbereich etwa 30 Minuten gehalten und dann unter Einhaltung der vorgeschriebenen Abkühlungsgeschwindigkeiten abgekühlt werden.

Temperaturwechselbeständigkeit

Wird Glas im Temperaturbereich unterhalb des unteren Kühlpunktes erhitzt, so treten aufgrund der Wärmeausdehnung und des geringen Wärmeleitvermögens Zug- und Druckspannungen auf. Werden dabei die zulässigen Festigkeitswerte infolge zu schneller Aufheiz- bzw. Abkühlgeschwindigkeiten überschritten, tritt Bruch ein. Neben dem Längen-Ausdehnungskoeffizienten α , der je nach Glasart variiert, müssen auch die Wanddicke, die Geometrie des Glaskörpers und eventuell vorhandene Kerbstellen berücksichtigt werden. Daher ist die Angabe eines exakten Zahlenwertes für die Temperaturwechselbeständigkeit problematisch. Jedoch wird aus dem Vergleich der α -Werte deutlich, dass DURAN® unter sonst gleichen Versuchsbedingungen einer wesentlich höheren Temperaturwechselbeanspruchung standhält als z. B. AR-Glas®.

Mechanische Spannungen

Technisch gesehen, verhalten sich Gläser ideal elastisch, d.h., mechanische Zug- und Druckkräfte können nach Überschreiten der Elastizitätsgrenzen nicht in plastische Verformung umgesetzt werden, sondern es tritt Bruch ein. Die Zugfestigkeit ist relativ gering und kann durch Kerbstellen, z. B. Risse, noch erheblich gemindert werden. Aus Sicherheitsgründen wird daher im Apparatebau für DURAN® mit einer Zugfestigkeit von 6 N/mm² gerechnet. Die Druckfestigkeit dagegen ist etwa 10 mal so hoch.



	Obere Kühltemperatur (Viskosität 10^{13} dPas)	Untere Kühltemperatur (Viskosität $10^{14.5}$ dPas)	Linearer Ausdehnungskoeffizient $\alpha_{20/300} \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$	Dichte g/cm^3
Natron-Kalk-Glas (AR®-Glas)	530	495	9,1	2,52
Borosilikat-Glas 3.3 (DURAN®)	560	510	3,3	2,23

Kunststoffe

Neben Glas hat sich Kunststoff als Werkstoff für Laborgeräte durchgesetzt. Kunststoffe werden im allgemeinen in folgende drei Gruppen eingeteilt:

■ Elastomere

Kunststoffe mit lose vernetzten Molekülen, die bei normaler Temperatur gummielastisch sind. Hitzeeinwirkung verursacht irreversible Vernetzung (Vulkanisation).

Die bekanntesten Elastomere sind Naturkautschuk und Silikon-Kautschuk.

■ 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.

■ 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.

PS Polystyrol

Aufgrund seiner amorphen Struktur ist PS glasklar, hart, spröde und formstabil. PS ist gegenüber wässrigen Lösungen gut beständig, jedoch gering beständig gegenüber Lösungsmitteln. Ein Nachteil ist die eingeschränkte Temperaturbeständigkeit und die Neigung zu Spannungsrissen.

SAN Styrol-Acrylnitril-Copolymer

SAN ist ein glasklares Material, mit geringer Neigung zu Spannungsrissen. SAN ist chemisch geringfügig beständiger als PS.

PMMA Polymethylmethacrylat

PMMA ist glasklar ("organisches Glas"), formstabil und relativ unempfindlich gegenüber Umwelteinflüssen. PMMA kann Glas in vielen Anwendungen ersetzen, wenn die Gebrauchstemperatur unter 90 °C liegt und geringe chemische Beständigkeit gefordert ist. PMMA ist gegen UV-Strahlen sehr gut beständig.

PC Polycarbonat

Polycarbonate sind lineare Polyester der Kohlensäure, die viele Eigenschaften von Metallen, Glas und Kunststoffen vereinigen. Polycarbonate sind glasklar und besitzen eine sehr gute Temperaturstabilität im Bereich von -130 bis +130 °C. Hinweis: Polycarbonate verlieren ihre Festigkeit, wenn sie autoklaviert oder mit alkalischen Reinigungsmitteln behandelt werden.

PA Polyamid

Polyamide sind lineare Polymere mit sich regelmäßig wiederholenden Amidbindungen entlang der Hauptkette. Wegen ihrer hervorragenden Festigkeit und Zähigkeit werden sie oft als Konstruktionswerkstoffe und für Metallüberzüge verwendet. Gute chemische Beständigkeit besteht gegenüber organischen Lösungsmitteln, doch können sie leicht von Säuren und oxidierenden Chemikalien angegriffen werden.



PVC Polyvinylchlorid

Die Vinylchlorid-Polymerisate sind amorphe Thermoplaste mit guter Chemikalienbeständigkeit.

Durch Zusatz von Weichmachern werden vielfältige Anwendungsgebiete erschlossen, die von künstlichem Leder bis hin zu Spritzgussartikeln reichen. Besonders gute chemische Beständigkeit besteht gegenüber Ölen.

POM Polyoxymethylen

POM besitzt hervorragende mechanische Eigenschaften bezüglich Härte, Festigkeit und Zähigkeit. Weitere Vorteile sind sehr gute chemische Beständigkeit, gute Gleiteigenschaften und gute Abriebfestigkeit. In vielen Fällen können sie Metalle ersetzen. POM ist für Gebrauchstemperaturen bis 130 °C geeignet.

PUR Polyurethan

Polyurethan ist ein sehr vielseitiger Kunststoff und wird daher in den unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt. Die durch Polyadditionsreaktion entstehenden Moleküle sind aus Dialkoholen und Polyisocyanat aufgebaut.

Als Werkstoff für die Beschichtung von BLAUBRAND® Messkolben wird eine hochwertige, kratzfeste und transparente PUR Type mit einem hohen Elastizitätsmodul eingesetzt. Die Gebrauchstemperatur reicht von -30 bis +80 °C.

Kurzzeitige Einwirkungen höherer Temperaturen bis 135 °C sind zwar zulässig, doch führt dies auf Dauer zur Verringerung der Elastizität.

PE-LD Polyethylen niedriger Dichte

Ethylen polymerisiert unter hohem Druck mit einer bestimmten Anzahl von Seitenketten. Dies ergibt ein im Vergleich zu PE-HD weniger kompaktes Molekül mit sehr guter Flexibilität und guter chemischer Beständigkeit. Gegenüber organischen Lösungsmitteln ist die Beständigkeit geringer verglichen mit PE-HD. Die Gebrauchstemperatur ist auf 80 °C begrenzt.

PE-HD Polyethylen hoher Dichte

Wird die Polymerisation katalytisch gesteuert, so erhält man Moleküle mit einer sehr geringen Anzahl von Seitenketten. Verglichen zu PE-LD sind die Moleküle sehr kompakt mit erhöhter Festigkeit und chemischer Beständigkeit. Die Gebrauchstemperatur reicht bis 105 °C.

PP Polypropylen

PP hat eine ähnliche Struktur wie PE, jedoch sitzt an jedem zweiten C-Atom der Kohlenstoffkette eine Methylgruppe. Der größte Vorteil verglichen mit PE ist seine höhere Temperaturbeständigkeit. Es kann wiederholt bei 121 °C autoklaviert werden. Die gute mechanische und chemische Beständigkeit ist vergleichbar zu PE, doch kann es merklich leichter durch stark oxidierende Chemikalien angegriffen werden.

PMP Polymethylpenten

PMP ist ähnlich wie PP aufgebaut, doch sind die Methylgruppen durch Isobutylgruppen ersetzt. Die chemische Beständigkeit ist vergleichbar mit PP, doch besteht Neigung zu Spannungsrissen durch die Einwirkung von Ketonen oder z.B. chlorierten Lösungsmitteln. Die Hauptvorteile von PMP sind seine exzellente Transparenz und guten mechanischen Eigenschaften selbst bei erhöhten Gebrauchstemperaturen bis zu 150 °C.

ETFE

Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymer

ETFE ist ein Copolymer von Ethylen und Chlortrifluorethylen bzw. mit Tetrafluorethylen. Der Kunststoff zeichnet sich durch exzellente Chemikalienbeständigkeit aus, doch ist die Temperaturstabilität verglichen zu PTFE geringer (max. 150 °C).

PTFE Polytetrafluorethylen

PTFE ist ein fluorierter Kohlenwasserstoff mit einer hochmolekularen, teilkristallinen Struktur. PTFE ist gegen nahezu alle Chemikalien beständig. Es bietet den höchsten Gebrauchstemperaturbereich von -200 bis +260 °C. Die Oberfläche ist nicht adhäsiv. Die Gleiteigenschaften und das elektrische Isoliervermögen sind besser verglichen zu FEP und PFA. Der einzige Nachteil von PTFE ist, dass es nur durch Sinterprozesse geformt werden kann. PTFE ist opak. Es ist für den Einsatz im Mikrowellenofen geeignet.

FEP

Tetrafluorethylen-Perfluorpropylen Copolymer

Fluorierter Kohlenwasserstoff mit hochmolekularer teilkristalliner Struktur. Die Oberfläche ist nicht adhäsiv. Die mechanischen und chemischen Eigenschaften sind vergleichbar mit PTFE, jedoch ist die Gebrauchstemperatur auf den Bereich von -100 bis +200 °C begrenzt. Die Wasseraufnahme ist äußerst gering. FEP ist durchscheinend.

PFA Perfluoralkoxy-Copolymer

Fluorierter Kohlenwasserstoff mit hochmolekularer, teilkristalliner Struktur. Die Oberfläche ist nicht adhäsiv. Die mechanischen und chemischen Eigenschaften sind vergleichbar mit PTFE. Die Gebrauchstemperatur reicht von -100 bis +260 °C. Die Wasseraufnahme von PFA ist äußerst gering. PFA ist durchscheinend.

PFA wird ohne Zusatz von Katalysatoren oder Weichmachern hergestellt und ist daher für die Spurenanalytik besonders geeignet.



Allgemeine Eigenschaften

Bruchfestigkeit und geringes Gewicht sind die entscheidenden Vorteile von Kunststoffen. Die Anwendungsbedingungen bestimmen, welcher Kunststoff geeignet ist.

Zu beachten sind vielfältige Einflussfaktoren: Einwirkdauer und Konzentration von Chemikalien, Temperaturbelastung (z. B. beim Autoklavieren), Krafteinwirkung, UV-Bestrahlung, Alterung (z. B. durch Einwirkung von Reinigungsmitteln oder durch sonstige Umwelteinflüsse).

Die nachfolgend 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.

Physikalische Eigenschaften

	Max. Gebrauchstemperatur (°C)	Versprödungstemperatur (°C)	Mikrowellentauglichkeit*	Dichte (g/cm ³)	Elastizität	Transparenz
PS	70	-20	nein	1,05	steif	glasklar
SAN	70	-40	nein	1,03	steif	glasklar
PMMA	65 bis 95	-50	nein	1,18	steif	glasklar
PC	125	-130	ja	1,20	steif	glasklar
PVC	80	-20	nein	1,35	steif	glasklar
POM	130	-40	nein	1,42	gut	opak
PE-LD	80 bis 90	-50	ja	0,92	sehr gut	durchscheinend
PE-HD	105	-50	ja	0,95	gut	durchscheinend
PP	125	0	ja	0,90	mäßig	durchscheinend
PMP	150	0	ja	0,83	mäßig	glasklar
ETFE	150	-100	ja	1,70	mäßig	durchscheinend
PTFE	260	-200	ja	2,17	sehr gut	opak
FEP	205	-100	ja	2,15	mäßig	durchscheinend
PFA	250	-200	ja	2,17	mäßig	durchscheinend
PUR	80	-30	ja	1,20	sehr gut	glasklar
FKM	220	-30	–	–	sehr gut	–
EPDM	130	-40	–	–	sehr gut	–
NR	80	-40	nein	1,20	sehr gut	opak
SI	180	-60	nein	1,10	sehr gut	durchscheinend

* Chemikalien- und Temperaturbeständigkeit berücksichtigen

Sterilisation

	Autoklavieren* bei 121 °C (2 bar), nach DIN EN 285	β/γ-Strahlen 25 kGy	Gas (Ethylenoxid)	Chemisch (Formalin, Ethanol)
PS	nein	ja	nein	ja
SAN	nein	nein	ja	ja
PMMA	nein	ja	nein	ja
PC	ja ¹⁾	ja	ja	ja
PVC	nein ²⁾	nein	ja	ja
POM	ja ¹⁾	ja (eingeschränkt)	ja	ja
PE-LD	nein	ja	ja	ja
PE-HD	nein	ja	ja	ja
PP	ja	ja (eingeschränkt)	ja	ja
PMP	ja	ja	ja	ja
ETFE	ja	nein	ja	ja
PTFE	ja	nein	ja	ja
FEP/PFA	ja	nein	ja	ja
PUR	ja ³⁾	–	ja	ja
FKM	ja	–	ja	ja
EPDM	ja	–	ja	ja
NR	nein	nein	ja	ja
SI	ja	nein	ja	ja

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

¹⁾ Häufiges Autoklavieren führt zu Festigkeitsverlust!

²⁾ Ausgenommen sind PVC-Schläuche, die bis 121 °C autoklavierbar sind.

³⁾ Häufiges Autoklavieren führt zu Elastizitätsverlust.

Biologische Eigenschaften

Folgende Kunststoffe wirken nicht toxisch auf Zellkulturen:

PS, PC, PE-LD, PE-HD, PP, PMP, PTFE, FEP, PFA.

Chemische Eigenschaften

Im Hinblick auf ihre chemische Beständigkeit sind die Kunststoffe nach folgenden Gruppen klassifiziert:

+ = Sehr gute chemische Beständigkeit

Ständige Einwirkung des Mediums verursacht innerhalb von 30 Tagen keine Schädigung des Kunststoffs. Der Kunststoff kann über Jahre hin resistent bleiben.

o = Gute bis bedingte chemische Beständigkeit

Ständige Einwirkung des Mediums verursacht innerhalb des Zeitraums vom 7. bis 30. Tag geringfügige Schädigungen, die zum Teil reversibel sind (z. B. Quellen, Erweichen, Nachlassen der mechanischen Festigkeit, Verfärben).

- = Geringe chemische Beständigkeit

Nicht für ständige Einwirkung des Mediums geeignet. Schädigungen können sofort eintreten (z. B. Nachlassen der mechanischen Festigkeit, Deformationen, Verfärbung, Risse, Auflösung).

Chemikalienbeständigkeit von Kunststoffen gegenüber Substanzgruppen

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

Abkürzungen der beschriebenen Kunststoffe nach DIN 7728

PS:	Polystyrol	ETFE:	Ethylen-Tetrafluorethylen-Copolymer
SAN:	Styrol-Acrylnitril Copolymer	PTFE:	Polytetrafluorethylen
PMMA:	Polymethylmethacrylat	FEP:	Perfluorethylenpropylen-Copolymer
PC:	Polycarbonat	PFA:	Perfluoralkoxy-Copolymer
PVC:	Polyvinylchlorid	PUR:	Polyurethan
POM:	Polyoxymethylen	FKM:	Fluor-Kautschuk
PE-LD:	Polyethylen niedriger Dichte	EPDM:	Ethylen-Propylen-Dien-Kautschuk
PE-HD:	Polyethylen hoher Dichte	NR:	Natur-Kautschuk
PP:	Polypropylen	SI:	Silikon-Kautschuk
PMP:	Polymethylpenten		



Chemikalienbeständigkeit (Stand: 0310)

	PS		SAN		PMMA		PC		PVC		POM		PE-LD		PE-HD	
	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	50°C
Acetaldehyd	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	+	+	+	-	+	0
Aceton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	0	+	+
Acetonitril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	0	+	0
Acetophenon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	0	0	0
Acetylaceton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+
Acetylchlorid (Essigsäurechlorid)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	+
Acrylnitril	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Acrylsäure (2-Propensäure)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Adipinsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+
Allylalkohol (2-Propen-1-ol)	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0	-	+	+	+	+	+
Aluminiumchlorid	+	+	+	+	+	+	-	-	+	0	+	0	+	+	+	+
Aluminiumhydroxid	0	0	0	0	0	0	0	0	-	+	+	+	+	+	+	+
Ameisensäure 98-100%	+	0	0	0	-	-	+	0	-	-	-	-	+	+	+	+
Aminosäuren	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ammoniumchlorid	+	+	+	+	0	0	0	0	+	0	+	+	+	+	+	+
Ammoniumfluorid	+	+	+	+	0	0	0	0	+	0	+	+	+	+	+	+
Ammoniumhydroxid 30% (Ammoniak)	0	-	+	0	+	+	-	+	0	0	0	+	+	+	+	+
Ammoniumsulfat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
n-Amylacetat (Pentylacetat)	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	0	-	+	0
n-Amylalkohol (Pentanol)	0	0	+	+	-	-	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+
Amylchlorid (Chlorpentan)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Anilin	-	-	-	-	-	-	0	-	-	0	0	+	0	+	+	+
Bariumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Benzaldehyd	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	+	+	+	+	+	+
Benzin (Petroliumbenzin)	-	-	-	-	+	+	0	-	0	-	+	+	0	-	+	+
Benzol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0	0	-	+	+
Benzoylchlorid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0	0	-	+	+
Benzylalkohol	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	+	+	0	-	0	-
Benzylamin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	0	-	0	-
Benzylchlorid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Borsäure 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Brom	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brombenzol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bromnaphthalin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bromoform	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bromwasserstoffsäure	0	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	+
Butandiol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
1-Butanol (Butylalkohol)	0	-	+	0	0	-	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+
Buttersäure (Butansäure)	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-
n-Butylacetat (Essigsäurebutylester)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0	0	0	+	+
Butylamin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Butylmethylether	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0	-	0	-
Calciumcarbonat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Calciumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	0	-	+	+	+	+	+	+
Calciumhydroxid	+	0	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Calciumhypochlorit	+	+	+	+	0	0	0	0	-	0	-	+	+	+	+	+
Chloracetaldehyd	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chloracetone	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlorbenzol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chlorbutan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-
Chloressigsäure (Monochloressigsäure)	0	-	-	-	0	-	0	-	+	0	-	-	+	+	+	+
Chlornaphthalin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chloroform	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-
Chlorsulfonsäure	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Chromsäure 10%	-	-	-	-	0	-	+	0	+	0	0	0	+	+	+	+
Chromsäure 50%	-	-	0	0	-	-	0	-	+	-	-	-	+	0	+	0
Chromschwefelsäure	0	0	0	0	-	-	-	-	+	0	-	-	-	-	-	-
Cumol (Isopropylbenzol)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	0	-	+	0
Cyclohexan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0	-	0	-
Cyclohexanon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Cyclopentan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Decan	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-	+	-	-	-	0	-
Decanol	0	-	0	-	-	-	0	-	+	-	+	-	-	-	+	-
Dibenzylether	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Dibromethan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
Dibutylphthalat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0	-	0	-
Dichlorbenzol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-
Dichloressigsäure	0	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	0	-	0	0
Dichlorethan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-
Dichlormethan (Methylenchlorid)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-
Dieselöl (Heizöl)	-	-	-	0	-	-	-	-	0	-	+	+	0	-	+	0
Diethanolamin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Diethylamin	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Diethylbenzol	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Diethylenglycol	0	-	+	+	-	-	0	0	-	-	+	0	+	+	+	+
Diethylether	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	0	-
Dimethylanilin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Dimethylformamid (DMF)	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	+	+	+	+	+	+
Dimethylsulfoxid (DMSO)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
1,4 Dioxan	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	0	0	+	0	+	+
Diphenylether	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
Essigsäure (Eisessig) 100%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0	+	+
Essigsäure 50%	0	0	+	0	-	-	+	0	+	0	-	-	+	+	+	+
Essigsäureanhydrid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
1,2 Ethandiol (Ethylenglycol, Glycol)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ethanol (Ethylalkohol)	0	-	0	-	-	-	+	0	+	0	+	+	+	+	+	+
Ethanolamin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethylacetat (Essigsäureethylester)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Ethylbenzol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ethylenchlorid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
Ethylenoxid	-	-	0	-	-	-	0	-	0	-	+	+	0	0	0	0
Fluoressigsäure	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fluorwasserstoffsäure	+	+	+	0	-	-	-	-	0	-	-	-	+	+	+	+

Die Angaben der Chemikalienbeständigkeit für Salze gelten auch für deren wässrige Lösungen

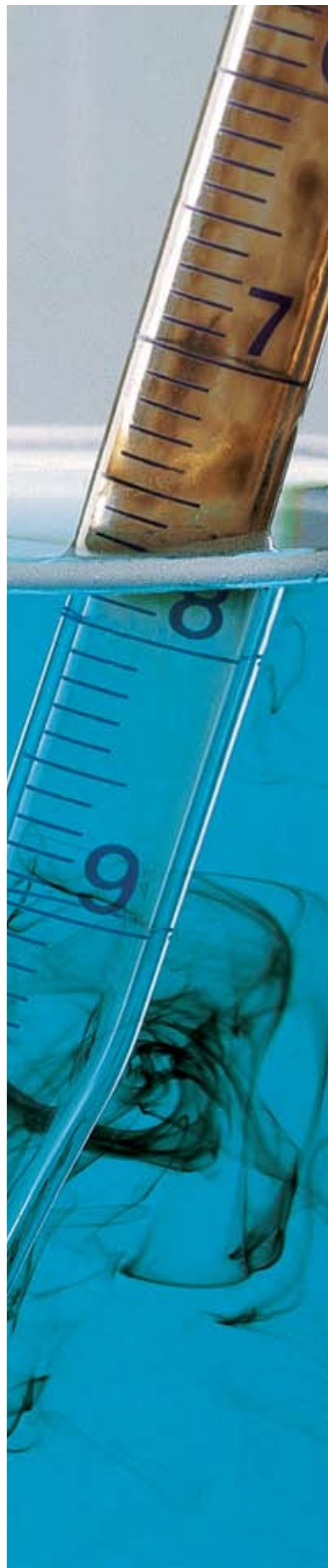
	PP		PMP		ETFE		PTFE		FEP/PFA		FKM	EPDM	NR	SI
	20°C	50°C	20°C	50°C	20°C	50°C	20°C	50°C	20°C	50°C	20°C	20°C	20°C	20°C
Acetaldehyd	+	-	0	-	+	0	+	+	+	+	-	0	-	-
Aceton	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	-	+	0	-
Acetonitril	+	0	0	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Acetophenon	0	0	0	-	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Acetylaceton	+		+		+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Acetylchlorid (Essigsäurechlorid)	+				+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Acrylnitril	0	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Acrylsäure (2-Propensäure)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Adipinsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Allylalkohol (2-Propen-1-ol)	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0	-
Aluminiumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0
Aluminiumhydroxid	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ameisensäure 98-100%	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	-	0	0	-
Aminosäuren	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ammoniumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ammoniumfluorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	-	+
Ammoniumhydroxid 30% (Ammoniak)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	0
Ammoniumsulfat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	0	0
n-Amylacetat (Pentylacetat)	0	-	+	0	+	+	+	+	+	+	-	0	0	-
n-Amylalkohol (Pentanol)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	-
Amylchlorid (Chlorpentan)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Anilin	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	-	-	-	-
Bariumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Benzaldehyd	+	+	+	+	+	0	+	+	+	0	-	0	-	-
Benzin (Petroliumbenzin)	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Benzol	+	0	0	0	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
Benzoylchlorid	+	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Benzylalkohol	0	-	0	-	+	+	+	+	+	+	+	0	-	0
Benzylamin	0		0		+	+	+	+	+	+	+	0	-	0
Benzylchlorid					+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Borsäure 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Brom	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
Brombenzol	-	-	-	-	0	-	+	+	+	+	+	-	-	-
Bromnaphthalin					+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Bromoform	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Bromwasserstoffsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	-
Butandiol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	0	-
1-Butanol (Butylalkohol)	-	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0
Buttersäure (Butensäure)	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
n-Butylacetat (Essigsäurebutylester)	0	0	+	0	+	+	+	+	+	+	-	0	-	-
Butylamin					+	+	+	+	+	+	-	-	-	0
Butylmethylether	+	0	+	-	+	0	+	+	+	+	-	-	-	-
Calciumcarbonat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Calciumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Calciumhydroxid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Calciumhypochlorit	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	-	0
Chloracetaldehyd					+	+	+	+	+	+	-	+	0	-
Chloracetone					+	+	+	+	+	+	-	+	0	-
Chlorbenzol	-	-	-	-	+	0	+	+	+	+	0	-	-	-
Chlorbutan	0	-	0	-	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
Chloressigsäure (Monochloressigsäure)	+	0	+	0	+	+	+	+	+	+	0	0	-	-
Chlornaphthalin					+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Chloroform	-	-	0	-	+	0	+	+	+	0	0	-	-	-
Chlorsulfonsäure					0	-	+	+	+	+	-	-	-	-
Chromsäure 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	0
Chromsäure 50%	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Chromschwefelsäure	-	-	0	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Cumol (Isopropylbenzol)	0	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Cyclohexan	0	-	+	0	+	0	+	+	+	+	+	-	-	-
Cyclohexanon	0	-	0	0	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Cyclopentan	0	-	0	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Decan	0		0		+	+	+	+	+	+	+	-	-	0
Decanol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0
Dibenzylether			0		+	+	+	+	+	+	-	0	-	-
Dibromethan					0		+	+	+	+				
Dibutylphthalat	+	0	+	0	+	+	+	+	+	+	0	0	-	0
Dichlorbenzol	0	-	-	-	+	0	+	+	+	+	+	-	-	-
Dichloressigsäure	0	-	+	+	+	0	+	+	+	+	-	-	-	-
Dichlorethan	0	-	0	-	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
Dichlormethan (Methylenchlorid)	0	-	0	-	0	0	+	+	+	+	0	-	-	-
Dieselöl (Heizöl)	+	0	0	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Diethanolamin	0						+	+				0		
Diethylamin	0	-	0	0	+	0	+	+	+	+	-	0	0	-
Diethylbenzol		-	-	-	+	0	+	+	+	+	+	-	-	-
Diethylen glycol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Diethylether	0	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Dimethylanilin					+	+	+	+	+	+	0	0	-	0
Dimethylformamid (DMF)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	0	0	0
Dimethylsulfoxid (DMSO)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+
1,4 Dioxan	+	0	0	0	+	0	+	+	+	+	-	0	-	-
Diphenylether							+	+			0	-	-	-
Essigsäure (Eisessig) 100%	+	0	+	0	+	+	+	+	+	+	-	0	0	0
Essigsäure 50%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Essigsäureanhydrid	0	0	+	0	+	+	+	+	+	+	-	0	0	0
1,2 Ethandiol (Ethylenglycol, Glycol)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0	+
Ethanol (Ethylalkohol)	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	0	+	0	0
Ethanolamin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	-	-
Ethylacetat (Essigsäureethylester)	+	0	0	-	+	+	+	+	+	+	-	0	-	-
Ethylbenzol	-	-	-	-	0	0	+	+	+	+	0	-	-	-
Ethylenchlorid	0	-	-	-	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
Ethylenoxid	0	-	0	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Fluoressigsäure							+				-	-	-	-
Flusssäure 40%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	-	-

Fortsetzung Tabelle "Chemikalienbeständigkeit"

	PS		SAN		PMMA		PC		PVC		POM		PE-LD		PE-HD	
	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	50°C
Fluss säure 70%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	+	0
Formaldehyd 40%	-	-	+	+	-	-	+	0	0	-	+	+	+	+	+	+
Formamid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Glycolsäure 70%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Glycerin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+
Harnstoff	+	+	+	+	+	+	-	-	0	-	+	+	+	+	+	+
Heizöl (Dieselöl)	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	+	+	0	-	+	0
Heptan	-	-	-	-	0	-	+	0	-	-	-	-	0	-	0	0
Hexan	-	-	+	+	0	0	-	-	0	-	+	+	0	-	+	0
Hexanol	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Hexansäure	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Iod-Kaliumiodid-Lösung	0	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	-	-	-	-
Iodwasserstoffsäure	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Isoamylalkohol (3-Methyl-1 butanol)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Isobutanol (Isobutylalkohol)	0	0	0	-	0	-	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+
Isocotan	0	-	0	-	-	-	0	-	-	-	-	-	+	+	+	+
Isopropanol (2-Propanol)	0	0	+	-	0	-	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+
Isopropylether	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kaliumchlorid	0	0	0	0	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+
Kaliumdichromat	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kaliumhydroxid	0	0	0	0	+	+	-	-	0	0	+	+	+	+	+	+
Kaliumpermanganat	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+
Königswasser	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kresol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Kupfersulfat	+	+	+	0	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+
Methanol	0	-	0	-	-	-	+	0	+	0	+	+	+	0	+	+
Methoxybenzol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-
Methyl-Butylether	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-
Methylenchlorid (Dichlormethan)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-
Methylethylketon (MEK)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-
Methylformiat (Ameisensäuremethylester)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
Methylpropylketon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	0	+	+
Milchsäure (2-Hydroxipropionsäure)	+	+	+	+	0	-	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+
Mineralöl (Motoröl)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Natriumacetat	+	+	+	+	-	-	+	+	0	0	+	0	+	+	+	+
Natriumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Natriumdichromat	+	0	+	0	+	0	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Natriumfluorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Natriumhydroxid	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Nitrobenzol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-
Ölsäure	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Oxalsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ozon	0	0	0	0	+	0	-	-	+	0	-	-	0	-	0	-
n-Pentan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Perchloräthylen	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-	+	0	-	-	-	-
Perchlorsäure	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	+	-	+	-
Peressigsäure	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Petrolether	-	-	-	-	+	-	-	-	0	-	+	+	0	-	-	-
Petroleum	-	-	-	-	+	-	0	0	+	-	+	+	0	-	0	-
Phenol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	0	+	+
Phenylethanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
Phenylhydrazin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0
Phosphorsäure 85%	+	0	+	+	-	-	+	+	+	0	+	-	+	+	+	+
Piperidin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Propandiol (Propylenglycol)	+	+	-	-	0	0	+	0	0	-	+	+	+	+	+	+
Propanol	0	-	+	+	0	-	0	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Propionsäure (Methylessigsäure)	0	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-	+	0
Pyridin	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	+	0	+	0	+	0
Quecksilber	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Quecksilberchlorid	+	0	+	+	+	+	+	+	+	-	0	0	+	+	+	+
Salicylaldehyd	-	-	-	-	-	-	0	0	-	-	-	-	+	+	+	+
Salicylsäure	+	+	+	+	-	-	-	-	0	-	-	-	+	+	+	+
Salpetersäure 10%	-	-	+	0	+	0	+	0	+	0	-	-	+	+	+	+
Salpetersäure 30%	-	-	0	-	0	0	+	0	0	-	-	-	0	0	0	-
Salpetersäure 70%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Salzsäure 10%	+	+	0	-	0	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+
Salzsäure 20%	+	+	0	-	0	-	0	0	0	-	-	-	+	+	+	+
Salzsäure 37%	0	0	0	-	0	-	-	-	0	-	-	-	+	+	+	+
Schwefelkohlenstoff	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-
Schwefelsäure 60%	-	-	+	0	-	-	0	0	0	-	-	-	+	+	+	+
Schwefelsäure 98%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-
Silberacetat	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0	0	+	+	+	+
Silbernitrat	0	0	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	+	+	+	+
Terpentinöl (Terpentin)	-	-	0	0	+	+	-	-	+	+	+	+	0	-	0	-
Tetrachlorethylen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tetrachlorkohlenstoff	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	0	-
Tetrahydrofuran (THF)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	-	0	-
Tetramethylammoniumhydroxid	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toluol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	0	-	0	0
Trichlorbenzol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trichloressigsäure	0	-	-	-	-	-	0	-	0	-	-	-	0	-	0	0
Trichlorethan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	-
Trichlorethylen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-
Trichlortrifluorethan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Triethanolamin	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Triethylenglykol	+	+	+	+	0	0	+	0	0	-	+	0	+	+	+	+
Trifluoressigsäure (TFA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trifluorethan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tripropylenglykol	+	+	+	+	0	0	+	0	0	-	+	0	+	+	+	+
Wasserstoffperoxid 35%	+	+	+	+	-	-	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+
Weinsäure	+	+	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Xylol	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-	0	-
Zinkchlorid	+	+	+	+	-	-	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+
Zinksulfat	+	+	+	+	0	0	+	+	+	0	0	-	+	+	+	+

Die Angaben der Chemikalienbeständigkeit für Salze gelten auch für deren wässrige Lösungen.

	PP		PMP		ETFE		PTFE		FEP/PFA		FKM	EPDM	NR	SI
	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
Flusssäure 70%	+	0	+	0	+	+	+	0	+	+	-	-	-	-
Formaldehyd 40%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0	0
Formamid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	+	+
Glycolsäure 70%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+
Glyzerin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0	+
Harnstoff	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Heizöl (Dieselöl)	+	0	0	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Heptan	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+	+	-	-	0
Hexan	+	0	0	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	0
Hexanol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	0	0
Hexansäure								+	+					
Iod-Kaliumiodid-Lösung	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-
Iodwasserstoffsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0
Isoamylalkohol (3-Methyl-1 butanol)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0
Isobutanol (Isobutylalkohol)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Isocctan					+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Isopropanol (2-Propanol)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Isopropylether	-	-	-	-	+	0	+	+	+	+	-	-	-	-
Kaliumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Kaliumdichromat								+	+		0	+	0	0
Kaliumhydroxid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	0	-
Kaliumpermanganat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	-
Königswasser	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Kresol	0	0	-	-	+	0	+	+	+	+	+	-	-	-
Kupfersulfat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Methanol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	0	+
Methoxybenzol					+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Methyl-Butylether	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	-	-	-	-
Methylenchlorid (Dichlormethan)	0	-	-	-	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
Methylethylketon (MEK)	+	0	-	-	0	0	+	+	+	+	-	0	-	-
Methylformiat (Ameisensäuremethylester)					+	+	+	+	+	+	0	-	-	0
Methylpropylketon	+	0	0	0	+	+	+	+	+	+	-	0	-	-
Milchsäure (2-Hydroxypropionsäure)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0
Mineralöl (Motoröl)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	0
Natriumacetat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	0
Natriumchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Natriumdichromat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Natriumfluorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0
Natriumhydroxid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0	0
Nitrobenzol	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Ölsäure					+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
Oxalsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0
Ozon	0	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+
n-Pentan					+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Perchlorethylen	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
Perchlorsäure	+	-	0	-	+	+	+	+	+	0	+	0	-	-
Peressigsäure					+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Petrolether					+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Petroleum	0	-	0	0	+	+	+	+	+	+	+	-	-	0
Phenol	+	+	0	0	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
Phenylethanol	0				+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Phenylhydrazin	0				+	+	+	+	+	+	0	-	0	-
Phosphorsäure 85%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	-	-
Piperidin	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Propandiol (Propylenglycol)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Propanol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Propionsäure (Methylelessigsäure)	+	0	+	0	+	0	+	+	+	+	+	0	-	-
Pyridin	0	0	+	0	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-
Quecksilber	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Quecksilberchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Salicylaldehyd	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	-	-	-
Salicylsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Salpetersäure 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	-	-
Salpetersäure 30%	0	-	0	-	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
Salpetersäure 70%	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-
Salzsäure 10%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0
Salzsäure 20%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	-
Salzsäure 37%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	0	-
Schwefelkohlenstoff	-	-	-	-	+	0	+	+	+	+	+	-	-	-
Schwefelsäure 60%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Schwefelsäure 98%	-	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Silberacetat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Silbernitrat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Terpentinöl (Terpentin)	-	-	0	0	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Tetrachlorethylen					0	+	+	+	+	+	0	-	-	-
Tetrachlorkohlenstoff	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Tetrahydrofuran (THF)	0	-	0	-	+	0	+	+	0	0	-	-	-	-
Tetramethylammoniumhydroxid					+	+	+	+	+	+	+	+	-	-
Toluol	0	-	0	-	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
Trichlorbenzol	-	-	0	0	+	0	+	+	+	+	+	-	-	-
Trichloressigsäure	0	-	+	+	+	0	+	+	+	+	-	0	0	0
Trichlorethan	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-
Trichlorethylen	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
Trichlortrifluorethan					0	-	+	+	+	+	+	-	-	-
Triethanolamin					+	+	+	+	+	+	-	0	0	-
Triethylenglykol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+
Trifluoressigsäure (TFA)							+	0	+	-	-	-	-	-
Trifluorethan							+	+	+	0	+	-	-	-
Tripropylenglykol	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Wasserstoffperoxid 35%	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	-	0
Weinsäure	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+	+
Xylol	-	-	0	-	+	+	+	+	+	+	0	-	-	-
Zinkchlorid	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Zinksulfat	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	+



Reinigung

Manuelle und maschinelle Reinigung

Laborgeräte aus Glas und Kunststoff können manuell im Tauchbad oder maschinell in der Laborspülmaschine gereinigt werden. Laborgeräte sollten unmittelbar nach Gebrauch bei niedriger Temperatur, kurzer Verweildauer und geringer Alkalität gereinigt werden. Laborgeräte, die mit infektiösen Substanzen in Berührung gekommen sind, werden zunächst desinfiziert, dann gereinigt und ggf. anschließend autoklaviert. Nur so

kann ein Anbacken der Verschmutzungen und eine Schädigung der Geräte durch eventuell anhaftende Chemikalien verhindert werden.

Hinweis:

Benutzte Laborgeräte müssen vor der Reinigung desinfiziert werden, sofern bei der Reinigung die Gefahr von Verletzung besteht.

Wisch- und Scheuerverfahren

Allgemein bekannt ist das Wisch- und Scheuerverfahren mit einem Lappen oder Schwamm, die jeweils mit Reinigungslösung getränkt sind. Laborgeräte dürfen nie mit abrasiven Scheuermitteln oder -schwämmen bearbeitet werden, da hierbei die Oberfläche verletzt würde.

Tauchbadverfahren

Beim Tauchbad-Verfahren werden die Laborgeräte in der Regel bei Raumtemperatur für 20 bis 30 min in die Reinigungslösung eingelegt, anschließend mit Leitungswasser und dann mit destilliertem Wasser gespült. Nur bei hartnäckigen Verschmutzungen sollte die Einwirkzeit verlängert und die Temperatur erhöht werden!

Ultraschallbad

Im Ultraschallbad dürfen sowohl Glas- als auch Kunststoffgeräte gereinigt werden. Der direkte Kontakt mit den Schallmembranen muss allerdings vermieden werden.

Maschinelle Reinigung

Die maschinelle Reinigung von Laborgeräten in der Laborspülmaschine ist schonender als die Reinigung im Tauchbad. Die Geräte kommen nur während der relativ kurzen Spülphasen mit der Reinigungslösung in Kontakt, wenn diese über Spritz- bzw. Injektordüsen aufgesprüht wird.

- Leichte Laborgeräte sind mit Spülnetzen zu sichern, damit sie durch den Spülstrahl nicht umhergewirbelt und beschädigt werden.
- Laborgeräte sind besser gegen Beschädigung der Oberflächen geschützt, wenn die Drahtkörbe der Spülmaschine mit Kunststoff überzogen sind.

Laborgeräte aus Glas

Bei Glasgeräten sind längere Einwirkzeiten über 70 °C in alkalischen Medien zu vermeiden. Andernfalls kann es insbesondere bei Volumenmessgeräten zu Volumenänderung durch Glasabtrag und Zerstörung der Graduierung führen.

Laborgeräte aus Kunststoff

Die Kunststoffgeräte mit ihren überwiegend glatten, nicht benetzbaren Oberflächen sind bei geringer Alkalität im allgemeinen mühelos zu reinigen.

Laborgeräte aus Polystyrol und Polycarbonat, insbesondere Zentrifugenröhrchen, dürfen nur mit neutralen Reinigern manuell gereinigt werden. Längere Einwirkzeiten selbst gering alkalischer Reiniger beeinträchtigen die Festigkeit. Die Chemikalienbeständigkeit der jeweiligen Kunststoffe ist im Einzelfall zu prüfen.

Reinigung in der Spurenanalytik

Zur Minimierung von Metallspuren werden Laborgeräte in 1N-HCL bzw. 1N HNO₃ bei Raumtemperatur über max. 6 Stunden eingelegt. (Laborgeräte aus Glas werden häufig in 1N HNO₃ 1 Stunde lang gekocht.)

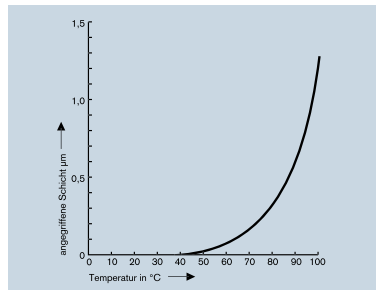
Anschließend wird mit destilliertem Wasser gespült. Zur Minimierung von organischen Verunreinigungen können Laborgeräte zuvor mit Laugen oder Lösungsmitteln, wie z. B. Alkohol gereinigt werden.

Schonende Reinigung

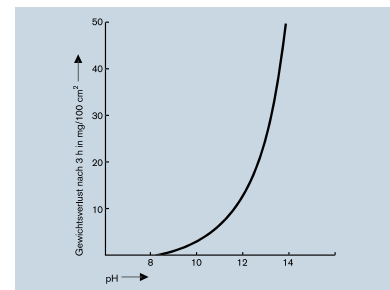
Um die Laborgeräte zu schonen, sollten diese unmittelbar nach Gebrauch bei niedriger Temperatur, kurzer Verweildauer und geringer Alkalität gereinigt werden. Insbesondere bei Volumenmessgeräten aus Glas sind längere Einwirkzeiten in alkalischen Medien bei Temperaturen über 70 °C zu vermeiden, denn durch Glasabtrag kann dies zu Volumenänderungen bzw. Zerstörung der Graduierung führen.

Information

Während eine 1N-Natronlauge innerhalb von 1h an DURAN® (Borosilikatglas 3.3) bei 70 °C nur etwa eine Schicht von ca. 0,14 µm abträgt, sind dies bei 100 °C immerhin schon ca. 1,4 µm, also die 10-fache Menge. Daher Reinigungstemperatur oberhalb 70 °C vermeiden und bevorzugt gering alkalische Reiniger verwenden.



Laugenangriff auf DURAN® in Abhängigkeit von der Temperatur, berechnet aus Gewichtsverlusten. $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/l}$, Angriffszeit: 1h.



Laugenangriff auf DURAN® in Abhängigkeit vom pH-Wert bei 100 °C. Angriffszeit: 3h.

(Diagramme aus der Broschüre "Technische Gläser" der SCHOTT Glaswerke, Mainz)

Desinfektion und Sterilisation

Desinfektion

Laborgeräte, die mit infektiösem Material oder gentechnisch veränderten Organismen in Berührung gekommen sind, sind vor der weiteren Benutzung/Entsorgung zu desinfizieren, d.h. in einen Zustand zu versetzen, dass von ihnen keine Gefahr mehr ausgehen kann. Dazu können die Laborgeräte z.B. mit Desinfektionsreinigern behandelt werden. Falls erforderlich und der Werkstoff geeignet ist, kann anschließend dampfsterilisiert (autoklaviert) werden.

Dampfsterilisation

Unter Dampfsterilisieren (Autoklavieren) versteht man das Abtöten bzw. das irreversible Inaktivieren aller vermehrungsfähigen Mikroorganismen unter Einwirkung von gesättigtem Wasserdampf bei 121 °C (2 bar), nach DIN EN 285.

Die ordnungsgemäße Durchführung der Sterilisation bis hin zur biologischen Sicherung liegt in der Verantwortung der zuständigen Hygienefachkraft.

Sterilisationshinweise

- Nur wenn der Dampf gesättigt ist und zu allen kontaminierten Stellen ungehindert Zutritt hat, ist eine wirksame Dampfsterilisation gewährleistet.
- Um Überdruck zu vermeiden, sind Behälter stets zu öffnen.
- Wiederverwendbare verschmutzte Laborgeräte müssen vor dem Dampfsterilisieren gründlich gereinigt werden. Sonst backen während des Dampfsterilisierens die Schmutzreste an. Auch können die Mikroorganismen nicht wirksam abgetötet werden, da sie durch die Verschmutzungen geschützt sind. Gleichzeitig können evtl. anhaftende Chemikalien infolge der hohen Temperaturen die Oberflächen der Laborgeräte schädigen.
- Nicht alle Kunststoffe sind dampfsterilisierbeständig. Polycarbonat z.B. verliert seine Festigkeit, weshalb Polycarbonat-Zentrifugenröhrchen nicht dampfsterilisiert werden dürfen.
- Beim Dampfsterilisieren (Autoklavieren) dürfen insbesondere die Geräte aus Kunststoff mechanisch nicht belastet werden (z.B. nicht stapeln). Um Formveränderungen zu vermeiden z.B. Becher, Flaschen und Messzylinder aufrechtstehend autoklavieren.

Temperaturbelastbarkeit

Alle wiederverwendbaren BLAU-BRAND®- und SILBER-BRAND®-Volumenmessgeräte können im Trockenschrank oder Sterilisator bis auf 250 °C erhitzt werden, ohne dass anschließend eine Volumenänderung zu befürchten ist. Grundsätzlich ist jedoch bei Glasgeräten zu beachten, dass ungleichmäßiges Erwärmen oder plötzlicher Temperaturwechsel thermische Spannungen bewirken, die zum Bruch führen können. Daher:

- Glasgeräte stets in den kalten Trockenschrank bzw. Sterilisator legen und aufheizen.
- Nach Ende der Trocken- bzw. Sterilisierzeit Geräte im abgeschalteten Ofen langsam abkühlen lassen.
- Volumenmessgeräte nie auf eine Heizplatte stellen.
- Bei Kunststoffgeräten ist die maximale Gebrauchstemperatur besonders zu beachten.



Sicherheitshinweise

Über den Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen

Der Umgang mit gefährlichen Arbeitsstoffen, wie Chemikalien, infektiösen, toxischen oder radioaktiven Materialien sowie gentechnisch veränderten Organismen, erfordert eine hohe Verantwortung aller Beteiligten zum Schutz für Mensch und Umwelt. Die entsprechenden Vorschriften sind streng zu beachten: z.B. die "Richtlinien für Laboratorien" der Berufsgenossenschaften, die der Umwelt- und Strahlenschutzbehörden und der Abfallbeseitigung sowie die allgemein anerkannten Regeln der Technik, z.B. DIN oder ISO.

Einige wichtige Sicherheitshinweise

- Vor dem Einsatz von Laborgeräten müssen diese vom Verwender auf Eignung und einwandfreie Funktion überprüft werden.
- Vor erneuter Verwendung sind die Laborgeräte auf evtl. Beschädigungen zu untersuchen. Dies gilt insbesondere für Geräte, die unter Druck oder Vakuum eingesetzt werden (z.B. Exsikkatoren, Filtrierflaschen u.a.).
- Defekte Laborgeräte stellen eine nicht zu unterschätzende Gefahrenquelle dar (z.B. Schnittverletzungen, Verätzungen, Infektionsrisiko). Ist eine fachgerechte Reparatur wirtschaftlich nicht sinnvoll oder nicht möglich, müssen sie ordnungsgemäß entsorgt werden.
- Pipetten stets nahe am Saugrohrende anfassen und vorsichtig in den Adapter der Pipettierhilfe einschieben bis sie sicher und fest sitzen. Keine Gewalt anwenden. Durch Glasbruch besteht Verletzungsgefahr!
- Zur Reparatur eingesandte Geräte müssen rückstandsfrei gereinigt und ggf. ordnungsgemäß sterilisiert sein. Radioaktiv kontaminierte Geräte müssen entsprechend der Vorschriften der Strahlenschutzbehörden dekontaminiert sein. Volumenmessgeräte aus Glas, wie Messkolben, Messzylinder etc. sollen bei Beschädigung nicht repariert werden. Durch die Hitzeeinwirkung können Spannungen im Glas verbleiben (stark erhöhtes Bruchrisiko!), bzw. durch einen ungesteuerten Kühlprozess können bleibende Volumenänderungen auftreten.
- Abfälle müssen gemäß den geltenden Vorschriften entsorgt werden, das gilt auch für benutzte Einmal-Artikel. Es darf keine Gefahr für Mensch und Umwelt davon ausgehen.
- Laborgläser sind aufgrund ihrer besonderen Zusammensetzung unter Beachtung der geltenden Vorschriften in gereinigtem Zustand zu entsorgen. Bitte beachten, dass Laborglas nicht recycelt wird.

Gefährlich ist es auch, defekte Messzylinder einfach abzuschneiden. Hierbei verkürzt sich die nach DIN festgelegte Länge vom oberen Teilstrich bis zum Ausguss. Die Gefahr, dass beim Überfüllen Chemikalien verschüttet werden, ist dadurch vergrößert und die Arbeitssicherheit nicht mehr gewährleistet.

Weitere Sicherheitshinweise

für Glasgeräte finden Sie auf Seite 295.