



TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

- **Vorwort**
- **Normenverzeichnis**
- **Prüfgeräteverzeichnis**
- **Stichwortverzeichnis**

© TecPart, 2007

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

INHALTSVERZEICHNIS

Liste der Elemente zum Qualitätsmanagement	Seite 3
Vorwort	Seite 5
Normenverzeichnis – Liste der in den Elementen zitierten Normen . .	Seite 6
DIN-Normen	Seite 9
DIN EN-Normen	Seite 12
DIN EN ISO-Normen	Seite 14
DIN ISO-Normen	Seite 23
DIN IEC/VDE-Normen	Seite 23
EN-Normen	Seite 23
ISO-Normen	Seite 24
IEC-Normen	Seite 24
Ausländische Normen	Seite 25
Sonstige technische Regeln	Seite 25
Prüfgeräteverzeichnis	Seite 27
Prüfgeräte	Seite 27
Prüfgerätehersteller/-lieferer	Seite 28
Stichwortverzeichnis	Seite 33

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

LISTE DER ELEMENTE ZUM QUALITÄTSMANAGEMENT

Element 1.1	Abmusterung
Element 1.2	Brandverhalten
Element 1.3	Dichte
Element 1.4	Stoßverhalten – Fallbolzenversuch
Element 1.5	Farbe
Element 1.6	Füllstudien beim Spritzgießen
Element 1.7	Härte
Element 1.8	Konditionieren von Formteilen
Element 1.9	Gefügeuntersuchungen an Formteilen
Element 1.10	Oberflächenbeschaffenheit
Element 1.11	Schmelze-Massefließrate und Schmelze-Volumenfließrate
Element 1.12	Schwindung/Schrumpfung
Element 1.13	Spannungsrissbildung bei Formteilen aus thermoplastischen Kunststoffen
Element 1.14	Tempern von Formteilen
Element 1.16	Lösungviskosimetrie – Viskositätszahl
Element 1.17	Thermische Prüfungen – Warmlagerung
Element 1.18	Wareneingangsprüfung von Formmassen
Element 1.19	Wasseraufnahme
Element 1.20	Restfeuchtebestimmung
Element 1.21	Werkstoffprüfungen am Formteil
Element 1.22	Vergleichbare Kennwerte für Formmassen Prüfverfahren – Übersicht
Element 1.23	Thermoplastische Formmassen nach DIN und ISO – Einteilung, Bezeichnung, Kennzeichnende Prüfmerkmale
Element 2.1	Anforderungsprofil für Kunststoff-Formteile
Element 2.2	Mögliche Prüfungen an Kunststoff-Formteilen
Element 2.3	Prüfliste zum Wärme-/Kälteverhalten
Element 3.1	Qualitätsbezogene Kosten

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

- Element 3.3** **Statistische Prozessregelung – SPC**
- Element 3.4** **Überprüfung der Qualitätsfähigkeit von Zulieferern**
 - A) Lieferantenauswahl und Zulassung**
 - B) Beurteilung der Lieferqualität**
- Element 3.5** **Prozess-FMEA – Fehler-Möglichkeits- und Einfluss-Analyse (Failure Mode and Effects Analysis) für Spritzgieß- und Folgeverfahren**
- Element 3.6** **Interne Audits**
- Element 3.9** **Innerbetriebliche Schulung**
- Element 3.10** **Werkerselbstprüfung**
- Element 3.11** **Kauf und technische Abnahme von Spritzgießmaschinen**
- Element 3.12** **Prozesse im kunststoffverarbeitenden Betrieb**
- Element 4.2** **Wiederverwertung thermoplastischer Kunststoffe beim Spritzgießen**
- Element 5.1** **Umweltmanagementsysteme**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Vorwort

Unter dem Titel „Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement“ stellt der Arbeitskreis Managementsysteme (AKM) von TecPart Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V. (vormals Arbeitskreis Abnahmerichtlinien und Normen des Fachverbandes Technische Teile im GKV) die Fassung der 5. Auflage des Handbuches als überarbeitete Arbeitsunterlage für den Kunststoffverarbeiter vor.

Anlass der Überarbeitung waren die Änderungen, die sich durch die Normenreihe DIN EN ISO 9000 ff. und die Harmonisierung der Formmassen- und Prüfnormen ergaben .

Bei dieser Gelegenheit wurden alle Angaben und Zitate zu DIN-, EN- und ISO-Normen überarbeitet und dem aktuellen Normungsstand (September 2007) angeglichen.

Der Arbeitskreis wurde im November 1979 gegründet. In vielen Stunden haben die ehrenamtlichen Mitarbeiter die Herausgabe der Arbeitsblätter und Sonderdrucke sowie die Durchführung von Kunststoff-Symposien und dieses Handbuch in Form einer Loseblattsammlung erarbeitet. Durch die veränderte Thematik erfolgte im März 2005 die Umbenennung in „Arbeitskreis Managementsysteme (AKM)“.

Die Möglichkeiten des Internet und die Verfügbarkeit von Dokumenten durch moderne Publikationsverfahren erfordern nunmehr eine kontinuierliche Fortschreibung des Inhaltes des „Handbuches“. Einzelne Elemente werden bei Bedarf zukünftig unabhängig voneinander aktualisiert.

Der Dank des Verbandes gilt allen ehrenamtlichen Mitarbeitern aus den Mitgliedsunternehmen für ihr Engagement und die gute Teamarbeit. Zugleich ist den Verantwortlichen in den Unternehmen und Instituten zu danken, die es ermöglichten, dass ihre Experten diese wichtige Arbeit für die Mitglieder des TecPart Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V. Teile leisten konnten.

TecPart Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Wilhelm Crößmann

Geschäftsführer

Aktueller Stand der Normung auf den Gebieten Kunststoffe, Kunststoffprüfung, Kunststoffverarbeitungsmaschinen und Werkzeuge

Normenverzeichnis

Normen bilden die Grundlage für die Lieferung und Prüfung von Produkten sowie die Gewährleistung eines hinreichenden Sicherheitsstandards. Sie weisen den aktuellen Stand der Technik aus und sind für die Arbeitsteilung und die Gewährleistung des Austauschbaus unverzichtbar.

Im Zuge der internationalen Harmonisierung der Normen und des stetigen technischen Fortschritts unterliegen die Normen einer ständigen Fortschreibung. Der Anwender der Normen muss sich stets auf die aktuell gültige Norm beziehen. Ausnahmen sind, wenn der Kunde eine andere Verfahrensweise durch Bezug auf zurückgezogene oder ersetzte Normen fordert. Normen unterliegen in der Regel einer Überprüfung und Fortschreibung im Rhythmus von 3 – 5 Jahren. Der Stand der Technik wird stets durch die letzte gültige Normenausgabe dokumentiert.

In den einzelnen Elementen zum Qualitätsmanagement wird auf eine Vielzahl von Normen Bezug genommen. Es sprengt die Möglichkeiten des Verbandes, die von Normenänderungen betroffenen Elemente ständig zu aktualisieren. Dieses Kapitel enthält eine Übersicht der in den Elementen zitierten Normen und technischen Regeln. Diese Übersicht wird jährlich aktualisiert. Weiterhin sind nachfolgend die für den Kunststoffverarbeiter wesentliche Sachgebiete entsprechend dem DIN-Katalog für technische Dokumente zusammengestellt.

Relevante Sachgebiete nach DIN

Für den Hersteller von Formteilen und Halbzeugen aus Kunststoffen sind nach der Einteilung des DIN-Kataloges für technische Regeln im Wesentlichen die folgenden Sachgruppen von Bedeutung. Die in den Elementen zum Qualitätsmanagement zitierten Normen entstammen weitgehend diesen Sachgruppen. In diesen Sachgruppen und darüber hinaus ist zu recherchieren, um spezielle Normen zu finden.

n Kunststoffe

- 83.040.030 Hilfs- und Zusatzstoffe für Kunststoffe
- 83.080 Kunststoffe im Allgemeinen
- 83.080.10 Duroplaste
- 83.080.20 Thermoplaste
- 83.120 Verstärkte Kunststoffe

n Kunststoffprüfung

- 29.035.01 Isolierstoffe im Allgemeinen
- 20.035.20 Kunststoffisolierstoffe, Gummiisolierstoffe
- 83.060 Gummi und Elastomere
- 83.080.01 Kunststoffe im Allgemeinen
- 83.080.10 Duroplaste
- 83.080.20 Thermoplaste
- 83.100 Schaumstoffe
- 83.120 Verstärkte Kunststoffe

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

n Kunststoffverarbeitungsmaschinen und Werkzeuge

83.200 Ausrüstungen für die Gummi- und Kunststoffindustrie

n Sonstiges (Längenmesstechnik, QM-Normen, Farbmittel, Farbmeterik usw.)

01.040.13 Umweltschutz, Gesundheitsschutz, Sicherheit (Begriffe)
 01.040.17 Metrologie, Messwesen, Physikalische Erscheinungen (Begriffe)
 01.040.19 Prüfwesen (Begriffe)
 01.040.83 Gummiindustrie, Kunststoffindustrie (Begriffe)
 03.120.01 Qualität im Allgemeinen
 03.120.10 Qualitätsmanagement, Qualitätssicherung
 03.120.20 Produkthaftung, Firmenzertifizierung, Konformitätsbestätigung
 03.120.30 Anwendung statistischer Methoden
 13.020 Umweltschutz im Allgemeinen
 13.020.40 Zünd- und Brennverhalten (Feuerfestigkeit von Materialien und Produkten)
 17.040.20 Oberflächenbeschaffenheit
 17.040.30 Messgeräte für Längen-, Winkel- und Oberflächenmessungen
 17.060 Messungen von Volumen, Masse, Dichte, Viskosität
 17.180.20 Farben, Lichtmessung
 19.020 Prüfbedingungen und Prüfungen im Allgemeinen
 19.040 Prüfung äußerer Einflussgrößen
 87.060.10 Pigmente

n Halbzeuge, Erzeugnisse

83.100 Schaumstoffe
 83.120 Verstärkte Kunststoffe
 83.140.01 Gummi- und Kunststoffprodukte im Allgemeinen
 83.140.10 Kunststoffrohre, Kunststofftafeln
 83.140.20 Kunststofflamine
 83.140.30 Kunststoffrohre, Kunststoffittings
 83.140.40 Kunststoffschläuche, Gummischläuche
 83.140.99 Weitere Gummi- und Kunststoffprodukte
 83.140.180 Klebstoffe
 23.040.01 Rohre, Rohrzubehör und Rohrleitungen im Allgemeinen
 23.040.20 Kunststoffrohre
 23.040.45 Kunststoffittings

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Kommentar

Die Einhaltung der einschlägigen Normen und technischen Lieferbedingungen ist für jedes produzierende Unternehmen ein ungeschriebenes Gesetz. Die Gewährleistung der Normkonformität sind die Grundlagen des Qualitätsmanagements in unseren Unternehmen. Die nationalen und internationalen Normen beseitigen die Handelshemmnisse, fördern den grenzüberschreitenden Handel und ihre Einhaltung das Vertrauen zu den Lieferanten. Normen sind die Voraussetzung für die Lösung vieler technischer und wirtschaftlicher Aufgaben. Viele Schutzfunktionen (Arbeitsschutz, Umweltschutz, Verbraucherschutz usw.), aber auch die Sicherung der Austauschbarkeit wären ohne Normung nicht möglich. Zugleich sind die Normen eine leicht zugängliche Informationsquelle, die den Stand der Technik aufzeigen, und als Hilfsmittel für den weltweiten Technologietransfer dienen. Diese Funktion der Normung als Ordnungsinstrument unserer technischen Welt weist dadurch darauf hin, dass stets nur die aktuelle Fassung einer Norm als Grundlage angesehen werden muss, soweit aus internen Gründen der Kunde nicht ausdrücklich den Bezug auf zurückliegende Ausgaben verlangt.

Verarbeiter, denen das verbandsinterne Dienstleistungsangebot der Überprüfung der Aktualität von Normen durch die TecPart-Geschäftsstelle nicht ausreicht, werden auf die Möglichkeiten des Beuth-Verlags hingewiesen. Es ist möglich, den DIN-Katalog für technische Regeln beim Beuth-Verlag in Buchform oder auf CD-ROM zu beziehen oder direkt im Internet zu recherchieren und die benötigten Normen online zu bestellen. Weiterhin bietet der Beuth-Verlag Dienstleistungen bezüglich Normenzusammenstellungen nach den individuellen Bedürfnissen an, die jederzeit erweiterbar sind und vom Verlag auf dem neuesten Stand gehalten werden.

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Liste der in den Elementen zitierten Normen

Stand: Oktober 2007

DIN-Normen

NORM	TITEL
DIN 4102-1	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe, Begriffe, Anforderungen und Prüfungen (Ausgabe 1988-05)
DIN 4760	Gestaltabweichungen; Begriffe, Ordnungssystem (Ausgabe 1982-06)
DIN 5033-Bbl1	Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik; Inhaltsverzeichnis über Größen, Formelzeichen und Einheiten sowie Stichwortverzeichnis zu DIN 5033 Teil 1 bis Teil 10 (Ausgabe 1971-01)
DIN 5033-1	Farbmessung – Teil 1: Grundbegriffe der Farbmeterik (Ausgabe 1979-03)
DIN 5033-2	Farbmessung – Teil 2: Normvalenz-Systeme (Ausgabe 1992-05)
DIN 5033-3	Farbmessung – Teil 3: Farbmaßzahlen (Ausgabe 1992-07)
DIN 5033-4	Farbmessung – Teil 4: Spektralverfahren (Ausgabe 1992-07)
DIN 5033-6	Farbmessung – Teil 6: Dreibereichsverfahren (Ausgabe 1976-08)
DIN 5033-7	Farbmessung – Teil 7: Messbedingungen für Körperfarben (Ausgabe 1983-07)
DIN 5033-8	Farbmessung – Teil 8: Messbedingungen für Lichtquellen (Ausgabe 1982-04)
DIN 5033-9	Farbmessung – Teil 9: Weißstandard zur Kalibrierung in Farbmessung und Photometrie (Ausgabe 2005-10)
DIN 6160	Anomaloskope zur Diagnose von Rot-Grün-Fablenfehsichtigkeiten (Ausgabe 1996-02)
DIN 6172	Metamerie-Index von Probenpaaren bei Lichtartwechsel (Ausgabe 1993-03)
DIN 6173-1	Farbabmusterung; Allgemeine Farbabmusterungsbedingungen (Ausgabe 1975-01)
DIN 6173-2	Farbabmusterung; Beleuchtungsbedingungen für künstliches mittleres Tageslicht (Ausgabe 1983-10)
DIN 6174	Farbmetrische Bestimmung von Farbmaßzahlen und Farbabständen im angenähert gleichförmigen CIELAB-Farbenraum / Achtung: Vorgesehen als Ersatz für DIN 6174 (1979-01) (Ausgabe 2006-02)
DIN 7168	Allgemeintoleranzen; Längen- und Winkelmaße, Form und Lage; Nicht für Neukonstruktionen (Ausgabe 1991-04)
DIN 7708-1	Kunststoff-Formmassen Kunststoffherzeugnisse; Begriffe (Ausgabe 1980-12)
DIN 7742-1	Kunststoff-Formmassen Kunststoffherzeugnisse; Begriffe (Ausgabe 1980-12)
DIN 7742-2	Kunststoff-Formmassen; Celluloseester (CA, CP, CAB)-Formmassen; Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (Ausgabe 1990-11)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

NORM	TITEL
DIN 16780-1	Kunststoff-Formmassen; Thermoplastische Formmassen aus Polymergemischen – Teil 1: Einteilung und Bezeichnung (Ausgabe 1988-01)
DIN 16780-2	Kunststoff-Formmassen; Thermoplastische Formmassen aus Polymergemischen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (Ausgabe 1990-10)
DIN 16781-2	Kunststoff-Formmassen; Polyoxymethylen (POM)-Formmassen; Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (Ausgabe 1989-01)
DIN 16901	Kunststoff-Formteile; Toleranzen und Abnahmebedingungen für Längenmaße (Ausgabe 1982-11)
DIN 24450	Maschinen zum Verarbeiten von Kunststoffen und Kautschuk; Begriffe (Ausgabe 1987-02)
DIN 50011-11	Klimate und ihre technische Anwendung; Klimaprüfeinrichtungen; Allgemeine Begriffe und Anforderungen (Ausgabe 1982-03)
DIN 50011-12	Klimate und ihre technische Anwendung; Klimaprüfeinrichtungen; Klimagröße; Lufttemperatur (Ausgabe 1987-09)
DIN 51006	Thermische Analyse (TA) - Thermogravimetrie (TG) – Grundlagen (Ausgabe 2005-07)
DIN 51562-1	Viskosimetrie – Messung der kinematischen Viskosität mit dem Ubbelohde-Viskosimeter – Teil 1: Bauform und Durchführung der Messung (Ausgabe 1999-01)
DIN 51562-2	Viskosimetrie – Messung der kinematischen Viskosität mit dem Ubbelohde-Viskosimeter, Mikro-Ubbelohde-Viskosimeter (Ausgabe 1988-12)
DIN 51562-3	Viskosimetrie – Messung der kinematischen Viskosität mit dem Ubbelohde-Viskosimeter. Relative Viskositätsänderung bei kurzen Durchflusszeiten (Ausgabe 1985-05)
DIN 51562-4	Viskosimetrie – Messung der kinematischen Viskosität mit dem Ubbelohde-Viskosimeter – Teil 4: Viskosimeterkalibrierung und Ermittlung der Messunsicherheit (Ausgabe 1999-01)
DIN 53236	Prüfung von Farbmitteln; Mess- und Auswertebedingungen zur Bestimmung von Farbunterschieden bei Anstrichen, ähnlichen Beschichtungen und Kunststoffen (Ausgabe 1983-01)
DIN 53438-1	Prüfung von brennbaren Werkstoffen; Verhalten beim Beflammen mit einem Brenner, Allgemeine Angaben (Ausgabe 1984-06)
DIN 53438-2	Prüfung von brennbaren Werkstoffen; Verhalten beim Beflammen mit einem Brenner: Kantenbeflammung (Ausgabe 1984-06)
DIN 53438-3	Prüfung von brennbaren Werkstoffen; Verhalten beim Beflammen mit einem Brenner: Flächenbeflammung (Ausgabe 1984-06)
DIN 53464	Prüfung von Kunststoffen-, Bestimmung der Schwindungseigenschaften von Pressstoffen aus warm härtbaren Pressmassen (Ausgabe 1962-11)
DIN 53483-1	Prüfung von Isolierstoffen, Bestimmung der dielektrischen Eigenschaften, Begriffe. Allgemeine Angaben (Ausgabe 1969-07)
DIN 53483-2	Prüfung von Isolierstoffen: Bestimmung der dielektrischen Eigenschaften, Prüfung bei den festgelegten Frequenzen 50 Hz, 1 kHz, 1 MHz (Ausgabe 1970-03)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

NORM	TITEL
DIN 53483-3	Prüfung von Isolierstoffen; Bestimmung der dielektrischen Eigenschaften, Messzellen für Flüssigkeiten für Frequenzen bis 100 MHz (Ausgabe 1969-07)
DIN 53489	Prüfung von elektrischen Isolierstoffen; Beurteilung der elektrolytischen Korrosionswirkung (Ausgabe 1968-01)
DIN 53497	Prüfung von Kunststoffen; Warmlagerungsversuch an Formteilen aus thermoplastischen Formmassen, ohne äußere mechanische Beanspruchung (Ausgabe 1969-10)
DIN 53498	Prüfung von Kunststoffen; Warmlagerung von Pressteilen aus härtbaren Pressmassen (Ausgabe 1967-02)
DIN 53505	Prüfung von Kautschuk und Elastomeren – Härteprüfung nach Shore A und Shore D (Ausgabe 2000-08)
DIN 53715	Prüfung von Kunststoffen; Bestimmung des Wassergehaltes durch Titration nach Karl Fischer (Ausgabe 1991-05)
DIN 53728-3	Prüfung von Kunststoffen; Bestimmung der Viskositätszahl von Polyethylenterephthalat (PETP) oder Polybutylenterephthalat (PBTP) in verdünnter Lösung (Ausgabe 1985-01)
DIN 53742	Prüfung von Kunststoffen; Bestimmung des Vinylacetat-Gehaltes von Copolymeren aus Vinylchlorid und Vinylacetat, Infrarotspektrographisches Verfahren (Ausgabe 1971-09)
DIN 53755	Prüfung von Kunststoff-Fertigteilen; Lagerungsversuch bei thermischer und äußerer mechanischer Beanspruchung (Ausgabe 1974-08)
DIN 53756	Prüfung von Kunststoff-Fertigteilen; Lagerungsversuch bei chemischer Beanspruchung (Ausgabe 1974-08)
DIN 53757	Prüfung von Kunststoff-Fertigteilen; Zeitstand-Stapelversuch an Transport- und Lagerbehältern (Ausgabe 1977-08)
DIN 53758	Prüfung von Kunststoff-Fertigteilen; Kurzzeit-Innendruckversuch an Hohlkörpern (Ausgabe 1975-02)
DIN 53759	Prüfung von Kunststoffen und Elastomeren; Thermische Analyse; Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK) (Ausgabe 1994-03)
DIN 53765	Prüfung von Kunststoffen und Elastomeren; Thermische Analyse; Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK) (Ausgabe 1994-03)
DIN 67530	Reflektometer als Hilfsmittel zur Glanzbeurteilung an ebenen Anstrich- und Kunststoff-Oberflächen (Ausgabe 1982-01)
DIN 75200	Bestimmung des Brennverhaltens von Werkstoffen der Kraftfahrzeuginnenausstattung (Ausgabe 1980-09)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

DIN EN-Normen

NORM	TITEL
DIN EN 59	Glasfaserverstärkte Kunststoffe; Bestimmung der Härte mit dem Barcol-Härteprüfgerät (Ausgabe 1977-11)
DIN EN 438-2	Dekorative Hochdruck-Schichtpressstoffplatten (HPL) – Platten auf Basis härthbarer Harze (Schichtpressstoffe) – Teil 2: Bestimmung der Eigenschaften; Deutsche Fassung EN 438-2:2005 (Ausgabe 2005-04)
DIN EN 2155-3	Luft- und Raumfahrt; Prüfverfahren für transparente Werkstoffe zur Verglasung von Luftfahrzeugen; Teil 3: Bestimmung des Brechungsindex; Deutsche Fassung EN 2155-3:1993 (Ausgabe 1993-04)
DIN EN 2155-5	Luft- und Raumfahrt; Prüfverfahren für transparente Werkstoffe zur Verglasung von Luftfahrzeugen; Teil 5: Messung des Lichttransmissionsgrades im sichtbaren Bereich; Deutsche Fassung EN 2155-5:1989 (Ausgabe 1989-11)
DIN EN 10204	Metallische Erzeugnisse – Arten von Prüfbescheinigungen; Deutsche Fassung EN 10204:2004 (Ausgabe 2005-01)
DIN EN 60112 / VDE 0303-11	Verfahren zur Bestimmung der Prüfzahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen (IEC 60112:2003); Deutsche Fassung EN 60112:2003 / Achtung: Daneben gilt DIN IEC 60112 (1984-06) noch bis 2006-03-01. (Ausgabe 2003-11)
DIN EN 60112 Ber.2 / VDE 0303-11 Ber.2	Berichtigungen zu DIN EN 60112 (VDE 0303 Teil 11):2003-11 (Ausgabe 2004-02)
DIN EN60216-1 / *VDE 0304-21	Elektroisolierstoffe – Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens – Teil 1: Warmlagerungsverfahren und Auswertung von Prüfergebnissen (IEC 60216-1:2001); Deutsche Fassung EN 60216-1:2001 / Achtung: Daneben gilt DIN IEC 60216-1 (1996-04) noch bis 2004-10-01. (Ausgabe 2002-09)
DIN EN60216-2 / VDE 0304-22	Elektroisolierstoffe – Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens – Teil 3: Anweisungen zur Berechnung thermischer Langzeitkennwerte (IEC 60216-3:2006); Deutsche Fassung EN 60216-3:2006 / Achtung: Daneben gilt DIN EN 60216-3 (2002-10) noch bis 2009-06-01. (Ausgabe2007-03)
DIN EN 60216-3 / VDE 0304-23	Elektroisolierstoffe – Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens – Teil 3: Anweisungen zur Berechnung thermischer Langzeitkennwerte (IEC 60216-3:2006); Deutsche Fassung EN 60216-3:2006 / Achtung: Daneben gilt DIN EN 60216-3 (2002-10) noch bis 2009-06-01. (Ausgabe2007-03)
DIN EN 60243-1 / VDE 0303-21	Elektrische Durchschlagfestigkeit von isolierenden Werkstoffen – Prüfverfahren – Teil 1: Prüfungen bei technischen Frequenzen (IEC 60243-1:1998); Deutsche Fassung EN 60243-1:1998 (Ausgabe 1999-03)
DIN EN 60243-2 / VDE 0303-22	Elektrische Durchschlagfestigkeit von isolierenden Werkstoffen – Prüfverfahren – Teil 2: Zusätzliche Anforderungen für Prüfung mit Gleichspannung (IEC 60243-2:2001); Deutsche Fassung EN 60243-2:2001 / Achtung: Daneben gilt DIN IEC 60243-2 (1996-03) noch bis 2004-03-01. (Ausgabe2001-10)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

NORM	TITEL
DIN EN 60296 / VDE 0370-1	Flüssigkeiten für elektrotechnische Anwendungen – Neue Isolieröle für Transformatoren und Schaltgeräte (IEC 60296:2003); Deutsche Fassung EN 60296:2004 + Corrigendum:2004 / Achtung: Daneben gilt DIN 57370-1 (1978-12) noch bis 2007-04-01. (Ausgabe 2005-01)
DIN EN 60695-1-1 / VDE 0471-1-1	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 1-1: Anleitung zur Beurteilung der Brandgefahr von elektrotechnischen Erzeugnissen; Allgemeiner Leitfaden (IEC 60695-1-1:1999 + Corrigendum 2000); Deutsche Fassung EN 60695-1-1:2000 / Achtung: Daneben gilt DIN EN 60695-1-1 (1996-07) noch bis 2003-01-01. (Ausgabe 2000-10)
DIN EN 60695-2-11 / VDE 0471-2-11	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2-11: Prüfungen mit dem Glühdraht; Prüfungen mit dem Glühdraht zur Entzündbarkeit von Erzeugnissen (IEC 60695-2-11:2000); Deutsche Fassung EN 60695-2-11:2001 / Achtung: Daneben gilt DIN EN 60695-2-1/1 (1997-04) noch bis 2003-11-01. (Ausgabe 2001-11)
DIN EN 60695-11-5 / VDE 0471-11-5	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11 -5: Prüfflammen – Prüfverfahren mit der Nadelflamme – Versuchsaufbau, Vorkehrungen zur Bestätigungsprüfung und Leitfaden (IEC 60695-11-5:2004); Deutsche Fassung EN 60695-11-5:2005 / Achtung: Daneben gilt DIN EN 60695-2-2 (1996-09) noch bis 2008-02-01. (Ausgabe 2005-11)
DIN EN 60695-11-10 / VDE 0471-11-1	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11 -10: Prüfflammen 0 – Prüfverfahren mit 50-W-Prüfflamme horizontal und vertikal (IEC 60695-11-10:1999 + A1:2003); Deutsche Fassung EN 60695-11-10:1999 + A1:2003 / Achtung: Daneben gilt DIN EN 60695-11-10 (2000-01) noch bis 2006-05-01. (Ausgabe 2004-05))
DIN EN 60695-11-20 / VDE 0471-11-20	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11-20: Prüfflammen – Prüfverfahren mit einer 500-W-Prüfflamme (IEC 60695-11-20:1999 + A1:2003); Deutsche Fassung EN 60695-11-20:1999 + A1:2003 / Achtung: Daneben gilt DIN EN 60695-11-20 (2000-01) noch bis 2006-05-01. (Ausgabe 2004-05)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

DIN EN ISO-Normen

NORM	TITEL
DIN EN ISO 60	Kunststoffe – Bestimmung der scheinbaren Dichte von Formmassen, die durch einen genormten Trichter abfließen können (Schüttdichte) (ISO 60:1977); Deutsche Fassung EN ISO 60:1999 (Ausgabe 2000-01)
DIN EN ISO 62	Kunststoffe – Bestimmung der Wasseraufnahme (ISO 62:1999); Deutsche Fassung EN ISO 62:1999 (Ausgabe 1999-08)
DIN EN ISO 75-1	Kunststoffe – Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur – Teil 1: Allgemeines Prüfverfahren (ISO 75-1:2004); Deutsche Fassung EN ISO 75-1:2004 (Ausgabe 2004-09)
DIN EN ISO 75-2	Kunststoffe – Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur – Teil 2: Kunststoffe und Hartgummi (ISO 75-2:2004); Deutsche Fassung EN ISO 75-2:2004 (Ausgabe 2004-09)
DIN EN ISO 75-3	Kunststoffe – Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur – Teil 3: Hochbeständige härtbare Schichtstoffe und langfaserverstärkte Kunststoffe (ISO 75-3:2004); Deutsche Fassung EN ISO 75-3:2004 (Ausgabe 2004-09)
DIN EN ISO 175	Kunststoffe – Prüfverfahren zur Bestimmung des Verhaltens gegen flüssige Chemikalien (ISO 175:1999); Deutsche Fassung EN ISO 175:2000 (Ausgabe 2000-10)
DIN EN ISO 176	Kunststoffe – Bestimmung der Weichmacherabgabe – Aktivkohleverfahren (ISO 176:2005); Deutsche Fassung EN ISO 176:2005 (Ausgabe 2005-05)
DIN EN ISO 178	Kunststoffe – Bestimmung der Biegeeigenschaften (ISO 178:2001 + AMD 1:2004); Deutsche Fassung EN ISO 178:2003 + A1:2005 (Ausgabe 2006-04)
DIN EN ISO 179-1	Kunststoffe – Bestimmung der Charpy-Schlageigenschaften – Teil 1: Nicht instrumentierte Schlagzähigkeitsprüfung (ISO 179-1:2000 + Amd.1:2005); Deutsche Fassung EN ISO 179-1:2000 + A1:2005 (Ausgabe 2006-05)
DIN EN ISO 180	Kunststoffe – Bestimmung der Izod-Schlagzähigkeit (ISO 180:2000 + Amd.1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 180:2000 + A1:2006 (Ausgabe 2007-04)
DIN EN ISO 291	Kunststoffe – Normalklimate für Konditionierung und Prüfung (ISO 291:2005); Deutsche Fassung EN ISO 291:2005 (Ausgabe 2006-02)
DIN EN ISO 293	Kunststoffe – Formgepresste Probekörper aus Thermoplasten (ISO 293:2004); Deutsche Fassung EN ISO 293:2005 (Ausgabe 2005-10)
DIN EN ISO 294-1	Kunststoffe – Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten – Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Herstellung von Vielzweckprobekörpern und Stäben (ISO 294-1:1996); Deutsche Fassung EN ISO 294-1:1998 (Ausgabe 1998-10)
DIN EN ISO 294-2	Kunststoffe – Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten – Teil 2: Kleine Zugstäbe (ISO 294-2:1996 + Amd.1:2004); Deutsche Fassung EN ISO 294-2:1998 + A1:2005 (Ausgabe 2006-05)
DIN EN ISO 294-3	Kunststoffe – Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten – Teil 3: Kleine Platten (ISO 294-3:2002); Deutsche Fassung EN ISO 294-3:2003 (Ausgabe 2003-12)
DIN EN ISO 294-4	Kunststoffe – Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten – Teil 4: Bestimmung der Verarbeitungsschwindigkeit (ISO 294-4:2001); Deutsche Fassung EN ISO 294-4:2003 (Ausgabe 2003-06)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

NORM	TITEL
DIN EN ISO 295	Kunststoffe – Pressen von Probekörpern aus duroplastischen Werkstoffen (ISO 295:2004); Deutsche Fassung EN ISO 295:2004 (Ausgabe 2004-05)
DIN EN ISO 306	Kunststoffe – Thermoplaste– Bestimmung der Vicat-Erweichungstemperatur (VST) (ISO 306:2004); Deutsche Fassung EN ISO 306:2004 (Ausgabe 2004-10)
DIN EN ISO 307	Kunststoffe – Polyamide – Bestimmung der Viskositätszahl (ISO 307:2007); Deutsche Fassung EN ISO 307:2007 (Ausgabe 2007-08)
DIN EN ISO 489	Kunststoffe – Bestimmung des Brechungsindex (ISO 489:1999); Deutsche Fassung EN ISO 489:1999 (Ausgabe 1999-08)
DIN EN ISO 527-1	Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften – Teil 1: Allgemeine Grundsätze (ISO 527-1:1993 einschließlich Corr 1: 1994); Deutsche Fassung EN ISO 527-1:1996 (Ausgabe 1996-04)
DIN EN ISO 527-2	Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften – Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen (ISO 527-2:1993 einschließlich Corr. 1:1994); Deutsche Fassung EN ISO 527-2:1996 (Ausgabe 1996-07)
DIN EN ISO 604	Kunststoffe – Bestimmung von Druckeigenschaften (ISO 604:2002); Deutsche Fassung EN ISO 604:2003 (Ausgabe 2003-12)
DIN EN ISO 845	Schaumstoffe aus Kautschuk und Kunststoffen – Bestimmung der Rohdichte (ISO 845:1988); Deutsche Fassung EN ISO 845:1995 (Ausgabe 1995-06)
DIN EN ISO 868	Kunststoffe und Hartgummi – Bestimmung der Eindruckhärte mit einem Durometer (Shore-Härte) (ISO 868:2003); Deutsche Fassung EN ISO 868:2003 (Ausgabe 2003-10)
DIN EN ISO 877	Kunststoffe – Verfahren zur natürlichen Bewitterung, zur Bestrahlung hinter Fensterglas und zur beschleunigten Bewitterung durch Sonnenstrahlung mit Hilfe von Fresnelspiegeln (ISO 877:1994); Deutsche Fassung EN ISO 877:1996 (Ausgabe 1997-05)
DIN EN ISO 899-1	Kunststoffe – Bestimmung des Kriechverhaltens – Teil 1: Zeitstand-Zugversuch (ISO 899-1:2003); Deutsche Fassung EN ISO 899-1:2003 (Ausgabe 2003-10)
DIN EN ISO 899-2	Kunststoffe – Bestimmung des Kriechverhaltens – Teil 2: Zeitstand-Biegeversuch bei Dreipunkt-Belastung (ISO 899-2:2003); Deutsche Fassung EN ISO 899-2:2003 (Ausgabe 2003-10)
DIN EN ISO 1060-1	Kunststoffe – Homo- und Copolymere des Vinylchlorids – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 1060-1:1998); Deutsche Fassung EN ISO 1060-1:1999 (Ausgabe 2000-04)
DIN EN ISO 1060-2	Kunststoffe – Homo- und Copolymere des Vinylchlorids – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 1060-2:1998); Deutsche Fassung EN ISO 1060-2:1999 (Ausgabe 2000-04)
DIN EN ISO 1110	Kunststoffe – Polyamide – Beschleunigte Konditionierung von Probekörpern (ISO 1110:1995); Deutsche Fassung EN ISO 1110:1997 (Ausgabe 1998-03)
DIN EN ISO 1133	Kunststoffe – Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten (ISO 1133:2005); Deutsche Fassung EN ISO 1133:2005 (Ausgabe 2005-09)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

NORM	TITEL
DIN EN ISO 1157	Kunststoffe – Celluloseacetat in verdünnter Lösung – Bestimmung der Viskositätszahl und des Viskositätsverhältnisses (ISO 1157:1990); Deutsche Fassung EN ISO 1157:1999 (Ausgabe 1999-09)
DIN EN ISO 1163-1	Kunststoffe – Weichmacherfreie Polyvinylchlorid (PVC-U)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 1163-1:1995); Deutsche Fassung EN ISO 1163-1:1999 (Ausgabe 1999-10)
DIN EN ISO 1163-2	Kunststoffe – Weichmacherfreie Polyvinylchlorid (PVC-U)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 1163-2:1995); Deutsche Fassung EN ISO 1163-2:1999 (Ausgabe 1999-10)
DIN EN ISO 1183-1	Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren (ISO 1183-1:2004); Deutsche Fassung EN ISO 1183-1:2004 (Ausgabe 2004-05)
DIN EN ISO 1183-2	Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 2: Verfahren mit Dichtegradientensäule (ISO 1183-2:2004); Deutsche Fassung EN ISO 1183-2:2004 (Ausgabe 2004-10)
DIN EN ISO 1183-3	Kunststoffe – Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 3: Gas-Pyknometer-Verfahren (ISO 1183-3:1999); Deutsche Fassung EN ISO 1183-3:1999 (Ausgabe 2000-05)
DIN EN ISO 1302	Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in der technischen Produktdokumentation (ISO 1302:2002); Deutsche Fassung EN ISO 1302:2002 (Ausgabe 2002-06)
DIN EN ISO 1622-1	Kunststoffe – Polystyrol (PS)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 1622-1:1994); Deutsche Fassung EN ISO 1622-1:1999 (Ausgabe 1999-10)
DIN EN ISO 1622-2	Kunststoffe – Polystyrol (PS)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 1622-2:1995); Deutsche Fassung EN ISO 1622-2:1999 (Ausgabe 1999-10)
DIN EN ISO 1628-1	Kunststoffe – Bestimmung der Viskosität von Polymeren in verdünnter Lösung durch ein Kapillarviskosimeter – Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 1628-1:1998); Deutsche Fassung EN ISO 1628-1:1998 (Ausgabe 1998-10)
DIN EN ISO 1628-2	Kunststoffe – Bestimmung der Viskosität von Polymeren in verdünnter Lösung unter Verwendung von Kapillarviskosimetern – Teil 2: Vinylchlorid-Polymere (ISO 1628-2:1998); Deutsche Fassung EN ISO 1628-2:1998 (Ausgabe 1999-11)
DIN EN ISO 1628-3	Kunststoffe – Bestimmung der Viskosität von Polymeren in verdünnter Lösung unter Verwendung von Kapillarviskosimetern – Teil 3: Polyethylen und Polypropylen (ISO 1628-3:2001); Deutsche Fassung EN ISO 1628-3:2003 (Ausgabe 2003-06)
DIN EN ISO 1872-1	Kunststoffe – Polyethylen (PE)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 1872-1:1993); Deutsche Fassung EN ISO 1872-1:1999 (Ausgabe 1999-10)
DIN EN ISO 1872-2	Kunststoffe – Polyethylen (PE)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 1872-2:2007); Deutsche Fassung EN ISO 1872-2:2007 (Ausgabe 2007-05)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

NORM	TITEL
DIN EN ISO 1873-1	Kunststoffe – Polypropylen (PP)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 1873-1:1995); Deutsche Fassung EN ISO 1873-1:1995 (Ausgabe 1995-12)
DIN EN ISO 1873-2	Kunststoffe – Polypropylen (PP)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO/DIS 1873-2:2006); Deutsche Fassung prEN ISO 1873-2:2006 / Achtung: Vorgesehen als Ersatz für DIN EN ISO 1873-2 (2000-12). (Ausgabe 2006-08)
DIN EN ISO 1874-1	Kunststoffe – Polyamid (PA)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnung (ISO 1874-1:1992); Deutsche Fassung EN ISO 1874-1:2000 (Ausgabe 2001-02)
DIN EN ISO 1874-2	Kunststoffe – Polyamid (PA)-Formmassen für das Spritzgießen und die Extrusion – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 1874-2:2006); Deutsche Fassung EN ISO 1874-2:2006 (Ausgabe 2007-04)
DIN EN ISO 2039-1	Kunststoffe – Bestimmung der Härte – Teil 1: Kugeleindruckversuch (ISO 2039-1:2001); Deutsche Fassung EN ISO 2039-1:2003 (Ausgabe 2003-06)
DIN EN ISO 2039-2	Kunststoffe – Bestimmung der Härte – Teil 2: Rockwellhärte (ISO 2039-2:1987); Deutsche Fassung EN ISO 2039-2:1999 (Ausgabe 2000-01)
DIN EN ISO 2578	Kunststoffe – Bestimmung der Temperatur-Zeit-Grenzen bei langanhaltender Wärmeeinwirkung (ISO 2578:1993); Deutsche Fassung EN ISO 2578:1998 (Ausgabe 1998-10)
DIN EN ISO 2580-1	Kunststoffe – Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 2580-1:2002); Deutsche Fassung EN ISO 2580-1:2002 (Ausgabe 2003-02)
DIN EN ISO 2580-2	Kunststoffe – Acrylnitril-Butadien-Styrol (ABS)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 2580-2:2003); Deutsche Fassung EN ISO 2580-2:2003 (Ausgabe 2004-05)
DIN EN ISO 2818	Kunststoffe – Herstellung von Probekörpern durch mechanische Bearbeitung (ISO 2818:1994); Deutsche Fassung EN ISO 2818:1996 (Ausgabe 1997-06)
DIN EN ISO 2897-1	Kunststoffe – Schlagzähe Polystyrol (PS-1)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 2897-1:1997); Deutsche Fassung EN ISO 2897-1:1999 (Ausgabe 1999-10)
DIN EN ISO 2897-2	Kunststoffe – Schlagzähe Polystyrol (PS-1)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 2897-2:2003); Deutsche Fassung EN ISO 2897-2:2003 (Ausgabe 2004-05)
DIN EN ISO 2898-1	Kunststoffe – Weichmacherhaltige Polyvinylchlorid (PVC-P)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 2898-1:1996); Deutsche Fassung EN ISO 2898-1:1999 (Ausgabe 1999-10)
DIN EN ISO 2898-2	Kunststoffe – Weichmacherhaltige Polyvinylchlorid (PVC-P)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 2898-2:1997); Deutsche Fassung EN ISO 2898-2:1999 (Ausgabe 1999-10)
DIN EN ISO 3146	Kunststoffe – Bestimmung des Schmelzverhaltens (Schmelztemperatur oder Schmelzbereich) von teilkristallinen Polymeren im Kapillarrohr- und Polarisationsmikroskop-Verfahren (ISO 3146:2000); Deutsche Fassung EN ISO 3146:2000 (Ausgabe 2002-06)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

NORM	TITEL
DIN EN ISO 3167	Kunststoffe – Vielzweckprobekörper (ISO 3167:2002); Deutsche Fassung EN ISO 3167:2003 (Ausgabe 2003-12)
DIN EN ISO 3274	Geometrische Produktspezifikationen (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Nenneigenschaften von Tastschnittgeräten (ISO 3274:1996); Deutsche Fassung EN ISO 3274:1997 (Ausgabe 1998-04)
DIN EN ISO 3451-1	Kunststoffe – Bestimmung der Asche – Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO/DIS 3451-1:2006); Deutsche Fassung prEN ISO 3451-1:2006 / Achtung: Vorgesehen als Ersatz für DIN EN ISO 3451-1 (1997-10). (Ausgabe 2006-08)
DIN EN ISO 4287	Geometrische Produktspezifikationen (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Benennungen, Definitionen und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4287:1997); Deutsche Fassung EN ISO 4287:1998 / Achtung: Vorgesehene Änderung durch DIN EN ISO 4287/A1 (2007-07). (Ausgabe 1998-10)
DIN EN ISO 4288	Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit (ISO 4288:1996); Deutsche Fassung EN ISO 4288:1997 (Ausgabe 1998-04)
DIN EN ISO 4589-1	Kunststoffe – Bestimmung des Brennverhaltens durch den Sauerstoff-Index – Teil 1: Anleitung (ISO 4589-1:1996); Deutsche Fassung EN ISO 4589-1:1999 (Ausgabe 1999-09)
DIN EN ISO 4589-2	Kunststoffe – Bestimmung des Brennverhaltens durch den Sauerstoff-Index – Teil 2: Prüfung bei Umgebungstemperatur (ISO 4589-2:1996 + Amd. 1:2005) Deutsche Fassung EN ISO 4589-2:1999 + A1:2006 (Ausgabe 2006-06)
DIN EN ISO 4589-3	Kunststoffe – Bestimmung des Brennverhaltens durch den Sauerstoff-Index – Teil 3: Prüfung bei erhöhter Temperatur (ISO 4589-3:1996); Deutsche Fassung EN ISO 4589-3:1996 (Ausgabe 1996-10)
DIN EN ISO 4613-1	Kunststoffe – Ethylen-Vinylacetat (ENAC)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 4613-1:1993); Deutsche Fassung EN ISO 4613-1:1999 (Ausgabe 1999-10)
DIN EN ISO 4613-2	Kunststoffe – Ethylen-Vinylacetat (ENAC)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 4613-2:1995 + AMD 1:2004); Deutsche Fassung EN ISO 4613-2:1995 + A1:2004 (Ausgabe 2004-12)
DIN EN ISO 4892-2	Kunststoffe – Schlagzähe Polystyrol (PS-1)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 2897-1:1997); Deutsche Fassung EN ISO 2897-1:1999 (Ausgabe 1999-10)
DIN EN ISO 4892-3	Kunststoffe – Künstliches Bestrahlen oder Gewittern in Geräten – Teil 3: UV-Leuchtstofflampen (ISO 4892-3:2006); Deutsche Fassung EN ISO 4892-3:2006 (Ausgabe 2006-05)
DIN EN ISO 4894-1	Kunststoffe – Styrol/Acrylnitril (SAN)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 4894-1:1997); Deutsche Fassung EN ISO 4894-1:1999 (Ausgabe 1999-10)
DIN EN ISO 4894-2	Kunststoffe – Styrol/Acrylnitril (SAN)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 4894-2:1995); Deutsche Fassung EN ISO 4894-2:1999 (Ausgabe 1999-10))

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

NORM	TITEL
DIN EN ISO 6402-1	Kunststoffe – Acrylnitril-Styrol-Acrylat (ASA)-, Acrylnitril-(Ethylen-Propylen-Dien)-Styrol (AEPDS)- und Acrylnitril-(chloriertes Polyethylen)-Styrol (ACS)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 6402-1:2002); Deutsche Fassung EN ISO 6402-1:2002 (Ausgabe 2003-02)
DIN EN ISO 6402-2	Kunststoffe – Acrylnitril-Styrol-Acrylat (ASA)-, Acrylnitril-(Ethylen-Propylen-Dien)-Styrol (AEPDS)- und Acrylnitril-(Chloriertes Polyethylen)-Styrol (ACS)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 6402-2:2003); Deutsche Fassung EN ISO 6402-2:2003 (Ausgabe 2004-05)
DIN EN ISO 6427	Kunststoffe – Bestimmung der extrahierbaren Bestandteile durch organische Lösemittel (Standardverfahren) (ISO 6427:1992); Deutsche Fassung EN ISO 6427:1998 (Ausgabe 1998-10)
DIN EN ISO 6507-1	Metallische Werkstoffe – Härteprüfung nach Vickers – Teil 1: Prüfverfahren (ISO 6507-1:2005); Deutsche Fassung EN ISO 6507-1:2005 (Ausgabe 2006-03)
DIN EN ISO 6603-1	Kunststoffe – Bestimmung des Durchstoßverhaltens von festen Kunststoffen – Teil 1: Nicht-instrumentierter Schlagversuch (ISO 6603-1:2000); Deutsche Fassung EN ISO 6603-1:2000 (Ausgabe 2000-10)
DIN EN ISO 6603-2	Kunststoffe – Bestimmung des Durchstoßverhaltens von festen Kunststoffen – Teil 2: Instrumentierter Schlagversuch (ISO 6603-2:2000); Deutsche Fassung EN ISO 6603-2:2000 (Ausgabe 2002-04)
DIN EN ISO 6721-2	Kunststoffe – Bestimmung dynamisch-mechanischer Eigenschaften – Teil 2: Torsionspendel-Verfahren (ISO 6721-2:1994, einschließlich Technische Korrektur 1:1995); Deutsche Fassung EN ISO 6721-2:1996 (Ausgabe 1996-12)
DIN EN ISO 7391-1	Kunststoffe – Polycarbonat (PC)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 7391-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 7391-1:2006 (Ausgabe 2006-06)
DIN EN ISO 7391-2	Kunststoffe – Polycarbonat (PC)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 7391-2:2006); Deutsche Fassung EN ISO 7391-2:2006 (Ausgabe 2006-06)
DIN EN ISO 7792-1	Kunststoffe – Thermoplastische Polyester (TP)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 7792-1:1997); Deutsche Fassung EN ISO 7792-1:2004 (Ausgabe 2004-10)
DIN EN ISO 7792-2	Kunststoffe – Thermoplastische Polyester (TP)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 7792-2:1997); Deutsche Fassung EN ISO 7792-2:2004 (Ausgabe 2004-10)
DIN EN ISO 8256	Kunststoffe – Bestimmung der Schlagzugzähigkeit (ISO 8256:2004); Deutsche Fassung EN ISO 8256:2004 (Ausgabe 2005-05)
DIN EN ISO 8257-1	Kunststoffe – Polymethylmethacrylat (PMMA)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 8257-1:1998); Deutsche Fassung EN ISO 8257-1:2006 (Ausgabe 2006-06)
DIN EN ISO 8257-2	Kunststoffe – Polymethylmethacrylat (PMMA)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 8257-2:2001); Deutsche Fassung EN ISO 8257-2:2006 (Ausgabe 2006-06)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

NORM	TITEL
DIN EN ISO 8785	Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenunvollkommenheiten – Begriffe, Definitionen und Kenngrößen (ISO 8785:1998); Deutsche Fassung EN ISO 8785:1999 (Ausgabe 1999-10)
DIN EN ISO 8986-1	Kunststoffe – Polybuten (PB)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 8986-1:1993); Deutsche Fassung EN ISO 8986-1:1999 (Ausgabe 1999-10)
DIN EN ISO 8986-2	Kunststoffe – Polybuten (PB)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 8986-2:1995 + AMD 1:2000) (enthält Änderung A1:2000); Deutsche Fassung EN ISO 8986-2:1995 + A1:2000 (Ausgabe 2000-12)
DIN EN ISO 9000	Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2005); Dreisprachige Fassung EN ISO 9000:2005 (Ausgabe 2005-12)
DIN EN ISO 9001	Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen (ISO 9001:2000-09); Dreisprachige Fassung EN ISO 9001:2000 (Ausgabe 2000-12)
DIN EN ISO 9004	Qualitätsmanagementsysteme – Leitfaden zur Leistungsverbesserung (ISO 9004:2000); Dreisprachige Fassung EN ISO 9004:2000 (Ausgabe 2000-12)
DIN EN ISO 9988-1	Kunststoffe – Polyoxymethylen (POM)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 9988-1:2004); Deutsche Fassung EN ISO 9988-1:2006 (Ausgabe 2006-06)
DIN EN ISO 10012	Messmanagementsysteme – Anforderungen an Messprozesse und Messmittel (ISO 10012:2003); Dreisprachige Fassung EN ISO 10012:2003 (Ausgabe 2004-03)
DIN EN ISO 10350-1	Kunststoffe – Ermittlung und Darstellung vergleichbarer Einpunktkennwerte – Teil 1: Formmassen (ISO 10350-1:1998); Deutsche Fassung EN ISO 10350-1:2000 (Ausgabe 2001-03)
DIN EN ISO 10350-2	Kunststoffe – Ermittlung und Darstellung vergleichbarer Einpunktkennwerte – Teil 2: Langfaserverstärkte Kunststoffe (ISO 10350-2:2001); Deutsche Fassung EN ISO 10350-2:2001 / Achtung: Vorgesehener Ersatz durch DIN EN ISO 10350-2 (in Vorbereitung). (Ausgabe 2001-12)
DIN EN ISO 10366-1	Kunststoffe – Methylmethacrylat-Acrylnitril-Butadien-Styrol (MABS)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 10366-1:2002); Deutsche Fassung EN ISO 10366-1:2002 (Ausgabe 2003-02)
DIN EN ISO 10366-2	Kunststoffe – Methylmethacrylat-Acrylnitril-Butadien-Styrol (MABS)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 10366-2:2003); Deutsche Fassung EN ISO 10366-2:2003 (Ausgabe 2004-05)
DIN EN ISO 10724-1	Kunststoffe – Spritzgießen von Probekörpern aus duroplastischen nieselfähigen Formmassen (PMC) – Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Herstellung von Vielzweckprobekörpern (ISO 10724-1:1998); Deutsche Fassung EN ISO 10724-1:2001 (Ausgabe 2002-04)
DIN EN ISO 11357-1	Kunststoffe – Dynamische Differenz-Thermoanalyse (DSC) – Teil 1: Allgemeine Grundlagen (ISO 11357-1:1997); Deutsche Fassung EN ISO 11357-1:1997 (Ausgabe 1997-11)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

NORM	TITEL
DIN EN ISO 11403-1	Kunststoffe – Ermittlung und Darstellung von vergleichbaren Vielpunkt-Kennwerten – Teil 1: Mechanische Eigenschaften (ISO 11403-1:2001); Deutsche Fassung EN ISO 11403-1:2003 (Ausgabe 2003-09)
DIN EN ISO 11403-2	Kunststoffe – Ermittlung und Darstellung von vergleichbaren Vielpunkt-Kennwerten – Teil 2: Thermische und Verarbeitungseigenschaften (ISO 11403-2:2004); Deutsche Fassung EN ISO 11403-2:2004 (Ausgabe 2004-07)
DIN EN ISO 11469	Kunststoffe – Sortenspezifische Identifizierung und Kennzeichnung von Kunststoff-Formteilen (ISO 11469:2000); Deutsche Fassung EN ISO 11469:2000 (Ausgabe 2000-10)
DIN EN ISO 11542-1	Kunststoffe – Ultrahochmolekulare Polyethylen (PE-UHMW)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 11542-1:2001); Deutsche Fassung EN ISO 11542-1:2001 (Ausgabe 2002-02)
DIN EN ISO 11542-2	Kunststoffe – Ultrahochmolekulare Polyethylen(PE-UHMW)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 11542-2:1998); Deutsche Fassung EN ISO 11542-2:1998 (Ausgabe 1999-01)
DIN EN ISO 12086-1	Kunststoffe – Fluorpolymerdispersionen, Formmassen und Extrusionsmaterialien – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 12086-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 12086-1:2006 (Ausgabe 2006-05)
DIN EN ISO 12086-2	Kunststoffe – Fluorpolymerdispersionen, Formmassen und Extrusionsmaterialien – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 12086-2:2006); Deutsche Fassung EN ISO 12086-2:2006 (Ausgabe 2006-05)
DIN EN ISO 13000-1	Kunststoffe – Polytetrafluorethylen (PTFE)-Halbzeuge – Teil 1: Anforderungen und Bezeichnung (ISO 13000-1:2005); Deutsche Fassung EN ISO 13000-1:2005 (Ausgabe 2006-02)
DIN EN ISO 13000-2	Kunststoffe – Polytetrafluorethylen (PTFE)-Halbzeuge – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO 13000-2:2005); Deutsche Fassung EN ISO 13000-2:2005 (Ausgabe 2006-02)
DIN EN ISO 13468-1	Kunststoffe – Bestimmung des totalen Lichttransmissionsgrades von transparenten Materialien – Teil 1: Einstrahlinstrument (ISO 13468-1:1996); Deutsche Fassung EN ISO 13468-1:1996 (Ausgabe 1997-01)
DIN EN ISO 13565-1	Geometrische Produktspezifikationen (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Oberflächen mit plateauartigen funktionsrelevanten Eigenschaften – Teil 1: Filterung und allgemeine Messbedingungen (ISO 13565-1:1996); Deutsche Fassung EN ISO 13565-1:1997 (Ausgabe 1998-04)
DIN EN ISO 13565-2	Geometrische Produktspezifikationen (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Oberflächen mit plateauartigen funktionsrelevanten Eigenschaften – Teil 2: Beschreibung der Höhe mittels linearer Darstellung der Materialanteilkurve (ISO 13565-2:1996); Deutsche Fassung EN ISO 13565-2:1997 (Ausgabe 1998-04)
DIN EN ISO 13565-3	Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren; Oberflächen mit plateauartigen funktionsrelevanten Eigenschaften – Teil 3: Beschreibung der Höhe von Oberflächen mit der Wahrscheinlichkeitsdichtekurve (ISO 13565-3:1998); Deutsche Fassung EN ISO 13565-3:2000 (Ausgabe 2000-08)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

NORM	TITEL
DIN EN ISO 14001	Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 14001:2004); Deutsche und Englische Fassung EN ISO 14001:2004 (Ausgabe 2005-06)
DIN EN ISO 15103-1	Kunststoffe – Polyphenylether(PPE)-Formmassen – Teil 1: Bezeichnungssystem und Basis für Spezifikationen (ISO 15103-1:2000); Deutsche Fassung EN ISO 15103-1:2004 (Ausgabe 2004-10)
DIN EN ISO 15103-2	Kunststoffe – Polyphenylether(PPE)-Formmassen – Teil 2: Herstellung von Probekörpern und Bestimmung von Eigenschaften (ISO/DIS 15103-2:2006); Deutsche Fassung prEN ISO 15103-2:2006 / Achtung: Vorgesehen als Ersatz für DIN EN ISO 15103-2 (2004-10). (Ausgabe 2006-08)
DIN EN ISO 15512	Kunststoffe – Bestimmung des Wassergehaltes (ISO 15512:1999); Deutsche Fassung EN ISO 15512:2003 (Ausgabe 2004-05)
DIN EN ISO 19011	Leitfaden für Audits von Qualitätsmanagement- und/oder Umweltmanagementsystemen (ISO 19011:2002); Deutsche Fassung EN ISO 19011:2002 (Ausgabe 2002-12)
DIN EN ISO 22088-1	Kunststoffe – Bestimmung der Beständigkeit gegen umgebungsbedingte Spannungsrissbildung (ESC) – Teil 1: Allgemeine Anleitung (ISO 22088-1:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22088-1:2006 (Ausgabe 2006-11)
DIN EN ISO 22088-2	Kunststoffe – Bestimmung der Beständigkeit gegen umgebungsbedingte Spannungsrissbildung (ESC) – Teil 2: Zeitstandzugversuch (ISO 22088-2:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22088-2:2006 (Ausgabe 2006-11)
DIN EN ISO 22088-3	Kunststoffe – Bestimmung der Beständigkeit gegen umgebungsbedingte Spannungsrissbildung (ESC) – Teil 3: Biegestreifenverfahren (ISO 22088-3:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22088-3:2006 (Ausgabe 2006-11)
DIN EN ISO 22088-4	Kunststoffe – Bestimmung der Beständigkeit gegen umgebungsbedingte Spannungsrissbildung (ESC) – Teil 4: Kugel- oder Stifteindrückverfahren (ISO 22088-4:2006); Deutsche Fassung EN ISO 22088-4:2006 (Ausgabe 2006-11)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

DIN ISO-Normen

NORM	TITEL
DIN ISO 48	Elastomere und thermoplastische Elastomere – Bestimmung der Härte (Härte zwischen 10 IRHD und 100 IRHD) (ISO 48:1994 + Amd. 1:1999) (Ausgabe 2003-07)
DIN ISO 458-2	Kunststoffe – Bestimmung der Torsionssteifheit von flexiblen Materialien – Teil 2: Anwendung für weichmacherhaltige Formmassen aus Homopolymerisaten und Copolymerisaten des Vinylchlorids (ISO 458-2:1985) (Ausgabe 1995-09)
DIN ISO 2768-1	Allgemeintoleranzen; Toleranzen für Längen- und Winkelmaße ohne einzelne Toleranzeintragung; Identisch mit ISO 2768-1:1989 (Ausgabe 1991-06)
DIN ISO 2768-2	Allgemeintoleranzen; Toleranzen für Form und Lage ohne einzelne Toleranzeintragung; Identisch mit ISO 2768-2:1989 (Ausgabe 1991-04)

DIN IEC/VDE-Normen

NORM	TITEL
DIN IEC 60093 / VDE 0303-30	Prüfverfahren für Elektroisolierstoffe; Spezifischer Durchgangswiderstand und spezifischer Oberflächenwiderstand von festen, elektrisch isolierenden Werkstoffen (IEC 60093:1980); Deutsche Fassung HD 429 S1:1983 (Ausgabe 1993-12)
DIN IEC 60167 / VDE 0303-31	Prüfverfahren für Elektroisolierstoffe; Isolationswiderstand von festen, isolierenden Werkstoffen (IEC 60167:1964); Deutsche Fassung HD 568 S1:1990 (Ausgabe 1993-12)

EN-Normen

NORM	TITEL
EN 61006	Elektroisolierstoffe – Prüfverfahren zur Bestimmung der Glasübergangstemperatur (IEC 61006:2004) (Ausgabe 2004-04)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

ISO-Normen

NORM	TITEL
ISO 1050	Mechanische Stetigförderer für Schüttgut; Schneckenförderer (Ausgabe 1975-10)
ISO 1628-4	Kunststoffe – Bestimmung der Viskosität von Polymeren in verdünnter Lösung durch ein Kapillarviskosimeter – Teil 4: Polycarbonat (PC)-Formmassen (Ausgabe 1999-03)
ISO 1628-5	Kunststoffe – Bestimmung der Viskosität von Polymeren in verdünnter Lösung durch ein Kapillarviskosimeter – Teil 5: Thermoplastische Polyester(TP) Homopolymere und Copolymere (Ausgabe 1998-03)
ISO 1628-6	Kunststoffe; Bestimmung der Viskositätszahl und der Grenzviskositätszahl; – Teil 6: Methylmethacrylatpolymere (Ausgabe 1990-02)
ISO 2561	Kunststoffe – Bestimmung des restlichen monomeren Styrols in Polystyrol (PS) und schlagzähem Polystyrol (PS-1) mittels Gaschromatographie (Ausgabe 2006-03)
ISO 2577	Kunststoffe; warmaushärtbare Formkunststoffe; Bestimmung der Schrumpfung (Ausgabe 1984-12)
ISO 3105	Kapillar-Viskosimeter aus Glas zur Bestimmung der kinematischen Viskosität – Anforderungen und Bedienungsanleitungen (Ausgabe 1994-12)
ISO 4581	Kunststoffe – Styrol/Acrylnitril Copolymere – Bestimmung des verbleibenden Acrylnitril-Monomergehaltes – Gaschromatographisches Verfahren (Ausgabe 1994-08)
ISO 9772	Cellular plastics – Determination of horizontal burning characteristics of small specimens subjected to a small flame (Ausgabe 2001-04)
ISO 11359-2	Kunststoffe – Thermomechanische Analyse (TMA) – Teil 2: Bestimmung des linearen thermischen Ausdehnungskoeffizienten und der Glasübergangstemperatur (Ausgabe 1999-10)
ISO/TS 16949	Qualitätsmanagementsysteme – Besondere Anforderungen bei Anwendung von ISO 9001:2000 für die Serien- und Ersatzteil-Produktion in der Automobil-industrie / Achtung: Berichtigter Nachdruck 2003-12 (Ausgabe 2002-03)

IEC-Normen

NORM	TITEL
IEC 93	Methods of test for volume resistivity and surface resistivity of solid electrical insulating materials (Ausgabe 1980-01-01)
EC 250	Recommended methods for the determination of the permittivity and dielectric dissipation Factor of electrical insulating materials at power, audio and radio frequencies including metre wavelengths (Ausgabe 1969)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Ausländische Normen

NORM	TITEL
ASTM D 785	Standard Test Method for Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials (Ausgabe 2003)
ASTM D 1474	Prüfung von organischen Beschichtungen; Bestimmung der Eindringhärte / Achtung: Bestätigt 2002). (Ausgabe 1998)
ASTM D 1693	Standard Test Method for Environmental Stress-Cracking of Ethylene Plastics (Ausgabe 2007)
ASTM D 3895	Standard Test Method for Oxidative-Induction Time of Polyolefins by Differential Scanning Calorimetry (Ausgabe 2007)
UL 94	Prüfung für die Entflammbarkeit von Kunststoffen für Bauteile in Einrichtungen und Geräten (Ausgabe 1996-10)
UL 746D	Polymerwerkstoffe – Fabrikfertige Teile (Ausgabe 1998-05)

Sonstige technische Regeln

NORM	TITEL
DGQ-Band 11-04	Managementsysteme – Begriffe – Ihr Weg zu klarer Kommunikation; CD-ROM / Achtung: CD-ROM (Ausgabe 2005)
DGQ-Band 12-31	Wirksame Managementsysteme – Mit internen Audits Verbesserungspotenziale erschließen Ausgabe 2005)
DGQ-Band 13-11	FMEA – Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse (Ausgabe 2004)
DGQ-Band 13-51	Qualitätsmanagement in der Entwicklung (Ausgabe 1995)
DGQ-Band 14-18	Wirtschaftlichkeit durch Qualitätsmanagement (Ausgabe 1995)
DGQ-Band 16-31	SPC 1 – Statistische Prozesslenkung; Leitfaden (Ausgabe 1990))
DGQ-Band 16-32	SPC 2 – Qualitätsregelkartentechnik; Leitfaden (Ausgabe 1995)
VDA Band 2	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Sicherung der Qualität von Lieferungen – Lieferantenauswahl, Qualitätssicherungsvereinbarung, Produktionsprozess- und Produktfreigabe, Qualitätsleistung in der Serie, Deklaration von Inhaltsstoffen (Ausgabe 2004)
VDA Band 4	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Sicherung der Qualität vor Serieneinsatz – Sicherung der Qualität während der Produktrealisierung – Methoden und Verfahren / Achtung: Ringbuch (Ausgabe 2003-04)
VDA Band 6	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Grundlagen für Qualitätsaudits – Zertifizierungsvorgaben für VDA 6. 1, VDA 6.2, VDA 6.4 auf Basis der ISO 9001 (Ausgabe 2006)
VDA Band 6-1	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Teil 1: QM-Systemaudit; Grundlage DIN EN ISO 9001 und DIN EN ISO 9004-1, Ausgabe 8/1994 (Ausgabe 2003)
VDA Band 6-3	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Prozessaudit; Produktentstehungsprozess, Serienproduktion, Dienstleistungsentstehungsprozess, Erbringung der Dienstleistung (Ausgabe 1998)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

NORM	TITEL
VDA Band 6-5	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Produktaudit (Ausgabe 1998)
VDA Band 16	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Dekorative Oberflächen von Anbau- und Funktionsteilen im Außen- und Innenbereich von Automobilen – Beurteilungsbedingungen, Merkmalsdefinitionen und Fehleransprache, Annahmekriterien (Ausgabe 2004)
VDI/VDE 2601	Anforderungen an die Oberflächengestalt zur Sicherung der Funktionstauglichkeit spanend hergestellter Flächen; Zusammenstellung der Kenngrößen (Ausgabe 1991-10)
VDI/VDE 2602	Rauheitsmessung mit elektrischen Tastschnittgeräten (Ausgabe 1983-09)
VDI/VDE 2603	Oberflächen-Messverfahren; Messung des Flächentraganteils (Ausgabe 1990-09)
VDE/VDI 2604	Oberflächen-Messverfahren; Rauheitsuntersuchung mittels Interferenzmikroskopie (Ausgabe 1971-06)
VDI/VDE 2616-2	Härteprüfung an Kunststoffen und Gummi (Ausgabe 2000-04)
VDI/VDE/DGQ 2619	Prüfplanung / Achtung: Bestätigt 2001-04). (Ausgabe 1)
RAL	Standardfarbvorlagen
RAL	Design-System-Farbatlas
SS019102	Farbatlas
FMVSS 302	(UL 94 HB/ DIUN 75200/TL 1010)
Ford	FMEA Handbook „Failure Mode and Effects Analysis“

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Prüfgeräte

In dem nachstehenden Verzeichnis, das keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, sind die Hersteller- bzw. Lieferer-Anschriften – nach Prüfbereichen gegliedert – aufgelistet.

SACHGEBIET	PRÜFGEBIET	HERSTELLER- BZW. LIEFERER-NUMMER
Analytik	Gaschromatographie	7/24/41/83/97/99
	Lösungviskosimetrie	36/66/95
	Röntgenanalyse	83/97
	Spektroskopie	7/10/15/55/76/83/97/106
	Thermoanalyse	7/62/69/75/116/117
Mechanische Eigenschaften	Abrieb-Verschleiß	25/30/31/34/40/83/85/115
	Biege-Druck-Zug	4/14/25/30/31/40/45/47/71/83/88/89/93/97/115
	Dynamische Prüfung	4/30/31/32/34/40/45/88/93/97/115/122
	Fall-Schlag	4/8/14/25/30/34/40/83/85/88/89/97/115
	Härte-Rauhigkeit	4/11/25/27/30/31/34/40/83/97/108/115
	Innendruck Zeitstand	14/44/78/118/121 30/32/44/108/115/121
Thermische Eigenschaften	Spezifische Wärme	7/69
	Glutbeständigkeit	14/85
	Wärmeausdehnung	14/68/75
	Wärme-Formbeständigkeit	30/40/85/115
	Wärme-Leitfähigkeit	14/85/110
Elektrische Eigenschaften	Aufladung	23/28/61
	Durchgang-Durchschlag	12/61/85/104
	Kriechstromfestigkeit	30/61/85/104
	Isolation-Leitwert	85
	Verlustfaktor	12/61/85/101/104
	Widerstand	12/23/51/53/61/67/85/101/104
Optische Eigenschaften	Farbe	7/13/16/25/58/69/79/81/98/123
	Glanz	13/25/58/69/135/136/123/124
	Mikroskopie	1/49/59/77/112/114
Verarbeitungs-Eigenschaften	Extrusiometer	34
	Plastometer	8/40
	Rheometer	8/30/34/36/68/87/115/119
	Schmelzindexprüfung	8/30/34/40/44/68/115/121
	Viskosimeter	8/14/28/36/40/45/46/66/71/88/95
Umweltsimulation	Bewitterung	6/38/73/81/110
	Klimaschränke	30/38/39/40/54/73/110
	Korrosionsprüfgeräte	14/25/39/56/60

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Prüfgeräte

In dem nachstehenden Verzeichnis, das keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, sind die Hersteller- bzw. Lieferer-Anschriften – nach Prüfbereichen gegliedert – aufgelistet.

SACHGEBIET	PRÜFGEBIET	HERSTELLER- BZW. LIEFERER-NUMMER
Umweltsimulation	Ozonalterung	30/40
	Temp.-Schocktester	14/110
	Thermostate-Cryostate	8/14/36/40/54/66/95/110
	Wärmeschränke	30/31/38/39/40/54/65/110/113
	Brennbarkeit	85/108
	Dichtemessung	25/40/47/69/92
Sonstige Eigenschaften und Geräte	Dicken-, Längen-Messung	12/13/17/23/25/30/31/37/47/50/59/63/70/72/85/80/102/111
	Gasdurchlässigkeit	9
	Haftfestigkeit	13/25/108
	Hygrometer, Thermometer	1/2/8/20/38/55/64/66/67/69/73/100/105
	Lackhaftung	25
	Messwertaufnehmer, Druck, Weg	2/3/5/42/43/52/55/64
	Dehnung, Drehzahl, Kraft, Temperatur	90/91/100/103
	Mikrotome	20/49/59/114
	Porensuchgeräte	75/109
	Schallemissionsanlagen	78
	Spannungsoptik	103
	Torsionspendel	8/25/56/75/87/115
	US-Messgeräte	20/56/80/105
	UV-Messgeräte	38
	Verpackungs-Prüfgeräte	9/30/89/115
	Waagen	29/31/40/69/92/97/120
	Wasserdampfdurchlässigkeit	9
	Wassergehalt	1/8/18/69

Prüfgerätehersteller/-lieferer

- 1 Abimed Analysen-Technik GmbH, Raiffeisenstraße 3, 4064 Langenfeld
- 2 Ahlborn Meß- und Regeltechnik, Otto E. Ahlborn, Eichenfeldstraße 1–3, 83607 Holzkirchen
- 3 Althen GmbH, Postfach 11 08, 65779 Kelkheim
- 4 Amsler Otto Wolpert-Werke GmbH, Prüfmaschinen- und Apparatebau, Industriestraße 19, 67063 Ludwigshafen
- 5 ASM GmbH, Am Bleichbach 18–22, 85452 Moosinningen
- 8 Bausch + Lomb GmbH, Hans-Riedl-Str. 7, 85622 Feldkirchen
- 9 Bodenseewerk Perkin Elmer & Co GmbH, Alte Nußdorfer Str., 88641 Überlingen
- 10 Brabender Meßtechnik KG, Postfach 290280, 47262 Duisburg
- 11 Otto Brugger Feinmechanik, Erzgießereistraße 30, 80335 München

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

- 12 Bruker Analytische Meßtechnik GmbH, Wikingerstraße 13, 76189 Karlsruhe
- 13 Buehler-Met GmbH, In der Steele 2, 40599 Düsseldorf-Hassel
- 14 Burster Präzisionsmeßtechnik, Talstraße 1–7, 76593 Gernsbach
- 15 Byk-Gardner GmbH, Lausitzerstr. 8, 82538 Geretsried
- 16 Coesfeld Meßtechnik GmbH, Bürgermeister-Horneff-Str. 33, 69509 Mörlenbach
- 17 Colora Meßtechnik GmbH, Barbarossastraße 3, 73547 Lorch
- 18 Colorlab, Postfach 31, CH-6906 Lugano
- 19 Datacolor GmbH, Mainstr. 4a, 45768 Marl
- 20 K. Deutsch GmbH & Co KG, Otto-Hausmann-Ring 101, 42115 Wuppertal
- 22 DME-Normalien GmbH, Neckarsulmer Straße 47, 74196 Neuenstadt
- 23 Du Pont de Nemours (Deutschland) GmbH, Du Pont Strr 1, 61343 Bad Homburg v. d. H.
- 24 Dynisco Geräte GmbH, Industriegebiet Böllinger Höfe, 74078 Heilbronn
- 25 Elektro-Physik, H. Nix & Dr. Ing. Steingroever KG, Pasteurstraße 15, 50735 Köln
- 26 Eltex Elektrostatik GmbH, Blavenstraße 67, 79576 Weil am Rhein
- 29 Erichsen GmbH & Co KG, Am Iserbach 14, 58675 Hemer
- 30 FAG Kugelfischer, Erzeugnisbereich Radiometrie, Tennenloher Straße 41, 91058 Erlangen
- 31 Feinprüf GmbH, Feinmeß- und Prüfgeräte, Brauweg 38, 37073 Göttingen
- 32 Fetronic GmbH, Ursulaweg 91, 40764 Langenfeld
- 34 Karl Frank GmbH, Weinheimer Straße 6, 69488 Birkenau
- 35 Fritschi GmbH, Wirthstraße 48, 90459 Nürnberg
- 36 GABO Qualimeter Testanlagen GmbH, Schulstraße 6, 29693 Ahlden
- 37 GHT-Gesellschaft für Hochdrucktechnik GmbH, Heidestraße 34d, 22889 Tangstedt
- 39 Göttfert Werkstoff-Prüfmaschinen GmbH, Siemensstraße 2, 74722 Buchen
- 40 Graeff GmbH, Elektro-Apparatebau, Bonner Str. 54, 53842 Troisdorf
- 41 Gulton GmbH, Kriftelerstraße 32, 60326 Frankfurt
- 42 Haake Meß-Technik GmbH & Co, Dieselstraße 6, 76227 Karlsruhe
- 43 Dr. Johannes Heidenhain, Postfach 12 60, 83292 Traunreut
- 44 W.C. Heraeus GmbH, Produktbereich Original Hanau, Heraeusstraße 12–14, 63450 Hanau
- 45 Vötsch Industrietechnik GmbH, Beethovenstraße 34, 72336 Balingen
- 46 R. Hess MBV GmbH, Postfach 11 70, 47662 Sonsbeck
- 47 Hewlett-Packard, Hewlett-Packard-Straße, 61352 Bad Homburg
- 48 Hottinger Baldwin Meßtechnik GmbH, Im Tiefen See 45, 64293 Darmstadt
- 49 Ihne & Tesch GmbH, Aalener Str. 42, 90441 Nürnberg

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

- 50 Institut für Prüftechnik, Gerätebau GmbH & Co KG, Schulstraße, 86447 Todtenweis
- 51 Instron GmbH, Landwehrstr. 65, 64293 Karlstein
- 53 Instruments S.A. GmbH, Hauptstraße 68, 82008 Unterhaching
- 55 M.K. Juchheim GmbH & Co, Moltkestraße 13–31, 36039 Fulda
- 56 Leica, Heidelberger Straße 17–19, 69226 Nußloch
- 57 Johannes Käfer Meßuhrenfabrik, Postfach 33 80, 78022 Villingen-Schwenningen
- 58 Keithley Instruments GmbH, Landsberger Str. 65, 82110 Germering
- 59 Kistler Instrumente GmbH, Friedrich-List-Straße 29, 73760 Ostfildern
- 60 Knick Elektronische Meßgeräte GmbH & Co, Beuckestraße 22, 14163 Berlin
- 61 Köttermann GmbH & Co KG, Industriestraße, 31311 Uetze
- 62 Kontron GmbH, Material- und Strukturanalyse, Oskar-v.-Miller-Straße 1, 85386 Eching
- 63 Krautkrämer GmbH, Robert-Bosch-Str. 3, 50334 Hürth
- 64 Wilhelm Lambrecht GmbH, Friedländer Weg 65, 37085 Göttingen
- 65 Dr. Lange, Willstädterstraße 11, 40549 Düsseldorf
- 66 Leitz Messtechnik GmbH, Siegmund-Hiepe-Str. 2, 35578 Wetzlar
- 67 Gebr. Liebisch, Fabrik für Laborapparate, Eisenstraße 34, 33649 Bielefeld
- 68 Kurt Lindenblatt, Elektrotechnik-Elektronik, Erkelenzdamm 11, 10999 Berlin
- 69 Linseis GmbH, Vielitzer Straße 43, 95100 Selb
- 71 Mauser-Werke Oberndorf GmbH, Werkstr. 35, 78727 Oberndorf
- 72 Megatron KG, Hermann-Oberth-Straße 7, 85640 Putzbrunn
- 73 Memmert GmbH & Co, Postfach 17 20, 91107 Schwabach
- 74 Dr. R. Wobser GmbH + Co. KG, Postfach 12 51, 97912 Lauda-Königshofen
- 75 Metrawatt GmbH, Thomas-Mann-Straße 16–20, 90471 Nürnberg
- 76 Mettler-Toledo GmbH, Ockerweg 3, 35396 Gießen
- 77 Phyma Spektrometersystem GmbH, Ferdinand-Waldmüller-Gasse 6, A-2531 Gaaden
- 78 Mitutoyo, Alleinvertrieb in Europa durch
Sampoh Meßgeräte Vertriebsgesellschaft mbH, Borsigstraße 8–10, 41469 Neuss
- 80 Mora Fabrik für Meßgeräte, Dieselstr. 5, 63741 Aschaffenburg
- 81 MPC-Laborgeräte GmbH, Wittekindstraße 87, 44894 Bochum
- 82 Myrenne GmbH, Vennhorn 7, 52159 Roetgen
- 83 Netsch Gerätebau GmbH, Wittelsbacherstraße 42, 95100 Selb
- 84 Nicolet Instrument GmbH, Beethovenstr. 26, 63526 Erlensee
- 85 Nikon GmbH, Tiefenbroicher Weg 25, 40472 Düsseldorf

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

- 86 Nukem GmbH, Röntgenstraße 2, 63755 Alzenau
- 87 Optronik GmbH, Kaiserin-Augusta-Allee 16–24, 10553 Berlin
- 88 Panametrics, Robert-Bosch-Str. 20a, 65719 Hofheim
- 89 Pausch Farbmeßtechnik GmbH, Steinkulle 25, 42781 Haan
- 90 Arthur Pfeiffer Vakuumtechnik Wetzlar GmbH, Emmeliusstr. 33, 35614 Asslar
- 92 Polytec GmbH & Co, Platz 1–7, 76337 Waldbronn
- 93 Pretema Ag, Stallikonerstraße 23, CH-8903 Birmensdorf-Zürich
- 94 PTL Dr. Grabenhorst GmbH, Industriestr. 15, 95346 Stadtsteinach
- 95 Raczek Eckhardt (Stanton Redcroft), Am Langen 34, 30900 Wedemark
- 96 Reichert-Jung GmbH, Heidelberger Straße 17–19, 69226 Nußloch
- 99 Roell + Korthaus Amsler Prüfmaschinen AG, CH-8232 Merishausen/Schaffhausen
- 100 Rössel-Meßtechnik, Lohstr. 2, 59368 Werne
- 101 Rotronic Meßgeräte GmbH, Einsteinstr. 17–23, 76275 Ettlingen
- 102 Sartorius GmbH, Weender Landstraße 94–108, 37075 Göttingen
- 103 Carl Schenk AG, Landwehrstr. 55, 64293 Darmstadt
- 104 Schleicher & Schuell GmbH, Grimsehlstr. 23, 37574 Einbeck
- 105 Schneider Heinrich Dr. Messtechnik GmbH, Postfach, 55513 Bad Kreuznach
- 107 Rich. Seifert & Co GmbH & Co KG, Bogenstraße 41, 22926 Ahrensburg
- 108 Shimadzu Europa GmbH, Albert-Hahn-Str. 6–10, 47269 Duisburg
- 110 Spectra-Physics, Guerickeweg 7, 64291 Darmstadt
- 111 C. Stiefelmayer GmbH & Co. KG, Mittlere Beutau 42, 73728 Esslingen
- 113 Tettex AG Instrument, Rotbuchstraße 45, CH-8042 Zürich
- 114 Theisen Werkzeuge, Sigmundstraße 181, 90431 Nürnberg
- 115 Dipl.-Ing. D. Tiedemann, Triftstraße 28, 82467 Garmisch-Partenkirchen
- 116 Dr. Thiedig, Anlagen- und Analysentechnik, Prinzenallee 78–79, 13357 Berlin
- 118 Varian GmbH, Alsfelder Str. 6, 64289 Darmstadt
- 119 Waters GmbH, Hauptstraße 87, 65760 Eschborn
- 120 Dr.-Ing. Georg Wazau, Meß- und Prüfsysteme, Keplerstraße 12, 10589 Berlin
- 121 Wegener GmbH & Co KG, Vaalser Str. 81, 52074 Aachen
- 122 Weiss Technik GmbH, Umwelt – Klima – Meßtechnik, Hansastr. 2, 35708 Haiger
- 123 Werth Meßtechnik GmbH, Siemensstraße 19, 35394 Gießen
- 124 Will Wetzlar GmbH Optische Werke, Ernst-Leitz-Str. 17–37, 35578 Wetzlar
- 125 WTB Binder Labortechnik GmbH, Postfach 40 40, 78705 Tuttlingen

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

- 126 Carl Zeiss, Carl-Zeiss-Straße, 73447 Oberkochen
- 127 Zwick GmbH & Co August-Nagel-Str. 11, 89079 Ulm
- 128 C3-Analysentechnik GmbH, Peter-Henlein-Str. 20, 85540 Baldham
- 130 Hammel Maskinfabrik A/S, DK-8450 Hammel
- 132 Engelhardt oHG, Postfach 14 63, 90704 Fürth
- 133 IPT Gerätebau GmbH, Schulstraße 3, 86445 Aindling
- 134 Schnorrenberg GmbH, Hack 9a, 51503 Rösrath
- 136 Milton Roy, E. Vlietinckstraat 20, B-8400 Ostende
- 137 Minolta Camera GmbH, Kurt-Fischer-Straße 50, 22926 Ahrensburg
- 138 Herbert Waldmann GmbH & Co, Peter-Henlein-Straße 5, 78056 Villingen-Schwenningen

Weitere Prüfgerätehersteller können erfragt werden über:

Bezugsquellen für normgerechte Erzeugnisse im DIN,
Deutsches Institut für Normung e.V., Burggrafenstraße 6,
10787 Berlin, Tel.: 030-2601-547 oder 368

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Stichwortverzeichnis

Abmusterung, Element 1.1
Agglomerat, Element 4.2
Anforderungsprofil, Element 2.1
Anguss, Formteil, Element 4.2
Angussmahlgut, Element 4.2
Audit, Element 3.4, Element 3.6
Audit-intern, Element 3.6
Audit-Planung, Element 3.6
Audit-Produkt, Element 3.4, Element 3.6
Audit-Qualität, Element 3.4
Audit-System, Element 3.4, Element 3.6
Audit-Verfahren, Element 3.4, Element 3.6
Audit-Zertifizierung, Element 3.6
Auditarten, Element 3.6
Auditor, Element 3.6
Auflichtuntersuchung, Element 1.9

Barcol-Härte, Element 1.7
Beflammen, Element 1.2
Bezeichnung, Thermoplast, Element 1.23
Brandklasse, Element 1.2
Brandschutzausrüstung, Element 1.2
Brandverhalten, Element 1.2
Brenndauer, Element 1.2

Campus-Datenbank, Element 1.22
Checkliste, Formteil, Element 2.1

Datenkatalog, Element 1.22
Destillationsmethode, Element 1.20
Dichte, Element 1.3, Element 1.18

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Differential-Thermoanalyse (DSC), Element 1.18

DIN EN ISO 9000, Element 3.6

DIN-Bezeichnung, Element 1.23

Durchbiegung, Element 1.17

Durchlichtuntersuchung, Element 1.9

Eigenspannung, Element 1.13, Element 1.14

Eindringhärte, Element 1.7

Eindruckversuch, Element 1.7

Einkauf, Thermoplast, Element 1.23

Eintauchverfahren, Element 1.13

Einteilung, Thermoplast, Element 1.23

Entflammbarkeit, Element 1.2

Erstabmusterung, Element 1.6

Erstmusterprüfbericht, Element 1.1

Erweichungstemperatur, Vicat, Element 1.17

ESC, Element 1.13

Extraktion, Element 1.18

Fallbolzenversuch, Element 1.4

Farbabmusterung, Element 1.5

Farbabmusterungslichtart, Element 1.5

Farbänderung, Element 1.14, Element 1.17

Farbe, Element 1.5

Farbmessung, Element 1.5, Element 1.18

Farbwert, Element 1.5

Fehler-Analyse, Element 3.5

Fehler-Einfluss-Analyse, Element 3.5

Fehler-Möglichkeit-Analyse, Element 3.5

Fehlerauswirkung, Element 3.5

Fehlerentdeckung, Element 3.3

Fehlervermeidung, Element 3.3

Fertigungssteuerung, Element 3.3

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Feuchtegehalt, Element 1.8
Feuchtigkeit, Element 1.19
Flammenausbreitung, Element 1.2
Fließverhalten, Element 1.11
FMEA, Element 3.5
Formbeständigkeit, Element 1.17
Formbeständigkeitstemperatur, Element 1.17
Formmasse, Element 1.18, Element 1.19, Element 1.20
Formmasse, Thermoplast, Element 1.23, Element 4.2
Formstoff, Element 4.2
Formstoffeigenschaft, Element 1.21
Formstoffprüfung, Element 1.13
Formteil, Element 1.19, Element 1.20, Element 1.21, Element 2.3, Element 4.2
Formteil, Anguss, Element 4.2
Formteil, Prüfung, Element 1.21, Element 2.2
Formteilmahlgut, Element 4.2
Fremdspannung, Element 1.13
Füllstoffgehalt, Element 1.18
Füllstofforientierung, Element 1.9
Füllstudie, Element 1.6
Füllvorgang, Element 1.6
Funktionstüchtigkeit, Element 2.3

Gaschromatographie, Element 1.18
Gebrauchstauglichkeit, Element 1.13, Element 1.21
Gefügefehler, Element 1.9
Gefügeuntersuchung, Element 1.9
Glanzänderung, Element 1.17
Graphimetrische Methode, Element 1.20
Grundwertekatalog, Element 1.22

Härte, Element 1.7

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Infrarot (IR)-Spektralanalyse, Element 1.18
innerbetriebliche Schulung, Element 3.9
innerbetriebliche Weiterbildung, Element 3.9
ISO 9000, DIN EN ISO 9000, Element 3.6
ISO 14001, DIN EN ISO 14001, Element 5.1

K-Wert, Element 1.16, Element 1.18
Kaufvertrag, Element 3.11
Kälteverhalten, Prüfliste, Element 2.3
Knoop-Härte, Element 1.7
Konditionieren, Element 1.19
Konditionieren, Formteil, Element 1.8
Kratzbeanspruchung, Element 1.7
Kugeldruckhärte, Element 1.7
Kugeleindrückverfahren, Element 1.13

Lichtmikroskop, Element 1.9
Lösungviskosität, Element 1.18

Mahlgut, Element 4.2
Martens-Temperatur, Element 1.17
Maschinenfähigkeitsuntersuchung, Element 3.3
Maschinenkauf, Element 3.11
Maschinenabnahme, Element 3.11
Maßänderung, Element 1.14
Masseverlust, Element 1.20
Maßhaltigkeit, Element 1.12, Element 1.19
MFR, Element 1.11
Mikrohärte, Element 1.7
Mikrotom, Element 1.9
Mischgut, Element 4.2
Mischmahlgut, Element 4.2
Molekulargewicht, Element 1.11, Element 1.16

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

MVR, Element 1.11

Nachhärtung, Element 1.14

Nachschwindung, Element 1.12, Element 1.14

Neuware, Element 4.2

Oberflächenbeschaffenheit, Element 1.10

Oberflächengüte, Element 1.10

Oberflächenvergleichsmuster, Element 1.10

Ökoaudit-VO, Element 5.1

Originalware (1a-Ware), Element 4.2

Planungs-Audit, Element 3.6

Potentieller Fehler, Element 3.5

Probekörper, Element 1.22

Probekörper-Herstellung, Element 1.22

Produkt-Audit, Element 3.4, Element 3.6

Produkthaftung, Element 1.23

Produkthaftungsansprüche, Element 1.18

Prozess-FMEA, Element 3.5

Prozessgestaltung, Element 3.12

Prozessbeschreibung, Element 3.12

Prozessregelung, statistisch, Element 3.3

Prozessüberwachung, Element 3.3

Prozessverantwortung, Element 3.10

Prüfliste, Kälteverhalten, Element 2.3

Prüfliste, Wärmeverhalten, Element 2.3

Prüfmerkmale, Thermoplast, Element 1.23

Prüfung, Formteil, Element 1.21, Element 2.2

Prüfverfahren, Element 1.22

QMH, Element 3.6

QMS, Element 3.4, Element 3.6

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

QRK, Element 3.3
QSV, Element 3.4
Qualität, Element 3.1
Qualität, Werkstoff, Element 1.21
Qualitäts-Audit, Element 3.4
Qualitätsfähigkeit, Element 3.4
Qualitätsmanagement, Element 3.6, Element 3.12
Qualitätsmanagementhandbuch (QMH), Element 3.6
Qualitätsmanagementsystem (QMS), Element 3.4, Element 3.6
Qualitätsmerkmal, Element 2.1
Qualitätsregelkarte (QRK), Element 3.3
Qualitätsrichtlinie, Element 3.1
Qualitätssicherung, Element 2.1
Qualitätssicherungs-Bedingungen, Element 3.1
Qualitätssicherungs-Verfahrensanweisung (QSV), Element 3.4
Qualitätsspezifikation, Element 3.1
Qualitätsverpflichtung, Element 3.1

Rauheit, Element 1.10
Rauheitsprofil, Element 1.10
Rautiefe, Element 1.10
Regenerat, Element 4.2
Regranulat, Element 4.2
Rezyklat, Element 4.2
Risiko-Prioritätszahl (RPZ), Element 3.5
Risikobeurteilung, Element 3.5
Riss, Element 1.13
Rissbildung, Element 1.17
Ritzhärte, Element 1.7
Rockwell-Härte, Element 1.7
RPZ, Element 3.5
Rückstellmuster, Element 1.18

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Schmelzfließverhältnis, Element 1.11
Schmelzindex (MFR), Element 1.11
Schmelzindex, Element 1.18
Schmelzviskosität, Element 1.11
Schrumpfung, Element 1.12
Schrumpfungsverhalten, Element 1.12
Schulung, innerbetrieblich, Element 3.9
Schwindung, Element 1.12
Sekundaware (1b-Ware), Element 4.2
Shore A, Element 1.7
Shore D, Element 1.7
Spannung, Element 1.13
Spannungsrisssbildung, Element 1.13
Spannungsrisssverhalten, Element 1.13
SPC, Element 3.3
Spritzgießmaschine, Kauf u. Abnahme, Element 3.11
Statistische Prozessregelung (SPC), Element 3.3
Stifteindruckverfahren, Element 1.13
Struktur, Element 1.10
System-Audit, Element 3.4, Element 3.6

Tastschnittgerät, Element 1.10
Technische Teile, Element 3.1
Temperatur-Zeit-Grenzen, Element 1.17
Temperaturlagerung, Element 1.14
Tempern, Element 1.14
Thermoplast, Formmasse, Element 1.23, Element 4.2
Trocknung, Element 1.20

Ubbelohde-Viskosimeter, Element 1.16
UL-94, Element 1.2
Umwelt-Management-System, Element 5.1

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Verarbeitungsschwindung, Element 1.12

Verarbeitungsverhalten, Element 1.16

Verfahrens-Audit, Element 3.4, Element 3.6

Verformungsverhalten, Element 1.17

Verzug, Element 1.14, Element 1.17

Vicat, Element 1.17

Vicat-Erweichungstemperatur, Element 1.17

Vickers-Härte, Element 1.7

Viskosimeter, Element 1.16

Viskosität, Element 1.16

Viskositätszahl, Element 1.16, Element 1.18

Volumen-Fließindex (MVR), Element 1.11

Vorzugsprüfverfahren, Element 1.22

VST, Element 1.17

Wareneingangsprüfung, Element 1.18, Element 1.23

Wärmealterung, Element 1.17

Wärmeformbeständigkeit, Element 1.17

Wärmeverhalten, Prüfliste, Element 2.3

Warmlagerung, Element 1.17

Warmlagerungstemperatur, Element 1.17

Wasseraufnahme, Element 1.8, Element 1.19

Wassergehalt, Element 1.8, Element 1.18, Element 1.19, Element 1.20

Weiterbildung, innerbetrieblich, Element 3.9

Welligkeit, Element 1.10

Werkerselbstprüfung, Element 3.10

Werkstoffkennwerte, Element 1.22

Werkstoffprüfung, Formteil, Element 1.21

Wiederverwertung, Element 4.2

Zertifizierungs-Audit, Element 3.6

Zulieferer, Element 3.4



TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.1 Abmusterung

© TecPart, 2007

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Abmusterung

Element 1.1

1 Definition

Unter Abmusterung versteht man die Herstellung und Prüfung eines Formteiles unter serienmäßigen Bedingungen, um eine Freigabe zur Serienfertigung zu erreichen.

2 Zweck und Anwendung

Durch die Abmusterung wird das Formteil vom Hersteller auf seine Übereinstimmung mit Zeichnung und Liefervorschriften (Kundenforderungen) überprüft. Das Formteil muß unter serienmäßigen Bedingungen hergestellt werden, damit eine Vorstellung beim Kunden möglich ist. Eine Abmusterung ist notwendig bei Neuwerkzeugen sowie bei Änderungen am Werkzeug, am Spritzgießprozeß, notwendigen Folgeoperationen und beim Werkstoff.

Um die serienmäßigen Bedingungen sicherzustellen, ist empfehlenswert, an mindestens einem signifikanten Teilemerkmal eine Maschinenfähigkeitsuntersuchung (MFU) durchzuführen.

Um eventuelle Trends während der Abmusterung zu erkennen, ist es aber besser, eine vorläufige Prozeßfähigkeitsuntersuchung (PFU) durchzuführen. Als Beispiel sei die vorläufige Prozeßfähigkeitsstudie erwähnt, wo während der Abmusterung von 300 Schuß zwanzig Stichproben von je 3 - 5 Teilen entnommen und statistisch ausgewertet werden.

3 Verfahren

Es empfiehlt sich folgende Vorgehensweise:

3.1 Werkzeugfunktion

- Füllstudie (siehe auch Element 1.6)
- Entformbarkeit der Teile
- Sicherheit der Teileentnahme

3.2 Funktion der Peripheriegeräte

- Dosiereinrichtungen, z.B. für Farbe, Regenerat etc.
- Temperiereinrichtungen
- Zuführ- und Entnahmeeinrichtungen

3.3 Prozeßoptimierung

- Grundeinstellung mit Vorgabezyklus
- Optimierung der Spritzparameter unter Zuhilfenahme von Maß-, Sicht- und Gewichtsprüfung und gegebenenfalls weiterer Prüfungen
- Protokollierung der Prozeß- und Werkstoffdaten (genaue Bezeichnung, z.B. Charge, Colli, Gebinde)
- Einbeziehung von Folgeprozessen, z.B. Tempern (Element 1.14), Konditionieren (Element 1.8)

3.4 Beurteilung des Formteiles nach Zeichnung und Liefervorschrift

- Maße und Lehrenbeurteilung incl. Lehrenfähigkeitsuntersuchung
- Visuelle Beurteilung von Oberfläche und Farbe (Element 1.10 und Element 1.5)
- Funktionsversuch, soweit vereinbart
- Erstellen eines Protokolles (Maße; Werkstoff und Funktion nach Bedarf)

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Abmusterung

Element 1.1

- Aufbewahren von Rückstellteilen von jeder Abmusterungsstufe
- soweit notwendig, Festigkeits-, Biegesteifigkeits-, Zähigkeits- sowie Gefügeuntersuchungen (Element 1.4, Element 1.9, Element 1.13, Element 1.17, Element 1.21)

3.5 Wiederholung Abmusterung Schritt 3.1 bis 3.4

- bis zur Erfüllung der Anforderungen

3.6 Vorstellung beim Abnehmer

- z.B. Standardformular für Erstmusterprüfbericht (siehe Anhang)

4 Kommentar

Die Abmusterungen sollen auf der für die Serienfertigung vorgesehenen Spritzgießmaschine erfolgen, da sonst die Prozeßfähigkeit nicht sichergestellt ist.

Weitere Hinweise siehe Arbeitsblatt Statistische Hinweise-SPC (Element 3.3).

Ein Chargenwechsel der Formmassen während der Abmusterungsphase muß vermieden werden. An der erstmaligen Abmusterung sollen alle Beteiligten, Formteilkonstrukteur, Werkzeugkonstrukteur, Werkzeugmacher und Verfahrensmechaniker mitwirken.

Bei Werkstoffproblemen ist es zweckmäßig, den Werkstofflieferanten hinzuzuziehen. Eine sorgfältige Durchführung der Abmusterung hilft spätere Schwierigkeiten in der Serienfertigung zu vermeiden.

Die Abmusterung muß so oft wiederholt werden, bis die Funktionsfähigkeit des Produktes vom Kunden mittels Freigabe bestätigt wird.

Die Abmusterung und Vorstellung der Formteile beim Kunden ist nach VDA und QS 9000 (ISO/TS 16 949) für Automobilzulieferer zwingend vorgeschrieben. Auch andere Kunden fordern für technische Teile die Abmusterung. In vielen Fällen wird die Vorlage des Erstmusterprüfberichts nach VDA gefordert (siehe Anlage).

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Abmusterung

Element
1.1

														Ausstellungsdatum	
(1)						Erstmusterprüfbericht									
(2)						Berichtsergebnis									
						(3) Meß-bericht		(4) Werkstoff-bericht		(5) Funktions-bericht					
						Lieferant									
						Abnehmer (Besteller)									
						Lieferanten-Nr.		Blatt		von		Blatt			
Lieferant						Abnehmer (Besteller)									
(10) Sachnummer (Zeichnungs-Nr.)			(11) Änderungsstand Datum			(13) Sachnummer (Zeichnungs-Nr.)			(14) Änderungsstand Datum						
(12) Benennung															
(16) Bestell-/Abruf-Nr.			(17) Bestell-/Abrufdatum			(18) Abladestelle									
(19) Lieferschein-Nr.			(20) Lieferschein-Datum			(21) Anzahl der Muster									
„D“ Teil (Dokumentationspflichtiges Teil) ☐ (22) ja ☐ (23) nein onen Grund der Ersatzmusterprüfung ☐ (24) neuer Lieferant ☐ (25) neues Teil ☐ (26) geänderte Spezifikation ☐ (27) geänderte Fertigungsbedingungen ☐ (28) neuer Fertigungsort ☐ (29) längeres Aussetzen der Fertigung						Die für Erstmusterprüfung zwischen dem Abnehmer (Besteller) und Lieferant vereinbarten Spezifikati- sind in folgenden Unterlagen enthalten:									
Prüfergebnisse siehe Folgeblätter: Dokumentationspflichtige Merkmale sind mit einem „D“ gekennzeichnet. Die Ist-Werte sind in der Reihen- folge der Musternummerierung aufgeführt. Nicht eingehaltene Spezifikationen sind durch Unterstrichungen gekennzeichnet.															
Bemerkungen						Bemerkungen									
Bestätigungen						Entscheidung									
Wir bestätigen, 1. dass die vorgestellten Erstmuster vollständig mit se- rienmäßigen Betriebsmitteln und unter serienmäßigen Bedingungen hergetstt worden sind. 2. die korrekte Durchführung der Erstusterprüfung und ihre Darstellung in diesem Erstmusterprüfbericht (Abweichungen davon sind in diesem Blatt besonders angegeben) 3. dass eine Freigabe den Lieferanten nicht von der Verantwortung, nach der jeweils gültigen Zeichnung bzw. Lehre und vorgeschriebenen Funktionsvorschrift zu liefern, entbindet.						Maß		freigegeben		freigegeben mir Auflage		abgelehnt, neue Muster Anfordern			
						Werkstoff									
						Funktion									
						Auflagen									
Name/Hausruf (bei Rückfragen) Datum verantwortliche Unterschriften						Datum verantwortliche Unterschriften									
Verteiler	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

Abmusterung

Element
1.1

				Ausstellungsdatum Preparation Date	
Erstmusterprüfbericht Initial Sample Report Prüfergebnis Reason for initial sample		(3) Meßbericht Dimensional report Lieferant	(4) Werkstoffbericht Material report (6) Bericht Nr. Report No.	(5) Funktionsbericht Functional report (7) Zeichen Sign	
		Abnehmer (Besteller)	(8) Bericht Nr. Report No.	(9) Zeichen Sign	
		Blatt von Blatt			
Lieferant Supplier		Abnehmer (Besteller) Supplier			
(10/12) Sachnummer/ Benennung Drawing number/name		(13/15) Sachnummer/Benennung Drawing umber/name			
(42) Pos.	(43) Merkmal/Soll- wert Specified Measure- ment	(44) Ist-Wert (Lieferant) Verified Measuremet (Supplier)	(45) Ist-Wert (Abnehmer) Verified Measuremet (Customer)	Meßmittel	
(46) Bemerkungen (Lieferant)					
(47) Bemerkungen (Abnehmer)					
Datum Date		verantwortliche Unterschriften Signature of responsible persons		Datum Date	
				verantwortliche Unterschriften Signature of responsible persons	



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.2 Brandverhalten

© TecPart, 2007

1 Definition

Das Brandverhalten eines Kunststoffs ist keine ausschließliche Stoffeigenschaft, sondern hängt von vielen Faktoren ab, wie Abmessungen, spezifischer Oberfläche, Lage zur Zündquelle, Umgebungsbedingungen, Einwirkzeiten der Flamme usw. Je nach Prüfmethode unterscheiden sich demnach Entflammbarkeit oder Brennbarkeit einzelner Kunststoffe. Das Brandverhalten wird meist an Probekörpern definierter Abmessungen unter festgelegten Bedingungen ermittelt.

2 Zweck und Anwendung

Die Einteilung in Brandklassen für Erzeugnisse, Baugruppen, Formteile oder Probekörper erfolgt gemäß der für den vorgesehenen Anwendungsbereich vorgeschriebenen Bestimmungen oder Normen. Überwiegend wird die Klassifizierung des Brandverhaltens anhand bestehender Prüfvorschriften für viele Kunststoffe bereits von den Formmasse-Herstellern angegeben. Angaben zum Brandverhalten können nur dann verglichen werden, wenn jeweils unter gleichen Prüfbedingungen und an gleichen Probekörperabmessungen geprüft wurde.

3 Prüfverfahren und Normen

Aufgrund der vielfältigen Normen und Bestimmungen zur Beurteilung der Klassifizierung des Brandverhaltens von Kunststoff-Formmassen und daraus hergestellten Teilen soll auf die einzelnen Prüfverfahren nicht näher eingegangen werden. Es werden daher nur eine Auswahl von Prüfverfahren nach den wichtigsten Anwendungsbereichen mit den zugehörigen Normen und die Prüfungen zum Beflammen von Probekörpern vorgeschriebener Abmessungen aufgeführt. In den verschiedenen Industriezweigen sind unterschiedliche Prüfverfahren vorgeschrieben.

3.1 Elektrotechnik

DIN EN 60695 Teil 1-1 Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr; Anleitung für die Aufstellung von Anforderungen und Prüfbestimmungen zur Beurteilung der Brandgefahr von elektrotechnischen Erzeugnissen; Allgemeiner Leitfaden

DIN EN 60695 Teil 2-2 Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr; Anleitung für die Aufstellung von Anforderungen und Prüfbestimmungen zur Beurteilung der Brandgefahr von elektrotechnischen Erzeugnissen; Prüfverfahren – Hauptabschnitt 2: Prüfung mit der Nadelflamme

DIN EN 60695 Teil 11-10 Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr; Anleitung für die Aufstellung von Anforderungen und Prüfbestimmungen zur Beurteilung der Brandgefahr von elektrotechnischen Erzeugnissen; Prüfverfahren – Prüfverfahren mit 50-W-Prüfflamme horizontal und vertikal

DIN EN 60695 Teil 11-20 Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr; Anleitung für die Aufstellung von Anforderungen und Prüfbestimmungen zur Beurteilung der Brandgefahr von elektrotechnischen Erzeugnissen; Prüfverfahren – Prüfverfahren mit einer 500-W-Prüfflamme

- DIN EN 60695 Teil 2-11** (bis 13) Prüfungen mit dem Glühdraht, Prüfungen mit dem Glühdraht zur Entzündbarkeit von Enderzeugnissen (VDE 0471-2-11(bis 13))
- DIN VDE 0471 Teil 6** Prüfung zur Beurteilung der Brandgefahr; Prüfung mit Kriechstrom als Zündquelle

3.2 Automobilsektor

- DIN 75 200** Bestimmung des Brennverhaltens von Werkstoffen der Kraftfahrzeug-innenausstattung
- FMVSS 302** (UL 94 HB/ DIN 75200/TL 1010)
- ISO 9772** Cellular plastics – Determination of horizontal burning characteristics of small specimens subjected to a small flame

3.3 Bausektor

- DIN 4102 Teil 1** Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 1: Baustoffe; Begriffe, Anforderungen und Prüfungen

3.4 Prüfung von Kunststoffen beim Beflammen von Probekörpern vorgeschriebener Abmessungen

- DIN 53 438-1** Prüfung von brennbaren Werkstoffen; Verhalten beim Beflammen mit einem Brenner; Allgemeine Angaben
- DIN 53 438-2** Prüfung von brennbaren Werkstoffen; Verhalten beim Beflammen mit einem Brenner; Kantenbeflammung
- DIN 53 438-3** Prüfung von brennbaren Werkstoffen; Verhalten beim Beflammen mit einem Brenner; Flächenbeflammung
- DIN EN 60216-2 / VDE 0304-22** Elektroisierstoffe – Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens – Teil 2: Leitfaden zur Bestimmung thermischer Langzeiteigenschaften von Elektroisierstoffen – Auswahl der Prüfmerkmale
- UL 94** Prüfung für die Entflammbarkeit von Kunststoffen für Bauteile in Einrichtungen und Geräten
- DIN EN 60695-11-10 / VDE 0471-11-10** Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 11–10: Prüf-flammen – Prüfverfahren mit 50-W-Prüfflamme horizontal und vertikal
- DIN EN ISO 10350-1** Kunststoffe; Ermittlung und Darstellung vergleichbarer Einpunktkenn-werte – Teil 1: Formmassen
- DIN EN ISO 10350-2** Kunststoffe; Ermittlung und Darstellung vergleichbarer Einpunktkenn-werte – Teil 2: Langfaserverstärkte Kunststoffe

4 Kommentar

Neben den unter Punkt 3.1 bis 3.4 aufgeführten Normen gibt es noch weitere nationale und internationale Vorschriften und Bestimmungen über feuersicherheitliche Prüfungen, die u. a. auch nur für spezielle Anwendungsbereiche gültig sind.

Nach dem Datenkatalog (Element 1.22) DIN EN ISO 10 350-1 wird die Brennbarkeit nach DIN EN ISO 60695-11-10 ermittelt. Abweichend davon wird jedoch meist nach UL 94 geprüft, da dies international gebräuchlich ist.

Die weltweit bekannteste Klassifizierung für Kunststoffe ist die Einstufung nach den UL-Safety-Standards 94 (V-O, 94 V-1, 94 V-2 und 94 HB). Informationen hierzu geben die Formmasse-Hersteller. Die Klassifizierungen sind ausnahmslos zum Vergleich der Kunststoffe untereinander geeignet. Es ist darauf zu achten, dass bei der vergleichenden Beurteilung auch die angegebenen Materialdicken der Probekörper mit berücksichtigt werden. Im konkreten Fall sollte vom Formmasse-Hersteller das UL-Prüfzertifikat – die „Gelbe Karte (Yellow Card)“ – angefordert werden.

Vereinzelte wird von den deutschen Formmasse-Herstellern eine Klassifizierung ihrer Kunststoffe im Brandverhalten nach der DIN 53438 Teil 1 bis Teil 3, in den Stufen K1 bis K3 und F1 bis F3 angegeben. Auch diese Norm ist zur vergleichenden Beurteilung der Kunststoffe untereinander geeignet, da zu den Einstufungen nach K1 bis F3 die Probekörpermaße in mm angegeben werden müssen.

Der Kunststoffverarbeiter ist, soweit es nicht eine Kundenforderung ist, nicht verpflichtet, Brennbarkeitsprüfungen durchzuführen. Bei Streitfällen mit dem Formmasse-Hersteller oder dem Abnehmer der Formteile sollte eine neutrale Prüfstelle eingeschaltet werden.

Wird vom Anwender eines Kunststoffzeugnisses das Brandverhalten als Beurteilungskriterium angeführt, so muss das Prüfverfahren, welches das Brandverhalten charakterisiert, angegeben werden.

An kleinen und/oder stark verrippten bzw. durchbrochenen Kunststoffzeugnissen ist eine Brandprüfung in den meisten Fällen nicht durchführbar. Das Brennverhalten ist dann ersatzweise an spritzgegossenen bzw. gepressten Platten durchzuführen.

Vereinzelte wird von den deutschen Formmasse-Herstellern eine Klassifizierung ihrer Kunststoffe im Brandverhalten nach der DIN 53 438 Teil 1 bis Teil 3, in den Stufen K1 bis K3 und F1 bis F3 angegeben. Auch diese Norm ist zur vergleichenden Beurteilung der Kunststoffe untereinander geeignet, da zu den Einstufungen nach K1 bis F3 die Probekörpermaße in mm angegeben werden müssen.

Der Kunststoffverarbeiter ist, soweit es nicht eine Kundenforderung ist, nicht verpflichtet, Brennbarkeitsprüfungen durchzuführen. Bei Streitfällen mit dem Formmasse-Hersteller oder dem Abnehmer der Formteile sollte eine neutrale Prüfstelle eingeschaltet werden. Die Formmasse-Hersteller bieten auch Formmassen mit speziellen Brandschutzausrüstungen (FR) an. Hierbei handelt es sich einerseits um chemische Modifizierungen, z. B. Chlorierung von Polyethylenen oder zum anderen um Zugabe von Additiven, z. B. Halogen-, Phosphor-, Bor- oder Stickstoffverbindungen. Bei der Verarbeitung von solchen Kunststoff-Formmassen müssen die von den Herstellern aufgestellten Richtlinien bezüglich Werkzeugverschleiß und/oder eventuell auftretender Gesundheitsgefahren bei unsachgemäßer Verarbeitung berücksichtigt werden. Aus Umweltgründen finden heute vermehrt halogenfreie, allerdings z. T. etwas weniger wirksame Flamschutzmittel Verwendung.

Wird vom Anwender eines Kunststoffzeugnisses das Brandverhalten als Beurteilungskriterium angeführt, so muss das Prüfverfahren, welches das Brandverhalten charakterisiert, angegeben werden.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.3 Dichte

© TecPart, 2007

1 Definition

Die Dichte ρ eines Stoffes ist der Quotient aus der Masse m in kg und dem Volumen V in m³:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

2 Zweck und Anwendung

Die Dichte ist ein charakteristischer Werkstoffkennwert. Sie wird häufig verwendet um die Veränderungen von physikalischen Strukturen oder Zusammensetzungen von Kunststoffen zu verfolgen. Die Dichte kann auch bei der Beurteilung der Einheitlichkeit von Proben oder Probekörpern von Nutzen sein.

Aus ihr lassen sich Rückschlüsse auf den Grundwerkstoff (Identifizierung), aber auch auf den Füllstoffgehalt ziehen.

3 Prüfverfahren

3.1 Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen nach DIN EN ISO 1183

Es kommen die folgenden Verfahren zum Einsatz

- Eintauchverfahren A, Verfahren B mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren C nach DIN EN ISO 1183 Teil 1
- Verfahren mit der Dichtegradientensäule nach DIN EN ISO 1183 Teil 2
- Gas-Pyknometerverfahren nach DIN EN ISO 1183 Teil 3

3.2 Bestimmung der Rohdichte, Schaumstoffe aus Kautschuk und Kunststoffen, nach DIN EN ISO 845

Prüfverfahren zur Stoffdichte und Materialdichte von harten Schaumstoffen sowie der Rohdichte von halbharten und weichen Schaumstoffen und Gummi.

Stoffdichte: Masse pro Volumeneinheit einer Probe einschließlich aller beim Formen gebildeter Außenhäute

Materialdichte: Masse pro Volumeneinheit einer Probe nach dem Entfernen jeglicher Außenhäute

Rohdichte: Masse pro Volumeneinheit eines Materials, dass unter bestimmten Bedingungen geprüft wird und in dem sowohl permeable als auch nicht permeable Hohlräume vorhanden sind

Bei diesen Prüfverfahren erfolgt die Bestimmung der Masse der Probe mit einer Feinwaage. Das Volumen der Probe wird durch metrische Prüfung ermittelt.

Aus dem Material sind vorzugsweise einfache geometrische Körper (Würfel, Quader, Kreiszylinder) zu schneiden.

4 Normen

- | | |
|--------------------------|---|
| DIN EN ISO 1183-1 | Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren |
| DIN EN ISO 1183-2 | Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 2: Verfahren mit Dichtegradientensäule (ISO 1183-2:2004); Deutsche Fassung EN ISO 1183-2:2004 (Ausgabe 2004-10) |
| DIN EN ISO 1183-3 | Kunststoffe – Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 3: Gas-Pyknometer-Verfahren (ISO 1183-3:1999); DIN EN ISO 1183
Kunststoffe; Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen |
| DIN EN ISO 845 | Schaumstoffe aus Kautschuk und Kunststoffen, Bestimmung der Rohdichte |

5 Kommentar

Das am häufigsten verwendete Prüfverfahren für nicht verschäumte Kunststoffe ist das Verfahren A – Eintauchverfahren nach DIN EN ISO 1183-1.

Die Prüfung der Dichte lässt sich bereits mit relativ wenig Laboraufwand (Analysenwaage mit Dichtekit) durchführen. Es ist zu beachten, dass für die Prüfung lunker- und blasenfreie Formteile bzw. aus Formteilen hergestellte Formstücke verwendet werden. Wegen der Gefahr von Lunkern und Blasen sollte die Dichtebestimmung nicht an Granulaten durchgeführt werden bzw. Granulate sollten vor der Dichtebestimmung blasenfrei umgeschmolzen werden. Als Prüfflüssigkeit bei Anwendung des Prüfverfahrens A ist vorzugsweise Äthanol zu verwenden. Äthanol weist gegenüber destilliertem Wasser eine geringe Oberflächenspannung auf, so dass sich an den Formteilen bzw. Formteilabschnitten keine Luftblasen anhängen und somit das Messergebnis verfälschen können. Die geringe Dichte des Äthanol ermöglicht auch die Dichtebestimmung an Polyethylen und Polypropylen (Teile aus Polyolefine tauchen in destillierten Wasser nicht unter!).



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.4 Stoßverhalten – Fallbolzenversuch

© TecPart, 2007

1 Definition

Der Fallbolzenversuch dient der Charakterisierung von Kunststoffplatten oder Fertigteilen bei Beanspruchung durch eine Stoßspannung rechtwinklig zur Ebene der Platte oder des Fertigteils.

2 Zweck und Anwendung

2.1 Nicht instrumentierter Schlagversuch (Fallbolzenversuch)

Schlagprüfungen an Kunststoffplatten werden vorzugsweise durchgeführt bei Materialauswahl bzw. Materialsubstitution (Werkstoffprüfung). Die Platten werden bis zur Schädigung beansprucht. Die Prüfung gilt nicht für dünne Folien.

Bemerkung: Prüfergebnisse an Plattenmaterialien können nicht auf Fertigteile übertragen werden (Einfluss von Konstruktion und Verarbeitung vorhanden).

Am Fertigteil werden kritische Formteilmbereiche bis zur Schädigung beansprucht (Formteilprüfung hinsichtlich Konstruktion und Verarbeitungstechnologie).

Kritische Formteilmbereiche sind vermutete bzw. erkannte Schwachstellen, wie z.B. Bindenähte, Angüsse, Einbindungen von Rippen, Zapfen und Ösen sowie mechanisch hochbeanspruchte Formteilmbereiche.

Es können zwei Prüfverfahren angewandt werden.

- Eingabelungsversuch: Hierbei wird bei der Prüfung die Fallhöhe um eine einheitliche Energiestufe erhöht oder erniedrigt, je nachdem, ob der vorhergehende Probekörper versagt hat oder nicht (Prüfmethode ist vorzugsweise anzuwenden).
- Statistisches Verfahren: Nacheinander werden Gruppen von mind. 10 Probekörpern geprüft und die Schädigungsenergie nach statistischen Verfahren ermittelt.

Als Schädigungsmerkmale können auftreten: Anriss, Durchriss, Durchstoß, Splittern, Beulen

Die Schädigungsarbeit wird dadurch bestimmt, indem ein aus bekannter Höhe senkrecht auf den Probekörper fallender Fallbolzen mit bekannter Masse zur Schädigung des Probekörpers führt. Der Fallbolzen muss eine entsprechend große Fallenergie aufweisen.

Die Fallenergie kann auf zwei Arten eingestellt werden (siehe Gl. [1]):

Änderung der Masse bei konstanter Fallhöhe (keine Änderung der Fallgeschwindigkeit – siehe Gl [2]) oder Änderung der Höhe bei konstanter Masse (Änderung der Fallgeschwindigkeit – siehe Gl [2])

2.2 Instrumentierter Schlagversuch

Das Verfahren wird angewendet zur Charakterisierung des Stoßverhaltens von Kunststoffen, wenn ein Kraft-Verformungs- oder ein Kraft-Zeit-Diagramm bei praktisch konstanter Geschwindigkeit des Stoßkörpers nötig ist. Aus den Diagrammen können Eigenschaften des Werkstoffes abgeleitet werden (z. B. Zäh- oder Sprödbbruch, Anfangsschädigung, Rissbildung, Rissfortpflanzung u. ä). Anwendung vorzugsweise wissenschaftliche Forschung.

Das Prüfverfahren ist anwendbar für Probekörper von 1 mm bis 4 mm Dicke. Probekörper können Kunststoffplatten oder aus Fertigteilen entnommene plattenförmige Bereiche sein.

Bemerkung: Prüfergebnisse an Plattenmaterialien können nicht auf Fertigteile übertragen werden (Einfluss von Plattendicke, Konstruktion und Verarbeitung vorhanden)

Die Probekörper werden bis zur Schädigung beansprucht. Ausgewertet werden Maximalkraft, Verformung bei max. Kraft, Energie bis Maximalkraft, Gesamtdurchstoßenergie.

3 Prüfverfahren

3.1 Nicht instrumentierter Schlagversuch (Fallbolzenversuch)

Zur Durchführung des Fallbolzenversuchs wird eine Prüfeinrichtung entsprechend Bild 1 verwendet.

Der Stoßkörper am Fallbolzen ist als Halbkugel mit einem Durchmesser von vorzugsweise $(20 \pm 0,2)$ mm ausgebildet, besteht aus nichtrostendem Stahl und hat eine polierte Oberfläche.

- 1 Grundplatte mit Stellsäule
- 2 Arretier- und Auslösevorrichtung
- 3 Führungsrohr für Fallbolzen
- 4 Fallbolzen
- 5 Auflagevorrichtung

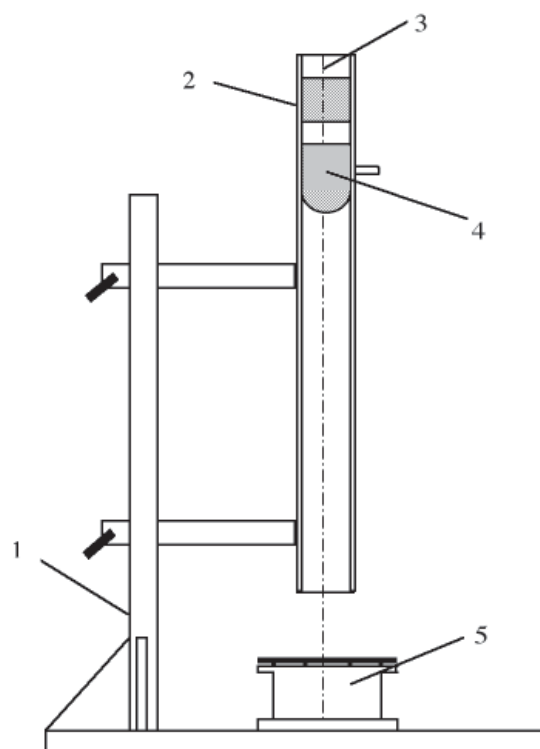


Bild 1. Ausführungsbeispiel einer Prüfeinrichtung

Bei der Prüfung sind Mehrfachstöße zu verhindern.

Der Energiegehalt **A** des Fallbolzens berechnet sich aus Gleichung 1

$$A = m \cdot g \cdot h \quad [\text{J}] \quad [1]$$

mit **m** = Masse des Fallbolzens einschließlich Stoßkörper in kg

g = 9,81 m/s² (Erdbeschleunigung)

h = Fallhöhe in m

und die Aufschlaggeschwindigkeit **v** nach Gleichung 2

$$v = \sqrt{h \cdot g} \quad [2]$$

3.2. Instrumentierter Schlagversuch

Anwendung vorzugsweise wissenschaftliche Forschung

4 Prüfnormen

DIN EN ISO 6603-1 Kunststoffe – Bestimmung des Durchstoßverhaltens von festen Kunststoffen – Teil 1: Nichtinstrumentierter Schlagversuch

DIN EN ISO 6603-2 Kunststoffe – Bestimmung des Durchstoßverhaltens von festen Kunststoffen – Teil 2: Instrumentierter Schlagversuch

5 Kommentar

Der nichtinstrumentierte Schlagversuch an Formteilen ermöglicht eine einfache und schnelle sowie preiswerte Überwachung der Serienfertigung anhand von Stichproben. Fallbolzenversuche sind nur dann vergleichbar, wenn sie mit gleichen Geometrien des Stoßkörpers durchgeführt wurden.

Die Prüfung ermöglicht eine erste Aussage über die Gleichmäßigkeit der Formmasse bzw. der Verarbeitung, erlaubt jedoch keine Aussage über die Gebrauchstauglichkeit.

Bei einer gravierenden Abweichung von der für ein bestimmtes Formteil festgelegten Schädigungsarbeit **A** muss die Ursache dieses Fehlers (Material- und/oder Verarbeitungsfehler) festgestellt werden.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.5 Farbe

© TecPart, 2007

1 Definition

Die Farbe ist eine Empfindung des Auges (Sehsinn), die von einem Farbreiz ausgelöst und von physiologischen und psychologischen Faktoren beeinflusst wird. Sie ist **keine** physikalische Eigenschaft; sie ist eine Sinneswahrnehmung. Das Auge bewertet die auf die Netzhaut auftreffende Strahlung (Farbreiz) nach drei verschiedenen spektralen Empfindlichkeitskurven gleichzeitig. Diese Teilerregungen werden jedoch zu einer einheitlichen Gesamtwirkung (Farbeindruck) verschmolzen. Das Auge ordnet jedem Farbreiz eindeutig eine Farbvalenz zu. Diese Farbvalenz kann durch drei Farbmesszahlen eindeutig gekennzeichnet werden.

Das menschliche Auge erfasst den elektromagnetischen Wellenbereich von 380 nm bis 780 nm ($1\text{ nm} = 1\text{ Nanometer} = 1 \cdot 10^{-9}\text{ m}$).

Das Auge erfasst neben der Hell-Dunkel-Empfindung die drei Teilfarbreize:

- Blau
- Rot
- Grün

Der Übergang von der Farbvalenz zu der Farbempfindung (Farbeindruck) wird vom farbnormalsichtigen Auge von einer Reihe innerer und äußerer Faktoren, wie z. B. Beleuchtungsart, Kontrasterscheinungen, Oberflächenstrukturen, Farbstimmung, Ermüdung usw. geformt. Ein Farbreiz kann somit zu recht verschiedenen Farbempfindungen führen

2 Zweck und Anwendung

Farben sind überall in der Natur wirksam und haben deshalb vielerlei Funktionen (z. B. symbolisch, kommunikativ).

Die Farbnachstellung und die Farbkonstanz sind genauso Faktoren der Qualitätssicherung bei der Herstellung und Lieferung von Formteilen wie Formteilabmessungen.

Für die Beurteilung der Farbe gibt es zwei Verfahren:

Farbabmusterung nach DIN 6173:

Bei der Farbabmusterung wird visuell bei gleicher Lichtart und Beleuchtung die Farbabweichung bzw. Gleichheit von einem Muster zu einer Referenz beurteilt.

Farbmessung nach DIN 5033:

Sie ist die Ermittlung von drei zu einer Farbvalenz gehörenden Farbmaßzahlen.

Bei der Farbmessung mit einem Farbmessgerät erhält man als unmittelbares Messergebnis die erforderlichen Farbwerte.

Weitere Informationen zum Problem Farbe – Oberflächenbeschaffenheit siehe Element 1.10

3 Verfahren

3.1 Farbabmusterung nach DIN 6173

Wie bereits erwähnt, handelt es sich bei der Farbabmusterung um eine visuelle Beurteilung. Die wichtigsten Bedingungen bei der Farbabmusterung sind:

- Farbabmusterungslichtart,
- geometrische Abmusterungsbedingungen von Muster und Referenz,
- physiologische Abmusterungsbedingungen (Seheigenschaften des Beobachters).

Farbabmusterungslichtart und geometrische Abmusterungsbedingungen sind zu vereinbarende Bedingungen. Die physiologischen Abmusterungsbedingungen sind in der DIN 6173 Teil 1 weitgehend festgelegt (Definition eines Normalbeobachters). Die wichtigsten Merkmale sind hierbei die Gesichtsfeldgröße und die Farbempfindlichkeit des menschlichen Auges.

Grundsätzlich kann jede Lichtart als Farbabmusterungslichtart vereinbart werden (z.B. Glühlampe oder Leuchtstoffröhre). Zur leichteren Vereinbarung können jedoch Normlichtarten verwendet werden. Die Normlichtart D 65 (DIN 5033 Teil 7) ist repräsentativ für natürliches Tageslicht.

Ein einfaches und preiswertes Gerät zur Farbabmusterung mit angenähert verwirklichter Normlichtart D 65 ist die Farbabmusterungsleuchte, die z.B. als Hängeleuchte über dem Arbeitsplatz angebracht werden kann.

Um Umgebungseinflüsse auf die Lichtart weitgehend auszuschließen, werden spezielle Abmusterungskammern angeboten. Bei den Abmusterungskammern können meist mehrere Normlichtarten wie

- Glühlampenlicht (Normlichtart A),
- künstliches Tageslicht (Normlichtart C),
- natürliches Tageslicht (Normlichtart D 65)

erzeugt werden. Dadurch können auch Metamerie-Effekte (DIN 6172) sichtbar gemacht werden. Bei zusätzlicher Beleuchtung mit UV-Licht können ergänzend Fluoreszenzeffekte sichtbar gemacht werden.

3.2 Farbmessung nach DIN 5033

Bei der Farbmessung mit Farbmessgeräten werden meist die folgenden 2 Verfahren angewandt:

- Spektralverfahren
- Dreibereichsverfahren

Die wichtigsten zu vereinbarenden Bedingungen sind außer der Normlichtart und den geometrischen Bedingungen bei beiden Verfahren:

- Gesichtsfeldgröße (Normalbeobachter)
- Messgeometrie (z.B. $d/8^\circ$)

Weitere zu vereinbarende Bedingungen können z. B. sein:

- Messöffnungsweite
- Probenoberfläche (Struktur, starker Zusammenhang mit Messgeometrie)
- Probenhintergrund
- Abstand von Probe und Hintergrund

(Die letzteren 2 sind bei Transmissionsmessung nicht notwendig)

Bei der Farbmessung erhält man eine numerische Beschreibung der Farbe. Es können verschiedene Farbmaßzahlensysteme angewendet werden, die alle durch Transformation ineinander umgerechnet werden können. Das gebräuchlichste ist das CIELAB-System.

Der Farbraum L^* , a^* , b^* , des CIELAB-Systems ist durch die Helligkeit L^* und die Farbkoordinaten a^* und b^* gekennzeichnet. Jede Farbe ist mit Attributen Helligkeit, Farbton und Sättigung charakterisierbar:

L^* Helligkeit

a^* , b^* Farbkoordinaten

$c^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ Sättigung, Buntheit

$H^\circ = \arctan \frac{b^*}{a^*}$ Bunttonwinkel

Der Farbabstand ΔE von zwei Probekörpern wird mit der folgenden Gleichung berechnet:

$$\Delta E = \sqrt{(L_P^* - L_B^*)^2 + (a_P^* - a_B^*)^2 + (b_P^* - b_B^*)^2}$$

Hierin bedeuten:

P Probekörper

B Bezugsprobekörper

Das Spektralverfahren bietet weiterhin die Möglichkeit, die Spektralfunktion der Probe aufzuzeichnen sowie die Bestimmung des Metamerie-Indexes bei Lichtartwechsel.

Bei der Farbmessung an Metallic-Lacken wird ein Gonio-Messkopf eingesetzt. Hierbei werden die Spektralkurven oder Farbwerte unter verschiedenen Beobachtungswinkeln ermittelt (meist in 5°-Schritten).

Auf weitere Verfahren und Begriffe der Farbmeterik soll hier nicht näher eingegangen werden. Der gesamte Komplex der Farbmessungen wird in den entsprechenden Normen und Veröffentlichungen (z. B. Farbmessgerätehersteller) ausführlich behandelt.

4 Normen

DIN 5031 Beibl. 1	Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik; Inhaltsverzeichnis über Größen, Formelzeichen und Einheiten sowie Stichwortverzeichnis zu DIN 5031 Teil 1 bis Teil 10
DIN 5033 Teil 1	Farbmessung; Grundbegriffe der Farbmeterik
DIN 5033 Teil 2	Farbmessung; Normvalenz-Systeme
DIN 5033 Teil 3	Farbmessung; Farbmaßzahlen
DIN 5033 Teil 4	Farbmessung; Spektralverfahren
DIN 5033 Teil 5	Farbmessung; Gleichheitsverfahren
DIN 5033 Teil 6	Farbmessung; Dreibereichsverfahren
DIN 5033 Teil 7	Farbmessung; Messbedingungen für Körperfarben
DIN 5033 Teil 8	Farbmessung; Messbedingungen für Lichtquellen
DIN 5033 Teil 9	Farbmessung; Weißstandard zur Kalibrierung in Farbmessung und Photometrie
DIN 6160	Anomaloskope zur Diagnose von Rot-Grün-Farbfeldsichtigkeiten
DIN 6172	Metamerie-Index von Probenpaaren bei Lichtartwechselart
DIN 6173 Teil 1	Farbabmusterung; Allgemeine Farbabmusterungsbedingungen
DIN 6173 Teil 1	Farbabmusterung; Beleuchtungsbedingungen für künstliches mittleres Tageslicht
DIN 6174	Farbmetrische Bestimmung von Farbmaßzahlen und Farbabständen im angenähert gleichförmigen CIELAB-Farbenraum
DIN 53236	Prüfung von Farbmitteln; Mess- und Auswertebedingungen zur Bestimmung von Farbunterschieden bei Anstrichen, ähnlichen Beschichtungen und Kunststoffen
DIN 67530	Reflektometer als Hilfsmittel zur Glanzbeurteilung an ebenen Anstrich- und Kunststoffoberflächen
SS 019102	Farbatlas
RAL	RAL – Standardfarbvorlagen Classic
RAL	RAL-Design-System; Farbatlas

5 Kommentar

Die visuelle Farbabmusterung ist ein subjektives Verfahren, da es sehr stark von der Empfindung und Empfindlichkeit des Auges des Beobachters abhängt. Außer den in 3.1 genannten Bedingungen sollten Oberflächenbeschaffenheit sowie der Werkstoff übereinstimmen.

Die Farbmessung bildet ein objektives Verfahren zur Farbabmusterung. Für einen Vergleich von Farbwerten müssen die genannten Messbedingungen sowie die zulässigen Abweichungen jeweils vereinbart werden.

Die Muster müssen vor ungünstigen Umgebungseinflüssen geschützt werden (z. B. UV-Licht). Ein regelmäßiger Vergleich der Muster von Lieferant und Abnehmer sollte vereinbart werden, da aufgrund von Alterungsprozessen erhebliche Farbabweichungen entstehen können. Bei Farbmessgeräten ist eine regelmäßige Kalibrierung Voraussetzung für eine korrekte Messung.

Eine für alle Farben gleiche farbmimetrische Toleranz kann nicht vereinbart werden. Im Prinzip ist für jede Farbe eine andere Toleranz zu vereinbaren. In der Praxis können jedoch häufig Farbgruppen zusammengefasst werden. Z. B. werden im Kfz-Reparaturbereich folgende Farbabstände für ΔE toleriert:

Weißbereich bis 0,3

Blau – Türkis bis 0,5

Grün – Gelb bis 0,7

Rot bis 0,9

(Werden farbige Materialien nicht direkt nebeneinander montiert, können die Werte verdoppelt werden).

Die Farbmessung bietet außer der Vergleichsmessung, über entsprechende Software, die Möglichkeit, z. B. Farbzuordnungen vorzunehmen.

Anbieter von Geräten zur Farbabmusterung und Farbmessung sind dem Prüfgerätekatalog im Anhang zu entnehmen.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.6 Formfüllstudie beim Spritzgießen

© TecPart, 2007

1 Definition

Die Formfüllstudien zeigen die schrittweise Füllung des Angusskanals und des Formhohlraums. Dabei sind grundsätzlich zwei verschiedene Formfüllstudien zu unterscheiden:

- 1.1** Formfüllstudie mittels CAE-Methoden im Vorfeld (Simulationsprogramme)
- 1.2** Füllstudien durch mehrmaliges praktisches Abspritzen mit schrittweiser Erhöhung des Formfüllgrades

2 Zweck und Anwendung

2.1 Formfüllstudien mit dem Computer dienen zur Vermeidung von Schwachstellen von Spritzgussformteilen und Spritzgießwerkzeugen bereits in der Konstruktionsphase. Kostspielige Werkzeugänderungen lassen sich damit minimieren. Weiter werden Entwicklungszeiten verkürzt und Entwicklungs- und Produktionskosten eingespart. Durch die Simulation sind folgende Einzelheiten bestimmbar:

- Festlegung der Angusslage, Angussart und Zahl der Anbindungen,
- Fließfrontbewegungen,
- fließtechnische Bewertung des verwendeten Materials,
- vollständige Formfüllung,
- Anzahl, Lage und Gestalt von Binde- und Fließnähten,
- Lufteinschlüsse und erforderliche Entlüftungsorte,
- Schmelzestillstand,
- Druckverluste beim volumetrischen Füllen.

Außer der rheologischen Auslegung werden weitere Software-Module zur thermischen und mechanischen Auslegung von Spritzgießwerkzeugen angeboten. Relativ neu ist die Software zur Verarbeitungsschwindungs- und Verzugsberechnung.

2.2 Die praktische Füllstudie dient bei der Erstabspritzung dem Erkennen von Schwachstellen im Werkzeug und Formteil. Durch verschiedene Umschaltstufen am Spritzaggregat werden unterschiedliche Füllgrade im Formnest erreicht.

Beginnende Fließlinien, Lufteinschlüsse, ungünstige Bindenähte, ungünstige Angussquerschnitte und -lage sowie bei Mehrfachwerkzeugen ungleichmäßige Füllung der einzelnen Kavitäten werden erkannt. Diese Schwachstellen sind durch entsprechende Änderungen am Werkzeug und Formteil zu beseitigen.

3 Verfahren

3.1 Über Computerprogramme können Formfüllstudien simuliert und berechnet werden, deren Grundlage spezielle technische Daten der einzelnen Kunststoffe sind. Solche Programme werden von speziellen Software-Herstellern angeboten. In letzter Zeit werden solche Simulationsprogramme in 3D-CAD-Programme integriert.

Rohstoffhersteller, Konstruktionsbüros, Institute und Hochschulen bieten derartige Berechnungen an.

3.2 Die praktische Formfüllstudie wird durch Abspritzen des Werkzeugs durch verschiedene Umschaltstufen am Spritzaggregat und damit unterschiedliche Füllgrade im Formnest (stufenweise Füllung der Werkzeugkavitäten) durchgeführt. Es werden je nach Größe und Kompliziertheit des Werkzeugs 3 bis 10 unterschiedliche Füllgrade empfohlen. Aus dem Grad der Formteilausbildung und dem sich ergebenden Formfüllbild kann auf Probleme bei der Ausspritzung, die die Formteileigenschaften beeinflussen, geschlossen werden.

4 Kommentar

Die Durchführung von theoretischen Füllstudien mittels Computersimulation setzt sich in der Praxis mehr und mehr durch. Erforderlich sind in der Simulationstechnologie gut ausgebildete Mitarbeiter, die die aus der Simulation resultierenden Ergebnisse interpretieren und in Verbesserungen der Konstruktion überführen können, um ggf. mehrmalige Nacharbeiten am Werkzeug zu vermeiden und den Aufwand bei der Bemusterung zu reduzieren.

Außerdem ist es in der Regel bei Heißkanalverteilerwerkzeugen vorteilhaft, solche Simulationen in der Konstruktionsphase durchzuführen. Die Entwicklung auf diesem Gebiet schreitet rasch voran. Es empfiehlt sich auf jeden Fall, mit dem fertigen Werkzeug die praktische Füllstudie durchzuführen. Sie ist mit geringem Zeit- und Kostenaufwand verbunden.

Es muss aber darauf geachtet werden, dass die erste Stufe der Füllstudien bereits entformbar ist, um Beschädigungen am Spritzgießwerkzeug zu vermeiden.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.7 Härte

© TecPart, 2007

1 Definition

1.1 Eindringhärte

Die Eindruckhärte ist der Widerstand, den die Oberfläche des zu prüfenden Teiles dem Eindringen eines härteren Prüfkörpers entgensetzt.

1.2 Ritzhärte

Unter der Ritzhärte versteht man den Widerstand der Oberfläche des zu prüfenden Teiles gegenüber dem Eindringen (Kratzen) eines härteren Prüfkörpers, der unter Belastung über die Oberfläche gleitet und eine bleibende Materialtrennung (Ritz) herbeiführt.

2 Zweck und Anwendung

Die Eindruckhärte ist ein Werkstoffkennwert, der es ermöglicht, Werkstoffe zu unterscheiden oder zu vergleichen, wenn der Härtewert nach demselben Verfahren und unter vergleichbaren Bedingungen gemessen wird.

Im Datenkatalog DIN EN ISO 10 350 (vgl. auch Element 1.22) ist die Härteprüfung nicht als Prüfverfahren aufgenommen.

Die Bedeutung der Härtemessung ist je nach Werkstoffgruppe unterschiedlich:

Bei **Thermoplasten** wird die Härtemessung als einfaches mechanisches Prüfverfahren durchgeführt, um Werkstofftypen zu kennzeichnen. Die Verarbeitungsbedingungen sind von relativ geringem Einfluss.

Bei **Duroplasten** wirken sich die Verarbeitungsbedingungen (z. B. Aushärtungsgrad) und die Füllstoffe wesentlich auf die Härte aus.

Bei **Elastomeren** hat die Härtemessung eine besondere Bedeutung zur Klassifizierung des Formstoffes und Kontrolle des Verarbeitungszustandes.

Die Prüfung der Ritzhärte dient vornehmlich zur Beurteilung von Beschichtungen.

3 Prüfverfahren und Kommentar

Die Eindruckhärte wird nach verschiedenen Verfahren in Abhängigkeit von

- Geometrie des Eindruckkörpers,
- Belastungsgröße,
- Belastungsdauer,
- Bestimmung des Eindrucks

unterschieden.

Die Ergebnisse sind für unterschiedliche Härteprüfverfahren nicht vergleichbar.

Härteprüfverfahren	Anwendung
Kugeldruckhärte nach DIN EN ISO 2039 Teil 1	Kunststoffe
Shore A nach DIN EN ISO 868	Kunststoffe und Hartgummi (weiche Materialien)
Shore D nach DIN EN ISO 868	Kunststoffe und Hartgummi (harte Materialien)
Barcol-Härte nach DIN EN 59	Glasfaserverstärkte Kunststoffe
Bestimmung der Kugeldruckhärte von Weichgummi, internationaler Gummihärtegrad (IRHD) Mikrohärteprüfung DIN ISO 48	Elastomere und thermoplastische Elastomere
Rockwellhärte, DIN EN ISO 2039 Teil 2	Selten eingesetzte Methode (USA)
Ritzhärte	Nur noch selten angewandte Methode Oberflächenhärte meist für beschichtete Materialien
Kratzfestigkeit, Schmissbeständigkeit	Beschichtete Oberflächen Automobilindustrie
Schmissbeständigkeit Abrieb	Unbeschichtete Oberflächen Automobilindustrie

3.1 Härteprüfung durch Kugeleindruckversuch, DIN EN ISO 2039 Teil 1 (Ermittlung der Kugeldruckhärte)

Auf einem stationären Prüfgerät wird eine gehärtete Stahlkugel von 5 mm Durchmesser mit einer Vorlast ($F_0 = 9,8 \text{ N}$) auf den Prüfkörper aufgesetzt und die Eindringtiefe auf 0 mm gesetzt, danach wird eine definierte Prüfkraft F_m (49, 132, 358 oder 961 N) innerhalb von 3 s stoßfrei aufgesetzt. Die Prüfkraft wird so ausgewählt, dass die Eindringtiefe nach 30 s im Bereich von 0,15 bis 0,35 mm liegt.

Hinweise:

- Beschaffenheit der Probekörper:
Mindestdicke 4 mm (völlig ebene Proben dürfen mehrschichtig übereinander gelegt werden), ausreichend große Fläche z. B 20 mm x 20 mm. Prüfkörper konditionieren im Normklima

3.2 Härteprüfung nach Rockwell, DIN EN ISO 2039 Teil 2

Sehr selten benutzte Prüfung (USA)

Die Rockwellhärteprüfung an Kunststoffen erfolgt in Anlehnung an die Rockwellprüfung für Metalle mit Kugeln verschiedener Durchmesser als Eindringkörper. Es wird im Gegensatz zur Kugeldruckhärte nach dem Entlasten gemessen. Die Rockwellhärte ist nicht mit der Kugeldruckhärte vergleichbar.

3.3 Härteprüfung nach Shore A und D, DIN EN ISO 868

Unter festgelegten Bedingungen wird ein festgelegter Eindruckkörper in das Prüfmaterial stoßfrei eingedrückt und der entsprechende Messwert am Prüfgerät abgelesen.

- Shore A: Kegelstumpf
- Shore D: Kegelspitze

Messgeräte:

- Handmessgeräte (Verwendung nur zur Schnellkontrolle vor Ort)
- Stationäre Geräte (sind zu bevorzugen)

Anwendungsbereich:

- Die Norm gibt ein Verfahren zur Bestimmung der Eindruckhärte von Kunststoffen und Hartgummi durch 2 Typen von Durometern an:
 - Typ A für weiche Materialien (Messwert über 90, Typ D anwenden)
 - Typ D für härtere Materialien (Messwerte unter 20, Typ A anwenden)Das Verfahren erlaubt entweder die Messung des Angangseindrucks (Ableseung des Messwertes nach 1 s bzw. Höchstwert) oder des Eindrucks nach einer vorgeschriebenen Zeitspanne (15 ± 1 s)
- Das Verfahren ist in erster Linie ein für Kontrollzwecke vorgesehenes empirisches Verfahren. Es besteht keine einfache Beziehung zwischen der durch dieses Verfahren bestimmten Eindruckhärte und irgendeiner grundlegenden Eigenschaft des geprüften Materials.
(sehr weiche Materialien sind nach ISO 48 Elastomere und thermoplastische Elastomere-Bestimmung der Härte zu Verwenden)

Hinweise:

- Beschaffenheit der Probekörper:
 - Mindestdicke 4 mm (völlig ebene Proben dürfen mehrschichtig übereinander gelegt werden), ausreichend große Fläche. Prüfkörper konditionieren im Normklima, falls in der Materialspezifikation nicht anders festgelegt.

3.4 Bestimmung der Barcol-Härte, DIN EN 59

Diese Härteprüfung mit einem tragbaren Gerät wird insbesondere bei glasfaserverstärkten Kunststoffen (z. B. UP-GF), möglichst an planen Flächen, eingesetzt, wobei allerdings mit einer starken Streuung der Ergebnisse zu rechnen ist.

3.5 Bestimmung der Härte (Härte zwischen 10 IRHD und 100 IRHD Elastomere und thermoplastische Elastomere DIN ISO 48)

Diese empfindliche Härteprüfung mit einem Laborgerät wird insbesondere für dünnwandige Elastomere angewendet. Hierbei ist die Messgenauigkeit größer als bei der Prüfung nach Shore A.

3.6 Prüfverfahren für Ritzhärte

Für die Ritzhärteprüfung gibt es verschiedene Prüfverfahren (z. B. Bleistift-Ritzmethode). Genormt ist ein Verfahren zur Prüfung des Verhaltens bei Kratzbeanspruchung von Platten mit dekorativer Oberfläche auf Aminoplastharzbasis in DIN EN 438-2.

3.7 Weitere Verfahren

Kratzfestigkeit, Schmissbeständigkeit	Beschichtete Oberflächen Automobilindustrie
Schmissbeständigkeit Abrieb	Unbeschichtete Oberflächen Automobilindustrie

Weitere Verfahren zur Prüfung der Härte an beschichteten und unbeschichteten Kunststoffoberflächen sind Kratzfestigkeit, Schmissbeständigkeit und Abrieb bei definierten Belastungen und unterschiedlichen Werkzeugen. Diese Prüfverfahren werden vorzugsweise in der Automobilindustrie (Zulieferer) angewandt und sind in den entsprechenden Normen der Automobilindustrie abgelegt.

4 Normen

DIN EN ISO 868	Kunststoffe und Hartgummi – Bestimmung der Eindruckhärte mit einem Durometer (Shore-Härte)
DIN 53505	Prüfung von Kautschuk und Elastomeren; Härteprüfung nach Shore A und Shore D
DIN ISO 48	Elastomere und thermoplastische Elastomere – Bestimmung der Härte (Härte zwischen 10 und 100 IRHD)
DIN EN 59	Glasfaserverstärkte Kunststoffe; Bestimmung der Härte mit dem Barcol-Härteprüfgerät
DIN EN ISO 10350-1	Kunststoffe – Ermittlung und Darstellung vergleichbarer Einpunktkennwerte – Teil 1: Formmassen
DIN EN ISO 10350-2	Kunststoffe – Ermittlung und Darstellung vergleichbarer Einpunktkennwerte – Teil 2: Langfaserverstärkte Kunststoffe
ASTM D 785	Standard Test Method for Rockwell Hardness of Plastics and Electrical Insulating Materials
ASTM D 1474	Prüfung von organischen Beschichtungen; Bestimmung der Eindringhärte
DIN EN ISO 2039-1	Kunststoffe; Bestimmung der Härte – Teil 1: Kugeleindruckversuch

- DIN EN ISO 2039-2** Kunststoffe; Bestimmung der Härte – Teil 2: Rockwellhärte
- VDI 2616 Blatt 2** Härteprüfung an Kunststoffen und Gummi
- DIN EN 438-2** Dekorative Hochdruck-Schichtpressstoffplatten (HPL) – Platten auf Basis härthbarer Harze (Schichtpressstoffe) – Teil 2: Bestimmung der Eigenschaften



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.8 Konditionieren von Formteilen

© TecPart, 2007

1 Definition

Unter Konditionieren versteht man das Lagern von Formteilen in Wasser oder feuchter Luft, um einen bestimmten Feuchtegehalt zu erzielen (z. B. Lagerung im Normklima 23 °C / 50% Luftfeuchte bis zur Gewichtskonstanz). Der Konditionierprozess ist reversibel.

2 Zweck und Anwendung

Durch Konditionieren wird bei Formteilen derjenige Feuchtegehalt beschleunigt eingestellt, der sich im späteren Einsatz in Abhängigkeit vom Umgebungsklima einstellen wird. Dieser Vorgang ist insbesondere bei Polyamidanwendungen bedeutsam.

Bei den Polyamiden PA 6, PA 66 und PA 4.6 erreicht man erst durch Konditionieren die konstruktiv erforderliche Schlagzähigkeit. Festigkeit und Steifigkeit nehmen mit steigendem Feuchtegehalt ab, die Bruchdehnung nimmt zu.

Die Wasseraufnahme führt jedoch zu Quellung und damit zu einer Veränderung der Abmessungen (Außenmaße werden größer, Bohrungen kleiner), die zu beachten ist.

Man unterscheidet drei Konditionierzustände:

- trocken – keine Feuchte, Wasseranteil < 0,2 %
- luftfeucht – Wasseranteil ca. 2,5–3,2 %
- nass – Wasseranteil ca. 7–8 %

3 Verfahren

Gebräuchlich sind nachstehende Verfahren:

- Lagerung in kaltem oder warmem Wasser (kunststoffabhängig)
- Lagerung in Klimazellen bei unterschiedlichen Temperaturen, Feuchtegehalten und Zeiten.

Die Wasseraufnahme ist abhängig

- vom Kunststofftyp,
- von der Bauteilgeometrie (Verhältnis Oberfläche zu Volumen, Wanddicke),
- von der Lagerzeit und Temperatur des Mediums.

Die Wasseraufnahme erfolgt schneller bei höheren Temperaturen und höherer Umgebungsfeuchte; Tempereffekte sind zu beachten.

Die Wasseraufnahme wird gemessen als prozentuale Gewichtszunahme gegenüber dem trockenen Zustand (fertigungsfrisch, siehe auch Element 1.20).

Vor der Gewichtsbestimmung muss das Wasser auf der Oberfläche des Formteils gründlich entfernt werden.

Der einzustellende Wassergehalt wird im Allgemeinen vereinbart und richtet sich nach den Einsatzbedingungen des Formteils.

Normen:

DIN EN ISO 1110 (Kunststoffe; Polyamide; Beschleunigte Konditionierung von Probekörpern)

Nach dem Konditionieren sind die Kunststoff-Formteile feuchtedicht zu verpacken, um eine Veränderung des Wassergehalts weitgehend zu vermeiden. Durch langes Lagern in der feuchtedichten Verpackung gleicht sich der Wassergehalt innerhalb des Formteils aus.

4 Geräte

Je nach Konditionierverfahren und Anzahl der Formteile können folgende Geräte zum Einsatz kommen:

- Wasserbad
- Dampfkonditioniergerät
- Klimakammer (Klimaschrank – Großraum-Klimazelle)
- Wärmeschrank mit Lösungen von Speziaalsalzen für temperaturabhängige Feuchteinstellungen
- Waage (Fehlergrenze $\pm 0,01$ % vom Formteilmgewicht).

5 Kommentar

Die Konditionierzeiten sind vom Kunststofftyp, der Formteildicke und dem Konditionierverfahren abhängig. Durch Lagerung – auch in feuchtedichter Verpackung – findet eine Veränderung des Feuchtegehalts und damit eine Maßänderung statt.

Beim Konditionieren kann sich die Kunststoff-Oberfläche verändern, z. B. durch Fleckenbildung, Verfärbung oder Ausblühen von Zusatzstoffen (Beispiel Brandschutzmittel).

Durch Feuchteaufnahme ändern sich die Eigenschaften der Formteile:

- Abnahme der Festigkeit und Steifigkeit
- Zunahme der Zähigkeit
- Abnahme der elektrischen Isoliereigenschaften
- Abnahme der Neigung zur elektrostatischen Aufladung
- Änderung der thermischen Eigenschaften, Änderung des Brandverhaltens
- Verbesserung der „Schmierwirkung“ bei Gleitlagern durch Lagern in Ölemulsionen
- Änderung der Abmessungen (Außenmaße größer, Bohrung kleiner)

Durch Feuchteabgabe ergibt sich eine entsprechende Umkehrwirkung.

Es empfiehlt sich deshalb mit dem Abnehmer zu vereinbaren, für Prüfzwecke eine Stichprobe der Lieferung zu entnehmen. Die Formteile dieser Stichprobe sind vor der Prüfung im Wärmeschrank zu trocknen und dann auf den vereinbarten Feuchtegehalt zu konditionieren. Die Abnahmebedingungen sind zu vereinbaren (vergl. auch DIN 16 901).

6 Weitere Elemente zum Qualitätsmanagement

Element 1.19 Wasseraufnahme

Element 1.20 Wassergehalt



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.9 Gefügeuntersuchungen an Formteilen

© TecPart, 2007

1 Definition

Durch **lichtmikroskopische Verfahren** können folgende Gefüge von Kunststoff-Formteilen erkannt werden:

- bei teilkristallinen Thermoplasten Überstrukturen, sog. Sphärolithe,
- bei amorphen Thermoplasten Gefügekomponenten, z. B. Kautschukteilchen oder Pigmente, Orientierungen,
- bei gefüllten Kunststoffen Füllstoffe, z. B. Glasfasern.

Die einzelnen Makromoleküle und kristallinen Bereiche können nur mit Hilfe eines Elektronenmikroskops bei wesentlich stärkeren Vergrößerungen sichtbar gemacht werden.

2 Zweck und Anwendung

Durch lichtmikroskopische Gefügeuntersuchungen an Spritzgussteilen aus teilkristallinen Thermoplasten, z. B. PA, POM, kann man Fehlerursachen nachweisen.

Diese können in der Formmassequalität und in der Verarbeitung liegen. Durch ungünstige Verarbeitung können z.B. Bindenähte, Lunker oder eine Änderung der sphärolithfreien Randzone bewirkt werden.

Bei gefüllten Kunststoffen lassen sich Füllstofforientierungen und örtliche Entmischungen erkennen.

Fehler in Schweißnähten (z. B. Lunker, schlechte Schweißung) können im Gefügebild festgestellt werden.

In der Qualitätsprüfung von Spritzgießbetrieben wird dieses Verfahren vielfach eingesetzt. Bei Schadensfällen lassen sich durch Gefügeuntersuchungen Gefügefehler, Bindenähte, Lunker usw. als Schadensursache nachweisen (siehe Beispiele 1 bis 6).

Beispiele

Die Beispiele wurden der DuPont-Schrift „Fehleranalysen mit dem Mikroskop an Spritzgussteilen aus Delrin (POM) und Zytel (PA)“ von Edith Böhme mit Genehmigung der DuPont de Nemours (Deutschland) GmbH entnommen.

Gefügeuntersuchungen an Formteilen

Element
1.9

Beispiel 1: Bindaht/Gefügezonen

Gefüge eines Funktionsteils aus POM mit Bindaht

Über den Querschnitt des Funktionsteils (Dünnschnitt) sind unterschiedliche Gefügezonen zu erkennen.

Randzone: sphärolithfreier Rand

Kristallisations- in Fließrichtung orientierte und mehr oder weniger gestreckte

(oder Orientierungs-)Zone: Sphärolithe (undeutlich ausgeprägt)

Kernzone: größere Sphärolithe

Die Gefügeausbildung (und damit auch die Formteileigenschaften) werden durch die Abkühlbedingungen (Werkzeugtemperaturen) weitgehend beeinflusst. Die Bindaht ist im beanstandeten Formteil deutlich, im nichtbeanstandeten Teil kaum erkennbar.

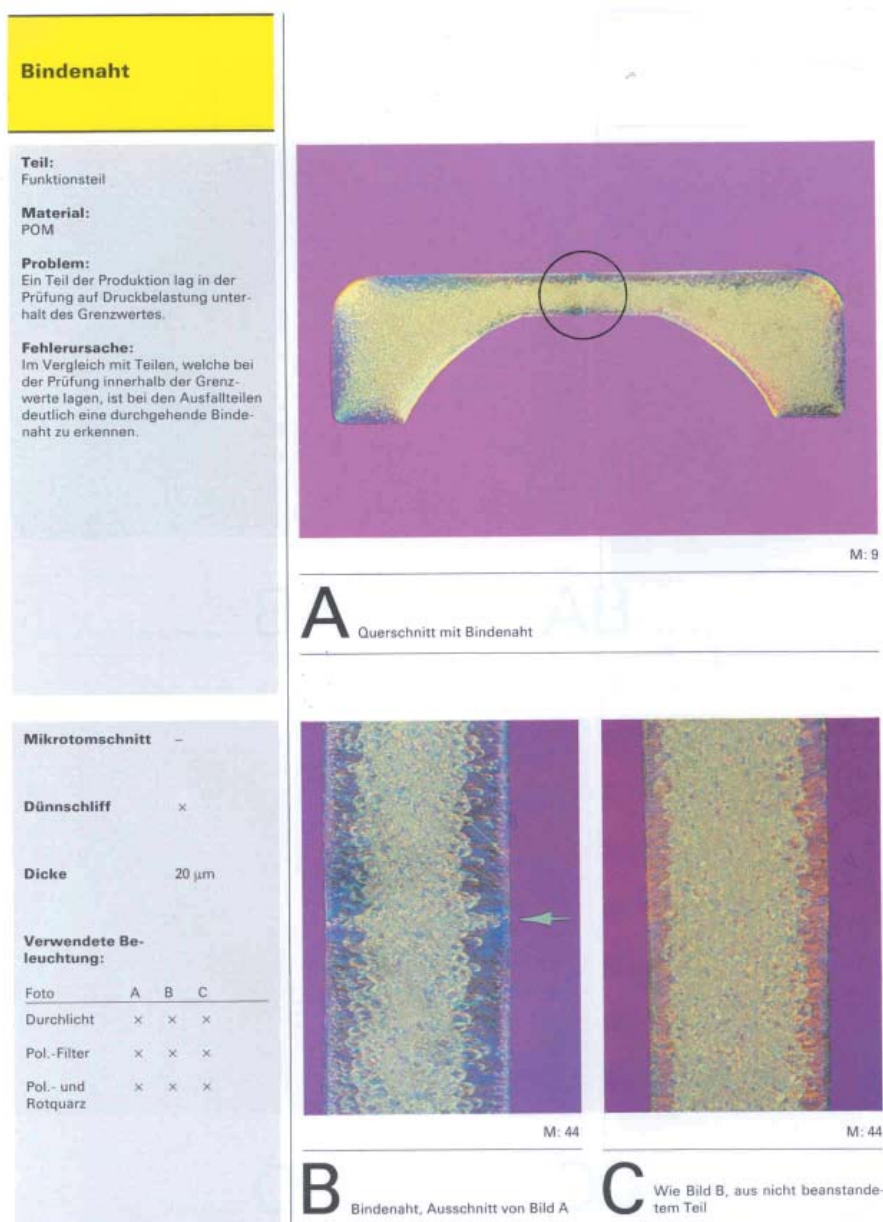


Bild 1. Beispiel 1: Bindaht

Beispiel 2: Gefügezonen/Werkzeugtemperatur (Formtemperatur)

Gefüge einer Feder aus POM bei niedriger und hoher Werkzeugtemperatur

Die Breite der Gefügezonen (siehe Beispiel 1) hängt beim POM erheblich von der Werkzeugtemperatur ab. Bei niedriger Werkzeugtemperatur ist die Kernzone schmäler als bei höherer.

Das erzielte Gefüge ist für die mechanischen Eigenschaften und Maßstabilität wesentlich mitverantwortlich.

Formtemperatur

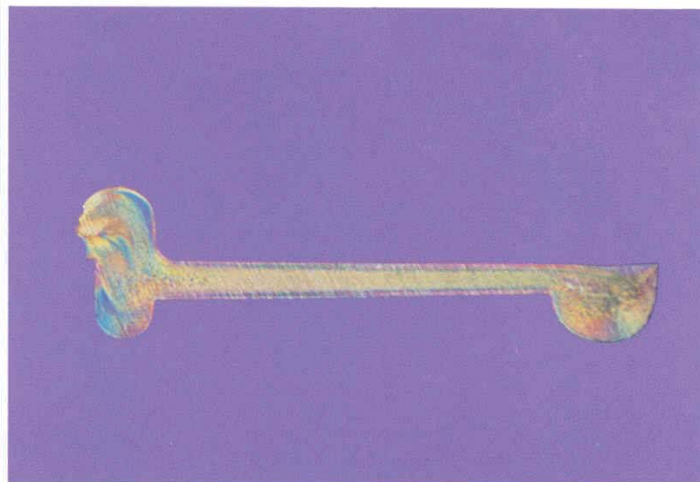
Teil:
Feder

Material:
POM

Problem:
Im Langzeitversuch zeigten einige Federn geringere Ermüdungsfestigkeit als andere.

Fehlerursache:
Vorzeitig ausgefallene Teile waren mit niedrigerer Formtemperatur spritzgegossen. Die dadurch erzielte höhere Flexibilität erklärt die geringere Ermüdungsfestigkeit.

Bemerkung:
Systematische Untersuchungen an POM über den Einfluß der Formtemperatur auf mechanischen Eigenschaften erklären den beobachteten Unterschied (siehe Literatur).



M: 10

A Teil

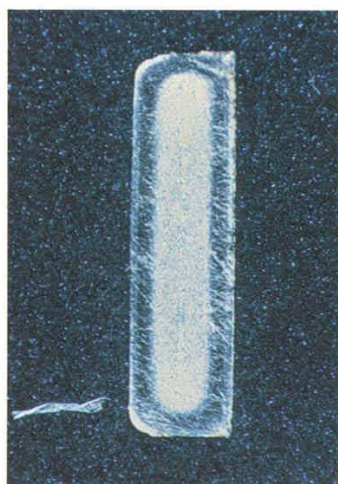
Mikrotomschnitt —

Dünnschliff ×

Dicke 15 µm

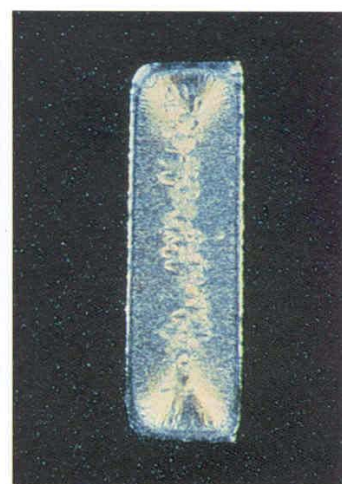
Verwendete Beleuchtung:

Foto	A	B	C
Durchlicht	×	×	×
Pol.-Filter	×	×	×
Pol.- und Rotquarz	×	—	—



M: 35

B Niedrige Formtemperatur



M: 35

C Hohe Formtemperatur

Bild 2. Beispiel 2: Gefügezonen/Werkzeugtemperatur (Formtemperatur)

Beispiel 3: Lunker-/Scherorientierung

Lunker- und Scherorientierung an einem Schnapping

Scherorientierung

Teil:
Schnapping für Augenmuschel

Material:
POM, schwarz

Problem:
Ring bricht beim Aufschnappen
(100 % Ausschuß).

Fehlerursache:
Starke Scherorientierung (Foto A)
am Anguß reduziert die Dehnfähig-
keit des Ringes. Langsameres Ein-
spritzen verringerte die Scherorien-
tierung wesentlich, und die Funktion
der Teile war gewährleistet.

Bemerkung:
Ausfallteile waren zusätzlich unzu-
reichend gefüllt. Lunker reduzierten
den Funktionsquerschnitt.

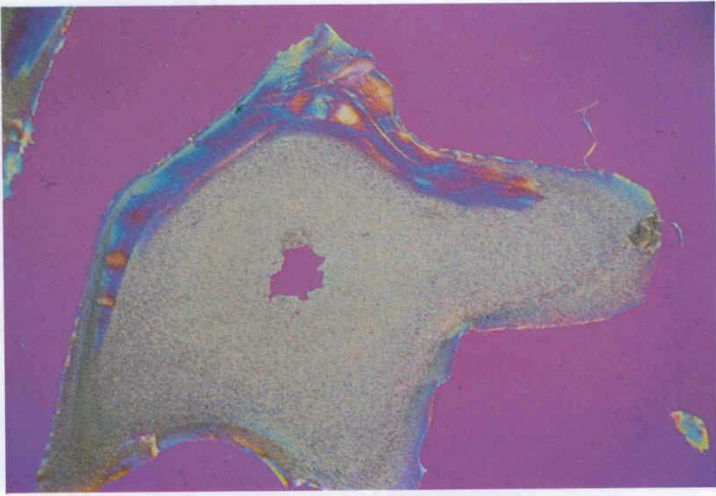
Mikrotomschnitt ×

Dünnschliff –

Dicke 20 µm

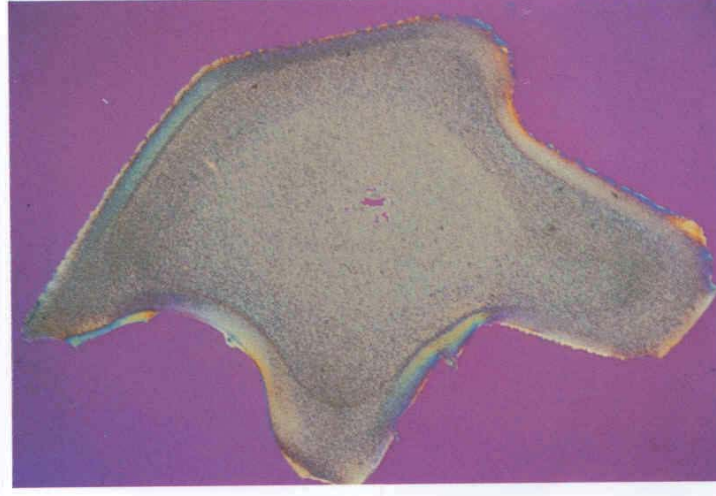
**Verwendete Be-
leuchtung:**

Foto	A	B
Durchlicht	×	×
Pol.-Filter	×	×
Pol.- und Rotquarz	×	×



M: 13

A Starke Angußscherung



M: 13

B Geringe Angußscherung

Bild 3. Beispiel 3: Lunker-/Scherorientierung

Beispiel 4: Pigmentanhäufung

Schlierenbildung in einer Fensterkurbel infolge ungenügender Verteilung und Zerteilung des Farbmaterbatches

Pigmentanhäufung

Teil:
Fensterkurbel, Automobilbau

Material:
POM, eingefärbt mit Masterbatch

Problem:
Teile wurden aus naturfarbenem Material spritzgegossen und durch Zugabe von Masterbatch eingefärbt. Es traten Oberflächenfehler in Form von Schlieren auf.

Fehlerursache:
Inhomogene bzw. zu niedrige Schmelzentemperatur verhinderte gleichmäßige Verteilung des Farbmaterbatches.



A Teil

Mikrotomschnitt ×

Dünnschliff —

Dicke 20 µm

Verwendete Beleuchtung:

Foto	A	B
Durchlicht	—	×
Pol.-Filter	—	×
Pol.- und Rotquarz	—	—



M: 25

B Querschnitt an Schlierenstelle

Bild 4. Beispiel 4: Pigmentanhäufung

Beispiel 5: Glasfaserorientierung

Glasfaserorientierung in einem Steckverbinder aus PET mit 30 % Glasfaser

Randzone: Glasfaserorientierung in Fließrichtung

Kernzone: Glasfaserorientierung dominierend senkrecht zur Fließrichtung

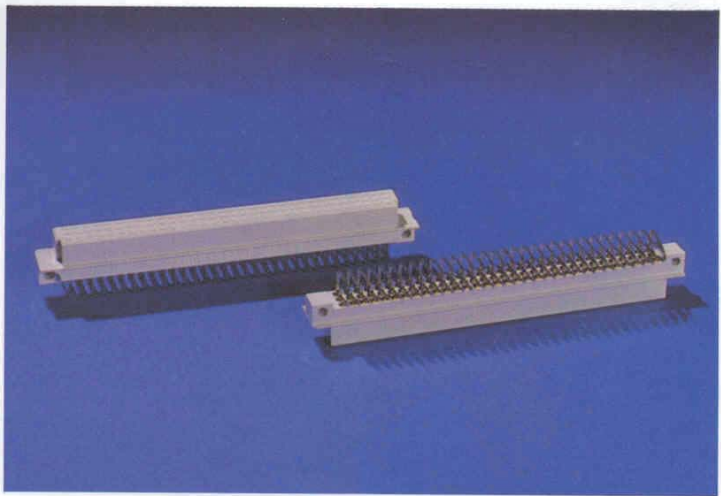
Glasfaserorientierung

Teil:
Steckverbindung

Material:
PETP, 30% Glasfaser

Problem:
Maßunterschiede zwischen Steckeröffnungen innerhalb eines Teiles.

Fehlerursache:
Durch Erkennen der vorliegenden Glasfaserorientierung konnten durch geringe Änderungen der Verarbeitungsbedingungen die Maßdifferenzen verringert werden.



A Teile

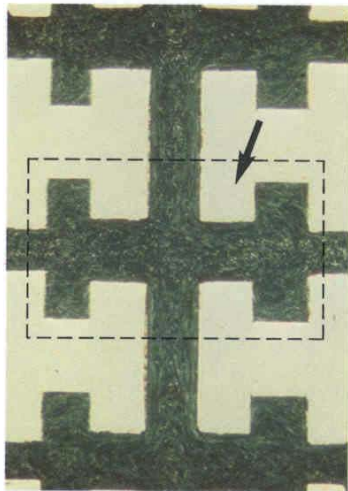
Mikrotomschnitt —

Dünnschliff ×

Dicke 10 µm

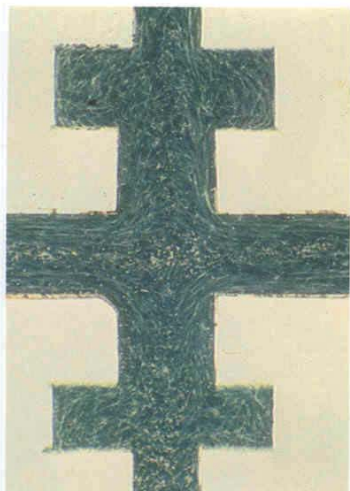
Verwendete Beleuchtung:

Foto	A	B	C
Durchlicht	—	×	×
Pol.-Filter	—	—	—
Pol.- und Rotquarz	—	—	—



B Faserorientierung

M: 7



C Vergrößerung von B

M: 22

Bild 5. Beispiel 5: Glasfaserorientierung

Gefügeuntersuchungen an Formteilen

Element
1.9

Beispiel 6: Schweißnaht

Rotationsschweißung verschiedener Formteile

Einfluss der Schweißnahtgestaltung auf die Verbindungsqualität

Schweißnaht

Teil:
Rotationsschweißung, verschiedene Teile

Material:
POM

Problem:
Einige Teile nicht gasdicht.

Fehlerursache:
Auslegung der Schweißnaht konstruktiv nicht optimal. Zu spitzer Winkel, der sich nicht mit dem durch die Rotationswärme aufgeschmolzenen Material füllt.



A Teile, rotationsgeschweißt

Mikrotomschnitt ×

Dünnschliff —

Dicke 25 µm

Verwendete Beleuchtung:

Foto	A	B	C
Durchlicht	—	×	×
Pol.-Filter	—	×	×
Pol.- und Rotquarz	—	—	—



M: 17



M: 17

B Schweißnaht, nicht gasdicht

C Gute Schweißnaht

Bild 6. Beispiel 6: Schweißnaht

3 Prüfverfahren

3.1 Durchlichtuntersuchungen

Aus der zu untersuchenden kritischen Stelle wird eine kleine Probe entnommen und direkt in eine Probenhalterung eingespannt oder in Kunstharz eingebettet.

Mit Hilfe eines Mikrotoms (Dünnschnittgerät) werden von der Probe Dünnschnitte (Dicke bei teilkristallinen Thermoplasten etwa 10 µm bis 30 µm, in Sonderfällen, z. B. PA 11/12, etwa 4 µm) abgenommen. Diese werden auf ein Objektglas fixiert und mit einem Deckglas abgedeckt.

Auch Dünnschliffe werden für Durchlichtuntersuchungen verwendet.

Zur Auswertung der Dünnschnitte verwendet man ein Mikroskop für Durchlicht mit Vergrößerungen bis etwa 500 : 1; meist genügen kleinere Vergrößerungen (20 : 1) zum Erkennen von Gefügefehlern. Teilkristalline Thermoplaste werden im polarisierten Durchlicht untersucht. Beim Phasenkontrastverfahren können einzelne Gefügekomponten besser sichtbar gemacht werden.

Zu dünner Schliff oder Schnitt verhindert mitunter das Erkennen des fehlerhaften Gefüges.

3.2 Auflichtuntersuchungen

An der kritischen Stelle des Formteils wird eine Probe entnommen und, falls erforderlich, in Kunstharz eingebettet. Die zu untersuchende Fläche wird mit Nassschleifpapieren unterschiedlicher Körnung geschliffen und auf Polierscheiben feinpoliert. Zur Auswertung verwendet man ein Auflichtmikroskop (Metallmikroskop) mit kleinen Vergrößerungen bis etwa 50 : 1. Auflicht-Interferenz-Kontrast ermöglicht eine bessere Differenzierung der Oberflächenstruktur.

Bei allen Untersuchungen lassen sich die Gefüge durch fotografische Aufnahmen oder Videoprints leichter auswerten und dokumentieren.

4 Prüfeinrichtungen

Für Gefügeuntersuchungen sind folgende Geräte erforderlich:

4.1 Durchlichtuntersuchungen

- Schleif- und Poliereinrichtung für Dünnschliffe
- Universalmikrotom zur Herstellung der Dünnschnitte
- Durchlichtmikroskop mit Vergrößerungen bis 500 : 1 und Einrichtung für polarisiertes Licht evtl. mit Phasenkontrast (Polarisations- und Rotquarz)
- Objektgläser, Deckgläser und Präparationsbesteck
- Foto- oder Videoprinteinrichtung

4.2 Auflichtuntersuchungen

- Schleifeinrichtung wie in der Metallographie
- Poliermaschine mit Poliermittel
- Auflichtmikroskop mit Vergrößerungen bis 50 : 1 (Metallmikroskop)
- Foto- oder Videoprinteinrichtung

In vielen Fällen genügt für die Auflicht- und Durchlichtuntersuchungen ein einfaches Stereomikroskop mit Vergrößerungen bis 100 : 1 und mit Polarisations-einrichtung.

Rasterelektronenmikroskope (REM) ermöglichen mit ihrer großen Tiefenschärfe die Untersuchung von Bruchflächen, z. B. bei Schadensfällen.

5 Kommentar

Die Herstellungsbedingungen (insbesondere Temperatur, Druck, Zeit) für Kunststoff-Formteile sind neben der Chargen-Qualität maßgebend für die Gefügeausbildung. Gefügefehler lassen sich jedoch an der Formteiloberfläche meist nicht erkennen. Deshalb sollten bei wichtigen Formteilprüfungen zuerst Gefügeuntersuchungen durchgeführt werden, z. B. an Spritzgussteilen.

Die Orientierung und Verteilung von Füll- und Verstärkungsstoffen (z. B. Glasfasern) im Gefüge wird bei der Herstellung vom Füllvorgang beeinflusst. Aus Füllstudien (vgl. Element 1.6) kann man näherungsweise auf die Anordnung (Orientierung) der Füll- und Verstärkungsstoffe schließen.

Um die Gefüge von Kunststoff-Formteilen richtig beurteilen zu können und daraus Folgerungen zu ziehen, ist eine große Erfahrung erforderlich.

Rohstoffhersteller, viele Verarbeitungsbetriebe für Präzisionsspritzgussteile und Institute für Kunststofftechnik an Universitäten und Fachhochschulen führen seit Jahren solche lichtmikroskopische Gefügeuntersuchungen durch.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.10 Oberflächenbeschaffenheit

© TecPart, 2007

Die Oberflächenbeschaffenheit beeinflusst den optischen Gesamteindruck eines Formteils. An sie werden immer bestimmte Qualitätsforderungen gestellt. Ihre Beschaffenheit kann eine ästhetische und/oder eine technische Forderung sein. Die wesentlichen Merkmale der Oberflächenbeschaffenheit sind:

1. der Fertigungsendzustand,
2. der Glanz,
3. die Farbe,
4. Oberflächenstrukturen,
5. die Rauheit.

1 Fertigungsendzustand

1.1 Definition

Der Fertigungsendzustand charakterisiert den Zustand einer Formteiloberfläche unmittelbar nach seiner Fertigstellung, d. h. nach Durchlaufen des gesamten betrieblichen Produktionsprozesses. Er setzt sich aus einer Reihe von Merkmalen zusammen, deren Art, Häufigkeit, Größe und Intensität subjektiv und in einigen Fällen auch quantitativ bewertet werden können.

1.2 Prüfverfahren

Visuelle Bewertung unter definierten Licht- und Bewertungskriterien (z. B. Lichtart, Betrachtungswinkel, Abstand), gegebenenfalls unter Verwendung von Referenz- oder Vergleichsmustern oder Merkmalkatalogen. In einzelnen Fällen auch messbar, z. B. Glanz, Farbunterschiede, Einfallstellen, Grat usw. (Element 1.5, DIN 6173, DIN 67 530, VDA Band 16).

1.3 Kommentar

Der Fertigungsendzustand ist neben Glanz, Farbe, Rauheit und Oberflächenstrukturen ein wesentlicher Bestandteil der Oberflächenbeschaffenheit des Formteils.

Schwankungen in der Formmassequalität, technische und technologisch bedingte Prozessstreuungen, Werkzeugverschleiß, Fehler in der Formteil- und Werkzeugkonstruktion usw. können zu Unregelmäßigkeiten auf der Oberfläche führen. Je nach Anforderung an das Formteil, Lage und Größe des Oberflächenmerkmals ist zu entscheiden, ob so ein Merkmal akzeptiert werden kann oder einen Fehler darstellt.

Typische Oberflächenmerkmale an Formteilen sind: Fließfronten, Zusammenfließlinie, Brandstellen, Wolkenbildungen, Schlieren, Blasen, Lunker, Haarrisse, Kratzer, Verschmutzungen, Silberschlieren, Farbunterschiede (Farbentmischungen), Glanzunterschiede, Schallplatteneffekt, Orangenschaleneffekt, Einfallstellen, Grat, Angussreste, ausgerissener Anguss, Schabestellen, Markierungen durch Werkzeugelemente usw. Das Auftreten bestimmter Oberflächenmerkmale, wie z. B. Zusammenfließlinien, Brandstellen usw., signalisieren mögliche Schwachstellen am Formteil.

Anmerkung: Die Begriffe für Zusammenfließlinie werden nicht einheitlich gehandhabt.
Synonyme Begriffe sind z.B. Fließnaht, Bindenaht

Die Ursachen für diese Merkmalsbildung beeinflussen weniger die Funktionsfähigkeit als vielmehr die Gebrauchstauglichkeit (Lebensdauer) der Formteile. Andere Merkmale haben eindeutig ihre Ursache in der Verwendung ungeeigneter oder nicht genügend vorbehandelter Formmassen (Silberschlieren) oder in Handlingvorgängen bzw. bei Transport- und Lagervorgängen (Kratzer, Schabestellen). Bei Auftreten solcher Merkmale, die Nebenfehler, wesentliche Fehler oder kritische Fehler sein können, muss reagiert werden.

Zur Vermeidung von Fehlerkosten ist es deshalb notwendig, in der Qualitätsvereinbarung mit dem Kunden den Fertigungsendzustand des Formteils eindeutig zu definieren, um den Aufwand für die Oberflächengestaltung so gering wie nötig zu halten. Im Rahmen der Erstmusterung sind gegebenenfalls Grenzmuster festzulegen. Es ist z. B. ein gravierender Unterschied, ob eine Zusammenfließlinie an einem Abstandshalter für Baustahlgewebe (= Schönheitsfehler) oder in einer optischen Kunststofflinse (= Funktionsfehler) vorhanden ist oder ob in Zusammenhang mit einer Zusammenfließlinie oder einer Brandstelle der Formstoff latent geschädigt ist. Durch Brandstellen oder Zusammenfließlinien kann die mechanische Festigkeit des Formstoffs stark herabgesetzt sein.

Definitionen der Fehlerarten, Ursachen der Fehler und Fehlerabstellstrategien sind in der Literatur beschrieben (siehe auch Element 2.2).

Lieferanten der Automobilzulieferindustrie sollten hier den VDA Band 16 in ihre Überlegungen einbeziehen und in geeigneter Form in Prüfpläne umsetzen.

1.4 Literatur

Schmiedel, H. (Herausg.): Handbuch der Kunststoffprüfung, Carl Hanser Verlag, München 1992

Störungsratgeber für Oberflächenfehler an thermoplastischen Spritzgussteilen. Kunststoff-Institut für die mittelständische Wirtschaft NRW GmbH, Lüdenscheid 1993

DIN EN ISO 8785 Geometrische Produktspezifikation (GPS); Oberflächenunvollkommenheiten; Begriffe, Definitionen und Kenngrößen

VDA 16 Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Dekorative Oberflächen von Anbau- und Funktionsteilen im Außen- und Innenbereich von Automobilen – Beurteilungsbedingungen, Merkmalsdefinitionen und Fehleransprache, Annahmekriterien

2 Glanz

2.1 Definiton

Glanz ist nicht nur eine physikalische Eigenschaft, die sich vom Remissionsverhalten der Oberfläche ableitet, sondern auch eine durch das menschliche Auge wahrgenommene Erscheinung. Geschieht die Beleuchtung einer Oberfläche vorwiegend gerichtet und erfolgt die Reflexion zumindest teilweise gerichtet, so werden in Abhängigkeit vom Betrachtungswinkel an der Oberfläche Helligkeitsunterschiede (Leuchtdichteunterschiede) festgestellt, die als Glanz empfunden werden.

2.2 Zweck und Anwendung

Der Glanz ist eine häufige Qualitätsforderung. Er wird von der Qualität der formgebenden Werkzeugkontur, den Verarbeitungsbedingungen und der Formmassequalität bestimmt. Der Glanz kann zwischen Hochglanz und Matt variieren. Schwankungen des Glanzes über die Oberfläche eines Formteils beeinflussen den Qualitätseindruck sehr negativ.

2.3 Prüfung

Visuell nach betrieblicher Vorschrift, z. B. zur Beurteilung der Gleichmäßigkeit; messend nach DIN 67 530.

Das Ergebnis der Glanzmessung kann durch die Schleifrichtung der formgebenden Werkzeugkontur und die Fließrichtung der Formmasse im Werkzeug beeinflusst werden. Es empfiehlt sich deshalb, die Glanzmessung in 5 Messschritten bei Drehung der Prüffläche um jeweils 45° um die Flächennormale durchzuführen. Als Messwert sind z. B. der Mittelwert und die Spannweite der winkelabhängig ermittelten Glanzzahlen anzugeben. Die Beleuchtungs-/Messgeometrien sind 20° Einstrahlwinkel, 20° Ausstrahlungswinkel für hochglänzende, 60°/60° für mittelglänzende und 85°/85° für matte Probekörperoberflächen.

2.4 Kommentar

Der Glanzeindruck wird außer von psychologisch und physiologisch bedingten Faktoren von den Reflexions- und Streueigenschaften der Oberfläche (Strukturierung, Rauheit, Krümmung usw.), der Leuchtdichte und der spektralen Verteilungsfunktion sowie der räumlichen Verteilung des auffallenden Lichtes, Beobachtungswinkel und -entfernung sowie Farbe und Transparenz des vorgelegten Teil, beeinflusst.

Es empfiehlt sich, bei nicht eindeutigen Glanzforderungen auf Grenzmuster zu orientieren und Bewertungsverfahren zu vereinbaren.

3 Farbe

3.1 Definition

Farbe ist das vom menschlichen Auge erfasste Licht, das durch eine Addition der Farbreize rot, grün und blau im Gehirn den Farbeindruck erzeugt. Der subjektive Farbeindruck ist weitgehend abhängig vom Oberflächenzustand der betrachteten Objekte (Glanz, Rauheit, Struktur) und den Betrachtungsbedingungen (Lichtart, Umgebungsfarben usw.). Eine Farbe kann messend durch drei Farbkordinaten, z. B. Helligkeit, Buntheit und Farbtonwinkel, beschrieben werden (CIELAB-System).

Siehe auch Element 1.5.

3.2 Zweck und Anwendung

Die Farbe ist ein wesentliches ästhetisches Qualitätsmerkmal und häufig auch eine technische Forderung. Die Gleichmäßigkeit und Homogenität der Einfärbung muss gewährleistet sein. Der farbmtrische Vergleich erfolgt visuell unter Verwendung von Referenzmustern oder messend unter Bezugnahme auf festgelegte Farbräume (z. B. L-a-b-System) und Farbkordinaten.

3.3 Prüfung

Visuelle Farbabmusterung nach DIN 6173

Farbmessung nach DIN 5033 und DIN 6174 (Element 1.5)

4 Oberflächenstrukturen

4.1 Definition

Oberflächenstrukturen sind erwünschte regel- oder unregelmäßige Vertiefungen bzw. Erhebungen. Die Herstellung dieser Strukturen erfolgt z. B. durch Erodieren, Ätzen, Strahlen, Mattieren der Werkzeugoberfläche (VDI 3400). Oberflächenstrukturen, die nicht erwünscht sind, z. B. Kratzer, Riefen infolge unzureichender Werkzeugoberflächenbearbeitung oder Werkzeugoberflächenfehler, gehören nicht zum Definitionsbereich.

4.2 Zweck und Anwendung

Die durch Herstellungsverfahren erzielbaren Kunststoff-Oberflächen müssen aus technischen Überlegungen oder aus Gründen des Designs durch Strukturen verändert werden.

Strukturen können auch für die Sicherstellung einer Funktion bzw. für die Erzielung eines gewünschten Oberflächencharakters, z. B. Rillen, Mulden, Schuppen (DIN EN ISO 8785), erforderlich sein.

4.3 Kommentar

Die Strukturforderungen sind in der Formteilzeichnung zu definieren. Es empfiehlt sich, um eindeutige Verabredungen mit dem Kunden zu haben, mit Referenzmustern zu arbeiten und die Festlegungen in Qualitätsvereinbarungen zu fixieren.

Die Beurteilung strukturierter Oberflächen erfolgt visuell. Bewertungskriterium ist die Gleichmäßigkeit der Strukturierung.

5 Oberflächenrauheit

5.1 Definition

Die Oberflächenrauheit ist der kurzwellige Anteil der Gestaltsabweichungen einer wirklichen Oberfläche. Der Grad der Eliminierung der langwelligen Anteile (Formabweichung, Welligkeit) wird durch die Länge der Rauheitsbegrenzungsstrecke oder durch den Wellenfilter bestimmt. DIN 4760 definiert die Rauheit als regel- oder unregelmäßig wiederkehrende Gestaltsabweichungen, deren Abstände nur ein relativ geringes Vielfaches ihrer Tiefe betragen.

5.2 Prüfung

Die Rauheitskenngrößen sind nach DIN EN ISO 4282 am senkrechten Profilschnitt definiert, der für Kunststoffteile zweckmäßigerweise senkrecht und parallel zur Fließrichtung (oder der Werkzeugbearbeitungsspuren) zu legen ist.

Übliche Rauheitskenngrößen sind:

- Rautiefe $R_{\max}$
- mittlere Rauheit R_z
- arithmetischer Mittenrauwert R_a

In der Kunststofftechnik sind insbesondere Tastschnittgeräte und mechanische Tiefenmessgeräte (Rautiefe $\geq 1,6 \mu\text{m}$) üblich. Für höchstwertige Prüfungen ist das interferenzmikroskopische Verfahren zu empfehlen (Messung sehr geringer Rautiefen). Optische Reflexionsverfahren sind nicht mit anderen Rauheitsmessverfahren vergleichbar und liefern andere Messwerte, ermöglichen allerdings eine kontinuierliche Messung mit mathematischer Auswertung (kontinuierliche Qualitätsüberwachung). Weitere Prüfmöglichkeiten sind Glanzmessungen und im Extremfall rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen.

5.3 Kommentar

Die Oberflächenrauheit von Formteilen hängt von der Oberflächenqualität des formgebenden Werkzeugs, der Formmasse und den Prozessparametern des Spritzgießprozesses ab.

Mit Hilfe der in Abschnitt 5.2 angegebenen Prüfung kann die Oberflächenrauheit beschrieben werden. Die Aussage gilt gleichermaßen für die formgebende Werkzeugkontur wie das Formteil.

Für Formen und technische Kunststoffteile ist die Rauheitsmessung mit Tastschnittgeräten zu emp-

fehlen. Sie bieten objektive, reproduzierbare Messergebnisse mit Dokumentationsmöglichkeiten und sind kalibrierfähig.

Die Bearbeitungsrichtung der Form und die Fließrichtung der Schmelze in der Form beeinflussen die Rauheit der Kunststoffoberfläche. Deshalb ist es notwendig, gegebenenfalls die Rauheit parallel und senkrecht zur Fließrichtung zu prüfen.

Rauheitsforderungen sind in die Formteil- bzw. Werkzeugzeichnungen einzutragen. Bei speziellen Forderungen sollten gegebenenfalls Qualitätsvereinbarungen abgeschlossen und/oder Referenzmuster festgelegt werden.

5.4 Normen und Richtlinien

DIN 4760	Gestaltabweichungen; Begriffe; Ordnungssystem
DIN 5033 Bbl 1	Strahlungsphysik im optischen Bereich und Lichttechnik; Inhaltsverzeichnis über Größen, Formelzeichen und Einheiten sowie Stichwortverzeichnis zu DIN 5033 Teil 1 bis Teil 10 (Ausgabe 1971-01)
DIN 5033-1	Farbmessung – Teil 1: Grundbegriffe der Farbmessung (Ausgabe 1979-03)
DIN 5033-2	Farbmessung – Teil 2: Normvalenz-Systeme (Ausgabe 1992-05)
DIN 5033-3	Farbmessung – Teil 3: Farbmaßzahlen (Ausgabe 1992-07)
DIN 5033-4	Farbmessung – Teil 4: Spektralverfahren (Ausgabe 1992-07)
DIN 5033-6	Farbmessung – Teil 6: Dreibereichsverfahren (Ausgabe 1976-08)
DIN 5033-7	Farbmessung – Teil 7: Messbedingungen für Körperfarben (Ausgabe 1983-07)
DIN 5033-8	Farbmessung – Teil 8: Messbedingungen für Lichtquellen (Ausgabe 1982-04)
DIN 5033-9	Farbmessung – Teil 9: Weißstandard zur Kalibrierung in Farbmessung und Photometrie (Ausgabe 2005-10)
DIN 6173-1	Farbabmusterung; Allgemeine Farbabmusterungsbedingungen (Ausgabe 1975-01)
DIN 6173-2	Farbabmusterung; Beleuchtungsbedingungen für künstliches mittleres Tageslicht (Ausgabe 1983-10)
DIN 6174	Farbmetrische Bestimmung von Farbmaßzahlen und Farbabständen im angenähert gleichförmigen CIELAB-Farbenraum / Achtung: Vorgesehen als Ersatz für DIN 6174 (1979-01) (Ausgabe 2006-02)
DIN 67530	Reflektometer als Hilfsmittel zur Glanzbeurteilung an ebenen Anstrich- und Kunststoff-Oberflächen
DIN EN ISO 4287	Geometrische Produktspezifikation (GPS); Oberflächenbeschaffenheit, Tastschnittverfahren; Benennung, Definition und Kenngrößen der Oberflächenbeschaffenheit

- DIN EN ISO 4288** Geometrische Produktspezifikation (GPS); Oberflächenbeschaffenheit, Tastschnittverfahren; Regeln und Verfahren für die Beurteilung der Oberflächenbeschaffenheit
- DIN EN ISO 8785** Geometrische Produktspezifikation (GPS); Oberflächenunvollkommenheiten; Begriffe, Definitionen und Kenngrößen
- DIN EN ISO 13 565-1** Geometrische Produktspezifikation (GPS); Oberflächenbeschaffenheit; Tastschnittverfahren; Oberflächen mit plateauartigen funktionsrelevanten Eigenschaften – Teil 1: Filterung und allgemeine Messbedingungen
- DIN EN ISO 13 565-2** Geometrische Produktspezifikation (GPS); Oberflächenbeschaffenheit; Tastschnittverfahren; Oberflächen mit plateauartigen funktionsrelevanten Eigenschaften – Teil 2: Beschreibung der Höhe mittels linearer Darstellung der Materialanteilkurve
- DIN EN ISO 13 565-3** Geometrische Produktspezifikation (GPS); Oberflächenbeschaffenheit; Tastschnittverfahren; Oberflächen mit plateauartigen funktionsrelevanten Eigenschaften – Teil 3: Beschreibung der Höhe von Oberflächen mit der Wahrscheinlichkeitsdichtekurve
- DIN EN ISO 1302** Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Angabe der Oberflächenbeschaffenheit in der technischen Produktspezifikation
- DIN EN ISO 3274** Geometrische Produktspezifikationen (GPS) – Oberflächenbeschaffenheit: Tastschnittverfahren – Nenneigenschaften von Tastschnittgeräten
- DIN EN ISO 8785** Geometrische Produktspezifikation (GPS) – Oberflächenunvollkommenheiten – Begriffe, Definitionen und Kenngrößen
- VDI/VDE 2601** Anforderungen an die Oberflächengestalt zur Sicherung der Funktions-tauglichkeit spanend hergestellter Flächen; Zusammenstellung der Kenngrößen
- VDI/VDE 2602** Rauheitsmessung mit elektrischen Tastschnittgeräten
- VDI/VDE 2603** Oberflächen-Messverfahren; Messung des Flächentraganteils
- VDE/VDI 2604** Oberflächen-Messverfahren; Rauheitsuntersuchung mittels Interferenz-mikroskopie
- VDI 3400** Elektroerosive Bearbeitung; Begriffe, Verfahren, Anwendung (Ausgabe 1975-06)

Literatur in Abschnitt 1.4, s.o.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.11 Schmelze-Massefließrate und Schmelze-Volumenfließrate

© TecPart, 2007

1 Begriffe und Definitionen

1.1 Schmelze-Massefließrate MFR (früher: Schmelzindex)

Die Schmelze-Massefließrate gibt diejenige Masse der Probe an, die in einer bestimmten Zeit unter definierten Bedingungen (Temperatur, Druck) durch eine genormte Düse gedrückt wird. Sie wird in g/10 min angegeben.

1.2 Schmelze-Volumenfließrate MVR (früher Volumenfließindex)

Die Schmelze-Volumenfließrate gibt dasjenige Volumen der Probe an, das in einer bestimmten Zeit unter definierten Bedingungen (Temperatur, Druck) durch eine genormte Düse gedrückt wird. Sie wird in cm³/10 min angegeben.

Schmelze-Massefließrate und Schmelze-Volumenfließrate sind nur bei bekannter Schmelzedichte ρ_m bei der Prüftemperatur ineinander umrechenbar.

$$\text{MFR} = \rho_m \cdot \text{MVR}$$

Bemerkung:

Die für Kunststoffe tabellierten Dichten (z. B. in Materialdatenblättern) ist die Dichte gemessen bei 23 °C und nicht identisch mit der Schmelzdichte bei der Prüftemperatur zur Messung des MVR bzw. MFR.

2 Zweck und Anwendung

MFR und MVR dienen der Beurteilung des Fließverhaltens von Thermoplasten unter bestimmten Druck- und Temperaturbedingungen.

Die MFR- bzw. MVR-Messungen sind ein wesentliches Element der Wareneingangsprüfung von Thermoplasten.

Das Typensortiment eines Kunststoffes wird meist durch Kompromisse zwischen Verarbeitbarkeit und Eigenschaftsforderungen bestimmt. MVR bzw. MFR lassen eine grobe Zuordnung der Typen zu den verschiedenen Verarbeitungsverfahren (Spritzgießen, Extrusion, Extrusionsblasen, Folienblasen) zu.

Bemerkungen:

In Materialdatenblättern bzw. Prüfzertifikaten von Polymerherstellern wird in der Regel der MVR angegeben. Die Messung des MVR mit Prüfgeräten nach DIN EN ISO 1133 gestatten eine automatische Messung. Der MVR oder der MFR erweisen sich als nützlich bei dem Vergleich von gefüllten und ungefüllten thermoplastischen Kunststoffen.

Der Nachweis von Eigenschaftsveränderungen des Kunststoffes durch Polymerabbau infolge des Verarbeitungsprozesses oder der Alterung unter Anwendungsbedingungen (z. B. infolge Einwirkung von Wärme, Licht, Chemikalien) ist möglich. Für derartige Fragestellungen ist jedoch die

Messung der Lösungsviskosität (Element 1.16) bevorzugt anzuwenden. Dieses Prüfverfahren ist wesentlich aussagefähiger.

3 Prüfverfahren

Formmassenmengen von ca. 5 g je Versuch in Form von Granulat, Pulver oder zerkleinertem Formstoff werden in dem auf Prüftemperatur aufgeheizten Prüfzylinder aufgeschmolzen und durch eine genormte Düse gedrückt. Die austretende Masse (Verfahren A) bzw. das austretende Volumen (Verfahren B) je Zeiteinheit wird unter definierten Versuchsbedingungen ermittelt. Druck und Temperatur können variiert werden. Die Vorzugswerte für die Prüftemperatur und die Masse der Nominallast in kg sind im Anhang zu DIN EN ISO 1133 formmassespezifisch angegeben.

Die Formmassen sind, falls es die Formmassennorm verlangt, vor der Prüfung zu trocknen. Feuchtigkeitseinflüsse können das Prüfergebnis negativ beeinflussen.

Kennwertangabe (am Beispiel der Messung am Polypropylen):

$$\text{MFR (230/5)} = 6,5 \text{ g/10 min}$$

$$\text{MVR (230/5)} = 8,7 \text{ cm}^3/10 \text{ min}$$

$$\text{Schmelzdichte (230 °C)} \rho_m = 0,75 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{Tabellierte Dichte} \quad \rho = 0,90 \text{ g/cm}^3$$

Interpretation:

Bei einer Zylindertemperatur von 190 °C und einer Masse des Auflagegewichtes bestehend aus Kolben, Kolbenstange und Massestück von 5 kg werden 2 g Material (MFR) bzw. 2,5 cm³ (MVR) in 10 min durch die Düse gedrückt.

4 Prüfmittel

Zur Durchführung der Prüfungen sind folgende Geräte notwendig:

- Prüfgerät nach DIN EN ISO 1133
- Feinwaage mit einer Fehlergrenze von $\pm 0,5 \text{ mg}$ (MFR-Bestimmung)
- Stoppuhr mit einer Fehlergrenze von $\pm 0,1 \text{ s}$ (MFR-Bestimmung)
- Kontrollthermometer mit einer Fehlergrenze von $\pm 0,1 \text{ K}$
- Gerätereinigungsset

(Für die permanente Prüfmittelkontrolle ist die Verfügbarkeit kalibrierter Thermometer, von Lehrenden für die Düse und für den Innenzylinder sowie von Leerringen für den Kolbenkopf empfehlenswert. Für die Kontrolle der Waage sollte ein kalibriertes Massestück zur Verfügung stehen).

5 Prüfnorm

DIN EN ISO 1133 Kunststoffe; Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten

6 Kommentar

Schmelze-Massefließrate und Schmelze-Volumenfließrate sind gleichwertige Kenngrößen. Bei bekannter Schmelzedichte sind sie ineinander umrechenbar. Der Vergleich der MFR (MVR)-Werte von Formmasse und Formstoff lässt eventuelle Verarbeitungsfehler (Werkstoffschädigung) erkennen.

Die Messungen sind schnell durchführbar und relativ billig. Der MFR und der MVR von Thermoplasten hängen von der Schergeschwindigkeit ab. Die Schergeschwindigkeiten bei dieser Prüfung sind wesentlich kleiner als diejenigen unter normalen Verarbeitungsbedingungen. Deshalb korrelieren die Ergebnisse dieser Prüfung nicht immer mit dem Formmasseverhalten unter den speziellen Verarbeitungsbedingungen. Bei wärmeempfindlichen Formmassen ist zu beachten, dass durch thermisch induzierte Prozesse auf Grund zu langer Verweilzeiten der Schmelze im Zylinder die MFR- bzw. MVR-Werte verändert werden. Umgekehrt kann diese Erscheinung zum qualitativen Nachweis der Thermostabilität der Formmasseschmelze bei einer vorgegebenen Temperatur genutzt werden.

Mit modernen automatischen Messgeräten kann wahlweise der MVR und der MFR gemessen werden. Bei der MVR-Messung handelt es sich um eine Weg-Zeit-Messung der Kolbenbewegung, wodurch das Wiegen der extrudierten Materialproben, wie bei der Bestimmung des MFR, entfällt.

Zur Überprüfung der Gleichmäßigkeit der angelieferten Materialien ist die Bestimmung des MVR (MFR) in der Wareneingangskontrolle wichtig. Bei großen Schwankungen des MVR (MFR) der angelieferten Materialien und typgleichen Nachfolgematerialien kann es bei Spritzgieß- und Extrusionsprozessen wegen des unterschiedlichen Fließverhalten der Materialien zu Fertigungsfehlern (Spritzgießen: Überspritzungen, Formteilstückfüllung ungenügend) kommen. Das bedeutet, die Fertigungsprozesse müssen wieder optimiert und dem Fließverhalten des Materiales angepasst werden. Diese Vorgehensweise ist unökonomisch. Bei nur geringen Schwankungen des MVR (MFR) können einmal auf das Fließverhalten des Materials optimierte Fertigungsprozesse beibehalten werden.

Die Dokumentation der erhaltenen Messergebnisse ist unerlässlich.

Zur Sicherheit empfiehlt es sich, Rückstellmuster auch von der Formmasse aufzubewahren.

Vgl. auch Element 1.16 – Viskositätszahl.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.12 Schwindung/Schrumpfung

© tecpart, 2007

1 Begriffe und Definitionen

Die Schwindung (Verarbeitungsschwindung, Nachschwindung) unterscheidet sich von der Schrumpfung durch ihre Ursache, Wirkung und Größe. Die Kenngrößen sind an Probekörpern (Platte, Stab) oder Formteilen bestimmbar. Entsprechend der Messrichtung wird in Kennwerte in Fließrichtung und senkrecht zur Fließrichtung der Formmasse im Verarbeitungsprozess unterschieden.

1.1 Verarbeitungsschwindung

Die Verarbeitungsschwindung ist der Unterschied zwischen den Abmessungen der Werkzeughöhlung und des Formteils, jeweils gemessen bei $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$. Das Formteil ist nach seiner Herstellung 16 Stunden im Normklima DIN EN ISO 291-23/50 zu lagern und unmittelbar danach bei gleichem Klima zu messen.

Die Verarbeitungsschwindung ist insbesondere abhängig von:

- Kunststoffart
- Füllstoff/Verstärkungsstoff
- Verarbeitungsverfahren
- Verarbeitungsbedingungen (insb. Temperatur-Druckregime)
- Gestalt des Formteils
- Gestaltung des Werkzeuges

1.2 Nachschwindung

Die Nachschwindung tritt nach beendeter Verarbeitung im Laufe der Zeit ein, im wesentlichen infolge von:

- Nachkristallisation (bei teilkristallinen Thermoplasten)
- Relaxationsvorgängen
- Nachhärtung (bei Duroplasten)
- ggf. Veränderung des Wassergehaltes (Quellung, Kontraktion)
- Verarbeitungsbedingungen
- Umweltbedingungen, Alterung

Sie ist der Unterschied zwischen den Abmessungen des Formteils vor und nach einer bestimmten anwendungsbedingten klimatischen Beanspruchung, bestimmt bei Normklima DIN EN ISO 291-23/50.

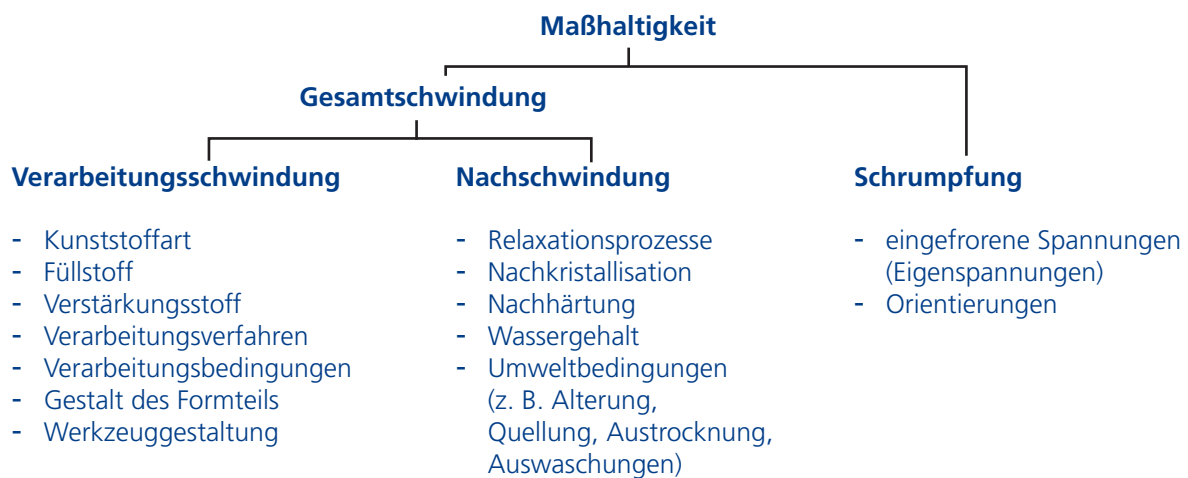
1.3 Gesamtschwindung

Die Gesamtschwindung ist der Unterschied zwischen den Abmessungen der Werkzeughöhlung und des Formteils nach einer beliebigen anwendungsbedingten Behandlung, jeweils gemessen bei Normalklima DIN EN ISO 291-23/50. Die Gesamtschwindung setzt sich additiv aus Verarbeitungsschwindung und Nachschwindung zusammen.

1.4 Schrumpfung

Die Schrumpfung ist eine Maßänderung, bewirkt durch Abbau und Relaxation von eingefrorenen Spannungen und Orientierungszuständen aufgrund einer Erwärmung über eine definierte kunststoffspezifische Temperatur, z. B. Vicat-Erweichungstemperatur, hinaus.

1.5 Zusammenstellung: Einflussfaktoren auf Schwindungs- und Schrumpfungsverhalten



2 Zweck und Anwendung

Die Schwindungsvorgänge beeinflussen die Maßgenauigkeit und Maßstabilität der Formteile.

Die Kenntnis der Werte für Verarbeitungsschwindung und Nachschwindung bzw. der Gesamtschwindung ist für die Konstruktion des Werkzeuges eine wichtige Voraussetzung. Die Toleranzen und Abnahmebedingungen für Längenmaße für Kunststoff-Formteile sind in DIN 16901 festgelegt.

Das Schrumpfungsverhalten lässt Rückschlüsse auf Eigenspannungen und Orientierungszustände im Formteil zu. Die maximale Schrumpfung wird erreicht durch hinreichend lange Lagerung in der Wärme, wobei bei den gewählten Warmlagerungsbedingungen gewährleistet sein muss, dass keine thermische Schädigung des Kunststoffes eintritt. Bei bestimmten Produkten, z. B. Schrumpffolien, ist die Schrumpfung ein gewollter Effekt.

Die Kenngröße Verarbeitungsschwindung an Probekörpern bestimmt, ist eine wesentliche Kenngröße zur Bewertung der Formmassequalität bezüglich Gleichmäßigkeit im Wareneingang im Hinblick auf Präzisionsformteilherstellungen.

3 Prüfverfahren

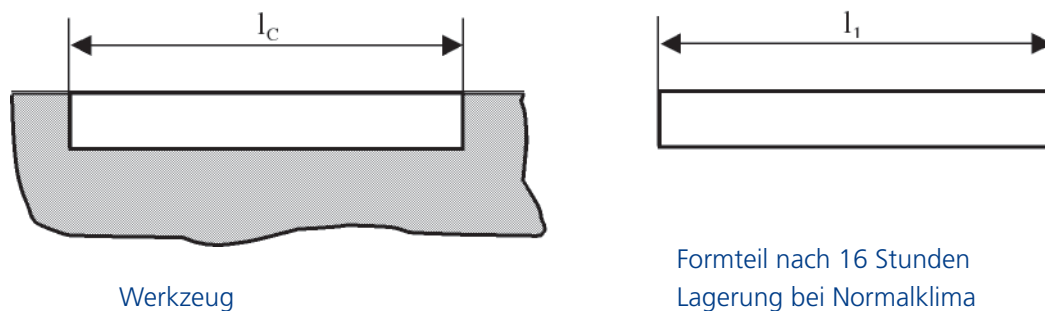
3.1 Verarbeitungsschwindung S_M

Das formgebende Werkzeug ist bei $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ an den definierten Messstellen zu vermessen.

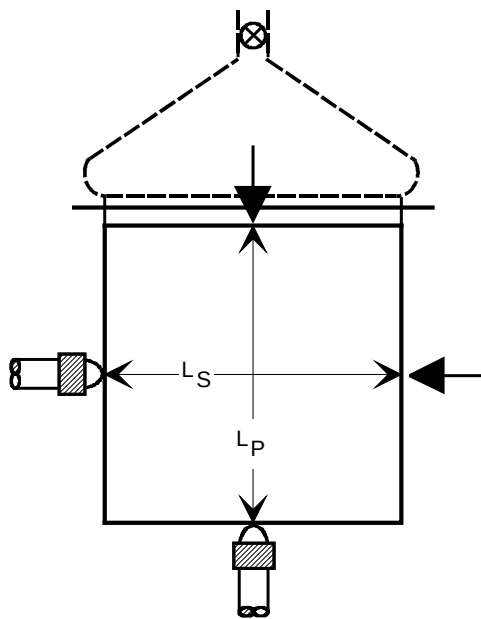
Bevor die Probekörper oder Formteile vermessen werden, müssen sie nach der Entformung 16 Stunden im Normalklima nach DIN EN ISO 291 23/50 gelagert werden. Sie sind nach Ablauf dieser Zeit umgehend bei gleichem Normalklima zu vermessen.

Die Verarbeitungsschwindung wird in Prozent angegeben und nach folgender Gleichung berechnet:

$$\text{Verarbeitungsschwindung in \% : } S_M = \frac{l_c - l_1}{l_c} \cdot 100 [\%]$$



Die Bestimmung der Verarbeitungsschwindung an Probekörpern ist in DIN EN ISO 294 Teil 4 festgelegt. Die Norm sieht vor, die Probeplatte im Wechselrahmenwerkzeug nach DIN EN ISO 294 Teil 1 zu spritzen. Zur Vermeidung von Verarbeitungsschwindungsbehinderungen und Verzug ist sicherzustellen, dass die Prüfplatte unmittelbar nach dem Entformen am Anschnitt vom Angussverteiler getrennt wird. Für diese Trennung eignet sich z. B. eine kleine Diamantscheibe. DIN EN ISO 294 Teil 4 legt fest, die Verarbeitungsschwindung in Spritzrichtung (S_{Mn}) und senkrecht zur Spritzrichtung (S_{Mp}) zu bestimmen.



Lage der Messstellen zur Bestimmung von S_{Mp} und S_{Mn} an der Prüfplatte nach DIN EN ISO 294 Teil 4.

$$S_{Mp} = \frac{l_c - l_1}{l_c} \cdot 100 [\%]$$

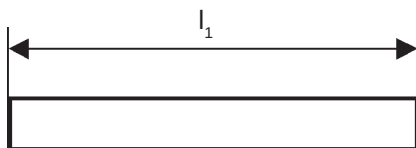
$$S_{Mn} = \frac{b_c - b_1}{b_c} \cdot 100 [\%]$$

l_c, b_c Bezugsmaße im Werkzeug

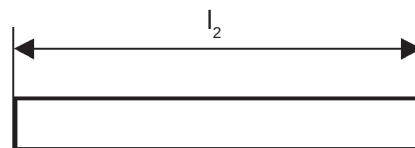
3.2 Nachschwindung S_p

Probekörper oder Formteile werden nach Vereinbarung eine gewisse Zeit einer bestimmten Temperatur oder einem anwendungsspezifischen Klima ausgesetzt und vor und nach dieser Behandlung bei Normalklima DIN EN ISO 291 23/50 vermessen. Aus diesen Werten wird die Nachschwindung nach folgender Gleichung berechnet:

Nachschwindung in %: $S_p = \frac{l_1 - l_2}{l_1} \cdot 100 [\%]$



Formteil nach Lagerung
bei Normalklima



Formteil nach vereinbarter
Lagerung bei anwendungs-
spezifischem Klima

Die Bestimmung der Nachschwindung kann unmittelbar an die Verarbeitungsschwindungsbestimmung, d. h. 16 Stunden nach dem Entformen oder nach einer beliebigen vereinbarten Nachbehandlung, angeschlossen werden.

Die Nachschwindung an der Prüfplatte ist nach DIN EN ISO 294 Teil 4 analog zur Verarbeitungsschwindung unter Berücksichtigung der Lagerbedingungen bestimmbar, wobei wiederum die Nachschwindung in Fließrichtung S_{pP} und senkrecht zur Fließrichtung S_{pN} zu unterscheiden ist.

3.3 Gesamtschwindung S_T

Das formgebende Werkzeug ist bei $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ an den definierten Messstellen zu vermessen. Die entsprechenden Formteilmaße sind nach einer vereinbarten anwendungsbedingten Beanspruchung, z. B. Warmlagerung, Medienlagerung, bei Normalklima DIN EN ISO 291 23/50 zu bestimmen.

$$\text{Gesamtschwindung in \% : } S_T = \frac{l_c - l_2}{l_c} \cdot 100 [\%]$$

l_2 Formteilmaß nach anwendungsbedingter Beanspruchung

l_c Werkzeugmaß

Bei Verwendung der Prüfplatte ist auch der Kennwert Gesamtschwindung parallel (S_{Tp}) und senkrecht zur Fließrichtung (S_{Tn}) bestimmbar.

3.4 Schrumpfung

Die Probekörper oder Formteile werden einer Längenmessung und einer visuellen Prüfung unterzogen. Die gleichen Probekörper oder Formteile werden anschließend über eine vereinbarte Zeit, über eine kunststoffspezifische Temperatur (z. B. der Vicat-Erweichungstemperatur oder Schmelzbereich) hinaus, warmgelagert. Nach Abkühlung auf Normalklima DIN EN ISO 291 23/50 werden die Probekörper erneut einer Längenmessung an den definierten Messstellen und einer visuellen Prüfung unterzogen. Aus den Maßänderungen und der visuellen Bewertung können Aussagen zum Schrumpfungsverhalten abgeleitet werden.

Schwindungs- und Schrumpfungsuntersuchungen sollten prinzipiell nach statistischen Gesichtspunkten (Mittelwert und Standardabweichung) ausgewertet werden. Um die Schwankungen der Maße zu erfassen, ist es empfehlenswert, mindestens 5 bis 10, besser 25, Prüfobjekte zu vermessen.

4 Prüfmittel

Zur Durchführung der Prüfungen sind folgende Geräte nötig:

- Längenmessmittel mit einer Fehlergrenze von $\pm 0.01\text{ mm}$
- Wärmeschränk
- Klimaschränk

5 Normen und Vorschriften

DIN 16901	Kunststoff-Formteile; Toleranzen und Abnahmebedingungen für Längenmaße
DIN 53464	Prüfung von Kunststoffen; Bestimmung der Schwindungseigenschaften von Pressstoffen aus warm härtbaren Pressmassen
DIN 53497	Prüfung von Kunststoffen; Warmlagerungsversuch an Formteilen aus thermoplastischen Formmassen ohne äußere mechanische Beanspruchung
DIN EN ISO 291	Kunststoffe; Normalklimate für Lagerung und Prüfung
DIN EN ISO 293	Kunststoffe – Formgepresste Probekörper aus Thermoplasten
DIN EN ISO 294-1	Kunststoffe; Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten – Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Herstellung von Vielzweckprobekörpern und Stäben
DIN EN ISO 294-2	Kunststoffe; Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten – Teil 2: Kleine Zugstäbe
DIN EN ISO 294-3	Kunststoffe; Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten – Teil 3: Allgemeine Grundlagen und Herstellung von Vielzweckprobekörpern und Stäben
DIN EN ISO 294-4	Kunststoffe; Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten – Teil 4: Allgemeine Grundlagen und Herstellung von Vielzweckprobekörpern und Stäben
DIN EN ISO 10724-1	Kunststoffe; Spritzgießen von Probekörpern aus duroplastischen rieselfähigen Formmassen (PMC) – Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Herstellung von Vielzweckprobekörpern

6 Kommentar

Die Schwindungsvorgänge müssen bei der Werkzeugauslegung unbedingt berücksichtigt werden, um insbesondere bei Präzisionsformteilen die Maßgenauigkeit und -stabilität zu gewährleisten.

Derzeit wird in den überwiegenden Fällen nach Erfahrungswerten gearbeitet, da die Schwindung nicht nur eine Stoffeigenschaft, sondern auch formteilabhängig ist und von den Verarbeitungsbedingungen, der Werkzeuggestaltung und den Anwendungsbedingungen beeinflusst wird.

Angaben in Vergleichstabellen bieten einen wertvollen Anhalt für die schwindungsbedingten Maßkorrekturen im Werkzeug. Einflussgrößen wie Wanddicke, Angusskanal, Verarbeitungsbedingungen, Fließwege, Nachdruck, Massetemperatur, Werkzeugtemperatur und Abkühlung machen es erforderlich, dass bei der Entwicklung eines Bauteiles Konstruktion, Rohstoffherstellung, Werkzeugbau und Verarbeitung zusammenarbeiten. Mit Simulationsprogrammen wird versucht, das Verarbeitungsschwindungsverhalten von Formteilen näherungsweise zu berechnen.

Die Verarbeitungsschwindung an definiert hergestellten und vorbehandelten Probekörpern bestimmt, ist eine wesentliche Qualitätskenngröße zur Bewertung der Chargengleichmäßigkeit der Formmasse, insbesondere für die Herstellung von Präzisionsformteilen. Für die Werkzeugauslegung sind diese Kennwerte nur sehr bedingt geeignet.

Schwindungsbehinderungen am Formteil, z. B. durch Verrippung oder unterschiedliche Materialdicken können zum Aufbau von inneren Spannungsfeldern und weiter zu Verzug und/oder Spannungsrissbildung führen.

Durch Temperung (Wärmelagerung) bzw. Medienlagerung (z. B. Wasser, Öl) sind die Nachschwindungsprozesse beschleunigbar, so dass gegebenenfalls erhöhte Maßstabilitäten erreicht werden können (vgl. Element 1.14).

Die Verarbeitungsschwindung und die Nachschwindung sind in der Regel positiv. In einzelnen Fällen, z. B. bei überladenen Werkzeugen, kann die Verarbeitungsschwindung und bei Quelleffekten, z. B. in Zusammenhang mit Wasser- oder Ölaufnahme, kann die Nachschwindung auch negative Werte annehmen.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.13 Spannungsrissbildung bei Formteilen aus thermo- plastischen Kunststoffen

© TecPart, 2007

1 Definition

Unter Spannungsrisssbildung versteht man das Auftreten von Rissen an Formteilen aus thermoplastischen Kunststoffen durch Spannungen. Spannungen in Formteilen liegen vor als Eigenspannungen, verursacht durch ungünstige Verarbeitungsbedingungen beim Spritzgießen und Schweißen oder als Fremdspannungen, verursacht durch Betriebs- oder Montagespannungen (Verschrauben, Einpressen, Wickeln). Spannungsrisse können bereits durch Luft ausgelöst werden; beschleunigte Rissbildung erfolgt durch spannungsrisssauslösende (aggressive) Medien.

2 Zweck und Anwendung

Durch Benetzen mit oder Tauchen in geeignete Medien können Spannungen in Formteilen qualitativ und zum Teil sogar quantitativ nachgewiesen werden. Diese Verfahren werden angewendet:

zur Beurteilung der Herstellbedingungen (Eigenspannungen),

zum Abschätzen der Gebrauchstauglichkeit beim Kontakt mit bestimmten Medien und zur Überprüfung von zusätzlichen äußeren Belastungen, z. B. durch Verschraubungen und Schnappverbindungen.

In der **Formstoffprüfung** an besonders hergestellten Probekörpern werden ähnliche Prüfverfahren angewendet, um an Probekörpern das Spannungsrisssverhalten (ESC – Evaluation of environment stress cracking) der thermoplastischen Kunststoffe gegenüber Umgebungssubstanzen (Flüssigkeiten, Pasten usw.) festzustellen.

3 Prüfverfahren

3.1 Eintauchverfahren

Beim Eintauchverfahren wird das Formteil eine bestimmte Zeit in eine Flüssigkeit (Testmittel) eingetaucht, die abgestimmt ist auf den Kunststoff und die entsprechende Formteilbeanspruchung. Nach dem Entnehmen aus der Flüssigkeit wird das Formteil visuell auf Risse beurteilt oder die durch die Rissbildung reduzierte Belastbarkeit über mechanische Prüfungen (z. B. Fallbolzentest) ermittelt.

Dieses Prüfverfahren wird meist nur in internen Vorschriften von Rohstoffherstellern und Verarbeitern empfohlen.

3.2 Kugel-/Stifteindrückverfahren (DIN EN ISO 22088-4)

Durch Eindrücken von Kugeln oder Stiften mit Übermaßen in Bohrungen bestimmter Abmessungen an ausgewählten (kritischen) Stellen des Formteils werden dort zusätzliche Spannungen erzeugt und dadurch gezielt Schwachstellen geschaffen. Die spannungsrisssauslösende Rissbildung erfolgt in Medien bzw. zum Vergleich in Luft.

Spannungsrisssbildung bei Formteilen aus thermoplastischen Kunststoffen

Element
1.13

3.3 Biegestreifenmethode (DIN EN ISO 22088-1)

Durch unterschiedlich starkes Biegen von stabförmigen Probekörpern, aus Formteilen oder Halbzeugen entnommen, werden in der Biegezugzone Spannungen erzeugt und im Zusammenspiel mit Medien oder anderen, z. B. weichgemachten Kunststoffen, Risse ausgelöst. Durch die Rissbildung erfolgt eine Reduzierung der mechanischen Eigenschaften, was durch Biege- oder Schlagbiegeversuche festgestellt wird.

3.4 Zeitstandversuch (DIN EN ISO 22088-2)

Es handelt sich um einen Langzeitversuch unter konstanter Zugspannung bei zunehmender Verformung in entsprechenden Medien und Luft zum Vergleich. Zur Prüfung verwendet wird der Vieltzweckprobekörper nach DIN EN ISO 3167. Es sind zwei Verfahren A und B vorgesehen. Verfahren A basiert auf der Ermittlung der 100-Stunden-Zeitstandfestigkeit, Verfahren B auf der Ermittlung der Zeitstandbruchzeit.

4 Auswahl von Testmitteln

Hinweis: Beim Umgang mit solchen Testmitteln sind die „Technischen Richtlinien für Gefahrstoffe (TRGS)“ zu beachten:

Kunststoff	spannungsrisssauslösendes Medium (Testmittel)
PE	Tensid-Lösung (5%ig), 70 bis 80 °C
PP	Chromsäure, 50 °C
PVC	Methylalkohol
PS	n-Heptan : iso-Propanol = 1:1 bis 1:10
SB	n-Heptan; Olivenöl : Ölsäure = 1:1
SAN	Toluol: n-Propanol = 1:5 bis 1:10
ASA	Olivenöl : Ölsäure = 1:1
ABS	Essigsäure (80%ig); Methanol
PMMA	Ethylalkohol
PC	Toluol: n-Propanol = 1:3 bis 1:10
PC, ABS	Methanol: Ethylacetat = 1:3
PPE, PPE mod.	Tributylphosphat
PA 6	Zinkchloridlösungen
PA 66	Zinkchloridlösungen
PA 6-3-T (amorph)	Methanol, Aceton
POM	Schwefelsäure (40 bis 50%ig)
PSU	Ethylenglykolmonoethylether; Trichlorethan
PES	Chloroform; Tetrachlorkohlenstoff

Die Eintauchzeit und Prüfbedingungen werden hier bewusst nicht festgelegt, weil die Methoden vorrangig zur Optimierung anzuwenden sind.

5 Kommentar

Kenntnisse über das Spannungsrisssverhalten von Formteilen aus thermoplastischen Kunststoffen sind deshalb wichtig, da sie praktisch nie spannungsfrei hergestellt und/oder eingesetzt werden können. Spannungsrisse können verstärkt auftreten, wenn Formteile nachträglich mit lösemittelhaltigen Klebstoffen verklebt, mit Farben bedruckt werden bzw. mit anderen Werkstoffen (z. B. Gummi, weichmacherhaltige Klebstoffe) ständig in Kontakt stehen oder im Einsatz mit spannungsrisssauslösenden Medien befüllt oder benetzt werden. Die Verfahren 3.3 und 3.4 sind insbesondere Normprobekörpern vorbehalten um die Neigung des Formstoffes zur Spannungsrisssbildung zu bewerten.

Prüfungen des Spannungsrisssverhaltens sind seit langem bei amorphen Kunststoffen üblich. Hier liegen große Erfahrungen vor.

Bei teilkristallinen Kunststoffen wirkt sich der Gefügezustand stark auf das Spannungsrisssverhalten aus. Deshalb ergeben sich für diese Kunststoffe bei der Verwendung geeigneter Testmittel und bei der Beurteilung des Spannungsrisssverhaltens der Formteile größere Unsicherheiten.

Bei glasfaserverstärkten Kunststoffen können Risse an der Oberfläche schlecht erkannt werden.

Spannungsrisse treten an Formteilen oft erst nach langer Betriebszeit auf. Die üblichen Prüfverfahren sind jedoch meist nur Kurzzeitversuche, deren Ergebnisse nicht ohne weiteres Rückschlüsse auf das Langzeitverhalten der Formteile ermöglichen.

6 Normen

DIN EN ISO 22088-1 Kunststoffe – Bestimmung der Beständigkeit gegen umgebungsbedingte Spannungsrisssbildung (ESC) – Teil 1: Allgemeine Anleitung

DIN EN ISO 22088-2 Kunststoffe – Bestimmung der Beständigkeit gegen umgebungsbedingte Spannungsrisssbildung (ESC) – Teil 2: Zeitstandzugversuch

DIN EN ISO 22088-3 Kunststoffe – Bestimmung der Beständigkeit gegen umgebungsbedingte Spannungsrisssbildung (ESC) – Teil 3: Biegestreifenverfahren

DIN EN ISO 22088-4 Kunststoffe – Bestimmung der Beständigkeit gegen umgebungsbedingte Spannungsrisssbildung (ESC) – Teil 4: Kugel- oder Stifteindrückverfahren

ASTM D 1693 Prüfung der umweltbedingten Spannungsrisssbildung bei Ethylen-Kunststoffen



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.14 Tempern von Formteilen

© TecPart, 2007

1 Definition

Unter Tempern versteht man das Lagern von Formteilen bei höheren Temperaturen zum Abbau der Eigenspannungen und zur Vorwegnahme einer Nachschwindung (siehe auch Element 1.12).

2 Zweck und Anwendung

Die Verarbeitungsbedingungen bewirken Eigenspannungen in Formteilen aus Thermo- und Duroplasten. Diese können im Laufe der Zeit insbesondere zusammen mit Betriebsbeanspruchungen zu Maßänderungen und Verzug oder sogar zum Bruch führen.

Durch Tempern, d.h. Lagern bei höheren Temperaturen nach der Herstellung der Formteile werden diese Eigenspannungen beschleunigt und weitgehend abgebaut, um Maßänderungen und Verzug oder Versagen beim späteren Einsatz der Formteile weitgehend zu vermeiden.

Bei teilkristallinen Thermoplasten kann durch Tempern außerdem eine Nachkristallisation stattfinden; das führt zu Maßverkleinerungen und Verzug. Das Tempern kann durch hohe Werkzeugtemperaturen bei der Verarbeitung vermieden werden.

Bei Duroplasten erfolgt durch Tempern eine Nachhärtung, die zu Maßverkleinerung und Verzug führt.

3 Verfahren

Die Formteile werden im Wärmeschränk bei zu vereinbarenden Temperaturen und Lagerzeiten, gegebenenfalls auch in Heißwasser- oder Ölbädern, gelagert.

Die Lagertemperaturen sind abhängig

- vom Kunststoff,
- von den Verarbeitungsbedingungen,
- den geometrischen Abmessungen,
- den späteren Einsatzbedingungen.

Die Temperaturen beim Tempern oder die Werkzeugtemperaturen beim Spritzgießen sollten in jedem Fall höher sein als die späteren Einsatztemperaturen der Formteile. Temperaturen und Zeiten beim Tempern bzw. Werkzeugtemperaturen können im allgemeinen Werkstoffdatenblättern der Rohstoffhersteller entnommen werden.

4 Kommentar

Durch Tempern treten Maßänderungen und eventuell Verzug an den Formteilen ein, was bei der Werkzeugkonstruktion berücksichtigt werden muss.

Durch Tempern an der Luft kann infolge von Oxidation die Farbe der Kunststoffoberfläche verändert werden. Dies sollte bei der Auswahl der Farbstoffe beachtet werden.

Wenn durch Verwenden von Tempervorrichtungen ein Verzug der Formteile beim Tempern vermieden werden soll, besteht die Gefahr von neuen Eigenspannungen.

Formteile, die später geklebt oder bedruckt werden, sollen vorher getempert werden, um spätere Spannungsrissbildung (vgl. Element 1.13) zu vermeiden. Auch für die spätere Montage durch Schnappverbindungen, Schrauben oder Schweißen ist ein vorheriges Tempern zweckmäßig.

Beim Tempern müssen Sicherheitsvorschriften (z. B. TRGS) beachtet werden, da gegebenenfalls flüchtige Bestandteile frei werden können, die gesundheitsgefährdend sein können.



TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.16 Lösungsviskosimetrie – Viskositätszahl

© TecPart, 2007

1 Definition

Lösungsviskosimetrie ist die Bestimmung der Viskosität von Polymeren in verdünnten Lösungen unter Verwendung von Kapillarviskosimetern (Ubbelohde-Viskosimeter).

2 Zweck und Anwendung

Lösungsviskosität ist ein Qualitätsmerkmal von Kunststoffen.

Die Bestimmung der Lösungsviskosität, als ein Maß für die mittlere molekulare Masse eines Polymeres, ist eine empfindliche Methode zur Beurteilung der molekularen Identität von Kunststoffen. Da die Verarbeitungs- und Gebrauchseigenschaften des Kunststoffs stark von deren molekularen Struktur abhängen, kann die Qualität der Kunststoff-Fertigteile (evt. thermische Schädigung infolge des Verarbeitungsprozesses) über die Lösungsviskosität überwacht bzw. optimiert werden, ebenso wie die Veränderung des Kunststoffes unter Anwendungsbedingungen (Molekulargewichtsveränderung, Abbau).

Je nach Vorschrift für den jeweiligen Polymertyp werden die Viskositätszahl VZ der K-Wert und die intrinsische Viskosität bestimmt.

VZ – vorzugsweise für Thermoplaste (nicht gebräuchlich für PVC)

K – für PVC (reines Polymere, keine Blends)

Neben der Viskositätszahl hat auch der K-Wert als Kenngröße insbesondere zur Kennzeichnung, Sorteneinteilung und Prüfung von PVC-Formmassen eine historisch begründete Bedeutung. Da die Bestimmung des K-Wertes und der Viskositätszahl unter denselben Prüfbedingungen erfolgen, ist ihre Aussage bezüglich der Produktbewertung gleichartig. Die Auswertung der Prüfergebnisse führt zu verschiedenen Kennwerten.

Die Viskositätszahl wird in der Regel am verarbeiteten bzw. geschädigten Teil und am Ausgangsmaterial (Granulat) bestimmt. Liegt ein deutlicher Unterschied der Viskositätszahlen vor, kann auf einen molekularen Abbau geschlossen werden.

Die eventuelle Schädigung des Formstoffs bei der Verarbeitung ist über die Viskositätszahl gut erkennbar. Voraussetzung ist die Bestimmung der Viskositätszahl an der Formmasse und dem Formstoff. Sie ist z. B. anwendbar bei folgenden Thermoplasten:

– CA, PA, PBT, PC, PE, PET, PMMA, PP, PS, PVC (gilt nur für reines PVC), SAN

Für jeden Thermoplast sind spezifische Lösungsmittel erforderlich. Die geeigneten Lösungsmittel sind den einschlägigen Produktnormen und Produktbeschreibungen zu entnehmen. Vergleiche zwischen Prüfergebnissen sind nur bei Verwendung gleicher Lösungsmittel und identischer Prüftemperatur möglich.

3 Prüfverfahren

Die Viskositätszahl ergibt sich aus der Messung der kinematischen Viskosität der Prüfflüssigkeit (Polymerlösung) zu reinem Lösemittel.

Die Prüfflüssigkeit wird erstellt, indem der Thermoplast in einem Lösemittel gelöst wird. Für verstärkte Kunststoffe ist eine Lösung ohne Füllstoffe herzustellen.

Als Prüfgerät wird ein Ubbelohde-Viskosimeter nebst Zubehör benötigt.

4 Normen

DIN 51562-1	Viskosimetrie – Messung der kinematischen Viskosität mit dem Ubbelohde-Viskosimeter – Teil 1: Bauform und Durchführung der Messung
DIN 51562-2	Viskosimetrie – Messung der kinematischen Viskosität mit dem Ubbelohde-Viskosimeter, Teil 2: Mikro-Ubbelohde-Viskosimeter
DIN 51562-3	Viskosimetrie – Messung der kinematischen Viskosität mit dem Ubbelohde-Viskosimeter; Teil 3: Relative Viskositätsänderung bei kurzen Durchflusszeiten
DIN 51562-4	Viskosimetrie – Messung der kinematischen Viskosität mit dem Ubbelohde-Viskosimeter – Teil 4: Viskosimeterkalibrierung und Ermittlung der Messunsicherheit
DIN 53728-3	Prüfung von Kunststoffen; Bestimmung der Viskositätszahl von Polyethylenterephthalat (PETP) oder Polybutylenterephthalat (PBTP) in verdünnter Lösung
DIN EN ISO 307	Kunststoff; Polyamide; Bestimmung der Viskositätszahl
DIN EN ISO 1628-1	Kunststoffe – Bestimmung der Viskosität von Polymeren in verdünnter Lösung durch ein Kapillarviskosimeter – Teil 1: Allgemeine Grundlagen
DIN EN ISO 1628-2	Kunststoffe – Bestimmung der Viskosität von Polymeren in verdünnter Lösung unter Verwendung von Kapillarviskosimetern – Teil 2: Vinylchlorid-Polymere
DIN EN ISO 1628-3	Kunststoffe – Bestimmung der Viskosität von Polymeren in verdünnter Lösung unter Verwendung von Kapillarviskosimetern – Teil 3: Polyethylen und Polypropylen
DIN EN ISO 1157	Kunststoffe – Celluloseacetat in verdünnter Lösung – Bestimmung der Viskositätszahl und des Viskositätsverhältnisses
ISO 1628-4	Kunststoffe – Bestimmung der Viskosität von Polymeren in verdünnter Lösung durch ein Kapillarviskosimeter – Teil 4: Polycarbonat (PC)-Formmassen
ISO 1628-5	Kunststoffe – Bestimmung der Viskosität von Polymeren in verdünnter Lösung durch ein Kapillarviskosimeter – Teil 5: Thermoplastische Polyester (TP) Homopolymere und Copolymere
ISO 1628-6	Kunststoffe; Bestimmung der Viskositätszahl und der Grenzviskositätszahl; Teil 6: Methylmethacrylatpolymere

ISO 3105 Kapillar-Viskosimeter aus Glas zur Bestimmung der kinematischen Viskosität – Anforderungen und Bedienungsanleitungen

5 Kommentar

Aus Vergleichsmessungen von Viskositätszahl, Formmasse und Formstoff lassen sich gute Rückschlüsse auf die optimale Verarbeitung der Masse ziehen.

Molekülabbau durch thermische Schädigung infolge des Verarbeitungsverfahrens sowie Schädigungen in Folge der Gebrauchsanwendung sind deutlich nachweisbar

Füll- und Verstärkungstoffe sind vor der Messung abzutrennen!



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.17 Thermische Prüfungen – Warmlagerung

© TecPart, 2007

Für den Einsatz von technischen Formteilen aus Kunststoffen ist die Formbeständigkeit in der Wärme besonders wichtig. Die durch verschiedene Prüfverfahren ermittelten Kennwerte der Formbeständigkeit in der Wärme lassen jedoch keine Aussage zu über die maximale Gebrauchstemperatur der Kunststoffe. Kennwerte für Kunststoffe sind nur vergleichbar, wenn sie nach dem gleichen Verfahren ermittelt wurden. Art der Temperatureinwirkung (Bäder oder Gase), Form der Kunststoffteile und Herstellungsbedingungen haben großen Einfluss. Keinesfalls kann deshalb aus dem Kennwert eines Verfahrens auf Kennwerte nach einem anderen Verfahren umgerechnet werden, da die Beanspruchungsarten zu verschieden sind.

Diese Prüfverfahren werden meist zur Herstellungskontrolle von Formmassen angewendet, aber auch zur Beurteilung von ebenflächigen Formteilen, aus denen die vorgeschriebenen Probekörper herausgearbeitet werden können.

Die Formbeständigkeit in der Wärme nach Martens wurde an Duroplasten ermittelt, ist aber für die Prüfung von Thermoplasten nicht vorgesehen; Kennwerte sind in älterer Literatur noch vorhanden. Duroplaste werden inzwischen nach DIN EN ISO 75 Teil 3 geprüft.

1 Definition

Durch Einwirkung von Temperatur kann der Formstoff bzw. das Formteil beeinflusst und/oder verändert werden.

Mit thermischen Prüfungen werden z.B. Wärmeformbeständigkeitstemperaturen oder Vicat-Erweichungstemperaturen ermittelt.

Warmlagerungsversuche an technischen Formteilen geben Aufschluss über die werkstoffgerechte Gestaltung und die sachgerechte Verarbeitung.

2 Zweck und Anwendung

Zweck der Ermittlung der Wärmeformbeständigkeit ist es, durch Anwendung der nachfolgend genannten Prüfverfahren festzustellen, wie sich ein Probekörper bzw. ein Formteil bei unterschiedlichen Temperaturen oder Temperaturverläufen verhält.

Angewendet werden die Prüfverfahren zur Ermittlung

- der Formbeständigkeitstemperatur,
- der Warmlagerungstemperatur,
- des Auftretens von Verzug, Rissbildung usw.,
- der Veränderung der geometrischen Form und des Gewichtes,
- der Veränderung von Glanz, Farbe u. a.,
- des thermischen Alterungsverhaltens,

je nach Prüfverfahren mit oder ohne äußere mechanische Belastung.

3 Prüfverfahren

3.1 Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur T_f (HDT) nach DIN EN ISO 75

Diese Prüfung dient zur Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur T_f (früher HDT – Heat deflection temperature) von Probekörpern bestimmter Abmessungen, die bei konstanter Biegebeanspruchung in flüssigem Wärmeübertragungsmittel steigender Temperatur ausgesetzt werden. In der Norm sind 3 verschiedene Verfahren A, B und C festgelegt, die sich in der aufgebrachten Biegespannung unterscheiden.

Die ermittelte Temperatur gibt keine Aussage über die maximale Gebrauchstemperatur eines Formteils.

3.2 Bestimmung der Vicat-Erweichungstemperatur VST (TV) nach DIN EN ISO 306

Die Vicat-Erweichungstemperatur (VST – Vicat softening temperature) ist die Temperatur, bei der ein definiert belasteter Stahlstift mit Durchmesser 1,13 mm (1 mm² Querschnitt) in eine zunehmend erwärmte Probe 1 mm tief eingedrungen ist. Die VST wird in °C angegeben.

Die erhaltenen Werte sind nur vergleichbar bei gleicher Last, gleichem Wärmeübertragungsmedium und gleicher Aufheizgeschwindigkeit. Bei der Auswahl des Wärmeübertragungsmediums ist darauf zu achten, dass die Probekörper weder angelöst noch anderweitig angegriffen werden. Eine eventuelle Veränderung der VST durch Verarbeitungsparameter ist bei teilkristallinen Werkstoffen gegeben. Ebenso können (lokale) Schwankungen im Füllstoffgehalt zu größeren Streuungen bei den Einzelwerten der VST führen.

Die VST ist nicht zur Bestimmung der Gebrauchstemperatur geeignet!

3.3 Bestimmung der Durchbiegung in Abhängigkeit von der Temperatur

Die ersatzlos zurückgezogene Norm DIN 53487 legte zwei Verfahren zur Bestimmung des Verformungsverhaltens von Probekörpern, die in einer Wärmeübertragungsflüssigkeit steigender Temperatur auf Biegung beansprucht werden, fest.

Diese Verfahren waren anzuwenden, wenn der Formstoff oder das Formteil nicht sinnvoll nach DIN EN ISO 75 (siehe Abschnitt 3.1) geprüft werden können (z. B. verstärkte Kunststoffe), oder wenn anstelle der Formbeständigkeit in der Wärme eine Durchbiegungstemperatur-Funktion ermittelt werden soll.

3.4 Lagerungsversuch bei thermischer und äußerer mechanischer Beanspruchung nach DIN 53755

Der Lagerungsversuch nach dieser Norm dient dazu, das Verhalten von Kunststoff-Fertigteilen (Formteilen) bei gleichzeitigem Einwirken thermischer und äußerer mechanischer Beanspruchung zu ermitteln.

Der Lagerungsversuch kann z. B. mit folgender Zielsetzung durchgeführt werden:

- Werkstoffauswahl, d. h. welche Formmassen für ein bestimmtes Formteil in Frage kommen können,
- Ermittlung des Einflusses von Gestalt und Verarbeitung auf das Verhalten des Formteils bei vorgegebenem Werkstoff,
- Fertigungskontrolle, d. h. ob das Verhalten von Formteilen aus der laufenden Fertigung mit demjenigen des Freigabemusters übereinstimmt.
- Dabei sollten die Prüfbedingungen in ihrer Beanspruchungsart und -größe weitgehend den Beanspruchungen entsprechen, denen das Formteil im Gebrauch ausgesetzt ist.

3.5 Warmlagerungsversuch an Formteilen aus thermoplastischen Formmassen, ohne äußere mechanische Beanspruchung nach DIN 53 497

Warmlagerungsversuche an technischen Teilen nach dieser Norm können bei auftretenden Veränderungen der geometrischen Form (Verzug), Rissbildung, Nachschwindung, Veränderung des Oberflächenglanzes und des Gewichtes Aufschluss über die werkstoffgerechte Gestaltung der Formteile und die sachgemäße Verarbeitung der Formmasse geben.

Der Warmlagerungsversuch ist daher ein geeignetes Verfahren zur Überwachung der Fertigung und zur Abnahmeprüfung.

Zwischen Hersteller und Abnehmer müssen die nach dieser Norm ermittelten Werte

- Warmlagerungstemperatur,
- Warmlagerungsdauer,
- Art und Umfang der zulässigen Veränderung

vereinbart und in Liefervorschriften festgelegt werden.

Wegen der vielfältigen Einflüsse und Abhängigkeiten von Formmasse, Formteilgestaltung und Verarbeitung sind die Lagerungsbedingungen und Formteil-Veränderungen für jede zu prüfende Formteilausführung gesondert zu ermitteln.

3.6 Warmlagerung von Pressteilen aus härtbaren Pressmassen ohne äußere mechanische Beanspruchung nach DIN 53498

Die Warmlagerung nach dieser Norm kann zur Beurteilung von Pressteilen aus härtbaren Pressmassen dienen. Sie kann Hinweise auf Eignung der Pressmasse, deren Verarbeitung (Härtung), Fertigungsschwankungen sowie werkstoffgerechter Gestalt der Pressteile geben.

Durch stufenweise Steigerung der Prüftemperatur wird diejenige Temperatur ermittelt, bei der am Formteil erste wahrnehmbare Veränderungen, wie z. B.

- Verminderung des Glanzes,
 - Veränderung der Farbe,
 - Auftreten von Rissen, Blasen und Verzug
- auftreten.

3.7 Bestimmung von Temperatur-Zeit-Grenzen nach DIN EN ISO 2578

In dieser Norm werden Prüfverfahren zur Ermittlung von Kennzahlen, die den Vergleich der thermischen Alterung von Kunststoffen bei lang andauernder Temperatureinwirkung ermöglichen, beschrieben. Die Kennzahlen geben die Temperaturen an, bei denen in einer bestimmten Zeitspanne eine vorgegebene Änderung der geprüften Eigenschaft eintritt.

4 Normen

DIN 53 497	Prüfung von Kunststoffen; Warmlagerungsversuch an Formteilen aus thermoplastischen Formmassen, ohne äußere mechanische Beanspruchung
DIN 53 498	Prüfung von Kunststoffen; Warmlagerung von Pressteilen aus härtbaren Preßmassen
DIN 53 755	Prüfung von Kunststoff-Fertigteilen; Lagerungsversuch bei thermischer und äußerer mechanischer Beanspruchung
DIN EN60216-1 / *VDE 0304-21	Elektroisolierstoffe – Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens – Teil 1: Warmlagerungsverfahren und Auswertung von Prüfergebnissen
DIN EN ISO 75-1	Kunststoffe – Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur – Teil 1: Allgemeines
DIN EN ISO 75-2	Kunststoffe – Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur – Teil 2: Kunststoffe und
DIN EN ISO 75-3	Kunststoffe – Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur – Teil 3: Hochbeständige härtbare Schichtstoffe und langfaserverstärkte Kunststoffe
DIN EN ISO 306	Kunststoffe, Thermoplaste; Bestimmung der Vicat-Erweichungstemperatur
DIN EN ISO 2578	Kunststoffe – Bestimmung der Zeit-Temperatur-Grenzen bei langanhaltender Wärmeeinwirkung
DIN ISO 458 Teil 2	Kunststoffe – Bestimmung der Torsionssteifheit von flexiblen Materialien – Teil 2: Anwendung für weichmacherhaltige Formmassen aus Homopolymerisaten und Copolymerisaten des Vinylchlorids

5 Kommentar

Die Prüfungen nach DIN EN ISO 75 eignen sich vor allem für die Überwachung bei der Herstellung von Formmassen und der Verarbeitung zu Formteilen, aus denen die vorgeschriebenen Probekörper (die Maße sind den o.g. Normen zu entnehmen) hergestellt oder entnommen werden können.

Soll eine Durchbiegungs-Temperatur-Funktion ermittelt werden oder lässt sich die Formbeständigkeit in der Wärme nicht sinnvoll nach DIN EN ISO 75 prüfen, konnte DIN 53487 (zurückgezogen) angewendet werden.

Die vorgenannten Verfahren zur Bestimmung der Wärmeformbeständigkeit an Formstoffen nach DIN EN ISO 75 sowie auch die Vicat-Erweichungstemperatur nach DIN EN ISO 306 bieten in den meisten Fällen, da die Prüfungen an Probekörpern und unter Laborbedingungen mit festgelegten Temperatursteigerungsraten durchzuführen sind, keine ausreichenden Hinweise auf das Praxisverhalten von Formteilen in der Wärme, da das Verhalten von Formteilen nicht nur von der verwendeten Formmasse abhängig ist, sondern auch von der konstruktiven Gestaltung und den Herstellbedingungen des Formteils beeinflusst wird.

Zur Ermittlung des Verhaltens von Formteilen in der Wärme dienen Warmlagerungsversuche, die man unterscheidet in Versuche mit (DIN 53755) und ohne äußere mechanische Beanspruchung (DIN 53497 bzw. DIN 53498). Diese Versuche erlauben insbesondere Aussagen über die Verarbeitungsqualität.

Die verschiedenen Eigenschaften von Kunststoffen verändern sich in der Wärme mit unterschiedlicher Geschwindigkeit. Diese Veränderung nennt man Wärmealterung.

Um den Vergleich der Wärmealterung von verschiedenen Kunststoffen zu ermöglichen, werden in DIN EN ISO 2578 für vergleichende Untersuchungen bestimmte mechanische Eigenschaften und Eigenschaftswerte als Beurteilungskriterien festgelegt.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.18 Wareneingangsprüfung von Formmassen

© TecPart, 2007

1 Definition

Unter Wareneingangsprüfung von Formmassen versteht man spezielle Prüfungen, mit denen festgestellt werden kann, ob die zugesicherten Eigenschaften der Formmasse der jeweiligen Lieferung entsprechen.

Zugesicherte Eigenschaften sind die in den Lieferverträgen festgeschriebenen Qualitätsmerkmale. Art und Umfang der Wareneingangsprüfungen werden vom Einfluss der eingehenden Ware auf das Endprodukt mitbestimmt.

2 Zweck und Anwendung

Das Ergebnis der Prüfung soll eine Aussage über Annahme oder Ablehnung der Formmasse möglich machen. Damit soll erreicht werden, dass mangelhafte Formmasseeigenschaften nicht erst während oder nach der Verarbeitung erkannt werden. Um etwaigen späteren Produkthaftungsansprüchen und der Sorgfaltspflicht gerecht zu werden, sind eine Wareneingangsprüfung und die Dokumentation der Ergebnisse sehr zu empfehlen.

In diesem Zusammenhang sei auch auf das Vertragsrecht im HGB § 377 verwiesen.

Wareneingangsprüfungen, insbesondere auch spezielle ergänzende Prüfungen können vom Kunden gefordert werden. Die Wareneingangsprüfungen sind produktspezifisch in der Prüfplanung auszuweisen. Die Ergebnisse sollten auch ihren Niederschlag in der Lieferantenbewertung finden. Die Wareneingangsprüfung ist Voraussetzung zur Freigabe der Formmasse für die Produktion.

3 Prüfverfahren

Hier werden in erster Linie nur Prüfungen vorgeschlagen, die sich an der Formmasse (Granulat) durchführen lassen. Prüfungen an Probekörpern sind nur in speziellen Fällen erforderlich.

Im Wesentlichen handelt es sich um Prüfungen zur Sicherstellung einer bestimmten und vor allem gleichmäßigen Qualität von Chargen, die zum einen visuell und zum anderen mit Prüfeinrichtungen durchgeführt werden.

3.1 Visuelle Prüfungen (Konformitätsprüfung)

Lieferscheinvergleich

- Menge
- Material-Bezeichnung (Handelsname)
- Lieferdatum
- Herstelldatum
- Chargenkennzeichnung
- Farbkennzeichnung
- Füllstoff (Typ und Anteil)
- sonstige Ausrüstung (z.B. Antistatika, thermische oder UV-Stabilisierung, Brandschutzausrüstung usw.)
- Sonderwünsche

Bezüglich der ordnungsgemäßen Kennzeichnung sei auf die relevanten Formmasse-Normen und die technischen Richtlinien der Lieferfirmen verwiesen.

Verpackung:

Vergleich der Angaben mit Lieferschein und Bestellung

Unversehrtheit der Gebinde

Formmasse (Granulat):

Inhaltsbeurteilung (z. B. Farbe, Verunreinigung, Füllstoffe, Granulatform, Granulatmehl, Staubanteil)

Bescheinigung über Materialprüfungen:

Mit dem Rohstoff-Lieferanten vereinbarte Daten der Formmasse sollten in einem jeweils der Charge mitgelieferten Zertifikat gemäß DIN EN 10 204 fixiert sein.

3.2 Kontrolle mit Prüfeinrichtungen

Folgende Auflistung stellt einen Überblick möglicher Prüfungen bzw. Prüfmöglichkeiten ohne jegliche Wertung dar:

- Dichte (Element 1.3)
- Schmelze-Massefließrate (MFR) / Schmelze-Volumenfließrate (MVR) (Element 1.11)
- Lösungsviskosität (Viskositätszahl VN bzw. K-Wert) (Element 1.16)
- Wassergehalt (Element 1.20)
- Füllstoffgehalt (DIN EN ISO 3451-1; DIN 53568-1,2)
- Farbmessung (Element 1.5)
- Extrahierbare Anteile (DIN EN ISO 6427)
- Probeabspritzung zu Probekörpern oder Fertigteilen
- Prüfung am Normprobekörper (siehe auch Element 1.22) insbesondere
 - Schlagzähigkeiten (DIN EN ISO 180, DIN EN ISO 8256)
 - Erweichungstemperatur (Vicat-Erweichungstemperatur nach DIN EN ISO 306)
- Wärmeformbeständigkeitstemperatur nach DIN EN ISO 75
 - Zugversuch DIN EN ISO 527
- Prüfungen an Formteilen und Formteilelementen
- Füllstoffauswertung mittels Mikroskopie (Element 1.9)
- Werkstoffidentifizierung mittels Infrarot (IR)-Spektral-Analyse, Differential-Thermoanalyse (DSC) oder Thermogravimetrie (TG)

- Gaschromatographie (GC) zur Ermittlung organischer Bestandteile (Additive)
- Atomabsorption zur Bestimmung anorganischer Bestandteile

Sofern durch einfache bzw. erste Prüfungen Abweichungen von vereinbarten Merkmaltoleranzen festzustellen sind, oder auch für spezielle Anwendungsfälle, empfehlen sich, ggf. zusätzliche Prüfungen an Probekörpern bzw. ausgewählten Fertigteilen. Übliche Prüfungen an Probekörpern sind in DIN EN ISO 10 350 zusammengestellt (vgl. Element 1.22)

4 Auswahl der Prüfkenngrößen

Die Auswahl der zu prüfenden Werkstoff-Kenngrößen richtet sich nach der Formmasse und den vereinbarten Eigenschaften (Zusammenstellung der kennzeichnenden und beschreibenden Eigenschaften s.a. Element 1.22 und Formmassennormen).

In der Praxis haben sich die in der folgenden Tabelle aufgeführten Kenngrößen bewährt. Bei verstärkten und gefüllten Formmassen ist zusätzlich die Kontrolle des Gehaltes an anorganischen Anteilen (Aschegehalt, Glührückstand, Dichte) zu erwägen. Zusätzliche Prüfungen leiten sich vom Einsatzzweck der Formmasse ab.

Mögliche kennzeichnende Eigenschaften von Formmassen zur Wareneingangsprüfung

Form- masse	Dichte	MFR MVR	Viskositäts- zahl	Prüfung am Probekörper	Bemerkungen und zusätzliche Kenngrößen
PE	+	+	O		
PP	+	+	O	Zug-E-Modul Charpy- Kerbschlagzähigkeit	
PB	+	+			
PA	O	O (für PA6)	+	Zug-E-Modul	Feuchte, Schmelztemperatur
POM		+		Zugfestigkeit E-Modul	Spritzbedingungen für Probekörper sind exakt einzuhalten
PET			+	E-Modul	
PBT			+	E-Modul	
E/VAC		+			Vinylacetatgehalt
PS		+		Vicat-Erweichungs- temperatur	
PS-I (SB)		+		Vicat-Erweichungs- temperatur Izod-Schlagzähigkeit Biegemodul	

Wareneingangsprüfung von Formmassen

**Element
1.18**

Tabelle 1. Fostsetzung

Form-masse	Dichte	Form-masse	Dichte	Formmasse	Dichte
ABS	+	+		Vicat-Erweichungs-temperatur Charpy-Schlagzähigkeit Biegemodul	Acrylnitrilgehalt
ASA/ AES/ ACS	o	+		Vicat-Erweichungs-temperatur Charpy-Schlagzähigkeit Biegemodul	Acrylnitrilgehalt
PC		+	+	Charpy-Schlagzähigkeit E-Modul	Wassergehalt
SAN		+		Vicat-Erweichungs-temperatur	Acrylnitrilgehalt
PMMA		+	o	Vicat-Erweichungs-temperatur	
MABS		+		Vicat-Erweichungs-temperatur Charpy-Kerbschlagzähigkeit Biegemodul	Acrylnitrilgehalt
PVC-U	+	+	+	Zug-E-Modul Vicat-Erweichungs-temperatur Schlagzähigkeit	Schüttdichte, Viskositätszahl (K-Wert) nur für PVC
PVC-P	+	+	+	Shore-Härte Temperatur für Torsionssteifigkeit von 300 MPa bzw. 4,1 MPa	Viskositätszahl (K-Wert) nur für PVC
+ gängige Prüfungen o ergänzende bzw. alternative Prüfungen					

Weitere kennzeichnende Eigenschaften und daraus abzuleitende Prüfverfahren können den Formmassennormen entnommen werden (s.a. Element 1.22).

5 Normen

- DIN EN 10 204** Metallische Erzeugnisse; Arten von Prüfbescheinigungen
- DIN EN ISO 75-1** Kunststoffe – Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur – Teil 1: Allgemeines Prüfverfahren
- DIN EN ISO 75-2** Kunststoffe – Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur – Teil 2: Kunststoffe und Hartgummi

Wareneingangsprüfung von Formmassen

**Element
1.18**

DIN EN ISO 75-3	Kunststoffe – Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur – Teil 3: Hochbeständige härtbare Schichtstoffe und langfaserverstärkte Kunststoffe
DIN EN ISO 180	Kunststoffe – Bestimmung der Izod-Schlagzähigkeit
DIN EN ISO 306	Kunststoffe; Thermoplaste, Bestimmung der Vicat-Erweichungstemperatur (VST)
DIN EN ISO 527-1	Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften – Teil 1: Allgemeine Grundsätze
DIN EN ISO 527-2	Kunststoffe – Bestimmung der Zugeigenschaften – Teil 2: Prüfbedingungen für Form- und Extrusionsmassen
DIN EN ISO 1133	Kunststoffe; Bestimmung der Schmelze-Massefließrate (MFR) und der Schmelze-Volumenfließrate (MVR) von Thermoplasten
DIN EN ISO 1183-1	Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 1: Eintauchverfahren, Verfahren mit Flüssigkeitspyknometer und Titrationsverfahren
DIN EN ISO 1183-2	Kunststoffe – Verfahren zur Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 2: Verfahren mit Dichtegradientensäule
DIN EN ISO 1183-3	Kunststoffe – Bestimmung der Dichte von nicht verschäumten Kunststoffen – Teil 3: Gas-Pyknometer-Verfahren
DIN EN ISO 3451-1	Kunststoffe – Bestimmung der Asche – Teil 1: Allgemeine Grundlagen
DIN EN ISO 6427	Kunststoffe; Bestimmung der extrahierbaren Bestandteile durch organische Lösemittel (Standardverfahren)
DIN EN ISO 8256	Kunststoffe; Bestimmung der Schlagzugzähigkeit
DIN EN ISO 10350-1	Kunststoffe – Ermittlung und Darstellung vergleichbarer Einpunktkennwerte – Teil 1: Formmassen
DIN EN ISO 10350-2	Kunststoffe – Ermittlung und Darstellung vergleichbarer Einpunktkennwerte – Teil 2: Langfaserverstärkte Kunststoffe
ISO/TS 16949	Qualitätsmanagementsysteme – Besondere Anforderungen bei Anwendung von ISO 9001:2000 für die Serien- und Ersatzteil-Produktion in der Automobilindustrie / Achtung: Berichtigter Nachdruck 2003-12 (Ausgabe 2002-03)

6 Kommentar

Grundsätzlich ist eine Wareneingangsprüfung der eingehenden Formmassen, Hilfsstoffe und Einlegteilen ratsam. Zunehmend ist die Eingangsprüfung auch eine Kundenforderung. ISO/TS 16 949 fordert für Zulieferer der Automobilindustrie, dass falls der Kunde nicht ausdrücklich auf die Eingangsprüfung verzichtet, das System des Lieferanten für die Eingangsprüfung eine oder mehrere der folgenden Methoden umfassen muss:

- Auswertung mitgelieferter statistischer Daten durch den Lieferanten,
- Eingangsprüfung, wie z.B. Stichproben auf Basis der Lieferleistung,
- Einstufung oder Auditierung der Standorte von Zulieferern durch dessen Kunden oder unabhängige Dritte, wenn dies die Bewertung einer akzeptablen Qualitätsleistung einschließt,
- Prüfzertifikat durch ein auditiertes Prüflabor.

Auch für Duroplaste sind viele Normen anwendbar (siehe Materialspezifikationen der Hersteller). Leider gibt es aber nur wenige genormte Prüfungen, die das Verarbeitungsverhalten des Materials beschreiben: z.B. das Fließverhalten, die Reaktivität (Aushärtungsverhalten), Feuchte usw. Hier kann nur auf die Angaben der Hersteller verwiesen werden. Gerade deshalb sollte eine Liefervereinbarung zwischen Hersteller und Abnehmer getroffen werden, in der Nennwerte und Toleranzen der speziellen Kennwerte fixiert werden. Diese sind im mitgelieferten Zertifikat gemäß DIN EN 10 204 aufzuführen. Die Werte sollten zur längerfristigen Dokumentation in geeigneter Form aufbereitet und gesichert werden.

Sofern Prüfungen nicht durchführbar sind oder Sonderfreigaben erfolgen mussten, sind Rückstellmuster (Menge abhängig vom Gefährdungspotential des Fertigteils, max. 10 kg) mit den unter 3.1 genannten Daten zu entnehmen und mindestens bis zur Prüfung aufzubewahren. Bei der Lagerung dieser Muster müssen schädigende Umgebungseinflüsse ausgeschaltet sein. Die Rückverfolgbarkeit muss entsprechend den Möglichkeiten der Großraumlagerung und der kontinuierlichen Produktion gewährleistet sein. Bei der Wareneingangsprüfung ist es zweckmäßig, die einfach durchzuführenden visuellen Prüfungen vorzunehmen, um grundsätzliche Irrtümer schon im Vorfeld aufzudecken. Im weiteren Verlauf sollten in erster Linie die für jeden Kunststoff charakteristischen Merkmale (Spezifikationseigenschaft), die verarbeitungsrelevanten und eventuell für das Fertigteil wichtigsten Eigenschaften überprüft werden.

Die Durchführung sollte nur von ausgebildetem Personal erfolgen. Dabei ist eine Dokumentation der Ergebnisse einerseits zur Überwachung der Chargengleichheit und der Lieferantenbewertung und andererseits hinsichtlich möglicher Produkthaftungsansprüche wichtig.

Ferner sei darauf hingewiesen, dass bei fehlenden Prüfmöglichkeiten oder aber auch im Streitfall Fachinstitute bzw. akkreditierte Prüfstellen für Kunststoffe dienlich sein können.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.19 Wasseraufnahme

© TecPart, 2007

1 Definition

Die Wasseraufnahme von Kunststoffen ist ein Diffusionsvorgang. Für die absolute Größe der Wasseraufnahme ist bei langer Wasser- oder Feuchtigkeitslagerung das Volumen, bei Kurzeinwirkung die Oberfläche maßgebend. Zur exakten Bestimmung (s.a. Element 1.20) ist für eine definierte Probekörperform die Zeit-Massekurve bis zur Massekonstanz aufzunehmen. Die Wasseraufnahme (Massezunahme) ist von der Kunststoffart, Umgebungsbedingungen, Einwirkungszeit und Temperatur abhängig.

2 Zweck und Anwendung

Formmassen und Formteile nehmen durch Einwirken kalten/warmen Wassers oder feuchter Luft Wasser auf.

Die Verarbeitbarkeit von Formmassen und die Maßhaltigkeit von Formteilen werden durch Wasser beeinflusst. Kunststoffe wie PET, PBT oder PA, die bei Verarbeitungstemperaturen zum hydrolytischen Abbau neigen, müssen vor Wasseraufnahme geschützt sein.

Darüber hinaus wirkt sich die Wasseraufnahme auf verschiedene Eigenschaften aus, z. B.:

- mechanische Eigenschaften,
- thermische Eigenschaften,
- elektrische Eigenschaften,
- optische Eigenschaften.

Bei einigen Kunststoffarten, z. B. PA, wird die Gebrauchstauglichkeit der Fertigteile erst durch einen bestimmten Anteil aufgenommenen Wassers erreicht, der zu einem zähelastischen Verhalten führt. Dieser Zustand kann durch Konditionieren (Lagerung unter vorgegebenen Bedingungen) erzielt werden.

3 Prüfverfahren

DIN EN ISO 62 „Kunststoffe; Bestimmung der Wasseraufnahme“ beschreibt:

- Wasseraufnahme nach Trocknung der Probe (Verfahren 1),
- Wasseraufnahme nach Trocknung unter Berücksichtigung der vom Wasser extrahierten Bestandteile (Verfahren 2),
- Wasseraufnahme gegenüber dem Anlieferungszustand der Probe (Verfahren 3).

Diese drei Verfahren können als Kurzzeit- und Langzeitprüfung und nach Lagerung der Proben in kaltem/warmem Wasser bzw. feuchter Luft durchgeführt werden. Alle Variationen sind in der Norm beschrieben.

4 Prüfgeräte

Die wichtigsten Prüfgeräte zur Durchführung der Verfahren sind:

- Glasgefäß, gefüllt mit destilliertem oder entionisiertem Wasser (Das Volumen des Wassers soll mindestens 8 ml/cm² der Probenoberfläche betragen)
- Waage mit Fehlergrenze von + 1 mg
- Klimaprüfeinrichtungen nach DIN 50 011 Teil 11 und 12
- Exsikkator mit geeignetem Trocknungsmittel oder Salzlösung zur Einstellung der Luftfeuchtigkeit
- Klimaschrank oder Klimakammer

5 Kommentar

Während sich bei den meisten Thermoplasten die Wasseraufnahme in Bereichen unter 1% (Masse-%) bewegt und unbedeutend ist, kann sie bei einzelnen Kunststoffen, speziell bei den Polyamiden, mehrere Prozent betragen und von eigenschaftsbestimmender Bedeutung sein. Dies trifft auch für einige Duroplaste zu. Der Gleichgewichtszustand bei definierten Bedingungen (Normalklima 23/50) wird von den Rohstoffherstellern angegeben. Eine Unter- oder Überschreitung dieses Wassergehaltes kann zu Änderungen der Eigenschaften führen. Das Einstellen eines vorgegebenen Wassergehaltes erfolgt durch Konditionieren. Um eine Änderung des Wassergehaltes einzuschränken, sollten die Formteile so verpackt und gelagert werden, dass eine Wasserabgabe oder -aufnahme weitestgehend vermieden wird.

Bei mit Flammenschutzmitteln ausgerüsteten Polyamiden sollte das Konditionieren möglichst unterlassen werden, da durch die Flammenschutzadditive leicht Ausblühungen o. Ä. entstehen können. Wenn dennoch konditioniert werden muss, sollte dies nicht unter Temperatur und/oder Wasserdampf geschehen, sondern durch Lagerung in kaltem Wasser.

Da alle Kunststoffe mehr oder weniger Wasser aufnehmen, was bei der Verarbeitung zu berücksichtigen ist, sind die Hinweise der Formmassehersteller zu beachten.

Bei Formteilen mit unterschiedlichen Querschnitten erfolgt die Wasseraufnahme oder -abgabe an Stellen mit kleinem Querschnitt schneller als an Stellen mit großem Querschnitt. Bei verstärkten Kunststoffen ist die Wasseraufnahme vom Verstärkungstoff abhängig.

Wasseraufnahme und -abgabe sind mit Quell- und Schrumpfvorgängen am Formteil verbunden und wirken sich deshalb auf die Maßhaltigkeit aus.

Der Wassergehalt kann auch die Nach- und Weiterbearbeitung, z. B. Lackieren, Bedrucken, Schweißen u. a., beeinflussen.

Kunststoffe mit höherem Wassergehalt neigen weniger zu elektrostatischer Aufladung.

Ist der Wassergehalt eines Kunststoffproduktes von Bedeutung, so sollte er bei der Aufstellung von Abnahmebedingungen berücksichtigt werden.

Die vorgenannten Hinweise auf Wasseraufnahme und -abgabe sind auch bei der Lagerung von Formteilen strengstens zu beachten.

6 Weitere Richtlinien/Normen

Element 1.8	Konditionieren von Formteilen
Element 1.20	Wassergehalt
Element 1.22	Harmonisierter Datenkatalog, Prüfverfahren für Werkstoffkennwerte
DIN 50011 Teil 11	Klimate und ihre technische Anwendung; Klimaprüfeinrichtungen; Allgemeine Begriffe und Anforderungen
DIN 50011 Teil 12	Klimate und ihre technische Anwendung; Klimaprüfeinrichtungen; Klimagröße; Lufttemperatur
DIN EN ISO 62	Kunststoffe; Bestimmung der Wasseraufnahme



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.20 Restfeuchtebestimmung

© TecPart, 2007

1 Definition

Die Restfeuchte ist der Masseanteil freien Wassers in einer Formmasse oder einem Formteil.

Anmerkung: In der vorhergehenden Ausgabe dieses Elementes wurde die Restfeuchte noch als Wassergehalt bezeichnet.

2 Zweck und Anwendung

Die Restfeuchte beeinflusst bei

- a) Formmassen die Verarbeitung,
- b) Formteilen das Eigenschaftsbild.

zu a) Auswirkungen können sein:

- Änderung des Fließverhaltens,
- Formmasseschädigung durch hydrolytischen Abbau (z.B. bei PET, PBT, PA),
- Dosierprobleme,
- bei Duroplasten auch das Härungsverhalten.

zu b) Der Einfluss auf das Eigenschaftsbild wirkt sich auf

- mechanische Eigenschaften,
- thermische Eigenschaften,
- elektrische Eigenschaften,
- optische Eigenschaften,
- Maßhaltigkeit

aus, sichtbar z. B. durch Schlieren, matte, milchige Stellen, Blasen, Schuppen, Brenner, Verarbeitungs- bzw. Nachschwindung.

Im Extremfall ist das Kunststoffzeugnis so geschädigt, dass es nicht mehr verwendbar ist.

3 Prüfverfahren

Angewendet werden:

- Extraktions- und Destillationsmethoden
- Gravimetrische Methode
- Prüfung nach Karl Fischer

3.1 Destillationsmethode

Das Verfahren eignet sich zur Bestimmung der Restfeuchte (Wassergehalt) in Formmassen (flüssige, pastöse oder feste Stoffe in verarbeitungsfertigem Zustand). Das zu prüfende Material darf durch das Prüfmittel nicht angegriffen werden. Das Verfahren ist im Allgemeinen geeignet, Wassergehalte bis herab zu 0,2 % zu bestimmen. Das Destillationsverfahren nach der früheren DIN 53713 (zurückgezogen) wird vorwiegend für Phenol- und Aminoplastformmassen, PVC-Pulver und -Granulate sowie feste und flüssige Harze verwendet.

3.2 Gravimetrische Methode

Sie beruht auf dem Masseverlust des zu prüfenden Materials nach Lagerung (Trocknung) unter vorgegebenen Bedingungen z.B.:

- bei Raumtemperatur im Vakuum,
- bei erhöhter Temperatur mit oder ohne Vakuum,
- bei Raumtemperatur über geeignetem Trocknungsmittel, z. B. Phosphorpentoxid.

Die Trocknung gilt als beendet, wenn bei dem zu prüfenden Material Gewichtskonstanz erreicht ist. Bei der Prüfung unter erhöhter Temperatur ist darauf zu achten, dass keine Schädigung des Materials eintritt. Bei Phenol- und Aminoplasten ist die Trocknungstemperatur so zu wählen, dass kein Reaktionswasser als Folge eines eingeleiteten Aushärtungsprozesses entsteht.

3.3 Prüfung der Restfeuchte nach Karl Fischer

Die Methode nach Karl Fischer (DIN 53715) ist ein elektrochemisches Verfahren. Das aus einem Probekörper bei höheren Temperaturen ausgetriebene Wasser wird in eine Vorlage mit einer wässrigen Lösung (Fischerreagenz) eingeleitet und titrimetrisch erfasst.

3.4 Gasentwicklungsmethode

Wasserdampf und bestimmte chemische Reagenzien, wie Calciumkarbid, mod. Natrium oder Calciumhydrid, reagieren miteinander unter Freisetzung von Ethin oder Wasserstoff. Der Partialdruck des sich im Reaktionsgefäß entwickelten Gases ist der umgesetzten Wassermenge streng proportional und ist beispielsweise mit einem piezoelektrischen Druckwandler erfassbar. Flüchtige, nichtwässrige Bestandteile der Probemenge werden kondensiert, so dass sie nicht in die Messung eingehen.

Das Messverfahren ist gegenwärtig nicht genormt, aber wegen seiner Robustheit und Einfachheit für die Betriebspraxis für Messungen bis im Bereich von 0,05 bis 0,01 % sehr gut geeignet.

4 Prüfgeräte

zu 3.1 Destillationsmethode:

- Destillationsapparatur, bestehend aus Schliffrundkolben, Rückflusskühler, Trockenrohr und Heizvorrichtung
- Analysen-Waage

zu 3.2 Gravimetrische Methode:

- Trockenschrank, evtl. Vakuumtrockenschrank
- Analysen-Waage
- Exsikkator mit geeignetem Trocknungsmittel

zu 3.3 Prüfung nach Karl Fischer:

- Geräte siehe DIN 53715, zurückgezogen

zu 3.4 Gasentwicklungsmethode

- z. B. Aquatrac

5 Kommentar

Da die Restfeuchte auf die Verarbeitung und die späteren Eigenschaften einen erheblichen Einfluss haben kann, sollte sie vor der Verarbeitung erfasst werden. Aus dem Ergebnis leitet sich dann die Notwendigkeit einer eventuellen Trocknung ab. Zu berücksichtigen ist ebenfalls die Verweilzeit der Formmasse im Einzugsbereich und im Trichter. Letzterer muss geschlossen und u. U. mit einer Trocknungsvorrichtung ausgerüstet sein, da das Material sonst schnell wieder Wasser aufnimmt.

Einen oft falsch eingeschätzten Einfluss hat die Jahreszeit. An schwülen, warmen Tagen kann der Wassergehalt der Luft größer als an nasskalten Wintertagen sein, und damit auch einen größeren Einfluss auf die Wasseraufnahme der Kunststoff-Formmassen ausüben.

Bei Phenol- und Aminoplasten ist ferner zu beachten, dass Formteile aus feuchten Formmassen ein relativ gelockertes Gefüge haben. Solche Formteile sind gegenüber Wasseraufnahme anfälliger.

Für Polyamide gelten die in DIN EN ISO 15512 speziell genormten Prüfverfahren.

6 Weitere Richtlinien/Normen

DIN EN ISO 62	Kunststoffe; Bestimmung der Wasseraufnahme
DIN EN ISO 15512	Kunststoffe – Bestimmung des Wassergehalts
Element 1.8	Konditionieren von Formteilen
Element 1.19	Wasseraufnahme



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.21 Werkstoffprüfungen am Formteil

© TecPart, 2007

1 Definition

In vielen Fällen ist es erforderlich, Werkstoffprüfungen auch am Formteil vorzunehmen, da das Verhalten von Formteilen und die Struktur des Formstoffes im Formteil von der konstruktiven Gestaltung, den Herstellungsbedingungen und der verwendeten Formmasse beeinflusst werden. Aus dem Formteil sind gegebenenfalls definierte Probekörper zu entnehmen und der festgelegten Prüfung zuzuführen.

2 Zweck und Anwendung

Im Gegensatz zur Formmasseprüfung vor der Verarbeitung (Eingangskontrolle) dient die Werkstoffprüfung am Formteil der

- Prüfung der Formstoffeigenschaften des Formteils
- Prüfung der Gebrauchstauglichkeit
- Prüfung auf Einhaltung vorgegebener Qualitätsparameter
- Schwachstellenanalyse

Die Prüfung der Formstoffeigenschaften des Formteils kann gleichzeitig der Optimierung der Formteilqualität und der Überwachung des Verarbeitungsprozesses dienen.

3 Prüfverfahren und Normen

Die Prüfung kann am Formteil, an Abschnitten davon oder an aus dem Formteil herausgearbeiteten Probekörpern erfolgen. Die ermittelten Kennwerte weichen in der Regel von den mit speziellen Spritzgießwerkzeugen hergestellten Normprobekörpern ab. Die Probekörperabmessungen entsprechen häufig nicht denen der Formmasseprüfnormen.

Bei der spanenden Herstellung der Probekörper sollte DIN EN ISO 2818 (Kunststoffe – Herstellung von Probekörpern durch mechanische Bearbeitung) berücksichtigt werden. Ausstanzen ist nur bei weichen Formstoffen, z. B. PVC-P, PE-LD, TPE und Dicken bis max. 2 mm Wandstärke zu empfehlen.

Beispiele für Werkstoffprüfungen am Formteil sind:

- Mechanische Prüfungen
 - Zugversuch analog DIN EN ISO 527-1 und DIN EN ISO 527-2
 - Biegeversuch analog DIN EN ISO 178
 - Torsionsschwingungsversuch analog DIN EN ISO 6721-2
 - Härteprüfung durch Kugeleindruckversuch nach DIN EN ISO 2039-1, (Element 1.7)
 - Schlagzähigkeitsprüfung nach Charpy
 - Schlagzähigkeitsprüfung nach Izod DIN EN ISO 180
 - passive Schlagzähigkeitsprüfung (Element 1.4)

– Thermische Prüfungen

- Bestimmung der Wärmeformbeständigkeitstemperatur nach DIN EN ISO 75-1 bis DIN EN ISO 75-3 (Element 1.17)
- Bestimmung der Vicat-Erweichungstemperatur nach DIN EN ISO 306 (Element 1.17)
- Thermoanalytische Methoden (DDK/DSC nach DIN 53 765; TG nach DIN 51 006; TMA; DMA)

– Elektrische Prüfungen

- Bestimmung der elektrischen Durchschlagfestigkeit nach DIN EN 60 243, Teile 1 und 2
- Bestimmung des Oberflächenwiderstandes nach DIN IEC 60093, DIN IEC 60167
- Bestimmung der Kriechstromfestigkeit nach DIN EN 60112

– Sonstige Prüfungen

- Bestimmung der Dichte nach DIN EN ISO 1183-1 und -2 (Element 1.3)
- Bestimmung der Brechungszahl nach DIN EN ISO 489
- Beurteilung der Spannungsrissbildung analog DIN EN ISO 22088-1 bis -3 (Element 1.13)
- Lichtmikroskopische Gefügeuntersuchung (Element 1.9)
- Bestimmung des Schmelze-Massefließrate/Schmelze-Volumenfließrate nach DIN EN ISO 1133 (Element 1.11)
- Bestimmung der Viskositätszahl, z. B. nach DIN EN ISO 1628-1 bis -3 (Element 1.16)
- Farbmessung nach den einzelnen Teilen der DIN 5033, Farbabmusterung nach DIN 6173-1 und -2 (Element 1.5)

Neben den an DIN angelegten Prüfungen können zwischen Lieferer und Abnehmer frei zu vereinbarenden, den spezifischen Gegebenheiten des zu prüfenden Formteils gerecht werdende Prüfungen festgelegt werden.

4 Kommentar

Werkstoffprüfungen am Formteil haben den Zweck, die Qualität des Werkstoffes am Formteil zu erkennen und die Gleichmäßigkeit des Fertigungsprozesses zu sichern. Damit ermöglichen sie auch das optimale Einstellen der Produktionseinrichtungen, helfen Reklamationsraten zu senken, Schadensursachen zu verstehen und den Ausstoß zu steigern.

Die Eignungsprüfung am Formteil sollte grundsätzlich vor Beginn der Serienfertigung durchgeführt werden. Hier handelt es sich um eine umfangreichere Prüfung als bei den fertigungsbegleitenden Qualitätssicherungsmaßnahmen. Art und Umfang der Prüfungen sind vom Einzelfall abhängig. Die Werkstoffprüfung am Formteil kann auch einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung optimaler Formteileigenschaften liefern.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.22 Vergleichbare Kennwerte für Formmassen Prüfverfahren – Übersicht

© TecPart, 2007

1 Zweck und Anwendung

Im Interesse der Harmonisierung und Rationalisierung der Prüfverfahren zur Kennzeichnung und Charakterisierung von Kunststoffen und Formstoffen aus Kunststoff, legte der Fachnormenausschuss Kunststoffe (FNK) 1985 den „Grundkennwertekatalog“ vor. Dieser Katalog besaß Richtlini- encharakter für die Bestimmung der Eigenschaften von Thermoplast-Formmassen und bildete die Grundlage für die Formmassenormen sowie die inhaltliche Gestaltung der CAMPUS-Datenbanken. Im Zuge der internationalen Harmonisierung entstand aus diesem Grundkennwertekatalog die Liste der Vorzugsprüfverfahren nach DIN EN ISO 10350 Teil 1 und Teil 2 und DIN EN ISO 11403 Teil 1 bis Teil 3. Während in DIN EN ISO 10350 die Zusammenstellung und Darstellung vergleichbarer Einpunktkennwerte (Single Point Data) erscheint, enthalten die einzelnen Blätter von DIN EN ISO 11403 die Auflistungen von funktionellen Abhängigkeiten (Multipoint Data). Dieser Datenkatalog bildet heute die Grundlage für die nationalen und internationalen Formmassenormen und die Datenbank CAMPUS.

Die Liste der Vorzugsprüfverfahren stellt eine optimale Auswahl von Kenngrößen aus dem breiten Spektrum der Möglichkeiten dar und soll den vielfältigen Anforderungen der Kunststoffanwender aus den verschiedenen Branchen gerecht werden.

Die Vergleichbarkeit von Prüfdaten setzt die Vergleichbarkeit der Prüfkörpergeometrie, des Formstoffzustandes, der Prüfmethode und der Prüfbedingungen voraus.

Vergleichbare Kennwerte für Formmassen Prüfverfahren – Übersicht

Element
1.22

2 Probekörperherstellung

Tabelle 1. Herstellung von Probekörpern nach DIN EN ISO 10350-1:2001

Formmasse Typ	Verarbeitungsverfahren und Norm	Verarbeitungsparameter	
		nach DIN EN ISO 10350:1995	nach DIN EN ISO 10350-1
Thermoplaste	Spritzgießen DIN EN ISO 294-1 Vielzweckprobekörper, Stäbe DIN EN ISO 294-3 kleine Platten	Massetemperatur Werkzeugtemperatur Einspritzgeschwindigkeit Nachdruck (nur für Platte)	Massetemperatur Werkzeugtemperatur Einspritzgeschwindigkeit Nachdruck (Platte D2)
	Pressen DIN EN ISO 293	Press-Temperatur Presszeit Abkühlgeschwindigkeit Entformungstemperatur	Werkzeugtemperatur Verarbeitungszeit Abkühlgeschwindigkeit Entformungstemperatur
Duroplaste	Spritzgießen DIN EN ISO 10724-1 Vielzweckprobekörper DIN EN ISO 10724-2 kleine Platten	Masse-Temperatur Werkzeug-Temperatur Einspritzgeschwindigkeit Nachdruck (nur Platte) Nachhärtungstemperatur Nachhärtungszeit	Spritzgießtemperatur Werkzeugtemperatur Einspritzgeschwindigkeit Härtezeit
	Pressen DIN EN ISO 295	Werkzeugtemperatur Verweilzeit Nachhärtungstemperatur Nachhärtungszeit	Werkzeugtemperatur Verarbeitungsdruck Härtezeit
Anmerkung: Die DIN EN ISO 10350:1995 ist im Jahre 2001 durch die DIN EN ISO 10350-1 ersetzt worden. Um Missverständnissen vorzubeugen, da die Angaben in Formmassenormen nur langsam entsprechend der Überarbeitung eingeführt werden, sind in der Tabelle 1 die Parametersätze nebeneinander ausgewiesen. In den Formmassenormen sind teilweise auch weitere Verarbeitungsparameter festgeschrieben.			

Die Verarbeitungsparameter sind formmassespezifisch den entsprechenden Formmassenormen (Tabelle 2) zu entnehmen.

Vergleichbare Kennwerte für Formmassen Prüfverfahren – Übersicht

**Element
1.22**

**Tabelle 2. Herstellungsbedingungen für das Spritzgießen von Probekörpern
für einige Formmassen**

Kunststoff Kurz- zeichen	Norm	Masse- tempera- tur T_m °C	Formnest- temperatur T_{WZ} °C	mittl. Fließfront- geschwindig- keit mm/s	Nach- druck- zeit s	Zyklus- zeit t s	Kühlzeit s	Bemerkungen
PE	DIN EN ISO 1872-2	210	40	100±20		40±5	35±5	MFR ≥ 1,0 g/10min
PP	DIN EN ISO 1873-2	255 230 200	40	200±20	40	60		MFR [g/10min] < 1,5 1,5 ≤ MFR ≤ 7 > 7
PA	DIN EN ISO 1874-2	abhängig vom PA- Typ	abh. v. PA- Typ	200±100	25±5	≤50		Spritzgießparameter für Probekörper abh. vom PA- Typ, der Viskositätszahl und Füllstoffanteil s. Normen DIN EN ISO 1874-1 und -2
POM	DIN 16781-2	210±10	90±3	200±100				
PET/ PBT	DIN EN ISO 7792-2	285±5 275±5 285±10 255±10	20±5 135±5 135±5 85±5	200±100				abh. von Struktur und Füllung PET, amorph, ungefüllt PET, teilkristallin ungefüllt PET, teilkristallin, gefüllt PBT, teilkristallin gefüllt oder ungefüllt
Polymer- gemisch	DIN 16780-2							nach Angaben der Formmassehersteller
PS	DIN EN ISO 1622-2	220	45	200±100				
PS-I	DIN EN ISO 2897-2	220	45	200±100				
SAN	DIN EN ISO 4894-2	240	60	200±100				
ABS	DIN EN ISO 2580-2	250	60	200±100				
ASA AES ACS	DIN EN ISO 6402-2	250	60	200±100				
PC		280	80					MFR [g/10min] > 15
	DIN EN ISO 7391-2	290	80					10 ≤ MFR ≤ 15
		300	80	200±100				10 ≤ MFR ≤ 5
		310	90					<5
PC-GF		300	110					
MABS	DIN EN ISO 10366-2	245	60	200±100				
CA CP CA	DIN 7742-2	180±3 200±3 220±3	50±3					abhängig von Vicat- Erweichungstemperatur nach DIN EN ISO 306 VST/B/50 < 65 °C 65 < VST/B/50 < 85 °C VST/B/50 > 85 °C
PMMA	DIN 7745-2	abh. v. VZ	abh. v. VZ	200±100				abhängig von Viskositätszahl
PPE, PPE+PS, PPE+PA	DIN EN ISO 15103-2	260 bis 340	60 bis 120	200 ± 100				abhängig von der Wärmeformbeständig- keitstemperatur

Vergleichbare Kennwerte für Formmassen Prüfverfahren – Übersicht

Element 1.22

Teilweise können Probekörper auch alternativ gepresst werden (PE, PP, PS usw.). Probekörper aus PB, PE-UHMW, PVC-U und PVC-P werden durch Pressen, aus PTFE durch Sinterpressen von Platten hergestellt. Die eigentlichen Probekörper werden aus den gepressten Platten spanend ausgearbeitet. Die spanende Herstellung der Probekörper muss in Übereinstimmung mit DIN EN ISO 2818 erfolgen.

Vor der Prüfung sind die Probekörper gegebenenfalls entsprechend den Angaben in den Formmassenormen vorzubehandeln.

Die in Formmassenormen festgelegten Werte beziehen sich ausschließlich auf die Herstellung des Mehrzweck-Probekörpers nach DIN EN ISO 3167, Typ A. Für die Herstellung genormter Probekörper, wie ISO-Flachstab (80 x 10 x 4) mm (DIN EN ISO 294-1, Formtyp B) und die Platten (DIN EN ISO 294-3, Formtyp D1 und D2) müssen die Werte der Einspritzgeschwindigkeit so gewählt werden, dass sich eine den Vielzweckprobekörpern vergleichbare Fließfrontgeschwindigkeit ergibt.

3 Geometrie der Probekörper

Im Zuge der Rationalisierung der Prüftechnik werden in der Kunststofftechnik im Wesentlichen nur noch 4 Probekörper für die Grunddatenermittlung angewandt. Zum Spritzgießen von Probekörpern dient zweckmäßigerweise das Wechselrahmenwerkzeug nach DIN EN ISO 294-1.

- Probekörper A** (DIN EN ISO 294-1), Vielzweckprobekörper (DIN EN ISO 3167) für: Zugversuch, Zugkriechversuch, Biegeversuch, Biegekriechversuch, Druckversuch, Schlagzähigkeit, Wärmeformbeständigkeit, Härteprüfung, Spannungsrissbildung, Dichte, Sauerstoffindex, Vergleichszahl der Kriechwegbildung, thermische Längenausdehnung, VST.
- Probekörper B** (DIN EN ISO 294-1): ISO-Flachstab ≥ 80 mm x 10 mm x 4 mm für Biegeversuche, Schlagbiegeversuche (DIN EN ISO 179), HDT (DIN EN ISO 75-2).
- Probekörper C** (DIN EN ISO 294-2) Stab 4 nach DIN EN ISO 8256 für: Alterungs- und Beständigkeitsprüfungen.
- Probekörper D** (DIN EN ISO 294-3): kleine Platten 60 mm x 60 mm x 2 mm (D1) bzw. 1 mm (D2) für: Ermittlung der Verarbeitungsschwindung, für Durchstoßversuch, Wasser- und Feuchteaufnahme, Glanz, Farbe, elektrische Prüfungen, Anisotropieuntersuchungen.

Tabelle 3. Abmessungen der Probekörper nach DIN EN ISO 3167
A: Vielzweckprobekörper

Probekörper	A	B
Gesamtlänge l_3	≥ 150	
Länge l_2	104 bis 113	106 bis 120
Länge l_1	80 ± 2	$60,0 \pm 0,5$
Messlänge L_0	$50,0 \pm 0,5$	
Einspannlänge L	115 ± 1	≥ 30
Breite b_2	$20,0 \pm 0,2$	
Breite b_1	$10,0 \pm 0,2$	
(Vorzugs-)Dicke h	$4,0 \pm 0,2$	
Radius r	20 bis 25	≥ 60

Vergleichbare Kennwerte für Formmassen Prüfverfahren – Übersicht

**Element
1.22**

4 Prüfverfahren

Tabelle 4. Zusammenstellung von Prüfbedingungen nach DIN EN ISO 10 350:1995

Eigenschaft	Norm	Probekörper-Typ Maße in mm	Einheit	Prüfbedingungen und zusätzliche Angaben
1 Rheologische Eigenschaften				
1.1 Schmelze-Massefließrate	DIN EN ISO 1133	Formmasse	g/10 min	Prüftemperatur und Belastung siehe Formmassenormen
1.2 Schmelze-Volumenfließrate	DIN EN ISO 1133	Formmasse	cm³/10 min	Prüftemperatur und Belastung siehe Formmassenormen
1.3 Verarbeitungsschwindigkeit	Duroplaste ISO 2577 Thermoplaste DIN EN ISO 294-4		%	senkrecht und parallel zur Fließrichtung
2 Mechanische Eigenschaften				
2.1 Zug-Modul	DIN EN ISO 527-1, -2	ISO 3167	MPa	
2.2 Streckspannung	DIN EN ISO 527-1, -2	ISO 3167	MPa	zähes Versagen: Prüfgeschwindigkeit 50 mm/min
2.3 Streckdehnung	DIN EN ISO 527-1, -2	ISO 3167	%	zähes Versagen: Prüfgeschwindigkeit 50 mm/min
2.4 nominelle Bruchdehnung	DIN EN ISO 527-1, -2	ISO 3167	%	zähes Versagen: Prüfgeschwindigkeit 50 mm/min
2.5 Spannung bei 50% Dehnung	DIN EN ISO 527-1, -2	ISO 3167	MPa	zähes Versagen: Prüfgeschwindigkeit 50 mm/min
2.6 Bruchspannung	DIN EN ISO 527-1, -2	ISO 3167	MPa	sprödes Versagen: Prüfgeschwindigkeit 5 mm/min
2.7 Bruchdehnung	DIN EN ISO 527-1, -2	ISO 3167	%	sprödes Versagen: Prüfgeschwindigkeit 5 mm/min
2.8 Zug-Kriech-Modul	DIN EN ISO 899-1	ISO 3167	MPa	bei 1 Stunde, Dehnung ≤ 0,5 %
2.9 Zug-Kriech-Modul	DIN EN ISO 899-1	ISO 3167	MPa	bei 1000 Stunden, Dehnung ≤ 0,5 %
2.10 Biegemodul	DIN EN ISO 178	80 x 10 x 4	MPa	Prüfgeschwindigkeit 2 mm/min
2.11 Biegefestigkeit	DIN EN ISO 178	80 x 10 x 4	MPa	Prüfgeschwindigkeit 2 mm/min
2.12 Charpy-Schlagzähigkeit	DIN EN ISO 179	80 x 10 x 4	kJ/m²	Schlag auf die Schmalseite (edgewise)
2.13 Charpy-Kerbschlagzähigkeit	DIN EN ISO 179	mech. ein- gearbeitete V-Kerbe, r = 0,25	kJ/m²	Schlag auf die Schmalseite (edgewise)
2.14 Schlagzugzähigkeit	DIN EN ISO 8256	80 x 10 x 4 mech. eingearbeitete V-Kerbe, r = 1	kJ/m²	Angabe, wenn im Charpy-Kerbschlagversuch ohne Bruch
3 Thermische Eigenschaften				
3.1 Schmelztemperatur	DIN EN ISO 3146 (ISO 11357-3)	Formmasse	°C	Verfahren C, (DSC oder DTA) Aufheizgeschwindigkeit 10 K/min
3.2 Glasübergangstemperatur	IEC 61006 (ISO 11357-2)	Formmasse	°C	Verfahren A, (DSC oder DTA) Aufheizgeschwindigkeit 10 K/min
3.3	DIN EN ISO 75-1	110 x 10 x 4	°C	Biegespannung 1,8 MPa Biegespannung 0,45 MPa Biegespannung 8 MPa
3.4 Formbeständigkeitstemp.	und	oder		
3.5	DIN EN ISO 75-2	80 x 10 x 4		
3.6 Formbeständigkeits- temperatur	DIN EN ISO 75-3	variabel (siehe ISO 75-3)	°C	
3.7 Vicat-Erweichungstemperatur	DIN EN ISO 306	10 x 10 x 4	°C	Belastung 50 N Aufheizgeschwindigkeit 50 K/h
3.8 Längenausdehnungs- koeffizient	ISO 11359-2	aus ISO 3167	K ⁻¹	längs, Sekantensteigerung im Temperaturbereich von 23 °C bis 55 °C
3.9 Längenausdehnungs- koeffizient	ISO 11359-2	aus ISO 3167	K ⁻¹	quer, Sekantensteigerung im Temperaturbereich von 23 °C bis 55 °C

Vergleichbare Kennwerte für Formmassen Prüfverfahren – Übersicht

**Element
1.22**

Tabelle 4. (Fortsetzung)

Eigenschaft	Norm	Probekörper-Typ Maße in mm	Einheit	Prüfbedingungen und zusätzliche Angaben
3.10 Brennbarkeit	ISO 1210 DIN EN 60695-11-10	125 x 13 x 3	mm/min	Verfahren A: lineare Brenngeschwindigkeit/ waagrechter Probekörper
3.11 Brennbarkeit	ISO 1210 DIN EN 60695-11-10	zusätzliche Dicke	mm/min	Verfahren A: lineare Brenngeschwindigkeit/ waagrechter Probekörper
3.12 Brennbarkeit	ISO 1210 DIN EN 60695-11-10	125 x 13 x 3	s	Verfahren B: a) Nachbrennzeit b) Nachglimmzeit senkrechter Probekörper
3.13 Brennbarkeit	ISO 1210 (IEC 60695-11-10)	125 x 13 x 3	s	Verfahren B: a) Nachbrennzeit b) Nachglimmzeit senkrechter Probekörper
3.14 Brennbarkeit	ISO 1210 DIN EN 60695-11-10	zusätzliche Dicke	s	Verfahren B: a) Nachbrennzeit b) Nachglimmzeit senkrechter Probekörper
3.15 Brennbarkeit	ISO 1210 DIN EN 60695-11-10	zusätzliche Dicke	s	Verfahren B: a) Nachbrennzeit b) Nachglimmzeit senkrechter Probekörper
3.16 Entzündbarkeit	DIN EN ISO 4589-2	80 x 10 x 4	%	Verfahren A: Entzünden an der Endfläche
4 Elektrische Eigenschaften				
4.1 relative Dielektrizitätszahl	IEC 250 (IEC 60250)	≥80 x ≥80 x 1		Prüfung bei 100 Hz, Kompensation der Elektroden- Randeffekte mit Schutzelektrode
4.2 relative Dielektrizitätszahl	IEC 250 (IEC 60250)	≥ 80 x ≥ 80 x 1		Prüfung bei 1 MHz, Kompensation der Elektroden- Randeffekte mit Schutzelektrode
4.3 dielektrischer Verlustfaktor	IEC 250 (IEC 60250)	≥ 80 x ≥ 80 x 1		Prüfung bei 100 Hz, Kompensation der Elektroden- Randeffekte mit Schutzelektrode
4.4 dielektrischer Verlustfaktor	IEC 250 (IEC 60250)	≥ 80 x ≥ 80 x 1		Prüfung bei 1 MHz, Kompensation der Elektroden- Randeffekte mit Schutzelektrode
4.5 spezifischer Durchgangswiderstand	DIN IEC 60093	≥ 80 x ≥ 80 x 1	Ω•m	Messspannung 100 Volt
4.6 spezifischer Oberflächenwiderstand	DIN IEC 60093	≥ 80 x ≥ 80 x 1	Ω	Messspannung 100 Volt
4.7 elektrische Festigkeit	DIN EN 60243-1	≥ 80 x ≥ 80 x 1	kV/mm	Elektrodenanordnung 25 mm/75 mm koaxiale Zylinder, Immersion in Transformatoröl entsprechend IEC 296, 20 s Stufentest
4.8 elektrische Festigkeit	DIN EN IEC 60243-1	≥ 80 x ≥ 80 x 3	kV/mm	Elektrodenanordnung 25 mm/75 mm koaxiale Zylinder, Immersion in Transformatoröl entsprechend IEC 296, 20 s Stufentest
4.9 Vergleichszahl der Kriechweg- Bildung	DIN EN 60112	≥ 15 x 15 x 4		Prüfbarkeit A
5 Sonstige Eigenschaften				
5.1 Wasseraufnahme	DIN EN ISO 62	50, quadratisch oder rund, x 3	%	24 Stunden Lagerung in Wasser bei 23 °C
5.2 Wasseraufnahme	DIN EN ISO 62	Dicke ≤ 1	%	Sättigungswert in Wasser bei 23 °C
5.3 Wasseraufnahme	DIN EN ISO 62	Dicke ≤ 1	%	Sättigungswert bei 23 °C und 50 % r.LF.
5.4 Dichte	DIN EN ISO 1183	Mittelstück des Viel- zweckprobekörpers	kg/m³	

Vergleichbare Kennwerte für Formmassen Prüfverfahren – Übersicht

Element
1.22

Tabelle 5. Zusammenstellung von Prüfbedingungen nach DIN EN ISO 10 350-1:2001

Eigenschaft		Symbol	Norm	Probekörper- Typ Maße in mm	Einheit	Prüfbedingungen und ergänzende Angaben		
1 Rheologische Eigenschaften								
1.1	Schmelze-Massenfließrate	MFR	ISO 1133	Formmasse	g/10 min	Die in der zutreffenden Werkstoffnorm festgelegten Temperatur- und Belastungsbedingungen sind einzuhalten und zu protokollieren		
1.2	Schmelze-Volumenfließrate	MVR			cm³/10 min			
1.3	Schwindung duroplastischer Polymere	S _{Mp}	ISO 2577	Platte, Stab	%	Parallel	bezogen auf Fließrichtung bei spritzgegossenen Probekörpern	
1.4		S _{Mn}				Senkrecht		
1.5	Schwindung thermoplastischer Polymere	S _{Mp}	ISO 294-4	60x60x2 ISO 294-3 Typ D2	%	Parallel	bezogen auf Fließrichtung bei spritzgegossenen Probekörpern	
1.6		S _{Mb}				Senkrecht		
2 Mechanische Eigenschaften								
2.1	Zug-Modul	E _t	ISO 527-1, -2	ISO 3167 Empfehlung Typ A: spritzgegossen Typ B: maschinell ausgearbeitet	MPa	Prüfgeschwindigkeit 1 mm/min		
2.2	Streckspannung	Σ _y			%	Versagen mit Strecken: Prüfgeschwindigkeit 50 mm/min		
2.3	Streckdehnung	ε _y						
2.4	Nominelle Bruchdehnung	ε _{IB}			MPa	Versagen ohne Strecken: ε _B ≤ 10%: Prüfgeschw. 5 mm/min ε _B ≥ 10%: Prüfgeschw. 50 mm/min		
2.5	Spannung bei 50% Dehnung	σ ₅₀	ISO 899-1					
2.6	Bruchspannung	σ _B	%					
2.7	Bruchdehnung	ε _B						
2.8	Zug-Kriech-Modul	E _{tc}	ISO 178	80 x 10 x 4	MPa	bei 1 Stunde, Dehnung < 0,5 %		
2.9	Zug-Kriech-Modul	E _{tc} 10 ³			bei 1000 Stunden, Dehnung < 0,5 %			
2.10	Biegemodul	E _f			MPa	Prüfgeschwindigkeit 2 mm/min,		
2.11	Biegefestigkeit	σ _{fM}			MPa	für spröde Werkstoffe wahlweise zusätzliche Angaben		
2.12	Charpy-Schlagzähigkeit	a _{cU}	ISO 179	80 x 10 x 4	kJ/m²	Aufschlag in Hochkantstellung.		
2.13	Charpy-Kerbschlagzähigkeit	a _{cA}		eingearbeitete V-Kerbe, r = 0,25	kJ/m²	Außerdem ist die Versagensart zu protokollieren		
2.14	Schlagzugzähigkeit	a _{t1}	ISO 8256	80 x 10 x 4 mech. eingearbeitete V-Kerbe, r = 1	kJ/m²	Angabe, wenn im Charpy-Kerbschlagversuch ohne Bruch		
2.15	Schlagverhalten bei mehrachsiger Beanspruchung	F _M	ISO 6603-2	60 x60 x2	N	Höchstkraft	Durchstoßkörpergeschwindigkeit 4,4 m/s. Durchstoßkörperdurchmesser 20 mm. Der Probekörper ist ausreichend fest einzuspannen, um zu vermeiden, daß seine Außenbereiche die Einspannebene verlassen	
2.16		W _p			J	Durchstoßarbeit bei Senkung der Kraft auf 50% nach Erreichen der Höchstkraft		
3 Thermische Eigenschaften								
3.1	Schmelztemperatur	T _m	ISO 3146 (ISO 11357-3)	Formmasse	°C	Aufzeichnung der höchsten Schmelztemperatur, Temperatursteigerung 10 °C/min		
3.2	Glasübergangstemperatur	T _g	IEC 1006 (ISO 11357-2)			Aufzeichnung der mittleren Temperatur, Temperatursteigerung 10 °C/min		
3.3	Formbeständigkeitstemperatur	T _f 1,8	ISO 75-2	80 x 10 x 4	°C	maximale Oberflächenspannung (MPa)	1,8	Es sind 1,8 MPa und ein weiterer Wert anzuwenden. Belastung senkrecht zu den Schichten
3.4		T _f 0,45					0,48	
3.5		T _f 8,0					8	

Vergleichbare Kennwerte für Formmassen Prüfverfahren – Übersicht

**Element
1.22**

Tabelle 4. (Fortsetzung)

Eigenschaft		Symbol	Norm	Probekörper- Typ Maße in mm	Einheit	Prüfbedingungen und zusätzliche Angaben	
3.6	Vicat- Erweichungstemperatur	T _V 50/50	DIN EN ISO 306	≥10 x 10 x 4	°C	Temperatursteigerung 50 °C/h Belastung 50 N	
3.7	Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient	α _p	ISO 11359-2	nach ISO 3167 herzustellen	°C ⁻¹	Parallel zur Fließrichtung	Aufzeichnung des Sekanten- wertes im Temperatur- bereich von 23 °C bis 55 °C
3.8		α _n				Quer zur Fließrichtung	
3.9	Brennverhalten	B50/3	DIN EN	125 x 13 x 3		Aufzeichnung der Klassifikationen V-0, V-1, V-2, HB40 oder HB75	
3.10		B50/h	60695-11-10	zusätzliche Dicke h			
3.11		B500/3	DIN EN	≥150x≥150x3		Aufzeichnung der Klassifikationen 5 VA, 5 VB oder N	
3.12		B500/h	60695-11-20	zusätzliche Dicke h			
3.13	Sauerstoffindex		DIN EN ISO 4589-2	80 x 10 x 4	%	Es ist Verfahren A anzuwenden (Entzünden der Oberfläche)	
4 Elektrische Eigenschaften							
4.1	Relative Dielektrizitätszahl	ε _r 100	IEC 60250	≥60 x ≥60 x 2		100 Hz	Kompensation der Kanteneffekte der Elektrode
4.2		ε _r 1M				1 MHz	
4.3	Dielektrischer Verlustfaktor	tanδ 100				100 Hz	
4.4		tanδ 1M				1 MHz	
4.5	Spezifischer Durchgangswiderstand	ρ _c	DIN IEC 60093		Ω•m	Spannung 500 V	1-Minuten-Wert
4.6	Spezifischer Oberflächenwiderstand	σ _c			Ω		Elektrodenberührungs- linien 1 mm bis 2 mm breit, 50 mm lang und 5 mm voneinander entfernt
4.7	Elektrische Festigkeit	E _B 1	DIN EN 60243-1	≥60 x ≥60 x 1	kV/mm	Anwendung von Kugelelektroden mit 20 mm Durchmesser Eintauchen in Transformatoröl nach IEC 60296 Anwendung einer Spannungssteigerung von 2 kV/s	
4.8		E _B 2		≥60 x ≥60 x 2			
4.9	Vergleichszahl zur Kriechweg-Bildung	CTI	DIN EN 60112	≥ 15 x 15 x 4		Es ist Lösung A zu verwenden.	
5 Sonstige Eigenschaften							
5.1	Wasseraufnahme	W _w	DIN EN ISO 62	Dicke ≤ 1	%	Sättigungswert in Wasser bei 23 °C	
5.2		W _H				Gleichgewichtswert bei 23 °C, 50% relativer Luftfeuchte	
5.3	Dichte	ρ	DIN EN ISO 1183	Bei Spritzgießprobe- körpern ist ein Teil aus der Mitte des Mehrzweckprobe- körpers zu verwenden	kg/m³		

Weil die Neuerungen in DIN EN ISO 10350-1:2001 erst bei der Überarbeitung der Formmassen-normen und der technischen Dokumente der Formmassenhersteller wirksam werden können, sind in Tabelle 4 die alte Zusammenstellung der Prüfbedingungen nach DIN EN ISO 10350:1995 und in Tabelle 5 die neuen Prüfbedingungen nach DIN EN ISO 10350-1:2001 niedergelegt. Dabei ist zu beachten, dass die neue Fassung (Tabelle 5) nur für Formmassen gilt und langfaserverstärkte Kunststoffe (siehe DIN EN ISO 10350-2) ausschließt.

5 Prüfnormen

DIN EN ISO 294 Teil 1	Kunststoffe; Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten; Allgemeine Grundlagen und Herstellung von Vielzweckprobekörpern und Stäben
DIN EN ISO 294 Teil 2	Kunststoffe; Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten; Kleine Zugstäbe
DIN EN ISO 294 Teil 3	Kunststoffe; Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten; kleine Platten
DIN EN ISO 294 Teil 4	Kunststoffe; Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten; Bestimmung der Verarbeitungsschwindigkeit
DIN EN ISO 2818	Kunststoffe; Herstellung von Probekörpern durch mechanische Bearbeitung
DIN EN ISO 3167	Kunststoffe; Vielzweckprobekörper
DIN EN ISO 10 350	Kunststoffe; Ermittlung und Darstellung vergleichbarer Einpunktkennwerte (09.1995) (zurückgezogen)
DIN EN ISO 10 350 Teil 1	Kunststoffe; Ermittlung und Darstellung vergleichbarer Einpunktkennwerte; Formmassen
DIN EN ISO 10 350 Teil 2	Kunststoffe; Ermittlung und Darstellung vergleichbarer Einpunktkennwerte; Langfaserverstärkte Kunststoffe
DIN EN ISO 11 403 Teil 1	Kunststoffe; Ermittlung und Darstellung von Vielpunktkennwerten; Mechanische Eigenschaften
DIN EN ISO 11 403 Teil 2	Kunststoffe; Ermittlung und Darstellung von Vielpunktkennwerten; Thermische und Verarbeitungseigenschaften

6 Kommentar

Die Vorzugsprüflisten nach DIN EN ISO 10 350 sind im Zuge der Harmonisierung und Überarbeitung der internationalen und nationalen Formmassennormen kontinuierlich in das deutsche Normenwerk eingeflossen. Die Anordnung der Einpunktkennwerte erfolgt nach diesem Schema. Diese Anordnung wird auch in der Datenbank CAMPUS eingehalten. Die Vorzugsprüflisten werden unter Berücksichtigung der stoffspezifischen Eigenschaften für thermoplastische und duroplastische Formmassen angewendet.

Bei der Ermittlung von Kunststoffdaten, wie sie in Formmassennormen, Datenblättern oder Datenbanken enthalten sind, üben die Verarbeitungs- und Prüfbedingungen einen wesentlichen Einfluss auf die ermittelten Kennwerte aus. Daher war es notwendig, internationale Vereinbarungen zu treffen, um die Prüfergebnisse vergleichbar zu machen und sie für die Aufnahme in Datenbanken (z.B. *CAMPUS*, *FUNDUS*, *POLYMAT*, *POLYSELEC*) zur Verfügung zu stellen. Damit stehen heute einheitliche Bedingungen zur Herstellung der Probekörper und bei der Prüfung von Kunststoffen zur Verfügung.

Vergleichbare Kennwerte für Formmassen Prüfverfahren – Übersicht

Element 1.22

Ein Vergleich der Kennwerte in Prospektmaterialien bzw. Richtwerttabellen ist immer dann möglich, wenn die Prüfbedingungen nach DIN EN ISO 10350 eingehalten sind.

Es kann auch notwendig sein, bei den Kunststoffen die Prüfbedingungen, wie z.B. Temperatur, Zeit, Medieneinfluss, Spannung usw. zu variieren und auf diese Weise Vielpunktkenwerte (Multipoint data) zu ermitteln (DIN EN ISO 11403 -1, -2, -3).

Die CAMPUS-Datenbank bietet folgende Kennwertfunktionen an:

- Viskositäts-Schergewindigkeitsabhängigkeit
Parameter: Temperatur (ISO 11403)
- Schubmodul-Temperaturabhängigkeit (ISO 6721 Teil 2)
- Spannungs-Dehnungsdiagramm
Parameter: Temperatur (ISO 527 Teil 1, Teil 2)
- Sekantenmodul-Dehnungsabhängigkeit
Parameter: Temperatur (ISO 527 Teil 1, Teil 2)
- Spannungs-Dehnungsdiagramm, isochron
Parameter: Zeit (ISO 899 Teil 1)
- Kriechmodul-Zeitabhängigkeit
Parameter: Spannungen (ISO 899 Teil 1)
- Temperaturabhängigkeit der spezifischen Wärme (ISO 11357)
- Temperaturabhängigkeit des spezifischen Volumen (p-v-t)
Parameter: Druck

Die Prüfung der Probekörper erfolgt, wenn nichts anderes angegeben ist, nach Lagerung bei 23 °C $\pm$ 2K und 50% $\pm$ 5% relative Luftfeuchte (DIN EN ISO 291).

Bei der Realisierung von Prüfprozessen und der Wareneingangskontrolle von Formmassen ist zu beachten, dass der internationale Harmonisierungsprozess für die Prüf- und Formmassennormen auch Veränderungen mit sich bringt, die im Rahmen der betrieblichen Qualitätssicherung umgesetzt werden müssen.

Die CAMPUS-Datenbanken werden von den Formmasseherstellern den Kunden kostenlos zur Verfügung gestellt und gepflegt. Mit den Softwaretools McBase ist es möglich die firmenspezifischen Datenbanken CAMPUS zu einer Gesamtdatenbank zusammenzuführen.

Für die in den Tabellen 1, 4 und 5 zitierten internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Normen hingewiesen:



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

1.23 Thermoplastische Formmassen nach DIN und ISO – Einteilung, Bezeichnung, kennzeichnende Prüfmerkmale

© TecPart, 2007

Thermoplastische Formmassen nach DIN und ISO – Einteilung, Bezeichnung, kennzeichnende Prüfmerkmale

**Element
1.23**

1 Zweck

Um Thermoplast-Formmassen einzuteilen, wurde ein einheitliches, internationales Bezeichnungssystem eingeführt und in den einschlägigen Formmassennormen niedergelegt.

Mit diesem System soll erreicht werden, dass Formmassen im nationalen und internationalen Vergleich eindeutig und unverwechselbar bezeichnet sind.

2 Definition

Formmassen werden mit Hilfe eines Einteilungssystems voneinander unterschieden, das auf geeigneten Wertebereichen der kennzeichnenden Eigenschaften, z. B. Schmelze-Fließrate, E-Modul, Vicat-Erweichungstemperatur u. Ä., und Informationen über grundlegende Polymerparameter, vorgesehene Anwendungen und/oder vorgesehene Verarbeitungsverfahren, wichtige Eigenschaften, Additive, Farbstoffe, Füll- und Verstärkungsstoffe beruht (siehe Formmassennormen Teil 1).

Die Normbezeichnung für thermoplastische Formmassen ist international nach einem EDV-gerechten Blocksystem geregelt. Sie setzt sich aus einem Benennungsblock (z.B. Handelsname) und einem Identifizierungsblock (Normnummer und kennzeichnende Merkmale) zusammen (Tabelle 1).

Während im Normnummernblock die relevante Formmassennorm steht, findet man in den Datenblöcken des Merkmaleblocks codierte Angaben zur Kennzeichnung der hauptsächlichen Anwendungen oder des Verarbeitungsverfahrens, zu den wichtigsten Additiven, den kennzeichnenden Merkmalen und über Füll- und Verstärkungsstoffe. Der letzte (5.) Datenblock ist für eine zwischen Lieferant und Abnehmer frei zu vereinbarende Spezifikationsbezeichnung offen. Kennbuchstaben und Kurzzeichen für Basispolymere und ihre besonderen Eigenschaften siehe DIN EN ISO 1043 Teil 1, für Füll- und Verstärkungsstoffe s.a. DIN EN ISO 1043 Teil 2.

Dem Bezeichnungssystem für Thermoplaste liegt folgende Standardform zugrunde:

Tabelle 1. Bezeichnungssystem für Thermoplaste

Bezeichnung						
Benennungsblock (freigestellt)	Identifizierungsblock					
	Internationaler Normnummern- block	Merkmale-Block				
		Daten- block 1	Daten- block 2	Daten- block 3	Daten- block 4	Daten- block 5 (freige- stellt)

3 Verfahren

Für die Bezeichnung von Thermoplasten ist die in Tabelle 1 wiedergegebene Standardform anzuwenden. Die Codierungen sind in den Formmassenormen Teil 1 niedergelegt.

In der Tabelle 2 sind die zur Zeit gültigen Formmassenormen aufgeführt.

Die Zusammensetzung einer DIN-Bezeichnung wird anhand des folgenden Beispiels für eine spezielle PA-Formmasse nach DIN EN ISO 1874 Teil 1 aufgezeigt (Tabelle 3).

Vom Formmassehersteller ist die Einordnung seiner Formmassen in die einschlägigen DIN-Normen zu fordern. Ergänzungsfestlegungen sind im Datenblock 5 niederzulegen. Vom Lieferanten können in Zertifikaten die Soll/Ist-Wert-Vergleiche nach DIN EN 10 224 gefordert werden.

In Tabelle 4 ist dargestellt, welche Kennwerte in DIN-Normen enthalten sind und welche Prüfungen frei vereinbart werden müssen. Die kennzeichnenden Prüfmerkmale sind hervorgehoben.

Außerdem wird auf Element 1.18 „Wareingangsprüfung von thermoplastischen Formmassen“ verwiesen.

4 Kommentar

Das genormte Bezeichnungssystem wird in der Praxis leider kaum angewendet. Die Lieferanten verwenden in der Regel ihre eigene codierte Produktkennzeichnung, die sich mehr oder weniger an die Normkennzeichnung anlehnen kann. Beim Bestellen einer Formmasse sollte man daher neben der Normnomenklatur auch auf lieferantenspezifische Bezeichnungen zurückgreifen und gegebenenfalls Prüfzertifikate abfordern.

Bei der Anwendung dieser normgerechten Bezeichnung ist zu beachten:

- Eine eindeutige Einordnung der Merkmalswerte in die in DIN angegebenen Wertebereiche ist oftmals nicht möglich, wenn die Herstellungstoleranzen der Formmasse-Eigenschaften die Wertebereiche überschneiden.
- In einem solchen Fall muss der Formmasse-Hersteller aufgefordert werden, die Ware innerhalb eines Wertebereiches nach DIN zu liefern und gegebenenfalls im Datenblock festzuschreiben.
- Die Angabe detaillierter Mischungsverhältnisse verschiedener Füllstoffe, z. B. Glasfasern und Glaskugeln, ist nach DIN, Block 4, nicht möglich, da dort nur der Gesamtfüllstoff-Anteil angegeben ist. Einzelangaben der jeweiligen Füllstoffmengen werden entsprechend DIN EN ISO 11 469 (Kunststoffe – Sortenspezifische Identifizierung und Kennzeichnung von Kunststoff-Formteilen) im Block 5 eingetragen (Sondereinbarung). So handelt es sich z. B. bei PA 66-(GF25 + MD15) um ein Polyamid 66 mit einem Gemisch aus 25 % Glasfaser und 15 % Mineralpulver; es kann aber auch nur der Gesamtgehalt von 40 % Glasfasern und Mineralpulver angegeben werden als PA 66-(GF + MD)40.
- Da die Schmelze-Volumenfließrate (MVR) in der Praxis weit schneller und rationeller zu ermitteln ist, als Schmelze-Massefließrate MFR und die ebenfalls mögliche Prüfung der Lösungsviskositäten und der Angabe der Viskositätszahl VZ (Element 1.16), sind in einigen DIN-Formmasse-Normen (Teil 2) beide Möglichkeiten vorgesehen. Ist in den Normen noch die Schmelze-Massefließrate MFR angegeben, so wird sie bei der Überarbeitung der Norm durch die Schmelze-Volumenfließrate MVR ersetzt.

Thermoplastische Formmassen nach DIN und ISO – Einteilung, Bezeichnung, kennzeichnende Prüfmerkmale

**Element
1.23**

- Die in DIN-Normen angegebenen Wertebereiche sind für spezielle Anwendungen oftmals zu groß. Je nach Praxisfall müssen mit dem Rohstofflieferanten geeignete Toleranzen vereinbart werden (Datenblock 5).
- Die Sicherstellung spezieller Qualitätsanforderungen kann durch Qualitätsvereinbarungen erreicht werden. Entsprechende Kennzeichnungen können, im Datenblock 5 vereinbart, erfolgen.

Tabelle 2. Formmassennormen (Stand 03.2001)

Norm-Nr.	Ausgabe-Datum	Chemische Kurzbezeichnung	Werkstoff (Formmasse)
DIN EN ISO 2580 Teil 1 DIN EN ISO 2580 Teil 2	02.2003 05.2004	ABS	Acrylnitril-Butadien-Styrol
DIN EN ISO 1874 Teil 1 DIN EN ISO 1874 Teil 2	02.2001 04.2005	PA	Polyamid
DIN EN ISO 1873 Teil 1 DIN EN ISO 1873 Teil 2	12.1995 12.2000	PP	Polypropylen
DIN EN ISO 4894 Teil 1 DIN EN ISO 4894 Teil 2	10.1999 10.1999	SAN	Styrol-Acrylnitril
DIN EN ISO 6402 Teil 1 DIN EN ISO 6402 Teil 2	02.2003 05.2004	ASA, AES, ACS	schlagzähe Acrylnitril-Styrol-Copolymere außer ABS
DIN EN ISO 7792 Teil 1 DIN EN ISO 7792 Teil 2	10.2004 10. 2004	PET, PBT	Polyethylenterephthalat, Polybutylenterephthalat
DIN 16 780 Teil 1 DIN 16 780 Teil 2	01.1988 10.1990		Thermoplastische Formmassen aus Polymergemischen
DIN EN ISO 9988 Teil 1 DIN 16781 Teil 2	01.1988 01.1989	POM	Polyoxymethylen (siehe auch ISO 9981)
DIN EN ISO 1622 Teil 1 DIN EN ISO 1622 Teil 2	10.1999 10.1999	PS	Polystyrol
DIN 7742 Teil 1 DIN 7742 Teil 2	01.1988 11.1990	CA, CP, CAB	Celluloseester
DIN EN ISO 7391 Teil 1 DIN EN ISO 7391 Teil 2	10.1999 10.1999 E 03.2004	PC	Polycarbonat
DIN 7745 Teil 1 DIN 7745 Teil 2	07.1986 04.1989	PMMA	Polymethylmethacrylat (siehe auch ISO 8257)
DIN EN ISO 1060 Teil 1 DIN EN ISO 1060 Teil 2	04.2000 04.2000	VC-Polymerisate	Mono- und Copolymere des Vinylchlorids
DIN EN ISO 1163 Teil 1 DIN EN ISO 1163 Teil 2	10.1999 10.1999	PVC-U	Weichmacherfreies Polyvinylchlorid
DIN EN ISO 2898 Teil 1 DIN EN ISO 2898 Teil 2	10.1999 10.1999	PVC-P	Weichmacherhaltiges Polyvinylchlorid
DIN EN ISO 2897 Teil 1 DIN EN ISO 2897 Teil 2	10.1999 05.2004	PS-I (SB)	Styrol-Butadien, (schlagzähes Polystyrol)
DIN EN ISO 1872 Teil 1 DIN EN ISO 1872 Teil 2	10.1999 12.2000 E 06.2004	PE	Polyethylen
DIN EN ISO 4613 Teil 1 DIN EN ISO 4613 Teil 2	10.1999 12.2004	E/VAC	Ethylen-Vinylacetat-Copolymere
DIN EN ISO 11542 Teil 1 DIN EN ISO 11542 Teil 2	02.2002 01.1999	PE-UHMW	Ultrahochmolekulares Polyethylen

Thermoplastische Formmassen nach DIN und ISO – Einteilung, Bezeichnung, kennzeichnende Prüfmerkmale

**Element
1.23**

Tabelle 2. (Fortsetzung)

Norm-Nr.	Ausgabe-Datum	Chemische Kurzbezeichnung	Werkstoff (Formmasse)
DIN EN ISO 13000 Teil 1 DIN EN ISO 13000 Teil 2	05.1998 05.1998	PTFE	Polytetrafluorethylen (Halbzeug)
DIN EN ISO 12086 Teil 1 DIN EN ISO 12086 Teil 2	E 4.2004 E 4.2004	PTFE	Polytetrafluorethylen (z.B. Formmassen)
DIN EN ISO 8986 Teil 1 DIN EN ISO 8986 Teil 2	10.1999 12.2000	PB	Polybuten
DIN EN ISO 10366 Teil 1 DIN EN ISO 10366 Teil 2	02.2003 05.2004	MABS	Methylmethacrylat/ Acrylnitril/Butadien/ Styrol
DIN EN ISO 15103 Teil 1 DIN EN ISO 15103 Teil 2	10.2004 10.2004	PPE	(modifizierte) Polyphenylether

Tabelle 3. Bezeichnung einer Formmasse (Beispiel PA 66 nach DIN EN ISO 1874)

freigestellt, z.B. Handelsname							
Benennungsblock							
Identifizierungsblock							
ISO ...	Kurzzeichen der Formmassen nach DIN EN ISO 1043-1 und Angaben über chemische Struktur und Zusammensetzung	Kennzeichnung der hauptsächlichlichen Anwendung oder des Verarbeitungsverfahrens	wesentliche Eigenschaften (Additive)	Zusatzinformationen	Kennzeichnende Eigenschaften		
					Kennzeichnende Eigenschaften	Art und Massenanteil an Füll- oder Verstärkungstoffen	Frei zu vereinbarende Kennzeichnungsmerkmale
Internationaler Normnummernblock	Datenblock 1	Datenblock 2		Datenblock 3	Datenblock 4	Datenblock 5	

Thermoplast ISO1874 – PA 66, M F H, 14 - 100, G F 35

Benennung	
Norm-Nummer	
Datenblock 1	Kurzzeichen nach DIN EN ISO 1043-1
Datenblock 2	Spritzgießen
	Brandschutzmittel
	Wärmealterungsstabilisator
Datenblock 3	Viskositätszahl
	Elastizitätsmodul
Datenblock 4	Glas
	Faser
	Massenanteil

Polyamid 66-Formmasse	PA 66	Datenblock 1	
für das Spritzgießen	M	Datenblock 2	1. Position
mit Brandschutzmittel	F	Datenblock 2	2. Position
mit Wärmealterungsstabilisator	H	Datenblock 2	3. Position
mit einer Viskositätszahl ¹⁾	14	Datenblock 3	1. Position
mit einem Elastizitätsmodul ²⁾	100	Datenblock 3	2. Position
mit Glasfasern	GF	Datenblock 4	1. und 2. Position
mit einem Masseanteil ³⁾	35	Datenblock 4	3. Position

Thermoplastische Formmassen nach DIN und ISO – Einteilung, Bezeichnung, kennzeichnende Prüfmerkmale

**Element
1.23**

Mit der Kurzbezeichnung ergeben sich für die kennzeichnenden Merkmale folgende Wertebereiche:

¹⁾	130	-	150	cm ³ /g
²⁾	9500	-	10500	N/mm ² (MPa)
³⁾	32,5	-	37,5	%

Bezeichnung: Thermoplast ISO 1874 – PA 66, MFH,14-100,GF35

Tabelle 4. Allgemeine Eigenschaften von Formmassen, Prüfvorschriften

Eigenschaft	Prüfung nach	PS	PS-I	SAN	ABS	ASA, AES, ABS	MABS	PMMA	PE	PP	PB	PE-UHMW	EVAC	POM	PET,PBT	PA	PC	Gemische	PVC-U	PVC-P	CA, CP, CAB
1. Rheologische Eigenschaften																					
Schmelze-Massefließrate	DIN EN ISO 1133	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Schmelze-Volumenfließrate	DIN EN ISO 1133	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Verarbeitungsschwindigkeit	DIN EN ISO 294-4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2. Mechanische Eigenschaften																					
Zug-Modul	DIN EN ISO 527-1,2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Streckspannung	DIN EN ISO 527-1, -2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Streckdehnung	DIN EN ISO 527-1, -2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
nominelle Bruchdehnung	DIN EN ISO 527-1, -2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Spannung bei 50% Dehnung	DIN EN ISO 527-1, -2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Bruchspannung	DIN EN ISO 527-1, -2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Bruchdehnung	DIN EN ISO 527-1, -2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Zug-Kriechmodul 1h	DIN EN ISO 899-1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Zug-Kriechmodul 1.000h	DIN EN ISO 899-1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Biege-Modul	DIN EN ISO 178	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Biege-Festigkeit	DIN EN ISO 178	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Charpy-Schlagzähigkeit	DIN EN ISO 179	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Charpy-Kerbschlagzähigkeit	DIN EN ISO 179	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Schlagzugzähigkeit	DIN EN ISO 8256	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Durchstoßfestigkeit	DIN EN ISO 6603-2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
3. Thermische Eigenschaften																					
Schmelztemperatur	DIN EN ISO 3146	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Glasübergangstemperatur	DIN EN 61006	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Formbeständigkeitstemp. 1,8 MPa	DIN EN ISO 75-1,2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Formbeständigkeitstemp. 0,45 MPa	DIN EN ISO 75-1,2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Formbeständigkeitstemp. 8 Mpa	DIN EN ISO 75-1,2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Vicat-Erweichungstemperatur	DIN EN ISO 306	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Längenausdehnungskoeffiz. Längs	ISO 1050	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Längenausdehnungskoeffiz. quer	ISO 1050	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Brennbarkeit/Entflammbarkeit	DIN EN 60695-11-20	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Entzündbarkeit	DIN EN ISO 4589-2,3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
● Kennzeichnende Eigenschaften von Formmassen und Prüfvorschriften ○ Eigenschaften																					

Anmerkung: Bei Überarbeitung der Formmassennormen wird die Bestimmung der Schmelze-Massefließrate MFR durch die Schmelze-Volumen-Fließrate ersetzt.

Thermoplastische Formmassen nach DIN und ISO – Einteilung, Bezeichnung, kennzeichnende Prüfmerkmale

**Element
1.23**

Tabelle 4. (Fortsetzung)

Eigenschaft	Prüfung nach	PS	PS-I	SAN	ABS	ASA, AES, ABS	MABS	PMMA	PE	PP	PB	PE-UHMW	ENAC	POM	PET, PBT	PA	PC	Gemische	PVC-U	PVC-P	CA, CP, CAB
4. Elektrische Eigenschaften																					
Relative Dielektrizitätszahl	IEC 250	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Dielektrischer Verlustfaktor	IEC 250	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
spez. Durchgangswiderstand	IEC 93	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
spez. Oberflächenwiderstand	IEC 93	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
elektrische Festigkeit	DIN EN 60243-1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Vergleichszahl d. Kriechwegbildung	DIN EN 60112	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
5. Sonstige Eigenschaften																					
Wasseraufnahme 24h in Wasser bei 23 °C	DIN EN ISO 62	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Wasseraufnahme Sättigungsvol. bei 23°C Wasserlag.	DIN EN ISO 62	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Wasseraufnahme Sättigungsvol. bei 23°C, 50% r.F.	DIN EN ISO 62	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Dichte	DIN EN ISO 1183	○	○	○	○	○	○	○	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6. Formmassespez. Eigenschaften																					
Restgehalt an Styrolmonomeren	ISO 2561	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Restgehalt an Acrylnitril	ISO 4581	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Gehalt an gebundenem Acrylnitril	DIN EN ISO 2580-2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Viskositätszahl	DIN EN ISO 1628-3	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Spannungsrisssbeständigkeit	DIN EN ISO 212088-2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Izod-Kerbschlagzähigkeit	DIN EN ISO 180	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Anwesenheit v. Nukleierungsmittel		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Aschegehalt (verst. u. gefüllte T.)	DIN EN ISO 3451-1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Feuchtegehalt	DIN EN ISO 15512	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Schubmodul	DIN EN ISO 6721-2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
log Dekrement	ISO 6721-2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Elektrolytische Korrosionswirkung	DIN 53489	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Brechungsindex	DIN EN ISO 489	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Oxidations-Induktionszeit	ASTM D 3895	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Vinylacetatgehalt	DIN EN ISO 4613-2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Shore-Härte	I DIN EN SO 868	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Temperatur für die Torsionssteifigkeit 300 MPa, bzw. 4,1 MPa	DIN ISO 458-2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Zugspannung bei 100% Dehnung	DIN EN ISO 527-2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Sulfatasche	DIN EN ISO 3451-1	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Weichmacherabgabe	DIN EN ISO 176	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Schüttdichte	DIN EN ISO 60	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

- Kennzeichnende Eigenschaften von Formmassen und Prüfvorschriften
- Eigenschaften

Anmerkung: Bei Überarbeitung der Formmassennormen wird die Bestimmung der Schmelze-Massefließrate MFR durch die Schmelze-Volumen-Fließrate ersetzt.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

2.1 Anforderungsprofile für Kunststoff-Formteile

© TecPart, 2007

Für eine gute und frühzeitig einsetzende Qualitätssicherung ist es von Vorteil, dass schon in der Anfrage-/Angebotsphase möglichst viele Details von erforderlichen und gewünschten Qualitätsmerkmalen bekannt sind.

Um schon beim Kundengespräch dem Anforderungsprofil des technischen Teiles entsprechende Einzelheiten festzuhalten, hat der **Arbeitskreis Managementsysteme** (AKM) die auf nachfolgender Seite vorgestellte Checkliste erarbeitet. Dieses Gespräch ist eine wesentliche Voraussetzung für die Erreichung einer optimalen Kundenzufriedenheit.

Diese Checkliste ist in der vorliegenden Form als Vorschlag anzusehen. Sie kann den Gegebenheiten des jeweiligen Verwenders angepasst werden.

Von der Angebotsbearbeitung bis hin zur Konstruktionsabteilung gibt sie die Möglichkeit, alle teilespezifischen Faktoren zu berücksichtigen, insbesondere diejenigen, die auf den Teilepreis Einfluss haben.

Erst wenn möglichst viele das Endprodukt betreffende Fragen gestellt und beantwortet werden, ist eine Beurteilung des gewünschten Qualitätsniveaus möglich.

Zum anderen gibt das systematische Abfragen anhand der Checkliste beim Verkaufsgespräch die Voraussetzung, die an das Kunststoffteil gestellten Anforderungen auf das Notwendige zu beschränken, um somit eine optimale Beratung des Kunden durchzuführen und seine Forderungen, Wünsche und Erwartungen zu erfahren.

Letztlich kann diese Checkliste dafür sehr wertvoll sein, dass der Kunde am Anforderungsprofil orientierte und damit vergleichbare Angebotsunterlagen erhält.

Eine möglichst umfassende Datensammlung erleichtert Anbietern und Kunden die Arbeit und ist mit die Grundlage für eine – in beider Interesse liegende – schnelle Angebotsbearbeitung.

Die Arbeit mit der Checkliste bietet eine Möglichkeit die Kundenforderungen und -wünsche sowie die Kundenzufriedenheit entsprechend der Forderung der DIN EN ISO 9001:2000 besser zu erfassen. Bezüglich der Kundenzufriedenheitsermittlung sollte die Checkliste entsprechend den betrieblichen Schwerpunkten erweitert werden.

Anforderungsprofile für Kunststoff-Formteile

Element
2.1

Teilnehmer _____ Datum _____
 _____ Ort _____

PROJEKT _____

Firma _____

Anschrift _____ Tel. _____

Formteilbenennung _____

Zeichnungs-Nr. _____ Muster, Modell _____

Verwendungs- und Einsatzzweck _____

Jahresbedarf _____ Losgröße _____

Gesamtbedarf _____

FORMTEIL

1. Beanspruchung kurz – lang
 1. Thermisch _____
 2. Mechanisch _____
 3. Chemisch _____
 4. Elektrisch _____
 5. Brandverhalten _____
 6. Sonst. Umwelteinfluss _____
2. Oberfläche _____
3. Nachbehandlung
 1. Z. B. konditionieren - drucken - lackieren-galvanisieren _____
 2. Test und Prüfverfahren _____
4. Wo nicht am Formteil
 1. Formtrennung _____
 2. Anbindung _____
 3. Auswerfermarkierung _____
 4. Entformungsschräge _____
 5. Grat _____
 6. Kennzeichnung _____
 7. Einfallstelle _____
5. Material
 1. Bescheinig. ü. Materialprüfung _____
 2. Material gelistet _____
 3. Chargenkennzeichnung - Dokumentation _____
 4. Recyclingfähigkeit, Umweltverträglichkeit _____
 5. Materialkennzeichnung auf dem Formteil _____
6. Farbe
 1. Farbvorlage _____
 2. Lichtbeständigkeit _____
7. Spezielle Anforderungen
 1. Toleranzen allgemein _____
 2. Sicherheitstechnik _____
 3. D-Teil ja/nein
 cmk 1,33 ; 1,67 ; 2,00
 cpk 1,00 ; 1,33 ; 1,67
 4. Pflichtenheft vorhanden/erstellen _____
 5. Konstruktion-FMEA Prozess-FMEA _____
 6. Ausfallquote PPM _____
 7. Weitere Anforderungen _____
8. Prüfung
 1. Gesetzlich vorgeschriebene Prüfungen _____
 2. Kunden-Prüfvorschriften _____
 3. Weitere Prüfungen _____
9. Verpackung _____
10. Versandart _____
11. Terminvorstellung
 1. Angebotsabgabe _____
 2. Modelle, Prototypen, Vorserien _____
 3. Erstmuster mit/ohne EMP _____
 4. Serienbeginn _____
12. Preisvorstellung _____
13. Sonstiges _____

WERKZEUG

1. Herstellverfahren für Formteil _____
2. Auslegung _____
3. Gesamtausbringung /Stück _____
4. Anspritztechnik _____
 z. B. Film - Stange - Tunnel - HK - 3 Platten
5. Formfachkennzeichnung _____
6. Teilekennzeichnung _____
 z. B. Symbole - Zul.-Nr. - Lieferanten-Nr. - Datumsuhr
 Materialkennzeichnung
7. Formwerkstoff-Qualität _____
 z. B. geeignet für Polieren – Ätzen – Verchromen
8. Oberflächenfinish _____
9. Werkzeug nach Betriebsnorm _____
10. Preisvorstellung _____
11. Konditionen _____
12. Sonstiges _____

Ableitung von Aussagen
 bezüglich spezieller Kundenerwartungen
 (Kundenzufriedenheit) nach speziellen
 betrieblichen Vorgaben.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

2.2 Mögliche Prüfungen an Kunststoff-Formteilen

© TecPart, 2007

Mögliche Prüfungen an Kunststoff-Formteilen

**Element
2.2**

GRUNDLAGE	ERGEBNIS	PRÜFUNGSART	RÜCKSCHLÜSSE (bei Nichterfüllung)
Referenz/ Freigabemuster	Hinweis auf korrekten Prozessverlauf	Visuelle Prüfungen (Element 1.10) 1. (attributive Merkmale, Auswahl)	
		1.1 Formteil-/Beschaffenheitsvergleich Anspritzpunkt/Anguss	Unkorrekte Dosierungs- oder Temperatureinstellung
		- Auswerfermarkierung	Werkzeug überladen Weißbruch Werkzeug- oder Massetemperatur zu hoch Werkzeugkühlung unzureichend Abkühlzeit (vor dem Ausstoßen) zu hoch Hinterschnitte Entformungsschrägen unzureichend Zykluszeit zu gering
		- Bindenaht	Werkzeug- oder Massetemperatur zu niedrig Werkzeugkühlung zu hoch Materialfeuchte zu hoch Schmelzindex zu niedrig Einspritzgeschwindigkeit zu langsam
		- Blasenbildung Brandflecken	Werkzeug- oder Massetemperatur zu hoch Materialfeuchte zu hoch Werkzeugkühlung unzureichend Werkzeugentlüftung unzureichend Einspritzgeschwindigkeit zu schnell
		- Beschädigungen/ - Deformierungen	Handlingfehler Maschinenentsorgung fehlerhaft Abkühlzeit zu gering Verpackungsfehler Zykluszeit zu gering Werkzeugtemperatur zu hoch
		- Einfallstellen	Massetemperatur zu hoch Werkzeugkühlung unzureichend Wandstärkenverhältnisse zu groß
		- Fließlinien	Spritzgeschwindigkeit unzureichend Massetemperatur zu niedrig Werkzeugkühlung zu hoch Materialentmischung Materialfeuchte zu hoch Schmelzindex zu niedrig Zykluszeit zu gering

Mögliche Prüfungen an Kunststoff-Formteilen

**Element
2.2**

GRUNDLAGE	ERGEBNIS	PRÜFUNGSART	RÜCKSCHLÜSSE (bei Nichterfüllung)
		- Fremdmaterialeinschlüsse - Farbe - Gratbildung - Kratzer/Riefen - Oberflächenverschmutzungen - Oberflächenbild (Struktur) - Schwimmhaut - Vollständigkeit (Voll ausgespritzt)	Spritzdüse/Schnecke unzureichend gereinigt Materialzufuhrsystem ungeschützt Materialverunreinigungen Mischungsverhältnis unkorrekt Material überhitzt Masterbatchtype falsch Materialeinfärbung (Originalmaterial) fehlerhaft Verschleiß oder Beschädigung der Formtrennungen Werkzeug überladen Schmelzindex zu hoch Werkzeugzuhaltekraft zu gering Formbeschädigung Maschinenentsorgung fehlerhaft Handlingfehler Werkzeugsystem undicht (Öl/Wasser) Werkzeug verunreinigt Maschinenentsorgungssystem verunreinigt Formbelag Werkzeugverschleiß Ursachen wie Gratbildung Werkzeugkerne unzureichend abgestimmt Dosierung unzureichend Werkzeug- oder Massetemperatur zu niedrig Werkzeugkühlung zu hoch Spritzdüse, Heißläufer, Angusskanal nicht frei Zykluszeit zu gering
Anbauteile Funktionsmuster Gut-/Schlecht-Lehren	Hinweis auf korrekte Prozesseinstellung	1.2 Funktions-/Zusammenbauprüfung - Lehrenprüfung - Optische Prüfungen (Konturenvergleich-Profilprojektor) Schwindung/Schrumpfung/Verzug (Element 1.12, DIN 16 901)	In der Regel Einfluss über Druckregime, Verarbeitungstemperatur oder Verarbeitungsgeschwindigkeiten.
Funktionsvorgaben Spezifikationen Normen	Hinweis auf korrekte Materialverwendung	1.3 Funktionsprüfungen - Beständigkeit chemisch (z. B. Verträglichkeitstests) - mechanisch (z. B. Stapel-/Verpackungsfestigkeit) - natürliche und künstliche Einflüsse (z. B. Licht-/Umweltfaktoren) - Dichtheit bei Hohlkörpern	Falsches oder unreines Material Regeneratzusatz (ggf. Verarbeitungsfehler) Innere Spannungen Verarbeitungsfehler

Mögliche Prüfungen an Kunststoff-Formteilen

**Element
2.2**

GRUNDLAGE	ERGEBNIS	PRÜFUNGSART	RÜCKSCHLÜSSE (bei Nichterfüllung)
Normen Spezifikationen	Hinweis auf Einhaltung von Material- oder Verarbeitungsvorgaben.	2. Messende Prüfungen (variable Merkmale, Auswahl) 2.1 Maßprüfung (Längenmesstechnik) DIN 7168 (DIN ISO 2768 –1 und –2) DIN 16 901	Veränderung der Werkzeuggeometrie Fehlerhafte oder veränderte Prozesseinstellung Prozesseinflüsse
DIN EN ISO 1183	Bei statist. Auswertung:	2.2 Zerstörungsfreie Prüfungen	Unzureichende Prozesskonstanz
		- Gewichtsprüfung	Füllstoffschwankungen Kristallinitätsgrad/Lunkerbildung
	Hinweise auf Einflüsse oder Fähigkeiten des Fertigungsprozesses	- Dichtebestimmung (Element 1.3)	
		- Oberflächenbeschaffenheit (Element 1.10) (Gestaltungsabweichung/Rauheit)	Veränderung der Werkzeugoberfläche Verarbeitungsfehler Materialverunreinigungen/ Regeneratzusatz
DIN 5033 Bbl, T1-9 DIN 6173 DIN 67 530 DIN EN 2155-3,5		- Spannungsoptische Untersuchungen (für transparente Formteilmassen)	Materialverunreinigungen Verarbeitungsfehler
DIN EN ISO 13 468-1 DIN EN ISO 62		- Farbprüfungen (Element 1.5) Glanz (Element 1.10) Lichtbrechung Lichtdurchlässigkeit Transparenz	Materialverunreinigungen/ Regeneratzusatz Materialentmischung Formbelag Verarbeitungsfehler
Element 1.9		- Feuchtigkeit (Element 1.19, Element 1.20)	Quell-/Schrumpfungsvorgang nicht abgeschlossen, Maßveränderungen nachträglich möglich Gleichgewicht mit Umgebungsbedingungen Regeneratzusatz Thermische Materialschädigung
		- Röntgen-/Gamma-/Ultraschallprüfungen Gefügeuntersuchungen/Füllstoffverteilung	Material- oder Verarbeitungsfehler Material- oder Verarbeitungsfehler
Normprüfstäbe/-platten	Hinweis auf Einhaltung von	2.3 Prüfung des Formteils mittels ausgeschnittener Normstäbe oder Prüfplatten (Element 1.21)	
DIN EN ISO 527-1,2	Material- oder Verarbeitungsvorgaben	2.3.1 Mechanische Belastungen	Materialabbau im Fertigungsprozess Verlust von flüchtigen Materialbestandteilen Regeneratzusatz
DIN EN ISO 604 DIN EN ISO 178 DIN EN ISO 6721-2 DIN EN ISO 2039-1 DIN 53 505 DIN EN ISO 868 DIN EN ISO 6507-1 DIN EN ISO 180 DIN EN ISO 179 DIN EN ISO 8256 DIN EN ISO 899-1,2 DIN EN ISO 899-1,2 DIN EN ISO 22088-1 DIN EN ISO 22088-4 DIN EN ISO 22088-2		- Zugversuch - Druckversuch - Biegeversuch - Torsionsschwingungsversuch - Kugeldruckhärte (Element 1.7) - Shorehärte (Element 1.7) - Vickershärte - Schlagbiegeversuch IZOD - Schlagbiegeversuch CHARPY - Schlagzugversuch - Zeitstand-Zugversuch - Zeitstand-Biegeversuch - Spannungsrissbeständigkeit (Element 1.13)	

Mögliche Prüfungen an Kunststoff-Formteilen

**Element
2.2**

GRUNDLAGE	ERGEBNIS	PRÜFUNGSART	RÜCKSCHLÜSSE (bei Nichterfüllung)
DIN EN ISO 75 DIN 53464 DIN EN ISO 11357-1 DIN 53497 DIN 53498 DIN 53755 DIN EN ISO 2578		2.3.2 Thermische Belastungen - Formbeständigkeit in der Wärme (Element 1.17) - Warmlagerungsversuche (Element 1.17) - Thermische Analyse (DDK, TMA, TGA)	
DIN EN 60243-1,2 DIN EN 60093 DIN EN 60167 DIN EN 60093 DIN 53483-1,2,3 DIN EN 60 112 DIN EN ISO 22088-1 DIN EN ISO 6252 DIN EN ISO 175		2.3.3 Elektrische Belastungen - Elektrische Durchschlagfestigkeit - Oberflächenwiderstand Spezifischer Durchgangswiderstand - Dielektrische Eigenschaften - Kriechstromfestigkeit 2.3.4 Chemische Beanspruchungen - Spannungsrisssbeständigkeit (Element 1.13) - Verhalten gegen Flüssigkeiten einschl. Wasser (Element 1.19)	Materialverunreinigungen keine ausreichende Materialtauglichkeit, innere Spannungen
Materialproben DIN 53568-1,2 DIN EN SO 3451-1 DIN 53568-1,2 DIN EN ISO 1133 DIN EN ISO 1628-1, 2, 3 DIN 51 562-1,2,3 DIN EN ISO 1628-2 DIN EN ISO 307 DIN EN ISO 1157 DIN EN ISO 3146 DIN 53 742 DIN EN ISO 6427	Hinweis auf Einhaltung von Material- oder Verarbeitungs- vorgaben	2.4 Prüfungen des Formteils mittels herausgeschnittener Materialproben - Glührückstand/Glühverlust - Brandverhalten (Element 1.12) - Schmelze-Massefließrate MFR Schmelze-Volumenfließrate MVR - Viskositätszahl (Element 1.11 und Element 1.16) - Löslichkeit - Schmelztemperatur - Spektrometrische Untersuchungen - Extraktion	Unkorrekte Materialzusammensetzung Materialabbau im Fertigungsprozess Regeneratzusatz
DIN EN ISO 6603 DIN 53758 DIN 53759 DIN 53757 DIN 53756 DIN EN ISO 62 DIN EN ISO 4892-3 DIN 53386 DIN EN ISO 4892-2 DIN EN ISO 877		2.5 Zerstörende Prüfungen am ganzen Formteil - Fallversuch (Element 1.4) - Berstdruck - Zeitstands-Innendruckversuch - Zeitstands-Stapeldruckversuch - Lagerung in flüssigen oder gasförmigen Medien - Bewitterungen	Materialabbau im Fertigungsprozess Regeneratzusatz Materialverunreinigungen Keine ausreichende Materialeignung

Die Angaben zu den Prüfungen und Prüfmöglichkeiten erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Bei den Prüfnormen ist stets auf die aktuell gültige Fassung zurückzugreifen.

Bei den Rückschlüssen (Abweichungen von Prüfvorgaben) sind die häufigsten, bzw. wahrscheinlichsten Abweichungsursachen genannt.

Literaturhinweise:

Hellerich, W.; G. Harsch und S. Haenle
Werkstoff-Führer Kunststoffe. Carl Hanser Verlag München

Carlowitz, B.
Tabellarische Übersicht über die Prüfung von Kunststoffen. Giesel Verlag Isernhagen

Grellmann/Seidel: Kunststoffprüfung. Carl Hanser Verlag München

Störungsratgeber für Oberflächenfehler an thermoplastischen Spritzgußteilen
Kunststoff-Institut für die mittelständische Wirtschaft NRW GmbH, Lüdenscheid

DiagBes: Rechnergestütztes Programm zur Fehlerdiagnose und Fehlerursachenbeseitigung an Kunststoffteilen; Autoren: W. Parthum und M. Schlee, Kunststoff-Zentrum in Leipzig



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

2.3 Prüfliste zum Wärme-/ Kälteverhalten

© TecPart, 2007

Prüfliste zum Wärme-/Kälteverhalten

**Element
2.3**

Der Nachweis der Funktionstüchtigkeit im Wärme-, Kälte- und Wechseltemperaturverhalten von Einzelteilen und Baugruppen aus thermoplastischen Kunststoffen wird durch folgende Kriterien geführt:

Von den ausgeführten Prüfungen sind ggf. die entsprechenden Vergleichswerte bei Raumtemperaturen (im Allgemeinen 15 bis 35 °C bzw. bei Normalklima DIN EN ISO 291 – 23/50) zu ermitteln.

1 Angaben zum Formteil

1.1 Bezeichnung des Teils:

1.2 Anforderungen an das Fertigteil:

1.2.1 Statische Beanspruchung:

- max. einwirkende Kräfte _____ N
- Beschreibung der örtl. Belastung _____

1.2.2 Dynamische Beanspruchung:

- Schlagbeanspruchung _____ J
- Wechselbeanspruchung _____ N
- Frequenz der Lastwechsel _____ H_z

1.2.3 Temperaturbeanspruchung:

- max. Gebrauchstemperatur _____ °C
- min. Gebrauchstemperatur _____ °C
- max. Gebrauchstemp.-Differenz ΔT _____ K
- Dauer der Temperatureinwirkung _____ h

2 Prüfungen

2.1 Geprüft wird:

- das Fertigteil
- Probe aus dem Fertigteil
- Beschreibung der Entnahmestelle
der Probe aus dem Fertigteil
(evtl. Skizze) _____

2.2 Anzahl der Proben pro Auftrag: _____ Stück

2.3 Angaben zu den Prüfungen:

- max. Prüfungstemperatur _____ °C
- min. Prüfungstemperatur _____ °C

Prüfliste zum Wärme-/Kälteverhalten

**Element
2.3**

- max. Temperaturdifferenz ΔT _____ K
- durchschn. Temperaturhaltezeit _____ h
- Beschreibung des Aufheiz-/Abkühlvorgangs _____
- Prüfmedium _____
- Häufigkeit der Temperaturwechsel _____

2.4 Sichtprüfungen

2.4.1 Veränderung bei der Einwirkung von

- Wärme _____
- Kälte _____
- Wechseltemperatur _____

2.4.2 Veränderung nach der Einwirkung von*)

- Wärme _____
- Kälte _____
- Wechseltemperatur _____

2.4.3 Beurteilungskriterien bei der Sichtprüfung*)

- Veränderung von Form _____
- Veränderung von Farbe _____
- Veränderung von Oberflächengüte _____
- Auftreten von Rissbildungen _____

**) bezogen auf Raumtemperatur gemäß Angaben im Abschnitt 1.2 und 2.3*

- Auftreten von Ausschwitzungen _____
- Vergleich mit Beleg- oder Urmustern _____

2.5 Maßprüfungen

(Prüfmaße sind individuell festzulegen, evtl. Skizze beilegen)

Feststellung der Istmaße vor der Temperatureinwirkung*)

Feststellung der Istmaße nach der Temperatureinwirkung*)

Probennummer			
Gewicht			
Nennmaß			
Grenzabmaß			
Istmaß vor der Temperatureinwirkung			
Istmaß nach der Temperatureinwirkung			

2.6 Funktionsprüfungen *)

2.6.1 Funktionsprüfungen bei der Einwirkung von

- Wärme _____
- Kälte _____
- Wechseltemperatur _____

2.6.2 Funktionsprüfungen nach der Einwirkung von*)

- Wärme _____
- Kälte _____
- Wechseltemperatur _____

*) bezogen auf Raumtemperatur gemäß Angaben im Abschnitt 1.2 und 2.3

2.6.3 Beschreibung der Prüfungen (individuell aushandeln)

Die Beschreibungen in Form von Verfahrensanweisungen, Prüfanweisungen oder Ähnlichem wurden Bestandteil des Qualitätsmanagementsystems und sind im Qualitätsmanagementhandbuch erfasst.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

3.1 Qualitätsbezogene Kosten

Einleitung

Die Qualität ist in der internationalen Wettbewerbssituation gleichgewichtig zu den Kosten und den Terminen zu sehen. Die auf die Qualität bezogenen Kosten haben einen wesentlich größeren Einfluss auf den Erfolg des Unternehmens als allgemein angenommen. Wir können davon ausgehen, dass 5 bis 10 % der Kosten durch qualitätsbezogene Kosten entstehen.

Es ist deshalb wichtig, die qualitätsbezogenen Kosten zu erfassen, zu analysieren und Maßnahmen zum Senken dieser Kosten durchzuführen.

1 Definition der qualitätsbezogenen Kosten

In der zwischenzeitlich zurückgezogenen DIN EN ISO 8402, Ausgabe 08:1995 (ersetzt durch DIN EN ISO 9000) wurden die qualitätsbezogenen Kosten wie folgt definiert:

„Qualitätsbezogene Kosten sind diejenigen Kosten, welche durch das Sicherstellen und Sichern zufriedenstellender Qualität verursacht sind, als auch die Verluste infolge des Nichterreichens zufriedenstellender Qualität.“

Anmerkung 1: Qualitätsbezogene Kosten sind in einer Organisation gemäß deren eigenen Kriterien festgelegt.

Anmerkung 2: Einige Verluste mögen schwer erfassbar, können aber sehr bedeutsam sein, etwa ein Verlust an positiver Einstellung.“

2 Zweck und Anwendung

Die Erfassung der qualitätsbezogenen Kosten sollte im Rahmen der betrieblichen Kostenrechnung und mit möglichst geringem Extraaufwand erfolgen. Diese Kosten sollten periodisch über die betriebswirtschaftliche Kostenrechnung in Form von Grafiken, welche die Entwicklung über vorzugsweise 12 Monate gegenüber den definierten Zielen darstellen, erfasst werden.

Es ist weiterhin wichtig, dass diese Kosten schnell zur Verfügung stehen, um umgehend analysiert zu werden und mit der Geschäftsleitung entsprechende Maßnahmen zur Kostenreduzierung herbeizuführen.

Basis dafür ist jedoch, dass Ziele im Hinblick auf die drei qualitätsbezogenen Kostenarten entwickelt werden und die aktuelle Situation dagegen gestellt wird.

Dazu sollten Bezugsgrößen entwickelt werden, um innerhalb des Unternehmens objektive Vergleiche zwischen den einzelnen Abteilungen zu ermöglichen.

Arten von Bezugsgrößen sind z. B. Umsatz, Werkleistung, Herstellungskosten, Fertigungskosten, Anzahl der produzierten Einheiten etc.

3 Verfahren und Normen:

Struktur der qualitätsbezogenen Kosten:

Nach allgemeinem Verständnis werden die qualitätsbezogenen Kosten – siehe auch Anlage 1 – in die drei Kostenarten aufgegliedert:

- Fehlerverhütungskosten
- Prüfkosten
- Fehlerkosten

3.1 Fehlerverhütungskosten

Fehlerverhütungskosten sind alle die Kosten, die auftreten, um Fehler durch entsprechende vorbeugende Tätigkeiten und Maßnahmen zu verhindern.

Fehlerverhütungskosten können z. B. entstehen in:

- der Entwicklung und Konstruktion,
- der Materialwirtschaft,
- der Arbeitsvorbereitung,
- der Fertigung/der Montage,
- dem Vertrieb sowie
- dem Qualitätswesen.

Beispiele für Fehlerverhütungsmaßnahmen sind z. B. :

- Qualitätsplanung,
- FMEA,
- Design of experience (DOE),
- Fähigkeitsuntersuchung,
- Lieferantenbeurteilungen und Beratungen,
- Interne und externe Qualitätsaudits,
- Schulung des technischen Personals in Qualitätsmanagementsystemen,
- Qualitätsförderungsprogramme sowie
- die gesamte Lenkung des Qualitätswesens.

3.2 Prüfkosten

Prüfkosten beinhalten alle kalkulierten Aufwendungen für Personal, Einrichtung und Räumlichkeiten zur Durchführung von beispielsweise folgenden Prüfungen:

- Wareneingangsprüfungen,
- Fertigungsprüfung,
- Endprüfungen,
- Laboruntersuchungen,
- Qualitätsgutachten,
- Kalibrierung und Instandhaltung von Prüfmitteln sowie
- notwendige Prüfdokumentationen.

3.3 Fehlerkosten

Fehlerkosten enthalten alle nicht kalkulierten Kosten, die dadurch verursacht werden, dass Produkte, Verfahren und Dienstleistungen nicht die vereinbarten Qualitätsforderungen erfüllen.

Für die Erfassung der Fehlerkosten ist es sinnvoll, zwischen internen Fehlerkosten und externen Fehlerkosten zu unterscheiden. Die Unterscheidung zwischen internen und externen Kosten ist deshalb so wichtig, weil die externen Kosten neben dem reinen Geldwert auch noch immaterielle Nachteile wie Imageverlust oder sogar Verlust des Kunden nach sich ziehen können.

3.3.1 Interne Fehlerkosten

Das sind Kosten für Fehler, die intern noch vor der Auslieferung an den Kunden entdeckt werden. Die internen Fehlerkosten können z. B. entstehen durch:

- Ausschuss
- Nacharbeit
- Mengenabweichung
- Wertminderung
- Sortierprüfungen
- Wiederholungsprüfungen
- Problemuntersuchungen
- bedingte Ausfallzeiten

3.3.1 Externe Fehlerkosten

Das sind Kosten für Fehler, die erst in der Montage beim Kunden oder erst während des Gebrauchs festgestellt werden. Folgende Fehlerkosten („Mängelkosten“) können entstehen:

- Ausschusskosten
- Sortierkosten
- Nacharbeit
- Einbau eines Ersatzteiles sowie die vom Unternehmen zu tragende Fehlerfolgekosten (wie z.B. Prüfkosten, Prämien für Produkthaftpflichtversicherungen bzw.)

4 Kommentar

4.1

Die Forderungen aus den diversen Richtlinien zu (Qualitäts-)Management-Systemen z. B. nach Vorlage eines Geschäftsplanes, nach finanziellen Überlegungen zu QMS, nach einer Bewertung des QM-Systems, nach Zielvereinbarungen/Zielverfolgung, oder nach kontinuierlicher Verbesserung (KVP) u. Ä. Forderungen verlangen zur sinnvollen Umsetzung Daten zum „technischen Controlling“, also Daten, aus denen Produkte und Prozesse mittels Kosten bewertet werden können. Eine dieser geeigneten Größen sind die hier vorgestellten „Qualitätskosten“.

4.2

Leider ist es so, dass selbst exklusive Warenwirtschaftssysteme („BDE-Systeme“) noch immer nur durch eine Sonderprogrammierung diese Qualitätskosten erfassen und – entsprechend ausgewertet – wieder ausgeben können.

4.3

Q-Kosten sind meistens in anderen Kosten des Unternehmens integriert und stehen in der Regel in der vorgestellten Drei-Säulen-Struktur nicht zur Verfügung. In Anlage 2 finden Sie eine Checkliste, mit der Sie schnell die Stolpersteine der geplanten Installation eines Systems erkennen können.

4.4

Mit jeder Stufe des Herstellprozesses – von der Entwicklung über die Herstellung bis hin zur Auslieferung eines Produktes – können durch Fehler die Plankosten um ein Vielfaches höher werden.

Aus dieser Betrachtung heraus ergibt sich eindeutig, dass bereits beim ersten technischen Kundengespräch die qualitätsbezogenen Kosten beeinflusst werden. Es ist also sinnvoll, bei den Fehlerverhütungskosten anzusetzen, um die Prüf- und Fehlerkosten zu reduzieren. Allerdings muss darauf geachtet werden, dass die wirtschaftlichste Lösung für die technische Problemstellung gefunden wird.

4.5

Die Qualitätskostenberichte sollten zur Analyse von Trends und Schwachstellen genutzt werden. Aus den Schwachstellenanalysen leiten sich Maßnahmen zur Fehlerkostenreduzierung ab, die z. B. folgende Maßnahmen nach sich ziehen können: Personalumbesetzung im Fertigungsbereich, Anschaffung besserer Maschinen, Überholung von Fertigungseinrichtungen, Wechsel von Lieferanten, Einführung neuer Prüfmethoden, Verbesserung der Mitarbeiterschulungen, bessere Organisation von Fertigungs- und Prüfprozessen, Konstruktionsänderungen usw.

4.6

Ziel der Erfassung von qualitätsbezogenen Kosten kann also nicht die reine Erfassung sein, sondern es muss eine Reduzierung der qualitätsbezogenen Kosten durch Intensivierung der Fehlerverhütungsmaßnahmen – mit darauf basierender Reduzierung der Prüf- und Fehlerkosten – im Rahmen der definierten Qualitätspolitik des Unternehmens nach sich ziehen.

Beispiele zur Visualisierung der qualitätsbezogenen Kosten siehe Anlage 1 und 2.

4.7

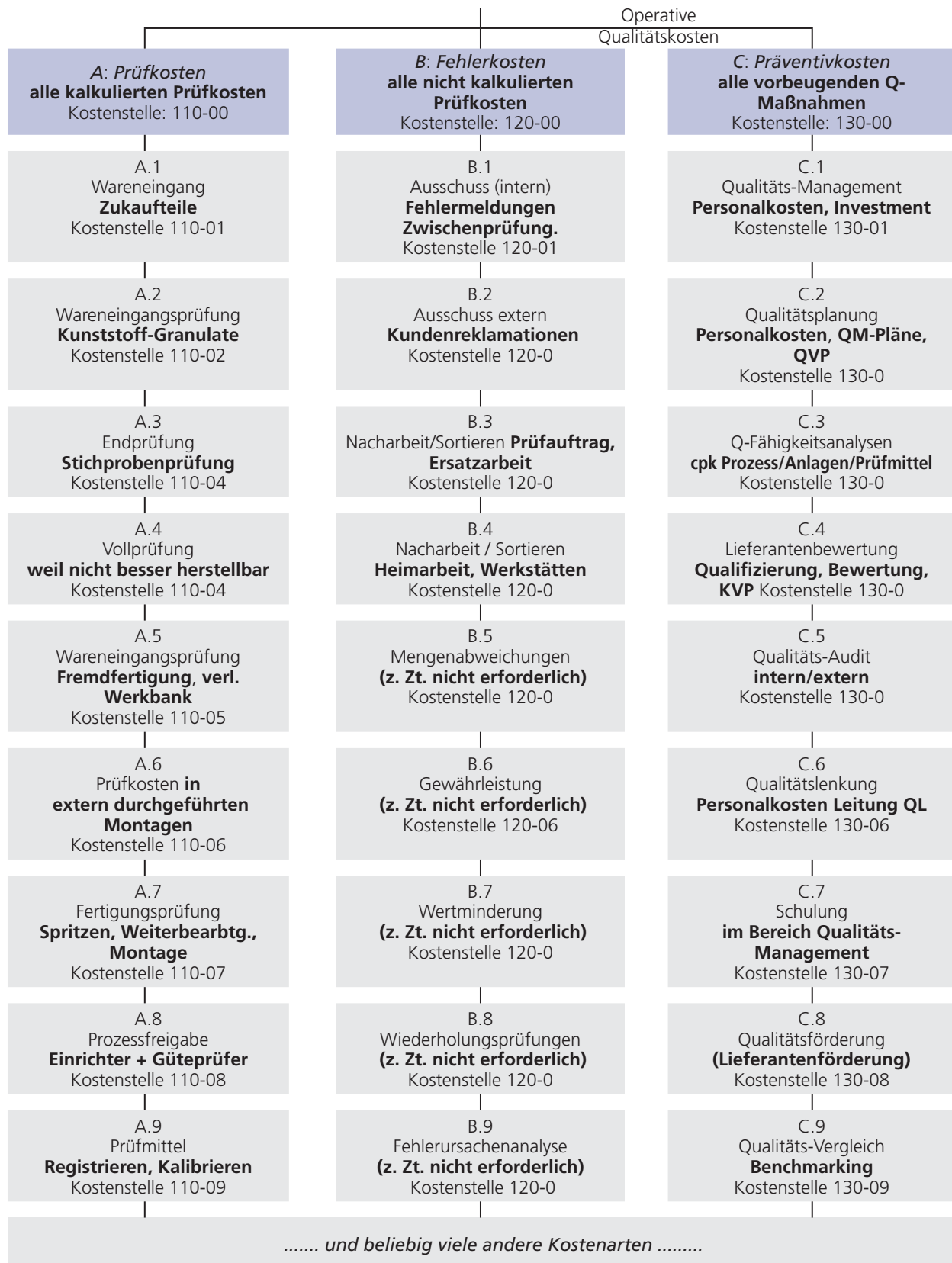
Als Nachweis für den externen Auditor über einen Vergleich Qualitätsbezogener Kosten mit den Kosten des Wettbewerbs kann hier der GKV-Betriebsvergleich (BAB) mit seinem Ergänzungsbogen genutzt werden.

5 Weiterführende Unterlagen

DIN EN ISO 9000	Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe
DIN EN ISO 9001	Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen
DIN EN ISO 9004	Qualitätsmanagementsysteme – Leitfaden zur Leistungsverbesserung
VDA 6.1	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Teil 1: QM-Systemaudit (siehe auch Element 5: Finanzielle Überlegungen zu QM-Systemen)
DGQ 14-18	Wirtschaftlichkeit durch Qualitätsmanagement
GKV	Kalkulationsrichtlinien für die Kunststoffverarbeitende Industrie 4. Auflage, Januar 2001, Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie e.V.
GKV:	Betriebsvergleich des Gesamtverband Kunststoffverarbeitende Industrie e.V. Ausschließlich GKV-Mitglieder haben die Möglichkeit zur Teilnahme; die Fragebogen werden über Notar eingesandt und anonymisiert, ebenso erhalten ausschließlich die Teilnehmer die Auswertungen über Notar zurück.

Anlage 1: Struktur der qualitätsbezogenen Kosten

Mögliche Struktur qualitätsbezogener Kosten



Anlage 2

Checkliste zur Erfassung der qualitätsbezogenen Kosten

Die folgenden 10 Fragen sollten zu jeder einzelnen Kostenart beantwortet werden können, wenn nicht mehrfach die Umsetzung wegen fehlender Daten abgebrochen werden soll:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. Ist die jeweilige Kostenart für mich überhaupt signifikant? | 2. Wie komme ich zu den Daten? |
| 3. Wer meldet aufgewendete Zeiten? | 4. Wohin werden diese Daten gemeldet? |
| 5. Wer wertet die Daten aus? | 6. Wie wird ausgewertet? |
| 7. Wer integriert den Q-Kostenbericht in die QMS-Bewertung? | 8. Wer setzt Zielvorgaben? |
| 9. Wer beschließt evtl. erforderliche Verbesserungsmaßnahmen? | 10. Wer überwacht deren Umsetzung? |

Pos. Im Q-Kosten-plan	Auftragsart	Kostenstelle	Festlegungen zu den o. g. 10 Fragen	Bis wann?	Wer?
A1.					
A2.					
A3.					
A4.					
A5.					
A6.					
A7.					
A8.					
A9.					
A10.					
B1.					
B2.					
B3.					
B4.					
B5.					
B6.					
B7.					
B8.					
B9.					
B10.					
C1.					
C2.					
C3.					
C4.					
C5.					
C6.					
C7.					
C8.					
C9.					
C10.					



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

3.3 Statistische Prozesslenkung – SPC

© TecPart, 2007

1 Definition

Um in der Serienproduktion mit hoher Qualität und Produktivität fertigen zu können, müssen die Fertigungsprozesse rechtzeitig geplant und installiert werden. Eine wichtige Voraussetzung zur dauerhaften Lieferung von qualitativ hochwertigen Produkten mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand ist der Nachweis der Prozessfähigkeit. Dieser findet im Rahmen der statistischen Prozesslenkung (SPC) statt.

Darüber hinaus kann dies, aus der mit SPC ermittelten Prozessfähigkeit, eine Vorhersage bezüglich der künftig zu erwartenden Qualitätslage ermöglichen.

Der Begriff SPC beschreibt ein auf statistische Methoden gestütztes Verfahren zur Beurteilung der Fertigungsprozesse und von Produkten. SPC ist anwendbar für messende (quantitative) Merkmale wie auch für Zählergebnisse (qualitative Merkmale).

Auf jeden Prozess wirken eine Vielzahl von Einflussgrößen, die sich im ersten Schritt auf zwei Arten aufteilen lassen:

- Zufällige Einflüsse (Verfahren)
- Systematische Einflüsse (Störgrößen)

Bei der am häufigsten benutzten Regelkarte für messende Merkmale, der Shewart-Regelkarte (x-R oder x-s-Karte) kann über die Eingriffsgrenzen zwischen zufälligen Einflüssen (Störgrößen) und systematischen Einflüssen unterschieden werden. Bei Überschreitung der Eingriffsgrenzen handelt es sich um systematische Einflüsse, die dann durch geeignete Maßnahmen korrigiert, beseitigt bzw. nachgestellt werden müssen.

Erfolgreich ist diese Methode jedoch nur, wenn der Prozess beherrscht ist, d.h. dass sich die Parameter der Merkmalswerte (Mittelwert und Streuung) nur in den bekannten Grenzen oder in der bekannten Form ändern.

Bei Anwendung der statistischen Prozesslenkung ist weiterhin auf die Fähigkeit der Messmittel zu achten.

Verfahren

Über die **Kurzzeitfähigkeitsuntersuchung** (Kennwerte: c_m , c_{mk}) ist eine vorläufige Aussage über die Eignung der Fertigungseinrichtung möglich. Da diese oft zur Abnahme von Einrichtungen oder Maschinen herangezogen wird, wird sie auch Maschinenfähigkeit genannt.

Einflüsse von außen, wie Material, Mensch, Methode und Umwelt sollten hier nicht verändert werden. I. d. R. werden 50 Teile zu 10 Stichproben à 5 Teile aufgeteilt und diese bewertet.

Bei der **vorläufigen Prozessfähigkeit** (Kennwerte: P_p , P_{pk}) ist die Stichprobenanzahl soweit zu erhöhen (z.B. 20–25), dass auch äußere Einflüsse zum Tragen kommen. Auf Grundlage der dabei ermittelten Werte kann die Prozessfähigkeit ermittelt werden (Verteilungsform, Varianzanalyse usw.).

Zur Absicherung der Ergebnisse ist nach längerer Produktionsdauer (z. B. 20 Tage) nochmals die Prozessfähigkeit, *Langzeitprozessfähigkeit* (Kennwerte: c_p , c_{pk}), zu ermitteln. Innerhalb dieser Zeit sollten die meisten Störgrößen wirksam geworden sein.

Normen und Vorschriften

Je nach Fertigungsverfahren, Kundenforderungen, Merkmalsart und Verteilungsform der Werte kommen unterschiedliche Regelkarten und somit auch unterschiedliche Formeln für die Berechnung der Eingriffsgrenzen zur Anwendung.

Die am häufigsten angewendeten Regelkarten sind die

- Shewart-Regelkarte (Messwerte) und
- Annahmekarte (Zählergebnisse)

Die gängigsten Regelwerke sind:

DGQ 16-32	SPC 2 – Qualitätsregelkartentechnik; Leitfaden
DGQ	Anleitung zur Qualitätsregelkarte und zur Fehlersammelkarte
VDA 4	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Sicherung der Qualität vor Serieneinsatz – Sicherung der Qualität während der Produktrealisierung – Methoden und Verfahren Serieneinsatz
VDA 6	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Grundlagen für Qualitätsaudits – Zertifizierungsvorgaben für VDA 6. 1, VDA 6.2, VDA 6.4 auf Basis der ISO 9001
VDI/VDE/DGQ 2619	Prüfplanung
DIN EN ISO 10012	Messmanagementsysteme – Anforderungen an Messprozesse und Messmittel

4 Kommentar

Die statistische Prozesslenkung (SPC) entstand ursprünglich aus der mechanischen Fertigung (z. B. spanabhebende Bearbeitung).

Beim Spritzgießen von Formteilen treten hier allerdings wegen der komplizierten Zusammenhänge im Prozess (Maschine, Material, Mensch, Werkzeug, Umwelt) größere Probleme auf.



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

3.4 Überprüfung der Qualitäts- fähigkeit von Zulieferern

- A) Lieferantenauswahl und Zulassung**
- B) Beurteilung der Lieferqualität**

© TecPart, 2007

Überprüfung der Qualitätsfähigkeit von Zulieferern

A) Lieferantenauswahl und Zulassung

B) Beurteilung der Lieferqualität

Element 3.4

Die Hersteller von Kunststoffprodukten sollten die Qualitätsfähigkeit ihrer Zulieferer überprüfen und sicherstellen. Dies liegt im eigenen Interesse im Hinblick auf die Produzentenhaftung, Erfüllung von Kundenforderungen sowie Liefersicherheit und Wirtschaftlichkeit. Die Kernaussagen der gültigen Normen und Regelwerke sind nachfolgend eingerahmt.

Durch geeignete Lenkung der Beschaffungsprozesse ist sicherzustellen, dass das beschaffte Produkt/ Dienstleistung, Rohstoffe, Werkzeuge, Verpackungen usw. den festgelegten Qualitätsforderungen entspricht. Durch Zertifizierung nachgewiesen.

Art und Umfang der Lenkungsmethoden hängen ab vom Einfluss des beschafften Produktes auf das Endprodukt.

A) Lieferantenauswahl

Die Auswahl des Lieferanten, falls nicht vom Kunden vorgeschrieben, sollte sich nach folgenden Kriterien richten:

Es müssen Lieferanten ausgewählt und bewertet werden, die fähig sind, Produkte entsprechend den Forderungen zu liefern.

Kriterien für die Qualifizierung und regelmäßige Bewertung unter Berücksichtigung des Einflusses des zugelieferten Produktes auf die Qualität des Endproduktes sind aufzustellen. (Siehe Muster A)

Für alle Produkte/ Dienstleistungen die an Kunden verkauft werden, hat das Unternehmen eine Auswahl von Lieferanten nach deren Qualitätsfähigkeit festzulegen. Für diese stets produktabhängige Auswahl und Qualifizierung von Lieferanten ist ein ständig aktualisiertes System einzuführen, dessen Ziel ein Dokument (z.B. in Form einer „Liste der zugelassenen Lieferanten“) ist.

B) Lieferqualität

Zur Bewertung der Lieferqualität sind nachstehende Kriterien hilfreich:

- Reklamationsrate und Termintreue: Hier werden sehr häufig die Bewertungs- und Berechnungsverfahren nach VDA Band 2 angewendet bzw. diese firmenspezifisch angepasst.
- Beurteilung von Erstmustern
- Ergebnisse aus Produkt-/ Prozessaudits
- Rückmeldungen aus der Produktion

Die Gesamtbewertung eines Lieferanten erfolgt anhand der Wareneingangsprüfergebnisse aller Produkte sowie durch eine gewichtete Zusammenfassung der obigen Kriterien zu einer Qualitätskennzahl (QZ), die dem Lieferanten turnusmäßig mitgeteilt werden sollte.

Übliche Klassierungen sind:

QZ > 90 % = A-Lieferant,

QZ 80–90 % = B-Lieferant,

QZ < 80 % = C-Lieferant.

Bei B- und C-Lieferanten sind Verbesserungsmaßnahmen einzufordern.

Überprüfung der Qualitätsfähigkeit von Zulieferern

A) Lieferantenauswahl und Zulassung

B) Beurteilung der Lieferqualität

Element 3.4

Zusätzliche Kriterien für die Bewertung der Lieferanten können sein:

- Innovation
- Kulanz
- Fachliche Kompetenz
- Preispolitik/Anpassung an Marktveränderungen
- Know-how
- Service/Zusammenarbeit (siehe Muster B)

Kommentar

Zu A)

Aufwendige, ausschließlich systembezogene Audits sind weniger angebracht und werden in der Regel den Zertifizierungsgesellschaften überlassen. Dadurch wird eine Konzentration auf produkt- und prozessbezogene Auditierung möglich, was inzwischen auch praxisüblich ist. Mittlerweile Standardcharakter haben die Empfehlungen der Automobilindustrie (VDA), die sich – auch branchenübergreifend – gut als Richtschnur für die Überprüfung der Qualitätsfähigkeit von Lieferanten eignen.

Zu B)

Eine Aussage zur Qualitätsfähigkeit eines langjährigen Lieferanten kann man relativ einfach bekommen. Die Befragung erfahrener Mitarbeiter, die mit der Beschaffung oder Weiterverarbeitung der Zulieferprodukte zu tun haben, Kundenempfehlungen oder Vorortbesichtigungen der Produktion vor Vertragsabschluss sind schon recht brauchbar und reichen in Einzelfällen auch aus.

Neben der traditionellen Musterprüfung als erstmaliger Nachweis für die geforderte Produktqualität sind später Lieferbewertungen z. B. auf Basis von Qualitätskennziffern (ppm) zu empfehlen, um sich stets ein Bild von der Qualitätsfähigkeit des Lieferanten machen zu können.

Literaturhinweise

DIN EN ISO 9000	Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe
ISO/TS 16949	Qualitätsmanagementsysteme – Besondere Anforderungen bei Anwendung von ISO 9001:2000 für die Serien- und Ersatzteil-Produktion in der Automobilindustrie
VDA 2	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Sicherung der Qualität von Lieferungen – Lieferantenauswahl, Qualitätssicherungsvereinbarung, Produktionsprozess- und Produktfreigabe, Qualitätsleistung in der Serie, Deklaration von Inhaltsstoffen

Überprüfung der Qualitätsfähigkeit von Zulieferern
A) Lieferantenauswahl und Zulassung
B) Beurteilung der Lieferqualität

Element
3.4

VDA 6	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Grundlagen für Qualitätsaudits – Zertifizierungsvorgaben für VDA 6. 1, VDA 6.2, VDA 6.4 auf Basis der ISO 9001
VDA 6.3	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Prozessaudit; Produktentstehungsprozess, Serienproduktion, Dienstleistungsentstehungsprozess, Erbringung der Dienstleistung
VDA 6.5	Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Produktaudit
DGQ-Band 12-31	Wirksame Managementsysteme – Mit internen Audits Verbesserungspotenziale erschließen

Anhang: Muster A und Muster B

Überprüfung der Qualitätsfähigkeit von Zulieferern

A) Lieferantenauswahl und Zulassung

B) Beurteilung der Lieferqualität

**Element
3.4**

Anhang: Muster A (Beispiel)

Kriterien für die Qualifizierung und regelmäßige Beurteilung des Lieferanten unter Berücksichtigung der gelieferten Produkte.

Kriterien	Punktevergabe		
	10	5	0
	😊	😐	😞
Lieferantenselbstauskunft *1			
Vor Ort Audit (nur bei Bedarf)			
Herstellbarkeitsanalyse vorhanden			
Erstmuster mit Prüfbericht			
Ergebnisse aus Produkt-/Prozessaudits			
Rückmeldungen aus der Produktion			
Zwischensumme (ohne Audit)			
Reklamationsrate und Termintreue *2			
Summe gleich Gesamtqualitätskennzahl			

Einstufung: QZ > 90 % = A-Lieferant
 QZ 80–90 % = B-Lieferant
 QZ < 80 % = C-Lieferant

Beispiel für die Punktevergabe:

*1 Lieferantenselbstauskunft und zertifiziert	als A Lieferant eingestuft
Selbstauskunft alle Fragen ja aber nicht zertifiziert	als B Lieferant eingestuft
Selbstauskunft teilweise mit nein beantwortet	als C Lieferant eingestuft (keine Zulassung)
*2 Alle Lieferungen i. O. und termintreu	50 Punkte
Alle Lieferungen i. O. Terminabweichung ± 5 Tage	40 Punkte
Lieferungen nicht i. O. Termintreu bzw. abweichend	20 Punkte

Überprüfung der Qualitätsfähigkeit von Zulieferern
A) Lieferantenauswahl und Zulassung
B) Beurteilung der Lieferqualität

**Element
3.4**

Anhang: Muster B

(Beispiel)

In die Lieferantenbewertung können weitere Faktoren mit einbezogen werden. Hierbei sind subjektive Eindrücke und Einflüsse nicht zu vermeiden. Daher sollte dies nur eine zusätzliche Bewertung sein.

Einflussfaktoren	Punkte nach Schulnoten					
	1	2	3	4	5	6
Innovation des Lieferanten						
Fachliche Kompetenz						
Know-how						
Service (Zusammenarbeit)						
Preispolitik						
Anpassung an Marktveränderungen						
Kulanz						
Summe Qualitätskennzahl						

Einstufung: QZ 6 bis 12 Punkte = A-Lieferant
 QZ 13 bis 20 Punkte = B-Lieferant
 QZ 21 bis 36 Punkte = C-Lieferant



TecPart



TecPart

Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

3.5 Prozess-FMEA Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss- Analyse (Failure Mode and Effects Analysis) für Spritzgieß- und Folgeverfahren

© TecPart, 2007

Prozess-FMEA Fehler-Möglichkeits- und Einfluss-Analyse (Failure Mode and Effects Analysis) für Spritzgieß- und Folgeverfahren

Element
3.5

1 Definition und Abgrenzung

Die **Prozess-FMEA** betrachtet die Abläufe zur Herstellung eines Produktes. Dabei werden die möglichen Abweichungen (Fehler) betrachtet, deren Folgen am Produkt, der Einflussfaktoren (Ursachen) Mensch, Methode, Maschine/Werkzeug, Material und Mitwelt und die Maßnahmen zur Sicherstellung der Abläufe und Tätigkeiten.

Bei diesem Leitfaden wird davon ausgegangen, dass der Werkstoff im Anlieferzustand im prozessfähigen Zustand ist. Siehe „Statistische Prozessregelung – SPC“ (Element 3.3). Arbeitsgänge die zur Aufbereitung des Werkstoffes durchgeführt werden (z. B. Trocknen, Einfärben, usw.) sind Teil der Prozess-FMEA.

In der Anlage 1 ist ein Beispiel eines Formblattes dargestellt. Üblicherweise wird derzeit das Formblatt nach AIAG 3rd Edition oder das VDA Formblatt 1996 verwendet. Die Inhalte der Formblätter sind nahezu identisch. Sie unterscheiden sich jedoch in der Reihenfolge der Spalten.

System-FMEA: Die System-FMEA ist eine strukturierte Durchführung der FMEA um Zusammenhänge zwischen Produkteigenschaften, der Prozessabläufe und der möglichen Ursachen darzustellen.

2 Zweck

FMEA ist ein wirksames Instrument zur Fehlervermeidung und Kostenreduzierung. Sie sollte frühzeitig, normalerweise bei Auftragserteilung, erstellt werden. Liegt eine Konstruktions-FMEA vor, so sollte die Prozess-FMEA auf dieser aufbauen.

Die FMEA ist eine vorausschauende, lückenlose Untersuchung aller denkbaren Fehlerarten, Fehlerursachen und Auswirkungen, die auf das Produkt durch die Produktionsmittel und die Arbeitsabläufe bis zum Versand Einfluss haben könnten.

Hauptinhalte der Prozess-FMEA:

- Auffinden von potentiellen Schwachstellen in den Abläufen und Tätigkeiten,
- Feststellen von möglichen Ursachen für die Schwachstellen und der Auswirkungen,
- die auf der Ursachen- und Auswirkungsanalyse basierende Risikobewertung mit der Möglichkeit, die Auftretenswahrscheinlichkeit der Ursachen und die Schwere der Auswirkungen quantifizieren zu können (Hierbei werden die derzeitigen vorhandenen Maßnahmen zur Vermeidung oder Entdeckung der Fehlerursachen / Fehler mit einbezogen),
- die Nutzung der Risikoprioritätszahlen als Auswahlkriterien für die Durchführung von Prozessoptimierungen in einer frühen Konzeptphase,
- Dokumentation und Verfolgung von Optimierungsmaßnahmen sowie Bewertung deren Wirksamkeit.

**Prozess-FMEA
Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse
(Failure Mode and Effects Analysis) für Spritzgieß- und Folgeverfahren**

**Element
3.5**

Die Bewertungskriterien sind:

$B = FF$ Schwere der Fehlerauswirkung (Fehlerfolge)

$A = U - V$ Wahrscheinlichkeit des Auftretens der Ursache –
Wirksamkeit der Vermeidungsmaßnahmen

$E = 10 - P$ Wahrscheinlichkeit der Entdeckung; Güte der Prüfmaßnahme

Heraus bildet sich die Risiko-Prioritätszahlen $B \times A \times E = RPZ$, die Ausgangspunkt zur Korrektur und Verbesserung des Prozesses sind.

3 Verfahren

3.1 Vorbereitung

Durch ein fachkundiges Team (Fertigungsvorbereitung, Produktion und Qualitätssicherung) ist

- der Fertigungsprozess,
- das Produktionsmittel,
- der Arbeitsablauf bis zum Versand

festzulegen. Im Normalfall wird dieses Team durch die Fertigungsplanung einberufen, die auch die Durchführung der FMEA koordiniert und die spätere Realisierung kontrolliert.

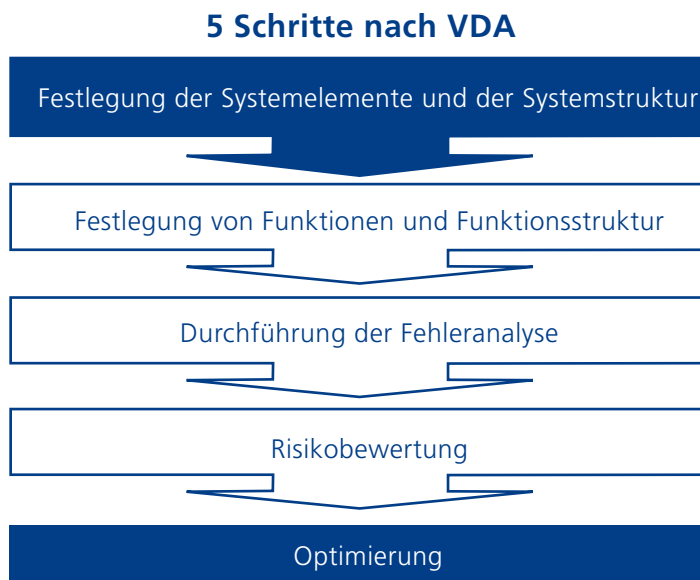
Sie ist mit der Prozessplanung der erforderlichen Produktions- und Prüfeinrichtung zu beginnen und rechtzeitig vor Installation der serienmäßigen Fertigungseinrichtungen abzuschließen.

Prozess-FMEA Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (Failure Mode and Effects Analysis) für Spritzgieß- und Folgeverfahren

Element
3.5

3.2 Vorgehensweise

Zur Erstellung einer System-FMEA-Prozess sind 5 Schritte zu durchlaufen. Die einzelnen Schritte werden im weiteren beschrieben.



3.2.1 Systemelemente und Systemstruktur

Die Systemstruktur zeigt die Zusammenhänge zwischen Produkt, den Herstellungselementen und deren Einflussfaktoren auf.



Prozess-FMEA Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (Failure Mode and Effects Analysis) für Spritzgieß- und Folgeverfahren

Element
3.5

3.2.2 Funktionsanalyse und Funktionsstruktur

Die Funktionsanalyse und Ermittlung der Funktionsstruktur zeigt die Zusammenhänge der Produkteigenschaften, der Prozessschritte und deren Einflüsse (siehe auch Anlage 4).



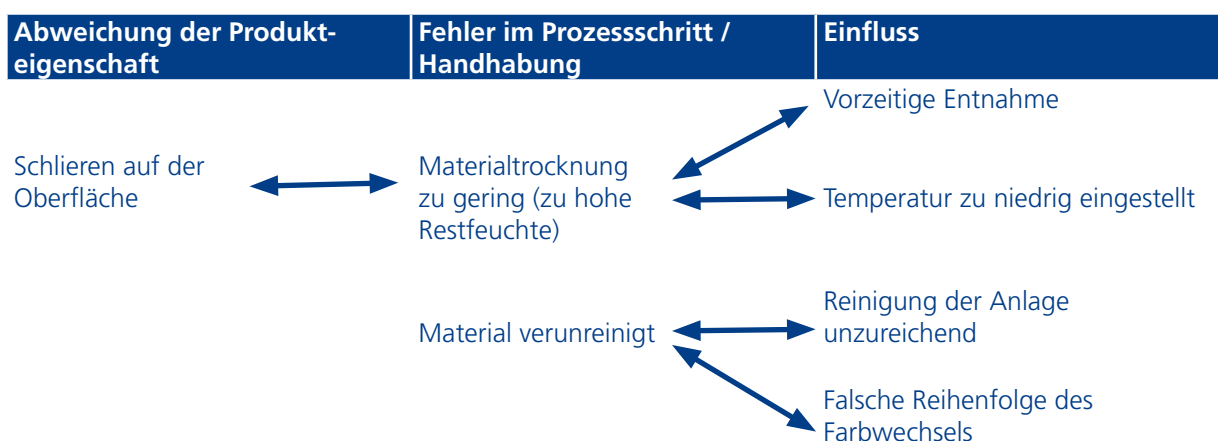
Die Fragestellungen zu den Prozessfunktionen sind:

- Welche Prozessschritte werden durchgeführt?
- Welche sonstige Handhabung des Bauteils wird geleistet?

Die Informationen sind u.a. folgenden Unterlagen zu entnehmen:

- Arbeitsplan / Prozessablaufplan mit Schnittstellen zu anderen Prozessen
- Technische Unterlagen über Prozesse, Werkzeuge, ...
- Bauteilzeichnung

3.2.3 Fehleranalyse und Fehlerstruktur



Prozess-FMEA Fehler-Möglichkeits- und Einfluss-Analyse (Failure Mode and Effects Analysis) für Spritzgieß- und Folgeverfahren

Element
3.5

Die Zusammenhänge zwischen Funktionen, deren Auswirkungen und deren Ursachen zeigt die Ursachen-Wirkungs-Kette.

Fehlerfolge	Fehler	Ursache			Produkt
	Schlieren auf der Oberfläche	Material-trocknung zu gering			
	★				
Fehlerfolge	Fehler	Ursache			Spritzprozess
	Schlieren auf der Oberfläche	Material-trocknung zu gering	Temperatur falsch eingestellt		
			★		
Fehlerfolge	Fehler	Ursache			Mensch
		Material-trocknung zu gering	Temperatur falsch eingestellt		

3.2.4 Risikobewertung

Vor Durchführung der quantitativen Bewertung werden die derzeitigen Maßnahmen hinsichtlich Vermeidung der Ursache/Fehler und der Erkennung von Ursachen/Fehler aufgezeigt.

3.2.4.1 Bildung der Risikozahl

Die Einzelbewertungen werden mit einer Kennzahl von 1–10 durchgeführt, wobei 10 die schlechteste Bewertung und 1 die beste bedeutet.

Bewertung der Auswirkung (Fehlerfolge) B:

Es wird davon ausgegangen, dass der Fehler beim Kunden oder nächsten Prozessschritt ankommt.

=> Welche Auswirkung hat der aufgetretene Fehler auf das Kundensystem (Produkt) oder auf den nachfolgenden Prozessschritt?

Bewertung der Auftretenswahrscheinlichkeit A (A = U – V):

Die Fragestellung ist: Wie wahrscheinlich ist es, dass die Fehlerursache unter Berücksichtigung der Vermeidungsmaßnahmen auftritt?

Bewertung der Entdeckungswahrscheinlichkeit E (E = 10 – P):

Fragestellung: Angenommen, der Fehler ist aufgetreten: Mit welcher Wahrscheinlichkeit kann die Fehlerursache oder der Fehler mit der Prüfmaßnahme entdeckt werden? Werden keine Prüfmaßnahmen durchgeführt ist somit die höchste Punktzahl zu verwenden.

$$RPZ = A \times B \times E$$

Prozess-FMEA Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (Failure Mode and Effects Analysis) für Spritzgieß- und Folgeverfahren

Element
3.5

Aus der Multiplikation dieser drei Zahlen ergibt sich die Risiko-Prioritätszahl.

Die Beurteilung ist vollkommen abhängig von dem Produkt und dem Prozess, für den die FMEA erstellt wird, so dass die Bewertung nach der Skala 1–10 durchaus von Fall zu Fall unterschiedlich sein kann. Es empfiehlt sich, auf Grundlage von Kundentabellen oder Tabellen von Organisationen (z. B. VDA, siehe Anlage 3) eine betriebspezifische Tabelle anzulegen.

Es gibt keine Regel, ab wann und ab welcher Größenordnung der Risiko-Prioritätszahl (RPZ) unbedingt Abstellmaßnahmen ergriffen werden müssen.

Die Festlegung und Umsetzung von Abstellmaßnahmen hängt im Wesentlichen von der Wirksamkeit (Reduzierung eines Risikos) gegenüber dem eingesetzten Aufwand für die Maßnahme ab.

Sehr oft wird die Grenze, ab der Abstellmaßnahmen ergriffen werden müssen, bei einer RPZ von > 100 gelegt.

3.2.5 Optimierung

Hohe Werte für A weisen darauf hin, dass die Vermeidungsmaßnahmen nicht ausreichen. Somit stellt sich die Frage:

Was können wir zusätzlich tun, um die Ursache oder den Fehler zu vermeiden

- **Wirkung auf A (Auftretenswahrscheinlichkeit)**
Durch welche Prüfungen können wir die Sicherheit die Ursache / Fehler zu finden erhöhen.
- **Wirkung auf E (Entdeckungswahrscheinlichkeit)**
Die Verantwortlichkeit und Terminstellung für die Maßnahmen sind eindeutig festzulegen.

Nach Umsetzung der Maßnahmen wird in der Spalte „getroffene Maßnahmen“ der realisierte Stand eingetragen und die Wirksamkeit der Maßnahmen beurteilt. Nach Abschnitt 3.2.4.1 bildet sich eine neue Risiko-Prioritätszahl.

In der Anlage 2 wurde das Formblatt für einen Prozessschritt beispielhaft mit obigen Informationen ausgefüllt.

4 Kommentar

Bei neu zu erstellenden FMEAs für ähnliche Formteile ist es sinnvoll, auf vorhergehende Ausarbeitungen und die gefundenen Fehler und deren Bewertung durch Risiko-Prioritätszahlen im Baukastensystem zurückzugreifen.

Hierzu gibt es inzwischen rechnergestützte Systeme bis hin zur Terminüberwachung in Netzplantechnik, die die Erstellung einer FMEA wesentlich erleichtern.

Die FMEA ist ein lebendes Dokument. Sie muss daher in regelmäßigen Abständen überarbeitet, den Änderungen am Teil und dem Prozess angepasst und auf mögliche Fehler hin durchgearbeitet werden.

**Prozess-FMEA
Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse
(Failure Mode and Effects Analysis) für Spritzgieß- und Folgeverfahren**

**Element
3.5**

Da die FMEA viel internes Know-how beinhaltet, kann man sie mit dem Kunden durchsprechen, dies wird auch vielfach gefordert, aber die FMEA wird nicht außer Haus gegeben.

Für Teile-Hersteller, die auch für die Werkzeugkonstruktion verantwortlich sind, sei angemerkt, dass ein großer Anteil von Prozessstörungen auf *nicht* prozessfähige Werkzeuge zurückzuführen ist. Der Idealfall wäre hier, gemeinsam mit dem Auftraggeber die Teilekonstruktions- und die Werkzeugkonstruktions-FMEA vorher zu erarbeiten und der Prozess-FMEA zugrunde zu legen.

Die hierbei erkannten Schwachstellen müssen nachträglich in der Teilekonstruktion berücksichtigt werden.

Literaturhinweise

VDA 4 – Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Sicherung der Qualität vor Serieneinsatz – Sicherung der Qualität während der Produktrealisierung – Methoden und Verfahren

DGQ 13-11 FMEA – Fehlermöglichkeits- und Einflussanalyse

Ford FMEA Handbook „Failure Mode and Effects Analysis“

**Prozess-FMEA
Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse
(Failure Mode and Effects Analysis) für Spritzgieß- und Folgeverfahren**

**Element
3.5**

Anlage 3

Risikobeurteilung

Auszug aus der Broschüre: Sicherung der Qualität vor Serieneinsatz – Sicherung der Qualität während der Produktrealisierung – Methoden und Verfahren – VDA 4, Kapitel „System-FMEA“ 4

Tabelle 2: Kriterien für Bewertungszahlen des System-FMEA-Prozesses

Bewertungszahl für die Bedeutung B	Bewertungszahl für die Auftrittswahrscheinlichkeit A	Zugeordneter Fehleranteil in ppm
Sehr hoch	Sehr hoch	
10 Sicherheitsrisiko, Nichterfüllung	10 Sehr häufiges Auftreten der	100.000
9 gesetzlicher Vorschriften, Liegenbleiber.	9 Fehlerursache, unbrauchbarer, ungeeigneter Prozess.	50.000
Hoch	Hoch	
8 Funktionsfähigkeit des Fahrzeugs	8 Fehlerursache tritt wiederholt auf,	20.000
7 stark eingeschränkt, sofortiger Werkstattaufenthalt zwingend erforderlich, Funktionseinschränkung wichtiger Teilsysteme.	7 ungenauer Prozess.	10.000
Mäßig	Mäßig	
6 Funktionsfähigkeit des Fahrzeugs	6 Gelegentlich auftretende	5.000
5 eingeschränkt, sofortiger	5 Fehlerursache, wenig genauer Prozess.	2.000
4 Werkstattaufenthalt nicht zwingend erforderlich, Funktionseinschränkung von wichtigen Bedien- und Komfortsystemen.	4	1.000
Gering	Gering	
3 Geringe Funktionsbeeinträchtigung	3 Auftreten der Fehlerursache ist gering,	100
2 des Fahrzeugs, Beseitigung beim nächsten Werkstattaufenthalt, Funktionseinschränkung von Bedien- und Komfortsystemen.	2 genauer Prozess.	50
Sehr gering	Sehr gering	
1 Sehr geringe Funktionsbeeinträchtigung, nur vom Fachpersonal erkennbar.	1 Auftreten der Fehlerursache ist unwahrscheinlich	1

**Prozess-FMEA
Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse
(Failure Mode and Effects Analysis) für Spritzgieß- und Folgeverfahren**

**Element
3.5**

Bewertungszahl für die Entdeckungswahrscheinlichkeit E		Sicherheit der Prüf- verfahren
Sehr gering		
10	Entdecken der aufgetretenen	90 %
9	Fehlerursache ist unwahrscheinlich, die Fehlerursache wird oder kann nicht geprüft werden.	
Gering		
8	Entdecken der aufgetretenen	98 %
7	Fehlerursache ist weniger wahrscheinlich, wahrscheinlich nicht zu entdeckende Fehlerursache, unsichere Prüfungen.	
Mäßig		
6	Entdecken der aufgetretenen	99,7 %
5	Fehlerursache ist wahrscheinlich,	
4	Prüfungen sind relativ sicher.	
Hoch		
3	Entdecken der aufgetretenen	99,9 %
2	Fehlerursache ist sehr wahrscheinlich, Prüfungen sind sicher, z. B. mehrerer voneinander unabhängige Prüfungen.	
Sehr hoch		
1	Aufgetretene Fehlerursache wird sicher entdeckt.	99,99 %

Prozess-FMEA Fehler-Möglichkeiten- und Einfluss-Analyse (Failure Mode and Effects Analysis) für Spritzgieß- und Folgeverfahren

Anlage 3

Allgemeine Abfragen bei einer Prozess-FMEA für das Spritzgießen

Daten:

Ablaufsteuerung
Ablaufüberwachung
Anlagenzustand
Verbrauchswerte
Prüfdaten
Anzeigen/Signalisierung
Auswertung Aufzeichnung
Daten-/Signaltransfer

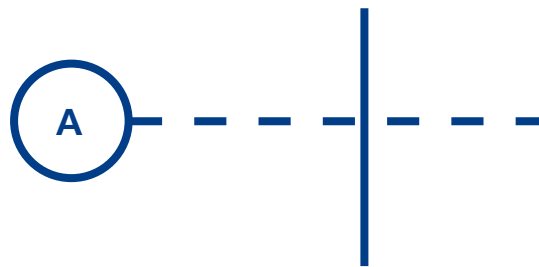
Logistik:

Stückzahl/Vorgabe
Auslastung
Timing

Umfeld:

Fläche/Fluss
Arbeitssicherheit
Arbeitsschutz
Schmutz
Licht
Temperatur

Motivation
Unterstützung
Information
dezent. Verantwortung
- Qualität
- Ausstoß



Versorgung:

elektrisch
pneumatisch
Kühlwasser
Flurförderzeug

Spritzgießwerkzeug:

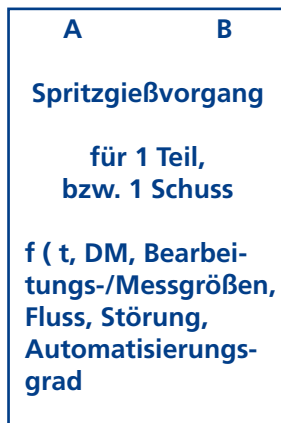
Adaptierbarkeit
Wechsel
Verschleiß
Lebensdauer
Temperierung

Zuführung

Material
Einlage/
Montageteil
Packmittel

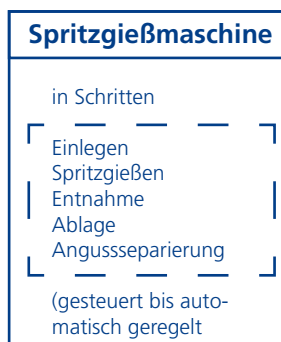
Instandhaltung:

Anlagen
Spritzgießwerkzeug
Hilfswerkzeuge,
-vorrichtungen
Transportmittel



Mensch:

Einsatzzeiten
Qualifikation
Leistungsermittlung
Führung



Fertigungstechnik

Anlagentechnik

Prozesstechnik

Handhabbarkeit

Weitertransport

Handling
Fördereinrichtung
Qualitätsweiche
Verpacken

Ziel:

Optimale Arbeitsorganisation
Gesteigerte Produktivität
Hohe Arbeits-/Produktqualität
Humaner Arbeitsplatz
Flexible Investitionsnutzung
Prozess unter statistischer
Kontrolle

Entsorgung:

Anguss/Aufbereitung
Abwasser/Aufbereitung
Schlechtteil/Aufbereitung
Abfälle

Hilfen:

Fertigungsplan
Prüfplan
Instandhaltungsplan
- Spritzgießwerkzeug
- Spritzgießmaschine
- Handling
Verhaltensunterlagen
(Störfall, Notfall)
Unterweisung





TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

3.6 Interne Audits

© TecPart, 2007

1 Definition

Interne Audits sind systematische, dokumentierte Untersuchungen, um zu prüfen, ob die Arbeitsabläufe und deren Ergebnisse die geplanten Festlegungen erfüllen, um die Wirksamkeit des Managementsystems festzustellen und um Verbesserungsmöglichkeiten zu erkennen.

Die Auditoren sind in der Regel qualifizierte Mitarbeiter des Unternehmens und stets unabhängig, d.h. sie haben keine direkte Verantwortung für den zu auditierenden Bereich. Auditiert werden das QM-System, Herstellprozesse oder Produkte.

2 Auditarten

2.1 Systemaudit

Zu beurteilen ist die Wirksamkeit des QM-Systems über sämtliche Bereiche und Schichten.

Dabei wird festgestellt, ob die Umsetzung und praktische Anwendung der Managementvorgaben – beschrieben im QM-Handbuch, in den Verfahrens-, Arbeit- und Prüfanweisungen – erreicht werden und ob die Ergebnisse geeignet sind, die Qualitätsziele zu erfüllen.

2.2 Prozessaudit

Auditiert wird ein Prozess im Verlauf der Herstellung eines Produktes, um dessen Effektivität und Qualitätsfähigkeit in Bezug auf ein bestimmtes Produkt zu ermitteln.

Schwerpunkt der Überprüfung sind die Arbeitsabläufe, Einstelldaten des Prozesses (Soll-/Ist-Parameter), Maßnahmen bei Prozessstörungen, die Mitarbeiterqualifikation und Prozessdokumentation.

2.3 Produktaudit

Beim Produktaudit werden relevante Qualitätsmerkmale der Produkte geprüft, um beurteilen zu können, ob sie den Qualitätsforderungen entsprechen (z. B. Maße, Funktion, Verpackung).

Prüfdokumente sind dabei die betreffenden Zeichnungen und Prüfanweisungen sowie Fertigungs-, Prüfmittel, Prüfaufzeichnungen und Qualitätssicherungsvereinbarungen.

3 Vorbereitung und Durchführung

Im Auditplan wird festgelegt, welcher Bereich zu welchem Zeitpunkt durch wen zu auditieren ist. Außerplanmäßige Audits z. B. bei Ablaufänderungen oder Qualitätsproblemen können durch die Bereichsverantwortlichen, den Q-Beauftragten oder die oberste Leitung ausgelöst werden.

Vor der Durchführung sollte sich der Auditor mit Hilfe der entsprechenden Management- und anderen zweckdienlichen Unterlagen auf das Audit vorbereiten, wobei frühere Auditberichte dazugehören, um auch die Wirksamkeit von Korrekturmaßnahmen prüfen zu können. Auch ein Vorgespräch mit dem Bereichsverantwortlichen ist sinnvoll, um genauere Einblicke in die zu auditierenden Abläufe zu bekommen, um sich ggf. vorab über den Auditablauf abzustimmen.

Die Durchführung des Audits erfolgt (nach kurzer Einführung) an den Arbeitsplätzen des betroffenen Personals, da nur dort festgestellt werden kann, ob die vorgegebenen Abläufe richtig ausgeführt werden.

Die Fragestellung kann mit Hilfe vorbereiteter Frage- bzw. Checklisten erfolgen ggf. unter Einbeziehung des vorherigen Auditberichtes, wobei das betroffene Personal die Abläufe erklärt und der Auditor stichprobenartig prüft.

Der Auditor beurteilt die angetroffenen Sachverhalte, ob sie den Festlegungen des QM-System, den Prozessvorgaben oder den Produktspezifikationen genügen.

Am Schluss sollten die Abweichungen und Schwachstellen angesprochen sowie mögliche Korrekturmaßnahmen mit Festlegung eines Termins mit den Verantwortlichen abgestimmt und protokolliert werden.

Die Einzelergebnisse werden in einem Auditbericht/-protokoll bewertet (z.B. nach den Bewertungsstufen erfüllt, teilw. erfüllt, nicht erfüllt oder differenzierter nach einem Punktesystem mit Abstufung von 0 bis 10 Punkten). Den unterschriebenen Auditbericht erhalten üblicherweise der Prozessverantwortliche und der Qualitätsbeauftragte.

4 Auditplanung

Interne Audits werden regelmäßig im Voraus geplant oder situationsbedingt (z. B. bei gravierenden Qualitätsproblemen) durchgeführt. Dabei werden die zu auditierenden Prozesse und Produkte je nach Forderung des QM-Systems mit Audittermin und Auditor gemeinsam vom Q-Beauftragten und dem Verantwortlichen der zu auditierenden Prozesse festgelegt.

Es ist sicherzustellen, dass alle Prozesse regelmäßig auditiert werden.

5 Kommentar

Voraussetzung für den Erfolg interner Audits ist vor allem die Kompetenz und Mitarbeit der auditierenden Mitarbeiter und die volle Unterstützung durch die Geschäftsleitung.

Die Durchführung interner Audits ist stets notwendige Voraussetzung zur Erfüllung der Anforderungen bei externen Audits durch Zertifizierungsgesellschaften, die überwiegend Systemaudits durchführen (z. B. nach ISO 9001, ISO/TS 16949).

Interne Audits sollten unbedingt als ein geeignetes Instrument zur Schwachstellenanalyse und Verbesserung der Qualitätsfähigkeit ernst genommen werden. Sie sind die Grundlage für die Bewertung des Managementsystems durch die Geschäftsleitung.

Auch bei Umweltmanagement (UM)-Systemen nach ISO 14001 bzw. nach Öko-Audit-Verordnung sind interne Audits gefordert (sog. Umweltbetriebsprüfungen). Oft ist das UM- im QM-System integriert. Das kombinierte Audit läuft nach den vorgenannten Punkten ab.

6 Literaturhinweise

- DIN EN ISO 9000** Qualitätsmanagementsysteme – Grundlagen und Begriffe
- DIN EN ISO 14001** Umweltmanagementsysteme – Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung
- DIN EN ISO 19011** Leitfaden für Audits von Qualitätsmanagement- und/oder Umweltmanagementsystemen
- ISO/TS 16949** Qualitätsmanagementsysteme – Besondere Anforderungen bei Anwendung von ISO 9001:2000 für die Serien- und Ersatzteil-Produktion in der Automobilindustrie
- VDA Band 6-1** Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Teil 1: QM-Systemaudit; Grundlage DIN EN ISO 9001 und DIN EN ISO 9004-1, Ausgabe 8/1994
- VDA Band 6-3** Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Prozessaudit; Produktentstehungsprozess, Serienproduktion, Dienstleistungsentstehungsprozess, Erbringung der Dienstleistung
- VDA Band 6-5** Qualitätsmanagement in der Automobilindustrie – Produktaudit
- DGQ-Band 13-51** Qualitätsmanagement in der Entwicklung



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

3.9 Innerbetriebliche Schulung

1 Einleitung

Die innerbetriebliche Schulung und Weiterbildung entsprechend den betrieblichen Erfordernissen sind eine wesentliche Aufgabe zur Erreichung der Qualitätsziele im Unternehmen. Es muss dabei in Betracht gezogen werden, dass in allen Ebenen des Unternehmens Schulungen vorgesehen und alle Mitarbeiter in das betriebliche Schulungs- und Weiterbildungssystem eingebunden werden. Die Schulungen sollen Fachwissen zur Ausführung zugewiesener Aufgaben vermitteln bzw. auffrischen und zugleich zur Erhöhung des Qualitätsbewusstseins beitragen. Für neueingestelltes bzw. umgesetztes Personal ist eine bereichs- und aufgabenspezifische Basisunterweisung mit Hinweis auf das betriebliche Weiterbildungsprogramm durchzuführen. Dieser Personenkreis ist dann in das laufende Schulungsprogramm einzubinden.

DIN EN ISO 9001 fordert im Kapitel 6, Ressourcenmanagement, dass die Unternehmen den Trainings-, Schulungs- bzw. Weiterbildungsbedarf für die einzelnen Stelleninhaber bestimmen, für Schulung sorgen, um diesen Bedarf abzudecken und die Wirksamkeit der Schulung regelmäßig bewerten. Diese Bedarfslisten sind regelmäßig fortzuschreiben.

Mitarbeiter, die eine ihnen speziell zugeordnete Aufgabe ausführen, müssen auf der Basis einer angemessenen Ausbildung, Schulung und/oder Erfahrung entsprechend den Erfordernissen qualifiziert sein. Die Aufrechterhaltung und Vervollständigung des Kenntnisstandes macht ihre periodische Schulung bzw. Weiterbildung notwendig.

Die Nachweise der Bedarfsermittlung für Schulung, Einweisung, Ausbildung und Training einschließlich der erarbeiteten Schulungspläne und Schulungsnachweise sowie die Belege für Erfolgskontrollen und Qualifikationen sind entsprechend der betrieblichen Festlegungen zu dokumentieren und zu archivieren.

Grundlage für die innerbetriebliche Schulung ist die betriebsinterne Verfahrensanweisung (VA)

„Schulung • Weiterbildung • Einarbeitung“

In diesem Dokument sind die Verantwortlichen für die einzelnen Schulungsbereiche zu benennen und auf der Grundlage des ermittelten Trainings-, Schulungs- und Weiterbildungsbedarfes Festlegungen über die Schulungsinhalte, Schulungsintervalle, Form der Schulung und Nachweis der Schulungen einschließlich Erfolgsnachweise unter Berücksichtigung der bereichsspezifischen Belange zu treffen. Es muss sichergestellt sein, dass bei jeder Einführung neuer oder geänderter Verfahren bzw. Abläufe (Prozesselemente) entsprechende Trainings- und Schulungsmaßnahmen vorangestellt werden.

Bei Planung und Durchführung der Schulungsmaßnahmen ist grundsätzlich zu unterscheiden in:

- allgemeine Schulungen,
- bereichsspezifische Schulungen zu relevanten Teilprozessen (Verfahrensanweisungen),
- personenbezogene Weiterbildungen einschließlich Ausbildungs- und Wiederholungslehrgänge für zertifiziertes Personal (z. B. Schweißer),
- planmäßige Einarbeitungen von neuen Mitarbeitern bzw. nach Umsetzungen.

Die Schulungen sind so aufzubauen, dass sie nicht nur Wissensauffrischung und Weiterbildung beinhalten, sondern auch motivierend und qualitätsfördernd wirken und insgesamt das Qualitätsbewusstsein heben.

Der innerbetriebliche Schulungs- und Weiterbildungsbedarf ist in der Regel in vier Gruppen zu untergliedern:

Allgemeine Schulungen

über allgemeine betriebspezifische Probleme z. B. Arbeits- und Gesundheitsschutz; Ordnung und Sicherheit; betriebsorganisatorische Probleme; das Qualitätsmanagementsystem; das betriebliche Schulungs- und Weiterbildungssystem, Umweltschutz.

Bereichsspezifische Schulungen

Basisrelevante Teilprozesse (Verfahrensansweisungen) und nachgeordnete Arbeitsanweisungen; bereichsspezifische Probleme.

Weiterbildungen

für Vorgesetzte, leitende Mitarbeiter und ingenieurtechnisches Personal in der Regel extern; für gewerbliche Arbeitnehmer intern, wenn das Unternehmen die Voraussetzungen dazu besitzt, sonst ebenfalls extern.

Externe Schulungen

für Mitarbeiter mit speziellen nachweispflichtigen Fertigkeiten (z. B.: Schweißer, Gabelstaplerfahrer).

Schwerpunkt dieses Elementes bildet die Gruppe „bereichsspezifische Schulungen“. Mit diesen Schulungen sollen den Mitarbeitern neben arbeitsplatzspezifischem Wissen auch die für die Anwendung und für das Verständnis der betrieblichen Regelungen im Qualitätsmanagement bestehenden Gründe nähergebracht werden.

Die Basis für die bereichsspezifischen Schulungen bilden die EN ISO 9001 und ihre unternehmensspezifische Umsetzung und Darlegung im Qualitätsmanagementhandbuch.

Durch die Aufstellung von Schulungs- und Einarbeitungsplänen in den Abteilungen oder Meisterbereichen ist zu gewährleisten, dass jeder Mitarbeiter das Wissen vermittelt bekommt, das ihn in die Lage versetzt, an seinem Arbeitsplatz entsprechend dem Anforderungsprofil stets qualitätsgerecht zu arbeiten.

Teilprozess Schulung und Einarbeitung

Das Bild 1 vermittelt als Beispiel für einen fiktiven kunststoffverarbeitenden Betrieb eine Darstellung des Teilprozesses „Schulung, Einarbeitung“ mit den Elementen Personalplanung, Personalschulung, Personalmotivation.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Organisation einer effektiven Mitarbeiterschulung ist die periodische Ermittlung des Schulungsbedarfes durch den Bereich Personalwesen unter Mitarbeit der Vorgesetzten und Bereichsleiter. Für Führungskräfte und gehobenes technisches Personal sind in der Regel externe Schulungsmaßnahmen vorzusehen.

Ein Musterformular (Teil 1 und Teil 2) zur Schulungsbedarfsermittlung geben Tabellen 1.1 und 1.2 wieder. Aufbauend auf der Schulungsbedarfsermittlung können die Schulungspläne mitarbeiterbezogen erarbeitet werden (siehe Tabelle 2).

Die Basis für die Personalschulungsplanung und die Einarbeitung neuer Arbeitskräfte bilden das Anforderungsprofil des Arbeitsplatzes an den Mitarbeiter, das Qualifikationsniveau und die Fähigkeiten des Mitarbeiters. Im Mittelpunkt der internen Personalschulungen stehen naturgemäß die unternehmensspezifischen Prozesse in ihrer Darstellung als Prozessbeschreibungen, Verfahrensanweisungen, Arbeitsanweisungen o. Ä. Aus der Prozesslandschaft sind die für den Mitarbeiter bzw. Mitarbeiterkreis wesentliche Teilprozesse auszuwählen und festzulegen.

Aus der Prozesslandschaft eines fiktiven Spritzgießbetriebes (s. a. Element 3.12) wurden beispielhaft signifikante Schulungsthemen für Training und Schulung für den Kernprozess „Spritzgießen“ zusammengestellt (siehe Beispiele). Die Untersetzung der Kernprozesselemente und der Teilprozesse muss nach den betrieblichen Bedingungen personalspezifisch vorgenommen werden. Spezielle Kundenforderungen nach Schulungsmaßnahmen sind zusätzlich zu berücksichtigen. (Solche Forderungen können z.B. die Vermittlung von Kenntnissen für spezielle Prüfprozesse sein). Die Schulungsintervalle (in der Regel 1 bis 3 Jahre) sind entsprechend den unternehmensspezifischen Erfordernissen festzulegen.

Bei der Durchführung der Schulungen ist vom Schulungsverantwortlichen eine Teilnehmerliste zu führen. Die Wahl der Schulungsform obliegt den Abteilungen in Abstimmung mit dem Bereich Personalwesen. Training am Arbeitsplatz, die seminaristische Behandlung, das Selbststudium der VA oder eine Kombination von Selbststudium und Seminar bieten sich als empfehlenswerte Alternative an, wobei das Selbststudium als ökonomisch effektive Methode einzuschätzen ist.

Die Schulungen sollten in der Regel mit einer Leistungskontrolle abgeschlossen werden. Für die interne VA-Schulung kann die Gesprächsform oder Schriftform (Fragenbeantwortung) für die Leistungskontrolle gewählt werden. Nach erbrachtem Leistungsnachweis sollte dem Mitarbeiter ein Zertifikat ausgehändigt werden. Alle Schulungsunterlagen (Teilnehmerlisten, Leistungskontrollunterlagen, Ergebnisspiegel usw.) sind nach Abschluss eines Schulungsabschnittes gemäß der betriebsinternen Verfahrensanweisung (VA) „Lenkung von Qualitätsaufzeichnungen“ zu archivieren.

Andere Themen für weitere Schulungen können bereichsspezifisch in die Planung einbezogen werden. Solche Themen sind beispielsweise:

- Sicherheit am Arbeitsplatz, Arbeits- und Brandschutz,
- innerbetrieblicher Transport,
- Umweltschutz – Umweltverträglichkeit – Umweltbelastung,
- Qualität und ich,
- Marktberichterstattung und Produktbeobachtung,
- Produktsicherheit, Produkthaftung,
- Betriebliches Vorschlagswesen,
- Notfallsituationen,
- Kundenzufriedenheit – Mitarbeiterzufriedenheit.

Für Beratungen und Unterstützungen bei betrieblichen Schulungen und Weiterbildungsfragen stehen Ihnen zur Verfügung:

Kunststoff-Zentrum in Leipzig
Erich-Zeigner-Allee 44
04229 Leipzig
Telefon 0341 4941500
Fax 0341 4941555

Polymer-Institut Kunststofftechnik
Max-Planck-Straße 39
74081 Heilbronn
Telefon 07131 504311
Fax 07131 52470

Süddeutsches Kunststoff-Zentrum
Frankfurter Straße 15
97082 Würzburg
Telefon 0931 4104133
Fax 0931 4104177

Beispiele für signifikante Schulungsbereiche und -themen

Kernprozess: Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Spritzgussteilen

Kernprozesselemente:

- Marketing, Marktforschung, Kundenbetreuung, Kundendienst
- Forschung und Entwicklung,
- Werkzeugbau,
- Beschaffung, Lagerung, innerbetrieblicher Transport,
- Auftragsabwicklung, Vertrieb, Verkauf,
- Reklamationsbearbeitung,
- Spritzgießverarbeitungsprozess,
- Veredelung.

Teilprozess: Spritzgießverarbeitungsprozess

Untersetzung des Teilprozesses:

Produktionsplanung, Arbeitsvorbereitung,

- Produktionslenkung,
- Formmasseeingang/Formmasseeingangsprüfung
 - Konformitätsprüfung,
 - Sichtprüfung,
 - Laborprüfungen,

- Lagerung,
- Freigabe.
- Formmassebereitstellung und -aufbereitung:
 - Mischen, Rezeptieren, Trocknen, Dosieren
- Spritzgießprozess/Prozessüberwachung/Dateneingabe/ Statistische Prozesskontrolle (SPC),
- Fertigung von Formteilen ohne besondere zusätzliche Qualitätsforderungen (Standardteile),
- Fertigung von Formteilen für besondere Einsatzgebiete (oder spezielle Kunden) z. B.:
 - Lebensmittelindustrie,
 - Medizintechnik,
 - erhöhte Qualitätsanforderungen,
 - Reinraumtechnik,
 - Sonderprozesse.
- Betriebsdatenerfassung – (BDE)-System,
- Formteilentnahme,
- Bemusterung,
- produktionsbegleitende Prüfungen
 - Werkerselbstprüfungen,
 - Prozesskontrolle, SPC/kontinuierliche Prozesskontrolle (CPC).
- Nachbearbeitung,
- Temperierung/Konditionierung,
- Veredelung,
- Komplettierung und Montage,
- Verpackung,
- innerbetriebliche Transporte und Lagerung, Lager- und Sperrlagerordnung,
- technologische Abfallverwertung,
- Pflege und Wartung der technischen Ausrüstungen,
- Sicherheitsvorschriften, Ordnung, Sauberkeit, Sicherheit,
- Werkzeugwechsel,
- Zylinder- und Schneckenwechsel,
- Farb- und Formmassewechsel,
- Versand/Ausgangsprüfung/Versandvorschriften,
- Freigabeverfahren (Rohstoffe, techn. Ausrüstungen, Fertigteile),
- Prüf- und Messmittel, Freigabe, Eingang und Überwachung,
- Notfallsituationen, Verhaltensweisen,
- Informationsbeziehungen, Kommunikation, Lenkung von Informationen und Dokumenten, Durchstellung von Korrekturmaßnahmen.

Innerbetriebliche Schulung

Element
3.9

Terminisierung: periodisch gemäß betrieblicher Festlegung VA „Schulung, Einarbeitung, Weiterbildung“

Bild 1. Teilprozess Schulung, Einarbeitung, Weiterbildung

Teilprozess- kette Bereich	Anforderungen festlegen		Personalbedarf planen		Schulungs- u. Trainingsbedarf ermitteln		Training u. Schulungen planen extern, intern		Durchführung, Überwachung		Mitarbeiter einführen einweisen, beurteilen		Maßnahmen zur Motivation	
	Vorgaben	Pers.- anforderungen festlegen	Vorgaben	Geneh- migung	Bedarf aus Anfor- derungs- profil; aus bisherigen Schulun- gen; für zukünftige Aufgaben; Berück- sichtigung von spez. Kunden- forderungen ermitteln	Vorschläge der Mitarbei- ter beachten	Jahresschu- lungsplan, außerplan- mäßige Schulungen	Genehmi- gung Schul- ungspläne	Erfolgs- kontrolle	Erfolgs- kontrolle	Einarbei- tungspläne erstellen	Kontrolle Einweisung Entwick- lungsüber- wachung	Planen Zielvorgaben	Qualitäts- förderung
Geschäfts- führung														
Bereichs- (Abt.-) Leiter	Anfor- derungsprofil für Vorge- setzte (Meister, Einrichter, Schicht- führer) und Werker erstellen	Perso- nalbedarf für Vorgesetzte und Werker anmelden	periodisch oder bei neuen Projekten	Vorschlag	Bedarf aus Anfor- derungs- profil; aus bisherigen Schulun- gen; für zukünftige Aufgaben; Berück- sichtigung von spez. Kunden- forderungen ermitteln	Vorschläge der Mitarbei- ter beachten	Jahresschu- lungsplan, außerplan- mäßige Schulungen	Genehmi- gung Schul- ungspläne	Erfolgs- kontrolle	Erfolgs- kontrolle	Einarbei- tungspläne erstellen	Kontrolle Einweisung Entwick- lungsüber- wachung	Planung, Zuarbeiten Zielvorgaben Förderung der Initiative der Mitarbei- ter	Mitarbeiter begeistern Kompetenz entwickeln
Vorgesetzte, Meister, Schichtführer	Anfor- derungsprofil für Werker zuarbeiten	Perso- nalbedarf zuarbeiten			Zuarbeit für Bereichsleiter				Durchfüh- rungs- kontrolle	Erfolgs- kontrolle	Einwei- sungsplan zuarbeiten	Einwei- sung und Einarbeitung durchführen	Einbeziehung der Mitarbei- ter	Durchfüh- rung der geplanten Maßnahmen
Verwaltung, Personal			Koordinie- rung		Anleitung		Zusam- menstel- lung und Überprü- fung		Überwa- chung, Planung u. Durch- führung	Führung der Aufzeich- nungen, Doku- mentation u. Archivierung		Überwa- chung der Durchfüh- rung		Durchfüh- rung und Wirkung überwachen
Werker					Qualifika- tionswün- sche			aktive Teilnahme	Nachweise	aktive Mitarbeit				

Tabelle 1. Musterformular zur Schulungsbedarfsermittlung (Teil 1)

		Formular zur Schulungsbedarfsermittlung (Teil 1)			Nr.:	
					Blatt von	
Name		Pers.-Nr.:	Abt./Kst.:		Stellenbezeichnung:	
Soll-Vorgaben		Ist-Zustands-Beschreibung Erfüllung d. Aufg./Soll- Vorgaben	Vorgeschlagene Schulungsmaßnahmen ¹⁾	Priorität	Termin	Kosten
Aufgabenanalyse	Hauptaufgaben/-pflichten					
	Nebenaufgaben/-pflichten					
	notwendige/zu verwendende Arbeitsmittel/-unterlagen					
	Verantwortung/Befugnisse					
	Kommunikationsbeziehungen (Stellen, mit denen der Stelleninhaber zusammenarbeiten muß)					

Tabelle 1. Musterformular zur Schulungsbedarfsermittlung (Teil 2)

		Formular zur Schulungsbedarfsermittlung (Teil 2)				Nr.:	
						Blatt	von
Soll-Vorgaben		Ist-Zustands-Beschreibung	Vorgeschlagene Schulungsmaßnahmen ¹⁾	Priorität	Termin	Kosten	
Stellenbesetzungsbild/Anforderungsformular	Berufsausbildung und formelle Zusatzqualifikation						
	Berufserfahrung						
	Führungsfähigkeiten						
	notwendiges Fachwissen/-kenntnisse						
	sonstige Kenntnisse/Fertigkeiten						

Tabelle 1. Musterformular eines Schulungsplanes (Teil 3)

		Schulungsplan						Nr.:	
								Blatt von	
Lfd. Nr.	Name	Pers.- Nr.	Fachbereich/ Abt./ Kostenstelle	Thema / Weiterbildung	Datum u. Dauer d. Schulung	Art der Schul. ¹⁾	Ort Referent ²⁾	Kommentar	
Ersteller (Datum, Unterschrift)			genehmigt (Datum, Unterschrift)		Änderungsstand		Verteiler		
¹⁾ Kurzzeichen 1 Seminar 2 Fachvortrag 3 Q.-Zirkel			4 Training am Arbeitsplatz 5 Unterweisung/Anweisung/Beratung 6 Selbststudium/Fachzeitschrift		7 8		²⁾ Bitte zusätzlich angeben: e extern i intern		



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

3.10 Werkerselbstprüfung

© TecPart, 2007

1 Zweck und Inhalt

Die Senkung der qualitätsrelevanten Kosten und das Anstreben der Nullfehlerproduktion sind grundlegende Qualitätsziele des Unternehmens. Die Erreichung dieser Ziele setzt die Einbeziehung aller Mitarbeiter in das Qualitätsmanagementsystem und den Übergang auf eine produkt- und/oder verrichtungsorientierte Qualitätssicherung durch Selbstprüfung voraus. Die Selbstprüfung kann einer raschen Fehlerfeststellung und Fehlerursachenbeseitigung nutzen. Sie gehört zu den einfachsten und wirksamsten Qualitätsregelkreisen, weil sie vor allem den Menschen betrifft, der sich selbst, d.h. die von ihm geleistete Arbeit überwacht. Die individuellen Fähigkeiten, dies zu tun, müssen tatkräftig unterstützt und die Randbedingungen systematisch gestaltet werden.

Die Besinnung auf die Selbstprüfung ist keine neue Erfindung der Qualimetrie, sondern ein Rückbesinnen auf alte Tugenden, die im Prozess der Arbeitsteilung notwendig verschüttet wurden, aber für die heutigen Fertigungskonzepte und Qualitätsforderungen wieder unumgänglich geworden sind. Der Werker muss wieder voll verantwortlich für die Qualität seiner Arbeit sein.

Die Grundlage für die Werkerselbstprüfung sind verrichtungs- bzw. produktorientierte Prüfpläne. Neben der zweckgebundenen Schulung anhand der Verfahrens- und Arbeitsanweisungen müssen zur Erreichung der Zielstellung geeignete Prüf- und Prüfhilfsmittel zur Verfügung stehen und die Pflichten und Rechte der Mitarbeiter im Qualitätssicherungsprozess bezüglich Informationsbeziehungen und Prozessverantwortung eindeutig definiert sein.

Zweck und Ziel der Werkerselbstprüfung sind den Arbeitsinhalt und die Verantwortung des Werkers zu erhöhen, das Wissen der operativen Ebene zu nutzen, die qualitätsbezogenen Kosten, insb. durch Verkürzung von Fehlproduktionszeiten zu senken sowie die Qualifikation und Motivation der Werker zu erhöhen. Die Entwicklung der Selbstprüfung ist in den Prozess der kontinuierlichen Prozessverbesserung mit dem Ziel der Gestaltung der Gruppenarbeit einzubinden, um die Möglichkeiten der Personalflexibilität im Unternehmen optimal zu nutzen.

2 Begriffe und Definitionen

Qualitätsprüfung:

Qualitätsprüfung ist das Feststellen, ob eine bestimmte Qualitätsforderung (Eigenschaft) an einen Gegenstand (Zulieferprodukt, Zwischenprodukt, Formteil, Endprodukt) vorhanden ist, (nicht maßlich: visuell oder lehrend) oder welche Größe diese Eigenschaft hat (maßlich).

Das Prüfen kann die Urteilsbildung, ob die vorgeschriebene Qualitätsforderung eingehalten wird, einschließen.

Selbstprüfung:

Nach DIN EN ISO 9000 sind alle Qualitätsprüfungen, die vom Bearbeiter selbst gemäß festgelegten Regeln ausgeführt werden, Selbstprüfungen.

Qualitätslenkung:

Vorbeugende, überwachende und korrigierende Tätigkeit bei der Realisierung eines Produktes mit dem Ziel, unter Einsatz von Qualitätstechnik die Qualitätsforderungen zu erfüllen.

Prozessverantwortung:

Im Rahmen des Qualitätsmanagementsystems auf einen Mitarbeiter aktenkundlich übertragene Rechte und Pflichten den Fertigungsprozess zu fahren und/oder bei Erforderlichkeit in den Fertigungsprozess bzw. in Elemente des Fertigungsprozesses korrigierend einzugreifen.

3 Verfahren

Die Erfüllung der Qualitätsziele ist Aufgabe aller Mitarbeiter. Die Mitarbeiter müssen erkennen, dass nicht das „Fehlermachen“, sondern das „Nichtaufzeigen gemachter Fehler“ und ihrer Ursachenerkennung und Abstellung für das Unternehmen von größter Bedeutung sind. Kein Mensch ist unfehlbar und keine Maschine arbeitet auf Dauer fehlerlos, aber jeder nicht aufgedeckte Fehler bringt vor allem die Gefahr, dass er sich wiederholt. Die Werkerselbstprüfung schafft das Verständnis für diese Betrachtung, motiviert und ist zugleich ein indirekter Vertrauensbeweis in die persönliche Leistungsfähigkeit der Mitarbeiter.

Der Umfang der Prüfaufgaben des Werkers muss sich an fachlichen, messtechnischen und zeitlichen Kriterien orientieren, um die Weitergabe qualitätsgerechter Arbeitsergebnisse innerhalb der Prozesskette zu garantieren.

Entsprechend der Fertigungsstruktur des Unternehmens, der Qualitätsforderungen an das Produkt, der Fertigungstechnik und der Qualifikation kann man folgende Formen der Werkerselbstprüfung unterscheiden:

- Wahrnehmung einfacher visueller (attributiver) Qualitätsprüfungen am Spritzgussteil
z. B.: Beurteilung des Fertigungsendezustandes ohne oder mit Führung von Fehlersammelkarten oder anderen betrieblichen Dokumenten.
- Wahrnehmung von visuellen und lehrenden Qualitätsprüfungen am Spritzgussteil
z. B.: Beurteilung des Fertigungsendezustandes, lehrende Prüfungen von Maßen, Form- und Lageabweichungen ohne oder mit Führung von Fehlersammelkarten.
- Wahrnehmung von zusätzlich messenden Qualitätsprüfungen am Formteil
z. B.: Wägung zur Ermittlung der Gewichtsstreuung, Prüfung von Maßen, Form- und Lageabweichungen, Führung von Qualitätsregelkarten, SPC (Statistische Prozesslenkung).
- Wahrnehmung von Prozessüberwachungsaufgaben anhand von Prozessdaten oder Qualitätsmerkmalen ohne oder mit Übertragung von Aufgaben aus dem Bereich der Prozessverantwortlichkeit. (Selbständige Lösung von Qualitätsproblemen durch den Werker unmittelbar am Arbeitsplatz oder durch Fehlermeldung und Hinzuziehen fremder Hilfe).
- Wahrnehmung von Aufgaben der Prozessführung, Prozessüberwachung und der Durchführung von Qualitätsprüfungen im Arbeitskollektiv, d. h. alle am Prozess Beteiligten führen nach Bedarf oder in vorgegebenen Intervallen (Job-Rotation) alle Tätigkeiten im Wechsel aus.

Zur Wiedereinführung der Werkerselbstprüfung sind eine Reihe Unternehmensentscheidungen und die Schaffung von Voraussetzungen erforderlich:

- Mit dem Ziel der Motivation, der Leistungssteigerung durch Senkung der qualitätsrelevanten Kosten und der Qualitätsverbesserung insgesamt im Unternehmen ist durch die Geschäftsleitung eine entsprechende Einführungsstrategie zu erarbeiten und umzusetzen. In die konzeptionelle Erarbeitung der entsprechenden Qualitätsmanagementstrategie sind die Mitarbeiter zum frühestmöglichen Termin einzubeziehen. Mit der Erarbeitung der Einführungsstrategie sind auch tangierende betriebliche Strukturelemente wie Arbeits- und Betriebsorganisation, Entlohnungssystem, Aufgabenzuschnitt und Kompetenzverteilung zu überdenken.
- Im Unternehmen sind die Unternehmenskultur, Führungsstil und das persönliche Qualitätsverhalten im Management den Voraussetzungen der Wiedereinführung anzupassen.
- Die Prüfpläne sind verrichtungs- bzw. produktorientiert, ausgehend von der Qualitätsplanung, zu gestalten. Selbstprüfungsaufgaben sind zu definieren.
Wenn der Prüfplaner und der Werker den Prüfvorgang gemeinsam vorplanen, gibt es ein Optimum aus Methode und Erfahrung. Als Ergebnis entstehen Selbstprüfpläne.
- Erarbeitung von Prüfanweisungen für die Selbstprüfung auf der Grundlage der Prüfpläne.
- Um qualitätslenkende Maßnahmen zur Senkung der Fehlerquoten im Fertigungsprozess durch Selbstprüfung einleiten zu können und das Qualitätsverständnis zu erhöhen, sind die Fehler-schwerpunkte, Ausschussquoten usw. transparent zu machen. Auf dieser Grundlage ist eine Selbstoptimierung in der Selbstprüfung möglich. Mit der Durchsetzung dieser Maßnahmen wird der Übergang von der Selbstprüfung zur Eigenverantwortung eingeleitet, und damit Möglichkeiten zur kontinuierlichen Verbesserung des Prozesses vorbereitet.
- Beschaffung von Prüf- und Prüfhilfsmitteln zur Realisierung der Werkerselbstprüfung.
- Auswahl der Werker entsprechend ihrem Leistungsvermögen für die in den Prüfplänen ausgewiesenen Selbstprüfungsaufgaben gegebenenfalls unter Berücksichtigung prozessverantwortungsbezogener Aufgaben.
- Entscheidung über die Form der Führung der qualitätsrelevanten Dokumente und der personenbezogenen Kennzeichnung der Prüfung durch den Selbstprüfer. Zur Gewährleistung der Rückverfolgbarkeit ist festzulegen, in welcher Weise an den Erzeugnissen und in den produktionsbegleitenden Dokumenten (z. B. Belege, Fehlersammelkarten, Qualitätsregelkarten usw.) entsprechende Kennzeichnungen vorzunehmen sind.
- Definition des Anforderungsbildes an den betrieblichen Selbstprüfer.
- Durchführung von planmäßigen, systematischen, allgemeinen und speziellen Schulungsmaßnahmen zur Qualifizierung und Weiterbildung der für die Selbstprüfung ausgewählten Mitarbeiter.
- Qualitätslenkung der Werkerselbstprüfung durch die zuständigen Vorgesetzten.
- Eindeutige Regelung der Informations- und Kommunikationsbeziehungen im Fachbereich und von Ansprechpartnern bei Problemen.

4 Kommentar

Die Qualitätsphilosophie und die Methoden der Qualitätssicherung haben sich in den letzten Jahren deutlich gewandelt. Auf Grund der wirtschaftlichen Entwicklungen vollzieht sich eine deutliche Verlagerung der Prüf- und Kontrolltätigkeiten in die Fertigung. Gleichzeitig erlangt die Prozessüberwachung im Sinne von SPC (Statistischer Prozesslenkung) oder wirksamer noch im Sinne von CPC (Kontinuierlicher Prozesslenkung) zunehmend an Bedeutung. Mit dieser Veränderung ist ein Wandel in den Prüfprozessen zu verringerten Stichprobenprüfungen durch die Fertigungsprüfung und den Aufbau einer systematischen Werkerselbstprüfung mit zunehmender Prozessverantwortung zu beobachten. Ursachen für diese Entwicklung sind u. a. der zunehmende Kostendruck, die zunehmenden Kundenanforderungen sowie die Fertigungsautomatisierung und -integration.

Die Qualitätsbewertung des Arbeitsergebnisses am Ort der Arbeitsverrichtung und insb. die Selbstbewertung der Arbeit durch den Mitarbeiter hat im Zusammenhang mit der Dezentralisierung der Qualitätssicherung, d. h. seiner Verlagerung in die Produktion, einen hohen Stellenwert erreicht. Die Selbstprüfung ist notwendig, um dem Ziel der Nullfehlerproduktion näher zu kommen, die Zeiten für fehlerhafte Produktionen zu minimieren und damit die qualitätsbezogenen Kosten zu senken.

Werkerselbstprüfung erfordert geschultes Personal und eine optimale Ausrüstung mit Prüfmitteln und gute Kenntnisse bezüglich des Fertigungsprozesses. Bei der Einführung und Effektivierung der Selbstprüfung ist zu entscheiden, welche Elemente der SPC bzw. der Prozessverantwortung auf den Werker übertragen werden können.

Die verantwortungsbewusste Einbeziehung der Werker in die Qualitätssicherung durch Qualifizierung und Motivation zur frühzeitigen Fehlererkennung, Ursachenerkennung und Fehlerabstellung sind wesentliche Maßnahmen im Qualitätsmanagement, um hohe Qualitätsziele zu erreichen, in dem Fehler im Produktionsablauf frühestmöglich entdeckt werden. Die Werkerselbstprüfung ist kein Ersatz, sondern ein zusätzliches Element in einem umfassenden Qualitätsmanagementsystem.

Die Erhöhung der Eigenverantwortung der Werker wirkt motivierend im Sinne der Qualitätsförderung. Der Einbau der Selbstprüfung in die innerbetriebliche Aufbau- und Ablauforganisation ist die bewusste Herbeiführung der Identität von Herstellung und Verantwortung für die erzeugte Qualität.

Die einfachste Form der Selbstprüfung ist in den meisten Unternehmen heute bereits Praxis. Eine tabellarische Übersicht über die entwicklungsbedingten Formen der Werkerselbstprüfung, beginnend mit der Verlagerung der Prüfprozesse in die Produktion bis hin zur Gruppenarbeit, gibt die nachstehende Zusammenstellung. Es gilt, die Selbstprüfung optimal entsprechend dem Fertigungsprofil des Unternehmens aufzubauen und umzusetzen.

5 Literatur

W. Hansen: Selbstprüfung in W. Masing, Handbuch der Qualitätssicherung.

5. Auflage. Carl Hanser Verlag, München 2007

J. Burghardt u.a.: QZ 41 (1996) 11, S. 60–63

G. Dammer u. a.: QZ 41 (1996) 6, S. 676–681

D. Büttner u. a.: QZ 41 (1996) 6, S. 690–694

P. Aubele: QZ 41 (1996) 4, S. 428–429

6 Verwendete Abkürzungen

SPC	(Statistical Process Control)	Statistische Prozesslenkung
CPC	(Continuous Process Control)	Kontinuierliche Prozesslenkung
CAQ	(Computer Aided Quality Assurance)	Rechnerunterstützte Qualitätssicherung
PFU		Prozessfähigkeitsuntersuchungen

Übersichtstabelle: Entwicklungsformen der Werkerselbstprüfung

Entwicklungsform	Vorteile (Ergebnis) Inhalte	Nachteile (Schulung/Investment)
la Verlagerung der Prüfstelle in die Fertigung, vorhandenes Prüfpersonal geht in die Produktion	• Hauptfehler (attributive Prüfungen Sicht, Gewicht) früher entdeckt • dadurch kürzere Reaktionszeiten • höheres Verantwortungsgefühl • Einsparung von Laborfläche Prüfer wird Stelleninhaber im Bereich Fertigung.	• Verantwortung für Prüfung und Prozessqualität weiterhin in getrennter Hand • für messende Prüfung keine zeitlichen Vorteile (Abwarten des Abkühlprozesses) • Produktionsfläche geht (Prüfplätze) verloren • keine Personaleinsparung • Investment für Prüfplätze (vor allem bei CAQ-Einsatz, Prüfmittel mehrfach, usw.)
lb Verlagerung der Prüfstelle an die Maschine, Werker übernehmen zur Fertigung Prüftätigkeiten	• Personaleinsparung • Hauptfehler (attributive Prüfungen Sicht, Gewicht) früher entdeckt • dadurch kürzere Reaktionszeiten • höheres Verantwortungsgefühl • Einsparung von Laborfläche Werker übernimmt neben Produktionsaufgaben Prüfaufgaben.	• Verantwortung für Prüfung und Prozessqualität weiterhin in getrennter Hand • Schulungsaufwand für Prüftechnik, Verfahren für Korrekturmaßnahmen u.a. • Anzahl der betreuenden Maschinen evtl. reduzieren • u.U. höhere Personalqualifizierung als zur Zeit • für messende Prüfung keine zeitlichen Vorteile (Abwarten des Abkühlprozesses) • Investment für Prüfplätze (bei CAQ-Einsatz usw.) • teure Produktionsfläche geht für Prüfplätze/Teillos-Zwischenlagerung verloren
lla Prüfung mit Prozessverantwortung; nur attributive Prüfungen	• Prozessqualität für Hauptfehlerquellen (attributive) in einer Hand • Personaleinsparung • kurze Reaktionszeiten • hohes Verantwortungsgefühl • Reduzierung von Fehlerkosten • Einsparung von Laborfläche Werker übernimmt neben Produktionsaufgaben einfache Prüf- und Prozesslenkungsarbeiten.	• getrennte Prozessverantwortung für variable Prüfungen • u.U. Reibungsverluste durch Teiltransporte zu Prüfstellen (Messraum) • Schulungsaufwand (Gut-/Schlecht-Entscheidungen, Korrekturmaßnahmen...) • Anzahl der zu betreuenden Maschinen evtl. reduzieren • u.U. noch höhere Personalqualifizierung • Produktionsfläche geht (Prüfplätze) verloren • hohes Investment für Prüfplätze (CAQ-Einsatz, usw.)

Entwicklungsform	Vorteile (Ergebnis) Inhalte	Nachteile (Schulung/Investment)
IIb Prüfung mit Prozess- verantwortung; attributive und variable Prüfungen	- komplette Prozessverantwortung (Maß und Sicht) in einer Hand - Personaleinsparung (wie Ib) - kurze Reaktionszeiten - hohes Verantwortungsgefühl - Einsparung von Laborfläche - Reduzierung von Fehlerkosten Konzentration aller Prozessbeeinflussungen in einer Hand. Werker muß prüfen und Prozess lenken und beherrschen können.	- Schulungsaufwand für Prozesstechnik (SPC, PFU, cmk/ckp/ppk/ppm), Verfahren für Korrekturmaßnahmen - Anzahl der zu betreuenden Maschinen evtl. reduzieren - höhere Personal-Qualifizierung als zur Zeit - für messende Prüfung keine zeitlichen Vorteile (Abwarten des Abkühlprozesses) - Investment für Prüfplätze (vor allem bei CAQ-Einsatz, Prüfmittel mehrfach, usw.) - wertvolle Produktionsfläche geht für Prüfplätze/Teillos-Zwischenlagerung verloren - hohe Personalqualifizierung
III Arbeit (Produktion und Prüfung) im Team	- hohe Personalflexibilität - komplette Prozessverantwortung (Maß und Sicht) in einer Hand!! - kurze Reaktionszeiten (je nach Art der Umsetzung) - hohes Verantwortungsgefühl - Personaleinsparung - hohe Motivation der Mitarbeiter - Reduzierung von Fehlerkosten - Reduzierung von Reibungsverlusten - Einsparung von Laborfläche - keine Probleme durch Fehlzeiten Die Prozessbeteiligten führen alle Tätigkeiten im Wechsel – je nach Bedarf – oder in vorgegebenen Intervallen aus.	- hoher permanenter Schulungsaufwand für „Rundum-Schulung“ aller Beteiligten (Prüftechnik/Spritzgießtechnik/ Prozesstechnik, Korrekturmaßnahmen u.v.a.) - Anzahl der von der Gruppe zu betreuenden Maschinen muß ggf. reduziert werden - hohe Personalqualifizierung - für messende Prüfung keine zeitlichen Vorteile (Abwarten des Abkühlprozesses) - hohes Investment für Prüfplätze (vor allem bei CAQ-Einsatz, Prüfmittel mehrfach, usw.) - teure Produktionsfläche geht für Prüfplätze/Teillos-Zwischenlagerung verloren - hohe Personalqualifizierung, zusätzliche Personalprobleme durch Gruppenverhaltensweisen



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

3.11 Kauf und technische Abnahme von Spritzgießmaschinen

© TecPart, 2007

1 Zweck

Über allgemeingültige Richtlinien zur Abnahme von Spritzgießmaschinen gibt es bisher keine Unterlagen und Vorschläge, sondern nur einzelne, oft sehr firmenspezifische Erfahrungen und Erkenntnisse. Diese Richtlinie beschreibt, nach welchen Grundsätzen die Abnahme erfolgen kann. Weitere praktische Erfahrungen können betriebsintern eingearbeitet werden.

2 Vertrag für den Kauf und die technische Abnahme von Spritzgießmaschinen

Vor Beginn jeder Abnahme steht immer ein Vertrag, in welchem **Leistungen und Garantien** zugesagt werden, die dann bei der Abnahme oder später zu überprüfen sind (s. Muster S. 4). Bei mehreren Maschinen mit Peripherie oder ganzen Produktionsanlagen ist ein **Generalauftragnehmer** zu empfehlen, der die Gesamtverantwortung dem Besteller gegenüber übernimmt.

Der Vertrag und das ergänzende Pflichtenheft des Vertrages sollten die in Anlage 1 aufgeführten Daten enthalten.

Vertragsgegenstand der **Spritzgießmaschinen-Leistungsdaten** sind meist die Prospekt Daten, auf die man sich ohne weiteres festlegen kann. Die Plastifizierströme sollten für einen genau festgelegten Formmasstyp zugesichert werden und die zulässige prozentuale Reduktion pro Jahr beim gleichen Formmasstyp angegeben werden. Evtl. kann diese Angabe auch noch eine zulässige prozentuale Mahlgutzugabe enthalten. Sollte der festgelegte Formmasstyp in verschiedenen Farben eingefärbt werden, sollten die maximalen Plastifizierströme für definierte Pigmente angegeben werden, da letztere die Plastifizierströme erheblich beeinflussen können.

In den festzulegenden **Produktionsdaten** können enthalten sein: Schusszahlen (Stück/h), die Qualitätsmerkmale (Farbe, Gewicht, Maße, Konstanz, weitere mechanische, optische, chemische oder elektrische Eigenschaften), spezifischer Energieverbrauch (KWh/kg), Geräuschentwicklung (z.B. 76 ± 2 dBA), erforderliche Schusszahlen für Farbwechsel und ggf. Peripheriedaten (z.B. Handlingsgeschwindigkeiten, Werkzeugwechselzeiten, komplette Auftragswechselzeiten etc.). Alle diese Daten sind für definierte Formmasstypen und Werkzeuge festzulegen. Bei optischen oder Farbanforderungen ist zu empfehlen, vertraglich definierte Referenzmuster bzw. Grenzmuster festzulegen.

Die vertraglich zu fixierende **Peripherieleistungsbeschreibung** für einen Produktionsbereich kann Maschinen-Fundamente, Stromverteilung, Kühlwasserversorgung evtl. mit Wärmerückgewinnung, Hallenbelüftung, Absaugung an den Maschinen, Rohstoffversorgung (Silo, Förderung, Trocknung, Dosierung, Einfärbung, Mahlgutzugabe etc.), Handlinggeräte mit Greiferwechsel, Werkzeugwechselvorrichtungen (W.W.Wagen oder -Tisch), Inline-Qualitätsprüfungen, Teileabtransport (wie z. B. Hängeförderer, Rohrpostsystem, Förderbänder, Karton- oder Gitterboxsysteme mit FTS), Hochregallager mit Bahnhof und den Rechnerverbund (Einzelrechner mit Fertigungsleit-rechner) einschl. Software enthalten. Wichtiger Vertragsgegenstand sind ferner Angaben unter welchen Bedingungen alle vertraglich genannten Leistungen erbracht werden sollen. Z. B. kann gefordert werden, dass die Produktionsdaten pro Maschine in einem 24- oder 48-stündigen automatischen Maschinenabnahmelauf erbracht werden müssen, Unterbrechungen z.B. bis 30 min am Ende nachzuholen sind und bei Unterbrechungen >30 min. der Abnahmelauf neu zu beginnen hat. Störungsursachen und -zeiten sind genau festzuhalten.

Kauf und technische Abnahme von Spritzgießmaschinen

Element 3.11

Bei Gesamtanlagen mit Peripherie sollte eine **Endabnahme** vereinbart werden, bei welcher z. B. der gesamte Vertragsumfang, z. B. 3 oder 5 Tage dreischichtig, mit allen vereinbarten Leistungen erbracht werden muss. Unterbrechungszeiten sind auch hierbei festzuhalten, am Ende nachzuholen und die Störungsursachen zu notieren.

Die vertraglichen **Garantien** können außer den festgelegten Leistungsdaten auch die Lebensdauer von Einzelaggregaten oder Teilen betreffen, z. B. dass für die Säulen eine Garantzeit von 3 oder 5 Jahren im 3-Schichtbetrieb bei 6 oder 7 Tagen pro Woche eingeräumt wird. Für hochwertige existentielle Bauteile wie Maschinenplatten oder Säulen können auch die Ultraschallzertifikate vom Stahllieferanten angefordert werden.

Checkliste für einen Kauf- und technischen Abnahme-Vertrag

Auftragnehmer **Auftraggeber**

Vertragsgegenstand

Maschine und Peripherie: Technische Daten, Ausführung, Funktionsbeschreibung,
Ausrüstungsumfang

Maschinenleistungsdaten

Produktionsdaten

Leistungsdaten von Peripheriegeräten

Gewährleistung, Garantien (Leistungsdaten, Lebensdauer) einschließlich Terminüberschreitungen

Liefertermin, Terminplan, Netzplan, Auftragsablauf

Transport (Transportversicherung)

Inbetriebnahme

Abnahme: Vorabnahme, Endabnahme, Abnahmebedingungen
(Produktionslaufzeiten, Störungszeiten), Maschinenfähigkeitsnachweis,
Kalibrierscheine für ausgewählte Sensoren

Monteurgestellung einschließlich Zahlungsvereinbarungen

Wartung, Instandhaltung, Ersatzteilversorgung

Geheimhaltung

Dokumentation

Schulung

Aufpreis, Zahlungsbedingungen

Geltendes Recht

Datum **Erfüllungsort**

Unterschrift Auftragnehmer

Unterschrift Auftraggeber

3 Abnahmerichtlinien

Praktische Erfahrungen haben gezeigt, dass die einzelnen geforderten Maschinenleistungsdaten in einer Vorabnahme sowohl beim Maschinenhersteller als auch beim Verarbeiter durchzuführen sind.

3.1 Vorabnahme der Maschinenleistungsdaten

Die Maschinenleistungsdaten, d. h. Prospektdaten (Tab. 1), sind nach wie vor am besten entsprechend den **Euromap-Richtlinien** zu überprüfen, da die Maschinenhersteller sich auf diese beziehen und diese im Allgemeinen akzeptieren.

3.1.1 Vorabnahme beim Maschinenhersteller

Speziell die Überprüfung der **Leistungsdaten der Schließeinheiten** sollte in der Montage beim Maschinenhersteller erfolgen, da der Maschinenhersteller diese im Allgemeinen ohnehin überprüft, die Messtechnik und auch ein „Euromapblock“ vorhanden sind und die Schutzverkleidungen noch nicht montiert sind. Folgende Daten sind sinnvoll zu überprüfen:

- Schließkraft nach Euromap 7 einschl. der 4 Säulenbelastungen und deren Abweichungen
- Nennöffnungskraft nach Euromap 8
- Parallelität der Aufspannplatten nach Euromap 9
- Lichte Weite der Säulen und maximaler Öffnungsweg
- Düsenanlagekraft
- Trockenlaufzahl nach Euromap 6

Ergänzend zu den Euromap-Festlegungen sind einige Hinweise und Vereinfachungen zu empfehlen: Die **Säulendehnung** sollte immer gemessen werden, da hieraus die Schließkraft und die gleichmäßige Säulenbelastung (max. Abweichung $\pm 5\%$) ermittelt werden können. Bei großen Maschinen ab ca. 3000 kN Schließkraft reicht die Messung mit Stange und Messuhr ($\pm 0,001$ mm) ohne weiteres aus, darunter sind Dehnungsmessstreifen zu empfehlen. Bei Maschinen mit einer lichten Säulenweite > 1150 mm gibt es keine Euromap-Empfehlungen; hierfür ist vorher ein Messblock zu definieren. Bei vollhydraulischen Maschinen sollte die Schließkraft zusätzlich über den einfach messbaren Schließdruck (Mittelwert von Messbeginn bis Ende) ermittelt werden, wozu der Maschinenhersteller die wirksamen Flächen anzugeben hat. Der Unterschied bei beiden Messungen sollte innerhalb der zulässigen Streuungen liegen, andernfalls ist auf Messfehler oder evtl. auf Leitungsdruckverluste von Schließkolben bis Messstelle zu prüfen.

Die Ermittlung der Stauchung des Messblockes ist nicht erforderlich. Falls der Block auf beiden Seiten befestigbar ist, wird die Öffnungskraft genauso gemessen wie die Schließkraft. Ist das nicht der Fall, kann die Öffnungskraft über den Druck im Ringraum gemessen werden, indem auf Anschlag gefahren wird.

Die Messung der **Plattenparallelität** erfolgt mit einer Genauigkeit von $\pm 0,01$ mm, wobei die 4 Messpunkte vorher festgelegt werden müssen. Die Messung selbst erfolgt dann einmal mit Schließkraft 0 (zulässige Abweichung 0,5 mm) und einmal mit maximaler Schließkraft (zulässige Abweichung 0,25 mm), wobei Voraussetzung ist, dass der Block parallel ist. Die Messung von lichter Säulenweite und max. Öffnungsweg genügt mit Maßstab oder Maßband ± 1 mm. Wenn die Zylinderflächen bekannt sind, lässt sich die Düsenanlagekraft bei max. Druckeinstellung leicht über eine Druckmessung feststellen.

Die **Trockenlaufzahl** T wird aus der Trockenlaufzeit $t = 3600/T$ bestimmt. Diese wird als Mittelwert von 50 Zyklen sowohl mit max. als auch nach Euromap 6 festgelegtem Öffnungshub mit Stoppuhr (0,1 sec) und parallel, wenn möglich, mit Maschinensteuerung gemessen. Schließdruck, Schließgeschwindigkeit, Öffnungsgeschwindigkeit, Dämpfungsweg, Werkzeugsicherungsweg, Düsenabhebung und Düsenanlagedruck sind dabei (nach Euromap, wenn möglich) festzulegen. Die zulässige Abweichung nach Euromap 6 beträgt 10 %.

Abschließend ist eine **Vergleichstabelle** der Soll- und Istwerte mit %-Abweichungen zu erstellen (Tab. 2). Neben grundsätzlichen Fehlern (z.B. „*lichte Säulenweite*“ zu klein), die eigentlich nicht auftreten dürften, können folgende Fehler auftreten: *falsch eingestellte Säulenmuttern, zu niedrige Drücke und Geschwindigkeiten durch geringere Pumpenförderleistung oder falsche Ventileinstellung (Kennlinie), Fertigungsfehler etc.*

3.1.2 Vorabnahme beim Abnehmer

Beim Verarbeiter werden sinnvollerweise die **Leistungsdaten** überprüft, zu welchen Materialien und Werkzeuge erforderlich sind, wobei max. Schließkraft und max. Düsenanlagekraft mit einfacher Druckmessung nochmals überprüft werden kann. Entsprechend den **Prospektdaten** (Tab. 1) bleiben dann noch folgende Daten zur Überprüfung:

- max. Spritzdruck
- max. Hubvolumen
- Einspritzstrom
- max. Drehzahl und Drehmoment
- Plastifizierstrom nach Euromap 5

Bei der Überprüfung dieser Werte kann ebenfalls nach **Euromap** vorgegangen werden. Abweichend hiervon kann der Spritzdruck und der Einspritzstrom gemessen werden, da in den Prospekten (Tab. 1) die Einspritzleistung nach Euromap 4 meist nicht angegeben ist.

Der **max. Spritzdruck** ist einfach bei max. Einstellung über ein Druckmessgerät am Spritzzylinder zu messen, wenn der Spritzkolben gegen Anschlag gefahren wird. (Hierbei ist auf eine Anschlussmöglichkeit für einen Druckaufnehmer zu achten). Das **Hubvolumen** errechnet sich leicht durch Messung des max. Hubes und des Schneckendurchmessers mit Bandmaß ($\pm 0,5$ mm) bzw. Schieblehre ($\pm 0,1$ mm).

Der **Einspritzstrom** wird am besten in einem Abpumpversuch bei max. eingestellter Einspritzgeschwindigkeit gemessen. Da das Hubvolumen schon ermittelt ist, muss nur noch die **Einspritzzeit** gemessen werden. Hier bietet sich an, einmal die Zeitmessung der Maschinensteuerung zu überprüfen, dann können alle Zeitmessungen einfach mit der Maschinensteuerung erfolgen (Mittelwerte von 10 Schuss!).

Die Ermittlung der **max. Drehzahl** mit direktem Drehzahlmesser und des **max. Drehmomentes**, Letzteres der Einfachheit wegen über dem Öldruck am Motor (Ölmotor vorausgesetzt!), dient eigentlich dazu, um bei nicht ausreichendem Plastifizierstrom auf die Ursache schließen zu können. Wird z.B. die max. Drehzahl, ohne an der Drehmomentgrenze zu liegen, erreicht, ist bei richtiger Zylindertemperatureinstellung möglicherweise die Schneckenengeometrie und nicht die Drehzahl die Ursache für den zu geringen Plastifizierstrom. Nach Euromap 5 wird der **Plastifizierstrom** für die vertraglich festgelegte Formmasse und das Werkzeug aus dem Spritzlings- bzw. Schussgewicht dividiert durch die Plastifizierzeit ermittelt, beides ist einfach zu messen (ebenfalls Mittelwert von 10 Schuss!).

Zu empfehlen ist ferner, alle **Teilzeiten** zu messen und ein komplettes **Zykluszeit-Diagramm** zu erstellen, da dann später bei Schusszahlabweichungen die Gründe ermittelt oder Verbesserungen durchgeführt werden können!

Eine Überprüfung des vertraglich festgelegten Ausrüstungsumfangs kann sich dann anschließen.

Die begonnene **Vergleichstabelle der Soll- und Istwerte** ist jetzt für alle Maschinenleistungsdaten komplettierbar (Tab.2).

3.2 Abnahme unter Produktionsbedingungen

Entsprechend den vertraglichen Vereinbarungen werden anschließend die **Produktionsdaten** einer Maschine in mehrstündigem vollautomatischem Betrieb bzw. unter Produktionsbedingungen ermittelt, wobei auch hier die Zahlenangaben jeweils Mittelwerte aus z. B. 10 Schuss sind.

Aus der gemessenen Zykluszeit und/oder aus den gezählten Schüssen pro Stunde ergibt sich für die definierte Formmasse einschließlich der Farbe und des Werkzeuges die erreichbare **Stückzahl/Stunde**. Es ist ferner zu empfehlen, bei diesem mehrstündigen Betrieb nochmals, wie in Punkt 3.1.2., den Plastifizierstrom zu überprüfen.

Mit der Steuerung der meisten modernen Maschinen lässt sich der **Energieverbrauch** pro Schuss und auch der einzelner Zyklusphasen messen. Wenn diese Messung einmal mit einem externen Gerät überprüft wird, können alle weiteren Messungen mit der Maschinensteuerung erfolgen. Aus dem Energieverbrauch (kW) innerhalb einer Stunde und dem Gewicht der in dieser Zeit produzierten Teile (ggf. mit Anguss) ergibt sich der **spezifische Energieverbrauch kWh/kg**, wiederum als Mittelwert von z. B. 2 bis 4 Stunden. Die Messung des Energieverbrauchs einzelner Zyklusphasen ist nur sinnvoll, wenn die Maschineneinstellung bezüglich des Energieverbrauchs optimiert werden soll.

Die **Geräuschmessung** erfordert ein entsprechendes Messgerät (Mikrofon + Auswertegerät), mit welchem nach DIN 45635 an 8 bis 12 (je nach Maschinengröße) Stellen in 1 m Entfernung von der Maschine in 1 m Höhe das Geräusch in dBA ermittelt wird. An keiner Stelle darf der Messwert den vertraglich fixierten Pegel, z. B. (76 ± 2) dBA, überschreiten.

Die **Qualitätskriterien der Formteile** sind sehr zahlreich und abhängig von den Anforderungen der Formteile sowie den Vertragsbedingungen.

Auf jeden Fall sollte das einfach zu prüfende **Gewicht** der Formteile und damit die Reproduzierbarkeit der Maschine bei wiederholter Einstellung und die Konstanz von Schuss zu Schuss ermittelt werden. Die Streuung (Mittelwert, Standardabweichung und Variationskoeffizient) sollte im thermischen Gleichgewicht von 50 Schuss in jeder Schicht gemessen und dargestellt werden. Bei Formteilmengewichten bis 50 g sollte die Waage eine Genauigkeit von $\pm 0,001$ g, bis 500 g von $\pm 0,01$ g und > 500 g von $\pm 0,1$ g aufweisen.

Die Überprüfung relevanter **Maße** und deren Streuung (ein sehr häufiges Kriterium) ist von mindestens 30 Schuss in jeder Schicht nach vereinbarter Abkühlzeit, je nach geforderter Genauigkeit, mit Mikrometer, Vorrichtung und Messuhr, Lehren, Profilprojektor oder Messmaschine durchzuführen.

Geeignete Qualitätskriterien wie Gewichtsprüfung, Gewichtsstreuung, Prüfmerkmale, z. B. Maße, können zum Maschinenfähigkeitsnachweis benutzt werden. Sie sind einzeln zu vereinbaren.

Die **Oberflächen-Qualität bei Einfärbung** ist, wenn sie nicht quantitativ gemessen wird, bei definierter Batch-Art und -Zugabe durch einen optischen Vergleich unter gleichen Bedingungen (Lichtart, Beleuchtungsstärke, Abstand, Winkel, Hintergrund) mit dem Referenzmuster (RM) zu überprüfen.

Alle anderen Qualitätsmerkmale, wie z. B. E-Modul, Schlagzähigkeit, Wärmeformbeständigkeit, Durchschlagsspannung, Transparenz und viele mehr, sind entsprechend den Produkt- und Vertragsdefinitionen in Anlehnung an Normen zu prüfen.

Weitere zu prüfende Produktionsdaten können die erforderlichen Schusszahlen bis Beendigung eines **Farbwechsels** sein. Hierbei sind nach Leerspritzen des Materials 1 und Einfüllen des Materials 2 die folgenden Schüsse zu zählen, bis auf dem Formteil keinerlei Farbschimmer des Materials 1 mehr sichtbar sind. Ebenso kann bei entsprechender Peripherie die vertraglich zugesicherte Zeit von „Ende letzter Schuss Produkt 1 bis Ende erster Schuss Produkt 2“ als **Werkzeugwechselzeit** gestoppt werden.

Am Ende der Überprüfung der genannten Produktionsdaten steht dann wieder die Vergleichstabelle „Sollwerte/Istwerte“ (Tab. 3), die dann die Aussage Vertragsbedingungen erfüllt „ja/nein“ erlaubt.

Mögliche auftretende Fehler: zu lange Zeit bis zum thermischen Gleichgewicht, Teile überspritzt, Farbwechselzeiten sehr lange, Verschleiß, zu hohes Geräusch, Zylindertemperaturregelung schlecht, Einzugskühlung nicht ausreichend, etc.

3.3 Endabnahme der Einzelmaschine bzw. Fertigungszelle

Jede gelieferte Maschine bzw. Anlage ist nun, je nach Vertrag, im **24- oder 48- Stunden-Betrieb** zu testen, wobei gleichzeitig alle Produktionsdaten von Pkt. 3.2. ermittelt bzw. nochmals über längere Zeit nachgeprüft werden können. Wesentlich bei dieser Endabnahme ist der **störungsfreie Betrieb** der Anlage, wobei Material- und Werkzeugstörungen, wenn vom Verarbeiter gestellt, nicht relevant sind. Dabei sind die vertragliche Anzahl der Farb- und/oder Werkzeugwechsel, die diese Endabnahme beinhalten soll, störungsfrei durchzuführen. Sämtliche Störungen bzw. Unter-

brechungen in dieser Zeit sind zeitlich genau festzuhalten und die Gründe anzugeben (Tab. 5). Alle Fehlzeiten sind an das Ende der Abnahme anzuhängen. Bei Überschreiten des vertraglichen Limits, z. B. 2 Std., hat die Abnahme neu zu beginnen.

Es ist zu empfehlen, zu vereinbaren, dass der Maschinenhersteller kleinere Fehler sofort beseitigt, damit dann bei der Endabnahme der Gesamtanlage diese Störungen nicht mehr auftreten.

3.4 Endabnahme der Gesamtanlage einschl. der Peripherie

Bei Gesamtanlagen (alle geordneten Komponenten) sind bei der Endabnahme im **vollautomatischen Dreischichtbetrieb** (entsprechend dem Vertrag), z. B. 3 bis 5 Tage lang, alle vertraglichen Leistungen, insbesondere die Produktionsdaten, siehe Punkt 3.2., zu erbringen.

Alle Werte, insbesondere auch deren **Streuungen**, sollten z. B. dreimal täglich (d. h. einmal pro Schicht) an jeder Maschineneinheit, jeweils als Mittelwert von 10 oder 20 Schuss, gemessen und im Sinne des Maschinenfähigkeitsnachweises ausgewertet werden.

Eine große Hilfe für den Abnehmer ist, wenn die Maschinensteuerung jede Einstellungsänderung automatisch registriert und speichert und diese mit einem speziellen Code abrufbar ist.

Ebenso sind wie in Punkt 3.3. bei der Endabnahme **alle Störungen, Zeiten und Gründe** dafür genau zu erfassen, damit die Verantwortlichkeit und Beseitigung festgelegt werden kann (Tab. 5). Verzögerungen durch Störungen verlängern auch hierbei die Endabnahmezeit. Bei mehr als z. B. 5 bis 8 Stunden Störung ist ein Neuanlauf der Endabnahme erforderlich.

Störungen treten meist häufiger in der Peripherie als an den Maschinen auf, und das sind oft kleine Störungen mit großer Wirkung, z. B. **sind Endschalter am Werkzeugwechsler defekt oder der Greiferwechsel bewirkt Störungen, Granulat wird nicht rechtzeitig angefordert, Fehler bei der Datenübertragung treten auf, etc.**

3.5 Endergebnis

Als Summe aller Abnahmeergebnisse werden in den schon genannten Tabellen die **Soll- mit den Istdaten verglichen** (Tab. 2 und 3) und überprüft, ob die Abweichungen innerhalb der zulässigen Toleranzen liegen. Bei den Sollwerten sind insbesondere die Vertragsdaten zu beachten.

Abhängig von diesem Vergleich bestimmt der Abnehmer, ob die Abnahmebedingungen erfüllt sind oder nicht. Beide Vertragspartner einschließlich des Abnehmers haben das per Unterschrift zu bestätigen (Tab. 4).

Im Folgenden kann noch erwähnt werden, welche Werte aus Gründen des Garantieablaufs (z. B. Plastifizierleistung wegen Verschleiß) nach 6, 12 oder 24 Monaten wiederholt überprüft werden sollen.

4 Kommentar

Die Punkte für Abnahmerichtlinien von Spritzgießmaschinen und Produktionsanlagen zeigen deutlich die sehr starke Abhängigkeit von den Vertragsbedingungen. Dieser Richtlinie können die wichtigsten zu überprüfenden Kriterien entnommen werden. Sie stammen weitgehend aus der Praxis. Die **Vergleichstabellen 2–5** können hierzu als Grundlage verwendet werden.

Diese Richtlinie kann firmenspezifisch ergänzt, verbessert und erweitert werden, so dass hieraus eine firmeneigene Abnahmerichtlinie für den Kauf und die technische Abnahme von Spritzgießmaschinen und Produktionsanlagen entsteht.

Tabelle 1. Beispiel eines üblichen Maschinendatenblattes

Spritzgießmaschine

Internationale Größenbezeichnung

Schließeinheit

<u>Schließkraft</u>	kN	16000	16000
<u>Werkzeugöffnungskraft</u>	kN	1100	1100
Fahrkraft der bewegl. Werkzeug- aufspannplatte -			
- öffnen	kN	144	144
- schließen	kN	138,5	138,5
Größe der Werkzeug- aufspannplatten (h x v)	mm	2510 x 2080	2510 x 2080
Lichte Weite zwischen den Säulen (h x v)	mm	1800 x 1400	1800 x 1400
<u>Werkzeugöffnungsweg max.</u>	mm	1800	1800
Werkzeugeinbauhöhe min./max.	mm	900 - 1600	900 - 1600
Hydraulischer Auswerfer - Hub	mm	300	300
- Kraft vor/zurück	kN	380/197	380/197

Spritzeinheit

Arbeitsvermögen ¹⁾		11500	19000
Schneckendurchmesser ²⁾	mm	(110) 120 130 145	(125) 140 150 165
<u>Spritzdruck</u>	bar	2332 1960 1670 1342	2458 1960 1707 1411
<u>Hubvolumen max.</u>	cm ³	4942 5881 6902 8587	7731 9698 11133 13471
Spritzteilgewicht max. in Polystyrol	g	4448 5290 6210 7725	6958 8728 10020 12124
<u>Einspritzstrom</u>	ccm/s	969 1153 1353 1683	1271 1595 1831 2215
<u>Schneckenantriebsleistung</u>	kW	143	183
<u>Schneckendrehzahl</u> umschaltbar -			
- Drehmomentstufe I	U/min	10 - 120	10 - 83
- Drehmomentstufe II	U/min	10 - 80	--
<u>Plastifizierstrom</u> ³⁾ für Standard ND-PE bei max. Schneckendrehzahl	g/s	129 154 180 224	() 160 184 222
<u>Düsenanlagekraft</u>	kN	246	246

Elektrohydraulische Ausrüstung

Nennleistung des Pumpenmotors	kW	160	250
Installierte Heizleistung	kW	91	126,5
Regelzonen für Schneckenzyylinder- Heizung	Stück	7	7
<u>Schneckenlaufzahl</u> (nach Euromap 6)	ca. 1/h	400	450
Ölfüllung	ltr.	4100	4100

Maße und Gewichte

Nettogewicht	ca. t	125	135
Aufstellfläche der Maschine (l x b x h)	ca. mm	15520 x 3790 x 3225	18270 x 3790 x 3500

1) Internationale Größenbezeichnung errechnet aus max. Hubvolumen (cm³) x max. Spritzdruck (bar) dividiert durch 1000.

2) Schneckendurchmesser in () - P8-Schnecke zur Polymerblend-Verarbeitung

3) Ermittelt nach Euromap 5 aus dem Spritzteilgewicht dividiert durch die Plastifizierzeit.

Kauf und technische Abnahme von Spritzgießmaschinen

**Element
3.11**

Tabelle 2. Vergleichswerte der in der Vorabnahme ermittelten Leistungsdaten (jeweils Mittelwerte aus 10 Schuss)

Masch.-Nr.: Werkzeug-Nr.: Material:
Farbe: Datum: Uhrzeit:

Ort	Nr.	Durchgeführte Prüfungen	Soll	Ist	Abw. %
MH	1	Schließkraft nach Euromap 7 (aus Druckmessung) [kN]			
MH	2	„ „ „ (aus Säulendehnung) [kN]			
MH	3	Max. Differenz der Säulenbelastung [kN]			
MH	4	Nennöffnungskraft nach Euromap 8 (Druckmessung) [kN]			
MH	5	Plattenparallelität nach Euromap 9 (Mikrometer)			
MH+VA	6	Lichte Weite der Säulen [mm] (Bandmaß, Maßstab)			
MH+VA	7	Max. Öffnungsweg [mm]			
MH	8	Düsenanlagekraft [kN] (aus Druckmessung)			
MH	9	Trockenlaufzahl nach Euromap 6 [1/h] (Zeitmess.)			
	10				
VA	11	Max Spritzdruck [bar] (aus Druckmessung)			
VA	12	Max. Hubvolumen [cm ³] (Maßstab, Schieblehre)			
VA	13	Einspritzstrom [cm ³ /s] (Zeitmessung)			
VA	14	Max. Drehzahl [U/min] (Drehzahlmesser)			
VA	15	Drehmoment [Nm] Druckmessung			
VA	16	Plastifizierstrom nach Euromap 5 (Gew. u. Zeitm.)			
		„ für defin. Mater. u. Werkzeug [g/s]			
	17				
	18				
VA	19	Zykluszeitdiagramm (alle Teilzeiten)			
VA	20	Maschinenausrüstungsumfang (entspr. Vertrag)			

MH = Maschinenhersteller

VA = Verarbeiter

Kauf und technische Abnahme von Spritzgießmaschinen

**Element
3.11**

Tabelle 3. Vergleichswerte der in der Abnahme ermittelten Produktionsdaten (jeweils Mittelwerte aus 10 Schuss)

Masch.-Nr.: Werkzeug-Nr.: Material:
Farbe: Datum: Uhrzeit:

Nr.	Durchgeführte Prüfungen	Soll	Ist	Abw. %
1	Zykluszeit [sec]			
2	Stückzahl/Stunde			
3	Energieverbrauch pro Schuss [KW]			
4	spez. Energieverbrauch [KWh/kg]			
5	mittlerer Geräuschpegel [dBA]			
6	Qualitätskriterien des Formteiles			
6.1	Gewicht [g]			
6.2	Streuung Gewicht [%]			
6.3	Maße [mm]			
6.4	Streuung Maße [%]			
6.5	Farbqualität, vgl. Referenzmuster			
6.6	weitere Qualitätskriterien ...			
6.7				
7	Farbwechselzahlen			
7.1	Farbe 1 / Farbe 2			
7.2	Farbe 3 / Farbe 4			
8	Werkzeugwechselzeiten [sec]			

Tabelle 4. Abschlussbericht der Abnahme von Einzelmaschinen

Prüfbericht Nr.:

Lieferer:

Ort:

Besteller:

Datum:

Spritzgießmaschine:

Werkzeug:

Typ:

Werkzeugbez.:

Masch. Nr.:

Werkzeug Nr.:

Baujahr:

Fachzahl:

Schnecken-Ø [mm]:

Düsen-Ø [mm]:

Ort	Nr.	Durchgeführte Prüfungen	Soll	Ist	Abw. %

Abnahmeangaben bestätigt: Ort: Datum:

Unterschrift für Lieferer:

Unterschrift für Besteller:

Tabelle 5. Auflistung aller Unterbrechungen sowie der Stillstandsgründe bei der Maschinen- oder der Anlagenendabnahme

Maschinen Nr.:

Maschinentyp:

Werkzeug:

Zeitraum des Testlaufs:

Werkzeug Nr.:

Datum	von	bis	Stillstandszeit	Vorkommnisse



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

3.12 Prozesse im kunststoff- verarbeitenden Betrieb

© TecPart, 2007

1 Einleitung

Die Normen DIN EN ISO 9000, DIN EN ISO 9001 und DIN EN ISO 9004 gehen von der Grundidee der Prozesse aus, die prinzipiell in einem Unternehmen definiert und nach Bedarf in Teilprozesse und Mikroprozesse untergliedert werden können. Die Prozesse laufen jedoch nicht nebeneinander, sondern vielfach vernetzt ab.

Die Ablauforganisation im Unternehmen stellt ein vernetztes System von *Geschäftsprozessen* dar, die durch *Managementprozesse* eingeleitet und durch *unterstützende Prozesse* gefördert und optimiert werden. Im Mittelpunkt der Tätigkeiten stehen die *Kernprozesse* des Unternehmens. Die Gliederung dieser Prozesse in Teilprozesse ist sinnvoll, der Grad der Strukturierung der Geschäftsprozesse in Teilprozesse ist abhängig von der Größe des Unternehmens, seiner Produktvielfalt und der Aufbauorganisation des Unternehmens. Folglich kann es auch keine normierte Prozesslandschaft für den kunststoffverarbeitenden Betrieb geben. Die spezifischen Eigenheiten jedes Unternehmens kommen hierin zur Geltung. Die vorliegende Schrift soll ein Ansatz für eine beispielhafte Prozesslandschaft für einen normalen fiktiven Spritzgießbetrieb darstellen und die prozessorientierte Betrachtungsweise am Beispiel demonstrieren.

Gefordert sind Denken und Handeln in zielgerichteten Wertschöpfungsketten und sie unterstützende Prozesse. Dies gelingt am besten, wenn man die Personen, die in die jeweilige Prozesskette eingebunden sind, im Prozessteam zusammenbringt. Die wichtigsten Aufgaben im Prozessteam werden vom Prozesseigner (Verantwortlichen) übernommen. Seine Aufgabe ist es sicherzustellen, dass die Mitarbeiter in der täglichen Arbeit einen optimal vorbereiteten effektiven und effizienten Prozess benutzen können.

Die prozessorientierte Betrachtungsweise der Abläufe im Unternehmen bildet zunehmend die Grundlage für den Nachweis eines Qualitätsmanagementsystems nach DIN EN ISO 9000, DIN EN ISO 9001, DIN EN ISO 9004, VDA 6.1 oder QS 9000.

Die Neufassungen von DIN EN ISO 9000, DIN EN ISO 9001 und DIN EN ISO 9004 basieren auf der prozessorientierten Darlegung des Qualitätsmanagementsystems. Auf der Grundlage dieser Betrachtungsweise ist es einfacher und klarer möglich, die betrieblichen Abläufe darzustellen, die Prozesseigner hervorzuheben und die qualitätssichernden Maßnahmen nach Inhalt und Zuständigkeit eindeutig zu definieren und zuzuordnen. Unschwer trifft man diese Betrachtungsweise übrigens bereits vielfach in den elementorientierten Darlegungen, insbesondere Verfahrensanweisungen, an. Die aufgezeigten Prozesse sind in geeigneter Weise zur unternehmensspezifischen Prozesslandschaft zusammenzufassen. Die prozessorientierte Betrachtungsweise erleichtert auch die Einbeziehung anderer Managementsysteme (Umweltmanagement, Arbeitssicherheitsmanagement) in ein unternehmensspezifisches Managementsystem.

2 Zweck und Inhalt

Die Gestaltung von Prozessen, die ohne Blind- und Fehlleistung konsequent die Forderung der Kunden erfüllen, steht dabei im Vordergrund der Geschäftsprozesse im Unternehmen. Diese Prozesse sind die Träger des Unternehmenserfolges.

Mit der vorliegenden Schrift wird der Versuch gemacht, die Elemente der Prozesslandschaft eines kunststoffverarbeitenden Betriebes zusammenzustellen und beispielhafte Möglichkeiten zur Pro-

zessbeschreibung zu geben. Damit sollen die prozessorientierte Darlegung eines Qualitätsmanagementsystems erleichtert werden und im Prozessnetzwerk die Inputs und Outputs der (Teil-) Prozesse, die Prozesseigner, die Prozesskunden, die Aufgaben- und Zielstellung, die Verantwortlichkeiten und die Schnittstellen der Teilprozesse, ausgewiesen werden.

Konsequentes Streben nach Verbesserung ist nicht nur eine der Grundforderungen im Qualitätsmanagement, sondern findet jetzt auch einen stärkeren Niederschlag in den zugrunde liegenden internationalen Normen. Die prozessorientierte Darstellung eröffnet diesbezüglich klarere und einfachere Darlegungen und personelle Zuordnungen und gestattet günstiger ein integriertes Managementsystem für Qualität, Sicherheit, Umwelt und Gesundheit usw. darzulegen.

3 Begriffe, Definitionen

Nach DIN EN ISO 9000, DIN EN ISO 9001 und DIN EN ISO 9004:

Prozess: Gesamtheit von in Wechselbeziehungen stehenden Abläufen, Vorgängen und Tätigkeiten, durch welche Werkstoffe, Energien oder Informationen transportiert oder umgeformt werden. Ein Prozess kann bei Erforderlichkeit in Teilprozesse zerlegt werden. Ein Prozess ist durch seinen Input, seinen Output, seinen Prozesseigner und die Lieferanten und Kunden (auch innerbetrieblich) hinreichend charakterisiert.

Prozesskette: Logische Zusammenstellung der einzelnen in Wechselbeziehungen stehenden Abläufe, Vorgänge und Tätigkeiten, die notwendig sind, Werkstoffe, Energien oder Informationen zielgerichtet zu transportieren oder umzuformen.

Managementprozesse (strategische und taktische Prozesse)

- Dieser Prozessgruppe sind die übergeordneten Prozesse im Unternehmen mit den Elementen
 - Planung (Politik, Ziele, Programme, Strategie),
 - Durchführung (Organisationen),
 - Kontrolle (Reviews, Audits),
 - Verbesserung
- zuzuordnen.

Sie haben vor allem steuernde und koordinierende Funktion für die Kern- und unterstützenden Prozesse.

Ziel der Managementprozesse: kontinuierliche Planung, Überprüfung und Verbesserung der Geschäftsprozesse, so dass die Geschäftsziele des Unternehmens permanent erreicht werden.

Kernprozesse

Kernprozesse eines Unternehmens sind die wertschöpfenden Prozesse. (Sie dienen der Erstellung von Leistungen, für die ein Kunde bereit ist zu zahlen.) Die Kernprozesse beinhalten alle Teilprozesse vom ersten Kundenkontakt bis zur Auslieferung des Produktes an den Kunden und die Kundenbetreuung. Sie werden von administrativen und Dienstleistungsprozessen flankiert.

Unterstützende Prozesse (wertsichernde Prozesse)

Unterstützende Prozesse sind Prozesse, die die Basisprozesse (Managementprozesse und die Kernprozesse) in der Entscheidungsfindung, im Ablauf, in der Organisation usw. beeinflussen bzw. die Voraussetzungen in der Prozesskette schaffen, die Basisprozesse optimal zu fördern. Sie sichern den Wert bzw. die Existenz des Unternehmens, ohne jedoch eine Wertschöpfung herbeizuführen.

Geschäftsprozesse

Zu den Geschäftsprozessen werden alle Prozesse gerechnet, die zur Planung und Realisierung der Kernprozesse erforderlich sind.

4 Verfahren

4.1 Elemente der Prozesslandschaft und Prozessbeschreibung

Kernstück der Prozessorientierung sind die Prozesse (Schlüsselprozesse) zur Realisierung der Geschäftsziele. In der Regel sind die Geschäftsziele in die 4 Ergebniskriterien des EFQM-Modells (European Foundation for Quality Management) einzubinden:

- Geschäftsergebnisse,
- Kundenzufriedenheit,
- Mitarbeiterzufriedenheit,
- Gesellschaftliche Verantwortung/Firmenimage.

An der Spitze der Überlegungen für die Gestaltung des prozessorientierten Managementsystems muss ein geeignetes Ablaufmodell (Prozessmodell) stehen, welches den realen Ablauf der Tätigkeiten (Prozesse) im Unternehmen widerspiegelt. Die erkannten Prozesse sind nach Input, Output, Zielstellung (und Prozessmessgrößen) zu charakterisieren. Diese Prozesse sind anhand der Unternehmensziele zu gewichten. Die Prozesseigner sind festzulegen und die Prozesse selbst durch diese ohne überflüssige Beschreibungen in Flow Charts oder Texttabellen darzustellen.

Bild 1 gibt eine schematische Übersicht über wesentliche Prozesse und Inhalte und ablauforientierte Verknüpfungen im kunststoffverarbeitenden Betrieb ohne Anspruch auf Vollständigkeit und Optimalität. Die Kernprozesskette kann entsprechend den betrieblichen Erfordernissen in zahlreiche Teilprozesse aufgegliedert werden bzw. es können auch unterstützende Prozesse direkt als Managementprozesse definiert werden bzw. in die Kernprozesse eingegliedert werden.

Im Folgenden dazu einige Beispiele:

Marketing/Vertrieb

Akquisition, Auftragsanbahnung (Anfrage, Angebot, Auftrag), Auftragsabwicklung, Marktanalyse, Machbarkeitsanalyse, Risikoanalyse, Marktbeobachtung, Messung der Kundenzufriedenheit, Öffentlichkeitsarbeit, Produktvergleich, Kundendienst, Ermittlung von Kundenanforderungen, Kundenbetreuung.

Produkt- und Prozessentwicklung

Qualitätsplanung, Formteilentwicklungsprozess, Anwendung statistischer Methoden (z. B. FMEA, DOE, ...), Freigabe, Werkzeugbau, Zuverlässigkeitsnachweis, Prozessgestaltung, Verifizierung, Validierung, Erstmusterprüfung, Prüfplanung, Daten-, Zeichnungs- und Normenverwaltung.

Beschaffung einschließlich Lagerung

Lieferantenbewertung, Beschaffungsmanagement, Wareneingangskontrolle, Freigabe, Lagerung, Prozessgestaltung.

Produktionsprozess

Werkzeugmanagement, Formmassemanagement, Prozessmanagement, Arbeitsvorbereitung, Freigabemanagement.

Teilprozesse: Materialtransport, Trocknen, Vorwärmen, Dosieren, Mischen, Spritzgießen, Entnahme, Selbstprüfung, (Montage), Verpackung, Lagerung, Prüfung, Entsorgung, Freigabe, Prozesskontrolle, Endprüfung, Lagerung, Versandvorbereitung, innerbetriebliche Logistik, Umrüstung, Wartung, Instandhaltung, Störfallbehebungsprozess, Notfallprozess.

Vertrieb (Verkauf)

Lagerung, Freigabe, Endkontrolle, Logistik, Reklamationsmanagement, Verkauf, Auslieferung, Versand, Auftragsdurchlauf (s. a. Marketing/Vertrieb).

Eine mögliche Form der Aufgliederung eines Teilprozesses in einzelne Schritte zeigt das Beispiel Teilprozess: Schulung, Einarbeitung (Anlage 1).

Beispiel

4.2.1 Prüfprozess

Bestimmung der MFR nach DIN EN ISO 1133

Lieferant:	Abt. Beschaffung
Input:	Prüfplan Prüfanweisung, Prüfgerätebeschreibung Prüfobjekt Entscheidungskriterium MFR (190,5) = (10 ± 2) g/10 min
Output:	Prüfprotokoll (Prüfbericht)
Zielstellung:	Entscheidung gut/schlecht (Freigabe)
Prozesseigner:	geschulte Laborantin
Kunde:	Laborleiter/Leiter Spritzguss

Prüfprozessbeschreibung

	Verantw.	Mitwirkung	Folge-schritt	Bemer-kung
1. Probenahme nach Vorschrift unterschieden nach - Sackware - Container - Containerfahrzeug	Warenein-gang	Labor	2	Vor der Abnahme der Form-masse durch WE
2. Mischen der Probe nach Vorschrift	Labor	–	3	
3. Trocknen der Formmasse nach formmassespezifischen Vorschriften	Labor	–	4	
4. Durchführung der Prüfung nach DIN EN ISO 1133 - (Prüfanweisung Nr. NN) - Methode A: MFR - Methode B: MVR	Labor	–	5	
5. Auswertung und Entscheidungsvorschlag	Labor	Laborleiter	6	
6. Dokumentation des Prüfergebnisses (Prüfprotokoll/Prüfbericht)	Labor	–	7	
7. Weiterleitung an „Kunden“ z. B. QW-Leiter, Leiter Produktion oder Laborleiter	Labor	–	8	
8. Freigabeentscheidung und Archivierung der Prüfkarte	zuständ. Verantw.	Leiter Produktion	Ende	



TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

4.2 Wiederverwertung thermo- plastischer Kunststoffe beim Spritzgießen

© TecPart, 2007

Vorwort

Im Bereich des Recyclings werden dieselben Begriffe oft sehr unterschiedlich verwendet. Um zu einheitlichen Begriffen zu kommen, hat die Arbeitsgruppe Abnahmerichtlinien und Normen des Fachverbandes Technische Teile im GKV versucht, zusammen mit der Arbeitsgruppe Werkstoffkreislauf entsprechende Begriffe sinnvoll und praxisbezogen zu ordnen. Die nachstehenden Begriffe und Definitionen stellen einen Beitrag für eine spätere einheitliche Regelung dar.

1 Zweck und Notwendigkeit

Die Wiederverwertung von Formteilen und Angüssen ist notwendig

- aus ökologischen Gründen (Umweltschutz),
- aus Gründen der Rohstoff- und Energieeinsparung,
- durch gesetzliche Forderungen.

Die Wiederverwertung thermoplastischer Kunststoffe setzt voraus, dass ein genaues Anforderungsprofil an die Formmasse bekannt ist.

Die Wiederverwertung thermoplastischer Kunststoffe beschränkt sich in diesem Zusammenhang auf Angüsse und Formteile aus der Produktion, d. h. im Allgemeinen auf sorten- und/oder typenreine Kunststoffe.

Besondere Aufmerksamkeit bedarf die Wiederverwertung von Kunststoffen aus gebrauchten Produkten. Bei der Wiederaufarbeitung von gebrauchten Kunststoff-Formteilen, wie z. B. Stoßfängersysteme, Kühlergrills, Batteriekästen usw., haben die nachstehenden Begriffe ebenfalls Gültigkeit.

2 Zusammenstellung und Erklärung der Begriffe

2.0 Formmasse

Für den Begriff Formmasse gilt nach DIN 7708 Teil 1: „Formmassen sind flüssige, pastöse oder feste Stoffe in verarbeitungsfertigem Zustand, die spanlos zu Halbzeugen oder Formteilen geformt werden können“.

Nach DIN 24450 gilt: „Formmassen sind ungeformte Erzeugnisse, die unter Einwirkung mechanischer Kräfte innerhalb eines bestimmten Temperaturbereichs durch spanlose Formgebung bleibend zu Formteilen oder Halbzeug geformt werden können.“

Formmassen liegen für die Spritzgießverarbeitung meist in Form von Granulat vor.

2.1 Neuware

Neuware ist Kunststoffgranulat, aus dem noch keine Kunststoffwaren hergestellt wurden.

2.1.1 Originalware, 1a-Ware

Originalware oder 1a-Ware ist spezifiziert (z. B. nach Datenblatt), bestimmte Eigenschaften werden gewährleistet.

2.1.2 Sekundaware (nicht spezifizierte Formmasse), 1b-Ware (früher auch NT-Ware oder Offgrade genannt)

Bei Sekundaware oder 1b-Ware handelt es sich um Chargen von Originalware, bei denen einzelne Eigenschaftswerte außerhalb der Spezifikation der 1a-Ware liegen.

2.2 Rezyklat

Rezyklate sind Formmassen, die vollständig oder teilweise Bestandteile enthalten, die bereits einem Verarbeitungsprozess zum Endprodukt (z. B. Halbzeug, Fertigteile) unterworfen waren.

2.2.1 Mahlgut

Sortenreine Angüsse und/oder Fertigteile werden in geeigneten Mühlen zu Mahlgut zerkleinert. Sie besitzen einen bestimmten Staubanteil, der die Verarbeitung erschweren kann.

2.2.2 Granulat

Aus Mahlgut wird ohne weitere Zusätze oder durch Compoundieren unter Zugabe von Zusätzen über einen Extruder und eine Granulieranlage staubfreies Granulat hergestellt. Beim Compoundieren erreicht man durch die Zusätze definierte Eigenschaften, die gegebenenfalls durch Zertifikate bestätigt werden können.

2.2.3 Agglomerat

Agglomerat wird durch Zerkleinern und Teilplastifizieren von Kunststoffen gewonnen. Agglomerat hat unterschiedliche Korngrößen, aber im Allgemeinen keinen Staubanteil.

2.3 Formteile, Formstoffe

Nach DIN 7708 Teil 1 gilt: „Formteile sind gestaltete Kunststofferzeugnisse, die aus Formmassen (oder Halbzeugen) hergestellt worden sind. Formstoffe sind Werkstoffe der Formteile oder Halbzeuge.“

3 Verwendung von Rezyklaten aus thermoplastischen Kunststoffen

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass bei der Verwendung von Rezyklaten aus gebrauchten Kunststoffprodukten oder gar Angüssen und Produktionsabfällen keine minderwertigen Rohstoffe eingesetzt werden.

Der Einsatz von Rezyklaten muss sich – analog dem Einsatz von Neuware – grundsätzlich an dem Anforderungsprofil orientieren, das von dem herzustellenden Produkt vorgegeben ist. Dies bedeutet, das Rezyklat muss so beschaffen sein, dass über den gesamten Verarbeitungsprozess und Produktionszeitraum gleichmäßige Eigenschaftswerte sichergestellt sind.

Prüfverfahren für Rezyklate unterscheiden sich im Allgemeinen nicht von denen für Neuware. Aus Qualitätsgründen können für Rezyklate weitergehende Prüfungen notwendig sein.

4 Kommentar

Entgegen der UL 746 D „Standard for Polymeric Materials – Fabricated Parts“ wurde der Begriff „Rezyklat“ bewusst umfassender festgelegt, indem ein Rezyklat unabhängig von seiner Herkunft definiert wird.

Kunden/Abnehmer lassen sich z.T. auch heute noch schwer davon überzeugen, dass zur Herstellung bestimmter Formteile die Verwendung von Rezyklaten aus ökologischen und ökonomischen Gründen sinnvoll und aus technologischer Sicht vertretbar ist. Bei den Kunden muss ein Umdenken erfolgen, teilweise sind auch staatliche Anforderungen zu reduzieren. Wegen der Produzentenhaftung wird vielfach aus Sicherheitsgründen Neuware vorgeschrieben, ohne dass dies unbedingt erforderlich wäre.

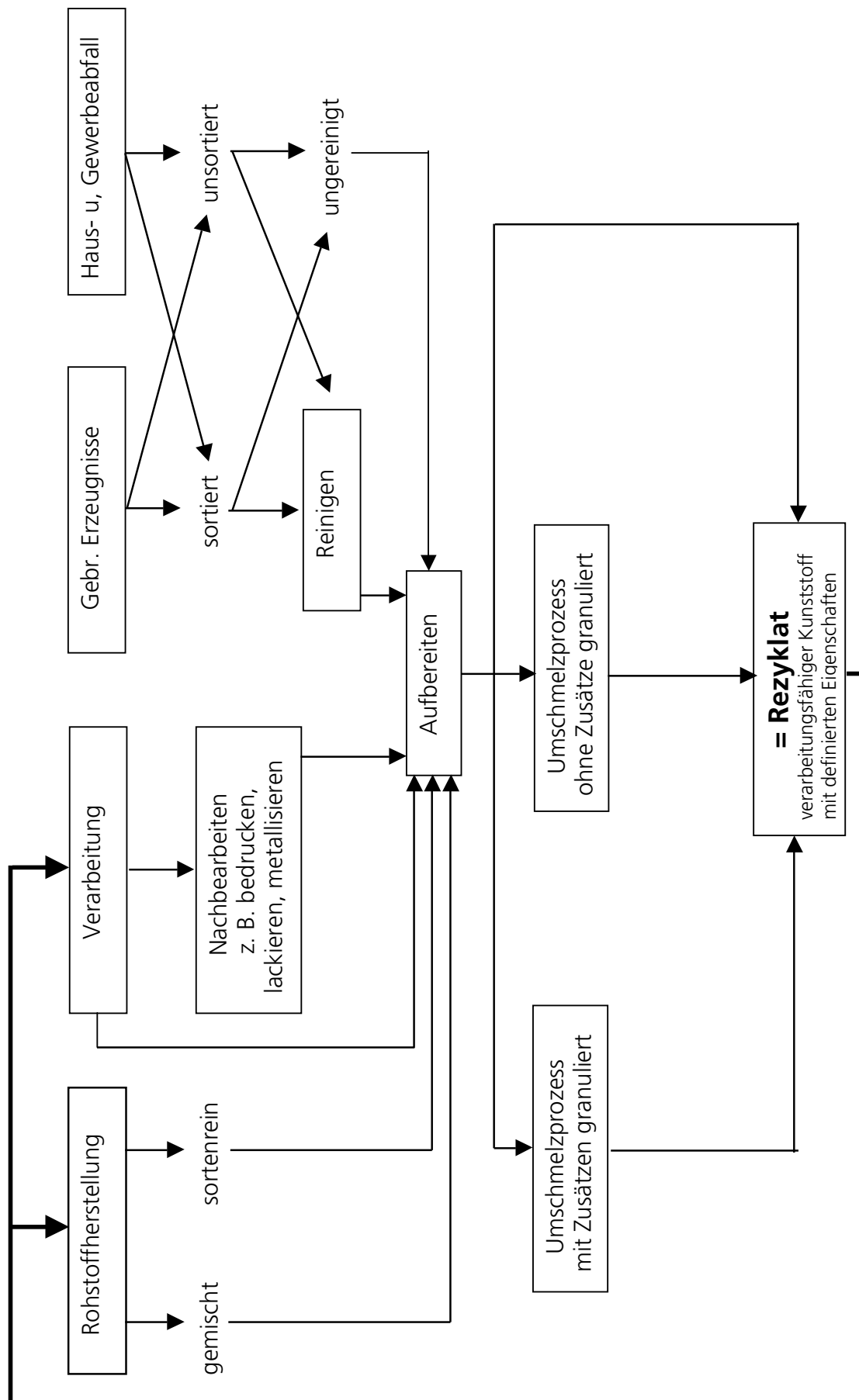
Für den Einsatz von Rezyklaten ist notwendig:

- Qualitätsgesicherte Herstellung von Rezyklaten (s. beigefügtes Schema)
- Enge Zusammenarbeit zwischen Rezyklatlieferant, Verarbeiter und Abnehmer
- Akzeptanz für Formteile aus Rezyklaten erhöhen (psychologisches Problem)
- Aufklärung von Kunden und öffentlicher Hand über die Qualität von Formteilen, die aus Rezyklaten hergestellt werden.

5 Normen

DIN 7708 - Teil 1	Kunststoff-Formmassen, Kunststofferzeugnisse; Begriffe
DIN 24450	Maschinen zum Verarbeiten von Kunststoffen und Kautschuk; Begriffe
DIN EN ISO 11469	Kunststoffe – Sortenspezifische Identifizierung und Kennzeichnung von Kunststoff-Formteilen
UL 746 D	Polymerwerkstoffe; fabrikfertige Teile

Stoffliche Verwertung von Kunststoffabfällen





TecPart

TecPart
Verband Technische Kunststoff-Produkte e.V.

Am Hauptbahnhof 12 · 60329 Frankfurt am Main
Telefon 069 27105-35 · Telefax 069 239836
www.tecpart.de · info@tecpart.de



**Trägerverband des GKV –
Gesamtverband Kunststoffverarbeitende
Industrie e.V.**

Wichtige Elemente zum Qualitätsmanagement

5.1 Umweltmanagementsysteme

1 Definition

Mit dem Aufbau eines integrierten und strukturierten Umweltmanagementsystems (UMS), d. h. einer betriebsinternen Umweltschutzorganisation, wird das Ziel verfolgt, die Umweltbelastungen im Einklang mit sozioökonomischen Erfordernissen in allen Bereichen des Unternehmens zu verringern.

An normativen Vorgaben für den Aufbau eines integrierten UMS existieren die EG-Verordnung 721/2001 („EMAS II, Ökoaudit-Verordnung“) und die internationale Norm DIN EN ISO 14001 („Umweltmanagementsysteme“).

Ziel der EG-Ökoaudit-VO: Kontinuierliche Verbesserung des betrieblichen Umweltschutzes unter Einsatz der besten verfügbaren Technik im wirtschaftlichen Rahmen

Ziel der DIN EN ISO 14001: Kontinuierliche Verbesserung des UMS zur Vermeidung von Umweltbelastungen

2 Zweck

Der betriebliche Umweltschutz spielt für jedes Unternehmen angesichts des Abbaus natürlicher Ressourcen und der wachsenden Gefährdung der Umwelt eine wichtige Rolle.

- Für die Einführung eines Umweltmanagementsystems sind in erster Linie die folgenden Gründe maßgeblich:
- Systematische Aufdeckung von Einsparpotentialen (z. B. beim Energie-, Wasser-, Ölverbrauch, Abfallvermeidung)
- Positive Auswirkungen auf das Unternehmensimage
- Schaffung von Wettbewerbsvorteilen; Lieferantenkriterium
- Erleichterung beim Umgang mit Behörden (Berichtspflichten, Genehmigungsverfahren)
- Verringerung von Haftungsrisiken; höhere Rechtssicherheit

3 Informationen zur Verwirklichung und zum Betrieb des UMS

Für den Anwender sind die dokumentierten Anforderungen der europäischen Verordnung 721/2001 und der internationalen Norm DIN EN ISO 14001 prinzipiell ausreichend als Vorgabe zur Einführung eines UMS.

Vor allem nach ISO 9001 zertifizierte Unternehmen haben das erforderliche Know-how und die Mitarbeiter, um die UMS-Anforderungen relativ leicht integrieren zu können.

Im Folgenden wird auf weitere Bezugsquellen im Internet verwiesen für Informationen und praktische Hinweise im Zusammenhang mit der Einführung und Aufrechterhaltung eines UMS:

www.umweltdatenbank.de

www.14001news.de 14001-UMS

www.tuev-sued.de Umweltmanagementsysteme

www.emas.de Eco-Management and Audit Scheme

www.emas-register.de EMAS II

www.stmugv.bayern.de Bayrisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz

www.nagus.din.de DIN EN ISO 14001