



Polymertechnik

**Thermoplaste, thermoplastische Elastomere, Duromere
und Elastomere**

**Teil 3 Prüfung und Qualitätssicherung an polymeren
Werkstoffen**

KPwB Krebs Polymerwerkstoff-Beratung
Talackerstrasse 55 A
CH-3604 Thun
ckrebs48@bluewin.ch
www.kpwb-krebs.ch

Vorwort

Polymerwerkstoffe (Thermoplaste, thermoplastische Elastomere, Duromere und Elastomere) sind Werkstoffe, welche in der Technik, aber auch in unserem täglichen Gebrauch immer mehr an Bedeutung gewinnen.

Dieses Buch soll dem Nichtfachmann/frau die Prüfung und Qualitätssicherung der Polymerwerkstoffe näherbringen. Die Ausführungen in diesem Buch sind bewusst einfach gehalten, damit jeder in der Technik beruflich Tätige die für ihn nötigen Kenntnisse aus der vorliegenden Broschüre erarbeiten kann. Nicht nur die Qualitätssicherungs-Fachleute müssen die Prüfung und Qualitätssicherung an Polymeren kennen, sondern diese Kenntnisse sind ebenfalls für Konstruktion und Einkauf von grosser Bedeutung. Die Broschüre ist kein Fachbuch für den Spezialisten, sondern ein Lehrbuch für den Anfänger.

Ich bin überzeugt, dem Konstrukteur, dem Einkäufer und dem Qualitätssicherungs-Fachmann ein lehrreiches Buch über ein wichtiges Werkstoffgebiet geschaffen zu haben.

Der Verfasser:

Christian Krebs

Einführung

Im Bereich der Metalle ist in der Technik allen Beteiligten klar, wie und was für Prüfungen an diesen Werkstoffen angewendet werden können und sollen, um die richtige und gute Qualität über die gesamte Produktion zu erhalten.

Bei den Polymeren wird es meist recht schwierig. Oft wird z.B. bei Elastomeren die Härte Shore A gemessen. Die Härte Shore A ergibt jedoch keine Aussage bezüglich der richtigen Elastomermischung und der optimalen Vulkanisation.

Es ist somit für den Konstrukteur, den Einkauf und die Qualitätssicherung von grosser Bedeutung zu wissen, was für QS-Massnahmen bei Polymeren zu treffen sind, um über die gesamte Produktion immer den gleichen Werkstofftyp optimal verarbeitet zu erhalten.

Da bei den Polymeren die Eigenschaften durch die Verarbeitung resp. Formgebung sehr stark beeinflusst werden, müssen geeignete Prüfungen und Analysen vorgeschrieben oder durchgeführt werden.

Der Käufer muss die vorgeschriebenen Prüfungen und QS-Massnahmen nicht selbst durchführen, sondern muss diese vom Lieferanten durch entsprechende Zertifikate bestätigen lassen. Damit der Lieferant Zertifikate erstellen kann, muss der Käufer entsprechende Spezifikationen erstellen und diese zusammen mit den Bestellungen dem Lieferanten zur Kenntnis geben. Aus diesem Grund müssen Konstrukteur und Einkauf über die entsprechenden Kenntnisse verfügen. Der Käufer von Formteilen und Halbzeug aus Polymeren muss die Zertifikate von Zeit zu Zeit in einem neutralen Labor überprüfen lassen.

In dieser Broschüre sind die sinnvollen Vorkehrungen bezüglich QS-Massnahmen für

- Thermoplaste
- thermoplastische Elastomere
- Duromere
- Elastomere
- Biopolymere

dargestellt.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	3
Einführung.....	4
Prüfung und QS an polymeren Werkstoffen	10
Einleitung.....	10
Prinzipieller Ablauf von Prüfungen bei Entwicklung und Produktion.....	13
Überprüfung der optimalen Verarbeitung.....	15
Überprüfung der optimalen Verarbeitung an Thermoplasten.....	15
Überprüfung der optimalen Verarbeitung an thermoplastischen Elastomeren	15
Überprüfung der optimalen Verarbeitung an Duromeren.....	16
Überprüfung der optimalen Verarbeitung an Elastomeren	16
Identifikationsprüfungen	17
Identifikation von Thermoplasten	17
Identifikation von thermoplastischen Elastomeren (TPE)	17
Identifikation von Elastomeren	17
Identifikation von Duromeren	17
Praxisprüfungen an Polymeren.....	18
Bestimmung von Eigenschaftswerten an Polymerwerkstoffen	18
Beschreibung der verschiedenen Prüf- resp. Analyseverfahren.....	19
Einleitung	19
Schmelze-Volumenflussrate MVR resp. Schmelze-Masseflussrate MFR.....	20
Kunststoffe – Polyamide - Bestimmung der Viskositätszahl DIN EN ISO 307	21
Eigenspannungsprüfungen.....	24
Chemisch-Analytische Prüfungen.....	26
Infrarotspektroskopie (FTIR-Analyse).....	26
Thermoanalyse	28
Thermoanalyse DSC	28
Thermische Analyse - Dynamische Differenzkalorimetrie (DDK) nach DIN 53765.....	30
Rohre und Formstücke aus Polyolefinen – Bestimmung der Oxidations-Induktionszeit DIN EN 728	30
Thermoanalyse TGA	31
Standard Methode für Thermogravimetrie ASTM E 1131	33
Thermogravimetrie (TG) von Polymeren, allgemeine Grundlagen DIN ISO 11358	33
Mischungsanalyse bei Elastomeren mittels TGA.....	35
Ermittlung des löslichen Anteils ISO 1407	35
Bestimmung des Acryl-Nitril-Gehalts (ACN-Gehalt) in NBR.....	36
Thermoanalyse TMA.....	36
Torsionspendel.....	37
Chromatographie.....	37
Diverse.....	37

Bestimmung von mechanisch-physikalischen Eigenschaftswerten	38
Härte	38
Härte Shore A oder Shore D nach DIN ISO 7619-1	38
Mikrohärte IRHD nach DIN ISO 48	40
Kugeleindruckhärte nach DIN EN ISO 2039-1	42
Eindruckhärte Schaumstoffe nach DIN EN ISO 2439	43
Dichte nach DIN ISO 1183-1	45
Druckverformungsrest nach DIN ISO 815-1	46
Zugverformungsrest nach DIN ISO 2285	48
Zugversuch	50
Biegeversuch nach DIN EN ISO 178	58
Schlagversuche	61
Charpy-Schlagzähigkeit nach DIN EN ISO 179	61
Izod-Schlagzähigkeit nach DIN EN ISO 180	65
Schlagzugzähigkeit nach DIN EN ISO 8256	66
Weiterreissversuche	68
Weiterreisswiderstand nach DIN ISO 34-1	69
Weiterreisswiderstand nach ISO 34-2	71
Weiterreissversuch an trapezförmigen Proben mit Einschnitt nach DIN 53363	71
Hosenreiss-Verfahren nach DIN ISO 6383-1	72
Elmendorf-Verfahren nach DIN EN ISO 6383-2	73
Durchstossversuch nach DIN EN ISO 6603-2	74
Rückprallelastizität nach DIN 53512	78
Wasserdampfdurchlässigkeit nach DIN 53122-1	79
Abriebprüfungen	81
Anriebprüfung für Kunststoffe nach DIN ISO 9352	81
Abriebprüfung nach DIN ISO 4649	83
Bestimmung des Brennverhaltens	86
Entflammbarkeit nach UL 94	86
Brennverhalten nach DIN75200	91
Bestimmung des Alterungsverhaltens	93
Bewitterungsprüfungen	93
Künstliches Bestrahlen oder Bewittern in Geräten nach DIN EN ISO 4892-2	95
Ozonalterung nach DIN ISO 1431-1	97
Alterungsprüfungen	98
Wärmealterung	99
Alterungsprüfung an Elastomeren	99
Prüfung von Kautschuk und Elastomeren – Künstliche Alterung nach DIN 53508	99
Wechselklimaprüfungen	101
Bestimmung der Chemikalienbeständigkeit	102

Prüfung der Spannungsrißbeständigkeit nach DIN EN ISO 22088.....	102
Spannungsrißbildung (ESC) nach DIN EN ISO 22088-3	104
Spannungsrißbildung (ESC) nach DIN EN ISO 22088-4	106
Chemikalienbeständigkeit.....	109
Bestimmung des Verhaltens gegenüber Flüssigkeiten (Elastomere) nach DIN ISO 1817	111
Prüfverfahren zur Bestimmung des Verhaltens gegen flüssige Chemikalien (Kunststoffe) nach DIN EN ISO 175	113
Prüfung von Kautschuk und Elastomeren; Bestimmung der Gasdurchlässigkeit DIN 53536	114
Bestimmung des Verhaltens gegen Flüssigkeiten, Dämpfe, Gase und feste Stoffe (Schaumstoffe) DIN 53428	116
Faserverstärkte Kunststoffe - Bestimmung des Einflusses von Prüf Flüssigkeiten DIN EN 2489	116
Bestimmung von elektrischen Eigenschaften	117
Elektrische Widerstandswerte	117
Ursachen des endlichen spezifischen Durchgangswiderstands, Eigenleitfähigkeit	117
Störstellenleitfähigkeit	118
Elektrolytische Leitfähigkeit	118
Praktische Auswirkung der Leitungsarten auf den spezifischen Durchgangswiderstand	118
Oberflächenwiderstand.....	118
Beschreibung der Prüfmethoden	119
Bestimmung der Kriechstromfestigkeit	119
Bestimmung Der Durchschlagsfestigkeit	119
Bestimmung der elektrischen Widerstandswerte	120
Bestimmung der dielektrischen Eigenschaften	120
Bestimmung des elektrostatischen Verhaltens	121
Prüfung von Biopolymeren	122
Übergeordnete Normen für die Produkthanforderungen	122
DIN V 54900.....	123
DIN EN 13432	125
DIN EN 14995	125
Festlegungen für kompostierbare Kunststoffe ISO 17088.....	125
ASTM D6400.....	126
ASTM D6868.....	126
AS 4736	126
Prüfnormen zur Durchführung (Normative Verweisungen)	126
ASTM D 6002.....	127
AS 4454	127
DIN EN 13193	127
DIN EN 13427	128

EN ISO 472.....	128
ASTM D 883.....	128
Normen zu aeroben Bioabbau – aquatisch	129
DIN EN ISO 10634	129
DIN EN ISO 14851	129
DIN EN ISO 14852	130
ISO 9408.....	130
Normen zu aerober Bioabbau – terrestrisch.....	131
Kompostierung	131
DIN EN ISO 14855	131
ASTM D5338.....	131
Desintegration	132
DIN EN 14045	132
DIN EN 14046	132
DIN EN 14806	132
ISO 16929.....	133
DIN EN ISO 20200	133
DIN EN ISO 17556	133
Anaerober Bioabbau	134
DIN EN ISO 11734	134
ISO 14853.....	134
ISO 15985.....	134
ASTM D6866 (¹⁴ C-Methode)	134
OECD-Richtlinien.....	136
Zertifizierung der Kompostierbarkeit	137
Mechanische und chemische Prüfung von recycelten Formteilen oder Prüfkörpern	139
Einleitung.....	139
Prüfungen an der Recyclatformmasse	139
Bestimmung der Polymerzusammensetzung.....	139
Bestimmung der Stabilisatoren in Recyclaten.....	140
Beispiel aus der Praxis	141
Polymerwerkstoffbestimmung mit einfachen Mitteln.....	143
Äusseres Erscheinungsmerkmal	143
Beilsteinprobe	144
Verhalten des Werkstoffes durch Erhitzen.....	145
Identifikation der Thermoplaste	145
Identifikation eines Duromeren	146
Verhalten des Werkstoffes in der Flamme	146
Anhaltspunkt Dichte	148
Materialprüfnormen	150

Elastomere, thermoplastische Elastomere	150
Thermoplaste, Duromere (thermoplastische Elastomere)	151
Expandierte Polymerwerkstoffe (geschäumte Polymere)	154
Elektrische Prüfverfahren	154
Toleranzen von Polymerwerkstoffen	155
Handelsübliche Toleranzen für Elastomererzeugnisse	156
Formartikel aus Elastomeren	156
Profile aus Elastomeren	156
Allgemeines	156
Platten und Plattenartikel aus Elastomeren	156
Schläuche	157
Qualitätskontrolle mittels Stichprobenplan	158
Literaturangaben (Quellen)	159
Grundlagen	159
Eigenschaften, Werkstofftabellen usw.	159
Verarbeitung von Polymerwerkstoffen	159
Prüfung von Polymerwerkstoffen	160
Bio-Polymere	160