

7. Spezifikationen – MILSPEC’s (U.S. Militärspezifikationen)

Spezifikationen sind wichtig. Deshalb – wenn sie auch schwer zu erstellen ist – wird eine Leistungsspezifikation für Dichtungen empfohlen. Meiden Sie jedoch Spezifikationen, die vorschreiben, wie ein Compound herzustellen oder was für ein Verfahren anzuwenden ist. Ein gut qualifizierter Compounder kennt die Materialien und Verfahren, um den besten Compound für eine Anwendung mischen zu können. Dennoch sollte es bewusst sein, dass wenn man eine physikalische Eigenschaft eines Compounds durch ein anderes Mischungsverhältnis ändert oder anpasst, all seine anderen physikalischen Eigenschaften auch beeinflusst werden können und der Compound nicht länger der gleiche ist.

Dies ist wichtig für O-Ringe, die Militärspezifikationen entsprechen. Sobald die Spezifikation anerkannt wurde, müssen all seine Anforderungen erfüllt werden. Sogar wenn von einem neuen Compound alle physikalischen und chemischen Anforderungen einer gegebenen Militärspezifikation erfüllt werden, ist es unmöglich dies auch zu bescheinigen. MILSPEC’s werden durch eine Qualified Products List (QPL) verwaltet, die vorschreibt, dass alle Testergebnisse von der U.S. Regierung überprüft und bestätigt werden müssen. Sie duldet keine Änderungen eines MILSPEC’s zugelassenen Compounds, so dass eine komplett neue Beurteilung des

neuen Compounds nach allen Anforderungen fällig werden würde.

Wir bieten Ihnen zugelassene oder konforme Compounds nach nahezu jeder industriellen Norm für elastomere Dichtungen. Diese Normen beinhalten das Militär, die Luftfahrt, ASTM, SAE, die Automobilindustrie, Erdölindustrie und weitere kommerzielle, spezifische Regelungen.

Die am meisten verwendeten Spezifikationen sind die AN, M, MS und NAS.

Die untenstehende Tabelle ist nach Referenznummern geordnet.

Derzeit werden viele MILSPEC’s zu nichtmilitärische AMS Spezifikationen umgeschrieben.

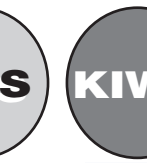
Populäre Militär-/Aerospace-Spezifikationen

Referenznummer	Spezifikation	Medien	Empfohlener Temperaturbereich in °F	Elastomer	Bemerkungen
AS 3569	AMS 7270	Flugzeugkraftstoffe	-67 bis +302	NBR	früher AN 123951 – AN 123040
AS 3570	AMS 7274	mineralölbasierendes Flugzeugschmieröl	-67 bis +302	NBR	früher AN 123851 – AN 123950
AS 3578	AMS 7271	Flugzeugkraftstoffe	-58 bis +257	NBR	früher MS 9020 und MS 9021
AS 3582	AMS 3304	trockene Hitze und mineralölbasierendes Schmieröl	-85 bis +400	Silikon	nicht empfohlen für dynamische Anwendungen unter hohen Drücken
M 25988/1	MIL-R-25988 Class 1, Grade 70 I	Flugzeugkraftstoffe und -schmiermittel	-70 bis +392	Fluorsilikon	blaue Farbe, wie von der MILSPEC vorgeschrieben; Nicht empfohlen für dynamische Anwendungen unter hohen Drücken.
M 25988/2	MIL-R-25988 Class 3, Grade 75 I	Flugzeugkraftstoffe und -schmiermittel	-70 bis +437	Fluorsilikon	blaue Farbe, wie von der MILSPEC vorgeschrieben; Höherer Modul und bessere Temperaturbeständigkeit
M 25988/3	MIL-R-25988 Class 1, Grade 60 I	Flugzeugkraftstoffe und -schmiermittel	-70 bis +392	Fluorsilikon	blaue Farbe, wie von der MILSPEC vorgeschrieben. Geringere Härte. Für Anwendung bei niedrigerem Druck.
M 25988/4	MIL-R-25988 Class 1, Grade 80 I	Flugzeugkraftstoffe und -schmiermittel	-70 bis +392	Fluorsilikon	blaue Farbe, wie von der MILSPEC vorgeschrieben. Höhere Härte.
M 83248/1	MIL-R-83248 Class 1 I	Flugzeugkraftstoffe und -schmiermittel	-20 bis +400	FPM	hervorragender Druckverformungsrest
M 83248/2	MIL-R-83248 Class 2 I	Flugzeugkraftstoffe und -schmiermittel	-20 bis +400	FPM	höhere Härte
M 83461/1A	MIL-P-83461 I	MIL-H-5606	-65 bis +275	NBR	bessere dynamische Eigenschaften und verbesserte Betriebsdauer bei +257°F
MS 28775	MIL-P-25732 I	MIL-H-5606	-65 bis +275	NBR	MIL-H-5606 ist eine mineralölbasierte Hydraulikflüssigkeit, die in militärischen Flugzeugen eingesetzt wird; nicht für neue Konstruktionen zu verwenden; siehe M 83461/1A
MS 28900	AMS 3209	Ozon	-40 bis +212	Neopren	für witterungsbeständige Dichtungen (nicht Standard Abmessungen)
MS 29512	MIL-P-5315 I	Flugzeugkraftstoffe	-65 bis +158	NBR	diese Spezifikation beinhaltet nur Abmessungen für Rohrverschraubungen
MS 29513	MIL-P-5315 I	Flugzeugkraftstoffe	-65 bis +158	NBR	diese Spezifikation beinhaltet alle Abmessungen außer denen für Rohrverschraubungen
MS 29561	MIL-R-7362, Type I	synthetische Diester- Düsentriebwerksschmiermittel (MIL-L-7808)	-65 bis +257	NBR	diese Spezifikation beinhaltet alle Abmessungen außer denen für Rohrverschraubungen
MS 9385	AMS 7267	trockene Hitze und mineralölbasierendes Schmieröl	-85 bis +500	Silikon	diese Spezifikation beinhaltet nur Abmessungen für Rohrverschraubungen
MS 9386	AMS 7267	trockene Hitze und mineralölbasierendes Schmieröl	-85 bis +500	Silikon	diese Spezifikation beinhaltet alle Abmessungen außer denen für Rohrverschraubungen
NAS 617	MIL-R-7362, Typ I	synthetische Diester- Düsentriebwerksschmiermittel (MIL-L-7808)	-65 bis +257	NBR	diese Spezifikation beinhaltet alle Abmessungen außer denen für Rohrverschraubungen

7. Spezifikationen

Es gibt einige Hauptpunkte, die immer bei der Erstellung einer Spezifikation beachtet werden müssen. Mit unterschiedlich großen Teilen werden andere Ergebnisse erzielt. Alle Teile mit verschiedenem Querschnitt oder verschiedener Form können keine spezifischen Anforderungen erfüllen, die anhand eines anderen bestimmten Teils oder Prüfkörpers, der von einer Prüfplatte ausgeschnitten oder gestanzt wurde, erhoben wurden. Es sollten daher immer Standard Prüfkörper oder O-Ringe mit der gleichen Schnurstärke verwendet werden. Darüber hinaus wird wenn möglich empfohlen, Standard Testverfahren anzuwenden.

ERIKS Daten werden nach ISO-, ASTM- und DIN-Prüfverfahren ermittelt.



7. Spezifikationen – ASTM D 2000

Das Klassifizierungssystem der ASTM D 2000.

Eine der vielseitigsten Spezifikationen in der Kautschukindustrie ist das Klassifizierungssystem der ASTM D 2000. In dieser Norm werden verschiedene Klassen, Qualitäten und Kurzzeichen verwendet, um spezifische Eigenschaften von Elastomeren zu definieren.

Die ASTM D 2000 Klassifizierung.

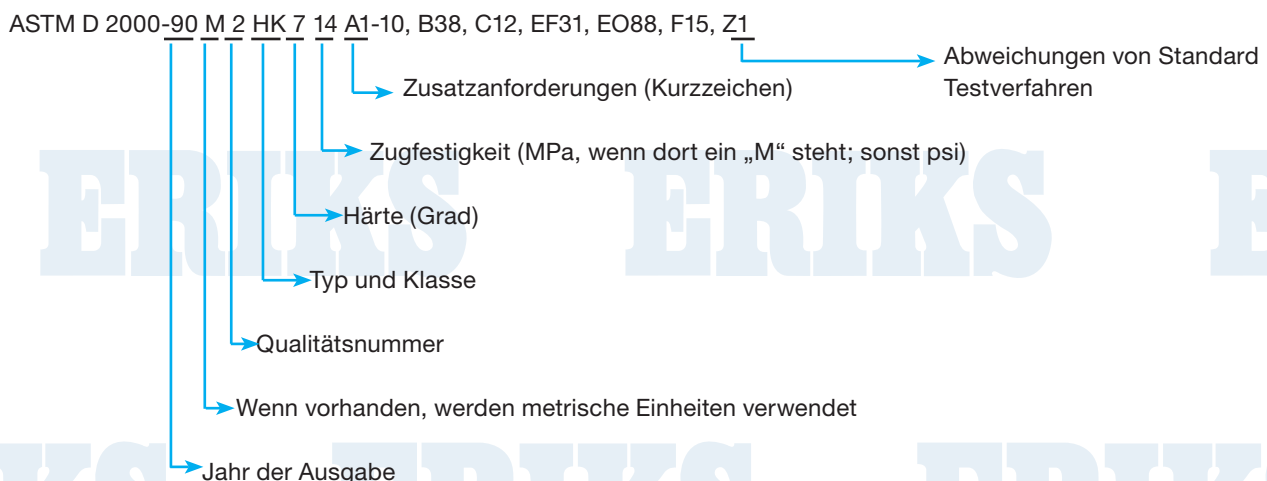
Wie kann jemand eine sachkundige Auswahl einer elastomeren Dichtung durchführen, wenn es mindestens genauso viele Variationen von elastomeren Compounds gibt, wie metallische Produkte?

Die relative Leistungsfähigkeit eines Elastomers kann im Allgemeinen durch ein Prüfprotokoll, dem D 2000, welches von der American Society for Testing and Materials (ASTM) herausgegeben wird, definiert werden. Dieses Protokoll stellt ein Elastomer als eine Funktion aus dessen thermischer Stabilität und Ölbeständigkeit, beides gemessen unter definierten Bedingungen, dar.

Es gibt deutliche Unterschiede in der Leistungsfähigkeit der unterschiedlichen Elastomere. Elastomere mit geringerer Leistung werden als Elastomere mittlerer Leistungsfähigkeit benannt. Zu diesen gehören Butyl, Chloropren (CR), EPDM und NBR.

Elastomere mit den breitesten Fähigkeiten sind Hochleistungs-Elastomere. Sie beinhalten Fluorelastomere und Perfluorelastomere. Dennoch bezieht sich die ASTM D 2000 nicht auf besonders raue Medien oder aggressive Umgebungen, wie sie in der chemischen Industrie aufzufinden sind. Diese umfassen Säuren, Basen, Lösungsmittel, Wärmeträgerflüssigkeiten, Oxydationsmittel, Wasser, Dampf und viele mehr. Anders als das im ASTM D 2000 Protokoll verwendete ASTM Öl Nummer 3, können Medien in der chemischen Industrie die Polymerkette oder das Vernetzungssystem oder die Füllstoffe angreifen und so zu einer Verminderung der elastomeren Rückstellkraft oder sogar einem Versagen der Dichtung führen. Obwohl die ASTM D 2000 ein guter vorhersehbarer Startpunkt ist, muss man die zum tragen kommenden Medien genau identifizieren, um so eine richtige Werkstoff-Auswahl für viele Anwendungen durchführen zu können.

Das folgende Beispiel zeigt eine typische ASTM D 2000 Klassifizierung. Sie finden unten eine Erklärung der verschiedenen Positionen.



7. Spezifikationen – ASTM D 2000

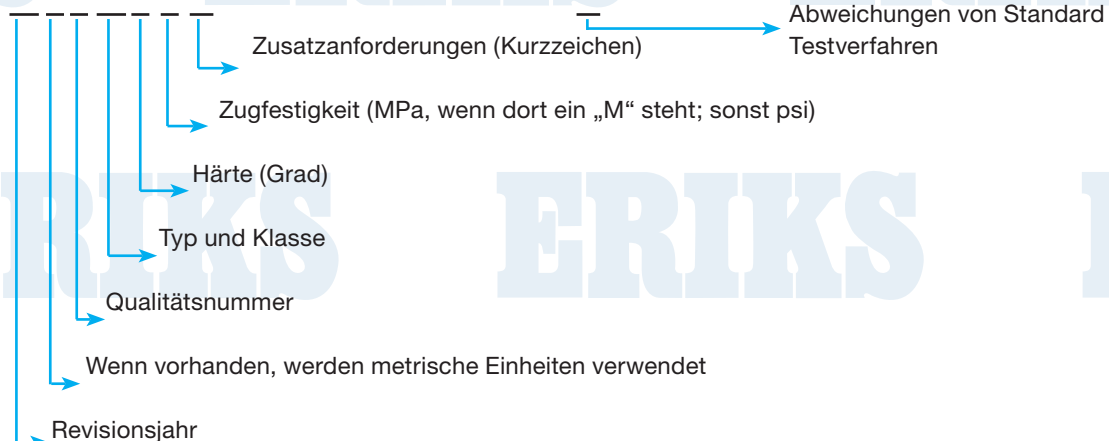
Verwirrung beginnt oft bei der Nummer 90. Diese definiert nur das Jahr der Revision der ASTM D 2000, auf welche die jeweilige Klassifizierung Bezug nimmt. Das Vorhandensein (oder Nichtvorhandensein) des Buchstabens „M“ bestimmt die Einheiten, die für die Benennung von Eigenschaften wie Zugfestigkeit, Temperatur und Weiterreißwiderstand verwendet werden. Wenn eine Klassifizierung mit einem M beginnt, werden SI-Einheiten (metrische Einheiten) wie MPa (Zugfestigkeit), °C, kN/m (Reißdehnung) benutzt. Wenn eine Klassifizierung ohne einem M am Anfang beginnt, kommen englische Einheiten zum Einsatz, so dass die Zugfestigkeit in psi, die Temperatur in °F und der Weiterreißwiderstand ebenfalls in psi ausgewiesen wird.

Nach dem M wird eine Qualitätsnummer ausgewählt, welche die Prüfanforderungen bestimmt, nach denen ein Werkstoff eines bestimmten Typs und Klasse getestet werden kann. Eine Qualität von 1 gibt an, dass nur Grundeigenschaften gefordert werden. Qualitäten von 2 bis 9 setzten zusätzliche Prüfanforderungen wie Tieftemperaturbrüchigkeit oder spezielle Wärmealterungstests voraus. (Hinweis: nicht alle Qualitätsnummern sind auf alle Werkstofftypen und -klassen anwendbar.)

Die verschiedenen verfügbaren Werkstofftypen und -klassen sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Materialbenennung (Typ und Klasse)	Typ des Polymers, welches am meisten verwendet wird
AA	Natur, Regenerat, SBR, Butyl (IIR), EPDM, Polyisoprene
AK	Polysulfid (TWT)
BA	EPDM, Hochtemperatur SBR und Butyl (IIR)-Compounds
BC	Chloropren (CR)
BE	Chloropren (CR)
BF	NBR
BG	NBR, Urethane
CA	EPDM
CE	Chlorsulfonyl-Polyethylen (Hypalon®, CSM)
CH	NBR, Epichlorhydrin (CO, ECO)
DA	EPDM
DF	Polyacryl (ACM, Butylacrylat-Typ)
DH	Polyacryl (ACM)
FC	Silikone (Hochtemperatur)
FE	Silikone
FK	Fluorsilikone
GE	Silikone
HK	Fluorelastomere

ASTM D 2000-90 M 2 HK 7 14 A1-10, B38, C12, EF31, EO88, F15, Z1



7. Spezifikationen – ASTM D 2000

Als nächstes stehen in der Klassifizierung 3 Ziffern, die den Härtebereich und die minimale Anforderung an die Zugfestigkeit benennen. Die erste Ziffer „7“ steht für eine nominale Härte von 70° (in der Einheit Shore A) des klassifizierten Werkstoffes mit einer Toleranz von plus oder minus 5°. In diesem Fall würde das benötigte Material eine Härte von 70° ± 5° Shore A aufweisen. In gleicher Weise würde bei einer „6“ die Härte des spezifizierten Materials 60° ± 5° Shore A betragen. Die beiden darauf folgenden Ziffern geben die minimale Zugfestigkeit an, die der Werkstoff erreichen muss. Da die Klassifizierung durch das M metrische Einheiten benennt, benötigt das spezifizierte Material eine Mindestzugfestigkeit von 14 MPa. Wenn das M fehlen würde, würde die Zugfestigkeit in psi benannt werden. Die 14 würde in diesem Fall durch eine 20 ausgetauscht werden (14 MPa = 2031psi; die ersten beiden Ziffern der Zugfestigkeit in psi).

In den meisten Anwendungen genügen Grundeigenschaften jedoch nicht mehr aus, einen angemessenen Werkstoff für eine bestimmte Anwendung zu gewährleisten.

Oft werden spezielle Prüfungen benötigt. Und deshalb werden spezifische Kurzzeichen in der Klassifizierung eingesetzt. Diese Kurzzeichen sind eine Kombination aus Buchstaben und Zahlen, die, zusammen mit einer Qualitätsnummer, spezifische Prüfungen und Leistungskriterien beschreiben, die von einem Elastomer zu erfüllen sind. In der folgenden Tabelle wird der Zusammenhang zwischen den Kurzzeichen und den Arten der Prüfungen gegenübergestellt:

A	Hitzebeständigkeit
B	Druckverformungsrest
C	Ozon- und Witterungsbeständigkeit
D	Druckwiderstand
EA	Wasserbeständigkeit
EF	Beständigkeit gegen Flüssigkeiten (außer Öle und Wasser)
EO	Ölbeständigkeit
F	Tieftemperaturbeständigkeit
G	Weiterreißwiderstand
H	Biegerißwiderstand
J	Abriebwiderstand
K	Adhäsion
M	Flammwidrigkeit
N	Schlagfestigkeit
P	Beständigkeit gegen Kontaktverfärbung
R	Elastizität
Z	besondere Anforderungen, die im Detail spezifiziert werden

7. Spezifikationen – ASTM D 2000

Die Nummern bei den Kurzzeichen bestimmen die zu verwendende Prüfmethode (inklusive Dauer) und die Prüftemperatur.

Die unter Z benannten besonderen Anforderungen werden für gewöhnlich zur näheren Spezifizierung der Härte (zum Beispiel $75^\circ \pm 5^\circ$), zur Einengung von erlaubten Grenzwerten eines spezifischen Tests, für die Bestimmung einer speziellen Farbe (Standard ist schwarz) oder zur Hinzufügung von zusätzlichen Prüfungen durch Dritte benutzt.

Zurückblickend auf das anfängliche Beispiel dieser bestimmten Anwendung lautet die Klassifizierung „übersetzt“: ein $70^\circ \pm 5^\circ$ Shore A

Weiteres Beispiel:

2 BG 720 B14 EO14 EO34 EF11 EF21 F17 EA14, NBR Shore A 70 ± 5

2	Qualitätsnummer
B	Typ (basierend auf Hitzebeständigkeit)
G	Klasse (basierend auf Quellbeständigkeit im Testöl IRM 903)
7	Härte $70^\circ \pm 5^\circ$ Shore A
20	Zugfestigkeit mindestens 2000psi (13,8 Mpa)
B	Druckverformungsrest (nach ASTM D 395)
1	Prüfdauer: 22 Stunden
4	Prüftemperatur: 212°F (100°C)
EO	Quellverhalten in Testöl ASTM Nr. 1 (nach ASTM D 471)
1	Prüfdauer: 70 Stunden
4	Prüftemperatur: 212°F (100°C)
EO	Quellverhalten in Testöl IRM 903 (nach ASTM D 471)
3	Prüfdauer: 70 Stunden
4	Prüftemperatur: 212°F (100°C)
EF	Quellverhalten in Testkraftstoff Nr. 1 (Fuel A) Isooktan (nach ASTM D 471)
1	Prüfdauer: 1 Stunde
1	Prüftemperatur: 70°F (21°C)
EF	Quellverhalten in Testkraftstoff Nr. 2 (Fuel B) Isooktan/Toluol 70:30 (nach ASTM D 471)
2	Prüfdauer: 70 Stunden
1	Prüftemperatur: 70°F (21°C)
F	Tieftemperaturverhalten (nach ASTM D 746, Methode B)
1	Prüfdauer: 3 Minuten
7	Prüftemperatur: -40°F (-40°C)
EA	Quellverhalten in Wasser (nach ASTM D 471)
1	Prüfdauer: 70 Stunden
4	Prüftemperatur: 212°F (100°C)

(Referenz-Testergebnisse finden Sie im ASTM Rubber Handbook, Section 9, Volume 09.01.)

7. Spezifikationen – ASTM D 2000

Es existieren verschiedene internationale Normen für Elastomere. In der folgenden Tabelle finden Sie eine Gegenüberstellung der DIN-, ISO- und ASTM-Normen. Diese Normen sind relativ identisch, können sich allerdings geringfügig unterscheiden.

Internationale Normen für Elastomere

<i>DIN-Norm</i>	<i>ISO-Norm</i>	<i>Bemerkungen</i>	<i>ASTM-Norm</i>
DIN 53 519/T2	ISO 48 Methode M	IRHD-Härte	ASTM D 1415
DIN 53 479	ISO 2781	Spezifisches Gewicht	ASTM D 1817
DIN 53 505	ISO 868	Shore A-Härte	ASTM D 2240
DIN 53 517	ISO 815	Druckverformungsrest	ASTM D 395
DIN 53 504	ISO 37	Zugfestigkeit	ASTM D 412
DIN 53 518	ISO 2285	Zugverformungsrest	
DIN 53 521	ISO 1817	Quellverhalten	ASTM D 471
DIN 53 508	ISO 188	Künstliche Alterung	
	ISO 2921	TR 10	ASTM D 1329
DIN 53 509	ISO 1431	Ozonbeständigkeit	
DIN 53 515	ISO 34	Weiterreißwiderstand	