

Ing. Gerhard HARTL
Verkaufsingenieur
Semperit Technische Produkte
Gesellschaft m.b.H.
1030 W i e n

Wien, am 11. April 1994

EINFLUSS DER TOLERANZEN BEI DEN EINLAGERUNGEN VON SEILROLLEN

Generell kann gesagt werden, daß kein Produkt ohne Toleranzen hergestellt werden kann, d.h. das Vorhandensein von Maßabweichungen ist eine Tatsache. Darin begründet sich auch der Wunsch nach möglichst engen Toleranzen.

Die Erreichung bzw. Erzielung möglichst enger Toleranzen ist aber nicht nur eine Kostenfrage, sondern auch vom Material abhängig, speziell bei Gummi.

Bei Gummi oder allgemein gesagt, Elastomeren, ist die Produktionstemperatur zur Erzielung der chemischen Vernetzung relativ hoch - rd. 150° bis 180° C - und damit ein temperaturbedingtes Schrumpfen bei Abkühlung auf Raumtemperatur bzw. Einsatztemperatur verbunden. Weiters wird die Maßgenauigkeit vom Herstellungsverfahren beeinflußt!

Wenn Sie die DIN Norm 7715 zugrundelegen ist zu erkennen, daß bei elastischen Produkten nur relativ große Toleranzen einhaltbar sind. Bei formgepreßten Artikeln wird auch noch zwischen formgebundenen und formunabhängigen - durch den Austrieb des zum Ausformen notwendigen Überschußmaterials bedingt - Maßen bzw. Toleranzen unterschieden.

Beispielsweise sei erwähnt, daß für den Maßbereich 63 - 100 mm - was eine gängige Breite bei Einlageprofilen und Einlagerungen darstellt - extrudiert nach DIN 7715 Teil 3/Klasse E2 Toleranzen von ± 2 mm und formgepreßt nach DIN 7715/Teil 2 Klasse M2 formgebunden $\pm 0,5$ mm und formunabhängig $\pm 0,7$ mm zulässig sind.

Bei der mechanischen Bearbeitung, d.h. spanabhebenden Bearbeitung, die bei Gummi mit etwa 70 Shore A und darüber möglich ist, ist die Einhaltung so enger Toleranzen wie beim Formpressen praktisch nur mit sehr großem Aufwand und einem sehr hohen Ausschußanteil möglich!

Unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit ist bei der spanabhebenden Bearbeitung von Seilrollenfutterungen eine Toleranz von ± 1 mm einhaltbar.

- Seite 2

EINFLUSS DER TOLERANZEN BEI DEN EINLAGERUNGEN VON SEILROLLEN Semperit, Wien/G. Hartl

Dies scheint auf den ersten Blick etwas hoch, ist aber - um diese Toleranz garantieren zu können - bei der Produktion auf $\pm 0,7$ mm einzuengen!!

Es ist die Meßstreuung zu berücksichtigen.

Bei elastischen Materialien ist ein weiterer Faktor ebenfalls zu berücksichtigen, nämlich die Härte.

Die Shorehärte ist bei Elastomeren nach DIN 53505 mit ± 5 Shore A toleriert.

Unter Berücksichtigung der Meßstreuung, die durch zulässige Toleranzen der Messgeräte und Meßwertschwankungen durch das Prüfpersonal bedingt ist, muß der Hersteller, um ± 5 Shore A garantieren zu können, durch ein Mehrstufenmischverfahren intern die Härte mit ± 3 Shore A begrenzen.

Weiters weisen Elastomere, die sich wie Flüssigkeiten verhalten - also volumskonstant sind - was durch die Poisson'sche Querdehnzahl von -2 gekennzeichnet ist, keinen definierten E-Modul bei Druckbeanspruchung auf.

Bei Elastomeren ist der Druckmodul formabhängig, d.h. der Druckmodul wird vom Verhältnis druckbeaufschlagter Fläche zur freien verformbaren Fläche - bedingt durch die erwähnte Volumskonstanz - beeinflusst.

Vereinfacht haben wir diese Charakteristik durch die Abhängigkeit des Druckmoduls E_d vom Verhältnis Ringhöhe zu Ringbreite zum Ausdruck gebracht,

siehe beiliegende Kopie A

in der der rechnerische Druckmodul E_d vom Verhältnis Ringhöhe zu Ringbreite h/b für verschiedene Shorehärten dargestellt ist.

Zusammenfassend sind bei Einlagerungen sowohl die innerhalb der Toleranz liegenden Härteschwankungen als auch die Toleranzen der Herstellbreite als Einflußfaktoren auf die Größe bzw. Variation der aus der seitlichen Pressung - durch das Zusammendrücken des Seilbahneinlageringes - resultierenden Kräfte bei der Auslegung, d.h. Dimensionierung der Seitenflansche der Rolle zu berücksichtigen.

Es darf dahei aber nicht außer acht gelassen werden, daß die Größe der seitlichen Pressung wesentlich die Lebensdauer der Einlageringe beeinflusst!

Anhand einer mittels Kraft-Weg-Diagramm überprüften Rolle mit Nenndimension (=Maße des Einlageringes im montierten Zustand) ND 315 x 394/62 x 62 sei die Variation der seitlichen Presskräfte erläutert.

Der zu genannter Nenndimension mit Rücksicht auf die Lebensdauer dimensionierte Einlagering wurde mit Herstellmaßen lt. Beilage B konzipiert.

EINFLUSS DER TOLERANZEN BEI DEN EINLAGERUNGEN VON SEILROLLEN Semperit, Wien/G. Hartl

Die gemessene Kraft-Weg-Kurve lt. Beilage C ergab - nachdem eine theoretische Breite von 67 mm aufgrund unserer Erfahrungen errechnet wurde, der eine Presskraft von 37kN bei dieser Seilbahnringdimension bei einer Härte von 81 Shore A entspricht - darauf basiert unsere E_d -Kurve (Beilage A) - eine Kraft von 42 kN bei einem Verformungsweg von 5,6 mm!

Die Abweichung von rd. 15% gegenüber der theoretischen Berechnung begründet sich in der tatsächlichen Härte des Ringes von 82 - 83 Shore A und durch Fertigung des Ringes im oberen Bereich der Plustoleranz.

Da die Ringe über die Breite des Nabenkörpers hinaus zur Einbringung des Federringes um 3 mm mehr verformt wurden, konnte eine Federkonstante von 8,2 kN/mm aus dem Kraft-Weg-Diagramm ermittelt werden.

Diese Federkonstante ist für den Montage- bzw. Einsatzbereich hinlänglich ausreichend und ergibt eine hinreichende Genauigkeit für die Variation der seitlichen Presskraft durch die Herstelltoleranzen. Im unteren Bereich des Kraft-Verformungsdiagrammes ist das nichtlineare Verhalten durch die konische Ringausführung begründet.

Da die tatsächlich am Ring gemessene Härte 82 - 83 Shore A betragen hat, die verwendete Mischung eine Nennhärte von 80 ± 5 Shore A aufweisen kann, könnten die erforderliche Kraft zum Zusammenpressen des Einlageringes noch höher liegen.

Zusammengefaßt kann die Presskraft - basierend auf Nennhärte und vorgesehener Herstellbreite - bei Kumulierung der Härtetoleranz und Produktionsbreitentoleranz, d.h. Plustoleranz der Härte und Plustoleranz der Herstellbreite um rd. 30% höher liegen.

Etwa die gleiche Schwankung ist bei Zusammenfallen der Minustoleranz der Härte und der Minustoleranz der Herstellbreite gegeben (rd. -30%).

Um diese relativ große Variationsmöglichkeit zu berücksichtigen - für die Dimensionierung der Seitenflansche sind vorallem die Plustoleranzen ausschlaggebend - haben wir eine relativ einfache Faustformel für die seitliche Presskraft erarbeitet:

Als Basis für die Dimensionierung der Seitenflansche ist die seitliche Presskraft nach

$$F_d = 0,25 \times h \times (D_i + h) \times E_d$$

zu ermitteln.

Dieser Formel sind die Maße im montierten Zustand zugrunde zu legen.

Für den besprochenen Fall ergibt das 49,7 kN.



EINFLUSS DER TOLERANZEN BEI DEN EINLAGERUNGEN VON SEILROLLEN Semperit, Wien/G. Hartl

Wir verweisen auf unseren Katalog, Seite 18.

Hinweisen wollen wir noch, daß dieser "statistischen" Grundlast noch eine Wechsellast, die aus dem Anteil der Rollenaufkast resultiert überlagert wird.

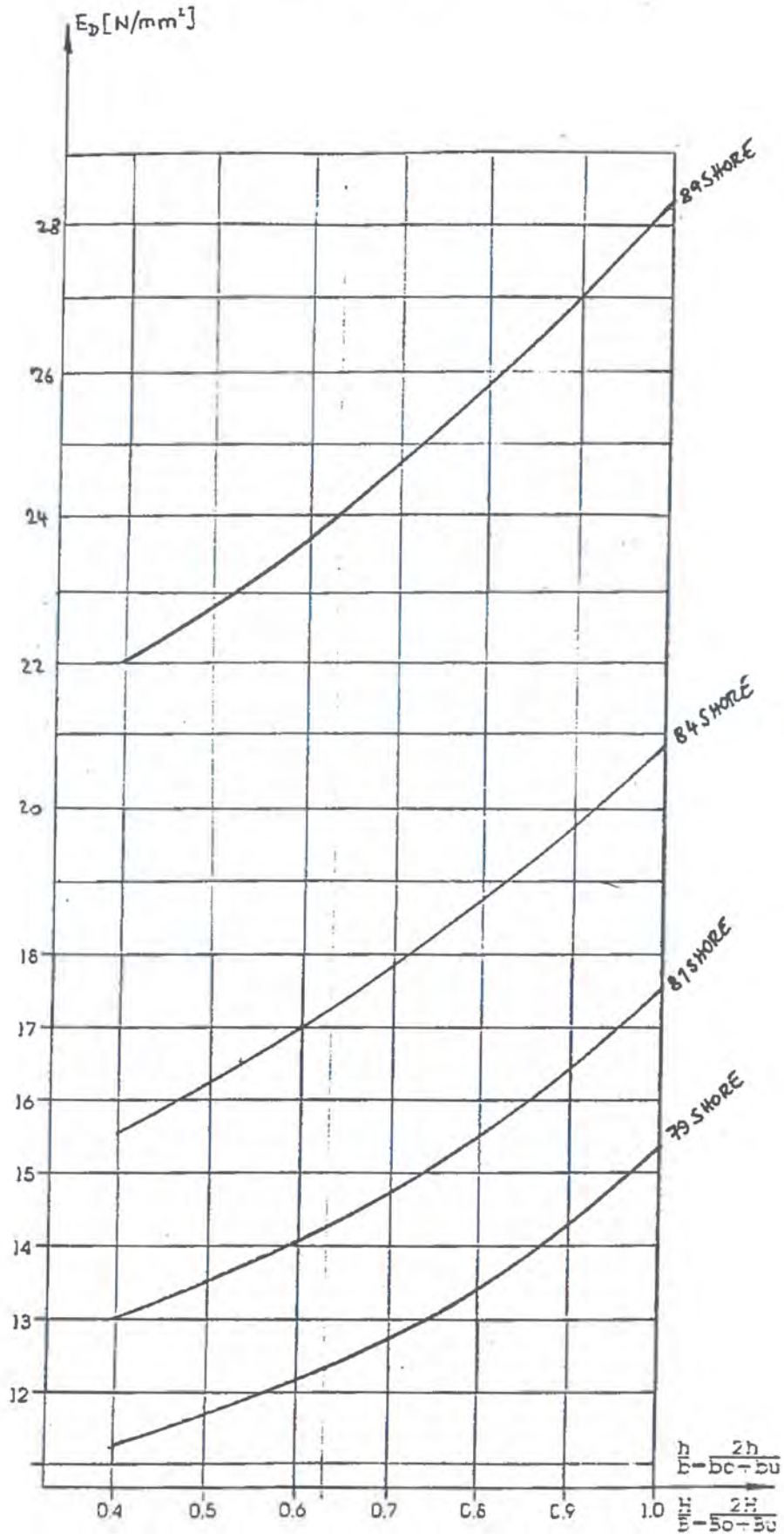
Semperit Technische Produkte
Gesellschaft m.b.H.
Division Formartikel

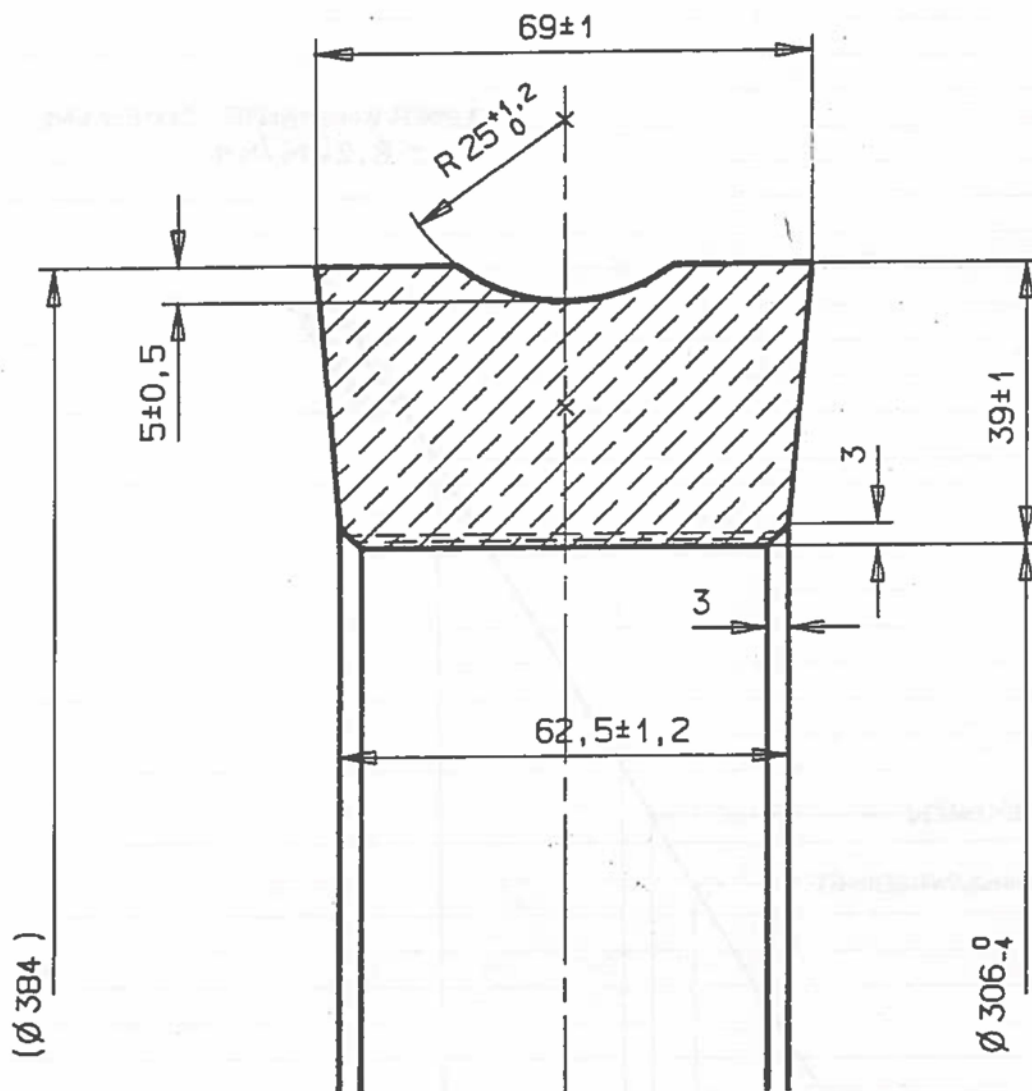
Ing. Gerhard Hartl

3 Anlagen

DRUCKMODUL IN ABHÄNGIGKEIT VON SHOREHÄRTE UND VERHÄLTNIS h/b

(A)





HERSTELLDIMENSIONEN DES EINLAGERINGS ZU
ND 315 x 394 / 62 x 62



F (Verformungskraft) [kN]

100

FEDERKONSTANTE GEMESSEN:

$$C_D = 8,2 \text{ kN/mm}$$

TATSÄCHLICH
GEMESSEN

66,8

50

42 GEMESSEN

57 VORABGERECHNET

56 GEMESSEN

VERFORMUNG [mm]

0

4

5,4

6

8,6

10

VORAB
BERECHNET