

## **Alle Ventilkugeln sind rund, aber. . .**

Ein Artikel, ursprünglich veröffentlicht in der Zeitschrift „TURNOUT“ der 5 "Ground Level Main Line Association und in EIM

von **Dave Noble**

Hatten Sie jemals das ärgerliche Problem, als es nicht gelang, ein guten Sitz einer Kugel in einem Rückschlagsventil hinzukriegen? Das passierte mir vor einiger Zeit, als ich eine Anzahl Sicherheitsventile herstellte, und wie ich es auch anstellte, es gelang mir nicht, eine akzeptable Abdichtung der Kugel schaffen. Da die Ventilsitze separat waren, konnte ich es auf einer weichen Unterlage versuchen, die Kugeln durch Rollen im Sitz etwas einzuschleifen.

Dies funktionierte nicht, jedoch hatte ich den Eindruck als ich die Kugeln in den Sitzen drehte, daß meine Hand sich ganz leicht auf und ab bewegte, als ob der Gummimatte leicht gewellt wäre.

Die Gummimatte war jedoch ganz klar flach, es mußte sich wahrscheinlich um ein Problem mit den Kugeln handeln. Eine ähnlich große Kugel aus einem anderen Batch wurde ausprobiert und damit ergab sich eine schöne, stetige Rotation.

Die Antwort war, daß die Kugeln merklich nicht kugelförmig waren!

Eine Ventilkugel sollte einen konstanten Durchmesser haben wenn man den mit einer Mikrometerschraube nachmißt - wenn man sie jedoch in einem Ventilsitz rotiert, dann prüft man unwissentlich deren Sphärizität zwischen vier Punkten - drei Punkte auf der Kugel und ein Punkt auf der Unterlage. Wenn die Ventilkugel stark von der Kugelgestalt abweicht, dann spüren wir, wie sich die Abstände zwischen diesen Punkten merklich verändern, wenn man die Kugel rotiert.

Je näher der Durchmesser des Ventilsitzes und Durchmesser der Ventilkugel zusammenliegen, umso empfindlicher ist der Test.

Die Ventilkugeln waren bei einem seriösen Modellbau-Anbieter eingekauft worden, daher war ich überrascht, dieses Problem zu finden. Ich hatte angenommen, dass alle Ventilkugeln wirklich rund sind. Wie ich herausfand, sind sie das, aber einige sind 'runder' als andere!

Ein Besuch auf meinem lokalen Hersteller ergab einige interessante Antworten und Einblicke in eine Firmenschrift aus der die folgenden Informationen stammen.

## KUGELMATERIALIEN

Ventilkugeln werden aus einer Vielzahl von Materialien gefertigt wie Stahl, Rostfreier Stahl, Wolfram-Carbid, Bronze, Messing, Aluminium, Monel, Glas, Nitril, Viton und andere Kunststoffe.

Stahlkugeln werden zunächst hergestellt durch grobes (heißes oder kaltes) Verformen. Dann folgt Schleifen und anschließende Wärmebehandlung, falls dies erforderlich ist.

Die Stahlkugeln werden dann erneut geschliffen und zur Verbesserung der Oberflächengüte noch trowalisiert. Hochwertige Stahlkugeln werden noch zwischen gerillten Platten auf Gusseisen geläppt und schließlich geprüft.

## RUNDHEIT

Wie man sich vorstellen kann, gibt es zahlreiche Standards, nach denen die Rundheit von Kugeln eingestuft werden kann. Das in diesem Lande (UK) benutzte System scheint die Amerikanische AFBMA Norm zu sein. In dieser Norm wird die Güte einer Kugel durch die maximale Abweichung im Radius zwischen einer theoretischen Kugel und der tatsächlichen Kugeloberfläche ausgedrückt, gemessen in Millionstel Zoll.

Mit anderen Worten, übliche Kugeln der Klasse 1000 mit einer maximalen Variation des Radius von plus oder minus 0,001 " können eine Variation des Durchmessers von bis zu 0.004 " ergeben.

Güteklasse 100 ist bei Edelstahl das beste, was mein Händler in der Regel liefert kann, mit einer diametralen Variation von bis zu 0,0004 "

Güteklasse 3 war das beste, was ich in den Katalogen gefunden habe, mit einer maximalen diametralen Abweichung von etwas mehr als 0,00001 "

Was also verwenden? Selbstverständlich, wenn Sie eine zuverlässige Quelle haben, bleiben sie bei der.

Ich benutze üblicherweise Güteklasse 100 Kugeln, die gut funktionieren, aber mir wurde bereits Güteklasse 25 Grad bei einer kürzlichen Bestellung angeboten. Die Lieferanten spezifizierten selbst die Güte des Edelstahls, was etwas teurer war, und dabei bleibe ich nun.

Wenn Sie nun also Probleme haben, so behalten sie folgendes im Gedächtnis:

Ich befragte einen bekannte Modellbau-Versand über ihre Versorgung mit Edelstahlkugeln. Sie zogen einen großen Plastiksack voll mit einer bestimmten Größe hervor, und mir wurde gesagt, daß diese Ventilkugeln zu einem Sonderpreis günstig angeboten würden. Man prüfte die Ventilkugeln nur mit einem Magneten um zu zeigen, daß sie nicht magnetisch seien und dann wurden sie verkauft. Wenn Sie ein Problem mit einigen Ventilkugeln haben und Ihr Lieferant kann nicht sagen, was deren Güteklasse war, dann seien übervorsichtig!



Wenn der Ventilsitz nicht entfernt werden kann, dann hilft es manchmal, den Sitz zuerst mit einer Hartmetallkugel zu formen. Hartmetallkugeln sind in Güteklasse 10 und obwohl sie über £ 1.00 kosten, kann man damit ohne Schaden zu nehmen jeden Ventilsitz ausformen, was man mit einer Edelstahl-Kugel besser nicht tun sollte.

Achten Sie immer darauf, daß sowohl die Kugel und der Ventilsitz vor dem Ausformen makellos sauber sind. Die benutzte Kugel sollte man anschließend reinigen, da es wahrscheinlich ist, daß an der Kugel noch ein winziger Ring aus Ventilsitzmaterial haften kann, und das kann bei der nächsten Ausformung zum Problem werden!

## **POLYMERKUGELN**

Wir haben alle schon von ihnen gehört, einige von uns verwenden sie, und wir alle haben jene Geschichten darüber gehört, wie gut oder schlecht sie sein sollen.

Hier ist meine Einschätzung, was sie denn wert sind.

Gummikugeln gibt es schon seit vielen Jahren in der Industrie, deshalb können wir annehmen, daß sie reichlich vernünftig arbeiten, in der Tat funktionieren..

Funktionieren sie bei unserer Anwendung nicht, dann es ist wahrscheinlich eine unsachgemäße Anwendung.

Die am leichtesten verfügbaren Ventilkugeln von Jim Vass, A J Reeves und auch anderen Firmen sind aus **Nitril** hergestellt, auch bekannt als "**Buna N**". Dieses Material hat Aussehen und Konsistenz ähnlich dem Material, aus dem Autoreifen hergestellt werden.

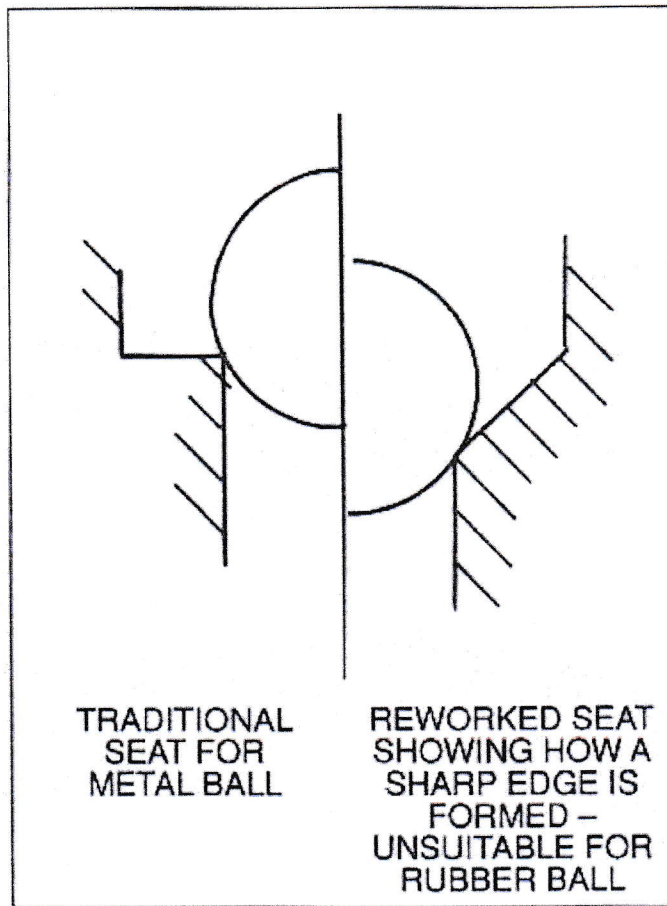
Es ist ein synthetisches Gummi, beständig gegen viele Öle, Benzin, Wasser und Säuren. Es hat, was Lieferanten als hohe Abriebfestigkeit beschreiben und eine hohe Belastbarkeit. Die maximale Betriebstemperatur der Nitril-Kugeln hängt, nicht überraschend von der Anwendung ab, die vorliegenden Zahlen variieren von 105 bis 135 Grad Celsius.

Wasser kocht in einem geschlossenen Gefäß mit einem Druck von 80 psi bei einer Temperatur von etwa 160 Grad Celsius, also ist ziemlich klar, daß von diesen Kugeln nicht erwartet werden sollte, daß sie in Modell Dampfkesseln funktionieren.

Ich weiß, daß sie genau für diesen Zweck verkauft werden, aber ich habe mit genug Leuten auf Ausstellungen geredet, die ihre Schwierigkeiten hatten, weil die Kugeln in einer ungeeigneten Weise verwendet wurden.

In Kaltwasser-Anwendungen wie Hand- oder Achspumpen sind sie in Ordnung, aber man benutze sie nicht an Kesseln, wenn man auf Zuverlässigkeit Wert legt.

**Viton** ist ein anderes synthetisches Gummi, welches ein ähnliches Aussehen und Anfühlen wie Nitril hat, seine Beständigkeit gegen Öle etc. ist besser, aber sein großer Vorteil, so weit es uns betrifft, ist die maximale Arbeitstemperatur von 220 Grad Celsius. Ganz Klar, dies ist das Material der Wahl für den Einsatz am Kessel.



### VENTILSITZE

Weder Nitril- noch Viton-Kugeln sollten als direkter Ersatz für Metallkugeln verwendet werden - die Anforderungen an den Ventilsitz bei diesen beiden Arten sind völlig anders als bei Stahlkugeln.

Eine Metallkugel braucht einen engen Sitz, so daß der Dampfdruck auf die Oberfläche der Kugel eine große Kraft erzeugt, wodurch die Kugel auf den schmalen Sitz gepreßt wird und so ein hoher Metall-Metall Andruck erreicht wird, um Dampf oder Wasser abzusperren, ein Druck, den eine eine Metallkugel leicht aushalten kann.

Ein Gummikugel kann anderseits keinen hohen Druck gegen einen niedrigen Druck absperren, die wird zusammengequetscht. Der Sitz muß deshalb eine Kegelform haben, so daß die Kugeloberfläche tangential zur Sitzfläche liegt, unter Beseitigung aller scharfen Kanten und einer allmählichen Veränderung des Drucks an der Oberfläche der Kugel. Die Hersteller empfehlen Kegel mit einem Innenwinkel von 80 Grad, aber ich habe festgestellt, daß die Verwendung eines standardmäßigen 90 Grad Senkers auch gut funktioniert, obwohl ich auch schon 82 Grad Kegelsenker in Katalogen gesehen habe.

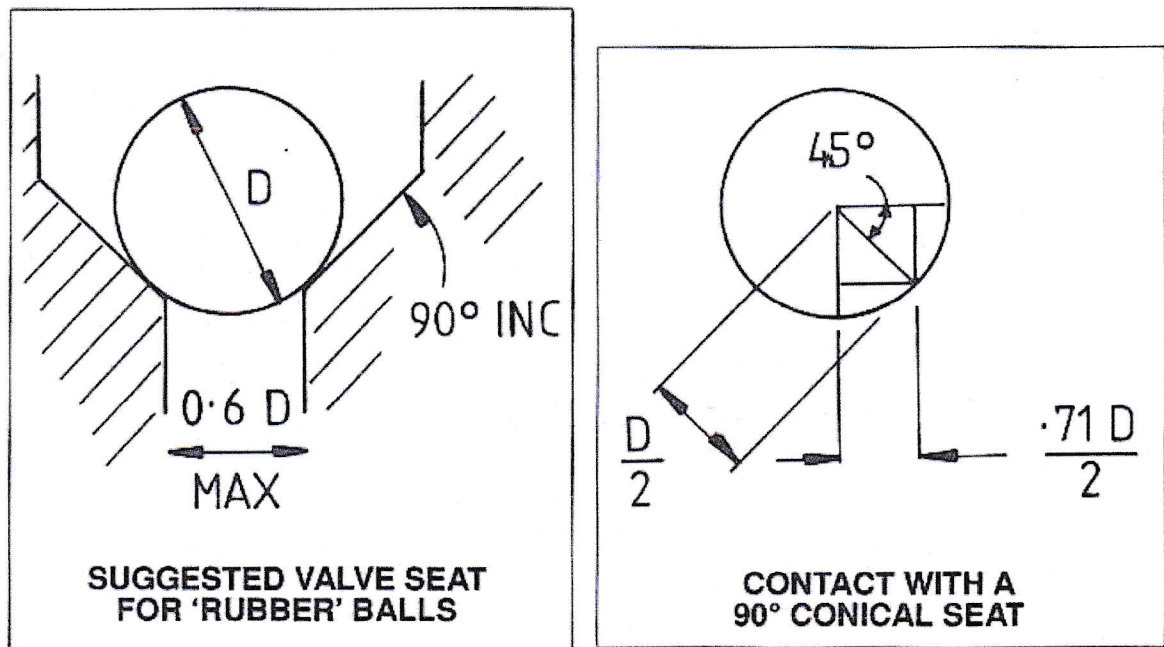
Dies ist noch nicht ganz das Ende der Geschichte: Leider ergibt sich beim Senken eines Ventilsitzes immer noch einen zu scharfer Rand. Wie Sie aus der Zeichnung ersehen, ergibt sich bei einer Kugel in einer 90 Grad Senkung eine Kontaktlinie mit dem Sitz bei 71% des Kugeldurchmessers und damit eine gewisse Verformung der Kugel.



Ich würde daher eine Bohrung im Sitz von etwa 60% der Kugeldurchmessers wählen.

Die Sitze bei Metallkugeln sind in der Regel 80% oder mehr des Kugeldurchmessers, so daß hier eine scharfe Kante unvermeidlich ein. In diesem Beispiel muss das Verhältnis von Kugel zu Sitzdurchmesser durch Verwendung einer größeren Kugel erhöht werden, wenn möglich ist, oder durch Veränderung der die Ventilbohrung und ein Nachschneiden des Sitzes.

Dadurch verringert sich auch die Wahrscheinlichkeit, daß eine stark verformte Kugel aus dem Ventil in den Kessel gepreßt wird.



Abschließend noch ein paar kleine Punkte. Ganz im Gegensatz zu den häufigen Vermutungen haben Nitril und Viton beide eine Dichte größer als 1, so daß sie nicht aufschwimmen und etwa Speiseventile unterhalb des Wasserspiegels undicht werden lassen. Leckagen haben das gleiche Ausmaß wie bei einer Metallkugel, wenn kein Druck ansteht, um sie zu verschließen, wenn beispielsweise eine Lokomotive längere Zeit gelagert wird oder weil sie nicht die hohe Oberflächengüte von Metallkugeln haben. Polymer-Ventilkugeln lecken bei sehr niedrigen Drücken, aber nach meinen Befunden schließen sie bereits bei 5 oder weniger psi zuverlässig ab und die Abdichtung verbessert sich mit steigendem Druck, ganz im Gegensatz zu Metallkugeln.

### **Versuchen Sie nicht, Polymer-Kugeln in Sicherheitsventile einzusetzen!**

Die Kugeln in SV sind erforderlich, um eine Abdichtung gegen hohen Druck bei praktisch keiner Last auf sie zu ermöglichen. Und man muß sich auf Kugeln verlassen können, die sich NICHT verformen und damit das Abblase-Verhalten des Sicherheitsventiles verändern würden.

Ich habe das Schlimmste bis zuletzt aufgespart: Viton-Kugeln kosten etwa doppelt so viel wie Nitril-Kugeln, aber wie so häufig, sie sind ihr Geld wert.