

***ARGUS Kugelhähne für feststoffhaltige Medien***  
***ARGUS Ball Valves for Media Containing Solids***



### **Metallische Dichtsysteme machen's möglich:**

Kugelhähne trotzen härtesten Betriebsbedingungen. Kugelhähne haben sich in den verschiedenartigsten Anwendungsbereichen als zuverlässige und kompakte Absperrarmaturen bewährt. Bei extremen Betriebsbedingungen haben die üblicherweise verwendeten „weichen“ Kunststoffdichtungen jedoch Grenzen. Extreme Temperaturen und hoher Druck, aber auch abrasive, chemisch aggressive oder zum Auskristallisieren neigende Medien können schnell zum „Dichtungskiller“ werden. Abhilfe schaffen metallische Dichtsysteme. Sie garantieren auch unter härtesten Betriebsbedingungen lange Lebensdauer und Zuverlässigkeit, z.B. in Dampf- oder Hochtemperaturanlagen oder bei der Kunststoffherstellung.



**Bild 1** Typisches PE und PP Granulat

**Figure 1** Typical PE and PP products

### **Ball valves with metallic seals shrug off the toughest conditions:**

Ball valves, as compact and reliable stop valves, have proved themselves in widely differing applications. However for extreme service conditions, the 'soft' plastics seals generally used have their limitations. Both extreme temperatures and high pressures, but also abrasive, chemically aggressive media, and those which tend to crystallise can be rapid and effective "seal killers". But metallic seal systems can help. They ensure long life and reliability under the toughest conditions, for example, in steam or high temperature plant, or in the manufacture of polymers.

### **Example: a polyethylene/polypropylene reactor**

Polyethylene and polypropylene are modern, environmentally friendly plastics. They are composed solely of carbon and hydrogen, and, when they are burnt, produce in principle only carbon dioxide and water. Their manufacture, however, places severe demands on the stop valves employed. The desired plastic is formed in a reactor from ethylene or propylene gas at relatively high pressure and medium temperature in the presence of a catalyst. Depending on the process, the pressure may be between 20 and 50 bar, and the temperature around 100°C. The ideal result is that the plastic condenses under these conditions as a fine 'snow'. However, it sometimes happens that lumps are formed. It is particularly these lumps that have a bad effect on the ball valves at the outlets from the reactor and in the pipework. The soft polymeric seals normally used are soon beyond their limits.

### **Einsatzbeispiel: Polyethylen- und Polypropylen-Reaktor**

Polyethylen und Polypropylen sind moderne, umweltfreundliche Kunststoffe. Sie bestehen lediglich aus den Elementen Wasserstoff und Kohlenstoff und setzen bei Verbrennung im Prinzip nur Kohlendioxid und Wasser frei. Ihre Herstellung stellt an die eingesetzten Absperrarmaturen allerdings hohe Anforderungen:

In einem Reaktor entsteht aus Ethylen- bzw. Propylen-Gas unter Zugabe eines Katalysators bei relativ hohem Druck und mittlerer Temperatur der gewünschte Kunststoff. Je nach Lizenzverfahren liegen die Drücke zwischen 20 und 50 bar, die Temperaturen bei etwa 100°C.

Im Idealfall kondensiert der Kunststoff unter diesen Bedingungen als feiner „Schnee“. Es können sich jedoch auch Brocken bilden. Besonders letzteres wirkt sich auf die Kugelhähne am Reaktorausgang und in den Rohrsystemen nachteilig aus. Die üblicherweise aus weichen Polymeren bestehenden Dichtungen werden bis an ihre Grenzen beansprucht:

### **Streß für die Dichtung**

Nur in den Endstellungen „offen“ oder „geschlossen“ liegt die Dichtung mit ihrer ganzen Fläche dicht an der Kugel an. Beim Öffnen und Schließen des Hahnes muß der Volumenstrom, bestehend aus Kunststoffpartikeln, Katalysator und sich ausdehnenden Gasen, einen engen Spalt passieren. Die Kunststoff-Partikel werden bis auf Schallgeschwindigkeit beschleunigt und beschädigen dabei die jetzt freiliegende Dichtung. Bild 2 zeigt die typischen Strömungen in einem halb geöffneten Kugelhahn.

Zunächst entstehen mikrofeine Spalten, die von den nachfolgenden Partikeln jedoch rasch vergrößert werden. Dieser progressive Verschleiß macht schließlich auch vor der Kugeloberfläche nicht halt. Erschwerend kommt noch hinzu, daß die Kunststoffe verfahrensbedingt natürlich auch in den direkt am Reaktorausgang angebrachten Kugelhähnen nachreagieren. Die Partikel kriechen in den feinen Spalt zwischen Kugel und Dichtung sowie in alle anderen Innenräume des Gehäuses und verstärken so noch den oben beschriebenen Effekt an allen zueinander bewegten Bauteilen, z. B. Kugel- und Schaltwellenlagerung.

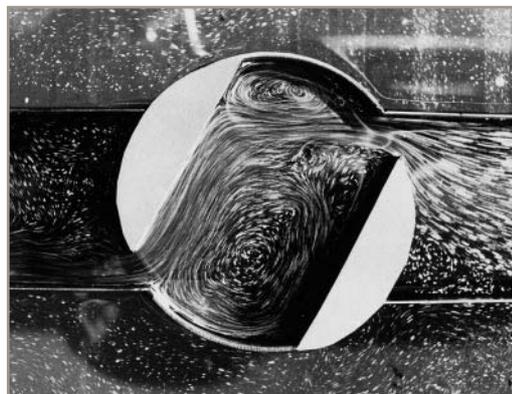
### **Konventionelle Lösungen: Probleme mit dem Verschleiß**

Damit die Produktion rund um die Uhr unterbrechungsfrei laufen kann, treibt man einen recht großen Aufwand. Alle wesentlichen Anlagenteile sind redundant ausgeführt. Andererseits sind konventionellen, weichdichtenden Kugelhähnen unter den Betriebsbedingungen der Kunststoffproduktion nur ein kurzes Leben beschieden, d.h. der Wartungs- und Ersatzteilaufwand ist sehr hoch. Für die Schwachstelle Absperrarmatur suchte man daher schon frühzeitig nach geeigneten Möglichkeiten, um die Verschleißprobleme in den Griff zu bekommen.

### **Seals under stress**

Only in the end positions, when a valve is fully open or fully closed, the seals are supported over their entire working surface by the ball. While the valve is opening and closing, the flowing media, consisting of polymer particles, catalyst, and expanding gas must pass through a narrow gap. The polymer particles are accelerated to the speed of sound and in the process damage the exposed surface of the seals. Fig. 2 shows a typical flow pattern in a partly open ball valve.

Initially microscopic cracks are formed, which are rapidly enlarged by following particles. This progressive wear also takes its toll of the ball surface. To compound matters, the polymerisation reaction continues in the ball valves at the reactor outlets. Particles creep into the clearance between ball and seal, and into all the other internal spaces in the valve body, and so contribute to the effects described on all surfaces that move relative to each other, such as the ball and valve stem bearings.



**Bild 2 Strömungsverhalten eines halb geöffneten Kugelhahns**  
**Figure 2 Flow lines and turbulence in a partly open ball valve**

### **Conventional solutions - problems with wear**

So that production can continue round the clock, without interruption, plant operators have resorted to expensive measures - redundant execution of all important parts of the plant. On the other hand, conventional ball valves with soft seals have only a very short life under the conditions that prevail in a polymerisation plant, so that the expenditure on maintenance and replacement parts is extremely high. The closure valve was thus a weak point, and plant operators had long sought for ways of getting its wear problem under control.

Anfang der 90er Jahre wurde bei bereits in Betrieb befindlichen Polymerreaktoren die Lebensdauer aller eingesetzten Kugelhähne überprüft. Durchschnittlich hatten die Hähne (teilweise weich- und teilweise metallisch gedichtet) eine Lebenserwartung von 120.000 bis 130.000 Schaltzyklen. Das entspricht einer Lebensdauer von etwa 6 bis 9 Monaten. Werden dagegen nur metallisch gedichtete Hähne eingesetzt, liegt die durchschnittliche Lebenserwartung deutlich höher. Sie kann bei optimaler Auslegung mehr als 1 Mio. Schaltzyklen betragen (Bild 3).

In einem typischen Reaktor sind etwa 30 Hähne mit Nennweiten zwischen 0,5" und 12" eingesetzt. Bild 4 zeigt einen Schnitt durch einen Kugelhahn mit federunterstützter Dichtung, die je nach Beanspruchung aus PTFE, Lyton oder Arguloy bestehen kann. Auf Bild 5 ist ein manuell betätigter Notaus-Hahn zu sehen, der direkt am Reaktorausgang sitzt. Hier ist eine spezielle Konstruktion des Kugelhahnkörpers notwendig, damit der Hahn, der nur selten betätigt wird, nicht verstopft.

### **Temperaturen bis weit unter den Nullpunkt**

Beim Reaktoreinsatz wird den Kugelhähnen jedoch nicht nur produkt- sondern auch verfahrensbedingt einiges zugemutet: Der Austrag des Polyäthylens bzw. Polypropylens aus dem Reaktor läuft in mehreren Stufen ab. Während der Zykluszeit von 2 bis 3 min müssen dadurch alle installierten Kugelhähne mindestens einmal öffnen und wieder schließen. Innerhalb eines Jahres schaltet somit ein Hahn bei 24-h-Betrieb etwa 200.000 mal. D. h. nicht nur die Dichtungen, sondern auch die Lager werden überdurchschnittlich stark beansprucht. Die Bilder 6 und 7 zeigen einen metallisch gedichteten Kugelhahn nach einem Jahr im Polymer-Einsatz.

In the early nineties, the working life of ball valves on polymer reactors was investigated. On average the valves (some with soft and some with metallic seats) had a life expectancy of 120 000 to 130 000 cycles. That corresponds to a life of 6 to 9 months. Where only valves with metallic seals are used, the life expectancy is considerably greater - for a well-designed valve it can be more than 1 million cycles (Fig. 3).

In a typical reactor, there are some 30 valves with nominal bores between 0.5" and 12". Figure 4 shows a section through a ball valve with spring-loaded seals, which, depending on the application, can be of PTFE, Lyton, or Arguloy. The valve in Fig. 5 is a manually operated emergency valve, located directly at the reactor outlet. For this duty, a special design is required for the ball valve body, so that it does not become blocked as it is only seldom operated.

### **Temperatures well below zero**

Ball valves on reactors are subjected to severe treatment by the process as well as by the product. The removal of polyethylene or polypropylene from the reactor is carried out in several stages. In a cycle time of 2 or 3 minutes, all the valves must open and close again at least once. In the course of a year, a valve on a plant being operated 24 hours a day operates roughly 200 000 times. This means that severe demands are made not only of the seals, but of the bearings as well. Figures 6 and 7 show a ball valve with metallic seats after one year on a polymer reactor.



**Bild 3 Kugelhahn 4" mit metallischen Dichtungen nach 80 000 Schaltungen in der Kunststoffherstellung**

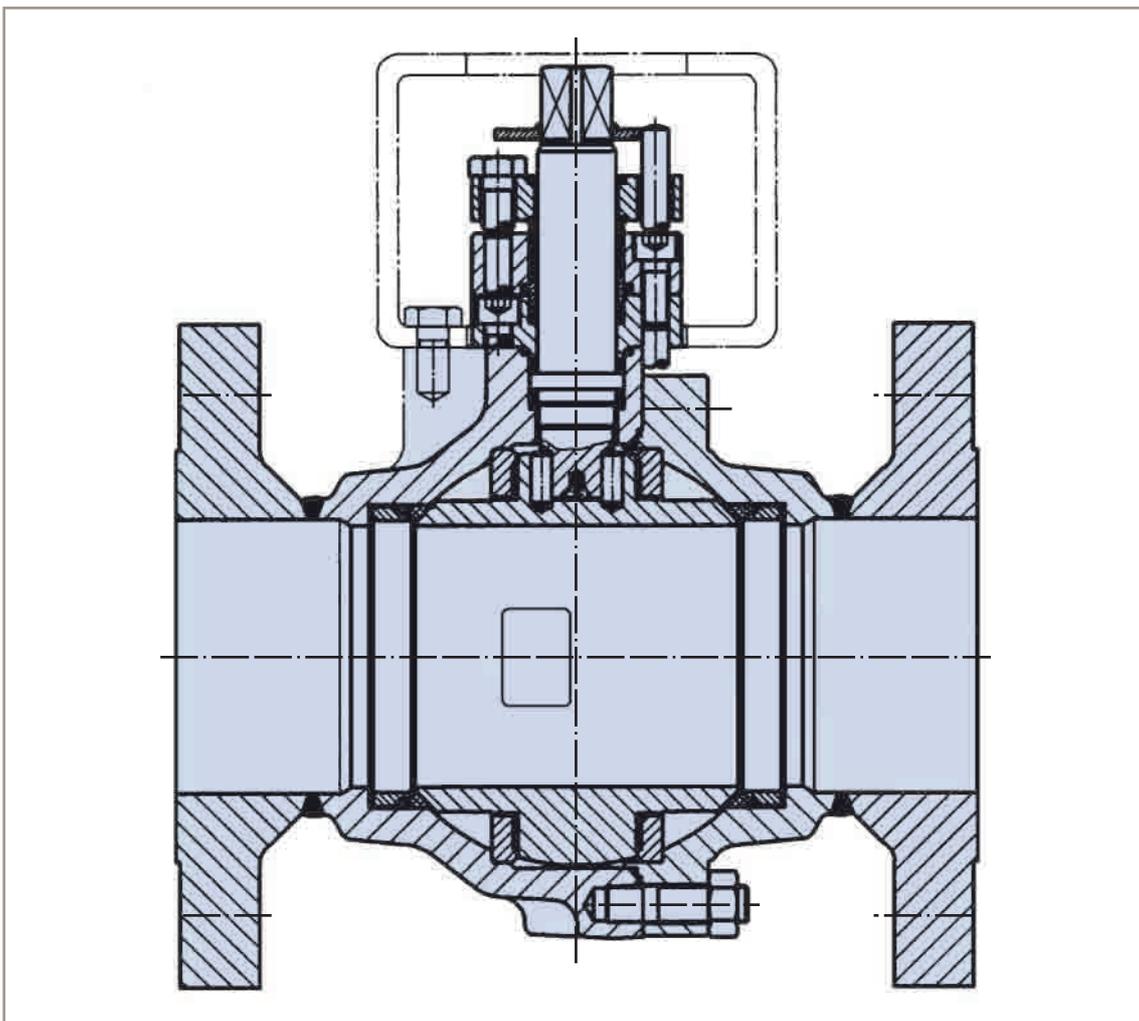
**Figure 3 Details of a 4" ball valve with metallic seats after 80 000 cycles on a polymerreactor**

Entspannt wird beinahe explosionsartig. Die Hähne öffnen bzw. schließen in wenigen Sekunden gegen die volle Druckdifferenz von bis zu 50 bar. Bei systembedingten Störfällen können durch schnelles Entspannen die Temperaturen bis weit unter den Nullpunkt sinken. In einigen Anlagen müssen Kugelhähne bis zu  $-46^{\circ}\text{C}$  aushalten. Marktübliche Kugelhahngehäuse aus Stahlgußmaterialien eignen sich wegen ihrer Materialeigenschaften lediglich für Temperaturen bis  $-29^{\circ}\text{C}$  und nicht für solche notfallbedingten Tieftemperatureinsätze.

Bei ARGUS-Hähnen dagegen bestehen das drucktragende Kugelhahngehäuse nicht aus Gußmaterialien sondern aus Tieftemperatur-Schmiedestahl. Auch Temperaturen bis  $-46^{\circ}\text{C}$  können problemlos als Standard verkräftet werden. Der Anwender muß daher auch bei extremen Anforderungen nicht auf wesentlich teurere Edelstahl Ausführungen ausweichen.

When the valves are opened, expansion is almost explosive, they open and close in a few seconds while subjected to the full pressure difference of up to 50 bar. In emergencies, rapid expansion can cause the temperature to sink well below freezing. In some plants, ball valves must withstand a temperature of  $-46^{\circ}\text{C}$ . Normal commercial ball valves have cast steel bodies that are only suitable for temperatures down to  $-29^{\circ}\text{C}$ , so that they cannot be considered for such low temperature applications.

On the other hand, the pressure-carrying body of ARGUS ball valves are made not from castings, but from low-temperature-resistant steel forgings. They can tolerate temperatures down to  $-46^{\circ}\text{C}$  as standard. Even for extreme conditions, an operator must not resort to the much more expensive stainless steel versions.



**Bild 4 Kugelhahn mit federunterstützter Dichtung**

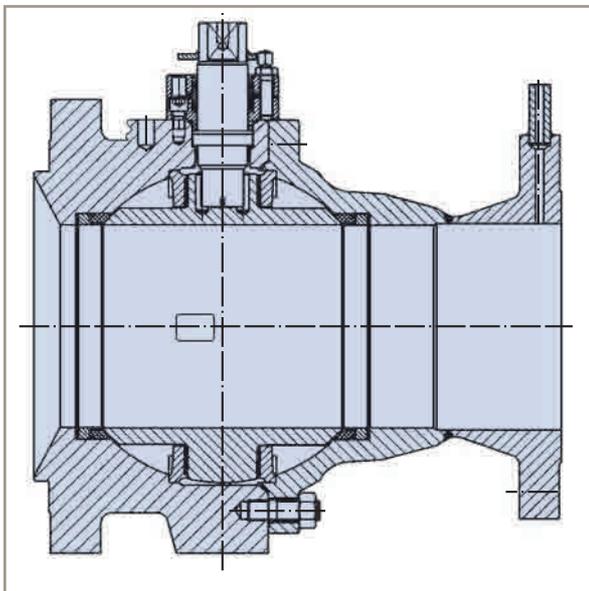
**Figure 4 Ball valve with spring loaded seats**

## Metallische Dichtsysteme in unterschiedlichen Varianten

In den ausgehenden 70er Jahren wurden verschiedene Arguloy-Dichtungen entwickelt für extreme Betriebsbedingungen bei der Kohledruckvergasung, für Schüttgüter, den Bergbau etc. Die metallischen Dichtungsringe bestehen immer aus einzelnen Schichten (Bild 8): der Grundwerkstoff muß einerseits gut bearbeitbar, andererseits aber korrosiven Beanspruchungen und Temperaturschwankungen gewachsen sein. Die Hartschicht hat die Hauptlast der aus den Betriebsbedingungen resultierenden Beanspruchung zu tragen und muß natürlich gut auf der Grundschicht haften. Für lange Lebensdauer muß der Verschleiß durch die Konzeption extrem reibungsarmer Reibungspartner (niedrige  $\mu$ -Werte) weitestgehend ausgeschlossen werden. Durch Art, Form, Größe und Mengenanteil von eingelagerten Hartstoffen werden die Eigenschaften bestimmt. Die Arguloy-Schicht hat eine gleichbleibende Härte bis in die Diffusionszone hinein. Die Wahlmöglichkeit zwischen Hartschichten auf Nickel- oder Kobaltbasis ermöglicht hier eine besonders gute Abstimmung auf die Betriebsbedingungen. Damit steht jetzt abhängig von den jeweiligen Produkteigenschaften wie Druck, Temperatur, Abrasivität oder pH-Wert eine breite Palette metallischer Dichtungsbeschichtungen zur Verfügung (Bild 9 und Tab. 1).

Für diverse Anwendungen gibt es dazu noch eine preiswerte Alternative, die bezüglich ihrer technischen Eigenschaften zwischen „normalen PTFE-Weichdichtungen“ und Arguloy-Werkstoffen anzusiedeln ist (Bild 10). Ein gekammerter Lytonring bildet hier die Dichtung. Lyton ist ein lineares Polymer und besitzt hohe Stabilität und niedrige Reibwerte.

Das Resultat ist ein Dichtungsmaterial mit hervorragenden Gleiteigenschaften, auch bei hohen Temperaturen und Drücken. Die Mischung, die ausschließlich für Argus entwickelt wurde, ist beständig gegen Alkohol, Kraftstoffe, Lösungsmittel, Fette, Öle, Laugen und die meisten Säuren.



## A variety of metallic seal systems

Towards the end of the 1970s, a number of different Arguloy seals were developed for extreme operating conditions in pressure gasification of coal, for bulk materials, for mines etc. Metallic sealing rings consist of a number of layers (Fig. 8): the base material must be readily machineable, but resistant to corrosion and temperature fluctuations. The hard coating bears the brunt of the operating conditions, and must, of course, adhere well to the base material. For a long working life, wear must, as far as possible, be eliminated by pairing materials to give extremely low friction (low  $\mu$ -values). The properties are determined by selection of the type, form, size and quantity of the embedded hard materials. The Arguloy layer has a constant hardness right into the diffusion zone. The choice between nickel and cobalt as basis for the hard-coating enables it to be finely tuned to the operating conditions. Dependent on the properties of the product, such as pressure, temperature, abrasiveness, and pH-value, there is thus a wide range of metallic seal coatings available (Fig. 9 and Tab. 1).

For diverse applications, there is a low-cost alternative with technical properties that lie somewhere between 'normal, soft PTFE seals' and the Arguloy materials (Fig. 10). The seal here is formed by a Lyton ring. Lyton is a linear polymer with high strength and a low coefficient of friction. The result is a seal material with excellent bearing properties, even at high temperatures and pressures.

The compound developed exclusively for ARGUS is resistant to alcohol, fuels, solvents, fats, oils, alkalis, and most acids.

**Bild 5 Spezial-Hahn für den Reaktorausgang**  
**Figure 5 Manual emergency valve for mounting directly on reactor**

### Metallische Dichtsysteme und die Dichtheit

Metallische Dichtsysteme aus den unterschiedlichen Arguloy-Werkstoffen eignen sich für den Einsatz unter härtesten Bedingungen. Sie sind zusammen mit der Kugel extrem widerstandsfähig gegen Abrieb, korrosionsfest und beständig gegen höchsten Drücke. Sie können bei hohen und tiefen Temperaturen eingesetzt werden (-200 bis +550°C) und sind unter normalen Testbedingungen nach DIN, BS, API und ANSI nahezu blasendicht.

Um die Blasendichtheit bei weichen Dichtungen zu prüfen, wird bei der Abnahmeprüfung im Werk normalerweise Luft oder Stickstoff mit ca. 5 bar Druck verwendet. Nach einem bestimmten Zeitintervall dürfen dann keine Blasen sichtbar sein. Für Kugelhähne mit metallischem Dichtsystem wären die Anforderungen noch weitestgehend erfüllbar, entsprechende Tests wären jedoch ökonomisch wenig sinnvoll. Sie werden deshalb nur gemäß DIN 3230, Teil 3 Rate 2 getestet bzw. ANSI B16.104 Klasse VI.



**Bild 6 Kugelhahn, DN 250 Dichtring und Kugel nach einem Jahr im Polymer-Einsatz**

*Figure 6 Details of a 10" ball valve with metal seals after one year in polymere service - seats and ball*



**Bild 7 Kugelhahn, DN 250 Schaltwelle und Lager nach einem Jahr im Polymer-Einsatz**

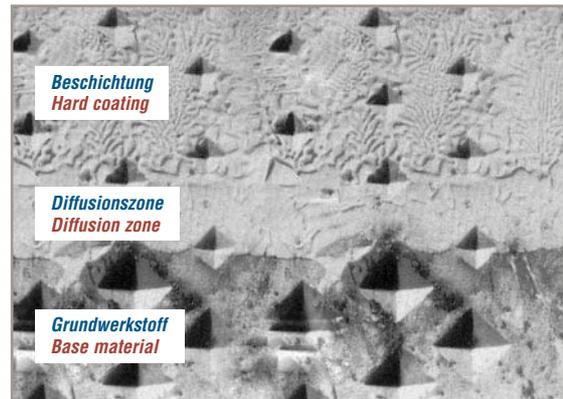
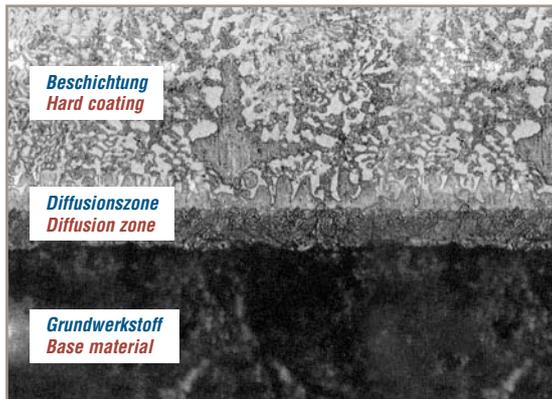
*Figure 7 Details of a 10" stem and bearings after one year operating in polymere service*

### Metallische seat systems and gas-tightness

Metallic seal systems that use the various Arguloy materials are suitable for use under the toughest conditions. Together with the ball, they are extremely resistant to abrasion, corrosion, and the highest pressures.

They can be used at high and low temperatures (-200°C to +550°C), and are close to bubble-tight under normal test conditions to DIN, BS, API, or ANSI.

To verify the gas-tightness of valves with soft seals, acceptance in ARGUS works are normally carried out with compressed air on nitrogen at a pressure of about 5 bar. After a certain period at this pressure, no bubbles may be visible. For ball valves with metallic seals, these requirements are more or less achievable, however, the tests required would not make much sense economically. They are, therefore, only tested to DIN 3230, Part 3, rate 2, or ANSI B16, 104 Class VI.



**Bild 8** Querschliff einer Arguloysschicht

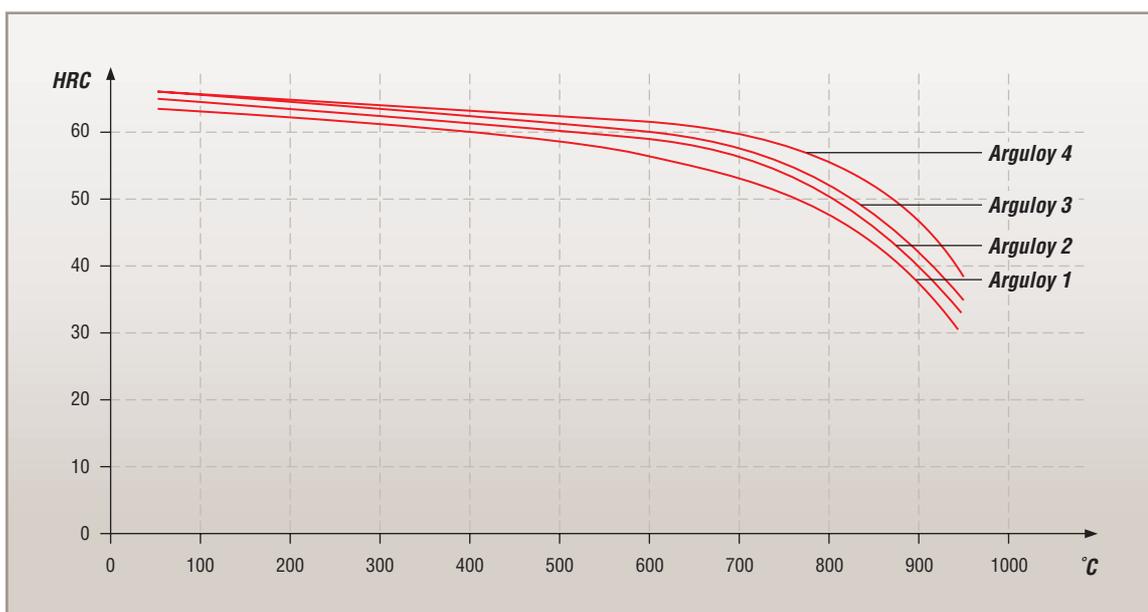
**Figure 8** Section through an Arguloy hard coating

### Leckage nach außen: TA-Luft und EPA

Die Abdichtung des Kugelhahnflansches und der Schaltwelle soll unter allen Umständen dicht sein, um Leckagen nach außen zu vermeiden. Die hierfür maßgeblichen Bestimmungen sind für Deutschland in der TA-Luft (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft von 1986) und für Nord Amerika in der EPA (Environmental Protection Agency, Method 21 von 1990) festgelegt. Mit statischen Dichtungen für die Flansche haben die meisten Hersteller keine Probleme. Über die Jahre hat sich lediglich gezeigt, daß es hier aus Sicherheitsgründen Vorteile hat, feuerfeste Konstruktionen (fire safe) zu verwenden. Dazu wird zusätzlich zur Hauptdichtung aus z.B. PTFE oder einem Polymer eine weitere Graphitdichtung vorgesehen. Auch im Brandfall ist dann die Dichtheit garantiert.

### External leakage: TA-Luft and EPA

To prevent external leakage, the flanges and valve spindle of a ball valve must be gas-tight at all times. The regulations covering this are the 'TA-Luft' for Germany (Technical Rules for Clean Air, 1986), and, in North America, EPA (Environmental Protection Agency) Method 21 (of 1990). For most manufacturers, static sealing of the flanges is not a problem. Over the years, it has been found to be an advantage to use a fire-safe design. This employs a graphite seal, to ensure gas-tightness in the event of a fire, in addition to the main seal, which may be of PTFE or another polymer.



**Bild 9** Härteverlauf über Temperatur für verschiedene Arguloy-Schichten

**Figure 9** Hardness over temperature for selected Arguloy coatings

ARGUS Standardbeschichtungen						
ARGUS Standard Coatings						
Material	Beschichtungs-Verfahren	Werkstoffe	Schicht-Dicke	Härte	Temperatur, zulässig max.	Geeignete Grundwerkstoffe
Material	Coating Method	Materials	Coating thickness	Hardness	Max. allowable temperature	Suitable base materials
NiAlloy	Chemisch + ausgehärtet Chemically hardened	Ni-P	50 - 80 µ	> 70 HRC	+ 350°C + 660 F	C-Stahl, CR-Stahl, SS, Duplex C-steel, CR-steel, SS, Duplex
CrAlloy	hartverchromt hardchrome plated	Cr	25 - 50 µ	> 70 HRC	+ 350°C + 660 F	C-Stahl, CR-Stahl, SS, Duplex C-steel, CR-steel, SS, Duplex
Nikadur	Chemisch + ausgehärtet Chemically hardened	Ni-P + SiC	50 - 80 µ	> 75 HRC	+ 350°C + 660 F	C-Stahl, CR-Stahl, SS, Duplex C-steel, CR-steel, SS, Duplex
Crabide	thermisch gespritzt thermal spraying	Cr <sub>2</sub> C <sub>3</sub>	150 - 200 µ	65 - 70 HRC	+ 350°C + 660 F	C-Stahl, CR-Stahl, SS, Duplex C-steel, CR-steel, SS, Duplex
Arguloy 1	Plasmaspritzen und Verschmelzen Plasma spraying and bonding	Ni-Basis + Cr + others	> 500 µ	62 HRC	+ 550°C + 1000 F	C-Stahl, SS, Duplex C-steel, SS, Duplex
Arguloy 2	Plasmaspritzen und Verschmelzen Plasma spraying and bonding	Ni-Basis + Cr + others + WC	> 500 µ	> 63 HRC	+ 550°C + 1000 F	C-Stahl, SS, Duplex C-steel, SS, Duplex
Stellit 1	Schweißen Welding	Co-Basis	≈ 3000 µ	55 HRC (43 bei + 550°C) (43 at + 550°C)	<+ 550°C * <+ 1000 F *	alle schweißbaren WST All weldable materials
Stellit 6	Schweißen Welding	Co-Basis	≈ 3000 µ	40 HRC (26 bei + 550°C) (26 at + 550°C)	<+ 550°C * <+ 1000 F *	alle schweißbaren WST All weldable materials

Tab.1 Beschichtungsvarianten

Table 1 Standard range of hard coatings

\* Starker Härteabfall bei Temperaturanstieg!

\* Severe hardness loss with temperature rise

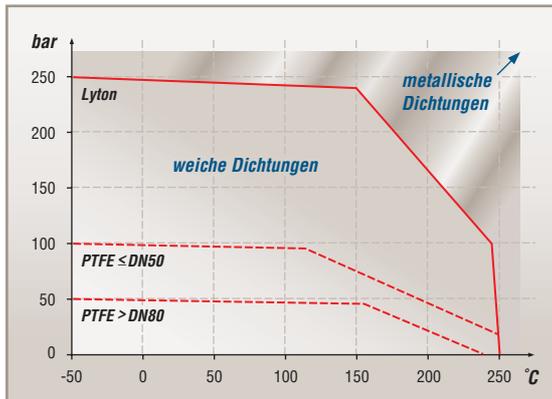
Weitaus schwieriger ist die Situation bei der Schaltwellendichtung. Kritisch ist hier nicht nur die normale Reibungsabnutzung durch trockene und nichtschmierende Gase. Abrasive Medien, wie Polymere und Katalyten dürfen auch nicht in den Dichtungsbereich eindringen. ARGUS hat dafür spezielle „Abstreifer“- Ringe aus Hart-Kunststoff entwickelt. Sie sitzen vor der eigentlichen Schaltwellendichtung und verhindern, daß solche Medien mit dieser in Berührung kommen.

Für Einsatzfälle mit extremen Betriebsbedingungen kann zusätzlich zu den standardmäßigen Schaltwellendichtungen eine weitere, unabhängige Stopfbuchse angebracht werden (Bild 11). Unter normalen Betriebsbedingungen ist diese im Notfall manuell bedienbare Zusatzsicherung nicht vorgespannt. Sie wird nur bei einer Störung betätigt, wodurch die Anlage bis zur nächsten Routine-Wartung problemlos in Betrieb bleiben kann.

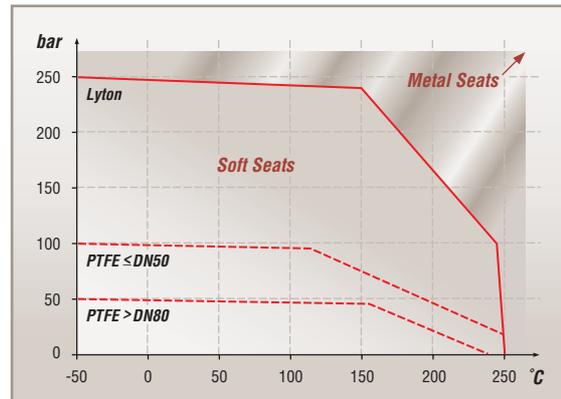
The situation at the valve spindle seal is far more critical. The problem is not just the presence of dry, non-lubricating gases, abrasive media such as polymers and catalysts must be prevented from entering the seal zone. ARGUS has developed a special scraper ring made of hard plastic. It sits before the actual spindle seal and prevents it from contact with such media.

For applications with extreme operating conditions, a second independent gland can be fitted in addition to the standard spindle seal (Fig. 11).

In normal conditions, this additional sealing gland is unloaded and not operative, but, in the event of trouble with the standard seal, it can be tightened to bring it into service. This allows the plant to continue in operation until the next routine maintenance.



**Bild 10** Druck-/Temperaturdiagramm für Kugelabdichtungen



**Fig.10** Pressure/temperature rating for ball valve seats

### Zwei Philosophien - ein Ziel

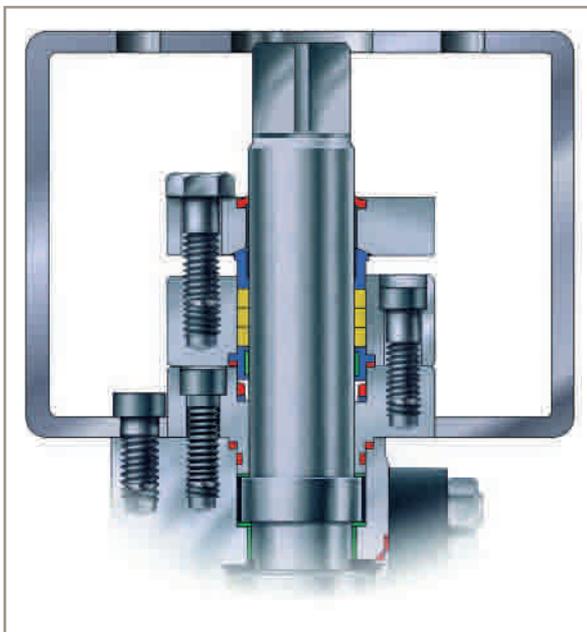
Abbildung 12 zeigt die Test-Ergebnisse vom Leckage-Test für ARGUS-Standard-Schaltwellen-Anordnungen. Während und nach 178.000 Schaltzyklen mit trockenem, nicht schmierendem Stickstoff unter 55 bar Druck und Temperaturzyklen bis 200°C wurden die jeweiligen Leckagen von Helium als Prüfmedium an der Spindeldurchführung gemessen. Während deutsche Behörden ursprünglich eine absolute Undichtigkeit von maximal  $5 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^3/\text{s}$  im Labortest erlauben, fordert die amerikanische EPA einen „Schnüffel-Test“ in der Anlage während des regulären Betriebs. Dabei sollten die gemessenen Konzentrationen unter 500 oder 100 ppm liegen.

Das Ergebnis langjähriger Vergleichstests von ARGUS zwischen der TA-Luft und EPA Testmethoden ist in Bild 13 dargestellt und nicht überraschend. Leckrate und Konzentrationen stimmen in der ursprünglichen Idee überein: dynamische Schaltwellendichtungen sind mindestens genauso dicht wie statische Flansch-Dichtungen.

### Two philosophies, one goal

Figure 12 shows the results of leakage tests on a standard ARGUS valve spindle seal. During and after 178 000 opening cycles with non-lubricating nitrogen at a pressure of 55 bar, and temperature cycles up to 200°C, the leakage rate of helium was measured at the spindle seal. Whereas the German authorities call for an initial maximum leakage rate of  $5 \times 10^{-2} \text{ cm}^3/\text{s}$  under laboratory test conditions, the EPA demands a 'sniffing test' in the plant during normal operation. In the EPA test, the concentration measured must be below 500 or 100 ppm.

The results of comparisons made by ARGUS between the TA-Luft and EPA methods over a number of years are shown in Fig. 13. In as much as the fundamental ideas behind the leakage rate and concentration methods are in agreement, they are not surprising; and dynamic valve spindle seals are just as gas-tight as static flange seals.



**Bild 11** Zusätzlich angebaute Stopfbuchsendichtung

**Fig.11** Integrated stuffing box, as an adder to standard stem seals

Date	Cycles at 55 bar N2	Leakage (ml/sec) for Helium at				Certified by:
		0,5 bar	6 bar	20 bar	50 bar	
04.06.92	0	$2,8 \cdot 10^{-9}$	$2,7 \cdot 10^{-9}$	$3,2 \cdot 10^{-9}$	$7,8 \cdot 10^{-9}$	
12.06.92	53000	$2,5 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-6}$	$2,9 \cdot 10^{-5}$	$4,4 \cdot 10^{-4}$	
22.06.92	178400	$2,6 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-7}$	$3,6 \cdot 10^{-7}$	$6,1 \cdot 10^{-4}$	

Tab. 1: Test results acc. TA-Luft (Volume/time = total Helium loss 1 ml/sec  $\approx$  3,5315 · 10<sup>-5</sup> cft/h or 10<sup>-6</sup> ml/sec = 3,5315 · 10<sup>-11</sup> cft/h!)

Date	Cycles at 55 bar N2	Leakage (ppm) for Helium at				Certified by:
		0,5 bar	6 bar	20 bar	50 bar	
04.06.92	0	0	0	0	0	
12.06.92	53000	0	0	0	0	
22.06.92	178400	0	0	0	0	

Tab. 2: Test results acc. EPA method 21 (ppm = concentration at potential leak)

Date	Temperature	Cycles at 55 bar N2	Leakage (ml/sec) for Helium at				Certified by:
			0,5 bar	6 bar	20 bar	50 bar	
12.06.92	200°C	100	$9,4 \cdot 10^{-7}$	$2,1 \cdot 10^{-6}$	$3,1 \cdot 10^{-6}$	$4,1 \cdot 10^{-6}$	
22.06.92	ambient	100	$7,2 \cdot 10^{-8}$	$6,6 \cdot 10^{-8}$	$5,8 \cdot 10^{-8}$	$0,8 \cdot 10^{-7}$	

Tab. 3: Test results acc. TA-Luft (Volume/time = total Helium loss 1 ml/sec  $\approx$  3,5315 · 10<sup>-5</sup> cft/h or 10<sup>-6</sup> ml/sec = 3,5315 · 10<sup>-11</sup> cft/h!)

Date	Temperature	Cycles at 55 bar N2	Leakage (ppm) for Helium at				Certified by:
			0,5 bar	6 bar	20 bar	50 bar	
12.06.92	200°C	100	0	0	0	0	
22.06.92	ambient	100	0	0	0	0	

Bild 12 Mit Helium durchgeführte Tests an einer Standard-Schaltwelle

Fig. 12 Helium leak test results for a standard ARGUS spindle seal

**Anmerkung zu Bild 13:**

- Das für den Test eingesetzte Gasmessgerät entspricht den Anforderungen der EPA method 21. (Gerätetyp: Gascheck B4iS, Hersteller: ION Science Ltd., Cambridge U.K., Wiederholungszeit: 1s, Ansprechzeit < 1s, Mindestgenauigkeit unter normalen Industriebedingungen: für He = 10<sup>-4</sup> cm<sup>3</sup>/s).
- Die Konzentration wurde im Abstand von 3 mm und 10 mm gemessen.
- Das Diagramm zeigt zum Vergleich die nach EPA erlaubten Leckraten von 100 und 1000 ppm sowie den ursprünglich nach TA-Luft zulässigen Wert von 4,99 x 10<sup>-2</sup> cm<sup>3</sup>/s für Helium als Testmedium.

**Notes on Fig. 13:**

- The gas detector used for the test meets the requirements of EPA Method 21 (instrument used: Gascheck B4iS, manufacturer ION Science Ltd., Cambridge, UK, repeat time 1s, response time < 1s, minimum accuracy under normal industrial conditions for He = 10<sup>-4</sup> cm<sup>3</sup>/s).
- The concentration was measured at distances of 3 mm and 10 mm.
- The diagram shows a comparison between the permissible EPA leakage rates of 100 and 1000 ppm, with the initial TA-Luft value of 4.99 x 10<sup>-2</sup> cm<sup>3</sup>/s with helium as test medium.

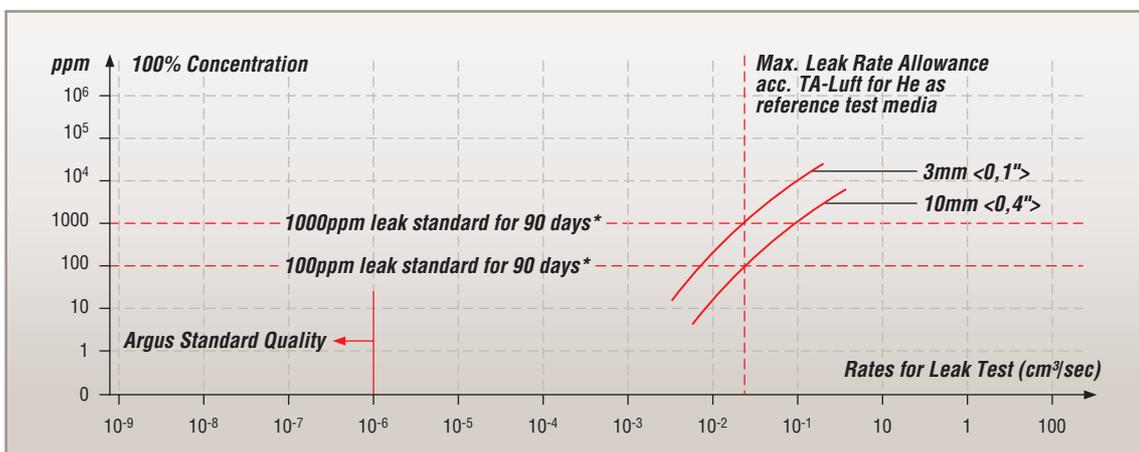


Bild 13 Vergleich der TA-Luft und der EPA (USA) Vorschriften für Leckagemissionen

10<sup>-6</sup> cm<sup>3</sup>/s  $\approx$  3,5315 · 10<sup>-11</sup> scft/h

Fig. 13 Comparison of TA-Luft (Germany) and EPA (USA) emissions limits