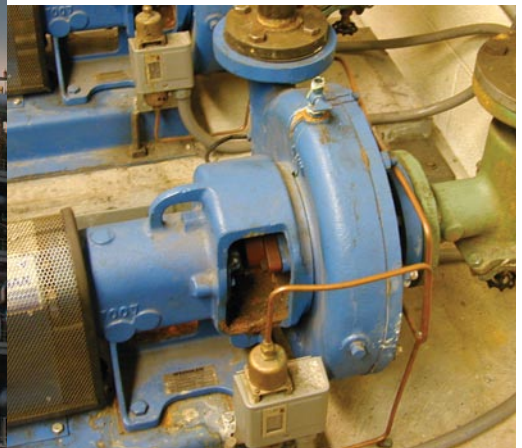


DuPont™ Vespel® CR-6100

APPLICATION AND INSTALLATION GUIDE FOR
CENTRIFUGAL PUMP STATIONARY WEAR PARTS



The miracles of science™



Flüssigkeitsverarbeitende Industriezweige haben die Verwendungen von Verbundmaterialien in Pumpen sofort erkannt: reduzierte Vibrationen, eine verlängerte mechanische Lebensdauer von Dichtungen und längere MTTR (mittleren Reparaturabstände), eine reduzierte Gefahr des Festfressens, größere Effizienz und geringere Reparaturkosten. API 610, 10th Edition (ISO Norm 13709), die neueste Norm für Kreiselpumpen des American Petroleum Institute (API), bestätigt, dass der Einsatz von Verbundstoffen diese Vorteile bietet.

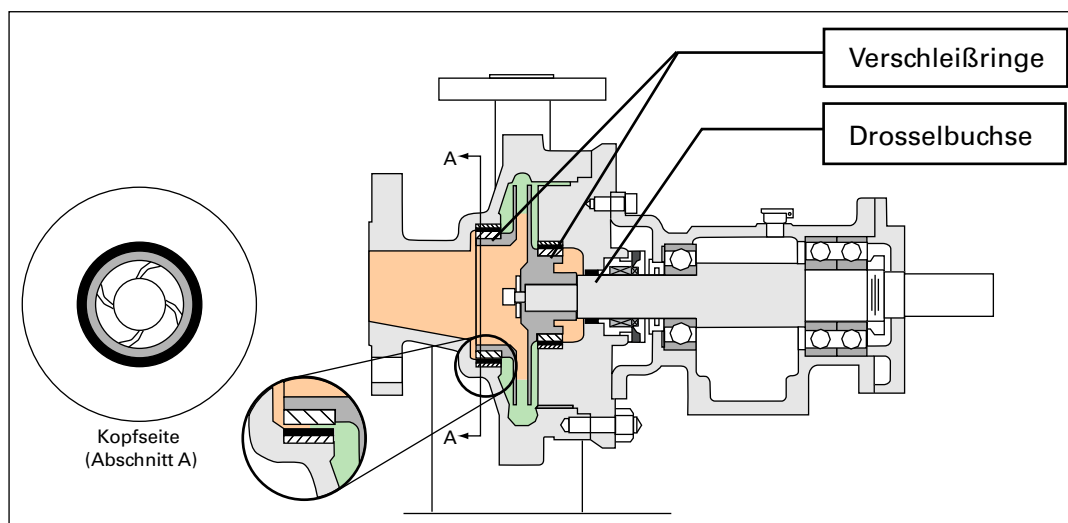
Die Funktion von Verschleißringen

Verschleißringe werden mit geringem Radialspiel installiert und trennen die rotierenden von den stationären Bereichen der Pumpe, also die Bereiche mit höherem und geringerem Druck. Sollten aufgrund Off-Design-Betriebs Wellenabweichungen auftreten, ist ein Kontakt mit den Verschleißringen möglich. Früher wurden Verschleißringe aus Metall gefertigt. Beim Trockenlaufen oder unter Kontaktbedingungen war ein Scheuern und Festfressen der Pumpe möglich, das zu einem plötzlichen, energiereichen Versagen der Pumpe führte. Bei Verschleißringen aus Metall muss im Design das Spiel vergrößert werden, um einem Versagen vorzubeugen. Dies wirkt sich negativ auf den Wirkungsgrad, die Ansaugbedingungen und die Pumpenvibration insgesamt aus. Vespel® CR-6100 kann mit geringerem Spiel eingesetzt werden, ohne das Risiko der Festfressens zu erhöhen. Dabei wird die Pumpenleistung sogar noch erhöht. (Siehe **Abbildung 1.**)

Hintergrundinformationen

Die CR-6100 Ausführung von Teilen und Formen von DuPont™ Vespel® ist ein Verbundwerkstoff aus Kohlefaser, die in einer Teflon® Fluorkohlenstoffmatrix gehalten wird. VSP CR-6100 wurde seit 1996 in vielen tausend Pumpen in Raffinerien, Chemiefabriken, Kraftwerken und anderen flüssigkeitsverarbeitenden Anlagen eingesetzt. Es diente als Ersatz von Metallen und anderen Verbundstoffen, die bis dahin für Verschleißringe, Drosselbuchsen und Wellenschaftlager verwendet wurden und bietet bessere Pumpenzuverlässigkeit und -leistung. Eigenschaften von Vespel® Mit CR-6100 wird die Gefahr des Festfressens von Pumpen vermindert. Gleichzeitig wird das Spiel zwischen den inneren rotierenden und den stationären Teilen um mindestens 50 % reduziert.

Abb. 1: Die Funktion von Verschleißringen



Vorteile von Vespel® für Betrieb und Sicherheit CR-6100 Verschleißteile

Mit DuPont™ Vespel® CR-6100 ist das Risiko für Schäden bei Verschleißringkontakt aufgrund von mechanischem Versagen, Off-Design-Betrieb und Trockenlaufen gering. Bei Kontakt mit Verschleißringen aus Metall wird durch die extreme Reibung Hitze erzeugt, die Materialien scheuern (Reibschweißung) und die Pumpe kann sich festfressen. Diese Situation kann viel Energie freisetzen und gefährlich sein und umfangreichen Schäden an den Geräten sind möglich. Außerdem besteht die Gefahr, dass Förderflüssigkeiten in die Atmosphäre freigelassen werden. Mit Verschleißringen von Vespel® CR-6100 ist das Risiko des Festfressens gering, so dass die Folgen eines Versagens weniger schwerwiegend sind. Das Risiko der Beschädigung kostspieliger Gusseisenteile ist ebenfalls herabgesetzt, was geringere Reparaturkosten bedeutet.

Verschleißringe von Vespel® CR-6100 minimieren auch die Folgen von Trockenlaufen. Pumpen fressen sich während Perioden des Ansaugverlustes, Off-Design-Betrieb, langsamen Wälzen und Auffahrbedingungen nicht fest. Nachdem die Störquelle beseitigt wurde, kann die Pumpe oft den Betrieb wieder aufnehmen, ohne dass zusätzliche Schäden oder ein Leistungsverlust auftraten. Wenn dagegen Pumpen mit Metallverschleißringen solchen Bedingungen ausgesetzt werden, tritt häufig ein Festfressen auf, das die Außerbetriebnahme, Demontage und Reparatur erfordert.

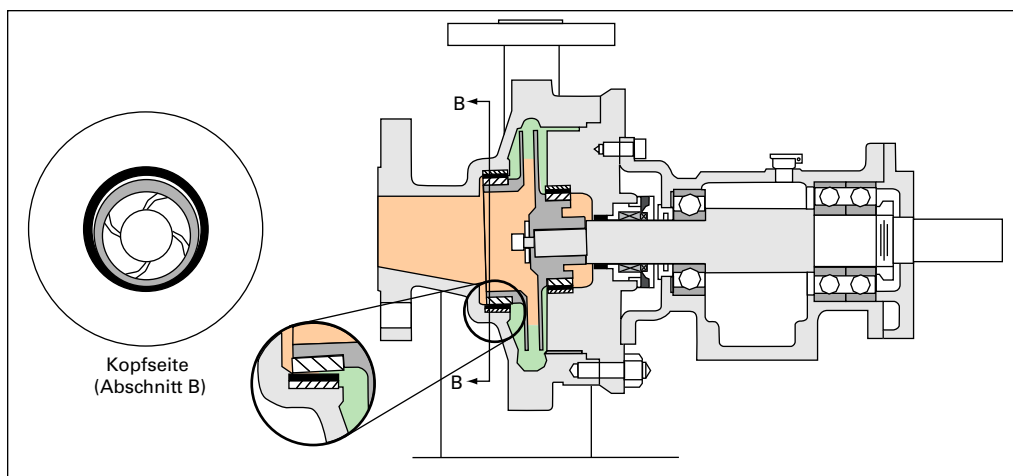
Die Folgen von Off-Design-Betrieb

Hydraulischer Off-Design-Betrieb oder mechanische Fehler führen zur Wellenabweichung und einem nicht zentrierten Verlauf der Verschleißringe, was häufig zum Kontakt mit den Verschleißringen führt. Wenn dies der Fall ist, können sich Metallverschleißringe festfressen und die Pumpe zum Versagen bringen. Mit Vespel® CR-6100 tritt kein festfressen ein, die Pumpe unter derartigen Bedingungen weiter laufen. (Siehe **Abbildung 2.**)

Wartungsvorteile

Für das Wartungspersonal reduziert die leichte Installation von Vespel® CR-6100 die Reparaturzeit. Die Geräte sind länger einsatzbereit und die aus langfristigen Reparaturen entstehenden Belastungen für den Betrieb werden vermindert. Die kürzeren Reparaturzeiten rühren daher, dass die Teile leicht gefertigt und eingepasst werden können. Vespel® CR-6100 kann zu Teilen mit dünnen Radialwänden von 3,15 mm (1/8 Zoll) (bis zu 25 cm (10 Zoll) Durchmesser) verarbeitet und daher in fast allen Pumpenkonfigurationen eingesetzt werden. Die Materialeigenschaften von Vespel® CR-6100 ermöglichen eine Bearbeitung bei hoher Geschwindigkeit und Einspeisungsraten unter Verwendung normaler Werkzeugmaschinen. Hitzebehandlung oder Hartschweißen, wie bei einigen Metallverschleißmaterialien, ist nicht notwendig. Außerdem wird die Materialwahl vereinfacht, da Vespel® CR-6100 eine fast unbegrenzte chemische Kompatibilität hat und gegen metallische Verschleißringmaterialien laufen kann.

Abb. 2: Folgen von Off-Design-Betrieb



Eigenschaften von DuPont™ Vespel® CR-6100 für Verschleißteile von Kreiselpumpen

Vespel® CR-6100 bietet eine Kombination von Eigenschaften, die eine Materialnormung über einen weiten Bereich von Verfahrenseinsätzen ermöglichen wie einen niedrigen thermischen Ausdehnungskoeffizienten, eine hohe Temperaturgrenze, günstige Bearbeitungseigenschaften, hohe Schlagfestigkeit, einen geringen Reibungskoeffizienten und hohe PV- (Druck-Geschwindigkeit) Kapazität. Zusammen ermöglichen der niedrige thermische Ausdehnungskoeffizienten, der geringe Reibungskoeffizient, die niedrige Verschleißrate und die hohe PV den Betrieb bei Trockenlaufen. Vespel® CR-6100 lässt sich leicht bearbeiten und die hohe Schlagfestigkeit verringert das Risiko von Brechen während der Installation und unter gewissen Betriebsbedingungen der Pumpe wie z. B. extreme Hohlraumbildung, Lagerversagen oder starke Vibrationen.

Vorteile verringerten Spiels

Wenn das Risiko des Festfressens geringer ist, kann das Spiel der Verschleißringe reduziert werden. Ein geringeres Spiel der Verschleißringe erhöht Zuverlässigkeit und Leistung. **Tabelle A** zeigt Beispiele für das Spiel beim Einsatz von Vespel® CR-6100 im Vergleich zum gewöhnlichen Spiel in API.

Ein geringeres Spiel erhöht die Zuverlässigkeit der Pumpe, da die Verschleißringe als hydrodynamische Lager in der Pumpe fungieren — ein Phänomen, das als Lomakineffekt bezeichnet wird. Die Radialkraft von den Verschleißringen ist eine Funktion des Differenzdrucks, der Geschwindigkeit, der Eigenschaften der Flüssigkeit und der Umkehrung des Verschleißringspiels. Daher erhöht ein geringeres Verschleißringspiel die hydraulische Radialkraft auf den Rotor. Bei vielen Pumpentypen hat diese zusätzliche hydraulische Kraft eine Verringerung der allgemeinen Pumpenvibrationen, geringere Wellenabweichungen und eine längere Lebensdauer zur Folge.

Geringeres Spiel reduziert auch die Rückführung innerhalb der Pumpe, so dass der gleiche Produktionsdurchlauf mit weniger PS erreicht werden kann (d. H. ein höherer Wirkungsgrad). Bei großen Pumpen oder einer großen Anzahl von Geräten sind wesentliche jährliche Einsparungen möglich. Zudem erhöht das geringere Spiel auch die Produktionskapazität der vorhandenen Geräte. Ein weiterer Vorteil des verringerten Spiels besteht darin, dass die erforderliche Netto-Energiehöhe der Pumpe (NPSHR) um 0,6-1,0 m verringert werden kann, was unter schwierigen Anwendungsbedingungen ein entscheidender Faktor sein kann.

Table A: Vespel® CR-6100 clearances compared to standard minimum API diametrical clearances

Bore Diameter (in)	Bore Diameter (mm)	Vespel® CR-6100 Clearance	API Minimum Clearance
4,001–5,000	101,6–127,0	0,007 in (0,187 mm)	0,015 in (0,381 mm)
5,001–6,000	127,0–152,4	0,008 in (0,203 mm)	0,017 in (0,4381 mm)
6,001–7,000	152,4–177,8	0,009 in (0,2286 mm)	0,018 in (0,4572 mm)
7,001–8,000	177,8–203,2	0,010 in (0,254 mm)	0,019 in (0,4826 mm)
8,001–9,000	203,2–228,6	0,011 in (0,2794 mm)	0,020 in (0,508 mm)

Application Guide

DuPont™ Vespel® CR-6100 eignet sich für Pumpenverschleißringe, Drosselbuchsen und Wellenschaftlager.

Leistungsgrenzen

Vespel® CR-6100 kann bei Tieftemperaturen und bis zu Temperaturen von 260 °C (500 °F) eingesetzt werden. Der geringe thermale Anstieg auf der X-Y-Ebene von Vespel® CR-6100 macht es möglich, dass das geringe Spiel über den ganzen Temperaturbereich aufrechterhalten werden kann. (Abb. 3 zeigt die Ausrichtung der X-Y-Ebene und die Z-Richtung.) Es muss beachtet werden, dass Presspassungen und Axialspiel temperaturabhängig sind. Beste Leistungen werden unter Bedingungen ohne Abriebstoffe erzielt. Vespel® CR-6100 wurde erfolgreich in Anwendungen mit geringen Feststoffkonzentrationen eingesetzt, die Leistung ist jedoch aufgrund vieler Faktoren, die vorzeitigen Verschleiß bewirken können, nicht unbedingt einheitlich. Kesselstein und andere häufige Verschmutzungen in geringen Konzentrationen sind im Allgemeinen kein Problem. Der Betreiber sollte gestützt auf Erfahrungsdaten in der praktischen Anwendung beurteilen, wo auf Vespel® CR-6100 umgestellt werden kann.

Tabelle B: Pumpenteile, die zu Vespel® CR-6100 konvertiert werden können.

Pumpentyp	Vespel® CR-6100 Teile
Pumpen mit fliegender Lagerung und vertikale Inline-Pumpen (API-Pumpen)	Stationäre* Verschleißringe und Drosselbuchsen
Einstufig zwischen Lagern	Stationäre* Verschleißringe und Drosselbuchsen
Mehrere Stufen, horizontal	Stationäre* Verschleißringe, Drosselbuchsen, Buchsen zwischen den Stufen und druckmindernde Buchsen
Vertikal	Stationäre* Verschleißringe, Buchsen zwischen den Stufen, Wellenstranglager und Drosselbuchsen

*Vespel® CR-6100 sollte unter Druck eingesetzt werden. Dies sind bei fast allen Pumpen die stationären Ringe sowie die Gehäuse- und die Kopfringe.

Verschleißringe

Vespel® CR-6100 wird in vielen verschiedenen Kreiselpumpentypen als stationäre Verschleißringe eingesetzt (Tabelle B). Bei Pumpen, die unter Bedingungen ohne Abriebstoffe und unter 260 °C (500 °F) eingesetzt werden, kann mit Vespel® CR-6100 das Verschleißringspiel reduziert und damit

Abb. 3: Ausrichtung des Materials

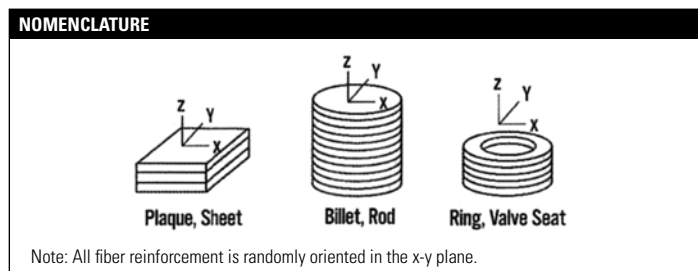
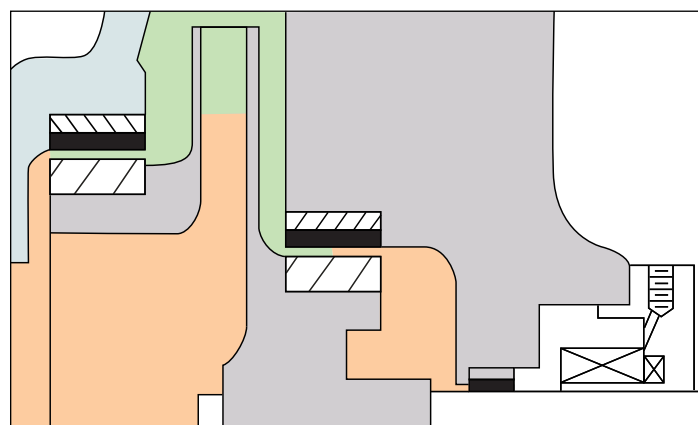


Abb. 4: Installation von Vespel® CR-6100 Verschleißringen und Drosselbuchse an einer typischen Pumpe mit fliegender Lagerung



die Zuverlässigkeit und Leistung verbessert werden. Vespel® CR-6100 kann auch für Anwendungen eingesetzt werden, bei denen ein Off-Design-Betrieb vorkommen kann. Es minimiert das Risiko des Festfressens, wie es bei Metallverschleißringen häufig ist. Die Pumpe kann daher nach einem temporären Trockenlaufen weiter in Betrieb bleiben.

Drosselbuchsen

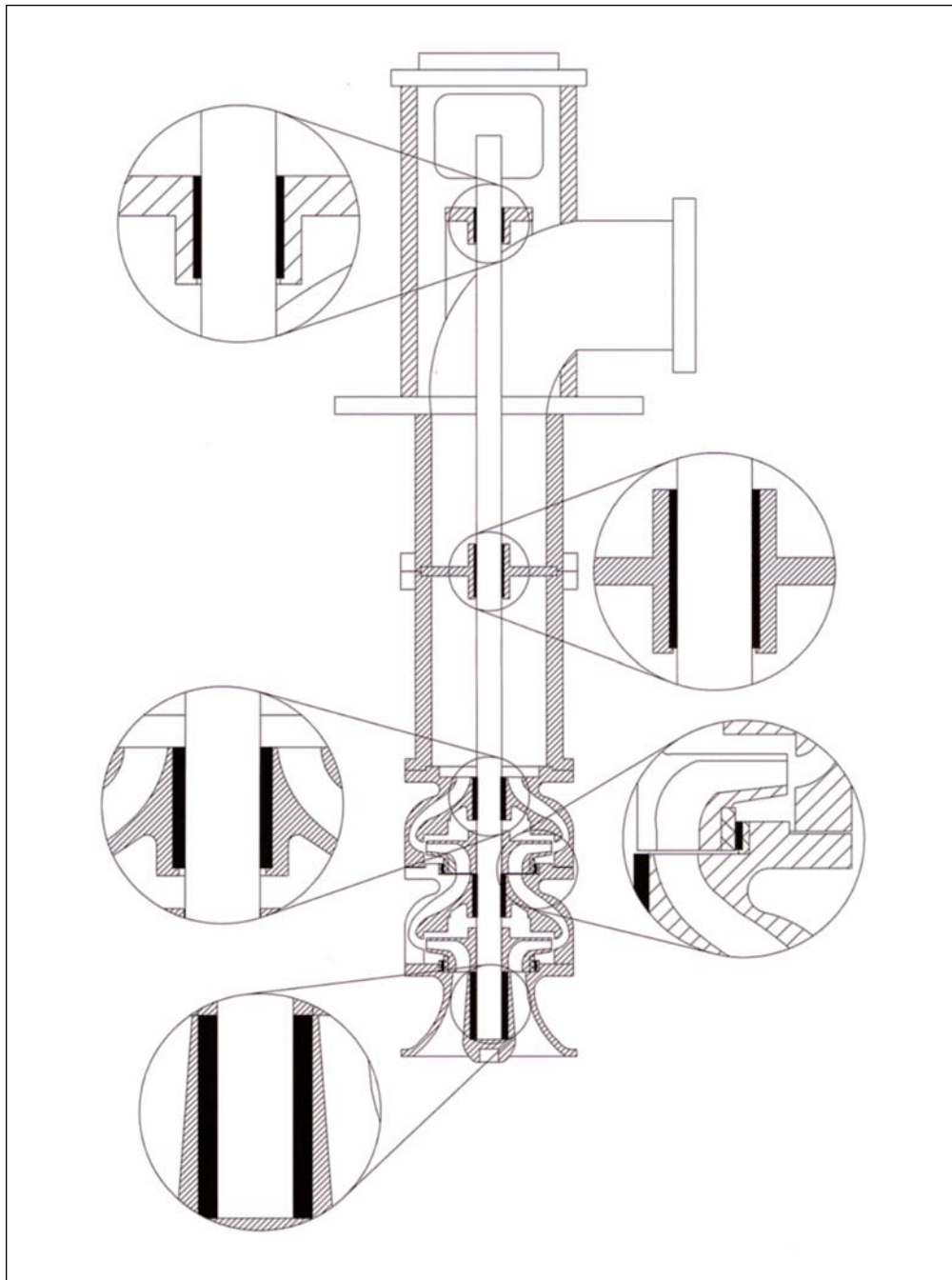
Mechanische Dichtungen erfordern im Allgemeinen eine Spülung nach der Installation einer dicht sitzenden Drosselbuchse, um das Flüssigkeitsumfeld an der mechanischen Dichtung zu kontrollieren. Dieser dichte Sitz bildet eine Barriere, die das Umfeld der mechanischen Dichtung von der Förderflüssigkeit trennt. Die Drosselbuchsen von Vespel® CR-6100 können anstelle von speziell gefertigten federgeladenen Kohlenstoffbuchsen für Anwendungen mit geringem Spiel angewendet werden. Die Buchsen von Vespel® CR-6100 sind kostengünstiger, leichter zu installieren und haltbarer als die speziell gefertigten Buchsen. Vespel® CR-6100 wird mit minimalem Spiel installiert und verbessert die Leistung verschiedener gewöhnlich in der Flüssigkeitsverarbeitungsindustrie verwendeter Sperrüberlagerungsplänen.

Vertikale Pumpenteile

DuPont™ Vespel® CR-6100 kann für Wellenstranglager, Verschleißringe und Drosselbuchsen in vertikalen Pumpen verwendet werden (**Abb. 5**). Diese Teile werden gewöhnlich aus Gummi, Bronze, Kohlenstoff oder anderen Materialien gefertigt und können mit Vespel® CR-6100 ersetzt werden. Beim Einsatz

mit leichten Kohlenwasserstoffen, Kondensaten oder anderen Bedingungen mit geringer Schlüfrigkeit liefert Vespel® CR-6100 bessere Pumpenzuverlässigkeit. (Für manche Komponenten vertikaler Pumpen ist eventuell zusätzliches Spiel erforderlich. Siehe "Hinweis für Vertikalpumpen" im Installationsteil.)

Abb. 5: Installation von Vespel® CR-6100 an einer vertikalen Pumpe



Installation Guide



DuPont™ Vespel® CR-6100 Pumpenkomponenten können leicht bearbeitet und installiert werden. Die Komponenten werden in bearbeitete Halter oder direkt in das Pumpengehäuse eingepasst, je nachdem, was leichter und wirtschaftlicher ist. Da Vespel® CR-6100 mit dünnen Radialwänden installiert werden kann (**Anhang A, Tabelle 5**) sehen es viele Endbenutzer als am einfachsten an, das Material als Vespel® CR-6100 "Hülse" in eine vorhandenen Verschleißkomponente aus Metall zu installieren. Sowohl bei der Installation von Vespel® CR-6100 als Hülse als auch als Massivteil ist es wichtig, dass der richtige Reibungsschluss, das genaue Spiel und das richtigen Axialspiel beachtet werden.

Schritt 1: Reibungsschluss aus Tabelle 1 oder Tabelle 2 wählen

Da Metalle auf der X-Y-Ebene (Außen-/Innendurchmesser des Verschleißrings) höhere thermische Ausdehnungskoeffizienten als Vespel® CR-6100 haben, unterscheidet sich der Reibungsschluss bei Umgebungstemperatur von dem bei Betriebstemperatur. Zum Feststellen des Reibungsschlusses die maximale Temperatur der Förderflüssigkeit und den Komponentendurchmesser verwenden.

Anhang A, Tabelle 1 (Kohlenstoffstahl) zeigt den Installationsreibungsschluss für verschiedene Anwendungstemperaturen, wenn Vespel® CR-6100 in Pumpen aus Kohlenstoffstahl (oder anderen Metallen mit einem ähnlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten) installiert wird.

Anhang A, Tabelle 2 (Edelstahl) zeigt den Installationsreibungsschluss für verschiedene Anwendungstemperaturen, wenn Vespel® CR-6100 in Metallteile aus Edelstahl (Serie 300) (oder andere Metalle mit einem ähnlichen thermischen Ausdehnungskoeffizienten) installiert wird.

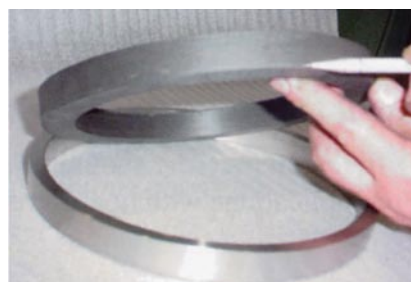
Hinweis: Im Allgemeinen nimmt bei Komponenten mit einem Querschnitt von weniger als 6,35 mm (0,250 Zoll) die Bohrung in einem Verhältnis von 1:1 mit dem Reibungsschluss ab (d. h. wenn der Reibungsschluss 0,381 mm (0,015 Zoll) beträgt, nimmt die Bohrung nach dem Einpressen 0,381 mm (0,015 Zoll) ab.

Schritt 2: Laufspiel in Tabelle 3 wählen

Anhang A, Tabelle 3 zeigt das empfohlene Laufspiel aufgrund des Komponentendurchmessers. Im Gegensatz zu Materialien mit hohem thermischen Ausdehnungskoeffizienten bleibt das Spiel bei der Installation von Vespel® CR-6100 in dem gesamten Anwendungstemperaturbereich gleich. Das ist darauf zurückzuführen, dass die Spannung im Material bei erhöhten Temperaturen abnimmt und der Innendurchmesser mit dem gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten zunimmt, wie das Material der Bohrung, in die es eingepresst ist. Temperaturanpassungen sind nur dann notwendig, wenn das Flügelrad und das Gehäuse aus verschiedenen Materialien gefertigt sind (dies trifft für alle Verschleißringmaterialien zu). Einfach den Innendurchmesser der Vespel® CR-6100 Komponente feststellen und in der Tabelle das richtige Spiel wählen.

Hinweis: Wenn möglich wird empfohlen, die Bearbeitung des Innendurchmessers der Vespel® CR-6100 Komponente erst nach der Presspassung abzuschließen. Dadurch wird bestmögliche Genauigkeit, Oberfläche und Konzentrität der Komponentenbohrung sichergestellt.

Hinweis für vertikale Pumpen: Viele mehrstufige vertikalen Pumpen werden aus Abschnitten mit Führungspassungen zusammengesetzt, die größer als das empfohlene minimale Spiel für Vespel® CR-6100 sein können. In diesen Situationen müssen von der Reparaturwerkstatt unbedingt entweder die Vespel® CR-6100 Wellenstragelager mit zusätzlichem Spiel eingesetzt oder die Führungspassungen verengt werden, um die richtige Konzentrität des Rotors sicherzustellen.



Führung oder Abschrägung wie angegeben

Schritt 3: Axialspiel

DuPont™ Vespel® CR-6100 enthält gerichtete Kohlefasern, und bietet auf der X-Y-Ebene einen geringen Wärmeausdehnungskoeffizienten (WAK). In der Z-Richtung ist der Wärmeausdehnungskoeffizient hoch (ähnlich wie bei Harzen), daher müssen die Komponenten mit ausreichendem Axialspiel installiert werden. **Anhang A, Tabelle 4** zeigt für verschiedene Komponenten das notwendige Axialspiel pro Zoll axialer Länge für Anwendungen bei bis zu 260 °C (500 °F).

Schritt 4: Einpressen in die Bohrung

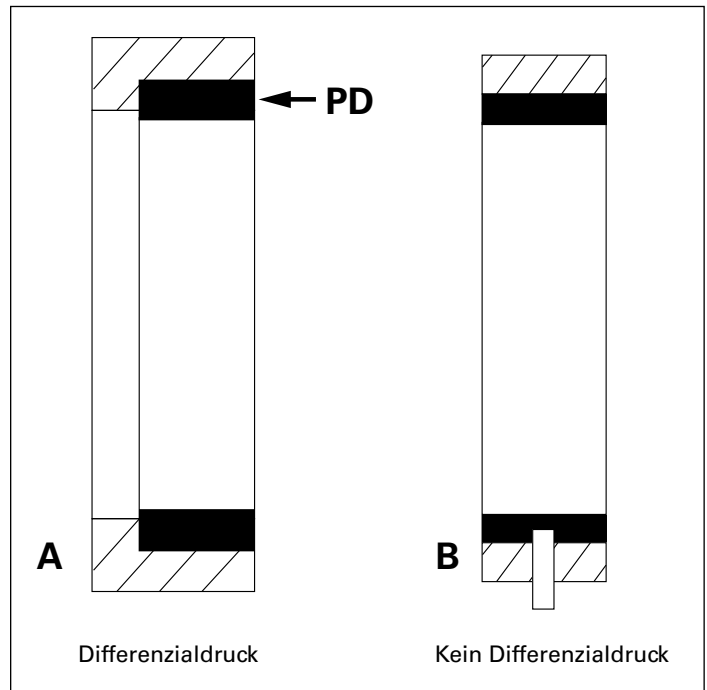
Die DuPont™ Vespel® CR-6100 Komponente mit einer Hydraulik- oder Dornpresse einsetzen. Vor dem Einpressen prüfen, ob die Metallbohrung an der Öffnung eine geeignete Abschrägung hat und alle scharfen Kanten entfernen. Viele Benutzer finden das Einpressen leichter, wenn die führende Kante des Vespel® CR-6100 Verschleißrings eine Führungspassung von 3,175 mm (0,125 Zoll) Länge ohne Behinderung aufweist.

Schritt 5: Sperren

Bei Installation mit dem richtigen Reibungschluss hat die praktische Erfahrung gezeigt, dass für Vespel® CR6100 Verschleißringe **keine** zusätzlichen mechanischen Sperrvorrichtungen erforderlich sind. Der Differenzdruck muss die Vespel® CR-6100 Komponente jedoch gegen eine Schulter drücken (**Abb. 6, A**), um ein axiales Verschieben zu verhindern. Bei Anwendungen ohne Differenzdruck können zur Befestigung Radialstifte verwendet werden (**Abb. 6, B**).

Gewöhnlich beträgt die Stärke der Schulter 3,048 mm (0,12 Zoll), um ein Verschieben des stationären Verschleißrings aufgrund des Differenzialdrucks aus dem Halter zu verhindern. Die Radialwandstärke des Halters beträgt gewöhnlich mindestens 31,5 mm (0,125 Zoll). Bei Anwendungen mit sehr hohem Differenzialdruck (>250 psig [>1.73 MPa] pro Stufe) oder wenn die Pumpe andere spezielle Eigenschaften aufweist, muss eine Lösung zur richtigen Einpassung entworfen werden. Sie können sich für Support an Ihren örtlichen Vertreter für DuPont™ Vespel® CR-6100 wenden.

Abb. 6 Befestigung bei Differenzialdruck



Appendix A

Tabelle 1A: Gehäuse/Kopf aus Kohlenstoffstahl—Englische Einheiten
These are recommended installation interference fits.

WAK = $6,5 \times 10^{-6}$ Zoll/Zoll/Fuß

Bohrungsdurchmesser (Zoll)	Betriebstemperatur der Pumpe °F									
	Bei oder unter Umgebungstemperatur	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,001–1,000	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
1,001–2,000	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,007	0,007	0,007	0,008	0,008
2,001–3,000	0,007	0,007	0,008	0,009	0,009	0,010	0,010	0,011	0,011	0,012
3,001–4,000	0,008	0,008	0,009	0,010	0,011	0,012	0,013	0,013	0,014	0,015
4,001–5,000	0,010	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019
5,001–6,000	0,012	0,013	0,014	0,015	0,017	0,018	0,019	0,021	0,022	0,023
6,001–7,000	0,014	0,015	0,016	0,018	0,019	0,021	0,023	0,024	0,026	0,027
7,001–8,000	0,016	0,017	0,019	0,021	0,022	0,024	0,026	0,028	0,029	0,031
8,001–9,000	0,018	0,019	0,021	0,023	0,025	0,027	0,029	0,031	0,033	0,035
9,001–10,000	0,020	0,021	0,024	0,026	0,028	0,030	0,033	0,035	0,037	0,039
10,001–11,000	0,022	0,023	0,026	0,028	0,031	0,033	0,036	0,038	0,041	0,043
11,001–12,000	0,024	0,026	0,028	0,031	0,034	0,036	0,039	0,042	0,045	0,047
12,001–13,000	0,026	0,028	0,031	0,034	0,037	0,040	0,042	0,045	0,048	0,051
13,001–14,000	0,028	0,030	0,033	0,036	0,039	0,043	0,046	0,049	0,052	0,056
14,001–15,000	0,030	0,032	0,035	0,039	0,042	0,046	0,049	0,052	0,056	0,059
15,001–16,000	0,032	0,034	0,038	0,041	0,045	0,048	0,052	0,056	0,059	0,063

Tabelle 1B: Gehäuse/Kopf aus Kohlenstoffstahl—SI-Einheiten
These are recommended installation interference fits.

WAK = $11,8 \times 10^{-6}$ cm/cm/C

Bohrungsdurchmesser (mm)	Betriebstemperatur der Pumpe °C									
	Bei oder unter Umgebungstemperatur	38	66	93	121	149	177	204	232	260
0,0–25,4	0,102	0,102	0,102	0,102	0,102	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127
25,4–50,8	0,127	0,127	0,152	0,152	0,152	0,178	0,178	0,178	0,203	0,203
50,8–76,2	0,178	0,178	0,203	0,229	0,229	0,254	0,254	0,279	0,279	0,305
76,2–101,6	0,203	0,203	0,229	0,254	0,279	0,305	0,330	0,330	0,356	0,381
101,6–127,0	0,254	0,279	0,305	0,330	0,356	0,381	0,406	0,432	0,457	0,483
127,0–152,4	0,305	0,330	0,356	0,381	0,432	0,457	0,483	0,533	0,559	0,584
152,4–177,8	0,356	0,381	0,406	0,457	0,483	0,533	0,584	0,610	0,660	0,686
177,8–203,2	0,406	0,432	0,483	0,533	0,559	0,610	0,660	0,711	0,737	0,787
203,2–228,6	0,457	0,483	0,533	0,584	0,635	0,686	0,737	0,787	0,838	0,889
228,6–254,0	0,508	0,533	0,610	0,660	0,711	0,762	0,838	0,889	0,940	0,991
254,0–279,4	0,559	0,584	0,660	0,711	0,787	0,838	0,914	0,965	1,041	1,092
279,4–304,8	0,610	0,660	0,711	0,787	0,864	0,914	0,991	1,067	1,143	1,194
304,8–330,2	0,660	0,711	0,787	0,864	0,940	1,016	1,067	1,143	1,219	1,295
330,2–355,6	0,711	0,762	0,838	0,914	0,991	1,092	1,168	1,245	1,321	1,422
355,6–381,0	0,762	0,813	0,889	0,991	1,067	1,168	1,245	1,321	1,422	1,499
381,0–406,4	0,813	0,864	0,965	1,041	1,143	1,219	1,321	1,422	1,499	1,600

Tabelle 2A: Gehäuse/Kopf aus Edelstahl (300 Serie)– Englische Einheiten
These are recommended installation interference fits.

WAK = $9,60 \times 10^{-6}$ Zoll/Zoll/Fuß

Bohrungsdurchmesser (Zoll)	Betriebstemperatur der Pumpe °F									
	Bei oder unter Umgebungstemperatur	100	150	200	250	300	350	400	450	500
0,001–1,000	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006
1,001–2,000	0,005	0,005	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009	0,010
2,001–3,000	0,007	0,008	0,009	0,010	0,011	0,011	0,012	0,013	0,014	0,015
3,001–4,000	0,008	0,009	0,010	0,012	0,013	0,014	0,016	0,017	0,018	0,020
4,001–5,000	0,010	0,011	0,013	0,015	0,016	0,018	0,020	0,022	0,023	0,025
5,001–6,000	0,012	0,013	0,015	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,030
6,001–7,000	0,014	0,016	0,018	0,021	0,023	0,026	0,028	0,031	0,033	0,036
7,001–8,000	0,016	0,018	0,021	0,024	0,027	0,029	0,032	0,035	0,038	0,041
8,001–9,000	0,018	0,020	0,023	0,027	0,030	0,033	0,037	0,040	0,043	0,047
9,001–10,000	0,020	0,022	0,026	0,030	0,033	0,037	0,041	0,044	0,048	0,052
10,001–11,000	0,022	0,024	0,029	0,033	0,037	0,041	0,045	0,049	0,053	0,057
11,001–12,000	0,024	0,027	0,031	0,036	0,040	0,045	0,049	0,054	0,058	0,063
12,001–13,000	0,026	0,029	0,034	0,039	0,044	0,048	0,053	0,058	0,063	0,068
13,001–14,000	0,028	0,031	0,036	0,042	0,047	0,052	0,057	0,063	0,068	0,073
14,001–15,000	0,030	0,033	0,039	0,046	0,050	0,056	0,061	0,067	0,072	0,078
15,001–16,000	0,032	0,036	0,042	0,048	0,056	0,060	0,066	0,072	0,078	0,084

Tabelle 2B: Gehäuse/Kopf aus Edelstahl (300 Serie)– SI-Einheiten
These are recommended installation interference fits.

WAK = $17,4 \times 10^{-6}$ cm/cm/°C

Bohrungsdurchmesser (mm)	Betriebstemperatur der Pumpe °C									
	Bei oder unter Umgebungstemperatur	38	66	93	121	149	177	204	232	260
0,0–25,4	0,102	0,102	0,102	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,127	0,152
25,4–50,8	0,127	0,127	0,152	0,178	0,178	0,203	0,203	0,229	0,229	0,254
50,8–76,2	0,178	0,203	0,229	0,254	0,279	0,279	0,305	0,330	0,356	0,381
76,2–101,6	0,203	0,229	0,254	0,305	0,330	0,356	0,406	0,432	0,457	0,508
101,6–127,0	0,254	0,279	0,330	0,381	0,406	0,457	0,508	0,559	0,584	0,635
127,0–152,4	0,305	0,330	0,381	0,457	0,508	0,559	0,610	0,660	0,711	0,762
152,4–177,8	0,356	0,406	0,457	0,533	0,584	0,660	0,711	0,787	0,838	0,914
177,8–203,2	0,406	0,457	0,533	0,610	0,686	0,737	0,813	0,889	0,965	1,041
203,2–228,6	0,457	0,508	0,584	0,686	0,762	0,838	0,940	1,016	1,092	1,194
228,6–254,0	0,508	0,559	0,660	0,762	0,838	0,940	1,041	1,118	1,219	1,321
254,0–279,4	0,559	0,610	0,737	0,838	0,940	1,041	1,143	1,245	1,346	1,448
279,4–304,8	0,610	0,686	0,787	0,914	1,016	1,143	1,245	1,372	1,473	1,600
304,8–330,2	0,660	0,737	0,864	0,991	1,118	1,219	1,346	1,473	1,600	1,727
330,2–355,6	0,711	0,787	0,914	1,067	1,194	1,321	1,448	1,600	1,727	1,854
355,6–381,0	0,762	0,838	0,991	1,168	1,270	1,422	1,549	1,702	1,829	1,981
381,0–406,4	0,813	0,914	1,067	1,219	1,422	1,524	1,676	1,829	1,981	2,134

Tabelle 3A: Empfohlenes Spiel bei Betrieb – Englische Einheiten

Bohrungsdurchmesser (Zoll)	Radialspiel (Zoll)
0,001–1,000	0,004
1,001–2,000	0,004
2,001–3,000	0,005
3,001–4,000	0,006
4,001–5,000	0,007
5,001–6,000	0,008
6,001–7,000	0,009
7,001–8,000	0,010
8,001–9,000	0,011
9,001–10,000	0,012
10,001–11,000	0,013
11,001–12,000	0,014
12,001–13,000	0,015
13,001–14,000	0,015
14,001–15,000	0,016
15,001–16,000	0,016

Tabelle 3B: Empfohlenes Spiel bei Betrieb – SI-Einheiten

Bohrungsdurchmesser (mm)	Radialspiel (mm)
0,0–25,4	0,102
25,4–50,8	0,102
50,8–76,2	0,127
76,2–101,6	0,152
101,6–127,0	0,178
127,0–152,4	0,203
152,4–177,8	0,229
177,8–203,2	0,254
203,2–228,6	0,279
228,6–254,0	0,305
254,0–279,4	0,330
279,4–304,8	0,356
304,8–330,2	0,368
330,2–355,6	0,381
355,6–381,0	0,394
381,0–406,4	0,406

Tabelle 4A: Axialspiel – Englische Einheiten

Prozess Temperatur, °F	Axiales Wachstum unter Temperatur in Zoll pro Zoll (basierend auf 68°F Raumtemperatur)
-100	-0,030
-50	-0,020
0	-0,012
50	-0,003
100	0,006
150	0,015
200	0,024
250	0,033
300	0,042
350	0,054
400	0,067
450	0,092
500	0,118

Tabelle 4B: Axialspiel – SI-Einheiten

Prozess Temperatur, °C	Axiales Wachstum unter Temperatur in mm pro mm axialer Länge (basierend auf 20°C Raumtemperatur)
-73	-0,762
-46	-0,508
-18	-0,305
10	-0,076
38	0,152
66	0,381
93	0,610
121	0,838
149	1,067
177	1,372
204	1,702
232	2,337
260	2,997

Tabelle 5A: Minimale Wandstärke – Englische Einheiten

Bohrungsdurchmesser (Zoll)	minimale Wandstärke (Zoll)
0,000–2,000	0,062
2,001–4,000	0,087
>4,000	0,125

Tabelle 5B: Minimale Wandstärke – SI-Einheiten

Bohrungsdurchmesser (mm)	minimale Wandstärke (mm)
0,0–50,8	1,575
50,8–101,6	2,210
>101,6	3,175

DuPont de Nemours
(Belgium) BVBA-SPRL
Engineered Parts Center
A. Spinostraat 6
B-2800 Mechelen
Belgium
Tel: ++32 15 441384
Fax: ++32 15 441408

Telefon: 800-222-VESP (8377)
Fax: 302-999-2311
E-mail: web-inquiries.DDF@usa.dupont.com
Web: vespel.dupont.com

Die hier angegebenen Daten fallen in den normalen Bereich der Eigenschaften, sie dürfen weder zur Festlegung von Spezifikationen noch als alleinige Grundlage für Konstruktionen herangezogen werden. Die DuPont Company übernimmt keine Verpflichtungen oder Haftung für gegebene Ratschläge oder Ergebnisse, die anhand dieser Informationen erzielt werden. Alle derartigen Ratschläge werden auf das Risiko des Käufers gegeben und akzeptiert. Diese Veröffentlichung ist weder als Lizenz noch als Empfehlung zu betrachten, jegliche Patentrechte von DuPont oder anderer zu verletzen. Da DuPont nicht alle Bedingungen in aktuellen Einsätzen voraussehen kann, übernimmt das Unternehmen keine Garantie und Verpflichtung bzw. Haftung in Verbindung mit diesen Informationen.

VORSICHT: Der Verkauf dieses Produkts für den Gebrauch in medizinischen Anwendungen, die eine Verwendung als Implantat im menschlichen Körper oder den Kontakt mit inneren Körperflüssigkeiten oder -geweben für 24 Stunden oder länger vorsehen, ist nicht gestattet. Für Anwendungen, die einen Kontakt von weniger als 24 Stunden vorsehen, das "DuPont Medical Caution Statement" H-50102 zu Rate ziehen oder mit dem Vertreter von DuPont in Verbindung treten.



The miracles of science™

Copyright © 2007 DuPont. Das DuPont Oval Logo, DuPont™, The miracles of science™, Teflon®, und Vespel® sind eingetragene Marken von E. I. du Pont de Nemours and Company oder einer ihrer Geschäftspartner. Alle Rechte vorbehalten.

K-16392-2GER (05/07) Printed in the U.S.A.