

# HOCHLEISTUNG IN PULVERFORM


Polyetheretherketon-Pulver

VESTAKEEP®



# INHALT

3	<b>Vorwort</b>
4	<b>Hochleistung in Pulverform</b>
	Eigenschaften
	Herstellung
	Anwendung
	Chemikalienbeständigkeit
	Lieferung
8	<b>Verarbeitung</b>
	Beschichtungsverfahren
	Composites
	Pressintern
10	<b>Produktübersicht</b>
11	<b>Toxikologische Bewertung, Umweltverträglichkeit und Sicherheit</b>



.....

**EVONIK, DER KREATIVE  
INDUSTRIEKONZERN AUS  
DEUTSCHLAND, IST EINES DER  
WELTWEIT FÜHRENDEN UNTER-  
NEHMEN DER SPEZIALCHEMIE  
UND IN DEN SEGMENTEN  
NUTRITION & CARE, RESOURCE  
EFFICIENCY UND PERFORMANCE  
MATERIALS TÄTIG.**

.....

Das Segment Resource Efficiency wird von der Evonik Resource Efficiency GmbH geführt und bündelt die Spezialchemieaktivitäten von Evonik für industrielle Anwendungen. Es bietet Hochleistungsmaterialien für umweltfreundliche und energieeffiziente Systemlösungen an.

Unsere Polyetheretherketon-Pulver unter dem Namen VESTAKEEP® PEEK sind Teil unseres Produktportfolios im Bereich der Hochtemperatur-Polymere.

Evonik. Kraft für Neues.

**VESTAKEEP® PEEK PULVER** eignen sich vor allem für Anwendungen mit sehr hohen mechanischen, thermischen und chemischen Anforderungen.



# HOCHLEISTUNG IN PULVERFORM

Evonik vertreibt seine VESTAKEEP® Pulver weltweit. Garant für das hohe Qualitätsniveau der am Markt eingeführten Produkte ist ein bewährtes Qualitätsmanagementsystem – angefangen von der Entwicklung über die Herstellung bis hin zur Qualitätssicherung.

Unser System ist nach ISO 9001:2008 und ISO 14001:2009 zertifiziert und wird stetig optimiert. In den vergangenen Jahren haben zahlreiche Kunden dieses Qualitätssystem geprüft und das hohe Niveau bestätigt. Für Entwicklung und Produktion wurde außerdem ein Umweltmanagementsystem nach ISO 14001:2009 eingeführt, das regelmäßig zertifiziert wird.

Die vorliegende Broschüre gibt einen Überblick über die Eigenschaften und Anwendungen der VESTAKEEP® Pulver, die je nach Verarbeitungsverfahren in unterschiedlichen Korngrößen und Viskositäten (Molekulargewichten) verfügbar sind, sowie Hinweise zu ihrer Verarbeitung.

.....  
**VESTAKEEP® PEEK zeichnet sich durch folgende Werkstoffeigenschaften aus**  
.....

- sehr hohe Wärmeformbeständigkeit
- hohe Steifigkeit
- geringe Wasseraufnahme, dadurch hohe Maßhaltigkeit
- hohe Härte
- gute Festigkeit
- sehr gutes Gleitreibungsverhalten, sehr geringer Abrieb
- gute elektrische Eigenschaften
- sehr gute Chemikalienbeständigkeit
- sehr gute Hydrolysestabilität
- gute Verarbeitbarkeit
- keine Neigung zu Spannungsrissen



## EIGENSCHAFTEN

Beispiel: VESTAKEEP® 2000 P  
gemessen am Zugstab

### HERSTELLUNG

VESTAKEEP® PEEK wird in einem Mehrstufenprozess aus den Grundbausteinen Hydrochinon und 4,4'-Difluorbenzophenon polykondensiert.

Die Basistypen besitzen eine Schmelzeviskosität von 100 bis 5000 Pas, gemessen bei 400 °C und einer Scherrate von  $1 \text{ s}^{-1}$ .

### ANWENDUNG

VESTAKEEP® Pulver können in einem weiten Anwendungsspektrum eingesetzt werden, beispielsweise in der Elektro-, Elektronik- und Nachrichtentechnik sowie in der Automobil-, Luftfahrt- und Lebensmittelindustrie.

Sie sind mit einer Vielzahl von Verfahren zu verarbeiten wie Presssintern, elektrostatisches Pulversprühen, Flammgespritzen oder Streuen. Auch als Suspension, sowohl in wässrigen als auch in lösemittelhaltigen Systemen, sind sie verwendbar.

### CHEMIKALIENBESTÄNDIGKEIT

VESTAKEEP® PEEK besitzt aufgrund seiner chemischen Struktur eine hervorragende Chemikalienbeständigkeit.

### Physikalische und thermische Eigenschaften sowie Brandverhalten

		Prüfnorm	Einheit	VESTAKEEP® 2000 P
Dichte	23 °C	ISO 1183	g/cm <sup>3</sup>	1,30
Schmelzbereich	DSC, 2. Aufheizen		°C	ca. 340
Volumenfließrate (MVR)	380 °C / 5 kg	ISO 1133	cm <sup>3</sup> /10 min	70
Formbeständigkeit in der Wärme	Verfahren A: 1,8 MPa	ISO 75-1/2	°C	155
	Verfahren B: 0,45 MPa	ISO 75-1/2	°C	205
Therm. Längenausdehnungskoeffizient	23 °C - 55 °C, längs	ISO 11359	10 <sup>-4</sup> K <sup>-1</sup>	0,6
Brennbarkeit nach UL94	3,2 mm	IEC 60695		V-0
Glühdrahtprüfung	GWIT 2 mm	IEC 60695-2-12/13	°C	800
	GWFI 2 mm	IEC 60695-2-12/13	°C	960

### Mechanische Eigenschaften

Zugversuch	50 mm / min	ISO 527-1/-2		
Streckspannung		ISO 527-1/-2	MPa	100
Streckdehnung		ISO 527-1/-2	%	5
Bruchdehnung		ISO 527-1/-2	%	30
Zugmodul		ISO 527-1/-2	MPa	3700
CHARPY-Schlagzähigkeit	23 °C	ISO 179/1eU	kJ/m <sup>2</sup>	N
	-30 °C	ISO 179/1eU	kJ/m <sup>2</sup>	N
CHARPY-Kerbschlagzähigkeit	23 °C	ISO 179/1eA	kJ/m <sup>2</sup>	6 C
	-30 °C	ISO 179/1eA	kJ/m <sup>2</sup>	6 C

## LIEFERUNG

### Als Pulver:

in Kartonage mit jeweils einem Polyethyleninliner mit 10 kg Inhalt. Auf eine Palette passen 25 Kartons mit einem Gesamtgewicht von 250 kg.

### Als Feinpulver:

in Kartonage mit jeweils einem Polyethyleninliner mit 15 kg Inhalt. Auf eine Palette passen 25 Kartons mit einem Gesamtgewicht von 375 kg. Auf Wunsch füllen wir darüber hinaus auch in Großgebinde ab.

Die Lagerungsdauer ist bei üblichen Lagerbedingungen nahezu unbegrenzt, wenn die Verpackung nicht beschädigt ist. Eine Lager-temperatur von 45 °C sollte nicht überschritten werden.

Ähnlich wie bei anderen teilkristallinen Polyaryletherketonen erscheint unmodifiziertes VESTAKEEP® bernsteinfarben in der Schmelze und grünlich im festen, kristallisierten Zustand (naturfarben). Im festen, amorphen Zustand ist VESTAKEEP® PEEK transluzent mit einer charakteristischen, dem Bernstein vergleichbaren Eigenfarbe.

Die Pulver stehen in den fünf Viskositätsreihen VESTAKEEP® 1000, 2000, 3000, 4000 und 5000 zur Verfügung, wobei 1000 die niedrigste und 5000 die höchste Viskosität kennzeichnet.

# VESTAKEEP® PULVER VERARBEITUNG

## BESCHICHTUNGSVERFAHREN

### Elektrostatisches Sprühen

Die elektrostatische Aufladung des Pulvers beim sogenannten EPS-Verfahren (electrostatic powder spraying) wird durch ein elektrisches Feld hoher Feldstärke an der Zerstäuberdüse erzeugt.

### Flammspritzen

Hierbei bringt das Verbrennen eines Gas/Sauerstoffgemisches die thermische Energie auf, um das Pulver aufzuschmelzen und die Substratoberfläche zu erwärmen. Ein Trägergas, in der Regel Druckluft, dient als Transportmedium, um die schmelzeflüssigen Partikel zur Substratoberfläche zu transportieren.

Die Vorteile dieses Verfahrens liegen in den niedrigen Investitionskosten und der Möglichkeit, ohne Ofen große Teile vor Ort zu beschichten. VESTAKEEP® 2000 FS ist für diese Anwendung am besten geeignet, weil es über eine ausreichend niedrige Schmelzeviskosität verfügt.

### Dispersionsbeschichtung

Zur Beschichtung von Metalloberflächen können auch Dispersionen auf Basis von VESTAKEEP® Feinpulvern eingesetzt werden. Diese lassen sich durch Tauchen oder per Spritzpistole verarbeiten. Dispersionen eignen sich speziell zur Herstellung dünner Schichten und für Geometrien, die nicht elektrostatisch beschichtet werden können. Es ist kein kostenintensives Equipment notwendig. Für die Dispersionsbeschichtung sind die mittelviskosen VESTAKEEP® Pulver besonders geeignet, da sie gute Verlaufseigenschaften haben und glatt verlaufende Schichten ergeben.



### Vorbehandlung

Für alle Beschichtungsverfahren gilt: je besser die Vorbehandlung, desto besser die Haftung. Vor der Beschichtung müssen deshalb die zu beschichtenden Teile durch Sandstrahlen und Entfetten in geeigneten Lösemitteln vorbereitet werden. Dadurch werden Verunreinigungen entfernt, und die Oberfläche des Metalls wird für die optimale Haftung vorbereitet.

Als Strahlmittel sollte Korund oder Stahlkies verwendet werden. Kugelförmige Strahlmittel wie Glasperlen bewirken keine aufgeraute Oberfläche und sind daher nicht geeignet. Gestrahlte fett- und ölfreie Metallteile korrodieren sehr schnell. Die Weiterverarbeitung sollte daher so schnell wie möglich erfolgen.

Ein Primer zur Haftungsverbesserung wird nicht benötigt. Auf Zink- bzw. Eisenphosphatierung sollte ebenfalls verzichtet werden. Diese Konversionsschichten beginnen sich oberhalb von 200 °C zu zersetzen und führen dadurch eher zu einer Trennschicht und zur Verschlechterung der Haftung.

### Nachbehandlung

Vor dem Abkühlen sind die Teile so lange in einem Ofen nachzuwärmen, bis die Beschichtung gleichmäßig aufgeschmolzen ist. Der Kristallinitätsgrad kann durch das Kühlverfahren eingestellt werden. Wasser- bzw. Schockkühlung führen zu amorphen und dadurch transparenten Beschichtungen. Durch Konditionierung der Beschichtung kann die Kristallinität amorpher Schichten erhöht werden. Dies geschieht üblicherweise in einem Umluftofen bei 200 °C. Die Dauer hängt dabei von der Masse der beschichteten Teile ab.

Bei Komponenten mit großen thermischen Massen hingegen können zu langsame Abkühlgeschwindigkeiten zu Rissbildungen in der Beschichtung führen. Die geeignete Abkühlgeschwindigkeit sollte in diesen Fällen empirisch ermittelt werden. Abschrecken im Wasser kann zu einem Wärmeschock führen und sollte vermieden werden.



## COMPOSITES

---

### Faserverbundwerkstoffe

Zur Herstellung von Faserverbundwerkstoffen werden unidirektionale Faserlagen oder Gewebe aus Glas-, Kohlenstoff- oder Aramidfasern mit VESTAKEEP® als Matrix versehen. Zum Einsatz bei der Beschichtung kommen dabei Pulverbeschichtungsverfahren oder Dispersionsbeschichtungen. Wir empfehlen zur Herstellung von Composites niedrigviskoses VESTAKEEP® Pulver der 1000- und 2000-Reihe. Die Korngröße richtet sich nach dem zur Anwendung kommenden Verfahren, wobei FP- und UFP-Pulver bevorzugt werden.



## PRESSINTERN

---

Unter Pressintern bzw. Pressformen versteht man das Herstellen von Formteilen durch Druckeinwirkung in einem Werkzeug. Die Eigenschaften formgepresster Teile unterscheiden sich von denen spritzgegossener Teile. Üblicherweise besitzen gepresste Teile einen höheren Kristallinitätsgrad und deshalb eine höhere Steifigkeit und Festigkeit, sind aber auch härter und spröder.

Der Formpresszyklus beinhaltet

- das Verdichten des Polymers in einem Werkzeug,
- das Erhitzen des Systems über die Schmelztemperatur,
- die Haltephase zur weiteren Verdichtung,
- und die Abkühlphase.

Beim Formpressen kommen üblicherweise die P- bzw. FP-Pulvertypen zum Einsatz. Würden Granulate verwendet, wären die Lufteinschlüsse zu groß, wohingegen bei feineren Pulvern die Befüllung der Formen schwierig ist. Hier kann es durch Brückenbildung ebenfalls zu Lufteinschlüssen und dadurch zu porösen Bauteilen kommen. Durch Zusatz von beispielsweise PTFE, Graphit, nanoskaligem Titandioxid oder Siliziumdioxid, Glas- oder Kohlenstofffasern lassen sich bestimmte Eigenschaften wie Oberflächenhärte, Reibungskoeffizient oder Abriebbeständigkeit gezielt verbessern.

Um der Blasenbildung durch Feuchtigkeit vorzubeugen, sollte das Pulver vor der Verarbeitung 3 Stunden bei 150 °C bzw. über Nacht bei 120 °C im Trockenschrank oder wahlweise in der Form getrocknet werden.

Zur besseren Entformung können dem Pulver geringe Mengen (2 bis 3 %) PTFE zugemischt werden. Vor dem Aufheizen der Form wird das Pulver verdichtet, damit eingeschlossene Luft entweichen kann. Die Verarbeitungsparameter wie Druck, Temperatur, Haltezeit etc. hängen von der Pulvermenge, der Fläche und der Geometrie der Form ab und müssen jeweils ermittelt werden.

Damit keine Spannungen im Formteil auftreten, sollte die Abkühlung kontrolliert und langsam erfolgen und die Abkühlgeschwindigkeit unter 40 K/Stunde liegen. Ab ca. 140 °C bis 150 °C kann der Pressling aus der Form gelöst werden.

# VESTAKEEP® PULVER PRODUKTÜBERSICHT

**VESTAKEEP®  
Easy Slide P**

Neue PEEK-Pulver  
für tribologische  
Beschichtungen

## ÜBERBLICK ÜBER DIE VERSCHIEDENEN VESTAKEEP® PULVER

VESTAKEEP® PULVER	hochviskos	mittelviskos	niedrigviskos	mittlere Korngröße (d50) [µm]	Korngrößenverteilung [µm]	Streuanwendungen	Pressintern, HCM	Flammspritzen	elektrostatische Beschichtungen	Dispersion
5000 P	●				ca. 500 - 2.500	●	●			
5000 FP	●			ca. 65			●		●	
5000 UFP20	●			ca. 20					●	
4000 P	●				ca. 500 - 2.500	●	●			
4000 FP	●			ca. 60			●		●	
2000 P		●			ca. 500 - 2.500	●	●			
2000 FS		●		ca. 110		●	●	●		
2000 FP		●		ca. 55			●		●	
2000 UFP20		●		ca. 20					●	●
2000 UFP10		●		ca. 10					●	●
1000 P			●		ca. 500 - 2.500	●	●			
1000 FS			●	ca. 110		●	●	●		
1000 FP			●	ca. 55			●		●	
1000 UFP20			●	ca. 20					●	●
1000 UFP10			●	ca. 10					●	●
1000 UFP5			●	ca. 5					●	●

## ERKLÄRUNG DER PRODUKTBEZEICHNUNG

		VESTAKEEP®	2000	UFP	20
<b>P</b>	Pulver	Handelsname	Viskosität	Ultrafeinpulver	durchschnittlicher Teilchendurchmesser d50 in Mikrometern
<b>FP</b>	Feinpulver				
<b>UFP</b>	Ultrafeinpulver				

# TOXIKOLOGISCHE BEWERTUNG, UMWELTVERTRÄGLICHKEIT UND SICHERHEIT

## INFORMATIONEN UND TIPPS



VESTAKEEP® Pulver sind wasser-unlösliche und feste Polymere. Aufgrund des hohen Molekulargewichtes werden sie nicht über Haut, Atem- oder Magen-Darm-Trakt in den Körper aufgenommen. VESTAKEEP® Pulver werden sich daher physiologisch weitestgehend inert verhalten und keine systemische Toxizität hervorrufen.

Nach Exposition gegenüber VESTAKEEP® Stäuben sind wie auch bei anderen Inertstäuben mechanische Reizwirkungen an den oberen Atemwegen und den Schleimhäuten der Augen nicht auszuschließen. Produktstaub kann der Haut die natürliche Feuchtigkeit entziehen. Die dadurch bedingte Austrocknung der Haut kann vereinzelt Reizeffekte verursachen. Eine hautsensibilisierende Wirkung ist nicht zu erwarten.

Bei der Thermoplastverarbeitung sollte in jedem Fall für eine ausreichende Belüftung und Absaugung gesorgt werden.

Insgesamt sind nach unserem heutigen Kenntnisstand unter Umweltbedingungen keine nachteiligen Auswirkungen von VESTAKEEP® Pulvern auf Tiere, Pflanzen oder Mikroorganismen zu erwarten. Die Kennzeichnung gemäß aktuell gültiger Gesetzgebung sowie die Wassergefährdungsklasse sind dem jeweils neuesten Sicherheitsdatenblatt zu entnehmen.

VESTAKEEP® Pulver können unter Berücksichtigung der örtlichen Behördenvorschriften entsorgt werden. Weitere Hinweise gibt das EU-Sicherheitsdatenblatt für VESTAKEEP®. Eine Wiederverwendung ist aus ökologischen und ökonomischen Gründen einer Entsorgung vorzuziehen.



**Ihre direkten  
Ansprechpartner**

Dr. Frank Schubert  
**TELEFON** +49 2365 49-5636  
frank.fs.schubert@evonik.com

Michael Smolka  
**TELEFON** +49 2365 49-6733  
michael.smolka@evonik.com

Unsere Informationen entsprechen unseren heutigen Kenntnissen und Erfahrungen nach unserem besten Wissen. Wir geben sie jedoch ohne Verbindlichkeit weiter. Änderungen im Rahmen des technischen Fortschritts und der betrieblichen Weiterentwicklung bleiben vorbehalten. Unsere Informationen beschreiben lediglich die Beschaffenheit unserer Produkte und Leistungen und stellen keine Garantien dar. Der Abnehmer ist von einer sorgfältigen Prüfung der Funktionen bzw. Anwendungsmöglichkeiten der Produkte durch dafür qualifiziertes Personal nicht befreit. Dies gilt auch hinsichtlich der Wahrung von Schutzrechten Dritter. Die Erwähnung von Handelsnamen anderer Unternehmen ist keine Empfehlung und schließt die Verwendung anderer gleichartiger Produkte nicht aus.

VESTAKEEP® ist eine registrierte Marke der Evonik Degussa GmbH

**Evonik Resource Efficiency GmbH**  
High Performance Polymers  
45764 Marl

**TELEFON** +49 2365 49-9227  
**TELEFAX** +49 2365 49-809227  
evonik-hp@evonik.com

**www.vestakeep.de**  
**www.evonik.de**