



# Adsorbents Solutions for Compressed Air Drying

[www.catalysts.basf.com/SorbeadAir](http://www.catalysts.basf.com/SorbeadAir)

 **BASF**  
We create chemistry



# Warum Trocknung?

In industriellen Anwendungen enthält Druckluft durch seine Verdichtung noch verstärkt dampfförmiges Wasser. Da hierdurch in Druckluftsystemen die Gefahr durch ausfallendes Kondensat besteht, oder eine Anwendung Feuchtigkeit aus chemisch-physikalischen Gründen nicht zulässt, muss dieser Wasserdampf entfernt und die Druckluft getrocknet werden.

Die maximale Wasserdampfmenge einer Druckluft-Volumeneinheit ist durch die Temperatur der Druckluft bedingt und fast völlig unabhängig von dessen Druck. Der Wasserdampfgehalt wird somit theoretisch eindeutig durch den Taupunkt dargestellt, der geradezu deutlich veranschaulicht, bei welcher Temperatur die tatsächliche Wasserdampfmenge einer relativen Feuchte von 100% entspräche und unterhalb dieser die Auskondensation einsetzt.

Trocknung in diesem Zusammenhang bedeutet also eine Senkung des Taupunktes unter die eigentliche Betriebstemperatur. Für eine Trocknung auf tiefste Taupunkte (ISO 8573.1 Klasse 1, 2 oder 3) eignen sich im wesentlichen nur Verfahren, wie die Adsorption, bei denen Wasserdampf sorptiv an eine feste Phase gebunden wird. Unter Adsorption versteht man also die Anlagerung eines Stoffes, des Adsorbats an die Oberfläche eines Festkörpers, des Adsorbens, wobei sich hier physikalische Bindungskräfte auswirken. Da die Aufnahmekapazität von Adsorbentien mit steigender Temperatur und sinkendem Druck abnimmt, kann durch Wärmezufuhr oder Druckabsenkung Feuchtigkeit wieder desorbiert werden.

Die bei einer solchen Trocknung verwendeten Adsorbentien sind absolute Hightech-Trockenmittel und besitzen aufgrund ihrer Porenstruktur aus kleinen und kleinsten Poren eine innere Oberfläche von bis zu 1000 m<sup>2</sup>/g an denen sich Wasserdampf anlagern kann. Für die Trocknung von Druckluft werden insbesondere Kieselgele, Aluminiumoxide (Activated Alumina) und zeolithische Molekularsiebe eingesetzt. Diese Trockenmittel erreichen dynamische Aufnahmekapazitäten über 20 Gew.-% und es können bei der Trocknung Taupunkte bis zu -100°C erzielt werden.



# BASF-Druckluftlösungen

## Sorbead® Air

BASF Sorbead® Air ist ein Hochleistungs-Adsorptionsmittel zur Entfeuchtung von Luft, technischen Gasen und Flüssigkeiten. Die patentierte BASF Sorbead® Air-Produktreihe hocheffizienter Adsorptionsmittel umfasst Aluminiumsilikatgele in Form von festen, kugelförmigen Perlen mit sehr hoher Bruchfestigkeit und geringem Abrieb. Sorbead® Air hat eine längere Lebensdauer als die meisten anderen Adsorptionsmittel und kann in den meisten Anwendungen die Betriebskosten senken. Sorbead® Air R ist ein Adsorptionsmittel mit einem breiten Anwendungsbereich. Die hohe Effizienz (überdurchschnittliche Trocknungskapazität und geringe Desorptionsenergie) und die gute Zuverlässigkeit (geringer Abrieb, hohe mechanische Festigkeit) ergeben sich aus einer Kombination einzigartiger Eigenschaften. Sorbead® Air R wird hauptsächlich zur kontinuierlichen Trocknung von Druckluft, technischen Gasen (z. B. N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>) und verflüssigten Gasen eingesetzt. Eine Schutzschicht aus Sorbead® Air WS schützt das hochaktive Bett vor flüssigem Wasser.

BASF Sorbead® Air WS ist ein wasserbeständiges Hochleistungs-Adsorptionsmittel, es besitzt eine hohe Kapazität und schützt andere Adsorptionsmittel und Katalysatoren in einem breiten Anwendungsbereich vor Wasser und Feuchtigkeit. Sorbead® Air WS ist das einzige zu 100% wasserbeständige Adsorptionsmittel mit hoher Adsorptionsfähigkeit. Es wird am häufigsten als Schutzschicht in Kombination mit Sorbead® Air R oder anderen Adsorptionsmitteln wie Molekularsieben und aktiviertem Aluminiumoxid, eingesetzt, um die Zuverlässigkeit des Systems zu erhöhen. Die hohe Kapazität von Sorbead® Air WS ermöglicht auch den Einsatz zu 100% im Adsorber. Aufgrund der hohen

Beständigkeit gegen hydrothermale Alterung und der niedrigen Regenerationstemperatur eignet sich Sorbead® Air WS ideal für Anwendungen mit hohem Feuchtegehalt im Regenerationsgas (Heat-of-Compression).

## F-200 Aktiviertes Aluminiumoxid

BASF F-200 ist eine gleichmäßige Kugel aus aktiviertem Aluminiumoxid, die nach dem einzigartigen Herstellungsverfahren von BASF hergestellt wird. F-200 ist ein hervorragendes Adsorptionsmittel zum Trocknen zahlreicher Flüssigkeiten und Gase. Obwohl F-200 (aktiviertes Aluminiumoxid) alle Moleküle teilweise adsorbiert, werden Moleküle mit der höchsten Polarität bevorzugt adsorbiert. Strömungsbedingungen wie Druck, Konzentration und Molekulargewicht der Moleküle, Temperatur und konkurrierende Moleküle beeinflussen die Effizienz der Adsorption.

## BASF-Molekularsiebe

Das BASF 4A-Molekularsieb ist ein synthetisches, kristallines Aluminiumsilikat mit einer gleichmäßigen Mikroporenstruktur und ein weit verbreitetes Adsorptionsmittel für viele verschiedene Anwendungen. Das Molekularsieb weist eine hohe Wasseradsorptionskapazität bei niedrigen Partialdrücken und Temperaturen bis zu 100°C auf. Es wird häufig zum Trocknen von organischen Flüssigkeiten (Lösungsmittel, Öle, Benzin und andere gesättigte Kohlenwasserstoffe), Luft, Flüssiggasen (Propan, Butan) sowie Edel- und anderen Gasen (H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, He, Ar usw.) eingesetzt.

Tabelle 1

Typical Properties		Sorbead® Air		Activated Alumina	BASF Molecular Sieve
		R 2050	WS 2050	F 200	4 A
Chemical composition		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 3%, SiO <sub>2</sub> 97%		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>12</sub> [(AlO <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> (SiO <sub>2</sub> ) <sub>12</sub> ]·27H <sub>2</sub> O
Specific surface area	m <sup>2</sup> /g	750	650	340	800
Pore volume	ml/g	0.42	0.44	0.5	0.30
Equilibrium capacity for water vapor at 25 °C and relative humidity 80%	% by weight	42.0	42.0	30.0	21
Packed bulk density	kg/l	0.8	0.7	0.8	0.7
Grain size <sup>1</sup>	mm	2–5	2–5	4.7 (3/16")	2.5–5
Water (liquid) resistant		no	yes	(yes)	no
Typical desorption temperature	°C	120–150	120–150	170–200	200–250
Pressure dew point down to	°C	-60	-60	-40	-100

<sup>1</sup> Typical for compressed air drying

# Anwendungen: Druckluftadsorptionstrocknung

Adsorptionstrockner gehören heute zu jeder modernen Druckluft- und Energieversorgung und sind technisch äußerst anspruchsvolle Anlagen, die es im wahrsten Sinne des Wortes in sich haben. Denn neben dem richtigen Regenerationsverfahren ist das Trockenmittel die eigentliche verfahrenstechnische Grundkomponente eines jeden Adsorptionstrockners und nicht nur für den physikalischen Prozess der Adsorption verantwortlich, sondern auch für die Effizienz einer Anlage entscheidend.

## Ökonomische Systeme

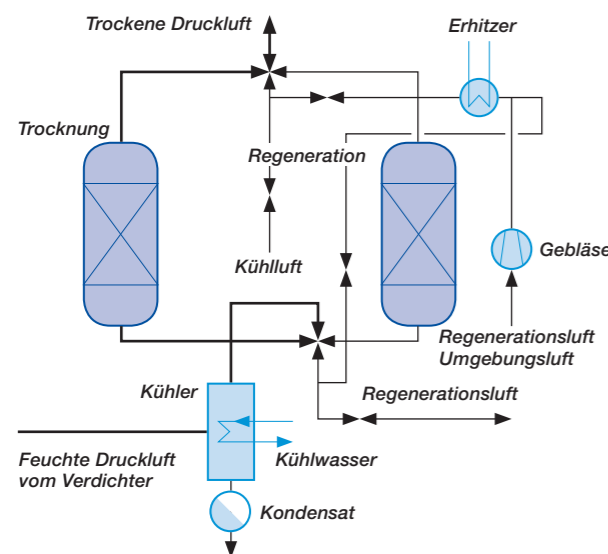
Dort wo hohe Anforderungen an einen energiearmen Betrieb gestellt werden gibt es eine Vielzahl hocheffizienter warmregenerierender Adsorptionstrockner-Systeme die mit Sorbead® Air gefüllt sind.

Drucklufttrockner-Hersteller verwenden Sorbead® Air vielfach als Erstfüllung oder spezifiziert als Option ein, wenn ein besonders energiearmer Betrieb gefordert wird. Energieeffizienz und hohe Zuverlässigkeit machen Sorbead® Air im Vergleich zu anderen Adsorptionsmitteln wie aktiviertem Aluminiumoxid und Molekularsieben so zum Industriestandard in energiearmen Drucklufttrocknern.

### Extern warmregeneriert (purgeless)

Energiearme extern warmregenerierte Adsorptionstrockner (Abbildung 1) werden mit angesaugter Umgebungsluft (Gebläseluft) desorbiert und gekühlt. Für die Erhitzung kann ein externer Elektroerhitzer, Dampf oder ein anderer Wärmeträger genutzt werden. Moderne Purgeless-Systeme (zero-purge) erfordern keinen Druckluftverbrauch (Spülluft), kommen in Abhängigkeit vom Drucktaupunkt mit niedrigen Desorptionstemperaturen (120 bis 150°C) aus und werden heute in unterschiedlichen Ausführungs-Varianten geliefert.

Abbildung 1 Drucklufttrockner mit purgeless-Regeneration



Drucktaupunkte: -25 bis -60°C  
Trockenmittel: Sorbead® Air R/WS

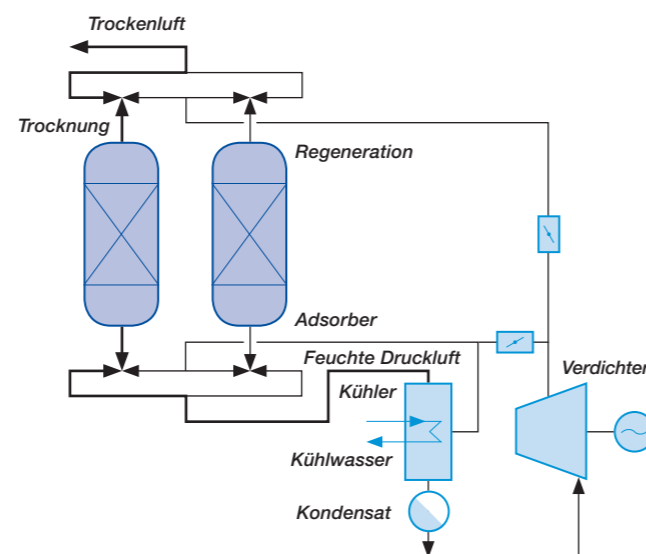
### Heat-of-compression (HOC)

Beim Heat-of-Compression-Verfahren (Abbildung 2) handelt es sich um einen warmregenerierten Adsorptionstrockner, der den heißen Volumenstrom eines ölfreien Kompressors für die Desorption im Voll- oder Teilstrom nutzt. Das geschlossene System wird unter Druck regeneriert und die vom Verdichter kommende heiße Druckluft für die Desorption genutzt. Diese Systeme gehören zu den energieärmsten Drucklufttrocknern überhaupt und zeigen wie wirtschaftlich und effizient getrocknete Druckluft erzeugt werden kann.

Drucktaupunkte: -15 bis -40°C  
Trockenmittel: Sorbead® Air WS

Sorbead® Air WS erfüllt hier die besonderen Anforderungen dieses Verfahrens an eine kontinuierliche Regenerierbarkeit bei hoher Temperatur und hoher Feuchte der Desorptionsluft (Taupunkt +60°C).

Abbildung 2 Drucklufttrockner mit Verdichtungs-wärmenutzung (HOC)



## Standardsysteme

### Kaltregeneriert (heatless)

Ohne Wärme aber mit viel Druckluft funktionieren kaltregenerierte Trockner (Heatless). Diese Druckwechsel-Adsorptionstrockner benötigen einen Teilstrom entspannter getrockneter Druckluft zum Regenerieren. Die Umschaltung erfolgt bereits nach wenigen Minuten bei geringen Wasseraufnahmen des Trockenmittels von unter 1 Gew.-%. Durch den in Abhängigkeit vom Betriebsdruck hohen Verbrauch von 12–25% getrockneter Druckluft ergeben sich im Betrieb relativ hohe Energiekosten.

Drucktaupunkte: -25 bis -40 °C, -70°C<sup>1</sup>  
Trockenmittel: Activated Alumina F 200, Molekularsieb 4 A

### Extern warmregeneriert (standard)

Standard-Adsorptionstrockner (extern warmregeneriert) werden wie die energiearmen Varianten mit extern erhitzter Gebläseluft desorbiert und kommen dann zum Einsatz, wenn nicht zu hohe Anforderungen an die Effizienz gestellt werden. Im Gegensatz zu den modernen Purgeless-Systemen wird hier für die Kühlung normalerweise noch ein Teilstrom Druckluft (Spülluft) benötigt. Zum Standard dieser Anlagen gehören meist Trockenmittel die eine wesentlich höhere Desorptionstemperatur (170 bis 200°C) benötigen und eine weitgehend trockene Regenerationsluft erfordern.

Drucktaupunkte: -25 bis -40°C  
Trockenmittel: Activated Alumina F 200

<sup>1</sup> Molekularsieb 4 A

## Spezialsysteme

Im Bereich von Druckluft-Adsorptionstrocknern gibt es auch spezielle Anwendungsfälle die eine Anpassung der Anlage oder ein spezielles Trockenmittel erfordern.

Molekularsiebe werden eingesetzt, wenn besonders tiefe Drucktaupunkte (bis -100°C) gefordert werden, die zu trocknende Druckluft eine geringe relative Feuchte besitzt oder bereits vorgetrocknet ist. Ebenso eignen sich Molekularsiebe aufgrund ihrer gleichmäßigen Porenstruktur für die selektive Trennung von Gasgemischen. Molekularsiebe lassen sich regenerieren, benötigen jedoch hohe Temperaturen von weit über 200°C, um zu der für sehr niedrige Taupunkte erforderlichen Restfeuchte zu gelangen.



Tabelle 2 BASF adsorbents selection table for compressed air dryers

Compressed air adsorption dryer	Regeneration process	PDP <sup>1</sup> (down to)	Sorbead® Air		Activated Alumina F 200	BASF Molecular Sieve 4 A
			R	WS		
Cold regenerated	Heatless	-25 °C			●	
		-40 °C			●	
		-70 °C				●
External	Standard systems	-25 °C	● <sup>2</sup>	●	●	
		-40 °C	● <sup>2</sup>	●	●	
		-70 °C				●
Heat regenerated	Economic systems	-25 °C	● <sup>2</sup>	●		
		-40 °C	● <sup>2</sup>	●		
		-60 °C	● <sup>2</sup>	●		
Compressor-warming	Heat of compression	-15 to -40 °C		●		

<sup>1</sup> As a function of the desorption temperature, PDP – Pressure dew point

<sup>2</sup> 80% Sorbead® Air R and 20% Sorbead® Air WS as protection layer



# Vorteil von Sorbead® Air: Energiesparungen

Die Wirtschaftlichkeit wird stark von der Aufnahmekapazität, Regenerierbarkeit und der Standzeit des Trockenmittels beeinflusst. Je niedriger die Desorptionstemperatur und je länger die Lebensdauer der Trockenmittelfüllung, umso günstiger ist die Effizienz einer Anlage.

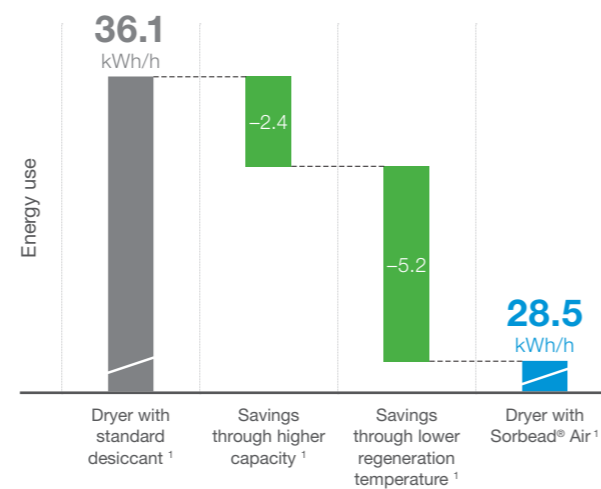
## Sorbead® Air – High Efficiency

Wegen ihrer hohen Aufnahmekapazität und den zur Erzielung niedriger Restfeuchten energetisch günstigen Regenerationsbedingungen ist Sorbead® Air als besonders wirtschaftliches und umweltfreundliches Trockenmittel für die meisten energiearmen warmregenerierten Adsorptionstrockner erste Wahl.

Bei Verwendung von Sorbead® Air führen diese Vorteile im Vergleich zu herkömmlichen Trockenmitteln (siehe Abbildung 3) zu einer deutlichen Senkung der Energiekosten des Trockners. Die Energieeinsparungen können zu erheblichen wirtschaftlichen Ersparnissen führen (siehe Beispiel in Abbildung 4). Sorbead® Air macht nur 1,6% der Gesamtbetriebskosten eines Drucklufttrockners aus, kann aber 23% dieser Kosten einsparen.

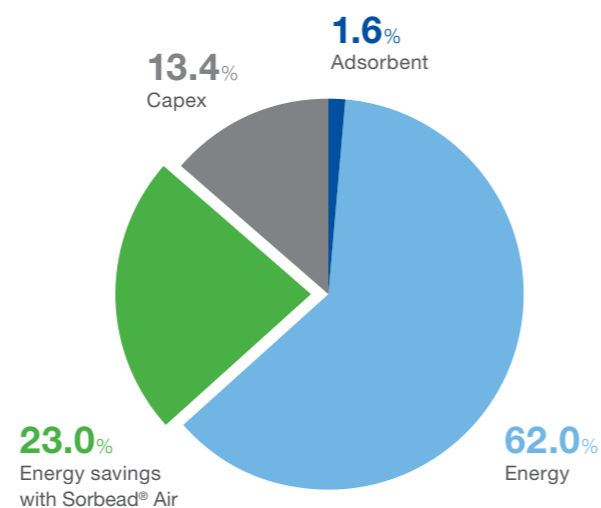
Sorbead® Air wird in fast allen Industriebereichen mit unterschiedlichen Drucktaupunkten und Regenerationsverfahren mit einer teilweise überdurchschnittlichen Lebensdauer von bis zu zehn Jahren eingesetzt (siehe Abbildung 5).

Abbildung 3 Sorbead® Air energy saving benefits



<sup>1</sup> Average energy consumption and energy savings at a compressed air unit, externally heat regenerated 66 m<sup>3</sup>/min, 7 bar, 35 °C, -40 °C PDP

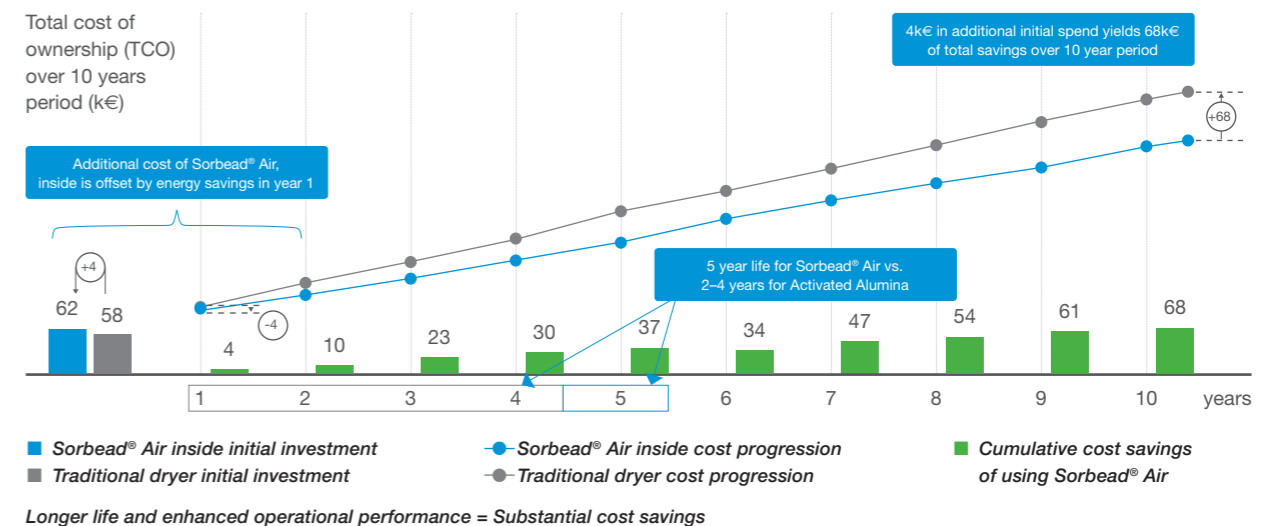
Abbildung 4 Total cost of ownership (TCO) of compressed air dryer



Adsorbent spend accounts for 1.6% of TCO over 10 year span, but saves 23% of TCO.



Abbildung 5 Sorbead® Air cost savings vs. activated alumina



Betreiber von Druckluft schätzen den hocheffizienten und langlebigen Einsatz von Sorbead® Air durch die einzigartige Kombination der nachfolgenden Eigenschaften.

- Hohe Aufnahmekapazität durch große Porenoberflächen und Porenvolumen
- Niedrige Desorptionstemperaturen zur Erzielung tiefer Taupunkte und gute Desorbierbarkeit bei feuchter Regenerierluft
- Abriebfestigkeit und geringer Druckverlust
- Gute mechanische und thermische Stabilität und hohe chemische Beständigkeit
- Lange Standzeit (Lebensdauer) und ein damit verbundener geringer Wartungsaufwand
- Hohe Betriebssicherheit aufgrund des langjährigen Einsatzes in warmregenerierenden Drucklufttrocknern

Sorbead® Air ist eine geschützte Marken der BASF und für eine identifizierte Verwendung als Trockenmittel oder Adsorptionsmittel vorgesehen. Sorbead® Air ist Made in Germany und wird im BASF-Werk Nienburg/ Weser hergestellt.

Sorbead® Air erfüllt höchste Qualitätsansprüche und ist anhand der CAS-Registernummer eindeutig zu identifizieren. Darüber hinaus verfügt das Produkt über die Anforderungen der Europäischen Chemikalienverordnung REACH die ein hohes Schutzniveau für Mensch und Umwelt sicherstellen soll.

Druckluftbetreiber, die den effizienten Betrieb ihres Adsorptionstrockners verbessern wollen, fragen also bei der Neuanschaffung eines Drucklufttrockners oder bei der Trockenmittelerneuerung nach Sorbead® Air. Anwendern steht bei der BASF hierfür ein technischer Service und Support für alle Fragen zum Einsatz und zur Anwendung von Sorbead® Air zur Verfügung.

## Americas

BASF Corporation  
25 Middlesex/Essex Turnpike  
Iselin, New Jersey, 08830, USA  
Tel: +1-732-205-5000  
Fax: +1-732-205-7725  
Email: catalysts-america@basf.com

## Asia Pacific

BASF (China) Company Limited  
300 Jiang Xin Sha Road  
Pudong, Shanghai 200137  
P.R. China  
Tel: +86-21-2039 2549  
Fax: +86-21-2039 4800-2549  
Email: catalysts-asia@basf.com

## Europe, Middle East, Africa

BASF De Meern BV Catalysts  
The Netherlands  
Tel: +31-30-666 9437  
Fax: +31-30-666 1531  
Email: catalysts-europe@basf.com

sorbead@basf.com

## Über uns

Der Unternehmensbereich Catalysts von BASF ist der weltweit führende Anbieter von Umwelt- und Prozesskatalysatoren. BASF Catalysts bietet hervorragende Expertise bei der Entwicklung von Technologien zum Schutz der Luft, zur Produktion von Kraftstoffen und zur effizienten Herstellung einer Vielzahl von Chemikalien, Kunststoffen und anderen Produkten inklusive Batteriematerialien. Mit unserer branchenweit führenden F&E-Plattform, unserem leidenschaftlichen Streben nach Innovationen und unserem umfassenden Wissen über Edel- und Nichtedelmetalle, entwickelt der Unternehmensbereich Catalysts von BASF eigene, einzigartige Katalysatoren und Adsorptionsmittel, die unseren Kunden helfen, noch erfolgreicher zu sein.

## BASF – We create chemistry

Obwohl alle Aussagen und Informationen in diesem Dokument als korrekt und zuverlässig angesehen werden, werden sie kostenlos und nur zu Ihrer Orientierung vorgestellt. Risiken und eine Haftung für Ergebnisse, die durch die Verwendung der Produkte oder die Anwendung der beschriebenen Vorschläge erzielt werden, werden vom Nutzer übernommen. JEDLICHE GARANTIE, SOWOHL AUSDRÜCKLICHE ALS AUCH STILLSCHWEIGENDE, FÜR BESCHRIEBENE PRODUKTE ODER DARSTELLUNGEN, DARGELEGTE DATEN ODER INFORMATIONEN, EINSCHLIESSLICH DER GEWÄHRLEISTUNG DER MARKTGÄNGIGKEIT UND EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK WERDEN AUSGESCHLOSSEN. Aussagen oder Vorschläge zur möglichen Verwendung der Produkte erfolgen ohne Zusicherung oder Gewährleistung, dass eine solche Verwendung keine Patentverletzungen ist, und stellen keine Empfehlung zur Verletzung eines Patents dar. Der Benutzer sollte nicht davon ausgehen, dass Informationen zu Toxizität und Sicherheitsmaßnahmen angegeben sind bzw. dass keine weiteren Maßnahmen erforderlich sind. © 2019 BASF

Sorbead® Air ist eine Marke von BASF.

[www.catalysts.basf.com/SorbeadAir](http://www.catalysts.basf.com/SorbeadAir)

 **BASF**

We create chemistry