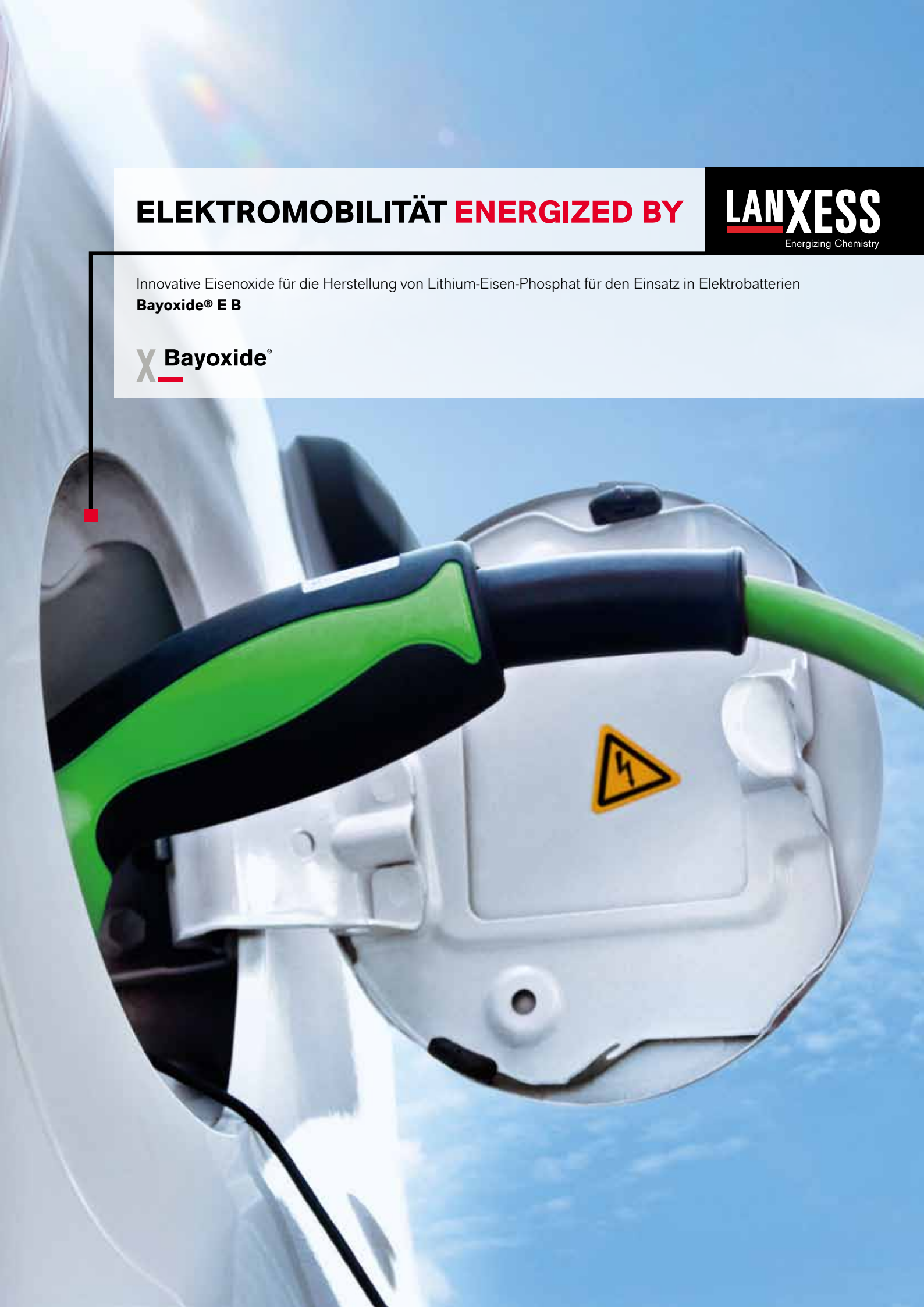


**ELEKTROMOBILITÄT ENERGIZED BY**

**LANXESS**  
Energizing Chemistry

Innovative Eisenoxide für die Herstellung von Lithium-Eisen-Phosphat für den Einsatz in Elektrobatterien  
**Bayoxide® E B**

**X Bayoxide®**



# STARKES WACHSTUM BEI LITHIUM-EISEN- PHOSPHAT-BATTERIEN

**Elektroantriebe gewinnen in Fahrzeugen als klimaschonende Alternative zu herkömmlichen Motoren zunehmend an Bedeutung. Als Stromquelle werden wegen der hohen Energiedichte vorwiegend Lithium-Ionen-Akkumulatoren eingesetzt. Für mobile Anwendungen wird insbesondere Lithium-Eisen-Phosphat (LFP) als Kathodenmaterial favorisiert, da es gute technische Eigenschaften und eine lange Lebensdauer mit hoher Sicherheit, einer guten Umweltverträglichkeit und vergleichsweise günstigen Kosten vereint.**

## Anforderungen an Lithium-Ionen-Batterien

Wiederaufladbare Lithium-Ionen-Batterien wurden erstmals Anfang der 90er Jahre kommerzialisiert und werden

heute vielfach in Laptops, Mobiltelefonen und anderen tragbaren elektronischen Geräten eingesetzt. Das in diesen Systemen am häufigsten verwendete Kathodenmaterial ist ein Lithium-Cobalt-Oxid. Aufgrund der hohen Kosten, der ungenügenden Umweltverträglichkeit und potenziellen Sicherheitsproblemen sind Kobaltverbindungen für größere Batterien in Kraftfahrzeugen, Motorrollern oder E-Bikes weniger geeignet. Von den verschiedenen Kathodenmaterialien gewinnt in jüngster Zeit vor allem Lithium-Eisen-Phosphat (LFP) an Bedeutung, da es bei ausreichender Energie- und Leistungsdichte eine hohe Lebensdauer, gute Zyklenfestigkeit sowie hohe Sicherheit bietet und gleichzeitig starke Ladeströme erlaubt. Wie viele Eisenverbindungen ist LFP umweltverträglich und zu vergleichsweise niedrigen Kosten herzustellen.

## Vorteile und Nachteile unterschiedlicher Kathodenmaterialien

Kathodenmaterial	Sicherheit	Energiedichte	Leistungsdichte	Schnellladefähigkeit	Zyklisierbarkeit	Kalenderlebensdauer	Kosten/kWh x Zyklenzahl
$\text{Li}(\text{Ni}, \text{Co})\text{O}_2$	-	+	+	-	o	+	-
$\text{Li}(\text{Ni}, \text{Co}, \text{Mn})\text{O}_2$	o	+	o	-	+	+	o
$\text{LiMn}_2\text{O}_4$	o	o	+	-	-	-	-
$\text{LiFePO}_4$	+	o	o	+	+	o	+

Lithium-Eisen-Phosphat-Kathoden bieten eine gute Balance zwischen den verschiedenen Anforderungen.



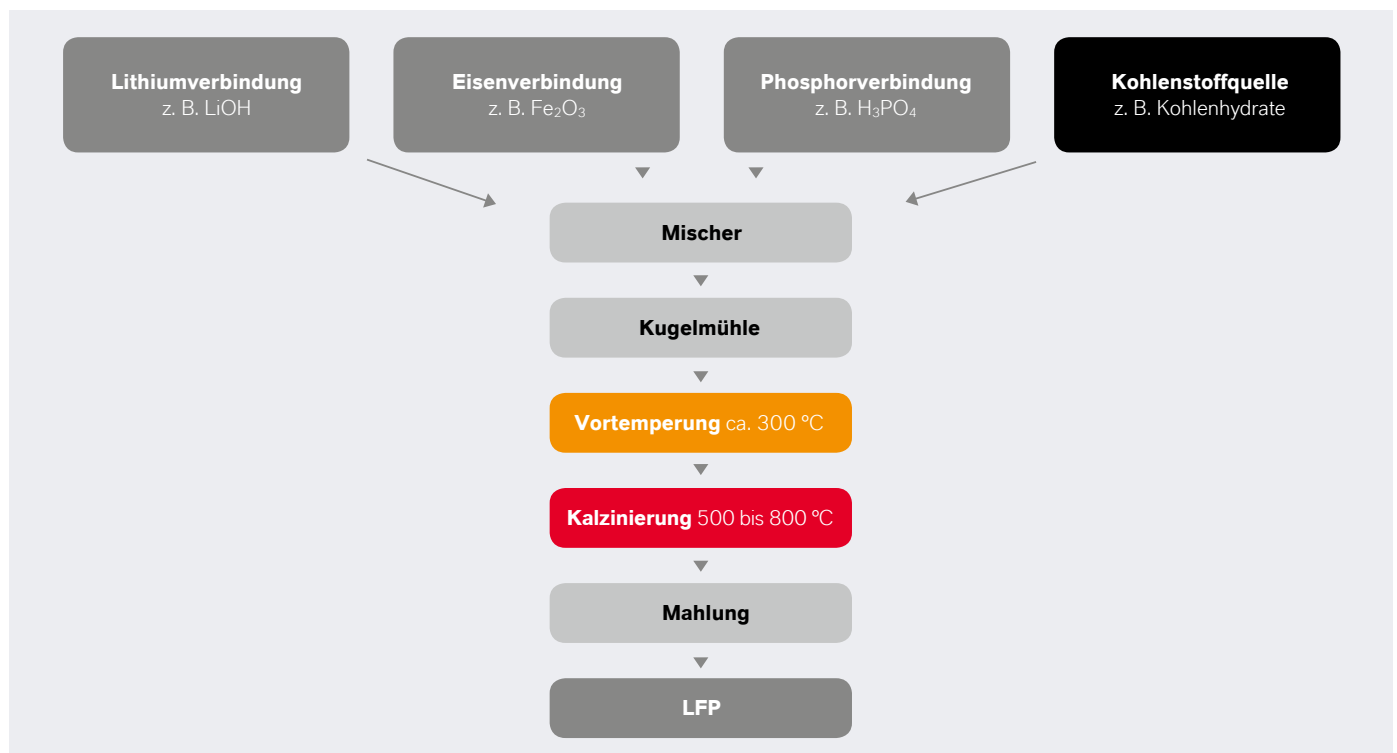
# INNOVATIVES EISENOXID FÜR DIE HERSTELLUNG VON LITHIUM-EISEN- PHOSPHAT-KATHODEN

Das carbothermische Reduktionsverfahren gewinnt für die Herstellung von Lithium-Eisen-Phosphat zunehmend an Bedeutung und ebnet den Weg für den Einsatz maßgeschneiderter Eisenoxid-Vorprodukte.

Neben nasschemischen Verfahren wie der Hydrothermalsynthese und der Co-Fällung setzen viele Hersteller Festkörperreaktionen für die Produktion von LFP ein. In der klassischen Festkörpersynthese dienen Eisen(II)-Verbindungen wie z. B. Eisenoxalat als Eisenquelle. Viele dieser Verbindungen sind relativ teuer, haben eine geringe Lagerstabilität und relativ undefinierte morphologische Eigenschaften. Aus diesem Grunde gewinnt die LFP-Herstellung durch carbothermische Reduktion zunehmend an Interesse, die den Einsatz von Eisen(III)-Verbindungen wie Eisenoxiden erlaubt. Als Reduktionsmittel werden Graphit, Ruß oder organische Substanzen eingesetzt, die sich beim Kalzinieren der Rohstoffe zu Kohlenstoff zersetzen. Darüber hinaus bietet dieses Verfahren den Vorteil, dass die niedrige elektrische Leitfähigkeit des LFP-Pulvers durch Abscheidung von leitfähigem Kohlenstoff auf ein ausreichendes Niveau angehoben und eine Kornvergrößerung während des Sinterprozesses unterdrückt wird. Erst hierdurch werden die Voraussetzungen für den Einsatz in Batterien geschaffen.



## Typischer Syntheseweg zur Herstellung von Lithium-Eisen-Phosphat nach dem carbothermischen Verfahren



# DIE VORTEILE VON BAYOXIDE® E B



Mit Bayoxide® E B hat der Spezialchemie-Konzern LANXESS eine Produktlinie zur Herstellung von hochwertigem Lithium-Eisen-Phosphat nach der Festkörpersynthese entwickelt. Beim carbothermischen Reduktionsverfahren beeinflussen neben den Prozessparametern vor allem die chemischen und morphologischen Eigenschaften des Eisenoxid-Vorproduktes die Qualität des hieraus hergestellten LFP. Der Einsatz von Bayoxide® E B-Produkten bringt zahlreiche Vorteile mit sich:

## ■ Breite Produktpalette

Die in der Literatur beschriebenen carbothermischen Verfahrensvarianten sind vielfältig. Um die unterschiedlichen Anforderungen unserer Kunden zu erfüllen, bietet die LANXESS Business Unit Inorganic Pigments eine Palette von verschiedenen LFP-Vorprodukten wie Eisenoxidrot ( $\alpha$ - $\text{Fe}_2\text{O}_3$ /Hämatit), -gelb ( $\alpha$ - $\text{FeOOH}$ /Goethit) und -schwarz ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ /Magnetit) an.

## ■ Optimierte Teilchengröße

Kurze Diffusionswege ermöglichen die Festkörpersynthese bei moderater Temperatur in einer angemessenen Zeit. Dies erlaubt die Optimierung der Produkteigenschaften, die Senkung der Kosten und eine Erhöhung des Durchsatzes und damit der Anlagenkapazität.

## ■ Enge Teilchengrößenverteilung

Eine breite Teilchengrößenverteilung des Eisenoxid-Vorproduktes würde die Teilchengröße des LFP-Pulvers negativ beeinflussen. Um dieses zu verhindern, setzt LANXESS für die Herstellung von Bayoxide® E B optimierte Fällverfahren ein, die die Herstellung von Oxiden mit enger Teilchengrößenverteilung erlauben.

## ■ Hohe Reaktivität

Die Reaktivität der Eisenoxid-Vorprodukte wird durch Defekte im Kristallgitter beeinflusst und lässt sich bei der Eisenoxid-Herstellung steuern. Wie eine geringe Teilchengröße wirkt sich eine hohe Reaktivität positiv auf die LFP-Synthese aus und erlaubt eine Optimierung der Produkteigenschaften sowie eine Senkung der Kosten.

## ■ Hohe Reinheit

Verunreinigungen können die elektrochemischen Eigenschaften von LFP-Kathoden negativ beeinflussen. Daher werden für die Herstellung von Bayoxide® E B nur ausgewählte Rohstoffe eingesetzt, die zusätzlich einem speziellen Reinigungsschritt unterworfen werden.



### ■ **Gute Dispergierbarkeit und optimiertes Mischverhalten**

Vor der LFP-Synthese werden die Rohstoffe gemischt und oft einer intensiven Mahlung unterzogen. Eine inhomogene Mischung oder Spuren von nicht zerteilbaren Agglomeraten würden einer unvollständigen Festkörperreaktion und einem hohen Anteil von groben Partikeln führen. Beides wirkt sich negativ auf die elektrochemischen Eigenschaften des LFP aus. Um sicherzustellen, dass Rohstoffmischungen mit hoher Homogenität unter vertretbarem Aufwand hergestellt werden können, werden LANXESS Produkte einem zusätzlichen Produktionsschritt zur Optimierung der Dispergierbarkeit unterworfen.



# LANXESS IST EIN ZUVERLÄSSIGER PARTNER

**LANXESS ist ein führender Spezialchemie-Konzern und auf allen wichtigen Märkten der Welt präsent. Der Konzern hat sich mit seinem umfangreichen Portfolio auf Premiumprodukte konzentriert. Das Kerngeschäft bilden Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Kunststoffen, Kautschuken, Spezialchemikalien und Zwischenprodukten. Zusätzlich unterstützt LANXESS seine Kunden bei der Entwicklung und Umsetzung maßgeschneiderter Systemlösungen.**

LANXESS Inorganic Pigments ist einer der weltweit größten Hersteller von anorganischen Eisenoxid- und Chromoxidpigmenten mit Produktionsstandorten auf fünf Kontinenten, die alle hohen technischen und ökologischen Standards entsprechen.

Neben Farbpigmenten der Marken Bayferrox® und Colortherm® bietet LANXESS Produkte an, in denen die technischen Eigenschaften entscheidend sind. Beispiele hierfür sind die Herstellung von Bremsbelägen und Airbag-Treibsätzen oder die Synthese von Lithium-Eisen-Phosphat für hochwertige Batterien. Die Anforderungen an die angebotene Bayoxide®-Produktpalette

sind vielseitig. Daher entwickelt LANXESS Inorganic Pigments ein breites Spektrum von technischen Oxiden, die für die zahlreichen Anwendungen optimiert sind. Darüber hinaus werden bei Bedarf maßgeschneiderte Produkte individuell für Kunden gefertigt.

Nachhaltiges und verantwortungsbewusstes Handeln gegenüber der Umwelt, den Kunden und der Gesellschaft ist fester Bestandteil der Geschäftsphilosophie bei LANXESS Inorganic Pigments. Die Herstellungsverfahren sind ressourcenschonend und Emissionen in Luft und Wasser werden – wenn sie nicht vollständig zu vermeiden sind – soweit gereinigt, dass der Einfluss auf die Umwelt minimal ist. LANXESS setzt hierbei weltweit Industriestandards.

Nachhaltigkeit bedeutet aber mehr als Umweltschutz. Es bedeutet auch, den Kunden ein langfristiger und verlässlicher Partner zu sein. Daher investiert LANXESS Inorganic Pigments kontinuierlich in den Ausbau von Kapazitäten und Anwendungsbereichen. Nur so kann die wachsende Nachfrage nach den Qualitätsprodukten Bayferrox®, Colortherm® und Bayoxide® dauerhaft erfüllt werden.





Gesundheits- und Sicherheitsinformationen: Es wurden entsprechende Unterlagen mit Informationen über die Gesundheits- und Sicherheitsmaßnahmen zusammengestellt, die beim Umgang mit den in dieser Broschüre genannten LANXESS-Produkten zu beachten sind. Bei hierin aufgeführten Materialien, die keine LANXESS-Produkte sind, sind die von den jeweiligen Herstellern empfohlenen Maßnahmen zur betrieblichen Hygiene und andere Sicherheitsmaßnahmen zu beachten. Vor dem Arbeiten mit diesen Produkten müssen Sie die verfügbaren Informationen zu Gefahren, sachgemäßer Anwendung und Handhabung lesen und sich mit ihnen vertraut machen. Dieser Punkt ist von entscheidender Bedeutung. Informationen sind in unterschiedlicher Form verfügbar: z. B. Sicherheitsdatenblätter, Produktinformationen und Produktetiketten. Wenden Sie sich bitte an Ihren LANXESS-Vertreter in Deutschland oder die Abteilung Regulatory Affairs and Product Safety von LANXESS Deutschland. Bei Geschäften in den USA kontaktieren Sie bitte das LANXESS Product Safety and Regulatory Affairs Department in Pittsburgh, Pennsylvania.

Informationen zur Regulatory Compliance: Bei einigen Endverwendungszwecken der in dieser Broschüre aufgeführten Produkte sind einschlägige Vorschriften z. B. von der FDA, BfR, NSF, USDA und CPSC einzuhalten. Haben Sie Fragen bezüglich des Zulassungsstatus dieser Produkte, so wenden Sie sich bitte an Ihren Vertreter bei der LANXESS Deutschland GmbH oder die Abteilung Regulatory Affairs and Product Safety der LANXESS Deutschland GmbH bzw. für Geschäfte in den USA an Ihren Vertreter bei der LANXESS Corporation, den LANXESS Regulatory Affairs Manager in Pittsburgh, Pennsylvania.

Wie und für welche Zwecke Sie unsere Produkte, unsere technische Unterstützung und unsere Informationen (in Wort, Schrift oder durch Produktbewertungen) nutzen, liegt außerhalb unserer Kontrollmöglichkeiten. Gleiches gilt für vorgeschlagene Formulierungen und Empfehlungen. Daher ist es unerlässlich, dass Sie unsere Produkte, unsere technische Unterstützung und unsere Informationen auf ihre Eignung für die beabsichtigten Verfahren und Zwecke prüfen. Diese anwendungsspezifische Analyse muss mindestens Eignungstests in Bezug auf technische sowie Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltaspekte umfassen. Derartige Versuche sind nicht unbedingt von uns durchgeführt worden. Soweit nicht anderweitig schriftlich vereinbart, werden alle Produkte ausschließlich gemäß unseren Allgemeinen Verkaufs- und Lieferbedingungen verkauft. Die Bereitstellung von Informationen und die technische Unterstützung erfolgen ohne Garantie (jederzeitige Änderungen vorbehalten). Es wird ausdrücklich vereinbart, dass Sie uns freistellen aus einer eventuellen Haftung, die im Zusammenhang mit der Verwendung unserer Produkte, der technischen Unterstützung und Informationen aufgrund von Verschulden, Vertrag oder aus anderweitigen Gründen entsteht, und diese Haftung selber übernehmen.

Nicht in dieser Broschüre enthaltene Aussagen und Empfehlungen sind unautorisiert und für uns nicht verbindlich. Keinerlei Informationen in dieser Broschüre sind als Empfehlung auszulegen, die Produkte in einer Weise einzusetzen, dass gewerbliche Schutzrechte wie z. B. Patente bezüglich irgendwelcher Materialien oder deren Verwendung verletzt werden. Es wird ferner weder explizit noch implizit eine Lizenz unter gewerblichen Schutzrechten wie z. B. Patenten eingeräumt. Ausgabe 01/2013

**LANXESS**  
Energizing Chemistry

LANXESS Deutschland GmbH  
Business Unit  
Inorganic Pigments  
47812 Krefeld  
Deutschland  
Tel.: +49 2151 88-3790  
Fax: +49 2151 88-4133

[www.lanxess.com](http://www.lanxess.com)  
[www.bayferrox.com](http://www.bayferrox.com)  
[www.bayoxide.com](http://www.bayoxide.com)