

## Anorganische Pigmente für die Papierindustrie

### 1 Einleitung

Wenn in der Papierindustrie von einem Pigmenteinsatz gesprochen wird, so handelt es sich hierbei in erster Linie um den Einsatz von Extendern wie z. B. Kreide oder Kaolin.

Pigmente im eigentlichen Sinne, d. h. gemäß DIN 55 943, werden nur in Spezialpapieren eingesetzt, wo es z. B. auf sehr gute Trocken- und Nassopazität ankommt. Dies können sowohl weiße als auch farbige Spezialpapiere sein. Der Füllstoff bzw. das Pigment kann zum einen direkt dem Stoffbrei (Pulpe) zugegeben werden (Masseinfärbung), zum anderen wird das fertige Papier am Ende des Herstellprozesses mit einer Beschichtung versehen (Papierstrich). Welches Verfahren angewendet wird, ist abhängig vom späteren Einsatz.

### 2 Allgemeine Eigenschaften anorganischer Pigmente

#### 2.1 Optische Eigenschaften

Bei Farbmitteln, wie den anorganischen Pigmenten, sind verständlicherweise die optischen Eigenschaften (Farbgebung, Farbstärke, Deckvermögen) von besonderer Bedeutung. Der Farbgebung gilt zunächst die größte Aufmerksamkeit, weil sie über die Brauchbarkeit eines Pigmentes zur Verwirklichung einer Farbvorstellung oder zur Nachstellung einer Farbvorlage entscheidet.

Die Farbgebung ist das Ergebnis des Gegenspiels von Lichtabsorption (K) und Lichtstreuvermögen (S). Pigmente, bei denen die Lichtabsorption K gegenüber dem Lichtstreuvermögen S überwiegt, sind besonders farbtief. Pigmente mit großem Lichtstreuvermögen S und geringer Lichtabsorption K ergeben relativ helle Farbtöne. Anhand des Quotienten  $K/S$  können die Farbmittel in drei Gruppen eingeteilt werden:

### Anorganische Pigmente für die Papierindustrie

- a) In der ersten Gruppe ist der Streukoeffizient  $S$  sehr viel größer als der Absorptionskoeffizient  $K$ ; dies ist bei den Weißpigmenten der Fall.
- b) Bei der zweiten Gruppe von Farbmitteln liegen die Verhältnisse genau umgekehrt. Hier ist der Absorptionskoeffizient  $K$  und damit das Lichtabsorptionsvermögen wesentlich größer als das Streuvermögen. In diese Gruppe gehören die organischen Buntpigmente, die Farbstoffe, die überhaupt kein Streuvermögen aufweisen, und auch die transparenten anorganischen Buntpigmente. Die Größe des Absorptionskoeffizienten  $K$  korreliert mit der Farbstärke eines Farbmittels, auf die später noch eingegangen wird.
- c) Bei der dritten Gruppe von Farbmitteln liegt der Absorptionskoeffizient  $K$  in der Größenordnung des Streukoeffizienten  $S$ . Das ist bei den anorganischen Buntpigmenten der Fall. Diese Pigmente haben normalerweise neben einer guten Farbstärke ein großes Deckvermögen, zu dem vor allem das Streu-, aber auch das Absorptionsvermögen beitragen. Der Absorptionskoeffizient wird vorwiegend durch die chemische Zusammensetzung des Pigmentes und die Teilchengröße beeinflusst. Der Streukoeffizient ist ebenfalls stark von der Teilchengröße abhängig, so dass auch die Farbgebung, als Ergebnis des Zusammenspiels von Absorption und Streuung, bei anorganischen Buntpigmenten von der Teilchengröße beeinflusst wird. Dies wird z. B. bei der Bayferrox<sup>®</sup>-Rotreihe in anschaulicher Weise vor Augen geführt.

Die Farbgebung eines Pigmentes kann bekanntlich über die Farbmessung durch objektive Farbmaßzahlen charakterisiert oder in einem Farbsystem dargestellt werden. Je weiter der Farbort eines Pigmentes vom Unbuntpunkt, d. h. von der Sinnesempfindung "keine Farbe" (Weiß, Grau oder Schwarz) entfernt ist, desto brillanter oder gesättigter ist die Farbe eines Pigmentes.

Wird eine bestimmte Farbvorstellung durch die Farbgebung eines Pigmentes befriedigt, dann folgt meist automatisch die Frage nach den Kosten der Einfärbung. Dazu darf jedoch nicht der Preis des Farbmittels alleine herangezogen

### Anorganische Pigmente für die Papierindustrie

gen werden, sondern man muss auch dessen optisches Leistungsvermögen in Rechnung stellen, wie die Farbstärke und das Deckvermögen.

Die Farbstärke eines Pigmentes ist ein Maß für die Fähigkeit, aufgrund seines Absorptionsvermögens farbgebend auf andere Stoffe (z. B. Papier) zu wirken. Im allgemeinen wird die relative Farbstärke eines Buntpigmentes in Weißaufhellungen im Vergleich zu einem ähnlichen Pigment bestimmt. Die relative Farbstärke ist, zumindest in Weißaufhellungen, ein Austauschverhältnis und gestattet deshalb Aussagen über die Wirtschaftlichkeit eines Buntpigmentes bei Berücksichtigung des Preises. Bei Buntrezepten mit mehreren Pigmenten ist der Anteil der einzelnen Komponenten vor allem von deren Farbstärke abhängig.

Der Farbstärke eines Buntpigmentes entspricht das Aufhellvermögen bei den Weißpigmenten.

Neben der Farbstärke eines Buntpigmentes bzw. dem Aufhellvermögen eines Weißpigmentes ist die Opazität eine weitere wichtige Kenngröße eines Pigmentes. In der Papierindustrie wird die Opazität als Kontrastverhältnis über einem schwarz-weißen Untergrund bestimmt.

$$\text{Opazität} = \frac{\text{Ry über schwarz} \cdot 100}{\text{Ry über weiß}}$$

#### 2.2 Dispergierbarkeit

Damit das bei der Produktion durch die Teilchengröße festgelegte optische Leistungsvermögen eines anorganischen Pigmentes beim Einfärben eines Papiers auch zum Tragen kommt, ist es erforderlich, dass das Pigment leicht zu dispergieren ist, damit es möglichst zu Primärteilchen zerteilt wird und diese in der Pulpe gleichmäßig verteilt werden. Gute Ergebnisse werden erzielt, wenn man mit den Pigmenten vorher separat eine wässrige Suspension (Slurry) herstellt und dem Stoff zugibt. In der Praxis geht man jedoch vielfach im-

### Anorganische Pigmente für die Papierindustrie

mer noch so vor, dass das Pigment in den Pulper mit Zellstoff usw. gegeben und über Refiner nicht definiert dispergiert wird. Hier ist in der Zukunft durch bessere Dispergierung eine Steigerung der Opazität bestimmt möglich.

#### 2.3 Migrationsbeständigkeit

Anorganische Pigmente sind in Wasser absolut unlöslich und deshalb völlig migrationsbeständig. Probleme durch Ausbluten, Ausblühen oder mangelnde Lösemittelbeständigkeit, so wie sie für organische Pigmente bekannt sind, sind bei der Einfärbung mit anorganischen Pigmenten ausgeschlossen. Auch Farbtonänderungen durch teilweise Lösung des Pigmentes bei höheren Verarbeitungstemperaturen treten mit anorganischen Pigmenten nicht auf.

#### 2.4 Physiologische Eigenschaften

##### 2.4.1 Toxikologie

Die Sicherheitsdatenblätter, die von jedem Pigmenttyp vorliegen und zur Verfügung gestellt werden können, weisen für alle anorganischen Pigmente der LANXESS Deutschland GmbH folgende Daten aus:

akute Toxizität: LD<sub>50</sub>, Ratte, oral > 10000 mg/kg  
Haut- und Schleimhautreizung: keine

Die Senatskommission zur Prüfung gesundheitsschädlicher Arbeitsstoffe überprüft jedes Jahr die maximal zulässige Arbeitsplatzkonzentration, bei der keine Gesundheitsschäden zu erwarten sind (MAK-Werte).

In der XXV. Mitteilung (1989) sind für Titandioxid und Eisenoxid folgende Werte festgelegt:

6 mg/m<sup>3</sup> Feinstaub (< 5 µm)

### Anorganische Pigmente für die Papierindustrie

Titandioxid- und Eisenoxidstäube werden als inert bezeichnet, die weder toxisch noch fibrogen wirken. Für Chrom(III)-oxid und Mischphasenpigmente wurden bisher keine MAK-Werte festgelegt.

In der Richtlinie des Rates der europäischen Gemeinschaft 67/548/EWG und ihren Ergänzungen/Änderungen sind die von LANXESS hergestellten anorganischen Pigmente nicht als gefährliche Stoffe eingestuft. Sie sind daher nicht kennzeichnungspflichtig.

#### 2.4.2 Ökologie

Die Fisch- und Bakterientoxizität (Goldorfe bzw. *Pseudomonas putida*) aller von LANXESS hergestellten anorganischen Pigmente liegt mit > 1000 mg/l über der als maximal vorgegebenen Prüfkonzentration.

Aufgrund der praktischen Unlöslichkeit in Wasser erfolgt eine Abtrennung bei jedem effektiven Filtrations- oder Sedimentationsvorgang. Die Pigmente werden daher in die Wassergefährdungsklasse (WGK) 0 - im allgemeinen nicht wassergefährdend - eingestuft (Selbsteinstufung).

Die Wasserunlöslichkeit aller Pigmente bedingt auch, dass bei der Deponierung keine Probleme zu erwarten sind. Die örtlichen Auflagen der Behörden sind allerdings zu beachten.

Auch bei der Müllverbrennung verhalten sich die Pigmente inert. Nur bei den chromhaltigen Pigmenten ist je nach Zusammensetzung der Schlacke eine teilweise Oxidation zum sechswertigen Chrom nicht auszuschließen.

### 3 Einsatz von Pigment oder Extender

Warum werden Pigmente bzw. Extender eingesetzt? Hier ist es wichtig, welche Zwecke sie erfüllen sollen. Es sind neben wirtschaftlichen Überlegungen in erster Linie optische Aufgaben, die den Einsatz von Extendern bestimmen. Eine Verbesserung der optischen Eigenschaften kann Erhöhung des Weiß-

### Anorganische Pigmente für die Papierindustrie

grades oder Veränderung des Farbtons bedeuten, im weiteren Sinne z. B. aber auch eine Verbesserung der Bedruckbarkeit. Es kann aber auch sein, dass man bei einem weißen Papier die Opazität erhöhen will, d. h. das Vermögen des Papiers, einen andersfarbigen Untergrund optisch abzudecken. Das ist wichtig bei graphischen Papieren, Dekorpapieren oder Papieren, die zum Fotokopieren geeignet sein sollen. Hier spielt der Brechungsindex der Füllstoffe eine wesentliche Rolle. Je höher dieser gegenüber der umgebenden Matrix (Luft oder Bindemittel) ist, um so opaker erscheint das Papier. Entscheidend ist also der Unterschied der Brechungsindices zwischen Extender/Pigment und der umgebenden Phase. Bei üblichen Papieren genügen im allgemeinen Extender den Anforderungen, weil dann der Brechungsindexunterschied gegen Luft ausreichend ist, um Lichtstreuung und in der Folge Opazität hervorzurufen. Wird jedoch eine gute Nassopazität gewünscht, so reicht der Einsatz von normalem Extender nicht aus, hier muss ein Produkt mit höherem Brechungsindex eingesetzt werden (z. B. Titandioxid). Die nachfolgende Tabelle zeigt, dass ein nur mit Extender pigmentiertes Papier keine Nassopazität aufweist.

	Brechungsindex n	Brechungsindexunterschied zum Bindemittel $\Delta n$	Nassopazität
Vakuum/Luft	0	—	—
Bindemittel, z. B. Harz, Öl, Wasser, usw.	1,6	—	—
Zellstoff	1,6	0	keine
Kaolin	1,6	0	keine
Kreide	1,6	0	keine
Anatas	2,5	0,9	hoch
Rutil	2,7	1,1	sehr hoch

### Anorganische Pigmente für die Papierindustrie

Hingegen zeigen mit  $\text{TiO}_2$  pigmentierte Papiere, bedingt durch den hohen Brechungsindex des  $\text{TiO}_2$ , hohe Nassopazität und aus dem gleichen Grund auch hohe Opazität nach einer Imprägnierung mit Harzen; in diesem Fall ist die Luft aus dem Papiervlies verdrängt, so dass nur der Brechungsindexunterschied zwischen Pigment und der umgebenden organischen Matrix zum Tragen kommt. Durch das hohe Absorptionsverhalten beim Einsatz von Bayferrox<sup>®</sup>- und Chromoxidpigmenten wird das Deckvermögen bzw. Nassopazität der Papiere ebenfalls deutlich erhöht.

#### 4 Pigmente im Dekorpapier

Der größte Anteil der anorganischen Pigmente für die Papierindustrie wird für die Einfärbung von Dekorpapieren verwendet. Die Pigmente werden direkt in die Stoffaufbereitung (Masseinfärbung) eingesetzt. Die Dekorpapiere werden weiterverarbeitet zu Dekorschichtpressstoffen oder Dekorfilmen, die anschließend auf Spanplatte verpresst werden und hauptsächlich in der Möbelindustrie Verwendung finden.

Die Pigmentierungshöhe weißer Papiere liegt zwischen ca. 10 und 40 % Pigment, berechnet auf das trockene Papier. Bei bunten Papieren, die z. B. mit Bayferrox<sup>®</sup> pigmentiert sind, liegen die Pigmentierungshöhen bei ca. 10 - 20 %. Pigmentmischungen dieser Pigmente werden vielfach angewendet. Groß ist die Nachfrage nach farbigen Schichtpressstoffen, insbesondere nach Holzimitaten, deren Dekorpapier im Grundton gelbbraun bzw. rotbraun mit anschließendem Holzmaserdruck ist.

Hier sind vor allem Bayferrox<sup>®</sup>-Pigmente im Einsatz (s. tabellarische Übersicht auf der Seite 11).

Im Vergleich zu organischen Pigmenten ergeben anorganische Pigmente in Dekorpapieren ausgezeichnete Lichtechtheiten und sind darin den organischen Pigmenten überlegen. Das gleiche gilt für die Opazität.

### Anorganische Pigmente für die Papierindustrie

#### 5 Pigmente in Normalpapieren

Wie vorher schon erwähnt, können in normalgewichtigen Papieren, wo es nur auf Weiße und Trockenopazität ankommt, auch Extender, z. B. Baysical<sup>®</sup> A und KN, zum Einsatz kommen.

Als gefällte Silikate sind diese im Einsatz, wo Papiere ein hohes Deckvermögen (Opazität) und einen hohen Weißgrad haben sollen.

Sobald es sich aber um sehr dünne Druckpapiere (z. B. Bibeldünndruckpapiere) oder um Papiere handelt, wo eine gewisse Nassopazität verlangt wird, kommen auch hier TiO<sub>2</sub>-Pigmente wie Anatas oder Rutil zum Einsatz. Auch in Zigarettenpapieren wird TiO<sub>2</sub> eingesetzt, (TiO<sub>2</sub>-Lieferung mit Reinheitszertifikat). In der Normalpapierindustrie werden mit Ausnahme von Zigarettenmundstückpapieren (Bayferrox<sup>®</sup>-Gelb 920 Z) überwiegend organische Farbstoffe eingesetzt.

#### 6 Pigmente in Streichfarben

Weiße Spezialpapiere, die anschließend bedruckt werden (z. B. Papiere für Kalender, Magazine usw.) werden oft beschichtet oder, wie man sagt, mit einem Strich versehen. Diese Streichfarbe besteht aus Bindemitteln (Latex, Stärke) und Füllstoffen (Kalk, Kaolin, Talkum). Ihr Aufbau ähnelt dem einer Dispersionsfarbe. TiO<sub>2</sub> kommt hierbei nur selten zum Einsatz, da man mit Extendern allein häufig ausreichende Opazität erzielt.

Bei Karton und Kartonpapieren werden in der Regel ungebleichte Zellstoffe mit einem hohen Anteil von Altpapier eingesetzt, d. h. diese Papiere haben eine braune oder graue Eigenfarbe. Um hierbei eine gute Opazität der Streichfarbe zu erreichen, muss zusätzlich TiO<sub>2</sub>-Pigment eingesetzt werden. Bezogen auf das Gesamtgewicht der Streichfarbe beträgt der TiO<sub>2</sub>-Gehalt max. 15 Gew.-%.

Eine ausreichende optische Abdeckung des Untergrundes wird mit Rutilpigmenten besser als mit Anataspigmenten erreicht, da der Brechungsindex des



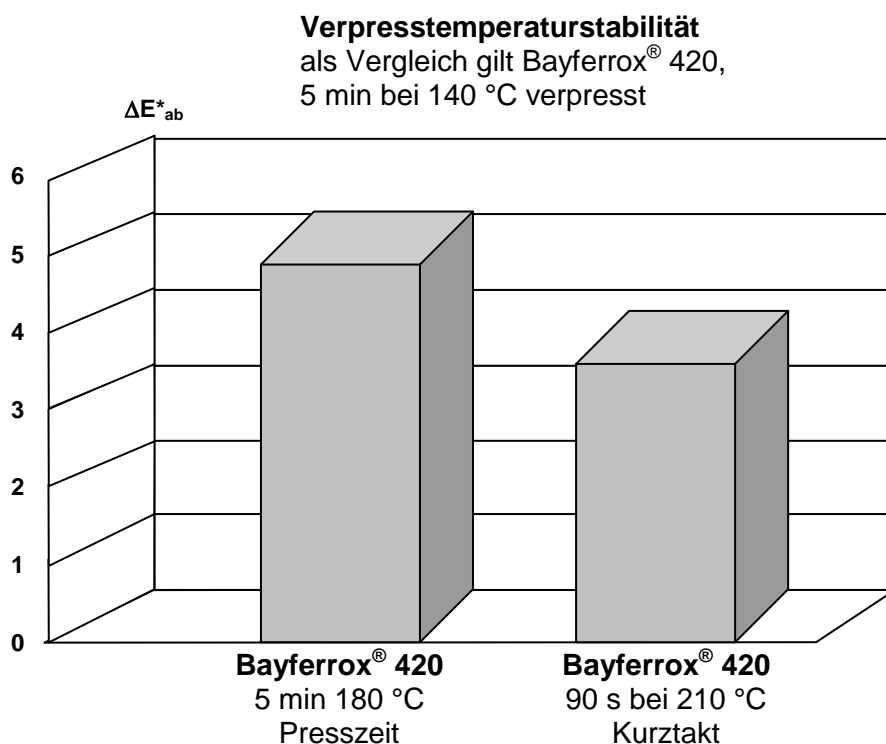
### Anorganische Pigmente für die Papierindustrie

Rutills mit ca. 2,7 noch höher ist als der des Anatas mit ca. 2,5. Das geforderte Aufhell- und Deckvermögen hängt aber außerdem noch von der Teilchengrößenverteilung, der Dispergierbarkeit und dem Dispergierzustand (ggf. durch Flockungseffekte beeinträchtigt) des Pigmentes in der Streichfarbe ab.

#### 7 Spezielle Eigenschaften und Hinweise beim Einsatz anorganischer Pigmente in Papier

##### 7.1 Verpresstemperaturstabilität

Speziell bei Dekorpapieren, die mit Eisenoxidgelb-Gelb eingefärbt sind, kann es durch Reduktion des dreiwertigen Eisens zu Farbverschiebung bei der Verpressung mit Melamin-Formaldehydharzen oberhalb 140 °C kommen. Man sollte bei diesen Papieren die Presstemperatur nicht über 150 °C wählen. Allerdings ist die Presszeit genauso wichtig. Bei Presszeiten < 90 s (Kurztaktverfahren) bei ca. 200 °C können geringere Farbverschiebungen auftreten als bei Presszeiten ≥ 5 min. bei 150 °C.



## Anorganische Pigmente für die Papierindustrie

### 7.2 Lichtechtheit

Die Lichtechtheit (s. auch Punkt 4) spielt nur eine Rolle bei Dekorpapieren, die mit Melaminformaldehyd-Harzen zu Dekorschichtpressplatten verpresst werden. Die Bestimmung erfolgt nach DIN EN ISO 105-B02 (Wollskala Stufe > 6). Bei den Buntpigmenten kann es ähnlich wie unter 7.1 beschrieben bei Einsatz von Eisenoxidgelb zu leichten Verfärbungen kommen, die jedoch genau wie bei weißen Dekorschichtpressstoffen reversibel sind.

### 8 Die Palette anorganischer LANXESS Pigmente und ihre Anwendungsmöglichkeiten in der Papierindustrie

In der tabellarischen Übersicht sind die für die Einfärbung von Papier geeigneten anorganischen LANXESS Pigmente mit ihren bevorzugten Anwendungsgebieten aufgeführt. Im folgenden wird noch näher auf die Pigmentgruppen eingegangen.

#### 8.1 Bayferrox®-Pigmente

Eisenoxidpigmente sind von der Menge her die führenden anorganischen Buntpigmente. Sie umfassen die Farbtöne Gelb, Rot, Braun und Schwarz. Chemisch gesehen sind die Eisenoxidgelbpigmente Eisen (III)-oxidhydrate mit nadelförmigem Habitus, die Eisenoxidrotpigmente Eisen(III)-oxide und die Eisenoxidschwarzpigmente Eisen(II,III)-oxide, beide mit kugelförmigem Habitus. Die normalen Eisenoxidbrauntypen sind Pigmentmischungen aus Eisenoxidrot, -schwarz und zum Teil -gelb.

In Papier (speziell in Dekorpapier) kann eine große Palette unserer Bayferrox®-Pigmente eingesetzt werden. Die Eisenoxidpigmente verhalten sich bei der Verwendung im wesentlichen inert. Die Verpresstemperaturstabilität und Phototropiestabilität der Eisenoxidpigmente sind im Einzelfall zu prüfen (s. Punkt 7.1 und 7.2).

### Anorganische Pigmente für die Papierindustrie

#### 8.2 COLORTHERM® Green-Pigmente

Diese Pigmentgruppe werden aus Kostengründen in Papier sehr selten eingesetzt. Hier werden in erster Linie organische Pigmente vorgezogen. Hinsichtlich der Verarbeitung in Papier gibt es jedoch keine Schwierigkeiten.

#### Tabellarische Übersicht

Pigment	Anwendungsgebiete
Bayferrox® 110, 120, 120 N, 130, 140, 180	alle Papiere
Bayferrox® 420, 1420, 3910, 920, 920 Z, 943, 960	alle Papiere
Bayferrox® 610, 655, 663	alle Papiere
Bayferrox® 306, 318 M, 318 MB, 360	alle Papiere
COLORTHERM® Yellow 10	lichtechte und verpress- temperaturstabile Dekorpapiere
COLORTHERM® Green GN-M	Papiermasse, Dekorpapier

### Anorganische Pigmente für die Papierindustrie

#### 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.

LANXESS Deutschland GmbH  
Business Unit Inorganic Pigments  
Rheinuferstraße 7-9  
47829 Krefeld  
Deutschland

Fax +49 2151 88 8111

[www.lanxess.de](http://www.lanxess.de)  
[www.bayferrox.de](http://www.bayferrox.de)

Bayferrox® ist eine eingetragene Marke der Bayer AG, Leverkusen, Deutschland.  
Colortherm® ist eine eingetragene Marke der LANXESS Gruppe.