



## Die Pigmentindustrie – eine alte Industrie im Spannungsfeld zwischen klassischen Pigmenten und nanotechnologischen Produkten

### Die wirtschaftliche Bedeutung der Pigment- und Füllstoffindustrie

In Europa stellen etwa 100 Unternehmen Pigmente und Füllstoffe auf synthetischem Wege her. Diese zu etwa 75% mittelständischen Unternehmen weisen einen Umsatz von etwa 8,1 Mrd. € auf und beschäftigen etwa 23.000 Mitarbeiter. Deutschland ist sowohl ein wesentlicher Produktionsstandort als auch ein bedeutender Markt für Pigmente und Füllstoffe.

### Was sind klassische Pigmente und Füllstoffe, wo werden sie eingesetzt?

Klassische Pigmente sind aus festen Teilchen bestehende im Anwendungsmedium unlösliche Stoffe, welche in der Begriffsnorm DIN 55943 beschrieben sind. In der DIN 55944 sind Pigmente nach koloristischen und chemischen Gesichtspunkten aufgelistet. In der Anwendung der Pigmente werden Eigenschaften wie z.B. Dispergierbarkeit, Farbstärke, Licht- und Wetterechtheit, Migrationsbeständigkeit, Farbton und Deckvermögen verlangt. Diese Eigenschaften hängen sowohl von der chemischen Zusammensetzung der Pigmente als auch von Größe und Morphologie der Partikel ab.

Füllstoffe werden primär wegen ihrer technischen Eigenschaften und nur sekundär wegen ihrer koloristischen Eigenschaften eingesetzt. Diese Füllstoffe müssen in Hinblick auf die technischen Anforderungen homogen im Anwendungsmedium verteilt sein. Es handelt sich meistens um sehr feinteilige feste Stoffe. Pigmente und Füllstoffe werden oftmals durch mechanische und/oder chemische Oberflächenbehandlung auf spezifische Anwendungsbedingungen hin optimiert. Die Dicke dieser Schichten auf den Pigmentoberflächen ist allein von den zu erzielenden technischen Eigenschaften abhängig.

Pigmente und Füllstoffe werden zum Einfärben bzw. Füllen von Lacken, dekorativen und schützenden Anstrichen von Gebäuden und Maschinen, Kunststoffen, Druckfarben, Keramik, Kerzen, Papier, Pharmazeutika, Gummi, Schleifmittel, Seife, Textilfasern, Lebensmitteln, dekorativer Kosmetik, Sonnenschutz, Spielzeug, Verkehrsschildern, Sicherheitstechnik, Zement und vielem mehr eingesetzt.



## Was bedeutet Nanotechnologie?

Eine Zukunftstechnologie, die ein großes Potential an neuen Möglichkeiten bietet, ist die Nanotechnologie. Im Nanometerbereich können chemische, physikalische und biologische Stoffeigenschaften von Teilchen und Strukturen auftreten, die an die Partikelgröße gebunden sind, und die bei makroskopischen Partikeln derselben Zusammensetzung nicht zu beobachten sind. Unter Nanotechnologie versteht die Wissenschaft die bewusste Herstellung von Werkstoffen im Größenbereich von 1 bis 100 nm mit nanotechnologischen Prozessen.

Fast jeder Gegenstand unserer Umgebung weist Nanostrukturen auf. Wenn durch diese Nanostrukturen besondere Eigenschaften erzielt werden, versuchen wir diese nachzuahmen. Auch viele natürliche Pigmente und Füllstoffe, die ein allgegenwärtiger Teil unserer Umgebung sind, enthalten teilweise Nanostrukturen.

In der Nanotechnologie werden Nanopartikel gezielt mit einer Partikelverteilung im Korngrößenbereich zwischen 1 und 100 nm hergestellt, um besondere, nur in diesem Bereich auftretende Eigenschaften zu erreichen. Klassische Pigmente und Füllstoffe hingegen werden nicht mit nanotechnologischen Methoden hergestellt. Mit den klassischen Herstellverfahren werden Pigmente und Füllstoffe in möglichen Kornspektren zwischen 50 und 50.000 nm erhalten; dabei liegt immer ein mehrere hundert Nanometer breiter Korngrößenbereich vor.

Die pigmentspezifischen Definitionen sind in der DIN 55943 enthalten. Fachleute aus den Materialwissenschaften haben auf der Normungsebene von ISO Technische Spezifikationen, die „ISO TS 80004-1 Nanotechnologies -- Vocabulary -- Part 1: Core terms“ und „ISO/WD TS 80004-4 -- Terminology and Definitions for Nanostructured Materials“, erarbeitet, um aus wissenschaftlicher Sicht eine einheitliche Begriffswelt zu definieren. Diese Definitionen sind nicht für regulative Zwecke bestimmt.

## Nanoskalige Systeme mit Pigmenten und Füllstoffen

Pigmente und Füllstoffe sind in allen Bedarfsgegenständen des modernen Lebens enthalten und sind daraus nicht mehr wegzudenken. Sie erfüllen sowohl funktionale, dekorative, schützende als auch sicherheitstechnische Anforderungen. Farbeffekte haben bei Gebrauchsgegenständen eine große Bedeutung und beeinflussen die Kaufentscheidung der Kunden.

Die Verbesserung anwendungstechnischer Eigenschaften ist seit jeher das besondere Anliegen der Pigment- und Füllstoffindustrie. Klassische Pigmente und Füllstoffe liegen in mehr oder weniger breiten Korngrößenverteilungen im Mikrometerbereich und in unterschiedlichen Morphologien vor. Beim Dispergieren in Anwendungsmedien, wie Lacken oder Kunststoffen, können,



abhängig von der Höhe der eingesetzten Scherkräfte und der Morphologie bzw. Korngrößenverteilung der Ausgangsmaterialien, nanoskalige Systeme erzeugt werden. In Endprodukten sind die feinen Partikel fest in Matrices eingebunden und deswegen nicht frei verfügbar. Die Anwendung der Nanotechnologie öffnet im Markt neue Chancen und dem Verbraucher neue bzw. verbesserte Gebrauchseigenschaften.

### Beispiele für nanoskalige Systeme

- Der Einsatz von hochwirksamen Sonnenschutzmitteln ist sowohl am Strand als auch im Hochgebirge unverzichtbar. Da aber die wenigsten Verbraucher weiß eingefärbt herumlaufen wollen, soll ein Sonnenschutzmittel möglichst unsichtbar, aber dennoch sehr wirksam sein. Dies wird durch nanoskalig in Sonnenschutzmitteln dispergierte anorganische „UV-Filter“ erreicht.
- Effektbeschichtungen erhalten durch relativ große Metall- oder Glimmerpigmente ein glitzerndes oder metallisches Aussehen. Die Farbpalette der Effektpigmente ist begrenzt; es können nicht alle bunten Metallic- oder Effektbeschichtungen nur mit den Effektpigmenten allein hergestellt werden. Durch den Einsatz sehr fein im Lack dispergierter farbiger Pigmente steht die gesamte Bandbreite der Farben zur Verfügung.
- Der Decklack eines Automobils oder eines Parkettfußbodens soll zum Erhalt eines hohen Glanzes möglichst kratzfest sein und nicht durch Licht- oder Wettereinflüsse altern. Durch die Verwendung von nanoskalig dispergierten anorganischen Füllstoffen und Pigmenten ist es möglich, sowohl die Kratzfestigkeit als auch den UV-Schutz eines Automobil-Decklackes oder eines Holzparkett-Lackes wesentlich zu erhöhen. Die Eigenschaften „kratzfest“ und „lichtbeständig“ sind Systemeigenschaften eines Lackes, die vom Käufer ebenfalls in die Kaufentscheidung einbezogen werden.
- Ein Klebstoff beispielsweise muss einerseits gut haften, und andererseits benötigt er auch eine innere Festigkeit, weil er sonst zerfließen würde. Mit den herkömmlichen Möglichkeiten eines Polymerchemikers lassen sich diese beiden Eigenschaften nicht unabhängig voneinander optimieren, sie sind gegenläufig. Mit der Herstellung von Dispersionen, die winzige Kunststoffkügelchen in der Größenordnung von einigen hundert Nanometern und zusätzlich nanoskalige organische oder anorganische Teilchen in der Größenordnung von 10 bis 20 Nanometer enthalten, lassen sich solche Eigenschaften optimieren.
- Ein weiteres Beispiel, um bekannten Substanzklassen neue Eigenschaften zu verleihen, sind wässrige Polymerdispersionen, diese finden sich zum Beispiel in Fassadenfarben. Dort macht eine neue Bindemittelgeneration durch Ausbildung einer Nanostruktur Fassaden besonders widerstandsfähig gegen Witterungseinflüsse und Schmutz. Das Prinzip: anorganische Nanopartikel werden in organische Polymerteilchen wässriger Dispersionen eingearbeitet und fixiert. Nach dem Auftragen und



Trocknen des Beschichtungsstoffes bilden die anorganischen Nanopartikel ein homogenes dreidimensional gebundenes Netzwerk, das als Schicht gegen Schmutz schützt und die Farbe länger erhält.

- Bei Oberflächenbeschichtungen, die eine photokatalytisch aktive nanoskalig dispergierte Halbleitersubstanz enthalten, löst der UV-Anteil von Sonnenlicht einen Abbauprozess von organischem Schmutz oder von Schadstoffen aus.

## Verbraucher- und Arbeitsschutz in der Pigment- und Füllstoffindustrie

Der Verbraucher kommt mit Pigmenten und Füllstoffen in der Regel nur über die damit beschichteten und/oder eingefärbten Gegenstände in Kontakt. Dabei sind die nanoskalig dispergierten Partikel entweder fest in eine Matrix oder in ein Flüssigpräparat eingebunden.

In der pigmentherstellenden und -verarbeitenden Industrie ist der Umgang mit chemischen Stoffen durch eine Reihe von Gesetzen und Verordnungen hinreichend geregelt. Kontrollmessungen stellen sicher, dass die gesetzlichen Vorgaben eingehalten werden. Als zusätzliche Maßnahme haben der Verband der chemischen Industrie (VCI) und die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) den „Leitfaden für Tätigkeiten mit Nanomaterialien am Arbeitsplatz“ im Jahr 2007 herausgegeben.

Pigmente und Füllstoffe zeigen Korngrößenverteilungen, die immer produktionsspezifisch sind. Es ist folglich stets ein gewisser grob- und feinteiliger Anteil in jedem Pigment bzw. Füllstoff vorhanden. Der feinteilige Anteil ist in Aggregaten und Agglomeraten gebunden, welche selbst Abmessungen im Mikrometerbereich zeigen. In freier Form sind Nanopartikel in Pigmenten und Füllstoffen nicht in signifikanten Mengen nachgewiesen worden.

Bei den toxikologischen Prüfungen, auf die sich die Angaben in den Sicherheitsdatenblättern beziehen, werden die Pigmente einschließlich des darin möglicherweise enthaltenen nanoskaligen Anteils eingesetzt. Die resultierenden toxikologischen Ergebnisse beinhalten auch immer die Auswirkungen des aggregierten Nanomaterials, das im Pigment bzw. Füllstoff enthalten sein kann. Ein mögliches toxikologisches Risiko ist somit erfasst.

Die Herstellung von feinteiligen Pigmenten und Füllstoffen erfolgt in industriell betriebenen Anlagen, bei denen alle Aspekte der Arbeitssicherheit und des Umweltschutzes gewährleistet sind. Messungen haben gezeigt, dass die Partikelkonzentration im nanoskaligen Bereich innerhalb der Produktionsanlage nicht signifikant höher ist als in der Umgebungsluft. Es werden folglich keine zusätzlichen Belastungen von Mensch und Umwelt festgestellt. Filter im Absaug- oder Umfüllvorgang sind Stand der Technik.



Bei der Weiterverarbeitung, z.B. der Herstellung eines Lackes, werden die Einzelkomponenten meistens automatisch zudosiert. Im Lack sind Pigmente und Füllstoffe von der flüssigen Matrix umgeben. Emissionen feinteiliger Stoffe könnten deswegen nur bei dem Umfüllvorgang auftreten, dort werden sie aber durch Filteranlagen verhindert. Bei der Applikation des Fahrzeuglackes in industriellen Anlagen wird durch bestehende Auflagen und Gesetze die Emission für Betriebspersonal und Umwelt minimiert. Untersuchungen am fertigen Lack haben gezeigt, dass durch Abrieb keine zusätzliche Belastung der Umwelt durch nanoskalige Pigment- und Füllstoffpartikel entsteht.

## Aktivitäten des VdMI zum Thema Nanotechnologie

Der VdMI hat als Forum der deutschen Pigmentindustrie zum Thema „Nano“ in seiner Technischen Kommission Pigmente einen themenbezogenen Arbeitskreis gegründet. Dort werden alle aktuellen Themen behandelt und Aktivitäten vereinbart.

Der VdMI unterstützt, auch finanziell, die Normenarbeit auf DIN, CEN und ISO-Ebene zu allen Pigmente und Füllstoffe betreffenden Themen.

Der VdMI hat eine Untersuchung zum Thema „Risikobewertung zur Freisetzung von Pigment-Nanopartikeln in die Umwelt am Ende des Life-Cycle-Prozesses“ in Zusammenarbeit mit der Universität Dresden und dem Fraunhofer Institut IPA in Stuttgart auf den Weg gebracht.

## Veröffentlichungen zum Thema Verbraucher- und Arbeitsschutz

Die Pigmentindustrie bekennt sich zur „Responsible Care“ Initiative der chemischen Industrie und ist sich ihrer Verantwortung für Mitarbeiter, Weiterverarbeiter, Verbraucher und Umwelt sehr bewusst.

Mit der Herausgabe der Broschüre „Safe Handling of Pigments“ beschriftet die Pigment- und Füllstoffindustrie im Jahr 1995 neue Wege. Diese Broschüre wurde 1996 auf dem 2nd International Forum on Chemical Safety als „guidance document“ aufgeführt. „Safe Handling of Pigments“ wurde in den Sprachen Deutsch, Englisch, Französisch, Spanisch, Portugiesisch und Chinesisch veröffentlicht.

In der Broschüre „Ceramic Decorating Materials“ wurde in ähnlicher Weise über den sicheren Umgang mit den Produkten für die keramische Industrie berichtet. Diese Broschüre ist in Deutsch, Englisch, Spanisch und Italienisch erschienen.

In der Broschüre „Colourants for Food Contact Plastics“ berichten die Pigment- und Füllstoffindustrie über den sicheren Einsatz ihrer Produkte für Kunststoffe im Lebensmittelkontakt. Diese Broschüre ist in Deutsch und Englisch erhältlich.



Herausgeber dieser Broschüren waren die Verbände

- ANFFECC (Spanien)
- BCMA (Großbritannien)
- Ceramicolor (Italien)
- EPSOM (Frankreich)
- ETAD (Schweiz)
- VdMi (Deutschland)
- Eurocolour (Europa)

Im Positionspapier des VdMi „Anorganische Pigmente unter REACH“ sind beispielhaft eine Reihe anorganischer Pigmente aufgeführt\*.

Die Pigment- und Füllstoffindustrie bekennt sich zur Verantwortung der chemischen Industrie insgesamt, sichere Produkte für Mensch und Umwelt zur Verfügung zu stellen.

\*[http://www.vdmi.de/files/Anorganische\\_Pigmente\\_unter\\_REACH.pdf](http://www.vdmi.de/files/Anorganische_Pigmente_unter_REACH.pdf)

Der **Verband der Mineralfarbenindustrie e.V. (VdMi)** vertritt u.a. die Interessen der deutschen Hersteller von anorganischen und organischen Pigmenten, Carbon Black und hellen Verstärkerfüllstoffen.

VdMi ist Mitglied im europäischen Dachverband **Eurocolour**, der die Interessen der Hersteller von Pigmenten, Füllstoffen und Farbstoffen auf europäischer Ebene vertritt. Die Sekretariatsführung ist im VdMi.

**Kontakt:**

Mainzer Landstrasse 55  
60329 Frankfurt  
Tel.: (069) 2556 - 1351  
Fax: (069) 25 30 87  
E-Mail: [info@vdmi.vci.de](mailto:info@vdmi.vci.de)  
Homepage: [www.vdmi.de](http://www.vdmi.de)