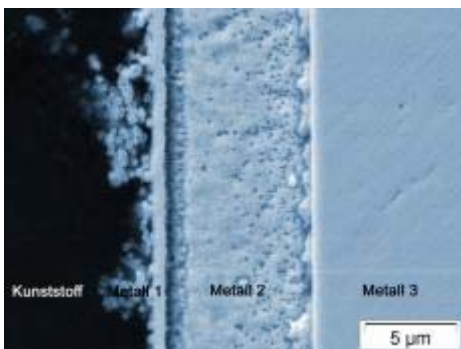


Physik und Chemie an Grenzflächen

- Oberflächliches tiefgehend betrachten

Viele Phänomene des Alltags werden durch die Eigenschaften von Oberflächen und Grenzflächen bestimmt. Innere Grenzflächen entstehen im Übergangsbereich zwischen nicht miteinander mischbaren Phasen, während die Oberfläche eines Materials eine äußere Grenzfläche darstellt. Die Fettaggen auf der Suppe oder der Schaum im Bierglas sind nur zwei Beispiele für Systeme mit inneren Grenzflächen. Systeme, bei denen die Oberfläche eine wichtige Rolle spielt, sind zum Beispiel poröse Körper. Diese besitzen bezogen auf ihr Volumen eine riesige Oberfläche, was ihre Materialeigenschaften dramatisch beeinflusst. So sind poröse Materialien in der Lage, Flüssigkeiten oder Gase in großer Menge aufzunehmen und können deshalb in Waschmitteln als Enthärter oder in Katalysatoren als Trägermaterialien eingesetzt werden.

Um den Einfluss von Grenzflächen auf die Materialeigenschaften gezielt steuern zu können, ist es erforderlich, die relevanten chemischen und physikalischen Vorgänge genau zu verstehen. In der chemisch-pharmazeutischen Industrie gibt es eine Vielzahl von Beispielen für solche "grenzflächenbestimmten" Produkte. Die Physik und die Chemie der Grenzflächen bestimmen so z.B. darüber, ob ein Lack auf dem Auto haftet, ob eine Dispersionsfarbe streichfähig ist und einen glatten Film bildet oder wie schnell der Wirkstoff eines Arzneimittels freigesetzt wird.

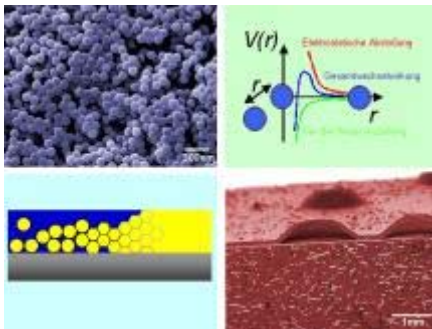


Elektronenmikroskopische Aufnahme eines Schnitts durch einen Kunststoff (schwarz), der mit verschiedenen Metallschichten beschichtet ist. Die direkt auf dem Kunststoff aufgebraute Schicht dringt in die Oberflächenporen des Kunststoffes ein und sorgt somit für eine mechanische Haftvermittlung.

Die Beschichtung von Kunststoffen mit Metallen, wie man sie z.B. von den Armaturen im Badezimmer kennt, bereitet Forschern und Entwicklern einiges an Kopfzerbrechen. Metalle haben im allgemeinen eine sehr hohe Oberflächenspannung, während die von Kunststoffen sehr niedrig ist. Dies bedeutet, dass Kunststoffoberflächen von Metallen nur schlecht benetzt werden und somit das Aufbringen eines glatten und homogenen Metallfilms sehr schwierig ist. Durch intelligente Oberflächenbehandlungen, die zum Beispiel den Einbau von Ionen in die Oberfläche bewirken, gelingt es jedoch, die Oberflächenenergie von Kunststoffen zu erhöhen und sie somit für Metalle besser benetzbar zu machen. Dennoch kann die Haftung eines Metallfilms auf einer solchen Oberfläche immer noch zu gering sein, um dauerhafte Metallisierungen beispielsweise von Duschköpfen aus Kunststoff zu realisieren. Eine verstärkte Haftung kann durch einen weiteren Trick erzielt werden. Die Kunststoffoberfläche wird vor der Beschichtung durch einen Ätzschritt aufgeraut, so dass Poren entstehen, in die der Metallfilm bei der Beschichtung eindringen kann und somit zusätzlich mechanisch mit der Oberfläche verzahnt wird. Dieser Mechanismus ähnelt dem "Druckknopf-Prinzip" und wird durch die nebenstehende elektronenmikroskopische Aufnahme illustriert.

Ein Beispiel für ein Produkt, in dem Grenzflächen sowohl bei der Herstellung, der Verarbeitung und schließlich in der Anwendung eine wichtige Rolle spielen, sind wässrige Polymerdispersionen. Diese werden u.a. als filmbildende Komponente in umweltfreundlichen lösemittelfreien Lacken eingesetzt. Während der Herstellung und Lagerung sorgen abstoßende Kräfte zwischen den Dispersionsteilchen für eine stabile

Dispersion. Diese abstoßenden Kräfte werden durch Modifizierung der Teilchenoberflächen erreicht, in dem man zum Beispiel während der Polymersynthese Säuregruppen in die Oberfläche einbaut, die die Teilchen in der Dispersion mit sich gegenseitig abstoßenden negativen elektrischen Ladungen versehen. Diese elektrostatische Stabilisierung ist ein Beispiel für den direkten Zusammenhang einer chemischen Oberflächenreaktion und einer physikalischen Wechselwirkung.



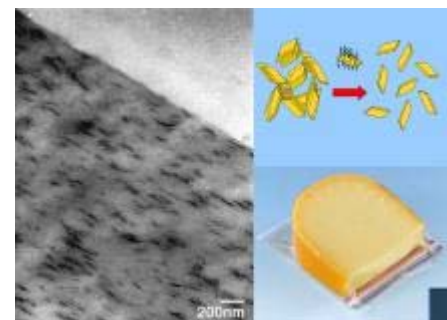
Polymerteilchen (o. links) die durch elektrische Oberflächenladungen als Dispersion stabilisiert werden können (o. rechts). Beim Verfilmungsvorgang während des Eintrocknens werden die Teilchen so stark komprimiert, dass die Grenzflächen zwischen den Teilchen verschmieren und sich ein homogener Film bildet (u. links). Ein auf Polymerdispersionen basierender Lackfilm. Gezeigt ist eine Stelle, an der der Lackfilm nicht auf dem Substrat haftet und Blasen bildet (u. rechts).

Während der Aufbringung des Lackes spielen die Oberflächeneigenschaften der Teilchen wieder eine entscheidende Rolle für die Filmbildung. Mit abnehmendem Wassergehalt des Films während der Trocknung kommen sich die Teilchen immer näher, bis sie schließlich so stark komprimiert werden, dass sie miteinander verfließen und somit einen homogenen Film bilden.

Dabei bestimmt die Partikelgröße, die wiederum mit der Ladung der Partikeloberfläche zusammenhängt, wie stark diese Kompressionskräfte sind.

Auch die Anwendung eines solchen Lackfilms, etwa als Korrosionsschutz, wird durch die Grenzflächeneigenschaften bestimmt. So ist die Adhäsionskraft zwischen Lack und Substrat entscheidend dafür, ob eine dauerhafte Beschichtung realisiert werden kann. Die Adhäsion kann zum Beispiel durch sog. Haftvermittler in der Grenzfläche erhöht werden, die für zusätzliche kovalente, d.h. chemische Bindungen zwischen Lack und Substrat sorgen.

Arbeitet man Nanoteilchen in eine Polymermatrix ein, so kann man auch hierdurch die Materialeigenschaften des Polymers drastisch verändern. Solche Polymer-Nanokomposite können verwendet werden, um die Gasdurchlässigkeit von Folien zu verringern. Dazu werden zum Beispiel Schichtsilikate, das sind nur wenige Nanometer dicke mineralische Plättchen, in eine Folie eingebracht. Normalerweise neigen solche Plättchen dazu, sich in Stapeln und Aggregaten anzuordnen. Die Kunst, dieses zu verhindern, besteht nun darin, die Oberfläche der Plättchen so zu modifizieren, dass die anorganischen Plättchen zur umgebenden organischen Polymermatrix kompatibel werden und sich dadurch einzeln verteilt in der Polymermatrix anordnen lassen. Da Gase die Plättchen nicht durchdringen können, wirken diese als Diffusionsbarriere. Gasmoleküle müssen beim Diffundieren durch das Polymer somit einen Umweg durch das aus den Plättchen gebildete Labyrinth nehmen. Dieser Mechanismus ist äußerst effektiv und hält die Aromen im und die Umgebungsluft fern vom Käse.



Elektronenmikroskopische Aufnahme von Schichtsilikaten in einer Kunststoffolie (links). Diese wirken nur dann als Gasbarriere, wenn sie einzeln dispers in den Kunststoff eingearbeitet werden können (o.rechts). Durch chemische Modifikation der Oberflächen können dispergierbare "Organoclays" hergestellt werden, die Ihren Einsatz zum Beispiel in Verpackungsfolien für Lebensmittel finden (u. rechts).

Diese Beispiele sollen verdeutlichen, wie es durch die gemeinsame Anstrengung von Chemikern, Physikern und Ingenieuren gelingt, chemische und physikalische Vorgänge an Grenzflächen zu verstehen und diese zu nutzen, um innovative Materialien mit definierten Eigenschaften zu entwickeln.

Die **Bayer Technology Services GmbH** entwickelt als Technologieunternehmen im Bayer-Konzern innovative Verfahren und Produkte. Als weltweit operierende Servicegesellschaft bieten wir unsere Dienstleistungen verstärkt auch Kunden auf dem externen Markt an.

Nähere Informationen zu unserem Leistungsspektrum auf dem Gebiet der Physik und Chemie von Grenzflächen erhalten Sie in unseren Produktbeschreibungen:

Disperse Systeme und Grenzflächen
Oberflächen- Partikel- und Materialcharakterisierung
Optische Verfahrensanalyse
High Throughput Experimentation

Bei weiteren Fragen wenden Sie sich bitte an **Dr. Christoph Schild**.

Allgemeine Informationen zur Forschung im Bayer-Konzern finden Sie unter <http://www.bayer.de/de/bayer/forschung.php>