

2 Farben

2.1 Porosität / Kapillarität

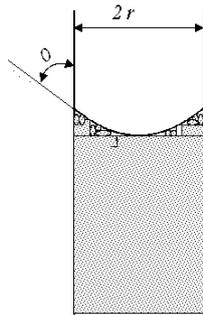
o Begriffserklärung

Stoffe mit porösen Oberflächen d.h. mit vielen engen Hohlräumen (Poren) besitzen die Eigenschaft, Flüssigkeiten aufzusaugen. Die engen Poren, die man als Kapillaren bezeichnet, üben eine Anziehungskraft auf Flüssigkeiten aus, die größer wird, je kleiner der Durchmesser der Kapillare ist.

o Berechnung der Kapillarität

Die kapillare Steighöhe h beträgt:

$$h = (2 \sigma \cos\alpha) / (\rho g r) \quad (\text{in mm})$$

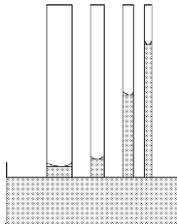


wobei σ : Oberflächenspannung der Flüssigkeit (in N/m^2)
 g : Erdbeschleunigung, $g=9.81 \text{ m/s}^2$
 ρ : Dichte der Flüssigkeit (in kg/m^3)
 r : Radius der Kapillare (in m)
 α : Randwinkel Flüssigkeit/Gas (Luft)

vereinfacht:

$$h = k / r \quad (k: \text{Konstante})$$

□ Aufgabe:



- Bestimme die Steighöhe der beiden großen Kapillaren und berechne die Konstante k .
- Welchen Durchmesser haben die kleineren Kapillaren?

o Anwendung

- Beim Anstreichen von porösen Stoffen (z.B. Holz, Putz) dringt die Grundfarbe in die Kapillaren ein und verankert den gesamten Anstrich gut. Allerdings müssen dünnflüssige Grundfarben verwendet werden, da ansonsten die Grundfarbe auf der Oberfläche "liegen bleibt".
- Glänzende und fleckenlose Anstriche erhält man nur wenn vorher die Ansaugkraft des porösen Stoffes durch mehrere Grundanstriche beseitigt wurde.
- In feuchten Räumen (Bad, Küche) sollten Farben verwendet werden, die die Feuchtigkeit in das poröse Mauerwerk lassen, sogenannte atmungsaktive Anstrichmittel (z.B. Leim- oder Dispersionsfarben). Ansonsten bilden sich Tropfen an Wänden und Decke, beispielsweise bei Lackfarben- und Ölfarbenanstrichen. Gleiches gilt für die Behandlung von Holz.

2.2 Chromatographie

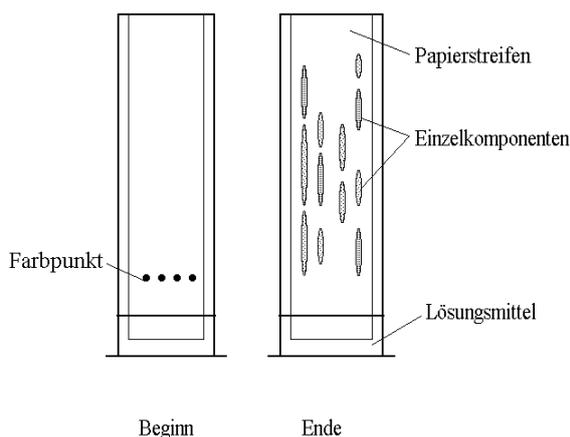
o Begriffserklärung

Bei diesem Analysverfahren bewegt sich eine flüssige (oder gasförmige) Phase, in die eine kleine Menge des zu analysierenden Stoffes gegeben wird, über eine feste ruhende Phase. Die einzelnen Komponenten des Stoffes werden dabei aufgeteilt.

□ Aufgabe:

Trennen von Farbstoffgemischen durch Papierchromatographie

o Versuchsaufbau



o Anleitung

- Auf einem Papierstreifen wird ein Zentimeter vom unteren Rand entfernt ein Bleistiftstrich gezogen, auf den mit drei unterschiedlichen Tuschestiften je ein Punkt (Durchmesser max. 1 mm) gezeichnet wird.
- Der Papierstreifen wird so in einen Standzylinder gehängt, daß er etwas in ein Flüssigkeitsgemisch aus Butanol-(1), Essigsäure und Wasser im Volumenverhältnis 12:3:5 eintaucht, ohne daß der Streifen den Boden oder die Seitenwand berührt.
- Was kann man beobachten?

o Erklärung des Vorgangs

Jede Tinte oder Tuscharbe besteht aus einer charakteristischen Mischung von Farbstoffen. Durch Kapillarkräfte steigt die Flüssigkeit im Papier auf. Der farbige Punkt löst sich auf und wird mittransportiert. Die einzelnen Farbstoffe lösen sich unterschiedlich gut im Lösemittel und haften unterschiedlich stark an der Papieroberfläche, so daß sie unterschiedlich schnell und weit mittransportiert werden.

Diese Methode wird beispielsweise bei polizeilichen Ermittlungen und gerichtlichen Untersuchungen angewendet.

□ Aufgabe:

- Erwärme etwas Kupfersulfat CuSO_4 vorsichtig im Reagenzglas
- Was kann man beobachten?

- Das Pulver wird weiß weil das kristallin gebundene Wasser sich löst (Tropfen !)
- Reaktionsgleichung: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{CuSO}_4 + 5\text{H}_2\text{O}$
- Füge dem abgekühlten Kupfersulfat etwas Wasser zu.

o Ergebnis

- Die Farbe von Stoffen hängt von den Elementen der Verbindung ab und davon, wie diese miteinander verbunden sind.
- Woraus bestehen unsere Farben, und wie werden sie hergestellt ???

2.3 Farbmittel

Die Anstrichstoffe erhalten ihr farbiges Aussehen durch Farbmittel, die sich einteilen lassen in

- **Pigmente**; dies sind unlösliche Körnchen (Durchmesser ca 1 μm), und
- **Farbstoffe**; die sich in Flüssigkeiten lösen

Man unterscheidet:

o Anorganische Pigmente:

- **natürliche**: Erdpigmente, heute meist ersetzt durch \downarrow
- **synthetische**: Mineralpigmente, chemisch gewonnen
- Allg.: gute/sehr gute Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten
- z.B. in Lackfarben, Leimfarben, Dispersionsfarben und Silikatfarben

o Organische Pigmente:

- **natürliche**: tierischen oder pflanzlichen Ursprungs
- **synthetische**: chemisch hergestellt
- Allg.: weniger deckvermögend, weniger licht-, wetter- und hitzebeständig, aber hohe Leuchtkraft, viele Farbtöne und Farbnuancen
- z.B. in Lackfarben, Ölfarben, Kunststoffen

o Organische Farbstoffe:

- **natürliche**: Tier- und Pflanzenfarbstoffe
- **synthetische**: chemisch hergestellte
- Allg.: sehr große Vielfalt mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften
- z. B. Beizmittelfarbstoffe, Dispersionsfarbstoffe, optische Aufheller ("Weißmacher" für Textilien und Farben). Insbesondere verwendet zum Färben von Natur- und Kunstfasern.

□ Aufgabe:

- Handelt es sich bei folgenden Farbmitteln um Pigmente oder Farbstoffe?
- Ruß, Eosin, Titandioxid TiO_2 , Fluorescein, Kreide, Eisen (III)-oxid
- Gib eine Spatelspitze des Farbmittels in ein Reagenzglas und fülle mit 10 ml destilliertem Wasser auf.

2.4 Beispiele von Farbmitteln

o Kreide

- natürliches anorganisches Pigment
- Kalk d.h. Calciumcarbonat CaCO_3
- kosmetisches Färbemittel, Kunststeine, Füllstoff bei Kunststoffen (PVC), Verwendung für Leim, Mineralfarben, Papier (zum Beschweren), Schreibekreide (heute meist Gips d.h. Calciumsulfat CaSO_4)

o Titanweiß

- synthetisch anorganisches Pigment
- Titandioxid TiO_2
- wirtschaftlich bedeutendstes Pigment mit breitester Anwendung (50 % der Weltproduktion aller anorganischen Pigmente)
- verwendet als Anstrichfarbe, zur Papierfärbung, bei Kosmetika

o Ruß

- synthetisch anorganisches Pigment
- feinverteilter Kohlenstoff, unvollständig verbrannte Kohlenwasserstoffe, verschiedene Sorten und Eigenschaften je nach Sauerstoff- und Wasserstoffgehalt
- weitaus wichtigstes Schwarzpigment. Verwendung in der Gummi-, Lack- und Farbenindustrie. In Autoreifen wegen einer Erhöhung der Beständigkeit und Abriebsfestigkeit. Wichtigstes, weil billigstes und am feinsten zu dispergierendes Schwarzpigment als Druckerfarbe

o Oxidrot

- synthetisch anorganisches Pigment
- Eisenoxid Fe_2O_3
- Rotpigment für Putze, Zementbaustoffe, Lacke

o Eosin

- synthetisch organischer Farbstoff
- gelbrote Farbe, schwachgrüne Fluoreszenz (gr. Eos: Göttin der Morgenröte)
- Verwendung für rote Tinte, Druckerfarbe, als Desinfektionsmittel (wunder Kinderpopo), Färbemittel in der Mikroskopie, zum Färben von Wolle, Baumwolle, Papier, z.T. noch für kosmetische Präparate

o Fluorescein

- synthetisch organischer Farbstoff
- gelbrote Eigenfarbe, starke grüne Fluoreszenz in Lösung
- bedingt in Wasser, sehr gut in Alkohol löslich
- Verwendet zur Markierung biochemischer Substrate, Indikator in der Medizin (bei Durchblutungsstörungen, Gallenblasen ...), bei Schiffsbrüchigen: 500 g färben ca 4000 m² Meeresoberfläche
- wegen geringer Beständigkeit keine Anwendung in Färberei, außer z.B. bei Seifen oder Badesalzen

2.5 Anorganische Pigmente

o **Natürliche anorganische Pigment**

Diese unlöslichen Farbmittel werden seit ewigen Zeiten von Menschen als Farbmittel eingesetzt, beginnend mit Höhlenmalereien aus gemahlenem Gestein (Umbrä(Manganoxide, z.B. Braunstein), Ocker(Eisenoxide)), gebunden mit Tierleim oder ähnlichem.

o **Verarbeitung**

- Entweder mit geeigneten Bindemitteln (Pasten oder Flüssigkeiten), die die Haftung auf dem Untergrund gewähren, z.B. Leim, Stärke, Leinöl.
- Oder als "Masse"-Färbung d.h. direkt vermischt mit dem einzufärbenden Stoff (ohne Bindemittel), z.B. Einfärben von Zement, Beton, Gummi, Kunststoff.

o **Eigenschaften**

- Bedingt durch ihre chemische Eigenschaften wie der Unlöslichkeit sind Pigmente unempfindlich gegen äußere Einflüsse wie Wetter, Licht, Temperaturen oder Wasser.
- Die Teilchengröße und die gleichmäßige Verteilung der Pigment-Körnchen sind maßgebend für die Farbwirkung der Pigmente. Je feiner die Teilchen, desto heller die Farbe.
- Farbveränderungen können im Laufe der Zeit auftreten durch langsame chemische Veränderungen der Pigmente oder Veränderungen der Bindemittel
- Neben dem Farbton sind häufig auch andere Eigenschaften für die Verwendung entscheidend, z.B. Korrosionsschutz bei Metallanstrichen, Laugenbeständigkeit beim Färben von Kalk- oder Zementputz, Ungiftigkeit bei Farbanstrichen von Spielwaren.

o **Anwendung**

Pigmente werden als Lackfarben, Dispersionsfarben, und Silikatfarben verwendet für Innen- und Außenanstriche, in der Drucktechnik, in der Kosmetik, als Leder-deckfarben und als Künstlerfarben.

o **Synthetische (= künstliche) Pigmente**

Berliner Blau (1704) und Kobaltblau (1774) wurden als erste hergestellt; im 19. und 20. Jahrhundert wurden viele weitere synthetische anorganische Pigmente neu entwickelt. Diese haben heute die natürlichen organischen Pigmente fast vollständig verdrängt.

2.6 Herstellung von Pigmenten

o **Fällung**

Beim Fällungsverfahren gewinnt man aus einer Lösung durch Hinzugeben eines anderen flüssigen Stoffes das Farbmittel.

□ **Aufgabe:**

- 1) - Fülle etwas Eisen(III)-chlorid-Lösung FeCl_3 in ein Reagenzglas. Gib eine Lösung von Kaliumhexacyanoferrat(II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ dazu.
 - Es bildet sich ein tiefblauer Niederschlag von $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, genannt **Berliner Blau** (synthetische, organisches Pigment).

2) - Löse eine Spatelspitze Ammoniumeisen(II)-sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$ in 10 ml Wasser und säuere mit verdünnter Salzsäure HCl an.

- Löse in einem zweiten Reagenzglas eine Spatelspitze Kaliumhexacyanoferrat(II) $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ in 10 ml Wasser.

- Schütte beide Lösungen zusammen.

- Es bildet sich ein weißer/hellblauer Niederschlag von $\text{K}_2\text{Fe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, der sich an der Luft allmählich dunkelblau färbt.

o Erklärung

Die Farbe der Pigmente hängt von der Wertigkeit der Elemente ab. Im ersten Versuch hat Eisen die Wertigkeit III, im Versuch 2) die Wertigkeit II. Durch langsame Oxidation an der Luft verfärbt sich das Pigment aus dem zweiten Versuch dunkelblau, das zweiwertige Eisen wird zu dreiwertigem Eisen oxidiert.

2.7 Literatur

Georg Wittke: Farbstoffchemie

Diesterweg/Salle (Bestell-Nr. 5368) ISBN 3-425-05368-X

Sauerländer ISBN 3-7941-1956-8

Adolf Waschner: Fachtheorie Maler und Lackierer
Handwerk und Technik