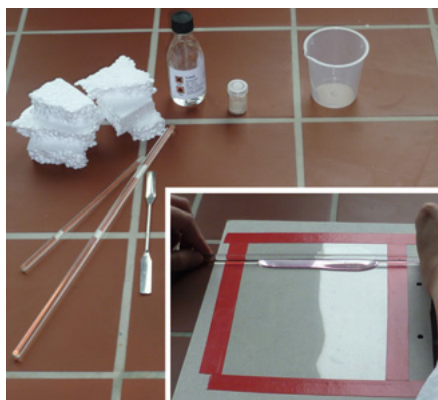


## ERWEITERUNG · VERTIEFUNG · ANWENDUNG

# Intelligente Folie und photostationäres Gleichgewicht



**B1** Material für die Herstellung der intelligenten Folie und Erzeugung eines dünnen Polymer-Films (vgl. *Chemie 2000+ Online*)

### Die intelligente Folie

#### Versuche

*Hinweis:* Mengenangaben für zwei DIN-A5-Folien.

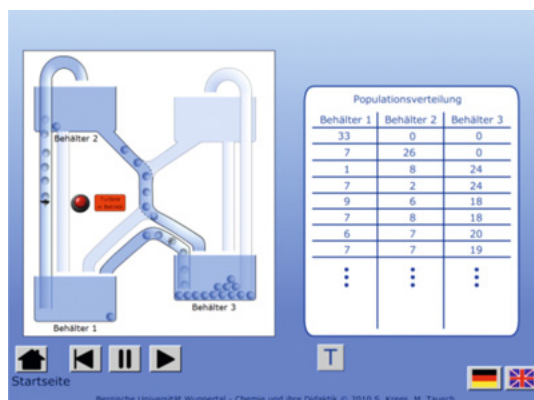
**V1** *Herstellung der intelligenten Folie:* Kleben Sie zwei hitzebeständige Kopierfolien in DIN-A5-Größe an allen Kanten mit Gewebeklebeband ab. Lösen Sie dann 50 mg Spiropyran\* in 15 mL Toluol\* und geben Sie in diese Lösung stückweise insgesamt 3,5–4 g Styropor, so dass sich eine zähflüssige, aber noch gießfähige Masse ergibt. Gießen Sie diese Masse auf das obere Ende der Folie und ziehen Sie die Masse mit einem Glasstab über die gesamte Folie. Lassen Sie die Spiropyran-Polystyrol-Lösemittel-Schicht 30 min unter dem Abzug trocknen. Entfernen Sie nun das Klebeband und schweißen Sie die beschichtete Folie in Laminierfolie ein.

**V2** Bestrahlen Sie die intelligente Folie mit UV-Licht, z. B. dem Licht einer LED-Taschenlampe ( $\lambda = 400 \text{ nm}$ ) und beobachten Sie die Farbänderung im Dunkeln mindestens 15 min lang.

**V3** Führen Sie V2 und V3, S. 258, mit der intelligenten Folie anstelle der Spiropyran-Lösung\* durch. Untersuchen Sie auch die Wirkung der verschiedenen Lichtquellen auf blau gefärbte Bereiche der intelligenten Folie.

#### Auswertung

Vergleichen Sie das Verhalten der intelligenten Folie (V2, V3) mit dem Verhalten der Spiropyran-Lösungen (vgl. S. 258) bei verschiedenen Lichtverhältnissen und Temperaturen.



**B2** Screenshot aus dem Flash-Modul zur Photostationarität (vgl. *Chemie 2000+ Online*)

### Simulationen zum photostationären Zustand

#### Aufgaben

Rufen Sie die Animation „Photostationarität“ (vgl. *Chemie 2000+ Online*) auf und bearbeiten Sie folgende Aufgaben:

**A1** Ein photostationäres Gleichgewicht ist ein Zustand eines Systems, der durch Lichteinstrahlung erzeugt und aufrechterhalten wird und in dem alle Reaktionsteilnehmer (Edukte und Produkte) in bestimmten zeitlich konstanten Anteilen vorliegen (vgl. S. 259).

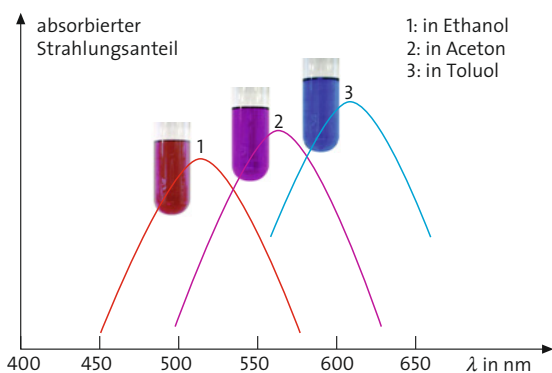
Erkunden Sie das Modul zum „Reaktionsverlauf im Energieprofil“ und geben Sie an, welche Prozesse in dem System der intelligenten Folie am photostationären Gleichgewicht beteiligt sind.

**A2** Schauen Sie sich das Modul „Simulation auf der Ebene des Teilchenmodells“ an und beschreiben Sie, warum ab einem gewissen Schritt der Simulation ein stationärer Zustand (konstante Verteilung der Kugeln in den Behältern) erreicht wird.

**A3** a) Vergleichen Sie die Module „Reaktionsverlauf im Energieprofil“ und „Simulation auf der Ebene des Teilchenmodells“ und stellen Sie Analogien zwischen beiden Darstellungen her.

b) Erklären Sie, wie sich eine Temperaturerhöhung bzw. -erniedrigung im Realversuch (intelligente Folie wird bestrahlt und taucht dabei in heißes bzw. kaltes Wasser) in der Simulation auf der Ebene des Teilchenmodells darstellen ließe.

## Die Umgebung macht's – das Phänomen der Solvatochromie



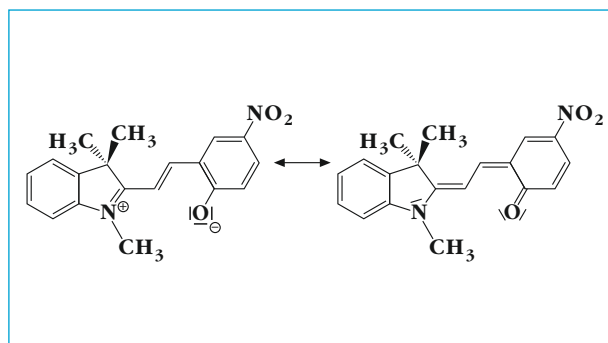
**B1** Färbung der Spiropyran-Merocyanin-Lösung nach Bestrahlung mit Licht ( $\lambda = 400 \text{ nm}$ ) und Absorptionsmaxima der Merocyanin-Lösungen in verschiedenen Lösemitteln

### Photo-, Thermo- und Solvatochromie

In den Versuchen mit Spiropyran-Toluol-Lösungen (vgl. S. 258) und der intelligenten Folie auf Spiropyran-Polystyrol-Basis (S. 260) zeigen sich **photochrome** und **thermochrome Eigenschaften**. Die photochrome Eigenschaft beruht auf den unterschiedlichen Absorptionseigenschaften der beiden Isomere und den Reaktionswegen der photochemischen Isomerisierung (vgl. S. 259, B4). Bei Bestrahlung mit Licht einer bestimmten Wellenlänge stellt sich das photostationäre Gleichgewicht ein, das mit der Gleichgewichtskonstante  $K_{h.v.}$ , also dem Konzentrationsverhältnis von Spiropyran und Merocyanin, beschrieben werden kann.

Das thermodynamische Gleichgewicht wird hingegen durch die relative Lage der Grundzustände der beiden Isomere und die Höhe der Aktivierungsenergie beeinflusst (vgl. S. 259, B4). Ein Maß für dieses Gleichgewicht ist die Gleichgewichtskonstante  $K_{\Delta}$ .

Bei Bestrahlung von Spiropyran-Lösungen in verschiedenen Lösemitteln zeigt sich eine weitere besondere Eigenschaft des Spiropyran-Merocyanin-Systems (B1). Das Phänomen der Abhängigkeit zwischen der Farbe einer Lösung und dem Lösemittel bezeichnet man als **Solvatochromie**. In den Absorptionsspektren der verschiedenen Lösungen zeigen sich hypsochrome Verschiebungen der Absorptionsmaxima des Farbstoffs Merocyanin bei zunehmend polarem Charakter des Lösemittels (B1). Man bezeichnet dieses Verhalten als **negative Solvatochromie**.



**B2** Mesomere Grenzstrukturen des Merocyanin-Moleküls; links: Zwitterion; rechts: ungeladenes Molekül. **A:** Zeichnen Sie die Molekülstrukturen ab und markieren Sie die Verschiebung von Elektronenpaaren (vgl. S. 194, B1).

Aus den Absorptionsbanden der Merocyanin-Lösungen kann abgelesen werden, dass für die Absorption im unpolaren Lösemittel Toluol eine niedrigere Energie erforderlich ist als im polaren Lösemittel Ethanol (B1). Die Anregungsenergien sind also umso größer, je polarer das Lösemittel ist.

Die Solvatochromie kann mit Struktur-Eigenschaft-Beziehungen erklärt werden. Organische Farbstoff-Moleküle enthalten als strukturelle Merkmale Chromophore, Donator- und Akzeptor-Gruppen und können zumeist durch mehrere Grenzformeln dargestellt werden. Im Fall des Merocyanins haben diese unterschiedliche Polaritäten (B2). Der Beitrag der zwitterionischen Grenzformel zur Beschreibung der tatsächlichen Elektronenverteilung im Merocyanin-Molekül ist in polaren Lösemitteln größer als der der Grenzformel ohne Ladungen (B2). Die zwitterionische Struktur kann sich durch Dipol-Dipol-Wechselwirkungen zu den polaren Lösemittel-Molekülen besser stabilisieren als in unpolaren Umgebungen. Das führt zu einer energetischen Absenkung der höchsten besetzten Energiestufe, während die niedrigste unbesetzte Energiestufe davon nicht bzw. nicht so stark beeinflusst wird.

### Aufgabe

**A1** Zeichnen Sie ein Energiediagramm zu der Aussage im letzten Satz des Textes.