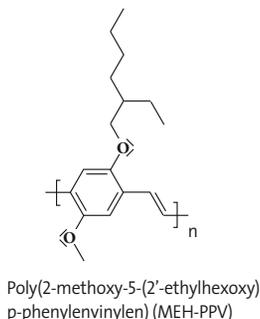
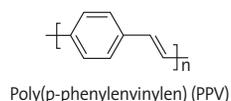
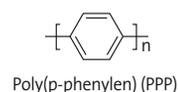
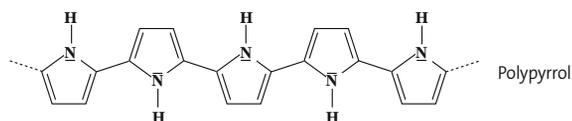
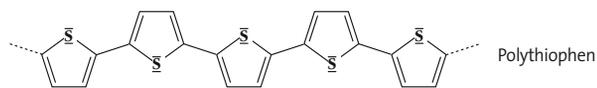
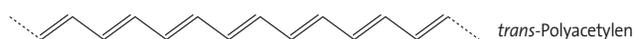


ERWEITERUNG · VERTIEFUNG · ANWENDUNG Elektrisch leitfähige Kunststoffe für Licht und Farben



B1 Grundstrukturen einiger organischer halbleitender Makromoleküle. **A:** Vergleichen Sie diese Strukturausschnitte der Moleküle und nennen Sie gemeinsame und unterschiedliche Merkmale.

Kunststoffe als organische Halbleiter

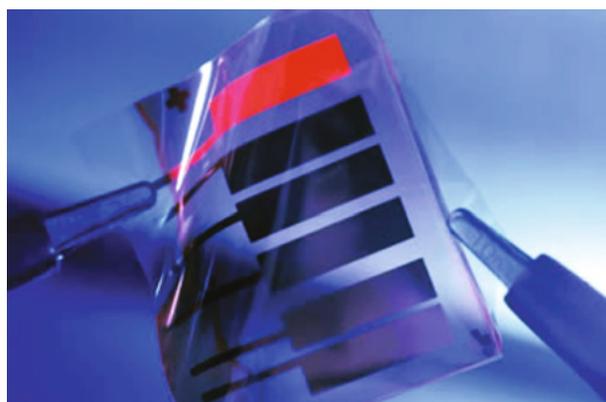
Herkömmliche Kunststoffe sind als elektrische Isolatoren bekannt. Einige Kunststoffe können aber elektrische Ladung transportieren und sich dann wie **Halbleiter** verhalten, wenn ihre Moleküle bestimmte strukturelle Voraussetzungen erfüllen. Diese sind gegeben, wenn konjugierte Doppelbindungen entlang der gesamten Makromolekülkette vorliegen (B1).

Dies wurde zwar schon in den 1960er Jahren entdeckt, doch erst im Jahr 2000 erhielten SHIRAKAWA, MCDIARMID und HEEGER den Nobelpreis für Chemie dafür.

Ähnlich wie beim Benzol-Molekül (vgl. S. 176) liegen in den elektrisch leitfähigen Polymer-Molekülen delokalisierte π -Elektronen entlang der gesamten Polymerkette vor (B1). Die Energieniveaus in diesen organischen Materialien sind vergleichbar mit dem Valenzband und dem Leitungsband bei anorganischen Halbleitern (vgl. S. 80). Die Wellenlänge des absorbierten Lichts entspricht der **Bandlücke** E_g , d.h. der Energiedifferenz (Energielücke) zwischen den Energiebändern. Ihre Größe kann durch Veränderungen der molekularen Struktur und Dotierung gezielt beeinflusst werden. Durch Absorption eines Lichtquants kann in einem

Molekül eines organischen Halbleiters ein **Elektron-Loch-Paar** (vgl. S. 245) gebildet werden. Das ist die Grundlage für den Einsatz in organischen Solarzellen (vgl. S. 252).

Wie bei anorganischen Halbleitern kann aber auch bei organischen halbleitenden Materialien durch Einwirkung einer äußeren elektrischen Gleichspannungsquelle **Elektrolumineszenz** beobachtet werden. Die Wellenlänge des emittierten Lichts entspricht der Größe der Bandlücke E_g . Damit bietet sich der Einsatz in organischen Leuchtdioden (B2) an.



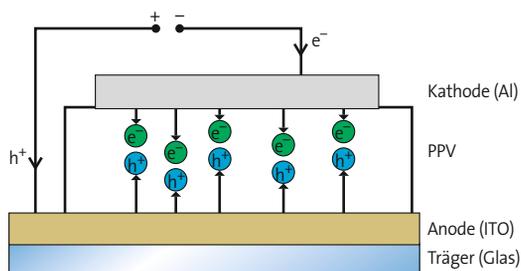
B2 Organische Leuchtdioden in einer flexiblen Matrix aus leitfähigem Kunststoff. **A:** Recherchieren Sie, welche Einsatzmöglichkeiten sich für flexible OLEDs ergeben.

Kunststoffe für organische Leuchtdioden

Während eine anorganische LED ist auf eine Leuchtfläche von nur wenigen Quadratmillimetern beschränkt ist, lassen sich organische Materialien in gelöster Form (groß)flächig auf geeigneten Substraten in Schichten aufbringen. Man erhält unterschiedlich große **organische Leuchtdioden OLEDs**. OLEDs bestehen im einfachsten Fall aus drei Komponenten (B3). Auf eine transparente Anode, z. B. leitfähiges ITO¹-Glas (vgl. *Chemie 2000+ Online*), wird ein dünner Film eines halbleitenden Polymers, z. B. PPV (B1), aufgebracht. Als Kathode dient eine dünne Schicht aus Aluminium.

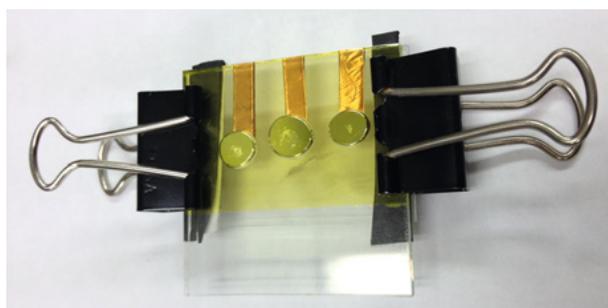
¹ ITO: leitfähige Schicht aus Indium-Zinn-Oxid (engl.: *indium tin oxide*)

Elektrisch leitfähige Kunststoffe für Licht und Farben

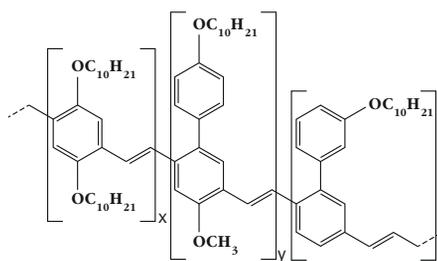


B3 Schematischer Aufbau einer einfachen OLED mit PPV. **A:** Vergleichen Sie diesen Aufbau mit dem Aufbau einer anorganischen LED.

Beim Anlegen einer Gleichspannung werden in Polymer-Molekülen, die mit dem Pluspol in Kontakt sind, Löcher h^+ erzeugt und in Polymer-Molekülen am Minuspol Elektronen e^- . Die Elektronen und Löcher wandern unter dem Einfluss des elektrischen Feldes von Makromolekül zu Makromolekül. Treffen sich ein Elektron und ein Loch in einem Makromolekül, so kommt es zur **Rekombination** des Elektron-Loch-Paares. Dabei geht das Elektron unter Emission eines Lichtquants aus dem Valenz- in das Leitungsband über. Zu den ersten technischen Anwendungen von OLEDs zählten Displays von Mobiltelefonen. Der Betrieb von OLEDs ist genau wie der von anorganischen Leuchtdioden sehr energieeffizient. Vorteilhaft bei OLEDs ist, dass z. B. Leiterbahnen aus gelösten organischen Materialien schnell und ohne großen technischen Aufwand durch Tintenstrahldruck auf ein Substrat aufgebracht werden können. Deshalb und wegen ihrer Flexibilität und mechanischen Stabilität eignen sich halbleitende Polymere auch für farbige, ultraflache, großflächige und flexible Bildanzeigen und Großmonitore.



B4 Selbstbau-OLED. **A:** Ordnen Sie die Komponenten der Selbstbau-OLED denen der in B3 dargestellten OLED zu.



B5 Strukturausschnitt aus einem Superyellow®-Makromolekül. **A:** Erklären Sie, warum Superyellow® ein Copolymer (vgl. S.129) ist.

Versuch

V1 Bauen Sie eine Selbstbau-OLED (B4) gemäß den Vorgaben aus *Chemie 2000+ Online* aus leitfähigem Glas, Superyellow®* und Galinstan zusammen. Testen Sie sie, indem Sie im abgedunkelten Raum eine Spannung von 9 V anlegen.

Auswertung

- Beobachten Sie, an welcher Stelle Elektrolumineszenz zu sehen ist, und erklären Sie, welcher Faktor die Form der leuchtenden Fläche definiert.
- Vergleichen Sie die Emitterschicht und die Galinstan-Kontakte vor und nach dem Betrieb. Leiten Sie daraus eine Aussage über die Beständigkeit der OLED ab.

Aufgaben

- Erstellen Sie eine Liste mit Gemeinsamkeiten und Unterschieden von organischen LEDs und anorganischen LEDs.
- Bei der Herstellung der OLED aus V1 ist Superyellow® das emittierende Polymer. Erklären Sie anhand der Struktur aus B5 und den Informationen dieser Dopelseite, warum sich Superyellow® als Emmitter eignet.
- Erklären Sie, warum bei der Selbstbau-OLED der Einsatz des flüssigen Galinstan günstiger als der Einsatz von Aluminium ist.
- Stellen Sie eine Hypothese darüber auf, was man beobachten müsste, wenn man bei V1 die Spannung langsam von 0V auf 9V hochregelt. Überprüfen Sie Ihre These anschließend experimentell.