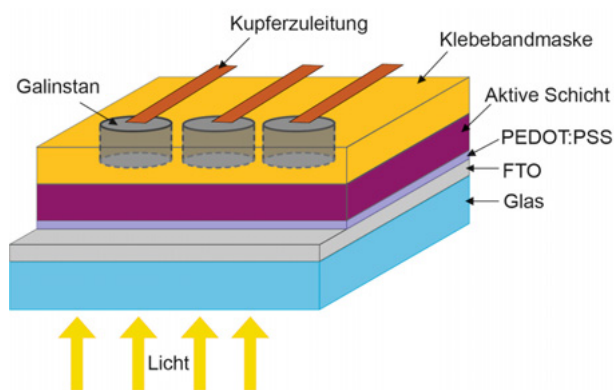


Organische Photovoltaizellen OPV

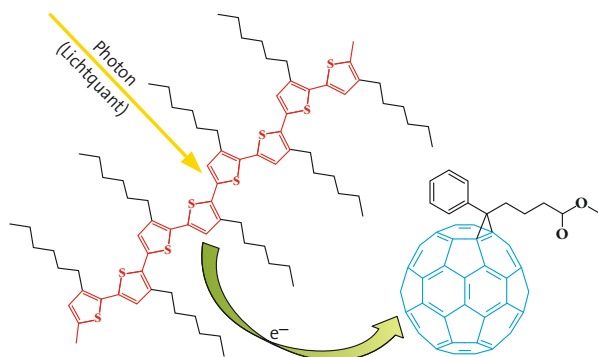


B1 Skizze zum Bau einer organischen Photovoltaizelle (vgl. detaillierte Bauanleitung unter *Chemie 2000+* Online)

Bau und Funktionsprinzip einer OPV

Eine organische Photovoltaizelle OPV wie in B1 kann mithilfe der ausführlichen Anweisungen im Flash-Modul aus B2 gebaut und getestet werden. Als tragende Grundlage dient eine Glasplatte, die einseitig mit fluordotiertem Zinnoxid (*Fluorine-doped Tin Oxide* FTO) beschichtet ist. Diese Schicht ist völlig transparent und elektrisch leitfähig. Die in B1 als PEDOT:PSS angegebene Schicht (vgl. Formeln zu A2) ist nicht unbedingt notwendig, verbessert aber die Leistung der Zelle. Das Herzstück der OPV bildet die **aktive Schicht** aus einem Polymer, dem Poly(3-hexylthiophen) P3HT und einem Fullerenderivat, dem Phenyl-C₆₁-Butansäuremethylester PCBM. Die beiden Komponenten bilden ein **nanostруктуриertes Netzwerk**, in dem es eine große Kontaktfläche zwischen P3HT und PCBM gibt.

Das Polymer wirkt als Lichtabsorber und Elektronendonator. PCBM ist Elektronen-Akzeptor und erhält dadurch eine negative Ladung e⁻. Im Polymer-Molekül entsteht ein positives „Loch“ h⁺ (ein Elektronendefizit).



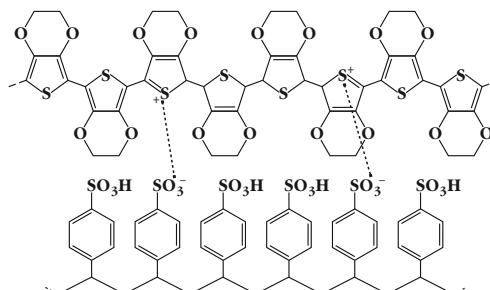
B2 Flash-Modul zu organischen Photovoltaizellen (vgl. *Chemie 2000+* Online)

Die beiden Funktionsmodelle aus B2 liefern in Form von interaktiven Animationen und erläuternden Texten ausführliche Informationen darüber, wie es zur Bildung dieses Elektron-Loch-Paares e⁻/h⁺ kommt, wie sich Elektronen und Löcher voneinander trennen, in verschiedene Richtungen auseinander driften und zu einem Stromfluss führen, der einen kleinen Elektromotor antreiben kann (vgl. S. 253, B1 und Video in *Chemie 2000+* Online).

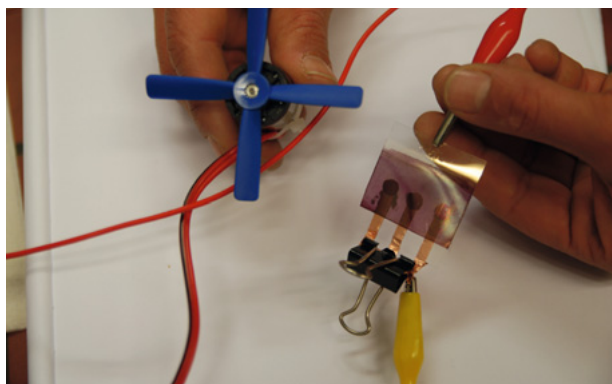
Aufgaben

A1 Vergleichen Sie Struktur des Polymers P3HT aus der OPV mit den Strukturen der Makromoleküle, in Polyethen PE, Polyethylenterephthalat PET und Polyisopren (Naturkautschuk). Nennen Sie den wichtigsten Unterschied und erläutern Sie, welche Eigenschaften darauf zurückzuführen sind.

A2 Ein Gemisch aus Poly(ethylendioxythiophen) PDOT und Poly(styrolsulfonat) PSS verbessert die Übertragung der positiven Löcher h⁺ auf die FTO-Schicht in einer OPV. Nennen Sie den strukturellen Unterschied in den Ketten der beiden Makromoleküle:



Nachhaltigkeit durch Solarenergienutzung

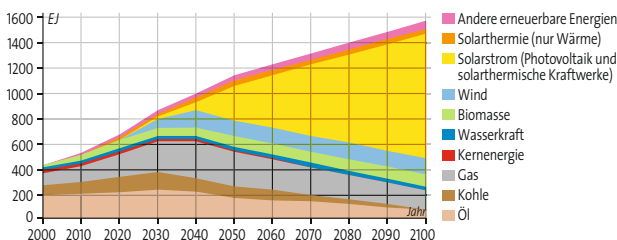


B1 Die Selbstbau-OPV treibt bei Sonnenlicht einen kleinen Elektromotor an.

Licht zu Strom und zu chemischen Energiespeichern

Die Energieeinstrahlung der Sonne auf die Erde beträgt mit $3 \cdot 10^{24}$ J pro Jahr das 100-Fache an Energie, die in den gesamten Weltreserven an Erdgas, Erdöl, Kohle und Uran enthalten ist. Eine nachhaltige Energieversorgung ist mittel- und langfristig nur möglich, wenn der Anteil der Solarenergie am globalen Energiemix stark zunimmt (B2). Dafür gibt es mehrere technische Lösungen. Während in der **Photovoltaik** Licht direkt in elektrische Energie umgewandelt wird, nutzt man in **solarthermischen Kraftwerken** gebündeltes Licht zur Erzeugung hoher Temperaturen. Damit wird Wasser zu Wasserdampf verdampft, der dann wie in konventionellen Kraftwerken Generatoren antreibt und so Strom erzeugt.

Eine weitere Möglichkeit besteht in der Nutzung von Sonnenlicht nach dem Vorbild der natürlichen Photosynthese. Dabei handelt es sich **photochemische Reaktionen**, d.h. um chemische Reaktionen, die durch Licht angetrieben werden und zur Herstellung von energiereichen Langzeitspeichern führen. Beispiele für solche



B2 Prognose zum globalen Energiemix bis zum Jahr 2100; 1 EJ (Exajoule) = 10^{18} J



B3 Solarfolien aus OPV können in moderne Verglasungen im Sinne nachhaltiger Architektur eingebaut werden.

Reaktionen sind die Herstellung von Wasserstoff durch photokatalytische Spaltung von Wasser (B4) und die photokatalytische Herstellung von Alkoholen oder Kohlenwasserstoffen aus Wasser und Kohlenstoffdioxid. Als Photokatalysatoren werden **nanostrukturierte Materialien** (vgl. S. 271) nach Mustern aus der Natur erforscht und entwickelt.

Durch Kombination geeigneter makromolekularer Kunststoffe mit elektrischen Halbleitern aus organischen Molekülen und/oder Nanomaterialien aus Kohlenstoff (Fullerene, Graphene und Kohlenstoff-Nanoröhrchen, vgl. Chemie 2000+ Einführungsphase, S. 129) kann man u.a. transparente, pastellfarbige OPV als Solarfolien herstellen. Voraussetzung ist auch dafür, dass die photoaktiven Bausteine in diesen Materialien nanostrukturiert sind. Auf den Punkt gebracht lässt sich sagen: „Nano & Photo – ein starkes Paar!“.

Aufgaben

A1 Einen besonderen Typ von OPV bilden die sogenannten *all carbon solar cells*. Führen Sie dazu eine Internetrecherche durch und geben Sie an, welche Teile der OPV aus B1 hier durch welche Kohlenstoff-Nanomodifikationen ersetzt werden.

A2 In den westeuropäischen Ländern werden pro Person im Laufe des Lebens durchschnittlich 300 000 Euro für Mobilität ausgegeben. Erläutern Sie, warum durch intensivere Solarenergienutzung Mobilität kostengünstiger und nachhaltiger werden kann.