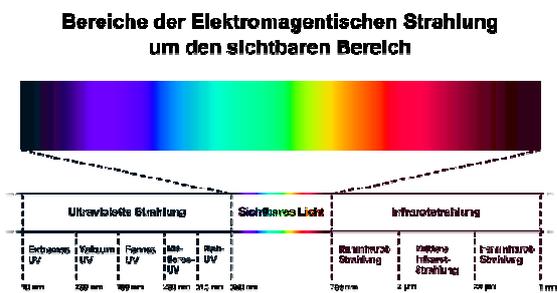


Trennverfahren - Nahinfrarotspektroskopie

Was ist Spektroskopie?

Unter Spektroskopie werden physikalisch-chemische **experimentelle Methoden** verstanden, welche mit Hilfe verschiedener Strahlungsquellen die **Wechselwirkung elektromagnetischer Strahlung mit Materie untersuchen** (siehe Abb. [1]).



[1] Bereiche der elektromagnetischen Strahlung nahe des sichtbaren Spektrums

Das **Spektrum der elektromagnetischen Strahlung** geht weit über das sichtbare Licht hinaus. **Je geringer die Wellenlänge, desto energiereicher ist die Strahlung.** Das sichtbare Licht liegt zwischen **380 (blau) und 750 nm (rot)**. Der nächste Strahlungsbereich mit höherer Wellenlänge ist der Infrarotbereich. Dieser liegt bei Wellenlängen zwischen 750 nm und 1 mm.

Elektromagnetische Strahlung ist eine Form von Energie, wobei anhand der Wellenlänge der Energiegehalt der Strahlung feststeht. **Infrarotstrahlung** besitzt einen geringeren Energiegehalt als **sichtbares Licht** oder die **Ultraviolette Strahlung**.

Nach dem **Energieerhaltungssatz** kann Energie nicht verschwinden, sondern nur in andere Formen der Energie umgewandelt werden. Trifft Elektromagnetische Strahlung auf Materie, so muss **die Energie der absorbierten Strahlung** in andere Formen der **Energie** umgewandelt werden.

Die Molekülschwingungen

Materie, wie beispielsweise ein Kunststoff ist aus Molekülen aufgebaut. Innerhalb der Moleküle sind mehrere **Atome über Bindungen miteinander verknüpft**. Die Position der Atome innerhalb eines Moleküls ist **nicht statisch**, sondern verändert sich während sog. **Molekülschwingungen** [siehe Abb. 2].

Die Streckung

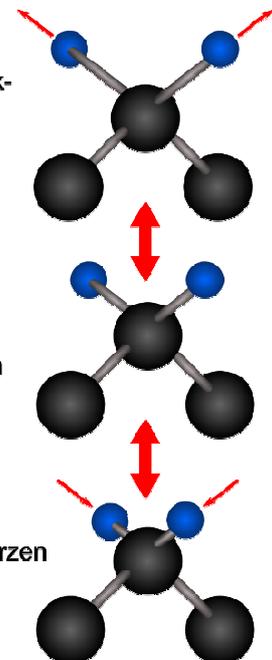
Die Bindungen **strecken sich symmetrisch in die Länge**.

Der Grundzustand

Die Bindungen sind **weder gestreckt noch gestaucht**.

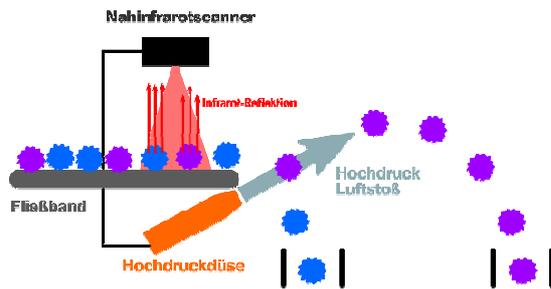
Die Stauchung

Die Bindungen **verkürzen sich und werden so gestaucht**.



[2] Die **symmetrische Streck- und Stauchschwingung** als Beispiel einer einfachen Molekülschwingung der CH₂-Gruppe

Vollautomatische Trennung von Kunststoffsorten im Nahinfrarotscanner



[3] Prinzip der Kunststofftrennung durch Nahinfrarot-Spektroskopie, während des Recyclingprozess

Probleme gibt es bei diesem Trennverfahren bisher v.a. bei **sehr dunklen oder schwarz eingefärbten Materialien**, da diese besonders viel Strahlung absorbieren. Wegen der hohen Absorption reicht die reflektierte Strahlung nicht aus, um **aussagekräftige Spektren** zu erhalten. Zusätzlich kann sie **schlecht optisch erfasst** werden, da die Förderbänder meist schwarz gefärbt sind.

Die Weiterentwicklung der NIR-Scanner

Die Recyclinganforderungen an Kunststoffe - wie sie zum Beispiel von dem **Institut CYCLOS-HTP** formuliert wurden - stufen Verpackungen mit **vollständig lichtabsorbierender Einfärbung** aus Polyethylen und Polypropylen **deshalb als nicht recyclingverträglich** ein.

Doch mittlerweile gibt es vermehrt Modelle von NIR-Scannern, welche auch dunkel und schwarz eingefärbte Kunststoffe sortenrein trennen können. Diese Entwicklung hat eine große Bedeutung für die **Verbesserung der Recyclingquote**, da beispielsweise schwarze

Kunststoffkleiderbügel bisher nur schwer recycelbar waren. Das zeigt, dass trotz des finanziellen Wettbewerbs der Weg zur idealen Kreislaufwirtschaft auch in den Bereichen der Trennverfahren noch nicht abgeschlossen ist.