

Additive in Kunststoffen

Was sind Additive?

Additive ist eine unspezifische Bezeichnung für alle Stoffe (**Hilfsstoffe oder Zusatzstoffe**), die Polymeren in **kleinen Mengen** zugesetzt werden, um deren **Eigenschaften zu verbessern**. Additive können wirken als:

- Flammenschutzmittel
- Antioxidantien (z. B. Radikalfänger)
- Verarbeitungshilfsmittel (z. B. Wachse)
- Füllstoffe (z. B. Ruß in Autoreifen, Talkum)
- Lichtschutzmittel (UV-Absorber)
- Weichmacher
- Farbstoffe und Pigmente

Additive tragen dazu bei, dass **Herstellung, Verarbeitung, Lagerung und Nutzung** entsprechend ihrer Anwendung **optimiert** werden.

Flammenschutzmittel

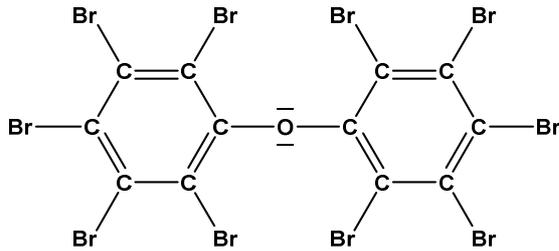
Kunststoffe sind organisch-chemische Verbindungen. Sie bestehen hauptsächlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff und sind daher brennbar. Für die Anwendung von Kunststoffen im Bau, Elektrosektor, Verkehrswesen, usw. muss ihre **Brennbarkeit vermindert** werden. Dazu dienen so genannte Flammenschutzmittel (FSM). Ohne den Zusatz von FSM würden viele Produkte (z. B. Teppiche, Matratzen, Computer oder Fernseher) durch einen Kurzschluss oder eine Zigarette innerhalb **weniger Minuten** in Flammen stehen. Flammenschutzmittel müssen in erheblichen Mengen (> 10 %) hinzugegeben werden, um effektiv wirksam zu sein. Gleichzeitig verschlechtern sie aber die mechanischen Eigenschaften des Kunststoffs. Exemplarisch werden drei

Möglichkeiten zur Verbesserung des Flammenschutzes genannt:

- 1) **Herabsetzen der Pyrolysetemperatur** durch nichtbrennbare oder stark reflektierende Überzüge herabsetzen (z. B. roter Phosphor).
- 2) Stoffe, die bei Erwärmung nichtbrennbare Gase (z.B. Wasserdampf) abgeben können die Sauerstoff-Zufuhr vermindern. Diesen Effekt nennt man **physikalische Kühlung**.
- 3) „Vergiften“ der Flamme durch **radikalbildende Stoffe**. Diese Radikale rekombinieren mit den in der Flamme auftretenden Radikalen. Dadurch bricht die Verbrennungsreaktion ab. Hierbei wird direkt in die Verbrennungsreaktion eingegriffen.

Flammenschutzmittel werden nach ihrer elementaren Zusammensetzung in zwei Grobkategorien eingeteilt, in **halogenhaltige FSM** und in **halogenfreie FSM**. Bromhaltige FSM (Br-FSM) wurden beispielsweise häufig in elektrotechnischen Geräten eingesetzt. Typische Vertreter von Br-FSM sind **Polybromierte Diphenylether (PBDEs; siehe Abbildung [1])** als Additiv in Polystyrol oder weiteren Polymeren. Sie können im Molekül bis zu 10 Bromatome enthalten, die an ein Diphenylether-Grundgerüst gebunden sind.

Decabromdiphenylether
ein polybromierter Diphenylether



[1] Decabromdiphenylether ein Polybromierter Diphenylether, welcher lange als Feuerschutzmittel verwendet wurde

Decabromdiphenylether zersetzt sich bei Temperaturen über 320 °C. Dabei wird Bromwasserstoff freigesetzt, welcher in die Verbrennungsreaktion eingreift und so, die Verbrennung „vergiftet“. Aus Gründen der Umweltverträglichkeit werden Polybromierte Diphenylether in Europa kaum noch als Feuerschutzmittel eingesetzt.

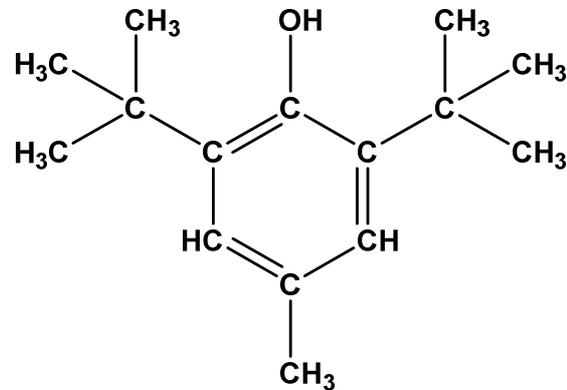
Antioxidationsmittel

Antioxidationsmittel nennt man Substanzen, die den oxidativen Abbau von Polymeren hemmen bzw. verzögern. Dieser Abbau führt zu Verfärbungen bis hin zum Verlust der Gebrauchsfähigkeit. Ein weiterer Einsatzbereich ist die Prozessstabilisierung während der Kunststoffverarbeitung. Dabei schützen Antioxidationsmittel das Material vor thermisch induzierter Alterung. Antioxidantien werden unterschieden in:

Kettenabbrecher: Greifen in die radikalische Kettenreaktion ein und beseitigen die entstehenden Radikale (**primäre Antioxidationsmittel**)

Ein bekanntes und industriell in großen Mengen hergestelltes primäres Antioxidationsmittel ist Butylhydroxytoluol (BHT; siehe Abbildung [2]).

Butylhydroxytoluol
(2,6-Ditertbutyl-4-methylphenol)



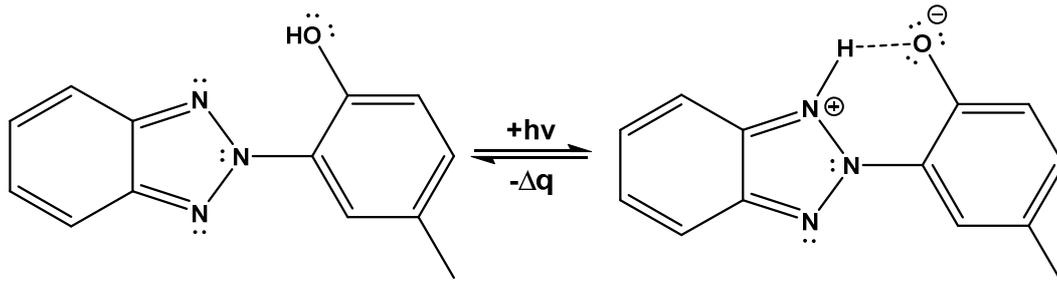
[2] Butylhydroxytoluol (BHT)

Butylhydroxytoluol wird in Kosmetika, Farben oder auch Verpackungen eingesetzt.

Desinitiatoren: Verhindern die Bildung von Hydroperoxiden, welche bei der Autoxidation von Kunststoffen entstehen.

Lichtschutzmittel: UV-Strahlung und Luftsauerstoff leiten in Kunststoffen Abbauvorgänge ein, die zur Verschlechterung der optischen und mechanischen Eigenschaften führen. Die Verzögerung bzw. Hemmung dieser Abbauvorgänge hat große wirtschaftliche Bedeutung. Die Schutzwirkung der UV-Absorber beruht auf der **Absorption der UV-Strahlung**. Die zusätzlich aufgenommene Energie wird in Form von Wärme wieder abgegeben.

Zu den wichtigsten technischen UV-Absorbern gehören 2-Hydroxybenzophenone und die 2-Hydroxyphenylbenzotriazole (siehe Abbildung [3]).



[3] UV-Reaktion des UV-Stabilisators 2-(2'-Hydroxyphenyl)-Benzotriazol

Das Molekül nimmt die eingestrahlte Energie auf, wodurch es zu einem Protonenübergang kommt. Diese Umwandlung findet durch Strahlung über eine Zwischenstufe statt, welche verhindert, dass die Reaktion reversibel ist. Die Rückreaktion kann so nur stattfinden, indem Energie in Form von Wärme abgegeben wird.

Ein weiterer effektiver und preisgünstiger UV-Stabilisator ist **Ruß**, welcher Kunststoffe nach dem Einfärben schon an der Oberfläche durch Absorption vor UV-Strahlung schützt. Ist die bei der Absorption entstehende Wärmeentwicklung nicht erwünscht, können auch helle Pigmente, wie **Titanoxid**, eingesetzt werden, welche durch Erhöhung der Strahlungsreflektion vor der UV-Strahlung schützen.