

# APPLICATION NOTE

## TCC 918 – Verbesserte Flammenschutzmittel für sichere Kabel- und Drahtummantelungen

Dr. Natalie Rudolph, NETZSCH-Gerätebau GmbH, Selb, und Dr. André Lindemann

### Einleitung

Das am häufigsten verwendete und wirtschaftlichste Flammenschutzmittel (engl. Flame Retardant, FR) für Polymere ist Aluminiumtrihydroxid ( $\text{Al}(\text{OH})_3$ , kurz ATH). Es findet Einsatz u.a. in Kunststoffen wie Polyolefinen für Kabelummantelungen, aber auch in Acrylaten, duroplastischen Harzen und PVC-Böden. Es ist umweltfreundlich, da es keine Halogene enthält und gilt als hocheffizienter Rauchgasminderer.

Seine Flammhemmung\* beruht auf Kühlung, der Bildung von Sperrschichten sowie auf Verdünnung. Die Kühleigenschaft ergibt sich aus der Fähigkeit, beim Aufheizen Wasser freizusetzen, wobei die maximale Freisetzung bei ca. 300 °C erfolgt.

Durch den Energieverbrauch einer endothermen Zersetzung, beispielsweise durch Verdampfen von (chemisch oder physikalisch) gebundenem Wasser, wird das Material gekühlt.

Die Funktionalität als Sperrschicht beruht auf der Zersetzung von Aluminiumtrihydroxid. Die zersetzte Schicht verlangsamt den Sauerstofffluss zur Flamme und somit die Gasbildung. Um flammhemmende Eigenschaften (Verdünnungsfaktor) zu erzielen, müssen große Mengen (40 bis 60 Gew.-%) an Füllstoff eingesetzt werden. Wie bei den meisten Flammenschutzmitteln beeinflusst die Zugabe des Füllstoffs auch die mechanischen und rheologischen Eigenschaften der Kunststoffe. Da die Füllstoffmenge zur Entfaltung der gewünschten Eigenschaften hoch sein sollte, müssen weitere Additive zugesetzt werden, um dessen Wirkung entgegenzuwirken. Die mechanischen Eigenschaften werden durch die



1 Cone Calorimeter TCC 918

Morphologie und Oberflächenbeschichtung des  $\text{Al}(\text{OH})_3$  verbessert, um die Grenzflächenhaftung zu erhöhen. Die Beschichtungen sind je nach verwendetem Basispolymer unterschiedlich. Der erhöhten Viskosität während der Verarbeitung wird durch fließverbessernde Additive entgegengewirkt.

### Messbedingungen

In dieser Studie wurde der Einfluss von Aluminiumtrihydroxid (ATH) auf das Brandverhalten von Polyethylen (EP) im Cone Calorimeter TCC 918 untersucht. Das Gerät erlaubt die Ermittlung der Wärmefreisetzung, des Massenverlusts und der Rauchgasdichte und -zusammensetzung. Dafür wurden Proben aus reinem PE sowie aus PE mit 50 Gew.-%  $\text{Al}(\text{OH})_3$  zu 100 x 100 x 4 mm<sup>3</sup> großen Platten spritzgegossen.

\*Als Flammhemmung wird die Eigenschaft eines brennenden Stoffes bezeichnet, nach Entfernen der Zündquelle innerhalb kurzer Zeit selbstständig zu erlöschen, d.h. nicht weiter zu brennen.

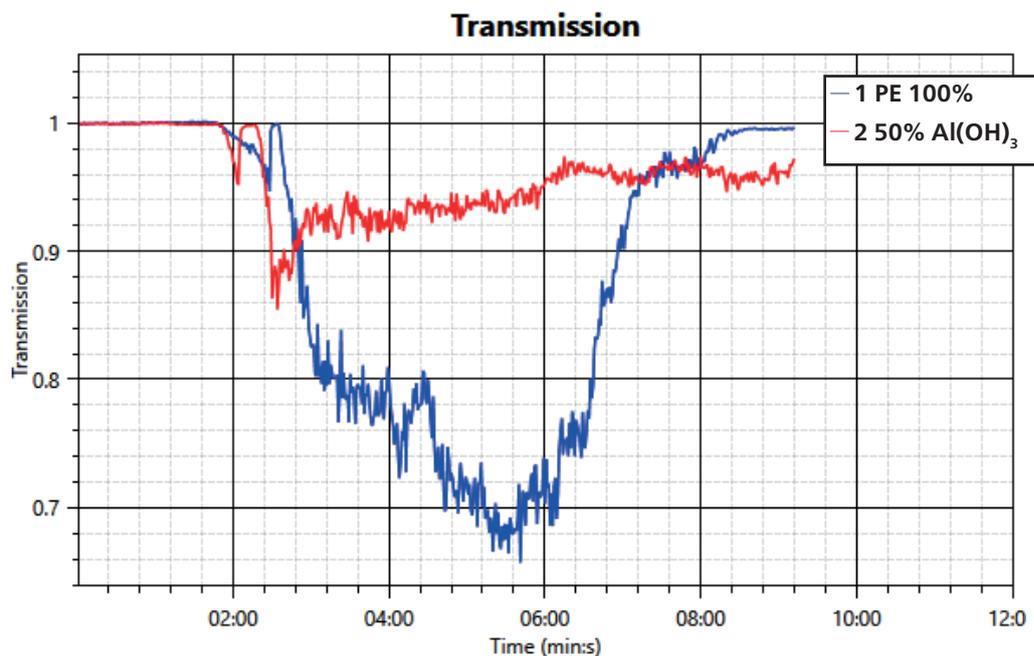
Vor Beginn der Messungen wurde das Gasanalyzesystem (Siemens Oxymat/Ultramat) mit Kalibriergasen kalibriert und der C-Faktor unter Verwendung des Methanbrenners mit definierter Wärmeabgabe überprüft. Das verwendete Gasanalyzesystem war mit einer O<sub>2</sub>- und einer CO<sub>2</sub>-Option ausgestattet. Nach Aufheizung des kegelförmigen Heizers wurde der Shutter geschlossen und der horizontale Probenträger mit der Probe auf der Grundplatte montiert. Anschließend wurden für den Messstart der Shutter automatisch vom System entfernt und die freigesetzten Gase durch das automatische Zündsystem gezündet. Die Messbedingungen sind in Tabelle 1 zusammengefasst

### Messergebnisse

Da das Flammenschutzmittel als Rauchminderer fungieren soll, wurde die Transmission in Abhängigkeit von der Zeit aufgezeichnet, siehe Abbildung 2. Die Transmission ist ein direktes Maß für den freigesetzten Rauch. Die daraus resultierenden Sichtverhältnisse können eingeschlossene Personen daran hindern, in Sicherheit zu gelangen. Im Vergleich zur reinen PE-Probe (blau) zeigt die Probe mit Flammenschutz ausrüstung bereits von Anfang an eine wesentlich höhere Transmission. Darüber hinaus ist ersichtlich, dass nach dem Beginn der Verbrennung die Bildung der Grenzschicht aus den Verkohlungsrückständen, die Rauchentwicklung weiter reduziert. Dies ist an dem stetigen Anstieg der Transmission bis hin zum Ende der Untersuchung zu erkennen.

Tab 1. Messbedingungen

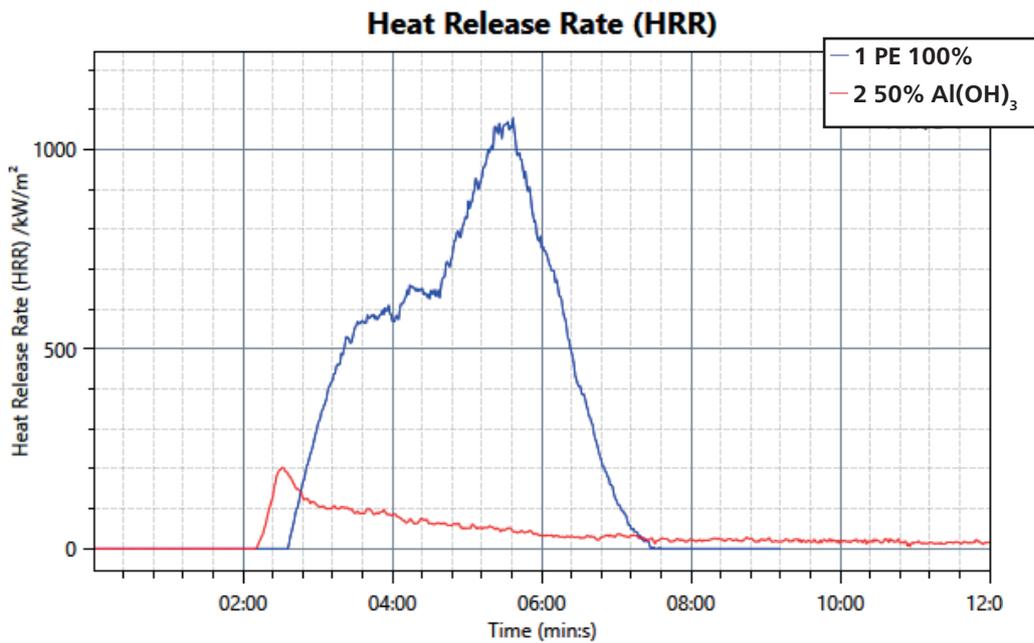
|                         |                      |
|-------------------------|----------------------|
| Probenhalter            | Horizontal           |
| Wärmestromdichte        | 50 kW/m <sup>2</sup> |
| Nominale Durchflussrate | 24,0 l/s             |



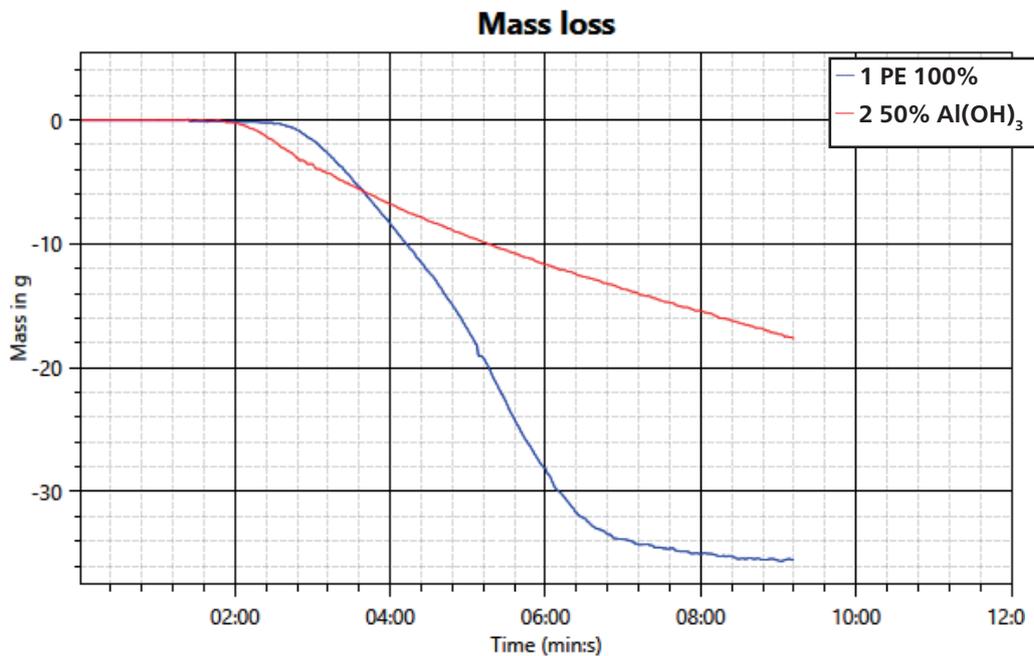
2 Transmissionseigenschaft des Rauches einer reinen PE-Probe (blau) sowie eines mit 50 Gew.-% Aluminiumtrihydroxid gefüllten PE (rot) (Quelle: BPI)

Die Wärmeabgabe stimmt gut mit der Transmissionsmessung überein, siehe Abbildung 3. Die insgesamt freigesetzte Wärmemenge ist geringer in der Probe mit Flammenschutzrüstung. Die Sperrschicht-Funktionalität ist jedoch wieder durch eine stetige Abnahme der freigesetzten Wärme zu beobachten.

Der mit der Kohlebildung einhergehende Massenverlust ist in Abbildung 4 dargestellt. Der Massenverlust verläuft langsamer als in der reinen PE-Probe und in geringerem Ausmaß. Während die reine PE-Probe bis zum Ende der Untersuchung knapp 35 g an Gewicht verliert, sind es bei der Probe mit dem Flammenschutzmittel nahezu die



3 Wärmefreisetzung einer reinen PE-Probe (blau) sowie eines mit 50 Gew.-% Aluminiumtrihydrat gefüllten PE (rot) (Quelle: BPI)



4 Massenverlust einer reinen PE-Probe (blau) sowie eines mit 50 Gew.-% Aluminiumtrihydrat gefüllten PE (rot) (Quelle: BPI)

Hälfte mit weniger als 20 g. Allerdings muss hier berücksichtigt werden, dass die Probe mit Füllstoff auch nur die Hälfte PE enthält.

Die Messung im Cone Calorimeter TCC 918 erlaubt die Untersuchung des Einflusses einer kontrollierten Brandeinwirkung auf ein Material; in diesem Fall auf einen Kunststoff mit und ohne Flammenschutzmittel. Im aktuellen Beispiel werden die wichtigsten Eigenschaften der Transmission (Rauchentwicklung), der Wärmefreisetzung und des Massenverlustes dargestellt. Es ist jedoch jederzeit möglich, im Rahmen desselben Versuches auch

- Entzündungszeit
- Massenverlustrate (MLR)
- Wärmefreisetzungsrate (ARHE, MARHE)
- Effektive Verbrennungswärme (EHC)
- Gesamtwärmefreisetzung (THR)
- Gesamtrauchfreisetzung (TSP)
- Rauchfreisetzungsrate (SPR)
- Verbrennungsprodukte

zu analysieren.

### Zusammenfassung

Diese Studie bestätigt die Mechanismen der Rauchminde- rung und der Bildung einer Sperrschicht aus dem Füllstoff Aluminiumtrihydroxid während eines Brandes. Die Effizienz in Bezug auf Transmissionseigenschaft, Wärmefreiset- zung und Massenverlust wurde mit einer PE-Probe ohne Flammenschutzmittel verglichen. Die effektive Wirkung des Flammenschutzmittels ATH in einer Mischung mit PE ist ein- deutig erkennbar.