

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PATENTSCHRIFT



(12) Ausschließungspatent

(11) DD 297 656 A5

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1
Patentgesetz der DDR
vom 27.10.1983
in Übereinstimmung mit den entsprechenden
Festlegungen im Einigungsvertrag

5(51) C 08 K 3/32
C 08 L 77/00

DEUTSCHES PATENTAMT

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21)	DD C 08 K / 343 954 4	(22)	11.09.90	(44)	16.01.92
(31)	07/405,320	(32)	11.09.89	(33)	US

(71)	siehe (73)
(72)	Weil, Edward D., US; Patel, Navin G., IN
(73)	Stamicarbon B. V., 6167 AC Geleen, NL

(54) Flammenhemmender phosphamhaltiger Thermoplast

(57) Ein flammenhemmender Thermoplast enthält eine wirksame flammenhemmende Menge Phospham. In weiteren Ausführungsformen weist der Thermoplast eine Verarbeitungstemperatur von über 200°C auf und kann ein oder mehrere Polymere ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus styrolhaltigen Polymeren, Polyolefinen oder Polyamiden einschließen.

ISSN 0433-6461

5 Seiten

Patentansprüche:

1. **Flammenhemmende thermoplastische Zusammensetzung, dadurch gekennzeichnet, daß sie eine flammenhemmende Menge von Phospham enthält.**
2. **Zusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Thermoplast eine Verarbeitungstemperatur von über 200°C aufweist.**
3. **Zusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Thermoplast ein oder mehrere Polymere ausgewählt aus der Gruppe der styrolhaltigen Copolymere, Polyolefine und Polyamide umfaßt.**
4. **Flammenhemmende thermoplastische Zusammensetzung, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein thermoplastisches Polyamid und eine flammenhemmende Menge von Phospham umfaßt.**
5. **Zusammensetzung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Polyamid Nylon 4.6 ist.**
6. **Zusammensetzung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die flammenhemmende Menge des Phosphams 0,1 bis 25 Gew.-% beträgt.**
7. **Zusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die flammenhemmende Menge des Phosphams 0,2 bis 15 Gew.-% beträgt.**
8. **Zusammensetzung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusammensetzung auch ein Tropfhemmittel aufweist.**
9. **Zusammensetzung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Tropfhemmittel ein kieselerdehaltiges Mineral ist.**
10. **Zusammensetzung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Tropfhemmittel Kieselerde ist.**
11. **Zusammensetzung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusammensetzung auch ein die Verkohlung verstärkendes Additiv aufweist.**
12. **Zusammensetzung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das die Verkohlung verstärkende Additiv ein Novolak-Harz ist.**
13. **Zusammensetzung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß das die Verkohlung verstärkende Additiv eine wirksame Menge mindestens eines Boradditivs ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus Boroxid, den Boraten von Metallen mit nicht-basischen Oxiden, Melaminborat und Kondensationsprodukten von Boroxid oder Borsäure mit Novolaken umfaßt.**
14. **Zusammensetzung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das die Verkohlung verstärkende Additiv auch eine wirksame Menge Novolak aufweist.**
15. **Zusammensetzung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Boradditiv Zinkborat ist.**
16. **Flammenhemmende thermoplastische Zusammensetzung, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein thermoplastisches styrolhaltiges Copolymer und eine flammenhemmende Menge von Phospham umfaßt.**
17. **Flammenhemmende thermoplastische Zusammensetzung, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein thermoplastisches Polyolefin und eine flammenhemmende Menge von Phospham umfaßt.**
18. **Verfahren zur Herstellung eines flammenhemmenden Thermoplasten, dadurch gekennzeichnet, daß der Thermoplast mit einer flammenhemmenden Menge von Phospham gemischt wird.**

Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf flammenhemmende Thermoplaste und insbesondere auf hochtemperaturbehandelte Polymere, die eine flammenhemmende Menge an Phospham enthalten.

Der Zusatz von halogenierten Verbindungen zum Hemmen der Entflammbarkeit von Thermoplasten ist bekannt. Derartige Halogenverbindungen werfen jedoch verschiedene Probleme auf, wie Korrosion, Verfärbung und Freisetzung von sauren Gasen bei Veraschung. Sie verursachen auch Umweltprobleme im Zusammenhang mit der Beseitigung der verwendeten Kunststoffe und von Abfall.

Es ist weiter bekannt, die Entflammbarkeit von Polymeren durch Verwendung verschiedener Phosphor- und Phosphor-Stickstoffverbindungen zu hemmen. Beispielsweise wurde roter Phosphor verwendet, hat jedoch wegen der merklichen Gefahren von Staubentzündung und möglicher Erzeugung von toxischem Phosphin oder weißem Phosphor keine weite Annahme gefunden. Polymere, die bei niedrigerer Temperatur verarbeitet werden, können durch Verwendung von Ammoniumpolyphosphat oder organischen Phosphaten flammensicher imprägniert sein. Polymere, die bei höheren Temperaturen, wie über etwa 200°C, verarbeitet werden, werden jedoch durch solche Additive geschädigt, wahrscheinlich auf Grund von Säurebildung. Es war besonders schwer, die Entflammbarkeit von Nylon 4.6 zu hemmen, das über 300°C verarbeitet wird, weil nur wenige aromatische Halogenadditive (die die obenwähnten Probleme an sich ziehen) ausreichende Stabilität aufweisen. Es war bisher nicht möglich, ein flammenhemmendes Additiv auf Phosphorbasis mit ausreichender Stabilität oder Inertheit gegenüber dem Polyamid zu finden.

Verschiedene Formulierungen, die Ammoniumpolyphosphat oder Phosphoroxynitrid verwenden, wurden zum Flammfestmachen von Polymeren vorgeschlagen, wie beispielsweise von Nason und Nielsen, beschrieben im US-Patent 2 661 341 (1953). Jedoch unterliegen diese phosphor-sauerstoff-stickstoffhaltigen Materialien unter den hohen Temperaturbedingungen der Verarbeitung, die für viele Thermoplaste notwendig sind, und auch unter Bedingungen, wo elektrischer Widerstand oft von Wichtigkeit ist, Säureentwicklung.

Ein Ziel der vorliegenden Erfindung ist es, die oben diskutierten Probleme von herkömmlichen flammenhemmenden Mitteln durch Vorsehen einer flammenhemmenden Formulierung für Polymere, insbesondere für Polymere, die bei über etwa 200°C verarbeitet werden, insbesondere Styrolpolymere, Polyolefine und Polyamide, ganz besonders Nylon 4.6, zu lösen, ohne daß das Polymer signifikant abgebaut wird.

Zusammenfassung der Erfindung

Die Zusammensetzungen der vorliegenden Erfindung umfassen ein thermoplastisches Polymer, insbesondere ein thermoplastisches Polymer, das typischerweise über etwa 200°C verarbeitet wird, ganz besonders Polyamide, Styrolpolymere oder Polyolefine, ganz speziell Nylon 4.6, und eine flammenhemmende Menge von Phospham.

Eine andere Ausführungsform der vorliegenden Erfindung umfaßt das Verfahren zum Herstellen des flammenhemmenden Polymers.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

Allgemein weisen die in den flammenhemmenden Zusammensetzungen der Erfindung verwendeten Thermoplaste eine flammenhemmende Menge von Phospham auf. „Thermoplast“ umfaßt jedes Polymer mit einer Verarbeitungstemperatur über 200°C. Derartige Polymere sind Copolymere von Styrol und α -Methylstyrol, beispielsweise Styrol-Butadiencopolymere, Styrol-Acrylnitrilcopolymere und Styrol-Acrylnitril-Methylmethacrylat, Ppropfcopolymere von Styrol, beispielsweise das Ppropfcopolymerisat von Styrol mit Acrylnitril auf Polybutadien (ABS) sowie Mischungen dieser Polymere, einfach oder doppelt ungesättigte Kohlenwasserstoffe, beispielsweise Polyolefine, wie Polypropylen oder Copolymere und Mischungen hiervon und Polyamide, d. h. Polymere mit einer Vielzahl von Amidbindungen, d. h. C-C(=O)-N-C-Bindungen. Derartige Polyamide umfassen somit allgemein Kondensationspolymere, hergestellt beispielsweise durch Polymerisieren einer ω -Aminosäure oder eines Lactams oder durch Kondensationspolymerisation von Diaminen oder Derivaten hiervon (wie Diisocyanat) mit Dicarbonsäuren oder Derivaten hiervon (wie einem Diester oder Dichlorid). Das Polyamid in der Zusammensetzung kann ein Homopolyamid, ein Copolyamid oder eine Mischung hiervon sein. Das Polyamid kann auch ein Copolymer durch Cokondensieren von polyamidbildenden Verbindungen und beispielsweise polyester- und/oder polyimidbildenden Verbindungen sein.

Für Polyamide zeigt die vorliegende Erfindung ihren besten Vorteil in jenen Polyamiden oder Nylons, die bei hohen Temperaturen, wie über etwa 200°C, verarbeitet werden. Derartige Polyamide sind beispielsweise Nylon 6, Nylon 6.6, Nylon 11, Nylon 12, Nylon 4.4, Nylon 4.6, Nylon 6.3, Nylon 6.4, Nylon 6.10 und Nylon 6.12 (diese Namen sind wohl bekannt und beispielsweise in dem Artikel über Polyamide in Encyclopedia of Polymer Science & Engineering, 2. Auflage definiert) und Nylon 6.1, 6. T und MXD.6, worin I, T und MXD Iso- und Terephthalsäuregruppe bzw. Metaxylylendiamin bezeichnen. Phospham ist eine bekannte Substanz mit der empirischen Formel $(\text{PN}_2\text{H})_x$, die ein Mitglied der Klasse von Produkten ist, die durch Umsetzen von Ammoniak mit Phosphorpentachlorid oder andererseits durch Umsetzen von (rotem) Phosphor mit Ammoniak hergestellt werden können. Es wurde zuerst von Davy 1811 hergestellt und hat eine damit verbundene gründliche akademische Literatur, obwohl es kein üblicher Handelsgegenstand ist. Die Chemie und Synthese von Phospham ist von Miller und Shaw in Journal of the Chemical Society, 1963, S. 3233–3236 rezensiert, hier als Bezugsliteratur genannt. Eine geeignete Herstellung von Phospham aus rohem „Phosphornitriddiamid“ (der ammoniumchloridverunreinigten Mischung von Aminophosphazinen aus Phosphorpentachlorid und Ammoniak) ist von Knapsack, DE-Anmeldung 21 59 431 (veröffentlicht am 7. Juni 1973) gelehrt. In diesem Verfahren wird das Zwischenprodukt zur völligen Entfernung von NH_3 3 bis 15 Stunden vorzugsweise auf 350°C bis 380°C erhitzt.

Ein kritisches Merkmal von Phospham, das es von verschiedenen Aminophosphazenen unterscheidet (wovon einige als flammenhemmende Mittel vorgeschlagen wurden, beispielsweise im JP-Patent 61-183383), ist, daß Phospham über etwa 380°C wärmestabil ist und keine signifikanten Mengen von Ammoniak oder anderen flüchtigen Substanzen bis etwa 500°C oder sogar höher abgibt. Die Vorläufer von Phospham, nämlich die Aminophosphazene, sind keine Äquivalente für Phospham zur Verwendung in der vorliegenden Erfindung. Obwohl sie als FlammSchutzausrüstungen für Baumwolle verwendbar sind, fehlt ihnen die erforderliche Stabilität zur Verwendung in den vorliegenden Thermoplasten, insbesondere Nylonmaterialien. Phospham als flammenhemmender Bestandteil von Polymeren, wird weder von der einschlägigen Literatur noch den herkömmlichen Praktiken vorgeschlagen, weil es eine unschmelzbare keramikartige Substanz ist, von der man nicht erwarten würde, daß sie chemische Reaktionsfähigkeit aufweist. Es ist auch wohl bekannt, daß extrem stabile Materialien, sogar wenn sie Elemente enthalten, von denen man üblicherweise annimmt, daß sie in flammenhemmenden Mitteln nützlich sind, oft sehr schlechte flammenhemmende Mittel sind, wobei ein Beispiel Antimonphosphat ist (siehe E. D. Weil, Kapitel 3 in „Flame Retardancy of Polymeric Materials“, W. C. Kuryla und A. J. Papa, Herausg., Bd. 3, Marcel Dekker, N. Y., 1975, S. 203–205). In der vorliegenden Erfindung liegt die wirksame flammenhemmende Menge von Phospham im Bereich von etwa 0,1 bis 15 Gew.-%. Niedrigere Mengen sind nicht ausreichend, auch nur einen der schonendsten Tests auf Flammenhemmung zu bestehen, und höhere Mengen als 25% sind unökonomisch und haben im allgemeinen unerwünschte füllstoffartige Wirkungen auf die physikalischen Eigenschaften des Thermoplasten.

Es wurden auch besonders vorteilhafte Formulierungen der Erfindung gefunden, die eine wirksame flammenhemmende Menge von Phospham zusammen mit mindestens einer Verbindung ausgewählt aus der Gruppe bestehend aus die Verkohlungs

verstärkenden Mitteln und Tropfhemmitteln enthalten. Mit der Verkohlung verstärkenden Mitteln sind Additive gemeint, die Kohle (kohlenstoffhaltiges Material) bilden, wenn sie in Anwesenheit des Polymers und von Phospham-Flammenexpositionsbedingungen unterworfen werden. Besonders geeignete die Verkohlung verstärkende Mittel sind beispielsweise mehrwertige polynukleare Phenole, beispielsweise Novolake, und Salze hiervon mit Metallen, die mehrfach geladene Kationen bilden, wie Erdalkalien, Zink, Aluminium und Eisen; oder eine Kombination von Novolaken mit relativ basischen Metallverbindungen, die mit dem Novolak unter Feuerexpositionstemperaturen Metallsalze bilden können, wobei Beispiele wie Oxide, Hydroxide, Carbonate, Phosphate, Borate und Silikate von Magnesium, Calcium, Zink, Aluminium, Eisen, Mangan, Zirkon, Zinn und Wismut sind. Besonders wirksam sind Boroxid, die Borate von Metallen mit nicht-basischen Oxiden (wie Zink, Eisen, Aluminium, Mangan, Kupfer und Blei) und Melaminborat sowie Kondensationsprodukte von Boroxid (oder Borsäure) mit Novolaken (d. h. Boratester von Novolaken).

Eine wirksame Menge der die Verkohlung verstärkenden Additive der vorliegenden Erfindung beträgt etwa 0,2 bis etwa 20 Gew.-%, vorzugsweise etwa 0,5 bis etwa 15 Gew.-%.

Andere geeignete die Verkohlung verstärkende Mittel sind gehärtete Phenolharze (in Form fein zerteilter Teilchen), vernetzte oder durch Epoxyharze gestreckte Phenolharze, Pentaerythrit, Di- und Triphenylmethylenbenzoate, -phosphate und -phosphonate. Tropfhemmittel sind Substanzen, die das Tropfen des Polyamids während des Aufflammens hemmen, und im Zusammenhang mit dem Flammpunkttest UL-94 von Underwriters Laboratory erleichtern sie das Vermeiden des Tropfens beim Aufflammen, das, wenn es auftritt, die Flammenhemmungsbewertung eines Kunststoffes vermindert. Geeignete Tropfhemmittel sind fein zerteilte unschmelzbare Mineralien oder Fluorpolymere, wie kieselerdehaltige Mineralien, Calciumcarbonat, Calciumsulfat, Baryt, Aluminiumoxid, Titanoxid, Eisenoxid oder Zirkonoxid, Glas oder fein zerteiltes Polytetrafluoräthylen. Silikatmineralien sind Kieselerde selbst (Si), Calciumsilikat, Calciumaluminiumsilikate, Talk, Glimmer, Feldspat, Kaolinit, Kyanit, Ton und Schiefer. Die Herstellung der Zusammensetzungen der vorliegenden Erfindung kann unter Anwendung jeder der in der Polymertechnik zum Mischen eines unschmelzbaren teilchenförmigen Feststoffes mit einem Thermoplast bekannten Mischmethoden durchgeführt werden. Vormischen kann unter Verwendung der trockenen Bestandteile der Erfindung durchgeführt werden oder das Mischen kann in einem Extruder, einem Banbury-Mischer oder einem anderem Mischer mit Sigmablättern erfolgen. Es ist nur notwendig, das Phospham annehmbar gleichmäßig durch das thermoplastische Polymer zu verteilen. Es ist hilfreich und vorteilhaft, wenn das Phospham fein zerteilt ist, wie beispielsweise teilchenförmiges Material mit einer Größe von weniger als 40 µm, vorzugsweise weniger als 20 µm. Zur Verwendung in Polyamiden, die zu Faserform gesponnen werden sollen, liegt die Teilchengröße vorteilhafterweise unter etwa 10 µm, und kleineres teilchenförmiges Material hat sich oft als vorteilhaft herausgestellt.

Die Zusammensetzungen der Erfindung können weitere Stabilisatoren, Pigmente, Verstärkungsmittel, Verarbeitungshilfen, UV-Schutzmittel, andere flammenhemmende Mittel sowie andere Thermoplasten enthalten. Phosphamhaltige flammenhemmende Mischungen und Zusammensetzungen mit anderen Thermoplasten sind beabsichtigt, vorausgesetzt, daß sie eine wesentliche Menge, beispielsweise über etwa 20%, des typischerweise über 200°C verarbeiteten Thermoplasten enthalten, beispielsweise Mischungen von Polyamiden mit Polycarbonaten und Polyestern.

Die folgenden Beispiele sollen die vorliegende Erfindung weiter erläutern.

Beispiele

Nylon 4.6 (Stanyl®, ein Produkt von DSM, Niederlande) mit der relativen Viskosität $\eta_{rel} = 3,4$ wurden in trockenem Pulverzustand mit Phospham und für Vergleichszwecke mit verschiedenen verwandten Phosphorverbindungen gemischt. Die trockenen Mischungen wurden zuerst durch DSC-Analyse auf Stabilität untersucht. DSC wurde mit einer Erhitzungsrate von 20°C/min beginnend mit Raumtemperatur durchgeführt. Jene, die als ausreichend stabil beurteilt wurden, wurden dann unter Verwendung eines schneckenfreien Maxwell-Miniextruders von Custom Scientific Instrument Corp., New Jersey, U. S. A., bei etwa 310°C bis 320°C extrudiert, um Testproben in Form von Stäbchen mit einem ungefähren Durchmesser von 3,2 mm herzustellen. Das extrudierte Polymer wurde durch Thermogravimetrieanalyse (Erhitzungsrate 20°C/min) auf Stabilität und durch die Limiting Oxygen Index (LOI)-Methode, wie in ASTM D-2863 beschrieben, auf Flammenhemmung untersucht. Die Ergebnisse sind in der folgenden Tabelle gezeigt.

TGA-Daten der Zusammensetzung von Nylon 4.6 + Additiv

Flammen- hemmendes Mittel	Gew.-%	Gew.-% Verlust bei gegebener Temperatur°C		5 Gew.-% Verlust bei °C	50 Gew.-% Verlust bei °C	Gew.-% Rück- stand bei 750°C	LOI%
		330°C	370°C				
Phospham							
[1]	25	~ 0	~ 0	390	416	37,4	28,8
Phospham	9	nur LOI durchgeführt					28,8
Phospham	5	nur LOI durchgeführt					28,8
Phospham	2	nur LOI durchgeführt					26,9
Phospham	1	nur LOI durchgeführt					26,2
Phospham	0,5	nur LOI durchgeführt					25,6
keines	—	LOI mit SiO ₂ -Zusatz zur Tropfhemmung					21,5
(NH ₄ PO ₃) _x							
[2]	25	13,0	55,0	305	368	26,0	[4]
Phospham ⁺	10 ⁺						
SiO ₂ ⁺	5 ⁺						
Novolak	10						

Flammen- hemmendes Mittel	Gew.-%	Gew.-% Verlust bei gegebener Temperatur °C		5 Gew.-% Verlust bei °C	50 Gew.-% Verlust bei °C	Gew.-% Rück- stand bei 750 °C	LOI %
		330 °C	370 °C				
[3]		0,4	1,9	395	420	26,1	30,6
Phospham ⁺	0,5 ⁺						
Novolak ⁺	10 ⁺						
ZB	5	0,36	2,77	376	430	17,6	31,3
Phospham ⁺	0,5 ⁺						
Novolak ⁺	10 ⁺						
ZP	5	0,73	0,77	395	440	9,0	27,1
Phospham ⁺	0,5 ⁺						
Novolak ⁺	10 ⁺						
B ₂ O ₃	5	1,5	4,8	375	420	16,5	29,0
Phospham ⁺	0,5 ⁺						
Novolak ⁺	10 ⁺						
FeB ₃	5	2,2	6,7	390	420	17,2	31,1

Bemerkungen:

- [1] Pulverförmiges Produkt vom Erhitzen von polymeren Diaminophosphazen und NH₄Cl auf 400°C, bis praktisch keine weitere Gewichtsabnahme mehr erfolgte.
- [2] Einkapseltes Ammoniumpolyphosphat (Pulver), hergestellt von A & W Ltd., U. S. A.
- [3] Kieselerde ist Siltex 32, ein im Handel erhältliches Kieselerdepulver, hergestellt von Combustion Engineering Co., U. S. A., und Novolak ist ein im Handel erhältliches Harz HRJ 219035, hergestellt von Schenectady Chemical Co., U. S. A.
- [4] Probe wurde durch Verarbeiten im Extruder so weitgehend abgebaut, daß ein sinnvoller LOI-Test nicht durchgeführt werden konnte.

Abkürzungen: ZB = Zn₂B₆O₁₁; ZP = Zn₃P₂O₈; FeB = FeBO₃

Die obigen Daten zeigen hohe flammhemmende Wirksamkeit von Phospham mit minimalem Schaden für Nylon 4.6. Im Vergleich verursachte das Ammoniumpolyphosphat schweren Schaden.

Die Formulierung, die 10% Phospham, 5% Kieselerde und 10% Novolak enthält, wurde in Form kleiner Stäbchen extrudiert, die vertikal gelagert und von unten mit einer Luft-Methanflamme unter den Bedingungen des UL-94 Entflammbarkeitstests entzündet wurden. Es wurde gefunden, daß diese Formulierung in durchschnittlich 8,8 Sekunden selbstlöschend war mit reichlicher Verkohlung und ohne Tropfen beim Brennen, was einen hohen Grad von Flammenhemmung anzeigt.

Es wurde gefunden, daß die obigen Formulierungen, die Borate enthalten, selbstlöschend waren mit guter Kohlebildung und ohne Tropfen beim Brennen, als sie vertikal angeordnet und von unten entzündet wurden. Die obige Formulierung, die Zinkphosphat enthält, verbrannte bis zur Klammer.

Weitere Beispiele sind im nachstehenden angegeben und zeigen die Vielseitigkeit von Phospham als flammhemmendes Mittel für eine große Gruppe von Kunststoffen mit hohen Verarbeitungstemperaturen. Ein Acrylnitril-Butadien-Styrolcopolymer mit einer relativ hohen Verarbeitungstemperatur, Ronfalin MVH 72®, ein Produkt von DSM, Niederlande, wird mit Phospham in einem Gewichtsverhältnis von 100:2 gemischt und bei einer Schmelztemperatur von 275°C zu Teststangen spritzgegossen. Die Flammenhemmung, ausgedrückt durch den LOI-Wert, wäre merklich erhöht.

Zu 100 Gew.-Teilen Ronfaloxy C®, eine ABS/Polycarbonatzusammensetzung, hergestellt von DSM, Niederlande, werden 1,8 Teile Phospham zugemischt und in eine Spritzgußvorrichtung zum Herstellen von Teststangen eingebracht. Die Temperatur der Spritzgußvorrichtung wird auf 260°C eingestellt, was zu einer Schmelztemperatur von 270°C bis 280°C führt. Die Formtemperatur beträgt 80°C. Die Flammenhemmung wäre sogar mit dieser kleinen Phosphammenge beträchtlich erhöht. Tropfen wird durch Zusetzen von 6 Gew.-Teilen Siltex 32 unterdrückt. Wenn auch 8 Teile Novolak zugesetzt werden, würde eine voluminöse Kohle erzeugt werden, wenn die Teststange entzündet wird.

Wenn ein hochviskoses Homopolymer, wie Polypropylen, das ein typisches Polyolefin darstellt (Stamylan P 14 M 10®, Produkt von DSM, Niederlande) mit Phospham im Gewichtsverhältnis 100:3 gemischt und bei einer Schmelztemperatur von 250°C und einer Formtemperatur von 20°C zu Teststangen spritzgegossen wird, würden die Teststangen ausgezeichnete Flammenhemmung mit einem entsprechend erhöhten LOI-Wert zeigen. Auch in diesem Beispiel würde der weitere Zusatz von Kieselerde und Novolak zu Tropfhemmung bzw. Kohlebildung führen.

Obwohl nur einige Ausführungsbeispiele dieser Erfindung im einzelnen beschrieben wurden, wird dem Fachmann klar sein, daß es viele Variationen und Modifizierungen gibt, die in den Ausführungsbeispielen durchgeführt werden können, wobei dennoch viele der neuen und vorteilhaften Merkmale dieser Erfindung aufrechterhalten bleiben. Demgemäß sollen die folgenden Ansprüche alle derartigen Modifizierungen und Variationen umfassen.