



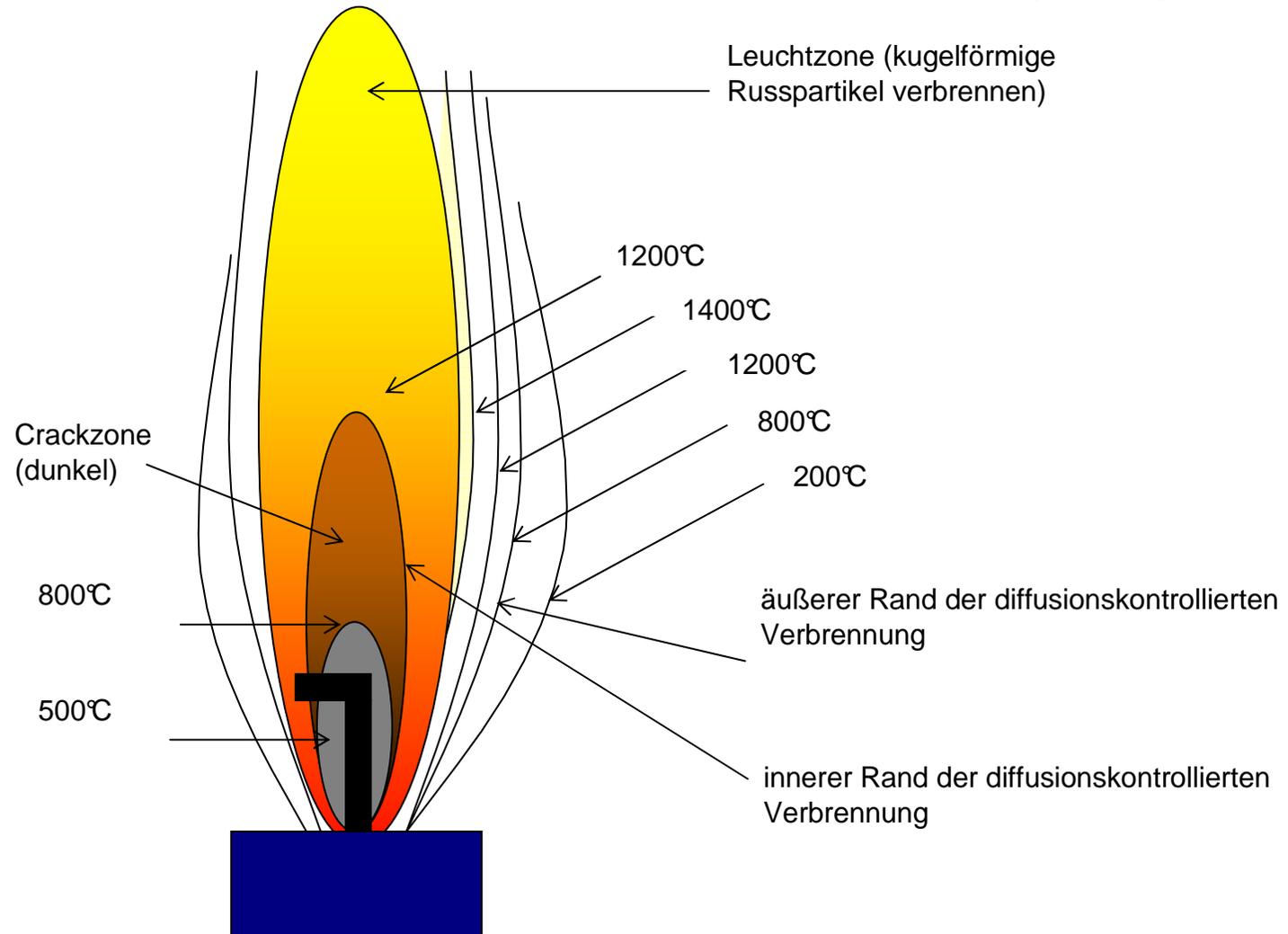
# **Flammschutzmittel im Überblick und Flammwidrige Ausrüstung von Polymeren mit phosphorhaltigen Flammschutzmitteln**

Bernhard Seifert

Institut für Kunststofftechnologie und –recycling (IKTR) e.V.  
Industriestraße 12  
06369 Weißandt-Gölzau  
Tel.: 03 49 78/ 2 12 03 ♦ Fax: 03 49 78/ 2 11 59  
e-mail: [info@iktr-online.de](mailto:info@iktr-online.de) ♦ [www.iktr-online.de](http://www.iktr-online.de)

# Brandvorgänge

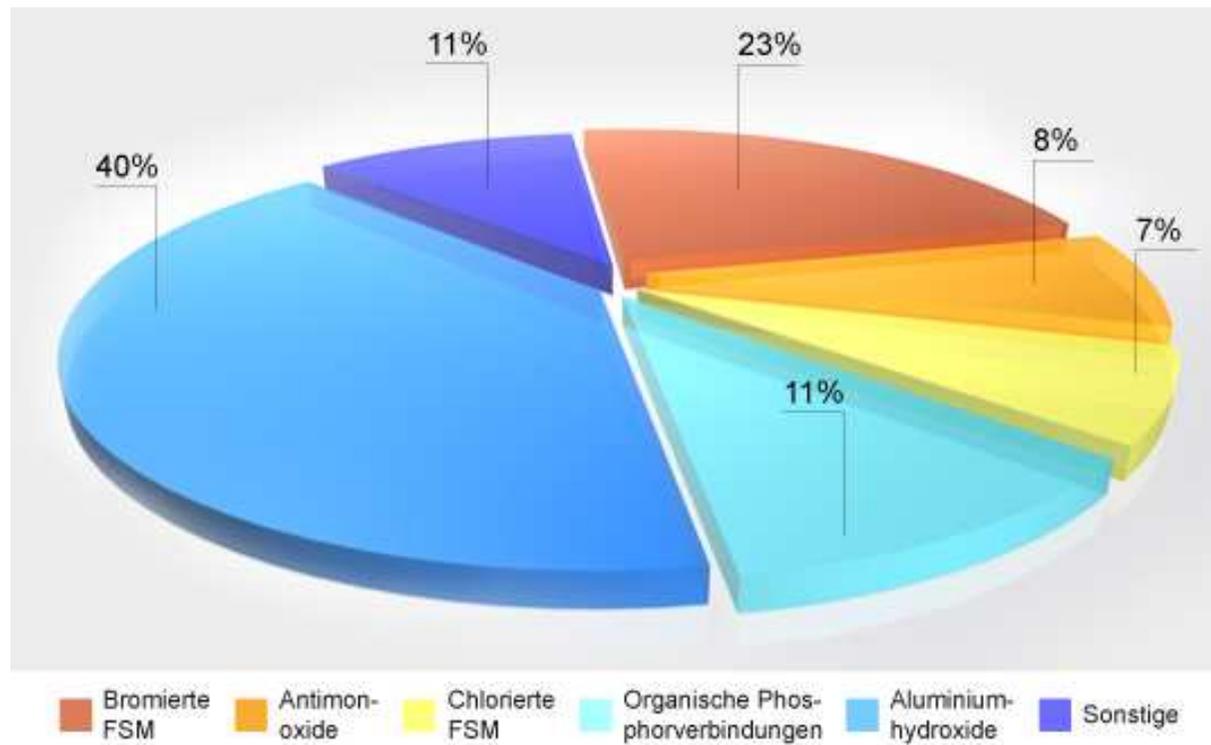
## Diffusionsflamme (Kerze)



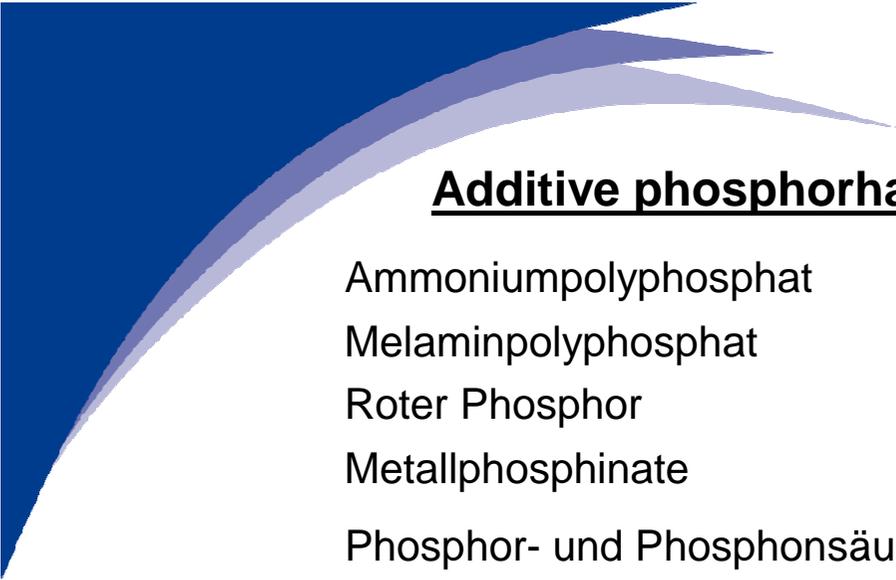
## Sauerstoffindex

<b>POLYMER</b>	<b>SAUERSTOFFINDEX</b>
Polyoxymethylen	15
Polymethylmethacrylat	17,3
Polyethylen	17,4
Polystyrol	18,2
Polyethylenterephthalat	22,5
Polyvinylalkohol	22,5
Polyamid	25
Polyphenylenether	27
Polycarbonat	27
Poly(2,6-xylylenoxid)	28
Polysulfon	29
Polyetheretherketon	37
Polyethersulfon	38

## Anteil der unterschiedlichen Flammschutzmittel (Welt 2007)



1,8 mio. t



## **Additive phosphorhaltige Flammschutzmittel**

Ammoniumpolyphosphat  
Melaminpolyphosphat  
Roter Phosphor  
Metallphosphinate  
Phosphor- und Phosphonsäureester  
Phosphazene

## **Reaktive phosphorhaltige Flammschutzmittel**

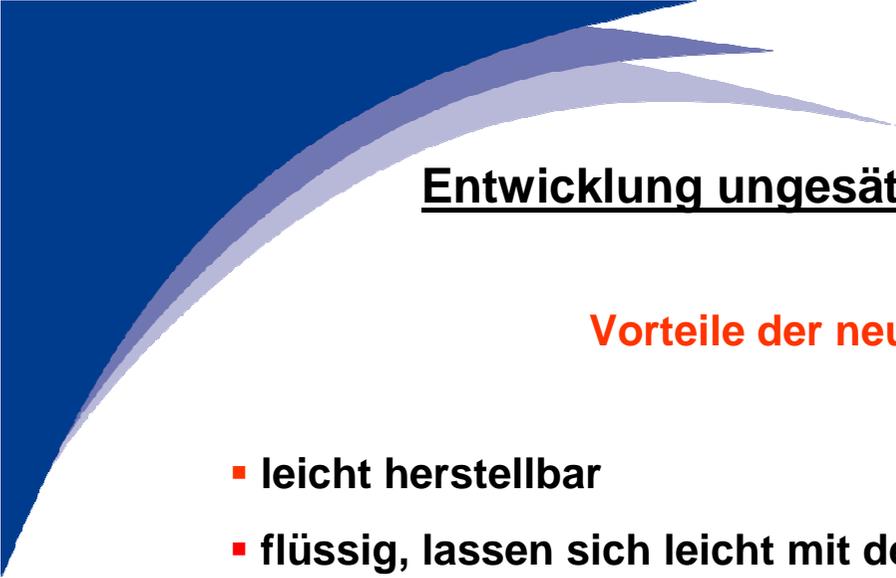
9,10-Dihydro-9-oxa-10-phosphaphenanthren-10-oxid  
(DOPO, Struktol Polydis 3710)

(2',5'-Dihydroxyphenyl)-9,10-dihydro-9-oxa-10-phosphaphenanthren-10-oxid (DOPO-HQ)

Phosphorhaltiges Novolakepoxidharz (Struktol Polydis 3735)

2-(9,10-Dihydro-9-oxa-10-oxid-10-phosphaphenanthren-10-yl)-  
methylbernsteinsäure (Ukanol RD)

9,10-Dihydro-9-oxa-10-oxid-10-[2,3-di-(2-hydroxyethoxy)carbonylpropyl]-10-  
phosphaphenanthren-10-oxid (Hiretar – 201, Ukanol FR 50/1)



## Entwicklung ungesättigter phosphorhaltiger Flammschutzmittel

### Vorteile der neuen Flammschutzmittel

- leicht herstellbar
- flüssig, lassen sich leicht mit den Harzen mischen
- hoher Phosphorgehalt (HEA-Halbester = 12,4 %, HEMA-Halbester = 11,7 %)
- lagerbeständig
- hohe Polymerisations- und Copolymerisationsgeschwindigkeit
- beeinflussen den Härungsverlauf der Harze unwesentlich
- verändern das Fließverhalten der Harze wenig
- verbessern die mechanischen Eigenschaften der gehärteten Harze
- erhöhen nicht das spezifische Gewicht der Harze