

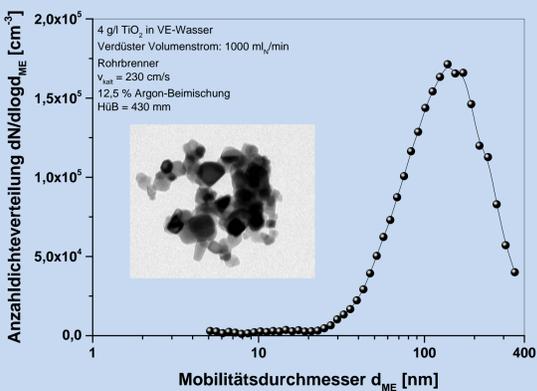
ProCycle Thermisches Verhalten von TiO₂-Nanopartikeln und TiO₂-haltigen Kunststoffkompositen

N. Teuscher, W. Baumann, M. Hauser, M. Heneka, A. Schunck, D. Baris, A. Gerig, H.-J. Gehrman, H.-R. Paur und D. Stapf
 Institut für Technische Chemie / Karlsruher Institut für Technologie / Hermann-von-Helmholtz-Platz 1, 76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Thermisches Verhalten der TiO₂-Nanopartikel (P25)

Was passiert mit den Nanopartikeln bei der Verbrennung?

Ausgangsmaterial ohne Flamme

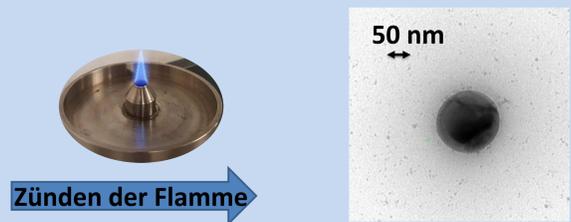


Herstellerangaben
 TiO₂ (P25, Evonik)
 d_{primär} = 21 nm (BET)

TEM
 d_{Agglomerat} = 150 – 200 nm
 d_{primär} = 24 nm

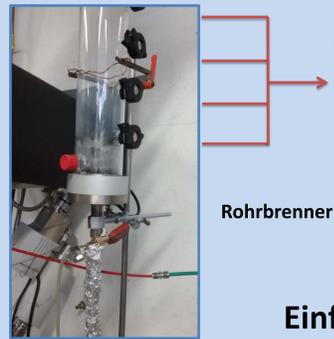
SMPS
 d_{mod} = 137 nm

TEM-Aufnahme über der Flamme

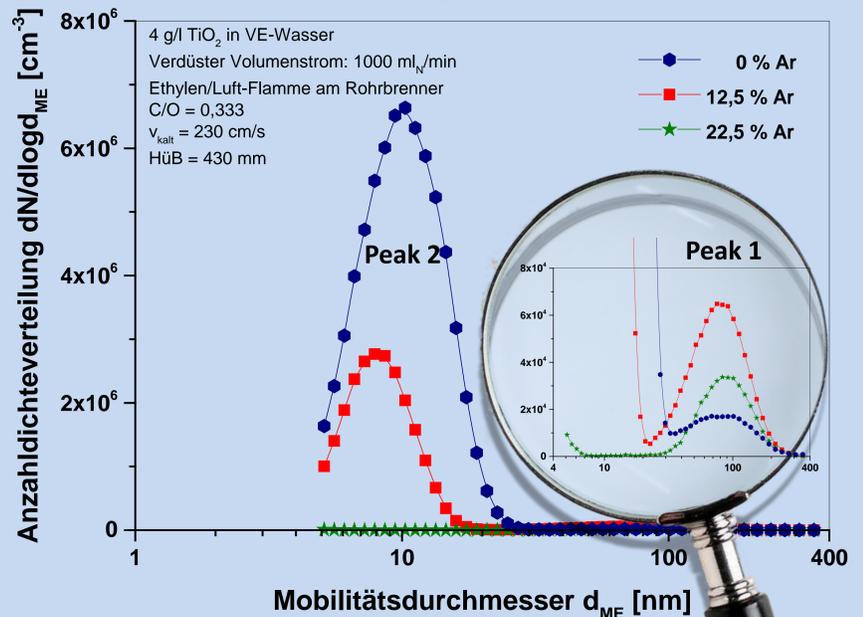


Zünden der Flamme

Versuchsaufbau



SMPS-Messungen über der Flamme



Einfluss der Flammentemperatur auf Anzahlgrößenverteilungen

| Ar-Anteil [%] | gesamt | | Peak 1 | | Peak 2 | | | |
|---------------|-------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------|------------------|---------------------------|
| | c _M [mg/m ³] | c _N [cm ⁻³] | d _{modal} [nm] | s _{geo} | Anteil c _M [%] | d _{modal} [nm] | s _{geo} | Anteil c _M [%] |
| 0 | 5,35·10 ⁻² | 2,67·10 ⁶ | 78 | 1,8 | 82,93 | 11,6 | 1,49 | 17,07 |
| 12,5 | 9,13·10 ⁻² | 9,20·10 ⁵ | 79 | 1,66 | 98,37 | 8 | 1,35 | 1,63 |
| 15 | 8,87·10 ⁻² | 3,45·10 ⁵ | 82 | 1,67 | 99,68 | 6,5 | 1,3 | 0,32 |
| 17,5 | 7,66·10 ⁻² | 1,29·10 ⁵ | 86 | 1,6 | 99,91 | 5,8 | 1,27 | 0,09 |
| 20 | 6,83·10 ⁻² | 3,29·10 ⁴ | 87 | 1,63 | 99,99 | 5 | 1,23 | 0,01 |
| 22,5 | 5,43·10 ⁻² | 1,76·10 ⁴ | 89 | 1,58 | 100 | 4,7 | 1,2 | 0 |

Verdampfung und Nukleation des Partikelmaterials

Abbranduntersuchungen der TiO₂-haltigen Nanocomposites (PMMA+TiO₂)

Was passiert mit den Nanocomposites bei der Verbrennung?

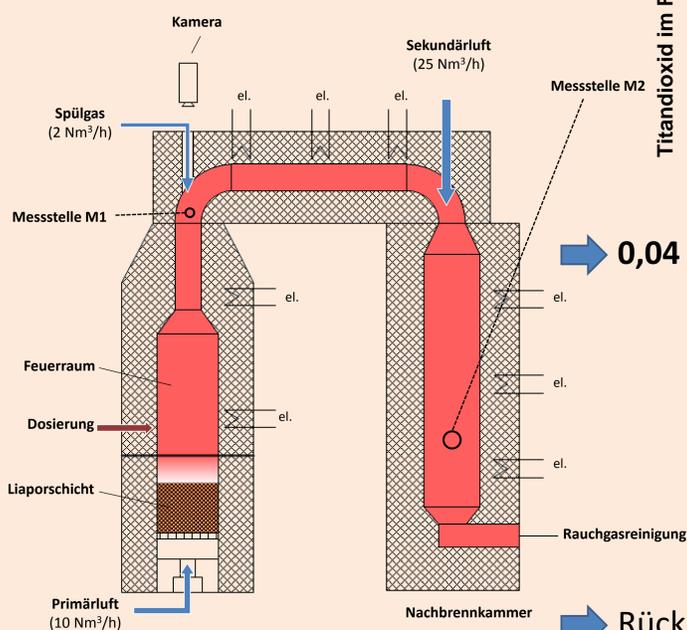
Auswahl der Kunststoffmatrix

| | PE-HD | PS | PMMA | PP |
|-------------------------------------|-------|-------------------|------|-------|
| Abtropfverhalten / Schmelze-Bildung | | | | |
| Gewonnene Schmelze [g] | 0,85 | 0,38 | 0,04 | 2,13 |
| Ausbeute (Schmelze) [%] | 17 | 8 | 1 | 43 |
| Zersetzungstemperatur [°C] | 476 | 401 | 375 | 453 |
| Bemerkungen | - | starke Rußbildung | - | - |
| Verbackungen mit Liaporschicht | | | | |
| Verbackene Liapormasse [g] | 13,64 | 7,27 | 3,25 | 19,05 |
| Verbackungsgrad [%] | 18 | 10 | 4 | 25 |

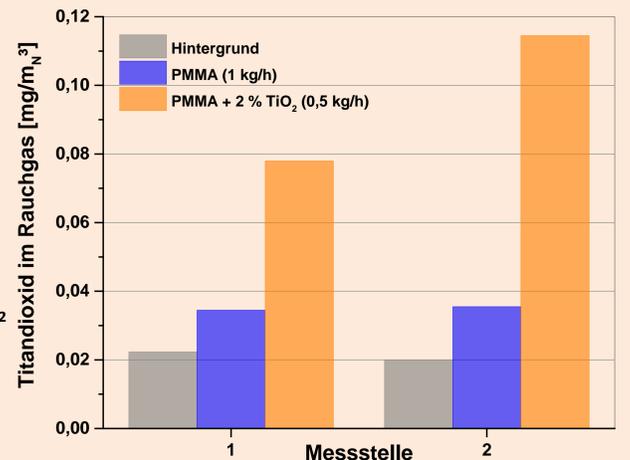
Versuchsbedingungen:

- Abtropfverhalten: 5 g Kunststoff werden eingewogen und mit Gasbrenner verbrannt
- Verbackungsversuch: 5 g Kunststoff werden auf 75 g Liapor aufgeschüttet und mit Gasbrenner verbrannt; nach 10 Min. Abkühlzeit wird die verbackene Liapormenge bestimmt

Schichtreaktor KLEAA



ICP-MS-Analyse der Filterproben



0,04 % des zugegebenen TiO₂ gelangen in die Gasphase



Rückstand besteht zu 94 % aus TiO₂ (ICP-OES)

Verwendete Nanocomposites

| | PMMA | PMMA-TiO ₂ -Nanocomposites | |
|-----------|---------------------|---------------------------------------|------------------|
| | | (2 Gew.-%) | (10 Gew.-%) |
| Geometrie | zylinderförmig | kugelförmig | kugelförmig |
| Maße | 2 x 3 mm (DxH) | D ≈ 2,5 bis 3 mm | D ≈ 3 bis 3,5 mm |
| Färbung | keine (transparent) | cremefarben | cremefarben |