

Oberflächenfunktionalisierung von Kohlenstoff-Nanofasern durch Plasmabehandlung

M. Heintze, V. Brüser

Institut für Niedertemperatur-Plasmaphysik e.V., Greifswald

W. Brandl, G. Marginean

Fachhochschule Gelsenkirchen

H. Bubert, S. Haiber

Institut für Spektrochemie und Angewandte Spektroskopie, Dortmund



Inhalt

- VGCF-Kohlenstoff-Fasern, Verwendung und Zielstellung
- Methoden der Plasmabehandlung, kontinuierliche und diskontinuierliche Methoden, Wirbelschichtanlage, Rüttelreaktor, Drehtrommelreaktor
- Ergebnisse der Plasmabehandlung, Kontaktwinkelmessungen, XPS, REM-Bilder von Polypropylen-Verbundwerkstoffen



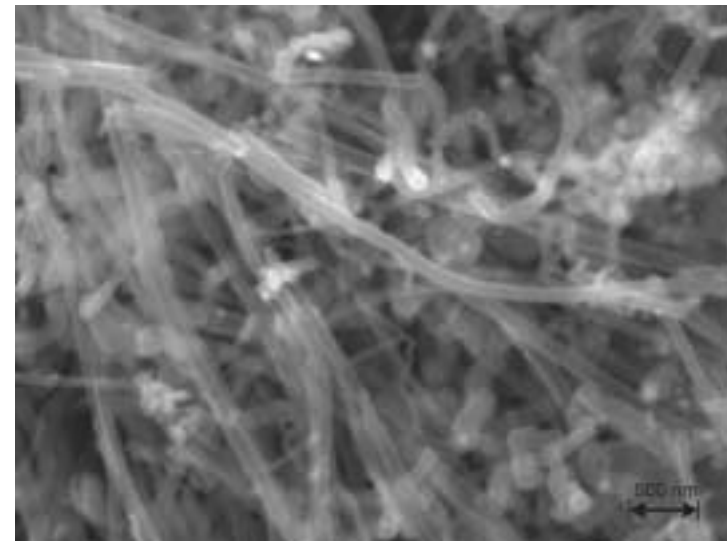
VGCF-Kohlenstoff-Fasern

„Vapour Grown Carbon Fibres“ (VGCF) werden in einem katalytischen Prozess aus gasförmigen Kohlenwasserstoffen und Wasserstoff gewonnen

die Fasern besitzen hohe thermische und elektrische Leitfähigkeiten

Multi-Wall Nanotubes

Länge: 10..200 μm , Dicke 50..200 nm



Verwendung

Zur Verbesserung bestimmter Eigenschaften von Polymerverbundwerkstoffen

- Festigkeitssteigerung
- Erhöhung der thermischen Leitfähigkeit
- Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit

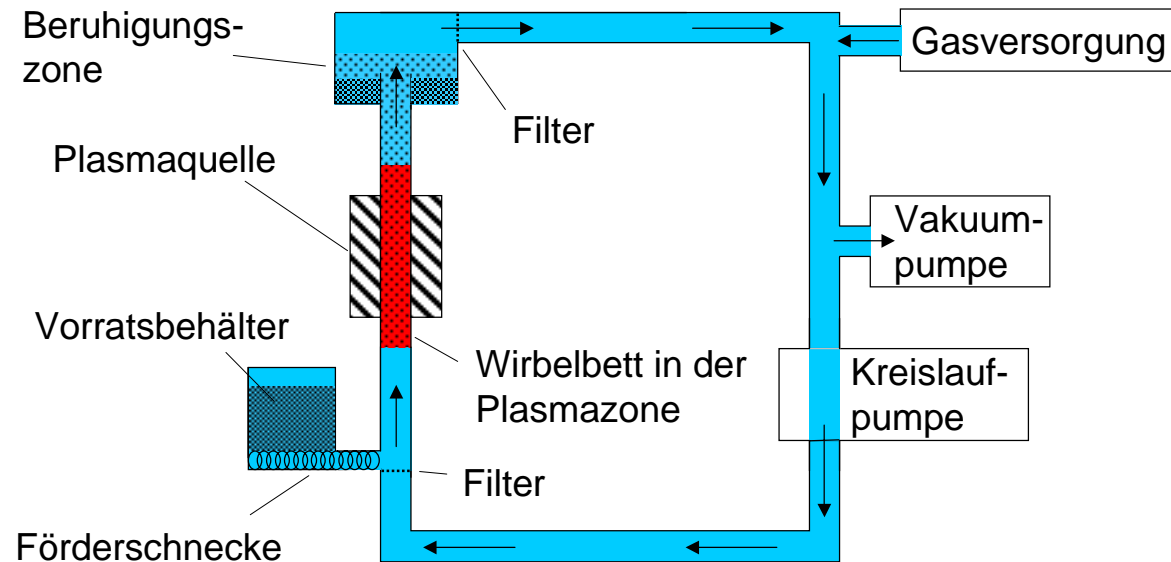
Problem ! → schlechte Haftung zwischen der Oberfläche der Kohlefasern und der Polymermatrix

Ziel der Plasmabehandlung

- Verbesserung der Haftung durch Erhöhung der Oberflächenenergie der Kohlefasern (*kleiner disperser Anteil γ^d und großer polarer Anteil γ^p der Oberflächenenergie*)
- Erzeugung von funktionellen Gruppen wie -C=O , -OH , -COOH auf der Faseroberfläche, dadurch kovalente Anbindung an die Polymermatrix



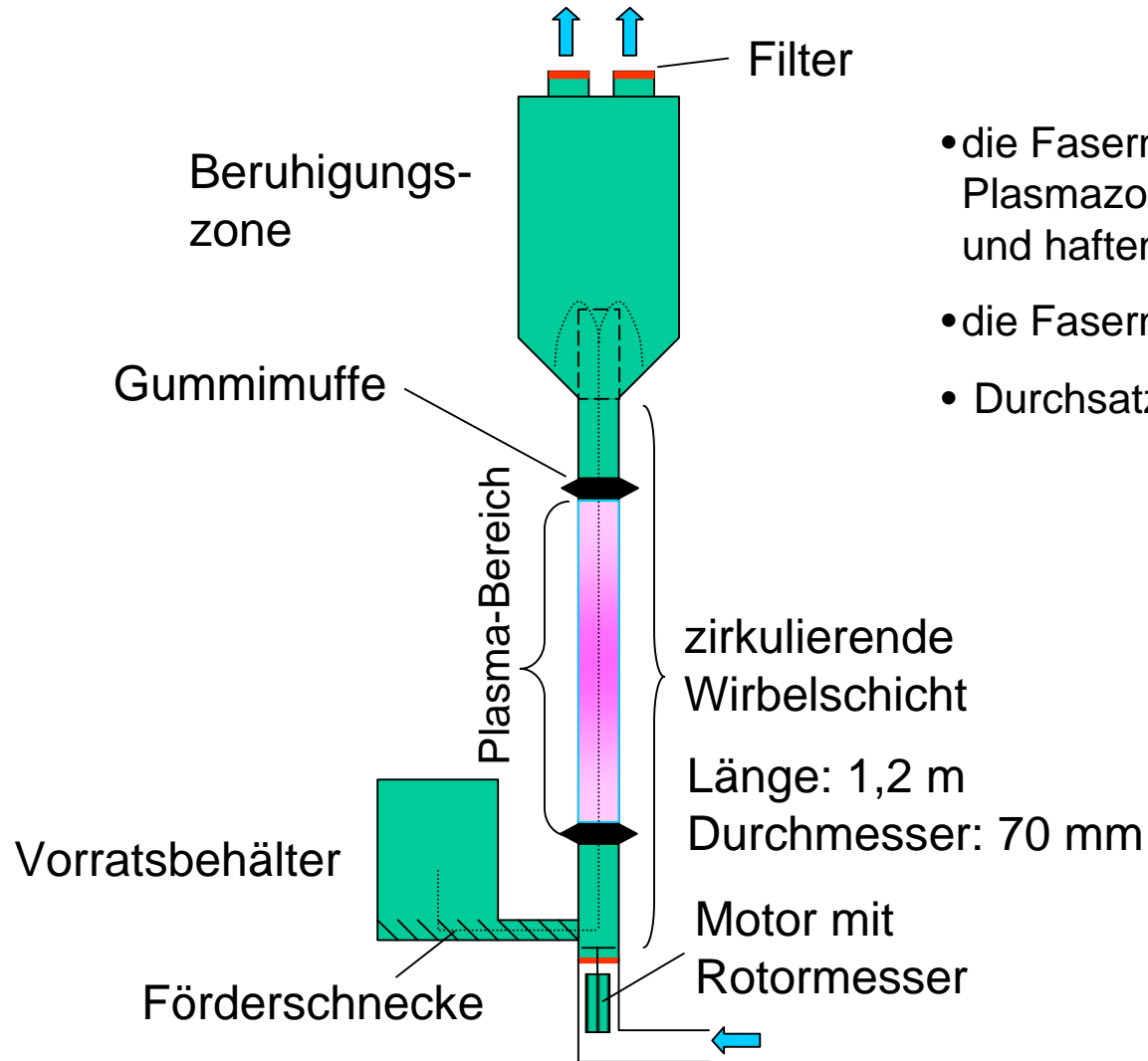
Aufbau der Wirbelschichtanlage



Gewählte Behandlungsparameter

- Anregungsfrequenz: 27,12 MHz (Plasma wird induktiv eingekoppelt)
- Leistung: 30, 50, 80, 150 und 250 W
- Druck: 1,5...2,5 und 10 mbar
- Gaszusammensetzung: 20 sccm Ar + 20 sccm O₂
20 sccm Ar + 10 sccm O₂

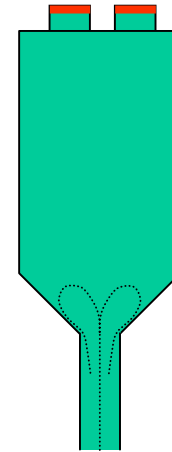
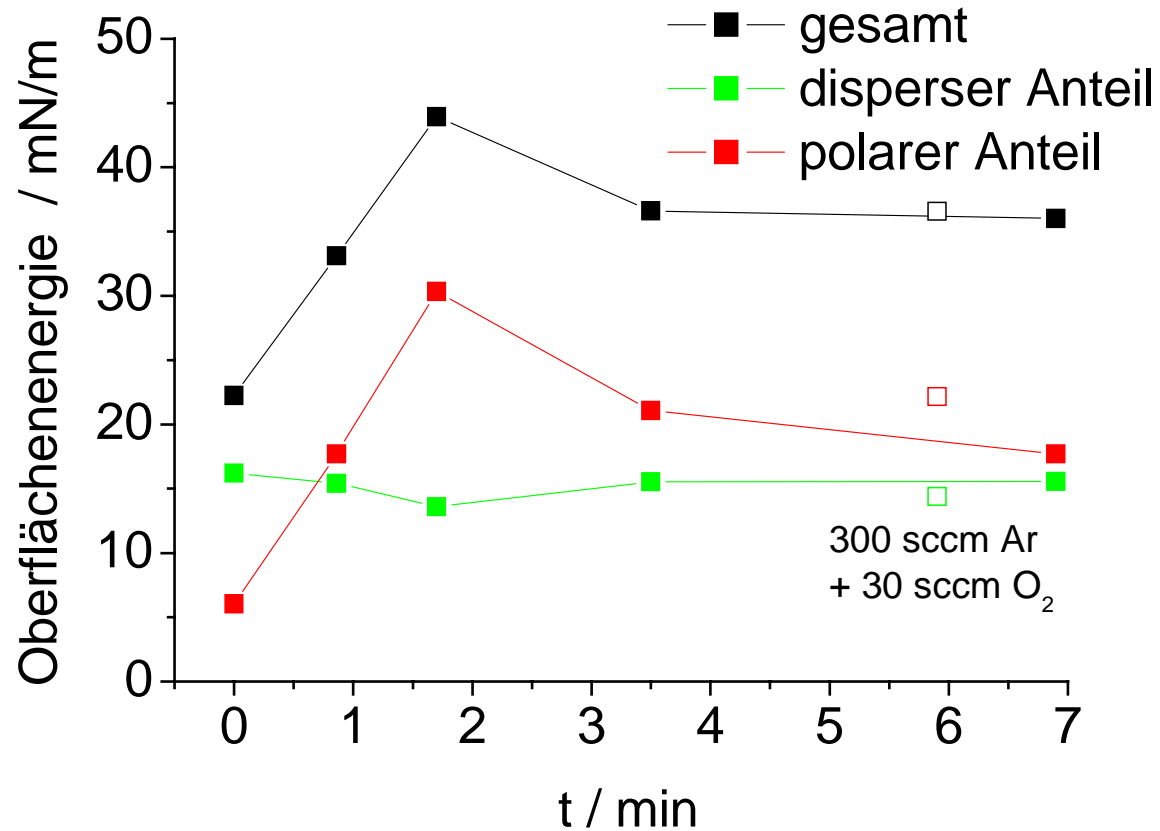
Wirbelschichtanlage - Reaktorteil



- die Fasern laden sich in der Plasmazone elektrostatisch auf und haften am Reaktorrohr
- die Fasern bilden Verbünde
- Durchsatz: 25 g/h

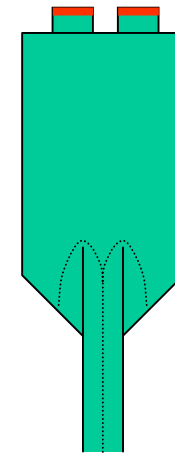
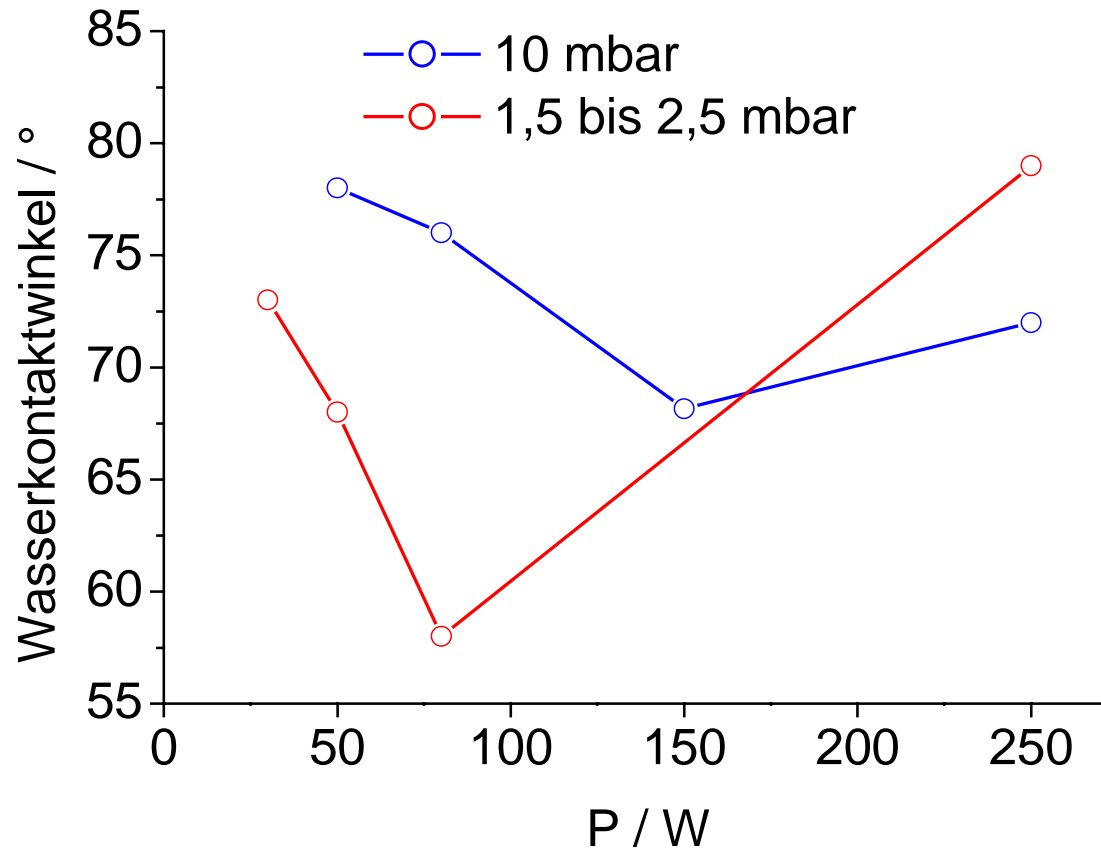
Plasmabehandlung im diskontinuierlichen Betrieb

$P = 250 \text{ W}$, $p = 10 \text{ mbar}$, $20 \text{ sccm Ar} + 10 \text{ sccm O}_2$

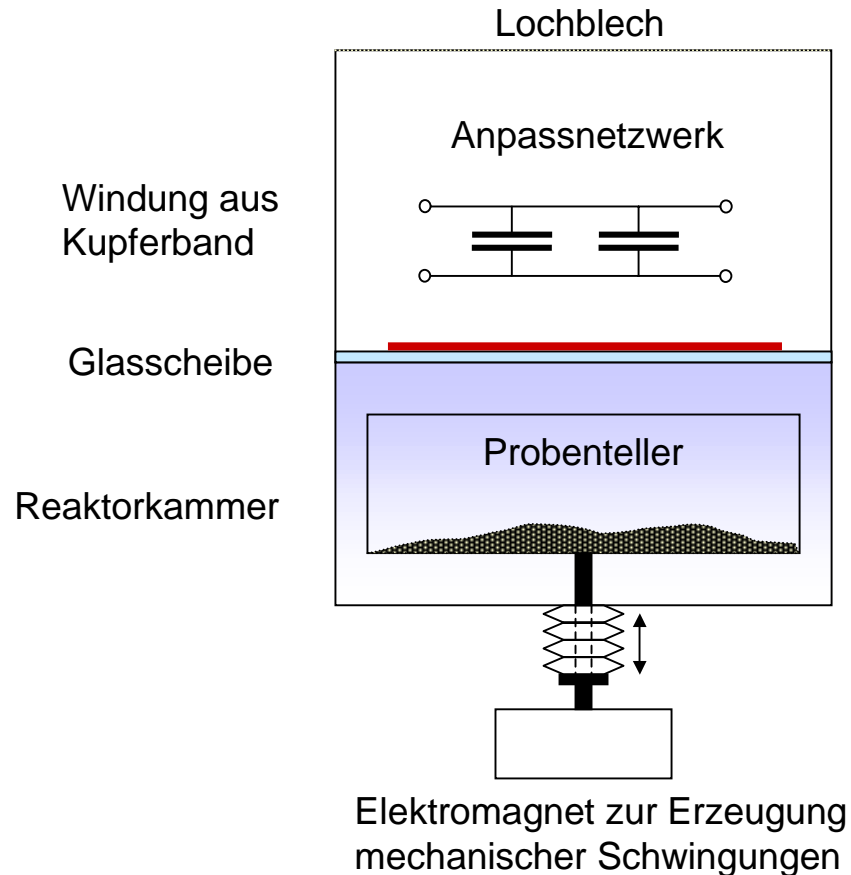


Plasmabehandlung bei kontinuierlicher Fahrweise

Prozessgas: 20 sccm Ar + 10 sccm O₂



Aufbau des Rüttelreaktors



Behandlungsparameter:

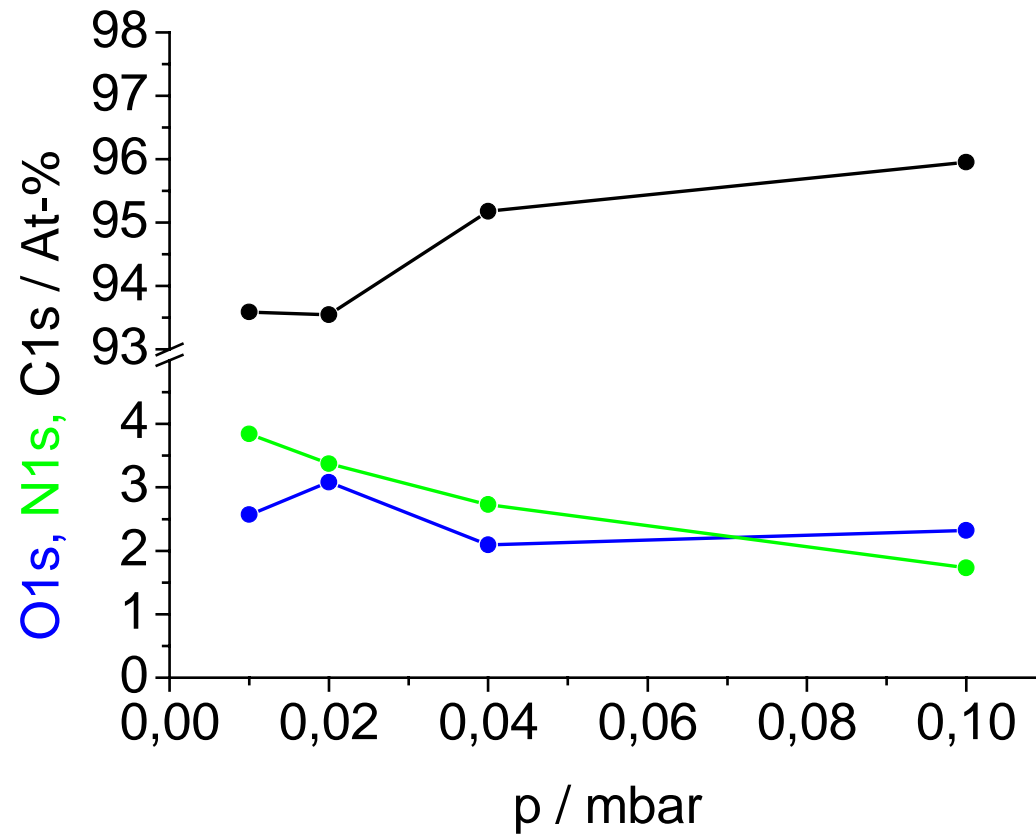
- Anregungsfrequenz: 27,12 MHz
Plasma wird induktiv eingekoppelt
- Leistung: 80..150 W
- Druck: 0,1..40 mbar
- Zeit: 5..40 min
- Prozessgase: NH_3
Ar- O_2 -Mischung

Abmessungen:

- Reaktorkammer: 250 × 250 × 104 mm
- Probenteller: Ø 105 mm

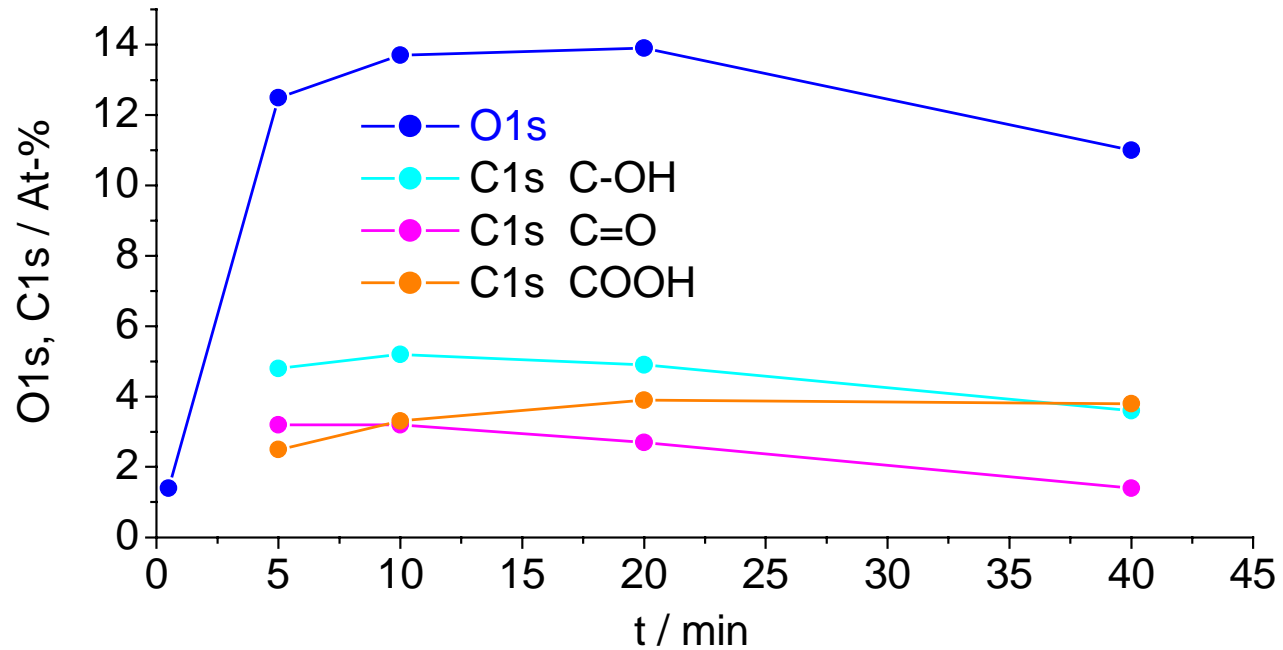
Plasmabehandlung in NH_3

Plasmaleistung: 50 W; Behandlungszeit: 4 min

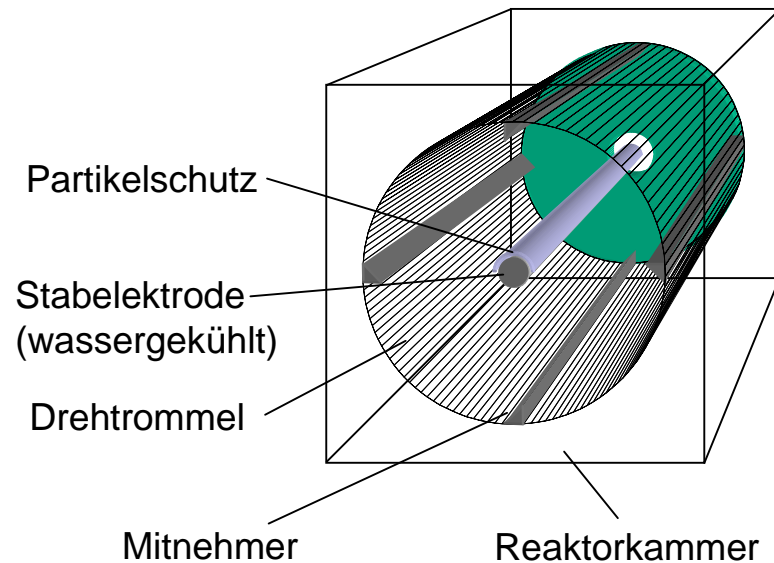


O₂-Plasmabehandlung

P = 80 W, p = 1,2 mbar, 35 sccm Ar + 35 sccm O₂



Aufbau des Drehtrommelreaktors



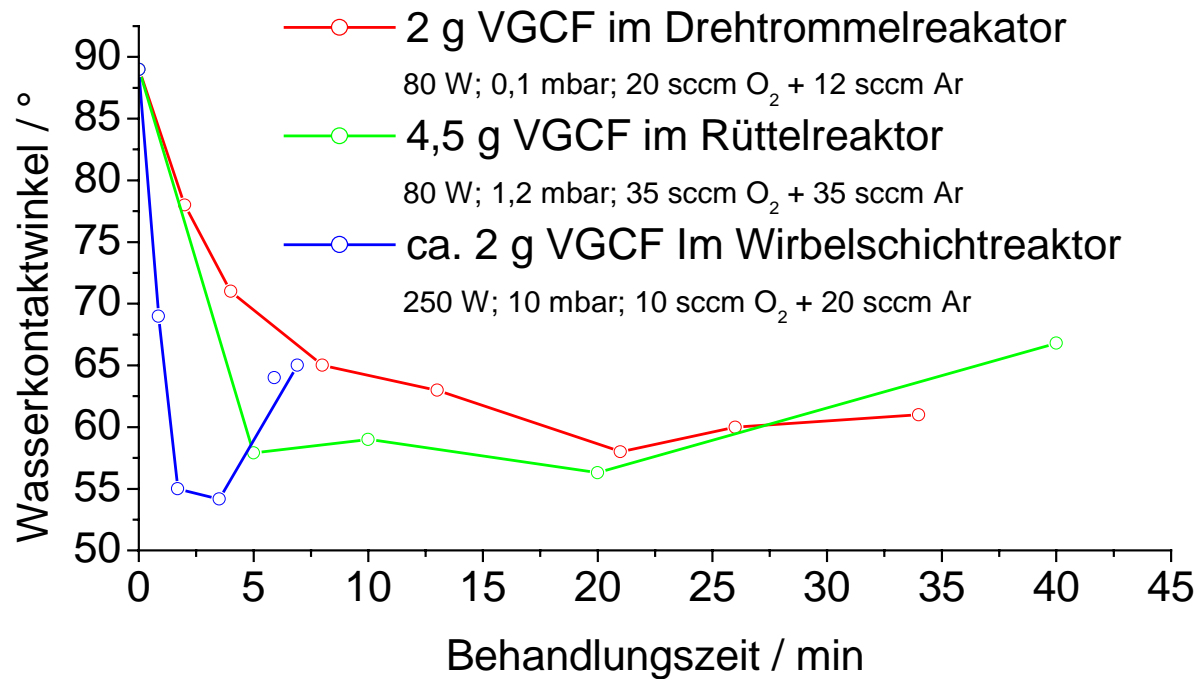
Behandlungsparameter:

- Anregungsfrequenz: 13,52 MHz
Plasma wird kapazitiv eingekoppelt
- Leistung: 50..150 W
- Druck: 0,1 mbar
- Zeit: 1..40 min
- Prozessgase: Ar-O₂-Mischung

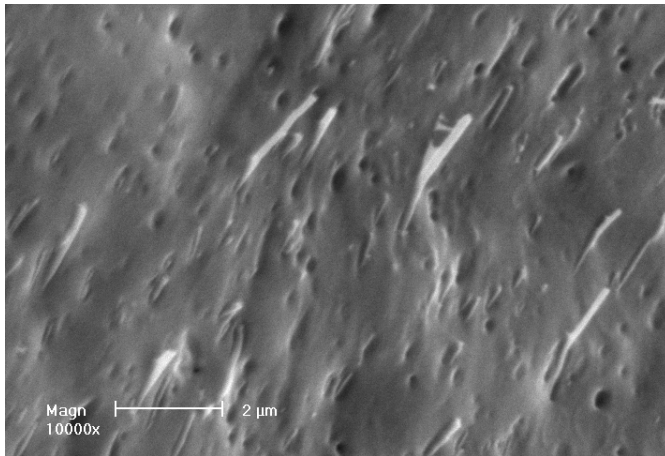
Abmessungen:

- Reaktorkammer: 430 × 350 × 300 mm
- Probenteller: Ø = 250 mm, l = 390 mm

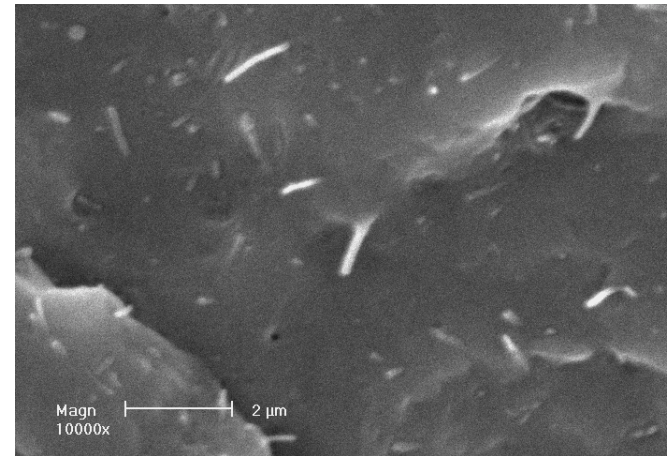
Sauerstofffunktionalisierungen



REM-Tieftemperatur-Bruchbilder von Polypropylen + 5 Gew.% Nanofasern



unbehandelte Nanofasern



behandelte Nanofasern

(O₂-Plasmabehandlung
P = 80 W, p = 1,2 mbar)

Plasmageätzte Oberfläche eines Polypropylen-Verbundwerkstoffes mit 5 Gew.% Nanofasern (unbehandelt)

