

Entwicklung von Carbon- Microfaservliesstoffen

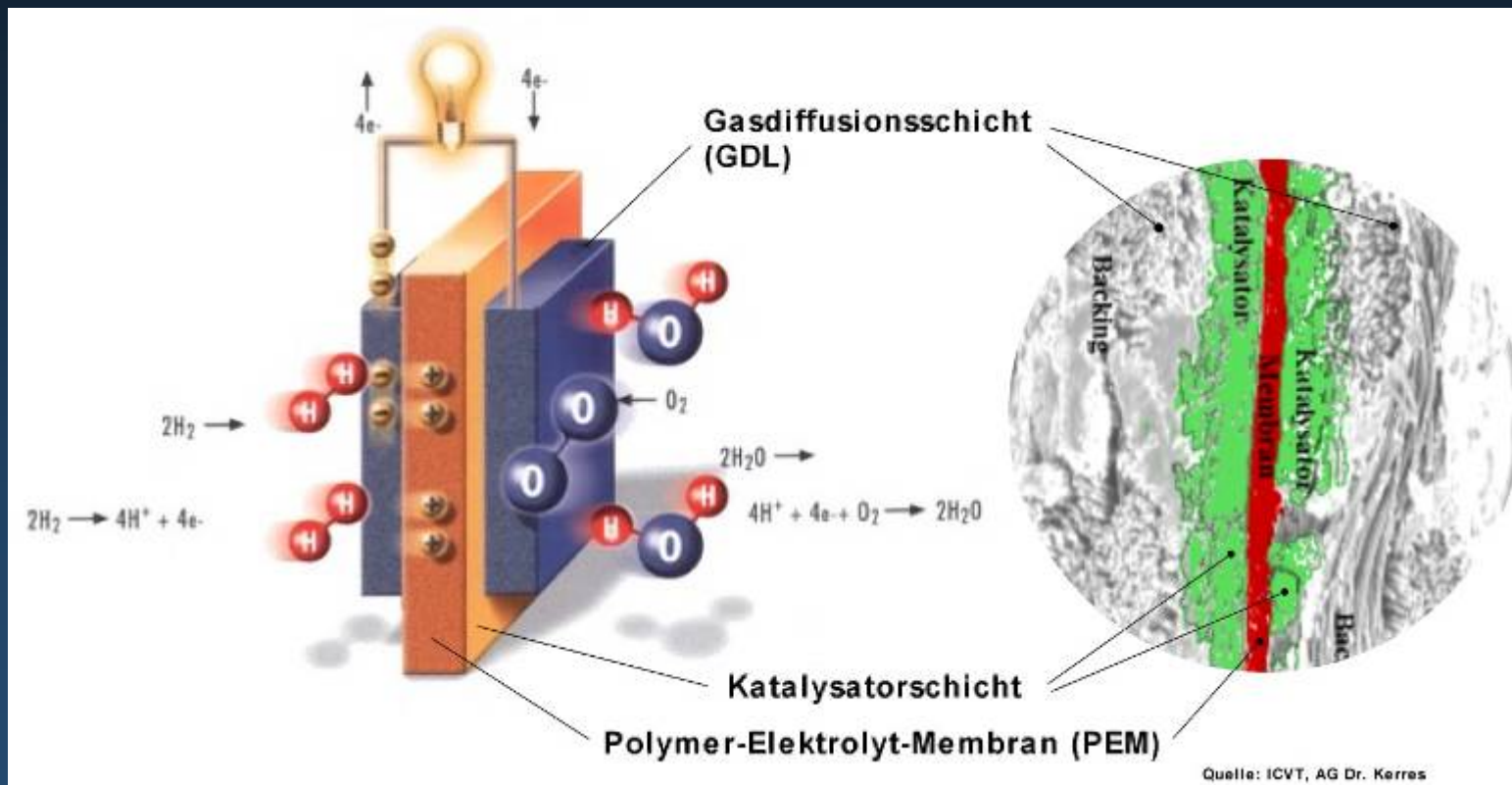
Martin Dauner, Martin Hoss

Institut für Textil- und Verfahrenstechnik, Denkendorf, Germany

<http://www.itv-denkendorf.de>

E-Mail: martin.dauner@itv-denkendorf.de

Aufbau einer Polymer-Elektrolyt-Brennstoffzelle



Stand der Technik (1)

Gasdiffusions-Schichten

- Gasdiffusions-Schichten fast ausschließlich auf Basis von Carbonfasern aus Polyacrylnitril (PAN-C-Faser).
Faserdurchmesser von 7 bis 12 μm
- Vliesstoffe („Papiere“) haben unregelmäßige Struktur, die mit dem Faserdurchmesser korreliert:
- Inhomogenität der Gasdiffusionsschicht im 10 μm Bereich.

Stand der Technik (2)

Carbonfaserherstellung

- Trockenspinnen von Polyacrylnitril
Oxidieren unter Spannung < 300°C (PANOx)
- oder
- Schmelzspinnen von Pech
Oxidieren unter Spannung < 300°C

- Vlieslegung (Nassvlies)

- Carbonisieren > 600°C
- Calcinieren > 1000°C.

Weiterentwicklung von GDL (1)

Steuerung der Gasdiffusionseigenschaften für Wasserdampf, Wasser- und Sauerstoff durch

- Mikrofaservliese aus Pech im Melt Blow Verfahren
- Nanofaservliese aus PAN durch Elektrospinnen
- (Carbonisierung / Calcinierung)

1. Melt Blow-Verarbeitung von Mesophasen-Pech

Zielsetzung

- Machbarkeitsstudie: Verarbeitung von Mesophasen-Pech durch das Melt Blow-Verfahren
- Abschätzung der erreichbaren Strukturen
- Faserdurchmesser von $1 \mu\text{m}$
- elektrischer Widerstand $< 12\text{m}\Omega/\text{cm}^2$
- Porosität $> 85\%$
- Porengröße $< 3 \mu\text{m}$

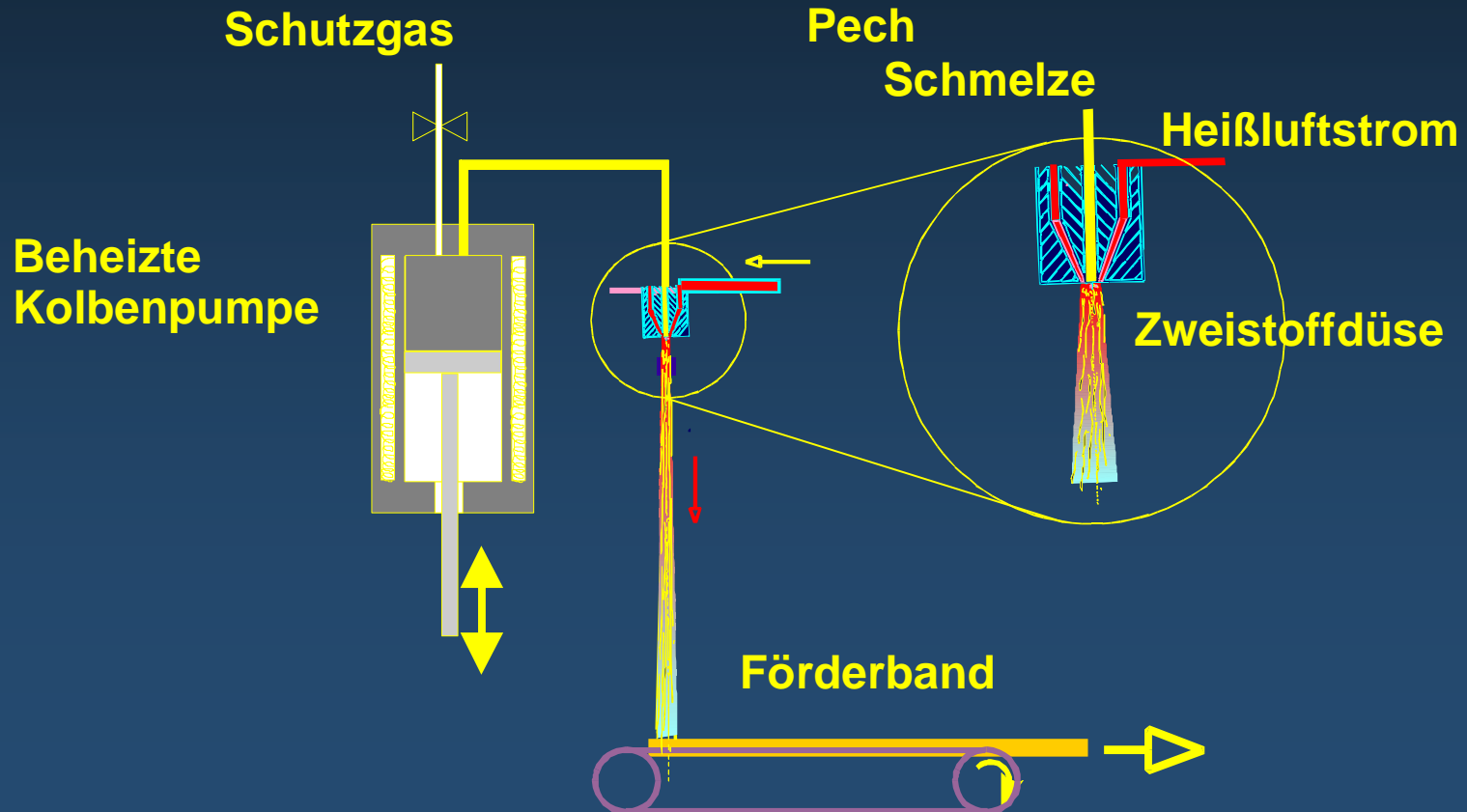
1. Melt Blow-Verarbeitung von Mesophasen-Pech

Stand der Technik

- Herstellung von Vliesstoffen direkt aus der Pech-Schmelze mittels Melt Blow Spinnen grundsätzlich möglich.
- Melt Blow-Carbon-Vliesstoffe werden bislang nicht kommerziell hergestellt.
- keine Veröffentlichungen oder Patente über Untersuchung oder Nutzung dieser Vliesstoffe als GDL vor.

1. Melt Blow-Verarbeitung von Mesophasen-Pech

Anlagenaufbau



1. Melt Blow-Verarbeitung von Mesophasen-Pech

Anlagenaufbau (Details)

- Rohrleitungen bis 400°C beheizbar
- Melt Blow Spinnkopf mit 15 Kapillar-Düse
- Kapillar-Durchmesser 0,4 mm
- Schutzgas zur Verhinderung der Oxidation des Pechs



1. Melt Blow-Verarbeitung von Mesophasen-Pech

Anlagenaufbau



1. Melt Blow-Verarbeitung von Mesophasen-Pech

Verarbeitungsparameter

- Trocknung 90°C über 24 h im Vakuum
- Verarbeitung unter Schutzgas
- Aufschmelzen bei 280°C
- Spinnkopf Temperatur 320°C bis 370°C
- Lufttemperatur 20 - 30°C über der Schmelztemperatur
- Luftdruck von 0,15 bis 1,0 bar variiert

1. Melt Blow-Verarbeitung von Mesophasen-Pech

Nachbehandlung

Oxigenierung bei Umgebungsluftatmosphäre
Temperatur/Zeit: 180°/60min bis 260°/60min.

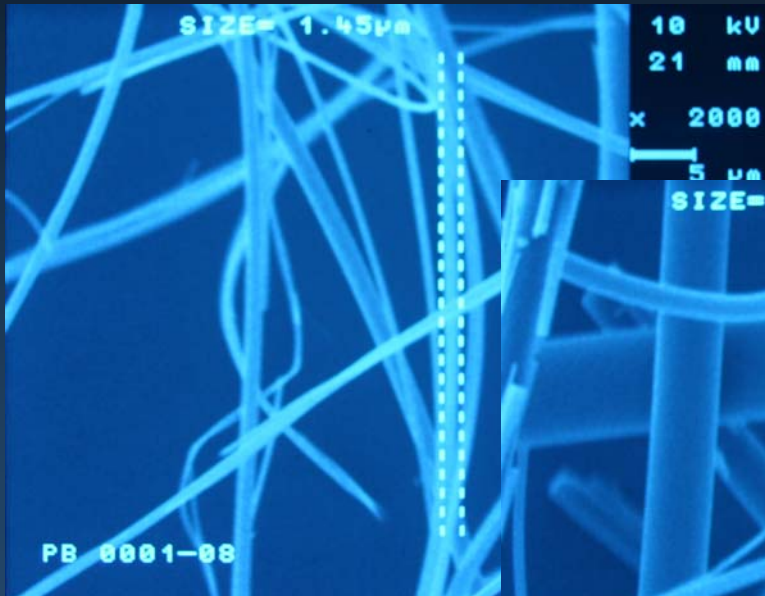
Carbonisierung: unter Inertgas, da sonst das Vlies verbrennt
Temperatur /Zeit: 650°C/60min.

Calcinierung: weitere Strukturumwandlungen.
Basiswert 1000°C/60min.

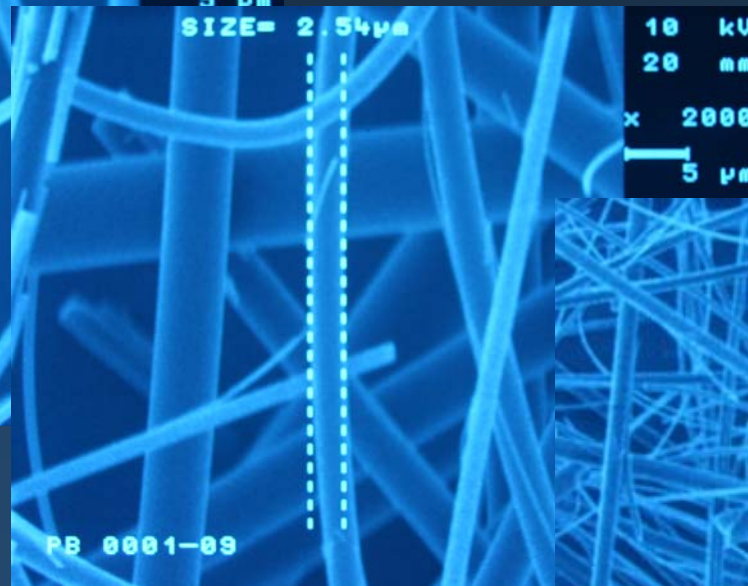
Mit zunehmender Temperatur werden höhere Kristallstrukturen erreicht, und damit bessere mechanische und physikalische Eigenschaften.

1. Melt Blow-Verarbeitung von Mesophasen-Pech

Strukturen



Geringer
Volumenstrom



Hoher
Volumenstrom

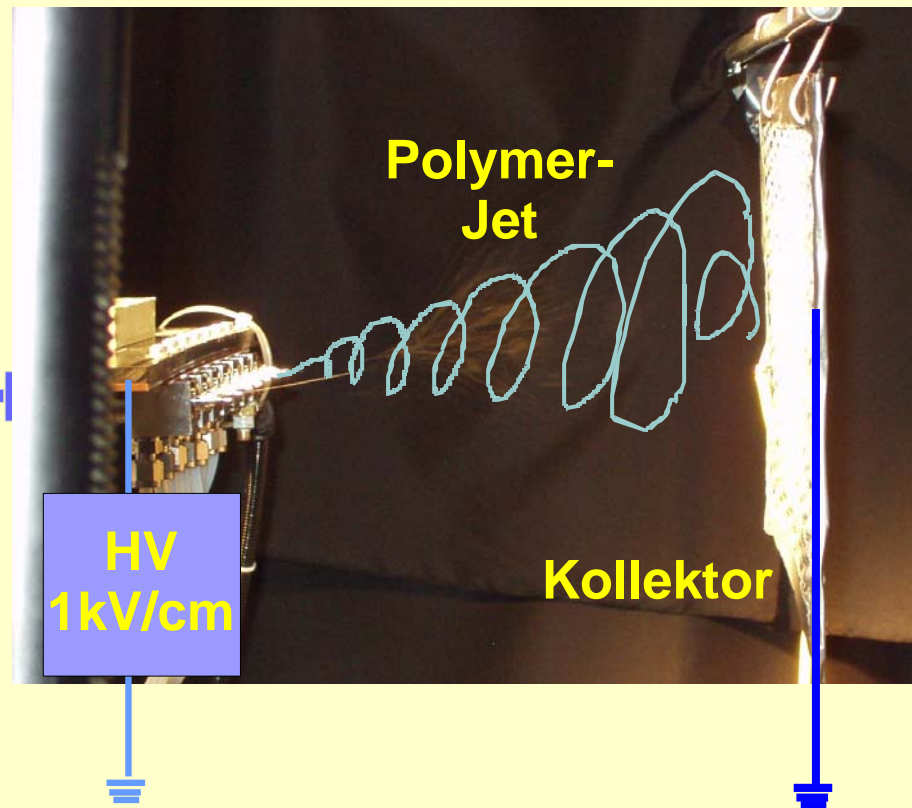
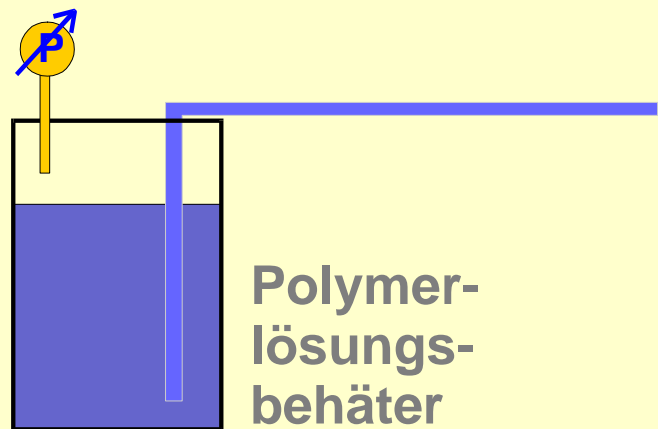


1. Melt Blow-Verarbeitung von Mesophasen-Pech

Zusammenfassung

- Machbarkeitsstudie: Verarbeitung von Mesophasen-Pech durch das Melt Blow-Verfahren ✓
- Abschätzung der erreichbaren Strukturen ✓
- Faserdurchmesser von 1 μm ✓
- elektrischer Widerstand $< 12\text{m}\Omega/\text{cm}^2$???
- Porosität $> 85\%$ (✓)
- Porengröße $< 3 \mu\text{m}$ (✓)
- aber:
- noch keine ausreichende Festigkeit ☹

2.) Elektrostatischer Spinnprozess



2.) Elektrostatischer Spinnprozess

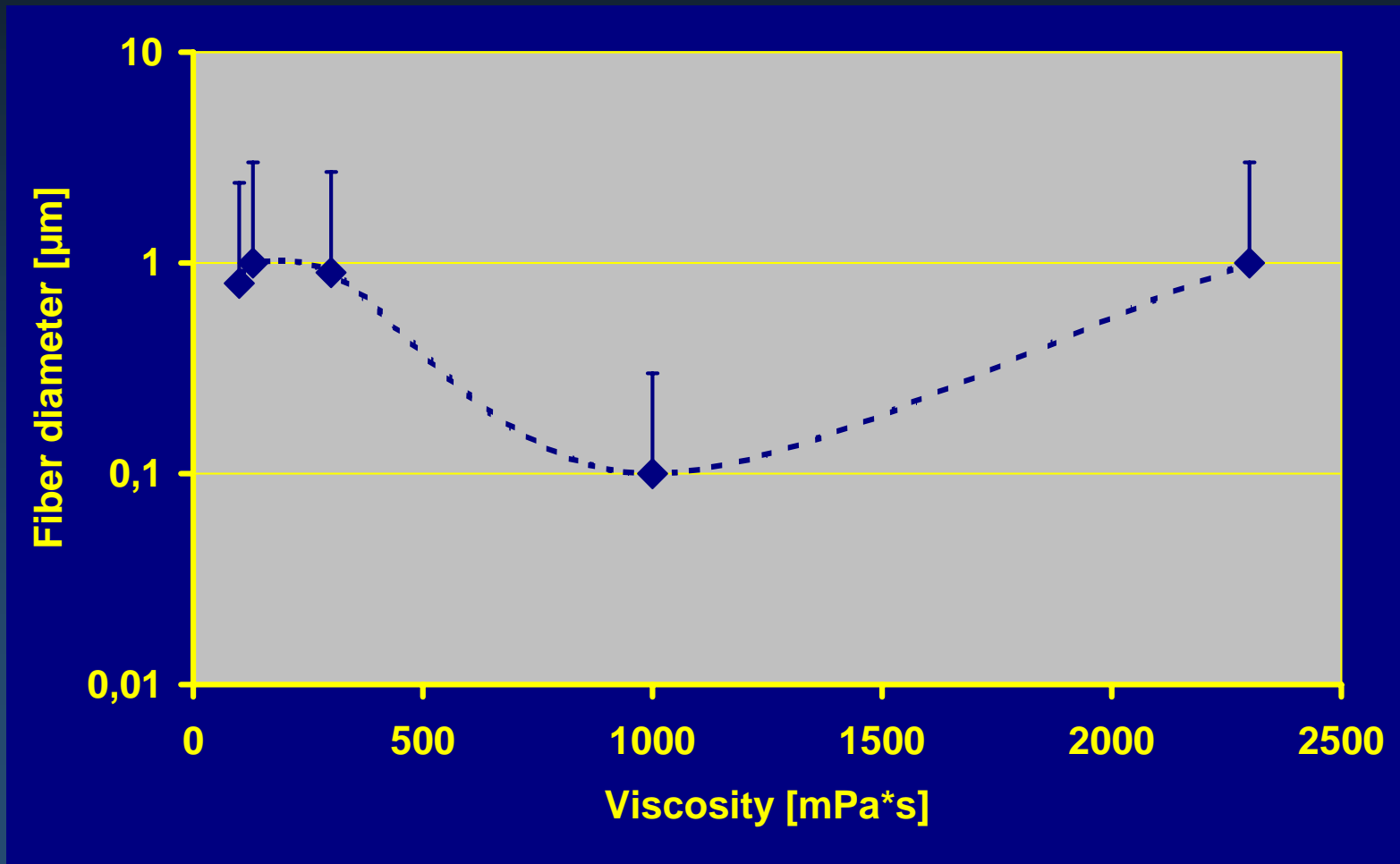


2. Elektrostatischer Spinnprozess

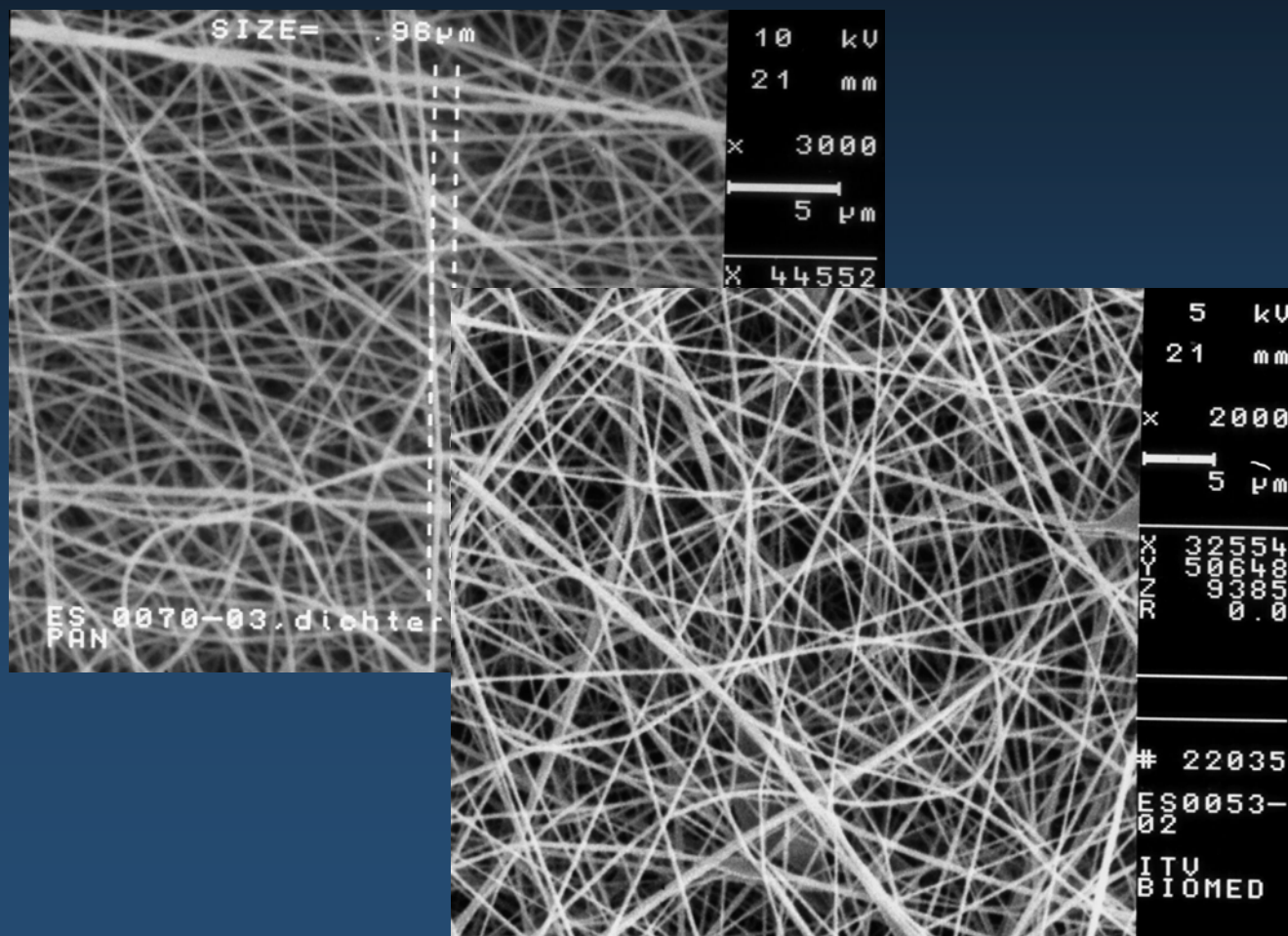
Prozess-Parameter

- Polymer PAN
- Lösungsmittel DMAC
- Spannung 10 - 60 kV
- Düse-Kollektor Abstand 100 - 600 mm
- Spannung / Düse-Kollektor Abstand 1 kV/cm
- Massetransport extrem gering
- Temperatur
- Luft/Gasstrom

2. Elektrostatischer Spinnprozess Viskosität der Polymer Lösung



2. Elektrostatischer Spinnprozess PAN-Vliesstoffe



2. Elektrostatischer Spinnprozess

Zusammenfassung

- Erzielung von Fasern $\ll 1 \mu\text{m}$ ✓
- Vliesablage ✓
- Oxigenierung ✓?

Carbonisierung und Calcinierung bereitet Probleme

Weiteres Vorgehen

- Beschichten von PanOx Vliesstoffen mit Mikrofasern
- Beschichten von PanOx Vliesstoffen mit Nanofasern
- Carbonisierung und Calcinierung in Zusammenarbeit mit Carbonfaserhersteller
- Analyse der erreichbaren Materialien mit Hinblick auf Brennstoffzelle, Batterie und Filtration

Danksagung

Machbarkeitsstudie zur Herstellung von Mikrofaser-Carbonvliesen

Verbundvorhaben: Entwicklung der Membran-Elektroden-Gasdiffusions-schicht-Komponenten für den Betrieb einer Polymerelektrolyt-Brennstoffzelle im Temperaturbereich von 80 bis 130°C

Partner: ITV, Uni Stuttgart (ICVT, IPF), ZSW, ITT-DLR

Gefördert aus Mitteln des
Ministeriums für Mittelstand, Wissenschaft und Kunst und des
Wirtschaftsministeriums
des Landes Baden Württemberg