

# Polymerkomposite als Materialien für Anwendungen im Bereich Sensorik

-

## Anwendung von CNT in Polymerfasern für "Sensing-Textilien"

*Dr. Petra Pötschke*

*Leibniz-Institut für Polymerforschung Dresden e.V.*

# Inteltext – ein EU- Projekt des 6. Rahmenprogramms

**INTE**lligent Multi-reactive **TEX**tiles integrating nano-filler based Conductive Polymer Composite (CPC) fibers.

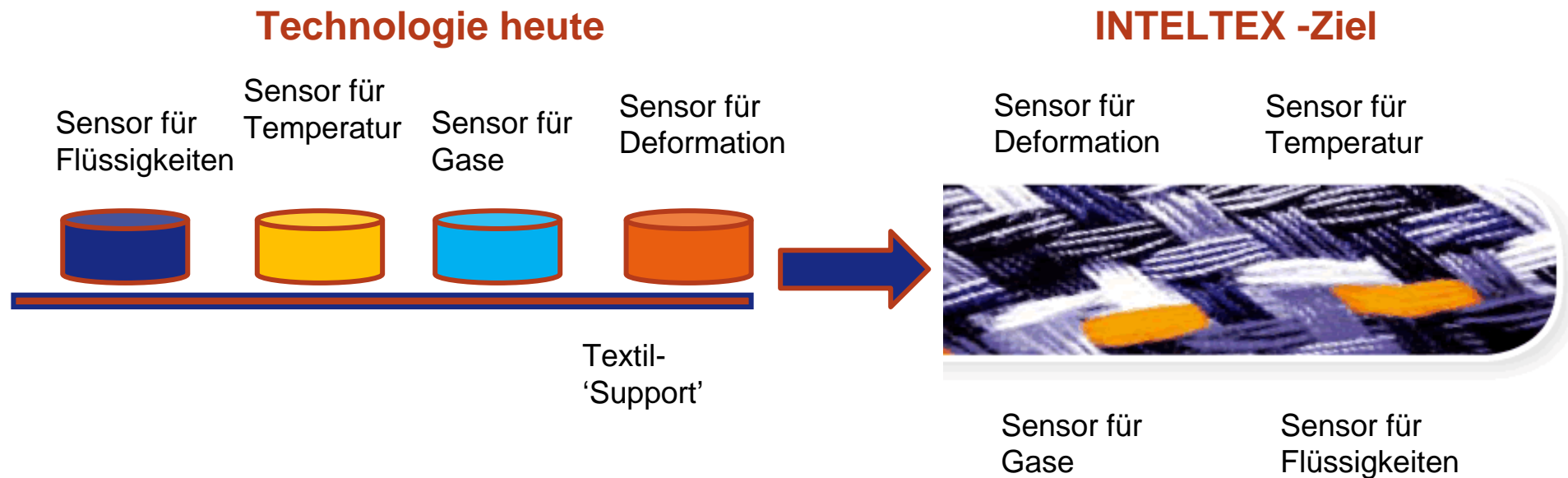
Laufendes Europäisches Projekt  
 (September 2006 bis August 2010)  
 23 Partner  
 (8 Forschungseinrichtungen und 15 Industriepartner, vorwiegend kmU)

[www.inteltext.eu](http://www.inteltext.eu)

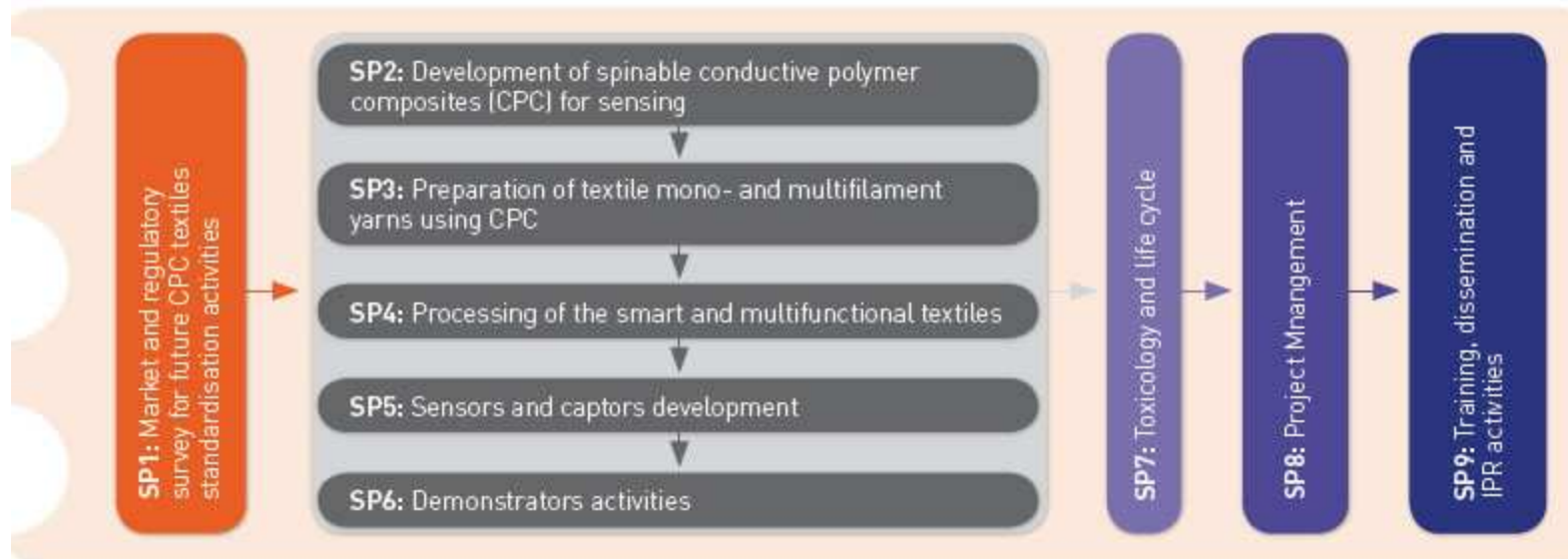


# Inteltext – Ziel

Entwicklung von Textilstrukturen mit Fasern, die Gase, Flüssigkeiten, Deformation und Änderungen von Temperatur detektieren (**Fasern agieren als Sensor**) für Anwendungen in Medizin, Konstruktion und Schutzbekleidung.



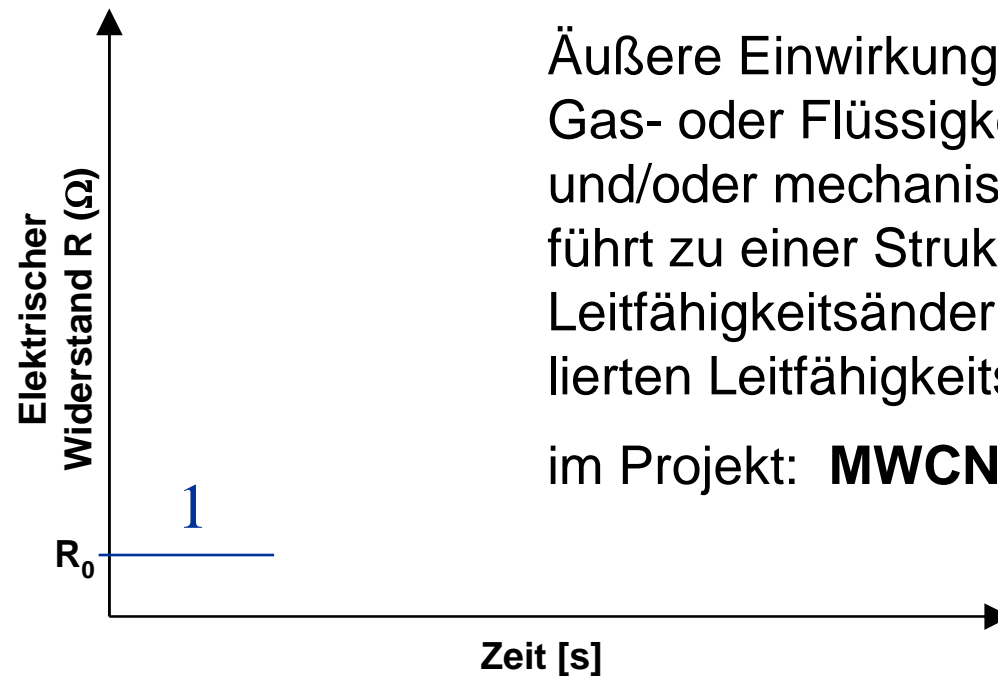
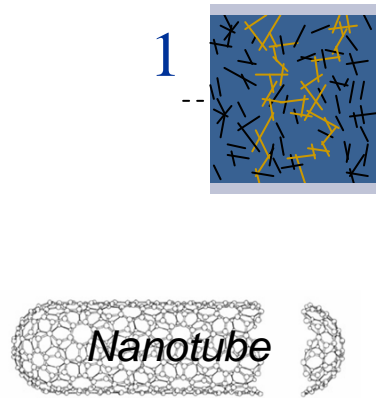
# Organisation und Arbeitsschritte



## Aufgaben IPF Dresden (SP2):

- Dispergierung von CNT in spinnbaren Polymeren im Extrusionsmaßstab
- Basisuntersuchungen zur Verspinnbarkeit
- Untersuchungen zur Flüssigkeitsdetektion an (Platten), Fasern und Textilien

# Sensing - Prinzip

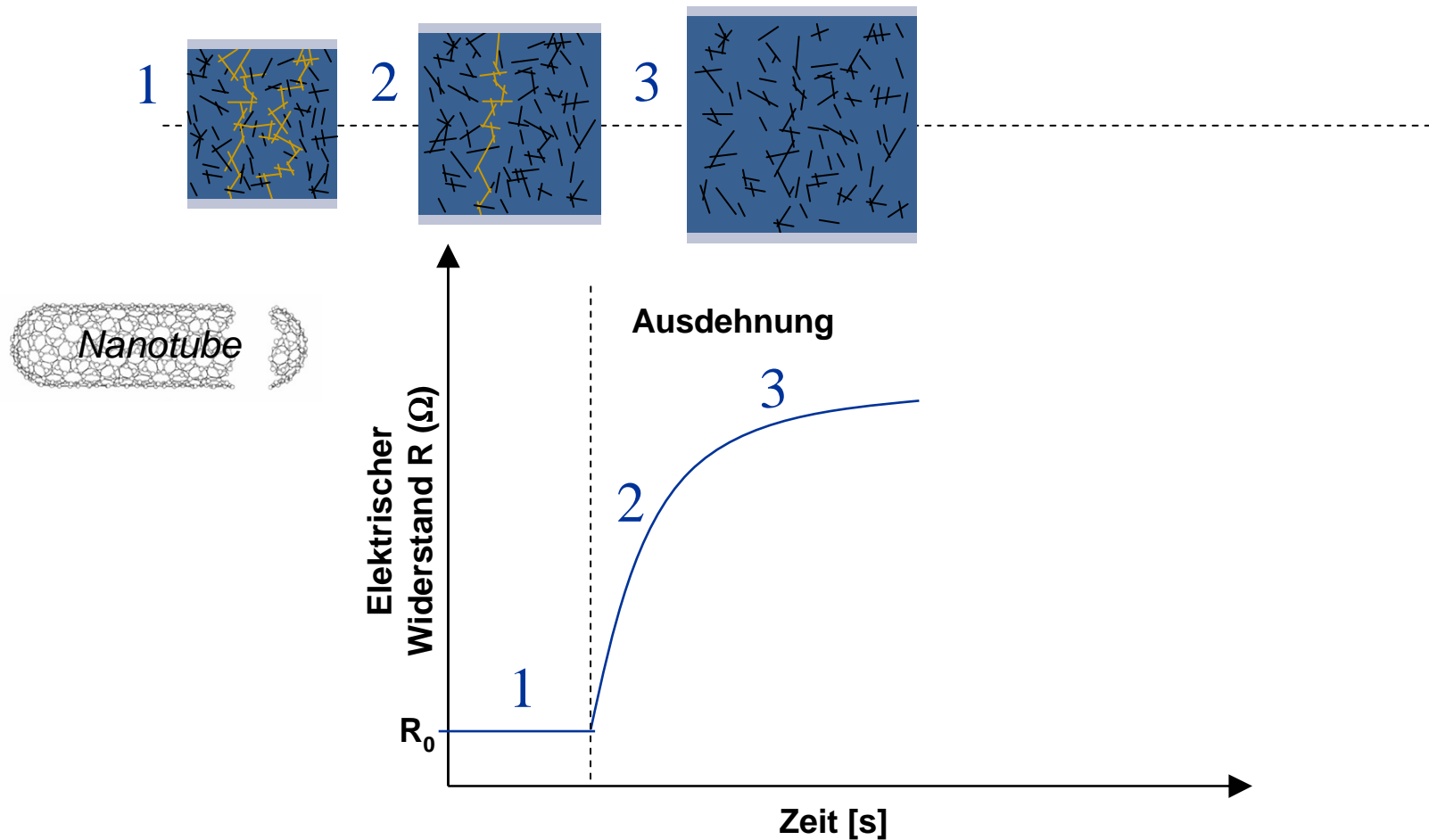


## Ansatz

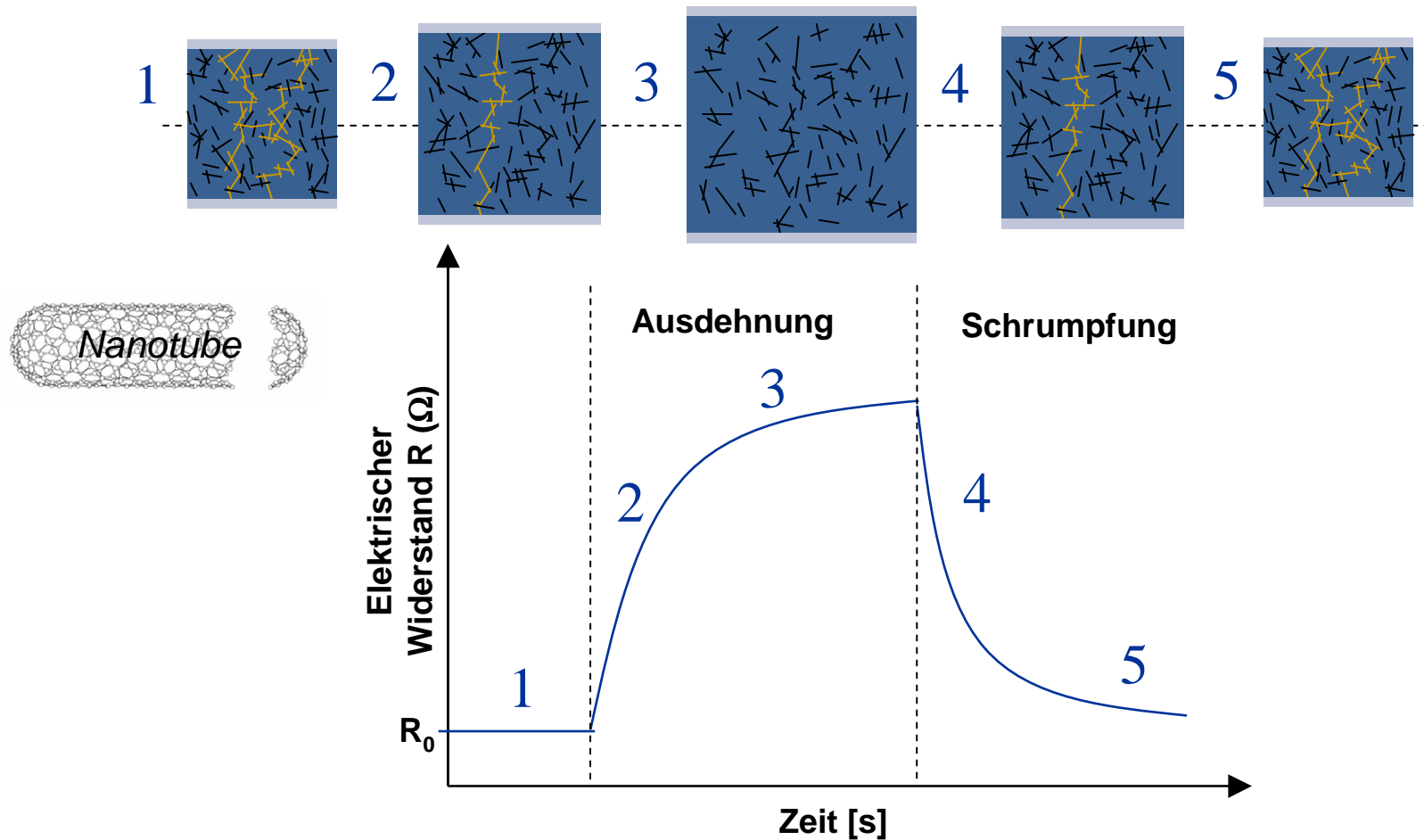
Äußere Einwirkung von Temperatur, Gas- oder Flüssigkeitsmolekülen, und/oder mechanische Deformation führt zu einer Struktur- und somit Leitfähigkeitsänderung des perkolierten Leitfähigkeitsnetzwerkes.

im Projekt: **MWCNT**

# Sensing - Prinzip



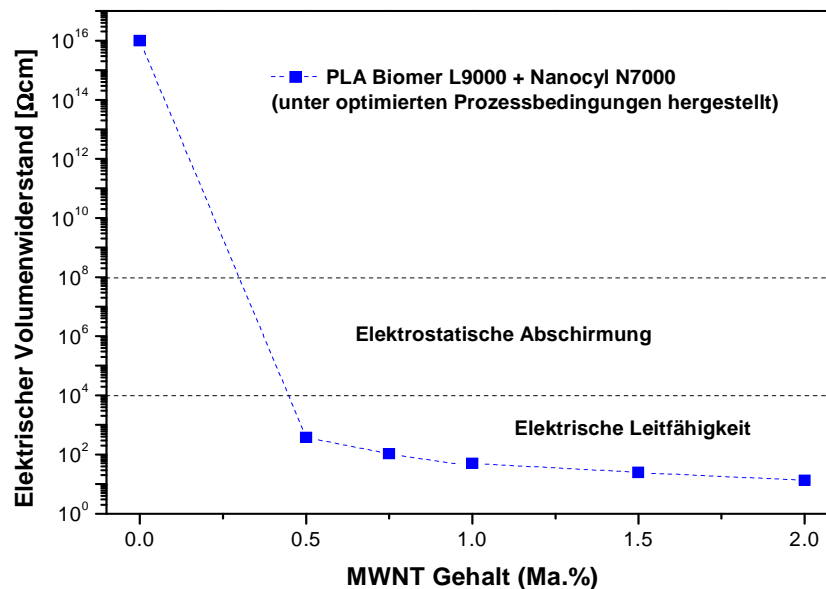
# Sensing - Prinzip



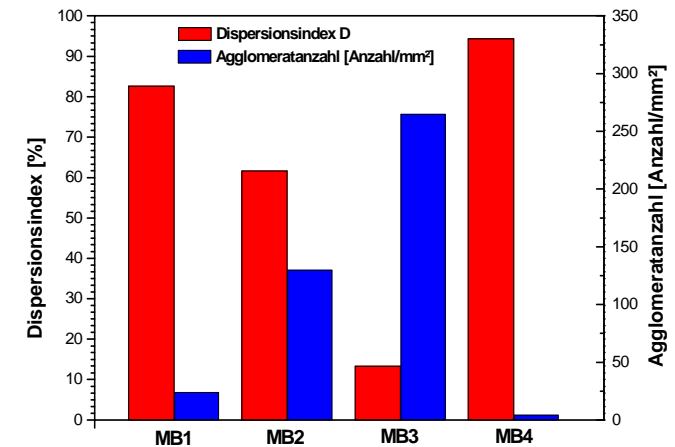
# Herstellung von Kompositmaterialien

Systematische Variation von Extrusionsbedingungen  
 [Schneckenkonfiguration, Drehzahl, Durchsatz,  
 Temperaturprofil] – Einfluss auf CNT-Dispergierung  
 ⇒ Exzellente CNT- Dispergierung für Verspinn-  
 barkeit der Komposite erforderlich

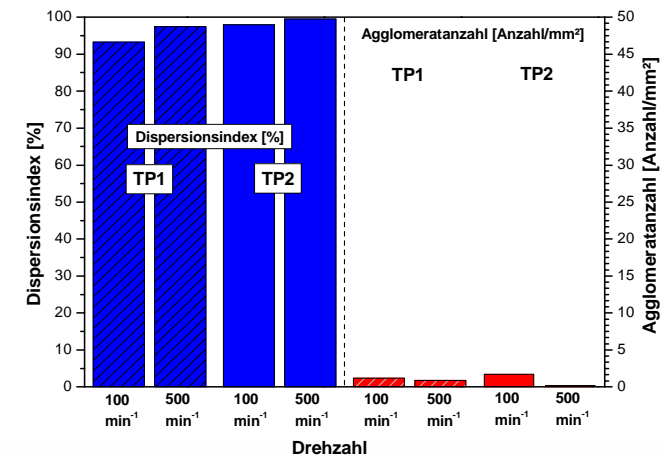
Bsp.: **PLA (Polymilchsäure) + MWCNT N7000**



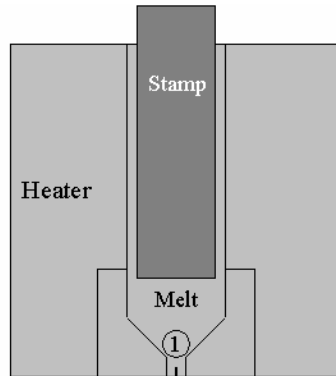
## PLA-Masterbatch mit 7,5 Ma% CNT



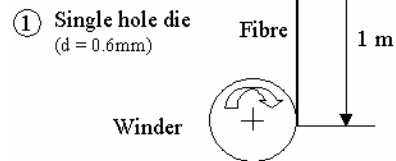
## Verdünnung auf 0,75 Ma% CNT



# Schmelzespinnen von Kompositmaterialien

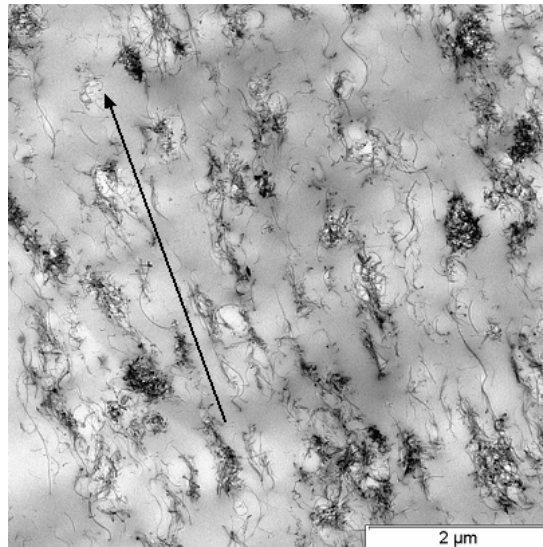


Kolbenspinnanlage

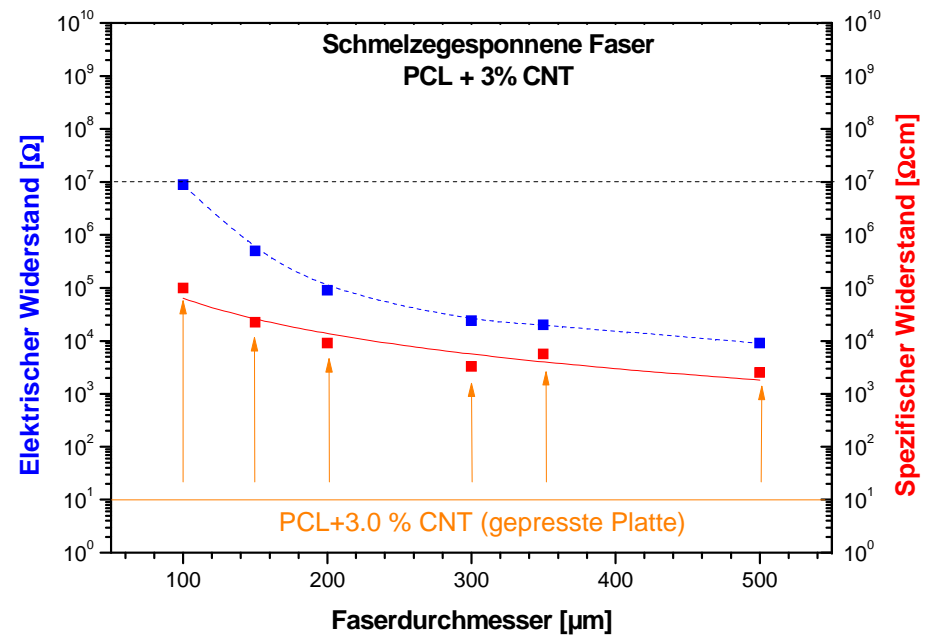


⇒ Problematik

hohe Anisotropie  
CNT gefüllter  
Fasern!

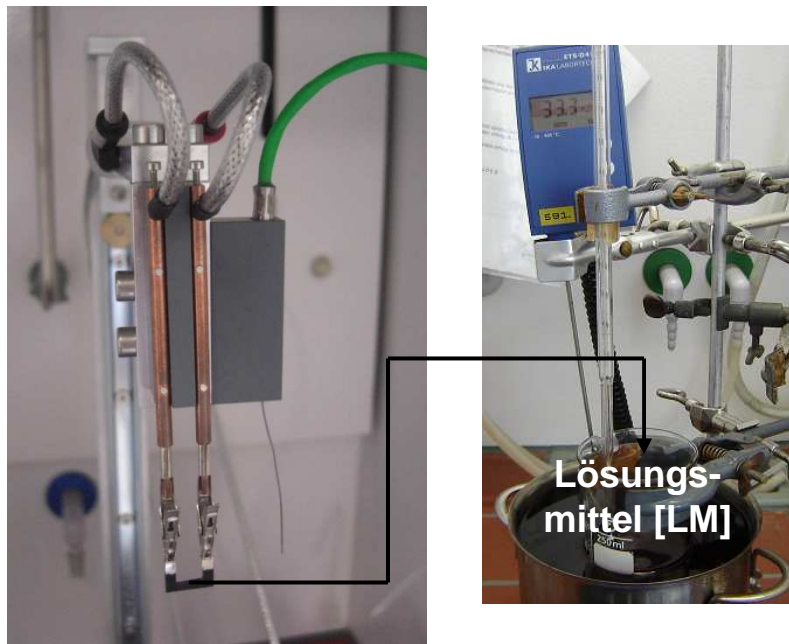


## Vergleich: Widerstand Faser / Platte



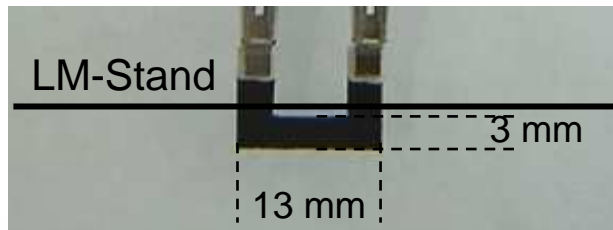
# Flüssigkeitsdetektion / Messaufbau

## Sensing an gepressten Platten

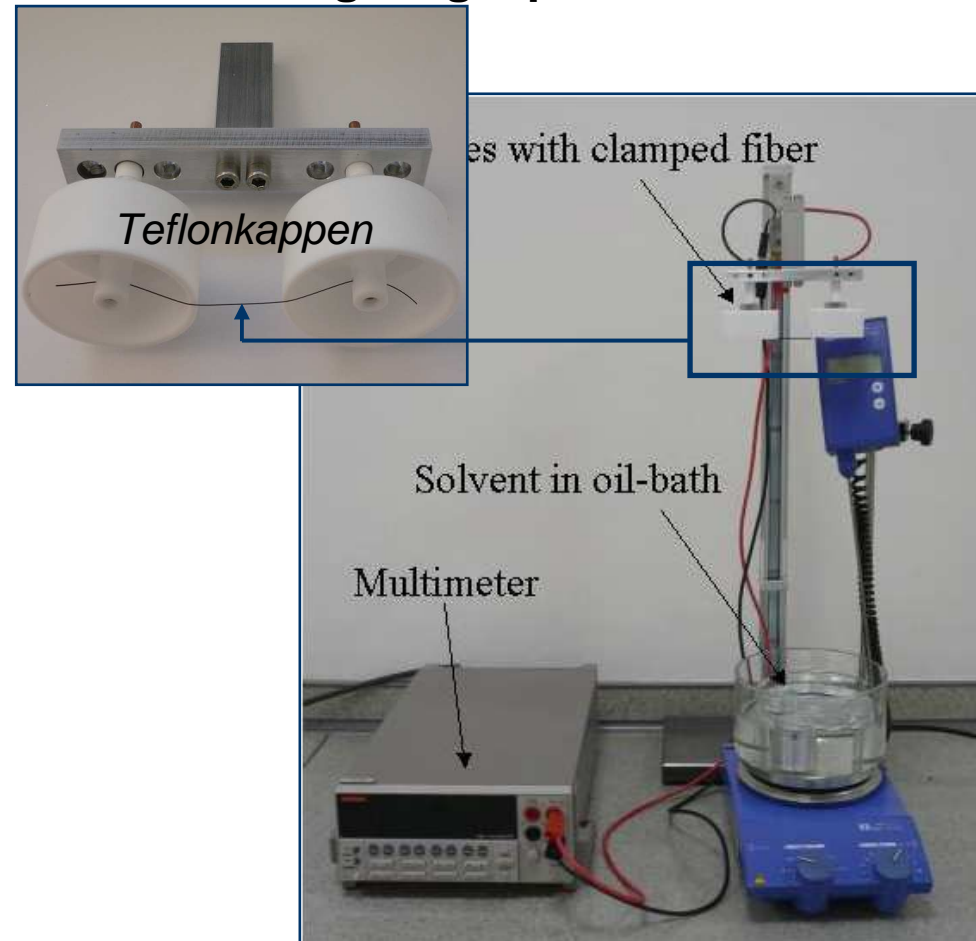


Lösungs-  
mittel [LM]

Messgeometrie



## Sensing an gesponnenen Fasern



Fasern with clamped fiber

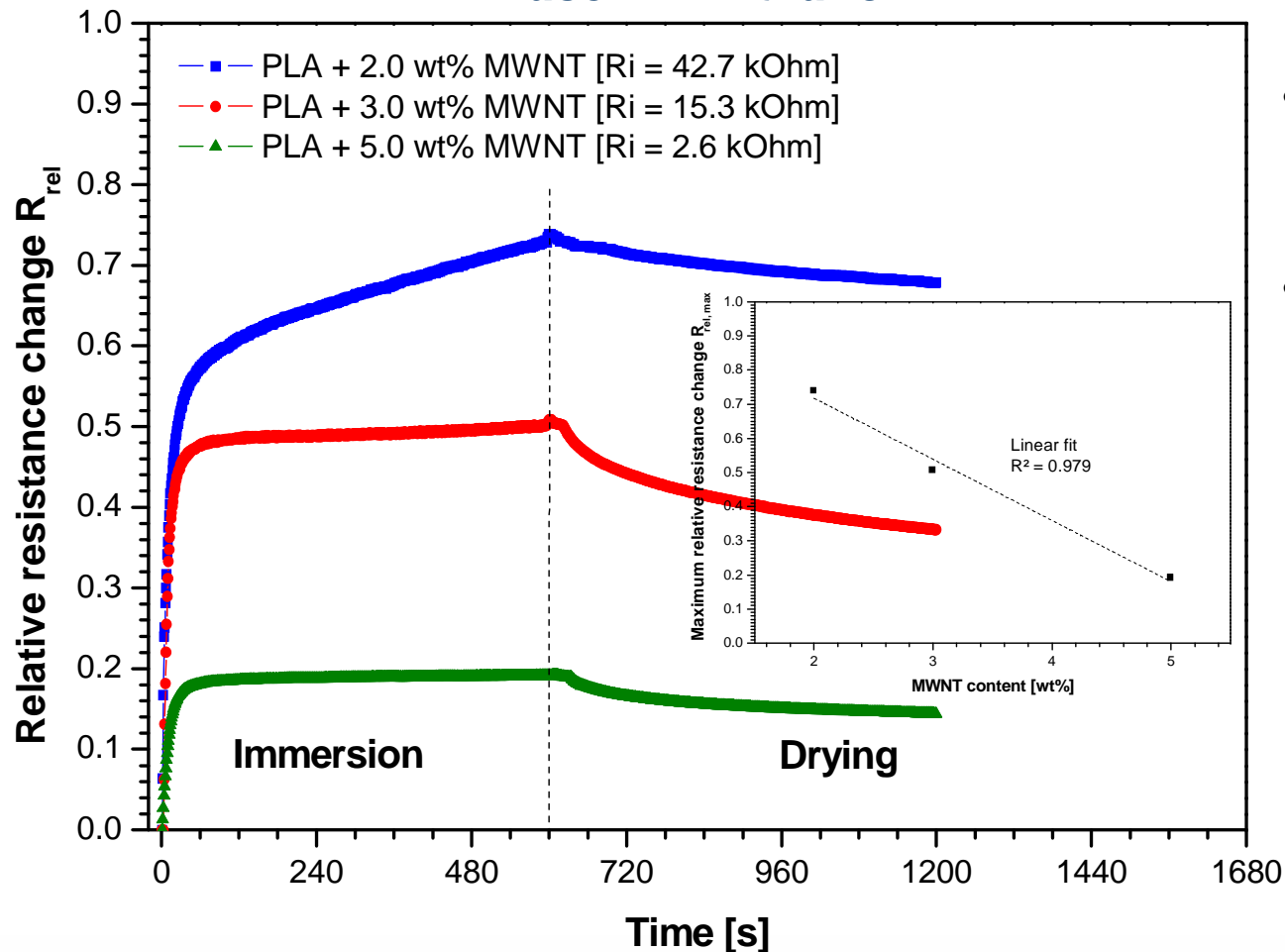
Teflonkappen

Solvent in oil-bath

Multimeter

# Flüssigkeitsdetektion

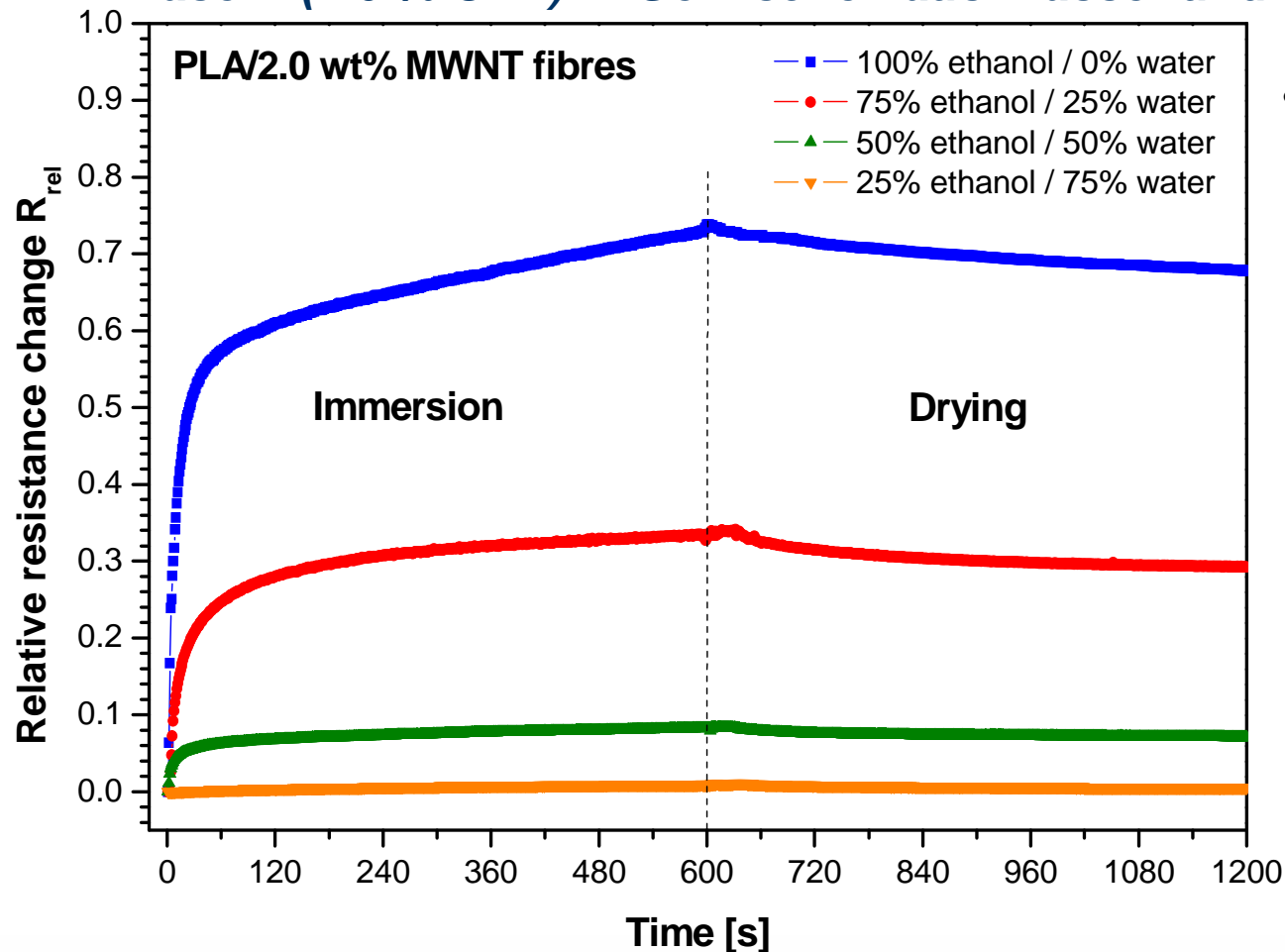
## Fasern in Ethanol



- Sehr schnelle elektrische Antwort auf das Quellen der Faser
- Höhere Sensitivität mit sinkendem Füllstoffgehalt  
⇒ Niedrigere CNT - Netzwerkdicke mit abnehmendem Füllstoffgehalt

# Flüssigkeitsdetektion

## Fasern (2.0 % CNT) in Gemischen aus Wasser und Ethanol



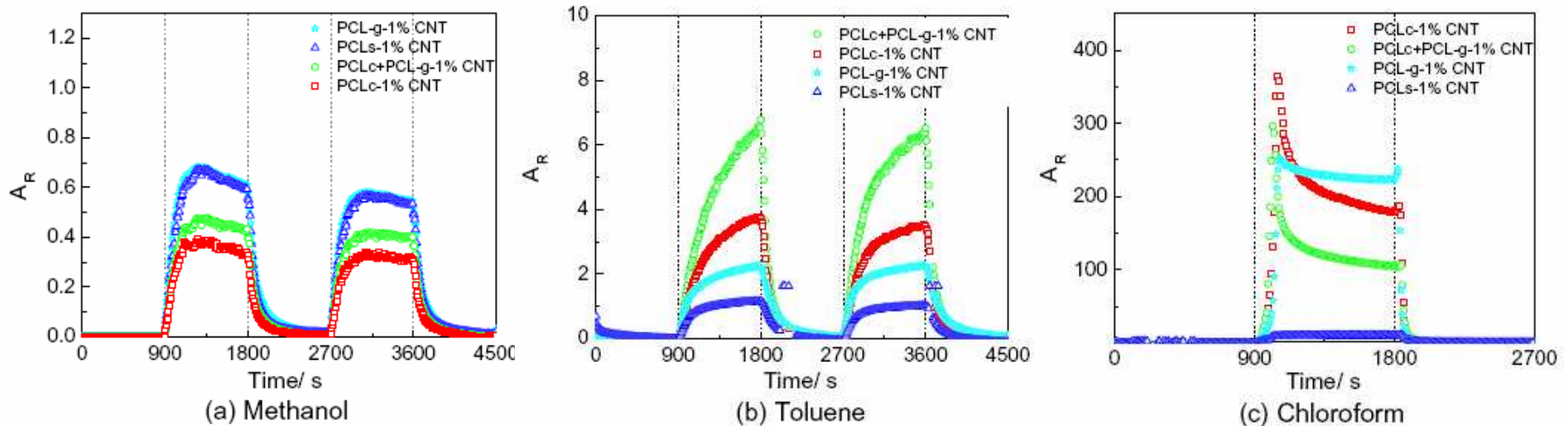
- Lösungsmittelgemische können differenziert werden  
 ⇒ Quellung / Sensitivität sinkt mit steigendem Anteil des „schwachen“ Lösungsmittels

# Gasdetektion

Ergebnisse des INTELTEX Partners UBS



Gassensoren auf der Basis von Polycaprolacton/ 1% CNT Kompositen [Filme]

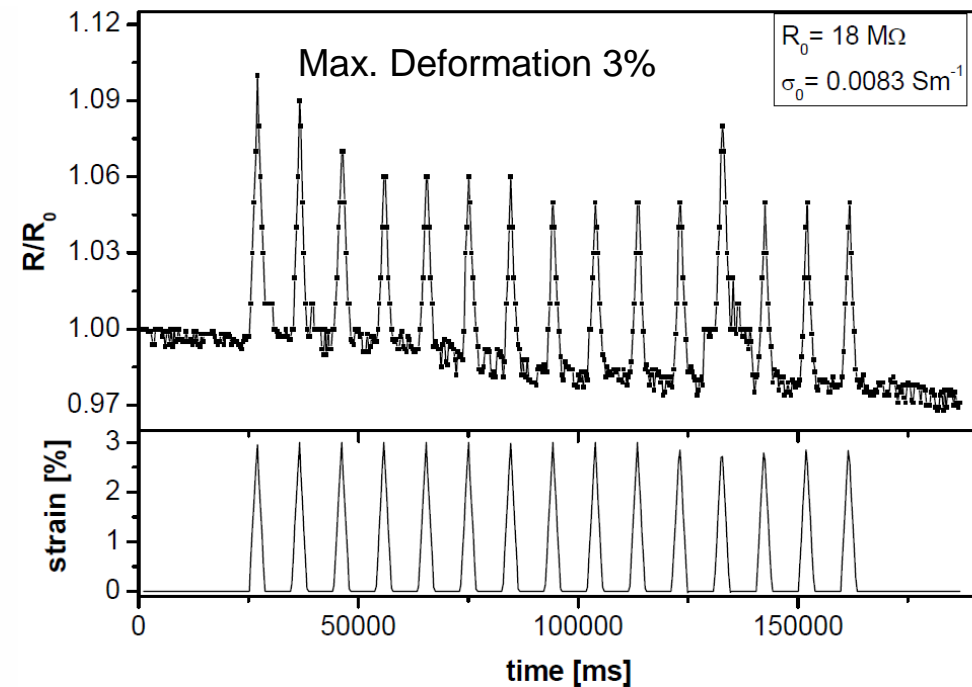
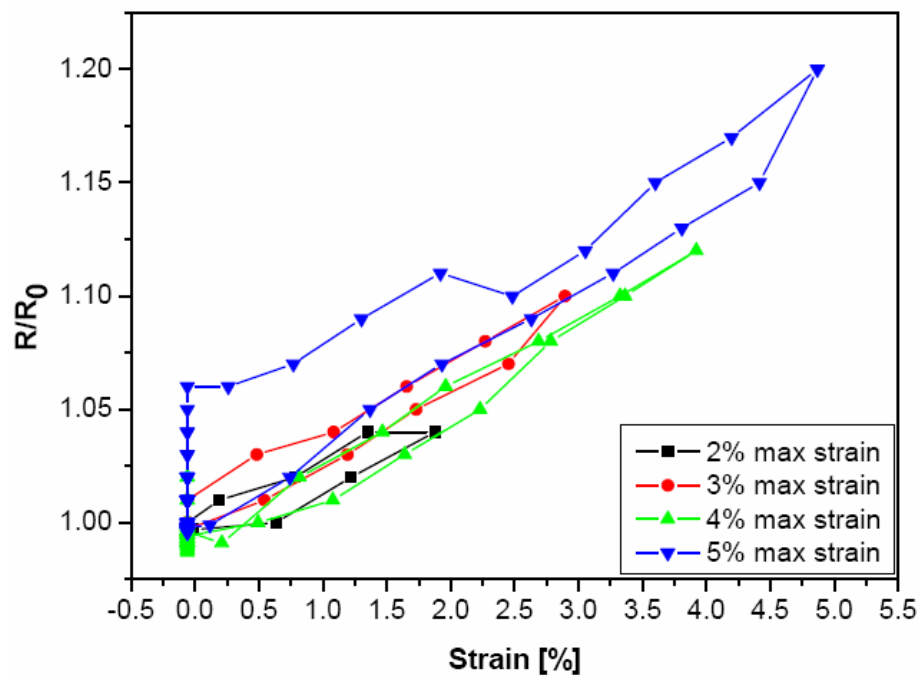


- Variation der Netzwerkmorphologie durch Modifikation des PCL und der Anbindung CNT-PCL
  - ⇒ unterschiedliche Antworten für unterschiedliche Komposite
  - ⇒ unterschiedliche Antworten für verschiedene Gase

# Deformationsdetektion

*Ergebnisse in Zusammenarbeit mit dem  
INTELTEX Partner QMUL*

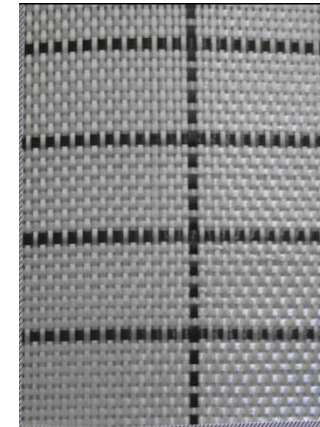
Dehnungssensoren auf der Basis von Polycarbonat/ 2% CNT Kompositen [Fasern]



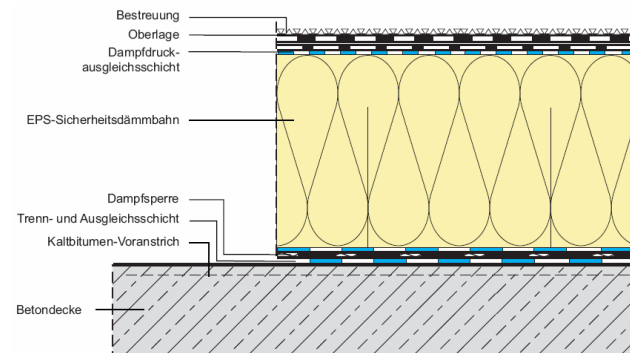
# Potentielle Anwendungen



*Schutzbekleidung  
 [Temperatur, Gase]*



*Baugewerbe [Deformationen]*



*Baugewerbe, Anlagenbau [Leckage-Erkennung]*

## Zusammenfassung / Literatur

---

- Erfolgreiche Einarbeitung von CNT in polymere Matrizes und Blends mittels Doppelschneckenextrusion zur Herstellung verspinnbarer Komposite
- Erfolgreiches Schmelzspinnen unterschiedlicher Kompositsysteme
- Herstellung verschiedenster gewebter und gefilterter Textilien (bei Partnern)
- Herstellung multisensitiver (Temperatur, Gase, Flüssigkeiten und Deformation) Kompositerzeugnisse in Form von Filmen, Platten, Fasern und Textilien

### **Weiteres nachzulesen in:**

#### ***Influence of twin-screw extrusion conditions on the dispersion of MWNT in a PLA matrix***

T. Villmow, P. Pötschke, S. Pegel u.a., Polymer, Jahrgang 49, Heft 16, Seiten 3500-3509 (2008)

#### ***Liquid sensing of melt-processed poly(lactic acid)/multi-walled carbon nanotube composite films***

K. Kobashi, T. Villmow, T. Andres et al., Sensors and Actuators B: Chemical, Jahrgang 134, Heft 2, Seiten 787-795 (2008)

#### ***Investigation of liquid sensing mechanism of poly (lactic acid) / multi-walled carbon nanotube composite films***

K. Kobashi, T. Villmow, T. Andres et al., Smart Materials and Structures, Jahrgang 18, Heft 3, Seiten 035008 (2009)

#### ***Carbon nanotubes/poly(epsilon-caprolactone) composite vapour sensors***

M. Castro, J.B. Lu, S. Bruzard et al., Carbon, Jahrgang 47, Heft 8, Seiten 1930-1942 (2009)

#### ***Liquid sensing properties of fibers prepared by melt spinning from PLA containing MWNT***

P. Pötschke, T. Andres, T. Villmow et al., Composites Science and Technology, Jahrgang 70, Heft 2, Seiten 343-349 (2010)

#### ***Sensing properties of polycarbonate/multi-walled carbon nanotube monofilaments***

E. Bilotti, M. Castro, T. Villmow, T. Peijs, J.F. Feller, P. Pötschke, to be submitted



Jahreskongress 2010 der Inno.CNT, 20./21.01.2010, Marl



# Polymerkomposite als Materialien für Anwendungen im Bereich Sensorik

*Danke für Ihre Aufmerksamkeit!*

*Mehr über das Projekt Inteltext unter:  
[www.inteltext.eu](http://www.inteltext.eu)*



A European Project supported within the sixth Framework Programme for Research and Technological Development