

Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V. (STFI)

An-Institut der Technischen Universität Chemnitz



SusFil: Sustainable Filtration – CNT- funktionalisierte Meltblown - Vliesstoffe für Druckluftfiltration

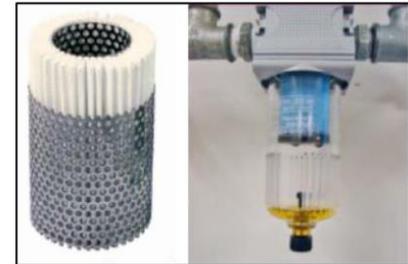
Dipl. – Ing. Chem. (FH) Johanna Spranger
M.Sc. Liana Sinowzik



- Parker Hannifin Manufacturing Germany GmbH & Co. KG.
- Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V. (IUTA)
- Reifenhäuser Reicofil Reifenhäuser GmbH & Co. KG Maschinenfabrik
- Innovatec Microfibre Technology GmbH & Co. KG
- Unterauftrag – FutureCarbon GmbH



- Entwicklung multifunktionaler Vliesschichten für Luftfilterelemente
- energetische Optimierung des Druckluftreinigungsprozesses



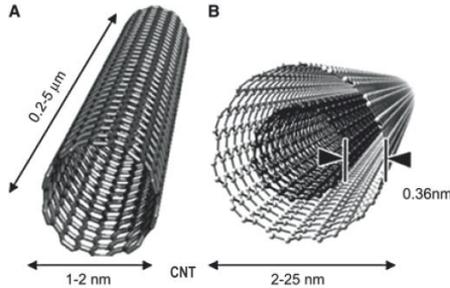
Compressed air filter from
the company Parker Zander



- Entwicklung von CNT-funktionalisierten Meltblown - Vliesstoffen als verbesserte Koaleszenzfiltermedien
- Nanofasern (CNTs) auf der Oberfläche von Polypropylen Meltblownfilamenten zur Erhöhung des Tröpfchenauffang- und Ablaufverhaltens

Filtrationsrelevante Eigenschaften von CNTs:

- große wirksame Oberflächen
- gute katalytische Wirkung
- hohe thermische und elektrische Leitfähigkeit
- Elastizität
- antibakteriell

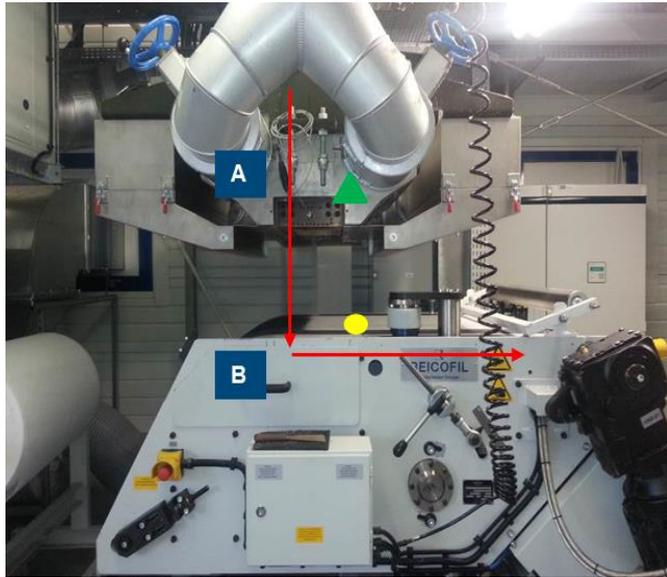


Source: *newscientist*
(<https://www.newscientist.com/article/2093356-carbon-nanotubes-too-weak-to-get-a-space-elevator-off-the-ground/>)



- Herstellung von Meltblown Filtermedien mit freien CNT-Fasern, die direkt während des Meltblown Prozesses auf der Oberfläche der Schmelzfasern fixiert werden
- Nasschemische Applikation von CNT-Dispersion auf Meltblown - Vliesstoffe
- Verbesserung des Filtrationsverhaltens von Koaleszenzfiltermedien durch CNT-Fasern
- Übertragung der verbesserten Filtrationseigenschaften der Flachfiltermedien auf plissierte Filtermedien der Druckluftfilterkerzen
- Bewertung des Emissionsverhaltens von CNTs
- Integration eines Mikrosensors in das Filtermedium oder in die Filterpatrone

Meltblown Anlage Reicofil Typ MB 600 (Reifenhäuser Reicofil GmbH & Co. KG)

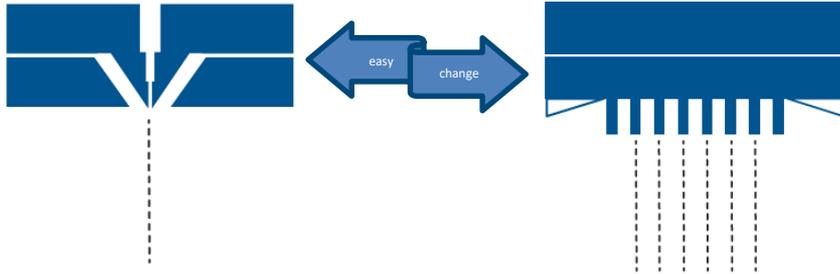


-  Direction
-  Nozzle cassette
-  Belt
-  Spinning unit
-  Movable conveyor belt table

Seit September 2019 verfügt das STFI über die neue
Multirow Technologie von Reifenhäuser Reicofil



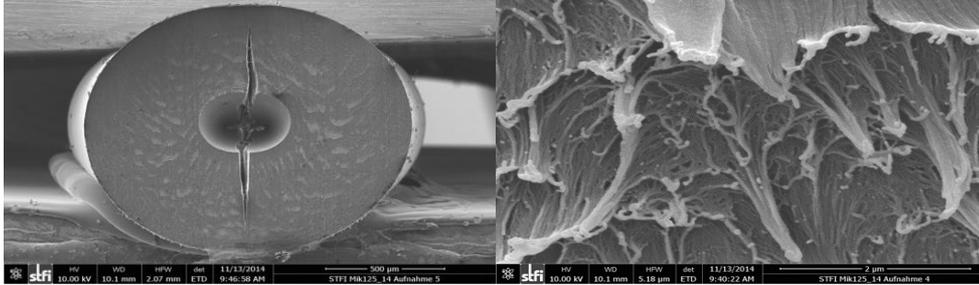
Kassettensystem – Two in One – easy change Singlerow und Multirow



Width:	600 mm
Through put:	80 -100 kg/h/m
Spinbelt:	5-150 m/min
Additive:	2 various
Lay down:	flat and angled surface + 5° to - 20°
Singlerow die:	10 hpi, 25 hpi, 35 hpi, 45 hpi, 75 hpi
Multirow die:	6 rows with 0,51 mm nozzles → 1800 active nozzles

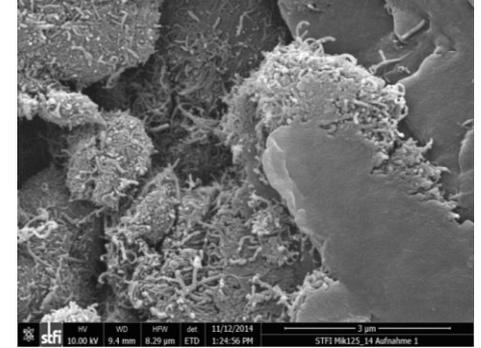
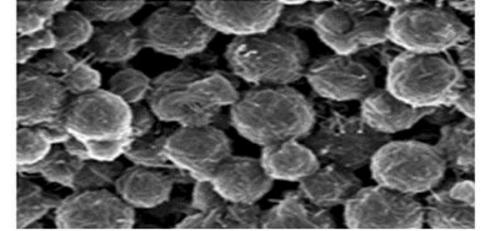
Hochtemperatur Meltblown – Extrudertemperatur bis 380°C möglich!

- Polypropylen + Preprocessed CNTs
1. PP Granulat Ø 1mm – Oberfläche vollständig mit CNTs beschichtet
maximale Beladung von 2 Gew.-% CNTs
 2. Verarbeitung zu Masterbatch – 2,5% CNT compoundiert in PP



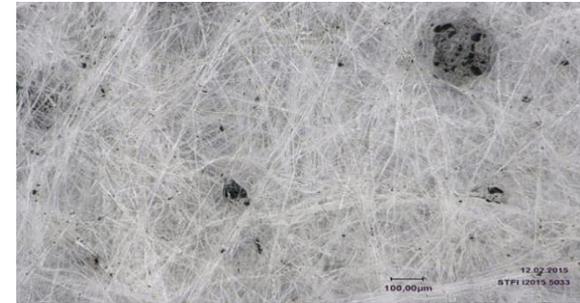
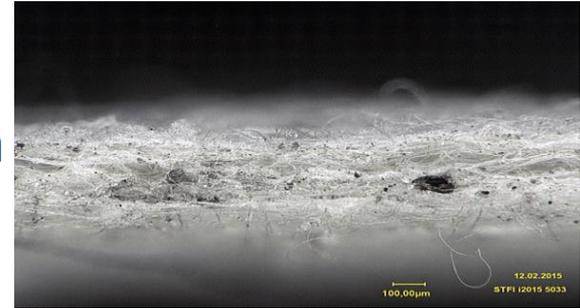
CarboBlend Masterbatch

→ Der CNT Gehalt im Vliesstoff betrug 0,2 % und 0,4 %



Oberflächlich CNT-additivierte PP-Partikel aus dem „CarboBlend“-Prozess

- ✘ keine vollständige Dispersion des Ausgangsmaterials
 - ✘ Versuch, die unvollständig dispergierten CNT-Partikel durch Vorfilter aus der Schmelze zu entfernen, schlug fehl
 - ✘ Vorfilter waren schnell verstopft
 - ✘ keine homogene Dispersion des CNT-Masterbatches
 - ✘ Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen (REM) konnten keine freien CNTs bestätigen, die an der Oberfläche der Fasern hafteten
- Mit den zur Verfügung stehenden CNT Batches konnte der Meltblownprozess nicht stabil gefahren werden!



3. Standarddispersion mit 2% CNT, 2% Polyvinylpyrrolidone und 96% Wasser
(Fa. FutureCarbon GmbH)

„CarboDis TN“ – Auftragsvarianten

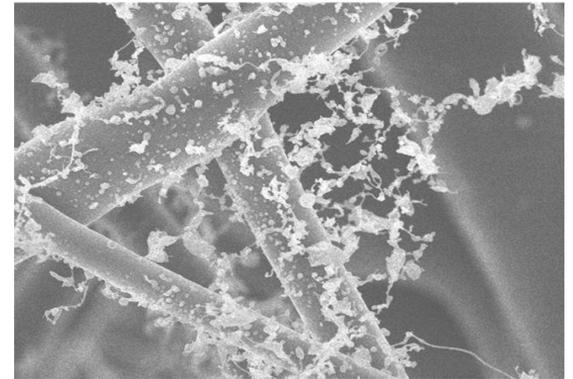
- a. Laborfoulard
- b. Sprühauftrag, manuell
- c. Sprühauftrag, automatisiert



Ergebnisse - Sprühprozess

nasschemische Beschichtungsverfahren

- Imprägnierung über Foulardausrüstung – CNTs haften an Auftragswalze
- Sprühauftrag mit 1,4 mm Düsen möglich



- ✓ Installation der Düsenleiste erfolgreich
- ✓ Gleichmäßiges Aufbringen der CNTs in den Freistrahle der Meltblownfilamente



			Test rig at IUTA			Test rig at industrial partner		
Medium			E: efficiency MPPS, dry medium, 5.3 cm/s	Δp : pressure drop [Pa], dry medium, 5.3 cm/s	FOM: figure of merit [1/Pa], dry medium, 5.3 cm/s	E: efficiency MPPS, dry medium, 5.3 cm/s	Δp : pressure drop [Pa], dry medium, 5.3 cm/s	FOM: figure of merit [1/Pa], dry medium, 5.3 cm/s
batch 1	0 kV	no CNT	73%	123	0.0106	78%	104	0.0145
		CNT	66%	94	0.0115	71%	79	0.0158
	30 kV -	no CNT	83%	133	0.0133	84%	97	0.0188
		CNT	90%	126	0.0183	84%	77	0.0240
batch 2	0 kV	no CNT	67%	100	0.0111	74%	92	0.0145
		CNT	62%	85	0.0114	69%	69	0.0171
	30 kV -	no CNT	82%	123	0.0139	84%	92	0.0202
		CNT	84%	107	0.0171	91%	70	0.0336

✓ 1% ige CNT Dispersion

→ unter trockenen Bedingungen zeigten alle untersuchten funktionalisierten Meltblown-Medien einen geringeren Druckabfall und größtenteils eine höhere Abscheideleistung

✓ Qualitätsfaktor für die CNT-funktionalisierten Medien war immer höher als für die entsprechenden Medien ohne CNTs

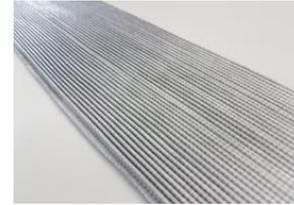


Medium			Δp : pressure drop[mbar], saturated, 20 cm/s
batch 1	0 kV	no CNT	40
		CNT	33
	30 kV -	no CNT	38
		CNT	36
batch 2	0 kV	no CNT	35
		CNT	27
	30 kV -	no CNT	35
		CNT	30

- ✓ Der gesättigte Druckverlust mit Ölaerosol ist bei den CNT funktionalisierten Medien bei allen Mustern geringer.
- ✓ Alle untersuchten funktionalisierten Meltblown Medien zeigen im nassen Zustand ein besseres Drainageverhalten als die entsprechenden Medien ohne CNT.

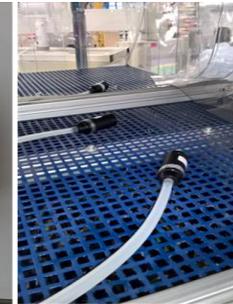
Falten der Filtermedien

- ✓ Plissierung von CNT-funktionalisierten Vliesstoffen erfolgreich



Emissionsmessungen

- ✓ Keine CNT-Emissionen aus Filtermedien beim Falten und Schneiden

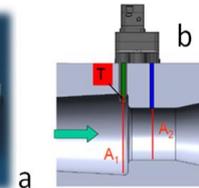


Entwicklung von Mikrosensoren

- ✓ Filtermedien und Druckluftfiltergehäuse wurden mit Sensorik ausgestattet (Betriebsparameter: Druck, Temperatur und Differenzdruck an der Filterpatrone)



AMS 5812-0030-D-B

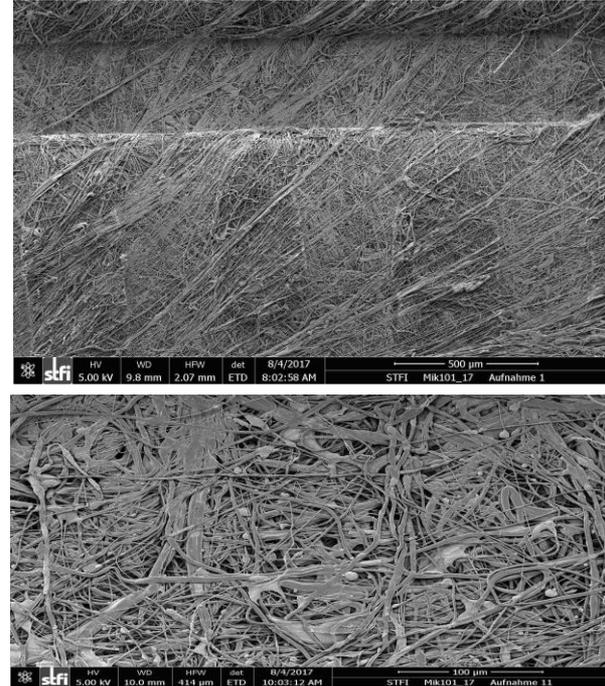




Type of filter element	Test-Nr.	Pressure drop dry (mbar)	Pressure drop sat. (mbar)	Inlet oil concentr. (mg/m ³)	residual oil concentr. (mg/m ³)
1	1		341		0,116
	2	135	351	11,3	0,122
	3		351		0,093
2	1		265		0,340
	2	119	266	11,3	0,213
	3		265		4,075
3	1		262		2,757
	2	113	264	11,3	7,007
	3		264		15,980
Standard	1		205		0,008
	2	106	205	11,5	0,008
	3		205		0,007

- ✘ Die ursprüngliche Struktur des Meltblownvliesstoffes wird durch den Faltprozess drastisch komprimiert.
- ✘ Diese Strukturänderung führt zu einer Abnahme der Filtrationsleistung der Druckluft-Koaleszenzfilterpatrone.

- ✓ Alle Faltenkombinationen, in denen CNT-Medien enthalten sind, weisen im Vergleich zum Standard einen höheren Druckabfall und eine geringere Effizienz auf.
- ✓ Die Abnahme der Filtrationsleistung ist eindeutig mit dem Faltprozess korreliert
- ✓ Plissieren führt zu Strukturschäden



REM-Aufnahme des plissierten und dadurch zerstörten Filtermediums.



- ✓ Gute Teilergebnisse hinsichtlich der nassausgerüsteten Flachproben
- ✓ Verbesserung der Filtrationseigenschaften insbesondere der Drainagewirkung nachgewiesen
- ✓ Strukturschäden beim Plissieren können durch Prozessanpassung minimiert werden

- Weiterer Forschungsbedarf bei Verarbeitung der CNTs in Polymerschmelzen
- Primär – und Sekundäragglomeration der CNTs kann durch angepasste Verarbeitung minimiert werden

The BMBF project 03X0138D was funded by the project executing organisation “Projektträger Jülich” within the program "NanoMatTextil" by the Federal Ministry of Education and Research.



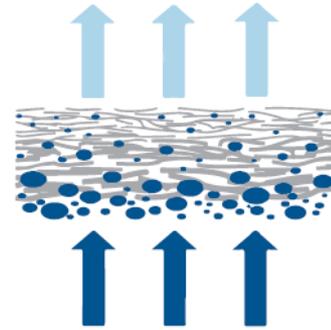
We thank the Federal Ministry of Education and Research for the financial promotion of the project.



The project was worked out in cooperation between:



Symposium 15. TEXTILE FILTER



10.-11. März 2020
im Hotel Chemnitzer Hof | Chemnitz

Sie möchten das Symposium mit einem spannenden Vortrag zum Thema Filtration bereichern? Wir freuen uns auf Ihre Beteiligung und bitten Sie, Ihren Vortragsvorschlag als Abstract bis zum 30. November 2019 bei unserem Tagungsteam über textile-filter@stfi.de einzureichen.

Thank you for your attention!



Sächsisches Textilforschungsinstitut e.V.

Annaberger Straße 240
09125 Chemnitz

Geschäftsführung:
Dipl.-Ing.-Ök. Andreas Berthel

Telefon: +49 371 5274-0

E-Mail: stfi@stfi.de

Telefax: +49 371 5274-153

Internet: www.stfi.de

Der Inhalt dieser Präsentation gehört dem Sächsischen Textilforschungsinstitut e.V. (STFI). Das STFI übernimmt keine Verantwortung oder Haftung für eventuelle Schäden, die aus der Weitergabe und/oder Nutzung der Informationen aus dieser Präsentation entstehen. Das unerlaubte Kopieren oder Veröffentlichen des Inhaltes dieser Präsentation verstößt gegen das Urheberrecht.