



Zellulose Nanofasern – Anwendung in RP-Materialien



Kompetenzzentrum
Ingenieurwissenschaften / Nachwachsende Rohstoffe

1. Einleitung
2. Makro – Mikro – Nano
 - 2.1 Naturfasern
 - 2.2 Celluloseregenerat-Fasern
 - 2.3 Bakterielle Nanocellulose (BNC)
3. BNC-verstärkte Materialien (Projekt der DBU)
4. Potenzial für RP-Anwendungen
5. Ausblick



Materialentwicklungen am KAT-Kompetenzzentrum
Ingenieurwissenschaften/Nachwachsende Rohstoffe

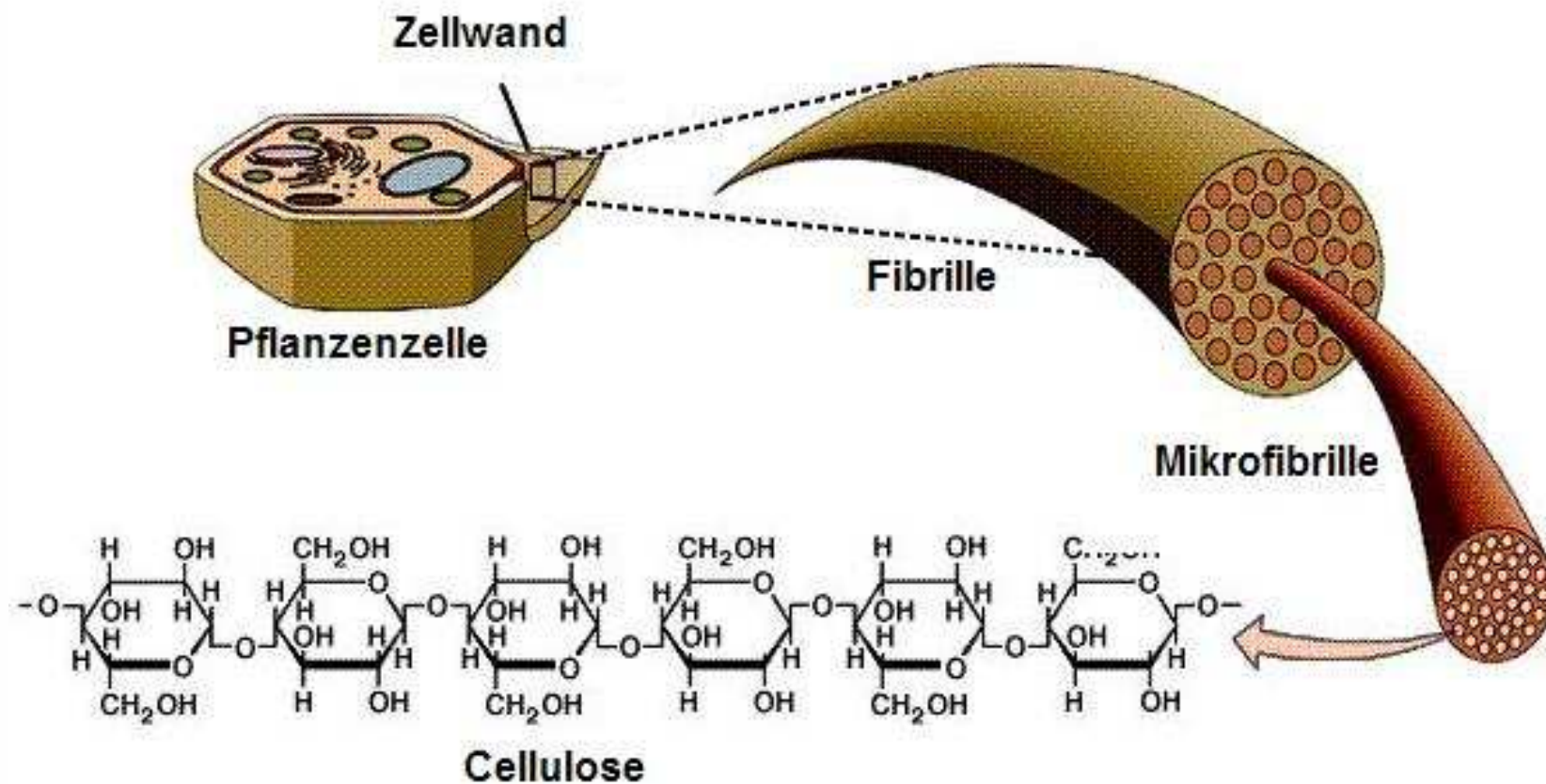
Von Makro über Mikro zu Nano

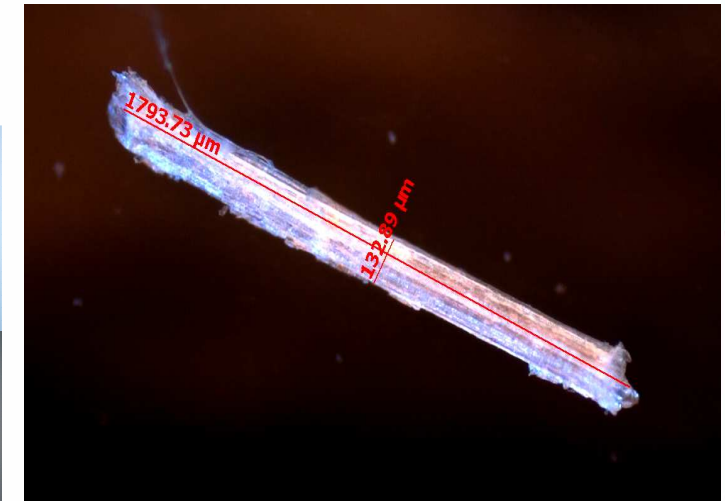
Nutzungsmöglichkeiten in RP-Materialien

Was hat Weihnachten 2032 mit RP zu tun?

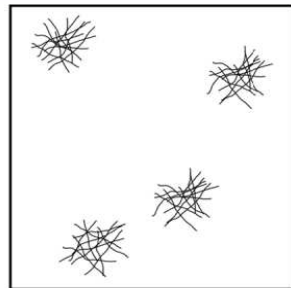
Faserart	Faserlänge	Faserdurchmesser
Bastfasern, Langfaserlinie	> 20 cm	5 – 50 μm (>100 μm)
Bastfasern, Wirrfaserlinie	~ 10 cm	5 – 50 μm (>100 μm)
Bastfasern, geschnitten	1-3 mm	5 – 50 μm (>100 μm)
Holz	1-4 mm	10 – 35 μm
Baumwollfaser	3-4 mm	20 – 60 μm
Cellulose-Regeneratfaser	400 μm	10 μm (einstellbar)
BNC-Faser	250 μm	2 – 10 nm

	Faser-herkunft	Weltpro- duktion [kt]	Faser- länge [mm]	Faserdurch- messer [μm]	Festig- keit [MPa]	E-Modul [GPa]	Aspekt- verhält- nis
Holz	Stamm	1.750.000	1 – 4	12 – 37	280 – 1.200		80 – 110
Baumwolle	Samen- haare	18.450	30 – 40	20 – 60	220 – 830	4,5 – 11	660 – 1.500
Jute	Bast	2.300	1 – 5	15 – 25	320	27	66 – 200
Kenaf	Bast	970	2 – 6	14 – 33			140 – 180
Flachs	Bast	830	9 – 70	5 – 38	450 – 1.500	40 – 93	~ 1.800
Hanf	Bast	214	5 – 55	10 – 51	500 – 1.000	30 – 90	500 – 1.100
BNC	Glucon- aceto- bacter	0,03 ?	0,05 – 1	0,002 -0,01		134	~ 100.000

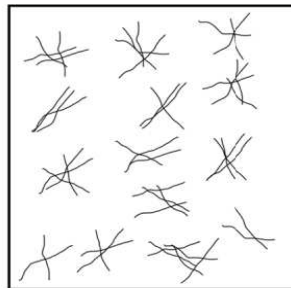




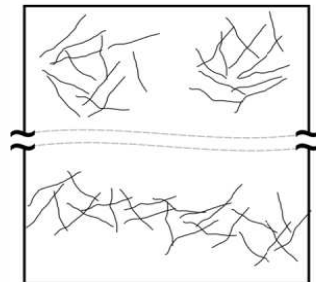
Länge: 1.794 µm
Durchmesser: 133 µm
Aspektverhältnis: 13,5
Anwendung: Spritzguss



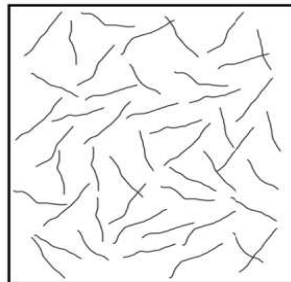
(a)



(b)

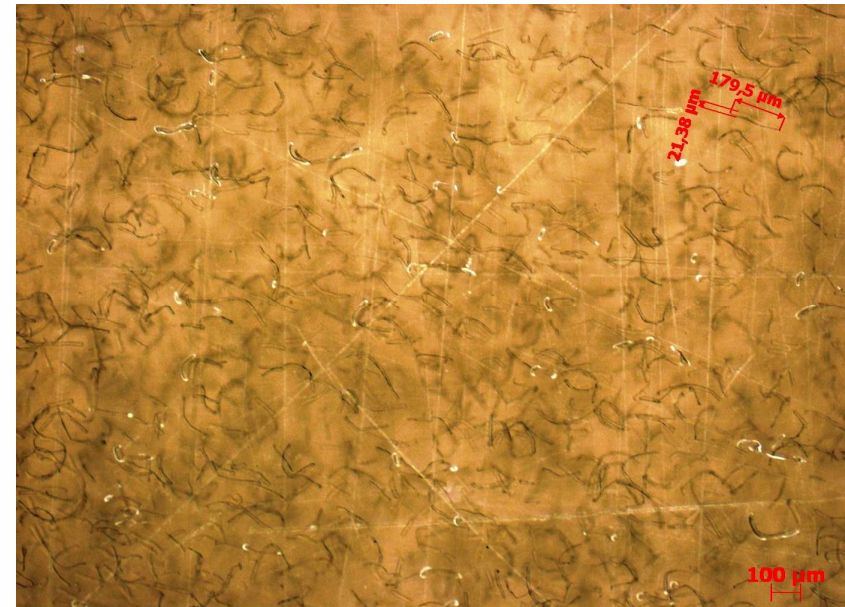


(c)



(d)

- (a) sehr geringe Vereinzelung und inhomogene Verteilung
 (b) geringe Vereinzelung und homogene Verteilung
 (c) weitgehende Vereinzelung aber inhomogene Verteilung
 (d) gute Vereinzelung und homogene Verteilung



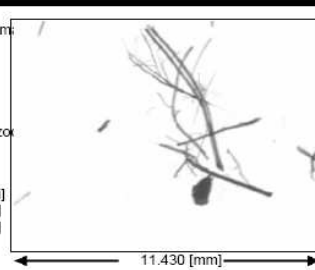
Länge: 400 µm
 Durchmesser: 10 µm
 Aspektverhältnis: 40

Mikro Faserlänge/Faserdurchmesser



Zeugnis F517-1000

Getestetes Bild : c:\diashapel\confilm
Losnummer : F517-1000
Qualität : Kurzfasern
Prüfer : Thomas Bagusch
Anwendung : Fasern
Messmaske : 53 , rev: 0
Short fibres 10-10000 um 1200dpi zoom



Einstellungen & Messgrenzen

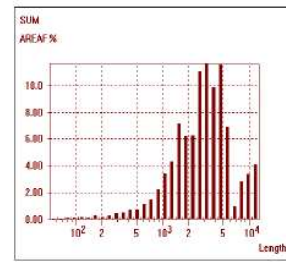
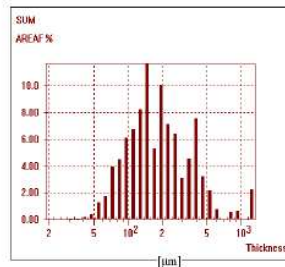
Auflösung : 1200 [dpi]
MinFaserbreite : 10.000 [µm]
MaxFaserbreite : 100000.000 [µm]

Resultate

Gezählte Partikel : 1051
Faserbreite : 106.02 [µm]
Median Faserbreite : 81.14 [µm]
area.wt Faserbreite : 230.26 [µm]

Fasertlänge [µm] : 1124.53
rel.Krümmung : 0.26400226
Rechteckigkeit : 0.9757, s: 0.1930

Bildanteil aller Objekte [%] : 1.43



KAT-Kompetenzzentrum - HS Magdeburg-Stendal (FH) - www.kat-netzwerk.de

Datum : August192008

Unterschrift :

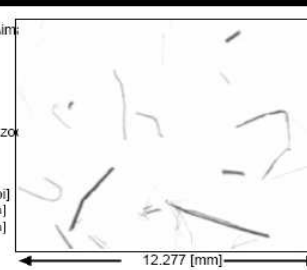
Kommentar :

STW-Fasern | F517-1000 | Hanffaser, gemahlen



Zeugnis F513-006

Getestetes Bild : c:\diashapel\confilm
Losnummer : F513-006
Qualität : Kurzfasern
Prüfer : Thomas Bagusch
Anwendung : Fasern
Messmaske : 53 , rev: 0
Short fibres 10-10000 um 1200dpi zoom



Einstellungen & Messgrenzen

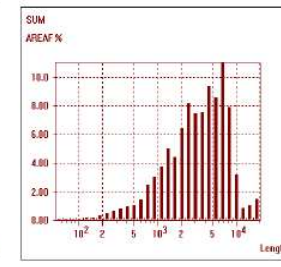
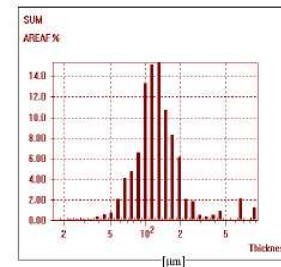
Auflösung : 1200 [dpi]
MinFaserbreite : 10.000 [µm]
MaxFaserbreite : 100000.000 [µm]

Resultate

Gezählte Partikel : 1087
Faserbreite : 86.56 [µm]
Median Faserbreite : 72.99 [µm]
area.wt Faserbreite : 146.95 [µm]

Fasertlänge [µm] : 1229.27
rel.Krümmung : 0.20594508
Rechteckigkeit : 1.0060, s: 0.1768

Bildanteil aller Objekte [%] : 0.96



KAT-Kompetenzzentrum - HS Magdeburg-Stendal (FH) - www.kat-netzwerk.de

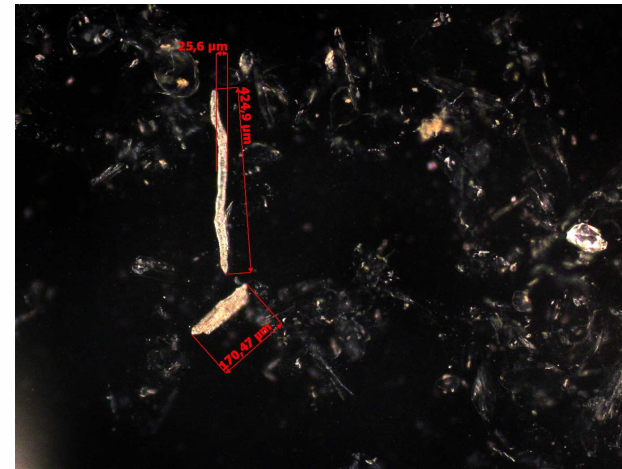
Datum : August192008

Unterschrift :

Kommentar :

STW-Fasern | F513/6 | Flachsfaser, geschnitten

Mikro Natürliche Mikrofasern



Die Herstellung von Zellulosefibrillen mit Durchmessern < 100 nm erfolgt durch das Einbringen hoher Scherkräfte in wässrige Suspensionen von Zellulosepulpe.

Verfahren

Zellstoff-Kochung (Sulfit-Verfahren)

Valley Beater (5 h)

APV Gaulin Homogenisator
(500 bar, 5 Durchgänge)

Faserdurchmesser

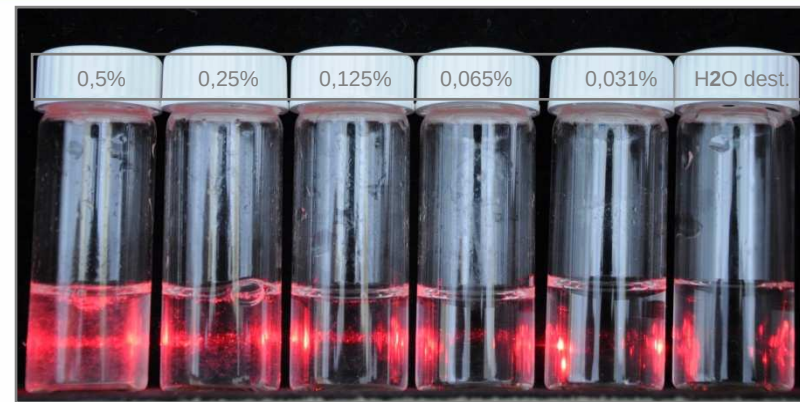
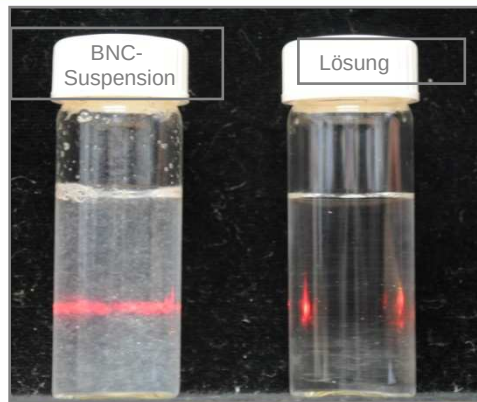
10 bis 20 μm

0,02 bis 1 μm

$\ll 0,1$ μm

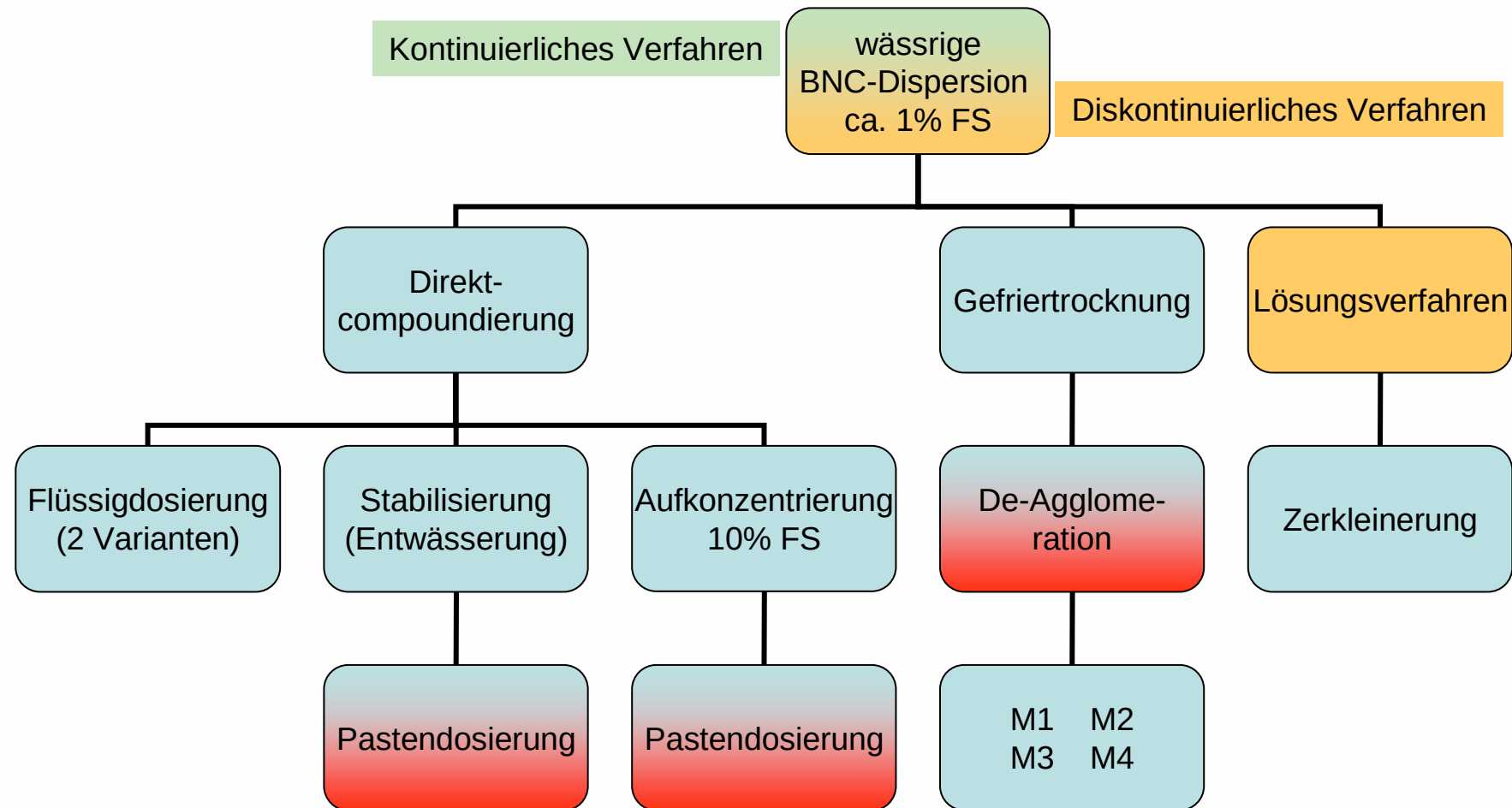
Nanocellulose-Fasern Weg II BNC



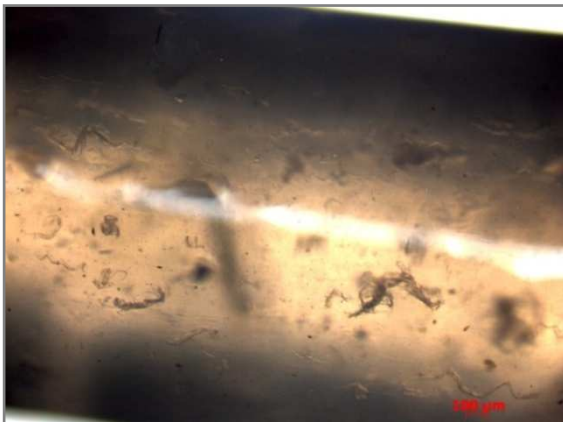


- Partikel < 100 nm sind auf Grund ihrer geringen Größe für menschliche Auge nicht sichtbar
- treten diese jedoch mit sichtbarem Licht in Wechselwirkung, geben sie sich z. B. in Suspensionen durch optische Streuung als milchig - weiße Trübung zu erkennen
- Hintergrund ist die Vielfachreflexion des einfallenden Lichts an der Oberfläche der Partikel
- da mit abnehmender Partikelgröße kurzwelliges Licht stärker gestreut wird, erscheinen Suspensionen kleiner Partikel zunehmend bläulich - Effekt wird der als Mie-Streuung bezeichnet wird
- bei sehr kleinen Partikeln (< 80 nm) nimmt Streuintensität stark ab, so dass Suspension wie echte Lösung erscheint
- nur mit sehr starken Lichtquellen (z.B. Laser) ist Streuung zu erkennen

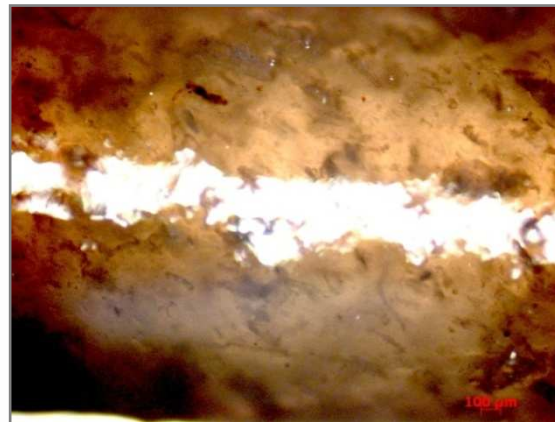
[DOI. 10.1002/ciuz.200900508, S.15]



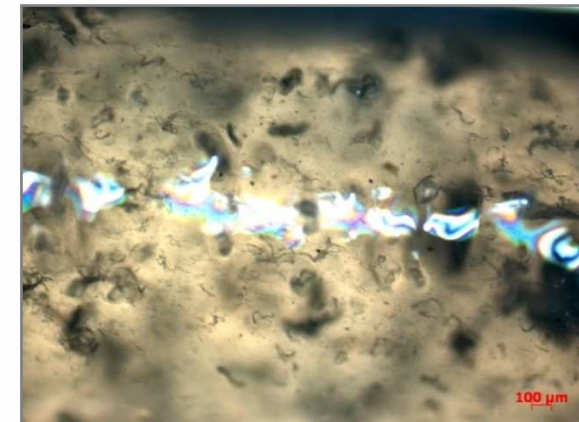
- Lichtmikroskopie
für die Bestimmung der Faserverteilung im PLA- Strang



BNC 1g / PLA3051D 10g - Spritzgussstrang,
50 fache Vergrößerung



BNC 3g / PLA3051D 10g - Spritzgussstrang,
50 fache Vergrößerung



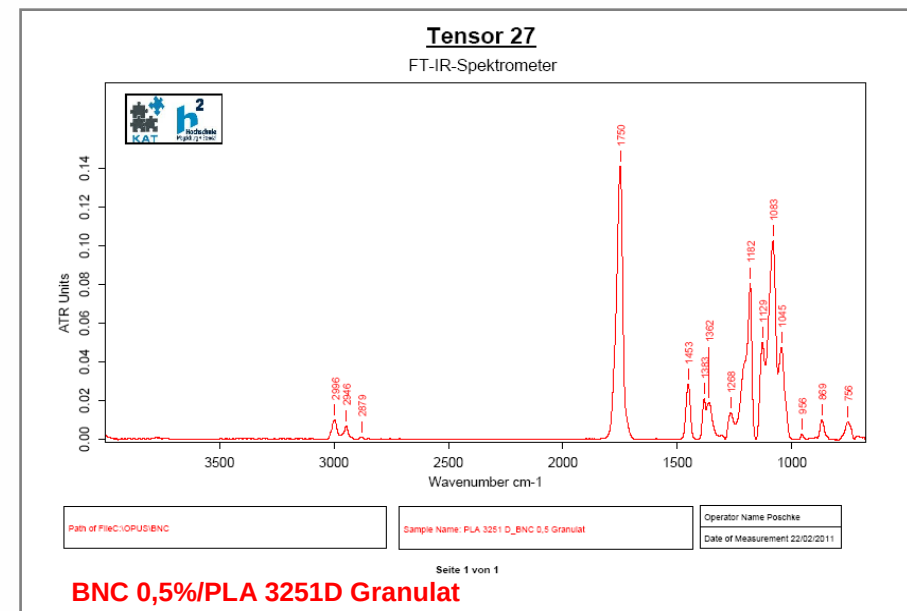
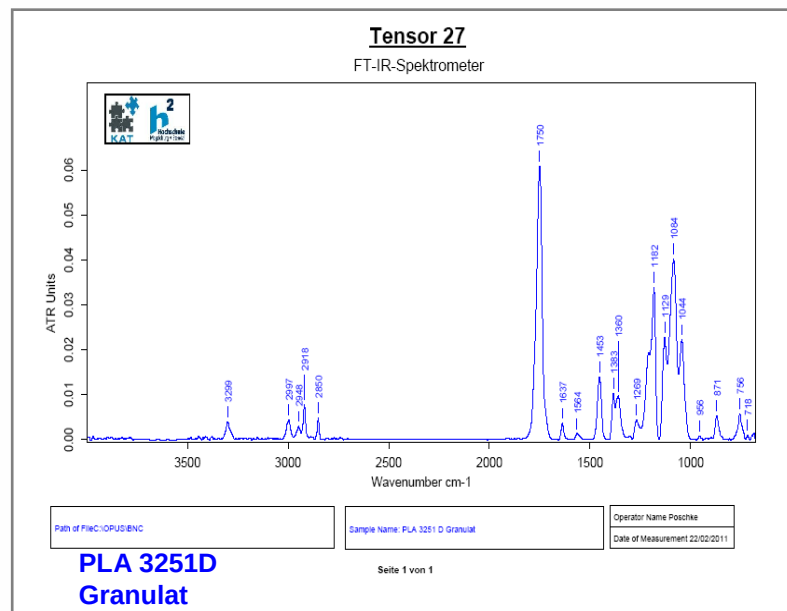
BNC 6g / PLA3051D 10g - Spritzgussstrang,
50 fache Vergrößerung

- Bestimmung der Restfeuchte im Compound:
PLA 3251D = 0,62% BNC 0,5%/PLA 3251D = 0,77%

- Ermittlung des chemischen Fingerabdrucks unserer Ausgangsmaterialien und deren Compounds
- Bestimmung von Strukturänderungen im Zusammenhang mit Materialeigenschaften

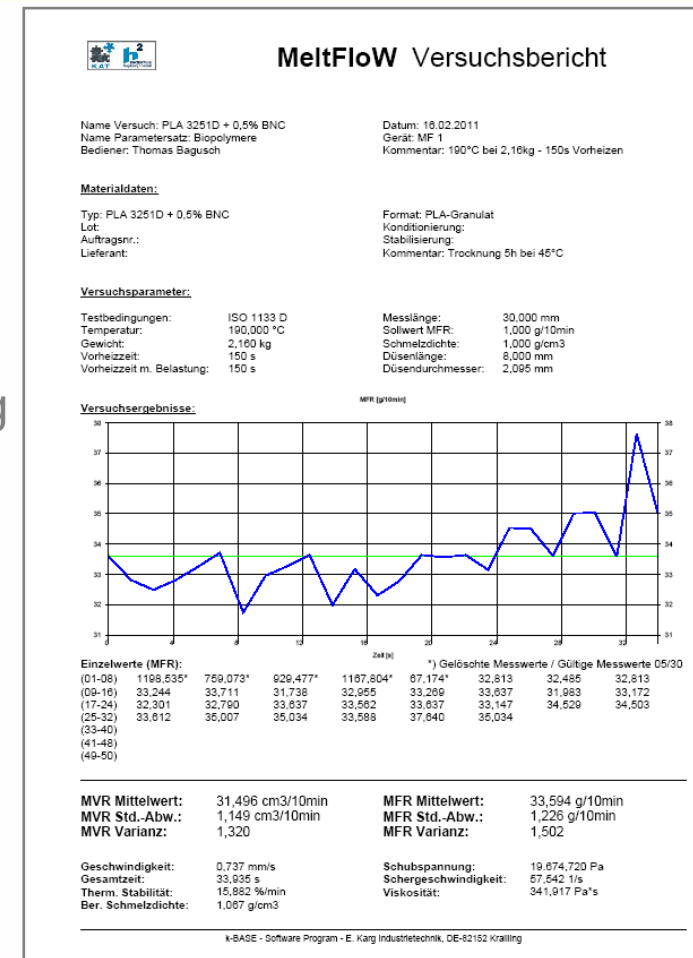


FT-IR-Spektrometer
Bruker Optics Tensor 27



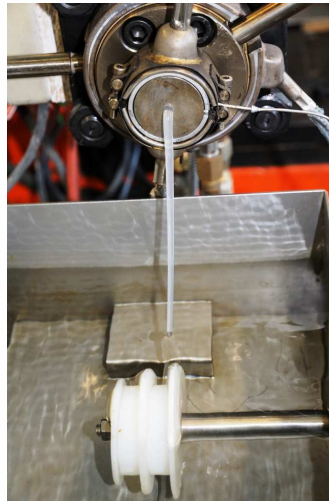
Meltflow @on (ISO 1133)

- Bestimmung nach folgenden Schritten
- ~8 g an Granulat werden in Zylinder (190°C) für 150 s vorgeheizt und somit aufgeschmolzen
- anschließend erfolgt kontrollierter Druck durch genormte Düse mit 21,6N (bzw. 50N) Belastung
- Ergebnis: Schmelzflussindex [g/10min] und Schmelzvolumenindex [cm³/10min]



Endlos-Strang („Draht“)

Granulat



Pulver (Cryo-Mühle)

Folien/Platten



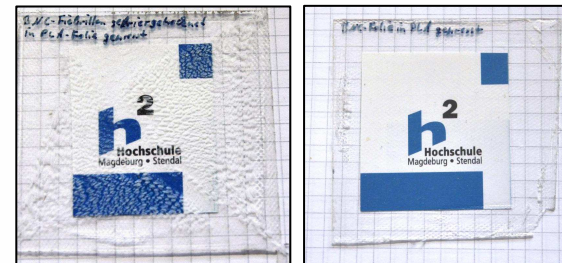
Spritzguss

- Herstellen von Normprüfkörpern
- Herstellung von Produktmustern



Pressverfahren

- BNC gefriergetrocknet mit PLA-Folie
- in situ BNC-Vliese
- multilayer Hybridvliese aus post (und in situ) Vliesen



RP-Verfahren (thermoplastische Polymere)

- FDM
- SLS
- ???

12 METRO Friday, April 20, 2012

METRO in focus

Our 3D future is edible

1986

The technology for printing physical 3D objects from digital data was first developed by Charles Hull. He named the technique stereolithography



It is Christmas Day in 2032 and after turkey with all the trimmings, a family settles down to hear King Charles III's speech to the nation.

The sound of a gentle whirring of a 3D printer can just be heard above granddad's snoring.

But rather than paper coming out of the machine, delicious chocolates are being made to keep our family happy as they sink into the sofa.

The chocolates are just one example of the

printer's capabilities. Presents strewn across the living room floor have also been printed. It might sound improbable but the technology to create this Christmas Day scenario already exists.

3D printing is similar to the conventional kind but instead of ink coming from the nozzle, the thing you want to build an object

with emerges layer upon layer.

The technology is even being used in the genetic engineering of animals, with one company offering to create bespoke pets.

A basic 3D printer, known as a fabricator or fabber, now costs less than a laser printer did in 1985. The technology recently featured in Channel 4's Home Of The Future programme.

'The highlight, for me, was the moment the 3D printer arrived at the house,' said presenter Chris Sanderson. 'It was like the mo-

ment a TV came to a village for the first time. It was hugely exciting to be able to design an object and see it being made in front of your eyes.'

At £1,330, the Replicator is one of the cheapest devices on the market. It won a prize at the Consumer Electronics Show in Las Vegas this year, the so-called technology Emmys.

It is produced by Brooklyn-based Makerbot Industries, founded by Bre Pettis, a former art teacher who, with his friends, built a 3D printer and used it to make vodka shot glasses. He told

1993

The Massachusetts Institute of Technology (MIT) unveiled a major breakthrough with the adaptation of 2D ink jet printing techniques to 3D printers. This was patented under the term '3 Dimensional Printing techniques', the first time the term 'printing' was used in reference to this new technology

1996

First major 3D printers introduced by US companies 3D Systems and Z Corporation

2004

Shoe maker Converse began using 3D printers to make prototype shoes

Friday, April 20, 2012 **METRO** 13



Object is modelled in 3D on the computer and instructions called #gcode#, are created for the printer based on the shape of the object



Object is printed in plastic layers from the bottom up using the instructions saved to memory card

The final print quality is decided by the height of the individual layers

Pictures: Micah Ganske

Graphic by **Sophie Harwin** @sophiemetronews

Metro: 'There are a lot of ties now between early personal computers and Makerbot and personal fabrication. There are 10,000 Makerbots out there and people really get hooked on them when they see what they can do.' Makerbot has an online community called Thingiverse where people can access designs to print.

'If you need, say, a new shower curtain ring or a new bath plug you

can just print them,' said Mr Pettis. 'I'm not going to stop until everyone has the tools to make anything they want. I want every young person to say "I want something" and not have to buy it.'

Britain is a world leader in 3D printing and Exeter University is pioneering uses for printers, including chocolate making.

The university's Dr Liang Hao has founded Choc Edge, a company which will start selling its unique 3D chocolate printers at the end of this month. It aims to sell 500-1,000 machines over the next three years.

Dr Liang said: 'It is a very exciting moment for us to be able to offer a unique product to companies across the globe.'

Others see trouble ahead. With the notorious Pirate Bay file sharing website hosting 3D printer designs, legal battles lie in

wait. Lawyer Simon Bradshaw said: 'I think we are going to have a very big court case in the next couple of years because someone is going to say "I have rights and I want to enforce them".'

'I would not be surprised if there was pressure to change the law. When we get to the stage when you can print a Louis Vuitton handbag, big brands are going to start jumping up and down.'



Pictures: Youtube

2005

Development of RepRap, a desktop 3D printer capable of printing plastic parts by using heated polymer under computer control, which then sets as it cools to make a usable object. It could produce 50% of its own parts

2010

The Urbee is the first car ever to have its entire body printed out on a giant 3D printer. All exterior components – including the glass panel prototypes – were created using 3D printers

2011

The world's first 3D printed aircraft was created by engineers at the University of Southampton

2012

Researchers at Glasgow University develop a new process to print drugs using 3D technology that could lead to people having a 'personal pharmacy' dispensing medicines at home



Ausblick Weihnachten 2032



Es ist Weihnachten 2032 und nach dem Truthahnessen mit allem Drum und Dran hört die Familie die Rede an die Nation von König Charles III.

Das leise Surren eines 3-D Printers kann zwischen dem Schnarchen des Großvaters vernommen werden. Aber an Stelle von Papier kommen leckere Schokoladenfiguren aus dem Drucker, um unsere Familie bei Laune zu halten, während sie in die Sofapolster sinkt.

Die Schokoladenfiguren sind nur ein Beispiel der Möglichkeiten dieses Druckers: Die Geschenke, die verstreut auf dem Wohnzimmerboden liegen wurden ebenfalls damit gedruckt. Auch wenn es sich ungewöhnlich anhört: die Technologie um dieses Szenario eines Weihnachtsfestes Wirklichkeit werden zu lassen existiert bereits ...



Kooperation und Förderung



Kooperationspartner

FSU Jena, Institut für Technische Chemie und Umweltchemie (ITUC)
Jenpolymer Materials Ltd. & Co. KG
POLYMET Jena e.V.

Das Projekt „Machbarkeitsstudie zur Optimierung der Materialeigenschaften von Biopolymeren durch Faserverstärkung mit biotechnologisch gewonnenen Nanocellulose-Fasern“ wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt unter dem Aktenzeichen 28651-31 gefördert.





Kooperation und Förderung



FSU Jena, ITUC

Dr. D. Kralisch
Dr. N. Heßler

Jenpolymer Materials Ltd.

Prof. Dr. E. Klemm

POLYMET Jena e.V.

Prof. Dr. D. Klemm

Team Biowerkstoffe (2011)

Dipl.-Ing. (FH) Thomas Bagusch
Melanie Poschke
Dipl.-Ing. Johann Zimprich
Dr. Peter Gerth
peter.gerth@hs-magdeburg.de





Vielen Dank

für die Aufmerksamkeit!