

Innovative 3D-Vliesstoffherstellungs- verfahren für medizinische Anwendungen „Net Shape Nonwoven“

Dr.-Ing. Ezzeddine Laourine

Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Wirt. Ing. Chokri Cherif

Institut für Textil- und Bekleidungstechnik der TU Dresden

21. Hofer Vliesstofftage 2006, Hof, 09.11.2006

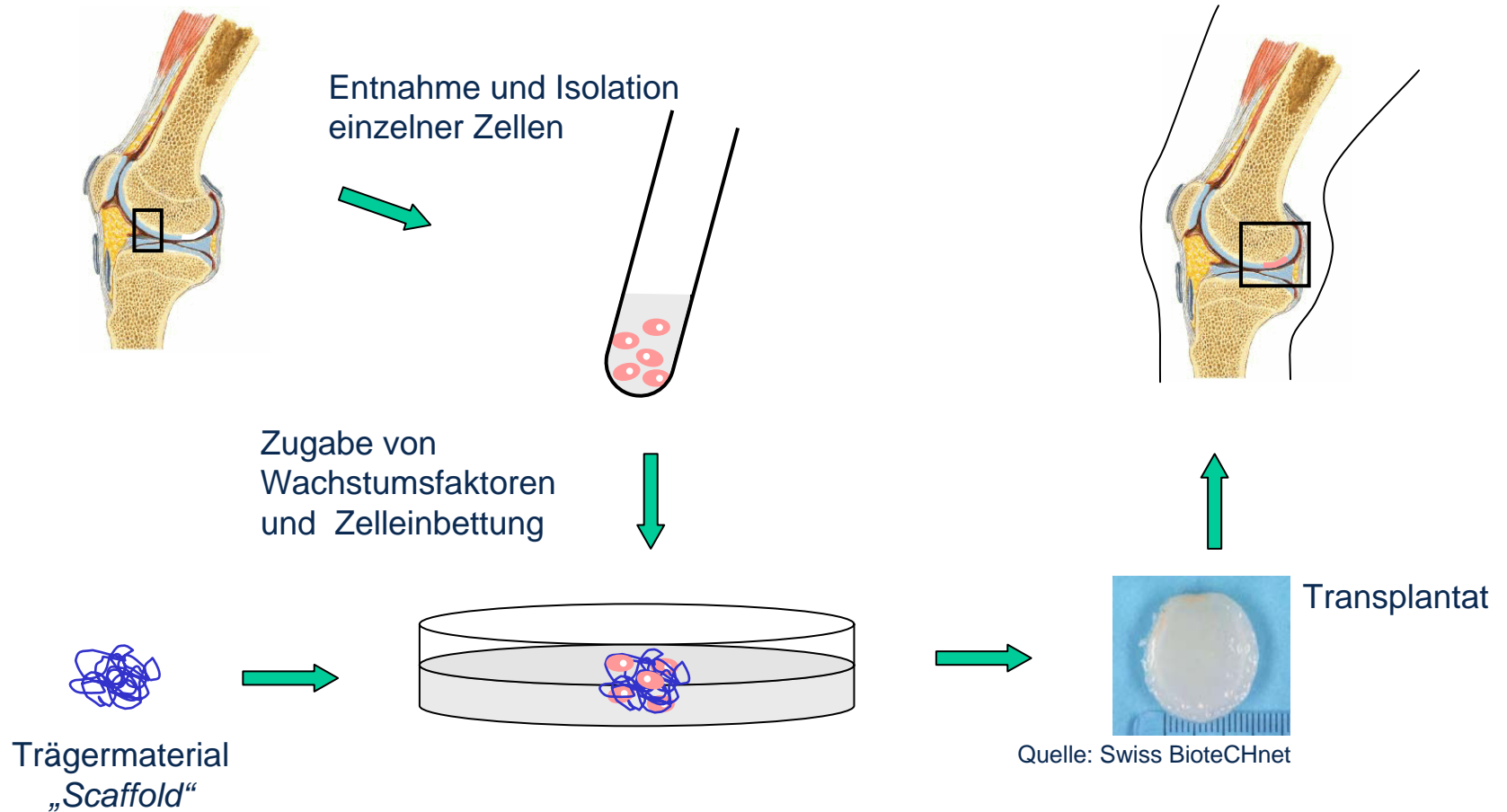
Gliederung

- ▶ Was ist „*Tissue-Engineering*“ ?
- ▶ Welche Verfahren existieren bereits für „*Scaffold*“-Herstellung?
- ▶ Wie funktioniert „*Net Shape Nonwoven*“ (NSN)?
- ▶ Welche Vorteile bietet NSN?
- ▶ Zusammenfassung
- ▶ Ausblick

Tissue-Engineering – Definitionen

- ▶ *“Tissue engineering is the application of the principles and methods of engineering and the life science toward the fundamental understanding of structure-function relationships in normal and pathological mammalian tissue and the development of biological substitutes to restore, maintain or improve functions.”*
Skalak and Fox (eds.), Tissue Engineering, Alan Liss, 1988
- ▶ *„Tissue engineering is an interdisciplinary field that applies the principles of engineering and the life sciences toward the development of biological substitutes that restore, maintain or improve tissue function”*
Langer and Vacanti, Science 260, 1993
- ▶ *The goal of tissue engineering is to „restore function through the delivery of living elements which become integrated into the patient.“*
Vacanti and Langer, Lancet 354, 1999
- ▶ ...
- ▶ ***Tissue Engineering beschäftigt sich mit der Züchtung von funktionsfähigem Ersatzgewebe.***

Tissue Engineering anhand eines Beispielles zur Heilung von Knorpelgewebe



Vorraussetzung für den Erfolg des Tissue-Engineering in der rekonstruktiven Chirurgie:

- ▶ Für die Herstellung menschlicher Gewebe und Organe sind komplexere, dreidimensionale Zellsysteme erforderlich.
- ▶ Mit „*Tissue-Engineering*“ lassen sich lebende Zellen außerhalb des Organismus (*in vitro*) kultivieren und vermehren.
- ▶ *Tissue-Engineering* stützt sich auf zwei Ziele:
 - ▶ **Kultivierung von lebenden Zell-Substanzen**
 - ▶ **Entwicklung von Trägersubstanzen (*Scaffolds*), die die spätere Form des Gewebeersatzes bestimmen.**

Scaffolds

Anforderungen

- ▶ poröse 3D-Struktur
- ▶ interkonnektierendes Porensystem
- ▶ biokompatibles und resorbierbares Material
- ▶ funktionale Oberflächen für Zelladhäsion und Proliferation
- ▶ einstellbare mechanische Eigenschaften

Eigenschaften

- ▶ chemische Zusammensetzung
- ▶ Poren: Größe, Struktur
- ▶ Oberfläche
- ▶ Abbaubarkeit

Scaffolds

Herstellungstechniken

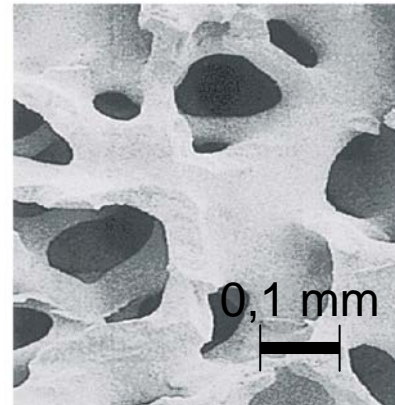
- ▶ Sol-Gel-Synthese
- ▶ Gefriertrocknung
- ▶ Gas Foaming
- ▶ 3D-Printing
- ▶ ...

Materialien

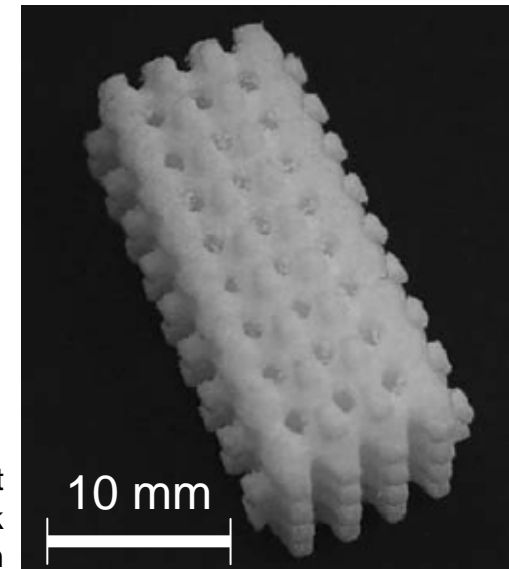
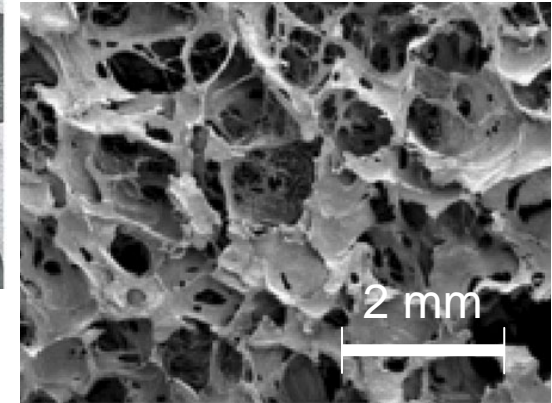
- ▶ Polymere, Biopolymere, Keramiken, Verbundwerkstoffe, ...

Strukturen

- ▶ Schwämme
- ▶ Schäume

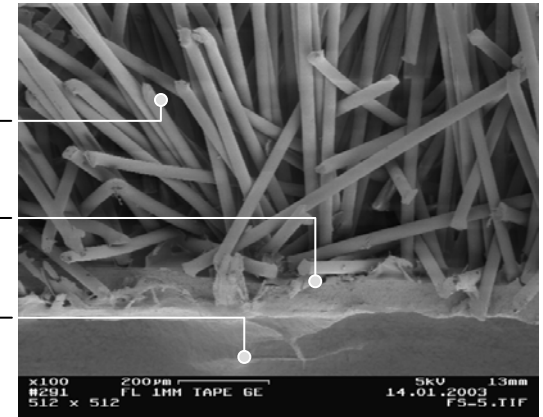
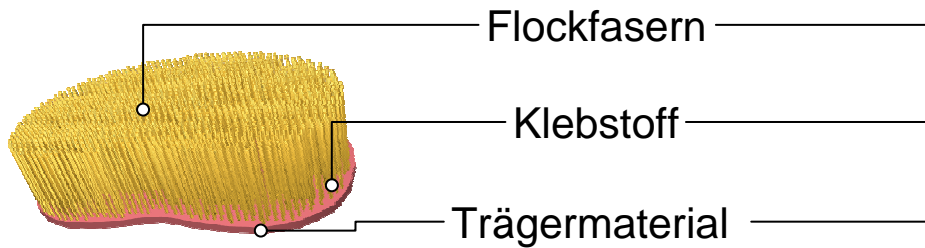


REM-Aufnahme eines mineralisierten Kollagens
Quelle: MBZ TU Dresden

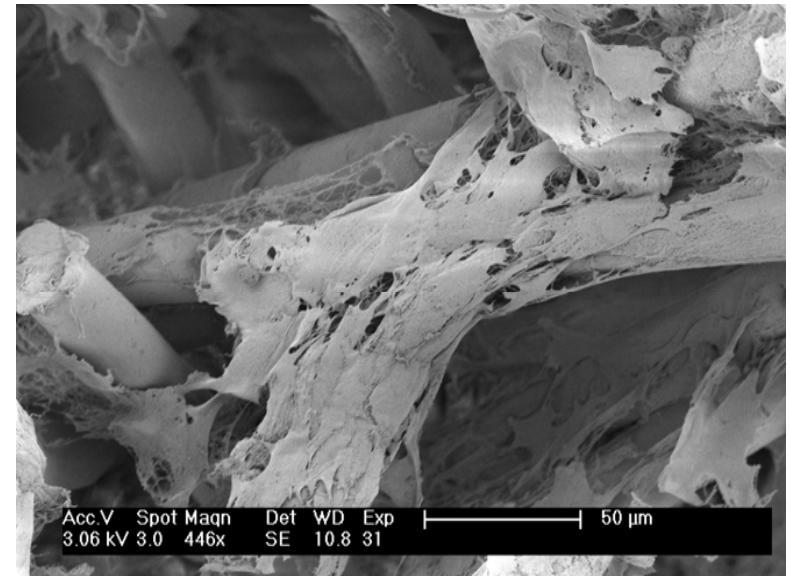
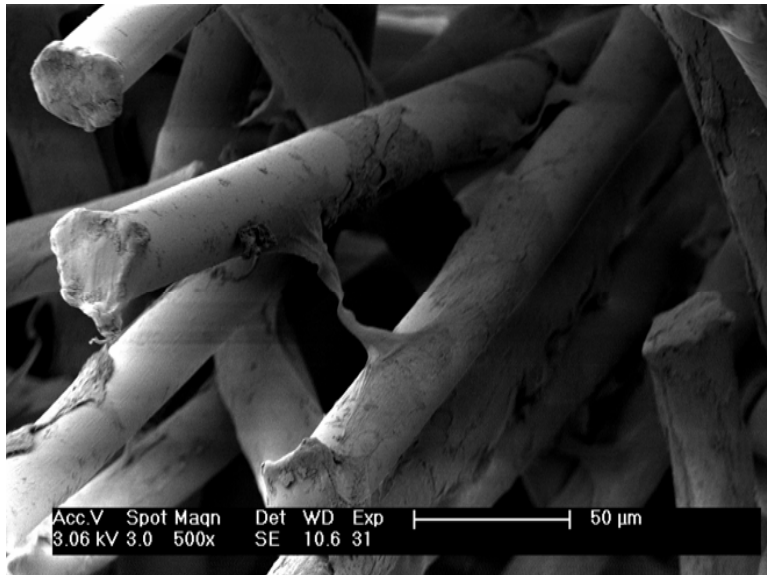


Hohlraum-Scaffold hergestellt mit SLS Technik
Quelle: University of Michigan

Scaffolds durch Flocktechnik



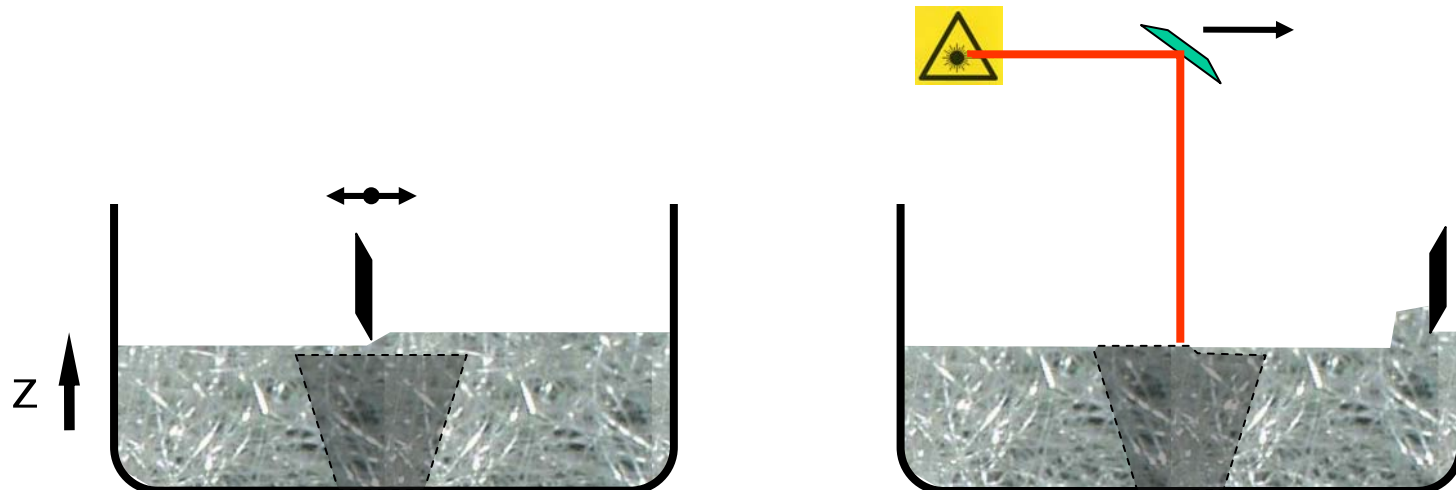
Adhäsion von 7F2-Osteoblasten in den Flockscaffolds nach 1 Tag Zellkultur (PA-Flockfasern, 1 mm Faserlänge, Gelatine, HAP-Kollagen-Tape)



Proliferation der 7F2-Maus-Osteoblasten im Flockscaffold 7 Tage nach der Zellbesiedlung

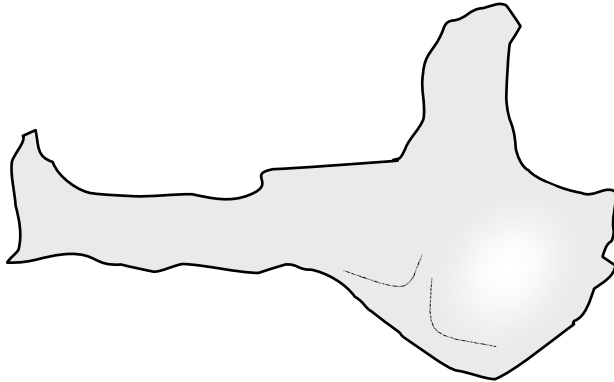
Net Shape Nonwoven – die Idee

- ▶ Ähnlich dem Prinzip des Lasersinterns sollen Fasermaterialien in einem Prozess Schicht für Schicht miteinander verbunden werden.
- ▶ Die Trägerstruktur wird dreidimensional in z-Richtung aufgebaut.
- ▶ Die Bindung kann thermisch (z.B. mittels Laser), mechanisch (Vernadelung) oder chemisch (Klebstoff, Spinndüse) erfolgen.

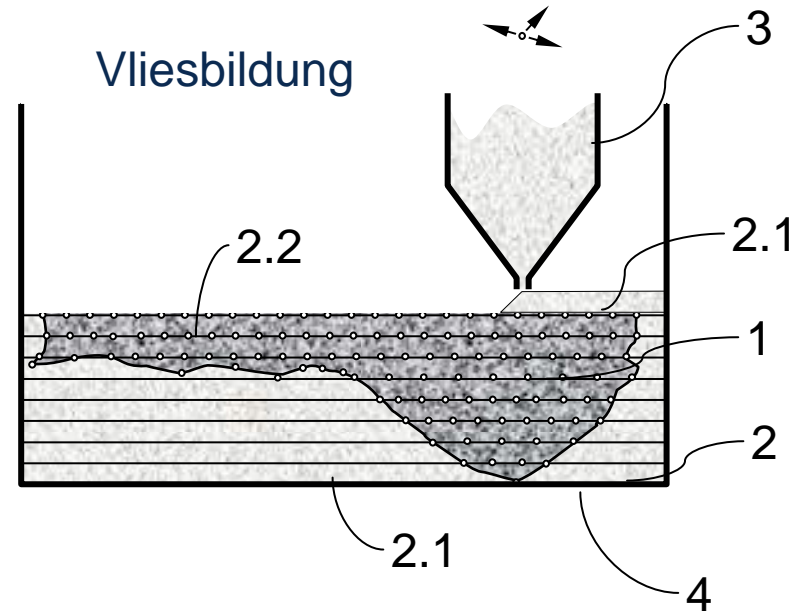


Net Shape Nonwoven - Prozessablauf

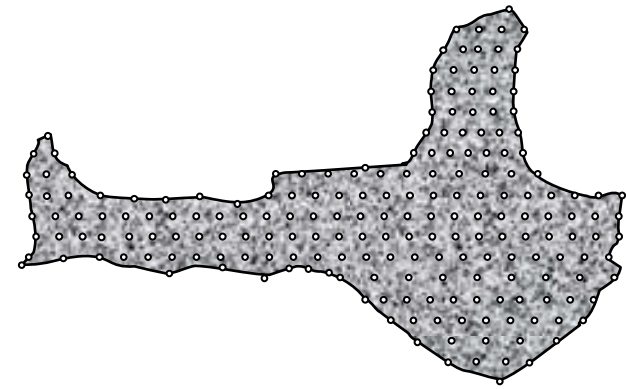
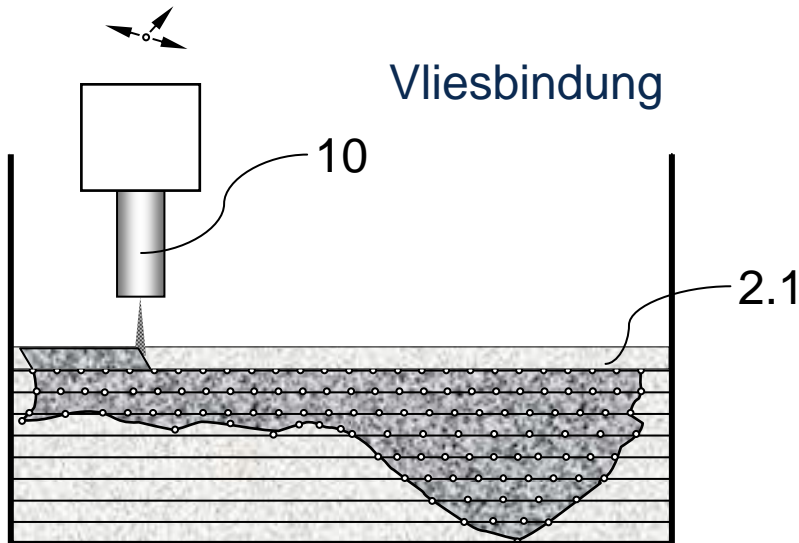
Geometrie (CT-Aufnahmen)



Vliesbildung



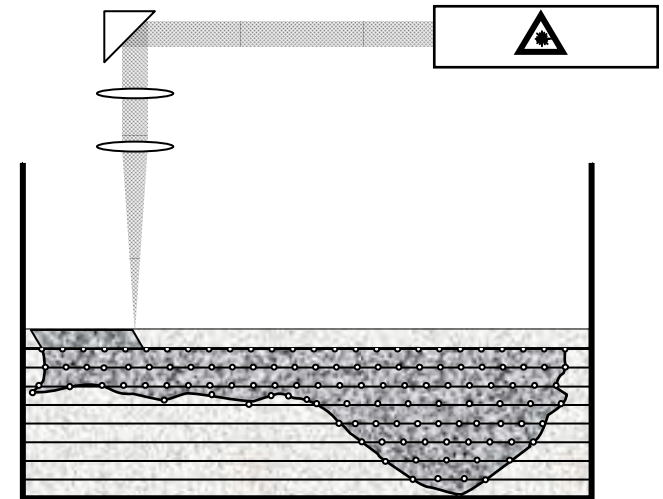
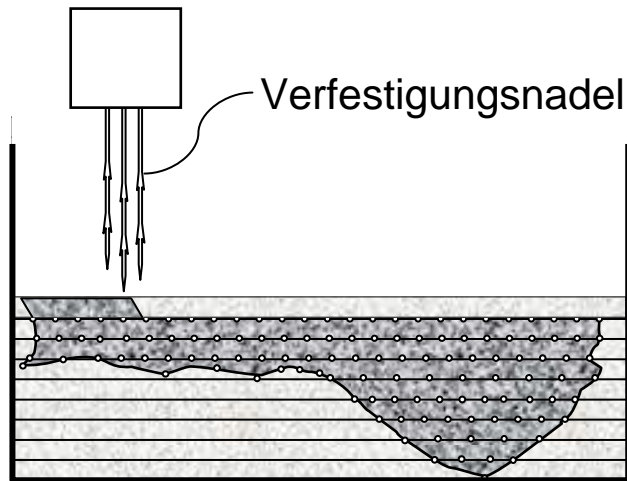
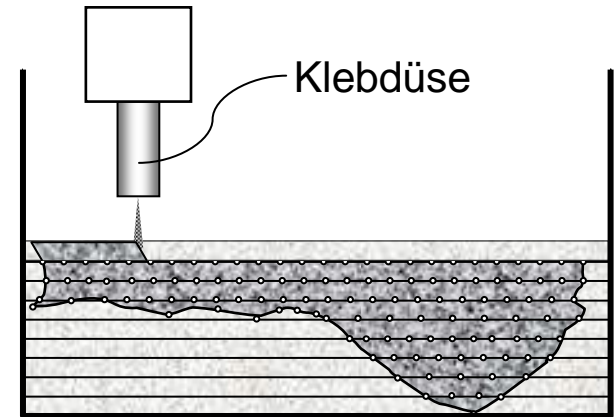
Vliesbindung



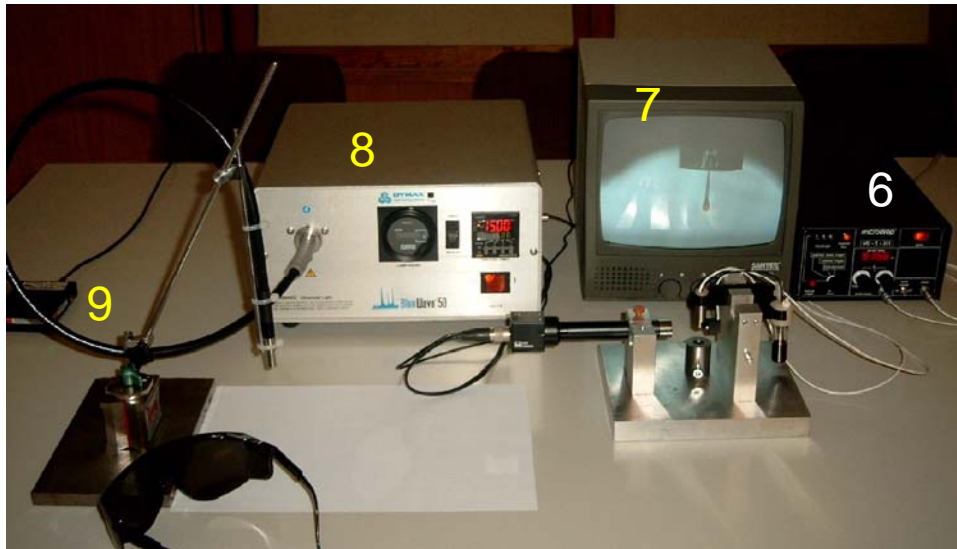
Trägerstruktur

Net Shape Nonwoven – Bindungstechniken

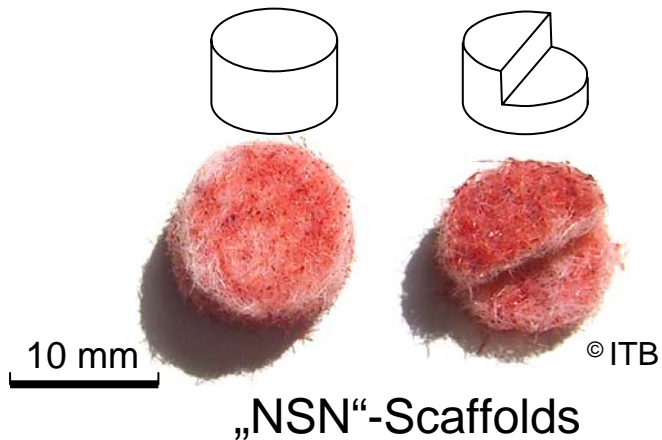
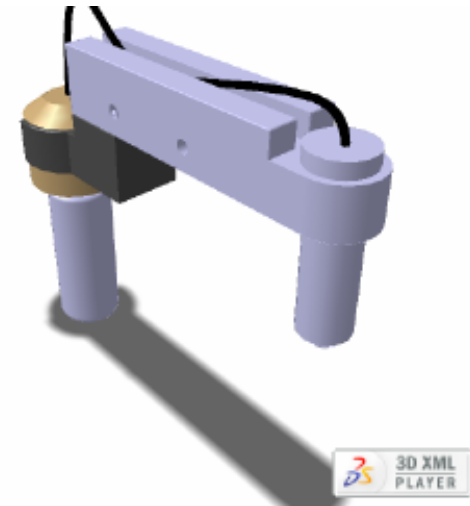
- ▶ Chemisch (mittels Klebstoff)
- ▶ Mechanisch (Vernadlung)
- ▶ Thermisch (z. B. mittels Laser)



Net Shape Nonwoven – Voruntersuchung

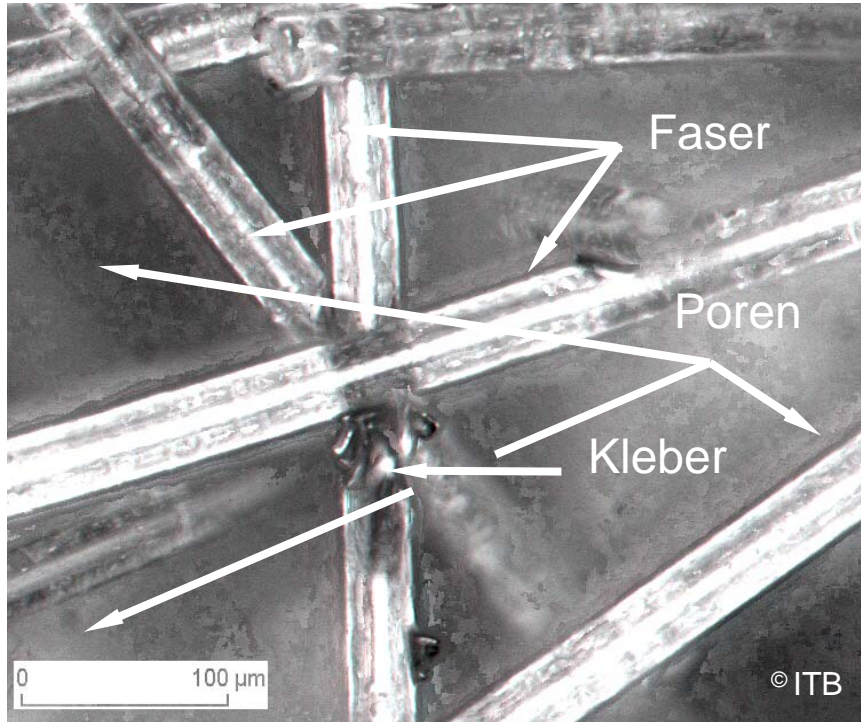


- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

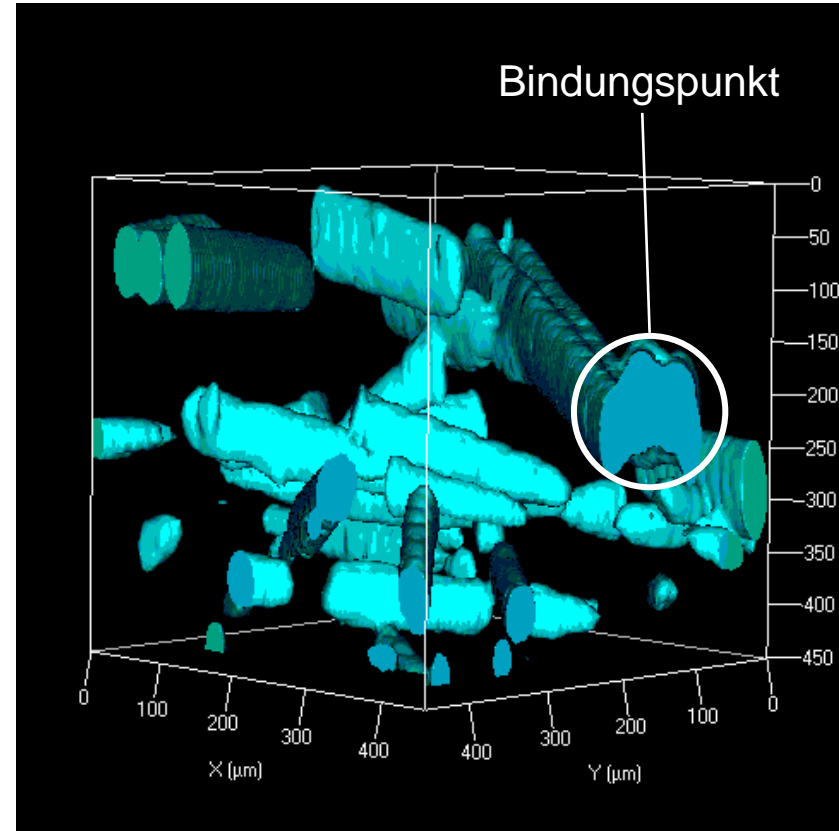


Net Shape Nonwoven – Beispiel

Mikroskopische Aufnahme einer punktgeklebten Vliesstoffstruktur



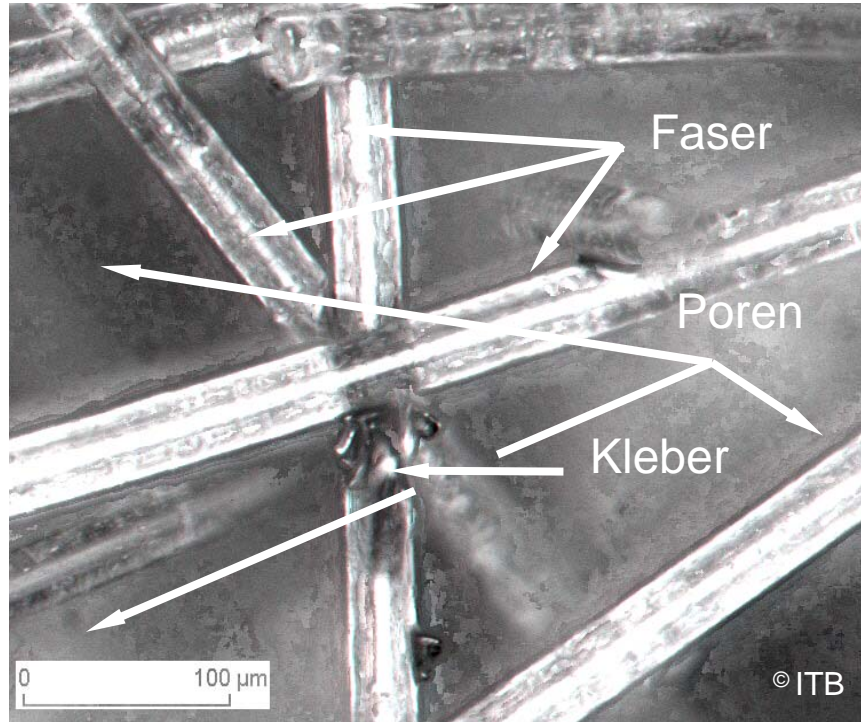
Bindungspunkt zwischen
zwei Einzelfasern



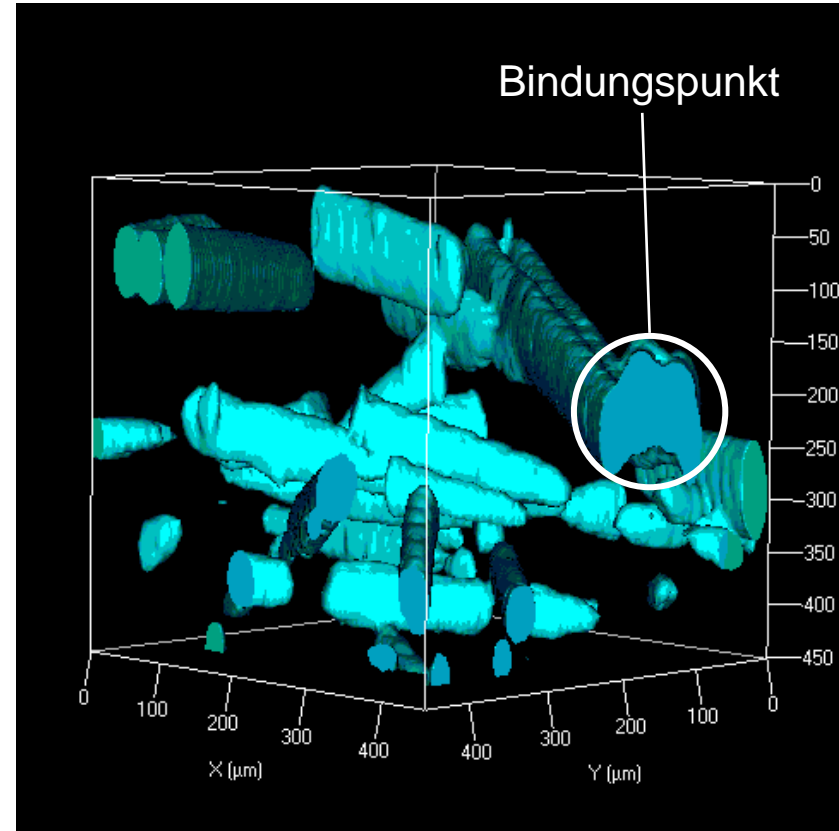
Mit freundlicher Unterstützung der
Firma Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Jena

Net Shape Nonwoven – Beispiel

Mikroskopische Aufnahme einer punktgeklebten Vliesstoffstruktur



Bindungspunkt zwischen
zwei Einzelfasern



Mit freundlicher Unterstützung der
Firma Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Jena

Zusammenfassung

- ▶ Die erfolgreiche Anwendung des Tissue-Engineerings in der rekonstruktiven Chirurgie setzt ein dreidimensionales Gerüst voraus, welches der Struktur der extrazellulären Matrix (ECM) humaner Gewebe entspricht.
- ▶ Textile Materialien, wie Vliesstoffe, werden aufgrund ihrer hohen Hydrophilie und Porosität bevorzugt.
- ▶ Verwendeten Materialien müssen biologisch verträglich sein.
- ▶ Strukturen müssen das Zellwachstum fördern.
- ▶ Mit Hilfe von neuartigen textilen Verfahren können individualisierte Trägerstrukturen hergestellt werden.
- ▶ Die hergestellten Strukturen sind prinzipiell für den Einsatz als Wachstumsgerüst für die Besiedlung mit Zellen geeignet.

Ausblick

- ▶ Das Prinzip von „NSN“ wird im Rahmen des Projektes in einen automatischen Verfahren entwickelt.
- ▶ Technologische Fragestellung müssen gelöst werden:
 - ▶ Methoden zur optimalen Vliesbildung
 - ▶ Form und Geometrie der Faser
- ▶ Lösungen zu maschinentechnischen Probleme sollen ausgearbeitet werden:
 - ▶ Übersetzung der graphischen Daten in einem CNC-Code
 - ▶ Implementierung von Design Tools zur Vaskularisierung
- ▶ Herstellung von praxisnahen Scaffolds
- ▶ Variationen der Porenverteilung und Porengrößen
- ▶ Besiedlung mit z. B. Knorpelgewebezellen und Beurteilung

**Wir danken der
Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)
für die finanzielle Förderung des
Forschungsvorhabens
LA 2365/1-1**