

R. Ebert, M. Nieher, J. Bachale, H. Exner
L.-R. Zemke (Roland Antoni Consulting)

Verschmelzen von synthetischen Hohlfasern mit CO₂-Laserstrahlung

Synthetische Hohlfasern aus Polysulfon werden in Dialysatoren eingesetzt, um bei Nierenfunktionsstörungen den Körper zu entwässern und gleichzeitig das Blut zu „waschen“, d.h. Ausscheidungsprodukte wie z.B. Harnstoff zu entfernen. In einem Dialysator befinden sich ca. 10.000 Fasern, die eine Porosität im nm-Bereich aufweisen, um durch physikalische Vorgänge wie Ultrafiltration, Diffusion bzw. Osmose die Reinigung des Blutes bei gleichzeitiger Rückhaltung von Blutzellen und Proteinen zu gewährleisten.

Die Herstellung der Dialysatoren erfolgt in einem aufwändigen Prozess, bei dem an den jeweiligen Faserenden ein vollständiger Verschluss der Faserzwischenräume (vorzugsweise mit Polyurethan – PUR) erfolgt. Die Faserinnenräume wiederum müssen jedoch völlig frei von PUR-Rückständen sein, um einen ungehinderten Blutdurchfluss zu gewährleisten. Dies wird durch eine Zentrifugierung des PUR und anschließendem Aufschneiden der Faserenden erreicht. Als Zwischenschritt bei der Verarbeitung der Fasern ist eine Versiegelung der Faserenden notwendig, um das Eindringen von PUR in den Faserinnenraum zu verhindern. Dies wird derzeit durch Anwendung von Hitze- und Drahtversiegelung oder Mehrstufenverguss erreicht.

Es bestand die Aufgabe, zum Versiegeln der Fasern einen alternativen Laserbearbeitungsprozess zu entwickeln. Ausgangspunkt war die Hitze- und Drahtmethode, bei der ein auf Schmelztemperatur der Fasern erhitzter Draht am Faserbündel langgeführt wird. Dabei werden die Fasern verschmolzen. Problematisch sind die lange Zeitdauer des Prozesses, das Verunreinigen des Drahtes und die mangelnde Prozessstabilität.

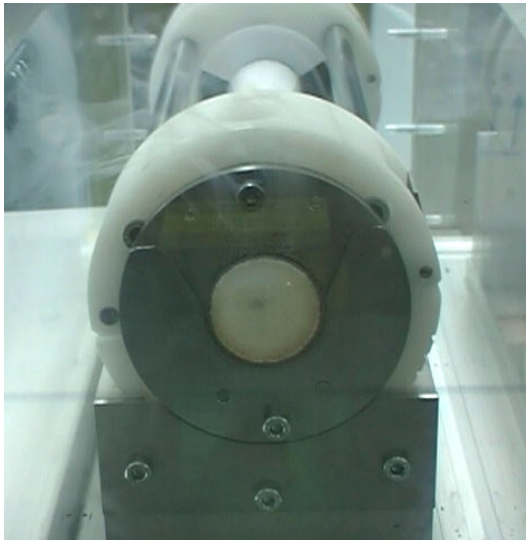


Bild 1 Verschmelzungsprozess

Der Laserbearbeitungsprozess sollte folgende Vorgaben einhalten:

- 100%iger Verschluss aller Fasern
- maximale Zwischenräume zwischen den Fasern
- mechanische Stabilisierung des Faserbündels
- kein Verbrennen der Fasern
- minimale Verkürzung der Fasern
- minimale Prozesszeit.

Problematisch schien zunächst, dass der verwendete Kunststoff bei der einzusetzenden Laserwellenlänge 10,6

µm ein Transmissionsvermögen von 90% aufwies. Bei näherer Betrachtung war dies jedoch die Voraussetzung, um den Kunststoff bei geringem Wärmeleitvermögen möglichst ohne Verbrennung und Verdampfung in kurzer Zeit aufschmelzen zu können.

Zur Einhaltung der Vorgaben des Anwenders bezüglich minimaler Prozesszeit musste eine für Kunststoffbearbeitung beachtliche Leistung von > 300 W eingesetzt werden. Der Umschmelzprozess erforderte umfangreiche Untersuchungen zur maximal einsetzbaren Intensität, zur benötigten Laserleistung, zur optimalen Scangeschwindigkeit, Scangeometrie und Scanstrategie. Häufigste aufgetretene Fehler waren: Verbrennen der Oberfläche, Ungleichmäßiges Verschmelzen, Auseinanderfallen des Bündels nach Entnahme und kein vollständiger Verschlussprozess (Es durfte keine offene Faser mehr vorhanden sein!).

Gemeinsam mit der Firma Roland Antoni Consulting wurde in langwierigen Versuchsreihen der Prozess solange optimiert, bis alle Vorgaben des Anwenders zufriedenstellend erfüllt werden konnten. Bei guter Qualität wurde letztendlich eine Prozesszeit von < 3s realisiert.

Der Versuchsaufbau und das Probenmaterial wurden durch die Firma Alpha Plan Radeberg im Rahmen eines Forschungsauftrages zur Verfügung gestellt. Zur Zeit befindet sich der Prozess in der ersten industriellen Erprobung bei einem Kunden der Firma, wobei zur Erhöhung der Prozesssicherheit die Bearbeitungszeit verlängert wurde.



Bild 2 Bearbeitetes Faserbündel

Mit der Anwendung gelang die Erschließung eines völlig neuen Gebietes für die Laserbearbeitung. Ausgangspunkt war eine kostenfreie Beratung im Rahmen des Sächsischen Kompetenzzentrum Laserbearbeitung.

Kontakt:

R. Ebert

Hochschule Mittweida / University of Applied Sciences

Laserinstitut Mittelsachsen e.V.

Technikumplatz 17

D-09648 Mittweida

Tel.: 03727 581401 / Fax. 03727 581496

e-mail: ebert@htwm.de

L.-R. Zemke

Roland Antoni Consulting

Tel.: 037754 75710 und 02597 98988