

# Innovative Anwendungen von polymeren Werkstoffen in der Medizintechnik -Formgedächtnis und Oberflächenmodifizierung-

Müller, Th., Käufer, H.

Polymertechnik / Kunststofftechnik, Technische Universität Berlin  
 Fasanenstr. 90, D-10623 Berlin

## MEMORY-VERHALTEN VON KUNSTSTOFFEN UNTER PHYSIOLOGISCHEN BEDINGUNGEN

### EINLEITUNG

Das bekannte Prinzip des Kunststoff-Schrumpfschlauches, der bei etwa 120°C eine Formänderung vollzieht, wurde vom Fachgebiet Polymertechnik der TU-Berlin in der Art weiterentwickelt, daß es möglich ist, schon eine Formänderung eines Teiles bei Temperaturen zu erreichen, die im menschlichen Organismus vorliegen können.

### MATERIAL UND METHODEN

Das Verfahren ist bei allen thermoplastischen Kunststoffen anzuwenden, wesentlich für den Grad der Formänderung bei der Rückstellung ist die Reinheit des verwendeten Kunststoffes. Die Rückstellung wird durch Stabilisatoren und andere Zusätze im Kunststoff deutlich beeinträchtigt.

Einem Formteilrohling wird das Formgedächtnis auferlegt, indem er bei definierter Temperatur mit definierter Kraft viskoelastisch verformt wird. Durch anschließendes Absenken der Temperatur wird diese Zwischenform „eingefroren“. Wenn die Temperatur anschließend wieder erhöht wird, entspannt sich das Teil und nimmt wieder seine Ausgangsform an.

Die Verfahrensparameter sind z.B. in der Art einzustellen, daß eine Formänderung beispielsweise bei etwa 40°C erreicht werden kann.

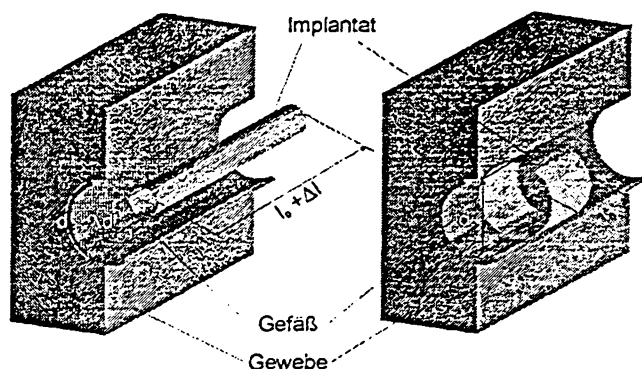
### ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN

Unter anderem eröffnen sich Einsatzmöglichkeiten im Katheterbereich, in dem Katheter oder Teile des Katheters während des Einführens eine andere Gestalt haben können als bei der Anwendung.

Da es bei Schlauchelementen auch möglich ist, eine Durchmesserzunahme (Abb. 1/1) innerhalb des Körpers zu erreichen, ist hier ein Einsatz als STENT denkbar, der Gefäßverengungen dauerhaft offenhält.

Auch Gefäßzugänge für Herzkatheterbehandlungen können im Durchmesser aufgeweitet werden, damit kann die Patientenbelastung während des Punktierens

verringert werden. Es erscheint auch eine abgestufte Aufweitung möglich, dabei kann während der Operation bei Bedarf für umfangreichere Applikationen eine zweite Aufweitung durch geringe zusätzliche Erwärmung erreicht werden.



$$\epsilon_{\text{quer}} = \frac{\Delta d}{d_0} = -\nu \frac{\Delta l}{l_0} = -\nu \epsilon_{\text{Längs}}$$

Abb.: 1/1, Durchmesserzunahme im Organismus

Zusätzlich ist es möglich, innerhalb eines Schlauchelementes eine flexible Klappe zu fixieren, die innerhalb des Organismus Ventilfunktionen für zirkulierende Flüssigkeiten übernimmt.

### ZUSAMMENFASSUNG

Durch die Möglichkeit der Aktivierung des Formgedächtnisses bei physiologischen Temperaturen wird es erstmals möglich, „intelligente“ Kunststoffprodukte mit Formgedächtnis in der Medizintechnik einzusetzen.

Im Labormaßstab wurden bisher im physiologischen Temperaturbereich Längenänderungen von Folienelementen um 300% erreicht.

### LITERATUR

- [1] Müller, Th., Kunststoffteil mit Formgedächtnis (auch partiell) als minimalinvasiv zu applizierende Implantatanwendung. Patentanmeldung 197 55 872.0: Deutsches Patentamt, 12/97
- [2] Käufer, H., Arbeiten mit Kunststoffen. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1978

# MODIFIZIERUNG VON KUNSTSTOFFOBERFLÄCHEN ZUR VERBESSERUNG DER BIO-KOMPATIBILITÄT

## EINLEITUNG

Native (unbehandelte) Kunststoffoberflächen sind aufgrund ihrer geringen Adhäsionsneigung (Haftungsneigung) nicht für den Kontakt mit menschlichem Gewebe in der Implantologie geeignet.

Zur Verbesserung der Biokompatibilität und damit zur Neigung von menschlichem Gewebe einen Kontakt mit Fremdkörpern (Implantaten) einzugehen, wurde am Fachgebiet Polymertechnik der TU Berlin ein Verfahren entwickelt, bei dem durch Erhöhung der Oberflächenspannung und Vergrößerung der Implantatoberfläche das Einwachsen in menschliches Gewebe verbessert wird.

## MATERIAL UND METHODEN

Mit dem angewendeten Verfahren zur Oberflächenmodifizierung werden die Oberflächen von Kunststoffen im Mikrobereich aufgefasst. Hierzu wird in die Oberfläche eines plastifizierten Kunststoffes eine Matrize eingedrückt und dann unter Fadenziehen des Kunststoffes wieder abgezogen (Abb. /2/).

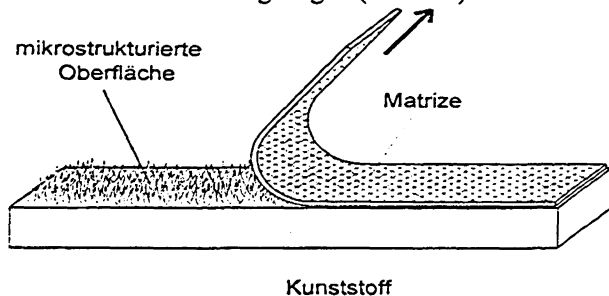
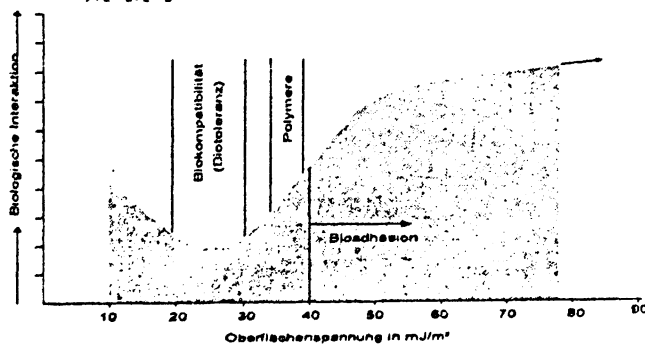


Abb.: /2/, Verfahrensprinzip der Oberflächenstrukturierung

Die Oberflächenspannung wird durch Molekülumorientierungen in der Oberfläche in der Art erhöht, daß die Polymere eine Bioadhäsion und damit ein verbessertes Einwachsen in Gewebe provozieren (Abb./3/),[1],[2].



Abb/3/, Oberflächenspannung [2]

Im Labormaßstab wurden diese Oberflächen auf allen gängigen thermoplastischen Kunststoffen erzeugt.

Es besteht die Möglichkeit, diese Oberflächen (Abb. /4/) sowohl auf massiven Teilen als auch auf Folien-elementen zu erzeugen.



1mm

Abb.: /4/, modifizierte PE-Oberfläche

## ANWENDUNGSMÖGLICHKEITEN

Als erstes Medizinprodukt mit dieser Oberfläche wurde in Zusammenarbeit mit einem Industriepartner ein Zahnwurzelimplantat entwickelt (Abb. /5/). Das Zahnwurzelimplantat wird im Spritzgußverfahren gefertigt wobei die spezielle Oberfläche wird während der Öffnung des Spritzgußwerkzeuges erzeugt wird.

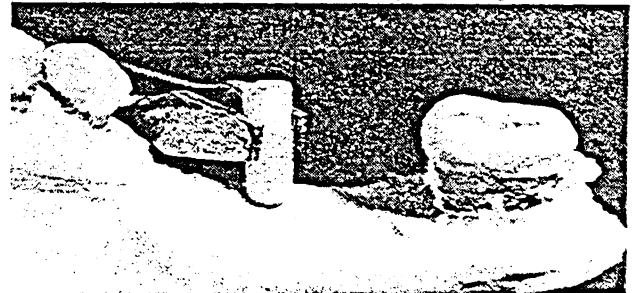


Abb.: /5/ Zahnwurzelimplantat im Kieferpräparat

## ERGEBNISSE

Die Verbesserung der Biokompatibilität wurde in Laborversuchen mit Fibroblastzellen von Mäusen bewiesen.

Die Sterilisierbarkeit der verwendeten Kunststoffe allgemein und der erzeugten Oberflächen im speziellen wurden nachgewiesen.

Ein verbessertes Einwachsen von mit dieser speziellen Oberfläche versehenen Implantaten wird sowohl bei Implantaten im Knochenkontakt als auch im Blut- und Weichgewebekontakt erwartet.

## LITERATUR

[1] Bongers, A.: Polymere Implantate durch spezielle Oberflächenfibrillierung. Dissertationsschrift, Polymertechnik, TU-Berlin, 1997

[2] Röhlen, H.: Grenzflächen- und Adhäsionsenergien von Dentalwerkstoffen und deren werkstoffkundliche Relevanz. Kernforschungszentrum Karlsruhe. KfK 5026, 1992