

# Prüfbericht

|                      |   |
|----------------------|---|
| <b>Prüftage</b>      | : vom 27.10. bis zum 11.11.1993                     |
| <b>Prüfobjekt</b>    | : Maschinelles Raspelantrieb                        |
| <b>Prüfverfahren</b> | : vergleichende Raspelverfahren an humanem Präparat |
| <b>Prüfklima</b>     | : DIN 50014-23/50-1                                 |

---

Dipl.-Ing. Univ. Chr. Kaddick

---

T. Herrmann

## 1. Einleitung

---

In dem folgenden Prüfbericht wird ein Vergleich zwischen manuellen und maschinellen Antrieben von Raspeln zur spanenden Markraumpräparation beschrieben. Bei Ersterem wurden normierte Raspeln entsprechend der operativen Vorgehensweise mittels Hammerschlägen vorangetrieben, der zu vergleichende maschinelle Antrieb erfolgte mit einer druckluftbetriebenen Maschine (Fa. IMT). Darüberhinaus wurden die Testreihen entsprechend der klinisch eingesetzten Instrumente jeweils mit geschliffenen und geschlagenen Raspeln durchgeführt. Das Abtragsverhalten der vier resultierenden Versuchsgruppen wird im folgenden Prüfbericht gegenübergestellt

Die Beschaffenheit der bearbeiteten Flächen wird anhand der standardisierten Rauheitswerte und Oberflächenprofile beurteilt.

## 2. Material und Methode

---

### 2.1 Probenherstellung

Die Proben für den Versuch wurden aus humanen Femura (32-86a) hergestellt. Durch Sägen und anschließendes Schleifen von Knochenabschnitten aus anatomisch annähernd ebenen Abschnitten im Bereich der Facies medialis wurden Proben mit den Flächen 10 mm x 20 mm gewonnen. Im Sinne einer Probennormierung wurde jeweils eine Seite der Knochenstücke plangedreht. Hierzu wurden die Proben mit dem Kunststoff Technovit® in runden Probenhaltern eingebettet.

Für die Bestimmung der Oberflächenrauigkeit wurden von den Proben Abdrücke mit dem silikonartigen Impregum® F der Firma ESPE angefertigt, welche wiederum als Vorlage für Gipsabdrücke dienten. Diese Duplikate aus hochfeinem Gips konnten dann auf ihre Oberflächenrauigkeit vermessen werden. Die Proben wurden vor dem Versuch mit einer Analysenwaage (Ablesegenauigkeit  $\pm 0,1$  mg) gewogen. Um einen Einfluss der Gefrierlagerung auszuschließen, wurde die Wägung nach 4 Tagen wiederholt.

Die Bezeichnung der Proben wurde willkürlich festgelegt, von den 32 hergestellten Proben wurden für die Versuchsphase I 18 Proben ausgewählt.

### 2.2 Prüfstandbeschreibung

Der verwendete Prüfstand ermöglichte eine spanende Bearbeitung von Knochenproben unter normierten und reproduzierbaren Bedingungen. Analog der Präparation des Markraumes zur Implantation eines Hüftendoprothesenschaftes war die Raspel-Vorschubrichtung um  $5^\circ$  zur Probenoberfläche geneigt. Die Probenfixierung erfolgte wie in Abschn. 2.1 beschrieben mit Kunststoff in einer dafür vorgesehenen Halterung.

Jeweils eine geschlagene Raspel (Grad 4) und eine geschliffene Raspel (Abstand der Schneiden 3 mm) wurden in einer Klemmvorrichtung fixiert und mit einem Handstück bzw. einem Maschinenanschluss verbunden. Die Raspeln hatten eine spanende Oberfläche von 15 mm x 25 mm.

.....

*Abb. 1: Skizze des Prüfstandes*

### 2.3 Versuchsdurchführung

Die Bearbeitungsdauer betrug unabhängig von dem gewählten Raspelverfahren jeweils fünf Sekunden. Variiert wurden nun die Antriebe und Raspelarten. Für den maschinellen Raspelantrieb wurde der IMT-Rüttler, der über eine Schubstange mit der Raspelhalterung verschraubt war, mit Druckluft von 8 bar betrieben.

Das manuelle Einschlagen der Raspeln erfolgte mit einem handelsüblichen Hammer (Gewicht 300 g). Während der Versuchsperiode von fünf Sekunden wurden zwölf bis dreizehn Schläge mit dem Hammer auf die Schubstange ausgeführt, was einer normalen Schlagfrequenz entspricht.

Für die vier möglichen Kombinationen aus Antrieb und Raspelart wurden jeweils vier Proben verwendet.

## 3. Ergebnisse

---

Es fiel auf, dass bei manuellem Antrieb die Raspeln wesentlich schwerer zu lösen waren als bei maschinellem Antrieb. Die grösste Klemmwirkung trat bei der Kombination aus manuellem Antrieb und geschlagener Raspel auf. Die starre Verbindung der Raspel mit dem Rüttler ermöglichte ein gutes Raspelausziehverhalten, welches durch kurzzeitige Betätigung des Rüttlers während des Ausziehens weiter verbessert werden konnte.

Die geschliffenen Raspeln erzeugten einen deutlich gleichmässigeren und flächigeren Abtrag als geschlagene Raspeln. Bei letzteren waren makroskopisch deutliche Riefen der einzelnen Raspelzähne erkennbar.

### 3.1 Abtragverhalten

Das Abtragverhalten wurde anhand der Gewichtsänderung der Proben (vor und nach Einschlag der Raspeln) ermittelt. Die Bestimmung des Probengewichtes nach dem Versuch wurde auf der in Abschn. 2.1 erwähnten Analysenwaage vorgenommen. Tabelle 1 gibt einen Überblick der gewonnenen Ergebnisse.

.....

*Tabelle 1: Versuchsergebnisse der Abtragsmenge mit unterschiedlichen Raspeln und Verfahren.*

.....

*Abb 2: Vergleich der Abtragsmenge von geschliffener und geschlagener Raspel bei Variation des Antriebs.*

Es wird deutlich, dass durch die Verwendung einer geschliffenen Raspel gegenüber der geschlagenen Raspel unabhängig von der Antriebsart stets eine erhöhte Abtragsmenge bei gleichem Zeitintervall erzielbar ist (19% maschinell, 38% manuell). Die bei Verwendung des maschinellen Antriebs erreichte zusätzliche Erhöhung des Abtrages beträgt für die geschlagene Raspel ca. 77% und für die geschliffene Raspel ca. 52%.

### 3.3 Oberflächengüte

Die Messung der Oberflächenrauheitswerte wurde analog den in Abschn. 3.1 beschriebenen Gruppierungen durchgeführt. Im Oberflächenprofil deutlich sichtbar waren die Rauheitsanteile, die durch Riefenbildung und durch die Endpunkte der Bearbeitungsspuren der einzelnen Raspelzähne entstanden sind. Diese Vertiefungen wurden in den Messungen als Bezugsprofil angenommen. Das Profil der Proben, die mit einer geschliffenen Raspel bearbeitet wurden, war erheblich glatter und wies lediglich Höhenunterschiede bis zu 70 µm (bei manuellem Antrieb sogar nur 50 µm) auf. Im Vergleich dazu lagen diese Höhendifferenzen bei Profilen nach Bearbeitung mit geschlagenen Raspeln bei 300 µm bei manuellem Antrieb, und sogar 450 µm

nach Einsatz des IMT-Rüttlers.

.....

*Abb. 3: max. Höhenunterschiede im Profil in  $\mu\text{m}$*

Die geschliffene Raspel hat also, im Sinne eines gleichmässigen Abtragsverhaltens, unabhängig vom Antrieb nur einen geringen Einfluss auf die Profilbeschaffenheit der Femurprobe. Auf den Seiten neun und zehn werden in den Abbildungen fünf bis acht die überhöhten Profilverläufe der Raspeln jeweils in Bearbeitungsrichtung und quer dazu dargestellt. Eine weitere Betrachtung der Rauheitswerte für die einzelnen neu entstandenen Profile zeigt, dass die Verhältnisse der Rauigkeiten untereinander sich genau entgegen denen der Profilschwankungen verhalten. Dies rührt daher, dass hier ein grosser Anteil der geringen Höhenunterschiede im Profil bei den, mit geschliffenen Raspeln bearbeiteten Proben schon in die Messungen der Rauheitswerte mit eingeht.

.....

*Abb. 4: Zunahme der Rauheitswerte (Durchschnitt über beide Messrichtungen)*

Bei Betrachtungen der überhöhten Profilverläufe ist festzustellen, dass die Endpunkte der Bearbeitungsspuren der geschliffenen Raspel einen geringen Anteil am Profilverlauf haben und in den Bereich der Oberflächenrauigkeiten fallen, wodurch die nach DIN genormten Filter die zu messende Oberfläche annähernd als Ebene interpretieren. Die Schwankungen um den Profilverlauf liegen in einem Bereich von  $20\ \mu\text{m}$  und sind im Vergleich zu den Profilschwankungen nur von untergeordneter Bedeutung.

#### **4. Diskussion**

---

Der Einsatz eines maschinellen Raspelantriebes ergab sowohl hinsichtlich der Abtragsmenge als auch hinsichtlich der erzielten Oberflächengüte eine Verbesserung gegenüber der manuellen Präparationsmethode. Unter Verwendung der im Vergleich zu geschlagenen Raspeln stets günstiger spanenden geschliffenen Raspeln konnte bei gleichem Zeitintervall etwa die doppelte Knochenmenge entfernt werden.

Durch die annähernd kraftlose Bearbeitung wurde ein Verklemmen in der Versuchsvorrichtung vermieden, wodurch die Gefahr einer proximalen Schafffissur bei der Präparation reduziert werden kann.

Die Geometrie des erzeugten Implantatlagere entspricht den erreichten Abtragsmengen d.h. die sich unter Verwendung des maschinellen Antriebes tiefer in das Femur spanenden Schneiden, schlagen sich in einer Erhöhung der gemessenen Profiltiefen nieder. Während die gemessene Abtragsmenge geschlagener Raspeln aus eng lokalisierten Bereichen mit grossen Vertiefungen resultiert, konnte durch geschliffene Raspeln ein eher flächiger Abtrag erreicht werden. Entsprechend dem kraftloseren Einsatz des maschinellen Antriebes, zeigten die gemessenen Rauheitswerte eine Glättung Oberfläche ohne ausgeprägte Stufung an den Bearbeitungsgrenzen.

Die durchgeführten Untersuchungen führen zu der Schlussfolgerung, dass die initiale Passung zwischen Implantat und Femur bei gegebener Operationsdauer und unabhängig von der Art des verwendeten Präparationswerkzeuges durch die Verwendung eines maschinellen Antriebes entscheidend verbessert wird.