

# OptiHair<sub>2</sub> – von Frey Filamente aus optischen Fasern

## Benutzerhandbuch



### 1. Einführung / Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Seit ihrer Einführung durch von Frey im Jahr 1896 [1] werden von Frey Filamente beim Menschen zur Bestimmung der Berührungsempfindung benutzt. Heute werden sie zunehmend auch in der Schmerzforschung eingesetzt [2, 3].

Ursprünglich benutzte von Frey Menschenhaare und Tierborsten unterschiedlicher Länge, die er rechtwinklig an einem dünnen Stab befestigte. Wenn ein derartiges Haar oder eine Borste mit dem freien Ende gegen die Haut gedrückt wird, wächst die Kraft bis zum Durchbiegen, bleibt dann aber auch beim weiteren Durchbiegen weitgehend konstant. Die Biegekraft hängt von der Steifigkeit des Haares und seiner Länge ab und kann leicht kalibriert werden. Haare und Borsten wurden später durch synthetische Fasern ersetzt. Dieses Material hat jedoch plastische Eigenschaften, und die Kraft einer Faser nimmt bei konstantem Druck ab. Sie wird überdies durch Schwankungen der Raumtemperatur und der Luftfeuchtigkeit stark beeinflusst [4].

Andere Filamente im Markt werden weiterhin aus synthetischen Fasern angefertigt, die auf die passende Länge geschnitten werden. Der Querschnitt des freien Faserendes hängt dann vom Faserdurchmesser ab und weist eine scharfe Kante auf, die beim Durchbiegen des Filaments

Nozizeptoren reizen kann.

Im Gegensatz dazu werden die „OptiHair2“ von Frey Filamente aus optischen Glasfasern hergestellt. Diese sind hoch elastisch und werden in ihrer Steifigkeit nicht durch normale Klimaschwankungen beeinflusst [5]. Das freie Ende jeder Faser trägt eine winzige Epoxyperle (Durchmesser 0,35 - 0,45 mm), um für die verschiedenen Faserdurchmesser eine weitgehend konstante Kontaktfläche zu gewährleisten. Das kugelige Faserende verhindert auch eine mögliche Reizung von Nozizeptoren, wenn sich das Filament durchbiegt.

Im Unterschied zu anderen Produkten werden die „OptiHair2“ von Frey Filamente längs am Acrylhalter befestigt. Dies ermöglicht ein einfaches Arbeiten mit mehreren Filamenten, die auf dem Tisch abgelegt werden können und nicht in eine Halterung zurückgelegt werden müssen. Die Griffe aller Filamente sind mit einer LuerLock-Kupplung ausgerüstet. Die Träger der Filamente besitzen eine passende Gegenkupplung und werden auf den Griff wie eine Kanüle auf eine Spritze geschraubt. Die LuerLock-Verbindung ermöglicht einen einfachen Austausch defekter Filamente. Nach Abziehen einer Schutzhülse sind die Filamente sofort einsatzbereit.

Jedes „OptiHair2“ Filament wird einzeln kalibriert; der Toleranzbereich beträgt nur  $\pm 5\%$  der Nominalkraft. Das Standard-Set umfasst 12 logarithmisch skalierte Filamente, bei denen im Bereich von 0,25 bis 512 mN die Kraft bei jedem Schritt um den Faktor 2 zunimmt.

## Vorsichtsmaßnahmen



- „OptiHair2“ von Frey Filamente bestehen aus optischen Glasfasern. Diese Glasfasern sind zwar hochelastisch, dennoch lassen sie sich nicht beliebig stark biegen. Sie brechen, wenn sie unter ihren minimalen Biegeradius gebogen werden. Der typische Wert für den minimalen Biegeradius einer Glasfaser ist kleiner als 100 x dem Radius der Faser. Der minimale Biegeradius der Glasfasern, die für „OptiHair2“ benutzt werden, liegt zwischen 6,5 und 37 mm. Bis zu diesem Radius können die Fasern gefahrlos gebogen werden. Ein Abknicken einer Faser führt jedoch unausweichlich zum Brechen.
- Wenn eine Faser gebrochen ist oder die Perle am Faserende fehlt, sollten Sie das Filament nicht weiter verwenden. Mit einem inkorrekten Faserende können Sie die Haut penetrieren und verletzen.
- Bringen Sie die Filamente nicht mit verletzter oder erkrankter Haut in Berührung.

## 2. Komponenten im Set

- 12 „OptiHair2“ von Frey Filamente mit Kräften von 0,25 bis 512mN, jeweils mit Griff und Schutzkappe
- 8 Ersatzfilamente mit Kräften von 0,25 bis 32 mN, jeweils mit Schutzkappe (ohne Griff)
- Aufbewahrungsbox
- Benutzerhandbuch

### 3. Bedienungshinweise

#### 3.1. Handhabung

Jedes „OptiHair2“ von Frey Filament besteht aus einem Griff, dem eigentlichen Filament und einer Kappe zum Schutz des Filaments (siehe Abbildung 1). Die Griffe sind mit einer LuerLock-Kupplung ausgestattet, auf die der Träger des Filaments passt. Er kann wie eine Kanüle auf einer Spritze durch Drehen befestigt werden. Dieses Kupplungssystem erlaubt einen schnellen Austausch defekter Filamente.

Jeder Griff trägt ein Etikett mit der Kraft und der Nummer des zugehörigen Filaments. Es ist darauf zu achten, dass die Nummer auf dem Etikett mit der Nummer auf dem Filamentträger übereinstimmt.



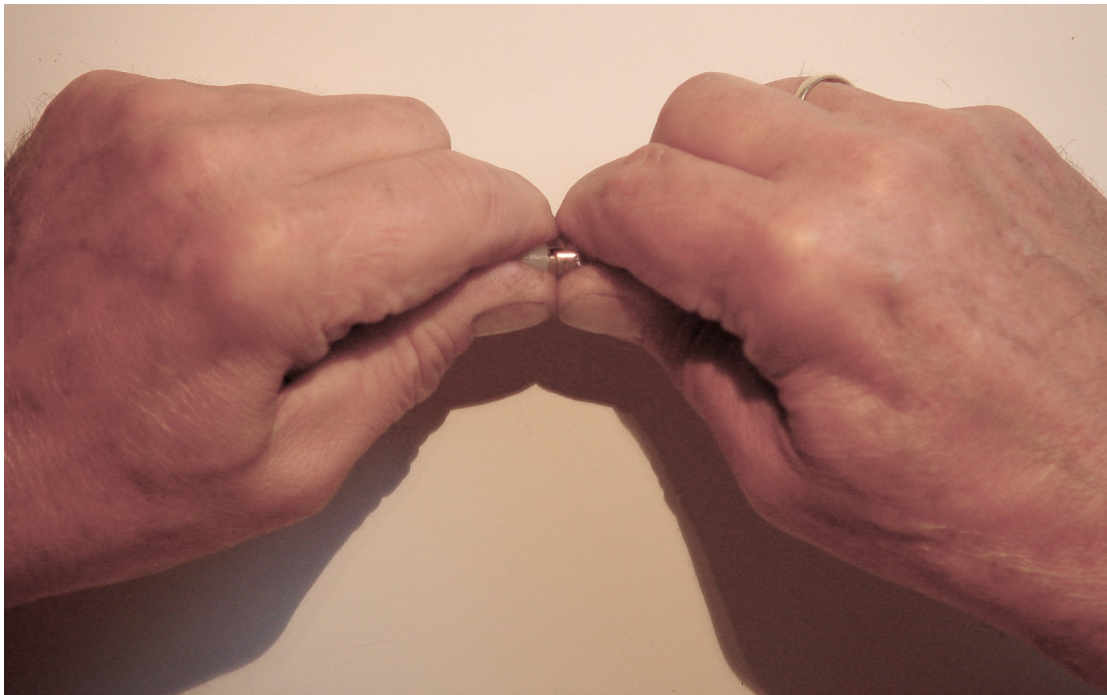
Abbildung 1: Teile eines von Frey Filaments: Griff, Filament und Schutzkappe.

Um ein Filament von seinem Halter zu lösen, muss erst die Schutzkappe aufgesteckt werden, und dann das Filament gegen den Uhrzeigersinn abgedreht werden. Wenn ein neues Filament auf dem Griff befestigt werden soll, vergewissern Sie sich erst, dass Filament und Griff zusammengehören (z.B. Griff 11 = 256mN und Filament Nr. 11; siehe auch Kalibrationstabelle). Dann schrauben Sie das Filament samt Schutzkappe wieder auf den Griff.

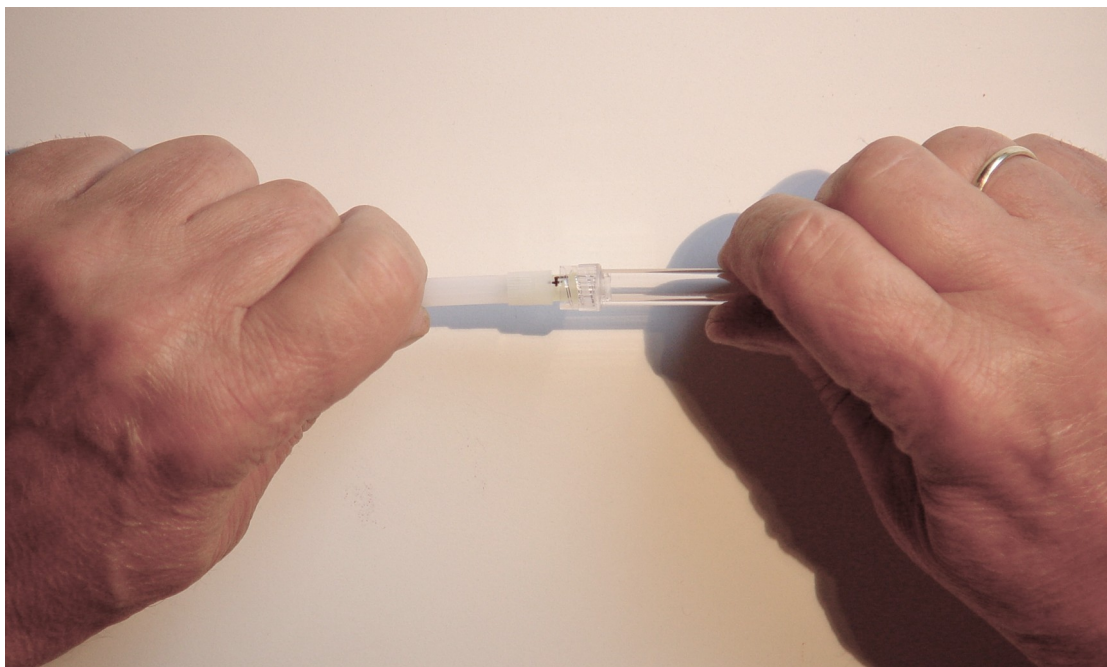


**Seien Sie sehr vorsichtig**, wenn Sie das erste Mal eine Schutzkappe lösen oder aufstecken. Am besten machen Sie sich erst mit Kupplung and Kappe bei einem dicken Filament vertraut, z.B. Nr. 11 (= 256 mN). Wenn ein dünnes Filament zwischen Halter und Kappe eingeklemmt wird, bricht es. Ebenso können dünne Filamente leicht beim unvorsichtigen Abziehen der Schutzkappe brechen. Beachten Sie deshalb die Abbildungen Abb. 2 und 3.

Ein von Frey Filament übt seine nominale Kraft, auf die es kalibriert ist, in dem Augenblick aus, in dem es sich anfängt zu biegen. Auch beim stärkeren Biegen ändert sich die Kraft nicht. Es ist deshalb sinnlos, bei der Untersuchung über die beginnende Biegung hinauszugehen. Ein dünnes Filament wird brechen, wenn der Halter auf der Haut aufsetzt.



*Abbildung 2: Um die Schutzkappe richtig abzuziehen, nehmen Sie Griff und Kappe zwischen Daumen und Zeigefinger beider Hände so, dass sich die Finger berühren. Nun erhöhen Sie den Druck zwischen den Fingern und bewegen die Kappe vorsichtig etwas auf und ab, bis sie sich löst und vom Halter abgezogen werden kann. Die Schutzkappe lässt sich nur einfach vom Filament abziehen, wenn dieses am Griff befestigt ist.*



*Abbildung 3: Es ist gefährlich, die Schutzkappe wie im Bild dargestellt abzuziehen: wenn die Kappe sich plötzlich löst, werden sich die Hände reflektorisch gegeneinander bewegen und die Kappe kann das Filament zerstören. Dieses liegt dann meistens in der Kappe.*

Die Erfahrung hat gezeigt, dass Brüche von Filamenten am häufigsten während des ersten Gebrauchs auftreten. Später sind solche Schäden selten. Rollt allerdings ein Halter mit ungeschütztem Filament vom Tisch oder stößt man mit dem Filament aus Versehen gegen einen harten Gegenstand, so bricht dieses meist ab. Defekte Filamente lassen sich aber leicht austauschen. Wenn Sie ein Filament nachbestellen wollen, geben Sie bitte seine Nummer und seine Kraft an.



Um von Frey Filamente erfolgreich einsetzen zu können, ist es notwendig, dass man das Filament immer sicher sehen kann. Dies ist schwierig bei dünnen Fasern. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist eine gute Beleuchtung. Sollte diese Maßnahme im individuellen Fall nicht ausreichen, um die dünnen Filamente zu erkennen, dann empfiehlt sich das Tragen einer Lupenbrille mit einem Arbeitsabstand von 40-50cm.

### 3.2. Untersuchung der Empfindungsschwellen für Berührungen

Empfindungsschwellen sollten an einem entspannten und liegenden Patienten bei geschlossenen Augen untersucht werden. Bewegen Sie das Filament senkrecht gegen die Haut, bis es anfängt, sich zu biegen, und lassen Sie sich vom Patienten die Wahrnehmung der Berührung angeben. Die Biegekraft jedes Filaments finden Sie in der Kalibrationstabelle und auf dem Handgriff. Beginnen Sie mit einem sicher überschwelligen Kraftwert und verringern Sie dann schrittweise die Kraft, bis der Patient die Berührung des Filaments nicht mehr spürt. Protokollieren Sie diesen Wert und steigern Sie dann die Kraft, bis der Patient wieder eine Berührungsempfindung hat. Protokollieren Sie auch diesen Kraftwert. Dann verringern und erhöhen Sie zweimal entsprechend die Kraft und protokollieren die Werte, bei denen die Empfindung verschwand und wieder zurückkehrte. Berechnen Sie die Berührungsschwelle als Mittelwert der drei unterschwelligen und der drei überschwelligen Kraftwerte. Wenn während der Untersuchung offensichtlich falsche Werte erhalten wurden (z.B. durch eine Störung bewirkt), verwerfen Sie das erhaltene Kraftwertepaar und wiederholen die Messung. Scheinreize (Bewegung des Filaments gegen die Haut, ohne diese zu berühren) sollten von Zeit zu Zeit in die Untersuchung eingestreut werden, um die Zuverlässigkeit der Patientenangaben zu überprüfen.

## 4. Technische Daten

Kräfte	0,25, 0,5, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256, 512 mN, Toleranz: $\pm 5\%$ Alle Kräfte wurden vor der Auslieferung geprüft.
Material	optische Glasfasern Epoxyperle am Faserende, Durchmesser: 0,35 – 0,45 mm
Griff	Acrylgriff mit LuerLock-Kupplung

FILAMENT	KRAFT (mN)	Kalibration (g)	Länge (mm)	Durchmesser ( $\mu\text{m}$ )
1	0,25	0,025	49,5	65
2	0,50	0,051	35	65
3	1,0	0,102	57,5	100
4	2,0	0,204	40,5	100
5	4,0	0,408	50	125
6	8,0	0,815	49	155
7	16,0	1,63	34,5	155
8	32,0	3,26	41	195
9	64,0	6,52	49,5	240
10	128	13,0	35	240
11	256	26,1	56,5	370
12	512	52,2	40	370

Tabelle 1: Kalibrationstabelle der Filament-Nummern und Kräfte

## 5. Sterilisation / Desinfektion


Nach der Untersuchung der Berührungsschwellen auf infizierter Haut oder auf Schleimhäuten müssen die benutzten von Frey Filamente sterilisiert oder desinfiziert werden. Da die Handgriffe der Filamente aus Acryl und die Filamentträger aus thermolabilem Kunststoff bestehen, ist eine Hitzesterilisation im Autoklaven nicht möglich. Die beste Methode der Sterilisation von „OptiHair2“ Filamenten ist die *PLASMA STERILISATION*. Alternativ sind eine Wischdesinfektion des Griffs und des Filaments mit alkoholfreien Desinfektionsmitteln und eine Ethylenoxyd-Sterilisation des Filaments möglich. Alle anderen Methoden der Kaltsterilisation haben Nachteile und werden nicht empfohlen. Tabelle 2 gibt einen Überblick über mögliche Sterilisations- und Desinfektionsmethoden für Handgriff und Filament. Für weitere Fragen wenden Sie sich am besten an Ihre Hygieneabteilung.

	Method	Disadvantage
<b>Handgrip</b>	Ethylene oxide	Occurrence of cracks. Labeling fades.
	Gamma irradiation	Yellowing and becoming brittle. Labeling fades.
	Wipe disinfection	<i>Possible</i> with solutions without disinfectant. Alcohol causes cracks.
<b>Filament</b>	Ethylene oxide	<i>Possible</i>
	Gamma irradiation	<i>Plastic parts become brittle after several cycles.</i>
	Wipe disinfection (without disinfectant)	Labeling fades. <i>Not safe.</i>
	Wipe disinfection with alcohol-free disinfectant (microzid® sensitive wipes).	<i>Possible.</i> Filament must be pulled very carefully through the damp cloth, without pulling the bulbous end.

*Table 2: Disadvantages of various cold sterilization and disinfection methods.*

## 6. Identification

The "OptiHair2" filaments are medical products according to Class 1 and are produced within our quality management system, manufactured and tested. You can trust our company in a fault-free state. To maintain this state, you should keep the filaments in the delivered box and use them only in dry indoor spaces.

 Every filament is marked with a number that corresponds to its specific bending force. The force is given in mN in the calibration table and on the handle. The CE mark for the complete set is on the storage box. Each set has an individual serial number.

## 7. Literature

1. von Frey M. Ueber den Gebrauch von Reizhaaren. In: Untersuchungen über die Sinnesfunctionen der menschlichen Haut. Erste Abhandlung: Druckempfindung und Schmerz. Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der Königlich Sachsischen Gesellschaft der Wissenschaften 1896; 23: 208-217.
2. Rolke R, Magerl W, Campbell KA, Schalber C, Caspari S, Birklein F, Treede R-D. Quantitative Sensory Testing: A comprehensive protocol for clinical trials. Eur J Pain 2006; 10:77-88.
3. Rolke R, Baron R, Maier C et al: Quantitative sensory testing in the German Research Network on Neuropathic Pain (DFNS): Standardized protocol and reference values. Pain 2006; 123:231-243.
4. Andrews K. The effect of changes in temperature and humidity on the accuracy of von Frey hairs. J Neurosci Methods 1993; 50: 91-93.
5. Fruhstorfer H, Gross W, Selbmann O. von Frey hairs: new materials for a new design. Eur J Pain 2001; 5: 341-342.

## 8. Contact

MRC Systems GmbH, Hans-Bunte-Straße 10, 69123 Heidelberg, Deutschland  
 Tel: +49-6221-13803-00, Fax: +49-6221-13803-01, E-mail: info@mrc-systems.de