



STAATLICH AKKREDITIERTE

**PRÜFSTELLE**

für

**MEDIZINTECHNIK**

Technische Universität Graz  
Inffeldgasse 18  
A-8010 GRAZ





**STAATLICH AKKREDITIERTE  
PRÜFSTELLE FÜR MEDIZINTECHNIK**

Technische Universität Graz  
Inffeldgasse 18, A-8010 Graz  
Telefon: 0316 / 873 DW 7397 od. 7398  
Telefax: 0316 / 46 53 48

Leiter der Prüfstelle: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut HUTTEN  
Stellvertreter bzw. technischer Leiter: ao. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Norbert LEITGEB

**Akkreditierungsumfang:**

- EN 60 601 - 1 Medizinische elektrische Geräte; Allgemeine Festlegung für die Sicherheit
- EN 60 555 Rückwirkungen in Stromversorgungsnetzen die durch Haushaltsgeräte und durch ähnliche elektrische Einrichtungen verursacht werden; Oberschwingungen, Spannungsschwankungen
- EN 60 742 Trenntransformatoren und Sicherheitstransformatoren
- EN 61 010 - 1 Sicherheitsanforderungen an elektrische Meß-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte; Allgemeine Anforderungen
- EN 60 335 - 1 Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke; Allgemeine Anforderungen
- ÖNORM S 1119 Niederfrequente elektrische und magnetische Felder; Zulässige Expositionswerte zum Schutz von Personen im Frequenzbereich 0 Hz bis 30 kHz



NOTIFIZIERTE UND STAATLICH AKKREDITIERTE  
PRÜF- UND ZERTIFIZIERSTELLE  
FÜR MEDIZINTECHNIK

Technische Universität Graz  
Inffeldgasse 18, A -8010 Graz  
Austria  
Telefon: ++ 43 -316-873 -7397  
Telefax: ++ 43 -316-873 -4412



## Gutachten

über

Akt Nr.: **140**

### die Auswirkungen des Ultraschall- Haarverlängerungssystems Ultrasonic 5000 auf Haare und den Kopf

**Auftraggeber:** Great Length International  
Parkring 9  
8083 St. Stefan i.R.

**Auftrag vom** 24. Oktober 2000

**Auftrag Nr.** 140

**Sachbearbeiter:** Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. N. Leitgeb

Anzahl der Ausfertigungen	3
Anzahl der Textseiten, incl. Titel	5
Anzahl der Beilagenseiten	0



## 1. Aufgabenstellung

Es ist zur Frage der Schädigung von Haaren und des Kopfes bei der Anwendung des Ultraschall- Haarverlängerungssystems **Ultrasonic 5000** der Firma **Great Lengths** gutachterlich Stellung zu nehmen.

## 2. Prinzip

Zur Verlängerung des Eigenhaares werden Fremdhaarsträhnen verwendet, die an ihrem oberen Ende mit der Polymerverbindung Keratin versehen sind. Um die Verbindung mit dem Eigenhaar herzustellen, wird die Fremdhaarsträhne zusammen mit einer Eigenhaarsträhne an einen Ultraschallschwinger gelegt und mit einem zangenförmigen Gegenstück zusammengehalten. **Durch kurzzeitige Einwirkung von Ultraschall von nur ca. 2 bis 3 Sekunden wird das Polymer erwärmt**, schliesst sich um die Haare und stellt so die erwünschte Verbindung mit der Eigenhaarsträhne her.

Ultraschallwellen sind unhörbare mechanische Wellen mit Frequenzen über dem Hörbereich, also über 20 kHz. Sie breiten sich dadurch aus, dass Materieteilchen um ihre Ruhelage hin und her schwingen und ihre Bewegung an die Nachbarteilchen weitergeben. Dies geschieht durch die erzeugten periodischen Druckänderungen (Longitudinalwellen) und/ oder durch die Elastizität des Materials (Transversalwellen). Dabei geht ein Teil der Energie durch Reibung verloren und bewirkt eine Erwärmung des Materials. Diese Art der Erwärmung unterscheidet sich damit wesentlich von anderen Erwärmungsmethoden.

- Bei der Verwendung einer **aufgeheizten Zange** wird die **Wärme** von der Zange durch Wärmeleitung an das Haar und den Kleber abgegeben. Es entsteht dadurch ein Temperaturgefälle von der heißen Zangenoberfläche zum Inneren der Haarsträhne und eine **naturgemäß höhere Wärmebelastung der Haare**.
- **Mikrowellenerwärmung wäre für diesen Zweck ungeeignet**: Mikrowellen sind keine mechanischen, sondern elektromagnetische Wellen und geben ihre Energie aus physikalischen Gründen primär an Wassermoleküle ab. Da weder das Haar noch der Kleber viele Wassermoleküle enthalten, würden sie kaum erwärmt werden und ein Großteil der Energie würde auf das wasserreiche Hirn und die Hirnflüssigkeit einwirken.

Ultraschallwellen in ein Material abzugeben ist nicht ganz einfach: Dazu ist eine luftfreie Ankopplung erforderlich. So muß z. B. in der Ultraschalldiagnostik Gel verwendet werden, um eine luftdichte Ankopplung des Schallwandlers an die Haut zu erreichen. Bei trockener Haut wäre dieses Verfahren nicht anwendbar.

Im Haarverlängerungssystem Ultrasonic 5000 der Firma Great Lengths ist dieses physikalische Grundprinzip ein Vorteil: An den Stellen, an denen sich der Kleber befindet, erwärmt, verformt und an die Schallwandlerfläche luftdicht anpasst, ist eine Ultraschallaufnahme leicht möglich. Befinden sich jedoch nur die bloßen (runden!) Haare in Kontakt mit der Schallwandlerfläche, kann der Ultraschall kaum in sie übertragen werden. Aus diesem Grund ist zu erwarten, dass die Erwärmung des Klebers schnell zunimmt, jedoch nach seiner Verflüssigung wieder rasch abnimmt, wenn das Haarbüschel durch den Zangendruck flachgedrückt ist und die runden Haare selbst in Kontakt mit der Schallwandleroberfläche kommen. Selbst wenn die

Haare vom verflüssigten Kleber gänzlich umschlossen sind, können die Ultraschallwellen aus physikalischen Gründen in sie nur schwer eindringen. (Der Grund ist, dass ihr Durchmesser klein im Vergleich zur Wellenlänge ist und sich ihr akustischer Widerstand von jenem des Klebers stark unterscheidet.) Die Erwärmung der Haare selbst erfolgt daher primär indirekt durch Wärmeleitung vom Kleber. Da die Wärmeleitfähigkeit der Haare jedoch schlecht ist, wäre für eine nennenswerte Erwärmung längere Zeit erforderlich.

Dies bewirkt einerseits, dass eine nennenswerte Erwärmung nur in jenem Bereich stattfindet, in dem sich der Kleber befindet und das übrige Haar vor Erwärmung geschützt ist. Der Ultraschallwandler selbst erwärmt sich fast nicht. Andererseits bedeutet dies auch, dass auch der Kopf und die Kopfhaut geschützt sind. Da der Schallwandler nur einen kleinen Teil der Ultraschallwellen an Luft abgeben kann und überdies der Luftschall von der Körperoberfläche fast vollständig reflektiert wird, können die Wellen auch dann in die Kopfhaut oder den Körper nicht in nennenswertem Ausmaß eindringen, wenn der Schallwandler direkt mit der Kopfhaut in Berührung kommt.

### 3. Messungen

Zum experimentellen Beleg für diesen Zusammenhang wurde einerseits die Erwärmung im Inneren der behandelten Haarsträhne gemessen und andererseits mit einem Elektronenmikroskop die Haarstruktur im Behandlungsbereich mit bis zu 1190-facher Vergrößerung abgebildet und mit dem unbehandelten Bereich verglichen.

1. Die Temperaturmessungen im Haarbüschel zeigen den aufgrund der physikalischen Zusammenhänge erwarteten Verlauf: Bereits nach ca. 2 bis 3 Sekunden kommt es zu einer raschen Verflüssigung des Klebers. Dies erkennt man daran, dass sich die Haarsträhne verflacht und die Haare fächerförmig auseinanderlaufen. Danach wurde der plastisch gewordenen Kleber zusammengedrückt. Auf diese Weise wurde die Behandlung mehrmals wiederholt.

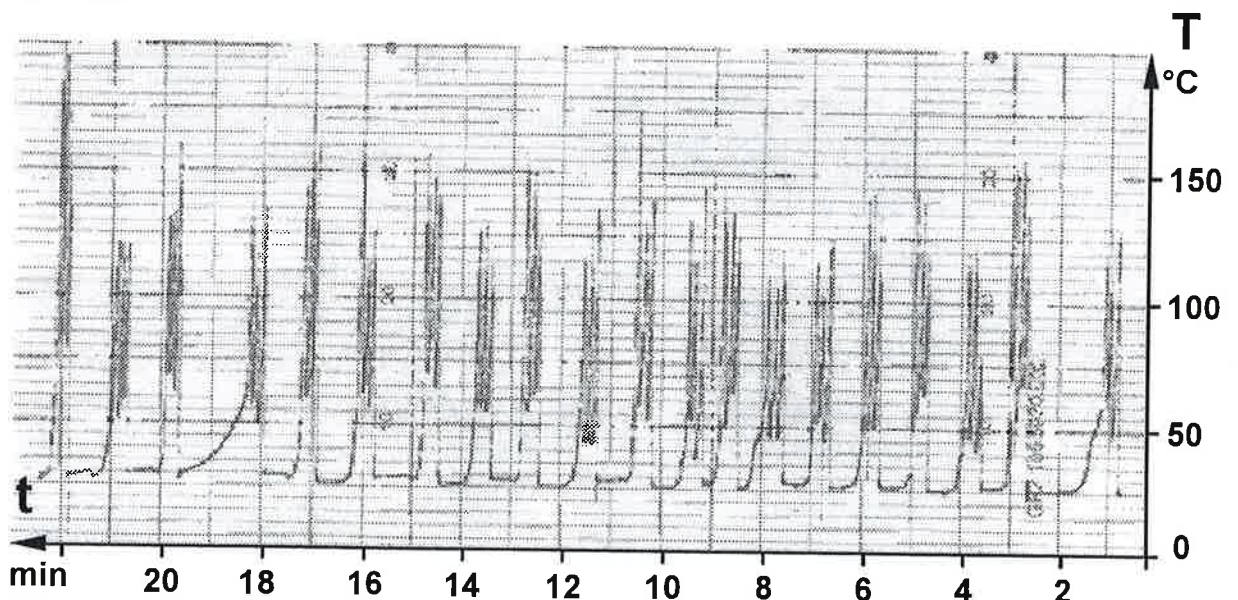


Bild 1: Verlauf der Kleber- Temperatur bei der Anwendung des Ultraschallsystems Ultrasonic 5000, gemessen an 20 behandelten Haarsträhnen.



Bild 1 zeigt die Ergebnisse der Temperaturmessungen an 20 behandelten Haarsträhnen. Es zeigt sich der erwartete schnelle Temperaturanstieg, gefolgt von einem raschen Abklingen nach dem Auseinanderlaufen der Haare. Wegen der größeren Wärmeträgheit der Haare ist für deren Temperaturanstieg nicht die Momentantemperatur des Klebers, sondern der zeitliche Mittelwert über einige Sekunden maßgebend. Wie die vielfachen Messungen zeigen, liegt dieser im Bereich von nur ca. 100°C. Aufgrund dieser Verhältnisse ist mit keinen Schädigungen des Haares zu rechnen.

2. Die elektronenmikroskopischen Bilder sind im folgenden dargestellt: Bild 2 zeigt ein Übersichtsbild am Rande der Klebestelle, Bild 3 eine Detailvergrößerung. Beide Bilder lassen erkennen, dass es zu keiner chemischen oder thermischen Veränderung der Haaroberfläche gekommen ist. Der Kleber umschließt lediglich die Haare wie eine Manschette und hält sie mechanisch fest. Der Vergleich mit einem Haarausschnitt, der ca. 1cm vom Behandlungsbereich entfernt ist (Bild 4) belegt, dass es zu keinen sichtbaren Beeinflussungen der Haare gekommen ist.

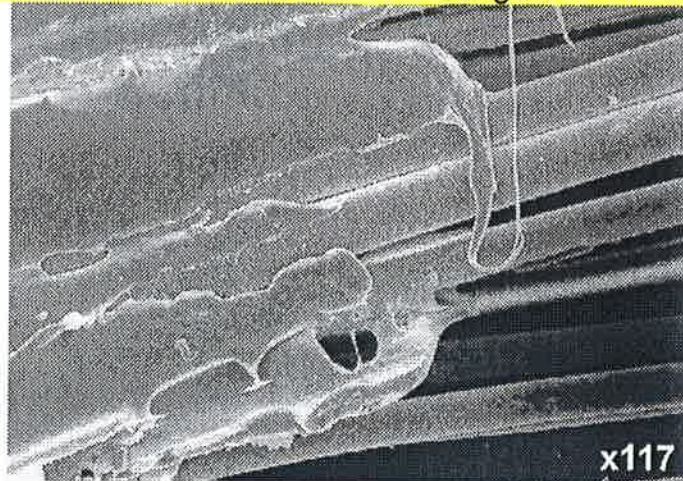


Bild 2: Übersichtsbild vom Rand des Klebgebietes mit dem verflüssigten Kleber und den Haaren der Haarsträhne, 117-fach vergrößert

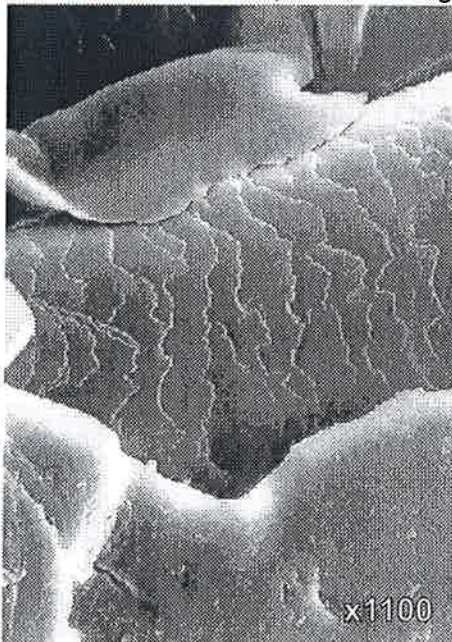


Bild 3: Detailausschnitt aus Bild 2, 1100-fach vergrößert

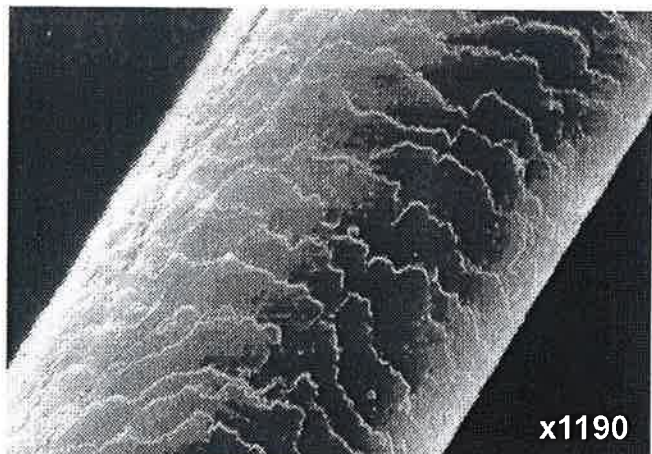


Bild 4: Detailausschnitt eines Haares, 1cm vom Klebgebiet entfernt, 1190-fach vergrößert.

## Schlussfolgerungen

Aufgrund der thermischen und optischen Untersuchungen kann festgestellt werden, dass mit der Anwendung des Haarverlängerungssystems Ultrasonics 5000 der Firma Great Lengths keine Schädigungen der Haare verbunden sind. Das physikalische Prinzip der Ultraschallerzeugung und –ausbreitung schützt nicht nur auch die umgebenden Haare, sondern auch den Kopf der behandelten Personen vor gesundheitsrelevanten Ultraschallwirkungen.

Graz, 2000-11-20



Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. N. Leitgeb