Die Stromverteilung innerhalb der Haut in der Nähe einer Sonde bei einer Elektro-Epilationsbehandlung

In dieser Ausarbeitung wird es darum gehen, wie sich der elektrische Strom im Bereich einer Sonde während einer Elektro-Epilationsbehandlung ausbreitet und wo dadurch bedingt ein erhöhte Laugenproduktion bzw. Hitzeentwicklung stattfindet.

Dazu folgende Übersicht

1 Der elektrische Strom innerhalb eines lebenden Gewebes....2
2 Eine Methode, den Stromfluss zu visualisieren....2
3 Verwendung verschiedener Sondentypen....4
3.1 Die isolierte Sonde....4
3.2 Die nicht isolierte Sonde....5
4 Sonde und Haar von oben gesehen (schematisch)....6
5 Zusammenfassung....7

Dieser Inhalt ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung oder Weiterverwendung ist nur mit ausführlicher Quellenangabe gestattet

1 Der elektrische Strom innerhalb eines lebenden Gewebes

Lebendes Gewebe menschliche Haut) hat aufgrund des Wassergehaltes eine gewisse elektrische Leitfähigkeit. Diese Leitfähigkeit ist wesentlich kleiner als z.B. bei richtigen metallischen Leitern (Kupfer), jedoch immer noch so groß, dass Ströme im Bereich einiger Tausendstel Ampere (Milli Ampere, mA) hindurch fließen können, ohne den menschlichen Körper im Ganzen zu schädigen.

Der elektrische Widerstand liegt je nach Hauttyp im Bereich von 500 Ω (Ohm) bis etwa 2000 Ω (siehe dazu auch den Artikel „*Einsatz von elektrischen Strom in der Elektro-Epilation, Teil 1 und Teil 2*“ auf der DVEE-Homepage).

Nun muss bezüglich der Wirkung zwischen Gleichstrom und Wechselstrom unterschieden werden.

Bei Gleichstrom bildet sich im Bereich der Sonde eine alkalische Lauge, die die Haar-Wachstumszellen chemisch verätzt (Galvanik). Der hochfrequente Wechselstrom mit einer Frequenz größer als 2 MHz führt innerhalb der Haut im Bereich der Sonde zu einer Erwärmung, den sog. „Skin-Effekt“. Die Haarwachstumszellen werden also thermisch zerstört (koaguliert, Thermolyse).

Werden beide Effekte zusammen angewandt, erhält man bekanntlich die Blend-Methode.

Weitere grundsätzliche Möglichkeiten sind aus physikalischer Sicht nicht gegeben. Die gelegentlich bei den neueren Geräten angegebenen „neuartigen“ Methoden (Frequenzerhöhung bis in den 27 MHz-Bereich, Flash usw.) sind im Grunde genommen nur Abarten durch eine zeitlich gestaffelte Reihenfolge der Galvanik- und/oder Thermolysephasen in Verbindung mit auf- oder absteigenden Intensitäten und Frequenzveränderungen, um den Schmerzeindruck in der Haut zu dämpfen.

Dazu soll im Folgenden nicht weiter eingegangen werden.

Schwerpunkt in diesem Artikel wird sein, die Wirkung von Gleich- und Wechselstrom in der Haut optisch darzustellen, wobei hier nicht zwischen den beiden Stromarten unterschieden wird. Das heißt, da wo viel Lauge produziert wird (aufgrund eines hohen Gleichstromes), würde auch viel Wärme produziert (aufgrund eines hohen Wechselstromes) oder eine Kombination davon.

2 Eine Methode, den Stromfluss zu visualisieren

Wie kann man nun den elektrischen Strom innerhalb eines lebenden Gewebes visualisieren (sichtbar machen) ? Verständlich ist, dass das nicht direkt am menschlichen Körper ohne weiteres möglich ist. In diesem Fall soll der Stromfluss durch ein geeignetes Computerprogramm simuliert werden. Verwendet wurde hier das Programm „Quickfield“.

Wie bei jeder Simulation, müssen einige vereinfachende Randbedingungen festgelegt werden, so dass eine Simulation überhaupt möglich ist. Als Folge erhält man natürlich bei den Ergebnissen Fehler und Ungenauigkeiten.

Dieser Inhalt ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung oder Weiterverwendung ist nur mit ausführlicher Quellenangabe gestattet

Auf der anderen Seite soll es hier nicht darum gehen, eine präzise wissenschaftliche Aussage zu treffen, die bis ins Kleinste genau ist. Es geht vielmehr darum, eine Übersicht zu generieren, die das Verständnis über die Effekte im unmittelbaren Bereich einer Sonde während einer Elektro-Epilationsbehandling verbessert.

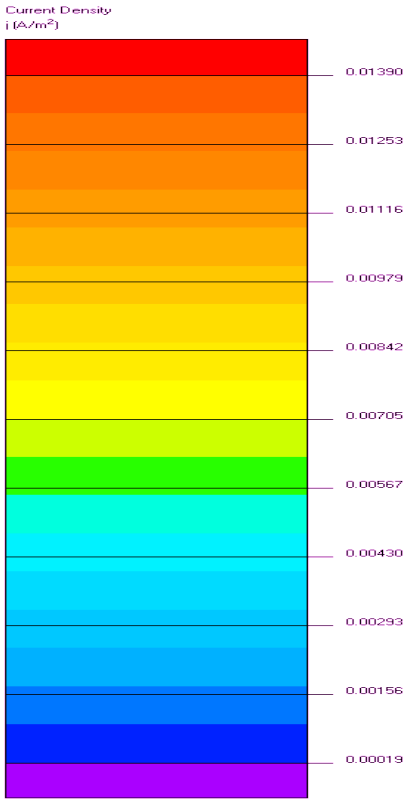


Abbildung 1: Farbdarstellung

Die in den folgenden Kapiteln dargestellten Grafiken zeigen den Stromfluss im Bereich einer Sonde durch Richtungspfeile an. Die Länge der Pfeile soll die Intensität des Stromes darstellen.

Längerer Pfeil bedeutet: größerer Strom.

Die Farbgebung beschreibt die sog. Stromdichte an den entsprechenden Orten. Eine hohe Stromdichte erzeugt auch eine hohe Laugenbildung (Gleichstrom) und/oder Erwärmung (Wechselstrom).

Die Farbe Rot kennzeichnet einen hohen Wert, die Farbe Blau einen niedrigen.

Die Abbildung 1 zeigt alle verwendeten Farben mit einer Skale, welche Farbe welcher elektrischen Stromdichte zuzuordnen ist.

Wie bereits erwähnt, geht es dabei nicht um eine absolut genaue wissenschaftlichen Darstellung, sondern um eine qualitative bildliche Information.

Dieser Inhalt ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung oder Weiterverwendung ist nur mit ausführlicher Quellenangabe gestattet

3 Verwendung verschiedener Sondentypen

Bekanntlich werden zwei verschiedenen Sondentypen verwendet, die hier auch getrennt betrachtet werden:

Typ 1: nicht isoliert:

d.h. über die ganze Länge der Sonde in der Haut ist ein Stromabfluss vorhanden.

Der Haarkanal wird komplett erwärmt.

Typ 2: isoliert (bis auf die Spitze):

Ein Stromfluss in die Haut kann nur von der Spitze aus erfolgen. Das führt zu einer wesentlich höheren Stromkonzentration im Bereich der Sondenspitze (bei gleicher Strominjektion).

Folge: Das Gewebe im Bereich der Sondenspitze wird sehr stark erwärmt, während der Haarkanal relativ kalt bleibt. Bei der Galvanik bedeutet das ebenfalls eine erhöhte Laugenkonzentration an der Sondenspitze.

3.1 Die isolierte Sonde

Die folgende Abbildung 2 zeigt den Stromverlauf im Bereich einer isolierten Sonde:

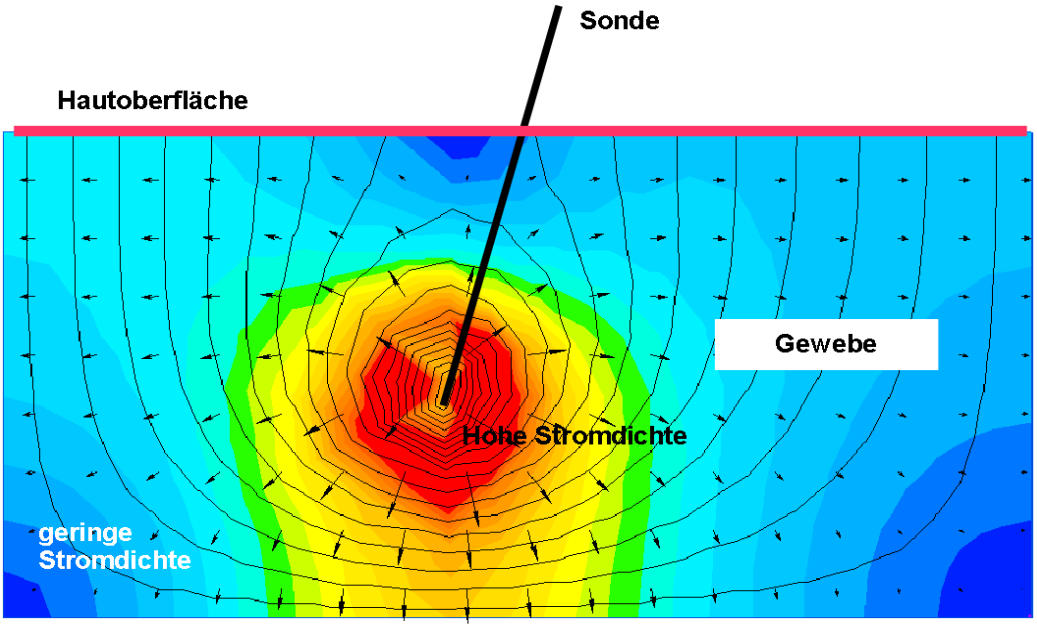


Abbildung 2: Die isolierte Sonde

Die Stromdichte ist an der Spitze sehr groß, Hot Spot, große Laugenkonzentration bei der Galvanik, große Hitze bei der Thermolyse, der Unterschied zur Stromdichte an der Eintrittstelle ist extrem.

Entlang der Sonde findet keine gleichmäßige Stromabgabe statt.

Dieser Inhalt ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung oder Weiterverwendung ist nur mit ausführlicher Quellenangabe gestattet

Um die Haarwachstumszellen im Bereich der Sondenspitze zu zerstören, ist in diesem Fall eine vergleichsweise geringere Energie notwendig. Allerdings werde die Wachstumszellen entlang des Haarkanals wesentlich weniger beeinflusst.

3.2 Die nicht isolierte Sonde

Die folgende Abbildung 3 zeigt den Stromverlauf im Bereich einer nicht isolierten Sonde:

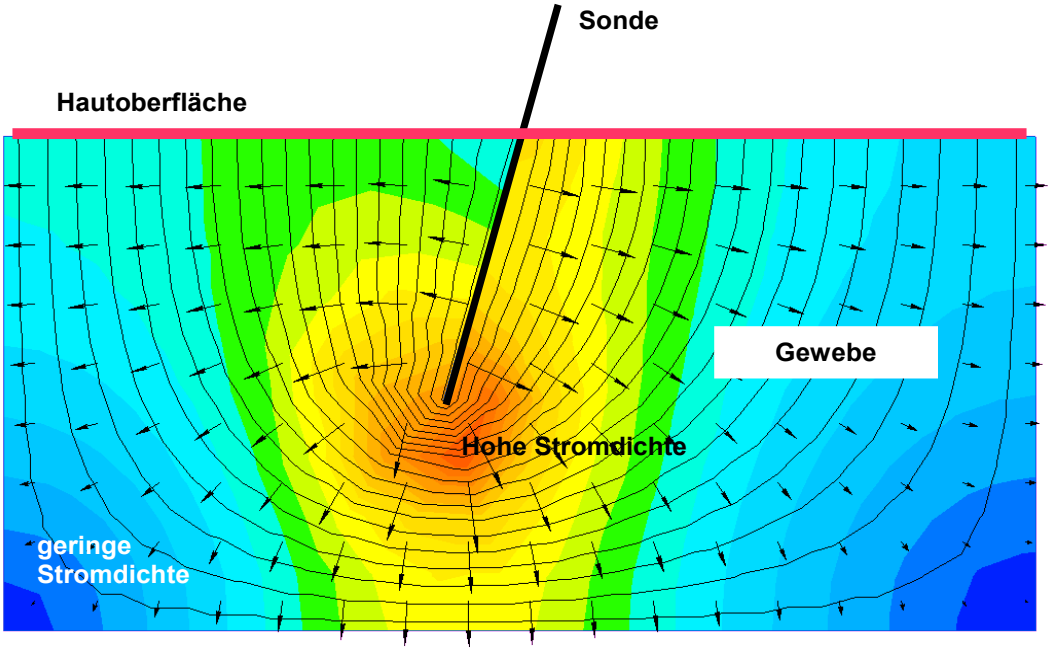


Abbildung 3: Die nicht isolierte Sonde

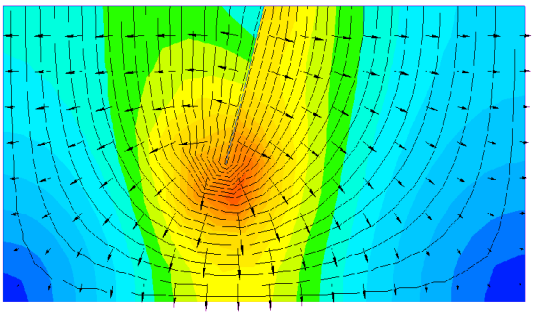
Die Stromdichte ist an der Spitze am größten (wie erwartet), jedoch ist der Unterschied zur Stromdichte an der Eintrittstelle nur ca. doppelt so groß. Es bildet sich nur ein relativ schwacher sog. „Hot Spot“.

Entlang der Sonde findet eine fast gleichmäßige Stromabgabe statt.

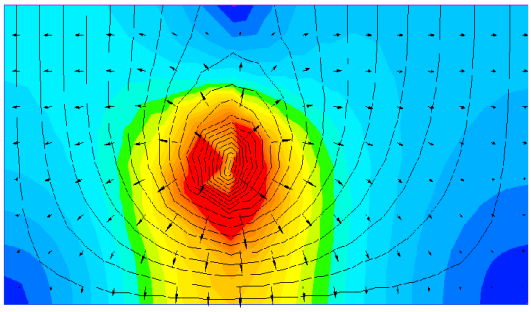
Als Ergebnis kann man sagen, dass hier alle Haarwachstumszellen entlang der Sonde, d.h. innerhalb des Haarkanals, mit zerstört werden. Allerdings ist zum Erreichen dieses Effektes eine in Summe höhere Energie notwendig.

Hier nochmals ein direkter Vergleich:

Dieser Inhalt ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung oder Weiterverwendung ist nur mit ausführlicher Quellenangabe gestattet



nicht isolierte Sonde



isolierte Sonde

4 Sonde und Haar von oben gesehen (schematisch)

Die folgende Abbildung 4 zeigt die Betrachtung der Situation in einer Draufsicht. Links ist die Sonde zu erkennen, rechts unmittelbar daneben das zu behandelnde Haar.

Es ist gut zu erkennen, dass das Haar offenbar keinen Strom leitet und der elektrische Strom quasi um das Haar herumfliessen muss.

Daraus folgt eine gewisse „Abschottung“ der von der Sonde abgewandten Seite des Haares. Eine optimale Behandlung würde sich dadurch ergeben, dass man die Sonde während der Behandlung „um das Haar herum“ führen würde.

Das ist zugegebenermassen natürlich schwierig zu erreichen.

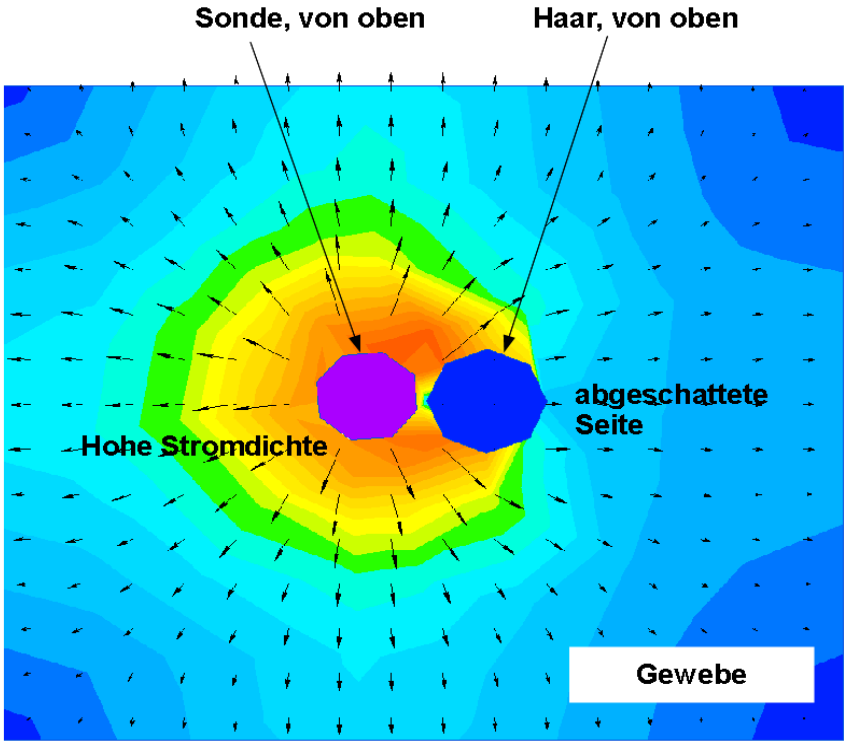


Abbildung 4: Sonde und Haar von oben

Dieser Inhalt ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung oder Weiterverwendung ist nur mit ausführlicher Quellenangabe gestattet

5 Zusammenfassung

Mittels eines Computer-Simulationsprogramms konnte der Stromfluss innerhalb der Haut während einer Elektro-Epilationsbehandlung optisch dargestellt werden.

Dabei zeigten sich gravierende Unterschiede beider Verwendung von isolierten- zu nicht isolierten Sonden.

Das Haar selbst leitet den elektrischen Strom nicht. Das führt bei einer seitlich anliegenden Sonde zu einer gewissen „Abschottung“ des hinter dem Haar liegenden Bereiches.

In wie weit dieser Effekt das Behandlungsergebnis signifikant beeinflussen kann, müssen weitere Untersuchungen zeigen.

Dieser Inhalt ist urheberrechtlich geschützt. Die Vervielfältigung oder Weiterverwendung ist nur mit ausführlicher Quellenangabe gestattet