

# Ein neuer Ansatz in der Laser-Haarreduktion

## Diodenlaser mit SHR („Super Hair Removal“) im Vergleich mit dem Alexandritlaser

Die Laser-Haarreduktion ist schon seit Langem ein wesentliches Einsatzgebiet der dermatologischen Lasertherapie [4]. Es gibt eine Vielzahl von Ansätzen und Technologien, von denen jedoch keine eine dauerhafte Haarentfernung ermöglicht [5]. Ein effektives Verfahren ist der Einsatz des langgepulsten Alexandritlasers [9]. Die Wirkung des (Laser-)Lichts beruht auf dem Prinzip der sog. selektiven Photothermolyse [2]. Dabei wird Energie selektiv von pigmentreichen Strukturen (hier: Melanin des Haarschaftes) aufgenommen und in Wärme umgewandelt. Dadurch wird die jeweilige Zielstruktur selektiv geschädigt. Umliegendes Gewebe und Epidermis bleiben weitgehend unbeeinflusst. Dieses Prinzip lässt sich auch auf histologischer Ebene bestätigen: Hier zeigt sich eine Schädigung bzw. vollständige Zerstörung der Haarfollikel [7]. In der Folge ist häufig eine Miniaturisierung der Haare zu beobachten, d. h., die nachwachsenden Haare sind heller und dünner [8]. Vor allem bei hellen Hauttypen und dunklen Haaren ist eine sehr gute Haarreduktion mit schmalen Nebenwirkungsspektrum zu erzielen [4]. Bei dunklen Hauttypen sind Lasergeräte mit größeren Wellenlängen (Nd:YAG-Laser, Diodenlaser) einzusetzen, um die Begleitreaktionen durch die epidermale Melaninabsorption gering zu halten [15].

Bei allen bisher eingesetzten Verfahren gilt jedoch das Prinzip, dass durch eine höhere Energiedichte eine bessere

Haarreduktion erzielt werden kann. Dies geht einher mit einer nicht zu vernachlässigenden Schmerzhaftigkeit der Behandlung und einer Erhöhung der Nebenwirkungsrate [9]. Durch den Einsatz von Kühlverfahren konnte dies deutlich reduziert werden [10]. Der Schmerz kann jedoch nicht völlig ausgeschaltet werden. Ebenso stellen dunkle Hauttypen aufgrund der hohen Melaninabsorption in der Epidermis besondere Anforderungen an die verwendeten Lasersysteme [15].

Von dieser Problematik ausgehend wurden Verfahren entwickelt, die das Nebenwirkungsspektrum bei der Laser- und Licht-Haarreduktion verschmälern sollten. Zu nennen ist hier die ELOS™-Technologie, die durch Kombination von bipolarer Radiofrequenzenergie und hochenergetischer Lichtenergie einen synergistischen Effekt beider Energieformen erzielen soll mit dem Ziel der Reduktion der notwendigen Lichtenergie [13]. Weiterhin ist in Form der „LHE-Technologie“ ein Verfahren vorgestellt worden, um die Dermis vorzuwärmen, um dann, von einer höheren Temperatur ausgehend, nur mehr eine geringere, spezifisch am Haarfollikel absorbierte Energie einstrahlen zu müssen, um eine Zerstörung zu induzieren [1]. Schließlich wurde nachgewiesen, dass repetitive Laserimpulse bei der Gefäßbehandlung eine Verbesserung der Wirkung erzielen können [11].

In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, ob der Einsatz eines niedrigerenerge-

tischen, repetitiven Betriebsmodus eines langgepulsten Diodenlasers zur Laser-Haarreduktion effektiv, schmerzarm, nebenwirkungsarm und hauttypunabhängig sein kann. Hierzu werden die Ergebnisse von Behandlungen unter Verwendung dieses neuen Verfahrens mit denen unter Verwendung eines etablierten Laser-Haarreduktionsverfahrens (langgepulster Alexandritlaser) verglichen.

### Material und Methode

Bei 18 (♀=12, ♂=6) Patienten im Alter zwischen 22 und 58 Jahren (Median 34 Jahre) wurde im Rahmen einer kontrollierten prospektiven Studie der Effekt einer Laser-Haarreduktion mittels zweier Lasersysteme verglichen. Einschlusskriterien waren Hauttyp I–IV, bisher keine Nadel- oder Laser-Haarreduktion im zu behandelnden Bereich, kein Zupfen oder Wachsen in den letzten 6 Wochen, keine aktiven entzündlichen Hauterkrankungen, keine Neigung zu Keloiden, keine UV-bedingte Hautbräunung.

Patientenbezogene und klinische Daten sowie der Behandlungsverlauf wurden mithilfe eines standardisierten Erhebungsbogens erfasst. Die Patienten wurden grundsätzlich mindestens 24 h vor dem Eingriff ausführlich über die Therapieform, mögliche Nebenwirkungen oder

Die Autoren S. Hammes und H.M. Ockenfels sind gleichberechtigte Erstautoren.

**Tab. 1** Prozentuale Haarreduktion bei den Hauttypen I+II

	Alexandritlaser	Diodenlaser (SHR)
Energiedichte	23 J/cm <sup>2</sup> , 40 ms	10 J/cm <sup>2</sup> , 20 ms
Dunkel, dick	46%	43%
Dunkel, dünn	22%	19%
Blond, dick	8%	8%
Blond, dünn	4%	3%

**Tab. 2** Prozentuale Haarreduktion bei den Hauttypen III+IV

	Alexandritlaser	Diodenlaser (SHR)
Energiedichte	23 J/cm <sup>2</sup> , 40 ms	10 J/cm <sup>2</sup> , 20 ms
Dunkel, dick	28%	39%
Dunkel, dünn	10%	16%
Blond, dick	4%	6%
Blond, dünn	<1%	2%

Komplikationen und die Konsequenzen von einem Arzt aufgeklärt und gaben ihr Einverständnis zur Behandlung.

Die Therapie erfolgte in jeweils zwei benachbarten Arealen mit ähnlichem Haarwuchsmuster, die mit jeweils einem Lasertyp behandelt wurden. Die Lokalisationen umfassten Gesicht, Axillen, Bikinizone, Rücken, Beine. Die Haare wurden am Tag vor der Behandlung rasiert.

Zum Einsatz kamen ein langgepulster Alexandritlaser (Apogee 9300, Cynosure, Westford, MA, USA,  $\lambda=755$  nm, Strahldurchmesser 15 mm, Impulslänge 40 ms, Energiedichte 23 J/cm<sup>2</sup> bei Hauttypen I+II, 18 J/cm<sup>2</sup> bei Hauttypen III+IV, Repetitionsrate 1,5 Hz) und ein langgepulster Diodenlaser (Soprano XL, Alma Lasers Ltd., Caesarea, Israel,  $\lambda=810$  nm, Strahlgröße 10×12 mm, Impulslänge 20 ms, Energiedichte 10 J/cm<sup>2</sup> im „Super Hair Removal“ (SHR)-Modus, Repetitionsrate 10 Hz). Als Kühlsystem wurde beim Alexandritlaser eine Kaltluftkühlung verwendet, die über ein passendes Handstück angekopelt wurde (Cryo 6, Zimmer Medizin-Systeme GmbH, Neu-Ulm, Deutschland; Kühlstufe 7). Beim Diodenlaser wurde die in den Laserkopf eingebaute Kontaktkühlung verwendet.

Beim Alexandritlaser erfolgte ein Behandlungsdurchgang, wobei die Impulse mit einer geringen Überlappung von 5–10% appliziert wurden. Beim Diodenlaser wurden im SHR-Modus 10 Behandlungsdurchgänge in einem Zick-Zack-Muster angewendet. Hierbei gleitet der Laserkopf wechselnd von links nach rechts über das Areal, bis es vollständig abge-

deckt ist, dann von oben nach unten. Dies wiederholt sich 5-mal, sodass insgesamt 10 Durchgänge gemacht werden. Es wird eine kontinuierliche Gleitbewegung von etwa 5–10 cm/s angewendet.

Nach der Therapie wurde in beiden Arealen mit Kühlbeuteln für 10 min gekühlt. Alle Patienten sollten nach der Behandlung möglichst die Sonne meiden und täglich ein Sonnenschutzmittel mit einem Lichtschutzfaktor von mindestens 30 auftragen.

Drei Behandlungen wurden in 4-wöchigen Abständen durchgeführt. Eine fotografische Dokumentation erfolgte unmittelbar vor der ersten Behandlung und bei der Nachuntersuchung 6 Monate nach der letzten Behandlung. Hierbei kam eine digitale mit einem Auflichtmikroskop (Vergr. 20:1) gekoppelte CCD-Kamera mit integrierter LED-Beleuchtung zum Einsatz (FotoFinder dermoscope, FotoFinder Systems GmbH, Bad Birnbach, Deutschland). Bei jeder Dokumentation wurden in jedem Areal 3 Aufnahmen an 3 verschiedenen Bereichen gemacht. Diese Bereiche waren pro Patient bei Vor- und Nachuntersuchung jeweils identisch. Die Haare wurden manuell ausgezählt, die jeweiligen Ergebnisse der 3 Aufnahmen wurden gemittelt. Aus der Haardichte vor der Behandlung und der Haardichte bei der Nachbeobachtung wurde die Reduktion der Haardichte berechnet und in Prozent ausgedrückt, wobei die Anfangshaardichte gleich 100% gesetzt wurde [ $100 - ((\text{Haare pro cm}^2 \text{ nach Behandlung}) \times 100) / (\text{Haare pro cm}^2 \text{ vor Behandlung})$ ]. Zusätzlich erfolgte eine Klassifizierung nach

**Tab. 3** Ergebnisse der visuellen Analogskalen (0–10)

	Alexandritlaser	Diodenlaser (SHR)
Schmerzen	6	1
Zufriedenheit	8	9
Krusten	1	0
Pigmentstörungen	1	0
Narben	0	0
Einfachheit der Anwendung	10	5
Geschwindigkeit	9	8

Farbe (dunkel, blond) und Dicke (dick, dünn). Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte mit Excel (Microsoft Corporation, Redmond, USA).

Nach jeder Behandlung und bei der Nachuntersuchung wurden mit einer visuellen Analogskala (0=minimal/gar nicht bis 10=hoch/vollständig) Daten zu folgenden Parametern aufgenommen: Schmerzen, Zufriedenheit, Krusten, Pigmentstörungen, Narben. Vom Behandler wurde auf einer visuellen Analogskala erfragt: Einfachheit der Anwendung, Geschwindigkeit.

## Ergebnisse

Für die Auswertung wurden die Patienten in zwei Gruppen entsprechend den Hauttypen I+II (Gruppe 1) und III+IV (Gruppe 2) aufgeteilt.

Beim Alexandritlaser ergaben sich in der Gruppe 1 folgende prozentuale Haarreduktionen: dunkel + dick 46%, dunkel + dünn 22%, blond + dick 8%, blond + dünn 3%. In der Gruppe 2: dunkel + dick 28%, dunkel + dünn 10%, blond + dick 4%, blond + dünn <1%.

Die gerundeten Ergebnisse der visuellen Analogskalen (0–10) für den Alexandritlaser waren: Schmerzen 6, Zufriedenheit 8, Krusten 1, Pigmentstörungen 1, Narben 0, Einfachheit der Anwendung 10, Geschwindigkeit 9.

Beim Diodenlaser ergaben sich in der Gruppe 1 folgende prozentuale Haarreduktionen: dunkel + dick 43%, dunkel + dünn 19%, blond + dick 8%, blond + dünn 3%. In der Gruppe 2: dunkel + dick 39%,

dunkel + dünn 16%, blond + dick 6%, blond + dünn 2%.

Die gerundeten Ergebnisse der visuellen Analogskalen (0–10) für den Diodenlaser waren: Schmerzen 1, Zufriedenheit 9, Krusten 0, Pigmentstörungen 0, Narben 0, Einfachheit der Anwendung 5, Geschwindigkeit 8.

Die Ergebnisse sind in **Tab. 1, 2 und 3** zusammengefasst.

In **Abb. 1 und 2** sind beispielhaft zwei auflichtmikroskopische Aufnahmen vor und 6 Monate nach der letzten von drei Sitzungen mit dem Diodenlaser dargestellt. Qualitativ ergibt sich beim Alexandritlaser ein analoges Bild. In **Abb. 1** ist die Haarlänge aufgrund der einige Tage vorher erfolgten Rasur größer.

## Diskussion

In der vorliegenden Arbeit wurde erstmals die Laser-Haarreduktion durch einen konventionellen langgepulsten Alexandritlaser mit der durch einen langgepulsten Diodenlaser in der Betriebsart „Super Hair Removal“ (SHR) bei niedriger Energiedichte verglichen.

Die Wirkweise des langgepulsten Alexandritlasers ist gut untersucht und beruht auf den Prinzipien der selektiven Photothermolyse und thermokinetischen Selektivität [2]. Primäre Zielstruktur ist hierbei der Haarschaft. Um jedoch das Haarwachstum dauerhaft zu reduzieren, ist eine Wirkung auf eine sekundäre Zielstruktur (Stammzellen) notwendig. Ob diese der Wulstbereich des Follikels oder die Papille ist, ist noch nicht abschließend geklärt [14].

### Bei hellen Hauttypen war der Alexandritlaser leicht überlegen, bei dunkleren der Diodenlaser

Die Wirkweise konventioneller langgepulster Diodenlaser ist ähnlich. Aufgrund der größeren Wellenlänge von 810 nm ist die Melaninabsorption jedoch geringer als beim Alexandritlaser. Dies hat zwei Auswirkungen: Zum einen sind Diodenlaser besser geeignet, um dunklere Hauttypen zu therapieren, da die Nebenwirkungsrate hier geringer ist. Zum anderen benötigt man aufgrund der geringeren Melaninab-

Hautarzt 2010 DOI 10.1007/s00105-010-2021-9  
© Springer-Verlag 2010

## S. Hammes · H.M. Ockenfels · H.-R. Metelmann · C. Raulin · S. Karsai Ein neuer Ansatz in der Laser-Haarreduktion. Diodenlaser mit SHR („Super Hair Removal“) im Vergleich mit dem Alexandritlaser

### Zusammenfassung

**Hintergrund.** Die Laser-Haarreduktion ist schon seit Langem ein wesentliches Einsatzgebiet der dermatologischen Lasertherapie. In der vorliegenden Arbeit wird untersucht, ob der Einsatz eines neuen Betriebsmodus eines langgepulsten Diodenlasers zur Laser-Haarreduktion effektiv, schmerzarm, nebenwirkungsarm und hauttypunabhängig sein kann. Hierzu wird sein Einsatz mit dem des langgepulsten Alexandritlasers als etabliertes Verfahren (Goldstandard) in der Laser-Haarreduktion verglichen.

**Material und Methoden.** Bei 18 (♀=12, ♂=6) Patienten im Alter zwischen 22 und 58 Jahren wurde im Rahmen einer kontrollierten prospektiven Studie der Effekt einer Laser-Haarreduktion mittels langgepulsten Alexandritlasers (Apogee 9300) und langgepulsten Diodenlasers (Soprano XL) im „Super Hair Removal“ (SHR)-Modus verglichen.

**Ergebnisse.** Bei hellen Hauttypen ist der Alexandritlaser etwas effektiver, bei dunklen

Hauttypen ist der SHR-Modus deutlich effektiver. Bezüglich der Schmerzhaftigkeit ergibt sich eine eindeutige Überlegenheit des SHR-Modus. Bei der Geschwindigkeit sind die beiden Systeme vergleichbar. In Bezug auf die Einfachheit der Anwendung ist der Alexandritlaser aufgrund des leichten und kleinen Handstücks eindeutig im Vorteil.

**Schlussfolgerung.** Die wesentlichen Vorteile des SHR-Modus sind die sehr gute Eigenschaft für dunkle Hauttypen und die extrem geringe Schmerzhaftigkeit. Der Alexandritlaser ist bei hellen Hauttypen etwas effektiver, etwas schneller und deutlich angenehmer in der Handhabung. Bei hellen Haaren ist bei beiden Systemen noch kein Durchbruch zu konstatieren.

### Schlüsselwörter

Alexandritlaser · Diodenlaser · Super Hair Removal · SHR · Laser-Haarreduktion

## New approach to photoepilation. Diode laser with SHR (Super Hair Removal) compared to alexandrite laser

### Abstract

**Background.** Photoepilation has been an essential field of application of dermatologic laser therapy for many years. The present article evaluates whether the use of a new operation mode of a long-pulsed diode laser can be effective, nearly painless, with few side effects and independent of the skin type. To this aim, its use has been compared to an established method of photoepilation.

**Material and methods.** In a controlled prospective study with 18 (♀=12, ♂=6) patients aged between 22 and 58 years, the effects of photoepilation with the long-pulsed alexandrite laser and the long-pulsed diode laser, operated in the Super Hair Removal mode (SHR), were compared.

**Results.** The alexandrite laser is slightly more effective with fair skin types; the SHR

mode is clearly more effective with dark skin types. Regarding painfulness, the SHR mode is clearly superior. In terms of speed, the two systems are comparable. The alexandrite laser is more user-friendly because of its light and small handpiece.

**Conclusion.** The major advantages of the SHR mode are its effectiveness in dark skin types and its lack of pain. The alexandrite laser is slightly more effective with fair skin types, slightly faster and its handling is considerably more comfortable. None of the two systems has yet brought about a breakthrough with fair hair.

### Keywords

Alexandrite laser · Diode laser · Super hair removal · SHR · Photoepilation



Abb. 1 ▲ Exemplarische auflichtmikroskopische Aufnahme vor Therapie



Abb. 2 ▲ Das gleiche Areal nach 3 Behandlungssitzungen mit dem langgepulsten Diodenlaser und 6 Monaten Nachbeobachtungszeit

sorption höhere therapeutische Energiedichten, um den Haarschaft aufzuheizen. Vergleiche des Alexandritlasers mit konventionellen Diodenlasern wurden durchgeführt und erbrachten eine ähnliche Effektivität. Bei hellen Hauttypen war der Alexandritlaser leicht überlegen, bei dunkleren der Diodenlaser [3].

Bei unserer Untersuchung wurde der Diodenlaser in einem besonderen Modus betrieben. Dieser ist durch eine niedrige Energiedichte bei hoher Repetitionsrate charakterisiert. Als Bezeichnung für diesen Modus verwendet die Herstellerfirma den Begriff „Super Hair Removal“ (SHR). Nach Angaben der Herstellerfirma [6] wird durch die schnelle Impulsfolge und die multiplen Durchgänge eine hohe Durchschnittsleistung erzielt, die unter Schonung der Epidermis durch die Kontaktkühlung die Dermis durch Akkumulation von Energie homogen (vor)erwärmt. Die homogene Erwärmung der Dermis ist durch Streueffekte sowie durch Energieabgabe des selektiv erwärmten Melanins und der teilweise absorbierenden Gefäße an die Umgebung bei der repetitiven Applikation der Laserenergie zu erklären. Durch die selektive Absorption im Melanin des Haarschaftes wird der Follikelbereich im Vergleich zur Umgebung geringfügig zusätzlich aufgeheizt. Messungen haben eine im Vergleich zur umgebenden Dermis um 5–8°C höhere Follikeltemperatur ergeben. Hierdurch sollen die Stammzellen im Follikelbereich geschädigt werden [6]. Dabei besteht theoretisch keine so starke Abhängigkeit vom

Absorptionsverhalten des Haarschaftes, da nicht die volle zur Zerstörung des Follikels notwendige Energie vom Haarschaft absorbiert werden muss, sondern nur die Energie, die zur zusätzlichen Aufheizung notwendig ist. Grundlagenwissenschaftliche Untersuchungen zu diesem Wirkprinzip stehen noch aus, obgleich die Anwendung von hochenergetischen Blitzlampen mit ähnlichen Betriebsarten derzeit untersucht wird [12]. Einen ähnlichen Ansatz verfolgen die ELOS<sup>TM</sup>-Technologie [13] und die „LHE-Technologie“ [1].

Diese Herangehensweise steht im Gegensatz zur konventionellen Laser-Haarreduktion, bei der die Dermis möglichst nicht erwärmt werden soll und der Haarfollikel durch eine hohe Impulsleistung gezielt um etwa 25°C aufgeheizt wird. Hierbei muss der Haarschaft die gesamte zur Aufheizung notwendige Energie aufnehmen [5].

Beim Vergleich der Haarreduktion fällt auf, dass bei hellen Hauttypen der Alexandritlaser leichte Vorteile hat, bei dunklen Hauttypen jedoch der Diodenlaser deutlich effektiver ist. Das liegt an der bei dunklen Hauttypen notwendigen Reduktion der Energiedichte beim Alexandritlaser, die der Reduktion von Nebenwirkungen dient. Diese ist beim Diodenlaser im SHR-Modus nicht notwendig. Aufgrund der geringen Energiedichte im SHR-Modus kann wegen der zusätzlich geringen Absorption des Lichtes des Diodenlasers im Melanin prinzipiell auch der Hauttyp V ohne wesentliche Einschränkungen behandelt werden [15], der aller-

dings bei unserem Patientengut nicht vorkam. Dieser ist dem Alexandritlaser nicht zugänglich.

Die durch die Kontaktkühlung des Diodenlasers mögliche Kompression der Haut könnte ein Vorteil sein, da die Haarfollikel hierdurch näher an der Epidermis liegen und von der Laserenergie weniger Gewebe zu durchdringen ist.

#### — Bezüglich der Schmerzhaftigkeit ergibt sich eine eindeutige Überlegenheit des Diodenlasers.

Die Patienten gaben zumeist gar keine Schmerzen oder nur ein leichtes Wärmegefühl an. Alle Patienten stufte den Alexandritlaser trotz Kaltluftkühlung als deutlich schmerzhafter ein. Dies liegt an der vergleichsweise sehr geringen Energiedichte im SHR-Modus. Auch bezüglich der Nebenwirkungen schneidet der Diodenlaser im SHR-Modus aufgrund der geringen Energiedichte besser ab und ist in der Anwendung sicherer. Somit ist die in der Einleitung gestellte Frage der Eignung des neuen Behandlungsmodus eindeutig zu bejahen.

Helle Haare können mit keinem der beiden Systeme zufriedenstellend therapiert werden. Es ergibt sich ein minimaler Vorteil zugunsten des SHR-Modus. Dieser könnte auf dem Prinzip der unselektiven Vorerwärmung der Dermis und der dadurch verringerten Notwendigkeit der selektiven Erhitzung des Haarschaftes basieren.

Bei der Behandlungsgeschwindigkeit sind die beiden Systeme vergleichbar. Im SHR-Modus ist zwar die Repetitionsrate sehr hoch, durch die mehrfach notwendigen Durchgänge geht aber viel von diesem Vorteil verloren, sodass der Alexandritlaser insgesamt etwas schneller ist. Bei der Einfachheit der Anwendung ist der Alexandritlaser aufgrund des leichten und kleinen Handstücks eindeutig im Vorteil und wird von allen Behandlern bevorzugt. Auch zur Behandlung von topografisch schwierigen Regionen mit Unebenheiten und wenig Platz (Kinn, Bikinizone) ist das relativ große Handstück des Diodenlasers nicht gut geeignet, insbesondere da immer Kontakt zum Behandlungsbereich gehalten werden muss. Die fehlende Einsehbarkeit des Behandlungsareals wiegt nicht so schwer, da im SHR-Modus keine direkte Hautreaktion entsteht, die beobachtet werden müsste.

Der SHR-Modus ist eine relativ neue Entwicklung. Daher sind grundlagenwissenschaftliche Untersuchungen zur Wirkweise notwendig. Es muss weiterhin geklärt werden, ob durch die homogene Erhitzung der Dermis nicht auch andere Strukturen außer den Haarfollikeln geschädigt werden [14]. Des Weiteren wären Vergleichsstudien mit längerwelligen Lasern (beispielsweise langgepulstem Nd:YAG-Laser) sinnvoll, um die Eignung des SHR-Modus bei dunklen Hauttypen weiter zu evaluieren.

## Fazit für die Praxis

**Für die Laser-Haarreduktion sind sowohl der langgepulste Alexandritlaser als auch der langgepulste Diodenlaser im SHR-Modus gut geeignet. Die wesentlichen Vorteile des SHR-Modus sind die sehr gute Eignung für dunkle Hauttypen und die geringe Schmerzhaftigkeit. Der Alexandritlaser ist bei hellen Hauttypen etwas effektiver, etwas schneller und deutlich angenehmer in der Handhabung. Bei hellen Haaren ist bei beiden Systemen noch kein Durchbruch zu konstatieren.**

## Korrespondenzadressen

### Dr. S. Hammes

Laserklinik Karlsruhe und MVZ Dres. Raulin  
Kaiserstr. 104, 76133 Karlsruhe  
info@raulin.de

### PD Dr. H.M. Ockenfels

Haut- und Allergologieklinik, Klinikum Hanau  
gGmbH  
Leimenstr. 20, 63450 Hanau  
hautklinik-hanau@ndh.net

**Interessenkonflikt.** Der korrespondierende Autor weist auf folgende Beziehungen hin: Die Vertriebsfirma Laserwelt, Umlandstrasse 175, 10719 Berlin, hat für die Durchführung der Untersuchung einen Diodenlaser der Marke Soprano XL kostenfrei zur Verfügung gestellt. Die Autoren haben keine Abhängigkeiten von oder Beteiligungen an den Hersteller- oder Vertriebsfirmen der verwendeten Geräte. Der verwendete Alexandritlaser befindet sich im Eigentum der Organisation, in der der korrespondierende Autor tätig ist.

## Literatur

- Adatto M (2003) Hair removal with a combined light/heat-based photo-epilation system: a 6-month follow-up. *J Cosmet Laser Ther* 5(3–4):163–167
- Anderson RR, Parrish JA (1983) Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science* 220(4596):524–527
- Bouzari N, Tabatabai H, Abbasi Z et al (2004) Laser hair removal: comparison of long-pulsed Nd:YAG, long-pulsed alexandrite, and long-pulsed diode lasers. *Dermatol Surg* 30(4 Pt 1):498–502
- Gansel RW (2008) Photoepilation: Stand der Technik. *Hautarzt* 59(2):124–130
- Haedersdal M, Göttsche PC (2006) Laser and photoepilation for unwanted hair growth. *Cochrane Database Syst Rev* (4):CD004684
- Lespelter J (2009) Soprano XL/SHR: Summary. Personal communication. Alma Lasers Ltd., Caesarea Israel
- Lin TY, Manuskhatti W, Dierickx CC et al (1998) Hair growth cycle affects hair follicle destruction by ruby laser pulses. *J Invest Dermatol* 111:107–113
- Mandt N, Troilius A, Drosner M (2005) Epilation today: physiology of the hair follicle and clinical photo-epilation. *J Invest Dermatol Symposium Proceedings* 10:271–274
- Nanni CA, Alster TS (1999) Long-pulsed alexandrite laser-assisted hair removal at 5, 10, and 20 millisecond pulse durations. *Lasers Surg Med* 24(5):332–337
- Raulin C, Greve B, Hammes S (2000) Cold air in laser therapy: first experiences with a new cooling system. *Lasers Surg Med* 27:404–410
- Rohrer TE, Chatrath V, Iyengar V (2004) Does pulse stacking improve the results of treatment with variable-pulse pulsed-dye lasers? *Dermatol Surg* 30(2 Pt 1):163–167
- Roosen GF, Westgate GE, Philpott M et al (2008) Temporary hair removal by low fluence photoepilation: histological study on biopsies and cultured human hair follicles. *Lasers Surg Med* 40(8):520–528
- Sadick NS (2005) Combination radiofrequency and light energies: electro-optical synergy technology in esthetic medicine. *Dermatol Surg* 31(9 Pt 2):1211–1217
- Sellheyer K (2007) Mechanisms of laser hair removal: could persistent photoepilation induce vitiligo or defects in wound repair? *Dermatol Surg* 33(9):1055–1065
- Yee S (2005) Laser hair removal in Fitzpatrick type IV to VI patients. *Facial Plast Surg* 21(2):139–144