



Inhalt

Vorwort	V	5 Standards in der Laserepilation	159
Zum Geleit	VI	5.1 Patientenwahl	160
Zur Benutzung dieses Buches	VI	5.2 Kontraindikationen, Komedikation, Komorbidität und Kofaktoren	160
Abkürzungen	VIII	5.3 Aufklärung und Dokumentation	161
1 Einführung	1	5.4 Behandlungsdokumentation	161
2 Grundlagen der Laserepilation	7	5.5 Fotodokumentation	161
2.1 Anatomie und Physiologie des Haarapparates	8	5.6 Praxisorganisation	175
2.2 Typologie der Haare	8	5.7 Lasersicherheit	175
2.3 Aufbau Haarfollikel	9	5.8 Fehlerquellen, Management von Nebenwirkungen, Behandlungsfehler und rechtliche Aspekte	190
2.4 Haarzyklus	13	5.9 Begriffe, Definitionen und Bezeichnungen	190
2.5 Pathophysiologie und Diagnostik vermehrten Haarwachstums	15	5.10 Radiometrische Größen	193
2.6 Biophysikalische Grundlagen der selektiven Fotothermolyse von Haaren	28	6 Anhang	195
2.7 Konzepte und Techniken der Laserepilation	34	6.1 Begriffe, Definitionen und Bezeichnungen	196
3 Praxis der Laserepilation	79	6.2 Bildquellen	196
3.1 Vor dem Eingriff	81	6.3 Literaturverzeichnis	196
3.2 Ablauf des Eingriffs	114	6.4 Index	205
3.3 Nachbehandlung	141	Danksagung	209
3.4 Management von Nebenwirkungen	141		
4 Datenlage	149		
4.1 Nach Lokalisationen	150		
4.2 Sonderindikationen	157		

1 Einführung

Haare haben nach Jahrtausenden der Evolution eine veränderte Bedeutung für den Menschen. Im Laufe seiner Entwicklung hat sein „Fell“ zunehmend an Funktion verloren, verkümmerte und fiel unvollständig aus.

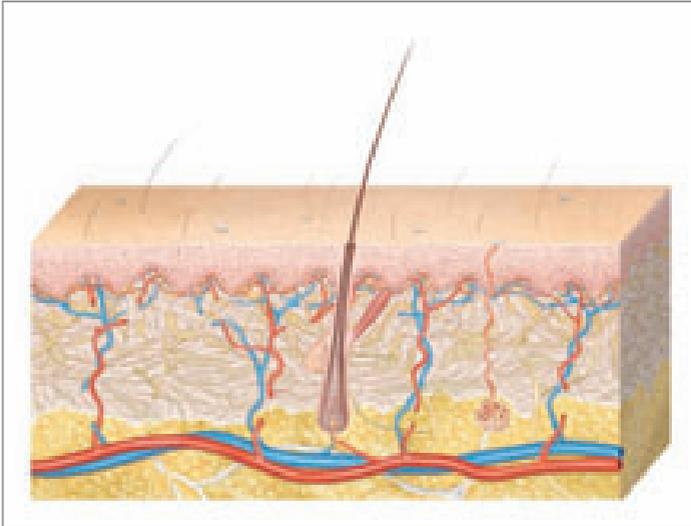


Abb. 1.1 Schematischer Aufbau der behaarten menschlichen Haut.

1

Mit Ausnahme des Kopfhaares werden die letzten Residuen seit Jahrtausenden mit immer weiter entwickelten Methoden entfernt: Ausreißen, Rasur mit geschliffenen Steinen, Muscheln, Klingen, Epilation mit Harzen, Wachs und chemische Verfahren [1]. Dabei unterlagen die Motivationsgründe wechselnden Einflüssen. Während sie in den vorigen Jahrhunderten überwiegend hygienisch und religiös begründet waren, trat vor allem im letzten Jahrhundert der ästhetische Aspekt in den Vordergrund, einhergehend mit der Liberalisierung sozialer Normen, mit einer knapper werdenden Freizeit-, Sommer- und Bademode und mit einem geänderten Körperbewusstsein. Aktuell wird die Entfernung nahezu aller Körperhaare als selbstverständlicher Anteil der Körperpflege und -hygiene angesehen und hat sich als fester Bestandteil im Spektrum kosmetischer Dienstleister etabliert [1].



Abb. 1.2 Axilläre Epilation aus kosmetischer Indikation: Ausgangsbefund.

Allein im Jahr 2007 wurden in den USA Laserepilationen mit einem geschätzten Volumen von über 500.000.000 US-\$ durchgeführt und sind nach der Injektion von Botulinumtoxin und Fillern der dritthäufigste kosmetische Eingriff in den USA [2].¹ Der weltweite Markt allein für die Benutzung von Heimgeräten zur Haarentfernung wird auf 1.000.000.000 US-\$ jährlich geschätzt [3].

Infolge der limitierten Effizienz der konventionellen Methoden der Epilation wurde die Nachfrage nach permanenten oder zumindest langanhaltenden Verfahren getriggert. Zudem ergeben sich mit zunehmendem medizinischen Fortschritt neue, iatrogen bedingte Indikationen zur Epilation, so z. B. infolge Medikamentennebenwirkungen oder als Resultat operativer Eingriffe wie z. B. Defektdeckungen mit haartragenden Hautanteilen im Rahmen der Hauttumorthherapie.

Mit der Entdeckung des Prinzips der selektiven Fotothermolyse [4] und Übertragung dieser Erkenntnisse zur effizienten und anhaltenden Fotoepilation unter Einsatz verschiedener Wellenlängen stehen dem Mediziner heute zahlreiche Lasersysteme zur Auswahl.



Abb. 1.3 Axilläre Epilation aus kosmetischer Indikation: Befund nach 6 Behandlungen mit einem flächig linear gescannten Diodenlaser.

Diese Gerätevielfalt erfordert fundierte Grundkenntnisse, um eine sichere und effektive Behandlungsstrategie für unsere Patienten anbieten zu können und Sonderfälle sowie potenzielle Komplikationen sicher zu beherrschen. Wichtig ist darüber hinaus, die Effizienz der verschiedenen Systeme zu kennen.

[Vgl. Bildersequenz „Behandlungsverlauf: axilläre Laserepilation“ (TrichoScan®; FotoFinder Systems GmbH, Bad Birnbach), s. Abb. 1.4–1.15, S. 3 ff.].

¹ <http://www.yourplasticsurgeryguide.com/trends/charts-graphs-2010.htm> Cosmetic Surgery National Data Bank 2010. The American Society for Aesthetic Plastic Surgery. Auf Link zugegriffen am 6.9.2012 über: http://www.surgery.org/sites/default/files/Stats2010_1.pdf



Behandlungsverlauf: axilläre Laserepilation



Abb. 1.4 Ausgangsbefund rechte Axilla vor Laserepilation: Wenige Tage nach der letzten Rasur Nachwachsen dichter, kräftiger, pigmentierter Terminalhaare. Einleitung der Lasertherapie mit einem punktförmig gescannten Alexandritlaser.



Abb. 1.6 Vergleichbarer Ausgangsbefund linke Axilla. Einleitung der Lasertherapie mit einem linear gescannten Diodenlaser.

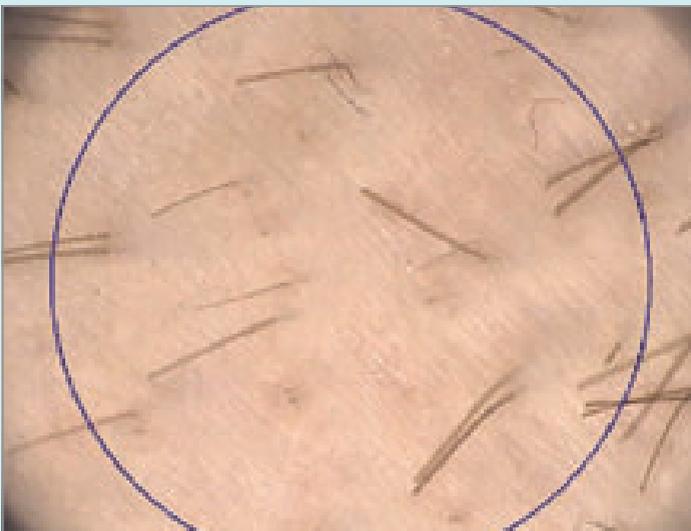


Abb. 1.5 Makroskopische Aufnahme TrichoScan® (FotoFinder Systems GmbH, Bad Birnbach) rechte Axilla vor Laserepilation: pigmentierte Terminalhaare, vereinzelt Vellushaare.

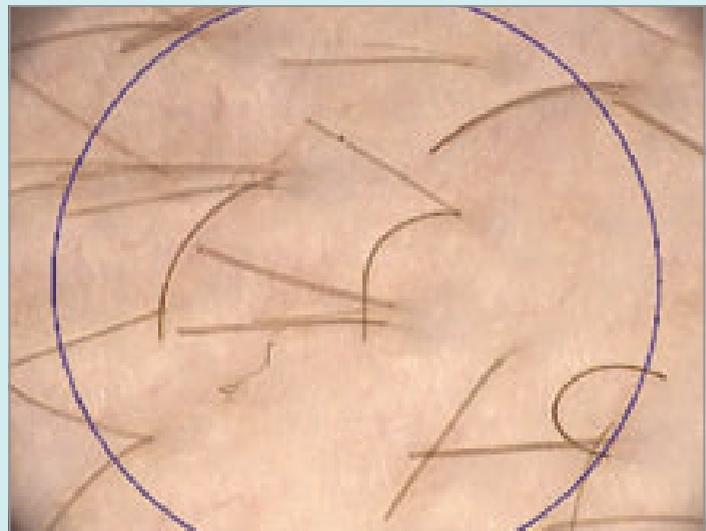


Abb. 1.7 Analoger Befund linke Axilla.

2 Grundlagen der Laserepilation

2.1 Anatomie und Physiologie des Haarapparates

Anatomie und Physiologie des Haarapparates stellen sich komplex dar, aufgrund des zyklischen Wachstumsverhaltens, körperstellenabhängiger Differenzierungsvariationen und der für die Fotoepilation wichtigen und individuell geprägten, zeitlichen und lokalen Variation der Pigmentierung. Über den Körper verteilt finden sich ca. 50.000.000 Haare, wovon nur ca. 20 % auf die behaarte Kopfhaut entfallen. Die einzigen komplett haarlosen Areale der äußeren Haut sind Handflächen und Fußsohlen [5].

2.2 Typologie der Haare

Die korrekte Einordnung des Haartyps hilft bei der Auswahl der optimalen Epilationstechnik. Als Residuum des Fells unserer Vorfahren finden sich über nahezu den gesamten Körper von Kindern und Erwachsenen verteilt feine Vellushaare, neben lokalisiert ausgeprägten Terminal- und Borstenhaaren.

Die feinen Vellushaare erreichen Durchmesser bis 40 µm und sind meist nicht oder nur gering pigmentiert. Demzufolge sprechen diese Haare kaum auf die selektive Fotothermolyse an.

Terminalhaare sind dicker (> 40 µm), länger, pigmentiert und markhaltig. Sie finden sich im Bereich des behaarten Kopfes, des Barts, der Axillen- und Leistengegend. Ab einem gewissen Grad der Pigmentierung können sie mittels selektiver Fotothermolyse entfernt werden.

Borstenhaare sind am dicksten, stellen in erster Linie einen mechanischen Schutz dar und finden sich als Vibrissae am Orificium nasi bzw. als Cilia, Supercilia und Tragi an den Lidkanten, Augenbrauen und im Gehörgang (s. in der Bildsequenz „Histologie des Haarfollikels“ Abb. 2.14, S. 12). In den meisten dieser Lokalisationen empfiehlt sich keine Laserepilation aufgrund verletzlicher benachbarter anatomischer Strukturen und der erhöhten Schmerzempfindlichkeit.

Follikel können unter verschiedenen Einflüssen sowohl Vellus- als auch Terminalhaare ausbilden. Die Umwandlung von Vellus- in Terminalhaare kommt z. B. physiologisch im Rahmen der Pubertät mit Ausbildung der Schambehaarung vor.

Mit zunehmender Seneszenz können Terminalhaare im Bereich des Gesichtes prominent werden, wie im Rahmen der Menopause, aber auch involieren, wie es bei der androgenetischen Alopezie zu beobachten ist (s. nebenstehende 2er-Bildsequenz).

Helle, marklose Haare, die den Fetus bedecken, werden Lanugohaare genannt und verlieren sich physiologischerweise im Laufe der Entwicklung. Die Haarfarbe ist genetisch determiniert und interindividuell verschieden. Helle blonde oder rötliche Haare enthalten den Farbstoff Phäomelanin, dunkle und schwarze Haare enthalten Eumelanin.

Vellushaare



Abb. 2.1 Dermatoskopische Darstellung der Terminalisierung von Vellushaaren in der Jochbeinregion eines Patienten mit idiopathischer Hypertrichose (DermaScan).

Borstenhaare

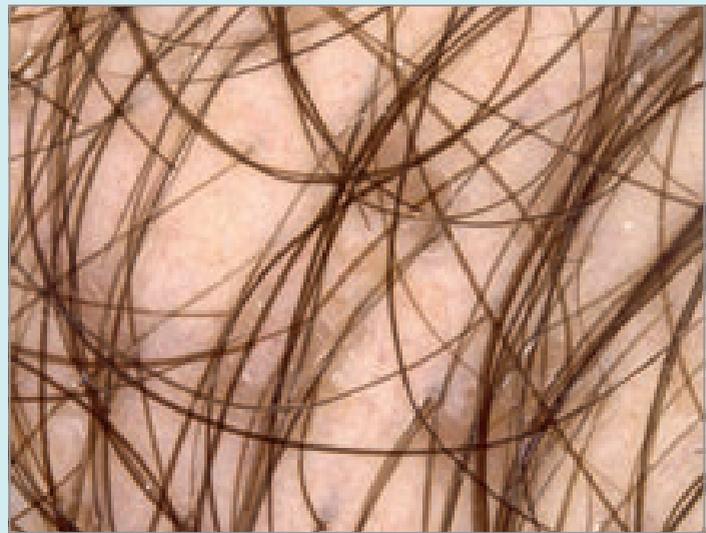
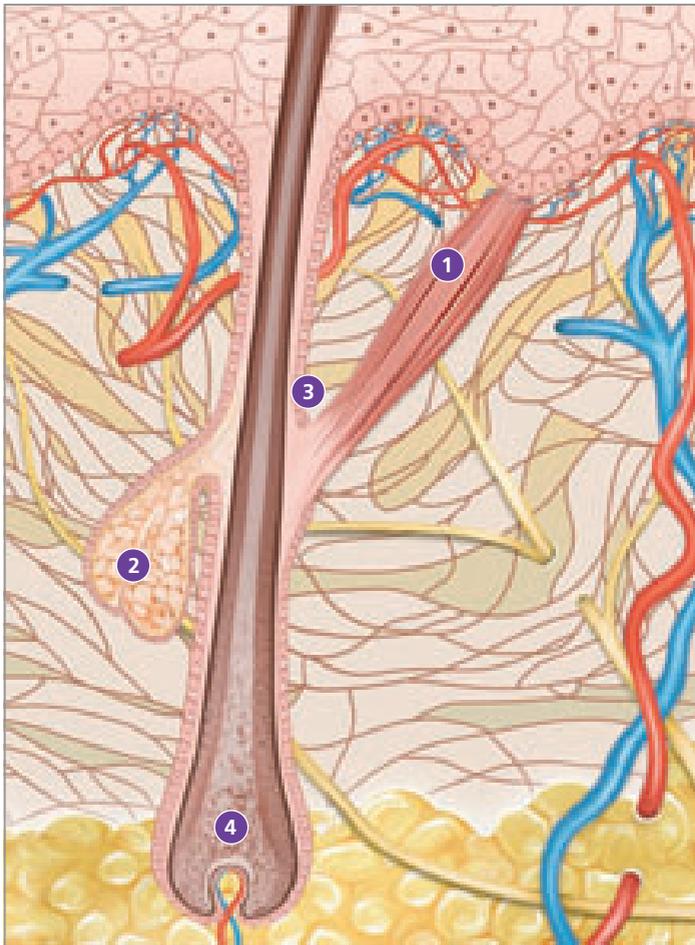


Abb. 2.2 Dermatoskopische Darstellung von Büschelhaaren neben regulären Follikeln am Unterarm vor der Laserepilation (DermaScan).

Der Haardurchmesser korreliert oft mit der Färbung – je dunkler, desto dicker. Eine mögliche Normvariante stellen dabei Büschelhaare dar (s. Abb. 2.2), bei denen mehrere Haare durch dieselbe Follikelöffnung treten.



2.3 Aufbau Haarfollikel

Der intra- und subkutan liegende Haarfollikel kann in vier anatomische Abschnitte unterteilt werden (s. Abb. 2.3).

- Infundibulum
- Isthmus
- Infrainfundibulum/Stamm
- Haarbulbus

Der Bulbus ist der schirmförmig gewölbte Haaranteil, welcher in ebenso schirmförmiger Anordnung die Matrixzellen enthält (s. u. Abb. 2.5).

Im Inneren liegt eine Papille aus lockerem Bindegewebe mit zuführenden Nerven und Blutgefäßen.

Die Matrixzellen bilden durch Zellteilung und Ausdifferenzierung den Haarschaft. Im oberen Anteil des Bulbus enthalten die Matrixzellen Melanozyten.

Ebenso ist Melanin in der äußeren Wurzelscheide des Infundibulums sowie im Haarschaft selbst zu finden [6, 7].

Der Haarschaft wird nach außen von einer inneren Wurzelscheide (bestehend aus Cuticula, Huxley- und Henle-Schicht) und einer glykogenhaltigen äußeren Wurzelscheide umhüllt.

Letztere geht nach distal in das Epithel der Hautoberfläche über (s. Abb. 2.4–2.15, S. 9 ff.).

Abb. 2.3 Haaraufbau schematisch. 1. Mm. arrectores pili; 2. Talgdrüse; 3. Wulstregion; 4. Matrix.

2

Histologie des Haarfollikels

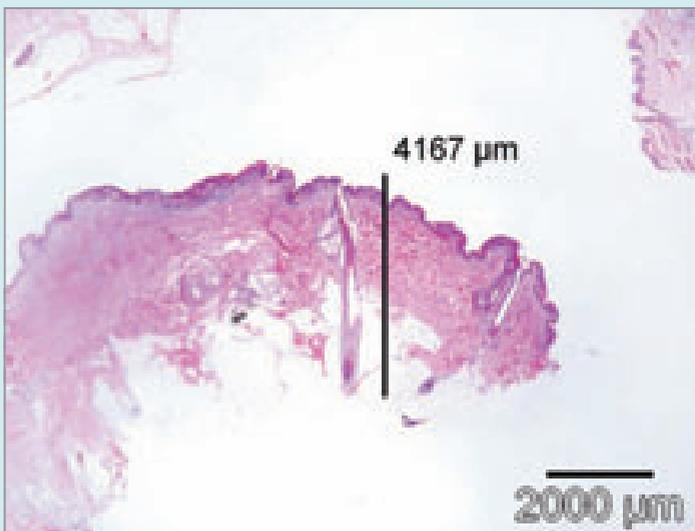


Abb. 2.4 Ausschnitt aus der Mons-pubis-Region eines 57-jährigen Mannes. Das Haar reicht über 4 mm in die Dermis; dies stellt spezifische Anforderungen an die Eindringtiefe des Laserstrahls.

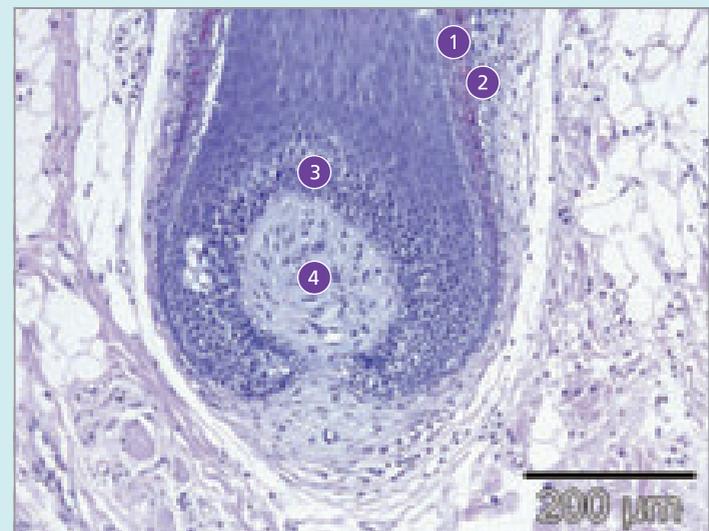


Abb. 2.5 Darstellung der anatomischen Strukturen des Bulbus: 1. Innere Haarwurzelscheide (Inner Root Shaft); 2. Äußere Haarwurzelscheide (Outer Root Shaft); 3. Matrixzellen; 4. Papille (Bulb Area)



Behandlungsverlauf Hirsutismus umbilikal: Fall 1



Abb. 2.30 Ebenso sind junge Patientinnen mit Terminalisierung der Vellushaare im Bereich der Linea alba beeinträchtigt, z. B. im Sommer bei bauchfreier Mode.

2



Abb. 2.31 Behandlungsergebnis nach Lasertherapie.



Behandlungsverlauf Hirsutismus umbilikal: Fall 2



Abb. 2.32 Alternativer Behandlungsverlauf dieser klassischen Indikation.



Abb. 2.33 Alternatives Behandlungsergebnis durch Lasertherapie.



Geräte zur Kühlung



Abb. 2.68 Weit verbreitetes Kühlsystem mit der Option als Unterbaugerät (Zimmer Cryo 6).



Abb. 2.69 Mit Kühlakkus kann nur vor und nach der Therapie gekühlt werden, Gelpads und Kühl spray eignen sich nur bedingt zur Laserepilation, da die Kühlwirkung begrenzt ist.

2



Abb. 2.70 Prototyp mit Temperaturregelung, die eine exakte Temperaturwahl und automatische Nachregulierung ermöglicht (Zimmer Cryo 6).



Geräte zur Kühlung



Abb. 2.71 Insbesondere für Diodenlaser hat sich die Kontaktkühlung bei kleinen ...



Abb. 2.72 ... und großen Spots bewährt, ...



Abb. 2.73 ... wobei manche Diodenlaser mit Luft oder Kontaktkühlung betrieben werden können. Dies erleichtert die Applikation an unterschiedlich sensiblen anatomischen Lokalisationen.



Konzept fraktionell gescannter Laser

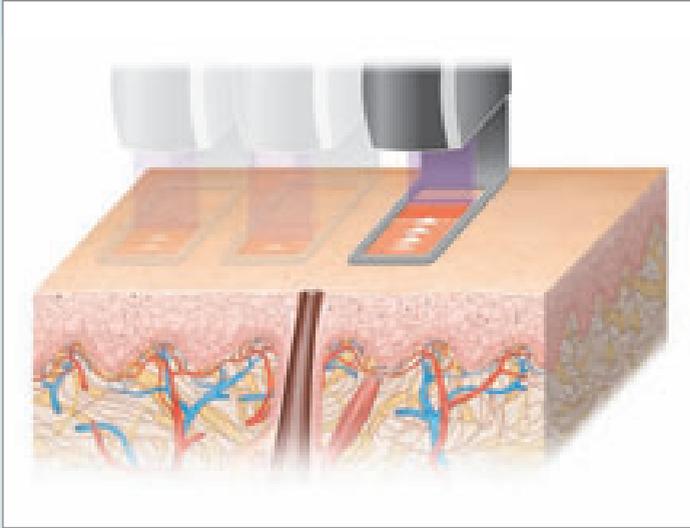


Abb. 2.155 Der Laser wird zur nächsten Fraktion des Behandlungsareals geführt.

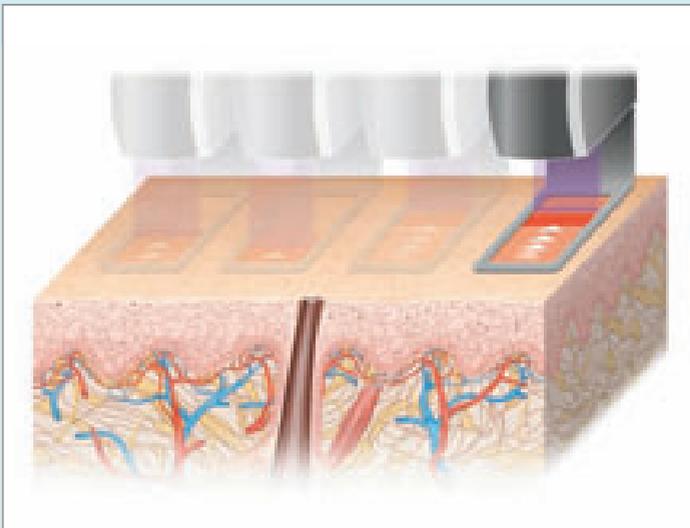


Abb. 2.156 Nach der ersten Passage im zweiten Behandlungsareal erwärmen sich die Follikel im Zielgebiet (rote Fläche). Danach erfolgt der zweite Stack, der zur weiteren Erwärmung der Follikel führt (nicht dargestellt).

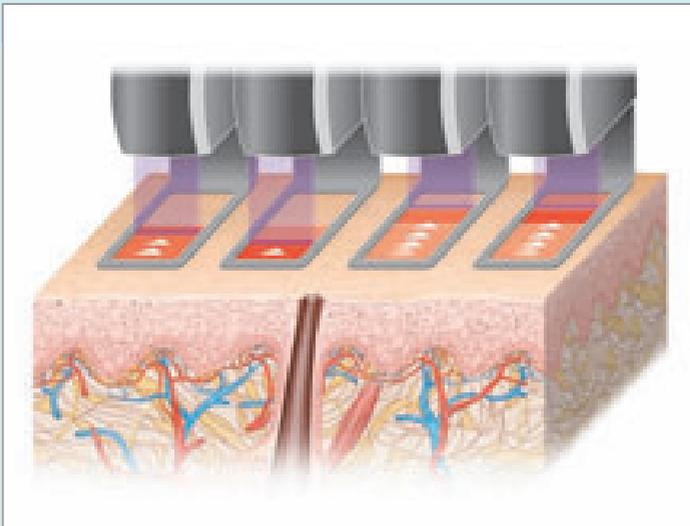


Abb. 2.157 Bei der Verwendung gescannter Lasersysteme, die eine schnelle Behandlung großer Flächen ermöglichen, wird die kurzfristige repetitive Applikation durch eine zusätzliche Fraktionierung des Laserstrahls erreicht.



Konzept fraktional gescannter Laser

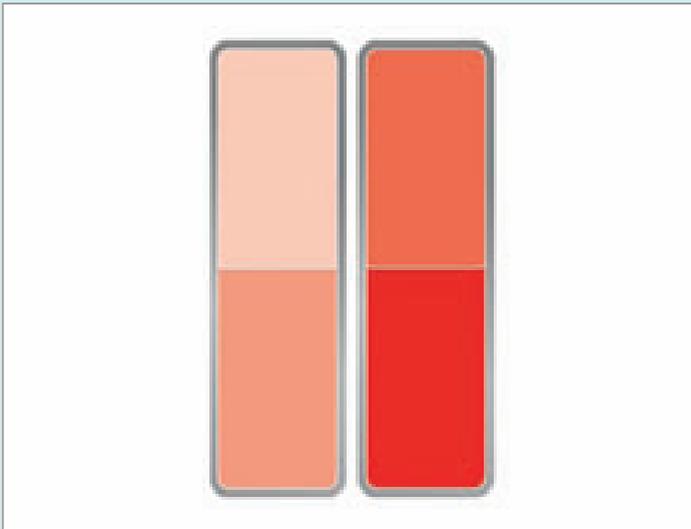


Abb. 2.158 Nach Abschluss der Behandlung im Areal (2 x 2 Stacks) wird der Laser manuell weitergeführt.

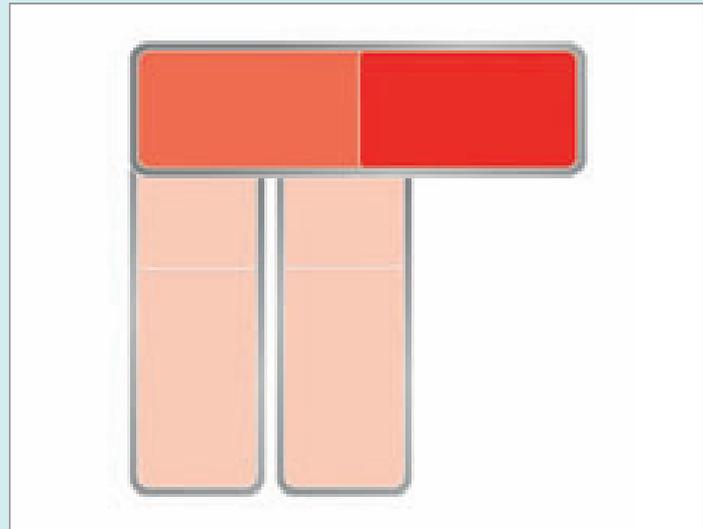


Abb. 2.159 Um sicherzustellen, dass alle Haare der Körperregion erreicht werden, erfolgt ein zweiter Behandlungsdurchgang (Pass) 90° versetzt.



Abb. 2.160 Praktische Durchführung der versetzten Applikation des Lasers.



2

Sowohl die flächig linear gescannten Laser, die hohe Fluences abgeben, als auch solche, die repetitive niedrige Fluences in großen Arealen applizieren, haben eine große Aussicht, in naher Zukunft zum Standardgerätepark des kosmetisch arbeitenden Dermatologen zu gehören, da größere Flächen schmerzärmer und doch effektiv behandelt werden können [119]. Langzeitbeobachtungen werden zeigen, welches der Konzepte sich langfristig durchsetzen kann.

2.7.6 Konzept der Applikation niedriger Fluences unter Vakuumassistentz

Andere Gerätehersteller erhoffen sich von einer Ansaugung („Pneumatic Skin Flattening“) des Behandlungsareals und anschließender Applikation eines Lasers mehrfachen Vorteil: Einerseits sollen sich hierdurch Gefäße leeren und eine Verringerung konkurrierenden Chromophors resultieren.

Des Weiteren wird durch die entstehende Reizung mechanisch-taktile Nervenrezeptoren eine Inhibition der neuronalen Schmerzweiterleitung postuliert [102, 124, 125]. Je nach Modell sorgt ein im Strahlengang liegendes Saphirfenster für eine Reduktion des Laserstrahls um ca. 5 % bei Erhalt der Epilationsleistung [126].



Konzept der Applikation niedriger Fluences unter Vakuumasistenz

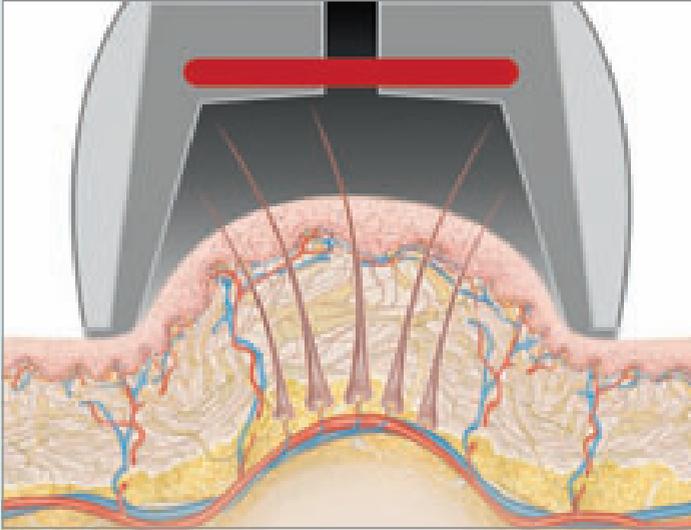


Abb. 2.161 Vakuumasistierte Laserepilation: Die Behandlung im Vakuum soll die Follikel in Richtung Hautoberfläche bringen und durch Kompression der Blutgefäße konkurrierendes Chromophor vermindern. Zudem gelangen die Follikel räumlich näher an die Lichtquelle. Allerdings ist ein gleicher Abstand nicht im gesamten Areal gegeben. Im Vergleich zum traditionellen System mit 1.600 W Leistung verfügt das neue Handstück nach Herstellerangaben über 2.300 W Bsp: ET-Handstück: $60 \text{ J} * 0,81 \text{ cm}^2 / 0,03 \text{ s} = 1.600 \text{ W}$, HS-Handstück vakuumassistiert: $9 \text{ J} * (22 \times 35 \text{ mm}) 7,7 \text{ cm}^2 / 0,03 \text{ s} = 2.300 \text{ W}$.

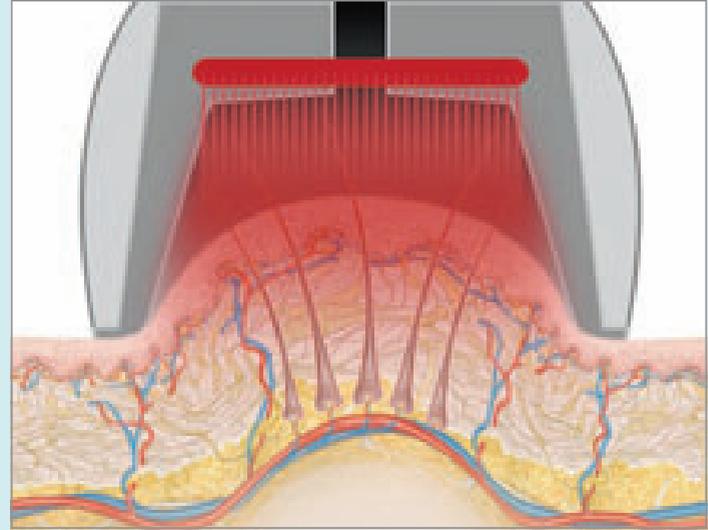


Abb. 2.162 Ein Diodenarray liefert die erforderliche Fluence, wobei ein Spiegelsystem zum Photonenrecycling beiträgt. Mit dem System können Einzelpulse oder Pulssequenzen bis zu drei Pulse im Bereich von $5\text{--}12 \text{ J/cm}^2$ abgegeben werden. Doppelpulse sollten bei dünnen Haaren appliziert werden, während bei dichten und dicken Haaren ein Einzelpuls ausreicht. Grund hierfür ist wahrscheinlich der außerordentlich große Spot, woraus sich auch eine theoretisch größere Eindringtiefe ergibt. Parallel gekühlt werden kann nicht.

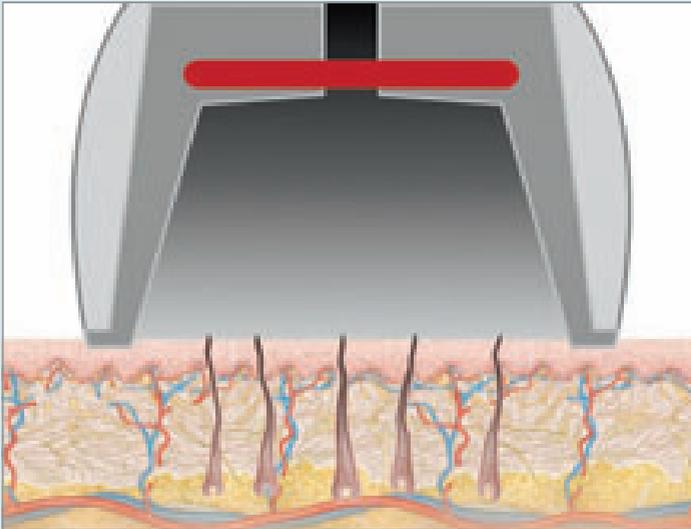


Abb. 2.163 Nach erfolgter Laserapplikation erfolgt der Druckausgleich, womit die normale Zirkulation wieder hergestellt wird. Damit einhergehend verstärkt sich der Wärmeabtransport.

Um neue Varianten der Applikation niedriger Fluences im Zusammenhang mit einer Vakuumasistenz wurde der Klassiker der Diodenlaser (LightSheer, Lumenis) (s. Abb. 2.165) erweitert (LightSheer Duett, Lumenis) (s. Abb. 2.164). Ein relativ großes Diodenarray beleuchtet die Haut (s. Abb. 2.166, S. 76), ohne die emittierten Strahlen wie beim klassischen Handstück zu bündeln. Die vorhergehende An-

saugung der Haut verringert den Abstand zur Lichtquelle und bewirkt eine Entleerung der Gefäße und damit die Abwesenheit des erythrozytären Konkurrenzchromophors (s. Abb. 2.161). Das System führt den Nutzer via Touchscreen durch die Kalibrations- und Anwendungsschritte (s. Abb. 2.169–2.172, S. 77).



Diodenlaser



Abb. 2.164 Die Weiterentwicklung des Dioden-Klassikers resultierte in einem beweglichen robusten Gerät, welches solide Halterungen für die Laserköpfe nebst Kalibrationseinheiten mitbringt.



Abb. 2.165 Beim klassischen High-Fluence-ET-Handstück des LightSheer, welches sich auch beim Duett findet, werden die Energien vieler Diodenarrays mit einem speziellen Spiegelsystem gebündelt und auch ein gekühltes Saphirglas auf die Haut gebracht. Somit können hohe Energien bereitgestellt werden, jedoch ist der Spot sehr klein.



Vorbereitung zur Behandlung



Abb. 3.39 Vor der Epilation sollte die Haut von Make-up, Deodorant, Kosmetika befreit werden.

3



Abb. 3.40 Entfernung der überschüssigen Haare mit einem Luftgebläse ...



Vorbereitung zur Behandlung



Abb. 3.41 ... oder mit einem Pflasterstreifen. Diese Methode hat den Vorteil, dass sich die Haare nicht im Behandlungsraum verteilen.



Abb. 3.42 Ggf. Applikation einer anästhesierenden Creme (z. B. EMLA®/topisches Lidocain) unter unbedingter Beachtung der Vorsichtsmaßnahmen (bei der Epilation v. a. kein großflächiges Auftragen).



Vorbereitung zur Behandlung



Abb. 3.43 Gleichmäßiges Verstreichen mit einem Holzspatel.

3



Abb. 3.44 Augenschutz für den Patienten anlegen.



Vorbereitung zur Behandlung



Abb. 3.45 Schutzbrillen für alle im Raum Anwesenden sind nötig.



Abb. 3.46 Tipp: Bei der Epilation der gespannten Ober- bzw. Unterlippe kann der Laser zu Schmerzen und schlimmstenfalls Schäden von verblenden Mantelkronen (Jacketkronen) im Frontzahnbereich führen. Zum Schutz sollten Kompressen o. ä. eingelegt werden. Alternativ schiebt der Patient einfach seine Zunge zwischen Lippe und Frontzahnreihe.



Augenschutz des Personals



Abb. 5.39 Stärker pigmentierte Patienten (hier Melaninindex von 21) mit dunklen Augen sind besonders gefährdet.



Abb. 5.40 Aber auch hellhäutige Menschen (Melaninindex 16) mit helleren Augen müssen geschützt werden.

5

Personal



Abb. 5.41 Verschiedene Laserschutzbrillen.

Normalerweise stellt die Auswahl der korrekten Schutzbrille keine größere Herausforderung an den Behandler dar, da die passende Ausrüstung gleich mit dem Laser mit erworben wird. Werden viele Laser angewandt, kann es leicht zu Verwechslungen der Brillen kommen. Bei welcher Wellenlänge die Brille in welchem Umfang Schutz bietet, findet sich leider meist nur sehr klein aufgedruckt (s. Abb. 5.42 u. Tab. 5.5).

Kürzel	Bedeutung	Erläuterung
OD	Optische Dichte	Kennzeichnung der Schutzbrillen
D	Dauerimpuls laser	CW-Systeme, z. B. Excimerlaser
I	Impuls laser	Laser im Millisekundenbereich, meist Epilationslaser: Alexandrit, Diodenlaser
R	Riesenimpuls laser	Gütegeschaltete Laser im Nanosekundenbereich, Q-switched (Rubinlaser)
755	Nanometer	Wellenlänge(n), für die Schutzwirkung besteht (auch Angabe eines Spektrums)
L (B)	1–10	Schutzstufe gemäß DIN EN 207 für Vollschutzlaserbrillen; entsprechend dem negativen Logarithmus der Durchlässigkeit (Transmission); 10–5 für die Schutzstufe L5
XX/..	Kennzeichnung des Herstellers	Firmenspezifische Abkürzung
DIN/CE	Prüfzeichen	
Fe/S		Erhöhte mechanische Festigkeit

Tab. 5.5 Kennzeichnung von Laserschutzbrillen
(Quelle: Dr. Hans-Jochen Foth Fachbereich Physik, TU Kaiserslautern, Vorlesung Laserschutz. http://www.physik.uni-kl.de/w_demtro/medphys/documents/Vorlesung%20Foth/Laserschutzmassnahmen.pdf)



Schutzbrillen



Abb. 5.42 Die Kennzeichnung der Brillen ist oft nur schwer lesbar, deshalb genau hinsehen, welche Brille man nutzt.

Augenschutz des Patienten

Wie bei jeder Behandlung sind die Augen des Patienten sicher zu schützen. Aufgrund des Absorptionsspektrums im Melanin (welches auch in der Netzhaut vorkommt) kann bereits eine Laserbehandlung ohne konsequenten Augenschutz zur fast vollständigen Erblindung des Patienten führen [273]. Ablative Laser sind nicht weniger gefährlich.

Werden daher augennahe Partien behandelt, empfehlen sich geeignete Augenschalen (s. Abb. 5.43–5.45, S. 182) unter Anwendung von Tränenersatz und Lokalanästhesie (Oxybuprocain, Tetracain oGtt) [161, 307]. Auch bei der Therapie augenferner Regionen sollten die Augen des Patienten immer mit einer entsprechenden Laserschutzbrille oder auflegbaren Metallschalen geschützt werden [161]. Alternativ sind Augenschalen oder Abdeckungen aus anderen Materialien verfügbar (s. Abb. 5.43–5.49, S. 182 f.).

Kontraindikationen für die Verwendung von Augenschalen sind akute Infektionen des Auges (Konjunktiven gerötet, Juckreiz, Brennen) sowie stattgehabte Hornhauttransplantationen. Ein Glaukom stellt keine Kontraindikation dar.

Der Ablauf ist einfach und erfordert nur ein wenig Übung. Zunächst werden die anästhesierenden Augentropfen verabreicht. Hierfür sieht der Patient nach oben, das Unterlid wird nach unten gezogen. Es erfolgt die Applikation des ersten Tropfens in die Unterlidtasche. Der Patient sollte darauf hingewiesen werden, dass sich ein Brennen einstellen kann und er bis zu einer Stunde nach der Hornhautanästhesie weder die Augen reiben noch bei Fremdkörpergefühl mit einem Taschentuch oder Ähnlichem die Augen reiben oder reinigen sollte. Es besteht die Gefahr der unbemerkten Verletzung des Auges. Nach etwa 30 s Applikation des zweiten Tropfens, und nach einer weiteren Minute wird der dritte Tropfen appliziert. Der Patient sieht nach unten, das Oberlid wird abgezogen, die Augenschalen werden

Copyright by
Not for Publication

Augenschutz

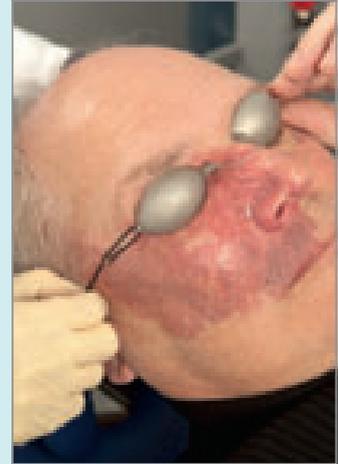


Abb. 5.43 Ein einfaches Modell einer Augenschale mit fixem Nasensteg ist für viele Patienten geeignet, bei besonders breitem oder schmalen Augenabstand sollte allerdings ein verstellbares Modell gewählt werden.

5



Abb. 5.44 Den besten Schutz bieten auf das Auge zu setzende, sterilisierbare Schalen, die es in drei Größen gibt.



Abb. 5.45 Die Vorbereitung der Hornhaut sowie der Schutz danach sind neben der Aufklärung des Patienten wichtig.

Augenschutz



Abb. 5.46 Selbstklebende Schutzfolien sind eine weniger effiziente Möglichkeit.



Abb. 5.47 Metallschalen, die gehalten werden müssen, sind ebenfalls erhältlich.



Abb. 5.48 Zudem sollte der Laserstrahl nie zum Auge hin, ...



Abb. 5.49 ... sondern immer außerhalb der knöchernen Orbita vom Auge weg gehalten werden.