

5/2020 Oktober

C 14118

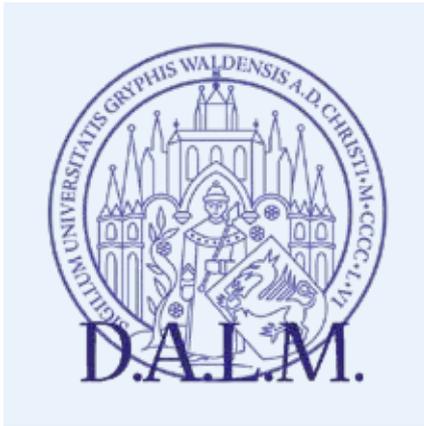
derm

Praktische Dermatologie



omnimed
www.omnimedonline.de

Photoepilation – State of the Art 2020



Julie Jost¹, Stefan Hammes^{1,2},
Christian Raulin¹

Summary

Hypertrichosis often represents a psychosocial problem for affected individuals. Photoepilation with clearance rates of 70–90% after 6 months of treatment redresses this problem (19). This period equals about 4 sessions of Laser treatment with an interval of 4–8 weeks. Alternative procedures do not show the same efficiency in comparison to laser and intense pulsed light treatment.

Keywords

Photoepilation, laser epilation, permanent hair removal, epilation, ruby laser, alexandrite laser, Nd:YAG-laser, diode laser, IPL-technology.

Zusammenfassung

Hypertrichose stellt für Betroffene häufig ein belastendes psychosoziales Pro-

blem dar. Abhilfe schafft die Photoepilation mit Clearanceraten von 70–90% nach sechs Monaten Behandlung (19). Dieser Zeitraum entspricht zirka vier Sitzungen mit einem Abstand von vier bis acht Wochen. Andere Methoden zur Langzeithaarentfernung zeigen nicht annähernd die gleiche Effizienz wie Laser- und Lichtgeräte.

Schlüsselwörter

Photoepilation, Laserepilation, permanente Haarentfernung, Epilation, Rubinlaser, Alexandritlaser, Nd:YAG-Laser, Diodenlaser, IPL-Technologie.

Einleitung

Unerwünschter Haarwuchs stellt für viele Menschen eine nicht nur kosmetische Beeinträchtigung dar. Von Hypertrichose wird bei einer für die jeweilige Körperpartie untypisch starken Behaarung gesprochen, die nicht dem Verteilungsmuster, der ethnischen Herkunft und dem Alter entspricht. Die Ursache der Hypertrichose kann vielgestaltig sein, so kann sie kongenital oder erworben, als isoliertes Phänomen oder als Teilmanifestation im Rahmen von Syndromen auftreten (2).

Auch der propagierte Trend, den Körper möglichst haarlos zu gestalten, resultiert für betroffene Personen oftmals in negativen Auswirkungen auf die Lebensqualität im Sinne von Selbstunsicherheit und einem geringen Selbstwertgefühl (26). Dementsprechend groß ist der Wunsch nach Haarfreiheit beziehungsweise gleichmäßiger Haarreduktion.

Die herkömmlichen Methoden zur Haarentfernung sind vielfältig und umfassen Rasieren, Wachsen, Zupfen so-

wie Bleichen der Haare. Allerdings ist die Wirkung dieser Methoden zum einen von zeitlich begrenzter Dauer, zum anderen liefern sie im Vergleich zu dem enormen Zeitaufwand meist unbefriedigende Ergebnisse und können zudem mit Nebenwirkungen wie Schmerzen, Entzündungen, Kontakt-sensibilisierungen bis hin zu toxischen Reaktionen und gegebenenfalls Narbenbildung einhergehen. Dies führt oft zu einem Therapieabbruch und damit einhergehend zu Frustration (26).

State of the Art für Betroffene ist der Einsatz von Laser- und Lichtgeräten mit dem Ziel einer »permanenten« Epilation. Die Definition der »Food and Drug Administration« (FDA) hierfür lautet: Langanhaltende, stabile Reduktion der Anzahl an nachwachsenden Haaren nach Ende der Epilationstherapie. Die Anzahl der nachwachsenden Haare muss dabei über die Zeitspanne eines kompletten Wachstumszyklus der Haarfollikel hinaus stabil sein (zwischen 4 und 12 Monate abhängig von der Körperregion) (17).

Im Folgenden wird ein Überblick über die bei Hypertrichose zum Einsatz kommenden Laser- und Lichtgeräte gegeben.

Indikationen

Es gibt zwei Indikationen für Langzeit-epilation: Kosmetisch und medizinisch. In der Praxis lässt sich die Grenze allerdings nicht immer klar ziehen.

Die Epilation von subjektiv störenden Rücken- beziehungsweise Beinhaaren sowie des Bikini- und Achselbereichs sind aufgrund ihres normalen physiologischen Vorkommens eigentlich als kosmetische Indikation zu werten.

¹ Laserklinik Karlsruhe
² Universitätsmedizin Greifswald



Abb. 1a und b: Entfernung kosmetisch störender Behaarung der Bikiniränder. a) Vor und b) nach sechs Behandlungen mit dem langgepulsten Alexandritlaser und 12 Monaten Follow-up

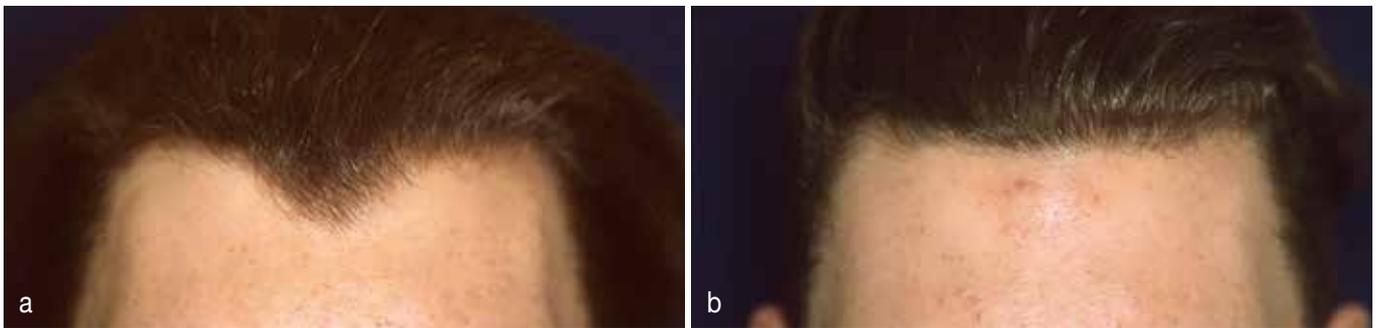


Abb. 2a und b: Auf Wunsch des Patienten Entfernung kosmetisch störender Behaarung am Haaransatz. a) Vor und b) nach neun Behandlungen durch IPL-Technologie

Kommt es aber zu chronisch rezidivierenden Follikulitiden und infolgedessen zu Abszess- bis hin zu Fistelbildungen liegt eine medizinische Indikation vor. Als Beispiele sind Pseudofolliculitis barbae, Folliculitis decalvans, Acne inversa und Sinus pilonidalis zu nennen (1, 24).

Durch Hormone beziehungsweise Medikamente ausgelöste vermehrte Behaarung stellt eine weitere medizinische Indikation dar.

Fazialer beziehungsweise abdominaler androgenabhängiger Hirsutismus bei Frauen, zum Beispiel als Folge eines polyzystischen Ovarialsyndroms, ist oft nur unbefriedigend durch die alleinige medikamentöse Therapie mit Antiandrogenen behandelbar.

Auch die Einnahme beziehungsweise die topische Anwendung verschiedener Medikamente wie zum Beispiel Minoxidil, Cyclosporin, Kortikosteroi-

de und Prostaglandinanaloga kann zu übermäßigem Haarwuchs führen (9, 24, 29).

Eine wichtige medizinische Indikation stellt die störende Behaarung transsexueller Patientinnen und Patienten dar. Zum einen hinsichtlich der ausgeprägten fazialen Hypertrichose transsexueller Patientinnen, die trotz hormoneller Behandlung mit Östrogenen und Antiandrogenen zeitlebens ihre männlichen Gesichtsbehaarung behalten, zum anderen bezüglich behaarter Hauttransplantate bei Phalloplastiken, die präoperativ eine Langzeitepilation notwendig machen.

An dieser Stelle zu nennen ist auch die Behandlung jeglicher Form von behaarten Transplantaten, die postoperativ entstehenden und zum Teil funktionseinschränkenden Charakter aufweisen wie zum Beispiel bei Zustand nach Augenhöhlenoperation oder oftmals auftretende schmerzhafte Folli-

kulitiden an Amputationsstümpfen (1, 24).

Pigmentierte und behaarte Hamartome wie Becker-Naevus und Naevus pigmentosus et pilosus müssen individuell anhand ihrer Ausprägung, Lokalisation und Behaarung bewertet werden und lassen sich dementsprechend nicht eindeutig kosmetischer oder medizinischer Indikation zuordnen. Durch Einsatz geeigneter Laser können in einem Zuge nach kritischer Abwägung sowohl Haare als auch Pigmente behandelt werden (24).

Physikalische und biologische Wirkmodelle

Das Prinzip der Langzeitepilation durch Laser basiert auf der selektiven Photothermolyse. Das von Laser- und Lichtgeräten emittierte Licht wird von pigmentreichen Strukturen absorbiert. Dies führt zum selektiven Erhitzen

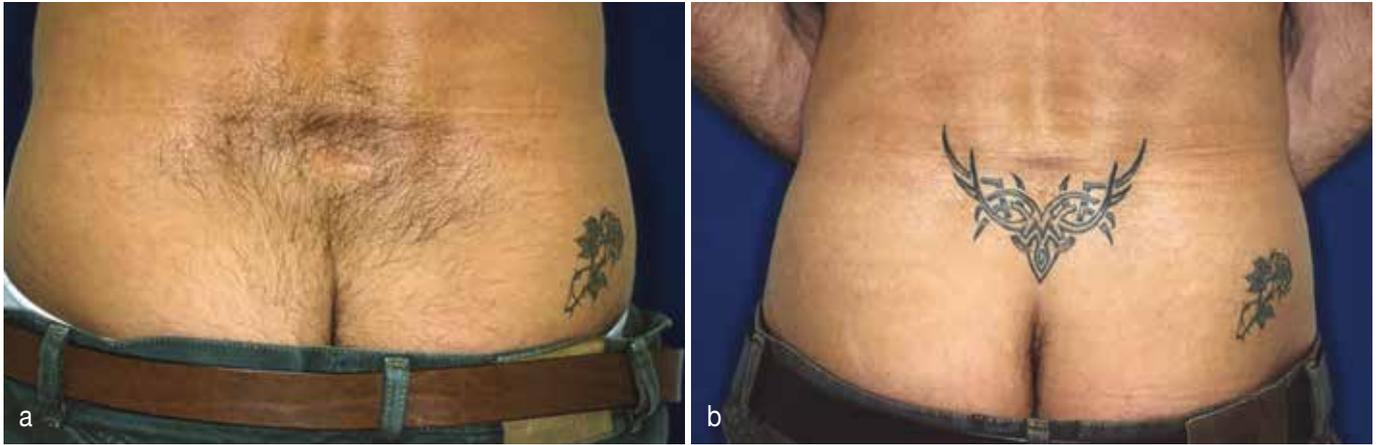


Abb. 3a und b: Auf Wunsch des Patienten Entfernung störender Haare im Lendenwirbelsäulen-Bereich. a) Vor und b) nach 12 Behandlungen durch IPL-Technologie



Abb. 4a und b: Pseudofolliculitis barbae. Entfernung störender zervikaler Behaarung. a) Vor und b) nach acht Behandlungen mit dem langgepulsten Alexandritlaser

(»flash of heat«) und darauffolgend zur Expansion (»shock waves«) mit nachfolgender Zerspaltung der pigmenttragenden Strukturen (3, 18).

Die pigmenttragenden Haarwurzeln beziehungsweise Haarschäfte wirken als absorbierende Zielstruktur und führen zu einer selektiven thermischen Schädigung des Haarfollikels (6).

Melanin wird als Hauptchromophor der Photoepilation angesehen. Schwar-

ze Haare stellen aufgrund ihres hohen Gehalts an Eumelanin das beste Ziel für die Laserepilation dar.

Helle Haare (weiß, blond und hellrot) weisen im Gegensatz dazu wenig beziehungsweise kein Eumelanin und einen hohen Gehalt an Pheomelanin auf. Dies unterscheidet sich in seinem Absorptionsmaximum von Eumelanin. So ist das schlechtere Ansprechen der Lasertherapie bei hellen Haaren zu erklären (6, 11, 20, 24).

Da die Haarfollikel und deren Haarschäfte im Anagenstadium stark pigmentiert und vergrößert sind, reagieren sie an dieser Stelle des Haarwachstumszyklus am sensitivsten auf die Lasertherapie. Haarfollikel im Katagen beziehungsweise Telogenstadium zeigten in Untersuchungen keine Reaktion (20, 24).

Als Kofaktor wird die Zerstörung follikelversorgender Gefäße diskutiert. Im Zuge dessen soll es zu einer Minderver-



Abb. 5a und b: Pili recurvati. Entfernung störender fazialer Behaarung. a) Vor und b) nach neun Behandlungen mit dem langgepulsten Alexandritlaser. Nebenefundlich Abheilung der Artefakte

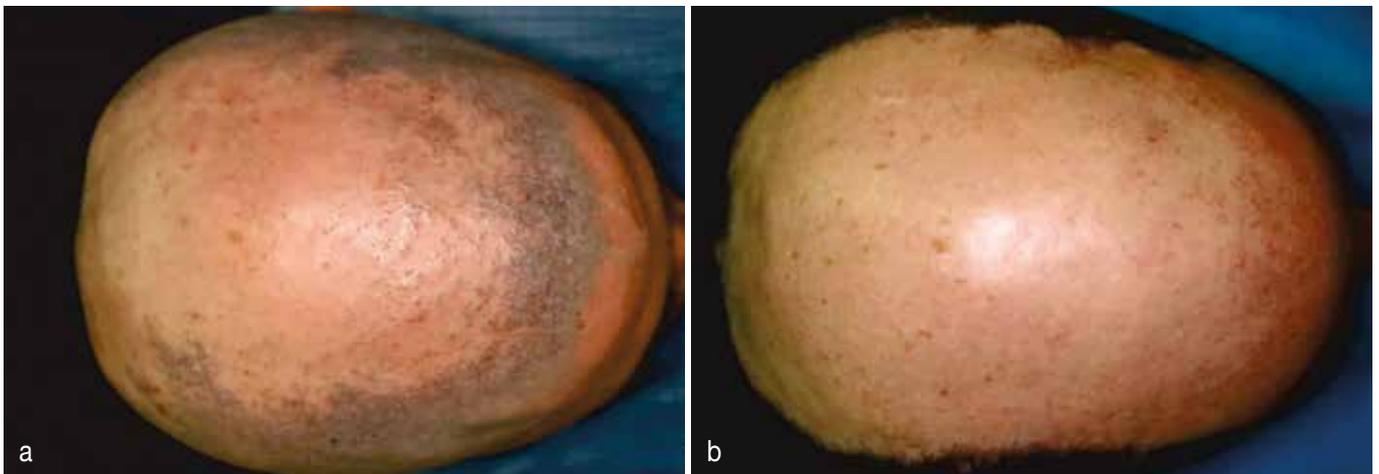


Abb. 6a und b: Lichen ruber decalvans. Auf Wunsch des Patienten vollständige Entfernung der kapitalen Haare. a) Vor und b) nach 15 Behandlungen mit dem langgepulsten Alexandritlaser

sorgung des Haarfollikels und somit zu nachlassendem Haarwachstum beziehungsweise im Idealfall zur kompletten Zerstörung des Follikels kommen (20, 26).

Ideal scheinen Wellenlängen zwischen 700–1.000 nm zu sein, da diese von Melanin absorbiert werden und Interferenzen zu anderen Absorbern wie Hämoglobin und Wasser reduziert werden. Die gewählte Wellenlänge bestimmt die Absorption und die Eindringtiefe des Lichts. Bezogen auf das von Melanin absorbierte Wellenlän-

genspektrum geht eine höhere Wellenlänge mit einer höheren Eindringtiefe und somit weniger Nebenwirkungen einher (20, 24).

Die Pulszeit (ms) richtet sich maßgeblich nach dem Durchmesser der Zielstruktur, der im Fall des Haarfollikels bei 200–300 μm liegt.

Aktuell verwendete Pulszeiten liegen zwischen 2–40 ms. Bedingt durch ein günstiges Oberflächenvolumenverhältnis der vergleichsweise kleinen, den Haarfollikel umgebenden Epidermis-

zellen können diese die aufgenommene Energiedichte effektiver an die Umgebung abgeben als der Follikel. Dadurch kann der Haarfollikel selektiv geschädigt werden und die Epidermiszellen bleiben intakt (24).

Neben Wellenlänge und Pulszeit ist eine ausreichend hohe Energiedichte (J/cm^2) von entscheidender Bedeutung. Bei Therapiebeginn sollte aus Sicherheitsgründen zunächst mit vergleichsweise niedrigen Energiedichten begonnen werden. Im Verlauf wird dann die Energiedichte in Abstim-

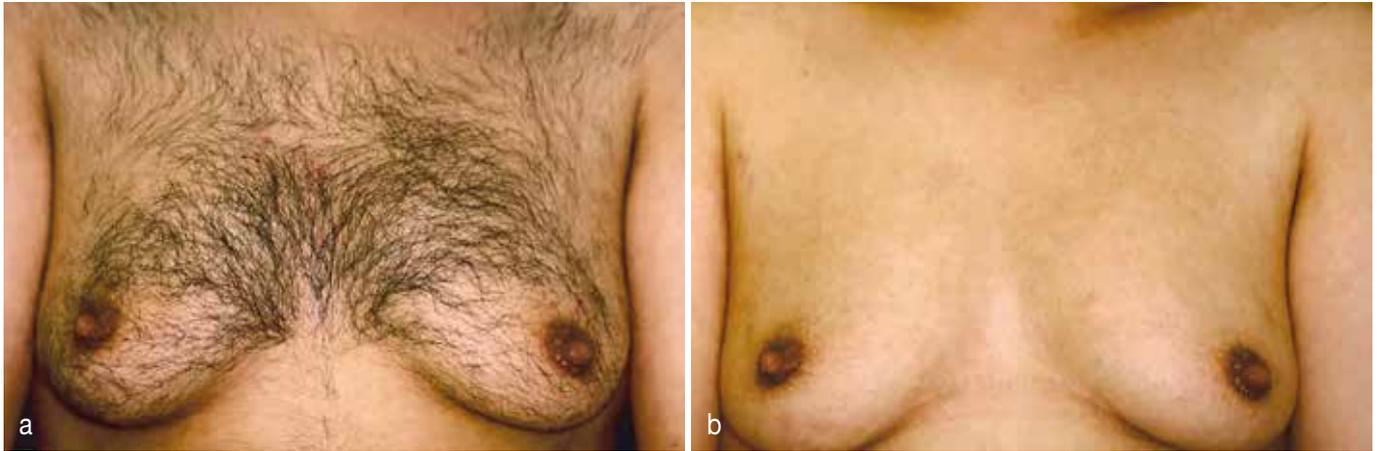


Abb. 7a und b: Hirsutismus. Entfernung störender Haare im Mamillen- und Dekolleteebereich. a) Vor und b) nach 12 Behandlungen durch IPL-Technologie



Abb. 8a und b: Transsexualität. Entfernung störender fazialer Barthaare. a) Vor und b) nach 15 Behandlungen mit dem langgepulsten Alexandritlaser

mung auf gegebenenfalls auftretende Begleiterscheinungen angepasst (18, 24).

Histologisch sind in behandelten Arealen unmittelbar nach der Laserbehandlung fragmentierte Haarschäfte nachweisbar. Eine perifollikuläre Schädigung ist nicht erkennbar.

Am Ende der Lasertherapie beziehungsweise Jahre nach der Behandlung durchgeführte Probebiopsien behandelter Areale zeigen eine Haarfollikelatrophie sowie das Ersetzen der Follikel durch kollagenes Bindegewebe. Sporadisch sind intakte Follikel mit Vellushaar sichtbar, was einer Miniaturisierung der Haarfollikel entspricht. Fibrotische Gewebeveränderungen wurden in keinem Präparat gefunden, ebenso kam

es weder zu einer Koagulation von dermale Kollagen noch zur Narbenbildung (24).

Laser- und Lichttypen

Eine Langzeitepilation kann sowohl durch Laser- als auch durch »Intense Pulsed Light« (IPL)-Technologie erreicht werden (20).

Im Durchschnitt wird – abhängig von Gerätetyp, Lokalisation, Haut- und Haarfarbe – nach zirka sechs Monaten Behandlungszeitraum eine Clearance-rate von zirka 70–90 % erreicht (20).

Die besten Erfolge werden bei dunklen, dicken Haaren und gleichzeitig hellem Hauttyp erreicht (11, 20).

Lasengeräte

Langgepulster Rubinlaser (694 nm)

Seit den 1960er Jahren wird der güteschaltete Rubinlaser zur Entfernung benigner, pigmentierter endogen und exogen entstandener Hautveränderungen eingesetzt.

Mit einer Wellenlänge von 694 nm besitzt er das beste Absorptionsvermögen aller Photoepilationsgeräte für Melanin. Im langgepulsten Modus mit einer Pulszeit von 5 ms konnte eine epilierende Wirkung nachgewiesen werden (14, 24).

Vorteil des Rubinlasers ist aufgrund seiner hohen Absorption für Melanin die gleichzeitige Therapieoption von



Abb. 9a und b: Transplantat. Deutliche Reduktion störender orbitaler Haare nach Enukleation und Versorgung durch Vollhauttransplantat (rechte Orbita) und Glasaugen. a) Vor und b) nach neun Behandlungen mit dem langgepulsten Rubin- und drei Behandlungen mit dem langgepulsten Alexandritlaser



Abb. 10a und b: Deutliche Reduktion störender Haare eines Naevus pigmentosus et pilosus der rechten Schulter. a) Vor und b) nach acht Behandlungen mit dem langgepulsten Nd:YAG-Laser. Keine Beeinflussung der Pigmentierung

pigmentierten, behaarten Hautveränderungen (z.B. Becker-Naevus, Naevus pigmentosus et pilosus) (24).

Zahlreiche Studien belegen den Therapieerfolg des Rubinlasers im langgepulsten Modus. Williams et al. berichteten über eine Clearancerate von 65 % nach drei Behandlungen und sechs Monaten Nachbeobachtungszeit (32). Lask et al. lieferten eine äquivalente Clearancerate von 66 % nach drei Behandlungen und vier Monaten Nachbeobachtungszeit (19).

Langgepulster Alexandritlaser (755 nm)

Wie der gütegeschaltete Rubinlaser wird auch der Alexandritlaser im güte-

geschalteten Modus zur Entfernung benignen pigmentierter Hautveränderungen eingesetzt. Im langgepulsten Bereich mit einer Impulszeit von 2–40 ms findet er Verwendung bei der Photoepilation (24).

Da die Wellenlänge von 755 nm weniger stark von Melanin absorbiert wird als die Wellenlänge des Rubinlasers, ist der Alexandritlaser besser für etwas dunklere oder leicht gebräunte Hauttypen geeignet (24).

Finkel et al. konnten sehr gute Ergebnisse bei Einsatz des langgepulsten Alexandritlasers am ganzen Körper erreichen. So sank die mittlere Haaranzahl nach nur einer Behandlung auf 65 %, nach drei Monaten Behandlungs-

zeitraum auf 12 % (13). Bei 30 von uns behandelten Patientinnen mitfazialer Hypertrichose konnte nach durchschnittlich acht Behandlungen eine Clearancerate von 75 % erreicht werden (25).

Aktuelle Studien zum Einsatz des langgepulsten Alexandritlasers wie von Russe et al. untermauern die Effizienz in der permanenten Haarentfernung.

So zeigte sich nach einem ersten Follow-up zirka vier Jahre nach Behandlungsende bei 74 % der behandelten Patienten eine Clearancerate von 75–100 %. 12 Jahre nach Behandlungsende zeigte sich bei 88 % der behandelten Patienten ein stabiles Ergebnis (27).

Langgepulster Diodenlaser (800 bzw. 810 nm)

1997 wurde der langgepulste Diodenlaser von der »Food and Drug Administration« (FDA) zur Haarentfernung in den USA zugelassen. Nach Angaben des Herstellers können Patienten mit Hauttypen bis *Fitzpatrick* III mit maximalen Impulsenergien behandelt werden. Bei Hauttypen nach *Fitzpatrick* IV–V sollten die Impulsenergien deutlich reduziert werden (24).

Studien im Hinblick auf die Effizienz des Diodenlasers bei Photoepilation haben meistens vergleichenden Charakter mit anderen Photoepilationsgeräten beziehungsweise untersuchen das Auftreten von Nebenwirkungen abhängig vom Hauttyp nach *Fitzpatrick*. Aktuelle Studien von *Atta-Motte et al.*, *Zaleska et al.* und *Ayatollahi et al.* bestätigen die geringe Nebenwirkungsrate bei dunkelhäutigen Patienten und zeigen eine vergleichbare Effizienz des Diodenlasers im Vergleich mit dem Alexandritlaser bei Patienten mit Hauttyp III–IV nach *Fitzpatrick* (4, 5, 33). Die subjektive Zufriedenheit der Patienten scheint allerdings nach dem Einsatz des Alexandritlasers höher zu sein (5).

Langgepulster Nd:YAG-Laser (1.064 nm)

Der Nd:YAG-Laser gehört zu den vielseitigsten Lasern in der dermatologischen Lasermedizin (16).

Aufgrund seiner Wellenlänge von 1.064 nm wird der Nd:YAG-Laser bevorzugt zur Photoepilation von dunkelhäutigen Patienten ab Hauttyp III–IV nach *Fitzpatrick* eingesetzt und ist hierfür auch von der FDA zugelassen (6). Auch der Nd:YAG-Laser wird im langgepulsten Modus (Pulszeit bis zu 50 ms) für die Haarentfernung genutzt.

Da der langgepulste Nd:YAG-Laser zur permanenten Epilation in den meisten Fällen nur bei sehr stark pigmentierten Patienten eingesetzt wird, wird er in Studien oftmals genannt aber nicht explizit analysiert. Die aktuellste Studie



Abb. 11a und b: Bis auf minimale Residuen vollständige Entfernung eines störenden *Naevus pigmentosus et pilosus* des rechten Nasenflügels übergreifend auf die rechte Wange. a) Vor und b) nach 15 Behandlungen mit dem langgepulsten Rubinlaser



Abb. 12: Fehlerhafte Anwendung der Laserepilation. Verwendung eines Alexandrit- anstelle eines Nd:YAG-Lasers

von *Modena et al.* betont nochmals die hohe Sicherheit des Nd:YAG-Lasers, verweist aber auch auf die Notwendigkeit weiterer Studien zum Einsatz in der Photoepilation (21).

IPL-Technologie/ hochenergetische Blitzlampen (515–1.200 nm)

1994 wurden hochenergetische Blitzlampen als Ergänzung zu den Lasersystemen eingeführt. Blitzlampen sind hochenergetische gepulste Lichtsysteme, welche nichtkohärentes polychromatisches Licht mit einem breiten Wellenlängenspektrum (515–1.200 nm) emittieren. Letztlich vereinen sie in ihrem Wellenlängenspektrum die ein-

zelnen Wellenlängen der zur Photoepilation geeigneten Lasergeräte. Definitionsgemäß zählen sie nicht zu den Lasersystemen, sondern stellen eine eigene Entität dar (6, 20, 24).

Anwendung fanden die Lichtgeräte zunächst nur bei der Behandlung von oberflächlichen und tiefer gelegenen vaskulären Malformationen wie zum Beispiel essenziellen Teleangiektasien, Besenreisern, *Naevi flammei* sowie kavernösen venösen Malformationen (24, 26).

Hierbei zeigte sich als Begleitreaktion ein Haarverlust im behandelten Areal. Dies führte zur experimentellen Behandlung von Hypertrichose, indem die Behandlungsparameter entspre-

chend der gewünschten Zielstruktur des tiefliegenden Haarfollikels angepasst wurden. Somit erweiterte sich das Therapiespektrum der Blitzlampen und sie stellen seit einigen Jahrzehnten einen festen Bestandteil in der Therapie der Photoepilation dar (26).

Die Pulsdauer ist variabel einstellbar, neben Einfachimpulsen können auch Mehrfachimpulse appliziert werden, die die Reduktion hoher Energiedichten erlauben. Zwischen den Impulssequenzen liegende Pausen sind ebenfalls wählbar (24).

Durch das Vorschalten verschiedener Cut-Off-Filter kann die Behandlung auf die Tiefe der Zielstruktur beziehungsweise an den Hauttyp des Patienten angepasst werden. Filter mit größeren Wellenlängen reduzieren äquivalent zur Wirkweise der Lasergeräte die Absorption in Melanin (6, 20, 24).

Blitzlampen besitzen die größte Behandlungsfläche aller Photoepilationsgeräte und eignen sich deshalb trotz vergleichsweise langsamer Repetitionsrate für die Behandlung großer Areale, da sich durch die Größe der applizierten Einzelimpulse die Behandlungsdauer verkürzt (24).

Schroeter et al. erzielten mittels IPL-Technologie bei Patientinnen mitfazialer Hypertrichose eine Clearance rate von 77 % nach durchschnittlich sechs Sitzungen (Follow-up 3 Monate) (28). *Gold* et al. behandelten verschiedene Körperregionen von insgesamt 31 Patienten. Nach einmaliger Behandlung und Follow-up von drei Monaten hatte sich die Haaranzahl auf 40 % des Ausgangsbefunds reduziert (15). *Weiss* et al. therapierten verschiedene Körperregionen von 71 Patienten, die Clearance rate lag bei 64 % nach einmaliger Behandlung (30). *Drosner* et al. konnten eine Clearance rate von 76 % nach dreimaliger Therapie des Rückens eines Patienten erreichen (Follow-up 21 Monate) (10). Aktuelle Studien wie von *Erkiert-Polgujet* et al. zeigen den anhaltenden Erfolg der IPL-Technologie (12).

Praktisches Vorgehen

Mindestens zwei Wochen vor den Anwendungen sollten die Patienten die Haare in dem zu behandelnden Areal weder Zupfen, Wachsen noch Epilieren. Das Rasieren der Haare zwischen den einzelnen Behandlungen stellt kein Problem dar (20).

Von hohem Stellenwert ist die richtige Einschätzung und Abklärung der Dignität bestehender pigmentierter Hautveränderungen vor dem Einsatz von Photoepilationsgeräten. Nävuszellnävi sollten auf keinen Fall mitbehandelt werden, um gegebenenfalls daraus resultierende Pseudomelanome und andere melanozytäre Veränderungen zu vermeiden (18, 24).

Vor dem Einsatz eines Photoepilationsgeräts muss in aller Regel außer der Kälteanalgesie keine Anästhesie des zu behandelnden Hautareals erfolgen. Bei schmerzempfindlichen Patienten und Kindern kann ein anästhesierendes Externum ein bis zwei Stunden vor dem Beginn der Behandlung aufgetragen werden (z.B. Prilocain- und/oder Lidocain-haltige Salbe) (6, 18, 24).

Die Wahl des Photoepilationsgeräts und somit der Wellenlänge orientiert sich vorrangig an der Hautfarbe des zu behandelnden Patienten. Eine Übersicht über die einzelnen Epilationsgeräte mit Angabe der Wellenlänge und der behandelbaren Hautfarbe ist in der Tabelle aufgelistet. Um Verbrennungen der Epidermis zu verhindern, ist eine ausreichende Kühlung der Haut während des Eingriffs unerlässlich. Je nach Photoepilationsgerät erfolgt die Kühlung mittels Kontakt-, Kryogen- oder Kaltluftkühlung (6, 11, 20). Nach der Behandlung empfiehlt sich bei Bedarf ein Kühlen durch Kühlpads für einige Minuten (20).

Intensive Sonneneinstrahlung sowie Solariumbesuche sollten etwa für die Dauer eines Monats nach einer Photoepilation vermieden werden. Insgesamt empfiehlt es sich, während des gesamten Behandlungszeitraums auf

Sonne zu verzichten, um Komplikationen wie Pigmentverschiebungen vorzubeugen (6, 11, 20).

Zwischen den einzelnen Sitzungen liegen in der Regel vier bis acht Wochen, die Anzahl der Sitzungen hängt vom Ansprechen der Haare, der Behandlungsregion sowie vom jeweiligen Hauttyp des Patienten ab (20).

Ende 2020 tritt eine modernisierte Strahlenschutzverordnung in Kraft, laut derer Anbieter künftig verpflichtet sind, umfassende Aufklärungen und Dokumentationen durchzuführen, um die sachgemäße Anwendung der Photoepilationsgeräte zu gewährleisten. Komplexe und besonders risikobehaftete Eingriffe sollen nur noch Ärzten nach entsprechender Schulung vorbehalten sein (8). Nur dadurch ist gewährleistet, dass die korrekte Einstellung der Geräte im Hinblick auf Wellenlänge, Energiedichte und Impulsdauer erfolgt sowie Nebenwirkungen rechtzeitig erkannt und angemessen behandelt werden.

Bei ärztlicher Behandlung kann zudem auch bei Bedarf die Gutachterstelle für Fragen ärztlicher Haftung bei der zuständigen Ärztekammer angerufen werden (6, 18, 20).

Aus rechtlichen und forensischen Gründen sollten immer eine umfangreiche Aufklärung und Dokumentation erfolgen. Diese beinhaltet unbedingt Bilder des zu behandelnden Hautareals vor Therapiebeginn sowie die detaillierte Dokumentation der einzelnen Therapieschritte bis zum Endergebnis. Vor Therapie des gesamten Areals sollte im Vorhinein eine Probe erfolgen (6, 11, 18).

Begleitreaktionen, Behandlungsfehler und Krisenmanagement

Mögliche Begleitreaktionen können in drei Gruppen unterteilt werden:

Die erste Gruppe beschreibt die transienten Nebenwirkungen. Unmittelbar



Abb. 13: Nekrosen im Rahmen einer Photoepilation durch IPL-Technologie ohne Aussparen der dunkelpigmentierten Tätowierung

nach der Behandlung kommt es in den meisten Fällen zu einer Erythembildung (verschwindet innerhalb von 24–48 Stunden), die gelegentlich von einer Schwellung, ausgelöst durch perifollikuläre Ödembildung, begleitet ist (maximal 72 Stunden Dauer). Werden hohe Energiedichten und kurze Impulszeiten eingesetzt, können transiente Purpura, Blasen und Krusten innerhalb von ein bis zwei Tagen nach der

Behandlung auftreten. Die Abheilung erfolgt in den meisten Fällen folgenlos innerhalb von sieben bis zehn Tagen. Durch den Einsatz von Photoepilationsgeräten und die dadurch resultierende Hautreizung kann es, vor allem im Gesichts- und Genitalbereich, zu einer Herpes-simplex-Reaktivierung kommen. Grundsätzlich sollte im Zuge der Aufklärung nach einer vorbekannten Herpes-simplex-Infektion gefragt

und bei positiver Anamnese eine Prophylaxe durchgeführt werden (20, 24).

Zur zweiten Gruppe zählen die länger anhaltenden, aber reversiblen Begleiterscheinungen. An dieser Stelle sind hauptsächlich Hypopigmentierungen zu nennen, die durch Absorption des Laserlichts durch in der Epidermis enthaltenes Melanin entstehen. Das Risiko ist im Hinblick auf den Patienten bei sonnengebräunter oder von Natur aus stärker pigmentierter Haut (Hauttypen ab IV nach Fitzpatrick) am größten, im Hinblick auf den Laser bei langgepulstem Rubinlaser. In der Regel bestehen die Hypopigmentierungen nicht länger als sechs Monate. Sollten sie jedoch persistieren, kann eine Repigmentierung mittels Excimerlaser versucht werden. Seltener auftretende Hyperpigmentierungen entstehen zumeist bei dunkleren Hauttypen und bei posttherapeutischer intensiver Sonnenexposition. Bei Persistenz der Hyperpigmentierungen kann – je nach Hauttyp – in der sonnenärmeren Jahreshälfte der Versuch einer Behandlung mit gütegeschalteten oder nicht-ablativ-fraktionierten Lasersystemen unternommen werden (20, 24).

Paradoxes Haarwachstum geht mit einer Verdichtung beziehungsweise Ver-



Abb. 14a–c: Verbrennungen und Hypopigmentierungen nach fehlerhaft angewandter Photoepilation mittels IPL-Technologie im Verlauf eines Jahres

mehrung der unerwünschten Haare einher. Die Therapie kann wie geplant fortgeführt werden, da sich im Verlauf die erwartete Haarreduktion einstellen wird (24).

Die dritte Gruppe umfasst die permanenten und damit die schwerwiegendsten Begleiterscheinungen. Hier sind vor allem persistierende Pigmentverschiebungen und Narben zu nennen. Das Auftreten von Narben zeugt von einem inadäquaten Gebrauch des Lasers/Lichtgeräts im Sinne von zu hoch gewählter Energiedichte beziehungsweise falscher Impulsdauer oder Behandlung von Patienten mit zu dunklem Hauttyp. Bei korrekt durchgeführter Photoepilation sollte es daher nicht zur Ausbildung von Narben kommen (20, 24).

Besondere Begleitreaktionen der Photoepilation stellen die Entfärbung von Haaren beziehungsweise paradoxes Haarwachstum dar. Kommt es zur Entfärbung dunkler Haare, sind diese dann nicht mehr behandelbar. Über diese besonderen Begleiterscheinungen müssen Patienten im Vorhinein eingehend aufgeklärt werden.

Alternative Therapieverfahren

Über die Zeit haben sich unten genannte alternative Therapieverfahren im Vergleich zu dem Einsatz von Laser- und Lichtsystemen nicht durchsetzen können (7, 23).

Eflornithin

Eflornithin hat seinen Ursprung in der systemischen Behandlung der afrikanischen Schlafkrankheit. Als Nebenwirkung wurde eine Verlangsamung des Haarwachstums beobachtet, welche nunmehr in Form der topisch eingesetzten Vaniqa® Creme genutzt wird (22, 23).

Der Wirkstoff Difluoromethylornithin wirkt inhibierend auf die Biosynthese von Polyaminen, welche wichtige Bausteine in der Zellteilung und -diffe-

Tabelle		
Übersicht Photoepilationsgeräte		
Laser-/Lichtgerät	Wellenlänge (nm)	Behandelbare Hautfarbe
Langgepulster Rubinlaser	694 nm	Fitzpatrick I–II (/III)
Langgepulster Alexandritlaser	755 nm	Fitzpatrick I–II (/III) (20 ms) Fitzpatrick III–IV (40 ms)
Langgepulster Diodenlaser	800 beziehungsweise 810 nm	Fitzpatrick I–V
Langgepulster Nd:YAG-Laser	1.064 nm	Fitzpatrick I–VI
Lichtgeräte	515–1.200 nm	Fitzpatrick I–II (/III)

renzierung sind. Über diesen Wirkmechanismus wird das Haarwachstum im Haarfollikel verlangsamt und führt zu einer gezielten und gleichmäßigen Reduktion des Haarwuchses (23). Anwendbar ist die 11,5 %-ige Creme bei allen Hauttypen und Haarfarben (23).

Nebenwirkungen sind äußerst selten und treten hauptsächlich bei übermäßiger Anwendung auf. Sie reichen von Hautreizungen über milde Akne bis hin zu Missempfindungen (23). Die Anwendung muss allerdings dauerhaft durchgeführt werden.

Eflornithin führt lediglich zu einer gleichmäßigen Reduktion der Haare und kann keine permanente Haarentfernung gewährleisten. Innerhalb von acht Wochen nach Absetzen der Therapie stellt sich der prätherapeutische Originalzustand wieder ein (7, 23).

Elektrolyse und Thermolyse

Bei der Elektrolyse entwickelt ein galvanischer Strom eine Lauge im Haarfollikel, die auf chemischem Wege die germinativen Zellen zerstört (26, 31).

Die Thermolyse beschreibt ein Verfahren bei welchem hochfrequenter Wechselstrom zu einer Koagulation des Gewebes im Follikel führt (26, 31).

Beide Methoden erfolgen mithilfe des Einsatzes einer Epilationsnadel beziehungsweise eines »Multi Needle«-Geräts (Mehrfachsonde). Anschließend folgt die Entfernung des geschädigten Haares mit einer Pinzette (26, 31).

Die Kombination aus beiden Verfahren wird als Blend-Methode bezeichnet. Beide Ströme wirken miteinander im Haarfollikel wodurch eine effektivere Behandlung erfolgt (26, 31).

Elektrolyse beziehungsweise Thermolyse sind jeweils enorm zeitintensive Verfahren. Hauptsächliche Nebenwirkung sind die bei der Behandlung auftretenden Schmerzen sowie Abheilung unter Narbenbildung (26, 31).

Schlussfolgerung

Bei richtiger und vorschriftsmäßiger Handhabung ist die Anwendung von Photoepilationsgeräten effektiv, sicher und geht mit einer sehr hohen Zufriedenheit einher. Der seit Jahrzehnten beschriebene, ungebrochene Therapieerfolg in der permanenten Haarentfernung mittels Laser- und Lichtgeräten belegt die Effizienz dieser Behandlungsmethode. Die Photoepilation sollte Aufgabe von Experten mit dermatologischem Hintergrundwissen sein.

Zusammengefasst stellen Photoepilationsgeräte die nebenwirkungsärmste, sicherste und am meisten zufriedenstellende Therapie dar und sind daher in unseren Augen ganz klar Mittel der Wahl zur permanenten Epilation.

Fazit für die Praxis

- Photoepilation stellt den Goldstandard in der Langzeitepilation dar.
- Rubin-, Alexandrit-, Dioden- und Nd-YAG-Laser sowie IPL-Technologie liefern vergleichbare Ergebnisse.
- Im Durchschnitt wird nach sechs Monaten Behandlungszeitraum eine Clearancerate von 70–90 % erreicht.
- Die Wahl des Photoepilationsgeräts und somit der Wellenlänge orientiert sich vorrangig an der Hautfarbe des zu behandelnden Patienten.
- Die permanente Epilation sollte von Experten mit Expertise im Bereich der dermatologischen Laserchirurgie durchgeführt werden.

Literatur

1. Aleem S, Majid I (2019): Unconventional Uses of Laser Hair Removal: A Review. *J Cutan Aesthet Surg* 12 (1), 8–16
2. Altmeyer P (2019): Altmeyers Enzyklopädie. Hypertrichosen. www.enzyklopaedie-dermatologie.de/dermatologie/hypertrichosen-1867
3. Anderson RR, Parrish JA (1983): Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science* 220, 524–527
4. Atta-Motte M, Zaleska I (2020): Diode Laser 805 Hair Removal Side Effects in Groups of Various Ethnicities – Cohort Study Results. *J Lasers Med Sci* 11 (2), 132–137
5. Ayatollahi A, Samadi A, Rajabi-Estarabadi A, Yadangi S, Nouri K, Firooz A (2020): Comparison of efficacy and safety of a novel 755-nm diode laser with conventional 755-nm alexandrite laser in reduction of axillary hairs. *Lasers Med Sci* 35 (2), 373–378
6. Bahmer F, Drosner M, Hohenleutner U, Kaufmann R, Kautz G, Kimmig W, Landthaler M, Neumann R, Raulin C, Seeber N (2007): Recommendation for laser and intense pulsed light (IPL) therapy in dermatology. *JDDG* 5, 1036–1042
7. Balfour JA, McClellan K (2001): Topical eflornithine. *Am J Clin Dermatol* 2 (3), 197–201; discussion 202
8. Bundesamt für Strahlenschutz (2020): Verordnungen zum Strahlenschutz. https://www.bfs.de/DE/bfs/gesetze-regelungen/stahlenschutzverordnungen/strahlenschutzverordnungen_node.html
9. Di Staso S, Agnifili L, Cecanecchia S, Di Gregorio A, Ciancaglini M (2018): In Vivo Analysis of Prostaglandins-induced Ocular Surface and Periocular Adnexa Modifications in Patients with Glaucoma. *In vivo (Athens, Greece)* 32, 211–220
10. Drosner M (1999): Epilation mit Blitzlicht: Langzeitergebnisse. *Z Hautkr* 74/9, 512
11. Drosner M, Adatto M (2005): Photo-epilation: guidelines for care from the European Society for Laser Dermatology (ESLD). *J Cosmet Laser Ther* 7 (1), 33–38
12. Erkiert-Polguj A, Algiert-Zielinska B, Skubalski J, Rotsztein H (2020): Comparison of hair reduction by intensive pulsed light device and combined intense pulsed light with a bipolar radiofrequency. *J Dermatolog Treat* 1–5
13. Finkel B, Eliezri YD, Waldman A, Slatkine M (1997): Pulsed alexandrite laser technology for noninvasive hair removal. *J Clin Laser Med Surg* 15 (5), 225–229
14. Gerber PA, Scarcella G, Edge D, Nielsen MCE (2020): Biophotonic pretreatment enhances the targeting of senile lentiginos with a 694 nm QS-ruby laser. *Photodermatol Photoimmunol Photomed* 36 (2), 159–160
15. Gold MH, Bell MW, Foster TD, Street S (1997): Long-term epilation using the Epi-Light broad band, intense pulsed light hair removal system. *Dermatol Surg* 23 (10), 909–913
16. Greve B., Raulin C (2000): Der Nd:YAG-Laser im Wandel der (Impuls-) Zeiten – Einsatzgebiete in der Dermatologie. *Der Hautarzt* 51, 152–158
17. Health, Center for Devices and Radiological Products (2017): Resources for You (Radiation-Emitting Products) – Laser Facts. <https://wayback.archive-it.org/7993/20180424190505/https://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/ResourcesforYouRadiationEmittingProducts/ucm252757.htm#1>
18. Jost JML, Hammes S, Raulin C (2019): Entfernung von Schmutztätowierungen – State of the Art 2019. *derm Praktische Dermatologie* 25, 426–436
19. Lask G, Elman M, Slatkine M, Waldman A, Rozenberg Z (1997): Laser-assisted hair removal by selective photothermolysis. Preliminary results. *Dermatol Surg* 23 (9), 737–739
20. Mandt N, Troilius A, Drosner M (2005): Epilation today: physiology of the hair follicle and clinical photo-epilation. *J Investig Dermatol Symp Proc* 10 (3), 271–274
21. Modena DAO, Miranda ACG, Grecco C, Liebano RE, Cordeiro RCT, Guidi RM (2020): Efficacy and safety of ND:YAG 1064 nm lasers for photoepilation: a systematic review. *Lasers Med Sci* 35 (4), 797–806
22. Pepin J, Milord F, Guern C, Schechter PJ (1987): Difluoromethylornithine for arseno-resistant *Trypanosoma brucei* gambiense sleeping sickness. *Lancet* 2 (8573), 1431–1433
23. Pfirmann G, Karsai S, Raulin C (2008): Eflornithin bei störendem verstärkten männlichen Haarwuchs der Augenbrauen – eine Kasuistik im Seitenvergleich. *derm Praktische Dermatologie* 14, 313–316
24. Raulin C, Greve B (2000): Aktueller Stand der Photoepilation. *Der Hautarzt* 51, 809–817
25. Raulin C, Greve B (2000): Temporary hair loss using the long-pulsed alexandrite laser at 20 milliseconds. *Eur J Dermatol* 10 (2), 103–106
26. Raulin C, Werner S, Hartschuh W, Schönermark MP (1997): Effective treatment of hypertrichosis with pulsed light: a report of two cases. *Ann Plast Surg* 39 (2), 169–173
27. Russe E, Purschke M, Herold M, Sakamoto FH, Wechselberger G, Russe-Wilflingseder K (2020): Evaluation of Safety and Efficacy of Laser Hair Removal With the Long-Pulsed 755 nm Wavelength Laser: A Two-Center Study With 948 Patients. *Lasers Surg Med* 52 (1), 77–83
28. Schroeter CA, Raulin C, Hürlimann W, Reineke T, DePotter C, Neumann M (1999): Hair Removal in 40 Hirsute Women With an Intense Laser-Like Light Source. *Eur J Dermatol* 9 (5), 374–379
29. Sharma R, Abrol S, Wani M (2017): Misuse of topical corticosteroids on facial skin. A study of 200 patients. *J Dermatol Case Rep* 11 (1), 5–8
30. Weiss RA, Weiss MA, Marwaha S, Harrington AC (1999): Hair removal with a non-coherent filtered flashlamp intense pulsed light source. *Lasers Surg Med* 24 (2), 128–132
31. Werner S, Schroeter C, Drosner M, Tiel H, Raulin C (1997): Neue Möglichkeiten der Epilation durch eine hochenergetische Blitzlampe. *derm Praktische Dermatologie* 3, 68–73
32. Williams R, Havoonjian H, Isagholian K, Menaker G, Moy R (1998): A clinical study of hair removal using the long-pulsed ruby laser. *Dermatologic Surgery* 24, 837–842
33. Zaleska I, Atta-Motte M (2019): Aspects of Diode Laser (805 nm) Hair Removal Safety in a Mixed-Race Group of Patients. *J Lasers Med Sci* 10 (2), 146–152

Anschrift für die Verfasser:

*Prof. Dr. med. Christian Raulin
MVZ Dres. Raulin und Kollegen GbR
Kaiserstraße 104
76133 Karlsruhe
E-Mail info@raulin.de*