

4/2019 August

C 14118

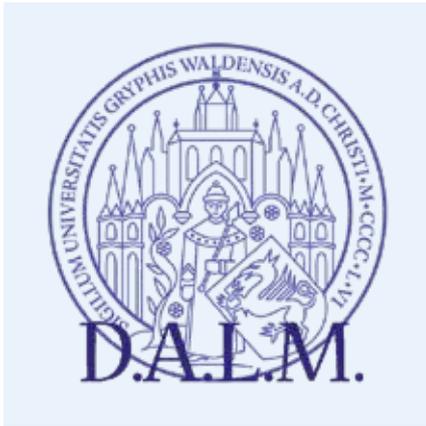
derm

Praktische Dermatologie



omnimed
www.omnimedonline.de

Entfernung von Schmutztätowierungen – State of the Art 2019



Julie Masha Louisa Jost,
Stefan Hammes, Christian Raulin

Summary

We discuss the therapy of dirt tattoos by Q-switched laser systems. To provide an extensive overview, we do not only explain how to use Q-switched laser systems but also what side effects might occur due to their application. The purpose of this article is to contribute in the establishment of the Q-switched laser systems as the first line therapy of dirt tattoos as they represent the most efficient and safe option in comparison to alternative treatments.

Keywords

Dirt tattoos, Q-switched laser systems.

Zusammenfassung

Wir diskutieren die Therapie von Schmutztätowierungen durch gütegeschaltete Lasersysteme. Um einen allumfassenden Überblick zu gewährleisten, gehen wir neben der praktischen Anwendung auch auf die Nebenwirkungen von Laserbehandlungen ein.

Ziel dieser Übersichtsarbeit ist es, zur Etablierung der gütegeschalteten Lasersysteme als Mittel der ersten Wahl in der Therapie von Schmutztätowierungen beizutragen, da sie im Vergleich zu anderen Therapieansätzen die effektivste und nebenwirkungsärmste Option darstellt.

Schlüsselwörter

Schmutztätowierung, gütegeschaltete Lasersysteme.

Einleitung

Bei Schmutztätowierungen handelt es sich um durch Explosions-, Inokulations- oder Abschürftraumata intradermal eingebrachte exogene Pigmentpartikel. Die Fremdkörper setzen sich, je nach Art des Traumas, meist aus Staub, Erde, Asphalt oder Metall- beziehungsweise Schwarzpulverteilchen zusammen (27, 28).

Die Soforttherapie von frischen Schmutztätowierungen besteht in der physikalischen Entfernung der Schmutzpartikel innerhalb der ersten 72 Stunden durch vorsichtiges Ausbürsten unter Spülung mit physiologischer Kochsalzlösung oder Antiseptika sowie gegebenenfalls Ausstanzen tiefer eingedrungener Pigmentpartikel (9, 20, 25, 27, 28). Nicht selten verbleiben jedoch trotz sachgerechter Bürstenbehandlung Fremdpartikel in der Dermis und führen nach Abschluss der Wundheilung und Reepithelialisierung zu Schmutztätowierungen (18, 25).

In solchen Fällen haben sich über die letzten Jahrzehnte gütegeschaltete Lasersysteme als effektive und nebenwirkungsarme Behandlungsmethode erwiesen (6, 9, 18, 21, 26).

In den 1960er Jahren experimentierten *Goldmann* et al. erstmals mit Lasern zur Entfernung von Tätowierungen. Der damals eingesetzte Rubinlaser führte allerdings aufgrund der langen Pulsdauer von 500 Mikrosekunden und der vergleichsweise sehr kurzen thermischen Relaxationszeit der Zielchromophore häufig zu Narben (4, 5, 8, 18, 24, 26).

Sowohl *Anderson* et al. als auch *Reid* et al. entwickelten den Rubinlaser weiter. Durch den gütegeschalteten beziehungsweise »Q-switched« (qs)-Rubinlaser mit wesentlich kürzerer Impulsdauer stand ein Lasersystem zur Entfernung von Tätowierungen ohne Narbenbildung zur Verfügung (1, 8, 18, 22, 24, 26). Seither wurde die Technologie im Bereich der qs-Lasersysteme fortwährend weiterentwickelt.

Das Prinzip der Tätowierungsentfernung durch Laser basiert auf der selektiven Photothermolyse (2). Das von qs-Lasersystemen emittierte Licht wird von pigmentreichen natürlichen Strukturen, wie den Melanosomen, als auch von exogenen Farbpigmenten, wie im Fall von Schmutztätowierungspigmenten, absorbiert (9, 18, 20, 21, 24). Dies führt zum selektiven Erhitzen (»flash of heat«) und darauffolgend zur Expansion (»shock waves«) mit nachfolgender Zersprengung der pigmenttragenden Strukturen (18, 21, 24, 26). Dabei liegt die thermische Relaxationszeit der Zellen mit 0,5–1 µs weit oberhalb der Impulsdauer der qs-Lasersysteme (20). Somit ist die Hitzeabgabe an die umliegenden Strukturen nur minimal, was zu einer selektiven Zerstörung der pigmentreichen Zielchromophore führt und das umliegende Gewebe schont (18, 20, 21, 24). Dadurch ist die Wahrscheinlichkeit von Nebenwirkungen bei richtiger Vorge-



Abb. 1a und b: a) Schmutztätowierung des gesamten Gesichts durch Schwarzpulvereinsprengung nach Sprengkörperverletzung an Silvester. Zustand nach Ausbürsten und Stanzen 11 Tage nach Trauma. b) Zustand nach der 30. Behandlung mit einer Kombination aus qs-Rubinlaser und qs-Nd:YAG-Laser. Minimale periokuläre Residuen auf dem linken Augenlid (aktueller Befund 2019)

hensweise als äußerst gering einzuschätzen (9, 21, 25). Die freigewordenen Pigmentpartikel werden von Makrophagen phagozytiert und über das lymphatische System abtransportiert. Besonders kleine Pigmentpartikel werden auch transepidermal über Krustenbildung ausgeschieden (9, 18, 20, 21, 25, 26).

Theoretische Alternativen in der Therapie zur Entfernung von Schmutztätowierungen wie Derm- und Salabrasion, Säureanwendung, Kryochirurgie, Einsatz von CO₂- und Argonlasern sowie die chirurgische Exzision können im Vergleich zum Einsatz von qs-Lasersystemen zu unspezifischer Zerstörung von umliegendem Gewebe, persistierenden Pigmentveränderungen und der Ausbildung von Narben führen (8, 9, 21, 24, 26). Diese vermeintlichen Optionen sind daher obsolet.

Ziele und Aufklärung

Die Anzahl der benötigten Sitzungen zur Entfernung einer Schmutztätowierung ergibt sich aus der Tiefenlage, der Größe und der Farbe/Zusammensetzung der eingebrachten Schmutzpartikel. Zwischen den einzelnen Sitzungen sollten mindestens vier bis sechs Wochen liegen (9, 18). Oberflächliche Schmutztätowierungen (z.B. durch Abschürftraumata) bedürfen in der Regel zirka drei bis sieben Sitzungen. Die Anzahl der Sitzungen bei tiefer gelegenen Schmutztätowierungen (z.B. durch Schwarzpulvereinsprengung) kann mit sechs bis 25 Sitzungen (oder in Einzelfällen auch mehr) deutlich variieren (28).

Zu Beginn der Behandlung sollte die Energiedichte defensiv gewählt werden. Zum einen, um keine unerwünschten Nebenwirkungen zu provo-

zieren und sich einen Eindruck über den die Hautreaktion zu verschaffen, zum anderen, da initiale Behandlungen im Vergleich zu späteren Behandlungen weniger von einer erhöhten Energiedichte profitieren (10). Im Laufe der Behandlung wird die Energiedichte, abgestimmt auf Anamnese und Hautreaktion, angepasst (8).

Einen wichtigen Faktor in der Aufklärung stellt der Punkt Sonnenexposition dar. Aufgrund des Prinzips der selektiven Photothermolyse und um das Risiko von Pigmentveränderungen zu minimieren, sollten die Patienten unter der Behandlung möglichst wenig gebräunt sein und während der gesamten Behandlungsdauer sowie sechs Wochen nach Abschluss der Behandlung direkte Sonnenexposition sowie den Besuch eines Solariums vermeiden. Dies betrifft insbesondere den

Einsatz des qs-frequenzverdoppelten Nd:YAG-Lasers/qs-KTP-Nd:YAG-Lasers (532 nm) und des qs-Rubinlasers (694 nm) aber auch des qs-Alexandritlasers (755 nm). Sollten die Patienten zum Beispiel aus beruflichen Gründen die Sonnenexposition nicht meiden können, ist für einen sehr hohen Sonnenschutz (LSF 50+) zu sorgen (8, 9, 18).

Wenn neben der Entfernung der Schmutztätowierung zusätzlich eine Glättung (»skin resurfacing«) von gegebenenfalls durch das stattgehabte Trauma entstandenen Narbenzügen in der Hauttextur gewünscht wird, kann eine Kombination des gewählten qs-Lasersystems mit einem fraktionierten CO₂- oder Erbium:YAG-Laser angewendet werden (25, 27, 28). Dies ist gleichzeitig in einer Sitzung oder auch zeitversetzt möglich.

Ziel einer Laserbehandlung von Schmutztätowierungen ist eine restitutio ad integrum beziehungsweise eine möglichst vollständige Entfernung der eingebrachten Partikel. Nicht immer gelingt die residuenfreie Aufhellung, jedoch kann in den meisten Fällen eine deutliche Besserung des Ausgangsbefunds erreicht werden (8, 9, 25, 27, 28).

Praktisches Vorgehen

Vor dem Einsatz eines qs-Lasersystems muss in aller Regel keine Anästhesie des zu behandelnden Hautareals erfolgen (9). Das bei der Behandlung auftretende Gefühl wird von Patienten als geringer Schmerz mit kribbelndem bis brennendem Charakter beschrieben, starker Schmerz kann auf eine Fehlfunktion des Lasergeräts hinweisen (8, 18).

Bei sehr schmerzempfindlichen Patienten und Kindern sollte ein anästhesierendes Externum vor dem Beginn der Behandlung aufgetragen werden (z.B. prilocain- und/oder lidocainhaltige Salbe) (8, 9, 18).

Die Wahl des qs-Lasersystems und somit der Wellenlänge orientiert sich



Abb. 3a und b: a) Schmutztätowierung der rechten Wange nach Fahrradunfall. Zustand nach fünf Behandlungen mit einer Kombination aus qs-Rubinlaser und ultragepulstem CO₂-Laser zur Glättung der narbigen Residuen. Vollständige Entfernung der Farbpartikel

an der Farbe der zu behandelnden Schmutztätowierung. Da es sich meistens um schwarze Pigmente handelt, werden Schmutztätowierungen in der Regel mit dem qs-Rubinlaser (694 nm), dem qs-Nd:YAG-Laser (1.064 nm) aber auch dem qs-Alexandritlaser (755 nm) therapiert. Der qs-frequenzverdoppelte Nd:YAG-Laser/qs-KTP-Nd:YAG-Laser wird bei rötlichem bis rostbraunem Pigment eingesetzt (8, 15, 19, 20, 24–26).

Eine Übersicht über die einzelnen qs-Lasersysteme zur Therapie von Schmutztätowierungen mit Angabe der Wellen-

länge und der behandelbaren Pigmentfarbe ist in der Tabelle aufgelistet.

Ob der Einsatz eines Pikosekundenlasers in der Behandlung von Schmutztätowierungen gegenüber einem Nanosekundenlaser zu besseren Ergebnissen oder schnelleren Resultaten führt, ist bislang nicht entschieden. Entgegen der anfänglichen Erwartungen werden auch mit dem Pikosekundenlaser zahlreiche Sitzungen zur Entfernung von Pigmentpartikeln benötigt, sodass bisher keine eindeutige Verbesserung der Therapie im Vergleich zu den herkömmlich eingesetzten qs-La-

Tabelle		
qs-Lasersysteme (mod. nach 8 u. 15)		
qs-Lasersystem	Wellenlänge (nm)	Behandelbare Pigmentfarbe
qs-Rubinlaser	694	Schwarz, braun, blau, grün
qs-Alexandritlaser	755	Schwarz, braun, blau, grün
qs-Nd:YAG-Laser	1.064	Schwarz, blau
qs-frequenzverdoppelter Nd:YAG-Laser/ qs-KTP-Nd:YAG-Laser	532	Braun, rot, orange

sersystemen zu konstatieren ist (8, 16, 17).

Während der Behandlung sollte das Handstück senkrecht gehalten werden. So wird einer Verminderung der Energiedichte entgegengewirkt und eine homogene Behandlung erreicht. Des Weiteren sollte die Applikation mit

dem für die Energiedichte maximal möglichen Strahlendurchmesser erfolgen, wodurch die Eindringtiefe erhöht und der Streuverlust vermindert wird (8, 12). Die Spots sollten leicht überlappend gesetzt werden (8).

Unmittelbar im Anschluss an die Behandlung kühlen die Patienten das be-

handelte Hautareal mit einem ausreichend großen Coolpad für 5 bis 10 Minuten. Danach kann im Hinblick auf die Reaktion der Haut beim Auftreten von Punktblutungen gegebenenfalls ein antiseptischer Verband erfolgen (8).

Begleitreaktionen und ihr Management

Die Begleitreaktionen der Therapie mit qs-Lasersystemen können in drei Gruppen unterteilt werden.

Die erste Gruppe beschreibt die transienten Nebenwirkungen. Eindrücklich ist das während der Laserbehandlung bei korrekt eingestellter Energiedichte auftretende sogenannte »whitening«, welches innerhalb von 5 bis 20 Minuten vergeht. Dabei kommt es durch die starke Erhitzung des Pigments zur konsekutiven Erhitzung intra- und extrazellulärer Flüssigkeit und folglich zur Entstehung von Dampf.



Abb. 3a und b: a) Ausgangsbefund, b) Entfernung durch fünf Behandlungen mit dem gütegeschalteten Rubinlaser

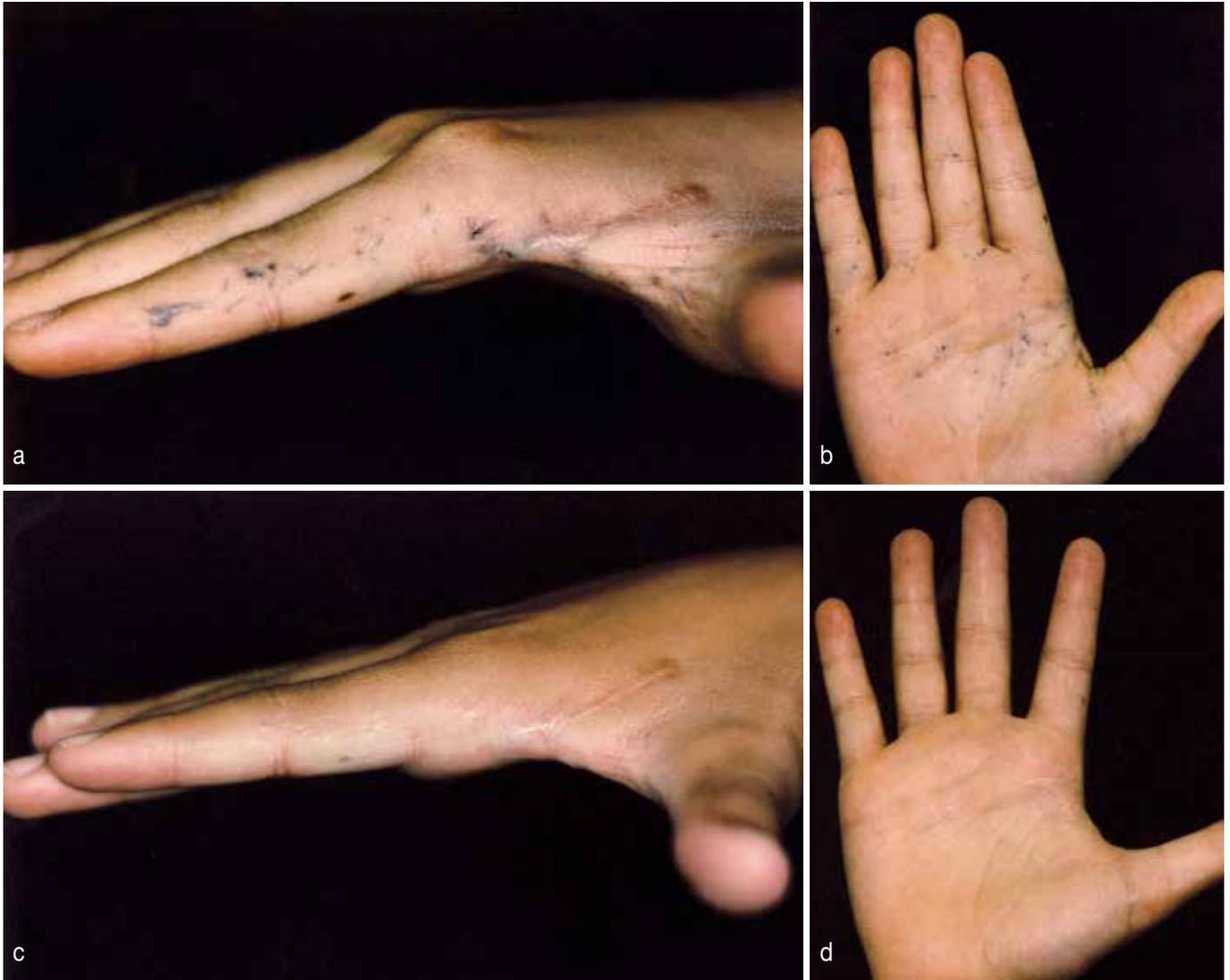


Abb. 3a–d: a) und b) Ausgangsbefund, c) und d) Entfernung durch fünf Behandlungen mit dem gütegeschalteten Rubinlaser

Dieser Dampf führt aufgrund seiner expansiven Eigenschaft zu einer mikroskopischen Aufblähung der Epidermis und somit zu einer veränderten Brechkraft, wodurch sich die Epidermis weißlich verfärbt (8, 12, 15, 18, 26).

Des Weiteren reagiert die Haut mit Erythembildung (verschwindet innerhalb von 24 Stunden), Schwellung (nicht länger als 36 Stunden) und gegebenenfalls urtikariellen Veränderungen (18, 26). Diese entstehen durch eine nicht-allergisch bedingte posttraumatische Histaminliberation und verschwinden innerhalb weniger Stunden (8, 12). Dezente Blutungen, Blasen und Krusten können innerhalb von ein bis

zwei Tagen nach der Laserbehandlung auftreten und zählen zu den normalen Begleitreaktionen (8). Zum Schutz vor Narbenbildung und Infektion sollen die Wunden nicht manipuliert werden (9, 18). Gegebenenfalls kann beim Auftreten von Punktblutungen ein Antiseptikum oder eine Wund- und Heilsalbe aufgetragen werden. Die Abheilung erfolgt innerhalb von ein bis zwei Wochen (18, 26, 28).

Zur zweiten Gruppe zählen die reversiblen Begleiterscheinungen. An dieser Stelle sind hauptsächlich die häufig auftretenden 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, bezogen auf den Laser bei qs-Rubin- beziehungsweise qs-frequenzverdoppeltem Nd:YAG-Lasersystemen/qs-KTP-Nd:YAG-Lasersystemen aber auch beim qs-Alexandritlaser (8, 24).

In der Regel bestehen die Hypopigmentierungen nicht länger als sechs Monate (9, 14). Sollten sie jedoch persistieren, kann eine Repigmentierung mittels Excimerlaser versucht werden (7, 8, 28). Seltener auftretende Hyperpigmentierungen entstehen zumeist bei dunkleren Hauttypen und bei posttherapeutischer intensiver Sonnenex-

position. Bei Persistenz der Hyperpigmentierungen kann in der sonnenärmeren Jahreshälfte der Versuch einer Behandlung mit qs-Rubin- oder qs-Alexandritlasersystemen beziehungsweise nicht-ablativen fraktionierten Lasersystemen unternommen werden (8, 23).

Die dritte Gruppe umfasst die permanenten und damit die schwerwiegendsten Begleiterscheinungen. Hier sind vor allem persistierende Pigmentverschiebungen (in 4–5 % der Fälle) und Narben zu nennen (28). Das Auftreten von Narben zeugt von einem inadäquaten Gebrauch des Lasers im Sinne von zu hoch gewählter Energiedichte beziehungsweise falscher Impulsdauer oder Behandlung von Patienten mit zu dunklem Hauttyp. Bei korrekt durchgeführten Entfernungen von Schmutztätowierungen sollte es daher nicht zur Ausbildung von Narben kommen (8).

»Pitfalls«

Bei richtiger und vorschriftsmäßiger Handhabung ist die Anwendung von qs-Lasersystemen effektiv, sicher und geht mit einer sehr hohen Zufriedenheit seitens der Patienten einher (11). Die Entfernung von Schmutztätowierungen sollte professionell von Ärzten mit Erfahrung im Bereich der dermatologischen Laserchirurgie in entsprechendem Setting durchgeführt werden (8, 26). Nur dadurch ist gewährleistet, dass die korrekte Einstellung des qs-Lasersystems im Hinblick auf Wellenlänge, Energiedichte und Impulsdauer erfolgt sowie Nebenwirkungen rechtzeitig erkannt und angemessen behandelt werden (8). Außerdem besteht bei ärztlicher Behandlung die Gewährleistung eines versicherungsrechtlichen Schutzes des Patienten.

Zusätzlich kann die Gutachterstelle für Fragen ärztlicher Haftung bei der zuständigen Ärztekammer angerufen werden (3, 8, 13). Von einer Schmutztätowierungsentfernung in einer nicht ärztlichen Einrichtung ist unbedingt abzuraten (8).

Aus rechtlichen und forensischen Gründen sollte immer eine umfangreiche Dokumentation erfolgen. Diese beinhaltet unbedingt Bilder des zu behandelnden Hautareals vor Therapiebeginn sowie die detaillierte Dokumentation der einzelnen Therapieschritte bis zuletzt zum Endergebnis (8).

Von hohem Stellenwert ist die richtige Einschätzung und Abklärung der Dignität bestehender pigmentierter Hautveränderungen vor dem Einsatz von qs-Lasersystemen. Nävuszellnävi sollten auf keinen Fall mit qs-Lasersystemen behandelt werden, um gegebenenfalls daraus resultierende Pseudomelanome und andere melanozytäre Veränderungen zu vermeiden (3, 8, 13, 26).

Fazit

Der seit Jahrzehnten beschriebene, ungebrochene Therapieerfolg in der Behandlung von Schmutztätowierungen mittels qs-Lasersystemen belegt die Effizienz dieser Behandlungsmethode. Zusammengefasst stellen qs-Lasersysteme die nebenwirkungsärmste, sicherste und effektivste Therapie dar und sind daher Mittel der Wahl. Von anderen Therapieansätzen ist, sollte die Möglichkeit zur Lasertherapie gegeben sein, abzuraten. Ebenso warnen wir ausdrücklich vor der Behandlung durch Laien. Die Entfernung von Schmutztätowierungen ist ganz klar Aufgabe von in der Lasertherapie erfahrenen Ärzten mit entsprechendem dermatologischen Hintergrundwissen.

Literatur

1. Anderson RR, Parrish JA (1981): The Optics of Human Skin. *J Invest Dermatol* 77 (1), 13–19
2. Anderson RR, Parrish JA (1983): Selective photothermolysis. Precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. *Science* 220 (4596), 524–527
3. Fusade T, Mordon SR (2011): Tattoo removal by non-physicians. Considerations about the state of legislation in France. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 25 (2), 239–240

4. Goldman L, Wilson RG, Hornby P, Meyer RG (1965): Radiation from a Q-Switched Ruby Laser: effect of repeated impacts of power output of 10 megawatts on a tattoo of man. *J Invest Dermatol* 44 (1), 69–71
5. Goldman L, Blaney DJ, Kindel DJ, Franke EK (1963): Effect of the laser beam on the skin. Preliminary report. *J Invest Dermatol* 40, 121–122
6. Graudenz K, Greve B, Raulin C (2003): Diefundierte Schmutz- und Schmucktätowierungen. Entfernung durch gütegeschaltete Laser. *Der Hautarzt* 54 (8), 756–759
7. Gundogan C, Greve B, Hausser I, Raulin C (2004): Repigmentierung persistierender laserinduzierter Hypopigmentierungen nach Tätowierungsentfernung mit dem Excimerlaser. *Der Hautarzt* 55 (6), 549–552
8. Hammes S, Raulin C (2017): Entfernung von Tätowierungen – State of the Art 2017. *derm Praktische Dermatologie* 23, 523–535
9. Hellwig S, Schönermark MP, Raulin C (1996): Schmutztätowierungen: Entfernung durch den gütegeschalteten Rubinlaser. *HNO* 44, 592–594
10. Humphries A, Lister TS, Wright PA, Hughes MP (2013): Finite element analysis of thermal and acoustic processes during laser tattoo removal. *Lasers in Surgery and Medicine* 45 (2):108–115
11. Hutton Carlsen K, Esmann J, Serup J (2017): Tattoo removal by Q-switched yttrium aluminium garnet laser. Client satisfaction. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 31 (5), 904–909
12. Karsai S, Pfirrmann G, Hammes S, Raulin C (2008): Treatment of resistant tattoos using a new generation Q-switched Nd:YAG laser: influence of beam profile and spot size on clearance success. *Lasers in Surgery and Medicine* 40 (2), 139–145
13. Karsai S, Krieger G, Raulin C (2010): Tattoo removal by non-professionals-medical and forensic considerations. *J Eur Acad Dermatol Venereol* 24 (7), 756–762
14. Leuenberger ML, Mulas MW, Hata TR, Goldman MP, Fitzpatrick RE, Grevelink JM (1999): Comparison of the Q-switched alexandrite, Nd:YAG, and ruby lasers in treating blue-black tattoos. *Dermatol Surg* 25 (1), 10–14
15. Pfirrmann G, Karsai S, Roos S, Hammes S, Raulin C (2007): Tätowierungsentfernung – State of the Art. *JDDG* 5, 889–897
16. Pinto F, Große-Büning S, Karsai S, Weiß C, Bäuml W, Hammes S, Felcht M, Raulin C (2017): Neodymium-doped yttrium aluminium garnet (Nd:YAG) 1,064-nm picosecond laser vs. Nd:YAG 1,064-nm nanosecond laser in tattoo removal: a randomized controlled single-blind clinical trial. *Br J Dermatol* 176 (2) 457–464
17. Pohl L, Kaiser K, Raulin C (2013): Pitfalls and recommendations in cases of laser removal of decorative tattoos with pigmented lesions. Case report and review of the literature. *JAMA Dermatol* 149 (9), 1087–1089
18. Raulin C, Schönermark MP, Greve B, Werner S (1998): Q-switched ruby laser treatment of tattoos and benign pigmented skin lesions. A critical review. *Ann Plast Surg* 41 (5), 555–565
19. Raulin C (1997): Entfernung von Tätowierungen mittels Laser. *derm Praktische Dermatologie* 3, 511–512

20. Raulin C, Emonds T (1998): Entfernung von Schmutztätowierungen durch gütegeschaltete Laser. *Der Chirurg* 69, 1270–1274
21. Raulin C, Kimmig W, Hellwig S (1996): Entfernung von Tätowierungen und benignen pigmentierten Hautveränderungen mit dem gütegeschalteten Rubinlaser. *Zeitschrift für Hautkrankheiten* 72 (2), 129–134
22. Reid WH, McLeod PJ, Ritchie A, Ferguson-Pell M (1983): Q-switched Ruby laser treatment of black tattoos. *Br J Plast Surg* 36 (4), 455–459
23. Schmitt L, Raulin C, Karsai S (2009): Fraktionierte Photothermolyse. Behandlung der postinflammatorischen Hyperpigmentierung nach Wiesengräserdermatitis. *Der Hautarzt* 60 (7), 573–577
24. Khoschbin T, Raulin C (2019): Entfernung von Laientätowierungen nach der R20-Methode durch eine Kombination aus gütegeschaltetem Nd:YAG- und Rubinlaser. *derm Praktische Dermatologie* 25, 51–62
25. Weisel G, Pillekamp H (2011): Behandlung von Pulverschmauch- und Fremdkörpereinsprengungen. *HNO* 59 (8), 807
26. Werner S, Drosner M, Raulin C (1999): Entfernung von Tätowierungen mit dem gütegeschalteten Rubinlaser (694 nm) und dem gütegeschalteten Nd:YAG-Laser (532 und 1.064 nm) Eine Retrospektivstudie. *Der Hautarzt* 50 (3), 174–180
27. Worret WI, Raulin C, Greve B, Hammes S (2009): So verschwinden Tätowierungen und Permanent-Make-Up. *Ästhetische dermatologie* 5, 6–12
28. Worret WI, Raulin C (2016): Behandlung mit Nanosekundenlasern – Entfernung von Tätowierungen. *ästhetische dermatologie* 1, 15–17

Anschrift für die Verfasser:

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

