

*Die Entscheidung für ein Tattoo erfordert Weitblick.*



© timnewman/iStock

Behandlung mit Nanosekundenlasern

## Entfernung von Tätowierungen

Wolf-Ingo Worret<sup>1</sup>, Christian Raulin<sup>2</sup>, – <sup>1</sup> München, <sup>2</sup> Laserklinik Karlsruhe

Die Renaissance der Tätowierkultur in den westlichen Ländern hat erst in den späten 80er-Jahren des 19. Jahrhunderts wieder begonnen. Mit ihr entwickelte sich – natürlich unabhängig voneinander – auch die dermatologische Lasertherapie.

1963 veröffentlichten Goldman et al. den ersten Bericht über die erfolgreiche Entfernung einer schwarzen Tätowierung [1]. Erst 1983 wurde die Methode von Reid et al. wieder aufgegriffen und ist mittlerweile zu einer effektiven und erfolgreichen Methode geworden [2]. Etwaige Lösungen und Säuren zur Tätowierungs-entfernung haben sich allesamt als enttäuschend erwiesen und führen zu in einer massiven Narbenbildung. Auch mittels einer weiteren korrigierenden Camouflage oder Übertätowierung eine Optimierung zu erreichen führt nur selten zu guten Resultaten.

### Lasersysteme und Wirkweise

Die Entfernung von Tätowierungen gehört zu den wichtigsten Indikationen gütegeschalteter Lasersysteme, die Impulslängen im Nanosekundenbereich (bis circa 40 ns) besitzen. Im Wesentlichen werden der gütegeschaltete Rubin- (Wellenlänge 694 nm), der Nd:YAG- (Wellenlänge 1.064 bzw. 532 nm) und der Alexandritlaser (Wellenlänge 755 nm), in den USA zusätzlich

noch der Blitzlampen-gepumpte Farbstofflaser der Wellenlänge 510 nm, eingesetzt. Die primären Zielstrukturen im Falle von Schmuck- und Schmutztätowierungen sind exogen eingebrachte Farbpigmente bzw. deren intrazelluläre Ansammlungen. Der Vorgang der Pigmententfernung ist noch nicht vollständig geklärt. Histologische und elektronenmikroskopische Untersuchungen vor und nach einer Laserbehandlung lassen verschiedene Prozesse vermuten (Ferguson et al. [3]). Einer der wichtigsten Wirkmechanismen gütegeschalteter Lasersysteme ist das Prinzip der „selektiven Photothermolyse“. Dabei kommt es zu einer selektiven und schnellen Aufheizung (> 1.000 °C) der absorbierenden Zielstrukturen, die dann durch sogenannte Schockwellen und schnelle thermische Expansion ihre Integrität verlieren.

Die Aufhellung der pigmentierten Hautveränderungen bzw. der Tätowierungen scheint dann über zwei Wege zu erfolgen. Zum einen können die freigesetzten, zum Teil fragmentierten

Partikel im Rahmen einer nachfolgenden Entzündungsreaktion leichter phagozytiert und über Lymphbahnen abtransportiert werden. Zum anderen führt die Auflösung einer großen Anzahl von pigmentreichen Keratinozyten zu einer epidermalen Nekrose, die klinisch als Krustenbildung imponiert und durch die ebenfalls „Farbe“ eliminiert wird.

### Schmucktätowierungen und Permanent-Make-up

Das Ansprechen von Schmucktätowierungen auf eine Lasertherapie ist von der Art der Tätowierung (Laien- oder Profitätowierung), den verwendeten Farben, der Pigmentdichte und der Lokalisation abhängig.

Profitätowierungen benötigen deutlich mehr Laserbehandlungen als Amateurtätowierungen (durchschnittlich 10–15 versus 4–6 Sitzungen). In Einzelfällen können bei Profitätowierungen sogar über 20 Behandlungen notwendig werden bzw. auch Farbresiduen verbleiben. In einer retrospektiven Studie von Werner et al. kam es trotz Mehrfachbehandlungen und Wechsel der Lasersysteme bei insgesamt 7 von 68 Laien- und 10 von 25 Profitätowierungen nicht zu einer 100%igen Clearance [4]. Zurückzuführen ist dies unter anderem auf die Pigmentdichte und die ungünstigen Farben. Im Falle von Profitätowierungen ist diese aufgrund der Verwendung von Tätowiermaschinen sehr viel höher, gleichmäßiger und tiefer, was zwar die Farbtintensität erhöht, aber die Entfernung problematisch werden lässt.

Aufgrund der variablen Farbelemente und Farbzusammensetzungen wird verständlich, dass bei mehrfarbigen Tätowierungen für einen optimalen Therapieerfolg auch immer mehrere Lasersysteme mit unterschiedlichen Wellenlängen zum Einsatz kommen müssen. Die Absorptionsmaxima der verschiedenen Farben wurden von Haedersdal et al. evaluiert und können der ►Tabelle 1 entnommen werden [5]. In der klinischen Anwendung haben sich für schwarze, schwarz-blaue, blaue und braune Tätowierungen alle Lasersysteme (Rubin-, 1.064-nm-Nd:YAG-, Alexandritlaser) bewährt. Rote und orangefarbene Tätowierungen absorbieren nur Licht des gütegeschalteten frequenzverdoppelten Nd:YAG-Lasers und des gepulsten Farbstofflasers (510 nm). Grüne Tätowierungen hellen am besten nach Behandlung mit dem gütegeschalteten Rubin- oder Alexandritlasers auf. Violett, gelb, weiß und „hautfarben“ lassen sich dagegen nur unbefriedigend entfernen.

Auch die Lokalisation kann sich auf den Behandlungserfolg auswirken. Distal gelegene Tätowierungen an Unterarmen und Unterschenkeln lassen sich, möglicherweise aufgrund eines schlechteren Lymphabflusses, langsamer aufhellen.

Bei der Entfernung von kosmetischen Tätowierungen (Permanent-Make-Up von Augenbrauen, Lippenkonturen etc.) ist es dringend erforderlich, zunächst eine Probebehandlung durchzuführen, um einen, möglicherweise auch irreversiblen Farbumschlag (sogenanntes Ink-Darkening), z. B. von rot nach grün oder schwarz zu erkennen.

Anderson et al. berichten, dass in zwei von fünf Fällen weitere Laserbehandlungen den Farbumschlag nicht mehr beeinflussen konnten [6]. Unsere Erfahrungen haben die Irreversibilität bislang nicht bestätigen können, allerdings waren in der Regel zahlreiche Sitzungen bis zur vollständigen Aufhellung notwendig. Gute Erfolge lassen sich auch bei ausgelaufenem Permanent-Make-Up erzielen, ein Erscheinungsbild, das nicht selten zu beobachten ist.

### T1 Absorptionsmaxima der verschiedenen Tätowierfarben (nach Haedersdal et al. [5])

Farbe	Absorptionsmaximum (Median, nm)
Schwarz	600–800
Blau	620–730
Dunkelblau	630–800
Grün	630–740
Grau	610–800
Orange	500–525
Violett	550–640
Rot	505–560
Rosa	530–560
Gelb	450–510

### Schmutztätowierungen

Schmutztätowierungen entstehen typischerweise nach Explosions-, Inokulations- oder Abschürfungstraumata. Die Therapie der ersten Wahl ist zunächst die vorsichtige physikalische Entfernung oder Ausbürstung der Fremdkörper (Staub, Erde, Asphalt, Metall- oder Schwarzpulverteilchen) unter Spülung mit physiologischer Kochsalzlösung oder 0,1-prozentiger Oxyzyanat-Lösung innerhalb der ersten 24 Stunden.

Schwierigkeiten bereitete bislang die Entfernung verbliebener Pigmentreste auch nach lege artis erfolgter Ausbürstung. Auch hier haben sich die gütegeschalteten Lasersysteme (Rubin-, Nd:YAG- und Alexandritlaser) in den letzten Jahren als hervorragende Behandlungsmethode erwiesen.

Die Anzahl der erforderlichen Sitzungen ist hierbei im Wesentlichen, wie auch bei den Tätowierungen, von der Tiefe, Größe und Farbe der Schmutzpartikel abhängig [7]. Schwarzpulvereinsprengungen, die mit großer Energie auf die Haut auftreffen und tief penetrieren, benötigen im Gegensatz zu oberflächlich sitzenden Schmutztätowierungen, wie sie nach Abschürfungstraumata zu beobachten sind, mehr und energiereichere Behandlungen. Im Durchschnitt werden für sehr oberflächlich gelegene Schmutztätowierungen zwischen 3–7 Sitzungen angegeben, für Explosionstraumata reichen die Angaben von 6–25 Sitzungen. Allerdings gelingt auch bei Schmutztätowierungen nicht in allen Fällen eine vollständige Aufhellung.

Sollen zusätzlich narbige Residuen geglättet werden oder eine schnelle Aufhellung erzielt werden, kann die Behandlung mit dem fraktioniertem CO<sub>2</sub>- oder Erbium:YAG-Laser kombiniert werden.

### Begleitreaktionen, Nebenwirkungen und Komplikationen

Für einige Minuten bestehende umschriebene Weißfärbungen sowie Erytheme und Ödeme sind transiente, jedoch obligat auftretende Begleitreaktionen einer Lasertherapie mit gütegeschalteten Lasersystemen. Daneben entwickeln sich, ebenfalls abhängig vom Lasersystem und der Energiedichte, häufig Blasen, Blutungen und Krusten, die innerhalb von 1–2 Wochen abheilen. Da das physiologische in der Epidermis enthaltene Melanin ebenfalls das Laserlicht absorbiert, ist das Risiko für reversible Hypopigmentierungen, die bis zu 6 Monate persistieren können, mit dem Rubin- und frequenzverdoppelten Nd:YAG-Laser am größten. Permanente Narben und/oder dauerhafte Pigment-

verschiebungen kommen bei den oben genannten Lasersystemen in circa 4–5 % der Fälle vor. Es kann versucht werden, diese Hypopigmentierungen mit dem Excimer-Laser erneut zur Repigmentierung anzuregen.

### Ausblick

Die Entfernung von Tätowierungen ist leider weitaus langwieriger als deren Entstehung. Bislang ist noch wenig über die Interaktionen zwischen Laserimpulsen und chemischen Alterationen der Tätowierfarben bekannt. Hier besteht Aufklärungsbedarf. Auch die weitere Entwicklung geeigneter Tätowierfarben wäre in Anbetracht der steigenden Popularität von Tätowierungen ein Schritt in die richtige Richtung, die insbesondere von den Tätowierern im Sinne einer dauerhaften Kundenzufriedenheit intensiv verfolgt werden sollte. Toxische, verstärkt allergieauslösende und problematisch zu entfernende Farben sollten ebenfalls freiwillig von den Tätowierern zum Schutze der Kunden vom Markt genommen werden. Zu fordern wäre, dass für Tätowierfarben, wie für Kosmetika schon lange unabdinglich, eine Deklarationspflicht bzw. die Richtlinien des Bundesgesundheitsministeriums gelten sollten.

Studienergebnisse von Ross et al. lieferten Hinweise darauf, dass möglicherweise Laser mit Impulsdauern im Picosekundenbereich die Zukunft gehört, wobei die analytische Bewertung der vorliegenden neueren Studien kritisch erfolgen sollte [8]. In einer aktuellen industrieunabhängigen randomisierten Split-Studie evaluieren wir, ob der Nd:YAG-Picosekundenlaser gegenüber dem Nanosekundenlaser wesentliche Vorteile hat.

Interessant ist auch die Frage, in welchem Umfang eine Laserbehandlung mit einem Nanosekundenlaser nach der R20-Methode (2–4 Behandlungen mit 20-minütiger Pause) oder mit ablativen Verfahren kombiniert, eine effektivere Aufhellung im Vergleich zur alleinigen Behandlung mit einem Nano- oder Pikosekundenlaser brächte,

Des Weiteren wird an der Verbesserung der Elimination (Lymphtransport, Phagozytose) der Farbpartikel aus der Haut geforscht. Abschließend sei noch darauf hingewiesen, dass die vorgenannten Laserbehandlungen ausschließlich von qualifizierten dermatologisch erfahrenen Ärzten (z. B. Deutsche Dermatologische Lasergesellschaft oder D.A.L.M.-Absolventen) durchgeführt werden sollten [9].

Literatur unter [www.springermedizin.de/aesthetische-dermatologie](http://www.springermedizin.de/aesthetische-dermatologie)

---

#### Korrespondenzadressen

**Prof. Dr. Christian Raulin**

Laserklinik Karlsruhe  
Kaiserstr. 104  
76133 Karlsruhe

**Prof. Dr. Wolf-Ingo Worret**

Korbiniplatz 4d  
80807 München  
[wolf-ingo.worret@muenchen-mail.de](mailto:wolf-ingo.worret@muenchen-mail.de)

---

Hier steht eine Anzeige.

 Springer

Literatur

1. Goldman L, Blaney DJ, Kondel DJ, Franke EK (1963) Effect of the laser beam on the skin: a preliminary report. *J Invest Dermatol* 40:21
2. Reid WH, McLeod PJ, Ritchie A, Ferguson-Pell M (1983) Q-switched ruby laser treatment of black tattoos. *Br J Plast Surg* 36:455-459
3. Ferguson JE, Andrew SM, Jones CJP, August PJ (1997) The Q-switched Neodymium:YAG laser and tattoos: a microscopic analysis of laser - tattoo interaction. *Br J Dermatol* 137:405-410
4. Werner S, Drosner M, Raulin C (1999) Entfernung von Tätowierungen mit dem gütegeschalteten Rubinlaser (694 nm) und dem gütegeschalteten Nd-YAG Laser (532 und 1064 nm). Eine Retrospektivstudie. *Hautarzt* 50:174-180
5. Haedersdal M, Bech-Thomsen N, Wulf C (1996) Skin reflectance-guided laser selections for treatment of decorative tattoos. *Arch Dermatol* 132:403-407
6. Anderson RR, Geronemus R, Kilmer SL, Farinelli W, Fitzpatrick RE (1993) Cosmetic tattoo ink darkening. A complication of Q-switched and pulsed-laser treatment. *Arch Dermatol* 129:1010-1014
7. Raulin C, Emonds T (1998) Entfernung von Schmutztätowierungen durch gütegeschaltete Laser. *Chirurg* 69:1270-1274
8. Ross V, Naseef G, Lin G, Kelly M, Michaud N, Flotte TJ, Raythen J, Anderson RR (1998) Comparison of responses of tattoos to picosecond and nanosecond Q-switched neodymium:YAG lasers. *Arch Dermatol* 134:167-171
9. Karsai S, Krieger G, Raulin C (2010) Tattoo removal by non-professionals medical and forensic considerations. *JEADV* 24:756-62
10. Becker G, Beske Ch, Mainka M, Werner D (1987) Zur Toxikologie der Tätowierungsfarbstoffe. *Med Welt* 38:1253-1257
11. Bernstein E. F, Schomacker, A. K. T., Basilavecchio, L. D. Plugis J. M, and Bhawalkar, J. D "A Novel Dual-Wavelength , Nd : YAG , Picosecond-Domain Laser Safely and Effectively Removes Multicolor Tattoos," no. June, pp. 1-7, 2015
12. Boden D., Worret WI (1998) Permanent Make up. *Kosmet Med* 19, 23-26
13. Delio M (1994) Tattoo - Tätowierung - der wiederentdeckte Kult. Bassermann'sche Verlagsanstalt, Niedernhausen/Ts.
14. Kossida, T, Rigopoulos D, Katsambas A. "Optimal tattoo removal in a single laser session based on the method of repeated exposures," *J. Am. Dermatology*, vol. 66, no. 2, pp. 271-277, 2011.
15. Timko A, Miller CH, Johnson FB, Ross V (2001) In vitro quantitative chemical analysis of tattoo pigments. *Arch Dermatol* 137:143-147
16. Sardana R, Ranjan R, Kochhar A, MahajanK, Garg V, "A rapid tattoo removal technique using a combination of pulsed Er:YAG and Q-Switched Nd:YAG in a split lesion protocol.," *J Cosmet Laser Ther.*, vol. 17 (4), pp. 177-83, 2015.