

S2k-Leitlinie

Lasertherapie* der Haut

AWMF-Register-Nr.: 013-095, 2022

ICD-10 Code: -

Schlagworte: Lasertherapie, Laser

Zitation der Leitlinie: S2k-Leitlinie „Lasertherapie* der Haut“ (AWMF-Registernr. 013-095). 2021

Stand: 11.01.2022

Gültig bis: 10.01.2027

*Lasertherapie der Haut unter Berücksichtigung von Strahlquellen mit ähnlichen Wirkungen an der Haut

Leitlinienkoordination: Prof. Dr. Uwe Paasch



Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	5
Abbildungsverzeichnis	6
Abkürzungen	7
1. Klinische Einleitung	9
Ablativ wirkende Laser	12
Nicht ablativ wirkende Laser	13
Intense pulsed light (Hochenergetische Blitzlampe, 250–1.200nm)	15
Allgemeine Hinweise zur Leitlinie / ärztliche Sorgfaltspflicht.....	15
2. Indikationsbezogene Empfehlungen	22
2.1. Vermehrt melanozytenhaltige Hautveränderungen	22
Lentiginos und Café-au-Lait-Fleck	23
Pigmentierter melanozytärer Naevus	24
Dermaler (melanozytärer) Naevus	24
Becker-Naevus	25
Naevus Ota – Naevus Hori - Naevus Ito	25
Melasma	26
2.2. Nicht-vermehrt melanozytenhaltige Hautveränderungen	27
Epheliden	27
Postinflammatorische Hyperpigmentierungen einschließlich Berloque-Dermatitis.....	28
Medikamenteninduzierte Dyschromien (z.B. Amiodaron, Minocyclin, Bleomycin, Chloroquin, Phenothiazine, trizyklische Antidepressiva).....	29
Seborrhoische Keratose.....	29
Schmutztätowierungen	30
Schmucktätowierungen.....	30
Metallablagerungen (z.B. Amalgam, Eisen)	32
2.3. Hypopigmentierungen	32
Vitiligo.....	32
2.4. Benigne nicht pigmentierte Neoplasien	33
Fibröse Nasenpapil	34
Naevus sebaceus.....	34
Epidermaler Naevus.....	35
Neurofibrome.....	35
Seboglanduläre Hyperplasie / Talgdrüsenhyperplasien.....	35
Syngome.....	36
Xanthelasma palpebrarum	36
2.5. Entzündliche Dermatosen	37

Akne papulopustulosa/conglobata.....	37
Akne inversa / Hidradenitis suppurativa	38
Sinus pilonidalis.....	39
Granuloma faciale.....	39
Lichen sclerosus	40
Lupus erythematoses	41
Psoriasis vulgaris	41
Rosazea und Rhinophym	41
2.6. Falten / Dermatochalasis / Striae.....	44
2.7. Hypertrichose / Haare.....	46
2.8. Narben	52
Atrophe Narben	52
Hypertrophe Narben	53
Keloide	54
Verbrennungs- und Verbrühungsnarben	55
Laser assisted skin healing (LASH)	56
2.9. Onychomykosen.....	57
2.10. Präkanzerosen und maligne Tumoren	58
Aktinische Keratosen / Feldkanzerisierung.....	58
Cheilitis actinica	60
Basalzellkarzinom.....	61
2.11. Vaskuläre Hautveränderungen	63
Angiokeratom.....	63
Benigne vaskuläre Läsionen (Angiom, Hämangiom, Malformation).....	64
Besenreiser	66
Granuloma teleangiectaticum (pyogenicum) (Laser OP Kombination).....	67
Rubeosis (Erythrosis interfollicularis colli, Ulerythema ophryogenes)	68
Vaskuläre Malformationen (Naevus flammeus)	69
Teleangiektasien	71
Morbus Osler (HHT), Besonderheiten	72
2.12. Virale Hautveränderungen.....	72
Condylomata acuminata	72
Mollusca contagiosa	74
Verrucae planae juveniles	75
Verrucae vulgares, Verrucae palmares et plantares	76
3. Allgemeine regulatorische Hinweise	77
3.1. Rechtslage.....	77

3.2.	Medizinproduktrecht: Geräte- und Betriebssicherheit	80
3.3.	Arbeits- und Unfallschutz: Laserschutz und Lasersicherheit.....	83
3.4.	Patientenschutz: Schutz vor Nebenwirkungen und Risiken der Behandlung	86
4.	Tools zur Implementierung	88
5.	Limitationen der Leitlinie	88
6.	Forschungsbedarf	89
7.	Informationen zu dieser Leitlinie	89
7.1.	Projektdaten	89
7.2.	Expertenkommission und Methodengruppe	90
7.3.	Hinweise zur Anwendung von Leitlinien	91
7.4.	Geltungsbereich, Anwenderzielgruppe und Ziele der Leitlinie.....	91
7.5.	Finanzierung	91
7.6.	Umgang mit Interessenkonflikten.....	92
8.	Methodik	93
8.1.	Auswahl und Bewertung der Evidenz	93
8.2.	Generierung von Empfehlungen / Konsensuskonferenz.....	93
8.3.	Empfehlungsstärken, Wording und Symbolik	93
8.4.	Begutachtung der Leitlinie.....	94
8.5.	Pilotierung, Evaluierung und Implementierung	94
8.6.	Aktualisierung der Leitlinie	94
8.7.	Verwertungsrechte	94
8.8.	Erklärung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten	95
9.	Referenzen	100

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Wellenlängenbereiche von Licht und ihre Bezeichnung [8].....	10
Tabelle 2: Tattoorentfernung: Wellenlängen bei verschiedenen gütegeschalteten Lasersystemen (ns-oder ps-gepulst) und zugehörige Pigmente bei Schmucktätowierungen, in Anlehnung an [59, 60]	31
Tabelle 3: Einteilung der Rezidivrisikostufen bei Basalzellkarzinomen nach [132]	61
Tabelle 4: Übersicht anzuwendender gesetzlicher Regelungen	78
Tabelle 5: Projektdaten – Übersicht.....	89
Tabelle 6: Mitglieder der Expertenkommission und Methodengruppe	90
Tabelle 7: Empfehlungsstärken – Wortwahl, Symbolik und Interpretation (modifiziert nach Kaminski-Hartenthaler)	93

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Einteilung von Lasertypen, adaptiert nach [1]	9
Abbildung 2: Beispiele für klassische Laser- und Lichtsysteme der Haut, modifiziert nach (Kapitel 1.6, [4])	10
Abbildung 3: Absorptionsspektrum von Chromophoren und Wasser in der Haut [4]	11
Abbildung 4: Suszeptibilität für Lasertherapie zur Haarentfernung nach Körperarealen bei Frauen [116] .	50
Abbildung 5: Suszeptibilität für Lasertherapie zur Haarentfernung nach Körperarealen bei Männern [116]	51

Abkürzungen

5-FU	Fluorouracil
AFXL	ablative fractional laser / ablativ fraktionale Laser
AK	Aktinische Keratose
AKNIR	Arbeitskreis "Nichtionisierende Strahlung"
ALA	Amino-Lävulinsäure
BCC	Basal cell carcinoma, Basalzellkarzinom
bFGF	Fibroblastenwachstumsfaktors
BK	Berufskrankheit
CM-AVM	Kapilläre Malformation-arteriovenöse Malformation
CO ₂	Carbondioxid / Kohlenstoffdioxid
CW	Continuous wave
EBD	energy bases devices
Er:YAG-Laser	Erbium-dotierter Yttrium-Aluminium-Granat-Laser
FDA	Food and Drug Administration
GP	Granuloma pyogenicum
HF	Hochfrequenz
HHT	Hereditäre Hämorrhagische Teleangiektasie
HIFU	Hochintensiver fokussierter Ultraschall
HPV	Humane Papillomviren
IPL	intense pulsed light
IR-A	Infrarot A
IR-B	Infrarot B
IR-C	Infrarot C
ISSVA	International Society for the Study of Vascular Anomalies
KTP	Kaliumtitanylphosphat-Kristall
LADD	Laser assisted drug delivery
LBO	Lithium-Borat-Kristall
LEDs	Licht-emittierende Dioden
MCV	Molluscum-contagiosum-Virus
MRT	Magnetresonanztomographie
Nd	Neodym
NIR	near infrared
NiSV	Verordnung zum Schutz vor schädlichen Wirkungen nichtionisierender Strahlung bei der Anwendung am Menschen
nm	Nanometer
NW	Nebenwirkungen
OCT	Optische Kohärenztomografie
OM	Onychomykose
OSI	Onychomycosis severity index
PDL	Pulsed dye laser / Farbstofflaser
PDT	photodynamische Therapie
PE	Probeexzision
PWS	Port-wine stain
q-sw	q-switched
RF	Radiofrequenz

SCC	Squamous cell carcinoma (Plattenepithelkarzinom, Spinozelluläres Karzinom)
SED	Standard-Erythemdosen
SSK	Strahlenschutzkommission
STD	sexually transmitted diseases
SWS	Sturge-Weber Syndrom
TROS	Technische Regeln zur OStrV
UV-A	Ultraviolett A
UV-B	Ultraviolett B
UV-C	Ultraviolett C
Vis	„visible“, eng. für „sichtbar“
YAG	Yttrium-Aluminium-Granat
YSGG	Yttrium-Scandium-Gallium-Granat

1. Einleitung zur Technik und dem klinischen Einsatz von Lasern

Die Einteilung der an der Haut genutzten Laser erfolgt üblicherweise nach dem Zielchromophor. Die wichtigsten Zielchromophore sind Hämoglobin, Melanin, exogene Pigmente und Wasser. Daraus ergeben sich auch die klinischen Haupteinsatzgebiete.

Eine weitere Einteilungsmöglichkeit der Laser ist die Gliederung nach ihrem Lasermedium oder den möglichen Laserwellenlängen. Abbildung 1 gibt einen groben Überblick über eine übliche Kategorisierung.

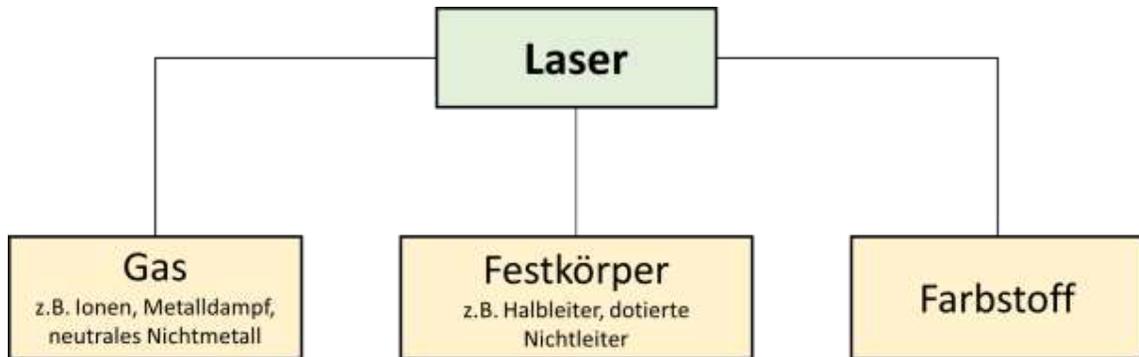


Abbildung 1: Einteilung von Lasertypen, adaptiert nach [1]

Biologische Wirkungen an der menschlichen Haut

Laserstrahlung verursacht unterschiedliche biologische Wirkungen in der menschlichen Haut, der Hautanhangsgebilde und der Subcutis. Sie kann allerdings gefährlich für Haut und Augen sein.

Zum Gefährdungspotenzial bei der Anwendung von Lasern und anderen optischen Strahlungsquellen an der menschlichen Haut gibt es von der Strahlenschutzkommission (SSK) ausführliche Empfehlungen mit wissenschaftlicher Begründung [2].

Laserstrahlung zeichnet sich dadurch aus, dass sie monochromatisch (einfarbig) ist sowie räumlich und zeitlich eine hohe Kohärenz zeigt. Durch seine Parallelität ist ein Laserstrahl besonders gut fokussierbar. Der Strahldurchmesser vergrößert sich nur sehr wenig mit der Entfernung zur Laserstrahlaustrittsstelle.

In der Dermatologie werden Lasersysteme unterschiedlichster Wellenlängen eingesetzt (Beispiele siehe Abbildung 2), die oft mit spezifischen Absorbern bzw. Zielstrukturen in der Haut korrespondieren. Voraussetzung für die selektive Zerstörung einer bestimmten Zielstruktur in der Haut (selektive Photothermolyse [3] und selektive Photokoagulation), ohne thermische Schädigung im umliegenden Gewebe, ist die selektive Absorption des Laserstrahlung in der Zielstruktur sowie die Wahl der geeigneten Impulsdauer und einer ausreichend hohen Energie der Laserstrahlung.

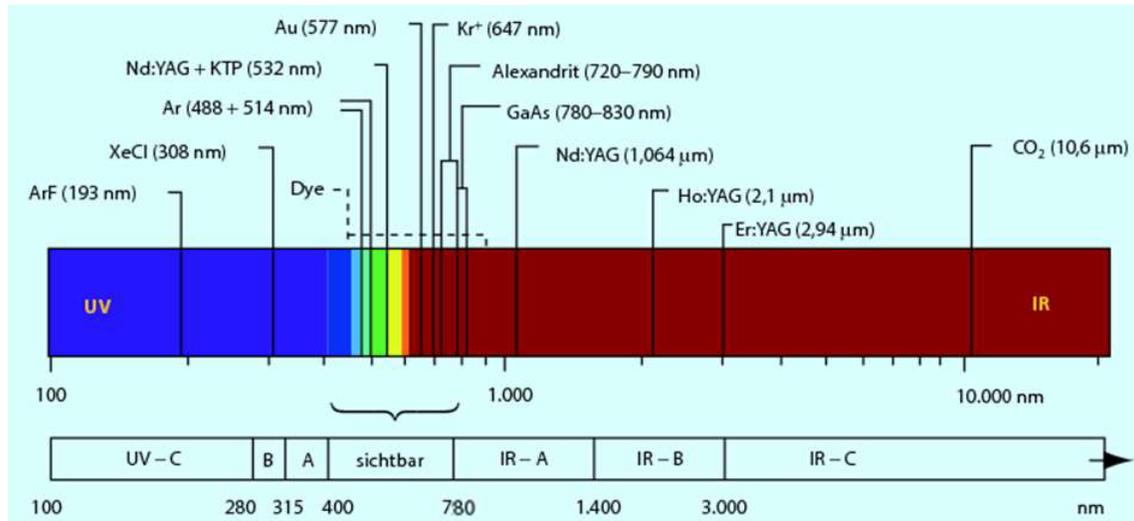


Abbildung 2: Beispiele für klassische Laser- und Lichtsysteme der Haut, modifiziert nach (Kapitel 1.6, [4])

Biophysikalische Interaktionen von Laserlicht und der Haut

Die Wechselwirkung zwischen Laser und Gewebe besteht meist in Form von thermischen Effekten (sog. einfache Erhitzung), bio-chemischer Veränderung (wie bei der photodynamischen Therapie, PDT) oder Ablation (Verpuffung oder Verdampfung von Gewebe). [5] Dazu kommen die Erzeugung von Plasma und der optische Durchbruch bei hohen Laserintensitäten mit Impulsdauern von Nano- oder Pikosekunden [6].

Wichtige Laserparameter

Neben der Absorption im jeweiligen Zielchromophor bestimmt die **Wellenlänge** (Einheit Nanometer, nm) eines Lasers die Eindringtiefe der Laserstrahlung in das Gewebe. Die Eindringtiefe nimmt mit zunehmender Wellenlänge im sichtbaren Bereich zu, um bei Einsetzen der Absorption in Wasser im nahen Infrarotbereich wieder abzunehmen. Laserstrahlung kann technisch in den Wellenlängenbereichen der optischen Strahlung zwischen 100nm und 1mm realisiert werden (Tabelle 1) [7]:

Tabelle 1: Wellenlängenbereiche von Licht und ihre Bezeichnung [8]

Wellenlängenbereiche in nm	Bezeichnung
100-280	Ultraviolett C (UV-C)
280-315	Ultraviolett B (UV-B)
315-400	Ultraviolett A (UV-A)
400-700	Sichtbare ¹ Strahlung (VIS)
700-1.400	Infrarot A (IR-A)
1.400-3.000	Infrarot B (IR-B)
3 000-1.000.000	Infrarot C (IR-C)

Die applizierte **Energiedichte** (Einheit Joule pro cm², J/cm²) muss je nach Indikation so gewählt werden, dass der gewünschte Effekt im Gewebe erreicht wird. Außerdem ist die **Pulsdauer** (Einheit Sekunde, s) entscheidend für eine nebenwirkungsarme und erfolgreiche Lasertherapie. Sie sollte entsprechend der thermischen Relaxationszeit der Zielstruktur gewählt werden. Die **thermische Relaxationszeit** ist definiert als die Zeit, die eine Zielstruktur braucht, um die Hälfte, durch die absorbierte Laserstrahlung deponierte thermische Energie an die Umgebung abzugeben. Je größer die Zielstruktur, desto länger ist die thermische

¹Wie von dem Arbeitskreis "Nichtionisierende Strahlung" (AKNIR) definiert, weicht die Einteilung von den bei inkohärenter Strahlung üblichen Wellenlängen (vgl. Abbildung 2) ab, was sich in der Strahlungsbewertung für das Auge begründet.

Relaxationszeit und desto länger kann die Pulsdauer der Laserstrahlung sein. Wichtig für die Praxis ist, dass sehr kleine Zielstrukturen (e.g. Tattoo-Pigmente) niemals langen Pulsdauern ausgesetzt werden dürfen.

Werden zum Beispiel Pigmentläsionen behandelt, welche aus Pigmentpartikel mit geringer Größe bestehen (demzufolge gilt die Ausnahme von Haaren), müssen sehr kurze Pulszeiten eingesetzt werden. Üblicherweise werden dazu gütegeschaltete (q-switched, q-sw, qs) Lasersysteme verwendet. Q-sw-Systeme emittieren Riesenimpulse hoher Leistung und Energiedichte (100mJ bis 1J) mit Pulslängen von etwa 300ps bis 80ns. Größere Zielstrukturen (wie zum Beispiel Haare oder Teleangiectasien mit Gefäßdurchmessern von 1-2 mm) hingegen erfordern längere Pulsdauern. Gefäße benötigen beispielsweise für einen suffizienten Verschluss Pulslängen um etwa 30 ms behandelt werden.

Die **Spotgröße** (Einheit mm) sollte je nach Indikation und Größe des zu behandelnden Areals bzw. der Zielstruktur gewählt werden. Je größer der Spotdurchmesser, desto größer ist auch die Eindringtiefe an der menschlichen Haut [9].

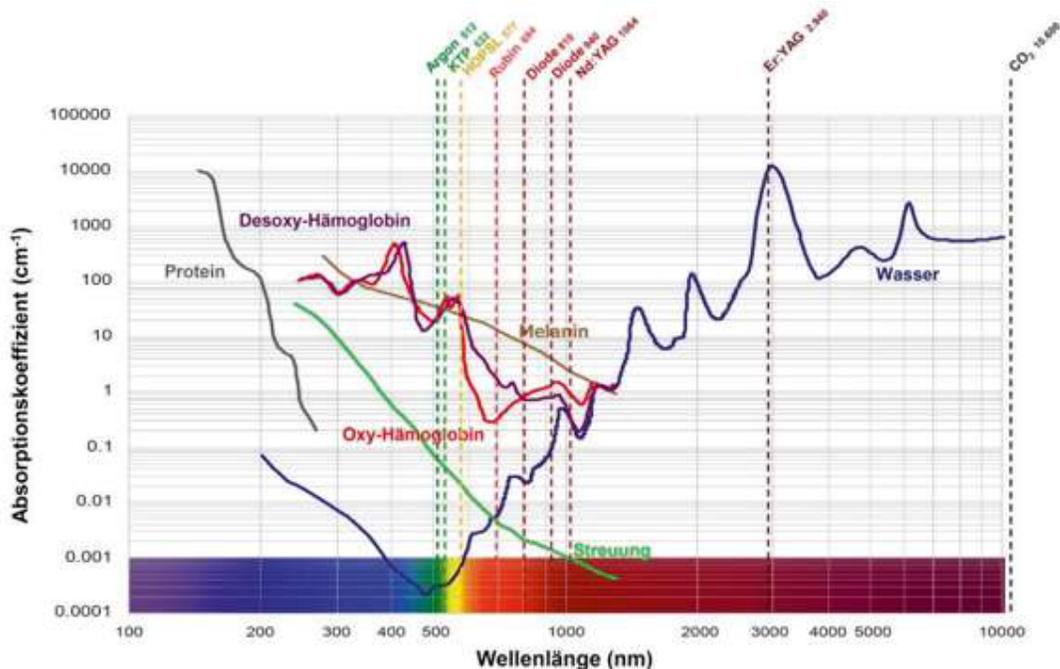


Abbildung 3: Absorptionsspektrum von Chromophoren und Wasser in der Haut [4]

Die Anwendungsmöglichkeiten von Lasern zu medizinischen und ästhetischen Zwecken haben sich in den letzten Jahren wesentlich erweitert. Dies wurde infolge der kontinuierlichen Entwicklung der Laser und neuer optischer Strahlungsquellen wie Intense pulsed light (IPL)-Geräte, Licht-emittierenden Dioden (LEDs) und Infrarot-Geräte mit vergleichbaren Wirkungen und Nebenwirkungen an der menschlichen Haut möglich.

Lasers- und Lichtsysteme erfahren daher eine kontinuierliche und vor allem schnelle Weiterentwicklung. Eine Abhandlung einer jeden Wellenlänge und Bauform bei den Empfehlungen ist aus Praktikabilitätsgründen eingeschränkt.

Zentral bei der Anwendung von optischer Strahlung an der Haut ist immer die Wärmeentwicklung und daher der begleitende Schutz selbiger vor Überhitzung essentiell. Die Kühlung der Epidermis hat in der Lasertherapie nicht nur deshalb einen extrem hohen Stellenwert, sondern sie vermittelt zusätzlich einen analgetischen Effekt, weshalb die Behandlung für Patienten angenehmer wird. Nur vermittelt durch eine perfekten thermischen Protektion der Epidermis wird der Einsatz höherer Energien möglich [10, 11].

Ausfälle, Probleme und fehlerhafter Einsatz der Kühlsysteme sind Ursachen für häufige Nebenwirkungen und Komplikationen bei der Anwendung von optischer Strahlung an der Haut. [12]

Ablativ wirkende Laser

Klassisch ablativ Lasersysteme emittieren Licht mit den Wellenlängen 2.940nm (Er:YAG-Laser) bzw. 10.600nm (CO₂-Laser). Laserstrahlung dieser Wellenlängen wird ausschließlich durch Wasser im hohen Maße absorbiert und wirkt damit eher oberflächennah.

Die Ablation der epidermalen Anteile und der oberen dermalen Areale auch größerer Flächen (Skin Resurfacing) kennzeichnet das Behandlungsprinzip und resultiert in einer Wundfläche, die innerhalb von 7–14 Tagen aus den verbliebenen Follikelanteilen [13] und ekkrinen Schweißdrüsen reepithelisiert. Neben dem Wundreiz an sich spielt beim Resurfacing jedoch die Wärmewirkung auf das Bindegewebe eine entscheidende Rolle in der Induktion der Neusynthese nicht nur von kollagenen und elastischen Fasern, sondern auch in der Neuproduktion von Grundsubstanzen wie z. B. der Hyaluronsäure.

CO₂-Laser (10.600nm)

Die Laseremission dieses Lasers entsteht durch die gasförmigen Moleküle des Kohlenstoffdioxids (CO₂) z.B. in einem Glasrohr. Der Laser emittiert mit einer Wellenlänge von 10.600nm im mittleren Bereich des Infrarotspektrums. Diese Wellenlänge wird bevorzugt in wasserhaltigem Gewebe stark absorbiert.

Je nach technischer Ausstattung und Gerätetyp kommen in der Medizin Dauerstrich (continuous wave = CW), supergepulste und ultragepulste CO₂-Laser-Geräte [14] zum Einsatz. Der CO₂-Laser ermöglicht eine superfizielle Vaporisation und bei fokussiertem Strahl ein Schneiden der Hautoberfläche durch intensive Wärmeeinwirkung. Bei hoher Leistungsdichte ist im gepulsten oder ultragepulsten Modus mit Scanner-Betrieb eine "kalte" Gewebeablation auch flächig möglich.

Beim Ultra Puls kommt es durch die verkürzte Gewebeexpositionszeit zur Abtragung der Hautoberfläche mit sehr begrenzter Koagulationsnekrose. Dies bietet durch weitgehend blutloses Arbeiten und kontrollierte Abtragsdichte gegenüber der konventionellen (mechanischen) Dermabrasion Vorteile, z.B. in Problemlokalisationen wie Augenlider, Perioralbereich, Hals, Handrücken etc.

Die Kurzpulstechnologien (supergepulste und ultragepulste) ermöglichen eine selektive, nebenwirkungsarme, tiefe Vaporisation (Eindringtiefe bis ca. 4 mm). Die maximale spezifische Wirkung auf das Zielgewebe mit minimaler Hitzeschädigung im umliegenden Gewebe kommt vor allem der Patientensicherheit zugute im Sinne einer schnellen nebenwirkungsarmen Heilung. Diese Form der Laserablation ist nur möglich, wenn die Pulsenergie gleichmäßig hoch und die Einwirkzeit des Laserstrahls sehr kurz ist, sie ergo unter der thermischen Relaxationszeit liegt, wie es bei den sehr kurz gepulsten CO₂-Lasern der Fall ist.

Kurzgepulste, gescannte sowie fraktionell wirkende CO₂-Laser sind aktuell sehr häufig im Einsatz für das sog. Laser-assisted drug delivery (LADD). Infolge der Fraktionierung und dem Einsatz sehr kurzer Pulsdauern wird die Gefahr von Komplikationen und Nebenwirkungen deutlich minimiert. Die Wundheilung wird speziell durch HSP-70 getriggert und folgt einem stereotypischen spatiotemporalen Remodeling. [15, 16]

Erbium:YAG-Laser (Er:YAG-Laser – 2.940nm)

Der Erbium:YAG-Laser (Erbium-dotierter Yttrium-Aluminium-Granat-Laser, Er:YAG-Laser) ist ein Blitzlampen-gepumpter Festkörperlaser, in dem die Erbium Ionen eine Laseremission bei 2.940nm zur Verfügung stellen. Laserstrahlung dieser Wellenlänge fällt mit dem Absorptionsmaximum von Wasser zusammen, welches mit über 70 Vol. % den Hauptbestandteil der Haut bildet. Der Er:YAG-Laser ist ein reiner gepulster Laser, der Impulse der Dauer von ca. 100 µs bis 1.500 µs emittieren kann. Diese können durch Pulsfolgen auf bis zu ca. 50 ms verlängert werden. Die hohe Absorption in Wasser in Kombination mit der kurzen Pulsdauer bewirkt, dass der Er:YAG-Laser definierte Gewebsvolumina extrem schnell erhitzt und die eingebrachte Energie zur Ablation des Gewebes nahezu ohne thermische Schädigung (Koagulationsnekrose)führt.

Dieser Laser erreicht dadurch eine höhere Präzision als der CO₂-Laser bzw. mechanische Dermabrasionsmethoden. Nachteilig ist die einsetzende Blutung bei Eröffnung der Kapillargefäße und die damit meist limitierte Eindringtiefe. Moderne System verfügen über sog. subablative Modi [17], die das Problem partiell beheben können. Insgesamt sind diese Laser aber in der Anwendung langsamer als CO₂-Laser.

Nicht ablativ wirkende Laser

Überwiegend nicht ablativ Lasersysteme emittieren Licht mit Wellenlängen im Bereich von ca. 500nm bis 1.200nm. Nur im Wellenlängenbereich dieses sogenannten „optischen Fensters“ [18] ist eine ausreichend tiefe Penetration der Laserenergie in die Haut und somit eine Wirkung auf unter der Hautoberfläche gelegene Zielstrukturen (z.B. Pigmente, Gefäße, Haarwurzeln) möglich.

Dabei nutzen die nicht ablativen Laser die Möglichkeit, Wärme in tiefe Gewebsschichten einzubringen, ohne die Integrität der epidermalen Barriere zu beeinflussen. Trifft die optische Strahlung auf keinen strukturspezifischen Absorber (e.g. Melanin, Hämoglobin) wird via Wasserabsorption im Bindegewebe ein spezifisches spatiotemporales Remodelling unter Einbeziehung von Hitzeschockproteinen (z.B. HSP70) induziert [19].

Die auf die Haut einwirkende optische Strahlung führt wahrscheinlich unabhängig von der Art seiner Erzeugung zu einem Remodeling epidermalen und dermalen Komponenten [20]. Im Bereich der Dermis kommt zunächst zu einer mehr oder weniger ausgeprägten Kontraktion der kollagenen Fasern für ca. 14 Tage nach Behandlung. Dabei bilden die thermisch modifizierten Kollagene eine Matrix für neu entstehendes Bindegewebe. Mikroskopisch erkennbar ist dies neben einer Neokollagenese infolge Einwanderung von Fibroblasten an einer transepidermalen Ausschleusung u.a. von elastischen Fasern [21]. Letztlich wird der Kollagen- und Hyaluronsäurestoffwechsel auf molekularer Ebene stimuliert, aber auch die Bildung elastischer Fasern induziert [22, 23].

Nd:YAG-Laser (z.B. 1.064nm)

Ein Neodym-YAG-Laser (Neodym-dotierter-Yttrium-Aluminium-Granat-Laser, Nd:YAG-Laser) ist ein Festkörperlaser, der als aktives Medium einen Neodym-dotierten YAG-Kristall verwendet. Die Neodym Ionen (Nd³⁺) im Kristall liefern eine Laseremission mit der Wellenlänge von 1.064nm. Weitere Übergänge im Nd³⁺ ermöglichen Laserstrahlung u.a. bei 946nm, 1060nm, 1.320nm und 1.444nm. Es ist sowohl ein kontinuierlicher (continuous wave, CW), als auch ein gepulster Betrieb möglich. Pulsbetrieb wird durch gepulstes Pumpen (Blitzlampen) möglich. Die Güteschaltung ermöglicht kurze Pulszeiten im Nano- oder Pikosekundenbereich. Neuerdings sind auch 1.064nm Diodenlaser verfügbar geworden.

Diodenlaser

Der Elektronenfluss in einem Halbleitermaterial kann direkt zur Emission von Laserstrahlung genutzt werden. Voraussetzung ist, dass verschiedene Halbleitermaterialien als elektrische Diode verwendet werden. Der Stromfluss durch diese Diode erzeugt in der Kontaktzone zwischen zwei Halbleitermaterialien (Injektionszone) die Laserstrahlung. Dieser Effekt war namensgebend: Halbleiter- oder Diodenlaser. Durch die Wahl der verschiedenen Halbleitermaterialien können unterschiedlichste Wellenlängen in einem großen Spektralbereich vom UV bis NIR erzeugt werden. In der Dermatologie finden Diodenlaser breiten Einsatz unter Nutzung vieler Wellenlängen z.B.: 450nm, 532nm, 577nm, 589nm, 760nm, 800nm-, 808nm-, 810nm, 940nm- und 980nm und 1.064nm.

Rubinlaser (694nm)

Der Rubinlaser ist fest mit der Erfindung des Lasers 1960 verbunden [24-26]. Der Rubinlaser ist ein Festkörperlaser, in dem Cr³⁺ Ionen in einem Kristall aus Al₂O₃ dotiert sind (Rubinartiges Aussehen). Die Cr³⁺

Ionen emittieren Laserstrahlung bei 694 nm, ein Betrieb des Rubinlasers ist fast nur gepulst möglich. Der Pulsbetrieb wird durch gepulstes Pumpen (Blitzlampen) möglich. Die Güteschaltung (quality switch, qs) ermöglicht kurze Pulszeiten im Nanosekundenbereich, weshalb er im gs-mode zur Entfernung kleiner Pigmente genutzt wird. Ältere Systeme können auch ohne Güteschaltung Laserstrahlung emittieren (sog. free running mode), welche früher für die Epilation genutzt wurde.

Alexandritlaser (755nm)

Der Alexandritlaser ist ein abstimmbarer Festkörperlaser, dessen laseraktives Medium ein mit Cr^{3+} -Ionen dotierter BeAl_2O_4 -Kristall ist. Die Cr^{3+} -Ionen in diesem Kristall emittieren bei Wellenlängen von 710nm bis zu 820nm, wobei das Emissionsmaximum bei 752nm liegt. Die Anregung erfolgt durch optisches Pumpen sowohl im kontinuierlichen Betrieb wie auch mittels Blitzlampen im Pulsbetrieb. Der Pulsbetrieb wird durch gepulstes Pumpen (Blitzlampen) möglich. Die Güteschaltung ermöglicht kurze Pulszeiten im Nano- und Pikosekundenbereich. Neuerdings sind auch 760 nm Diodenlaser verfügbar geworden.

Farbstofflaser (577-600nm)

Farbstofflaser (Dye laser) zeichnen sich durch die Wählbarkeit der Wellenlänge zwischen 300nm und 1.200nm aus. Sie können kontinuierlich oder gepulst emittieren. Bei wissenschaftlich (meist spektroskopisch) genutzten Farbstofflasern liegt die Linienbreite bei wenigen Nanometern. Als gepulster Laser erlaubt der Farbstofflaser (Pulsed dye laser, PDL) Spitzenleistungen von mehreren Megawatt und Pulsdauern im Bereich von μs –ms (200 μs bis 40ms).

Grundprinzip der Anwendung von Farbstofflasern an der Haut ist die „selektive Photothermolyse“, d.h. die Anpassung der Pulsdauer, Energiedichte und Wellenlänge an das jeweilige Target (selektive Absorption und auf das Target hinsichtlich der Wärmeleitung begrenzte Impulszeit).

In der Dermatologie werden derzeit gepulste Systeme mit Wellenlängen zwischen 577 bis 600nm [27] verwendet. In diesem Wellenlängenbereich liegen die Absorptionsmaxima von Hämoglobin, entsprechend sind das primäre Target dieses Lasertyps Blutgefäße (Kapillaren und Venolen) [28].

In Deutschland sind (Stand 2021) drei gepulste Systeme mit der Wellenlänge 595nm für die dermatologische Anwendung verfügbar. Ein Anbieter gibt die Wellenlänge mit 595nm (+/-2%) an. Dies bedeutet, dass die Wellenlänge zwischen 583 und 607nm schwanken kann. Konstruktionsbedingt ist zu erwarten, dass dies auch für vergleichbare Systeme zutrifft. Im Hinblick auf den zwischen 577nm (Maximum) und 607nm deutlich abfallenden Absorptionskoeffizienten für Oxyhämoglobin ist dies von Bedeutung, da konsekutiv bei längeren Wellenlängen die Absorption geringer aber die optische Eindringtiefe in die Haut höher ist. Dies bedeutet, dass mit längeren Wellenlängen und längeren Pulszeiten auch größere Gefäße koaguliert werden können (selektive Photokoagulation), gleichzeitig aber auch eine immer effektivere Kühlung der Epidermis zusätzlich erforderlich ist.

Argonlaser (488nm, 514nm)

Argonionenlaser waren die ersten breit verfügbaren dermatologischen Gefäßlaser. Die Wellenlängen des Ar^+ -Lasers sind 363nm (UV), 488nm (blau) und 514,5nm (grün).

Der Argonlaser kann im Continuous-wave-Modus (Dauerstrichmodus, CW) oder mechanisch getaktet arbeiten. Dabei wurde meist die thermische Relaxationszeit der Zielstruktur überschritten und damit eine selektive Photothermolyse nicht erreicht. Dies erklärt die hohe Nebenwirkungsrate mit Narbenbildung und permanenten Hypopigmentierungen z.B. bei Feuermalen [29]. Er dient daher in erster Linie zur superfiziellen Koagulation, insbesondere bei vaskulärer Veränderungen. Im fokussierten Strahl mit hoher Leistungsdichte kann es auch zur Vaporisation kommen.

KTP- und LBO-Laser (532nm)

532nm-Laser sind diodengepumpte Nd:YAG-Laser (1.064nm), denen ein frequenzverdoppelnder Kaliumtitanylphosphat (KTP)- bzw. Lithium-Borat (LBO)-Kristall zugeschaltet ist. Sie sind hochfrequent gepulste pseudo-cw-Laser. Das Einsatzgebiet ist ähnlich dem des Argonlasers. Aufgrund höherer Leistung und kürzerer Pulszeiten sind diese Laser weniger schmerzhaft als Argonlaser bei vergleichbarer oder höherer Effektivität.

Diodenlaser wie der High-power optically pumped semiconductor laser (HOPSL) oder Festkörperlaser mit ähnlichen Wellenlängen (aktuell 577- 589nm) mit längeren Pulszeiten im ms-Bereich ergänzen das therapeutische Spektrum zwischen dem gepulsten Farbstofflaser und dem frequenzverdoppelten Nd:YAG (KTP oder LBO) Laser mit 532nm.

Excimer-Laser (308nm)

Excimer-Laser sind leistungsstarke Quellen kohärenter Strahlung im ultravioletten Bereich des Spektrums. Beim Excimer-Laser (excited dimer) besteht das Lasermedium aus einem nur im elektronisch angeregten Zustand existierenden zweiatomigen Molekül. Die emittierten Wellenlängen der verschiedenen Systeme liegen zwischen 108nm (NeF*) und 351nm (XeF*). Wegen der notwendigen sehr hohen Pumpleistungen werden Excimer-Laser nur gepulst betrieben, bei Pulsdauern im Bereich von 10 bis 30ns. Die vom Laser emittierte UVB-Strahlung bei 308nm im pseudo-cw-Modus (hochfrequente kurze Pulse) ermöglicht eine umschriebene Therapie von Hautveränderungen, die einer UVB-Behandlung zugänglich sind. Diese Laser sind damit UV-Behandlungsgeräte. Entsprechend einzuordnen sind sog. Excimer Systeme. Auf die entsprechende Leitlinie zur dermatologischen UV-Therapie wird verwiesen [30].

Er:Glass-Laser (1540-1550nm, 1565 nm, 1570nm)

Er:Glass-Laser emittieren im nahen Infrarotbereich. Im Bereich von 1.540nm besteht ein geringer Streueffekt, sodass das Licht sich in der Dermis bei erhaltener Wärmewirkung fokussieren lässt. Zudem besteht eine 1,65-fach geringere Absorption für das Melanin im Vergleich zu 1.320nm. Die biologische Wirkung von Laserlicht mit einer Wellenlänge von 1.540nm ist damit direkt von der applizierten Energiedichte (Fluence) und der verwendeten Kühlung abhängig. Laser aus der Er:Glass Gruppe eignen sich besonders für tiefe nicht ablativ Interventionen an der menschlichen Haut mit spezifischen Effekten am Gewebe [31].

Intense pulsed light (Hochenergetische Blitzlampe, 250–1.200nm)

Blitzlampen (Intense pulsed light, IPL) sind keine Laser sondern hochenergetische, gepulste, inkohärente Multiwellenlängenlichtsysteme, die ein breites Spektrum polychromatischen Lichts emittieren (250 – 1.200nm). Die IPL-Geräte sind Medizinprodukte und besitzen ein breitbandiges Spektrum, das sich bis in den Infrarotbereich erstreckt.

Durch verschiedene Techniken werden UV- und Infrarotstrahlung ganz oder teilweise herausgefiltert. **Es existieren diverse (nicht vergleichbare) cut-off-Filter, die je nach Zielstruktur bzw. Indikation selektiert werden.** Im kurzwelligen Bereich setzen die Hersteller optische Filter ein, welche die UV-Strahlung und je nach Indikation auch Anteile des sichtbaren Lichts herausfiltern. Im langwelligen Anteil wird bei einigen Herstellern mit Wasserfiltern die Wellenlängen im Absorptionsspektrum des Wassers über 950nm absorbiert.

Im Gegensatz zu den medizinischen Lasersystemen sind IPL-Geräte bei den technischen Daten nicht vergleichbar, da nur die CE-Kennzeichnung ausreicht. Weitere Angaben, wie bei den Lasern üblich, z.B. zu Energiedichte, Pulsdauer etc. werden nicht rechtlich gefordert.

Allgemeine Hinweise zur Leitlinie / ärztliche Sorgfaltspflicht

Die Leitlinie enthält keine Angaben zur Wahl der Parameter und zu der Anzahl der erforderlichen Therapiesitzungen, da ersteres stark geräteabhängig ist und letzteres befundadaptiert erfolgen sollte.

Wenn Maßnahmen, die der allgemeinen ärztlichen Sorgfaltspflicht entsprechen, nicht explizit erwähnt werden, bedeutet dies nicht, dass diese Maßnahmen **nicht** erforderlich sind (z.B. Desinfektion vor / nach Eingriffen, Prüfen von Unverträglichkeiten etc.). Besondere bei Anwendung optischer Strahlung wichtige Maßnahmen sind die differentialdiagnostische Sicherheit, der Augenschutz aller der Strahlung ausgesetzten Personen, die begleitende Kühlung und der Schutz vor Abbrand (Laser-Plume) [32, 33].

Zur Verbesserung der Lesbarkeit werden in der vorliegenden Leitlinie anstelle der Termini „Laser zur Gefäßentfernung“, „Laser zur Pigmententfernung“ „Laser zur Haarentfernung“ die Begriffe „Gefäßlaser“, „Pigmentlaser“ und „Epilationslaser“ verwendet.

Generelle unerwünschte Wirkungen/Komplikationen durch die jeweiligen Lasertypen

Die Gewebefeffekte, die mit den einzelnen Lasertypen erreicht werden, hängen von der Wellenlänge der applizierten Laserstrahlung und damit von der Absorption in verschiedenen Zielchromophoren und Strukturen und der Eindringtiefe ins Gewebe ab. Vergesellschaftet sind damit intendierte Wirkungen und bei fehlerhafter Parameterwahl Ineffizienz, Nichtansprechen oder Kollateralschaden bei Überhitzung. Neben diesen fundamentalen Spezifika sollen im Folgenden typische Settings zu den häufig eingesetzten Lasern aufgeführt werden.

Aufzuklärende Nebenwirkungen umfassen immer das Nichtansprechen, Rezidive, Schmerzen, Krusten und Narben.

Spezielle Hinweise zur Leitlinie / ärztliche Sorgfaltspflicht

Die Spezifika zum Einsatz von Lasern an der Haut werden insbesondere von intendierten Therapieeffekt und damit von der Klasse des eingesetzten Systems bestimmt. Im Folgenden werden cursorisch Spezifika von Laseranwendungen behandelt, die im Rahmen der Aufklärung und Therapie essentiell sind.

Weitergehende Informationen, die notwendig sind, um mit speziellen Systemen im individuellen Setting nebenwirkungsfrei zu besten therapeutischen Erfolgen zu kommen müssen unabhängig von der Leitlinie erworben werden (siehe z.B. Musterweiterbildungsordnung, Regularien allgemeine und spezielle Sachkunde NiSV) [34-36].

Ablativ wirkende Laser

CO₂- und Er:YAG-Laser

Infolge der Spezifika von Er:YAG- und CO₂-Lasersystemen resultieren kalte und warme Ablationen mit nahezu identischen Nebenwirkungsprofilen, im Wesentlichen ein Erythem und eine postinflammatorische Hyperpigmentierung. Während die kalte Ablation des Er:YAG-Lasers diese Nebenwirkungen weniger intensiv und häufig auslöst, zeichnet sich der CO₂-Laser durch ein höheres Risiko für ausgeprägte Nebenwirkungen und eine längere Abheilungszeit aus. Bei zu tiefer Vaporisation kommt es obligat zur Narbenbildung und ggf. kann ein Keloid entstehen. Die oberflächliche thermische Nekrose ist zur Hämostase vorteilhaft, kann aber bei zu hohen Energien für die Wundheilung nachteilig sein. Ein langanhaltendes Erythem, Hyperpigmentierung und permanente Hypo- und Depigmentierung sind möglich.

Insbesondere bei großflächigem Abtragen ("Skinresurfacing" u.a.) besteht das Risiko der Superinfektion und postoperativer Wundheilungs- und Pigmentierungsstörungen (permanente Depigmentierung, Leukoderm) sowie der Vernarbung. Weitere mögliche Nebenwirkungen sind Ausbildung von Milien im behandelten Areal.

Nicht ablativ wirkende Laser

Nicht ablativ wirkende Laserstrahlung wird von tiefer liegenden spezifischen Zielstrukturen in der Haut in Wärme umgewandelt. Aus diesem Grunde besteht immer die Gefahr einer Überwärmung größerer Gewebeabschnitte (Bulk-heating) mit der konsekutiven Gefahr von Krusten, Ulzerationen und der Narbenbildung. Deshalb ist bei diesen Systemen die begleitende Kühlung von besonderer Bedeutung.

Er:Glass-Laser (ca.1540-1570nm)

Bei der Verwendung der Er:Glass-Laser wird die Epidermis idealerweise nicht zerstört und die bei konventionell ablativen Verfahren obligatorischen Nachsorgeregeln könnten adaptiert werden. Jedoch erwiesen sich diese Systeme immer noch als schlechter steuerbar und mit hohen Nebenwirkungsraten behaftet. Um die Effektivität der nicht ablativen Verfahren weiter zu erhöhen, wurde daher das Konzept der fraktionierten Photothermolyse entwickelt. Diese Geräte zeichnen sich bei der effektiven Behandlung von weniger als 50% Hautoberfläche als nebenwirkungsarm aus.

Laser zur Therapie von Gefäßen und Pigmenten

Bei Lasereingriffen zur Therapie von Gefäßen können Schwellungen, Ödeme, Hyperpigmentierungen (postinflammatorisch oder durch Hämosiderinablagerungen), Entzündungen, reaktive Neubildungen (wie das Granuloma pyogenicum), Krusten- und Narbenbildung auftreten. Bei Wellenlängen, die Melanin absorbieren, besteht insbesondere die Gefahr der Pigmentverschiebung (Hyper- oder Hypopigmentierung).

Nd:YAG-Laser (1.064nm)

Das Zielchromophor des 1064nm Nd:YAG-Lasers ist das Hämoglobin bzw. Oxyhämoglobin und das Wasser. Bei korrekter Anwendung lassen sich das im Vergleich zu einem 532nm demzufolge deutlich höhere und daher aufklärungsrelevante Narbenrisiko auch bei Ausnutzung der tieferen Penetration vermeiden. Letztere bedingt jedoch eine ausgeprägte Schmerzhaftigkeit, die aufklärungsrelevant ist. Insbesondere wiederholte Passes sind mit Narbenbildungen infolge der lokalen Überhitzung vergesellschaftet. Posttherapeutisch länger nachweisbar sind gelegentlich Hyperpigmentierungen während Hypopigmentierungen eher selten auftreten.

Diodenlaser (z.B. 532nm, 577nm, 589nm, 800nm-, 808nm-, 810nm, 940nm- 980nm und 1064nm)

Diodenlaser dieser Wellenlängen werden häufig zur Therapie von Gefäßen (Absorption im Hämoglobin und Oxyhämoglobin) bzw. zur Epilation (Absorption im Melanin) bei angepasster Konfiguration (Wellenlänge(n), Spotgröße, Energiedichte, Pulsdauer) eingesetzt. In diesem Indikationsspektrum findet sich typischerweise unmittelbar nach der Therapie das Gefühl der Überwärmung wie bei einem Sonnenbrand. Nach einigen Tagen kann die Haut ggf. etwas dunkler werden und beginnt abzuschuppen. Bei höheren Energien treten besonders bei Asiaten Erytheme, Ödeme und Schmerzen auf, die aber nach wenigen Tagen abheilen. Bei dunkleren Hauttypen kann es auch zu postinflammatorischen Hyperpigmentierungen (PIH) kommen. Bei aggressiver Therapie sind auch Petechien möglich. Narben und Dyschromien sind bei regelgerechter Therapie selten.

Rubinlaser (694nm)

Bei Einsatz als qs-Laser mit Pulsen z.B.: ns-Bereich zur Pigmententfernung können Schmerzen und Entzündungsreaktionen mit posttherapeutischer Krustenbildung und der Möglichkeit von zarten atrophischen Narben sowie persistierender Pigmentierungen oder Depigmentierung auftreten. Diese Nebenwirkungen sind leistungs- und wiederbehandlungsfrequenz-abhängig. Relativ häufig kommt es aufgrund der Wirkung auf das Melanin zu einer passageren Hypopigmentierung. Selten kann es auch zu einer Hyperpigmentierung kommen. Dies ist insbesondere bei dermal gelegenen Pigmenten der Fall.

Das Auftreten von Nebenwirkungen bei der Nutzung dieser Laser im free-running mode (Applikation von ms) zur Epilation ist deutlich häufiger als beim Alexandrit-/ Diodenlaser und bei hochwertigen IPL-Systemen. Zudem ist die Effizienz der Epilation im Vergleich geringer. Gefährlich ist die Verwechslung der Modi im klinischen Einsatz. Werden z.B. Tattoos im free running mode gelasert, ist eine Narbe sehr wahrscheinlich.

Alexandritlaser (755nm)

Lang gepulste Alexandritlaser, die bei 755nm emittieren werden sowohl zur Epilation als auch zur Behandlung von Gefäßen eingesetzt. Die Wellenlänge von 755nm zeigt eine etwas geringere Absorption im Melanin im Vergleich zu den 694nm des Rubinlasers. Somit ist das Risiko epidermaler Schäden bei erhöhter Eindringtiefe geringer. Dennoch sind dunkle Hauttypen (V-VI nach Fitzpatrick) für eine Behandlung mit diesem Laser eher ungeeignet. Infolge der guten Relation von Nutzen / Nebenwirkung hochenergetischer Alexandritlasern bzw. Diodenlaser, die im Bereich von ca. 755nm emittieren werden diese Systeme als sehr effektiv bei der Laserepilation bewertet.

Sehr kurz gepulste ps-Alexandritlaser finden Einsatz in der Pigmententfernung und weiterer ästhetischer Indikationen [37, 38].

Farbstofflaser (577-600nm)

Der Farbstofflaser zeichnet sich durch eine relativ hohe Eindringtiefe bei hoher Absorption durch das Oxyhämoglobin aus. Das System ist damit ideal zur Therapie von N. flammei und anderen vaskulären Veränderungen, auch bei Kindern [39]. In der Regel sind zahlreiche Behandlungssitzungen im selben Areal erforderlich. Bei kurzen Pulszeiten (~ 0,45ms) kommt es häufig zu einer blauschwarzen Verfärbung (Pupura) der Behandlungsfläche unmittelbar posttherapeutisch, die ca. eine Woche zur vollständigen Rückbildung benötigen [40]. Es besteht ein geringes Risiko von Pigmentierungsstörungen und Superinfektionen. Eine Sonnenexposition vor und nach der Therapie sollte wie bei jedem Laser vermieden werden. Sehr selten kommt es bei der Applikation von hohen Energien zu kleinen Narben. Deshalb ist es auch bei der Therapie von Gefäßen mit Farbstofflasern wichtig, die, meist systemseitig vorhandene, oder externen Kühlsysteme anzuwenden. Nur durch parallele Kühlung kann die Nebenwirkungsrate deutlich gemindert werden.

Argonlaser (488nm; 514nm)

Ein Der Argonlaser weist aufgrund der niedrigen Wellenlängen eine geringe Eindringtiefe bei Selektivität gegenüber Oxyhämoglobin neben der Absorption im Melanin auf. Demzufolge ist der Hinweis auf Hyper-, Hypo- und Depigmentierung sowie Narbenbildung und Schmerzhaftigkeit in Abhängigkeit von Behandlungstechnik und Lokalisation notwendig. Primär weit als Laser zur Therapie von Gefäßen eingesetzt, kamen auch die koagulativen Eigenschaften in der Therapie zum Einsatz. Argonlaser wurden weitestgehend durch Laser, die in der Nähe emittieren abgelöst (z.B. 532nm Laser).

KTP- und LBO-Laser (532nm)

Die Wellenlänge erlaubt das relativ selektive Adressieren oberflächlicher Gefäße bei nicht zu vernachlässigendem Konkurrenzchromophor Melanin. Zu beachten ist die durch die Wellenlänge bedingte relativ geringe Eindringtiefe, die eine selektive Behandlung nur bis ca. 1mm Tiefe erlaubt. Darüberhinausgehende Effekte können zwar durch unselektive Erhitzung des umgebenden Gewebes bis ca. 2mm Tiefe erreicht werden, sind dadurch aber häufiger mit deutlichen Nebenwirkungen wie z. B. Krusten- und Narbenbildung assoziiert.

Laser zur Therapie von Haaren

Häufig eingesetzt werden die Nd:YAG-Laser (1.064nm), Alexandritlaser (755nm) und Diodenlaser (760nm, 800nm-, 808nm-, 810nm, 940nm- 980nm, 1064nm). Das laserspezifische Nebenwirkungsprofil ist identisch wie beim Einsatz als Pigment-/Gefäßlaser.

Zu den typischen unerwünschten klinischen Nebenwirkungen der Laserepilation gehören das Nichtansprechen (z.B. helle oder dünne Haare), die paradoxe Hypertrichose, eine Hyperhidrose, eine Leukotrichie, Veränderungen melanozytärer Läsionen, Entwicklung von Pigmentstörungen, Augenschäden, Thrombosierung darunterliegender Gefäße, Erfrierung oder Verbrennung der Haut sowie Narbenbildung bei Fehlern im Rahmen der Kühlung. Zudem kann es zu Veränderungen melanozytärer Läsionen kommen. In Fallberichten wird die Entstehung von Pseudomelanomen beschrieben [41-44].

Laser zur Induktion von endogenem Pigment und zur Therapie entzündlicher Veränderungen

Excimer-Laser (308nm)

308nm Laser sind im Einsatz zur Therapie der Psoriasis und einer Reihe von Sonderindikationen und bergen die typischen Risiken einer UV-Therapie wie Verbrennung, Erytheme, Blasenbildung, Hyperpigmentierungen oder Nichtansprechen. Wichtig ist der Augenschutz vor intensiver UV-Strahlung und die Dosimetrie (MED) [45].

IPL

Nebenwirkungen sind verbrennungsähnliche Hautreaktionen wie Krusten, Blasen, persistierende Schwellungen und daraus resultierende, vorübergehende Heller- oder Dunklerfärbungen (Hyper- oder Hypopigmentierungen) der Haut, welche bis zu mehreren Wochen anhalten können oder aber auch in Narben resultieren. Äußerlich anzuwendende mittelstarke, glukokortikoidhaltige Externa können in dieser Phase unter Umständen zu einer beschleunigten Abheilung beitragen. Solange diese Neben- und Nachwirkungen vorhanden sind, sollte jedoch weiterhin konsequenter Lichtschutz betrieben werden.

Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie

Bei der Auswahl der topischen Nachbehandlung nach einer Lasertherapie sollte zwischen einer barriereverletzenden bzw. ablativen Laserbehandlung (mit Abtragung des Stratum corneum oder tieferer Schichten der Epidermis bzw. oberen Dermis) und einer nicht-barriereverletzenden bzw. nicht-ablativen Lasertherapie (intaktes Stratum corneum) unterschieden werden.

Vorgehen nach ablativen Laserbehandlungen

Die Nachsorge nach ablativen Lasereingriffen sollte auf die Phasen der Wundheilung abgestimmt werden. Diese Strategie sollte daher nach aktuellen Erkenntnissen folgende Schritte beinhalten [46]:

- Schutz vor Infektionen
- Schutz vor freien Radikalen
- Modulation der Entzündung
- Unterstützung der Zellproliferation und Beschleunigung der Migration
- Förderung des Remodelling

Wenn das Risiko einer Wundinfektion besteht, ist die Reinigung und Desinfektion der zu behandelnden Haut mit einem Antiseptikum ein wichtiger erster Schritt vor der Lasertherapie und nach der Ablation. Da jedoch einige Antiseptika gesundes Gewebe schädigen können, sollten sie nur in Fällen verwendet werden, in denen eine Wunde infektionsgefährdet ist [46]. Der Einsatz topischer Antibiotika soll aufgrund des allergenen Potenzials und der Möglichkeit der Entwicklung bakterieller Resistenzen sehr zurückhaltend erfolgen. Antiseptika haben den Vorteil, oftmals gleichzeitig gegen bakterielle und mykotische Besiedlung wirksam zu sein [47]. Zudem wird die Rate der postoperativen bakteriellen Infektionen nach einem ganzflächigen CO₂-Laser-Resurfacing durch den Einsatz von prophylaktischen Antibiotika nicht signifikant reduziert [48, 49].

Während weiße Vaseline für die Nachbehandlung ablativer Lasertherapien häufig eingesetzt wurde, zeigte eine neue Vergleichsstudie Vorteile anderer topischer postoperativer Behandlungen der laserbehandelten Haut z.B. mit dexpanthenolhaltigen Externa, die zu einem signifikant schnelleren Wundverschluss im Vergleich zu Vaseline, insbesondere in der frühen Phase der Wundheilung (Tag 1-5) führte. Darüber hinaus zeigte die Bewertung des kosmetischen Ergebnisses eine positive Wirkung der dexpanthenolhaltigen Salbe in der postoperativen Wundversorgung nach der Laserbehandlung [50]. Andere Studien konnten bei der Verwendung einer topischen Sauerstoff-Emulsion eine Reduktion von Nebenwirkungen -wie dem Auftreten von Milien und Hyperpigmentierungen- im Vergleich zur Nachbehandlung mit Vaseline aufzeigen [51].

Eine weitere aktuell veröffentlichte randomisierte Halbseiten-Doppelblindstudie verglich zwei Nachbehandlungsschemata nach fraktionierter CO₂-Laserbehandlung für 7 Tage. Hier zeigte sich, dass sowohl die topische Behandlung mit einer Feuchtigkeitscreme, die Panthenol, Madecassoside und Kupfer-Zink-Mangan enthielt, als auch eine 0,02%ige Triamcinolonacetonid -Creme die unerwünschten Wirkungen der Laserbehandlung einschließlich Schwellung, Rötung, Krustenbildung und Schuppung signifikant reduzieren konnte. Dabei zeigte sich eine vergleichbare Wirksamkeit bei der Verringerung der Ausfallzeit und der Nebenwirkungen, sowie der Verbesserung der Wundheilung und der Senkung der postinflammatorischen Hyperpigmentierungen (PIH) ohne statistisch signifikanten Unterschied zwischen den beiden Behandlungen [52]. Ähnliche Ergebnisse ergab eine doppelt verblindete, prospektive, randomisierte Split-Face-Studie mit Vitamin C, E und Ferulasäure zur Verkürzung der postoperativen Erholungszeit beim fraktionierten ablativen Laser Resurfacing bei Lichtschäden der Haut. Hier zeigte sich eine Verringerung des Ödems im Vergleich zum Vehikel am 7. postoperativen Tag und eine Verringerung des Erythems im Vergleich zum Vehikel am 3. und 5. postoperativen Tag. Auf molekularer Ebene konnte eine erhöhte Expression des basischen Fibroblastenwachstumsfaktors (bFGF) an Tag 5 auf der mit Vitamin

C, E und Ferulasäure-Serum behandelten Läsion im Vergleich zur Vehikelkontrolle auf der anderen Seite nachgewiesen werden [53].

Auch die Behandlung mit Clobetasolpropionat 0,05% Salbe für 2 Tage führte im Halbseitenvergleich mit Vaseline zu einem signifikant niedrigeren Auftreten von PIH [54].

Um einer PIH vorzubeugen, sind Sonnenschutzprodukte mit UVA-Schutz unmittelbar nach Therapie [55] sehr wichtig. Jedoch besteht hier die Gefahr einer Sensibilisierung gegenüber chemischen Filtern, insbesondere bei disruptierter Barriere. Die Neigung zu PIH ist genauso zu erfragen, wie auch die berufliche Exposition und die Urlaubsplanung. Je nach Hauttyp sollte eine angepasste Sonnenkarenz empfohlen werden [56].

Vorgehen nach nicht-ablativen Laserbehandlungen

Bei der Nachbehandlung nach Anwendung von nicht-ablativen Lasern stehen die Reduktion von unerwünschten Wirkungen, wie Rötung und Schwellung, sowie dem Auftreten von PIH im Vordergrund. Antiseptische Maßnahmen werden hier in der Regel nicht eingesetzt. Von besonderer Bedeutung ist die initiale Abkühlung der Haut nach der Laser- und IPL- Behandlung durch z.B. Luft, Masken, Kühlpacks oder feuchte Tücher [57].

Eine aktuelle Studie zeigte, dass die topische Anwendung einer Kombination aus Vitamin C, E und Ferulasäure-Antioxidans als adjuvante Option bei q-sw Nd:YAG-Lasern wirksam sein könnte [58], um das Auftreten von Hyperpigmentierungen zu reduzieren. Die behandelten Seiten der untersuchten Gesichter zeigten eine signifikant stärkere Abnahme des Melaninindex, es gab aber keinen signifikanten Unterschied bei dem Nachbehandlungserythem.

Oft kann die klinische Wirkung einer Laserbehandlung mit einer topischen wirkstoffhaltigen dermatologischen Therapie verbunden werden, um ergänzende oder synergistische Wirkungen zu erzielen, so z.B. bei der Therapie der Rosacea [59].

Auch wenn die tägliche Anwendung von UV-Lichtschutzpräparaten zur Vor- und Nachbehandlung auch von nicht-ablativen Laser- und IPL -Behandlungen gehört, konnte eine aktuelle Studien zeigen, dass insbesondere die Hautpigmentierung des Patienten und die gewählte Dosis der Fluenz wichtige Determinanten für das Auftreten von Nebenwirkungen nach IPL-Exposition sind, während eine einmalige Exposition mit drei Standard-Erythemdosen (SED) von UV-Strahlen 30 Minuten oder 24 Stunden nach IPL solche Nebenwirkungen nicht verstärkte [60].

2. Indikationsbezogene Empfehlungen

	Konsensbasiertes Statement
EK	Die Behandlung von pigmentierten Hautveränderungen mittels Laser muss mit besonderer Vorsicht erfolgen.
	Abstimmung: 92% <input checked="" type="checkbox"/> Konsens

	Konsensbasiertes Statement
EK	Durch eine nicht indizierte Laserbehandlung von Hautveränderungen kann es zu einer verzögerten oder erschwerten Diagnosestellung maligner Hautveränderungen kommen.
	Abstimmung: 100% <input checked="" type="checkbox"/> starker Konsens

2.1. Vermehrt melanozytenhaltige Hautveränderungen

	Konsensbasiertes Statement
EK	Die Behandlung vermehrt melanozytenhaltiger Hautveränderungen mittels Laser muss mit besonderer Vorsicht erfolgen.
	Abstimmung: 100% <input checked="" type="checkbox"/> starker Konsens

Allgemeine erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung) von vermehrt melanozytenhaltigen Hautveränderungen

- die Beurteilung der Benignität sollte durch einen Facharzt für Dermatologie mit geeigneten Verfahren vor der Laserbehandlung sichergestellt werden.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung bei der Lasertherapie vermehrt melanozytenhaltigen Hautveränderungen

- Indikationsbezogen
 - Gefahr der fehlerhaften Therapie maligner Erkrankung, Veränderung des histologischen Bildes durch Behandlung.
 - Gefahr der postinflammatorischen Hyperpigmentierung.
 - Unvollständige Entfernung, Rezidivgefahr.
 - Entstehung einer Narbe bei zu aggressivem Vorgehen.
 - Realistische Erwartungen kommunizieren, Hautstruktur kann von Umgebung abweichen, Pigmentstörungen, Rötung/prolongiertes Erythem bei CO₂ Laser, bei multiplen Läsionen Probelaser sinnvoll.
 - Aufklärung zum Ablauf der Wundheilung nach der Therapie.
- Interventionsbezogen
 - Siehe Kapitel „Generelle unerwünschte Wirkungen/Komplikationen durch die jeweiligen Lasertypen“.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung von vermehrt melanozytenhaltigen Hautveränderungen

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), ca. 4 Wochen vor und nach Therapie mit optischer Strahlung Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
- Kühlung angepasst an Indikation, Intervention und gewählten Parametern des spezifischen Systems
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“
- Die Gefahr von Nebenwirkungen und Komplikationen steigt mit zunehmender Hautpigmentierung [61], ggf. depigmentierende Cremes (z.B. Hydrochinon) [62, 63]

Sonstige Hinweise bei der Behandlung von vermehrt melanozytenhaltigen Hautveränderungen

- Stark vorgebräunte Haut sollte nicht behandelt werden, wegen Hypopigmentierungsgefahr

Lentignes und Café-au-Lait-Fleck

Empfehlungen Behandlung Lentignes und Café-au-Lait-Fleck	Stärke	Zustimmung
Nichtablative Gefäßlaser / Pigmentlaser :		
Der Einsatz eines q-sw 694nm-Rubinlasers und eines q-sw 532nm-KTP (frequenzverdoppelter Nd:YAG)-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%*
Der Einsatz eines q-sw 755nm-Alexandritlasers im Piko-Sekundenbereich <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
Der Einsatz eines q-sw 1.064nm-Nd:YAG-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 595-585nm-Farbstofflasers* (gepulst), eines 532nm-KTP-Lasers und eines 755nm-Alexandritlasers im kurzen Millisekundenbereich <u>kann empfohlen werden.</u> * Unter Verwendung eines entsprechenden Kompressionshandstückes.	↑	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL* <u>kann empfohlen werden.</u> *siehe ergänzende Hinweise Einleitungstext.	↑	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (flächig gescaant und fraktionall- ablative) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (ablative und fraktionall- ablative) <u>kann erwogen werden.</u>	0	86% 1 Enthaltung

* Bereits in der Vorabstimmung 100%; keine erneute Abstimmung

Pigmentierter melanozytärer Naevus

Konsensbasiertes Statement	
EK	<p>Die Laserung eines pigmentierten melanozytären Naevus wird nicht empfohlen.</p> <p>In begründeten Ausnahmefällen z.B. bei kosmetisch starker Beeinträchtigung kann die Laserung eines pigmentierten melanozytären Naevus erwogen werden und von in der Beurteilung und Laserung pigmentierter Hautveränderungen erfahrenen Fachärzten durchgeführt werden. Vor der Laserung ist der Ausschluss von Malignität durch geeignete Verfahren durch einen Hautfacharzt erforderlich.</p>
Abstimmung: 100% <input checked="" type="checkbox"/> starker Konsens	

Dermaler (melanozytärer) Naevus

Empfehlungen Behandlung papillomatöser dermaler (melanozytärer) Naevus	Stärke	Zustimmung
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (flächig gescannt) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	83,3 %, 1 Enthaltung
Der Einsatz eines 2.940nm- Er:YAG-Lasers (traditionell ablativ) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	83,3%, 1 Enthaltung

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Bei der Entfernung melanozytärer Neoplasien ist aus differentialdiagnostischen und forensischen Gründen eine histologische Untersuchung zu empfehlen (z.B. Shave mit unmittelbar folgender Laserablation).

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Auf Grund der nur oberflächlichen Entfernung muss auf die Möglichkeit eines Rezidivs, gegebenenfalls auch mit stärkerer Pigmentbildung im Vergleich zum Vorbefund, hingewiesen werden. Das Rezidiv bzw. restliche Gewebe kann erneut mittels Laserablation behandelt werden. Auch wenn eine maligne Entartung melanozytärer dermaler Naevi unwahrscheinlich ist, kann sie auftreten. Aus diesem Grund sollte ein schnell nachwachsendes Rezidiv hautärztlich kontrolliert werden. Bei unregelmäßiger Pigmentierung sollte vor der weiteren Behandlung eine (erneute) feingewebliche Untersuchung (bestenfalls mittels Totalexzision) erfolgen. Für die Behandlung pigmentierter Reste oder eines pigmentierten Rezidivs melanozytärer Naevi wird von einer Behandlung mit Lasern (q-sw Nd:YAG-, Rubin- oder Alexandritlaser bzw. mit IPL) abgeraten, da diese die Neoplasie nicht (ausreichend sicher) entfernen.

Sonstige Hinweise

- Es sollten mehrere Sitzungen kommuniziert werden, da eine unvollständige Entfernung oder erhöhte Rezidivrate häufig ist. Außerdem ist eine Veränderung des histologischen Bildes durch die Behandlung möglich (sog. Pseudomelanom).
- Aus forensischen Gründen ist eine Fotodokumentation zu empfehlen.

Becker-Naevus

Empfehlungen Behandlung Becker-Naevus, zur Therapie der Haare siehe Kapitel 3.7	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser: Der Einsatz eines q-sw 694nm-Rubinlasers und eines q-sw 532nm-KTP (frequenzverdoppelter Nd:YAG)-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich zur Entfernung des Pigmentes <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
Der Einsatz eines q-sw 755nm-Alexandritlasers oder eines q-sw 1.064nm-Nd:YAG-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich zur Entfernung des Pigmentes <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
Der Einsatz eines 595-585nm-Farbstofflasers (gepulst), eines 532nm-KTP-Laser und eines 755nm-Alexandritlasers im kurzen Millisekundenbereich zur Entfernung des Pigmentes <u>wird nicht empfohlen</u> .	↓	100%
IPL: Der Einsatz von IPL* <u>wird nicht empfohlen</u> . <i>*siehe ergänzende Hinweise Einleitungstext</i>	↓	100%
Ablative Laser: Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (flächig gesannt) <u>wird nicht empfohlen</u> .	↓	100%*
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (ablativ) <u>wird nicht empfohlen</u> .	↓	100%*

* bereits in der Vorabstimmung 100%; keine erneute Abstimmung

Naevus Ota – Naevus Hori - Naevus Ito

Empfehlungen Behandlung Naevus Ota - Naevus Hori - Naevus Ito	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser: Der Einsatz eines q-sw 694nm-Rubinlasers und eines q-sw 532nm-KTP (frequenzverdoppelter Nd:YAG)-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich zur Entfernung des Pigmentes <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
Der Einsatz eines q-sw 755nm-Alexandritlasers oder eines q-sw 1.064nm-Nd:YAG-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich zur Entfernung des Pigmentes <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
Der Einsatz eines 595-585nm-Farbstofflasers (gepulst), eines 532nm-KTP-Laser und eines 755nm-Alexandritlasers im kurzen Millisekundenbereich zur Entfernung des Pigmentes <u>wird nicht empfohlen</u> .	↓	100%
IPL: Der Einsatz von IPL* <u>wird nicht empfohlen</u> . <i>*siehe ergänzende Hinweise Einleitungstext</i>	↓	100%
Ablative Laser: Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (flächig gesannt) <u>wird nicht empfohlen</u> .	↓	100%*
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (ablativ) <u>wird nicht empfohlen</u> .	↓	100%*

* bereits in der Vorabstimmung 100%; keine erneute Abstimmung

Zusätzliche erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung) bei der Behandlung von Naevus Ota, Naevus Hori und Naevus Ito

- Korrekte Auswahl der Parameter bzgl. der Hauttypen und ausreichende Kenntnisse und Erfahrungen auf Seiten des Anwenders.

Sonstige Hinweise

- Größtmöglicher Augenschutz bei Therapie im Augenbereich

Melasma

Empfehlungen Behandlung Melasma	Stärke	Zustimmung
Nichtablative Gefäßlaser / Pigmentlaser:		
Der Einsatz eines q-sw 694nm-Rubinlasers, eines q-sw 532nm-KTP (frequenzverdoppelter Nd:YAG)-Lasers und eines q-sw 755nm-Alexandritlasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich mit geringer Energieleistung <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	83 %, 1 Enthaltung
Der Einsatz eines 1.927nm-Thulium-Lasers mit geringer Energieleistung <u>kann empfohlen werden</u> (nicht selektive Pigmentwirkung).	↑	80%, 1 Enthaltung
Der Einsatz eines q-sw 1.064nm-Nd:YAG-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich mit geringer Energieleistung <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
Der Einsatz eines 595-585nm-Farbstofflasers (gepulst), eines 532nm-KTP-Lasers und eines 755nm-Alexandritlasers im kurzen Millisekundenbereich <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
Der Einsatz eines 1.550nm-Lasers (z.B. Diode, Er:Glass) (fraktioniert, nicht ablativ) <u>kann insbesondere bei Hauttypen 3-5 nach Fitzpatrick erwogen werden</u> .	0	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL* <u>kann erwogen werden</u> . <i>*siehe ergänzende Hinweise Einleitungstext.</i>	0	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (flächig gescannt) <u>wird nicht empfohlen</u> .	↓	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (ablativ) <u>wird nicht empfohlen</u> .	↓	100%

Spezifische sonstige Hinweise

- Eine Lasertherapie mit niedrigen Energiewerten und mehr Sitzungen ist einer kürzeren, aggressiveren Behandlung vorzuziehen, um eine Exazerbation zu vermeiden.
- Von einer Behandlung im Sommer ist abzuraten, da es durch die UV-Strahlung zu einem Rezidiv kommen kann und dies von den Patienten als laserspezifische Nebenwirkung missdeutet werden kann.

2.2. Nicht-vermehrt melanozytenhaltige Hautveränderungen

Allgemeine erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung) von nicht-vermehrt melanozytenhaltigen Hautveränderungen

- Die Beurteilung der Benignität sollte durch einen Facharzt für Dermatologie mit geeigneten Verfahren vor der Laserbehandlung sichergestellt werden.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung bei der Lasertherapie nicht-vermehrt melanozytenhaltige Hautveränderungen

- Indikationsbezogen
 - Gefahr (Fehl-)Therapie maligner Erkrankung, Veränderung des histologischen Bildes durch Behandlung.
 - Gefahr der postinflammatorischen Hypo- und Hyperpigmentierung.
 - Unvollständige Entfernung und Rezidivgefahr.
 - Entstehung einer Narbe u.a. bei üblichen Parametereinstellungen und besonders bei zu aggressivem Vorgehen bzw. posttherapeutische Manipulation.
 - Aufklärung über zu erwartende Nebenwirkungen und über den zu erwartenden Therapieerfolg (inkl. Hinweis auf die Zahl der möglicherweise notwendigen Therapiesitzungen), realistische Erwartungen kommunizieren: Hautstruktur kann von Umgebung abweichen, Pigmentstörungen, Rötung/prolongiertes Erythem bei CO₂-Laser, bei multiplen Läsionen Probelaserung sinnvoll.
 - Aufklärung zum Ablauf der Wundheilung nach der Therapie.
- Interventionsbezogen
 - Siehe Kapitel „Generelle unerwünschte Wirkungen/Komplikationen durch die jeweiligen Lasertypen“.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung von nicht-vermehrt melanozytenhaltigen Hautveränderungen

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
- Kühlung angepasst an Indikation, Intervention und gewählten Parametern des spezifischen Systems
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“
- Die Gefahr von Nebenwirkungen und Komplikationen steigt mit zunehmender Hautpigmentierung ggf. depigmentierende Cremes (z.B. Hydrochinon)

Sonstige Hinweise bei der Behandlung von nicht-vermehrt melanozytenhaltigen Hautveränderungen

- Stark pigmentierte oder vorgebräunte Haut (ab Hauttyp IV) sollte aufgrund von Hypopigmentierungsgefahr zurückhaltend behandelt werden.

Epheliden

Empfehlungen Behandlung Epheliden	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser: Der Einsatz eines q-sw 694nm-Rubinlasers und eines q-sw 532nm-Nd:YAG-Lasers (frequenzverdoppelter Nd:YAG)-Laser im Piko- oder Nano-Sekundenbereich <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%

Der Einsatz eines q-sw 755nm-Alexandritlasers im Piko-Sekundenbereich <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%
Der Einsatz eines q-sw 1.064nm-Nd:YAG-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
Der Einsatz eines 595-585nm-Farbstofflasers (gepulst), eines 532nm-KTP-Laser und ein 755nm-Alexandritlasers im kurzen Millisekundenbereich <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%*
IPL:		
Der Einsatz von IPL* <u>kann empfohlen werden</u> . <i>*siehe ergänzende Hinweise Einleitungstext</i>	↑	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (flächig gesannt und fraktionall- ablative) <u>wird nicht empfohlen</u> .	↓	100%*
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (ablative und fraktionall- ablative) <u>wird nicht empfohlen</u> .	↓	100%*

* bereits in der Vorabstimmung 100%; keine erneute Abstimmung

Postinflammatorische Hyperpigmentierungen einschließlich Berloque-Dermatitis

Empfehlungen Behandlung postinflammatorische Hyperpigmentierungen einschließlich Berloque-Dermatitis	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser:		
Der Einsatz eines q-sw 694nm-Rubinlasers, eines q-sw 532nm-KTP(frequenzverdoppelter Nd:YAG)-Lasers und eines q-sw 755nm-Alexandritlasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	83%, 1 Enthaltung
Der Einsatz eines q-sw 1.064nm-Nd:YAG-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich <u>kann erwogen werden</u> .	0	67%, 2 Enthaltungen
Der Einsatz eines 595-585nm-Farbstofflasers* (gepulst), eines 532nm-KTP-Lasers und eines 755nm-Alexandritlasers im kurzen Millisekundenbereich <u>kann erwogen werden</u> . <i>* Unter Verwendung eines entsprechenden Kompressionshandstückes.</i>	0	67%, 2 Enthaltungen
Der Einsatz eines 1.927nm-Thulium-Lasers und eines Dioden- oder Er:Glass Lasers (1.540-1.570nm, fraktioniert, nicht ablative) <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL* <u>kann erwogen werden</u> . <i>*siehe ergänzende Hinweise Einleitungstext</i>	0	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (flächig gesannt) <u>wird nicht empfohlen</u> .	↓	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (ablative) <u>wird nicht empfohlen</u> .	↓	100%

Spezifische sonstige Hinweise

- Stark vorgebräunte Haut sollte aufgrund von Hypopigmentierungsgefahr nicht behandelt werden.
- Vier Wochen vor und acht Wochen nach Laserbehandlung wird die Anwendung von depigmentierenden Cremes (z.B. Hydrochinon) empfohlen.
- Mehrere Behandlungen notwendig
- Berloque-Dermatitis: Eventuell Gefäßlaser zusätzlich notwendig
- Vermeidung von Duftstoffen und auslösenden Substanzen im betroffenen Areal.
- Postinflammatorische Hyperpigmentierungen: Häufig auch ohne Laserbehandlung innerhalb von 24 Monaten rückläufig.

Medikamenteninduzierte Dyschromien (z.B. Amiodaron, Minocyclin, Bleomycin, Chloroquin, Phentiazine, trizyklische Antidepressiva)

Bei medikamenteninduzierten Dyschromien ist es bei tiefliegendem Pigment schwierig einen Behandlungserfolg zu erzielen. Daher sind zum Zeitpunkt der Erstellung der Leitlinie keine spezifischen Empfehlungen möglich.

Eine Probelaserung sollte vor jeder Lasertherapie medikamenteninduzierter Dyschromien durchgeführt werden.

Spezifische sonstige Hinweise

- Nach Möglichkeit auslösendes Medikament absetzen.
- Da häufig größere Areale betroffen sind und zur Laserung q-switched Laser verwendet werden, sind die eingeschränkten Behandlungsoptionen aufklärungsrelevant begrenzt.

Seborrhoische Keratose

Empfehlungen Behandlung seborrhoische Keratosen	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser:		
Der Einsatz eines q-sw 694nm-Rubinlasers und eines q-sw 532nm-KTP (frequenzverdoppelter Nd:YAG)-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines q-sw 755nm-Alexandritlasers oder eines q-sw 1.064nm-Nd:YAG-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich mit geringer Energieleistung <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers im kurzen Millisekundenbereich <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL* <u>kann erwogen werden.</u> *siehe ergänzende Hinweise Einleitungstext.	0	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (flächig gescannt) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (ablativ) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%

Spezifische sonstige Hinweise

- Bei Einsatz von Q-SW-Lasern können offene Wunden vermieden werden, reichen aber bei ausgeprägten Hyperkeratosen nicht aus.

- Die Therapie mittels Kürettage oder Kryotherapie stellt eine wichtige Therapiealternative dar, ablativ Laser sind schneller, effektiver, keine Blutung bei CO₂ und subjektiv wirksamer, Nachteil Hypopigmentierung

Schmutztätowierungen

Empfehlungen Behandlung Schmutztätowierungen	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser:		
Der Einsatz eines q-sw 694nm-Rubinlasers und eines q-sw 532nm-KTP (frequenzverdoppelter Nd:YAG)-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
Der Einsatz eines q-sw 755nm-Alexandritlasers oder eines q-sw 1.064nm-Nd:YAG-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL* <u>wird nicht empfohlen.</u> <i>*siehe ergänzende Hinweise Einleitungstext.</i>	↓	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Indikationsbezogen
 - Schmutztätowierung nach Feuerwerksexplosionsverletzungen können Metalle oder auch Reste von Schwarzpulver enthalten. Diese können bei Exposition mit ns/ps Lasern zu Mikroexplosionen und anderen paradoxen Wirkungen führen.
 - Frische Schmutztätowierungen können ausgebrüstet werden, auch um die Menge von Pigment zu reduzieren.

Spezifische sonstige Hinweise

- Q-sw-Laser sind Laser der ersten Wahl, da das Pigment zersprengt werden muss.
- Alternativ CO₂-Laser zur Abtragung der Partikel (Narbengefahr) ggf. fraktionell ablativ Laser unter Ausnutzung der posttherapeutischen Ausschleusung.
- Paradoxe Reaktion von z.B. Bitumen-basierten Fremdkörpern können auftreten.

Schmucktätowierungen

Empfehlungen Behandlung Schmucktätowierungen	Stärke	Zustimmung
Pigmentlaser:		
Der Einsatz eines q-sw Lasers im Nano- oder Piko -Sekundenbereich mit einer für die Pigmentfarbe geeigneten Wellenlänge (siehe Tabelle 2) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL* <u>wird nicht empfohlen.</u> <i>*siehe ergänzende Hinweise Einleitungstext</i>	↓	100%

Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (flächig gescannt) und eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers <u>kann</u> , bei kleinflächigen Befunden, bei denen mit anderen Methoden kein ausreichender Erfolg erzielt werden konnte, <u>erwogen werden</u> .	0	50%, 3 Enthaltungen
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (fraktioniert) in Kombination mit q-sw Lasern im Nano- oder Piko -Sekundenbereich <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	83%, 1 Enthaltung
Der Einsatz eines Er:YAG-Lasers (fraktioniert) in Kombination mit q-sw Lasern im Nano- oder Piko -Sekundenbereich <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	83%, 1 Enthaltung

Tabelle 2: Tattoorentfernung: Wellenlängen bei verschiedenen gütegeschalteten Lasersystemen (ns- oder ps-gepulst) und zugehörige Pigmente bei Schmucktätowierungen, in Anlehnung an [64, 65]

Tattoo pigment	Schwarz	Blau	Violett	Grün	Rot	Orange	Gelb	Hautfarbe n /Weiß	Braun
Wellenlänge									
1.064nm-Laser (Nd:YAG)	Sehr gut	Gut	Gut	Gut	Gering	-	Gering	Gering	Gut
532nm-Laser (KTP (frequenzverdoppelter Nd:YAG))	gering	Gering	Gering	Gering	Sehr gut	Gut	Gut	Gering	Gering
755nm-Laser (Alexandrit, Diode)	Sehr gut	Gut	Gut	Gut	Gering	-	-	Gering	Gering
694nm-Laser (Rubin)	Sehr gut	Gut	Sehr gut	Gut	Gering	-	Gering	Gering	Gut
510nm-Laser (Farbstoff)	gering	Gering	Gering	Gering	Sehr gut	-	Gering	Gering	Gering
585nm-Laser (Farbstoff)	-	Gut		Sehr gut		-	Sehr gut	-	-

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Indikationsbezogen
 - Entstehung von Pigmentstörungen (Farbwechsel) oder Narben bei ungenügender Absorption der Laserstrahlung und dadurch thermische statt photoakustische Umwandlung der zugeführten Energie (z.B. bei orange- oder hautfarbenen Pigmenten).
 - Ggf. sind viele Sitzungen notwendig (auch über 10-15).

Spezifische erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- CAVE: Bei orangenen / roten Farbtönen sollte häufiger mit Farbumschlägen im Rahmen der Laserbehandlung gerechnet werden [66-68] (Probelerung in kleinem Areal empfohlen).

Spezifische sonstige Hinweise

- Q-sw-Laser sind Laser der ersten Wahl, da das Pigment zersprengt werden muss.
- Pikosekunden-Laser sind zu bevorzugen wegen geringerem Schmerz und Zeitbelastung.
- Alternativ CO₂-Laser zur Abtragung der Partikel (Narbengefahr).
- Cave: Negativ-Tattoo durch Hypopigmentierung.
- Durch hohe Energiedichten können die untersten Farbpartikel auch deutlich tiefer in die Haut gesprengt werden, so dass diese Pigmente später von den q-sw Laserstrahlen (mit kleinerem Durchmesser) nicht mehr erreicht werden (diffuse schmutzgraue Restpigmente).

- Häufig lassen sich auf organischen Farbpigmenten basierende Tätowierungen nicht vollständig entfernen.
- Bei großflächigen Tattoos des gesamten Unterschenkels oder Unterarms nicht die gesamte Zirkumferenz in einer Sitzung behandeln (cave: Kompartment-Syndrom) [69].
- Häufig Blasenbildung ohne spätere Narbenbildung.
- Eine Mehrfachbehandlung am gleichen Tag (sog. R20 Methode [70, 71]) kann zu einer rascheren Entfernung der Pigmente beitragen.
- Bei pseudolymphomatoider Reaktion des tätowierten Gewebes wird eher eine (fraktioniert) abtragende Laserbehandlung empfohlen. Bei schwer zu entfernenden Farben kann eine Kombination mit (fraktioniert) ablativen Laserverfahren erwogen werden.
- Die Anwendungen zur Entfernung von Permanent-Make-up entsprechen weitestgehend derer für die Entfernung von Schmucktätowierungen.

Metallablagerungen (z.B. Amalgam, Eisen)

Empfehlungen Behandlung Metallablagerungen (z.B. Amalgam, Eisen)	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser: Der Einsatz eines q-sw 694nm-Rubinlasers und eines q-sw 532nm-KTP (frequenzverdoppelter Nd:YAG)-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	83%, 1 Enthaltung
Der Einsatz eines q-sw 755nm-Alexandritlasers oder eines q-sw 1.064nm-Nd:YAG-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	83%, 1 Enthaltung
IPL: Der Einsatz von IPL* wird <u>nicht empfohlen</u> . *siehe ergänzende Hinweise Einleitungstext.	↓	83%, 1 Enthaltung

Spezifische sonstige Hinweise

- Von großflächigen Behandlungen wird abgeraten.
- ggf. Exzision

2.3. Hypopigmentierungen

Vitiligo

Empfehlungen Behandlung Vitiligo	Stärke	Zustimmung
UV-Laser: Der Einsatz eines 308nm-Excimer-Lasers oder eines entsprechenden 308nm-Excimer Systems <u>kann erwogen werden</u> .	0	67%, 2 Enthaltungen

In der entsprechenden Einzelleitlinie wird die Lasertherapie bei Vitiligo weiter spezifiziert [72]. So werden detaillierte Hinweise zu den Erfolgsaussichten, der Häufigkeit der Behandlungen und Intervalle zwischen den Behandlungen und dem Stellenwert der Lasertherapie gegenüber anderen Therapieverfahren und Kombinationstherapien gegeben.

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Klärung Ursache ggf. Ausschluss Triggerfaktoren.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Indikationsbezogen
 - Bei UV-Strahlenexposition besteht ein erhöhtes Nebenwirkungsrisiko für Verbrennung, Erytheme, Blasenbildung, Hyperpigmentierungen oder Nichtansprechen.
 - Unvollständige Re-Pigmentierung
- Laserinterventionsbezogen:
 - Siehe Kapitel „Generelle unerwünschte Wirkungen/Komplikationen durch die jeweiligen Lasertypen“.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
- Kühlung angepasst an Indikation, Intervention und gewählten Parametern des spezifischen Systems
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“

2.4. Benigne nicht pigmentierte Neoplasien

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung) von nicht pigmentierten Neoplasien

- Die Beurteilung der Benignität sollte durch einen Facharzt für Dermatologie mit geeigneten Verfahren vor der Laserbehandlung sichergestellt werden.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung von nicht pigmentierten Neoplasien

- Gefahr Therapie maligner Erkrankung, Veränderung des histologischen Bildes durch Behandlung.
- Gefahr der postinflammatorischen Hyperpigmentierung.
- Rezidivgefahr bei zu oberflächlichem Abtragen, Entstehung einer Narbe bei zu aggressivem Vorgehen.
- Realistische Erwartungen kommunizieren, Hautstruktur kann von Umgebung abweichen, Pigmentstörungen, Rötung/prolongiertes Erythem bei CO₂ Laser, bei multiplen Läsionen Probelaser sinnvoll.
- Aufklärung zum Ablauf der Wundheilung nach der Therapie.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung von nicht pigmentierten Neoplasien

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“.

Sonstige Hinweise zur Behandlung von nicht pigmentierten Neoplasien

- Stark vorgebräunte Haut sollte nicht behandelt werden, bei größeren Läsionen ggf. in Kombination mit vorhergehendem Shave zur histologischen Aufarbeitung mit nachfolgendem Planieren mittels CO₂-Laser oder Er:YAG-Laser.
- Bei gepulstem Farbstofflaser bzw. IPL-Anwendung empfiehlt sich ein Schutz der angrenzenden Haut mittels Abdeckung.

Fibröse Nasenpapil

Empfehlungen Behandlung Fibröse Nasenpapil	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser: Der Einsatz eines q-sw 1.064nm-Nd:YAG-Lasers im Piko- oder Nano-Sekundenbereich bei dominierendem vaskulären Anteil (Angiofibrom) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers im Millisekundenbereich <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	83%, 1 Enthaltung
IPL: Der Einsatz von IPL (kurzgepulst) oder der Farbstofflaser bei dominierendem vaskulären Anteil (Angiofibrom) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers und eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (beide traditionell ablativ oder CO ₂ flächig gescannt) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%

Sonstige Hinweise zur Behandlung von Fibromen

- **Fibrome werden in der Versorgungsrealität häufig und effizient in Analogie zu fibrösen Papeln in spezifischer Lokalisation adressierbar**

Naevus sebaceus

Empfehlungen Behandlung Naevus sebaceus	Stärke	Zustimmung
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (flächig gescannt) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (traditionell ablativ) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Da der N. sebaceus eine tief-dermale hamartomatöse haarlose Veränderung ist, sind die Erfolgsaussichten zu kommunizieren.
- Wenn N. sebacei anamnestisch eine Veränderung oder Größenzunahme erfahren haben, ggf. zum Malignitätsausschluss vor ablativer Lasertherapie Biopsie durchführen.
- Eine Alternative ist die operative Entfernung.

Sonstige Hinweise

- Größenabhängig und aufgrund Rezidivgefahr evtl. operative Entfernung bevorzugen.

Epidermaler Naevus

Empfehlungen Behandlung epidermaler Naevus	Stärke	Zustimmung
Ablative Laser: Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers und eines 2.940nm- Er:YAG-Lasers (beide traditionell ablativ oder flächig gescannt) bei nicht / gering pigmentierten epidermalen Naevi <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Bei vollständiger Entfernung ohne Rezidiv entsteht abhängig von der Größe eine Narbe. Das Risiko hierfür (bzw. das Rezidivrisiko) ist deutlich höher als z.B. bei der Behandlung von Nasenpapeln.

Neurofibrome

Empfehlungen Behandlung Neurofibrome	Stärke	Zustimmung
Ablative Laser: Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (traditionell ablativ) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (traditionell ablativ) <u>wird empfohlen</u>	↑↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Klinische Untersuchung (insbesondere Klingelknopfphänomen)

Sonstige Hinweise

- Das kosmetische Ergebnis kann individuell sehr unterschiedlich sein, häufig können diese Läsionen mittels Laser nicht vollständig entfernt werden. Zurückhaltende Empfehlung, in jedem Fall Probelaserung vor großflächiger Behandlung.
- Ein tieferer Gewebsdefekt sollte zur rascheren und narbenfreieren Abheilung mit Wundnaht verschlossen werden.
- Technik zur Entfernung der Neurofibrome z.B. durch Umschneiden der Basis mit dem ablativen Laser, dann Anziehen des ausgestülpten Gewebes mit der Pinzette und möglichst vollständige Abtragung.

Seboglanduläre Hyperplasie / Talgdrüsenhyperplasien

Empfehlungen Behandlung seboglanduläre Hyperplasie / Talgdrüsenhyperplasien	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser: Der Einsatz eines 595-585nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG-Lasers (langgepulst) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Ablative Laser: Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers und eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (beide traditionell ablativ) <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Ggf. Fotodokumentation mit Auflichtmikroskopie
- Ggf. histologische Abklärung sinnvoll
- Differentialdiagnostisch ist u.a. ein Basalzellkarzinom oder ein Talgdrüsenkarzinom abzugrenzen.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Neubildungs- bzw. Rezidivrate relativ groß.
- Eventuell Kombination mit Gefäßlaser zur Entfernung der häufig noch vorhandenen kleinen Gefäße.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Externe Nachsorge mit anti-komedogenen, bzw. die Seborrhoe reduzierenden Externa (z.B. 20% Azelainsäure Creme) oft sinnvoll, um Rezidivrate zu reduzieren.

Sonstige Hinweise

- Bei der Behandlung mittels Nd:YAG-Laser (1.064nm) ist auf den End-point einer weißlichen Verfärbung des sonst gelblichen Gewebes zu achten. Die Überlagerung von mehr als zwei Pulsen an gleicher Stelle sollte vermieden werden.

Syringome

Empfehlungen Behandlung Syringome	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser: Der Einsatz eines 532nm-KTP-Laser <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Ablative Laser: Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (traditionell ablativ) <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (traditionell ablativ) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%

Sonstige Hinweise

- Bei multiplen Läsionen kann es sinnvoll sein, das ganze Areal im Sinne eines Skinresurfacing abzutragen.
- Syringome liegen sehr tief und werden durch Laser kaum komplett entfernt, daher ist auf die Gefahr von Rezidiven hinzuweisen

Xanthelasma palpebrarum

Empfehlungen Behandlung Xanthelasma palpebrarum	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser: Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG-Lasers (langgepulst) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 595-585nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%

Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers unter Verwendung langer Pulsdauern <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
IPL:		
Eine Behandlung mit IPL <u>wird nicht empfohlen.</u>	↓	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers und eines 2.940nm- Er:YAG-Lasers (beide traditionell ablativ oder flächig gescannt) <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (fraktioniert) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Rezidivrate ist bei manchen Patienten sehr hoch.

Sonstige Hinweise

- Bei geeigneter Größe kann die Operation ggf. gegenüber der Lasertherapie bevorzugt werden (geringere Sichtbarkeit der Narbe nach dem Eingriff und, bei Durchführung durch erfahrene Operateure, somit unter Umständen kosmetisch zufriedenstellenderes Ergebnis).
- In Augennähe ist besonders auf geeigneten Schutz der Augen zu achten, um eine Schädigung der Ziliarmuskelfasern der Iris bzw. der Retina unbedingt zu vermeiden (insbesondere für im Pigment absorbierende Laser).
- In Augennähe und bei stärker pigmentierter Haut ist die Behandlung mit Gefäßlasern bzw. IPL von einem zu hohen Risiko für unerwünschte Wirkungen begleitet und daher aufklärungsrelevant (thermische Schädigung der Ziliarmuskelfasern der Iris, Verbrennung, permanente Hypopigmentierung).
- Bei der Behandlung mittels Nd:YAG-Laser (1.064nm) ist auf den End-point einer weißlichen Verfärbung des sonst gelblichen Gewebes zu achten. Die Überlagerung von mehr als zwei Pulsen an gleicher Stelle sollte vermieden werden.

2.5. Entzündliche Dermatosen

Akne papulopustulosa/conglobata

Für die allgemeine Diagnostik und Therapie der Akne vulgaris sei auf die entsprechende Einzelleitlinie [73] verwiesen. Im Folgenden werden Empfehlungen für die Lasertherapie der Akne vulgaris spezifiziert:

Empfehlungen Behandlung Akne papulopustulosa/conglobata	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser:		
Der Einsatz eines 585-595nm-Farbstofflasers (gepulst) zur Reduktion des Entzündungsprozesses <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Klinisches Bild (Blickdiagnose)

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Indikationsbezogen
 - Reinigung der Haut (vollständige Entfernung von Makeup (Pigmente können Laser- und IPL-Energie resorbieren).
 - Im Durchschnitt sind vier bis fünf Behandlungen im Abstand von 4-6 Wochen notwendig, um eine deutliche Befundverbesserung zu erreichen.
 - Bei vorliegender Veranlagung sind Rezidive häufig (Die Behandlung ist rein symptomatisch).
 - Realistische Erwartungen kommunizieren [74].
 - Ggf. ist eine Erhaltungstherapie 1-2x/Jahr sinnvoll.
 - Unerwünschte Nebenwirkungen:
 - Bläschen und Krusten
 - Purpura (Farbstofflaser)
 - Blutergüsse, Verkrustungen und Schwellungen
 - Hyper- oder Hypopigmentierung
 - Bakterielle Infektionen (sehr selten)
 - Bei Männern: Photoepilation bedenken!

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
- Kurze Kühlung nach der Therapie z.B. mit befeuchteten Kosmetiktüchern.
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“
- Regelmäßige dermatologische Betreuung im Anschluss.

Sonstige Hinweise

- Stark vorgebräunte Haut sollte nicht behandelt werden.
- Über Rezidivwahrscheinlichkeit aufklären.
- Vor der Behandlung empfiehlt sich eine Fotodokumentation (optimaler Weise Verlaufsbeurteilung vor jeder Sitzung).
- Patienten sollten außerdem hinsichtlich des Hauttyps, der Hautpflege und zur Lebensführung beraten werden.
- Kombinationstherapien mit entsprechenden Topika und bei Bedarf oraler Medikation (cave Wechselwirkung mit Licht [75-78]) ist sinnvoll. Die Therapie sollte in Abhängigkeit von der Akneform individuell festgelegt werden (siehe entsprechende Einzelleitlinie [73]).

Akne inversa / Hidradenitis suppurativa

In den entsprechenden Einzelleitlinien werden allgemeine Empfehlungen zur Lasertherapie gegeben, vgl. [79, 80]. Im Folgenden werden diese allgemeinen Empfehlungen je Einsatzgebiet spezifiziert:

Empfehlungen Behandlung Acne inversa / Hidradenitis suppurativa	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser: Der Einsatz eines 595nm-Farbstofflasers zur Reduktion der Entzündungsprozesse <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%

Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers oder des 2940nm- Er:YAG Lasers zur Abtragung und zum Deroofing (Abtragen des gesamten Daches) von Abszessen und Fisteln <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%
Der Einsatz des fraktionierten 10.640nm-CO ₂ -Lasers zur Verbesserung der Narbenstruktur und zur Erhöhung der Beweglichkeit <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%
Epilationslaser:		
Eine Photothermolysse der Haarfollikel <u>wird empfohlen</u> , z.B. mittels 1.064nm-Nd:YAG Laser, 755nm-Alexandritlaser, 808nm-Diodenlaser oder IPL.	↑↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Ablation von Fisteln/Abszessen: Darstellung Fistelgänge vor der Laserbehandlung.
- Epilation: ggf. Ausschluss florider Abszesse vor einer Photoepilation.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Die Photoepilation kann das Auftreten von Abszessen reduzieren. Sie hilft nicht gegen schon bestehende Abszesse.
- CO₂-, Er:YAG-, Alexandrit-, Dioden-, und Farbstofflaser: UV-Schutz vor und nach der Behandlung.
- Epilation: Rasur vor der Epilationsbehandlung, um Effektivität der Behandlung zu optimieren und Verbrennungen zu vermeiden.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Epilation: Kühlen des behandelten Areals.
- Ablation von Abszessen/Fisteln, Deroofing: Stadiengerechte Wundbehandlung.

Sonstige Hinweise

- Eine stadienadaptierte und leitliniengerechte Therapie der Acne inversa/ Hidradenitis suppurativa ist durchzuführen (s. Einzelleitlinie [80]). Dazu zählen die antiinflammatorische Lokal- und Systemtherapie sowie die chirurgische Behandlung. Vor jeder chirurgischen oder teuren systemischen Behandlung sollte stets eine Photoepilation versucht werden.
- Die Epilationsbehandlung ist zu empfehlen, da die Entfernung der Terminalhaarfollikel einen kausalen Therapieansatz darstellt.

Sinus pilonidalis

Für die Lasertherapie des Sinus pilonidalis sei auf die entsprechende Einzelleitlinie [81] verwiesen.

Granuloma faciale

Klinisch durch einzelne oder multiple rotbraun bis livide Nodi (meist) im Gesicht mit chronisch-rekurrentem Verlauf gekennzeichnet, entspricht das histologische Bild des Granuloma faciale einer Vaskulitis der kleinen Gefäße mit einem dichten, eosinophilenreichen Entzündungszellinfiltrat [82].

Der läsionale Gefäßverschluss durch Behandlung mittels Argon [83] oder gepulsten Farbstofflasern kann vor allem bei relativ flachen Befunden zu einer dauerhaften Abheilung führen [84, 85]. Hohe Energiedichten und das Erreichen der Purpuraschwelle sind mit einem besseren Ansprechen assoziiert [86]. Auch bei Behandlung mit KTP-Lasern wurde ein Ansprechen beobachtet [87]. Es existieren darüber hinaus kleinere

Fallserien zur Ablation nodulärer Herde mittels CO₂-Laser, dies ist jedoch mit einem höheren Narbenrisiko verbunden [88, 89].

Empfehlungen Behandlung Granuloma faciale	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser:		
Der Einsatz eines 595nm-PDL-Farbstofflasers (gepulst) <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (fraktioniert, zur Einschleusung von Medikamenten) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (ablativ) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Histologische Sicherung.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Datenlage auf kleine Fallserien/Kasuistiken limitiert.
- Fehlendes Ansprechen/ Rezidive möglich.
- Konsequenter Lichtschutz zur Prävention von Pigmentverschiebungen.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Kühlung mit Coolpacks für mehrere Stunden, bei ablativen Maßnahmen Wundversorgung.

Sonstige Hinweise

- Aufgrund des besseren Nebenwirkungsprofils sollten zunächst konservative topische Therapien angewendet werden, diese sind bei nodulären Befunden jedoch meist nicht ausreichend wirksam [90].
- Für Farbstofflaser existieren die meisten Fallberichte. Hohe Energiedichten/Purpura sind hier mit besserem Ansprechen assoziiert. Ablative Laser können bei nodulären Befunden erwogen werden.

Lichen sclerosus

Empfehlungen Behandlung Lichen sclerosus	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser:		
Der Einsatz eines 595nm-PDL-Farbstofflasers (gepulst) bei floriden entzündlichen Herden <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz fraktioniert ablativer Laser (z.B. 1.927, 2.940, 2.970, 10.600nm) ggf. in Kombination mit laser assisted drug delivery <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (flächig gescannt) bei ausgeprägten Befunden wie beispielsweise Verschmelzung der Labien <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Einsatz ablativer fraktionaler Laser bei Versagen einer primär topischen Therapie empfehlenswert.
- Die Beurteilung der Benignität sollte durch einen Facharzt für Dermatologie mit geeigneten Verfahren vor der Laserbehandlung sichergestellt werden.
- Ausschluss mikrobieller Fehlbesiedlung.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Datenlage auf kleine Fallserien/Kasuistiken limitiert [91-93].
- Indikationsbezogen:
 - Rezidive möglich
 - Unvollständige Abheilung
 - Anästhesie topisch, systemisch, post interventionelle Schmerzmedikation

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“

Sonstige Hinweise

- Aufgrund des erhöhten Tumorrisikos in den betroffenen Arealen sollten regelmäßige Kontrolluntersuchungen (mindestens einmal jährlich von Dermatologen und Gynäkologen) durchgeführt werden.

Lupus erythematoses

Für die Lasertherapie des kutanen Lupus erythematoses wurde der Farbstofflaser eingesetzt [94-97] Im Allgemeinen sei auf die entsprechende Einzelleitlinie [98] verwiesen, da mittels Laser kein spezifischer Wirkmechanismus bedient werden kann

Psoriasis vulgaris

Für die Lasertherapie der Psoriasis vulgaris finden sich Hinweise auf den Einsatz von Farbstofflasern [99], auch bei Nagelbeteiligung [100-103]. Excimer-Lasern [104-106] allein oder in Kombination mit typischen Antipsoriasisika [107] werden in der Literatur häufig erwähnt. Im Allgemeinen sei auf den Appendix der entsprechenden Einzelleitlinie [108] verwiesen.

Rosazea und Rhinophym

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Die Beurteilung der Benignität sollte durch einen Facharzt für Dermatologie mit geeigneten Verfahren vor der Laserbehandlung sichergestellt werden.
- Anamnese bezüglich typischer spezifischer Triggerfaktoren (scharfe Gewürze, Alkoholkonsum, Sonnenlicht, etc.)

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Indikationsbezogen
 - Reinigung der Haut (vollständige Entfernung von Makeup (Pigmente können Laser- und IPL-Energie resorbieren).
 - Im Durchschnitt sind vier bis fünf Gefäß-Behandlungen im Abstand von 4-6 Wochen notwendig, um eine deutliche Befundverbesserung bei Rosacea zu erreichen.

- Bei vorliegender Veranlagung und ggf. weiteren Risikofaktoren sind Rezidive häufig (die Behandlung ist rein symptomatisch).
- Realistische Erwartungen kommunizieren, ggf. mehrere Sitzungen notwendig.
- Ggf. ist eine Erhaltungstherapie mittels Gefäßlaser 1-2x/Jahr sinnvoll.
- Unerwünschte Nebenwirkungen:
 - Bläschen und Krusten
 - Purpura (Farbstofflaser)
 - Blutergüsse, Verkrustungen und Schwellungen
 - Hyper- oder Hypopigmentierung
 - Bakterielle Infektionen (sehr selten)
 - Bei Männern: Photoepilation bedenken!
 - Bei Rhinophym: Narben, Verziehungen, Beeinträchtigung Nasenatmung
- Laserinterventionsbezogen
 - Siehe Kapitel „Generelle unerwünschte Wirkungen/Komplikationen durch die jeweiligen Lasertypen“.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+)
- Kurze Kühlung nach der Therapie z.B. mit befeuchteten Kosmetiktüchern.
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“
- Konsequente Meidung potentieller Triggerfaktoren
- Regelmäßige dermatologische Betreuung im Anschluss.

Sonstige Hinweise

- Stark pigmentierte oder vorgebräunte Haut (ab Hauttyp IV) sollte aufgrund von Hypopigmentierungsgefahr zurückhaltend behandelt werden.
- Über Rezidivwahrscheinlichkeit aufklären.
- Patienten sollten außerdem hinsichtlich des Hauttyps, der Hautpflege und zur Lebensführung beraten werden.
- Kombinationstherapien mit entsprechenden Topika und bei Bedarf oraler Medikation ist sinnvoll. Die Therapie sollte in Abhängigkeit von der Rosazeaform individuell festgelegt werden (siehe entsprechende Einzelleitlinie [109] und die Empfehlungen des globalen „ROSacea COsensus“(ROSCO) [110].

Teleangiektasien

Empfehlungen Behandlung Teleangiektasien bei Rosacea	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser:		
Der Einsatz eines 585-595nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG-Lasers (langgepulst) <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers (sowie analoger Lasersysteme, siehe Einleitung) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL bei Teleangiektasien und Erythemen <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%

Hintergrunderythem

Empfehlungen Behandlung Hintergrunderythem und Flushing bei Rosazea	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser:		
Der Einsatz eines 585-595nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG-Lasers (langgepulst) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers (langgepulst, nur Spotgrößen >0,5cm) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 589nm-Diodenlasers <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Teils unbefriedigendes Ansprechen bzw. Rezidivfreudigkeit

Sonstige Hinweise

- Soweit ein Flush durch den Patienten reproduzierbar ausgelöst werden kann (z.B. durch körperliche Anstrengung), sollte die Flush-Rötung unmittelbar vor der Behandlung ausgelöst werden. Dadurch lassen sich deutlich bessere Ergebnisse bei der Flushbehandlung erzielen.

Rhinophym

Empfehlungen Behandlung Rhinophym	Stärke	Zustimmung
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (traditionell ablativ oder fraktioniert (im Frühstadium) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (traditionell ablativ oder fraktioniert (im Frühstadium) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Gefahr der postinflammatorischen Hyperpigmentierung.
- Nicht ausreichendes Ansprechen bei zu oberflächlichem Abtragen, Entstehung einer Narbe bei zu aggressivem Vorgehen.
- Realistische Erwartungen kommunizieren, Hautstruktur kann von Umgebung abweichen, Pigmentstörungen, Rötung/prolongiertes Erythem bei CO₂-Laser.
- Aufklärung zum Ablauf der Wundheilung nach der Therapie.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+)
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“

Sonstige Hinweise

- Die Behandlung mittels CO₂- und Er:YAG-Laser kann als Einzel- oder Kombinationsbehandlung erfolgen.
- Eine ablativ Laserbehandlung bei Rhinophym ist sehr schmerzhaft und kann nur unbefriedigend in Lokalanästhesie durchgeführt werden.
- Bei gleichzeitig bestehenden Teleangiectasien sollten diese vor der Behandlung des Rhinophyms in einer gesonderten Sitzung entfernt werden, um das Blutungsrisiko während der Rhinophymbehandlung zu verkleinern.
- Stark vorgebräunte Haut sollte nicht behandelt werden.
- Bei dieser Indikation sollte ggf. anhand eines älteren Fotos die ursprüngliche Form der Nase inspiziert werden, um eine Überkorrektur mit der Gefahr der Narbenbildung zu vermeiden.

2.6. Falten / Dermatochalasis / Striae

Empfehlungen Behandlung Falten und Dermatochalasis	Stärke	Zustimmung
Nichtablative Laser und IPL:		
Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG-Lasers (langgepulst), eines 1.540-/1.550-/1.565nm-Er:Glass-Lasers/Dioden-Lasers oder eines 1.927nm-Thulium-Lasers <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Eine Kombination der nicht-abtragenden Lasermethoden und photothermolytischen Lasermethoden (z.B. gepulster Farbstofflaser, Nd:YAG-Laser) oder IPL <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (traditionell ablativ, nicht fraktioniert) <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (fraktioniert) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (traditionell ablativ, nicht fraktioniert) <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (fraktioniert) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%

Andere Laser (z.B. Farbstoff, frequenzverdoppelter Nd:YAG) oder IPL, die primär selektiv photothermolytisch wirken, werden vorrangig bei Pigmenten und Gefäßen eingesetzt und werden daher in den entsprechenden Kapiteln abgehandelt. Alle Laser zeigen im Rahmen des Kollagenremodellings eine gewisse Wirkung zur Verbesserung bei Falten und zur Hauterneuerung. Die Hauptwirkung ist aber die Behandlung von Pigmenten und Gefäßen und diese Geräte sollten auch primär dafür eingesetzt werden.

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Die Beurteilung der Benignität sollte durch einen Facharzt für Dermatologie mit geeigneten Verfahren vor der Laserbehandlung sichergestellt werden.
- Ausschluss Wundheilungsstörung/Keloidneigung.
- Ausschluss erhöhtes Pigmentierungsrisiko / Melasma (ggf. Probelaserung).
- Neigung zu Herpes?

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- In der Regel handelt es sich hierbei um eine ästhetische Behandlung. Daher sollten Patienten darüber aufgeklärt werden, dass keine Versicherung Behandlungskosten übernehmen wird. Das

gilt auch bei Nebenwirkungen (ggf. Folgekostenversicherung abschließen). Die Aufklärung sollte daher noch genauer als bei medizinischen Therapien erfolgen. Therapien am Tag der Beratung sollten nicht durchgeführt werden.

- Ansprechraten in Abhängigkeit der Region, der Ausprägung, von Co-Faktoren (Rauchen etc.) und vom einzusetzenden System stark abhängig [111]
- Auf das Risiko einer permanent abgeschwächten Pigmentierung, insbesondere bei vollflächig abtragenden Lasern, soll hingewiesen werden.
- Aufklärung UV-Schutz, Nikotinabusus als Ursachen der Hautalterung
- Aufklärung UV-Schutz nach Therapie
- Pigmentstörungen, Rötung/prolongiertes Erythem, Schwellung, Verbrennung, Narbenbildung.
- Realistische Erwartungen dem Patienten abgleichen. Bei ausgeprägten Befunden Fällen sind invasivere straffende Maßnahmen (ggf. auch mit chirurgischen Maßnahmen) sinnvoller.
- Bei ablativen Lasern genaue Aufklärung zum Ablauf der Wundheilung nach der Therapie.
- Aufklärung zur Ausfallzeit (v.a. bei ablativen Lasern), hierbei auch Ablauf der Wundheilung idealerweise mit Fotos vermitteln.
- Information zu Linderung von Rötung, Schwellung und Krustenbildung [112].
- Information zur Pflege nach der Therapie.
- Pigmentierungen werden teils besser (jedoch meist nicht so effektiv wie mit gezielten Behandlungen mit hierfür spezifischen Lasern, siehe Kapitel 3.1), Gefäßzeichnungen werden kaum/nicht verbessert.
- Outburst nach Behandlung möglich (Komedonen).
- Es sind ggf. mehrere Sitzungen nötig (v.a. bei nicht-ablativen Lasern).

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Kontrollen (v.a. bei ablativen Lasern)
- Prophylaxe systemisch (Antibiose, Herpes) v.a. bei ablativen Lasern [112]
- Kühlung, abschwellende Maßnahmen (Bromelain)
- Angepasste Hautpflege (vor allem bei ablativen Lasern)
- Für Rückfragen bereitstehen (ästhetische Behandlung!!!), Notfalltelefonnummer mitgeben.
- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+)
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“

Sonstige Hinweise

- Laserauswahl sollte nach Ausprägung der Falten getroffen werden und auch nach der Compliance der Patienten (v.a. bei ablativen Lasern – die Patienten sollten mit den nässenden Wunden und der Krustenbildung zurechtkommen)
- **Für die Behandlung der Dermatochalasis stehen auch andere Energie-basierte Geräte (energy bases devices – EBD) zur Verfügung (hier zu nennen sind HIFU, Radiofrequenz Microneedling, monopolare/bipolare Radiofrequenz etc). Diese sind jedoch nicht Bestandteil der vorliegenden Leitlinie.**

Empfehlungen Behandlung Striae distensae	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser:		
Der Einsatz eines 585nm und 595nm Farbstofflasers (gepulst) bei Striae rubrae <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Nicht-ablative Laser		
Der Einsatz eines 1.540nm, 1.550nm und 1.565nm-Er:Glass-Lasers (fraktioniert) <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL bei Striae rubrae <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%

Ablative Laser		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (fraktioniert) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (fraktioniert) fraktioniert <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%

Dehnungsstreifen sind grundsätzlich schwierig zu behandeln [113], wengleich zahlreiche Publikationen vorliegen [114-120]. Neuere oder noch nicht abgeheilte Dehnungsstreifen sind rote oder rosafarbene Bereiche mit flacher Haut, die bisweilen auch jucken (Striae rubrae). Meist werden die Streifen dann länger und dunkler. Im Laufe der Zeit nehmen sie eine weißliche Farbe an und werden kleiner (Striae albae). Die Histologie von Dehnungsstreifen entspricht der von Narben, und ihre Entwicklung ist vergleichbar mit dem Abheilen einer Wunde [121]. Striae alba sind schwierig zu behandeln. Deshalb ist es wichtig, realistische (auch vom Alter des Patienten und der Lokalisation abhängige) Behandlungsziele mit dem Patienten zu besprechen. Unter den verwendeten Lasern erwiesen sich fraktionierte nicht-ablative Laser als am erfolgreichsten. Bei der fraktionierten Photothermolyse werden der Durchsatz der Epidermis und die Remodellierung des dermalen Kollagens stimuliert [122], was eine signifikante Verbesserung bei verschiedenen Arten von Narben bewirkt [123, 124].

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Ausschluss von Keloidneigung.
- Ausschluss erhöhtes Pigmentierungsrisiko (Probelaserung).

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Es gelten die gleichen Hinweise wie bei Faltenbehandlungen. Besondere Bedeutung kommt bei dieser Indikation der realistischen Erwartungshaltung des Patienten zu.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Kühlung, abschwellende Maßnahmen
- Angepasste Hautpflege
- Für Rückfragen bereitstehen (ästhetische Behandlung!!!).
- Konsequenter Sonnenschutz für die ersten drei Monate danach

Sonstige Hinweise

- Laserauswahl sollte nach dem Alter der Striae getroffen werden, vaskulär bei frischeren Striae rubrae, non-ablativ fraktioniert bei älteren. Es sind immer mehrere Sitzungen notwendig.

2.7. Hypertrichose / Haare

Die Erwartungshaltung des Patienten sollte mit der Realität abgeglichen werden. In erster Linie betrifft dies das Ausmaß der zu erwarteten Haarreduktion. Der Wunsch nach einer vollständigen und permanenten Enthaarung ist nicht realistisch. Erwartbar ist eine deutliche Reduktion abhängig von Geschlecht, Lokalisation und weiteren Begleitfaktoren, die zumindest partiell permanent ist. Es muss sowohl auf die Möglichkeit des Nachwachsens von Haaren hingewiesen werden als auch auf die potentiell fehlende Reversibilität des Eingriffes. Letztere könnte bei individuellem bzw. gesellschaftlichem Wechsel ästhetischer Vorstellungen im Laufe der Zeit ein Problem darstellen.

Unterscheidung nach Lokalisation:

Laserepilationen im Brust-, Rücken- und Bauchbereich, in den Achselzonen, in der Bikinizone, an den Beinen und im Bereich der Oberlippe und des Kinns werden empfohlen. Die Behandlungen im Bereich der Augenbraune aufgrund der Gefahr von Augenverletzungen sollte nur nach sorgfältiger Nutzen-Risiko-Abwägung erfolgen.

Unterscheidung nach Hauttyp:

Laserepilationen bei Patienten mit Hauttyp I-III nach Fitzpatrick werden empfohlen. Laserepilationen bei Hauttyp IV sind nur eingeschränkt zu empfehlen. Bei Patienten mit Hauttyp V und VI sollten aufgrund der Gefahr von Nebenwirkungen keine Laserepilationen durchgeführt werden. Dunklere Hauttypen sollten mit Lasern höherer Wellenlängen behandelt werden.

Unterscheidung nach Haarfarbe:

Die Laserbehandlung von dunklen Haaren auf heller Haut wird empfohlen. Bei hellen Haaren sollte alternative Enthaarungsmöglichkeiten (z.B. Nadelepilation, chemische Depilation) den Patienten empfohlen werden.

Unterscheidung nach Haardicke:

Das Ansprechen der Laserbehandlung ist je nach Haardicke unterschiedlich (dünnere Haare = schneller, dickere Haare = langsamer).

Empfehlungen Behandlung Hypertrichose	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser: Der Einsatz eines langgepulsten (free-running mode) 694nm-Rubinlasers <u>wird nicht empfohlen</u> . * <small>*Aufgrund der kurzen Wellenlänge ist die Eindringtiefe limitiert, was trotz gute Absorption im Melanin zu unterlegenen Ergebnissen im Vergleich zu modernen Epilationslasern führt</small>	↓	100%
Epilationslaser: Der Einsatz eines 755nm-Alexandritlaser und eines 800nm-, 808nm-, 810nm-, 940nm- und 980nm-Diodenlasers <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%
Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG-Lasers (gepulst) insbesondere bei tiefersitzenden Haaren und bei dunkleren Hauttypen <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%
IPL: Der Einsatz von hochenergetischem, inkohärentem 590-1.200nm-Multiwellenlängenlicht (IPL, gepulst) <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Einordnung der Fehlbehaarung (Hirsutismus, Hypertrichose, sonstiges).
- Klinische/diagnostische Evaluierung, ob ein Pathomechanismus zugrunde liegt, der ggf. einer Mitbehandlung bedarf: endokrinologisch, medikamenteninduziert, als Ausdruck einer Neoplasie oder eines Syndroms, konstitutionell.
- Welche Erkrankungen/Allergien sind nebendiagnostisch bekannt?
- Welche Medikamente werden eingenommen oder lokal angewendet?
- Sonnenverträglichkeit?
- Was wurde bis jetzt gegen die Fehlbehaarung unternommen? Gab es damit Probleme?
- Abklärung von Kontraindikationen/risikoerhöhenden Kofaktoren (z.B. unklare Amenorrhoe).

- Abklärung Hirsutismus im Rahmen eines polyzystischen Ovarialsyndroms durch Gynäkologie.
- Tattoofreiheit der zu behandelten Areal (sonst besteht Verbrennungsgefahr)
- Abdeckung NZN im Therapiegebiet

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Indikationsbezogen:
 - Reduktion der Haardichte möglich, permanente Haarfreiheit nicht garantiert
 - Risiko des verstärkten Haarwachstums (paradoxe Hypertrichose in bis 10%)
 - Rasur: Entweder kommen die Patienten glattrasiert bis zur Hautoberfläche oder gar nicht rasiert. In letzterem Fall kann man die Haarlänge, -dicke und -pigmentierung besser erkennen. Zudem lässt sich das zu behandelnde Areal besser erkennen und markieren. Unmittelbar vor der Behandlung muss dann glattrasiert werden, damit keine Haarreste an der Oberfläche eingebrannt werden (dies ist insbesondere bei Kontaktverfahren (Diodenlaser, IPL) notwendig. Lose Haarreste sollten vor der Behandlung mittels Pflaster abgestripped werden.
 - Das Zupfen oder Waxing vor den Lasersitzungen (auch vor der ersten Sitzung) sollte unterbleiben, da sonst Absorber fehlt.
 - Lichtschutz mit LSF 50+ in lichtexponierten Bereichen 2 Wochen vor und nach der Behandlung
 - Externa: Die Anwendung nicht-pigmenthaltiger, pflegender Hautcremes oder -lotionen (Öl-in-Wasser-Emulsionen) vor einer Epilation (am Behandlungstag) erhöhen die Penetration der betreffenden Wellenlänge und damit den Behandlungserfolg.
 - Auf manuelle Epilationen zwischen Behandlungen ist zu verzichten.
 - Nebenwirkungen sind insgesamt bei richtiger, auf den Hauttyp abgestimmter Parameterwahl selten.
 - Bei der Behandlung dunkelhäutiger Patienten (Fitzpatrick IV–VI) ist mit einer erhöhten Frequenz von Nebenwirkungen wie im allgemeinen Bereich erläutert zu rechnen.
 - Ein verstärktes posttherapeutisches Haarwachstum wird am ehesten bei Frauen mit dunkler Haut im seitlichen Gesichtsbereich bei Verwendung geringer Fluences und ggf. bestehenden hormonellen Dysbalancen (Testosteron) auftreten.
- Laserinterventionsbezogen
 - Am häufigsten ist in Abhängigkeit von der verwendeten Wellenlänge mit Erythemen, Verbrennungen, Blasen-/Krustenbildungen, Hypopigmentierungen, Hyperpigmentierungen und Vernarbungen zu rechnen.
 - Siehe Kapitel „Generelle unerwünschte Wirkungen/Komplikationen durch die jeweiligen Lasertypen“.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Unmittelbar nach der Behandlung hat eine Nachkühlung des Behandlungsareals oberste Priorität. Normalerweise sollten die Patienten den Behandlungsraum erst verlassen, wenn nach der Behandlung aufgetretene Hautreaktionen (perifollikuläres Erythem und Ödem) nahezu vollständig abgeklungen sind. Dies ist meist nach 15–20 Minuten der Fall. Die Patienten werden instruiert, zu Hause noch ca. 30–60 Minuten nachzukühlen.
- Zur direkten Nachbehandlung wird alternativ die Applikation gekühlter Body-Lotionen, eines Aloe-Vera-Gels bzw. gekühlter Hyaluronsäure oder eines Hydrogelverbandes empfohlen.
- Bezüglich der Nachbehandlung siehe Kapitel 2.1.6 Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach der Lasertherapie.
- Bei Patienten mit einer Herpesanamnese mit bekannten Beschwerden im Behandlungsareal empfehlen wir direkt postoperativ die Einleitung einer antiviralen Therapie (z.B. 200 mg Aciclovir

2 x täglich). Sollte es dennoch zu einer Reaktivierung kommen, ist die Dosis auf 5 x 200 mg zu erhöhen und sollte auch vor der nächsten Laserbehandlung dementsprechend dosiert werden.

- Wichtig ist regelmäßig praktizierter Sonnenschutz im Sommer. Während des Herbstes, im Winter und im Frühjahr nur bei Exposition.
- Innerhalb der ersten Tage nach Behandlung sollte der Patient das Behandlungsareal so weit wie möglich schonen, insbesondere die Haut nicht mit stark entfettenden Reinigungsmitteln behandeln bzw. mechanisch manipulieren (Bürsten, Waschlappen) und keine Peelings o.ä. durchführen lassen. Während der ersten 1–2 Tage nach dem Eingriff sollte dem Patienten ein festgelegtes Pflegeregime an die Hand gegeben werden, bestehend aus mild reinigenden, beruhigenden und ggf. kühlenden Substanzen.
- Ein Behandlungsregime sieht die Nachbehandlung mit 4%iger Hydrochinoncreme 2-mal täglich vor, wenn Hyperpigmentierungen oder persistente Erytheme auftreten. Im asiatischen Raum wird gern Tranexamsäure eingesetzt [125].
- Ein Abschminken des Areals ist möglich, allerdings sollten Stellen mit Blasen und Krusten hiervon ausgenommen werden.

Sonstige Hinweise

- Das Kühlen während der Behandlung kann je nach Haut- und Haartyp bzw. in Abhängigkeit des verwendeten Gerätes sinnvoll sein. Die parallele Kühlung ist aber nicht zwingend notwendig und nur begrenzt sinnvoll, da sie der Transmission der Hitze von den pigmenttragenden Follikelanteilen bis zu den Keimzellen entgegenwirkt! Eine Behandlung in der frühen Anagenphase (entsprechend des Wiederwuchses) ist zu empfehlen.
- Haare entfallen nach 1-2 Wochen
- Mehrere Behandlungen im 4-6-Wochenzyklus notwendig, Zahl der Interventionen und Dauer mit Patienten abstimmen, Therapieende, wenn Patient und Arzt ausreichenden Erfolg sehen

Besonderheiten bei Transsexualität

- Bei Behandlung von Barthaaren Einsatz eines 755nm Alexandritlaser und von Diodenlasern mit den Wellenlängen 800, 808, 810, 940 und 980nm sowie von hochenergetischem, gepulstem, inkohärentem Multiwellenlängenlicht 590-1200nm oft nicht ausreichend. In diesem Fall ist der Einsatz eines 1064nm Nd:YAG empfehlenswert.

Sonstige Hinweise

- Suszeptibilität nach Körperarealen.

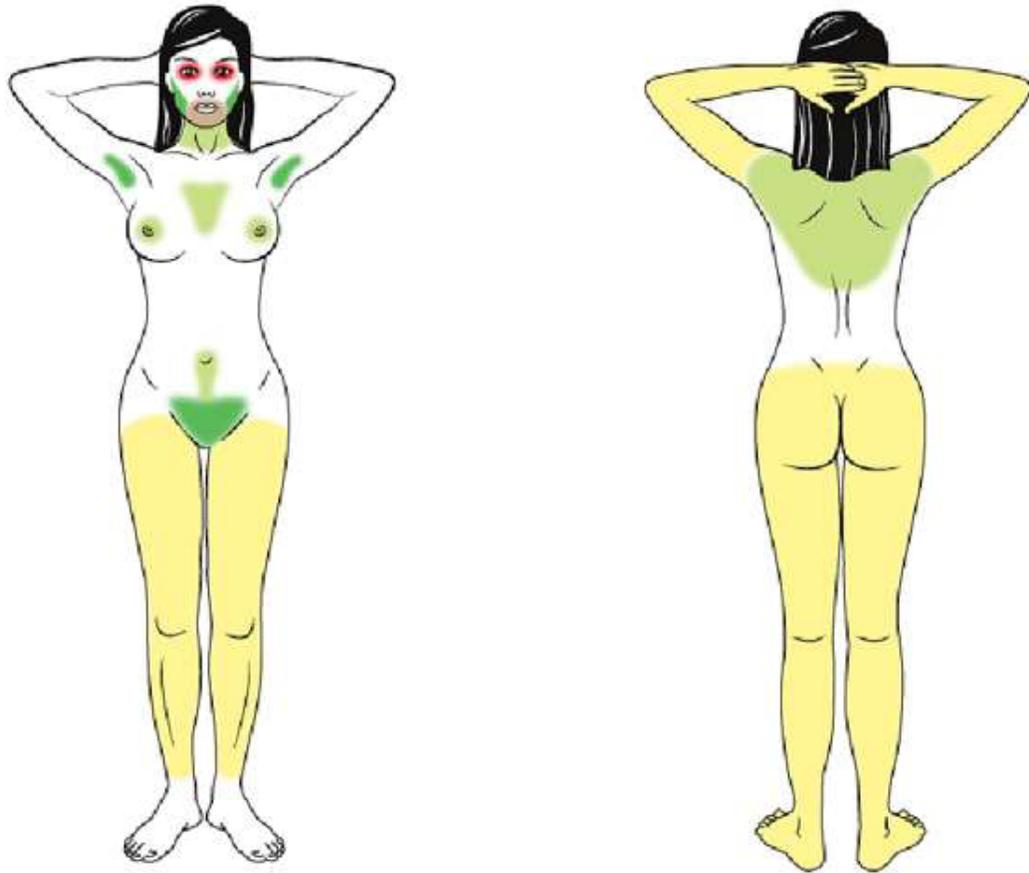


Abbildung 4: Suszeptibilität für Lasertherapie zur Haarentfernung nach Körperarealen bei Frauen [126]

Legende: **Rot:** hohes Risiko der Augenschäden, No-Touch-Area; **Gelb:** gutes Ansprechen, längere Intervalle notwendig. **Beige:** Ansprechen reduziert, häufigere und intensivere Interventionen erforderlich; **Hellgrün:** gutes Ansprechen, häufigere Sitzungen notwendig. **Grün:** sehr gutes Ansprechen, wenige Sitzungen notwendig.

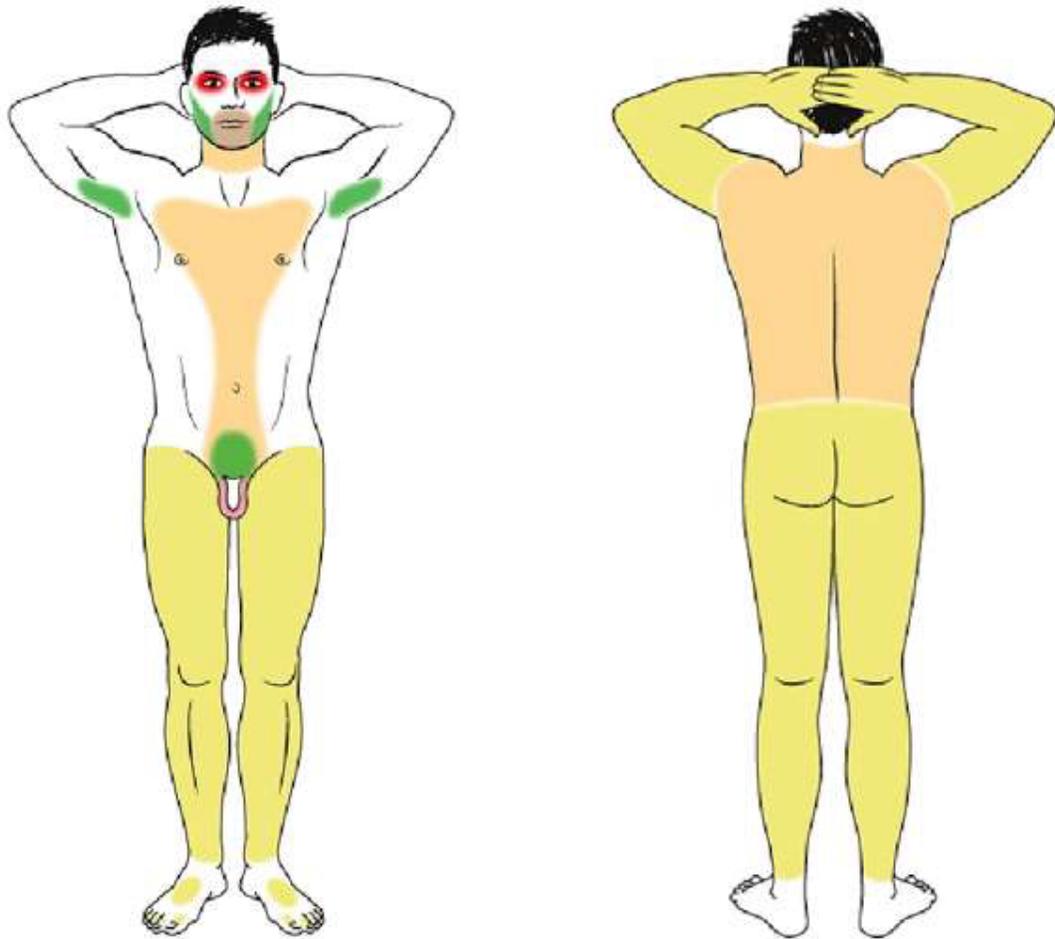


Abbildung 5: Suszeptibilität für Lasertherapie zur Haarentfernung nach Körperarealen bei Männern [126]

Legende: **Rot:** hohes Risiko der Augenschäden, No-Touch-Area; **Hellrot:** keine Erfahrungen, Laser mit kleinem Spot und geringer Eindringtiefe wählen, Gonaden schützen. **Orange:** reduziertes bis schlechtes Ansprechen, häufige Sitzungen notwendig. **Beige:** Ansprechen reduziert, häufigere und intensivere Interventionen erforderlich **Gelb:** gutes Ansprechen, längere Intervalle notwendig. **Grün:** sehr gutes Ansprechen, wenige Sitzungen notwendig.

- Hohe Suszeptibilitäten gegenüber einer Laserepilation sind im Anagenstadium zu erwarten. Oft resultiert infolgedessen eine lokoregionäre Synchronisation des Haarzyklus nach einer Laserepilation. Aufgehoben wird dieser Zusammenhang bei Verwendung sehr hoher Energien, z.B. bei Verwendung eines 694nm-Rubinlasers im langgepulsten sog. „free-running mode“ mit konsekutivem Anstieg der Nebenwirkungsraten. Infolge des gegenwärtigen Trends hin zu Lasersystemen, die sehr niedrige Fluencen (Low Fluence) applizieren und daher weniger Nebenwirkungen aufweisen, dürfte die Beachtung des Haarzyklus möglicherweise wieder relevant werden.
- Das Areal innerhalb der knöchernen Orbita und bis zu 2 cm um den knöchernen Orbitarand muss aufgrund von Streustrahlung und konsekutiver Absorption im Melanin des Sehapparates als No-Touch-Area gelten [126].

- Vermutlich ist für eine tatsächlich permanente Fotoepilation die Zerstörung der Haarstammzellen erforderlich, wenngleich der abschließende Beweis aussteht.

Besonderheiten bei Transsexualität

- Die Entfernung der typisch männlichen Behaarung kann in Abhängigkeit vom Areal den Einsatz verschiedener Wellenlängen erforderlich machen, um einerseits schnell große Areale therapieren zu können und andererseits in speziellen Regionen mit tiefsitzenden Haarwurzeln (Bart) effizient zu bleiben.
- Die Methoden zur Epilation bei Hypertrichose werden auch bei der Behandlung von Transsexualität erfolgreich eingesetzt. [127]

2.8. Narben

Atrophe Narben

Empfehlungen Behandlung atrophe Narben	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser: Der Einsatz eines 1.540-1.550nm-Lasers (z.B. Er:Glass, Diode) (fraktioniert, non ablativ) <u>wird empfohlen</u> , insbesondere wenn eine geringere Ausfallzeit bevorzugt wird.	↑↑	100%
Der Einsatz eines Farbstoff- Lasers (gepulst) für erythematöse Aspekte der Narbe <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%
IPL: Der Einsatz von IPL für erythematöse Aspekte der Narbe <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%
Ablativ: Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (fraktioniert) <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (fraktioniert) <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Klinisches Bild (Blickdiagnose), ggf. Probeexzision (PE) zum Ausschluss atrophierender Erkrankungen (Atrophia Pierini Pasini)

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Gefahr der postinflammatorischen Hyperpigmentierung und Depigmentierungen besonders bei Patienten mit dunkleren Hauttypen (IV-VI nach Fitzpatrick) und sonnengebräunter Haut.
- Nichtansprechen.
- Mehrere Sitzungen.
- Aufklärung über realistische Therapieziele (meist keine restitutio ad integrum möglich).
- Unzufriedenheit mit dem kosmetischen Ergebnis.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
- Evtl. Vor- und Nachbehandlung mit topischen Tyrosinasehemmern [62].

- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“

Sonstige Hinweise

- Stark pigmentierte (ab Hauttyp IV) oder vorgebräunte Haut sollte aufgrund von Hypopigmentierungsgefahr zurückhaltend behandelt werden.
- Patienten mit dunkleren Hauttypen (IV-VI) sollten wegen des erhöhten Risikos von postinflammatorischen Hyperpigmentierung oder Depigmentierungen nicht mit ablativen Lasern behandelt werden. Sollte eine Behandlung erwogen werden, ist eine vorherige Probelaserung im Behandlungsareal sinnvoll.
- Der CO₂-Laser (fraktioniert) ist bei der Behandlung sog. „ice-pick“ Narben (perifollikuläre Elastolyse bei Acne Patienten) und Atrophoderma vermiculata besonders effektiv.

Hypertrophe Narben

In der entsprechenden Einzelleitlinie [128] werden bereits Empfehlungen für die Anwendung ablativer und nicht-ablativer Laser gegeben. Diese Empfehlungen werden an dieser Stelle wie folgt weiter spezifiziert:

Empfehlungen Behandlung hypertrophe Narben	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser: Der Einsatz eines 595nm, 585nm-Farbstoff-Lasers vor allem zur Erythemreduktion z. B. bei frischen, stärker vaskularisierten, geröteten hypertrophen Narben <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 1.540-1.550nm-Lasers (z.B. Er:Glass, Diode) (fraktioniert) im Rahmen einer Kombinationsbehandlung <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines Nd:YAG-Lasers <u>kann</u> unter Berücksichtigung der tieferen Eindringtiefen bei dickeren Keloiden und dunkleren Hauttypen zur Erythemreduktion alternativ <u>erwogen werden.</u>	0	100%
IPL: Der Einsatz von IPL bei Gefäßen alternativ zum Farbstofflaser <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Ablativ: Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (fraktioniert) für inaktive, lineare und flächige hypertrophe Narben <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (fraktioniert) als Zweitlinientherapie für inaktive, lineare und flächige hypertrophe Narben <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Klinisches Bild (Blickdiagnose), ggf. PE zur differentialdiagnostischen Abgrenzung zu proliferierend Dermatosen (Tumore).

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Gefahr der postinflammatorischen Hyperpigmentierung und Depigmentierungen besonders bei Patienten mit dunkleren Hauttypen (IV-VI nach Fitzpatrick) und sonnengebräunter Haut.
- Nichtansprechen.
- Mehrere Sitzungen.
- Unzufriedenheit mit dem kosmetischen Ergebnis.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
- Evtl. Vor- und Nachbehandlung mit topischen Tyrosinasehemmern.
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“

Sonstige Hinweise

- Bei der Behandlung von hypertrophen Narben sind Kombinationsbehandlungen (u.a. intraläsionale Kortikosteroidinjektionen, Kryotherapie, Silikongel oder -folien) sinnvoll (s. Einzelleitlinie [128])
- Stark vorgebräunte Haut sollte nicht behandelt werden.
- Patienten mit dunkleren Hauttypen (IV-VI) sollten wegen des erhöhten Risikos von postinflammatorischen Hyperpigmentierung nicht mit ablativen Lasern behandelt werden. Sollte doch eine Behandlung erwogen werden, ist eine vorherige Probelaserung im Behandlungsareal sinnvoll.

Keloide

In der entsprechenden Einzelleitlinie [128] werden bereits Empfehlungen für die Anwendung ablativer und nicht-ablativer Laser gegeben. Diese Empfehlungen werden an dieser Stelle wie folgt weiter spezifiziert:

Empfehlungen Behandlung Keloide	Stärke	Zustimmung
Pigmentlaser / Gefäßlaser:		
Der Einsatz eines 595nm, 585nm-Farbstofflasers (gepulst) vor allem zur Erythemreduktion z. B. bei frischen, stärker vaskularisierten, geröteten Keloiden <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%
Der Einsatz eines 1.540-1.550nm-Lasers (z.B. Er:Glass, Diode) (fraktioniert) im Rahmen einer Kombinationsbehandlung mit Triamcinoloninjektion zur Therapie flacher Keloide <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
Der Einsatz eines Nd:YAG-Lasers unter Berücksichtigung der tieferen Eindringtiefen bei dickeren Keloiden und dunkleren Hauttypen zur Erythemreduktion alternativ <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL zur Therapie von Gefäßen alternativ zum Farbstofflaser <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
Ablativ:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (traditionell ablativ) im Rahmen von Kombinationsbehandlungen beim Debulking größerer Läsionen <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
Eine Behandlung aktiver Keloide mittels fraktioniertem ablativen Lasers <u>wird nicht empfohlen</u> .	↓	100%
Für nicht aktive Keloide <u>kann</u> eine Therapie mittels ablativen Lasern in Kombination mit Triamcinoloninjektion oder mit „laser-assisted drug delivery“, zur Therapie von flachen Keloiden <u>erwogen werden</u> .	0	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Klinisches Bild (Blickdiagnose)

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Gefahr der postinflammatorischen Hyperpigmentierung und Depigmentierungen besonders bei Patienten mit dunkleren Hauttypen (IV-VI nach Fitzpatrick) und sonnengebräunter Haut.
- Gefahr der Exazerbation und / oder Rezidivs durch die Lasertherapie.
- Nichtansprechen
- Mehrere Sitzungen
- Unzufriedenheit mit dem kosmetischen Ergebnis.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
- Evtl. Vor- und Nachbehandlung mit topischen Tyrosinasehemmern.
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“

Sonstige Hinweise

- Bei der Behandlung von Keloiden sind Kombinationsbehandlungen (u.a. intraläsionale Kortikosteroidinjektion, Kryotherapie, Silikongel oder -folien) sinnvoll (s. Einzelleitlinie [128])
- Stark vorgebräunte Haut sollte nicht behandelt werden.
- Patienten mit dunkleren Hauttypen (IV-VI) sollten wegen des erhöhten Risikos von postinflammatorischen Hyperpigmentierung nicht mit ablativen Lasern behandelt werden. Sollte doch eine Behandlung erwogen werden, ist eine vorherige Probelaserung im Behandlungsareal sinnvoll.

Verbrennungs- und Verbrühungsnarben

In der entsprechenden Einzelleitlinie [129] werden bereits Empfehlungen für die Anwendung ablativer und nicht-ablativer Laser gegeben. Diese Empfehlungen werden an dieser Stelle wie folgt weiter spezifiziert:

Empfehlungen Behandlung Verbrennungs- und Verbrühungsnarben	Stärke	Zustimmung
Pigmentlaser / Gefäßlaser:		
Der Einsatz eines 595nm, 585nm-Farbstoff-Lasers vor allem zur Erythemreduktion z. B. bei frischen, stärker vaskularisierten, geröteten Verbrennungs- und Verbrühungsnarben <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%
Der Einsatz eines Lasers aus der Gruppe der Er:Glass bzw. Dioden Laser (siehe Einleitung) (fraktioniert) <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL zur Therapie von Gefäßen alternativ zum Farbstofflaser <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
Ablativ:		
Der Einsatz eines fraktionierten ablativen Lasers, allein oder in Kombination mit	↑	100%

„laser-assisted drug delivery“, zur Therapie von hypertrophen Verbrennungs- und Verbrühungsnarben, <u>kann empfohlen werden</u> .		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (fraktioniert) für inaktive, lineare und flächige Verbrennungs- und Verbrühungsnarben <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (fraktioniert) als Zweitlinientherapie für inaktive, lineare und flächige Verbrennungs- und Verbrühungsnarben <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Klinisches Bild (Blickdiagnose).

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Gefahr der postinflammatorischen Hyperpigmentierung und Depigmentierungen besonders bei Patienten mit dunkleren Hauttypen (IV-VI nach Fitzpatrick) und sonnengebräunter Haut.
- Nichtansprechen.
- Mehrere Sitzungen.
- Unzufriedenheit mit dem kosmetischen Ergebnis.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
- Evtl. Vor- und Nachbehandlung mit topischen Tyrosinasehemmern.
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“.

Sonstige Hinweise

- Bei der Behandlung von Verbrennungs- und Verbrühungsnarben sind Kombinationsbehandlungen sinnvoll (s. Einzelleitlinie, [129]).
- Stark vorgebräunte Haut sollte nicht behandelt werden.
- Patienten mit dunkleren Hauttypen (IV-VI) sollten wegen des erhöhten Risikos von postinflammatorischen Hyperpigmentierung nicht mit ablativen Lasern behandelt werden. Sollte doch eine Behandlung erwogen werden, ist eine vorherige Probelaserung im Behandlungsareal sinnvoll.
- Zur Behandlung des erythematösen Aspekts einer Verbrennungsnarbe kann auch der Einsatz einer Blitzlampe (IPL) erwogen werden.

Für weitere Informationen zur Therapie der Verbrennungs- bzw. Verbrühungsnarben sei auf die entsprechende Einzelleitlinie [129] verwiesen.

Laser assisted skin healing (LASH)

Def: Verfahren mithilfe dessen der unmittelbar postoperativ Wundheilungsprozess in der Haut durch eine Erhöhung der Temperatur in der Haut modifiziert wird.

Empfehlungen Laser assisted skin healing [130-132]	Stärke	Zustimmung
Der Einsatz eines 1.210nm-, 1.540nm-, 1.550- oder 1.565nm-Lasers (z.B. Er:Glass, Diode) (fraktioniert) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Gefahr der postinflammatorischen Hyperpigmentierung und Depigmentierungen besonders bei Patienten mit dunkleren Hauttypen (IV-VI nach Fitzpatrick) und sonnengebräunter Haut.
- Aufklärung über realistische Behandlungsziele, um eine überzogene Erwartungshaltung zu vermeiden.
- Nichtansprechen.
- Mehrere Sitzungen.
- Unzufriedenheit mit dem kosmetischen Ergebnis.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)

Sonstige Hinweise

- Nach aktuellen Literaturempfehlungen sollte mit der Behandlung frühzeitig -meist unmittelbar nach der Operation- begonnen werden, hier zeigten sich in der Literatur objektive und subjektive Verbesserungen in der Narbenbildung. Aktuelle Therapieempfehlungen sehen eine Behandlung z.B. am OP Tag selbst, sowie 14 Tage und 6 Wochen nach der initialen OP vor.
- Kombination mit anderen Lasern (z.B. 595nm-Farbstofflaser) und IPL-Therapien ist möglich, ggf. kann eine Kombination mit topischen Therapien erwogen werden.
- Die Dichte der fraktionierten Behandlung sollte niedrig gewählt werden und die Behandlungsintervalle mindestens 6 Wochen betragen, um einer Narbendehiszenz vorzubeugen.

2.9. Onychomykosen

Laser als Monotherapie sind zur Therapie der Onychomykosen nicht geeignet, aber in Kombination mit Topika wirksamer als im Vergleich zur Topika Monotherapie [133]. Auch die Kombination mit systemischen Antimykotika ist effektiver im Vergleich zu den jeweiligen Monotherapien [133]. Entsprechend wurden die Zulassungskriterien der Food and Drug Administration (FDA) überarbeitet. Laser können dann hilfreich sein, wenn sich eine Systemtherapie verbietet oder diese zumindest in der Dauer verkürzt werden soll. Zum Einsatz kommen zahlreiche Systeme, die im Bereich des optischen Fensters der Haut emittieren, wobei bisher nicht genau geklärt ist, welcher Mechanismus wirksam sein könnten.

Diodenlaser, die im Bereich von 755-980nm emittieren und mit klassischen Haarentfernungsparametern getestet wurden, sind in der Lage umschriebene Nagelareale kurzfristig weit über 60°C zu erwärmen, was auch für lang- und kurzgepulste Nd:YAG-Laser gilt und zu Veränderungen in Nagelkeratinkomposition führt. Gütegeschaltete 1064nm-Nd:YAG-Laser sind als effektiv beschrieben [134], wengleich auch hier der Wirkmechanismus nicht geklärt ist. Zum Einsatz kommen auch ablativ fraktionale Laser (AFXL) in Kombination mit geläufigen antimykotischen Topika.

Empfehlungen Behandlung Onychomykosen	Stärke	Zustimmung
Der Einsatz eines Lasers als Monotherapie bei Onychomykosen <u>wird nicht empfohlen.</u>	↓	100%
Der Einsatz von Hitzeapplikation via nicht-ablativer Laser (z.B. 1.064nm) als Kombinationstherapie mit antimykotischer topischer oder systemischer Therapie <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz von ablativ fraktionalem Lasern (10.600nm-CO ₂ -Laser, 2.940nm-Er:YAG-Laser) als Kombinationstherapie zur antimykotischen Lokalthherapie mit geeigneten Penetrationseigenschaften <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Mykologische Sicherung
- Klassifizierung der Krankheitsschwere (onychomycosis severity index, OSI)
- Ausschluss Neuropathie [135, 136]
- Keine Regionalanästhesie
- Ggf. Temperaturkontrolle

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Nagelverfärbung
- Nichtansprechen
- Schmerzen
- Nageldystrophie, Nagelavulsion
- Nagelhaematom

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- keine

Sonstige Hinweise

- Komplikationen nach Anwendung von Lasern am Nagelorgan insbesondere im Zusammenhang mit Leitungsanästhesien und beim Vorliegen von Neuropathien.
- **Cave Diabetiker (Neuropathie!) [137]**
- **Der kombinierte Einsatz von flächig ablativ gefolgt von fraktioniertem ablativem Laser in Kombination mit einer geeigneten topischen Therapie stellt insbesondere bei Patienten mit Kontraindikationen für eine systemische Therapie eine Therapiealternative dar.**

2.10. Präkanzerosen und maligne Tumoren

Aktinische Keratosen / Feldkanzerisierung

Aktinische Keratosen können mittels ablativer Laserverfahren zum Teil nachhaltig entfernt werden.

Für die flächig nicht-infiltrativen Varianten des nicht-melanozytären Hautkrebses (aktinische Keratosen (AK) / Feldkanzerisierung) ist der operative Ansatz nicht sinnvoll und bei sehr großen Flächen ggf. auch nicht möglich. Neben der Applikation von flüssigem Stickstoff oder von Topika empfiehlt sich die photodynamische Therapie (PDT) als selektives Verfahren auch bei flächigen Ausprägungen geringer Dicke. Bei Nutzung des Laser-assisted drug delivery erreicht die sog. Laser assisted PDT bessere Abheilungsraten und längere Rezidivfreiheit. Laut publizierter Evidenz [138] ist die Effizienz bei Verwendung eines

leistungsfähigen CO₂-Lasers am höchsten, da bei hoher Penetration eine moderate Koagulationszone die Anreicherung und Speicherung von die 5-Aminolävulinsäure (ALA) mit konsekutiver dermaler Distribution sichert. Flächige Strahlquellen, die das Tageslicht simulieren erlauben bei relativer Schmerzarmut die Therapie bis ca. 600cm² in einer Sitzung unter Erhalt einer moderaten Schmerzhaftigkeit.

Empfehlungen Behandlung aktinische Keratosen / Feldkanzerisierung	Stärke	Zustimmung
„Eine Behandlung mit ablativen Laserverfahren kann für einzelne oder multiple AK der Grads I-III nach Olsen sowie bei Feldkanzerisierung in immunkompetenten Patienten angeboten werden.“ „Eine Behandlung mit nicht-ablativen Laserverfahren kann für einzelne oder multiple AK der Grads I-II nach Olsen angeboten werden.“	Übernahme aus S3-Leitlinie zu "Aktinische Keratose und Plattenepithelkarzinom der Haut" [139]	
Folgende Empfehlungen leiten die Auswahl eines geeigneten Lasers für die Behandlung von aktinischen Keratosen / Feldkanzerisierung:		
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (ablativ) bei aktinischen Keratosen Grad I-III nach Olsen <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (flächig gescannt) bei aktinischen Keratosen Grad I-III nach Olsen <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%
Der Einsatz der LADD-PDT unter Verwendung eines fraktionierten 10.600nm-CO ₂ -Lasers in Kombination mit Rotlicht (635nm), artifiziellem Tageslicht (415nm, 585nm, 635nm) oder Tageslicht bei Feldkanzerisierung <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%
Der Einsatz der LADD-PDT unter Verwendung eines fraktionierten 2.940nm Er:YAG-Lasers in Kombination mit Rotlicht (635nm), artifiziellem Tageslicht (415nm, 585nm, 635nm) oder Tageslicht bei Feldkanzerisierung <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%
Die Verwendung eines fraktionierten 10.600nm-CO ₂ -Lasers für eine „laser assisted drug delivery“ (LADD) (z.B. mit 5 FU*), <u>kann erwogen werden</u> . [140] <i>*off label</i>	0	100%, 1 Enthaltung
IPL:		
Der Einsatz der PDT unter Verwendung von IPL (mit einem geeigneten PDT Lichtfilter) als Lichtquelle <u>kann empfohlen werden</u> . [141, 142]	↑	67%, 2 Enthaltungen

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Reduktion von Hyperkeratosen vor LADD Lasertherapie empfehlenswert z.B. mittels Laser im „full ablation“ Modus.
- Ausschluss Basalzellkarzinom (BCC) oder invasiver Plattenepithelkarzinome (PEC) mittels Biopsie (Rezidiv, Ulzeration) oder OCT.
- Sicherstellung einer ausreichenden Fitness vor Therapie großflächiger Areale und geeignete Nachkontrolle auch zu Hause (Sicherstellung Beaufsichtigung).

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Rezidivraten bis zu 30%.
- Unvollständige Abheilung (complete remission circa 70%) [143].
- Störfaktoren Tageslicht PDT: Wetter, Wolken, Wärme
- Schmerzmedikation
- Ggf. grippeähnliche Symptome nach großflächiger Therapie – Betreuung nach Therapie zu Hause sicherstellen.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“

Sonstige Hinweise

- **Regelmäßige Nachkontrollen mindesten jährlich oder bei Progress.**

Cheilitis actinica

Empfehlungen Behandlung Cheilitis actinica	Stärke	Zustimmung
Ablative Laser: Der Einsatz der LADD-PDT unter Verwendung eines fraktionierten 10.600nm-CO ₂ -Lasers in Kombination mit Rotlicht (635nm), artifiziellm Tageslicht (415nm, 585nm, 635nm) oder Tageslicht <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	83%
Der ablativ Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der ablativ Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (flächig gesannt) <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Ausschluss invasiver PEK mittels Biopsie (z.B. Rezidiv, Ulzeration) ggf. mit optischer Kohärenz-Tomographie (OCT) erforderlich. Cave hohes Risiko für Metastasierung.
- Ggf. Kombinationsbehandlungen erwägen [144-148]

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Rezidiv.
- Unvollständige Abheilung.
- Störfaktoren Tageslicht PDT: Wetter, Wolken, Wärme
- Schmerzmedikation.
- Ulzerationen, Schwellungen, Sensibilitätsstörungen der Lippe.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)

- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“

Sonstige Hinweise

- Durchführung engmaschiger Verlaufskontrollen.

Basalzellkarzinom

Gemäß der S2k-Leitlinie „Basalzellkarzinom der Haut“ werden Basalzellkarzinome in zwei Rezidivrisikostufen eingeteilt (s. Tabelle 3) [149]. Eine Lasertherapie ist gemäß der Leitlinie nur bei Niedrigrisiko-Basalzellkarzinomen indiziert, wenn Kontraindikationen gegen operative oder topische Verfahren bestehen [149].

Tabelle 3: Einteilung der Rezidivrisikostufen bei Basalzellkarzinomen nach [149]

	Hohes Rezidivrisiko*	Niedriges Rezidivrisiko
Horizontaler Tumordurchmesser & Lokalisation	<ul style="list-style-type: none"> • H-Zone** > 6 mm • M-Zone** > 10 mm • L-Zone** > 20 mm 	<ul style="list-style-type: none"> • H-Zone < 6 mm • M-Zone < 10 mm • L-Zone < 20 mm
Begrenzung	schlecht definiert	gut definiert
Lokalrezidiv	ja	nein
(Histologischer) Subtyp	sklerodermiform infiltrativ metatypisch mikronodulär	superfiziell nodulär adenoid trabekulär infundibulozystisch zystisch fibroepithelial (Pinkus-Tumor)
Tumor auf Radioderm	ja	nein
Perineurales Wachstum	ja	nein

* Das Vorhandensein eines dieser Faktoren führt zur Einstufung in diese Kategorie

** H-Zone: „zentrales“ Gesicht - Augenlider, Augenbrauen, periorbital, Nase, Oberlippe, Kieferwinkelregion, prä- und postaurikulär, Ohren, Schläfen, Genitale, Hände, Füße M-Zone: Wangen, Stirn, Kinn, Unterlippe, Kapillitium, Hals, prätibial L-Zone: Rumpf, Extremitäten

Empfehlungen Behandlung Basalzellkarzinom	Stärke	Zustimmung
<p>„Ablative (CO₂, Er:YAG) und nicht-ablative (Farbstoff, Nd:YAG) Laser können zur Therapie von Niedrigrisiko-BZK eingesetzt werden, wenn Kontraindikationen gegen eine Operation oder topische Verfahren bestehen.“</p> <p>„Ferner sei darauf hingewiesen, dass die Autoren dieser Leitlinie (der S2k Basazelkarzinomleitlinie) den Patientenwunsch, eine Operation nicht durchzuführen, nach Aufklärung und im Rahmen einer informierten Entscheidungsfindung unter dem Begriff "Kontraindikation gegen eine Operation" subsumieren.“</p>		Übernahme aus S2k-Leitlinie „Basalzellkarzinom der Haut“ [150]
Folgende Empfehlungen führen die Empfehlungen der S2k-Leitlinie „Basalzellkarzinom der Haut“ in Hinblick auf die Laserbehandlung weiter aus:		

Pigmentlaser / Gefäßlaser:		
Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG-Lasers bei Niedrigrisiko-Basalzellkarzinom <u>kann erwogen werden</u> , wenn Kontraindikationen gegen eine Operation oder topische Verfahren bestehen.	0	100%
Der Einsatz eines 595nm-Farbstoff-Lasers <u>kann erwogen werden</u> bei oberflächlichen BCCs [151], wenn Kontraindikationen gegen eine Operation oder topische Verfahren bestehen.	0	50%, 2 Enthaltungen
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (flächig gescaant) bei oberflächlichen Basaliomen <u>kann empfohlen werden</u> , wenn Kontraindikationen gegen eine Operation oder topische Verfahren bestehen.	↑	100%
Der Einsatz der LADD-PDT [152] unter Verwendung eines fraktionierten 10.600nm-CO ₂ -Lasers/Er:YAG in Kombination mit Rotlicht (635nm), artifiziellem Tageslicht (415nm, 585nm, 635nm) oder Tageslicht oder IPL (unter Verwendung eines geeigneten PDT Lichtfilters) bei superfiziellen Basalzellkarzinomen <u>wird empfohlen</u> , wenn Kontraindikationen gegen eine Operation oder topische Verfahren bestehen.	↑↑	100%
Die Verwendung eines fraktionierten 10.600nm-CO ₂ -Lasers für ein „laser assisted drug delivery“ (z.B. mit 5 FU*), <u>kann erwogen werden</u> . <i>*off label</i>	0	71%, 2 Enthaltungen

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Exakte histologische Klassifikation (Biopsie) und weitere Risikostratifizierung klinisch und ggf. durch Einsatz OCT.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Höhere Rezidivraten als bei histografisch kontrollierter Exzision, zudem keine histologische Kontrolle der Schnittränder möglich
- Unvollständige Abheilung
- Narbenbildung

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
-
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“
- Bezüglich der Nachsorgeuntersuchungen verweisen wir auf die entsprechende Einzelleitlinie [149].

Sonstige Hinweise

- Ausschluss weiterer Tumore / Neoplasien.

2.11. Vaskuläre Hautveränderungen

Angiokeratom

Empfehlungen Behandlung Angiokeratom	Stärke	Zustimmung
Pigmentlaser / Gefäßlaser:		
Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers (sowie analoger Lasersysteme, siehe Einleitung z.B. 577nm-Diodenlaser) <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%
Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG- langgepulst oder Farbstofflasers <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (traditionell ablativ) <u>kann insbesondere bei Hyperkeratosen empfohlen werden</u> .	↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Dermatoskopische oder histologische Untersuchung.
- Ultraschall zur Beurteilung der Läsionstiefe (Angiokeratoma circumscriptum).
- Erkennung / Ausschluss von Systemerkrankungen (M. Fabry, lysosomale Speicherkrankheiten).
- Syndromzuordnung (Klippel-Trenauny Syndrom), kutane Manifestation eines Lymphangioms.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Indikationsbezogen:
 - **Angiokeratoma circumscriptum**
Kapillär-lymphatische Malformation, oft bis in die Subcutis reichend,
Technik: CO₂-Laservaporisation und Koagulation von tiefen dermalen Gefäßen mittels gepulstem Nd:YAG- oder Diodenlaser in Lokalanästhesie oder Allgemeinanästhesie
Abheilung mit Narbenbildung, Rezidive wahrscheinlich, alternativ: Exzision
NW: Erythem, Schwellung, Schorf, lange Heilungszeit
 - **Angiokeratoma scroti et vulvae**
Kapillär-lymphatische Malformation, auf die Dermis beschränkt,
Technik: selektive Fotokoagulation (532nm, 577nm, 589nm, 1.064nm, selten ablativ (CO₂-Laser), topische Analgesie, Kryoanalgesie, Allgemeinnarkose
selten Narbenbildung, Hyper- oder Hypopigmentierung in Abhängigkeit vom Hauttyp möglich, Rezidive wahrscheinlich
NW: Erythem, Schwellung, Krusten, Schorf
 - **Angiokeratoma corporis diffusum (M. Fabry)**
Kutane Manifestation einer Systemerkrankung, auf die Dermis beschränkt,
Technik: selektive Fotokoagulation (532nm, 577nm, 589nm), Kryoanalgesie
Hyper- oder Hypopigmentierung in Abhängigkeit vom Hauttyp möglich, Rezidive wahrscheinlich, multidisziplinäre Anbindung
NW: Erythem, Schwellung, Krusten

- Laserinterventionsbezogen
 - Siehe Kapitel „Generelle unerwünschte Wirkungen/Komplikationen durch die jeweiligen Lasertypen“.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+)
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“.

Sonstige Hinweise

- Bei vaskulären Hautveränderungen ist eine Fotodokumentation sinnvoll.
- Mit Zunahme der Hyperkeratose auf Angiokeratomen wird die Laserbehandlung schwieriger. Je keratotischer die Läsion ist, desto eher besteht eine Indikation für die Verwendung eines CO₂-Lasers.

Benigne vaskuläre Läsionen (Angiom, Hämangiom, Malformation)

Geeignete Laserinterventionen für kleine oberflächliche Angiome: vaskuläre Laser

Empfehlung Behandlung kleine, oberflächliche Angiome z.B. senile Angiome	Stärke	Zustimmung
Pigmentlaser / Gefäßlaser: Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers (sowie analoger Lasersysteme, siehe Einleitung) <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%
Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG (langgepulst) (sowie analoger Lasersysteme, siehe Einleitung) mit kleinem Spot <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%
Der Einsatz eines 585nm-610nm-Farbstofflasers (gepulst) mit kleinem Spot <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%
IPL: Der Einsatz von IPL bei rein oberflächlichen Gefäßen <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%

Geeignete Laserinterventionen für tiefe Hämangiome und infantile Hämangiome: vaskuläre Laser

Zur Lasertherapie infantiler Hämangiome, auch hinsichtlich der Einordnung der Lasertherapie gegenüber anderer Therapieoptionen, sei auf die entsprechende Einzelleitlinie verwiesen [153].

Empfehlung Behandlung tiefe Angiome, tiefe Hämangiome und Malformationen	Stärke	Zustimmung
Pigmentlaser / Gefäßlaser: Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers (sowie analoger Lasersysteme, siehe Einleitung) <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
Der Einsatz eines 585nm-610nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%
Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG-Lasers (sowie analoger Lasersysteme, siehe Einleitung) <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%
Der kombinierte Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG-Lasers (sowie analoger Lasersysteme, siehe Einleitung) und eines 585nm-610nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>wird empfohlen</u> .	↑↑	100%

Der Einsatz eines 755nm-Alexandrit-Lasers <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%, 3 Enthaltungen
Kombination Pigmentlaser / Gefäßlaser und IPL:		
Der kombinierte Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG-Lasers (sowie analoger Lasersysteme, siehe Einleitung) und von IPL <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%

Bare fibre Applikationstechniken [154, 155]

Non-kontakt

Bare fibre bedeutet „nackte Faser“. Non-kontakt bezeichnet die Verwendung einer Laserfaser mit geeignetem Führungssystem ohne Kontakt mit dem Gewebe. Am Ende der Laserfaser strahlt das Licht mit geringer Divergenz aus. Üblich ist das Verfahren bei Infrarot-Lasern wie IR-Dioden- oder Nd:YAG-Lasern. Das Verfahren wird in der chirurgischen Anwendung oder zur endoskopischen Koagulation von Gewebe und zur Blutstillung genutzt (Leistungsbereich 10-20W für Nd:YAG-Laser). Während der Anwendung muss eine verschmutzte Faser neu präpariert werden, um die Strahlqualität zu erhalten. Ggf. kann eine Spülung mit physiologischer Kochsalzlösung erfolgen.

Kontakt

Bringt man die Faser in direkten Kontakt mit dem Gewebe, kommt es oberhalb einer Leistung von >5 W zur Karbonisation der Faserendfläche. Dies kann gezielt auch vorab an sterilem Material (Holz, Kork) erfolgen. In der Folge wird die emittierte Energie am Ende der Faser absorbiert und das Faserende agiert bei Kontakt als „hot-tip“ mit dem Gewebe und verdampft bei Impulszeiten im ms-Bereich kleine Volumen pro Laserimpuls mit kontrollierbarem Koagulationsraum. Bei kontinuierlicher Emission ergibt sich eine schneidende Wirkung mit stark koagulierender Wirkung. Die Faser ermöglicht den Wechsel von Koagulation zum Schnitt, je nach Präparation, Frequenz der Impulsfolge und Leistung. Um wieder in den non-kontakt Modus zu wechseln, muss die Faser neu präpariert und die Abstrahlcharakteristik wiederhergestellt werden.

Impression / endoluminale, interstitielle Technik

Die Impressionstechnik ist nur für den Einsatz an der Mukosa geeignet, z.B. bei enoralen venösen Malformationen (VM, AVM). Dabei wird die Faser mit der Endfläche auf die Mukosa aufgesetzt. Die Koagulation der Kontaktfläche ist dabei in Kauf zu nehmen. Der Laser dringt jedoch gut in das unterliegende Volumen vor und koaguliert es. Bei nasalen oder pharyngealen Blutungen kann die Faser auch direkt in die Blutungsquelle imprimiert werden. Bei Leistungen unter 5W kann mit langen Expositionszeiten im s-Bereich mit einer typischen 600µm Faser eine direkte Koagulation oder Sklerosierung blutender Gefäße erreicht werden.

Bei tiefliegenden Volumen kann die Faser über eine Punktionsnadel ultraschallgestützt eingeführt werden, endoluminal oder interstitiell. Dies ist grundsätzlich mit der bare fibre möglich. Spezielle Fasern mit seitlicher Abstrahlung ermöglichen die Koagulation größerer Venen (VSM), venösen Malformationen oder von Fisteln.

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Ultraschall zur Messung der Ausdehnung und Perfusion.
- Ggf. dermatoskopische oder histologische Untersuchung.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Indikationsbezogen

- **Infantile Hämangiome**
Zur differentialdiagnostischen Abgrenzung sei auf die entsprechende Einzelleitlinie verwiesen [153].
In einer retrospektiven Studie konnte gezeigt werden, dass die Kombinationstherapie von gepulstem Farbstofflaser und Nd:YAG-Laser für die Primärbehandlung und Behandlung von Residuen infantiler Hämangiome wirksam und sicher ist [156].
 - **Angioma senilis (Cherry angioma)**
Hauttumor mit ektatischen papillären Kapillargefäßen, meist multipel, hellrot oder dunkel nach Thrombosierung (Differentialdiagnosen: Nävuszellnävus, Melanom)
Technik: selektive Fotokoagulation (532nm, 577nm, 589nm, 1064nm), Kryoanalgesie
selten Narbenbildung, Hyper- oder Hypopigmentierung in Abhängigkeit vom Hauttyp möglich, Rezidive selten
NW: Erythem, Schwellung, Krusten
 - **Lippenangiom (venous lake)**
Variköse Ektasie im Lippenbereich, meist singulär, livide
Technik: (selektive) Fotokoagulation (1064nm), selten Narbenbildung, LA, Kryoanalgesie
selten Narbenbildung, Rezidive selten
NW: Erythem, Schwellung, Schorf
- Laserinterventionsbezogen
 - Siehe Kapitel „Generelle unerwünschte Wirkungen/Komplikationen durch die jeweiligen Lasertypen“.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
-
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“.

Sonstige Hinweise

- Keine

Besenreiser

Empfehlung Behandlung Besenreiser	Stärke	Zustimmung
Pigmentlaser / Gefäßlaser:		
Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers (sowie analoger Lasersysteme, siehe Einleitung) bei hellroten Besenreisern <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 585nm-610nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>kann</u> bei Matting <u>empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG-Lasers <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Ausschluss bzw. vorherige Behandlung einer venösen Insuffizienz

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Indikationsbezogen
 - **Lineare und netzförmige venöse Gefäßektasien der Dermis**, meist am Oberschenkel, typisch livide, seltener hellrot
 Technik: selektive Fotokoagulation (livide: 1064nm, 940nm, 810nm; hellrot: 532nm, 577nm, 589nm, Matting: 595-610nm, 577 und 589nm mit Scanner)
 selten Narbenbildung, Atrophie und Hyper- oder Hypopigmentierung in Abhängigkeit vom Hauttyp möglich, wiederholte Behandlung häufig, Rezidive möglich
 NW: Erythem, Schwellung, Krusten
- Alternative Behandlung durch Sklerotherapie möglich.
- Laserinterventionsbezogen
 - Siehe Kapitel „Generelle unerwünschte Wirkungen/Komplikationen durch die jeweiligen Lasertypen“.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
-
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“.
 - Selektive Fotokoagulation: z.B. Panthenol-Salbe, -schaum
- Bei Kombination aus Sklerotherapie und Laser ggf. Kompressionstherapie mit Stützstrümpfen für 7 Tage.

Sonstige Hinweise

- Keine

Granuloma teleangiectaticum (pyogenicum) (Laser OP Kombination)

Empfehlung Behandlung Granuloma pyogenicum	Stärke	Zustimmung
Pigmentlaser / Gefäßlaser:		
Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers (sowie analoger Lasersysteme, siehe Einleitung) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 585nm-610nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 980nm-Diodenlasers <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (traditionell ablativ) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Klinisches Bild (Blickdiagnose).
- Prüfung, ob die postoperative Blutstillung und Konditionierung der Wunde durch den Laser oder andere operative Verfahren darstellbar ist.
- Ggf. Ultraschall zur Darstellung der Tiefe und Perfusion.
- Bei Exzision histologische Untersuchung.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Indikationsbezogen
 - **Schnellwachsender, lobulierter Gefäßtumor**, Kinder und Schwangere, selten Spontanremission.
Frühe Stadien: gepulster Nd:YAG-Laser, cw-Nd:YAG-Laser transkutan unter Eisschutz.
 Abheilung meist ad integrum.
Ausgeprägte Form: bare fibre Exzision, (Nd:YAG, Dioden-Laser),
 Abheilung oft narbig.
 Rezidive deutlich geringer als nach Exzision.
- Laserinterventionsbezogen
 - Siehe Kapitel „Generelle unerwünschte Wirkungen/Komplikationen durch die jeweiligen Lasertypen“.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“.

Rubeosis (Erythrosis interfollicularis colli, Ulerythema ophryogenes)

Empfehlung Behandlung Rubeosis (Erythrosis interfollicularis colli, Ulerythema ophryogenes)	Stärke	Zustimmung
Pigmentlaser / Gefäßlaser: Der Einsatz eines 585nm-610nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Der Einsatz eines 532nm-KTP (sowie analoger Lasersysteme, siehe Einleitung) kann bei großem Spotdurchmesser <u>erwogen werden.</u>	0	100%
IPL: Der Einsatz von IPL <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Klinisches Bild (Blickdiagnose).

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Indikationsbezogen
 - Lichtschutz.
 - Hohe Rezidivrate (bes. ohne Lichtschutz).
 - Vermeidung von lichtsensibilisierenden Externa in diesem Bereich.
 - Ein Ulerythema ophryogenes kann sich nach der Pubertät spontan zurückbilden.
 - Um ein diffuses Erythem nachhaltig aufzuhellen, sind meist mehrere Wiederholungsbehandlungen durchzuführen.
 - Bisweilen sehr schmerzhaft; zur Anästhesie/Analgesierung kann Lachgasinhalation (50%/50% mit O₂) empfohlen werden.

- Laserinterventionsbezogen
 - Siehe Kapitel „Generelle unerwünschte Wirkungen/Komplikationen durch die jeweiligen Lasertypen“.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“

Sonstige Hinweise

- Ohne Lichtschutz nach der Behandlung ist mit einer hohen Rezidivrate zu rechnen.
Bei Verwendung der Blitzlampe (IPL) sollte beachtet werden, dass es bei Behandlung im Bereich der Haare zu einer Epilation kommt (CAVE z.B. im Bereich der Augenbrauen).

Vaskuläre Malformationen (Naevus flammeus)

Empfehlungen Behandlung vaskuläre Malformationen (Naevus flammeus)	Stärke	Zustimmung
Pigmentlaser / Gefäßlaser:		
Der Einsatz eines 532nm-KTP (sowie analoger Lasersysteme, siehe Einleitung) <u>wird nicht empfohlen.</u>	↓	100%
Der Einsatz eines 585nm-610nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
Der Einsatz eines 755nm-Alexandrit-Lasers <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG-Lasers bei tuberöser Transformation <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	40%, 3 Enthaltungen

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Klinisch differentialdiagnostische Einschätzung ggf. dermatoskopische Untersuchung oder Durchführung einer optischen Kohärenztomographie (OCT).
- Thermografie zur Differenzierung von Sturge-Weber Syndrom (SWS), Kapilläre Malformation-arteriovenöse Malformation (CM-AVM), AVM-Pseudonaevus, ggf. Duplexsonographie, MRT
- Bei Kindern: Narkose, Schmerztherapie interdisziplinär organisieren

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Die Patienten sollten darüber aufgeklärt werden, dass eine kurative Therapie nicht möglich ist und stets Rezidive auftreten können.
- Bei allen Malformationen sind lebenslange klinische Verlaufskontrollen erforderlich.
- Indikationsbezogen:
 - **Port-wine stain (PWS):** Behandlung im Kindesalter vorteilhaft, wiederholte Behandlung (5-10), schrittweise Aufhellung, Residuen möglich, Purpura, Blasen, Schorf, lokalisationsabhängige Erfolgsquote, Pigmentstörungen (Hypopigmentierung, selten Hyperpigmentierung), Wiederauftreten, selektive Photothermolysen oder selektive Fotokoagulation
 - **PWS mit Hypertrophie:** selten komplette Aufhellung, im Verlauf kann es zu einer Weichteilhypertrophie kommen, Kombination mit Nd:YAG-Laser
 - **SWS:** nie komplette Aufhellung, häufig Hypertrophie, tuberöse Transformation, Granuloma Pyogenicum
 - **CM-AVM, Pseudonaevus bei AVM:** nie komplette Aufhellung, Kombination mit Nd:YAG-Laser, multidisziplinäre Therapie (interventionelle Radiologie)
- Laserinterventionsbezogen
 - Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“
 - Bei Verwendung der Blitzlampe ist besonders im Bereich der Augen Vorsicht geboten-

Besondere erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
-
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“

Sonstige Hinweise

- Die vaskulären Anomalien werden mithilfe der Klassifikation der International Society for the Study of Vascular Anomalies (ISSVA) in Tumoren und Malformationen unterteilt (für weiterführende Informationen siehe Dasgupta et al. [157, 158])
- Es existieren weitere spezielle Fälle, die aufgrund ihrer relativen Seltenheit keinen Eingang in die vorliegende Leitlinie gefunden haben.

Teleangiektasien

Empfehlungen Behandlung Teleangiektasien	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser:		
Der Einsatz eines 585-595nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG-Lasers (langgepulst) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers (sowie analoger Lasersysteme, siehe Einleitung) <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%
Der Einsatz eines 589nm-Diodenlasers <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL <u>wird empfohlen.</u>	↑↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Klinisch differentialdiagnostische Einschätzung ggf. dermatoskopische oder OCT-Untersuchung.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Indikationsbezogen:
 - Teilweise Rekanalisation möglich, wiederholte Behandlung oft erforderlich Abstand ca. 4 Wochen, Pigmentstörungen (Hypopigmentierung, selten Hyperpigmentierung), Wiederauftreten, selektive Fotokoagulation
- Laserinterventionsbezogen
 - Siehe Kapitel „Generelle unerwünschte Wirkungen/Komplikationen durch die jeweiligen Lasertypen“.

Besondere erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Lichtschutz (Verschattung mit Kleidung o.a. SPF 50+), 4 Wochen Vermeidung von UV-Strahlen (Sonne und Solarium)
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“

Sonstige Hinweise

- Bei Verwendung des Nd:YAG Lasers ist im Bereich der Nase besondere Vorsicht geboten, da „Negativabdruck des Gefäßes“ infolge Kollabieren kanalartige Abdrücke hinterlassen kann und eine höhere Gefahr für Narben besteht.
- Bei einer ausgewogenen Parameterwahl können auch feine hellrote Teleangiektasien mit einem langgepulsten Nd:YAG-Laser (1.064nm) effektiv behandelt werden. Zur Anwendung kommen dann kleinere Spotgrößen (<3 mm), kürzere Pulszeiten (<10 ms) und höhere Energiedichten (> 300 J/cm²). Der besondere Vorteil dieser Wellenlänge ist die zu vernachlässigende Absorption in Melanin, so dass auch Teleangiektasien auf gebräunter Haut ohne Risiko für bleibende Hypopigmentierungen behandelt werden können.

- Da Spider Nävi in der Regel vertikale Zuflüsse haben, sind zu deren Behandlung Gefäßlaser mit längeren Wellenlängen (= größere Eindringtiefe), wie z.B. der gepulste Nd:YAG-Laser, zu bevorzugen.
- Spider-Nävi mit arteriellem Zufluss (Auflichtmikroskopie!) weisen dickere Gefäßwände auf und benötigen daher längere Pulszeiten. Zudem entwickeln sie bei längerer Bestandszeit eine ausgeprägte Protrusion. Diese oberflächlichen Anteile absorbieren ebenso wie stark verzweigte oberflächliche Gefäßarme (Spider) einen beträchtlichen Anteil der Lichtenergie, was zu oberflächlichen Nebenwirkungen (Narbenrisiko durch Überhitzung) und unzureichender Koagulation des zuführenden Gefäßes führen kann. In solchen Fällen ist zur Vermeidung einer zu oberflächlichen Absorption die Verwendung einer Glaskompression zu empfehlen, bei der der Laserstrahl durch eine gekühlte Glasscheibe tritt und die oberflächlichen Anteile der Gefäßveränderung durch moderaten Druck auf die Scheibe selektiv komprimiert werden (mit Erhalt des zuführenden Zentralgefäßes).
- Gefäß wird entlang des Verlaufes unter Kühlung repetierend exponiert.

Morbus Osler, Besonderheiten

Beim Morbus Osler (HHT, Hereditäre Hämorrhagische Teleangiektasie) kommt es zu Blutungen aus der Nase und dem Rachen, daneben können Angiome an der Haut bestehen. Es handelt sich um kutane oder mukosale AV-shunts, analog den bei dieser Erkrankung auch im GI-Trakt, der Lunge und der Leber auftretenden Befunden. Die Behandlung der kutanen und mukosalen Befunde mit hochselektiven Lasern ist in Anfangsstadien möglich, für ausgeprägte Befunde sind Laser im near infrared (NIR)-Bereich (Dioden und Nd:YAG-Laser) gepulst und cw wegen ihrer höheren Leistung und größeren Eindringtiefe überlegen. Die Risikoaufklärung muss entsprechend adjustiert werden. Narben oder Einsenkungen (Dimpels) sind oft nicht vermeidbar, Wundheilungsstörungen häufiger.

2.12. Virale Hautveränderungen

Condylomata acuminata

Die aktuelle S2k-Leitlinie „HPV-assoziierte Läsionen der äußeren Genitoanalregion und des Anus – Genitalwarzen und Krebsvorstufen der Vulva, des Penis und der peri- und intraanal Haut“ gibt Empfehlungen zu allen vorhandenen Therapieoptionen. [159]:

Gemäß dem Schwerpunkt der vorliegenden Leitlinie erfolgen in dieser Leitlinie Spezifizierungen zur Auswahl der geeigneten Laser:

Empfehlungen Behandlung Condylomata acuminata	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser		
Äußere anogenitale Warzen:		
- Der Einsatz eines 585nm-oder 595nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>kann erwogen werden.</u> [160]	0	100%
Ablative und nicht-ablative Laser:		
Äußere anogenitale Warzen:		
- Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers oder eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers <u>wird empfohlen.</u> [161-167]	↑↑	100%
- Der Einsatz eines cw 1.064nm-Nd:YAG-Lasers <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	
Ablative Laser:		
Intraanale Condylomata acuminata:		
- Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers <u>wird empfohlen.</u> [168, 169]	↑↑	86%, 1 Enthaltung

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Anamnese bezüglich möglicher Risikokontakte und anderer sexuell übertragbarer Infektionen, Partnerschaft, Impfstatus, Vorgeschichte in Bezug auf Infektionen mit humanen Papillomaviren, Immunsuppression (inkl. Einnahme von Biologicals).
- Inspektion der kompletten Anogenitalregion einschließlich Fossa navicularis. Bei klinischen Hinweisen weiterführende fachspezifische Untersuchungen durch Gynäkologen, Urologen und/oder Proktologen.
- Nur bei klinischer Unsicherheit oder atypischen Läsionen ggf. histopathologische Untersuchung sowie Essigttest (3-5%) zur Ausbreitungsdiagnostik.
- Ausschluss anderer sexuell übertragbarer Infektionen.
- Weitere Informationen insbesondere hinsichtlich spezifischer Patientengruppen (immunsupprimierte Patienten, Schwangere, Kinder) sind der entsprechenden Einzelleitlinie [159] zu entnehmen.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Aufklärung über Übertragungswege.
- Gefahr der Hypopigmentierung (bes. bei CO₂-Laser) und Narbenbildung.
- Rezidive möglich.
- Entwicklung von Dysplasien möglich.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Zur allgemeinen topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“.
- ggf. topische Nachbehandlung z.B. mit Imiquimod (Rezidivrisiko).

Sonstige Hinweise

- Stets individuelle Therapieentscheidung je nach Lokalisation und Ausdehnung der Läsionen und nach Abwägung der wirksamen topischen Alternativen im Sinne eines Shared-Decision-Making mit dem Patienten.
- Auf Schutzmaßnahmen vor den potentiell infektiösen Rauchpartikeln [33] muss laut der entsprechenden Einzelleitlinie konsequent geachtet werden (FFP2/3-Masken, Rauchabsaugung) [159].
- Die urethrale und intraanale Lasertherapie sollte in spezialisierten Zentren erfolgen, da die Möglichkeit einer vollständigen Untersuchung und Ablation gegeben sein muss.
- Für urethrale Anwendung kann der Einsatz einer „bare fiber“ (z.B. Nd:YAG oder Diode) erfolgen.
- Der Einsatz kurz gepulster CO₂-Laser senkt das Risiko für thermische Schäden (Narben) am umgebenden Gewebe und ist zugleich weniger schmerzhaft, so dass eine topische Lokalanästhesie meist ausreicht (ausreichend lange Inkubation der topischen LA-Zubereitung, zusätzlich Kombination mit LADD möglich).

Mollusca contagiosa

Empfehlungen Behandlung Mollusca contagiosa	Stärke	Zustimmung
Gefäßlaser / Pigmentlaser:		
Der Einsatz eines 585nm- oder 595nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>kann empfohlen werden</u> [170].	↑	100%
Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers (gepulst) <u>kann erwogen werden</u> [170, 171].	0	100%
IPL:		
Der Einsatz von IPL (hochenergetisch, kurzgepulst) <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ - und/oder 2940nm-Er:YAG-Lasers (beide traditionell ablativ) <u>kann erwogen werden</u> [172].	0	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Anamnese bezüglich möglicher auslösender Faktoren (Kontakt zu Kindern).
- Inspektion der Anogenitalregion sowie des restlichen Integumentes. Dabei ist auf die unterschiedliche Verteilung bei Kindern und Erwachsenen zu achten (MCV II ist sexuell übertragbar).
- Die Diagnose erfolgt in der Regel klinisch (ggf. Dermatoskopie).
- Ggf. Probeexzision bei schwieriger differentialdiagnostischer Abgrenzung.
- CAVE: Sondersituation bei immunsupprimierten, schwangeren Patienten sowie Patienten mit atopischer Diathese.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Aufklärung über Übertragungswege.
- Meist 1-2 Sitzungen (selten mehr) Sitzungen notwendig (gepulster Farbstofflaser, IPL).
- Nach der Lasertherapie ist mit einer gräulich-blau Färbung zu rechnen.
- Gefahr der Narbenbildung und Hypopigmentierung (insbesondere bei CO₂-Lasern).
- Rezidive möglich.
- Spontanremission möglich.
- Aufklärung über Behandlungsalternativen.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Zur allgemeinen topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“.
- ggf. topische Nachbehandlung (Rezidivrisiko).

Sonstige Hinweise

- Die Möglichkeit der oberflächlichen Abtragung mittels Ringkürette sollten vor der Lasertherapie geprüft werden.
- Konsequente Beachtung von Schutzmaßnahmen (FFP2/3-Masken, Rauchabsaugung) vor den potentiell infektiösen Rauchpartikeln [33].

- In Anbetracht von kostengünstigeren und vergleichbar wirksamen Therapiealternativen [173] sollten Laserverfahren nur in ausgewählten Fällen (z.B. bei Therapieresistenz oder sehr ausgeprägtem Befund) zum Einsatz kommen.
- Der Einsatz topischer Lokalanästhesie bei Kindern kann z.B. mittels Lidocain-Prilocain-Creme oder 30% Lidocain-Gel-Zubereitung erfolgen.
- Bei disseminiertem Auftreten multipler Mollusken ist eine Behandlung mit gepulstem Farbstofflaser oder kurzgepulstem, hochdosiertem IPL hinsichtlich des Zeitaufwands und der Kontaminationsgefahr anderen destruierenden Methoden überlegen.
- Wird für die Behandlung von Mollusca contagiosa eine kurz gepulste Blitzlampe (IPL) verwendet, muss diese über eine ausreichend hohe Energiedichte im Millisekunden-Bereich verfügen. Gleichzeitig sollte die Behandlungsfläche durch Abdeckung der umgebenden Haut mit weißem Papier begrenzt werden (z.B. durch Verwendung eines gelochten, weißen, lichtdichten Papiers).

Verrucae planae juveniles

Empfehlungen Behandlung Verrucae planae juveniles	Stärke	Zustimmung
Pigmentlaser / Gefäßlaser:		
Der Einsatz eines 532nm-KTP-Lasers <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 585nm- oder 595nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>kann empfohlen werden.</u>	↑	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers <u>kann erwogen werden.</u>	0	100%
Der Einsatz eines 2.960nm-Er:YAG-Lasers (ablativ) <u>kann erwogen werden.</u>		

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Inspektion des Gesichtes, des Handrückens sowie des restlichen Integumentes.
- Die Diagnose erfolgt in der Regel klinisch (ggf. Dermatoskopie).
- Ggf. Probeexzision bei schwieriger differentialdiagnostischer Abgrenzung.

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Aufklärung über Übertragungswege
- Rezidive möglich
- Hohe Spontanremission
- Aufklärung über Behandlungsalternativen, da Laser nicht spezifisch wirken

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- UV-Schutz (textil und/oder Sonnenschutzcreme SPF 50+).
- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“

Verrucae vulgares, Verrucae palmares et plantares

Empfehlungen Behandlung Verrucae vulgares, Verrucae palmares et plantares	Stärke	Zustimmung
Pigmentlaser / Gefäßlaser:		
Der Einsatz eines 595nm-Farbstofflasers (gepulst) <u>kann</u> , ggf. auch in Kombination mit anderen Therapiemodalitäten, <u>empfohlen werden</u> . [174, 175].	↑	100%
Der Einsatz eines 1.064nm-Nd:YAG-Lasers (gepulst) <u>kann erwogen werden</u> .	0	100%
Ablative Laser:		
Der Einsatz eines 2.940nm-Er:YAG-Lasers (ablativ) und eines 10.600nm-CO ₂ -Lasers (traditionell ablativ) <u>kann empfohlen werden</u> .	↑	100%

Erforderliche diagnostische Maßnahmen vor der Laserbehandlung (u.a. zur korrekten differentialdiagnostischen Einordnung)

- Inspektion der Hände und Füße sowie des restlichen Integumentes.
- Die Diagnose erfolgt in der Regel klinisch (ggf. Dermatoskopie).

Ausgewählte spezifische Hinweise zur Aufklärung

- Aufklärung über Übertragungswege.
- Rezidive möglich.
- Spontanremission möglich.
- Ggf. mehrere Sitzungen notwendig (bes. plantar).
- Es wird eine vorübergehende Purpura des behandelten Areals angestrebt (bei Einsatz des Farbstofflasers).
- Aufklärung über Behandlungsalternativen.
- Insbesondere bei periungualen Befunden Aufklärung über die Möglichkeit von Nagelwachstumsstörungen.

Erforderliche Maßnahmen nach der Behandlung

- Zur topischen Nachbehandlung siehe Kapitel „Allgemeine Hinweise zur Nachbehandlung nach Lasertherapie“.

Sonstige Hinweise

- Der Einsatz eines fraktionierten CO₂-Lasers zur LADD (laser-assisted drug delivery) kann erwogen werden. Auf ausreichende Keratolyse vorab ist zu achten. Über die „off label“-Verwendung der jeweiligen Medikamente (z.B. 5-Fluorouracil) ist aufzuklären.

3. Allgemeine regulatorische Hinweise

Die allgemeinen regulatorischen Hinweise geben die zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Leitlinien herrschende aktuelle Rechtslage wieder, die sich ändern kann. Sie entbinden den Betreiber/Anwender von Lasereinrichtungen oder IPL nicht davon, sich gezielt zu informieren, insbesondere wenn die Rechtsauslegung kritische Fragen berührt.

Anreden und Funktionsbezeichnungen in diesem Kapitel gelten jeweils für alle Geschlechter.

3.1. Rechtslage

Die medizinische Lasertherapie der Haut unterliegt rechtlichen Regelungen, die mit ganz unterschiedlicher Zielsetzung drei verschiedenen Bereichen der Rechtssetzung entstammen:

- 1) Zunächst sind dermatologische Lasersysteme **Medizinprodukte**, woraus sich *Anforderungen an die Geräte* als Voraussetzung für ihr Inverkehrbringen sowie *Auflagen für ihren Betrieb* ergeben, um eine technisch sichere Anwendung zu ermöglichen.
- 2) Da die Lasersysteme zur Erfüllung ihrer medizinischen Zweckbestimmung optische Strahlung mit hohen Energie- und Leistungsdichten frei in ihre Umgebung emittieren müssen, folgt ferner unter dem Aspekt des **Arbeitsschutzes** die Notwendigkeit regelmäßiger Gefährdungsbeurteilungen in Verbindung mit der Festlegung technischer, organisatorischer und persönlicher *Laserschutzmaßnahmen* zur Risikominimierung für die Beschäftigten und die Unfallverhütung.
- 3) Schließlich wird dem **Patientenschutz** durch besondere gesetzliche Regelungen für die *Anwendung nichtionisierender Strahlung am Menschen* Rechnung getragen, die gesundheitlichen Risiken gegen den medizinischen Nutzen abwägen und eine *Fachkunde* der Anwender obligatorisch machen. Einen Überblick über die aktuellen Rechtsgrundlagen gibt Tabelle 4.

Tabelle 4: Übersicht anzuwendender gesetzlicher Regelungen

	Gesetze, Verordnungen und Vorschriften	Geltungsbereich	Geltungsstand	Ziel
Medizinprodukterecht (Gerätesicherheit und sicherer Betrieb)	<ul style="list-style-type: none"> • EU-Medizinprodukte-Verordnung (Medical Device Regulation – MDR) 	<ul style="list-style-type: none"> • für Medizinprodukte und deren Zubehör • für durchgeführte klinische Prüfungen, die diese Medizinprodukte und dieses Zubehör betreffen • für Produktgruppen ohne medizinische Zweckbestimmung gemäß Anhang XVI der Verordnung 	in Kraft seit 05/2017, alleinige Geltung seit 26.05.2021	Festlegung EU-einheitlicher Standards für die Qualität und Sicherheit von Medizinprodukten
	<ul style="list-style-type: none"> • Medizinprodukterecht-Durchführungsgesetz (MPDG) 	<ul style="list-style-type: none"> • für Produkte im Anwendungsbereich der MDR • auch für das Anwenden, Betreiben und Instandhalten von Produkten, die nicht als Medizinprodukte in Verkehr gebracht wurden, aber mit der Zweckbestimmung eines Medizinproduktes im Sinne der Anlagen 1 und 2 der MPBetreibV angewendet werden 	in Kraft seit 04/2020, in Teilen aber erst seit 26.05.2021 anwendbar	Durchführung und Ergänzung der MDR
	<ul style="list-style-type: none"> • Medizinprodukte-Betreiberverordnung (MPBetreibV) 	<ul style="list-style-type: none"> • für Betreiber und Anwender von Medizinprodukten im Sinne des MPDG 	in Kraft seit 06/1998, zuletzt geändert 04/2021	Gewährleistung der sicheren und ordnungsgemäßen Anwendung der am Menschen eingesetzten Medizinprodukte

	Gesetze, Verordnungen und Vorschriften	Geltungsbereich	Geltungsstand	Zweck
Arbeits- und Unfallschutz (Laserschutz und Lasersicherheit)	<ul style="list-style-type: none"> Arbeitschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OStrV) 	<ul style="list-style-type: none"> für jegliche optische Strahlung im Wellenlängenbereich von 100 Nanometern bis 1 Millimeter, die von künstlichen Strahlungsquellen ausgeht 	in Kraft seit 07/2010, zuletzt geändert 10/2017	Schutz der Beschäftigten bei der Arbeit vor tatsächlichen oder möglichen Gefährdungen ihrer Gesundheit und Sicherheit durch optische Strahlung aus künstlichen Strahlungsquellen
	<ul style="list-style-type: none"> Technische Regeln zur OStrV (TROS Laserstrahlung) 	<ul style="list-style-type: none"> für Laserstrahlung im Wellenlängenbereich zwischen 100 Nanometern bis 1 Millimeter 	11/2018	
	<ul style="list-style-type: none"> DGUV Vorschrift 11 „Laserstrahlung“ (ehemals BGV B2)* 	<ul style="list-style-type: none"> für die Erzeugung, Übertragung und Anwendung von Laserstrahlung 	04/2007 (aktualisierte Nachdruckfassung)	Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren
Patientenschutz (Schutz vor Nebenwirkungen und Risiken)	<ul style="list-style-type: none"> Gesetz zum Schutz vor nichtionisierender Strahlung bei der Anwendung am Menschen (NISG) 	<ul style="list-style-type: none"> für nichtionisierende Strahlung, einschließlich optischer Strahlung im Wellenlängenbereich von 100 Nanometern bis 1 Millimeter für medizinische Anwendungen und Anwendungen außerhalb der Medizin 	in Kraft seit 07/2009, zuletzt geändert 04/2020	Schutz und Vorsorge im Hinblick auf schädliche Wirkungen nichtionisierender Strahlung bei Anwendung am Menschen
	<ul style="list-style-type: none"> Verordnung zum Schutz vor schädlichen Wirkungen nichtionisierender Strahlung bei der Anwendung am Menschen (NISV) 	<ul style="list-style-type: none"> für den Betrieb von Anlagen zur Anwendung nichtionisierender Strahlung am Menschen zu kosmetischen oder sonstigen nichtmedizinischen Zwecken für Lasereinrichtungen, die einen Laser der Klassen 1C, 2M, 3R, 3B oder 4 gemäß DIN EN 60825-1:2015 enthalten und IPL 	in Kraft seit 11/2018, Geltung seit 31.12.2020 mit Übergangsfrist zum Nachweis erforderlicher Fachkunde bis 31.12.2021 [Fristverlängerung bis 31.12.2022 steht aktuell aus]	Schutz vor Nebenwirkungen sowie Vermeidung oder Minimierung der mit der Anwendung nichtionisierender Strahlung verbundenen Risiken

* Um Doppelregelungen mit der OStrV/TROS „Laserstrahlung“ zu vermeiden war ursprünglich geplant, die DGUV Vorschrift 11 bis Ende 2017 komplett zurückzuziehen. Dies ist jedoch nicht erfolgt. Vielmehr obliegt es aktuell der jeweiligen Vertretenversammlung des entsprechenden Unfallversicherungsträgers, über die Zurückziehung zu entscheiden. Da die OStrV nicht alle Anforderungen der DGUV Vorschrift 11 abdeckt, bleiben weitergehende von der OStrV abweichende Regelungen der DGUV Vorschrift 11 bis auf weiteres gültig.

3.2. Medizinprodukterecht: Geräte- und Betriebssicherheit

Therapeutische Laser und Lasereinrichtungen gehören zu den aktiven, nicht implantierbaren Medizinprodukten und unterliegen damit dem Medizinprodukterecht der MDR und MPBetreibV. Auch lasertechnisches Zubehör ist als Medizinprodukt einzustufen. Die EU-weit gültige MDR (in Verbindung mit dem MPDG, welches der Durchführung und Ergänzung der MDR auf nationaler Ebene dient) löst das bestehende Medizinproduktegesetz (MPG) ab und ist nach einer Übergangsfrist seit 26. Mai 2021 anzuwenden. Neu ist, dass die Anforderungen der MDR auch für sogenannte Produkte ohne medizinischen Verwendungszweck gelten, die in Anlage XVI der MDR benannt sind.

Aus den Vorschriften ergeben sich verschiedene Pflichten für Betreiber und Anwender. Im Sinne der MPBetreibV gilt

- als *Betreiber* von Lasereinrichtungen jede natürliche oder juristische Person, die für den Betrieb einer Gesundheitseinrichtung (Klinik, Krankenhaus, Praxis, Rehabilitations- und Pflegeeinrichtung, etc.) verantwortlich ist, in der solche Geräte durch Beschäftigte dieser Gesundheitseinrichtung betrieben oder angewendet werden.
- als *Anwender*, wer Laser und Lasereinrichtungen am Menschen einsetzt.

In Praxen niedergelassener Ärzte sind in der Regel Betreiber und Anwender in einer Person vereinigt.

Anforderungen an medizinische Lasergeräte und Laserzubehör

Generelle Voraussetzung für die Inbetriebnahme von Lasern ist die CE-Kennzeichnung, die dokumentiert, dass das Gerät herstellenseitig ein EU-Konformitätsbewertungsverfahren durchlaufen hat und den Anforderungen der MDR entspricht. Laser und Lasereinrichtungen ohne CE-Kennzeichnung dürfen nicht am Menschen angewendet werden. Dabei ist es unerheblich, ob es sich um Geräte mit medizinischer oder nichtmedizinischer Zweckbestimmung handelt.

Zu den Gruppen von Produkten ohne medizinischen Verwendungszweck gehören gemäß Anhang XVI der MDR Laser und intensiv gepulste Lichtquellen (IPL-Geräte) zum Abtragen der oberen Hautschichten („skin resurfacing“), zur Tattoo- oder Haarentfernung oder zu anderen Formen der Hautbehandlung.

Produkte mit medizinischer und nichtmedizinischer Zweckbestimmung müssen sowohl die Anforderungen an Produkte mit medizinischer Zweckbestimmung als auch die Anforderungen an Produkte ohne medizinische Zweckbestimmung erfüllen.

Bei der Anschaffung medizinischer Lasergeräte ist daher unbedingt auf die CE-Kennzeichnung und die EU-Konformitätserklärung zu achten. Gleiches gilt für Laserzubehör, wie z. B. Laserhandstücke, Scanner, Laserfasern, Absaugeinrichtungen etc. Die CE-Kennzeichnung muss gut sichtbar, leserlich und dauerhaft auf dem Medizinprodukt oder – wo dies nicht sinnvoll ist – auf der Verpackung angebracht sein. Sie erscheint außerdem in jeder Gebrauchsanweisung und auf jeder Handelsverpackung.

Hinsichtlich der Lasereignung von medizinischen Instrumenten wird auf die Vorgaben aus der OStrV und TROS „Laserstrahlung“ verwiesen. Gleiches gilt für die Gestaltung von Behandlungsräumen, in denen Lasereinrichtungen genutzt werden.

Medizinische Lasergeräte und Zubehör nur mit gültiger CE-Kennzeichnung betreiben!

Inbetriebnahme und Einweisung

Nach der MPBetreibV dürfen therapeutische Laser und Lasereinrichtungen

- nur gemäß ihrer Zweckbestimmung und nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik betrieben und angewendet werden.
- nur von Personen betrieben oder angewendet werden, die die dafür erforderliche Ausbildung oder Kenntnis und Erfahrung besitzen.

Gemäß MDR bezeichnet der Begriff „Zweckbestimmung“ dabei die Verwendung, für die ein Medizinprodukt entsprechend den Angaben des Herstellers auf der Kennzeichnung oder in der Gebrauchsanweisung bestimmt ist. Die Gebrauchsanweisung und die dem Lasergerät beigelegten Hinweise sind daher so aufzubewahren, dass sie dem Anwender jederzeit zugänglich sind.

Für die Erstinbetriebnahme gilt, dass therapeutische Laser und Lasereinrichtungen erstmalig am Patienten nur dann angewendet werden dürfen, wenn

- durch den Hersteller vor Ort eine Funktionsprüfung stattgefunden hat und
- wenigstens ein Anwender oder eine vom Betreiber beauftragte Person vom Hersteller in die sachgerechte Handhabung und Anwendung eingewiesen wurde.

Nur diese Anwender oder Personen, die ihre Einweisung direkt von einem Herstellerbeauftragten erhalten haben, dürfen ihrerseits weitere Personen einweisen. Eine „Schneeballeinweisung durch Kollegen“ ist also nicht zulässig. Die erfolgte Einweisung ist im Medizinproduktebuch (vgl. dazu Kap. 3.2 „Dokumentationspflichten“) per Unterschrift zu quittieren und unabdingbare Voraussetzung, um die Lasereinrichtung am Menschen anwenden zu dürfen.

Nach der Erstinbetriebnahme haben sich eingewiesene Anwender vor jeder weiteren Anwendung von der Funktionsfähigkeit und dem ordnungsgemäßen Zustand des Lasergerätes zu überzeugen. Nicht ordnungsgemäß arbeitende Lasereinrichtungen sind außer Betrieb zu setzen und der für die Mängelbeseitigung zuständigen Person (Betreiber, Vorgesetzter, Medizinprodukteverantwortlicher, Beauftragter für Medizinproduktesicherheit) zu melden.

Medizinische Lasergeräte nur entsprechend ihrer Zweckbestimmung und nach Einweisung durch den Hersteller anwenden! Nur Kollegen mit direkter Herstellereinweisung dürfen ihrerseits weitere Kollegen einweisen!

Instandhaltungspflichten

Betreiber therapeutischer Laser und Lasereinrichtungen müssen gewährleisten, dass diese einwandfrei funktionieren und auf Dauer technisch sicher sind.

Mit der Instandhaltung (Wartung, Inspektion, Instandsetzung) darf vom Betreiber nur beauftragt werden, wer die erforderliche fachliche Qualifikation besitzt und über die notwendige technische Ausstattung verfügt (z. B. kalibrierte Messgeräte).

Instandhaltung nur durch fachlich qualifizierte Dienstleister!

Prüfpflichten

Therapeutische Laser und Lasereinrichtungen müssen regelmäßigen sicherheitstechnischen Kontrollen (STK) unterzogen werden. Auch mit den STK dürfen vom Betreiber nur solche Personen, Betriebe oder Einrichtungen beauftragt werden, die aufgrund einer geeigneten Ausbildung und einer einschlägigen beruflichen Tätigkeit über entsprechende Kenntnisse verfügen.

Für die STK hat der Betreiber solche Fristen vorzusehen, die es erlauben, nach der Erfahrung erwartbare Mängel an den Lasereinrichtungen rechtzeitig festzustellen. Jedoch haben solche STK spätestens alle zwei Jahre mit Ablauf des Monats, in dem die Inbetriebnahme der Lasereinrichtung erfolgte bzw. die letzte STK durchgeführt wurde, zu erfolgen.

Sicherheitstechnische Kontrollen mindestens alle 2 Jahre durchführen und deren Ergebnis dokumentieren lassen!

Dokumentationspflichten

Die Dokumentationspflichten gemäß MPBetreibV für Betreiber von therapeutischen Lasern und Lasereinrichtungen beinhalten

- die Aufnahme dieser Geräte in das Bestandsverzeichnis für alle genutzten aktiven nicht implantierbaren Medizinprodukte und
- das Führen eines Medizinproduktebuches für jedes Lasergerät, welches auch die Prüfprotokolle der STK enthalten soll-

Bestandsverzeichnis und Medizinproduktebücher müssen für die Anwender während der Arbeitszeiten zugänglich sein und Behörden auf Verlangen vorgelegt werden können.

Für jedes Lasergerät Medizinproduktebuch führen und zugänglich aufbewahren!

Meldepflichten

Schwerwiegende Funktionsstörungen und Vorkommnisse, die Unversehrtheit von Patienten, Anwendern oder sonstigen beteiligten Dritten betreffend, sind dem Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) zu melden. Entsprechende Meldeformulare für Betreiber und Anwender sind auf der Website des BfArM zu finden.

Auch der Hersteller des betroffenen Lasergerätes sollte formlos informiert werden. Für Hersteller und Bevollmächtigte gilt seit 1. Januar 2020 ein neues Meldeformular, das sogenannte Manufacturer-Incident-Report-Formular (MIR-Formular), auf das sich die europäischen Behörden zusammen mit den Herstellerverbänden geeinigt haben.

Vorkommnisse unverzüglich an das BfArM melden!

3.3. Arbeits- und Unfallschutz: Laserschutz und Lasersicherheit

Maßnahmen zur Vermeidung und Verringerung der Gefährdungen von Beschäftigten durch künstliche optische Strahlung sind in der OStrV und vertiefend in den TROS „Laserstrahlung“ festgelegt. Bei Einhaltung der TROS „Laserstrahlung“ geht der Gesetzgeber regelhaft davon aus, dass die entsprechenden Anforderungen der OStrV eingehalten sind.

Diese betreffen u. a.:

- die Gefährdungsbeurteilung
- die Festlegung von geeigneten Schutzmaßnahmen (technisch, organisatorisch, persönlich), sofern die zulässigen Expositionsgrenzwerte (EGW) zugänglicher Laserstrahlung überschritten werden
- die regelmäßige Unterweisung der Beschäftigten
- die schriftliche Bestellung eines Laserschutzbeauftragten

Gefährdungsbeurteilung

Die möglichen Schädigungen durch Laserstrahlung sind leistungs-, zeit- und wellenlängenabhängig. Daher werden Laser entsprechend ihres Gefährdungspotenzials in Laserklassen eingeteilt: die Laserklasse 1 repräsentiert dabei das geringste Gefährdungspotenzial, die Laserklasse 4 das höchste.

Durch eine dokumentierte Gefährdungsbeurteilung muss der Arbeitgeber feststellen, ob es durch den Einsatz von Lasergeräten am Arbeitsplatz zu Gefährdungen der Gesundheit und Sicherheit der Beschäftigten kommen kann. Insbesondere hat er zu prüfen, ob die in der EG-Richtlinie 2006/25/EG festgelegten EGW optischer Strahlung überschritten werden und es so zu Schädigungen der Augen oder der Haut kommen kann. Die dafür notwendigen Informationen können im Allgemeinen beim Hersteller oder Inverkehrbringer des Lasergerätes eingeholt werden. Der Arbeitgeber kann sich aber bei der Gefährdungsbeurteilung auch durch eine fachkundige Person beraten lassen.

Therapeutische Laser und Lasereinrichtungen sind in aller Regel den Laserklassen 3R, 3B oder 4 zuzuordnen, bei denen davon auszugehen ist, dass die zulässigen EGW für das Auge und die Haut überschritten werden können. Dies macht die Festlegung geeigneter Schutzmaßnahmen zwingend erforderlich.

Eine Gefährdungsbeurteilung hat immer vor der Aufnahme einer Tätigkeit an einer Lasereinrichtung zu erfolgen. Sie ist regelmäßig zu überprüfen und gegebenenfalls zu aktualisieren, wenn es zu maßgeblichen Veränderungen der Arbeitsbedingungen kommt. Die erforderlichen Schutzmaßnahmen sind entsprechend anzupassen.

Gesetzliche Verpflichtung zur Durchführung einer Gefährdungsbeurteilung beachten!

Schutzmaßnahmen

Der Arbeitgeber hat alle Schutzmaßnahmen so zu wählen, dass es durch eine unbeabsichtigte Laseremission nicht zu einer Überschreitung der EGW kommen kann. Lasertechnische Schutzmaßnahmen basieren im Wesentlichen auf drei Säulen:

- *technische Schutzmaßnahmen*, z. B. Abschirmungen, diffus reflektierendes Instrumentarium, Verwendung lasergeeigneter Verbrauchsmaterialien, Einsatz von Rauchabsauggeräten
- *organisatorische Schutzmaßnahmen*, z. B. Abgrenzung und Kennzeichnung des Laserbereiches (Warnlampen), Erstellung von Betriebsanweisungen, Unterweisung der Beschäftigten
- *persönliche Schutzmaßnahmen*, z. B. Tragen von Laser-Schutzbrillen, Atemschutzmasken

Die gewählten Schutzmaßnahmen müssen auch die indirekten Gefährdungen durch Laserstrahlung (reflektierte Laserstrahlung, Brand- und Explosionsgefährdung, Gefährdung durch toxische oder infektiöse Stoffe, elektrische Gefährdung) berücksichtigen.

Bei der Festlegung und Durchführung der Schutzmaßnahmen gilt die Rangfolge: technisch vor organisatorisch vor persönlich. Man spricht hier auch vom sogenannten T-O-P-Prinzip.

Schutzmaßnahmen entsprechend des Ergebnisses der Gefährdungsbeurteilung nach dem Stand der Technik festlegen und umsetzen! T-O-P-Prinzip einhalten!

Unterweisung der Beschäftigten

Der Arbeitgeber muss alle Beschäftigten – nicht nur die Anwender! – auf Basis der Gefährdungsbeurteilung regelmäßig unterweisen, um auf mögliche Gefährdungen aufmerksam zu machen.

Diese Laserschutzunterweisung hat mindestens 1x jährlich, bei Jugendlichen unter 18 Jahren mindestens halbjährlich zu erfolgen, außerdem

- vor Aufnahme einer Tätigkeit nach Einstellung oder Versetzung eines Beschäftigten
- vor der ersten Inbetriebnahme einer Lasereinrichtung
- vor wesentlichen Änderungen der Gefährdungssituation

Anlass für eine Unterweisung könnte zudem ein (Beinahe-)Unfallgeschehen sein.

Die Mindestinhalte der Unterweisung sind in § 8 OStrV beschrieben. Über die Durchführung der Unterweisung ist ein schriftlicher Nachweis zu führen.

Beschäftigte mindestens 1x jährlich, Jugendliche halbjährlich unterweisen! Inhalte der Unterweisung dokumentieren und durch Unterschrift aller Teilnehmer quittieren lassen!

Bestellung eines Laserschutzbeauftragten

Beim Betrieb von Lasereinrichtungen der Klassen 3R, 3B und 4 sind Arbeitgeber/Betreiber nach OStrV gesetzlich verpflichtet, einen Laserschutzbeauftragten zu bestellen, falls sie diese Qualifikation nicht selbst besitzen. Die Bestellung hat schriftlich und vor der ersten Inbetriebnahme eines Lasers der benannten Klassen zu erfolgen, andernfalls drohen dem Betreiber empfindliche Bußgelder.

Ein Laserschutzbeauftragter unterstützt den Arbeitgeber

- bei der Durchführung der Gefährdungsbeurteilung,
- bei der Auswahl und Durchführung der notwendigen Schutzmaßnahmen und
- bei der Überwachung des sicheren Betriebs der Lasereinrichtungen.

Die Verantwortung für die Durchführung der Gefährdungsbeurteilung und der daraus abgeleiteten notwendigen Schutzmaßnahmen verbleibt beim Arbeitgeber/Betreiber.

Unter bestimmten Umständen kann für die Überwachung des sicheren Betriebs von Lasern – gerade in Gesundheitseinrichtungen – die Bestellung mehrerer Laserschutzbeauftragter erforderlich sein. Gründe hierfür können sein

- eine hohe Komplexität der Aufgabenstellung, z. B. durch unterschiedliche medizinische Fachbereiche in Krankenhäusern
- Schichtarbeit oder Vertretungserfordernis bei Abwesenheit

- mehrere Betriebsorte mit Lasereinrichtungen oder mobiler Einsatz von Lasern
- eine hohe Anzahl von verschiedenen Lasereinrichtungen

Für Laser und Lasereinrichtungen der Laserklassen 3R und höher einen Laserschutzbeauftragten schriftlich bestellen!

Erforderliche Qualifikation als Laserschutzbeauftragter

Voraussetzung für die schriftliche Bestellung als Laserschutzbeauftragter ist die Teilnahme an einem Laserschutzkurs zur Erlangung der erforderlichen Fachkenntnisse mit erfolgreich absolvierter Prüfung. Diese Kenntnisse sind durch den regelmäßigen Besuch an spezifischen Fortbildungsmaßnahmen (Auffrischkurs mind. alle 5 Jahre) auf aktuellem Stand zu halten.

Umfang und Inhalt der zu absolvierenden Laserschutzkurse sind im DGUV Grundsatz 303-005 festgelegt.

Laserschutzbeauftragte, die nur nach der DGUV Vorschrift 11 geschult worden sind, müssen sich bis zum 31.12.2021 gemäß OStrV und TROS „Laserstrahlung“ neu qualifizieren.

Qualifikationsnachweis als Laserschutzbeauftragter erbringen und alle 5 Jahre auffrischen!

Anzeige des Laserbetriebs

Die OStrV schreibt keine generelle Anzeigepflicht für den Betrieb von Lasern und Lasereinrichtungen der Laserklassen 3R und höher vor.

Eine Verpflichtung zur Laseranmeldung bei der für den Arbeitsschutz zuständigen Behörde kann dennoch bestehen, wenn der für die Gesundheitseinrichtung zuständige Unfallversicherungsträger die DGUV Vorschrift 11 „Laserstrahlung“ noch nicht zurückgezogen hat. Betreiber von Lasern und Lasereinrichtungen sollten sich daher ggf. bei ihrem Unfallversicherer erkundigen, ob die Anzeigepflicht noch besteht.

Abweichend hiervon besteht nach neuer NiSV ab dem 31. Dezember 2020 für alle Laser und Lasereinrichtungen der Laserklassen 1C, 2M, 3R, 3B oder 4 sowie IPL eine Verpflichtung zur Anzeige des Laserbetriebs, *wenn* diese Geräte im Sinne der NiSV zu nichtmedizinischen Zwecken am Menschen eingesetzt werden.

In diesem Fall hat der Betreiber den Betrieb der Lasereinrichtung der zuständigen Behörde spätestens zwei Wochen vor Inbetriebnahme anzuzeigen. Die Anzeige hat schriftlich zu erfolgen und muss den Namen oder die Firma des Betreibers, die Anschrift der Betriebsstätte sowie Angaben zur Geräteidentifikation enthalten.

Der Anzeige ist zudem ein Fachkundenachweis derjenigen Personen beizulegen, die den Laser am Menschen anwenden. Für Laser und Lasereinrichtungen sowie IPL, die am 31. Dezember 2020 bereits betrieben worden sind, hatte die Anzeige bis zum Ablauf des 31. März 2021 zu erfolgen.

Anzeigepflicht nach DGUV Vorschrift 11 prüfen! Generelle Anzeigepflicht für Laser und Lasereinrichtungen der Laserklassen 1C, 2M, 3R, 3B oder 4 sowie IPL bei Anwendung zu nichtmedizinischen Zwecken am Menschen seit dem 31.12.2020!

3.4. Patientenschutz: Schutz vor Nebenwirkungen und Risiken der Behandlung

Die Anwendung von nichtionisierender Strahlung am Menschen, zu der auch Laserstrahlung sowie inkohärente optische Strahlung intensiver Lichtquellen (IPL) gehört, wird seit 2009 durch das NiSG und in Ergänzung dazu seit 31. Dezember 2020 durch die neue NiSV geregelt.

Das NiSG definiert den Kreis der berechtigten Personen innerhalb und außerhalb der Heil- oder Zahnheilkunde, die nichtionisierende Strahlung am Menschen einsetzen dürfen, und knüpft den Betrieb entsprechender Anlagen zu rein kosmetischen Zwecken an besondere Auflagen. Mit Veröffentlichung der NiSV am 29.11.2018 im Bundesgesetzblatt wurden diese Auflagen erstmals klar definiert. Insbesondere was den Einsatz von Lasern und IPL betrifft, so hat der Gesetzgeber damit das Ziel verfolgt, den Patientenschutz zu verbessern, indem gesundheitliche Risiken durch Unterbinden einer laienhaften Anwendung entsprechender Systeme zu nichtmedizinischen Zwecken vermieden werden. Betrachtet wird hierbei nur die gewerbsmäßige Verwendung, nicht jedoch der Gebrauch zu privaten Zwecken.

Im Sinne der NiSV gilt als nichtmedizinischer Zweck jede Anwendung, die nicht der Untersuchung und Behandlung von Patienten, der Früherkennung von Krankheiten, der Schwangerschaftsvorsorge oder der medizinischen Forschung dient.

Werden Lasereinrichtungen oder IPL zu nichtmedizinischen Zwecken eingesetzt, so gelten für deren Betrieb, die Gerätedokumentation sowie die Patientenaufklärung und den Patientenschutz besondere Anforderungen, jeweils unter Beachtung der bereits ausgeführten mitgeltenden Gesetze und Verordnungen aus dem Medizinproduktrecht und dem Arbeits- und Unfallschutz.

In Abgrenzung zur OStrV ist die NiSV nicht erst für Laser und Lasereinrichtungen der Laserklassen 3R und höher, sondern auch für die Laserklassen 1C und 2M anzuwenden. Die Laserklasse 1C beschreibt dabei Laser und Lasereinrichtungen, die ausschließlich für die Anwendung an der Haut in direktem Kontakt bestimmt sind. Hierzu zählen z. B. Epilationslaser.

Neu eingeführt wurde mit der NiSV die Notwendigkeit eines Fachkundenachweises sowie dessen Aktualisierung alle 5 Jahre, wie dies durch die TROS „Laserstrahlung“ bereits seit 2018 für die Qualifikation zum Laserschutzbeauftragten gefordert ist.

Berechtigte Personen in Ausübung der Heil- oder Zahnheilkunde (Laseranwendung zu medizinischen Zwecken)

In Anwendung des NiSG dürfen therapeutische Laser und Lasereinrichtungen zu medizinischen Zwecken am Menschen nur durch eine berechtigte Person und nur nach rechtfertigender Indikationsstellung eingesetzt werden. Berechtigte Personen im Sinne des Gesetzes sind approbierte Ärzte und Zahnärzte sowie sonstige zur Ausübung des ärztlichen oder zahnärztlichen Berufs berechtigte Personen mit entsprechender medizinischer Fachkunde.

Eine rechtfertigende Indikation gemäß NiSG besteht, wenn der gesundheitliche Nutzen einer Anwendung nichtionisierender Strahlung am Menschen größer ist als ihr Risiko.

Bei Vorliegen einer rechtfertigenden Indikation kann die Anwendung auch durch speziell für bestimmte Laseranwendungen geschulte Dritte, z. B. medizinisch geschultes Personal, in der Verantwortung einer im Sinne des NiSG berechtigten Person vorgenommen werden (Delegationsrecht).²

Laseranwendungen in der Medizin nur nach rechtfertigender Indikation und nur durch Ärzte mit entsprechender medizinischer Fachkunde! Delegation an medizinisch geschultes Personal möglich!

Berechtigte Personen bei Anwendungen außerhalb der Heil- oder Zahnheilkunde (medizinische Laseranwendung zu nichtmedizinischen Zwecken)

Therapeutische Laser und Lasereinrichtungen sowie IPL dürfen am Menschen zu kosmetischen oder sonstigen Zwecken außerhalb der Heil- oder Zahnheilkunde nur von Personen angewendet werden, die im Hinblick auf ihre fachliche Qualifikation die Anforderungen der NiSV erfüllen.

Demnach dürfen seit Inkrafttreten der NiSV am 31.12.2020 folgende Anwendungen zu kosmetischen Zwecken nur noch von approbierten Ärzten mit entsprechender medizinischer Fachkunde durchgeführt werden (Arztvorbehalt):

- ablative Laseranwendungen oder Anwendungen, bei denen die Epidermis verletzt wird
- Behandlung von Gefäßveränderungen und von pigmentierten Hautveränderungen
- Anwendungen zur Entfernung von Tätowierungen oder Permanent-Make-up.
- sowie Anwendungen mit optischer Strahlung, deren Auswirkungen nicht auf die Haut und ihre Anhangsgebilde beschränkt sind, wie die **Fettgewebereduktion**

Der Arztvorbehalt in der NiSV ist dabei so zu verstehen, dass das ärztliche Delegationsrecht nicht ausgeschlossen ist, und bestimmte Handlungsschritte an qualifiziertes Assistenzpersonal delegiert werden dürfen. Jedoch sind dabei bestimmte Voraussetzungen und Regeln einzuhalten, insbesondere was den Fachkundenachweis betrifft.

Laserverfahren zur Haarentfernung und nicht-barriereverletzende Hautstraffung dürfen aber weiterhin durch nichtärztliches Personal ausgeführt werden, vorausgesetzt die betreffende Person hat für den erforderlichen Fachkunderwerb eine umfangreiche Schulung gemäß §5 in Verbindung mit Anlage 3 Teil A-C der NiSV durchlaufen. Gleiches gilt für die Anwendung von IPL-Geräten.

Für den sicheren Betrieb und die Dokumentationspflichten gelten im Übrigen die Anforderungen gemäß §3 der Verordnung.

Arztvorbehalt bei Laseranwendungen zu kosmetischen Zwecken (ausgenommen Haarentfernung, Hautstraffung) beachten! Spezifische Fachkunde nachweisen!

Anforderungen an den Fachkunderwerb gemäß NiSG (Laseranwendung zu medizinischen Zwecken)

Approbierte Ärzte, die im Sinne des NiSG therapeutische Laser und Lasereinrichtungen *für medizinische Zwecke* am Menschen anwenden, können die geforderte Fachkunde durch den Besuch entsprechender ärztlicher Weiter- oder Fortbildungen erwerben. Diese müssen dazu befähigen, die Risiken der jeweiligen Anwendung für den Menschen beurteilen zu können. Die Fachkunde ist der zuständigen Behörde auf Verlangen nachzuweisen.

² Aus der Gesetzesbegründung zu §2(2) NiSG (BT-Drucksache 16/12276 vom 17.03.2009, S. 17).

Fachkunderwerb gemäß NiSG durch Besuch geeigneter medizinischer Aus-, Fort- und Weiterbildungsveranstaltungen! Nachweis auf behördliches Verlangen!

Anforderungen an den Fachkunderwerb gemäß NiSV (Laseranwendung zu nichtmedizinischen Zwecken)

Beim Nachweis der Fachkunde unterscheidet die NiSV zwischen ärztlichem und nichtärztlichem Personal. Approbierte Ärzte, die im Sinne der NiSV therapeutische Laser und Lasereinrichtungen *für nichtmedizinische (kosmetische) Zwecke* am Menschen anwenden, können die geforderte Fachkunde durch die erfolgreiche Teilnahme an einer geeigneten Aus- oder Weiterbildung erwerben.

Die Anforderungen an diese Fachkunde richten sich nach der Art der durchgeführten Anwendung und soll dazu befähigen, das jeweilige Behandlungsverfahren sicher anzuwenden, so dass Gesundheitsrisiken für die behandelte Person vermieden oder sachgerecht minimiert werden können. Gemäß §4 NiSV soll sie theoretische Kenntnisse und praktische Erfahrungen beinhalten. Für die konkrete Ausgestaltung entsprechender ärztlicher Fort- und Weiterbildungen liegt die Zuständigkeit bei den Landesärztekammern.

Die Anforderungen an den Fachkunderwerb für nichtärztliches Personal sind in § 4 Absatz 2 NiSV in Verbindung mit Anlage 3 NiSV geregelt und wurden in der am 25. März 2020 im Bundesanzeiger veröffentlichten Fachkunderichtlinie NiSV weiter konkretisiert (BAnz AT 25.03.2020 B7).

Die so erworbene Fachkunde muss auf aktuellem Stand und mindestens alle 5 Jahre aufgefrischt werden. Der Nachweis gegenüber zuständigen Behörden muss mit der Anzeige des Laserbetriebs erfolgen (s. dazu auch Kap. „Anzeige des Laserbetriebs“).

Für den Nachweis der Fachkunde galt zunächst eine Übergangsfrist bis zum 31.12.2021, jedoch steht eine nochmalige Verlängerung bis zum 31.12.2022 bevor.

Fachkunderwerb gemäß NiSV für approbierte Ärzte durch Besuch geeigneter ärztlicher Fort- und Weiterbildungsveranstaltungen! Fachkunderwerb für nichtmedizinisches Personal durch eine umfangreiche Schulung entsprechend geltender Fachkunderichtlinie! Fachkunde gemäß NiSV alle 5 Jahre auffrischen und den zuständigen Behörden nachweisen!

4. Tools zur Implementierung

Zur möglichst breiten Disseminierung sind eine Publikation im Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft sowie eine Zugriffsmöglichkeit im Internet unter www.awmf.org vorgesehen.

5. Limitationen der Leitlinie

Die Erstellung der S2k-Leitlinie „Lasertherapie* der Haut“ unterliegt mehreren Limitationen. Im Rahmen der Erstellung der S2k-Leitlinie erfolgte eine unsystematische Literaturrecherche durch die Leitliniengruppenmitglieder. Ein Patientenvertreter wurde aufgrund der großen Diversität der beschriebenen Indikationen nicht involviert. Ebenso waren Vertreter der Pflege in die Erstellung der

*Lasertherapie der Haut unter Berücksichtigung von Strahlquellen mit ähnlichen Wirkungen an der Haut.

Leitlinie nicht eingebunden. Die Multidisziplinarität des Krankheitsbildes konnte durch die Leitliniengruppenzusammensetzung gut wiedergespiegelt werden.

6. Forschungsbedarf

Es besteht Forschungsbedarf insbesondere im Rahmen von groß angelegten, qualitativ hochwertigen, idealerweise randomisierten und multizentrischen Studien zur Lasertherapie der Haut.

7. Informationen zu dieser Leitlinie

7.1. Projektdaten

Tabelle 5: Projektdaten – Übersicht

Titel der Leitlinie:	Lasertherapie* der Haut (*Lasertherapie der Haut unter Berücksichtigung von Strahlquellen mit ähnlichen Wirkungen an der Haut)
Art der Anmeldung:	X neue Leitlinie <input type="checkbox"/> Upgrade oder <input type="checkbox"/> Update von AWMF-Register-Nr.:
Geplante Klasse:	<input type="checkbox"/> S1 <input type="checkbox"/> S2e X S2k <input type="checkbox"/> S3
Anmeldedatum:	18.01.2019
Gründe für die Themenwahl:	Die aktuelle Debatte und finale Regulierung im Rahmen des NiSV hat aufgezeigt, dass das Lasern an der Haut mit einer erheblichen Frequenz von Nebenwirkungen assoziiert ist. Die geplante Leitlinie soll helfen, den Einsatz von Lasern an der Haut sicherer, effizienter und nebenwirkungsärmer zu machen.
Zielorientierung der Leitlinie:	Ziel der Leitlinie ist es, Kriterien und prozedurale Vorgehensweisen für den Ausschluss sowie den sicheren Einsatz des Lasers an der Haut orientiert an Indikationen festzulegen. Die Frequenz der Komplikationen und Nebenwirkungen infolge des Einsatzes von Lasern an der Haut soll signifikant sinken.
Verbindung zu vorhandenen Leitlinien:	AWMF-Register-Nr. angeben: 013-012 Acne inversa / Hidradenitis suppurativa 013-017 Therapie der Akne 013-060 Kutaner Lupus erythematodes 013-065 Rosazea 013-093 Diagnostik und Therapie der Vitiligo 032-021 Basalzellkarzinom der Haut 032-022 Aktinische Keratose und Plattenepithelkarzinom der Haut
Anmelder (Person):	Prof. Dr. med. Uwe Paasch
Anmeldende Fachgesellschaft(en):	Deutsche Dermatologische Gesellschaft (DDG)
Beteiligung weiterer AWMF-Fachgesellschaften:	Deutsche Gesellschaft für Biophotonik und Lasermedizin (DGLM) Deutsche Gesellschaft für Plastische, Rekonstruktive und Ästhetische Chirurgie (DGPRÄC)
Beteiligung weiterer Fachgesellschaften oder Organisationen:	Berufsverband der Deutschen Dermatologen (BVDD) Deutsche Dermatologische Lasergesellschaft (DDL)
Ansprechpartner (Leitliniensekretariat):	Martin Dittmann Leitlinienoffice der Kommission für Qualitätssicherung in der Dermatologie (DDG/BVDD) qm@derma.de

Leitlinienkoordination (Name):	Prof. Dr. med. Alexander Nast, Prof. Dr. med. Uwe Paasch
Versorgungsbereich	Dermatologie
Patientenzielgruppe	Patienten mit geplanter Laserbehandlung
Adressaten der Leitlinie (Anwenderzielgruppe):	Dermatologen, andere Ärzte und Berufsgruppen mit Einsatz des Lasers an der Haut
Geplante Methodik (Art der evidence-Basierung, Art der Konsensusfindung):	Nominaler Gruppenprozess Diskussion und Verabschiedung der Empfehlungen im Rahmen strukturierter Konsensuskonferenzen Methodische Betreuung dEBM, Moderation Online-Konsensuskonferenz durch AWMF Leitlinienberater

7.2. Expertenkommission und Methodengruppe

Tabelle 6 zeigt eine Übersicht über die an der Entwicklung der vorliegenden Leitlinie Beteiligten⁴ einschließlich der Rolle in der Leitlinienentwicklung, der benennenden Fachgesellschaft und der Fachrichtung bzw. Institution. Interessenkonflikterklärungen der Leitlinienmitglieder sind im Anhang aufgeführt.

Tabelle 6: Mitglieder der Expertenkommission und Methodengruppe

Vertreter	Funktion, Institut und Ort	Fachgesellschaft
<i>Expertenkommission</i>		
Prof. Dr. Jens Malte Baron	Universitätsklinikum Aachen, Klinik für Dermatologie und Allergologie – Hautklinik, Aachen	DDL*
Dr. Thorsten Bund	Klinik für Plastische, Ästhetische und Rekonstruktive Mikrochirurgie, Handchirurgie am Klinikum Ernst von Bergmann, Potsdam	DGPRÄC* (Vertretung für Dr. Ghods)
Hans-Joachim Cappius	W.O.M. WORLD OF MEDICINE GmbH	DGLM
Prof. Dr. Michael Drosner	Haut & Laser Schwerin, Haut & Laser Rostock, Schwerin und Rostock	DDL*
Dr. Konstantin Feise	Praxis Dr. Feise / Belegarzt Sophienklinik, Stuttgart	DDL*
Dr. Tanja Fischer	Haut- & Laserzentrum Berlin-Potsdam, Potsdam	DDG*
PD Dr. Gerd Gauglitz	Haut- und Laserzentrum im Glockenbachviertel, München; Klinik für Dermatologie und Allergologie, Ludwig-Maximilians-Universität München	DGDC*
Prof. Dr. Peter Arne Gerber	Dermatologie am Luegplatz, Düsseldorf	DDL*
Prof. Dr. Sonja Grunewald	Universitätsklinikum Leipzig, Klinik und Poliklinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie, Leipzig	DDG*
PD Dr. Katharina Herberger	Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf (UKE), Klinik für Dermatologie und Venerologie, Hamburg	DDG*
Dr. med. Anja Jung	Zentrum Proktologie, Evangelische Elisabeth Klinik, Berlin	DGLM*
PD Dr. Syrus Karsai	Dermatologikum Hamburg, Hamburg	DDG*
Dr. Gerd Kautz	Haut- und Laserklinik Dres. Gerd und Ingrid Kautz, Konz	BVDD*
Prof. Dr. Uwe Paasch	Projektleiter, Hautärzte Paasch, Jesewitz OT Gotha	DDL*
Dr. Carsten Philipp	Zentrum Lasermedizin, Evangelische Elisabeth Klinik, Berlin	DGLM*
Daniela Schädel	Laseraplikon GmbH, Berlin	DGLM

⁴ Allgemeine Personenbezeichnungen werden im folgenden Text aus Gründen der besseren Lesbarkeit bevorzugt in geschlechtsneutraler Form oder ansonsten in der männlichen Form verwendet, dies schließt jedoch alle Geschlechter ein.

Dr. Anna-Theresa Seitz	Klinik und Poliklinik für Dermatologie, Venerologie und Allergologie Universitätsklinikum Leipzig, Leipzig	DDG, DGDC*
*stimmberechtigt		
Methodiker		
Martin Dittmann	Organisation, Leitlinienoffice DDG/BVDD, Klinik für Dermatologie, Allergologie und Venerologie, Charité-Universitätsmedizin Berlin	
Prof. Dr. Alexander Nast	Methodische Planung und Koordination der Leitlinienentwicklung, Vorbereitung, wissenschaftliche Editierung; AWMF Leitlinienberater, Leitender Oberarzt der Klinik für Dermatologie, Allergologie und Venerologie, Charité-Universitätsmedizin Berlin	
Dr. Miriam Zidane	Methodische Planung und Koordination der Leitlinienentwicklung, Vorbereitung, wissenschaftliche Editierung und Fertigstellung des Leitliniendokuments; Assistenzärztin der Klinik für Dermatologie, Allergologie und Venerologie, Charité-Universitätsmedizin Berlin	

7.3. Hinweise zur Anwendung von Leitlinien

Leitlinien stellen systematisch entwickelte Hilfen für klinisch relevante Beratungs- und Entscheidungssituationen dar. Während der Entwicklung einer Leitlinie kann nur eine beschränkte Auswahl standardisierter klinischer Situationen berücksichtigt werden. Empfehlungen klinischer Leitlinien haben keinen rechtlich verbindlichen Charakter; in spezifischen Situationen kann und muss unter Umständen von den hierin enthaltenen Empfehlungen abgewichen werden. Die Umsetzung von Empfehlungen einer Leitlinie in spezifischen klinischen Situationen muss stets unter Berücksichtigung sämtlicher individueller patientenrelevanter Gegebenheiten (z.B. Komorbiditäten, Komedikation, Kontraindikationen) geprüft werden.

Die Medizin ist als Wissenschaft ständigen Entwicklungen unterworfen. Nutzer der Leitlinie werden aufgefordert, sich über neue Erkenntnisse nach Veröffentlichung der Leitlinie zu informieren. Anwender dieser Leitlinie sind zudem angehalten, durch sorgfältige Prüfung der Angaben sowie unter Berücksichtigung der Produktinformationen der Hersteller zu überprüfen, ob die gegebenen Empfehlungen bezüglich der Art der Durchführung der Interventionen, zu berücksichtigender Kontraindikationen, Arzneimittelinteraktionen etc. sowie hinsichtlich der Zulassungs- und Erstattungssituation vollständig und aktuell sind.

Die in der Arbeit verwandten Personen- und Berufsbezeichnungen sind gleichwertig für beide Geschlechter gemeint, auch wenn sie nur in einer Form genannt werden.

7.4. Geltungsbereich, Anwenderzielgruppe und Ziele der Leitlinie

Diese Leitlinie richtet sich an Dermatologen in Klinik und Praxis und andere Ärzte und Berufsgruppen mit Einsatz des Lasers an der Haut, die an der Lasertherapie der Haut beteiligt sind. Darüber hinaus soll die Leitlinie Kostenträgern und politischen Entscheidungsträgern zur Orientierung dienen.

Ziel der Leitlinie ist es, Kriterien und prozedurale Vorgehensweisen für den Ausschluss sowie den sicheren indikationsspezifischen Einsatz des Lasers an der Haut orientiert festzulegen.

Dadurch soll die Frequenz der Komplikationen und Nebenwirkungen infolge des Einsatzes von Lasern an der Haut signifikant sinken.

7.5. Finanzierung

Das Leitliniengremium arbeitete ehrenamtlich. Die methodische Koordination, Erstellung eines Entwurfs und redaktionelle Bearbeitung wurde durch die Deutsche Dermatologische Gesellschaft (DDG), die Deutsche Dermatologische Lasergesellschaft (DDL), die Deutsche Gesellschaft für Biophotonik und Lasermedizin (DGLM) und die Deutsche Gesellschaft für Dermatochirurgie (DGDC) finanziert. Es erfolgte keine Beeinflussung der Leitlinieninhalte.

7.6. Umgang mit Interessenkonflikten

Interessenkonflikte von allen an der Leitlinienentwicklung Beteiligten wurden anhand des aktuellen AWMF-Formulars zur Erfassung von Interessen erhoben. Eine Evaluation der Interessen hinsichtlich des Vorliegens von Interessenkonflikten erfolgte durch die methodischen Leitlinienkoordinatoren (Prof. Dr. med. Alexander Nast und Dr. med. Miriam Zidane) nach den Vorgaben der AWMF. Eine Darstellung der Interessenkonflikte mit Themenbezug zur Leitlinie und der Bewertungen findet sich im folgenden Kapitel.

Folgende Kriterien wurden zur Bewertung herangezogen:

- Kein: Keine Interessen, die als Interessenkonflikt bewertet wurden, d.h. es liegen keinerlei Sachverhalte vor oder diese haben keinen thematischen Bezug zur Leitlinie
→ Konsequenz: keine Einschränkungen
- Gering: Weniger als moderat
→ Konsequenz: kein federführendes Verfassen betreffender Kapitel, keine Einschränkungen bei Abstimmungen
- Moderat: Advisory Tätigkeit oder Vortragshonorare > 5.000 €/Jahr absolut, Aktienbesitz ≤ 5.000 € von Firmen mit Themenbezug zur Leitlinie
→ Konsequenz: Enthaltung bei betreffenden Abstimmungen, kein federführendes Verfassen betreffender Kapitel
- Hoch: Aktienbesitz > 5.000 €; Patentbesitz; persönliche Honorare > 50.000 €/Jahr von Firmen mit Themenbezug zur Leitlinie
→ Konsequenz: Ausschluss von Beratungen

8. Methodik

Entsprechend der gewählten Entwicklungsstufe erfolgte eine nicht systematische Literaturrecherche durch die Expertengruppe selbst.

8.1. Auswahl und Bewertung der Evidenz

Entsprechend der gewählten Entwicklungsstufe erfolgte keine systematische Literaturrecherche und keine systematische Bewertung der Qualität der Evidenz.

8.2. Generierung von Empfehlungen / Konsensuskonferenz

Im Rahmen von fünf Konsensuskonferenzen am 27.05.2020, 24.06.2020, 02.09.2020, 09.09.2020 und 18.11.2020 wurden die Vorschläge der Empfehlungen und Kernaussagen unter Verwendung eines nominalen Gruppenprozesses konsentiert. Der strukturierte Konsensfindungsprozess wurde durch Professor Alexander Nast moderiert. Nach Präsentation der zu konsentierenden Empfehlungen wurde der Entwurf von jedem Gruppenmitglied kommentiert. Abweichende Vorschläge wurden notiert. Es folgten die Schritte Reihendiskussion, Vorherabstimmung, Debattieren/Diskutieren sowie die endgültige Abstimmung. Jedes Mitglied der Expertengruppe hatte jeweils eine Stimme. Es wurde generell ein starker Konsens (> 95% Zustimmung) angestrebt. Wenn dieser auch nach Diskussion nicht erreicht werden konnte, erfolgte eine Verabschiedung mit Konsens (> 75% Zustimmung). 194 Empfehlungen konnten mit „starkem Konsens“ verabschiedet werden. Die entsprechenden Konsensstärken wurden dokumentiert.

8.3. Empfehlungsstärken, Wording und Symbolik

Eine Darstellung der Wortwahl, Symbolik und Hinweise zur Interpretation der Empfehlungsstärken ist in der folgenden Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Empfehlungsstärken – Wortwahl, Symbolik und Interpretation (modifiziert nach Kaminski-Hartenthaler)

Empfehlungsstärke	Wortwahl	Symbol	Interpretation
<u>Starke</u> Empfehlung für eine Vorgehensweise	“wird empfohlen“	↑↑	Wir sind der Auffassung, dass alle oder fast alle informierten Menschen diese Entscheidung treffen würden. Kliniker müssen sich weniger Zeit für den Prozess der Entscheidungsfindung mit dem Patienten nehmen. In den meisten klinischen Situationen kann die Empfehlung als allgemeine Vorgehensweise übernommen werden.
<u>Schwache</u> Empfehlung für eine Vorgehensweise	“kann empfohlen werden“ oder	↑	Wir sind der Auffassung, dass die meisten informierten Menschen, ein substanzieller Anteil jedoch nicht, diese Entscheidung treffen würden. Kliniker und andere Anbieter von Gesundheitsleistungen müssen mehr Zeit aufwenden, um sicherzustellen, dass die Wahl des Verfahrens mitsamt der möglicherweise verbundenen Konsequenzen die Werte und Präferenzen des individuellen Patienten widerspiegelt. Entscheidungsprozesse im Gesundheitssystem erfordern eine tiefgehende Diskussion und die Einbeziehung vieler Stakeholder.
<u>Keine</u> Empfehlung bezüglich einer Vorgehensweise	“... kann erwogen werden ...“	0	Zur Zeit kann eine Empfehlung für oder gegen eine bestimmte Vorgehensweise aufgrund bestimmter Gegebenheiten nicht getroffen werden (z.B. keine verfügbare Evidenz, unklares oder ungünstiges Nutzen-/Risiko-Verhältnis, etc.)
Empfehlung <u>gegen</u> eine Vorgehensweise	“wird nicht empfohlen“	↓	Wir sind der Auffassung, dass alle oder fast alle informierten Menschen diese Entscheidung treffen würden.

8.4. Begutachtung der Leitlinie

Das Leitlinienmanuskript wurde durch die 2+2-Kommission der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft und des Berufsverbands der Deutschen Dermatologen begutachtet. Die finale Freigabe durch die Kommission sowie die Annahme durch die Vorstände der anderen beteiligten Fachgesellschaften erfolgte bis zum 11.01.2022.

8.5. Pilotierung, Evaluierung und Implementierung

Da die Implementierung maßgeblich am Erfolg einer Leitlinie beteiligt ist, wird ein umfangreiches Implementierungsprogramm erfolgen. Zur möglichst breiten Disseminierung sind eine Publikation im Journal der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft sowie eine Zugriffsmöglichkeit im Internet unter www.awmf.org vorgesehen.

8.6. Aktualisierung der Leitlinie

Die vorliegende Leitlinie hat eine Gültigkeit bis zum 10.01.2027. Ansprechpartner für eine Aktualisierung ist Prof. Dr. Uwe Paasch (uwe.paasch@hautclinicum.de).

Unter Berücksichtigung der bis zu diesem Zeitpunkt neu erschienenen Literatur wird im Vorfeld eine Aktualisierung vorbereitet. Über die Notwendigkeit der Neubearbeitung der einzelnen Kapitel im Rahmen eines Updates der Literatur entscheidet die Expertengruppe. Entscheidende Kriterien hierzu sind: 1) Vorliegen von neuen wissenschaftlicher Erkenntnissen, die eine Revision der Empfehlungen erfordern und 2) Vorliegen neuer gesetzlicher Vorschriften, die eine Revision der Empfehlungen erfordern.

8.7. Verwertungsrechte

Die Verwertungsrechte der Leitlinie liegen bei der Deutschen Dermatologischen Gesellschaft (DDG) und der Deutschen Dermatologischen Lasergesellschaft (DDL). Die Leitlinie wird unter der Creative Commons License CC BY-NC 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/de>) veröffentlicht.

8.8. Erklärung von Interessen und Umgang mit Interessenkonflikten

Im Folgenden sind die Interessenerklärungen als tabellarische Zusammenfassung dargestellt sowie die Ergebnisse der Interessenkonfliktbewertung und Maßnahmen, die nach Diskussion der Sachverhalte von der LL-Gruppe beschlossen und im Rahmen der Konsensuskonferenz umgesetzt wurden.

Nachname, Vorname	Berater- bzw. Gutachter-tätigkeit	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungs-tätigkeit	Bezahlte Autoren-/oder Coautoren-schaft	Forschungs-vorhaben/ Durchführung klinischer Studien	Eigentü-mer-interess en	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie ¹ , Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
Baron, Jens Malte	Nein	Novartis	Bayer Vital GmbH ALK GmbH, Jenapharm, Novartis, Janssen, AbbVie, MIT-DERM, Orthogen zusammen	Nein	Bayer Vital GmbH Asclepion Leo Pharma, Galderma	Nein	Mitglied: DDL (erweiterter Vorstand)	Asclepion Forschungsmittel, Gering Keine Konsequenz.
Bund, Thorsten	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DGPRÄC	Keine. Keine Konsequenz
Cappius, Hans-Joachim	Nein	Nein	Laseraplikon GmbH	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DGLM	Gering. W. O. M. vertritt keine eigenen Lasergeräte oder –zubehör Keine Konsequenz
Dittmann, Martin	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Keine. Keine Konsequenz
Drosner, Michael	Nein	Ellipse A/S	Ellipse A/S Candela Linde	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DDL, DDG, EADV, ASLMS	Candela (Profound (Ellipse IPL™, Frax 1550, and Nd:YAG 1064); CO2RE (CO2 laser), Gentle Max Pro (755 nm, 1064 nm), GENTLELASE PRO® (755 nm Alexandrite laser), GENTLEYAG PRO® (1064 nm Nd:YAG laser), Pikosekundenlaser (1064 nm- Nd:YAG, 532 nm- Doubled Nd:YAG, 785 nm- Titanium Sapphire), eIos Plus® optical (laser or pulsed light) and radio frequency (RF), Vbeam Perfecta (595-nm-PDL), Ydun (fractional non-ablative 1550 nm laser system), Vbeam Prima (595 & 1064 nm) Stimmhaltung
Feise, Konstantin	Nein	Nein	Cynosure Lutronic	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DDL, DGDC, DDG,	Cynosure (755 nm-Alexandritlaser, langgepulst; 1064 nm Nd:YAG, langgepulstµgepulst; IPL; 595 nm- Farbstofflaser, langgepulst;

Nachname, Vorname	Berater-bzw. Gutachter-tätigkeit	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortragstätigkeit	Bezahlte Autoren- /oder Coautoren-schaft	Forschungs-vorhaben/ Durchführung klinischer Studien	Eigentümer-interessen	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie ¹ , Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
			Juzo				DGP, ASLMS, ISDS	1540-nm-Erbium: Glass-Laser, fraktioniert; 532 nm, 755 nm, 1064 nm Alexandritlaser, pikosekundengepulst, 550 – 750 ps Alexandritlaser, fraktioniert, 532 nm, 1064 nm, Q-Switched, Nd:YAG Laser; 2940 nm Erbium: YAG Laser, fraktioniert, 532 nm Q-Switched, 1064 nm Q-Switched, 650 nm Q-Switched, 585 nm Q-Switched Nd:YAG Laser; 1060 nm Diodenlaser, 1064 nm, 1320 nm, 1440 nm, Nd:YAG Laser, 10600 nm-CO2-Laser Lutronic: Action II™ (Fraktionaler 2940 nm Er:YAG-Laser), Bella V (2940 nm Er:YAG-Laser mit vaginalem Aufsatz), Advantage Power Plus™ (805/1064 nm Diode Laser), CLARITY und CLARITY II (755 nm / 1064 nm langgepulster Alexandrit / Nd:YAG), eCO2 (CO2 Laser), 1,550 nm Er-Glass Fractional Laser, IPL, 1064 & 532 nm, 595 nm, 660 nm und 1064 nm Pikosekundenlaser; 1064 nm / 532, 585 nm, 650 nm Nd:YAG), 1064 nm / 532 nm / 585 nm / 650 nm, 595 nm, 660 nm Nd:YAG Juzo: Narbenbehandlung mit Kompression und/oder Silikon Stimmhaltung
Fischer, Tanja	Menarini Berlin Chemie	Menarini Berlin Chemie LG aesthetics Merz	DDL, DGBT, DGAUF, Unna Akademie	Nein	Merz, Riemser, LG aesthetics (Zuwendung lt. Studienvertrag)	Nein	Mitglied: DDL, DDG, DGBT, DGAKI, ADF, AAID, ISA4C, DGAUF (Präsidentin)	Keine Relevanz zum LL Thema. Keine Konsequenz.
Gauglitz, Gerd	Merz	Merz/Sinclair	Merz/Galderma/Sinclair/Lumenis/Asclepion/Candela/MitoPharm/Claessys.	Nein	Merz/Galderma/Sinclair	Nein	Mitglied: DGDC (Sekretär/Vizepräsident/Präsident)	Cynosure&Palomar: Vectus (Dioden-Laser, 810 nm), Icon (fractional Erbium Laser, Wavelength: 1540 nm), MaxG (IPL), Lumenis: Ablative 10.600-nm-CO2-Laser, nicht ablativer 1565 nm Laser (fraktional), Legend Pro (Pollogen) Nadel-RF Asclepion: Nd:YAG Dualwellenlänge (1064/532nm) und Rubin (694nm), MCL30 u -3Dermablade (2.940-nm-Erbium:YAG-Laser) Candela: GENTLEYAG PRO® (1064 nm Nd:YAG laser), Vbeam Perfecta (595-nm-PDL).

Nachname, Vorname	Von COI betroffene Themen der Leitlinie ¹ , Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz								Classys: Ultraformer, Clatuu A.R.C. Laser: 1064nm Fox Stimmhaltung
Gerber, Peter Arne	Asclepion: MeDioStar (940-nm-Diodenlaser), MeDioStar NeXT PRO XL (810 & 940 nm-Laser), MeDioStar NeXT PRO AleX (755 nm Alexandrit- und Diodenlaser), MeDioStar NeXT PRO (810-940-nm-Diodenlaser), the EPI LAB (755 – 950-nm-Diodenlaser), QuadroStarPRO YELLOW AND GREEN (532-nm- 577-nm-HOPSL-Laser), 940-, 980-nm-Diodenlaser, QuadroStarPRO 940 und 980-nm, MCL31Dermablade (2.940-nm- Erbium:YAG-Laser), Pikosekundenlaser (1064/532 nm-nm-nd:YAG), 10.600-nm-CO2-Laser Stimmhaltung	Mitglied: BVDD, DALM, DGDC, DGBT, DDG, DDL (Vizepräsident), ADK, GÄCD (Schatzmeister) , ESCAD	Galderma	Galderma, Riemser	Nein	Bayer, Galderma, Riemser, Merz, Asclepion	Galderma	(Gericht)	
Grunewald, Sonja	Keine mit Relevanz zum Leitlinienthema Keine Konsequenz	Mitglied: DGDC	Nein	MAVIG GmbH	KVM Verlag	FOMF	Nein	Nein	
Herberger, Katharina	Lutronic: Action II™ (Fraktionaler 2940 nm Er:YAG-Laser), Bella V (2940 nm Er:YAG-Laser mit vaginalem Aufsatz), Advantage Power Plus™ (805/1064 nm Diode Laser), CLARITY und CLARITY II (755 nm / 1064 nm langgepulster Alexandrit / Nd:YAG), eCO2 (CO2 Laser), 1,550 nm Er-Glass Fractional Laser, IPL, 1064 & 532 nm, 595 nm, 660 nm und 1064 nm Pikosekundenlaser; 1064 nm / 532, 585 nm, 650 nm Nd:YAG, 1064 nm / 532 nm / 585 nm / 650 nm, 595 nm, 660 nm Nd:YAG Convatec: keine Lasersysteme (Wundversorgung (Hydrogel, Hydroalginat, Alginat etc), Hautpflege, Stromversorgung) Coloplast: keine Lasersysteme (Wundversorgung, Stomaversorgung, uvm) Abbvie: keine Lasersysteme BSN medical: keine Lasersysteme (Wundversorgung)	Mitglied: DDL, DDG, Wundzentrum Hamburg e.V.	Nein	Lutronic, c, BSN, Coloplast, Leo, Lilly	Nein	Lutronic, Convatec, Coloplast	Lutronic, Convatec, Coloplast	Lutronic, Convatec, Coloplast, Edding	

Nachname, Vorname									Von COI betroffene Themen der Leitlinie ¹ , Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
									Leo, Lilly: keine Lasersysteme Stimmhaltung
Jung, Anja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Gering keine Konsequenz.
Karsaj, Syrus	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Keine. Keine Konsequenz
Kautz, Gerd	Gericht, Rentenversicherung, CDU/CSU-Fraktion im Bundestag (aufwandsabhängig e Vergütung)	BVDD		Lumenis Candela Ellipse	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DDL, BVDD, DALM, KV-Rheinland	Lumenis: Ablative 10.600-nm-CO2-Laser, IPL, langgepulster 1064-nm-Nd:YAG-Laser, nicht ablativer 1565 nm Laser (fraktional), 1565 nm Q-Switched Nd:YAG, 800-nm-Diodenlaser, BLEND X™ Alex YAG(755nm-/1064-nm Alexandrit- und Nd:YAG-Laser) Ellipse A /S scheint es nicht mehr zu geben; man wird auf die Homepage von Candela weitergeleitet. Candela (Profound (Ellipse IPL™, Frax 1550, and Nd:YAG 1064); CO2RE (CO2 laser), Gentle Max Pro (755 nm, 1064 nm), GENTLELASE PRO® (755 nm Alexandrite laser), GENTLEYAG PRO® (1064 nm Nd:YAG laser), Pikolaser (1064 nm- Nd:YAG, 532 nm-Doubled Nd:YAG, 785 nm- Titanium Sapphire), eIös Plus® optical (laser or pulsed light) and radio frequency (RF), Vbeam Perfecta (595-nm-PDL), Ydun (fractional non-ablative 1550 nm laser system), Vbeam Prima (595 & 1064 nm) Stimmhaltung
Nast, Alexander	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DDG, EADV, EDF	Keine. Keine Konsequenz
Paasch, Uwe	Nein	Nein	Nein	Alma Lasers, Tiliaderm UG (haftungsbeschränkt)	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DDL (Präsident)	Umfangreiches Lasersortiment Stimmhaltung
Philipp, Carsten	Nein	Advabx	Nein	Laseraplikon GmbH (Berliner Laserkurs)	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DGLM (Präsident), AWMF-	solid state yellow vascular laser (589nm)

Nachname, Vorname	Berater- bzw. Gutachter-tätigkeit	Mitarbeit in einem Wissenschaftlichen Beirat (advisory board)	Bezahlte Vortragstätigkeit	Bezahlte Vortrags-/oder Schulungstätigkeit	Bezahlte Autoren-/oder Coautorenschaft	Forschungsvorhaben/Durchführung klinischer Studien	Eigentümerinteressen	Indirekte Interessen	Von COI betroffene Themen der Leitlinie ¹ , Einstufung bzgl. der Relevanz, Konsequenz
								Mitglied als DGLM, ADO	themenbezogene Stimmenthaltung bei vaskulären Lasern.
Schädel, Daniela	Nein	Nein	Laseraplikon GmbH	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DGLM, Prokuristin Laseraplikon GmbH	Gering , die Laseraplikon GmbH vertritt weder fremde noch eigene Lasergeräte oder -zubehör. Keine Konsequenz
Seitz, Anna-Theresa	Nein	Novartis	Südostdeutsche Gesellschaft für Dermatologie, Quintessenz	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DGDC, DDG	Keine. Keine Konsequenz
Zidane, Miriam	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Mitglied: DGLM	Keine. Keine Konsequenz

¹ In die tabellarische Zusammenfassung wurden hier nur die Angaben übertragen, für die nach Diskussion und Bewertung der vollständig entsprechend Formblatt der AWMF offengelegten Sachverhalte in der Leitliniengruppe ein thematischer Bezug zur Leitlinie festgestellt wurde. Die vollständigen Erklärungen sind im Leitliniensekretariat hinterlegt.

9. Referenzen

- 1 Wikipedia. Laser. <https://de.wikipedia.org/wiki/Laser>. abgerufen am: 01.06.2021.
- 2 SSK Strahlenschutzkommission. Gefahren bei Laseranwendung an der menschlichen Haut. https://www.ssk.de/SharedDocs/Beratungsergebnisse/2000/Gefahren_bei_Laseranwendungen.html. abgerufen am:
- 3 Anderson RR, Parrish JA. Selective photothermolysis: precise microsurgery by selective absorption of pulsed radiation. Science. 1983; 220: 524-7.
- 4 Raulin C, Karsai S. Lasertherapie der Haut. Springer Berlin Heidelberg, 2013.
- 5 Wikipedia. Laserbehandlung. <https://de.wikipedia.org/wiki/Laserbehandlung>. abgerufen am: 01.06.2021.
- 6 Bäumler W, Weiß KT. Laser assisted tattoo removal - state of the art and new developments. Photochem Photobiol Sci. 2019; 18: 349-58.
- 7 Gigahertz Optik. Der Wellenlängenbereich von optischer Strahlung. <https://www.gigahertz-optik.com/de-de/service-und-support/informationsportal/grundlagen-lichtmesstechnik/lichtfarbe/wellenlaengenbereich-optischer-strahlung/>. abgerufen am: 25.06.2021.
- 8 Fachverband für Strahlenschutz e.V. Leitfaden "Laserstrahlung". https://www.fs-ev.org/fileadmin/user_upload/90_Archiv/FS-Pub-Archiv-final/FS-2019-181-AKNIR_Leitfaden_Laserstrahlung.pdf. abgerufen am: 01.06.2021.
- 9 Fleischer M. Lasertherapie in der Dermatologie. https://www.bmo.uni-luebeck.de/fileadmin/files/Verschiedenes/Lehre/Lasermedizin/Scripte_2012A/14_Dermatologie-Fleischer.pdf. abgerufen am: 15.10.2021.
- 10 Hammes S, Fuchs M, Raulin C. Kaltluft in der Lasertherapie: Erste Erfahrungen mit einem neuen Kühlsystem. <https://derma.raulin-und-kollegen.de/wp-content/uploads/2018/10/kuehl.pdf>. abgerufen am: 15.10.2021.
- 11 Zenie HH, Altshuler GB, Smirnov MZ, Anderson RR. Evaluation of cooling methods for laser dermatology. Lasers Surg Med. 2000; 26: 130-44.
- 12 Tremaine AM, Avram MM. FDA MAUDE data on complications with lasers, light sources, and energy-based devices. Lasers Surg Med. 2015; 47: 133-40.
- 13 Rittié L, Sachs DL, Orringer JS, et al. Eccrine sweat glands are major contributors to reepithelialization of human wounds. Am J Pathol. 2013; 182: 163-71.
- 14 Steckmeier S, Gauglitz GG, Poetschke J. Fraktionierte CO₂-Laserbehandlung der Haut. Aktuelle Dermatologie. 2017; 43: 418-26.
- 15 Banzhaf CA, Wind BS, Mogensen M, et al. Spatiotemporal closure of fractional laser-ablated channels imaged by optical coherence tomography and reflectance confocal microscopy. Lasers Surg Med. 2016; 48: 157-65.
- 16 Haedersdal M, Erlendsson AM, Paasch U, Anderson RR. Translational medicine in the field of ablative fractional laser (AFXL)-assisted drug delivery: A critical review from basics to current clinical status. J Am Acad Dermatol. 2016; 74: 981-1004.
- 17 Hölzle E. Empfehlungen zur Behandlung mit Laser und hochenergetischen Blitzlampen (HBL) in der Dermatologie. https://www.awmf.org/fileadmin/user_upload/Die_AWMF/Service/Gesamtarchiv/QS-Empfehlung/Behandlung_mit_Laser_und_hochenergetischen_Blitzlampen_HBL_in_der_Dermatologie.pdf. abgerufen am: 15.10.2021.
- 18 Beck GC. Gewebephantomsystem und tiefenauflösender Fluoreszenennachweis für die optische Diagnostik in der Medizin. Universität Ulm, 1998.
- 19 Helbig D, Mobius A, Simon JC, Paasch U. Heat shock protein 70 expression patterns in dermal explants in response to ablative fractional photothermolysis, microneedle, or scalpel wounding. Wounds. 2011; 23: 59-67.
- 20 Helbig D, Moebius A, Simon JC, Paasch U. Nonablative skin rejuvenation devices and the role of heat shock protein 70: results of a human skin explant model. J Biomed Opt. 2010; 15: 038002.

- 21 Helbig D, Bodendorf MO, Grunewald S, et al. Immunohistochemical investigation of wound healing in response to fractional photothermolysis. *J Biomed Opt.* 2009; 14: 064044.
- 22 Ciocon DH, Doshi D, Goldberg DJ. Non-ablative lasers. *Curr Probl Dermatol.* 2011; 42: 48-55.
- 23 Narurkar VA. Nonablative fractional laser resurfacing. *Dermatol Clin.* 2009; 27: 473-8, vi.
- 24 Salvatore S, Leone Roberti Maggiore U, Athanasiou S, et al. Histological study on the effects of microablative fractional CO2 laser on atrophic vaginal tissue: an ex vivo study. *Menopause.* 2015; 22: 845-9.
- 25 Goldman L, Wilson RG, Hornby P, Meyer RG. 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.* 1965; 44: 69-71.
- 26 Goldman L, Blaney DJ, Kindel DJ, Jr., Franke EK. Effect of the laser beam on the skin. Preliminary report. *J Invest Dermatol.* 1963; 40: 121-2.
- 27 Altmeyers Enzyklopädie. Laser. <https://www.altmeyers.org/de/dermatologie/laser-7190>. abgerufen am:
- 28 Shafirstein G, Bäuml W, Lapidoth M, et al. A new mathematical approach to the diffusion approximation theory for selective photothermolysis modeling and its implication in laser treatment of port-wine stains. *Lasers Surg Med.* 2004; 34: 335-47.
- 29 Apfelberg DB, Flores JT, Maser MR, Lash H. Analysis of complications of argon laser treatment for port wine hemangiomas with reference to striped technique. *Lasers Surg Med.* 1983; 2: 357-71.
- 30 AWMF-Leitlinien-Register Nr. 013-029. S1-Leitlinie zur UV-Phototherapie und Photochemotherapie. https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/013-029I_S1_UV-Phototherapie_Photochemotherapie_2015-08-abgelaufen.pdf. abgerufen am:
- 31 Paasch U, Said T. Stimulation of collagen and elastin production in-vivo using 1,540 nm Er:Glass laser: assessment of safety and efficacy. *J Cosmet Laser Ther.* 2020; 22: 77-83.
- 32 Chuang GS, Farinelli W, Christiani DC, et al. Gaseous and Particulate Content of Laser Hair Removal Plume. *JAMA Dermatol.* 2016; 152: 1320-26.
- 33 Karsai S, Daschlein G. "Smoking guns": hazards generated by laser and electrocautery smoke. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2012; 10: 633-6.
- 34 Paasch U. Was Laser-Dermatologen jetzt wissen müssen. *Der Deutsche Dermatologe.* 2021; 69: 400-13.
- 35 Ochsendorf F, Paasch U. [Laser protection and STK--is everything clear?]. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2013; 11: 101-2.
- 36 Paasch U, Schwandt A, Seeber N, et al. Neue Laser und Strahlquellen - alte und neue Risiken? *J Dtsch Dermatol Ges.* 2017; 15: 487-97.
- 37 Weiss RA, McDaniel DH, Weiss MA, et al. Safety and efficacy of a novel diffractive lens array using a picosecond 755 nm alexandrite laser for treatment of wrinkles. *Lasers Surg Med.* 2017; 49: 40-44.
- 38 Herd RM, Alora MB, Smoller B, et al. A clinical and histologic prospective controlled comparative study of the picosecond titanium:sapphire (795 nm) laser versus the Q-switched alexandrite (752 nm) laser for removing tattoo pigment. *J Am Acad Dermatol.* 1999; 40: 603-6.
- 39 Hohenleutner U, Bäuml W, Karrer S, et al. [Treatment of pediatric hemangiomas with the flashlamp-pumped pulsed dye laser]. *Hautarzt.* 1996; 47: 183-9.
- 40 Tanghetti E, Sierra RA, Sherr EA, Mirkov M. Evaluation of pulse-duration on purpuric threshold using extended pulse pulsed dye laser (cynosure V-star). *Lasers Surg Med.* 2002; 31: 363-6.
- 41 Hwang K, Lee WJ, Lee SI. Pseudomelanoma after laser therapy. *Ann Plast Surg.* 2002; 48: 562-4.
- 42 Lee HW, Ahn SJ, Lee MW, et al. Pseudomelanoma following laser therapy. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2006; 20: 342-4.
- 43 Böer A, Wolter M, Kaufmann R. [Pseudomelanoma following laser treatment or laser-treated melanoma?]. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2003; 1: 47-50.
- 44 Dummer R, Kempf W, Burg G. Pseudo-melanoma after laser therapy. *Dermatology.* 1998; 197: 71-3.

- 45 Wollina U. Pre- and post-laser treatment in cosmetic dermatology. *European Dermatology*. 2010; 5: 47-49.
- 46 Baron JM, Glatz M, Proksch E. Optimal Support of Wound Healing: New Insights. *Dermatology*. 2020; 236: 593-600.
- 47 Weyandt G, Breitkopf C, Werner RN, et al. German S1 guidelines for the diagnosis and treatment of perianal dermatitis (anal eczema). *J Dtsch Dermatol Ges*. 2020; 18: 648-57.
- 48 Walia S, Alster TS. Cutaneous CO₂ laser resurfacing infection rate with and without prophylactic antibiotics. *Dermatol Surg*. 1999; 25: 857-61.
- 49 Manuskiatti W, Fitzpatrick RE, Goldman MP, Krejci-Papa N. Prophylactic antibiotics in patients undergoing laser resurfacing of the skin. *J Am Acad Dermatol*. 1999; 40: 77-84.
- 50 Heise R, Schmitt L, Huth L, et al. Accelerated wound healing with a dexpanthenol-containing ointment after fractional ablative CO₂ laser resurfacing of photo-damaged skin in a randomized prospective clinical trial. *Cutan Ocul Toxicol*. 2019; 38: 274-78.
- 51 Duplechain JK, Rubin MG, Kim K. Novel post-treatment care after ablative and fractional CO₂ laser resurfacing. *J Cosmet Laser Ther*. 2014; 16: 77-82.
- 52 Lueangarun S, Srituravanit A, Tempark T. Efficacy and safety of moisturizer containing 5% panthenol, madecassoside, and copper-zinc-manganese versus 0.02% triamcinolone acetonide cream in decreasing adverse reaction and downtime after ablative fractional carbon dioxide laser resurfacing: A split-face, double-blinded, randomized, controlled trial. *J Cosmet Dermatol*. 2019; 18: 1751-57.
- 53 Waibel JS, Mi QS, Ozog D, et al. Laser-assisted delivery of vitamin C, vitamin E, and ferulic acid formula serum decreases fractional laser postoperative recovery by increased beta fibroblast growth factor expression. *Lasers Surg Med*. 2016; 48: 238-44.
- 54 Cheyasak N, Manuskiatti W, Maneeprasopchoke P, Wanitphakdeedecha R. Topical corticosteroids minimise the risk of postinflammatory hyper-pigmentation after ablative fractional CO₂ laser resurfacing in Asians. *Acta Derm Venereol*. 2015; 95: 201-5.
- 55 Wanitphakdeedecha R, Phuardchantuk R, Manuskiatti W. The use of sunscreen starting on the first day after ablative fractional skin resurfacing. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2014; 28: 1522-8.
- 56 Rümmelein B. Hautpflege nach Lasertherapie. *Haut*. 2014; 14: 232-37.
- 57 Kautz G. Energie für die Haut: Wirkungen und Nebenwirkungen von Lasern, Blitzlampen und weiteren Energieträgern. Springer Berlin Heidelberg, 2018.
- 58 Kim J, Kim J, Lee YI, et al. Effect of a topical antioxidant serum containing vitamin C, vitamin E, and ferulic acid after Q-switched 1064-nm Nd:YAG laser for treatment of environment-induced skin pigmentation. *J Cosmet Dermatol*. 2020.
- 59 Osman M, Shokeir HA, Hassan AM, Atef Khalifa M. Pulsed dye laser alone versus its combination with topical ivermectin 1% in treatment of Rosacea: a randomized comparative study. *J Dermatolog Treat*. 2020: 1-7.
- 60 Thaysen-Petersen D, Erlendsson AM, Nash JF, et al. Side effects from intense pulsed light: Importance of skin pigmentation, fluence level and ultraviolet radiation-A randomized controlled trial. *Lasers Surg Med*. 2017; 49: 88-96.
- 61 Adotama P, Papac N, Alexis A, et al. Common Dermatologic Procedures and the Associated Complications Unique to Skin of Color. *Dermatol Surg*. 2021; 47: 355-59.
- 62 Vanaman Wilson MJ, Jones IT, Bolton J, et al. The Safety and Efficacy of Treatment With a 1,927-nm Diode Laser With and Without Topical Hydroquinone for Facial Hyperpigmentation and Melasma in Darker Skin Types. *Dermatol Surg*. 2018; 44: 1304-10.
- 63 Goldman MP. The use of hydroquinone with facial laser resurfacing. *J Cutan Laser Ther*. 2000; 2: 73-7.
- 64 Naga LI, Alster TS. Laser Tattoo Removal: An Update. *American journal of clinical dermatology*. 2017; 18: 59-65.
- 65 Pfirrmann G, Karsai S, Roos S, et al. Tattoo removal--state of the art. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2007; 5: 889-97.
- 66 Jimenez G, Weiss E, Spencer JM. Multiple color changes following laser therapy of cosmetic tattoos. *Dermatol Surg*. 2002; 28: 177-9.

67 Henley JK, Zurfley F, Ramsey ML. Laser Tattoo Removal. StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing

Copyright © 2021, StatPearls Publishing LLC., 2021.

68 Mariwalla K, Dover JS. The use of lasers for decorative tattoo removal. *Skin Therapy Lett.* 2006; 11: 8-11.

69 Rheingold LM, Fater MC, Courtiss EH. Compartment syndrome of the upper extremity following cutaneous laser surgery. *Plast Reconstr Surg.* 1997; 99: 1418-20.

70 Bunert N, Homey B, Gerber PA. [Successful treatment of a professional tattoo with the R20 method]. *Hautarzt.* 2014; 65: 853-5.

71 Gurnani P, Williams N, G AL, et al. Comparing the efficacy and safety of laser treatments in tattoo removal: a systematic review. *J Am Acad Dermatol.* 2020.

72 Böhm M, al. e. S1-Leitlinie Vitiligo. 2021.

73 Nast A, Bayerl C, Borelli C, et al. [S2k-guideline for therapy of acne]. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2010; 8 Suppl 2: s1-59.

74 Kassir M, Arora G, Galadari H, et al. Efficacy of 595- and 1319-nm pulsed dye laser in the treatment of acne vulgaris: a narrative review. *J Cosmet Laser Ther.* 2020; 22: 111-14.

75 Ibrahim SM, Farag A, Hegazy R, et al. Combined Low-Dose Isotretinoin and Pulsed Dye Laser Versus standard-Dose Isotretinoin in the Treatment of Inflammatory Acne. *Lasers Surg Med.* 2021; 53: 603-09.

76 Kim HW, Chang SE, Kim JE, et al. The safe delivery of fractional ablative carbon dioxide laser treatment for acne scars in Asian patients receiving oral isotretinoin. *Dermatol Surg.* 2014; 40: 1361-6.

77 Rademaker M. Adverse effects of isotretinoin: A retrospective review of 1743 patients started on isotretinoin. *Australas J Dermatol.* 2010; 51: 248-53.

78 Rosa FW. Teratogenicity of isotretinoin. *Lancet.* 1983; 2: 513.

79 Ommer AD, D.; Herold, A.; Petersen, S.; Strittmatter, B.; Iesalnieks, I.; S3-Leitlinie - Sinus pilonidalis. 2014.

80 Zouboulis CC, Bechara FG, Fritz K, et al. [S1 guideline for the treatment of hidradenitis suppurativa / acne inversa * (number ICD-10 L73.2)]. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2012; 10 Suppl 5: S1-31.

81 Ommer A, al. e. S3-Leitlinie Sinus pilonidalis. 2020.

82 Ortonne N, Wechsler J, Bagot M, et al. Granuloma faciale: a clinicopathologic study of 66 patients. *J Am Acad Dermatol.* 2005; 53: 1002-9.

83 Apfelberg DB, Druker D, Maser MR, et al. Granuloma faciale. Treatment with the argon laser. *Arch Dermatol.* 1983; 119: 573-6.

84 Fikrle T, Pizinger K. Granuloma Faciale treated with 595-nm pulsed dye laser. *Dermatol Surg.* 2011; 37: 102-4.

85 Cheung ST, Lanigan SW. Granuloma faciale treated with the pulsed-dye laser: a case series. *Clinical and experimental dermatology.* 2005; 30: 373-5.

86 Hruza GJ, Ammirati CT. Granuloma faciale treated with 595-nm pulsed dye laser. *Dermatol Surg.* 2011; 37: 1060-1.

87 Ludwig E, Allam JP, Bieber T, Novak N. New treatment modalities for granuloma faciale. *The British journal of dermatology.* 2003; 149: 634-7.

88 Paradisi A, Ricci F, Sbrano P. "Drug-resistant granuloma faciale": treatment with carbon dioxide-GaAs laser. *Dermatologic therapy.* 2016; 29: 317-19.

89 Wheeland RG, Ashley JR, Smith DA, et al. Carbon dioxide laser treatment of granuloma faciale. *J Dermatol Surg Oncol.* 1984; 10: 730-3.

90 Shimoda-Komatsu Y, Kinoshita-Ise M, Shimoyamada H, Ohyama M. Chronological observation of surgically-treated granuloma faciale implies the necessity of circumspect management for perinasal nodular subset. *The Journal of dermatology.* 2018; 45: 1122-25.

91 Filippini M, Sozzi J, Farinelli M, Verdelli A. Effects of Fractional CO(2) Laser Treatment on Patients Affected by Vulvar Lichen Sclerosus: A Prospective Study. *Photobiomodul Photomed Laser Surg.* 2021; 39: 782-88.

- 92 Lee A, Lim A, Fischer G. Fractional carbon dioxide laser in recalcitrant vulval lichen sclerosus. *Australas J Dermatol.* 2016; 57: 39-43.
- 93 Passeron T, Lacour JP, Ortonne JP. Comparative treatment of extragenital lichen sclerosus with methylaminolevulinic Acid pulsed dye laser-mediated photodynamic therapy or pulsed dye laser alone. *Dermatol Surg.* 2009; 35: 878-80.
- 94 Díez MT, Boixeda P, Moreno C, et al. Histopathology and immunohistochemistry of cutaneous lupus erythematosus after pulsed dye laser treatment. *Dermatol Surg.* 2011; 37: 971-81.
- 95 Ekbäck MP, Troilius A. Laser therapy for refractory discoid lupus erythematosus when everything else has failed. *J Cosmet Laser Ther.* 2013; 15: 260-5.
- 96 Truchuelo MT, Boixeda P, Alcántara J, et al. Pulsed dye laser as an excellent choice of treatment for lupus tumidus: a prospective study. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2012; 26: 1272-9.
- 97 Yélamos O, Roé E, Baselga E, Puig L. Pediatric cutaneous lupus erythematosus treated with pulsed dye laser. *Pediatr Dermatol.* 2014; 31: 113-5.
- 98 Worm M, al. e. S2k-Leitlinie Kutaner Lupus erythematoses. 2020.
- 99 Shehadeh W, Matz H, Ellenbogen E, et al. Pulse-Dye Laser Followed by Betamethasone-Calcipotriol and Fractional Ablative CO₂-Laser-Assisted Delivery for Nail Psoriasis. *Dermatol Surg.* 2021; 47: e111-e16.
- 100 Oram Y, Karıncaoğlu Y, Koyuncu E, Kaharaman F. Pulsed dye laser in the treatment of nail psoriasis. *Dermatol Surg.* 2010; 36: 377-81.
- 101 Sonthalia S, Arora R, Sarkar R. Pulsed dye laser for nail psoriasis: not the first time and apparently not that efficacious! *Indian J Dermatol.* 2014; 59: 204.
- 102 Tawfik AA. Novel treatment of nail psoriasis using the intense pulsed light: a one-year follow-up study. *Dermatol Surg.* 2014; 40: 763-8.
- 103 Treewittayapoom C, Singvahanont P, Chanprapaph K, Haneke E. The effect of different pulse durations in the treatment of nail psoriasis with 595-nm pulsed dye laser: a randomized, double-blind, inpatient left-to-right study. *J Am Acad Dermatol.* 2012; 66: 807-12.
- 104 Asawanonda P, Anderson RR, Chang Y, Taylor CR. 308-nm excimer laser for the treatment of psoriasis: a dose-response study. *Arch Dermatol.* 2000; 136: 619-24.
- 105 Zakarian K, Nguyen A, Letsinger J, Koo J. Excimer laser for psoriasis: a review of theories regarding enhanced efficacy over traditional UVB phototherapy. *Journal of drugs in dermatology : JDD.* 2007; 6: 794-8.
- 106 Grunewald S, Rogalski C, Schetschorke M, et al. Treatment of plaque-type psoriasis with the 308 excimer laser in combination with anthralin or vitamin d analogs. *Lasers Surg Med.* 2009; 41: 103.
- 107 Wollina U, Koch A, Scheibe A, et al. Targeted 307 nm UVB-excimer light vs. topical dithranol in psoriasis. *J Eur Acad Dermatol Venereol.* 2012; 26: 122-3.
- 108 Nast A, Amelunxen L, Augustin M, et al. S3 - Leitlinie zur Therapie der Psoriasis vulgaris - Update 2017. 2017.
- 109 Reinholz M, Tietze J, Kilian K, et al. S1- Leitlinie - Rosazea. 2014.
- 110 Schaller M, Almeida LMC, Bewley A, et al. Recommendations for rosacea diagnosis, classification and management: update from the global ROSacea COnsensus 2019 panel. *The British journal of dermatology.* 2020; 182: 1269-76.
- 111 Paasch U, Bodendorf MO, Grunewald S. *Fraktionale Laser.* KVM Verlag, 2011.
- 112 Grunewald S, Bodendorf MO, Elsner J, et al. Ablative fractional laser treatment - practical recommendations. *Kosmetische Praxis.* 2012; 12: 8-14.
- 113 Al-Himndani S, Ud-Din S, Gilmore S, Bayat A. Striae distensae: a comprehensive review and evidence-based evaluation of prophylaxis and treatment. *The British journal of dermatology.* 2014; 170: 527-47.
- 114 Tang Z, Wen S, Liu T, et al. Comparative study of treatment for striae alba stage striae gravidarum: 1565-nm non-ablative fractional laser versus fractional microneedle radiofrequency. *Lasers Med Sci.* 2021; 36: 1823-30.
- 115 Naeini FF, Nikyar Z, Mokhtari F, Bahrami A. Comparison of the fractional CO₂ laser and the combined use of a pulsed dye laser with fractional CO₂ laser in striae alba treatment. *Adv Biomed Res.* 2014; 3: 184.

- 116 de Angelis F, Kolesnikova L, Renato F, Liguori G. Fractional nonablative 1540-nm laser treatment of striae distensae in Fitzpatrick skin types II to IV: clinical and histological results. *Aesthet Surg J*. 2011; 31: 411-9.
- 117 Lee SE, Kim JH, Lee SJ, et al. Treatment of striae distensae using an ablative 10,600-nm carbon dioxide fractional laser: a retrospective review of 27 participants. *Dermatol Surg*. 2010; 36: 1683-90.
- 118 Suh DH, Lee SJ, Lee JH, et al. Treatment of striae distensae combined enhanced penetration platelet-rich plasma and ultrasound after plasma fractional radiofrequency. *J Cosmet Laser Ther*. 2012; 14: 272-6.
- 119 Kim BJ, Lee DH, Kim MN, et al. Fractional photothermolysis for the treatment of striae distensae in Asian skin. *American journal of clinical dermatology*. 2008; 9: 33-7.
- 120 Tay YK, Kwok C, Tan E. Non-ablative 1,450-nm diode laser treatment of striae distensae. *Lasers Surg Med*. 2006; 38: 196-9.
- 121 Cordeiro RC, Zecchin KG, de Moraes AM. Expression of estrogen, androgen, and glucocorticoid receptors in recent striae distensae. *Int J Dermatol*. 2010; 49: 30-2.
- 122 Grunewald S, Bodendorf M, Illes M, et al. In vivo wound healing and dermal matrix remodelling in response to fractional CO₂ laser intervention: clinicopathological correlation in non-facial skin. *Int J Hyperthermia*. 2011; 27: 811-8.
- 123 Salameh F, Shumaker PR, Goodman GJ, et al. Energy-based devices for the treatment of Acne Scars: 2022 International consensus recommendations. *Lasers Surg Med*. 2021.
- 124 Anderson RR, Donelan MB, Hivnor C, et al. Laser treatment of traumatic scars with an emphasis on ablative fractional laser resurfacing: consensus report. *JAMA Dermatol*. 2014; 150: 187-93.
- 125 Kim MS, Bang SH, Kim JH, et al. Tranexamic Acid Diminishes Laser-Induced Melanogenesis. *Ann Dermatol*. 2015; 27: 250-6.
- 126 Grunewald S, Bodendorf MO, Paasch U. *Dermatologische Lasertherapie In 3 Bänden: Fraktionale Laser | Gefäßlaser | Laserepilation*. Kolster, Berlin, 2013.
- 127 Schroeter CA, Groenewegen JS, Reineke T, Neumann HA. Ninety percent permanent hair reduction in transsexual patients. *Ann Plast Surg*. 2003; 51: 243-8.
- 128 Nast A, Gauglitz G, Lorenz K, et al. S2k guidelines for the therapy of pathological scars (hypertrophic scars and keloids) - Update 2020. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2021; 19: 312-27.
- 129 Menke H, Kopp R, Ziesing S, et al. S2k - Leitlinie Behandlung thermischer Verletzungen des Erwachsenen. 2018.
- 130 Capon AC, Gossé AR, Iarmarcovai GN, et al. Scar prevention by laser-assisted scar healing (LASH): a pilot study using an 810-nm diode-laser system. *Lasers Surg Med*. 2008; 40: 443-5.
- 131 Capon A, Iarmarcovai G, Gonnelli D, et al. Scar prevention using Laser-Assisted Skin Healing (LASH) in plastic surgery. *Aesthetic Plast Surg*. 2010; 34: 438-46.
- 132 Casanova D, Alliez A, Baptista C, et al. A 1-Year Follow-Up of Post-operative Scars After the Use of a 1210-nm Laser-Assisted Skin Healing (LASH) Technology: A Randomized Controlled Trial. *Aesthetic Plast Surg*. 2017; 41: 938-48.
- 133 Weber GC, Firouzi P, Baran AM, et al. Treatment of onychomycosis using a 1064-nm diode laser with or without topical antifungal therapy: a single-center, retrospective analysis in 56 patients. *European journal of medical research*. 2018; 23: 53.
- 134 Nenoff P, Grunewald S, Paasch U. Laser therapy of onychomycosis. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2014; 12: 33-8.
- 135 Saul D, Roch J, Lehmann W, Dresing K. [Oberst's block anesthesia]. *Oper Orthop Traumatol*. 2020; 32: 18-22.
- 136 Neuburger M, Büttner J. Komplikationen bei peripherer Regionalanästhesie. *Der Anaesthesist*. 2011; 60: 1014-26.
- 137 Moutran R, Maatouk I, Hérou J. Diabetic neuropathy and Nd-YAG (1064 nm) laser for onychomycosis: be careful. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2015; 29: 1239-40.
- 138 Haedersdal M, Sakamoto FH, Farinelli WA, et al. Pretreatment with ablative fractional laser changes kinetics and biodistribution of topical 5-aminolevulinic acid (ALA) and methyl aminolevulinate (MAL). *Lasers Surg Med*. 2014; 46: 462-9.
- 139 Leiter U, Heppt MV, Steeb T, et al. [Not Available]. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2020; 18: 400-13.

- 140 Hsu SH, Gan SD, Nguyen BT, et al. Ablative Fractional Laser-Assisted Topical Fluorouracil for the Treatment of Superficial Basal Cell Carcinoma and Squamous Cell Carcinoma In Situ: A Follow-Up Study. *Dermatol Surg*. 2016; 42: 1050-3.
- 141 Kohl E, Popp C, Zeman F, et al. Photodynamic therapy using intense pulsed light for treating actinic keratoses and photoaged skin of the dorsal hands: a randomized placebo-controlled study. *The British journal of dermatology*. 2017; 176: 352-62.
- 142 Michelini M. Photodynamic therapy activated by intense pulsed light in the treatment of actinic keratosis. *G Ital Dermatol Venereol*. 2020; 155: 470-76.
- 143 Paasch U, Said T. Treating Field Cancerization by Ablative Fractional Laser and Indoor Daylight: Assessment of Efficacy and Tolerability. *Journal of drugs in dermatology : JDD*. 2020; 19: 425-27.
- 144 Ghasri P, Admani S, Petelin A, Zachary CB. Treatment of actinic cheilitis using a 1,927-nm thulium fractional laser. *Dermatol Surg*. 2012; 38: 504-7.
- 145 Armenores P, James CL, Walker PC, Huilgol SC. Treatment of actinic cheilitis with the Er:YAG laser. *J Am Acad Dermatol*. 2010; 63: 642-6.
- 146 Dinani N, Topham E, Derrick E, Atkinson L. Ablative fractional laser assisted photodynamic therapy for the treatment of actinic cheilitis. *The British journal of dermatology*. 2015; 173: 15.
- 147 Choi SH, Kim KH, Song KH. Efficacy of ablative fractional laser-assisted photodynamic therapy for the treatment of actinic cheilitis: 12-month follow-up results of a prospective, randomized, comparative trial. *The British journal of dermatology*. 2015; 173: 184-91.
- 148 Garofalo V, Cannarozzo G, Del Duca E, et al. Combination of Laser Therapy and Photodynamic Therapy with 5-Aminolevulinic Acid Patch for the Treatment of Actinic Cheilitis. *Photobiomodul Photomed Laser Surg*. 2021; 39: 303-07.
- 149 Lang B, Balermipas P, Bauer A, et al. S2k-Leitlinie 032-021 Basalzellkarzinom der Haut (Aktualisierung 2017/18) 2018.
- 150 Lang BM, Balermipas P, Bauer A, et al. S2k-Leitlinie Basalzellkarzinom der Haut - Teil 2: Therapie, Prävention und Nachsorge. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2019; 17: 214-31.
- 151 Karsai S, Friedl H, Buhck H, et al. The role of the 595-nm pulsed dye laser in treating superficial basal cell carcinoma: outcome of a double-blind randomized placebo-controlled trial. *The British journal of dermatology*. 2015; 172: 677-83.
- 152 Haak CS, Togsverd-Bo K, Thaysen-Petersen D, et al. Fractional laser-mediated photodynamic therapy of high-risk basal cell carcinomas--a randomized clinical trial. *The British journal of dermatology*. 2015; 172: 215-22.
- 153 Schmittenebecher P, Grantzow R, Höger P, et al. S2k -Leitlinie - Infantile Hämangiome im Säuglings- und Kleinkindesalter. 2015.
- 154 Philipp CM, Almohamad A, Adam M, et al. Pyogenic granuloma – Nd:YAG laser treatment in 450 patients. *Photonics & Lasers in Medicine*. 2015; 4: 215-26.
- 155 Philipp CM, Poetke M, Berlien H-P. Vascular tumors and malformations of the pelvic and genital region – Classification and laser treatment. *Medical Laser Application*. 2009; 24: 27-51.
- 156 Kaune KM, Lauerer P, Kietz S, et al. Combination therapy of infantile hemangiomas with pulsed dye laser and Nd:YAG laser is effective and safe. *J Dtsch Dermatol Ges*. 2014; 12: 473-8.
- 157 Dasgupta R, Fishman SJ. ISSVA classification. *Semin Pediatr Surg*. 2014; 23: 158-61.
- 158 International Society for the Study of Vascular Anomalies. Classification. <https://www.issva.org/classification>. abgerufen am: 01.06.2021.
- 159 Gross GE, Werner RN, Becker JC, et al. S2k-Leitlinie: HPV-assoziierte Läsionen der äusseren Genitalregion und des Anus - Genitalwarzen und Krebsvorstufen der Vulva, des Penis und der peri- und intraanal Haut (Kurzfassung). *J Dtsch Dermatol Ges*. 2018; 16: 242-56.
- 160 Badawi A, Shokeir HA, Salem AM, et al. Treatment of genital warts in males by pulsed dye laser. *J Cosmet Laser Ther*. 2006; 8: 92-5.
- 161 Carrozza PM, Merlani GM, Burg G, Hafner J. CO(2) laser surgery for extensive, cauliflower-like anogenital condylomata acuminata: retrospective long-term study on 19 HIV-positive and 45 HIV-negative men. *Dermatology*. 2002; 205: 255-9.
- 162 Davis BE, Noble MJ. Initial experience with combined interferon-alpha 2B and carbon dioxide laser for the treatment of condylomata acuminata. *The Journal of urology*. 1992; 147: 627-9.

- 163 Duus BR, Philipsen T, Christensen JD, et al. Refractory condylomata acuminata: a controlled clinical trial of carbon dioxide laser versus conventional surgical treatment. *Genitourinary medicine*. 1985; 61: 59-61.
- 164 Ferenczy A, Behelak Y, Haber G, et al. Treating vaginal and external anogenital condylomas with electrosurgery vs CO2 laser ablation. *Journal of gynecologic surgery*. 1995; 11: 41-50.
- 165 Petersen CS, Bjerring P, Larsen J, et al. Systemic interferon alpha-2b increases the cure rate in laser treated patients with multiple persistent genital warts: a placebo-controlled study. *Genitourinary medicine*. 1991; 67: 99-102.
- 166 Azizjalali M, Ghaffarpour G, Mousavifard B. CO(2) Laser therapy versus cryotherapy in treatment of genital warts; a Randomized Controlled Trial (RCT). *Iran J Microbiol*. 2012; 4: 187-90.
- 167 Barton S, Wakefield V, O'Mahony C, Edwards S. Effectiveness of topical and ablative therapies in treatment of anogenital warts: a systematic review and network meta-analysis. *BMJ Open*. 2019; 9: e027765.
- 168 Aynaud O, Buffet M, Roman P, et al. Study of persistence and recurrence rates in 106 patients with condyloma and intraepithelial neoplasia after CO2 laser treatment. *Eur J Dermatol*. 2008; 18: 153-8.
- 169 Silvera RJ, Smith CK, Swedish KA, Goldstone SE. Anal condyloma treatment and recurrence in HIV-negative men who have sex with men. *Dis Colon Rectum*. 2014; 57: 752-61.
- 170 Griffith RD, Yazdani Abyaneh MA, Falto-Aizpurua L, Nouri K. Pulsed dye laser therapy for molluscum contagiosum: a systematic review. *Journal of drugs in dermatology : JDD*. 2014; 13: 1349-52.
- 171 Klinda G, Urban P, Philipp CM, Berlien HP. 532nm laser treatment of molluscum contagiosum. *Medical Laser Application*. 2011; 26: 172-75.
- 172 Gross G, Roussaki A, Brzoska J. Recalcitrant molluscum contagiosum in a patient with AIDS successfully treated by a combination of CO2-laser and natural interferon beta gel. *Acta Derm Venereol*. 1998; 78: 309-10.
- 173 van der Wouden JC, van der Sande R, Kruihof EJ, et al. Interventions for cutaneous molluscum contagiosum. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2017; 5: Cd004767.
- 174 Park HS, Choi WS. Pulsed dye laser treatment for viral warts: a study of 120 patients. *The Journal of dermatology*. 2008; 35: 491-8.
- 175 Passeron T, Sebban K, Mantoux F, et al. [595 nm pulse dye laser therapy for viral warts: a single-blind randomized comparative study versus placebo]. *Annales de dermatologie et de venerologie*. 2007; 134: 135-9.

Versionsnummer: 1.0

Erstveröffentlichung: 01/2022

Nächste Überprüfung geplant: 01/2027

Die AWMF erfasst und publiziert die Leitlinien der Fachgesellschaften mit größtmöglicher Sorgfalt - dennoch kann die AWMF für die Richtigkeit des Inhalts keine Verantwortung übernehmen. **Insbesondere bei Dosierungsangaben sind stets die Angaben der Hersteller zu beachten!**

Autorisiert für elektronische Publikation: AWMF online