



Die DAGST e. V.

ist eine originäre Schmerzgesellschaft und setzt sich seit ihrer Gründung 2002 ausschließlich für eine qualitativ hochwertige Ausbildung in ganzheitlicher Schmerztherapie ein.

Unsere Ziele:

- Bessere Behandlung von Schmerzpatienten durch ganzheitlichen Ansatz
- Berufsbegleitende qualifizierte Schmerztherapie-Ausbildung mit Zertifikat zum Tätigkeitsschwerpunkt „Ganzheitliche Schmerzbehandlung“
- Interaktive Vorträge mit Beteiligung des Auditoriums und Demonstration von Behandlungsverfahren
- Umsetzung der Ergebnisse aktueller Schmerzforschung in die Ausbildung und Therapie
- Intensiver kollegialer Austausch sowie Bildung von interdisziplinären Netzwerken

Deutsche Akademie für ganzheitliche Schmerztherapie e. V.

1. Vorsitzender: Prof. Dr. med. Sven Gottschling (Schriftleitung)
2. Vorsitzende: Birgit Scheytt

Weitere Informationen:

Fortbildungsbüro DAGST
 Amperstr. 20A
 82296 Schöngeising
 Telefon: 08141 318276-0
 Fax: 08141 318276-1
 E-Mail: kontakt@dagst.de

Redaktion:

Christine Höppner
 E-Mail: ch@orgaplanung.de

www.dagst.de

Zusammenarbeiten und gut kommunizieren Corona positiv!?

Liebe Kolleginnen und Kollegen, liebe Interessierte,

es sind seltsame Zeiten veränderter Werte. Dass Positiv jemals zu negativ sein könnte, hätten wohl die Wenigsten vor dem Jahre 2020 noch gedacht. Es ist erstaunlich, wie viel Geld in kurzer Zeit mobilisiert werden kann, wenn man das will und braucht. Gut so. Ein Teil dieses Geldes fließt direkt in unsere Gesundheitssysteme. Vorwiegend in den stationären Krankenhaussektor, der zur Behandlung von schwerkranken und sterbenden COVID-19-Infizierten unersetzlich ist. Ein, wie mir scheint, unbestreitbarer Erkenntnisstand. Martin Litsch, Vorstandsvorsitzender des AOK-Bundesverbandes, interpretiert das Coronageschehen anders. Als Basis dient die Krankenhausanalyse des wissenschaftlichen Instituts der AOK (WIdO). Die Daten würden die Notwendigkeit einer Zentralisierung und Spezialisierung der Krankenhäuser belegen. Schließlich hätten im Jahre 2020 die Hälfte der Krankenhäuser 86 % der COVID-19-Patienten betreut. Litsch lässt dabei auch die schwindenden Personalressourcen im Gesundheitswesen nicht außer Acht. Größere Einheiten könnten schließlich besser die mangelnden Personalressourcen auffangen. Dies alles ist in einer Pressemitteilung des AOK-Bundesverbandes vom 30. März 2021 nachzulesen. In dieser Erklärung gibt es weitere bemerkenswerte Aussagen, die eine Zentralisierung und Spezialisierung der Krankenhäuser begründen sollen, zum Beispiel: „sehr schneller Erkenntnisgewinn bei hohen Patientenzahlen“.

Wichtiger Beitrag „kleiner“ Häuser

Zu den oben angeführten Interpretationen und Aussagen habe ich eine andere Meinung. Dazu fällt mir ein Zitat eines englischen Bankkaufmanns ein: „Die Statistik ist wie die Laterne im Hafen, die dem Betrunkenen auch mehr als Halt denn der Erleuchtung dient.“



„Medizinische Versorgung im Krankenhaussektor muss unter der Prämisse der Daseinsvorsorge neu gedacht werden.“

Dr. med. Ludwig Distler

Chefarzt Klinik für Palliativmedizin und Schmerzlinik
 Ausbildungsberechtigung spezielle Schmerztherapie
 Lehrbeauftragter Schmerztherapie der Universität des Saarlandes

Gerade die kleinen Häuser waren im Jahr 2020 bei der Versorgung der COVID-19-infizierten Patienten, der akut erkrankten Menschen und vor allem der chronisch kranken Menschen unentbehrlich. Dies auch und gerade, da im Rahmen verschiedener Infektionsschutzgesetze elektive Eingriffe für eine begrenzte Zeit vollkommen ausgesetzt waren. Die Auswirkungen in der Lücke der Versorgung der elektiv zu versorgenden Patienten und der Ausfall präventiver Untersuchungen sind zurzeit noch gar nicht erkennbar, geschweige denn zu beziffern.

Die Personalressourcen der zentralisierten und schwerpunktausgelegten Krankenhäuser scheinen unter Pandemiegesichtspunkten aufgrund des möglichen Infektionsgeschehens eher gefährdet, als in kleineren, aber örtlich getrennten Einheiten.

Wer wundert sich über Profitstreben?

Apropos Personal: Personalmangel im Gesundheitswesen ist nicht darin begründet, dass die Menschen sich nicht mehr für die Arbeit am Patienten begeistern können, sondern eher in dem Umstand, dass nur mit einem kurzfristigen Applaus in der Pandemie für verschiedene Berufsgruppen im Gesundheitswesen

keine besseren Arbeitsbedingungen herstellbar sind.

Dies ist nur eine Seite der Medaille. Letztendlich ist seit der Etablierung des DRG-Systems der Kostenfaktor Personal eine der wenigen großen Möglichkeiten für Träger, seien es nun gemeinnützige GmbHs oder Aktiengesellschaften, Einsparungen zu erzielen. Da zumindest die Aktiengesellschaften laut Gesetz dem Eigentümer verpflichtet sind, reicht es auch nicht aus, sich über die daraus resultierenden Gewinnmaximierungen zu beschweren.

Der Erkenntnisgewinn in der Pandemie ist nicht auf die große Zahl der Patienten zurückzuführen, die letztendlich in spezialisierten Kliniken behandelt wurden, sondern auf die weltweit erkannte Notwendigkeit, zusammenzuarbeiten und zu kommunizieren. Neben der Zusammentragung der Erkenntnisse über diese Viruspezies, ist auch die Herstellung hochpotenter Impfstoffe ein Ergebnis weltweiter Zusammenarbeit von Wissenschaftlern.

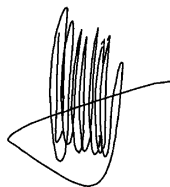
Ich halte die kritische Aufarbeitung der Entscheidungen, die während dieser Pandemie getroffen wurden – sowohl politisch wie auch gesellschaftlich – und die damit verbundenen Auswirkungen für eine der wichtigsten zukünftigen Aufgaben. Ich bin ein großer Anhänger der sozialen Marktwirtschaft und sehe Patienten nicht als Kunden. Für mich ist in dieser Pandemie vor allem klargeworden, dass medizinische Versorgung unter der Prämisse der Daseinsvorsorge im Krankenhaus neu gedacht werden muss.

Vielleicht bewirkt die Pandemie so durchaus etwas Positives. Zumindest die Charaktereigenschaften unserer Mitmenschen treten in dieser Zeit stärker hervor und sind viel eher sichtbar geworden.

Bleiben Sie gesund!

In der Hoffnung auf eine erkenntnisreiche Zeit verbleibe ich mit freundlichen kollegialen Grüßen,

Ihr



Dr. med. Ludwig Distler



NEUER TERMIN!

10. Homburger Schmerz- und Palliativkongress

Merken Sie sich bitte den **29. Juni 2022** vor.

Kursvorschau

Datum	Kursort	Weiterbildung
		Kleingruppenseminare
12.06.2021	Staßberg	Materialien in der ganzheitlichen Schmerz-(Zahn-)Medizin Leitung: Hardy Gaus
10.07.2021	Ludwigsburg (alternativ online)	Schmerzanamnese, -analyse und -therapie am Beispiel einer Patienten-Erstvorstellung Leitung: Alexander Philipp
18.09.2021	Ludwigsburg	TENS – Wirkung und Anwendungsbeispiele Leitung: Alexander Philipp
02.10.2021	online	Der Low-Level-Laser in der Schmerztherapie Leitung: Hardy Gaus

Bitte beachten: Sofern nicht als Online-Termin angegeben, sind die Seminare als Präsenzveranstaltungen (unter Beachtung des jeweiligen geltenden Hygienekonzepts) geplant, Änderungen aufgrund von Kontaktbeschränkungen vorbehalten.

Kongress: Aufgrund der anhaltenden Pandemielage und der nicht absehbaren Quarantänebestimmungen auch für die Besucher aus den Nachbarländern kann der geplante 10. Homburger Schmerz- und Palliativkongress in diesem Jahr leider erneut nicht als Präsenzveranstaltung stattfinden. Natürlich haben wir im Zuge der Digitalisierung überlegt, ob wir unseren Kongress als „Online-Veranstaltung“ anbieten wollen. Letzten Endes haben wir uns bewusst dagegen entschieden, da unser Homburger Schmerz- und Palliativkongress vom persönlichen Austausch und der Interaktion lebt.

Eine **Verschiebung** auf das kommende Jahr ist geplant, bitte merken Sie sich den Termin **29.06.2022** vor. Fast alle der angefragten Referenten haben erfreulicherweise wieder ihre Mitwirkung bestätigt.

Außerdem bieten wir Ihnen weiterhin die Gelegenheit zum persönlichen Austausch mit unseren **Experten im Videochat** nach vorheriger Anmeldung per E-Mail (kontakt@dagst.de).

Termine:

- 09.06.2021, 16:00-17:00 Uhr: Birgit Scheytt (Clusterkopfschmerz und Migräne)
- 23.06.2021, 14:00-15:00 Uhr: Dr. Ludwig Distler (Palliativmedizin, komplementäre Ansätze und Vernetzung)
- 14.07.2021, 16:00-17:00 Uhr: Birgit Scheytt (Neues und Bewährtes in der Migränebehandlung)
- 28.07.2021, 14:00-15:00 Uhr: Dr. Ludwig Distler (Komplementäre Ansätze in Schmerztherapie und Palliativmedizin)

Programmänderungen vorbehalten

Alle Kurse können Sie auch bequem online buchen unter www.dagst.de.



Der Low-Level-Laser in der Schmerztherapie – Teil 1

Grundlagen der Low-Level-Lasertherapie

Moderne Lasersysteme werden in der Medizin schon seit längerer Zeit eingesetzt. Dabei führen Geräte mit geringer Leistung zur Regulationsverbesserung, sogenannte Low-Level-Laser, aber noch ein Schattendasein. In einem zweiteiligen Beitrag werden die Einsatzmöglichkeiten in der Schmerzmedizin aufgezeigt, wobei dieser erste Teil die Grundlagen der Technologie erläutert.

Elektromagnetische Strahlungen unterschiedlicher Wellenlängen im sichtbaren und nicht sichtbaren Bereich sind lebensnotwendig. Dies gilt nicht nur für die Tier- und Pflanzenwelt, sondern ganz besonders für den menschlichen Organismus. Ohne das Licht und die Wärme der Sonnenstrahlung wäre ein Überleben auf Dauer nicht denkbar und viele Stoffwechselfvorgänge würden ohne Mitwirkung eines bestimmten Spektrums des Lichtes erst gar nicht funktionieren können. Als Beispiel sei hier nur der Vitamin D-Metabolismus genannt.

Die Bedeutsamkeit des Lichts auf die menschliche Existenz insgesamt wurde bereits sehr früh erkannt. In unzähligen Forschungen wurden die physiologischen und pathologischen Wirkungen einzelner Wellenlängenbereiche elektromagnetischer Strahlung auf den Menschen abhängig von deren Stärke untersucht. Daraus entwickelten sich wiederum verschiedene diagnostisch beziehungsweise therapeutisch anwendbare Systeme, die sich in ihrer Anwendung weltweit bestens bewährt haben. Röntgenstrahlung, Ultraschall-, Mikro- und Kurzwellengeräte oder Rotlichtstrahler sollen hier nur als wenige Beispiele moderner Entwicklungen angeführt werden.

In den 1960er-Jahren gelang es erstmalig in Form von LASERN, Licht einer Wellenlänge so zu isolieren und zu verstärken, dass dieses nutzerfreundlich zu verschiedenen Zwecken anwendbar

wurde. LASER steht als Abkürzung für Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. Der Begriff „Light Amplification“ weist dabei auf die besondere Technik der Lichtverstärkung bei Lasergeräten hin, „Stimulated Emission“ auf das physikalisch technische Grundprinzip der Erzeugung besonders energiereicher Strahlung. Der Vorteil des Lasers gegenüber normalem sichtbarem Licht liegt in der Bereitstellung von Strahlung einer definierten Wellenlänge (Monochromasie) bei absoluter Phasengleichheit der emittierten Strahlung (Kohärenz) und hohem Kollimationsgrad (**Abb. 1a–c**) [1].

Nach zunächst ausschließlicher Verwendung in der Industrie, wurden recht schnell die ersten medizinischen Lasersysteme mit einer Leistung im Wattbereich zur anfangs vorwiegend chirurgischen Nutzung auf den Markt gebracht. Die besondere Wirkung von Lasern im Milliwattbereich zur reinen Biostimulation im menschlichen Gewebe wurde dagegen erst recht spät untersucht. In Deutschland führen diese Low-Level-Laser, auch Low-Intensity-Laser genannt, im Gegensatz zum europäischen und außereuropäischen Ausland leider noch ein Schattendasein. Dabei kann diese Laserklasse nicht nur in der Lokalthherapie zum Einsatz kommen, sondern auch in der Akupunktur (Laserakupunktur und RAC-kontrollierte Diagnostik nach Bahr und Nogier [1, 2]).

Durch Realisierung spezieller Parameter sind gerade Low-Level-Laser hervorragend zu differenzierten diagnostischen Zwecken verwendbar. Bemerkenswert ist, dass bei Verwendung dieser Laser und bei Beachtung der Sicherheitshinweise nahezu keine Nebenwirkungen zu erwarten sind.

Laserwirkung durch Photobiomodulation

Für die therapeutische Wirkung der Low-Level-Laserbestrahlung sind sogenannte Photobiomodulationseffekte verantwortlich. Photobiomodulation ist der Überbegriff für eine ganze Reihe von photochemischen Effekten, die in unzähligen Zell- und Geweberversuchen mikroskopisch und makroskopisch nachgewiesen werden konnten und die bei der Bestrahlung von lebenden Zellen mit Licht unterschiedlicher Wellenlänge regelmäßig zu beobachten sind. Neben der Photobiostimulation müssen auch die Photoinduktion oder -aktivierung und die Photoinhibition unterschieden werden. Letztendlich sind diese Mechanismen gleichermaßen für die angestrebten zell- und gewebeverbessernden Eigenschaften verantwortlich, weshalb der gängige Begriff der Biostimulation zu kurz greift.

Im Rahmen der Photobiomodulation durch Laserbestrahlung können verschiedene molekularphysiologische Effekte auf zellulärer Ebene beobachtet werden [2, 3], die durch zahlreiche Studien belegt sind. Laserstrahlen haben grundsätzlich einen positiven Einfluss auf den Zitratzyklus und die Atmungskette der Zellmitochondrien bei gleichzeitiger Steigerung des Glukosestoffwechsels. Dabei wird die ATP-Bildung nachweisbar erhöht und die ATP-Verfügbarkeit innerhalb des Mitochondriums gesteigert [4, 5]. Somit wird das ge-

samte Energiepotenzial auf zellulärer Ebene deutlich verbessert, und die biophysio-logische und biochemische Leistungsfähigkeit der Zelle und des Gewebes nimmt zu. Gleichzeitig kommt es durch Zellmembranstabilisierungen zur Verbesserung des Membranpotenzials. Zusätzlich bildet sich durch photolytische Reaktion im Zytoplasma Singulett-Sauerstoff, der durch seinen höheren Energiegehalt und die resultierende oxydative Potenz die Redoxaktivität der Atmungskette positiv beeinflusst.

Diese Reaktionen auf der molekularen Ebene der Zellen bewirken wiederum verschiedene mikro- und makroskopisch wirksame positive Effekte in den Zellen und Geweben des Organismus. Mikrophysiologische Effekte sind:

- Verbesserung des Glukosestoffwechsels
- Verbesserung des ATP-Metabolismus
- Verbesserung der Zellatmung
- Verbesserung der DNA- und RNA-Synthese
- Steigerung der Mitoserate der Zellen
- Verbesserung der Proteinsynthese
- Verbesserung der Kollagensynthese
- Hemmung der Prostaglandin-Synthese
- Beeinflussung neuronaler Aktionspotenziale

Makrophysiologische Effekte sind:

- Verbesserung der Neovaskularisation
- Verbesserung der Zirkulation
- Steigerung der Hämoglobinsynthese
- Beschleunigung der Geweberegeneration (Epithel, Kollagen, Knochen)
- Steigerung der Leukozyten-Phagozytose (Stärkung des Immunsystems)
- Schmerzreduktion
- Entzündungsreduktion

Die Erhöhung der Protein- und Kollagensynthese führt zu effektiveren Reparaturmechanismen in den Zellen und Geweben. Unterstützt wird dies durch die vermehrte DNA- und RNA-Synthese und die dadurch bedingte Steigerung der Mitoserate der Zellen, besonders der Fibroblasten. Dadurch wird nicht nur die Zugfestigkeit des Gewebes verbessert, sondern gleichzeitig die Epithelisierung und Granulation beschleunigt. Auch die Narbenbildung wird hierbei positiv beeinflusst. Die erhöhte Hämoglobinsynthese führt zur besseren Sauerstoffutilisation und die Phagozytoseaktivität der Leukozyten optimiert die Abwehrleistung. Beide Effekte sind besonders bei

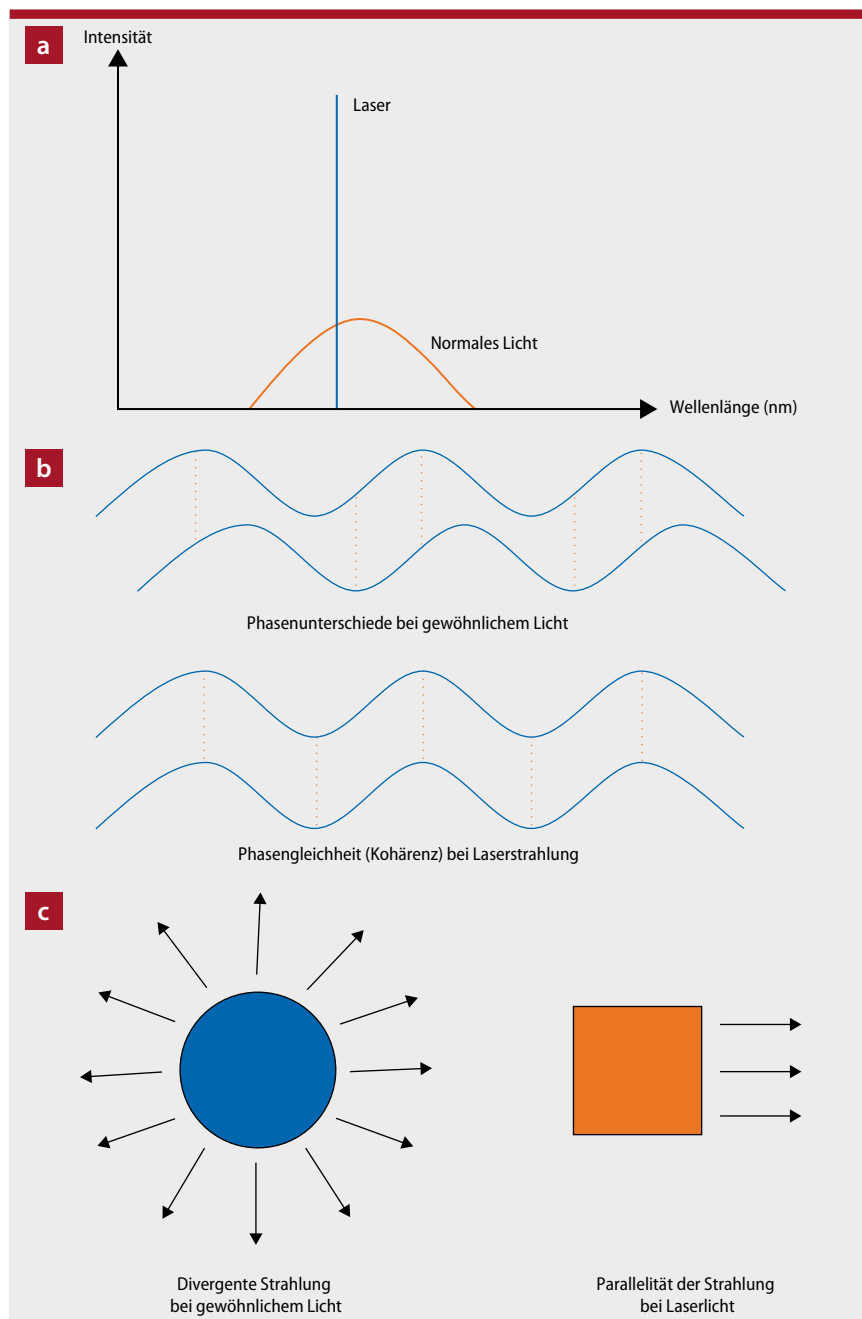


Abb. 1: Charakterisierung des Lasers; a) Monochromasie des Lasers im Vergleich zum breiten Wellenspektrum des normalen Lichts; b) Phasenunterschiede/-gleichheit; c) divergente versus parallele Strahlung

der Wundheilung von Bedeutung, der eine hohe Phagozytoseaktivität (Bakterien, Zelltrümmer) mit einem stark energiegelastigen Prozess und hohem Sauerstoffkonsum zugrunde liegt. Verbesserte Fibrinolyse, beschleunigte Hämatomresorption und gesteigerte Hyaluronidaseaktivität unterstützen zusätzlich den

Wundheilungsprozess (**Abb. 2**). Durch die verbesserte Zell- und Gewebekonstruktion kommt es außerdem zur rascheren Revascularisierung und die Mikrozirkulation wird durch Gefäßerweiterung gesteigert. Der regulative Einfluss auf die Lymphgefäße vermindert gleichzeitig die Ödembildung durch Verbesserung des



© Reimers & Janssen

Abb. 2: Behandlung eines Gesichtstraumas; Energiedosis 190 J (Gesamttrauma): 1.–2. Tag 3x, 3.–4. Tag 2x, 5.–7. Tag 1x; Energie und Wellenlänge: 500 mW/810 nm, 50 mW/650 nm

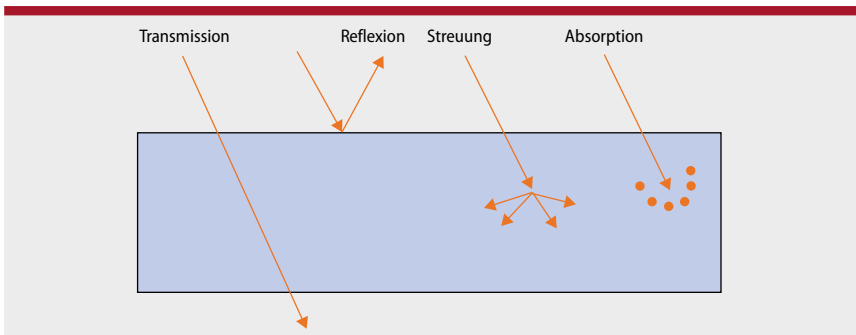


Abb. 3: Laserstrahleffekte in biologischem Gewebe

Lymphflusses. Die schmerzreduzierende Wirkung der Low-Level-Lasertherapie beruht auf verschiedenen, teils synergistischen Effekten. Die neuronalen Aktionspotenziale werden durch Membranstabilisierung direkt beeinflusst (verminderte neuronale Exzitation, verbesserte Repolarisation und Anhebung der Schmerzschwelle) und die Reizleitungsgeschwindigkeit nimmt ab. Über welche Neurorezeptoren und neuronalen Kanalsysteme diese Stabilisierung erfolgt, ist bislang auf molekularbiologischer Ebene noch nicht eindeutig geklärt. Über die gleichzeitige Hemmung der Prostaglandinsynthese kommt es nicht nur zur verminderten Entzündungsreaktion, sondern auch zur Verringerung nozizeptiver Reizungen (Cox-1/-2-Mechanismus). Möglicherweise reduziert die Laserbestrahlung auch die Freisetzung wei-

terer körpereigener, allogen wirkender Signalsubstanzen und proinflammatorischer Stoffe aus verschiedenen Abwehrzellen (z. B. Bradykinin, Serotonin, Histamin, Capsaicin, Kaliumionen, Wasserstoffionen, Tumornekrosefaktor α , Interleukine, Leukotriene). Noch ungeklärt ist, inwieweit die Laserbestrahlung auch die Transduktion (Umwandlung physikalischer und chemischer Reize in nozizeptive Generatorpotenziale) noxischer Reize durch Wirkung auf Membrankanäle und -rezeptoren an den Nozizeptoren direkt beeinflusst. Sicher scheint jedoch die Verminderung nozizeptiver Afferenzen durch Reduktion von Neuropeptiden (zum Beispiel Substanz P, Calcitonin Gene-Related Peptide [CGRP], Neurokinin A) zu sein. Der zusätzlich beobachtete muskelrelaxierende Effekt und die Steigerung der Durchblutung

helfen bei der Schmerzreduktion, indem der algiesierende Circulus vitiosus unterbrochen wird. Außerdem wurde durch Laserbestrahlung eine vermehrte Expression von Beta-Endorphinen nachgewiesen [6]. Dies ist sicherlich einer der Mechanismen, die auch für die hervorragende Wirkung der Laserakupunktur verantwortlich sind. Über geeignete Akupunkturpunkte lassen sich mit dem Laser nachweislich verschiedene schmerzhemmende Mechanismen gemäß den kybernetischen Grundlagen der Akupunktur auf lokaler und zentralnervöser Ebene aktivieren. Auch die Aktivität schmerzhafter Triggerpunkte und Tenderpoints lässt sich durch die Laserbestrahlung direkt beeinflussen. Möglicherweise spielt hier die Durchblutungssteigerung eine wichtige Rolle. Nach der Verletzung peripherer Nerven konnte auch eine verbesserte Regeneration beobachtet werden (gesteigerte Zellbildung).

Wichtige Leistungsparameter von Lasergeräten

Die Leistungsfähigkeit jedes Lasers ist von verschiedenen Parametern abhängig. Sie definieren letztendlich den Einsatzbereich eines Lasers [2]. Damit die oben beschriebenen mikro- und makrophysiologischen Effekte bei einer Low-Level-Laseranwendung überhaupt stattfinden können, muss die Laserstrahlung den angestrebten Wirkort erreichen und durch ausreichende Anzahl an Biophotonen für die erforderliche Energiemenge sorgen.

Energiedosis und Laserleistung

Die Energiedosis in Joule determiniert diese Energiemenge. Sie beschreibt die bei einer Laserbestrahlung emittierte Energiemenge direkt am Entstehungsort und Austrittspunkt des Strahls im Lasergerät. Dabei entspricht 1 Joule der Leistung von 1 Watt pro Sekunde.

Die Energiedosis (J) berechnet sich aus der Ausgangsleistung des Lasers in Watt (W) multipliziert mit der Bestrahlungszeit (s). Da bei der Low-Level-Laseranwendung die Ausgangsleistungen in den meisten Fällen im Milliwattbereich liegen, muss der Wert durch 1.000 dividiert werden. $\text{Energiedosis (J)} = \text{Leistung (mW)} \times \text{Zeit (s)} / 1.000$. Die optimale therapeutische Dosis beträgt 2–15 J.

Geringere Ausgangsleistungen des Lasers können somit durch längere Bestrahlungszeiten ausgeglichen werden. Während die Leistungen der im chirurgischen Bereich verwendeten sogenannten Hardlaser im Wattbereich liegen, reichen für die Low-Level-Laseranwendungen Ausgangsleistungen im Milliwattbereich aus (ca. 20–500 mW).

Über den Wert der Energiedosis lassen sich Angaben und Empfehlungen zur Bestrahlungsintensität bei verschiedenen Indikationen vergleichbar darstellen und sind für jedermann nachvollziehbar. Die Angaben zur Energiedosis in Joule beziehen sich dabei in den meisten Fällen auf die Fläche eines cm², in seltenen Fällen auch auf eine definierte Lokalisation (z. B. je Wurzelspitze). Größere Flächen müssen dementsprechend länger bestrahlt werden. Moderne Diodenlaser verfügen zum Teil über integrierte Programme, mit denen die emittierte Energiedosis neben anderen Parametern auf Displays jederzeit abrufbar sind (z. B. Physiolaser Olympic der Fa. Reimers & Janssen). Andere Firmen haben spezielle Computerprogramme, mithilfe derer sich diese Energiedosis nach Vorgabe einzelner Parameter (Leistung, Zeit und Frequenz) berechnen lässt (z. B. Fa. SchwaMedico).

Wellenlänge

Elektromagnetische Strahlung umfasst in ihrer Gesamtheit einen großen Bereich an Wellenlängen, die medizinisch unterschiedlichen diagnostischen und therapeutischen Zwecken dienen (**Tab. 1**).

Die gängigen Lasersysteme in der Medizin arbeiten in der Regel im Wellenlängenbereich zwischen 150 nm und 11.000 nm (**Tab. 2**). Dabei determiniert die Wellenlänge maßgeblich die Eindringtiefe der Laserstrahlung ins Gewebe, hängt vom verwendeten Lasermedium (z. B. Festkörper, Flüssigkeit, Gas oder Diode) ab und ist für den Einsatzbereich eines Lasers von entscheidender Bedeutung (**Tab. 2**).

Treffen Laserstrahlen auf biologische Gewebe, lassen sich grundsätzlich unterschiedliche Effekte differenzieren, die aber stets gemeinsam mit unterschiedlichen Anteilen auftreten (**Abb. 3**):

— Transmission: der Laserstrahl tritt nahezu ungehindert durch das bestrahlte Objekt hindurch;

Tab. 1: Elektromagnetische Strahlung und ihre Verwendung/Eigenschaften

Strahlungsart	Wellenlänge	Verwendung/Eigenschaften
Kosmische Strahlung	bis 10 ⁻¹⁴ m	ionisierend
Gammastrahlung	10 ⁻¹⁴ – 10 ⁻¹⁰ m	ionisierend
Röntgenstrahlung	10 ⁻¹⁰ – 10 ⁻⁸ m	ionisierend
Ultraviolett C	100 – 280 nm	mutagen
Ultraviolett B	280 – 315 nm	mutagen
Ultraviolett A 2	315 – 340 nm	mutagen
Ultraviolett A 1	340 – 380 nm	mutagen
Voilettblau	380 – 440 nm	sichtbar
Blau	440 – 490 nm	sichtbar
Blaugrün	490 – 520 nm	sichtbar
Grün	520 – 570 nm	sichtbar
Gelb	570 – 590 nm	sichtbar
Orange	590 – 640 nm	sichtbar
Magentarot	640 – 780 nm	sichtbar
Infrarot	> 780 nm	Lasersysteme
Mikrowellen	0,1 – 100 cm	Medizin- und Funktechnik
Ultrakurzwellen	1 – 10 m	Medizin- und Funktechnik
Kurzwellen	10 – 100 m	Medizin- und Funktechnik
Mittelwellen	100 – 1.000 m	Funktechnik
Langwellen	ab 1.000 m	Funktechnik

Tab. 2: Wellenlängen verschiedener Lasermedien/Lasersysteme

Lasermedium/Lasersystem	Wellenlänge (nm)
Excimer-Laser	157 – 531 (UV)
Frequenzverdoppelter Alexandrit-Laser	360 – 420 und 730 – 840
Argon-Laser	488 – 514
Dioden-Laser	635 – 980 (Rot – Infrarot)
Nd:YAG	1.064
Nd:YAP	1.340
Holmium:YAG	2.050
Erbium, Cr:YSGG	2.790
Erbium:YAG	2.940
CO ₂	10.600

— Reflexion: der Laserstrahl wird an der Oberfläche des Objekts zurückgespiegelt;

— Streuung: der Laserstrahl wird im Gewebe gestreut;

— Absorption: der Laserstrahl wird im Gewebe von den Zellen absorbiert. Für die Photobiomodulationseffekte sind in erste Linie der Effekt der Absorption und hier vor allem der Absorptionsgrad

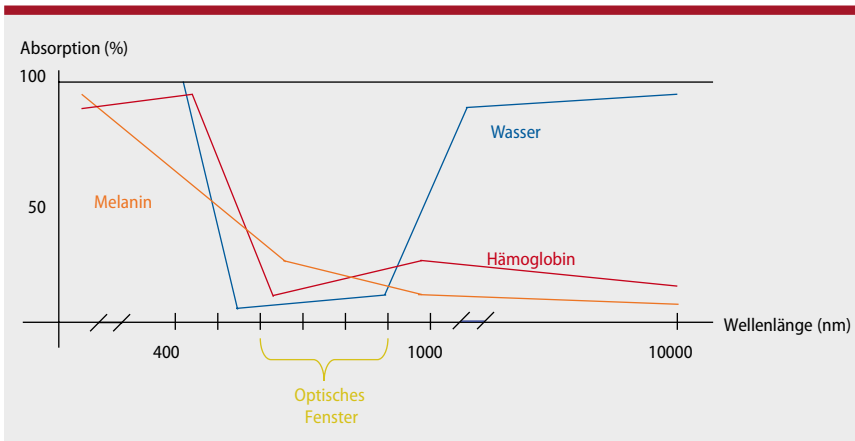


Abb. 4: Optimaler Wellenlängenbereich des Low-Level-Lasers

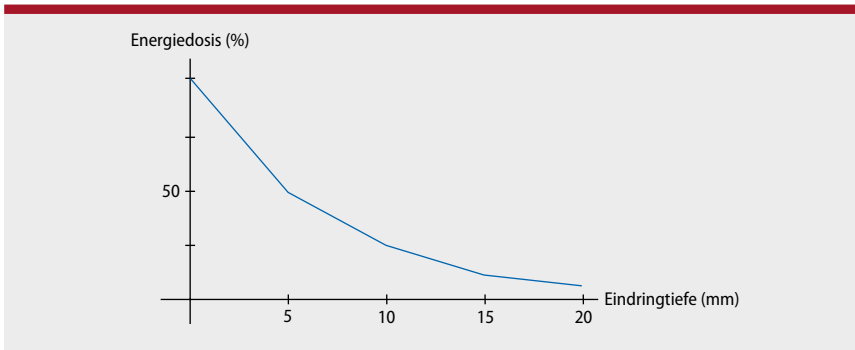


Abb. 5: Reduktion der Energiedosis (Photonendichte) in biologischen Geweben um etwa 50% pro 5 mm Gewebe

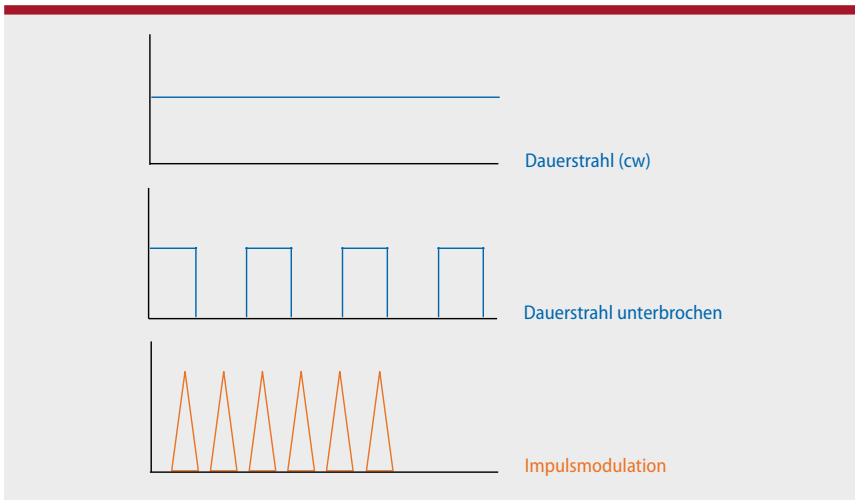


Abb. 6: Verschiedene Lasermodi

der verwendeten Laserstrahlung und die Streumechanismen in den Zellen am beabsichtigten Wirkort entscheidend. Der Grad der Eindringtiefe ist direkt abhän-

gig von der bereitgestellten Wellenlänge des Lasers. Trotz der Inhomogenität biologischer Gewebe haben spektralanalytische Messungen ergeben, dass es eine Art

von „optischem Fenster“ gibt, innerhalb dessen Bereich eine vermehrte Durchlässigkeit für Licht einer bestimmten Wellenlänge besteht [2, 8]. So kann eine Strahlung im unteren Infrarotbereich die wichtigsten Gewebekomponenten, Melanin, Wasser und Hämoglobin am besten durchdringen (bis mehrere Zentimeter) und erreicht damit auch tiefer liegende Zellen (Abb. 4). Auch der Rotlichtlaser eignet sich noch hervorragend zur Low-Level-Lasertherapie, auch wenn er eine etwas geringere Eindringtiefe aufweist und besonders für die Bestrahlung oberflächlicher Gewebestrukturen geeignet ist. Dies bedeutet, dass allein die Erhöhung der Ausgangsleistung und damit der Energiedosis eines Low-Level-Lasers nicht ausreicht, um in tieferen Gewebeabschnitten wirksame Biophotomodulationseffekte zu erzeugen. Wenn die Wellenlänge des Lasers kein Vordringen der Strahlung in tiefere Gewebeabschnitte ermöglicht, konzentriert sich die emittierte Energie in den oberflächlichen Gewebeschichten und erzeugt dort mit steigender Leistung Wärme bis hin zum Hitzeschaden.

Bedacht werden sollte in diesem Zusammenhang auch, dass unterschiedliche Gewebearten, -konsistenzen und -farben abhängig von ihrer Dichte und ihrem Absorptionsgrad unterschiedlich stark strahlendurchlässig sind. So wird im Knochen bei gleicher Wellenlänge und Leistung weniger Strahlung in tiefer liegende Gewebeabschnitte eindringen, als bei einem lockeren Bindegewebe. Vergleichbares gilt bei einem hellen Hauttyp im Vergleich zu einer gebräunten, dunklen Haut. Bei der Bestrahlung dunkler Oberflächen sollte immer auch berücksichtigt werden, dass es zu höheren Leistungsdichten aufgrund vermehrter Absorption in den obersten Gewebeschichten kommen kann, mit möglicherweise thermischer Schädigung empfindlicher Strukturen (z. B. Pulpenschädigung bei Bestrahlung braunschwarzer Verfärbungen des Dentins oder Leistungsspitzen bei Bestrahlung von Naevi der Haut).

Zu berücksichtigen ist, dass auch bei optimaler Wellenlänge die Energiemenge in biologischem Gewebe grundsätzlich alle 5 mm um circa 50% abnimmt (Abb. 5). Genaue Angaben lassen sich

hierbei nicht machen, weil Art, Konsistenz und Farbe biologischer Gewebe einzelner Individuen unterschiedlich sind. Vergleichende Angaben zur Energiedosis bei verschiedenen Indikationen beziehen sich deshalb stets auf die Energiemenge am Entstehungsort der Laserstrahlung.

Betriebsart

Laser können grundsätzlich im Dauerstrichmodus (CW-Betrieb = Continuous Wave) oder frequenziellen Pulsmodus betrieben werden. Beim gepulsten Laser muss zusätzlich zwischen der echten Impulstechnik unterschieden werden, bei der vom Gerät einzelne Laserimpulse unterschiedlicher Form (Rechteck-, Nadel-, Sinusmodulation) bei echten Nulldurchgängen abgegeben werden und der getakteten Dauerstrichanwendung (Abb. 6). In letzterem Fall wird der Dauerstrahl lediglich entsprechend der erwünschten Frequenz unterbrochen.

Aufgrund der guten Steuerbarkeit eignen sich für die Low-Level-Laseranwendung am besten Diodenlaser, vor allem in Bezug auf die frequenzielle Anwendung. Aufgrund des geringen Kühlungsbedarfs werden diese Geräte in handlicher Bauweise, teils als transportable Akkugeräte angeboten (Abb. 7 a–c).

Durch geeignete Frequenzraten können zusätzlich zur Energiezufuhr spezifische Resonatorsysteme der Zellen gemäß der Biophotonentheorie [7] gezielt angesprochen werden. Diesbezüglich haben verschiedene Autoren (z. B. Nogier, Bahr und Reininger) solche hochspezifischen Frequenzreihen und Einzel Frequenzen zunächst im sichtbaren Lichtbereich erforscht, um sie dann später im Bereich der Laser-Akupunktur und Low-Level-Lasertherapie nutzbar zu machen [1, 2, 8]. So gibt es Frequenzen zu verschiedenen Körperarealen (z. B. einzelne Gelenke, Wirbel und Zähne), zu verschiedenen Pathophysiologien und Erkrankungen, zu Substanzen, zu Krankheitserregern und auch zu den Meridianen der Traditionellen Chinesischen Medizin einschließlich der außerordentlichen Meridiane. Der gepulste Laserstrahl in Form des getakteten Dauerstrahls oder des Laserstrahls mit echten Nulldurchgängen erzeugt grundsätzlich einen wesentlich höheren biolo-

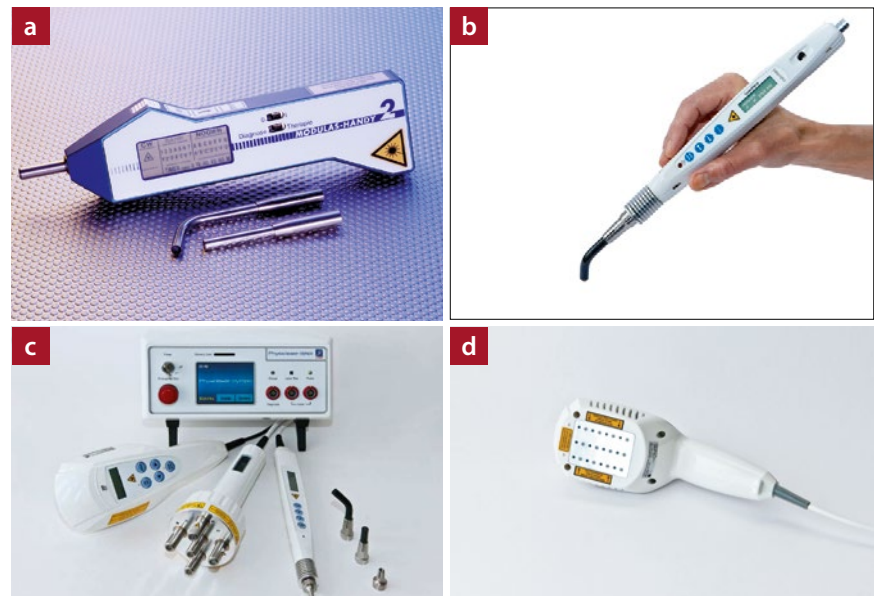


Abb. 7: Verschiedene Lasergeräte: a) Laser mit Einzeldiode und Zubehör, b) Laser-Pen, c) Physiolaser Olympic mit verschiedenen Lasersonden und Aufsätzen, d) Laserflächensonde

© SchwaMedico (a); Reimers & Janssen (b-d)

gischen Stimulus im Gewebe als der einfache Dauerstrahl, obwohl die applizierte Gesamtenergiedosis beim Impulsbetrieb deutlich niedriger ausfällt (beim unterbrochenen Dauerstrahl um 50 %, da er in einem Anwendungsmodus genauso häufig an- wie ausgeschaltet ist). Voraussetzung für diesen Effekt ist allerdings, dass die emittierte Frequenz des Lasersystems exakte Kongruenz zu der zu bestrahlenden Struktur aufweist [1, 2].

Beim echten Impulslaser mit Nulldurchgängen kommt noch hinzu, dass die Impulsspitze auch bei mittlerer Gesamtleistung einen starken Energieimpuls hoher Leistung fokussiert an der Applikationsstelle erzeugt. So werden Impulsspitzen im Wattbereich erreicht bei allerdings geringen Impulsbreiten im Nanosekundenbereich (z. B. 90 W bei 200 ns beim Physiolaser Olympic von Reimers & Janssen). Laserleistungen im Milliwattbereich lassen sich teilweise noch mit einer Einzeldiode erzeugen. Sind höhere Leistungen erwünscht, so muss auf die Technik der Stapelbauweise (Stacks) oder der Laserdiodenarrays zurückgegriffen werden. Dabei werden auf einem einzigen Halbleiter gleich mehrere Dioden auch zweidimensional angeordnet. So sind Leistungen bis in den Wattbereich auch mit einem Diodenlaser erzielbar. Die Anordnung von

mehreren Einzeldioden in einem Applikationsteil (sogenannte Flächensonden oder Laserduschen) eignen sich für die effektive und zeitsparende Laserbestrahlung größerer Flächen, etwa in der Orthopädie (Abb. 7d).

Viel hilft nicht immer viel

Da es sich bei der Photobiomodulation um eine regulativ wirksame Maßnahme auf den menschlichen Organismus handelt, darf die Laserbestrahlung keinesfalls überdosiert werden. Es sollte unbedingt die Arndt-Schulz-Regel beachtet werden, nach der die körpereigenen Funktions- und Regulationsmechanismen durch schwache Reize gefördert, durch mittelstarke angeregt und durch zu starke gehemmt oder gelähmt werden. Hier gilt also das Prinzip der Minimal Reaction Dose (MRD). Danach sollte die kleinstmögliche Energiedosis bei gleichzeitig optimaler Gewebereaktion verwendet werden. Unter Verwendung ganzheitlicher Testverfahren (z. B. Technik der RAC-Pulstastung) lässt sich die Bestrahlungsdauer abhängig von der Laserleistung eindeutig und kontrolliert in einem physiologisch und regulativ optimalen Bereich halten [1, 2]. Andernfalls bleibt nur die Möglichkeit, mit standardisierten Angaben oder festprogrammierten Anwendungen zu arbeiten. In

- Laserschutzbeauftragter (Betreiber)
- Schutzbrille (passend zur Wellenlänge)
- Pilotstrahl / Warnsignal
- Raumsicherheit
 - Kennzeichnung Laserbereich
 - Spiegel und Reflexionsflächen beachten
 - Gegebenenfalls Türkontakte zur Sicherheitsabschaltung
 - Sicherheitsschalter (Schlüssel) / Abschaltautomatik
- Vorsicht bei Bestrahlung von
 - zerebralen Strukturen
 - Abdomen
 - Augenbereich
- Hitzeentwicklung
 - ab 100 mW
 - Vorsicht im Bereich anästhesierter Bereiche
 - Vorsicht bei Bestrahlung dunkler Strukturen



Abb. 8: Laserschutzbestimmungen

aller Regel stellen die Anbieter von Low-Level-Lasergeräten geeignete Literatur zur Verfügung, aus der standardisierte Anwendungsempfehlungen (Energiedosis und mögliche Frequenzen) für unterschiedliche Indikationen und Fachbereiche ersichtlich sind [8]. Wer die Technik der Austestung der Bestrahlungsdauer nicht beherrscht oder sie nicht anwenden möchte, sollte darauf achten, dass die applizierte Energiedosis, abhängig von der Gewebeart, der Indikation und der Tiefe der zu bestrahlenden Struktur, zwischen 2 Joule/cm² und 15 Joule/cm² liegen sollte. Es wird empfohlen, die Therapie lieber mit geringeren Dosismengen zu beginnen und bei ausbleibender Wirkung (keine Schmerz- und Beschwerdebesserung, keine Entzündungsreduktion, unzureichender Wundheilungsfortschritt) die Dosis zu erhöhen. Werden Beschwerden durch die Laserbestrahlung verstärkt, dann kann dies durchaus an einer zu hohen verabreichten Energiedosis liegen.

Lasersicherheit

Low-Level-Lasergeräte unterliegen grundsätzlich den Bestimmungen des Medizinproduktegesetzes. Auf die TÜV-Bestimmungen und eine CE-Zertifizierung sind zu achten. Die Zugehörigkeit zu einer Medizingeräteklasse ist von der Laserleistung abhängig. Der Großteil der

Low-Level-Lasergeräte gehört zur Klasse 3B, neuere Geräte im Wattbereich auch zur Klasse 4 (z. B. Light Stream der Fa. Reimers & Janssen). Damit sind laufende (in der Regel jährliche) sicherheitstechnische Überprüfungen obligat. Der Gesetzgeber schreibt vor, dass Lasergeräte ausschließlich unter Aufsicht und Kontrolle eines Laserschutzbeauftragten betrieben werden dürfen. Dem Erwerber eines Lasergerätes ist deshalb anzuraten, dass er sich im Rahmen einer Geräteanschaffung gleich um adäquate Ausbildungsmöglichkeiten zum Laserschutzbeauftragten bemüht. Der Laserschutzbeauftragte ist verantwortlich für die Durchführung und Einhaltung der Betriebsvorschriften und für die an Assistenzpersonal delegierte Anwendung. Die gültigen Laserschutzbestimmungen und Vorsichtsmaßnahmen sind zu beachten (Abb. 8). Der besondere Schutz vor unkontrolliert applizierter Laserstrahlung gilt vor allem dem Auge.

Zusammenfassung

Entscheidend für die photobiomodulatorische Wirkung eines Low-Lasers ist die Bereitstellung einer ausreichenden Energiemenge am beabsichtigten Wirkort. In Bezug auf die Leistung, Bestrahlungsdauer und Wellenlänge eines Lasers sind dabei grundsätzlich die folgenden Zusammenhänge zu beachten: Je

höher die Leistung des Lasers ist und je länger die Bestrahlungsdauer, umso größer ist die Zufuhr an Energie im gesamten Bereich des durchstrahlten Gebietes. Der Grad der Eindringtiefe wird allerdings durch die Wellenlänge bestimmt. Dabei nimmt die Leistung und die Energie mit zunehmender Eindringtiefe exponentiell ab (je nach Art und Konsistenz des Gewebes pro 5 mm um ca. 50 %), weil auf dem gesamten Weg des durchstrahlten Gewebes die Biophotonen des Laserstrahls den bereits beschriebenen Effekten der Reflexion, Streuung und Absorption unterliegen. Bei zu niedrigen Leistungen ist der biologische Stimulus zu gering. Zu hohe Leistungen führen über die hitzebedingte Verdampfung von Wasser zu Schäden am Gewebe. Diese Eigenschaft nutzt man bei den sogenannten Hard-Lasern (Leistung im Wattbereich) zu chirurgischen Zwecken oder zum Substanzabtrag. Zur Steigerung der biologischen Wirkung kann der Low-Level-Laser im frequenziellen Betrieb verwendet werden. Dabei werden durch das Ansprechen regulativ wirksamer Resonanzphänomene an den Zellen im Bestrahlungsbereich zusätzliche regenerative Effekte erzielt, wenn die eingestellte Resonanzfrequenz absolute Kongruenz zur bestrahlten Struktur aufweist.

Literatur

1. Bahr FR. Systematik und Praktikum der wissenschaftlichen Ohrakupunktur für Fortgeschrittene (Stufe 3), Vers. 4.5, Eigenverlag FR Bahr, 1998
2. Gaus H. Akupunktur in der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde Teil 2 (Akupunktur und RAC-Techniken für Fortgeschrittene und Experten) Eigenverlag H. Gaus
3. Pöntinen PJ, Pothmann R. Laser in der Akupunktur. Hippokrates Verlag, 2. Aufl, 1998
4. Oron U et al. Photomed Laser Surg. 2007;25(3):180-2
5. Silveira PCL et al. J Photochem Photobiol B. 2007;86(3):279-82
6. Hagivara S et al. Anesth Analg. 2008;107(3):1058-63
7. Bischof M. Biophotonen – das Licht in unseren Zellen. Zweitausendeins-Verlag; ISBN 3-86150-095-7
8. Reimers W. RJ-Laser-Therapy, Vers. 1.1, Eigenverlag, 2008

Hardy Gaus

Zahnarzt
Kirchstrasse 15, 72479 Strassberg
E-Mail: info@zahnarzt-hardy-gaus.de