

Dentale Aerosole

VON DER ENTSTEHUNG BIS ZUR ABSAUGTECHNIK

Das aktuelle Infektionsgeschehen durch das Coronavirus, das insbesondere über die Luftwege in den menschlichen Körper eindringt, lenkt die Aufmerksamkeit auf die Aerosole, die bei der zahnärztlichen Behandlung entstehen. Der Zahnarzt muss sich über das damit verbundene Gefährdungspotenzial im Klaren sein, um geeignete Schutzmaßnahmen treffen zu können

AUTOR: DR. RICHARD HILGER | KÜR TEN



EINLEITUNG

Das Coronavirus hat die Diskussion über die Aerosole, die bei der zahnärztlichen Behandlung entstehen, angeregt. So ist es zweckmäßig, einen (auch geschichtlichen) Überblick zu geben. Weitere Informationen mit Hinweisen zum Schutz der zahnmedizinischen Fachkräfte und Patienten vor einer Infektion mit dem „severe acute respiratory syndrome coronavirus 2“ (SARS-CoV-2) und anderen Aerosol-übertragbaren Erregern bei gleichzeitiger Gewährleistung der zahnmedizinischen Grundversorgung finden sich in der S1-Leitlinie nach den Regularien der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF, [1]). Beim nichtgezielten Umgang (nur dieser ist in der Zahnheilkunde zu erwarten) mit luftgetragenen Infektionserregern besteht für die Arbeitspersonen ein erhebliches Risiko. Krankheitserreger können in den Atemtrakt gelangen. Ein Aerosol besteht aus Luft, die feste oder flüssige Schwebstoffe enthält (Luft-Tröpfchen-Gemische, feine Partikelverteilungen in der Luft). In Tröpfchen können [2] infektiöse virale, bakterielle und pilzliche Partikel enthalten sein, umgeben von einer Wasserhülle. Solange das infektiöse Partikel von der Wasserhülle umgeben ist, sinkt es schnell aus der Luft zu Boden. Da jedoch die Wasserhülle in kurzer Zeit verdampfen

kann, entsteht aus dem Tröpfchen ein Tröpfchenkern ohne Wasserhülle. Dieser Tröpfchenkern bleibt längere Zeit in der Luft und kann andere Objekte kontaminieren. Über dentale Aerosole (Aerosolwolke) und die damit zusammenhängenden Probleme wurden zahlreiche Untersuchungen mit umfangreichen Literaturangaben veröffentlicht, aus denen im Folgenden auszugsweise berichtet wird (Übersicht: Hilger [3]).

Merke:

- Ein Tröpfchenkern bleibt längere Zeit in der Luft und kann infektiöse Partikel aerogen übertragen

INFEKTIONSGEFÄHRDUNG IN DER ZAHNARZTPRAXIS

Bei trockenen Zahnpräparationen werden aus dem Patientenmund natürliche Zahnbestandteile in Staubform herausgeschleudert. Eine Schädigung des Patienten, der Zahnärztin, des Zahnarztes und der Assistenz durch Einatmen dieses Staubes ist nicht zu erwarten, obwohl ein Teil der Staubpartikel wegen der geringen Größe bis in die unteren Lungenabschnitte gelangen kann [4, 5]. Auch die Infektionsgefährdung durch Dentinteilchen, die mit pathogenen Keimen beladen sind, wird als sehr gering angesehen [4, 5].

Die Situation ändert sich aber, wenn Zahnhartsubstanz mit-

hilfe der Spraykühlung höchsttourig präpariert wird. Bei diesen Behandlungen wird als Hauptursache für Pulpaschädigungen die Erzeugung von Reibungswärme angesehen.

Erhöht sich die Temperatur über 42,5°C, wird die Pulpa irreversibel geschädigt [6]. Zur notwendigen Kühlung sind mindestens 50 ml Wasser pro Minute erforderlich [7, 8, 9, 10, 11, 12]. Eine größere Kühlwassermenge bringt kaum einen Vorteil; eine Reduzierung unter 30 ml pro Minute lässt die Temperatur stark ansteigen [11, 12]. Dies kann auch geschehen, wenn sich die patientennahe Öffnung der Saugkanüle sehr nahe am zu präparierenden Zahn befindet (falsche Absaugtechnik). Dann wird der kühlende Spraystrahl durch die starke Saugwirkung vom Zahn abgelenkt und in die Saugkanüle gezogen. Ein Abstand der Kanülenöffnung vom Zahn von einem Zentimeter erscheint zweckmäßig.

Wird die Absaugtechnik systematisch durchgeführt, kann die Temperatur am präparierten Zahn auf bis zu 23°C gesenkt werden [13]. Bei unzureichend durchgeführter Absaugtechnik kann die wirksame Kühlwassermenge so verringert sein, dass ausgeprägte Temperaturerhöhungen an der Präparationsoberfläche entstehen und die Odontoblastenschicht im Dentin durch kurzzeitige Temperaturspitzen zerstört wird [14, 15].

Außer der Kühlwassermenge sind die Restdentinstärke sowie die Anpresskraft, deren Erhöhung die Temperatur ebenfalls stark ansteigen lässt, von Bedeutung [12].

Um das Aerosol zu entfernen und gute Übersicht zu behalten, soll die Absauganlage pro Minute etwa 300 bis 350 l Luft ansaugen. Eine höhere Literleistung ist nicht zweckmäßig, da dann der kühlende Spray vom Zahn abgelenkt werden könnte.

Die notwendige Spraykühlung bei Zahnpräparationen lässt die Aerosolwolke entstehen. Durch Turbinenabluft, Kühlwasserspray und die Rotation des Schleifkörpers bildet sich ein wässrig-öliges Aerosol, das aus dem Patientenmund herausgeschleudert wird. Werden Zahnbeläge mit Ultraschall oder Pulverstrahl entfernt, entwickelt sich ebenfalls ein Aerosol.

Das Anwenden von hochfrequent oszillierenden Scaler-Systemen führt zur Aerosolbildung durch Vernebeln von Spülflüssigkeit, Speichel, Plaque und Blutbestandteilen [16, 17, 18].

Dies bestätigt eine Untersuchung [19], bei der nach einer Mundspülung eine Air-Flow®-Behandlung durchgeführt wurde; in unmittelbarer Nähe des Behandlungsbereiches wurde die Absaugtechnik angewandt und damit das entstehende Aerosol abgeleitet. Dies führte zu keinem erhöhten Kontaminationsrisiko für das Behandlungsteam und den Patienten.

Dentale Aerosole können enthalten:

- Kühlflüssigkeit sowie Speichel und Blut des Patienten. Auch wenn der Speichel klar erscheint, kann er mit geringen Blutmengen vermischt sein.
- Feste Partikel von Zahnschmelz und Zahnstein, von zahnärztlichen Werkstoffen, die beim Entfernen von Füllungen oder beim Auftrennen von Kronen entstehen.
- Krank machende Mikroorganismen, die mit dem Kühlwasser herangeführt werden oder aus dem Patientenmund und -rachen stammen.

Die Aerosolwolke kann unter bestimmten Bedingungen so hochgradig mikrobiell belastet sein wie Aerosole, die beim Husten und Niesen entstehen [20]. Demnach müssen dentale Aerosole als potenziell infektiös und allergieauslösend angesehen werden. Bei Zahnärztin, Zahnarzt und Assistenz sind nicht nur die Luftwege und die Bindehäute der Augen betroffen, sondern auch die Haut des Gesichts, auf der es zu Allergien kommen kann.

Die Aerosolwolke verursacht zwei arbeitshygienische Gefährdungen:

- Zahnärztin, Zahnarzt und Assistenz (und auch der Patient durch Krankheitserreger im Kühlwasser) sind unmittelbar bei der Behandlung betroffen.
- Die Raumluft wird mit kleinsten Teilchen (Tröpfchenkernen) belastet, die lange in der Luft schweben. Auch auf Personen, die nach der Sprayanwendung den Behandlungsraum betreten (nachfolgender Patient), kann die Aerosolwolke noch einwirken. Gründliches Lüften des Behandlungsraumes nach längerer Aerosolausbreitung kann zur Verringerung der im Raum schwebenden Aerosolwolke zweckmäßig sein.

Die räumliche Ausdehnung der Aerosolwolke ist abhängig von der Präparationsstelle. Je weiter distal gearbeitet wird, umso stärker wird die Wolke gebündelt. Glocken- oder keulenförmig dehnt sie sich besonders vor und seitlich vom Patientenmund aus: 50 cm in sagittaler, 65 cm in transversaler und 80 cm in vertikaler Richtung [21].

Merke:

- Dentale Aerosole müssen als potenziell infektiös und allergieauslösend angesehen werden

SCHUTZMAßNAHMEN UND -SYSTEME

Absaug- und Haltetechnik

Die Aerosolwolke kann durch systematisches Absaugen drastisch vermindert werden: Die Keimzahlen sinken auf ein Zehntel bis ein Zwanzigstel ab [22]. Das Robert Koch-Institut (RKI, [23]) nennt als Schutz vor Kontamination auch die Absaugtechnik. Der Keimgehalt des aus dem Patientenmund austretenden Aerosols kann durch exaktes Absaugen wirksam vermindert werden [24]. Je systematischer und exakter die Absaugtechnik durchgeführt wird, umso geringer wird die Aerosolwolke sein.

Der Oberbegriff heißt Absaug- und Haltetechnik. Die primäre Aufgabe dieser Technik ist das Absaugen von festen und flüssigen Stoffen sowie von Aerosol aus dem Patientenmund. Weiterhin sollen Lippe, Wangen und Zunge abgehalten und der Patientenkopf in zweckmäßiger Position gehalten werden. Diese doppelte Zweckbestimmung von Absaugen und Halten muss immer mitbedacht werden, wenn nur der Kurzbegriff Absaugtechnik benutzt wird.

Beim Polieren sowie beim hochoffenen Entfernen von Amalgamfüllungen wird kurzfristig Quecksilber freigesetzt [25]. Um diese Exposition so gering wie möglich zu halten, müssen

ein Spray angewandt sowie die Turbine beziehungsweise das Winkelstück mit möglichst geringem Druck geführt und die optimale Absaugtechnik angewandt werden.

Der Speichelsauger kann lediglich Flüssigkeiten aus dem Mund entfernen; zum Abführen des im Mund verbliebenen Restwassers und des Speichels ist er meist erforderlich. Völlig ungeeignet ist der Speichelsauger, um die keimhaltige und schadstoffhaltige Aerosolwolke zu beseitigen, die bei Sprayanwendung aus dem Patientenmund herausgeschleudert wird.

Das Absaugen muss systematisch erfolgen. Es genügt nicht, mit der Kanüle im Mund „herumzustochern“. Je exakter die Absaugtechnik durchgeführt wird, umso besser wird die Aerosolwolke abgesaugt. So wird die Absaugtechnik als Kontaminationsprophylaxe gegen Mikroorganismen und Schadstoffe (zum Beispiel Amalgamreste) zu einem wesentlichen Teil der zahnmedizinischen Arbeitssicherheit.

Durch Absaugen kann die mit Tröpfchen belastete Aerosolwolke aber nicht völlig beseitigt werden. Es ist ein Augenschutz und ein Gesichtsschutz zu tragen. Um ein Beschlagen der Brillengläser zu verringern, wird die Maske mit dem eingearbeiteten Metallstreifen sorgfältig an die Nase und an die Haut unterhalb der Augen angedrückt.

Je dichter die Maske am Gesicht anliegt, umso besser ist die Schutzwirkung gegen das auch von unten heranflutende Aerosol [26].

Merke:

- Die Absaugtechnik ist als Kontaminationsprophylaxe ein wesentliches Element der hygienischen Arbeitssicherheit

Schutzmasken [2, 27]

Bei medizinischen Tätigkeiten, bei denen mit einer Exposition gegenüber luftgetragenen Infektionserregern gerechnet werden muss, sind Schutzsysteme erforderlich. Diese gehören zur persönlichen Schutzausrüstung. Es werden unterschieden:

Der *Mund-Nasen-Schutz* (MNS; OP-Maske, chirurgische Maske) dient in erster Linie dem Schutz des Patienten vor infektiösen Partikeln aus dem Mund-Nasen-Bereich des Behandelnden. Das Filtermaterial weist, wenn es den normativen Anforderungen (DIN-Normen) entspricht, eine gute Filterwirkung für Viren, Bakterien und Pilze auf. Wegen seiner Funktion ist der MNS ein Medizinprodukt.

Es wird empfohlen, dass die in der Praxis Tätigen auch außerhalb des Behandlungsraums einen MNS tragen [1].

Wird zwischen den Behandlungen die Maske unter das Kinn heruntergezogen, kann sich die Außenfläche der Maske umstülpen und die Gesichtshaut kontaminieren. Beim Wiederhochziehen der Maske mit den schon desinfizierten (handschuhten) Fingern würden diese wieder kontaminiert werden. Auch aus psychologischen Gründen den Patienten gegenüber sollte man vermeiden, den Rezeptions- und Wartebereich mit heruntergezogener Maske („Nikolausbart“) zu betreten.

Die *Atemschutzmaske* (filtrierendes Atemschutzgerät) dient dem Schutz der Arbeitsperson und hat die Aufgabe, kleinste Teilchen (Partikel) von der Einatemluft abzuscheiden [2, 28]. Geeignet sind FFP-Masken, Masken gemäß NIOSM (N 95) sowie KNST. Bei den partikelfiltrierenden Halbmasken („filtering face piece“, FFP; filterndes Gesichtsteil) werden folgende drei Klassen unterschieden:

- FFP1: maximaler Filterdurchlass 22 Prozent, entspricht grober Filterung,
- FFP2: maximaler Filterdurchlass 8 Prozent, entspricht mittlerer Filterung,
- FFP3: maximaler Filterdurchlass 2 Prozent, entspricht feinsten Filterung.

Bei diesen Masken wird (im Unterschied zum MNS) nicht nur die Filterwirkung des Maskenmaterials berücksichtigt, sondern auch der Dichtsitz am Gesicht des Trägers.

Die Maske kann oft nicht an die Unregelmäßigkeiten des Gesichtes der Arbeitsperson exakt angepasst werden; der Luftstrom wird durch das dichte Maskenmaterial behindert, deshalb um die Maske herumgeleitet und dringt am Maskenrand ein [29]. Masken mit formbaren Metallstreifen im Nasenbereich vermindern dieses Risiko. Das Eindringen von kontaminiertem Aerosol durch chirurgische Masken wird deutlich beeinflusst durch unkorrektes Tragen der Maske [30]. Schon der Verzicht auf das Andrücken des Nasenbügels führt zu einem deutlichen Verlust an Filtrationswirkung [26].

Die Technische Regel für Biologische Arbeitsstoffe 250 (TRBA 250) weist darauf hin, dass „beim Tragen eines Bastes im Bereich der Dichtlinie von Atemschutzgeräten die erwartete Schutzwirkung wegen des schlechten Dichtsitzes nicht zu erreichen ist.“ Der Regel 112-190 der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) ist zu entnehmen, dass Träger von Atemschutzmasken im Bereich der Dichtkonturen keine Haare haben sollen; ähnlich äußert sich die Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege (BGW, [27]).

Eine weitere experimentelle Untersuchung zur Schutzwirkung von Gesichtsmasken [26] bestätigt: Das Tragen von einlagigen Papiermasken senkt die Zahl der inhalierten Mikroorganismen im Durchschnitt nur um 40 Prozent; solche Masken sind wegen dieser geringen Schutzwirkung abzulehnen. Mehrstufige chirurgische Gesichtsmasken (auch spezielle stomatologische Masken und Atemschutzmasken des Typs FFP2) vermindern die Zahl der eingeatmeten Mikroorganismen wesentlich und sind zum Schutz der Arbeitsperson geeignet [27].

Merke:

- FFP2-Masken sind zum Schutz der Arbeitsperson geeignet

Visier oder Gesichtsschutzschild

Die TRBA 250 nennt als Schutz vor dem Aerosol auch ein Visier oder Gesichtsschutzschild. Dies ist problematisch bei zahnärztlichen Behandlungen, die ein Aerosol erzeugen: Die

BEISPIEL: SYSTEMATISCHE ABSAUGTECHNIK

Gezeigt wird die Behandlungssituation im linken Unterkiefer (**Abb. 1, Abb. 2**). Es ist zu bedenken, dass die systematische Absaugtechnik nur unzureichend in Bildern dargestellt werden kann. Geduldiges Üben in der Praxis bringt die erforderliche Sicherheit.

Der Patient befindet sich in der Behandlungsposition; Kopf und Füße liegen auf gleicher Höhe. Der Patientenkopf wird nach unten gesenkt und nach rechts zur Zahnärztin beziehungsweise zum Zahnarzt gedreht. Die Unterkieferzahnreihe ist schwach nach distal geneigt.

Die Zahnärztin beziehungsweise der Zahnarzt sitzt in der Neun- bis Zehn-Uhr-Position. Die Kuppe des Mittelfingers stützt sich auf den mesialen Nachbarzähnen ab, oder Ring- und kleiner Finger liegen mit den Außenflächen ihrer mittleren Glieder außen dem Unterkiefer an.

Die Assistenz sitzt in der Ein- bis Zwei-Uhr-Position. Ihre Oberarme liegen bei hängenden Schultern locker dem Oberkörper an. Die rechte Hand führt die Saugkanüle von rechten Mundwinkel her in den Mund ein. Der rechte Handballen stützt sich am Patientenkopf ab. Die Kanülenöffnung befindet sich lingual des zu präparierenden Zahns im Abstand von etwa einem Zentimeter zum Zahn. Die Zunge des Patienten wird, ohne zu starken Druck auszuüben, mit dem vorderen Teil der Kanüle abgehalten. Die linke Hand der Assistenz hält die Wange des Patienten mit kurz gefasstem Abhalter oder Mundspiegel ab. Der linke Handballen und der kleine Finger stützen sich außen am Unterkiefer des Patienten ab.

Hand, die die Turbine oder den Mikromotor führt, und der Unterarm sind wie Leitschienen für das Aerosol [31]. Das Aerosol wird von unten her emporgeschleudert und zwischen dem unten abstehenden Schutzschild und dem Gesicht zu Mund und Nase geleitet; dies muss unbedingt vermieden werden. Ein solches Schutzschild ist nur akzeptabel, wenn darunter Mund und Nase durch eine korrekt anliegende Mund-Nasen- beziehungsweise ein Atemmaske geschützt sind. Dieser Doppelschutz von Maske und Schild wird nicht selten beim maschinellen Entfernen von Zahnbelägen genutzt, um die oft massiven Verschmutzungen auf dem Schild zu fixieren und nicht auf die Maske gelangen zu lassen.

Mundspüllösungen

Spült und gurgelt der Patient vor der Behandlung seinen Mund und Rachen mit desinfizierender Flüssigkeit (orale Antiseptika), wird sich der Keimgehalt im Speichel, auf der Schleimhaut und im Aerosol vermindern lassen [32, 33]. Dabei sollte die Spüllösung soweit wie möglich in den Rachen gelangen. Ein Bericht der Zahnärztekammer Nordrhein [34] vermittelt die Aussage, dass sich folgende antivirale Mundspüllösungen als besonders effektiv gegen das SARS-CoV-2 erwiesen haben: Listerine® cool mint (in Drogerien und Supermärkten zu bekommen) sowie Dequonal® und iso-Betadine® Mundwasser 1% (in Apotheken erhältlich). Besonders wirksam ist Octenisept® (persönliche Mitteilung



Abb. 1 Situation bei einer Behandlung im linken Unterkiefer. (Mit freundl. Genehmigung der Quintessenz Verlags-GmbH [3])



Abb. 2 Situation der Assistenz bei einer Behandlung im linken Unterkiefer, bevor der Zahnarzt sein Übertragungsinstrument an den zu präparierenden Zahn heranzuführt. (Mit freundl. Genehmigung der Quintessenz Verlags-GmbH [3])

Prof. Dr. Lutz Jatzwauk). Vermutlich werden zukünftig weitere Mittel genannt werden.

Arbeitsplatzschutz und allgemeine Regeln der Nichtkontamination

Die Aerosolwolke überflutet die vor dem Patienten befindlichen Flächen des Behandlungsgerätes, besonders den Schwebetisch über der Brust des Patienten. Deshalb sollen hier keine Instrumente, Behälter für Watte und Medikamente, Ständer mit rotierenden Instrumenten, Flasche mit Kältespray und dergleichen *dauernd* aufbewahrt werden.

Der Schwebetisch ist als gemeinsame Ablagefläche für Zahnarzt und Assistenz arbeitssystematisch fast unentbehrlich [3]. Vor der Behandlung ist der Schwebetisch leer. Die für die vorgesehene Behandlung notwendigen Instrumente und sonsti-

gen Arbeitsmittel werden auf den Schwebetisch gelegt. Nach der Behandlung muss alles, was sich auf dem Schwebetisch befindet, abgeräumt und der Instrumentenaufbereitung zugeführt oder in den Abfall gegeben werden. Die Flächen des Behandlungsplatzes, die durch die mit Tröpfchen beladene Aerosolwolke kontaminiert sein könnten, sind je nach der Infektionsgefährdung zu desinfizieren.

Auch bei der Absaugtechnik sind die allgemeinen Regeln der Nichtkontamination [23, 35] einzuhalten. Dazu gehören ebenfalls die Greifdisziplin und das rationelle Instrumentieren [3]. Um Kontaminationen zu vermindern, sollen Lippe und Wangen des Patienten nicht mit ungeschützten Fingern abgehalten werden. Notwendig sind dünnwandige, flüssigkeitsdichte, allergenarme Handschuhe. Um einen Fingerkontakt erst gar nicht entstehen zu lassen, sollen zum Abhalten von Weichteilen möglichst Instrumente genutzt werden. Halten behandschuhte Finger speichelnasse Weichteile ab, ist immer eine (unbemerkte) Handschuhperforation zu bedenken. Deshalb sollen auch die behandschuhten Hände, soweit möglich, mit Instrumenten arbeiten. Dazu eignet sich ein spezieller Abhalter [3] oder ein Mundspiegel. Diese Instrumente werden zum Beispiel beim Abhalten von Ober- und Unterlippe sowie zum Abhalten der Zunge des Patienten in einer speziellen Greiftechnik geführt (ausführliche Darstellung: Hilger [3]).

Merke:

- Auch die behandschuhten Hände sollen möglichst mit Instrumenten arbeiten

Zahnärztliche Arbeitssystematik und -haltung

Aus dem Dargelegten wird die überragende Bedeutung der Absaugtechnik deutlich. Um diese erfolgreich anzuwenden, sind die Grundprinzipien der zweckmäßigen Patientenlagerung und des richtigen Sitzens von Zahnärztin, Zahnarzt und Assistenz einzuhalten (umfangreiche Informationen: Hilger [3]). Weiterhin gehören zur zahnärztlichen Arbeitssystematik das rationelle Instrumentieren (in der RKI-Richtlinie [23] als Schutz vor Kontamination genannt) sowie die spezielle Absaugtechnik bei Behandlung ohne Assistenz (Soloarbeit). Jatzwauk [36] bedauert zu Recht, „dass die praxiserprobten Absaugregeln heute nur noch ungenügend vermittelt werden.“ Wer die zahnärztliche Arbeitssystematik optimal anwenden möchte, findet Informationen in der Fachliteratur und in entsprechenden Fortbildungskursen (Informationen beim Verfasser).

FAZIT FÜR DIE PRAXIS

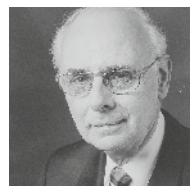
- Der Umgang mit luftgetragenen Infektionserregern ist für das zahnmedizinische Personal mit einem erheblichen Risiko verbunden. Dentale Aerosole müssen als potenziell infektiös und allergieauslösend angesehen werden.
- Die Absaug- und Haltetechnik ist als Kontaminationsprophylaxe ein wesentliches Element der hygienischen Arbeitssicherheit.

- Daneben ist die Anwendung weiterer Schutzsysteme notwendig. Hierzu zählen das Tragen von Augenschutz, das Tragen von und der richtige Umgang mit Schutzmasken, die Einhaltung der allgemeinen Regeln der Nichtkontamination sowie eine protektive zahnärztliche Arbeitssystematik.

LITERATUR

Das Literaturverzeichnis finden Sie im Beitrag auf www.springermedizin.de/der-freie-zahnarzt unter „Ergänzende Inhalte“.

KORRESPONDENZADRESSE



Dr. Richard Hilger
Ahlen 29, 51515 Kürten,
dr.r.hilger@t-online.de

Einhaltung ethischer Richtlinien-- Interessenkonflikt. R. Hilger gibt an, dass kein Interessenkonflikt besteht. Für diesen Beitrag wurden vom Autor keine Studien an Menschen oder Tieren durchgeführt. Für die aufgeführten Studien gelten die jeweils dort angegebenen ethischen Richtlinien.