

DURCHBLICK MIT LEICHTIGKEIT

Jochen Hegenbart

»» Die minimalinvasiven Techniken der modernen Zahnmedizin und der tägliche Behandlungsalltag in der Praxis fordern ein ständig wachsendes Niveau an Präzision und Kontrolle der Tätigkeiten. Systeme zum vergrößernden Sehen sind ein wichtiges und unumgängliches Instrument geworden. Mit dem wachsenden Markt in diesem Sektor wird es zunehmend umfassender, den Überblick und Durchblick über sinnvolle Lösungen und weniger Sinnvolles zu bewahren. Dieser Artikel versucht die wesentlichen Punkte beim Start in die Welt der Vergrößerung aufzuzeigen und eine „Checkliste“ für den Kauf einer Lupenbrille zu sein.

Die Ergonomie

Neben der Funktion der Vergrößerung bieten Lupenbrillen auch einen positiven Nebeneffekt, der dem gesamten Wohlbefinden, der Arbeitsergonomie und damit der „Altersfürsorge“ zugutekommt. Der mit Lupenbrille versorgte Behandler kann in einer entspannten, aufrechten Sitzhaltung arbeiten. Die Vergrößerung kann durch die Kombination von Fernrohr- und Lupensystem in fast beliebigen Arbeitsabständen erzeugt werden. Ein Behandler ohne Lupenbrille hingegen imitiert eine vermeintliche Vergrößerung meist alleine durch eine unergonomische Annäherung (siehe auch Abb. 1). Somit sorgt die neue Dimension durch Vergrößerung für ein faszinierendes Erlebnis, die neue Arbeitsergonomie für einen entspannten Arbeitstag und eine beschwerdefreie Freizeit und Zukunft.

Die Vergrößerung

Als Hauptmerkmal einer Lupenbrille gilt fast durchgängig der Faktor der Vergrößerung. Aber gerade in diesem Punkt widerspricht die Theorie häufig der Praxis. Die Vergrößerung ermöglicht dem Benut-

zer eine bessere Detailerkennung und öffnet die Tür in die Welt des Mikrokosmos eines ohne Hilfsmittel vielleicht detailarmen Objektes (siehe auch Abb. 2 und 3). Doch neben diesem unbestrittenen wichtigen Element sind weitere Faktoren eine Voraussetzung für eine funktionelle Anwendung von Vergrößerung.

Die Vergrößerung einer Lupenbrille kann durch zwei Typen von Lupensystemen erzeugt werden. Bisher waren die leichten Vergrößerungen bis etwa 3-fach durch die Gruppe der Galileischen Systeme und höhere Vergrößerungen durch Keplersche Systeme vertreten. Die Systeme nach Kepler sind vom optischen Aufbau wesentlich komplexer und besitzen durch die höhere Anzahl an optischen Komponenten auch ein höheres Gesamtgewicht. Ein hohes Gewicht führt zu einem unkomfortableren und zwangsweise eingeschränkten Nutzwert. Natürlich erfordern einige Anwendungen sehr hohe Vergrößerungsfaktoren und machen diese aufwendigen Systeme unumgänglich; doch wenn Gewicht optimiert werden kann, sollte dieses höchste Priorität haben. Denn kein Aspekt trägt mehr zu einem positiven Gesamteindruck bei als ein funktionelles und gleichzeitig komfortables Arbeitsinstrument. Die aktuelle Technik bringt diese wünschenswerte Kombination von hoher Leistung und dabei geringem Gewicht in greifbare Nähe. Neueste Modelle nach Galileischem Prinzip besitzen einen „Leistung/Gewicht-Quotienten“ von unter 1. Das bedeutet im praktischen Beispiel z.B. eine 3,3-fache Vergrößerung bei einem Gewicht von lediglich 32 Gramm für ein komplettes Lupensystem inklusive individuell mit Brillenstärke verglasbarer und ergonomisch justierbarer Schutzbrille. Diese Klasse von Lupenbrillen bringt die Leichtigkeit und Unbeschwertheit im Alltag unter vergrößertem Sehen von der Theorie zurück in die Praxis. Oberhalb dieser Vergrößerungen sind weiterhin die Kepler-Lupen die erste Wahl. Die Keplersche Bauart ermöglicht Vergrößerungen bis maximal 8-fach in der Zahnmedizin. Solche hohen Werte zeigen jedoch einige Handhabungsschwierigkeiten, wie extrem kleine Sehfelder, sehr kurze Arbeitsentfernungen und einen deutlich als Bildunruhe bemerkbaren Tremor des Benutzers, sodass eine sinnvolle Obergrenze bei etwa 6-facher Vergrößerung liegt. Der Einstieg in das vergrößerte Sehen sollte bei Lupenbrillen mit 2,0- bis 2,5-facher

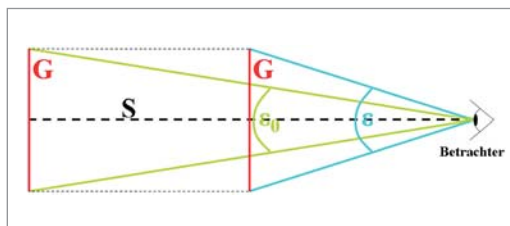


Abb. 1: Vergrößerung des Sehwinkels ϵ_0 zu ϵ durch Annäherung des Objektes G.



Abb. 2 und 3: Zahn 35, Downpack lingualer Kanal im Vergleich zwischen geringer und hoher Vergrößerung (Fallbeispiel von Dr. Tomas Lang, Witten/Herdecke).

Vergrößerung liegen, um den Umgang schrittweise zu erlernen.

Das Sehfeld

Zur sicheren Handhabung von Instrumenten und betrachteten Objekten unter Vergrößerung ist eine optimale Umfeldorientierung unabdingbar. Unter diesem Aspekt tritt die Sehfeldgröße als essenzieller Faktor in Erscheinung. Bei der Auswahl von Lupenbrillen sollte gerade hier ein besonderer Fokus gesetzt werden. Das Sehfeld ist das für jedermann sichtbare Ergebnis einer optimalen Konstruktion des Lupensystems. An diesem Punkt muss der Hersteller ein gesundes Gleichgewicht aus Vergrößerung, Baugröße und letztendlich dem Preis des Produktes schaffen. Ein großes und dabei rand-scharfes Sehfeld bei maximal anwendbarer Vergrößerung ist das höchste Ziel einer guten Lupenbrille. Dieses Ziel wird mit einem hohen technischen Aufwand und viel Erfahrung im Bereich optischer Konstruktion erreicht. Zur Reduktion von Randunschärfen kommen häufig auch Feldblenden im optischen System zum Einsatz. Durch dieses Abblenden werden jedoch keine Abbildungsfehler reduziert, sondern lediglich verdeckt. Daraus resultiert ein meist zu kleines Sehfeld. Eine gute Lösung ist eine maximal optimierte Optik mit möglichst großem Schärfefeld und einem sanften Übergang zu einer leicht unscharfen Peripherie. Dieses natürliche Sehfeld ähnelt dem Sehen des menschlichen Auges und verhilft dem Benutzer zu einer optimalen zentralen Sehschärfe mit einem großen Umfeld zur Orientierung. In der Peripherie wird keine absolute Schärfe zum Sehen benötigt, solange die natürliche zentrale Sehschärfe des Auges nicht limitiert wird. Der ohne Verlust scharf abgebildete Sehwinkel des menschlichen Auges beträgt aufgrund des 1,5 mm kleinen Durchmessers der Fovea centralis (Bereich schärfsten Sehens auf der Netzhaut) circa 4–5°. Auf eine Arbeitsentfernung von 350 mm gemessen bedeutet das einen scharfen Sehfelddurchmesser von etwa 25–30 mm. Dieser Wert sollte somit mit einer scharfen Abbildung durch ein optisches System immer erreicht werden. Je größer allerdings

das scharfe oder auch leicht unscharfe Umfeld ist, desto leichter und komfortabler gestaltet sich der Einstieg und die Gewöhnung an die Lupenbrille. Ein sogenannter Schlüsselloch-Effekt tritt auf, wenn der Wert der zentralen Sehschärfe des Auges von dem Schärfefeld der Lupenbrille unterschritten bzw. zu stark angenähert wird.

Die Arbeitsentfernung

Unter dem einführenden Punkt „Ergonomie“ wurde bereits auf die sekundäre Funktion einer Lupenbrille eingegangen. Um eine gesunde Arbeitshaltung zu ermöglichen, muss eine individuell optimale Arbeitsentfernung gefunden werden. Für die Festlegung sollte eine genaue Messung und Probe mit einem Testsystem am endgültigen Arbeitsplatz oder einem dementsprechenden Modell vorgenommen werden. Grundsätzlich kann eine ungefähre Vorauswahl getroffen werden. Persönliche anatomische Besonderheiten und räumliche Gegebenheiten beeinflussen aber zusätzlich das letztendliche Er-



Abb. 4: Ergonomische Arbeitshaltung mit Lupenbrille und LED-Beleuchtung.

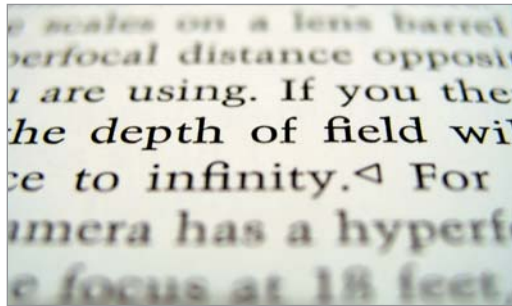


Abb. 5: Exemplarische Darstellung der Schärfentiefe.

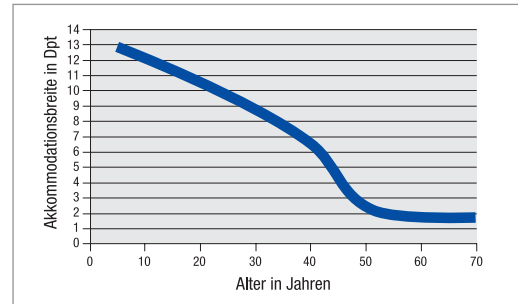


Abb. 6: Akkommodation in Abhängigkeit vom Lebensalter.

gebnis. Wie so oft ist eine perfekte Lösung in der Realität nicht zu erreichen. Es sollte aber ein guter Kompromiss aus aufrechter, ergonomischer Sitzhaltung und der Neigung von Blick und Halswirbelsäule erzielt werden. Das führt zwangsläufig zu einer Beurteilung der korrekten Sitz- und Behandlungshöhe. Sind diese korrekt eingestellt, muss die Justage einer Lupe in Summe aus vertikaler Inklination der optischen Achsen der Optiken und der Blickneigung zu einer bequemen Arbeitshaltung führen. Im Einzelnen bedeutet das die Vorgabe, aber auch die Verstellbarkeit der Inklination in einem physiologisch zu erreichenden Bereich. Die Anatomie des Lidhebers im Muskelapparat des Auges gibt eine individuell variable maximale Senkung des Blicks von etwa 40° vor. Für eine bequeme und ausdauernde Blicksenkung sollten jedoch nicht mehr als $2/3$ dieses Wertes genutzt werden, da ansonsten Ermüdungserscheinungen eine konzentrierte Behandlung einschränken. In der Regel wird somit ein Verstellbereich von etwa $15\text{--}30^\circ$ eine gute Lösung sein. Die verbleibenden $15\text{--}25^\circ$ müssen durch die Neigung der Halswirbelsäule übernommen werden. Wünschenswert wäre sicherlich ein Verzicht auf diesen Kompromiss, dies ist jedoch bei klassischen Lupe Brillen technisch nicht möglich. Im Vergleich zur Behandlung ohne Lupe stellt dieser Kompromiss aber ein hohes Maß an Zugewinn einer ergonomischen Arbeitshaltung dar (siehe auch Abb. 4).

Die Schärfentiefe

Neben den relevanten Angaben zu einer Lupe werden in Produkthinweisen häufig Werte von Schärfentiefen oder der gleichbedeutenden Tiefenschärfe genannt. Dieser Wert ist jedoch sehr streng von der grundlegenden Physik abhängig (siehe auch Abb. 5). Da jedem optischen System dieselben physikalischen Gesetzmäßigkeiten zugrunde liegen, bleibt als wesentlicher Unterschied für eine Differenz an Schärfentiefe der „Faktor Mensch“ als Ursache (siehe auch Abb. 6). Hier entscheidet hauptsächlich die maximal erreichbare Akkommodationsbreite des Benutzers und die durch Umgebungs- und Behandlungsbeleuchtung entstehende Pupillengröße über

die zur Verfügung stehende Schärfentiefe einer Lupe. Letztendlich kann damit Folgendes gelten: Je höher die Vergrößerung, desto geringer der nutzbare Schärfenbereich.

Die Beleuchtung

Im Zusammenhang mit Vergrößerung muss auch immer von einer qualitativ und quantitativ hochwertigen und vor allem geeigneten Lichtquelle gesprochen werden. Mögliche Technologien sind z.B. Halogen- und Xenonquellen, die per Lichtleiter und fokussierbarer Kondensor-Optik ihr Kaltlicht zum betrachteten Objekt senden. Seit einiger Zeit haben sich jedoch mobile und leichte LED-Beleuchtungen im Markt etabliert, die sich der Leistung der ortsfesten Kaltlichtquellen immer mehr annähern. Die LEDs neuester Generation verfügen über eine tageslichtähnliche Lichtqualität und bieten mit ihren bedienungsfreundlichen Akkus Standzeiten von vielen Stunden. So werden Farbtemperaturen von etwa 5.500 K mit einer Beleuchtungsstärke von über 24.000 Lux bis zu acht Stunden Betriebszeit unter Vollast erreicht. Wichtiger noch als die Lichtmenge ist die Ausstrahlungsrichtung des zur Verfügung stehenden Lichtes. Je näher sich die Lichtquelle an den optischen Achsen der Lupe befindet und damit der Blickrichtung des Benutzers befindet (siehe auch Abb. 4), desto weniger Schatten werden in Kavitäten erzeugt. Eine solche paraxiale Beleuchtung ist jeder konventionellen Behandlungslampe in der Detaildarstellung überlegen.

Fazit

Der Markt bietet eine Vielzahl hochwertiger Produkte zum Thema „Lupe & Licht“. Der Weg zu einer individuell angepassten Lösung ist somit lediglich eine Frage der Orientierung in der Flut von Angeboten. Um diesen Weg und die Lupe selbst so leicht und angenehm wie möglich zu halten, wird empfohlen, sich von kompetenten Partnern mit Erfahrung in allgemeiner Augenoptik und des guten Sehens in der Medizin beraten zu lassen. <<<

KONTAKT

JADENT – Dentalvertrieb
und JALENS GmbH & Co. KG
Ihr Optiker im WIZ
Ulmer Str. 124
73431 Aalen
Tel.: 0 73 61/37 98-22
Fax: 0 73 61/37 98-11
E-Mail: jalens@jadent.de
www.jadent.de