

Alles hell – oder was?

Gutes Licht im Dentallabor ist mehr als nur viele Watt

Von Wolf H. Knipfer

Seit vielen Jahren gibt es DIN-Normen über die Beleuchtung im Dentallabor und in der Zahnarztpraxis. Wie so manche andere Normen leiden auch diese in der Praxis nicht selten unter kläglicher Mißachtung, was viele - oft verständliche - Gründe hat:

- Normen werden von Planern oft nur bei Neubauten berücksichtigt
- Elektroinstallateure kennen die entsprechenden Normen für Beleuchtung in Dentallabors nicht gut genug.
- Vom Inhaber bzw. Leiter des Dentallabors können solche Fachkenntnisse nicht erwartet werden - er wird mit Recht nur versuchen, so sparsam wie möglich zu investieren.

Nicht zuletzt ist gute Beleuchtung nicht billig - und gerade dies führt in der heutigen Zeit zu mangelhaften Lösungen.

Wir wollen deshalb - unabhängig von allen normativen Regelungen - einmal aufzeigen, weshalb eine der Sehaufgabe angemessene gute Beleuchtung für die Arbeit im Labor so wichtig ist, daß man sich auch ohne gesetzlichen Zwang gründlich damit beschäftigen sollte.

Wie die nebenstehende Grafik zeigt, sind für eine gute Beleuchtung eine ganze Reihe von Faktoren entscheidend, die teilweise durch Investition in die geeigneten Leuchten und Leuchtmittel und teilweise durch eine optimale Anordnung der Leuchten beeinflusst werden.

Sehleistung

Langfristiges hochkonzentriertes Arbeiten mit kleinen und kleinsten Gegenständen erfordert ein ausreichendes **Beleuchtungsniveau**. Im Dentallabor muß dies an manchen Arbeitsplätzen um ein vielfaches höher sein als z.B. an einem Büro- oder Bildschirmarbeitsplatz. Hinzu kommt, daß die Sehkraft des

Menschen im Alter nachläßt, sodaß insgesamt heute wesentlich höhere Lichtstärken am Dentalarbeitsplatz angemessen sind als man noch vor zehn Jahren glaubte. In der Praxis sind heute an den wichtigsten Arbeitsplätzen Lichtstärken von mindestens 2.000 Lux empfehlenswert, auch wenn die entsprechende DIN-Norm je nach Arbeitsplatz nur 1.000 bis 1.500 Lux fordert.

Übrigens ist hier Lux nicht mehr wie Lux von früher. Das in den Beleuchtungsnormen angewandte Konzept hat sich geändert: Vereinfacht ausgedrückt besagt das neue Konzept des „Wartungswerts“, daß die Norm-Lichtstärke zu keinem Zeitpunkt unterschritten werden darf, während man früher von einem Durchschnittswert ausging.

Genau so wichtig ist es, durch geeignete Leuchten und ihre Anordnung dafür zu sorgen, die Blendung am Arbeitsplatz - an dem ja mit Keramik, Kobalt-Chrom-Legierungen, Gold usw. glänzende und blendende Werkstoffe eingesetzt werden - möglichst zu verringern oder gar zu eliminieren. Moderne Dentalleuchten, richtig angeordnet, können eine **Blendungsbegrenzung** erreichen, wobei eine entsprechende Kombination von Decken- und Tischleuchten ideal ist. Eine Beratung ist hier in jedem Fall empfehlenswert.

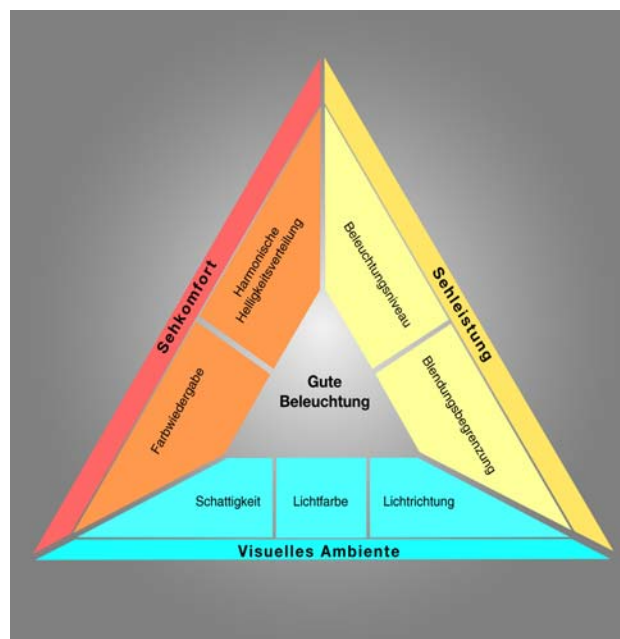


Abbildung 1:

Sehkomfort

Eine sinnvolle Kombination aus Decken- und Arbeitsplatzleuchten ist auch deshalb angebracht, weil so eine **harmonische Helligkeitsverteilung** erreicht wird. Ein zu großer Unterschied des allgemeinen Beleuchtungsniveaus zur Lichtmenge am Arbeitsplatz führt zu starker Ermüdung der Augen mit der Möglichkeit gesundheitlicher Folgen, aber auch des Konzentrationsverlusts. Gerade diese Aspekte sind - auch unter den Aspekten der berufsgenossenschaftlichen

Arbeitsplatznormen - zu beachten.

Auch das **natürliche Tageslicht** muß in die Beleuchtungsplanung mit einbezogen werden und trägt

ganz erheblich zum Wohlbefinden und zur Konzentrationsförderung bei. Achten Sie aber bei der Anordnung der Arbeitsplätze hier ganz besonders auf **Blendfreiheit** und ein geeignetes Zusammenspiel von künstlicher und natürlicher Beleuchtung – schließlich ist es in unseren Breiten im Winter ja leider mehr dunkel als hell.

Lichtfarbe und Farbwiedergabe

Die Wichtigkeit dieses Aspekts der Beleuchtung ist kaum zu unterschätzen – und doch wird hier oft am meisten gesündigt, häufig aus Unkenntnis oder aus Kostengründen. Das kann sogar dazu führen, daß hervorragend konzipierte Beleuchtungsanlagen im Laufe der Jahre immer schlechter werden.

Die verwendete Lichtfarbe und die Güte der eingesetzten Leuchtmittel sind in einigen Bereichen des Labors geradezu entscheidend für die abgelieferte Arbeitsqualität. Diese Bereiche sind hauptsächlich

- Farbnahme am Patienten
- Anfangs- und Endkontrolle
- Zahnauswahl und Weißabgleich
- Kunststoffverblenden
- Keramik

Hier sollten nicht nur die Normen, sondern auch und vor allem der gesunde Menschenverstand des Unternehmers für beste und der Sehaufgabe angepaßte Beleuchtung sorgen.

Um dies richtig verstehen zu können, müssen wir ein wenig ausholen und uns an den Physikunterricht unserer Schulzeit erinnern.

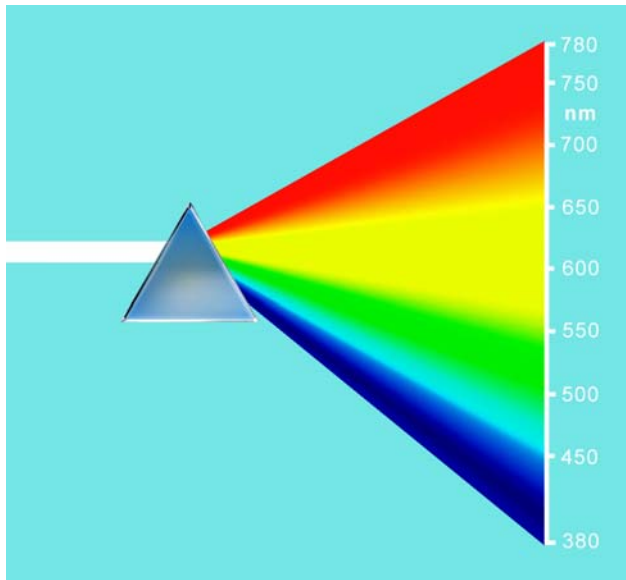


Abbildung 2:

Newton entdeckte, dass weißes Licht Farben enthält. Richtet man (Abb. 2) ein enges Lichtbündel auf ein Glasprisma und projiziert die austretenden Strahlen auf eine weiße Fläche, so wird das farbige Lichtspektrum sichtbar.

In einem weiteren Versuch drehte Newton das Ganze um und richtete die farbigen Strahlen auf ein weiteres Prisma. Und siehe da: es entstand wieder weißes Licht (Abb. 3)

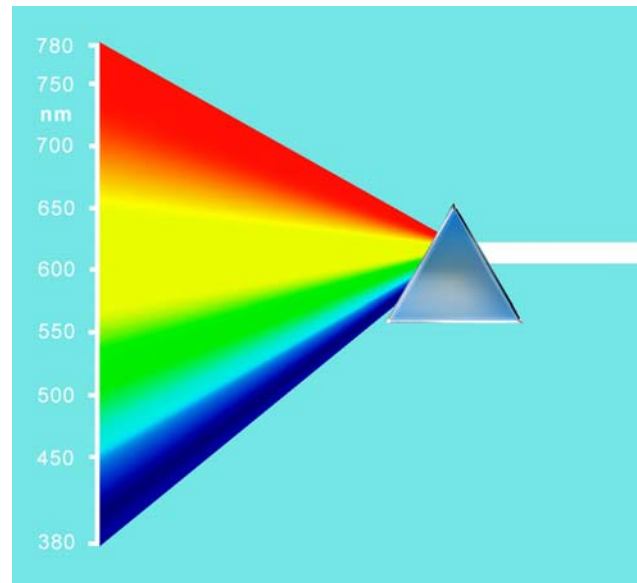


Abbildung 3:

Wie die Grafiken zeigen, gehört zu jeder Wellenlänge des Lichts ein bestimmter Farbeindruck. Vom kurzwelligen Violett über Blau, Grün, Gelb, Orange und Rot weist das Spektrum des Sonnenlichtes einen kontinuierlichen Übergang auf.

Farben oder farbige Gegenstände werden nur farbig gesehen, wenn im Spektrum der Lichtquelle auch diese Farben vorhanden sind!

Zerlegt man z.B. das künstliche Licht einer Leuchtstoffröhre (Abb. 4), so wird deutlich, dass je nach Typ der Lampe die einzelnen Spektralfarben mehr oder weniger wiedergegeben werden. Je besser die Qualität des Leuchtmittels, umso gleichmäßiger zeigt sich das Spektralbild.

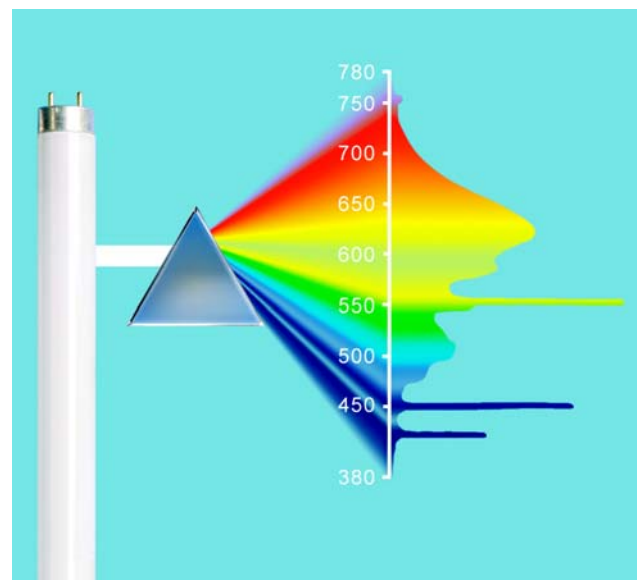


Abbildung 4:

Die Lichtfarbe der Lampen

Die Lichtfarbe einer Lampe wird mit ihrer Farbtemperatur, ausgedrückt in Kelvin (K), beschrieben. Kelvin ist eine Temperaturskala, die beim absoluten Nullpunkt (-273°C) beginnt. Warum Farb-„Temperatur“? Man vergleicht mit der Farbe eines idealisierten sog. „schwarzen Strahlers“, z.B. aus Platin, der langsam erhitzt wird. Irgendwann beginnt er zu glühen und durchläuft dabei die Farbskala von dunkelrot bis blauweiß. Die Temperatur wird jeweils gemessen und die dabei entstehende Farbe mit der Lichtquelle verglichen.

Die Norm teilt nun die Lichtfarben der Lampen in drei Gruppen ein:

- warmweiß < 3.300 K
- neutralweiß 3.300 - 5.300K
- tageslichtweiß > 5.300 K

In den farbkritischen Bereichen sollte im Labor ausschließlich tageslichtweiß eingesetzt werden!

Die Lichtfarbe ist aber nur eines von zwei Kriterien, die für die Beurteilung einer Lampe (d.h. in unserem Falle einer Leuchtstoffröhre) wichtig ist.

Das Licht von Lampen mit gleicher Lichtfarbe kann eine völlig unterschiedliche spektrale Zusammensetzung haben und deshalb auch eine unterschiedliche Farbwiedergabe. Es ist nicht möglich, aus der Lichtfarbe einer Lampe auf die Qualität ihrer Farbwiedergabe zu schließen.

Korrekte Farbwahrnehmung auch bei künstlichem Licht ist in zahntechnischen Labors unabdingbar! Sie entsteht nach dem oben gesagten durch eine Wechselwirkung zwischen der Farbe des betrachteten Gegenstandes und der spektralen Zusammensetzung der Lichtquelle(n).

Vereinfacht ausgedrückt: **Aus je mehr Farben das Spektrum der Lampe gemischt ist, umso besser und genauer ist die Farbwiedergabe über das gesamte Spektrum.**

Hochwertige Leuchtstoffröhren setzen ihr Weiss aus mindestens fünf Farben zusammen und erreichen damit eine sehr gute Farbwiedergabe.

Zur Bestimmung der Farbwiedergabequalität wird der „allgemeine Farbwiedergabe-Index R_a “ verwendet. Dieser Index kennzeichnet das Maß der Übereinstimmung der Körperfarbe mit ihrem Aussehen unter der jeweiligen Bezugslichtquelle. Eine Lichtquelle mit $R_a = 100$ lässt also alle Farben identisch mit der Bezugslichtquelle erscheinen.

Für die Praxis ist letztlich nur interessant, dass sich die meisten Lampenhersteller auf ein Kennzeichnungssystem geeinigt haben, das in einer dreistelligen Zahl beide Qualitätskriterien zusammenfasst:

Ziffer	Ra-Bereich	Lichtfarbe	Farbtemp. In Kelvin
1. Ziffer		2.+3. Ziffer	
9	90 - 100	27	2700 K
8	80 - 89	30	3000 K
7	70 - 79	40	4000 K
6	60 - 69	50	5000 K
5	50 - 59	55	5500 K
4	40 - 49	60	6000 K
		65	6500 K

Wenn also - z.B. am Keramikplatz - eine Tageslichtlampe mit erstklassiger Farbwiedergabe gefragt ist, sollte diese Lampe bzw. ihre Beschreibung Zahlen wie 950, 954, oder 960 aufweisen. Anders ausgedrückt:

In lichtkritischen Bereichen des Dentallabors sollten nur Röhren mit $R_a > 90$ und einer Lichtfarbe zwischen 5.300 und 6.000 K eingesetzt werden.

Früher wurde auch 965 noch akzeptiert, dies ist aber für das Dentallabor von heute i.d.R. bereits zu blau.

Ein weiterer Punkt: Tageslichtlampen und besonders Vollspektrum-Tageslichtlampen können objektiv und subjektiv nicht immer den gleichen Helligkeitseindruck erwecken wie z.B. eine Röhre vom Typ 865. Das Vorstehende sollte aber gezeigt haben, daß Helligkeit nicht alles ist - eine möglichst naturgetreue Farbwiedergabe ist mindestens ebenso wichtig.



Abbildung 5: Unterschiedliche Farbwiedergabeeigenschaften führen trotz gleicher Lichtfarbe zu unterschiedlichen Farbwahrnehmungen. Wenn im Spektrum der Lampen (rechts) wenig Rot vorhanden ist, werden rote Farben nur unvollkommen wiedergegeben.

Flimmern und stroboskopische Effekte

Flimmern der Leuchtmittel verursacht Störungen und kann physiologische Effekte wie Kopfschmerzen hervorrufen.

Das Flimmern wird bei herkömmlichen Leuchten (zu erkennen an den zylinderförmigen kleinen Startern) dadurch hervorgerufen, dass das Gasgemisch in der Röhre mit der Frequenz des elektrischen Netzes, - also 50 x pro Sekunde - gezündet wird. Viele Menschen nehmen dies noch wahr und erleben einen ähnlichen Effekt wie bei flimmernden Fernsehgeräten. Der Standard von heute ist die Ausrüstung mit **elektronischen Vorschaltgeräten (EVG)**, die die Zündfrequenz in den Bereich von 30 Khz anheben und damit absolut flimmerfrei sind. Tischleuchten mit Kompakt-Leuchtstofflampen sind heute grundsätzlich, Leuchten mit stabförmigen Leuchtstofflampen oft noch nicht mit EVGs ausgerüstet. Die Alternative zur Anschaffung neuer Leuchten ist in diesem Fall die relativ preiswerte Nachrüstung mit EVGs, die jeder Elektriker durchführen kann.

Wartung der Beleuchtungsanlagen

Die Beleuchtungsstärken sind über den Betriebszeitraum nicht konstant. Im Laufe der Zeit nimmt die Stärke durch Alterung der Röhren, Verschmutzung usw. ab. Da der sog. „Wartungswert“, d.h. die Mindestbeleuchtungsstärke am Arbeitsplatz nicht unterschritten werden soll, ist eine Beleuchtungsanlage regelmäßig zu warten. Die wichtigsten Wartungsmaßnahmen sind

- ➔ regelmäßige Reinigung der Leuchten und Reflektoren sowie
- ➔ regelmäßiger Austausch der Leuchtmittel

Die Europanorm DIN EN 12464-1 definiert hier ein relativ komplexes Wartungssystem. Wer mag, sollte sich damit beschäftigen. Für die Praxis gilt als Minimalanforderung der folgende Leitsatz zur Instandhaltung von Beleuchtungsanlagen:

Die Beleuchtungsstärke verringert sich durch Alterung und Verschmutzung von Lampen und Leuchten, der Raumbegrenzungsflächen und der Oberflächen der Einrichtung. Deshalb sind die Beleuchtungsstärken an den Arbeitsplätzen zu überprüfen. Die Anlage muss spätestens dann gewartet werden, wenn der Wartungswert nach DIN 12464-1 unterschritten wird.

Unter Umständen ist es wirtschaftlicher, nach einer bestimmten Betriebsdauer den Lampenwechsel in Gruppen vorzunehmen und gleichzeitig die Reinigung durchzuführen.

Beim Ersatz von Lampen ist darauf zu achten, dass deren Lichtfarbe, Farbwiedergabeeigenschaften und Leistung die Mindestanforderungen an die lichttechnischen Güteermkmale erfüllen.

Wer also keine Lichtmessungen mit dem Luxmeter machen läßt, sollte zu festen Zeitpunkten alles tauschen.

Ratschläge für die Praxis

Zusammenfassend möchten wir deshalb folgende Vorgehensweise für das qualitätsbewußte Dentallabor vorschlagen:

1. Erstellen Sie ein **Beleuchtungs-Kataster**, in dem Sie jede Leuchte einzeln aufführen. Zu jeder Leuchte sollten Sie folgende Angaben notieren:
 1. Typ des Leuchtmittels mit allen relevanten Angaben wie Wattzahl, Lichtfarbe, R_a -Wert.
 2. Anschaffungs- bzw. Installationsdatum des Leuchtmittels.
 3. Geplante Lebensdauer (entweder aus dem Wartungsplan des Lichtplaners oder aufgrund der Angaben des Lampenherstellers über die Nutzlebensdauer).
2. Erstellen Sie einen **Wartungsplan** der Ihnen folgende Termine aufzeigt:
 1. Reinigungsintervalle für die Leuchten und Reflektoren (z.B. jährlich).
 2. Austauschintervalle für Leuchtmittel (z.B. alle zwei oder drei Jahre).

Bei gleichartigen Leuchten läßt sich dies natürlich zur Vereinfachung in Gruppen zusammenfassen

Eine Lichtquelle ist im guten Dentallabor ein Handwerkszeug - und Werkzeuge von Profis sollten so professionell wie möglich sein und professionell „in Schuss“ gehalten werden!

Licht und Umwelt

Leuchtstofflampen sind Sondermüll und gehören per Gesetz nicht in den normalen Haus- oder Glas-müll. Seit März 2006 gilt hierzu das neue „Elektroschrottgesetz“ ElektroG¹. Alle Leuchtstoffröhren können nun kostenlos bei den kommunalen Sammelstellen abgegeben werden. Die entsprechenden Entsorgungskosten werden seitdem beim Neukauf von Lampen mit entrichtet.

Wolf H. Knipfer
KMS Handel + Marketing
Abt. True Light®
Wolf.Knipfer@Tageslichtlampen.net

Bildnachweis:

FGL (alle Abbildungen)

Literatur:

1. FGL-Heft 1 „Die Beleuchtung mit künstlichem Licht“
2. 12464 Planungshilfe (Trilux-Lenze GmbH + Co. KG 2004)
3. DIN EN 12464-1 „Licht und Beleuchtung - Arbeitsstätten in Innenräumen“
4. DIN 67505 „Beleuchtung zahnärztlicher Behandlungsräume und zahntechnischer Laboratorien“

¹ Gesetz über das Inverkehrbringen, die Rücknahme und die umweltverträgliche Entsorgung von Elektro- und Elektronikgeräten