

# Lichttechnik für Ästhetik und Gesundheit

## Die Entwicklung einer Reflektor-Optik für die Photoepilation mit einer hochenergetischen Blitzlampe

Li6T40\_Meissner\_Hei

Andreas Meißner

Auch wenn lichttechnische Auftragsentwicklungen oft nur einen kleinen Teil der gesamten Entwicklungsarbeit bei Projekten und Produkten ausmachen, so entscheidet ihre Qualität doch wesentlich über das Gelingen des gesamten Projektes mit. Nachfolgend soll am Beispiel der Entwicklung einer Reflektor-Optik für ein Photoepiliergerät mit Blitzlampe aufgezeigt werden, wie lichttechnisches Spezialwissen und produktspezifisches, anwendungsbezogenes Know-how bei der Produktentwicklung ineinander greifen.

Dipl.-Ing. Andreas Meißner, Ingenieurbüro für angewandte Lichttechnik, Nordkirchen

Die Haarentfernung durch Lichtgeräte (Photoepilation) arbeitet nach dem Prinzip der »selektiven Photothermolyse«. Dabei werden die für das Haarwachstum verantwortlichen Zellstrukturen mit intensiv gepulstem Licht bestrahlt und so mit hoher Langzeitwirkung in ihrer Funktion gestört. Auch wenn ihre Wirkweise noch nicht bis in alle Details abschließend geklärt ist, haben sich die Parameter Wellenlänge und Impulsdauer des Lichts sowie verschiedene biologische Faktoren, wie z. B. Haarfarbe und Phase des Haarwachstumszyklus, als entscheidend für die Wirksamkeit der Photothermolyse herauskristallisiert.

Das Ingenieurbüro für angewandte Lichttechnik Andreas Meißner erhielt von der PULSE-lite GmbH den Entwicklungsauftrag für ein Reflektor-Optik-System. Es sollte in einem Photoepiliergerät mit hochenergetisch gepulstem Lichtsystem mit Blitzlampe (mit nicht kohärentem Licht) und einem breiten anwendungsbezogenem Wellenlängenspektrum zum Einsatz kommen.

Die komplette Behandlungseinheit teilt sich auf in eine stationäre Einheit zur Parameteranwahl und ein damit verbundenes Handgerät zur örtlichen Bestrahlung. Das Handgerät besteht aus der Reflektor-Optik mit Blitzlampe und Glasvorsatz, einer parametergesteuerten Kühlung und dem Impulsgeber. Die mit einem Lichtblitz (Impuls) durchsetzte Auflagefläche des Glasvorsatzes beträgt durchschnittlich 3 cm<sup>2</sup>. Um während der Therapie die Behandlungszone trotz des hohen Energiedurchsatzes nicht zu stark zu erwärmen, wird die Behandlung mit kühlendem Gel unterstützt. Durch geeignete Interferenzfilter wird dem Haar- und Hauttyp des Patienten sowie dem Schutz vor schädigender UV-Strahlung Rechnung getragen. Zur Auswahl stehen unterschiedliche Filter mit verschiedenen Wirkungsspektren, die den jeweils kürzeren Wellenlängenspektrum herausfiltern.

Die Aufgabe, ein neues Lichtsystem zur Photoepilation zu entwickeln, musste nach einer ersten Analyse als recht umfangreich bewertet werden. Neben der Hauptaufgabe müssen diverse Randbedingungen in Betracht

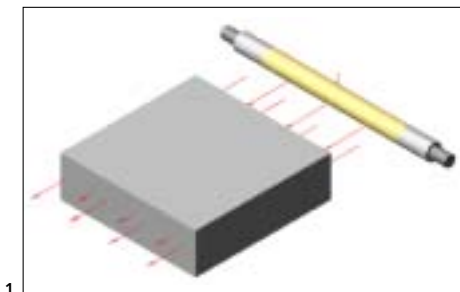
gezogen werden, die allesamt mit in den Entwicklungsprozess einfließen. Hierzu zählen insbesondere

- die Größe des Leuchtmittels,
- die (In)Homogenität der Lichtquelle,
- die Zündspannung,
- die Temperaturen,
- das Emissionsspektrum der Lampe,
- das Platzangebot für die Reflektor-Optik,
- die Wartungsfreundlichkeit hinsichtlich eines Leuchtmittelwechsels und
- das benötigte Wirkungsspektrum.

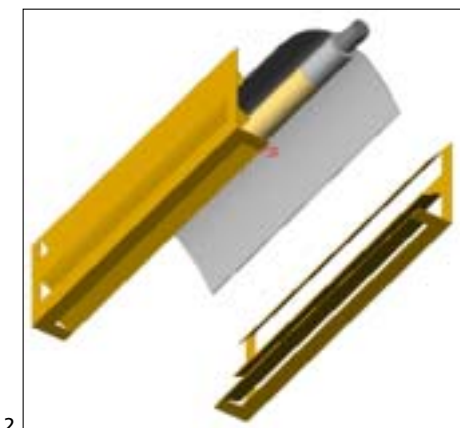
Aus der Tatsache, dass das Impuls-(Blitz-)licht nicht direkt in die zu behandelnde Hautpartie eingespeist wird, sondern zuerst in einen Glasvorsatz eingekoppelt werden muss, ergab sich der erste Konstruktionsparameter (Bild 1). Nur so kann die zu behandelnde Fläche gezielt angestrahlt und die notwendige Anwendersicherheit realisiert werden.

Das Licht der Blitzlampe, bzw. der impulsförmigen Entladungsstrecke, musste sehr genau in den Glasvorsatz gelenkt werden, um den größtmöglichen Strahlungsdurchsatz zu erzielen. Ein erster Konstruktionsansatz war, den Hauptreflektor ziemlich genau an den Glasvorsatz anzupassen. Bedingt aber durch die konstruktiven Vorgaben des Handgerätes, die elektrischen Parameter zum Lampenbetrieb, die nötige Reproduzierbarkeit der Reflektorherstellung und die angestrebte Wartungsfreundlichkeit (Filter- bzw. Lampenwechsel...) musste die Hauptoptik großzügiger dimensioniert werden. Um dennoch den maximalen Strahlungsdurchsatz durch den Glasvorsatz zu erreichen, wurde zusätzlich ein Backlight-System entworfen. Es reflektiert das vom gewünschten Strahlengang abgelenkte Licht und vereint es durch einen zweiten Focus wieder mit dem Hauptlichtstrom. Ohne dieses Backlight-System würde der effektive Wirkungsgrad bezogen auf die Bewertungsfläche circa 8 bis 10% geringer ausfallen. (Bild 2)

Neben der Reflektorgeometrie sind die allgemeinen Reflexionseigenschaften der Reflektor-Oberfläche und die spektrale Reflexion über dem gewünschten Wirkungsspektrum entscheidend für den Gesamtwirkungsgrad der Reflektor-Optik. Die falsche Farb- oder



1 Direkte Einkopplung des Lampenlichtes in die Glasabdeckung



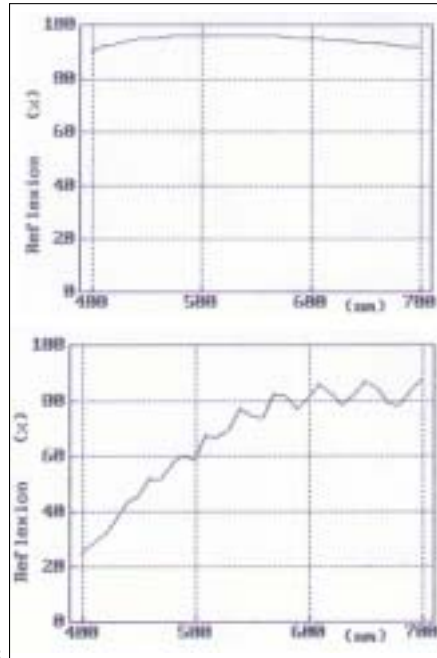
2 Die Dimensionen des Handgerätes erforderten neben der Hauptoptik den Einsatz eines zusätzlichen Reflektors, um Verluste bei der Lichtleistung zu minimieren

Materialauswahl kann hier dazu führen, das ein für die Behandlung benötigtes Wirkungsspektrum nicht oder nur im geringen Umfang zur Verfügung steht bzw. reflektiert wird. Andererseits ist es natürlich auch möglich, durch die spezielle Konfektion dieser Parameter bestimmte Wellenlängen nur im geringen Maße in den Reflexionsprozess einzubinden. (Bild 3)

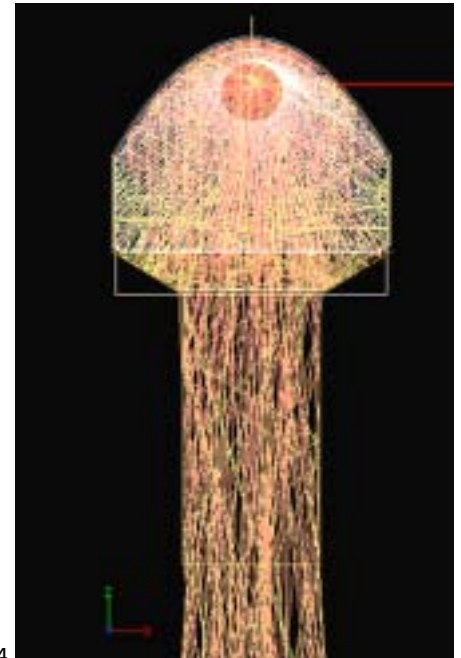
Aufgrund der sehr großen Betriebsleistung von circa 94/188 Watt (luftgekühlt / zwangsgekühlt) und der geringen Abmessungen der Blitzlampe (Länge etwa 80 mm bei 4 mm Durchmesser) durfte die Reflektor-Optik auch unter thermischen Gesichtspunkten nicht zu klein ausgeführt werden. Bewertet über die gesamte Entladungsstrecke der Blitzlampe ergibt sich eine Leistung von 1,88 bis 3,76 W/mm. Das Backlight-System bot eine optimale Möglichkeit, die entstehende Wärmelast abzuführen. Durch die definierten Flächenabkantungungen aus dem Vollmaterial entstehen produktionsbedingt Aussparungen im Material, die gezielt für die Belüftung des gesamten Systems genutzt werden können.

Da die impulsgeführte Entladungsstrecke der Blitzlampe nicht mit einer herkömmlichen Lampe zu vergleichen ist, verhält sich die emittierte Strahlung auch nicht wie die aus einer homogenen Lichtquelle. Das heißt, die gesamte Reflektoroptik kann dieses »Blitzlicht« nur bedingt lenken. Als problematisch muss vor allem die »Unschärfe« des Lichtimpulses beim Strahlengang durch den Glasvorsatz bewertet werden. Um zu verhindern, dass Licht an den Seitenflächen des Glasvorsatzes vorzeitig austritt, sind diese Flächen mit einer aufgetragenen Reflexionsschicht versehen. So wird das gesamte Licht kanalisiert und der Behandlungsfläche zugeführt. (Bild 4)

Neben der rein mathematischen Bewertung zur Effektivitätsprüfung und Quantifizierung der Strahlungsleistung auf der Behandlungsfläche, bietet sich eine visuelle Kontrolle anhand von Simulationen in jedem Entwicklungsstadium an, um Korrekturen bzw. Anpassungen durchzuführen. Hierdurch werden z. B. auch kostenintensive Muster und Modelle eingespart. (Bild 5)



3 Annähernd gleichbleibende Reflexionseigenschaften im gesamten Spektrum (oben) und verminderte Reflexion im unterem Spektrum (unten)



4 Visualisierung des Strahlengangs in der optimierten Reflektor-Optik und durch den Glasvorsatz

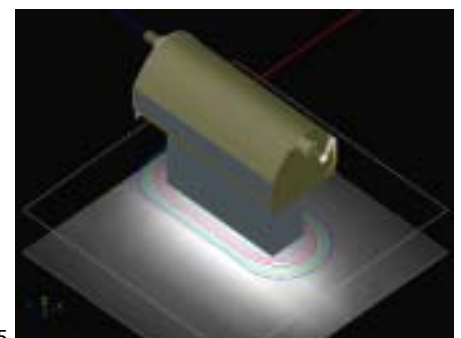
**Fazit**

Die Grundlage jeder guten Reflektor-Optik-Entwicklung ist die genaue Kenntnis der Rahmenbedingungen. Je gründlicher die Konstruktionsparameter analysiert werden können und je intensiver die Einarbeitung in das spezifische (Licht-)Thema möglich ist, desto größer ist auch der Erfolg für den Auftraggeber. Eine rechtzeitige und gute Zusammenarbeit mit allen am Projekt beteiligten Entwicklern aus Konstruktion, Design und Elektronik ist und bleibt entscheidendes Erfolgskriterium.

**Literatur**

[1] Perking, Elmer: Intense Pulse Light for Cosmetic & medical Applications, 2004  
 [2] Sadick, Shea, Buchette, Prieto: High-intensity flashlamp Photoepilation, 1999  
 [3] Drossner, M.: Epilation mit Blitzlicht, 1999  
 [4] Raulin, C.; Greve, B.: Aktueller Stand der Photoepilation; Zeitschrift »Hautarzt«, 2000.51; Seite 809 – 817

5 Visuelle Kontrolle der Entwicklungsergebnisse



5