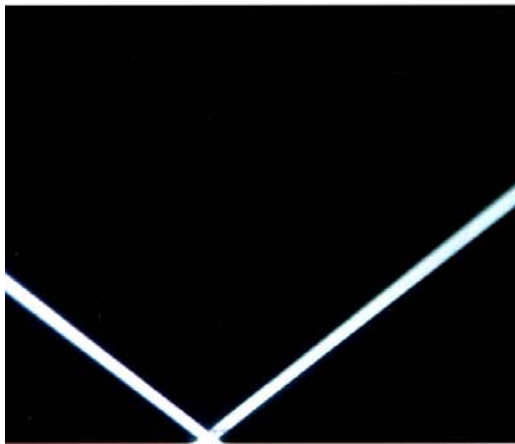


# Hocheffiziente

# R Reflektoroberflächen

und ihre Bedeutung in der aktuellen Lichttechnik



Die meisten der technischen und auch der ergonomischen Mindestanforderungen an die Beleuchtung von Arbeitsstätten werden heute in der DIN EN 12464-1 und der BGI 856 dargestellt. Den Anforderungen der in DIN EN 12464 unter Pos. 4.9 aufgeführten Energiebetrachtung gerecht zu werden, ist auch Motivation für die Entwicklungsabteilungen der Industrie, die Effizienz von Beleuchtungssystemen und somit auch von Reflektoroberflächen ständig zu verbessern. Eine Motivation, die mit steigenden Energiepreisen an Bedeutung gewinnt.

Die DIN gibt im entsprechenden Punkt folgendes an: Eine Beleuchtungsanlage sollte die Beleuchtungsanforderungen eines bestimmten räumlichen Bereiches erfüllen, ohne Energie zu verschwenden. Es ist jedoch wichtig, hierbei keinen Kompromiss zu Lasten der lichttechnischen Güteermere der Beleuchtung einzugehen, nur um den Energieverbrauch zu senken. Dies erfordert den Einsatz von geeigneten Beleuchtungssystemen, Steuerungs- bzw. Regelungs-Einrichtungen sowie die Nutzung des verfügbaren Tageslichtes.

So veränderte sich die Lichttechnik der für Arbeitsbereiche noch immer an Effizienz führenden Fluoreszenzlampe von opalen und prismatischen Wannen, über weißlackierte Trapezblechreflektoren zu den hocheffizienten Reflektorsystemen aus veredeltem Aluminium. Doch welche Bedeutung hat diese Reflektortechnik heute und für die Zukunft? Um dies einschätzen zu können, sind einerseits sicher die alternativen aktuellen Techniken der Leuchtengestaltung in

Betracht zu ziehen, andererseits müssen die bekannten und untersuchten Einflüsse auf unsere Leistungsfähigkeit in der Wahrnehmung Berücksichtigung finden und letztendlich kommt dem Faktor Energieeffizienz eine wachsende Bedeutung zu.

Mit neuen Mikrostruktur-Materialien der Lichtleittechnik erleben Wannenleuchten eine Renaissance und auch völlig neu gestaltete Lichtleitlösungen sind möglich. In Kombination mit Aluminiumreflektoren sind statt der früher üblichen 40-50% Betriebswirkungsgrade um die 70% möglich. Diese Resultate wie auch die Möglichkeiten der Lichtverteilung bleiben jedoch weiterhin hinter den Ergebnissen der modernen Aluminium-Reflektortechnik zurück.

Doch erst im Verhältnis der genannten Anforderungen zu den Trends der Leuchtenmärkte und den steigenden Energiekosten gewinnt die Reflektortechnik wieder mehr und mehr an Bedeutung. Wobei es in dieser Form der Betrachtung nicht um die Diskussion von Messdaten, Mindest- oder Grenz-

werten gehen soll. Gleich welches Konzept gewählt wird, es sollten die Grundbedingungen der Norm erfüllt werden.

Ein grundlegender Unterschied der verschiedenen Beleuchtungskonzepte ist ihr unterschiedliches Verhältnis diffuser und gerichteter Beleuchtungsanteile. Die Vergangenheit hat zu extremen Anwendungen in der einen wie auch in der anderen Richtung geführt. Die Anforderungen an hohe Beleuchtungswirkungsgrade kombiniert mit höheren Anforderungen an die Entblendung, haben in den 80er und zum Teil auch noch in den 90er Jahren zu Lösungen extrem gerichteter Beleuchtung geführt. Den meisten sind die Lösungen mit so genannten BAP- oder Darklight-Leuchten bekannt. Bekannt ist dann auch der Begriff „Höhleffekt“, der sich durch das bei diesen Lösungen entstandene Lichtklima formte.

Die Erfahrungen und Reaktionen auf diese Lösungen, die zwar hinsichtlich Beleuchtungsstärke und im gewissen Rahmen auch hinsichtlich Entblendung ihr Ziel er-

reichten, führten zu einem anderen Extrem, der ausschließlich indirekten Beleuchtungslösung. Die Folgen dieser Art von Lösung sind eine fast ausschließlich diffuse Ausleuchtung der Räume. Neben dem schon allein mit Bezug auf die zu erreichenden Beleuchtungsstärken am Arbeitsplatz erforderlichem höheren Energiebedarf werden die erheblichen Nachteile hinsichtlich der Wahrnehmung meist nicht beachtet.

Sicher ist weder die eine noch die andere Extrem-Lösung die richtige. Es haben sich nicht umsonst je nach räumlichen Verhältnissen angepasste direkt/indirekt Lösungen entwickelt. Sie haben sich auch in der Praxis zu einem großen Teil bewährt.

Was wir sicher wissen ist folgendes. Wir benötigen einen ausreichend großen Anteil an gerichteter Beleuchtung für das räumliche Sehen, die Erkennbarkeit von Details und für eine gute Kontrastwahrnehmung (siehe DIN EN 12464-1 Pos. 4.5 und 4.5.1). Für den ausgewogenen Raumeindruck und angenehme Leuchtdichteverhältnisse benötigen wir einen entsprechenden Diffusanteil. Das Licht sollte unter Berücksichtigung dieser Aspekte so effizient wie möglich verteilt werden. Eine hinsichtlich Sehleistung durchgeführte Untersuchung des Barten-

bach Lichtlabors von 1998 vergleicht drei Konzepte: Rein indirekt(diffus)-direkt über rotationssymmetrische Sekundärleuchten-rein direkt (gerichtet).

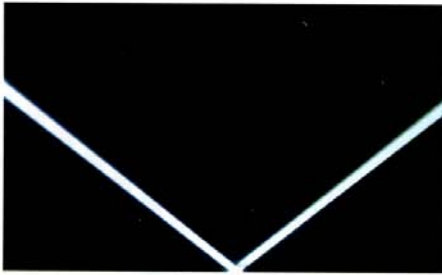
Die Unterschiede in Leistung und Ermüdung von der rein indirekten (geringe Leistung, hohe Ermüdung) und somit diffusen Beleuchtung zur direkten und somit gerichteten ist nicht zu übersehen. Bei dieser Variante waren die Daten durchweg deutlich besser. Zu differenzieren sind solche Untersuchungen durch die Frage ob die Ergebnisse durch Prüfung der tatsächlichen Leistung der Testpersonen in einer Beleuchtungssituation ermittelt wurde, wie in der genannten, oder ob sie nach ihrer Meinung gefragt wurden, diese Leistung in einer Beleuchtungssituation erbringen zu können. Ein sicherlich immenser Unterschied, mit dem die sich widersprechenden Ergebnisse einiger Untersuchungen wohl zu erklären sind.

Der Faktor des Wohlfühlens ist sicher subjektiv und somit nur tendenziell zu erfassen. Ihn stärker als in der Vergangenheit zu berücksichtigen, da jemand, der sich wohl fühlt auch bessere Leistungen erbringen und länger gesund bleiben kann, ist sicher ein Fortschritt. Jedoch sollte man nicht



vergessen, das von jedem von uns letztendlich eine Arbeitsleistung verlangt wird, für die über viele Stunden des Tages eine nicht zu unterschätzende Sehleistung erbracht werden muss. Diese mit möglichst geringer Belastung erbringen zu können, ist Aufgabe einer guten Beleuchtungslösung und so werden wir auch weiterhin den Arbeitsplatz anders beleuchten, als die Lesecke im heimischen Wohnzimmer.

Die Fehler der Vergangenheit hinsichtlich tiefstrahlender Spotbeleuchtung oder diffuser Schleierbeleuchtung können wir vermeiden. Und so werden die kommenden Beleuchtungslösungen sicher aufgrund ihrer Lichtverteilung wie auch ihres Leuchtendesigns für Wohlbefinden sorgen aber darüber



△ Zum Vergleich gegenübergestellt: oben – Reflektion auf glänzender Aluminium-Oberfläche, unten – die Reflektion auf weißlackierter Oberfläche.

▽ Aufbau der reflektionsverstärkenden Schichten und die Steigerung des Wirkungsgrades durch Miro.

hinaus dank des größeren Anteils gerichteter Beleuchtung auch für Produktivität und Effizienz sorgen. Dies wiederum spricht weiterhin für Reflektorsysteme, die mit höchster Effizienz und ausreichend großem Anteil gerichtetem Lichts für die Beleuchtung der Arbeitsplätze sorgen.

Weißlackierte Materialien sind in ihrem Reflektionsverhalten begrenzt und eignen sich somit eher für Lösungen, deren Schwerpunkt im Design liegt. Effizienz und Entblendung sind nicht optimal zu lösen,

da mit dem Licht nicht ausreichend gezielt gearbeitet werden kann.

Lichtleitende, prismatische oder transluzente Materialien geben neue gestalterische Möglichkeiten. Ihre Wirkungsgrade sind heute akzeptabel, jedoch müssen für mittel- und langfristige Lösungen ihre Grenzen hinsichtlich Energieeffizienz und Langzeitstabilität berücksichtigt werden.

Im Verhältnis zu lichtdurchlässigen Abdeckungen ist die Geschichte des Aluminiumreflektors eigentlich noch recht jung. Er war es, der es erlaubte, Licht in hohem Maße zu lenken und somit gezielt dahin zu bringen, wo es benötigt wird und dort zu vermeiden, wo es zu Störungen führt. Die unterschiedlichsten Oberflächenqualitäten erlauben heute eine breite Aufteilung von gerichtetem und diffusem Anteil der Gesamtreflektion, je nach angestrebten Ziel. Lag die Lichtgesamtreflektion bisher bei diesen eloxierten Aluminiumqualitäten bei immerhin schon 87%, so ist heute das von Alanod unter dem Namen Miro Mitte der 90er Jahre erstmals in großtechnischer Fertigung in den Markt gebrachte zusätzlich PVD (Physical Vapor Deposition) beschichtete Aluminium mit 95% Lichtgesamtreflektion in den Kleinbauenden Reflektoren für moderne T5-Leuchten bereits Standard.

Das Aufkommen der T5-Lampen-Generation ermöglichte die Gestaltung schlanker und eleganter Leuchtenkörper, deren Betriebswirkungsgrade jedoch durch diese kleinen Bauformen und die daraus in den Reflektoren resultierenden Mehrfachreflek-

tionen kleiner geraten wären, als man am Markt bereits gewohnt war. Das Miro-Aluminium, mit seinem deutlich gesteigertem Reflektionsgrad war und ist das Material um auch diese Leuchten zu interessanten Betriebswirkungsgraden zu verhelfen.

Doch warum wurde der Einsatz bei vielen Herstellern auf diese Anwendung begrenzt? Ist es nicht das Ziel moderner Leuchten, so effizient wie möglich zu sein? Die Antwort müssen wir in den Folgen der Globalisierung des Energiemarktes suchen. Eine neue Technik setzt sich nicht so leicht durch, wenn sie nur mittel- bis langfristig wirtschaftlich interessant darstellbar ist. Bei Preisen von 4 Cent/KWh ließ sich der durch ein modernes Reflektormaterial, wie das Miro Aluminium, entstehende Mehrpreis nicht so einfach in einer Amortisationsberechnung darstellen. Mittlerweile sehen die Energiekosten anders aus und jedem ist klar geworden, dass wir auch mit weiteren Steigerungen rechnen müssen. Der Effizienz einer Beleuchtungsanlage kommt so wieder eine deutlich höhere Bedeutung zu. Mittlerweile gibt es bereits mehr Programme, die Miro Aluminium für die verschiedensten Leuchten-Leuchtmittel Kombinationen verwenden. Immer mit dem Ziel maximaler Effizienz.

Ob nun bei einem im Vergleich zu Standard eloxiertem Aluminium um bis 20% gesteigertem Betriebswirkungsgrad weniger Leuchten eingesetzt werden können oder jedes Prozent mehr an Effizienz durch z.B. eine tageslichtabhängige Regelung direkt in Energieersparnis umgesetzt wird, der Vorteil wird mehr und mehr genutzt. Selbst bei einer nur 10%igen Steigerung für einen offenen Industriereflektor, lässt sich der Mehrpreis als Vorteil für jeden Anwender argumentieren.

Die Entwicklung geht jedoch bereits weiter. Die nächste Generation hoch reflektierendem Aluminiums steht unter dem Begriff Miro Silver mit einer Lichtgesamtreflektion von 98% bereits zur Verfügung. In Anwendungen, in denen es auf die Vermeidung auch der kleinsten Verluste ankommt, wie z.B. Kleinstreflektoren für LCD Bildschirme oder in Lichtleitern wie den so genannten Lightpipes, in denen sich mit jeder Reflektion der Verlust mehrt, findet auch dieses Material einen Einsatz, der sich rechnet.

Detlef Düe

