

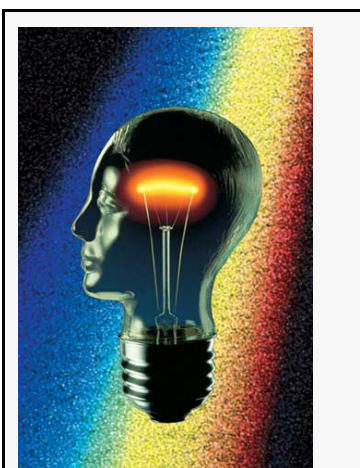
1 Die Herausforderung

Je nach Unternehmenszweck werden fünf bis zehn Prozent des Stromverbrauchs eines Betriebes für elektrische Beleuchtungsanlagen aufgewendet. Daher gebührt der Beleuchtung eine besondere Aufmerksamkeit im Rahmen des betrieblichen Energiemanagements. Da Beleuchtungsanlagen i.d.R. hohe Betriebsstunden im Jahr aufweisen, können Optimierungsmaßnahmen oft mit kurzen Amortisationszeiten umgesetzt werden. Man muss sich z. B. vor Augen führen, dass eine „normale“ Leuchtstofflampe mit 58 Watt, die zweischichtig in Betrieb ist, einen Stromverbrauch von 300 kWh und Kosten von 50 € im Jahr verursachen kann. Zum Stromverbrauch kommen erzeugte Wärmelasten, die ggf. mit Energie wieder „zerstört“ werden müssen. Gelingt es also, (künstliche) Beleuchtung unter arbeitsergonomischen Rahmenbedingungen optimal zu gestalten, gilt die Beleuchtung als effektiv.

Während sich das B.E.E.-Programm in erster Linie auf eine energetisch optimierte Beleuchtung von Büros, Lager- und Produktionsstätten bezieht, sind Beleuchtungsanlagen, wie bereits angedeutet, auch unter dem Aspekt des Arbeitsschutzes auszugestalten. Dies ist explizit u.a. in der Arbeitsstättenverordnung, der Arbeitsstättenrichtlinie sowie diversen Normen (u.a. EN 12464, DIN 3035) vorgeschrieben. Das Motto könnte demnach lauten: „Energieeffizient beleuchten, ohne Sicherheitsaspekte zu gefährden!“ Der Energieeffizienz sind demnach aber auch gewisse Grenzen gesetzt, auf die im Folgenden noch eingegangen werden wird. Bis zu diesen Grenzen sind aber oft große Einsparpotenziale zu erzielen.

Wege dorthin möchte dieses Heft aufzeigen. Zum einen werden Grundlagen der Beleuchtungstechnik skizziert. Sie werden ergänzt um Erfahrungen aus der Beratungspraxis, die zum Nachahmen anregen sollen und Hemmnisse auf dem Weg zu einer optimierten Beleuchtung beseitigen helfen sollen.

Sicherlich können die vorliegenden Ausführungen nicht alle Fragen zum Thema Beleuchtung abschließend klären. Wir möchten helfen, Entscheidungen zu ermöglichen, die das Unternehmen im Hinblick auf energiesparende Beleuchtung nachhaltig verbessern. Eine konkrete Maßnahmenumsetzung erfordert oftmals die Unterstützung von weiteren Fachleuten, auf die gesondert hingewiesen wird.



Quelle: Sonepar

Abb. 1-1: Gute Beleuchtung beginnt im Kopf.

Effiziente Beleuchtung lässt sich folgendermaßen definieren:

„Gutes Licht“ am Arbeitsplatz bedeutet ein ermüdungsfreies, blendfreies Arbeiten unter angemessenen Farbwiedergabeeigenschaften in ausreichender Helligkeit unter möglichst viel Tageslichteinfluss und wenig Einsatz von elektrischer Energie“

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird in diesem Heft auf die Anwendungsgebiete Notbeleuchtung sowie Außenbeleuchtung im Speziellen verzichtet. Wir weisen ebenfalls darauf hin, dass sich die Interpretationen der Textinhalte in Spezialanwendungen (Krankenhäuser, Sportstätten, Straßenbeleuchtung) noch einmal verändert darstellen kann.

2 Beispiele für erfolgreiche Lösungen

Bevor die sachlichen Aspekte des Themas Beleuchtung näher beschrieben werden, sollen einige Praxisbeispiele zeigen, welche Ansatzmöglichkeiten zur Energieeinsparung das Thema Beleuchtung birgt. Dafür wurden zwei konkrete Fälle aus Beratungsprojekten aufbereitet, die sich mit einer Bestandsoptimierung befassen (keine Neuplanung). Diese Fälle sind keine Ausnahmebeispiele. Sie sind in Gänze oder auch in Teilen auf viele Betriebe übertragbar. Sie sollen verdeutlichen, dass Einsparpotenziale oftmals mit kurzen Amortisationszeiten erreicht werden können.

Die Einsparungen ruhen in beiden Beispielen im Kern auf folgenden Säulen:

- Abschaltung/Herunterregelung unnötiger Beleuchtung
- Verstärkte Nutzung von Tageslicht
- Geeignete Ausgestaltung von Arbeitsräumen
- Optimierungsbereiche
- Einsatz von Steuer-/Regelungssystemen (Bewegungsmelder, Infrarotmelder, Dimm-Systeme)
- Innovative Leuchtmittel (z. B. T5-Lampen, Induktionslampen)
- Verbesserung der Leuchten (Austausch veralteter Vorschaltgeräte, Einsatz elektronischer Starter, Reinigung von Wannen, Nachrüstung von Reflektoren)
- Änderung des Nutzerverhaltens (Schild: Licht aus!).

2.1 Beispiel: Effiziente Lichttechnik in der Verwaltung

Bis zu 75 % der Stromkosten ließen sich beim Einsatz moderner Beleuchtungssysteme in einem Bürobetrieb vermeiden, gerade wenn veraltete Techniken im Bestand zu finden sind. Dies zeigte sich im skizzierten Fall eines Verwaltungsbetriebes, der die Flure und Nebenbereiche neu ausstattete. Doch was sind moderne Systeme? T8-Röhren mit konventionellen Vorschaltgeräten (KVG) wurden u.a. gegen Spiegelrasterleuchten mit T5-Röhren und elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) in Verbindung mit Steuerungstechniken (Präsenzmelder und Tageslichtnutzung) ausgetauscht.

Diese neuen Systeme senken i.d.R. nicht nur die Stromkosten, sondern minimieren auch den Aufwand im Hinblick auf Lampenwechselintervalle, Entsorgung verbrauchter Leuchtmittel u.a.m.. Bei 2.500 Nutzungsstunden im Jahr und einem Strompreis von 16 Cent verbrauchte das alte System ca. 300 kWh und fast 50 € pro Leuchte und Jahr. Das neue System verbraucht 90 kWh und 15 €. Hinzu kommen eine oft deutlich verbesserte Lichtqualität am Arbeitsplatz und ein verminderter Arbeitsaufwand von Klimaanlage im Sommer. Insgesamt reduzierte sich der Energieverbrauch bei 50 ausgetauschten Kassettenleuchten um jährliche 10.500 kWh Strom und 1.750 €. Fehlverhalten durch Mitarbeiter in Richtung unnötiges Brennenlassen von Leuchten wurde durch die Automatisierung nahezu ausgeschlossen.



Beispiel Bürobetrieb



Praxistipp: Auch im Bereich Beleuchtung bieten Fachfirmen Contracting-Lösungen an. Einfach in der Planungs- oder Sanierungsphase nachfragen!

2.2 Beispiel: Effiziente Lichttechnik in der Produktion

(...)

3 Hintergründe und Begriffe

(...)

4 Potenziale und Wirtschaftlichkeit

(...)

5 Vorgehensweisen im Betrieb

5.1 Arbeitsplan

Zur Bewertung und Verbesserung der Beleuchtungssituation sowie zu Effizienzsteigerung in Ihrem Betrieb sind die folgenden Arbeitsschritte zu empfehlen.

Arbeitsschritte für den Bereich Beleuchtung

Treffen Sie Vorbereitungen

Notieren Sie die Betriebszeiten für Verwaltung und Produktion. Listen Sie die eingesetzten Lampen und das Alter der Leuchten. Kontaktieren Sie diejenigen Personen, die mit der technischen Ausstattung der Gebäude betraut sind und besprechen Sie mögliche Optimierungsansätze. Leiten Sie messbare Ziele ab und definieren Sie Mindestgrößen (Luxanforderungen, besondere Betriebssituationen, etc.)

Binden Sie die Geschäftsleitung ein

Sichern Sie sich mit Hilfe der ersten Erkenntnisse die Unterstützung, einen offiziellen Auftrag und ein Zeitbudget von der Geschäftsführung. Informieren Sie die Geschäftsleitung über mögliche Einsparziele und skizzieren Sie, ggf. mit Hilfe externer Fachfirmen, den Investitionsbedarf oder Contracting-Möglichkeiten.

Erstellen Sie eine Übersicht

Mit Hilfe von Plänen erstellen Sie ein „Leuchtenkataster“. Ermitteln Sie über die Nutzungszeiten und Anschlussleistungen sowohl den Beitrag zur Lastspitze als auch den monatlichen/jährlichen Stromverbrauch sowie die groben Beleuchtungsstärken und Möglichkeiten zur Tageslichtnutzung.

Führen Sie Beleuchtungsmessungen durch

Oder beauftragen Experten zur Erfassung der derzeitigen Beleuchtungssituation. Erst so kann ein Beleuchtungskonzept erstellt und Maßnahmen (auch aus dem Blickwinkel der Arbeitssicherheit) abgeleitet werden (siehe Kap. 5.2).

Informieren Sie die Geschäftsleitung

Stellen Sie der Geschäftsführung den Optimierungsplan vor (möglichst mit Handlungsoptionen) und holen Sie sich „Grünes Licht“ zur Maßnahmenumsetzung.

Informieren Sie die Belegschaft

Im Rahmen der Maßnahmenumsetzung sollte die gesamte Belegschaft mit ins Boot, um auch auf dem Feld des Mitarbeiterverhaltens Beleuchtungsoptimierung erzielen zu können. Arbeiten Sie mit Zahlen (kWh, Kosten, ...)!

Setzen Sie Maßnahmen um

Nach der Maßnahmenumsetzung überprüfen Sie den Erfolg und kommunizieren Sie diesen im Betrieb. Dokumentieren Sie auch wichtige Kriterien des Erfolgs (Bezeichnung der eingesetzten Technik und Leuchtmittel, so dass zukünftig auch nur noch diese Komponenten beschafft werden.


5.2 Durchführung von einfachen Beleuchtungsmessungen

Um einfache Beleuchtungsmessungen selbst durchzuführen und Hinweise darauf zu bekommen, ob die Beleuchtung durch einen Fachmann (Sachkundiger nach BGG 917, Sicherheitsfachkraft, Planer) professionell geprüft werden sollte, raten wir zu folgender Vorgehensweise, besonders, wenn sich Mitarbeiter oder Kollegen über mangelnde Lichtverhältnisse am Arbeitsplatz beschweren.

Messungen selbst durchführen

- (1) Zuerst einmal: ein Beleuchtungsmessgerät „Luxmeter“ besorgen.

Ablaufplan für Beleuchtungsmessung



Praxistipp: Für Näherungsmessungen reichen Luxmeter der Klasse C aus. Für aussagekräftige Messungen sollte das Gerät aber mindestens die Klasse B aufweisen.

- (2) Arbeitsbereiche definieren, sowohl großräumig (Büro, Lager), als auch kleinräumig (Arbeitsbereich oder „nur“ Umgebungsbereich)?
- (3) Wartungswerte für die Lichthanforderungen (u.a. Arbeitsstättenrichtlinien) bereitlegen („wie viel Lux brauche ich wo?). Hier eine kleine Auswahl (eine detaillierte Liste findet sich im Anhang):

Büroarbeitsplätze	500 Lux
Lager	200 Lux
Pausenräume	100 Lux
Sanitärräume	200 Lux

Wartungswert und Planungswert

Zu beachten ist, dass dies sog. „Wartungswerte“ sind, d. h. unter diese Werte dürfen die Lichtstärken nicht fallen. Die „Planungswerte“ sehen z. T. deutlich höhere Werte vor, da davon auszugehen ist, dass sich die Lichtverhältnisse im Laufe der Zeit verschlechtern (Lampenalterung, Verschmutzung von Wänden => niedrigerer Reflexionsgrad, Trübwerden von Leuchten u. a. m.).

- (4) Messpunkte festlegen
- (5) Bei Dunkelheit oder abgedunkelt horizontal über dem Boden messen (85 cm hoch, für sitzende Tätigkeiten 75 cm), Grobkarte skizzieren
- (6) Luxwerte in die Karte eintragen, Durchschnittswert ermitteln
- (7) Ggf. Maßnahmen ableiten (Leuchtmittel ersetzen, Decken und Wände weiß streichen, Tageslichtanteil erhöhen, Schreibtisch ans Fenster => auf Blendung achten, Zusatzbeleuchtung bereitstellen u.a.m.).

Diese Näherungsmessungen ersetzen natürlich nicht „professionelle“ Verfahren!



Praxistipp: Die Berufsgenossenschaften bieten kostenlose Sachkundekurse für künstliche Beleuchtung am Arbeitsplatz an (i. d. R. 3-tägig).

5.3 Argumentationshilfen im Betrieb

Wie kommen Ansätze zur Beleuchtungsoptimierung zustande? Und an wen werden diese gerichtet? Wie geht der Umsetzer am besten vor, damit er „die Maßnahme auch durchbekommt“?

Die steigenden Strompreise in den vergangenen Jahren und die weiter steigende Tendenz können eine Triebfeder zu Optimierungen sein. In anderen Fällen beschweren sich Mitarbeiter über unzureichende Lichtverhältnisse oder die Sicherheitsfachkraft bemängelt die bestehende Ausstattung aufgrund von Arbeitsschutzvorgaben.

Warum dann nicht eine rechtliche Verpflichtung mit wirtschaftlichen Vorteilen verknüpfen? Die Beispiele in Kap 2 haben gezeigt, dass (energie)optimierte Beleuchtungsanlagen zum einen keinen Komfortverlust bringen (sollten) und zudem Energie-, Instandhaltungs- und Entsorgungskosten eingespart werden. Diesen Argumentationsmix gilt es geschickt an die verschiedenen Adressen im Betrieb zu verteilen. Durch verbesserte Arbeitsplatzbedingungen hat man sicherlich die Sicherheitsbeauftragten und die Sicherheitsfachkraft auf seiner Seite. Die niedrigeren Energiekosten überzeugen die Geschäftsführung, geringere Ausfallzeiten und Wartungsaufwände stoßen beim technischen Personal auf offene Ohren. Sie wissen selbst, dass man mit allen dieser Personenkreise „anders“ sprechen muss.

Auslöser für Veränderungen

Verbündete suchen



Praxistipp: Keine Energieoptimierungen ohne die Betroffenen und die Sicherheitsfachkraft! Von Maßnahmen sind ggf. Gefährdungsbeurteilungen am Arbeitsplatz betroffen.

Als Energie-Effizienz-Manager sollte man anschaulich, für die unterschiedlichen Zielgruppen verständlich argumentieren und dort, wo es möglich ist, mit Zahlen arbeiten. Bei Beleuchtungsumstellungen sollten auf jeden Fall alle Kollegen informiert und auch Platz für Einwände gelassen werden.

Information der Mitarbeiter

Nach der Maßnahmenumsetzung sollten die Einsparziele auf Erfolg kontrolliert werden. Es schafft ebenfalls Vertrauen, die Betroffenen Mitarbeiter nach Ihrem Empfinden zu befragen. Dies sind die gängigsten Reaktionen:

- „Gar nicht gemerkt!“. Umso besser, sagen Sie „und das bei Halbierung des Stromverbrauchs!“
- „Ist alles viel dunkler geworden!“ Da dies von einer subjektiven Wahrnehmung herrührt, mit den objektiven Daten der Messprotokolle arbeiten. Auf jeden Fall aber Lösungsansätze anbieten: „Sollen wir mal eine warmweiße Lichtfarbe ausprobieren?“, „Sollen wir den Schreibtisch anders ausrichten?“. Den Mitarbeiter ernst nehmen. Dem Mitarbeiter für die Bereitschaft und das Zuhören danken!
- „Ist alles viel zu hell!“. Es kann sein, dass der Mitarbeiter einer zu starken indirekten oder direkten Blendung ausgesetzt ist. Schaut er ggf. auf das offene Leuchtmittel, was unbedingt zu vermeiden ist? Ist der Unterschied in der Helligkeitsverteilung zu hoch?



Praxistipp: Das Verhältnis in der Helligkeitsverteilung (gemessen in candela) sollte im Nahbereich nicht größer sein als 1:3, im Fernbereich 1:10. Kein Bildschirm vor dem Fenster!

6 Hinweise und Materialien

(...)

7 Kontrollfragen

Bitte überprüfen Sie selbst, wie gut Sie mit den in diesem Heft thematisierten Fragestellungen vertraut sind. Lesen Sie gegebenenfalls an den angegebenen Stellen nochmals nach.

(...)

8 Register

(...)

Inhalt

1	EINFÜHRUNG.....	5
2	BEISPIELE FÜR ERFOLGREICHE LÖSUNGEN	6
2.1	Beispiel: Effiziente Lichttechnik in der Verwaltung	7
2.2	Beispiel: Effiziente Lichttechnik in der Produktion.....	7
3	HINTERGRÜNDE UND BEGRIFFE.....	8
3.1	Gebräuchliche Lampentypen und deren Bewertung	10
3.2	Lampenbezeichnungssysteme.....	12
3.3	Lichtfarbe (K) und Farbwiedergabe (R_a)	12
3.4	Beleuchtungsstärke.....	15
3.5	Die Leuchte	15
3.6	Kleine Kennzeichenkunde.....	17
3.7	Schutzarten	17
3.8	Was genau macht gute Beleuchtung aus?	17
3.9	Tipps zum Lampenkauf.....	18
4	POTENZIALE UND WIRTSCHAFTLICHKEIT.....	19
4.1	Sanierungssysteme für Leuchten.....	20
4.2	Tageslichtabhängige Beleuchtungssteuerung	21
5	VORGEHENSWEISEN IM BETRIEB	23
5.1	Arbeitsplan	23
5.2	Durchführung von einfachen Beleuchtungsmessungen	24
5.3	Argumentationshilfen im Betrieb.....	25
6	HINWEISE UND MATERIALIEN.....	26
6.1	Literatur.....	26
6.2	Internet.....	27
6.3	Gesetzliche Grundlagen	27

6.4	Arbeitshilfen.....	28
7	KONTROLLFRAGEN.....	29
8	REGISTER.....	31