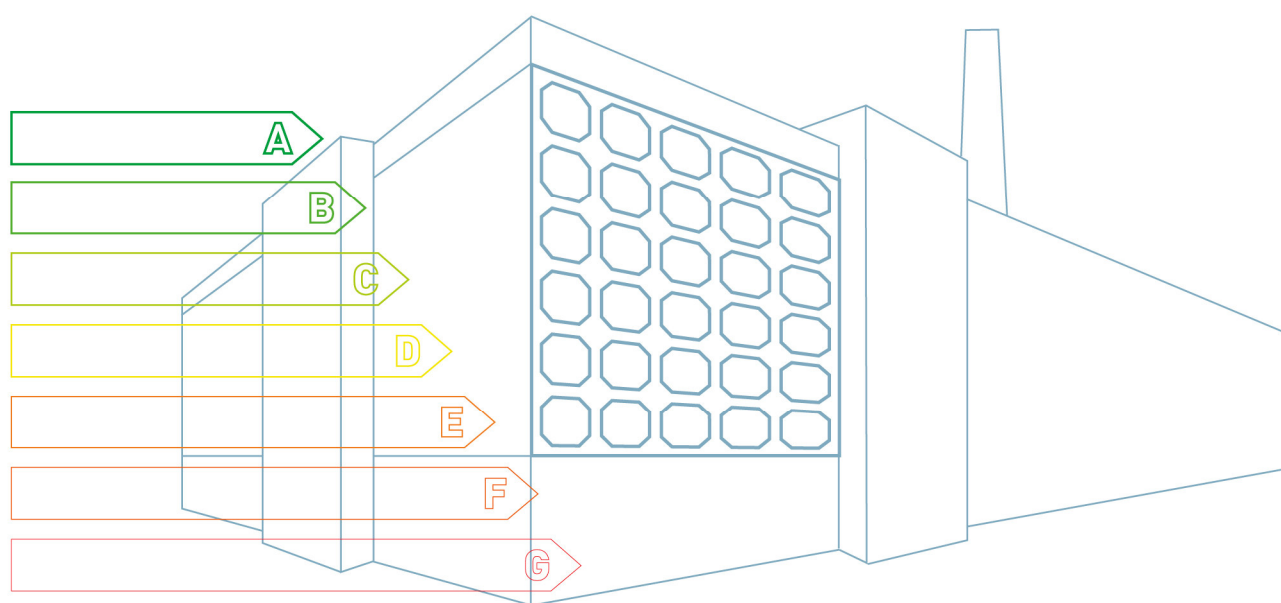




Energieeffiziente Beleuchtung für Shops

Grundlagen, Technologien, Anwendung



VORWORT

Die Publikationsreihe **BLUE GLOBE REPORT** macht die Kompetenz und Vielfalt, mit der die österreichische Industrie und Forschung für die Lösung der zentralen Zukunftsaufgaben arbeiten, sichtbar. Strategie des Klima- und Energiefonds ist, mit langfristig ausgerichteten Förderprogrammen gezielt Impulse zu setzen. Impulse, die heimischen Unternehmen und Institutionen im internationalen Wettbewerb eine ausgezeichnete Ausgangsposition verschaffen.

Jährlich stehen dem Klima- und Energiefonds bis zu 150 Mio. Euro für die Förderung von nachhaltigen Energie- und Verkehrsprojekten im Sinne des Klimaschutzes zur Verfügung. Mit diesem Geld unterstützt der Klima- und Energiefonds Ideen, Konzepte und Projekte in den Bereichen Forschung, Mobilität und Marktdurchdringung.

Mit dem **BLUE GLOBE REPORT** informiert der Klima- und Energiefonds über Projektergebnisse und unterstützt so die Anwendungen von Innovation in der Praxis. Neben technologischen Innovationen im Energie- und Verkehrsbereich werden gesellschaftliche Fragestellung und wissenschaftliche Grundlagen für politische Planungsprozesse präsentiert. Der **BLUE GLOBE REPORT** wird der interessierten Öffentlichkeit über die Homepage www.klimafonds.gv.at zugänglich gemacht und lädt zur kritischen Diskussion ein.

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“. Mit diesem Programm verfolgt der Klima- und Energiefonds das Ziel, durch Innovationen und technischen Fortschritt den Übergang zu einem nachhaltigen Energiesystem voranzutreiben.

Wer die nachhaltige Zukunft mitgestalten will, ist bei uns richtig: Der Klima- und Energiefonds fördert innovative Lösungen für die Zukunft!

A stylized, handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, overlapping strokes.

Ingmar Höbarth
Geschäftsführer, Klima- und Energiefonds

A handwritten signature in black ink that reads 'Theresia Vogel' in a cursive script.

Theresia Vogel
Geschäftsführerin, Klima- und Energiefonds

Energieeffiziente Beleuchtung für Shops

Grundlagen, Technologien, Anwendung

Endbericht

Christof Amann (e7)

Günther Sejkora (items)

Siegfried Luger (LR)

Arno Grabher-Meyer (LR)

Jan Sirovatka (C&A)

Peter Götz (OMV)

September 2012

Kontaktadressen

e7 Energie Markt Analyse GmbH, Theresianumgasse 7, 1040 Wien, www.e-sieben.at

item Sejkora e.U., Dr. Anton Schneider Straße 2 T6, 6850 Dornbirn, www.items-innovation.at

Luger Research e.U., Moosmahdstraße 30, 6850 Dornbirn, www.lugerresearch.com

OMV Refining & Marketing GmbH, Trabrennstraße 6-8, 1020 Wien, www.omv.at

C&A Mode GmbH & Co KG, Olympiaplatz 2, 1020 Wien, www.cunda.at

Impressum

e7 Energie Markt Analyse GmbH
Theresianumgasse 7/1/8
1040 Wien

Telefon +43-1-907 80 26
Fax +43-1-907 80 26-10
office@e-sieben.at
<http://www.e-sieben.at>

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	2
2	Einleitung.....	3
2.1	Aufgabenstellung	3
2.2	Schwerpunkte des Projektes	3
2.3	Ziel des Projekts.....	3
2.4	Einordnung in das Programm.....	4
2.5	Verwendete Methoden	5
2.6	Aufbau der Arbeit	6
3	Anforderungen an die Shopbeleuchtung	7
3.1	Generelle Anforderungen an Beleuchtungskonzepte für Shops	7
3.2	Anforderungen an Shopbeleuchtung aus Sicht der Lichtplanung	8
3.3	Überblick Beleuchtungstechnologien.....	9
3.4	Allgemeines Bewertungsschema für Beleuchtungskonzepte.....	12
4	Optimierung von Beleuchtungskonzepten – Fallbeispiele.....	15
4.1	Fallbeispiel 1: Tankstellenshop	15
4.2	Fallbeispiel 2: Textilhandel	17
5	Shopbeleuchtung und Energieeffizienz.....	19
5.1	Der Handel in Österreich	19
5.2	Energieeinsatz im Einzelhandel.....	20
5.3	Beurteilung der Energieeffizienz von Beleuchtungskonzepten	21
6	Energetische Bewertung der Fallbeispiele.....	23
7	Ausblick und Empfehlungen	25
8	Literaturverzeichnis	26

1 Zusammenfassung

Beleuchtung spielt für den Geschäftserfolg von Shops eine zentrale Rolle. Häufig lautet jedoch die Grundannahme für die Beleuchtungsplanung: Je heller, desto mehr Umsatz. So ist es nicht verwunderlich, dass Shopbetreiber und Beleuchtungsplaner bei der Entwicklung von Beleuchtungskonzepten häufig auf konventionelle Standardlösungen zurückgreifen und dass dabei die Beleuchtung oft stark überdimensioniert wird, was zu hohen Energiekosten führt. Innovative Lösungen (Konzepte, Leuchten und Leuchtmittel) für eine energieeffiziente und zugleich qualitativ hochwertige Beleuchtung sind jedoch am Markt verfügbar bzw. stehen kurz vor der breiten Markteinführung (z.B. LED).

Anhand eines im Projekt entwickelten Bewertungsschemas für Shopbeleuchtung wird für Geschäfte der Textilkette C&A und der VIVA-Tankstellenshops der OMV dargestellt, dass sich durch die Anwendung von intelligenten Beleuchtungskonzepten und dem Einsatz innovativer Beleuchtungstechnologien (LED) die Energieeffizienz deutlich steigern lässt, selbst bei optimierten Beleuchtungslösungen.

Für einen VIVA-Tankstellenshop der OMV mit angeschlossener Gastronomie wird gezeigt, dass sich durch tageslichtabhängige Steuerung der Beleuchtung und dem Einsatz von LED-Strahlern mehr als 50% der Energie einsparen lässt. Dabei wird durch gezielte Anpassung an die jeweilige Außensituation die Qualität der Beleuchtung gegenüber dem Ist-Stand deutlich gesteigert.

Mit Hilfe des im Projekt entwickelten Bewertungsverfahrens für Shopbeleuchtung wird für ein C&A-Textilgeschäft gezeigt, dass sich auch hochwertige Beleuchtungskonzepte durch den Einsatz von LEDs und der dadurch ermöglichten Dimming von Leuchten weiter verbessern lassen.

Das Projekt zeigt klar: Zur Erhöhung der Energieeffizienz der Beleuchtung von Shops, die immer im Kontext der Marktpositionierung beurteilt werden muss, genügt es nicht, konventionelle Leuchtmittel gegen neue, meist LEDs, auszutauschen. Abgesehen davon, dass die Gesamteffizienz von LED-Leuchten, die als Ersatz für konventionelle Leuchten in Frage kommen, für zahlreiche Anwendungen erst seit kurzem tatsächlich höher ist als die konventioneller Systeme, stecken die großen Einsparpotenziale in der Ausnutzung aller Möglichkeiten, die sich mit der Anwendung von neuen Technologien eröffnen. Insbesondere durch Dimming lassen sich viele Beleuchtungsaufgaben effizienter und zugleich in lichttechnischer Hinsicht besser bewältigen. Generell muss jedoch darauf geachtet werden, dass für alle Anwendungen die jeweils optimale Technologie zur Anwendung kommen muss.

2 Einleitung

2.1 Aufgabenstellung

Im Einzelhandel spielt die Beleuchtung für den Geschäftserfolg eine zentrale Rolle, wobei in der Praxis die Grundannahme für die Beleuchtungsplanung häufig lautet: Je heller desto mehr Umsatz. Zudem sind die Investitionskosten nach wie vor einer der Hauptaspekte bei der Auswahl des Beleuchtungssystems. So ist es nicht verwunderlich, dass Shopbetreiber und Beleuchtungsplaner bei der Entwicklung von Beleuchtungskonzepten häufig auf konventionelle Standardlösungen zurückgreifen und dass dabei die Beleuchtung oft stark überdimensioniert wird. Das führt zu hohen laufenden Ausgaben für den Energieverbrauch der Beleuchtung und dieser Zugang ist zudem mit dem unangenehmen Nebeneffekt eines erhöhten Kühlbedarfs verbunden, was die Kosten und den Energieverbrauch weiter in die Höhe treibt. Die Energiekosten für elektrischen Strom betragen je nach Branche 0,4 bis 1,1% des Geschäftsumsatzes. Da die Umsatzrenditen beim Handel üblicherweise im unteren einstelligen %-Bereich liegen, dürfen diese Kosten keinesfalls vernachlässigt werden.

Innovative Lösungen (Konzepte, Leuchten und Leuchtmittel) für eine energieeffiziente und zugleich qualitativ hochwertige Beleuchtung sind jedoch am Markt verfügbar bzw. stehen kurz vor der breiten Markteinführung (z.B. LED).

2.2 Schwerpunkte des Projektes

Der Schwerpunkt des Projekts liegt in der engen Kooperation mit der Praxis und in der Verknüpfung von Fragen der Beschreibung und Bewertung der Beleuchtungsqualität, der praktischen Umsetzung von Anforderungen der Shopbetreiber und der Lichtplanung an eine hochwertige und energieeffiziente Beleuchtung und dem Einsatz von innovativen Technologien zur Umsetzung der entwickelten Konzepte. In diesem integrativen Ansatz liegt ein erhebliches Innovationspotenzial, das bei einer einseitigen – etwa rein technologischen Betrachtung – nicht zu erreichen wäre.

2.3 Ziel des Projekts

Es wird anhand konkreter Beispiele der Textilkette C&A und der VIVA-Tankstellenshops der OMV gezeigt, dass durch optimierte, intelligente Beleuchtungskonzepte und durch den Einsatz innovativer Technologien eine energieeffiziente und zugleich qualitativ hochwertige

Beleuchtung für Shops erreicht und in der Praxis umgesetzt werden kann. Ausgangspunkt und Herausforderung ist in beiden Fällen, dass die vorliegenden Beleuchtungskonzepte in den letzten Jahren energetisch und lichttechnisch deutlich optimiert wurden.

Für einen VIVA-Tankstellenshop der OMV mit angeschlossener Gastronomie wird gezeigt, dass sich durch tageslichtabhängige Steuerung der Beleuchtung und dem Einsatz von LED-Strahlern mehr als 50% der Energie einsparen lässt. Dabei wird durch gezielte Anpassung an die jeweilige Außensituation die Qualität der Beleuchtung gegenüber dem Ist-Stand deutlich gesteigert.

Mit Hilfe des im Projekt entwickelten Bewertungsverfahrens für Shopbeleuchtung wird für ein C&A-Textilgeschäft gezeigt, dass sich auch hochwertige Beleuchtungskonzepte durch den Einsatz von LEDs und der dadurch ermöglichten Dimming von Leuchten weiter verbessern lassen.

2.4 Einordnung in das Programm

Die Erreichung der 20-20-20-Ziele der Europäischen Union stellt auch für Österreich eine politische und technologische Herausforderung dar. Mit dem Klima- und Energiefonds wurde 2007 eine Institution in Österreich geschaffen, die u.a. die Aufgabe hat, als Impulsgeber für die heimische Klimapolitik und die nachhaltige Restrukturierung des Energiesystems zu fungieren. Mit dem Forschungs- und Technologieprogramm „Neue Energien 2020“ werden Projekte gefördert, die einen wesentlichen Beitrag zu einer energieeffizienten Energieeinsatz, zur verstärkten Nutzung von erneuerbaren Energieträgern und zur Entwicklung eines intelligenten Energiesystems liefern.

Der vorliegende Bericht fasst ausgewählte Ergebnisse des geförderten Projekts „Energieeffiziente Beleuchtung für Shops – Grundlagen, Technologie, Anwendung“ zusammen. Dabei wurden gemeinsam mit den Praxispartnern C&A und OMV Methoden und Instrumente entwickelt, die interessierte Unternehmen unterstützen, ihr Beleuchtungskonzept im Hinblick auf Qualität und Energieeffizienz umfassend zu beurteilen und unter Anwendung von verfügbaren Technologien weiter zu entwickeln. Gewählt wurde – in Abgrenzung zu den meisten Pilotanlagen, die ausschließlich auf LED setzen – ein branchen-, hersteller- und technologieoffener Ansatz, der zum Ziel hat, für jede Beleuchtungsaufgabe in den Shops das optimale Konzept und die am besten daran angepasste Technologie zu wählen. Somit liefert das Projekt Beiträge zu den Zielen des Forschungsprogramms in mehreren Bereichen.

2.5 Verwendete Methoden

Für die Bearbeitung des Projekts war es erforderlich, sich intensiv mit den am Projekt beteiligten Shopbetreibern C&A und OMV und den vorhandenen Beleuchtungslösungen auseinander zu setzen. Das erfolgte in mehreren gemeinsamen Projektworkshops und ausführlichen Gesprächen mit den technisch verantwortlichen Personen in den Unternehmen. Da in beiden untersuchten Fällen Beleuchtungskonzepte vorlagen, wurden diese ebenfalls im Detail untersucht. Dazu wurden die entsprechenden Unterlagen als DIALUX-Daten zur Verfügung gestellt, ergänzt durch zusätzliche technische Dokumentationen. Um zu verallgemeinerbaren Aussagen bei den lichttechnischen Anforderungen zu kommen, wurden zur im Projektteam vorhandenen Expertise und der Analyse der einschlägigen Fachliteratur mehrere Gespräche mit erfahrenen Lichtplanern geführt sowie eine große Anzahl von State-of-the-art-Beleuchtungslösungen in Shops analysiert.

Die Beschreibung und Analyse der Beleuchtungstechnologien baute ebenfalls auf die Expertise des Projektteams auf und wurde ergänzt durch Literatur- und Datenrecherchen.

Die eigentliche Bewertung der vorhandenen Beleuchtungslösungen erfolgte mit Hilfe des Projekt entwickelten Bewertungsschemas und einer detaillierten Auswertung der DIALUX-Daten (Beleuchtungsstärken, Kontraste, Lichtverteilung, Blendung etc.) der beiden untersuchten Shopkonzepte. Auf eine quantitative, messtechnische Analyse der heute eingesetzten Beleuchtungslösungen wurde verzichtet, da einerseits bekannt ist, dass heute Simulationsergebnisse (DIALUX) in hohem Maß mit der Realität übereinstimmen, andererseits reale Messergebnisse aufgrund des schlecht definierten Wartungszustands einer Anlage auch nur beschränkte Aussagekraft besitzen. Da im Rahmen des Projekts vorgeschlagene Beleuchtungslösungen noch nicht umgesetzt, sondern nur auf Basis von Simulationsrechnungen bewertet wurden, ist so auch ein direkter Vergleich zu den bestehenden Anlagen möglich.

Zur Entwicklung von Optimierungsvorschlägen für die lichttechnische Qualität und der Energieeffizienz der Beleuchtungskonzepte wurden gemeinsam mit den Shopbetreibern konkrete Optimierungsziele bzw. räumliche Untersuchungsbereiche (Gangfläche mit angrenzender Verkaufsfläche, Wandzone etc.) festgelegt, die sicherstellen sollten, dass die erarbeiteten Vorschläge möglichst hohen Nutzen für die Weiterentwicklung der Shopkonzepte schaffen sollten, mit anderen Worten: direkt umsetzbar sein sollten. Für ermittelte Schwachstellen und Defizite wurden konkrete Verbesserungsvorschläge ausgearbeitet.

Ein eigenes Verfahren wurde für die Entwicklung eines Steuerungs-Konzepts für eine tageslichtabhängige Lichtsteuerung angewandt. Mehrere Beleuchtungsszenarien für verschiedene Tageslichtsituationen mussten berechnet und einzeln optimiert werden. Da ein wesentlicher Aspekt der Beleuchtungssteuerung die Reduktion der Reflexionen an der Glasfront war, wurde mit Hilfe des Programms RAYTRACER eine qualitative Bewertung

vorgenommen, eine quantitative Abschätzung erfolgte durch eine Analyse der jeweiligen Leuchtdichten.

Die Abschätzung der Potenziale erfolgte auf Basis der ermittelten Kennwerte der optimierten Beleuchtungskonzepte mit Hilfe verfügbarer statistischer Daten, publizierter Marktberichte zum Handel und verfügbarer Benchmarks.

2.6 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit besteht aus mehreren Teilen. Im ersten Teil wird dargestellt, welche Anforderungen an Beleuchtungskonzepte aus Sicht der Shopbetreiber einerseits und aus Sicht der Lichtplanung andererseits gestellt werden. Ergänzt wird dieser Teil durch einen Überblick über aktuelle technologische Entwicklungen bei der Beleuchtung. Als zentrales Ergebnis dieses ersten Teils wird ein allgemeines Bewertungsschema für Beleuchtungskonzepte kurz vorgestellt.

Auf Basis dieses Bewertungsschema werden im zweiten Teil Beleuchtungslösungen der Projektpartner C&A (Textilshop) und OMV (VIVA-Tankstellenshop) im Detail analysiert und ausgewählte Lösungsvorschläge für energietechnische und energetische Optimierungen vorgestellt.

Im dritte Kapitel werden die vorgestellten Lösungen bezüglich ihrer Energieeffizienz bewertet und das Potenzial für energieeffiziente Beleuchtung für den Einzelhandel in Österreich abgeschätzt.

3 Anforderungen an die Shopbeleuchtung

3.1 Generelle Anforderungen an Beleuchtungskonzepte für Shops

Die Umsetzung von neuen und innovativen Beleuchtungslösungen ist für alle Beteiligten immer mit einem gewissen Risiko behaftet und stößt daher bei vielen Shopbetreibern auf Skepsis. Wichtig ist daher, auf die spezifischen Anforderungen der jeweiligen Unternehmen zu achten. Das betrifft neben wirtschaftlichen Erfordernissen (Lebenszykluskosten) auch Fragen der Beleuchtungsqualität und der langfristigen Betriebssicherheit. Ausgangspunkt jeder Beleuchtungsplanung ist jedoch in allen Fällen die erforderliche Qualität der Beleuchtung. Die wesentlichen Anforderungen sind im Folgenden kurz dargestellt:

- Die Shopbeleuchtung muss ein integraler Bestandteil des Shopkonzepts sein.
- Die Beleuchtung muss die Ware bestmöglich zur Geltung bringen. Das geht weit über die Erkennbarkeit hinaus, Waren müssen inszeniert werden.
- Die Mindestanforderungen an die Beleuchtungsstärken, die in der EN 12464-1 festgelegt sind, haben für die Praxis kaum eine Bedeutung. Die tatsächlich geforderten Beleuchtungsstärken betragen häufig ein Vielfaches davon. Zudem muss sich die Beleuchtung an den benachbarten Geschäften orientieren.
- Zur Reduktion der Planungskosten müssen Beleuchtungskonzepte von Shopketten einfach an unterschiedliche räumliche Situationen in den jeweiligen Shops anpassbar und portierbar sein. Es genügt also nicht, einen einzelnen Shop zu optimieren.
- Technisch werden an die Beleuchtungsanlage keine hohen Anforderungen gestellt, bei Neugestaltung der Shops wird zumeist auch die Beleuchtungsanlage erneuert.
- Aus logistischen Gründen (Lagerhaltung) sollten möglichst wenig verschiedene Leuchten- und Leuchtmitteltypen zum Einsatz kommen.
- Lichtsteuerungen werden kaum eingesetzt. Häufig sind jedoch einzelne Bereiche getrennt schaltbar, was etwa beim Einräumen oder Reinigen der Shops zu einer Verringerung des Energieverbrauchs führen kann.
- Beleuchtungskonzepte lassen sich nicht einfach von einem Unternehmen auf andere übertragen.
- Innovative Konzepte müssen quasi nahtlos an bestehende Beleuchtungskonzepte anschließen, die sich als integrierter Teil der jeweiligen Shopkonzepte nicht von heute auf morgen ändern dürfen.

- In der Praxis ist es für viele Shopbetreiber schwierig bis unmöglich, ein Shopkonzept im Detail zu beurteilen, sodass auch ein Abgehen von bewährten Konzepten sehr aufwändig ist und meist nur punktuell geschieht.
- Die Investitionsentscheidung erfolgt meist über die Investitionskosten. Nur in wenigen Fällen werden die gesamten Lebenszykluskosten herangezogen.

In den letzten Jahren sind von einigen Handelsketten Demonstrationsanlagen (z.B. LED-Shops) errichtet worden, diese Anlagen haben aber über weite Strecken Pilotcharakter. Die betroffenen Unternehmen können jedoch wertvolle Praxiserfahrungen mit neuen Technologien sammeln und nützen diese Shops auch für ihre Imagebildung.

3.2 Anforderungen an Shopbeleuchtung aus Sicht der Lichtplanung

Für die Lichtplanung spielen trotz der vielfältigen Möglichkeiten, einen Shop zu hochqualitativ zu beleuchten generelle lichttechnische Anforderungen eine erhebliche Rolle. Dazu zählen:

- **Beleuchtungsstärke:** Die in der EN 12464-1 festgelegten Mindestbeleuchtungsstärken für Verkaufsräume (300 lx) und den Kassabereich (500 lx) sind für die Praxis ungeeignet. Im Allgemeinen werden deutlich höhere Werte angestrebt (Tabelle 1), die typisch von der Ware und der Positionierung des Shops abhängt. Es ist weiters zu beachten, dass sich die Beleuchtungsstärke an den benachbarten Shops orientieren muss.

Sparte	typische Beleuchtungsstärke
Supermarkt, SB-Laden	500 lx
Lebensmittel	300 bis 500 lx
Textilien, technische Artikel	300 bis 500 lx
Uhren und Schmuck	1.000 lx
Blumen	500 lx
Autos	1.000 lx

Tabelle 1: Beleuchtungsstärken in verschiedenen Handelssparten (Q: eigene Darstellung)

- **Gleichmäßigkeit:** Ein wesentliches Gestaltungsmittel ist der Einsatz von Akzenten. Dabei sollte das Kontrastverhältnis zumindest 1 zu 1,5 betragen. Bei geringer Wertigkeit der Shops werden die Verkaufsflächen eher gleichmäßiger beleuchtet.

- Lichtfarbe: Diese orientiert sich weitgehend an der angebotenen Ware.
- Farbwiedergabe: Im Allgemeinen ist ein Farbwiedergabeindex $R_a > 80$ ausreichend, lediglich in Bereichen, bei denen die Farbwiedergabe eine große Rolle spielt, sind Werte über 90 anzustreben. Für LEDs wurde festgestellt, dass die subjektive Bewertung der Farbwiedergabe deutlich besser ausfällt als die Bewertung mit der geltenden Definition.
- Strahlung: Die Abstrahlung von Infrarotstrahlung (Wärmestrahlung) ist insbesondere im Bereich von Lebensmitteln oder sonstiger verderblicher Güter (Kosmetika) relevant. Hier können Filter eingesetzt werden. In allen Bereichen muss die energiereiche Ultraviolettstrahlung verhindert werden, da dadurch die meisten Materialien zerstört oder geschädigt werden. Je nach angewandter Technologie kommen UV-Filter zum Einsatz. LEDs haben weder Infrarot- noch Ultraviolettstrahlung.
- Blendung: Generell muss im Verkaufsbereich ein UGR-Wert < 22 und im Kassenbereich ein UGR-Wert < 19 eingehalten werden, diese Werte werden in der Regel jedoch nur sehr schwer erreicht (Blendung durch Strahler).

Auf Basis dieser generellen lichttechnischen Anforderungen lassen sich für alle Lichtanwendungen in Shops (Allgemeine Verkaufsflächen, Regale, Vitrinen, Gondeln, Displays etc.) spezifische Anforderungen definieren, die bei der Bewertung von konkreten Beleuchtungskonzepten herangezogen werden können.

3.3 Überblick Beleuchtungstechnologien

Generell stehen für die Beleuchtung von Shops eine Vielzahl an Leuchtmitteltechnologien zur Verfügung. Diese unterscheiden sich jedoch stark in ihren lichttechnischen, energetischen und wirtschaftlichen (Lebensdauer, Anschaffungskosten) Eigenschaften (Tabelle 2).

Leuchtmitteltyp	Licht- ausbeute [lm/W]	Lebens- dauer [h]	Farb- wieder- gabe- index (Ra)	Anlaufzeit Start/Volle Helligkeit	Relative Farb- temperatur	Heiß- Wieder- - zün- dung	Schalt- festigkeit
AGL Glühlampe	12 bis 15	1.000	95	sofort	2.500	ja	gut
Halogen (Quarz)- Glühlampen	bis 24	2.000 bis 4.000	95	sofort	3.000	ja	gut
Kompakt- Leuchtstofflampe	bis 75	8.000	70	bis 3 Sek./ bis 2 Min.	2.700 bis 6.000	ja	schlecht
Leuchtstofflampe a. EVG	bis 100	12.000 bis 20.000	75 bis 90	bis 3 Sek.	2.700 bis 6.500	ja	schlecht
Quecksilberdampf- Hochdrucklampe	10 bis 60	10.000	50	bis 8 Min.	4.200	nein	mittel
Halogenmetall- Dampf Lampe	80 bis 120	10.000	>70	bis 8 Min.	3.000- 4.200	nein	mittel
Natriumdampf- Hochdrucklampe	bis 130	16.000	35	bis 8 Min.	2.000	nein	mittel
Weiß LED (high power)	45 bis 110	35.000 bis 100.000	70 bis 95	sofort	2.700- 6.500	ja	gut
Induktionslampe	85 bis 95	bis 120.000	>80	sofort	2.700- 6.500	ja	gut

Tabelle 2: Vergleich verfügbarer Leuchtmitteltechnologien (Q: eigene Zusammenstellung, Stand: Jänner 2011)

Es ist leicht zu erkennen, dass sich die Effizienz der verschiedenen Leuchtmittel erheblich unterscheidet. Für einige Technologien muss davon ausgegangen werden, dass sich diese Werte in den kommenden Jahren und Jahrzehnten nicht mehr signifikant steigern werden, einzig für die LEDs (White LED und OLED) sind noch weitere Entwicklungen zu erwarten (Abbildung 1). Das heißt aber nicht, dass andere Technologien keine Einsatzgebiete mehr haben werden. Nach wie vor stellen Hochdruckentladungslampen und moderne Leuchtstofflampen technisch ausgereifte, hocheffiziente und bewährte Leuchtmittel dar, die für viele Anwendungen nicht so leicht vom Markt verschwinden werden.

Unter Berücksichtigung der Lebensdauer der Leuchtmittel (z.B. LED 25.000 bis 50.000 h, OLED 10.000 bis 20.000 h) werden die Kosten vergleichbarer konventioneller Technologien für LED-Produkte in Kürze erreicht bzw. wurden schon erreicht. Bei OLED wird da in wenigen Jahren erwartet (Abbildung 2).

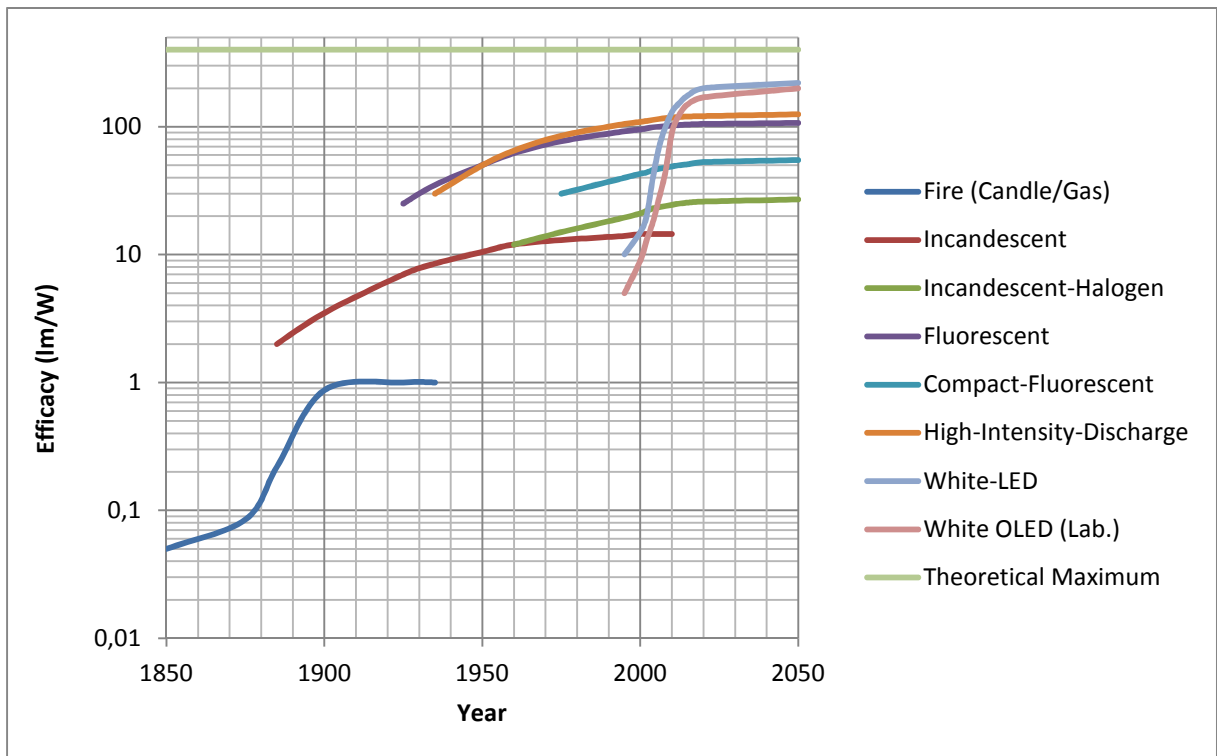


Abbildung 1: Entwicklung der Effizienz verschiedener Leuchtmittel von 1850 bis 2050 (Q: eigene Darstellung)

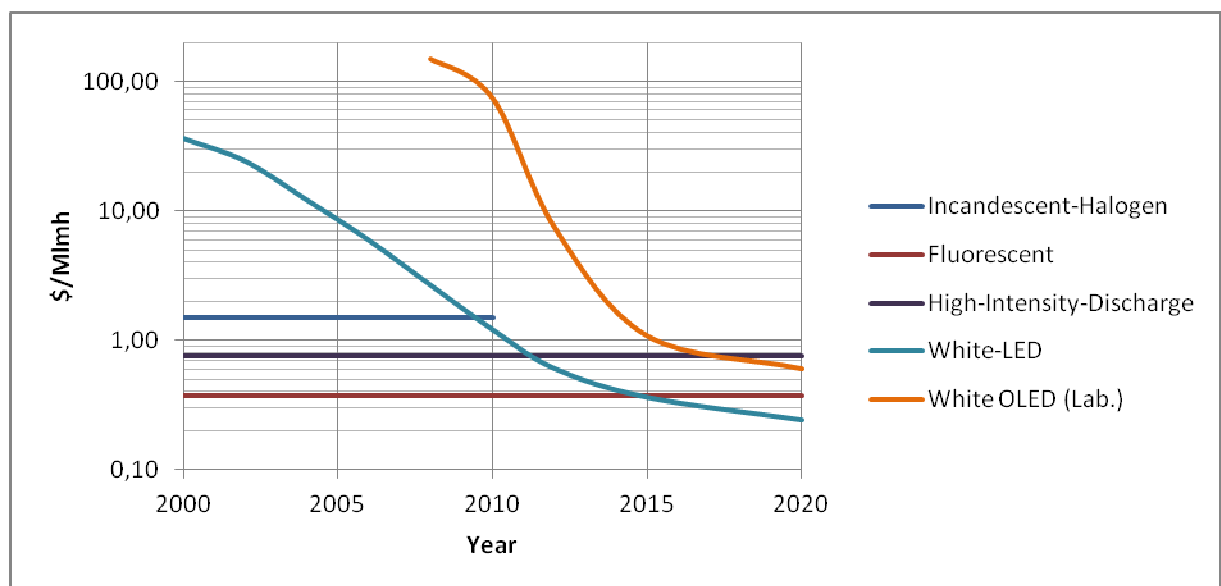


Abbildung 2: Entwicklung der Kosten für verschiedene Leuchtmitteltechnologien (Q: eigene Darstellung)

Für die unten beschriebenen Fallbeispiele wurden umfangreiche Marktrecherchen angestellt mit dem Ziel, adäquaten Ersatz zu finden, der Dimming erlaubt. Dabei mussten für beide Fallbeispiele aus am Markt verfügbaren Elementen fiktive, aber im Prinzip herstellbare Leuchten entwickelt und simuliert werden. Marktgängige Ersatzprodukte waren nicht

verfügbar. Durch die technologische Entwicklung während der Projektbearbeitungszeit wurde Anfang 2012 der energetische Break-even erreicht, d.h. die Lichtausbeute der zu Projektbeginn möglichen LED-Leuchten war deutlich schlechter als heute. Auch bei objektiver Betrachtung kann man davon ausgehen, dass LEDs als Ersatz für die eingesetzten Leuchten (Flächenbeleuchtung und Strahler) deutlich effizienter sind.

3.4 Allgemeines Bewertungsschema für Beleuchtungskonzepte

Auch wenn für die Bewertung der Qualität (z.B. Normen) und der Energieeffizienz (z.B. Benchmarks) von Shopbeleuchtungskonzepten einige Daten vorliegen, so zeigt sich bei einer genaueren Betrachtung schnell, dass solche Zahlen in der Praxis nur sehr geringe Aussagekraft haben. Zur Lösung dieser Frage wurde daher gemeinsam mit Shopbetreibern und Beleuchtungsplanern ein Schema entwickelt, das erlaubt, eine große Bandbreite an Shops bezüglich der Beleuchtung zu beurteilen. Die wesentliche Dimension bei der Analyse ist die sogenannte „Marktpositionierung“ des Shops und das damit eng verbundene Shopkonzept. Ein großer Baumarkt hat ein völlig anderes Shopkonzept als eine exklusive Modeboutique und muss daher auch bezüglich seiner Beleuchtung völlig anderen Anforderungen genügen. Dabei muss man zwischen verschiedenen Funktionen der Beleuchtung (Grundbeleuchtung, Akzentuierung, Effektbeleuchtung, Arbeits- und Funktionsbeleuchtung) unterscheiden.

Je nach Marktpositionierung verändern sich Gewichtung und Anforderungen an diese Beleuchtungsfunktionen. Generell kann gesagt werden: Je günstiger die Positionierung des Shops, desto stärker dominiert die Grundbeleuchtung, je exklusiver ein Shop ist, desto stärker tritt die Akzentbeleuchtung in den Vordergrund. Das allgemeine Lichtniveau nimmt mit steigender Positionierung ab, dafür fallen die Kontraste zwischen Grund- und Akzentbeleuchtung stärker aus.

Mit der Positionierung verändert sich im Allgemeinen auch die Wahl der Leuchtenformen und der Leuchtmittel. Bei niedriger Positionierung eines Shops werden fast ausschließlich Leuchtstofflampen eingesetzt und dementsprechend sind die Leuchtenformen langgestreckt bzw. großflächig. Bei höherer Positionierung der Shops geht der Trend zu kleinen, punktförmigen Leuchtmitteln und Leuchten mit kleiner, runder Lichtaustrittsfläche. Zum Teil sollen mit diesen Leuchten im peripheren Gesichtsfeld auch Glanzeffekte gesetzt werden, die jedoch so gering gehalten werden müssen, dass sie nicht blenden.

Positionierung	Allgemeinbeleuchtung	Akzentbeleuchtung	Lichteffekte
hoch	keine, nur Streulicht	zonal fix montierte oder in Stromschienen variabel positionierbare Strahler und Fluter bzw. Schwenk-downlights	Regale mit integrierter Beleuchtung, Displays mit beleuchteten Vouten, farbige Lichtobjekte, architekturbetonte Beleuchtung im Bereich von Treppen und Rolltreppen
mittel	rasterartig angeordnete Rasterleuchten oder Downlights	zonal fix montierte Strahler und Fluter bzw. Schwenkdownlights	Regale mit integrierter Beleuchtung, Displays mit beleuchteten Vouten, farbige Lichtobjekte
niedrig	Lichtbänder mit freistrahenden Leuchtstofflampen	keine	keine

Tabelle 3: Positionierung und Lichtkonzepte (Q: eigene Darstellung)

Für die Bewertung von Beleuchtungskonzepten müssen klarerweise auch allgemein angewandte generelle lichttechnische Kriterien herangezogen werden, wobei jeweils spezifische Anforderungen für Shops definiert wurden:

- Beleuchtungsstärke
- Gleichmäßigkeit
- Lichtfarbe
- Farbwiedergabe
- Nichtsichtbare Strahlung
- Blendung

Für verschiedene Lichtenwendungen in Shops (Regale, Gondeln, Frischware-Vitrinen, Displays, Schaufenster etc.) wurden Anforderungskataloge entworfen. Mit diesem Bewertungsschema lassen sich praktisch alle Shops in beliebiger Positionierung und in allen Branchen umfassend aus Sicht der Lichtplanung bewerten.

Für eine kundenorientierte Bewertung müssen allerdings noch Anforderungen der Shopbetreiber ergänzt werden.

An Hand dieses Bewertungsschemas wurden die beiden im Folgenden beschriebenen Fallbeispiele analysiert und es wurden Lösungsvorschläge für eine Optimierung der Beleuchtungskonzepte entwickelt. Dabei ist hervorzuheben, dass die Beleuchtungsqualität bei beiden untersuchten Beispielen im Mittelpunkt der Optimierung stand, und dass die

Steigerung der Energieeffizienz quasi eine notwendige Randbedingung bzw. Leitgedanke war. Diese Vorgangsweise war erforderlich, um praxistaugliche Ergebnisse zu erhalten. Im Ergebnis zeigt sich aber, dass sich diese beiden Bereiche insgesamt gut ergänzen.

Die entwickelten Konzepte haben den Status von Machbarkeitsstudien für konkrete Anwendungen, es ist aber zu erwarten, dass die Ergebnisse mittelfristig in die generellen Beleuchtungskonzepte der untersuchten Unternehmen einfließen und dort einen signifikanten Beitrag zur Erhöhung der Energieeffizienz bei gleichzeitiger Verbesserung der Beleuchtungsqualität leisten werden.

4 Optimierung von Beleuchtungskonzepten – Fallbeispiele

4.1 Fallbeispiel 1: Tankstellenshop



Ausgangssituation

Für den analysierten VIVA-Tankstellenshop, der einer von mehreren hundert ähnlich strukturierten Shops ist, sollte untersucht werden, ob sich durch Anwendung einer tageslichtabhängigen Steuerung der Beleuchtung im Innenraum des Shops die Beleuchtungsqualität durch Behebung bestimmter Schwachstellen verbessern lässt und zugleich der Energieverbrauch reduziert werden kann. Als spezielle Schwachstellen des im Einsatz befindlichen Beleuchtungskonzept wurden folgende spezifischen Probleme benannt:

- Schlechte Sichtbarkeit auf den Forecourt in der Nacht durch Reflexionen in der Verglasung (Sicherheitsempfinden des Personals im Shop)
- Blendung beim Betreten des Shops durch zu großen Helligkeitsunterschied in der Nacht
- Als dunkel empfundener innerer Shopbereich durch sehr große Helligkeiten im fensternahen Bereich bei Tag
- Hohe laufende Kosten durch Energie und Wartung (Dauerbetrieb: 365 Tage, 24 h)

Lösungsansatz

Für verschiedene Tages- und Jahreszeiten, sowie für verschiedene Himmelszustände wurde die Tageslichtsituation im Inneren des Tankstellenshops durch Simulation bestimmt. Mit einer eigens entwickelten Software wurden die Tageslichtergebnisse mit der Innenraumbeleuchtung überlagert, wobei jede Leuchtengruppe interaktiv „gedimmt“ werden konnte.

So wurde für die einzelnen Zeitpunkte die Kunstlichtsituation hinsichtlich Lichtverteilung im Shop und Reflexionen in der Verglasung optimiert.

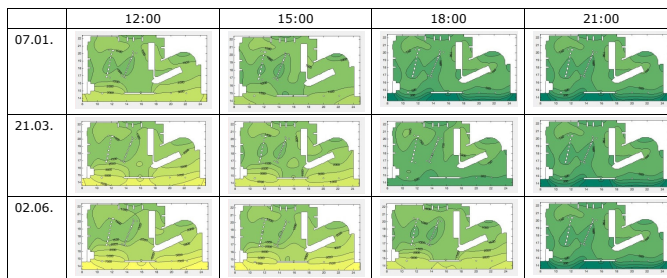


Abbildung 3: Für verschiedene Tages- und Jahreszeiten optimierte Lichtverteilung im Tankstellenshop.

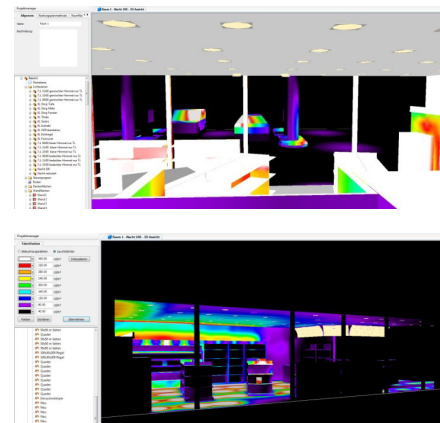


Abbildung 4: Beurteilung von Reflexionen in der Verglasung durch Berechnung von Leuchtdichten beim Aus- und Einblick.

Ergebnis

Durch den Einsatz dimmbarer LED-Strahler als Ersatz für konventionelle Strahler mit 35W-Metalldampf-Halogenlampen konnten sowohl die Lichtverteilung im Raum, als auch das Helligkeitsniveau so angepasst werden, dass Blendungseffekte und Adaptationssprünge vermieden werden können. Bei Tag wird das Beleuchtungsstärkeniveau in Fensternähe zurückgenommen, während insbesondere vertikale Leuchtdichten im hinteren Bereich des Shops (Sichtbarkeit von außen) hoch gehalten werden. Durch geeignete Nachtabsenkung wird sowohl der Ausblick auf den Forecourt verbessert, als auch das Blendempfinden beim Betreten des Shops reduziert. Über den Tages- und Jahresverlauf können deutliche Energieeinsparungen erzielt werden (Kapitel 6).

4.2 Fallbeispiel 2: Textilhandel



Ausgangssituation

Für einen Shop der internationalen Textilhandelskette C&A sollte das Energiesparpotenzial untersucht werden, wobei strenge Vorgaben hinsichtlich der Beibehaltung des bestehenden Beleuchtungskonzepts einzuhalten waren. Insbesondere sollten keine Änderungen hinsichtlich der Verteilung von Allgemeinbeleuchtung und Akzentbeleuchtung vorgenommen werden.

Als eine Schwachstelle des bestehenden Konzepts wurden die Schwenkstrahler im Bereich der Verkehrswege identifiziert, die situativ als Allgemeinbeleuchtung für die Verkehrswege (Strahler senkrecht nach unten gerichtet) oder als Akzentbeleuchtung (Strahler auf Ware ausgerichtet) eingesetzt werden. Das führt zu hohen Leuchtdichten am Boden der Verkehrswege, die eine geeignete Akzentuierung der Ware schwierig macht.

Lösungsansatz

Durch detaillierte Analyse verschiedener Shopbereiche hinsichtlich horizontaler, vertikaler und zylindrischer Beleuchtungsstärken, Leuchtdichten und Kontraste wurde die bestehende Beleuchtungslösung bewertet. An den dabei festgestellten Schwachstellen wurden Leuchten gezielt „gedimmt“ bzw. die lokale Anordnung der Leuchten modifiziert. Die so entstandene neue Beleuchtungslösung wurde simuliert und nach dem gleichen Bewertungsschema wie die bestehende Lösung analysiert und bewertet.

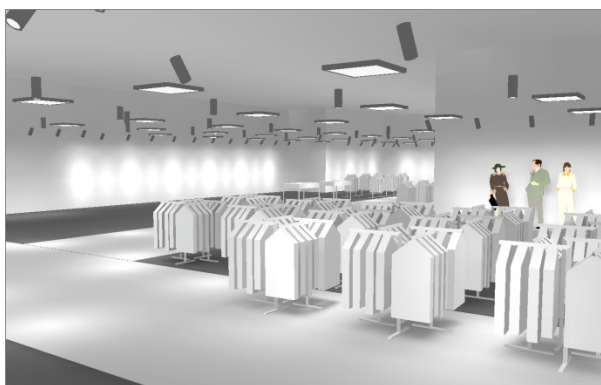


Abbildung 5: Bestehende Beleuchtungslösung – hohe Leuchtdichten auf dem Verkehrsweg reduzieren die Akzentuierung der angestrahlten Aktionsware



Abbildung 6: Alternative Beleuchtungslösung – Reduktion der Leuchtdichte auf der Verkehrsfläche führt zu verbesserter Akzentuierung der Ware

Ergebnis

Anstelle der 35 W und 70 W-Strahler mit Metalldampf-Halogenlampen wurden dimmbare LED-Strahler eingesetzt. Bis Ende 2011 waren hochwertige FL-Flächenleuchten durchwegs effizienter als am Markt angebotene LED-Flächenleuchten. Das hat sich Anfang 2012 geändert. In den quadratischen Flächenleuchten wurden daher ebenfalls LED statt Kompaktleuchtstofflampen eingesetzt, auf Dimmen kann hier jedoch verzichtet werden. Im Bereich der Verkehrsflächen konnte so die horizontale Beleuchtungsstärke von ca. 1.600 lx auf 850 lx gesenkt werden. Dadurch ist nach wie vor eine deutliche Führungsfunktion gegeben (ca. 50% höhere Beleuchtungsstärken als in der allgemeinen Verkaufsfläche). Die angestrahlte Ware ist jedoch durch vertikale Beleuchtungsstärken von 1.200 bis 1.500 lx deutlicher akzentuiert.

Somit konnte durch Dimmen sowohl eine Energieeinsparung erzielt werden, als auch eine klarere Akzentuierung der angestrahlten Ware.

5 Shopbeleuchtung und Energieeffizienz

Die Qualität der Beleuchtung hat bei der Planung und Gestaltung von Shops eine außerordentlich hohe Bedeutung. Zunehmend wird aber erkannt, dass aus verschiedenen Gründen auch Fragen der Energieeffizienz bei der Entwicklung und Umsetzung von Beleuchtungskonzepten berücksichtigt werden müssen. Das liegt einerseits daran, dass die Energiekosten zunehmend steigen und damit die Rendite sinkt, andererseits sehen immer mehr Unternehmen, dass sich die Befassung mit dem Thema Nachhaltigkeit – nicht nur in der Produktpalette – auf den Geschäftserfolg auswirkt.

5.1 Der Handel in Österreich

Österreich verfügt mit 1,76 m² je Einwohner über die zweitgrößte Verkaufsflächendichte in Europa (Regiodata 2012). Gemäß Daten der Statistik Austria betrug die gesamte Verkaufsfläche in Österreich im Jahr 2009 15.993.613 m². Rund 90% dieser Fläche sind Einzelhandelsflächen, der Rest ist dem Großhandel zugeordnet. Rund 2/3 der Verkaufsfläche befinden sich in filialisierten Geschäften, ein Anteil, der laufend am Steigen ist.

Im Handel waren 2009 617.872 Beschäftigte in 73.038 Unternehmen beschäftigt, diese erwirtschafteten einen gesamten Umsatzerlös in der Höhe von EUR 201,5 Mrd (Tabelle 4). Bezogen auf die Beschäftigten betrug der Umsatz somit 328.775 EUR, bezogen auf die Verkaufsfläche knapp 12.600 EUR je m². Diese Werte beziehen sich auf den gesamten Handel. Im Einzelhandel, den wir hier genauer untersuchen, sind diese Werte deutlich geringer: 156.142 EUR Umsatzerlös je Beschäftigten bzw. durchschnittlich rund 3.500 EUR je m².

	Unternehmen	Beschäftigte	Umsatz
KfZ-Handel	8.993	76.440	24.785 Mio
Großhandel inkl. Handelsvermittlung	23.984	196.427	123.624 Mio
Einzelhandel inkl. Tankstellen	40.061	340.005	53.089 Mio
Handel gesamt	73.038	612.872	201.497

Tabelle 4: Strukturdaten Handel 2009 (Q: Statistik Austria, Leistungs- und Strukturerhebung 2009)

Etwa 16% der Umsatzerlöse entfallen auf den sonstigen Betriebsaufwand, der u.a. auch die Energieaufwendungen der Unternehmen beinhaltet. Der größte Anteil der Kosten, die mit den Umsatzerlösen gedeckt werden müssen macht jedoch mit knapp 2/3 der Handelswareneinsatz. Der Personalaufwand ist mit knapp 15% etwas geringer als der sonstige Betriebsaufwand.

Betrachtet man die Ertragssituation des Einzelhandels, so lässt sich trotz jährlichen Schwankungen und erheblicher Streuung zwischen den einzelnen Sparten sagen, dass die Jahresüberschüsse in der Größenordnungen von 1 bis 1,5% der Umsatzerlöse liegen, der ordentliche Betriebserfolg (EBIT-Quote) liegt zwischen 1,5 bis 2% (Arbeiterkammer 2011).

5.2 Energieeinsatz im Einzelhandel

Zum Energieeinsatz im Einzelhandel liegen verschiedene Quellen vor, die auf Grund der verschiedenen Erhebungsmethoden und unterschiedlicher Abgrenzung sich z.T. erheblich unterscheiden (Statistik Austria 2011, Benke et al. 2012). Im Jahr 2008 wurden 12,4% der im tertiären Sektor verwendeten Endenergie im Handel verbraucht.

7.342 TJ oder 49% der im Einzelhandel (Großhandel: 8,5%) benötigten Energie war elektrischer Strom (Benke et al. 2012 geht von einem höheren Verbrauch von 9.738 TJ, was einem Stromanteil von 67% entspricht, aus). Dabei muss zwischen dem Lebens-, Nahrungs- und Genussmittelhandel und dem sonstigen Einzelhandel unterschieden werden. Laut Statistik Austria benötigt der Lebens-, Nahrungs- und Genussmittelhandel 214 kWh je m² elektrischen Strom und 137 kWh je m² sonstige Energieträger, insgesamt also 351 kWh je m². Der Stromanteil beträgt hier somit 57,5%. Im sonstigen Einzelhandel liegen diese Werte deutlich niedriger, insbesondere bei Strom. Mit 91 kWh je m² wird hier weniger als die Hälfte benötigt, bei den sonstigen Energieträgern liegt der Energieverbrauch mit 106 kWh je m², der Stromverbrauch ist mit 46,3% deutlich niedriger. Der Grund für den höheren Anteil liegt u.a. im hohen Energieverbrauch für Kühlung, aber auch die stetige Zunahme an Backöfen im Lebens-, Nahrungs- und Genussmittelhandel (Benke et al. 2012). Beim Stromanteil gibt es Hinweise (Zuordnung von Warmwasserbereitung), dass die Werte der Statistik Austria etwas unterschätzt sind, Benke (2012) geht von höheren Anteilen aus: 75,6 statt 57,5% beim Lebens-, Nahrungs- und Genussmittelhandel und 56,6 statt 46,3% beim sonstigen Einzelhandel.

Beleuchtung spielt für den Stromverbrauch in allen Dienstleistungsbereichen eine relevante Rolle, im Lebens-, Nahrungs- und Genussmittelhandel beträgt der Anteil 37,1%, im sonstigen Einzelhandel 41,9%.

Bei einem durchschnittlichen Flächenumsatz von 3.500 EUR je m² (Bandbreite von knapp 1.000 bis über 6.000 EUR je m²) beträgt der Anteil der Energiekosten am Umsatz zwischen

0,5 (Non-Food) und 1,0% (Food), der Anteil für die Beleuchtung liegt im Bereich 0,2 bis 0,4%.

Im Bereich Lebensmitteldiskonter wird gegenwärtig von einer Anschlussleistung von 25 bis 28 W je m² Verkaufsfläche ausgegangen, dieser Wert lässt sich durch den Einsatz von energieeffizienter Beleuchtung offensichtlich auf 15 W je m² reduzieren.

Beim sonstigen Einzelhandel ist vor allem darauf hinzuweisen, dass durch das große Spektrum an Warensortimenten und Marktpositionierungen eine sehr hohe Bandbreite insbesondere bei der Beleuchtung (Verbrauch und Anschlussleistung) zu verzeichnen ist. Beispielsweise werden in Baumärkten fast 80% des elektrischen Stroms für Beleuchtungszwecke deutlich über dem Durchschnitt. Überdurchschnittliche Anschlussleistungen von ca. 75 W je m² finden sich etwa im Schuh- und Drogeriebereich (Benke 2012).

5.3 Beurteilung der Energieeffizienz von Beleuchtungskonzepten

Für die Beschreibung und Bewertung der Energieeffizienz von Beleuchtungsanlagen werden sehr unterschiedliche Methoden und Kennzahlen angewandt. Die Aussagekraft ist jedoch ebenfalls sehr unterschiedlich.

Spezifischer Energieverbrauch

Im einfachsten Fall wird angegeben, wie hoch der jährliche Energieverbrauch bezogen auf die Nutzfläche (Verkaufsfläche) (bzw. Nettogeschoßfläche oder Bruttogeschoßfläche) eines zu beleuchtenden Raumes ist (kWh/m²*a). Beim Vergleich von Anlagen muss jedoch sowohl auf die Beleuchtungsstärke als auch auf die konkrete Betriebsweise geachtet werden, etwa wann die Anlage eingeschaltet wird und wann sie wieder ausgeschaltet wird. Mit diesem Kennwert lassen sich verschiedene Beleuchtungslösungen für ein Geschäft gut vergleichen, ein Vergleich mit anderen Shops ist auf Grund der häufig sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen (z.B. Öffnungszeiten) nur sehr bedingt möglich.

Für Verkaufsräume (ohne Tageslichtnutzung) mit 3.600 h Nutzung¹ und einer erforderlichen (Norm)Beleuchtungsstärke von 300 lx wird etwa vom IWU ein Grenzwert von 35 kWh/m²*a (55 kWh/m²*a mit Dekorationsbeleuchtung) und ein Zielwert von 25 kWh/m²*a (42 mit Dekorationsbeleuchtung) angegeben (IWU 2000).

¹ Die Anpassung der Volllaststunden für die Beleuchtung an die tatsächlichen Erfordernisse stellte eine wesentliche Maßnahme zur Verbesserung der Energieeffizienz dar (z.B. Reduktion der Beleuchtungsstärke nach Geschäftsschluss).

Spezifische Anschlussleistung

Ebenfalls sehr gebräuchlich ist die Angabe der Nennleistung der Beleuchtungsanlage (W/m^2). Mit dem spezifischen Energieverbrauch hängt dieser Kennwert über die Betriebszeit bzw. die Volllaststunden zusammen. Einrichtungen, die rund um die Uhr geöffnet haben, haben bei gleicher Auslegung der Beleuchtungsanlage klarerweise einen wesentlich höheren Energieverbrauch. Unter der Annahmen, dass Shops mit einer ähnlichen Positionierung in der gleichen Sparte ähnliche lichttechnische Anforderungen erfüllen müssen, dann lassen sich damit in einem begrenzten Rahmen Vergleiche anstellen. Es gelten aber die gleichen Vorbehalte wie oben.

Nennbeleuchtungsstärke	Spezifische Anschlussleistung
50 lx	2,5 W/m^2
100 lx	3,5 W/m^2
300 lx	7,5 W/m^2
500 lx	11,0 W/m^2
750 lx	16,0 W/m^2
1.000 lx	21,0 W/m^2

Tabelle 5: Richtwerte für spezifische Anschlussleistung (Q: IWU 2000)

Aufwandszahl für die Beleuchtung

Bei der Aufwandszahl für die Beleuchtung wird eine durch eine ideale Beleuchtungslösung erzeugte Beleuchtung in Beziehung zum tatsächlichen Energieverbrauch gesetzt (de Boer et al. 2012). Dabei werden mehrere Teilaufwandszahlen berechnet. Die Teilaufwandszahl für ein künstliches Beleuchtungssystem berücksichtigt den technologischen State of the Art in der Beleuchtung und wird über eine Referenzbeleuchtung definiert, weitere Teilaufwandszahlen berücksichtigen die Nutzung von Tageslicht, die Konstantlichtkontrolle und den Einfluss von Präsenzmeldern.

Für die Bewertung von Shops ist dieses Verfahren nur sehr bedingt anzuwenden, da etwa Präsenzmelder in Verkaufsräumen sinnwidrig sind, da die Beleuchtung ja zum Betreten von Verkaufsflächen einladen sollen.

6 Energetische Bewertung der Fallbeispiele

Durch Anwendung der beschriebenen Verfahren lässt sich für die beiden beschriebenen Fallbeispiele zeigen, dass eine Erhöhung der Energieeffizienz der Beleuchtung bei entsprechender Analyse und Planung mit einer deutlichen Verbesserung der Beleuchtungsqualität einhergehen kann. Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Energieeffizienz im Kontext der jeweiligen Marktpositionierung beurteilt werden muss. Somit sind Benchmarks nur in einem sehr engen Rahmen innerhalb ähnlicher Shops mit gleicher Positionierung aussagekräftig.

Energieeinsparungen

Die tatsächlich erreichten Energieeinsparungen ergeben sich dabei durch die Kombination folgender Elemente:

- Einsatz neuer, energieeffizienter Technologien (LED); und
- Anwendung neuer, innovativer Beleuchtungskonzepte (z.B. Dimming), die auf die Verfügbarkeit der entsprechenden Technologien angewiesen ist.

Für den optimierten VIVA-Tankstellenshop ergibt sich rein aus der tageslichtabhängigen Lichtsteuerung eine Einsparung im Bereich von 30 bis 35% gegenüber einer Dauerbeleuchtung mit voller Leistung (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Die Effizienz von LED-Leuchten liegt gegenwärtig bei 80 lm/W, beim Dimming steigt diese sogar auf 85 lm/W und liegt somit deutlich höher als die herkömmlicher Technologien, die bei Leuchten mit Metalldampf-Halogen-Lampen bei 60 lm/W liegt. Die gesamte Energieeinsparung liegt in Summe bei über 50%!

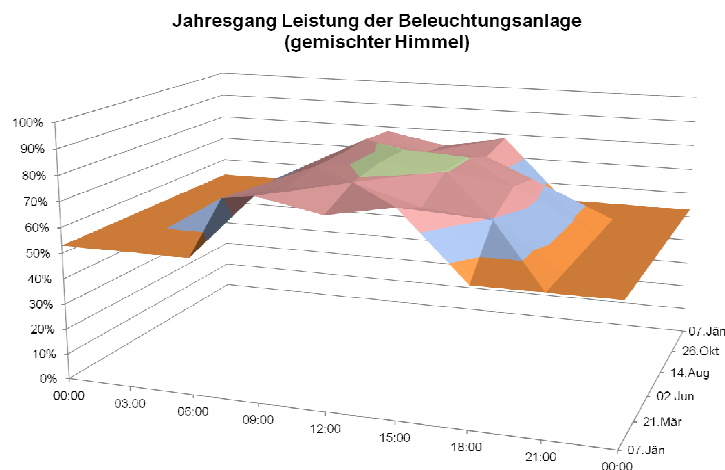


Abbildung 7: Jahresgang der Leistung bei tageslichtabhängiger Lichtsteuerung; Grafik: e7

Die Analyse und Bewertung der Beleuchtungskonzepte der C&A-Textilshops zeigt, dass schon das vorhandene Konzept gegenüber verfügbaren Benchmarks – bei allen Vorbehalten der Vergleichbarkeit – als sehr energieeffizient eingestuft werden kann. Doch selbst dieses Konzept lässt sich durch den Einsatz von LEDs und durch Dimming weiter optimieren. Die – bezogen auf die Verkaufsfläche – spezifische Leistungsaufnahme von $12,8 \text{ W/m}^2$ stellt ein äußerst niedriger Wert dar. Die Energieeinsparung gegenüber dem Referenzkonzept beträgt dabei mehr als 25%.

In beiden untersuchten Fällen konnte zudem die Qualität der Beleuchtung deutlich verbessert werden.

Treibhausgaspotenziale

Aus den beschriebenen statistischen Daten und den hochgerechneten Energiekennwerten lässt sich berechnen, wie hoch die Potenziale zur Einsparung von Treibhausgasemissionen sein könnten, wenn die berechneten Einsparungen flächendeckend umgesetzt würden.

Berechnung des Treibhausgaseinsparpotenzials	
Einsatz elektrischer Strom Einzelhandel	2.705 GWh
Verkaufsfläche Einzelhandel	14,4 Mio. m^2
Durchschnittlicher Stromverbrauch	189 $\text{kWh/m}^2\text{a}$
Anteil für Beleuchtung am Stromverbrauch	ca. 40%
Durchschnittlicher Stromverbrauch für Beleuchtung	75 $\text{kWh/m}^2\text{a}$
Einsparpotenzial	20 bis 50%
Einsparung	15 bis 37,5 $\text{kWh/m}^2\text{a}$
Endenergieeinsparung bei 20% Einsparung	216 GWh
Endenergieeinsparung bei 50% Einsparung	540 GWh
Emissionsfaktor Strom (OIB-RL; Strom Österreich-Mix)	417 g/kWh
Potenzial bei 20% Einsparung	6,3 $\text{kg/m}^2\text{a}$ >> 90.720 t $\text{CO}_2\text{äqu}$
Potenzial bei 50% Einsparung	15,6 $\text{kg/m}^2\text{a}$ >> 225.180 t $\text{CO}_2\text{äqu}$

Tabelle 6: Berechnung des Treibhausgaseinsparpotenzials (Q: Benke 2012, Arbeiterkammer 2011, OIB, eigene Berechnungen)

Im Durchschnitt lassen sich je 10% Energieeinsparung bei der Beleuchtung bei einer Verkaufsfläche von 1.000 m^2 rd. 4,5 t Treibhausgasemissionen jährlich einsparen.

7 Ausblick und Empfehlungen

Das Projekt hat klar gezeigt: Zur Erhöhung der Energieeffizienz der Beleuchtung von Shops genügt es nicht, konventionelle Leuchtmittel gegen neue, meist LEDs, auszutauschen. Abgesehen davon, dass die Gesamteffizienz von LED-Leuchten, die als Ersatz für konventionelle Leuchten in Frage kommen, für zahlreiche Anwendungen erst seit kurzem tatsächlich höher ist als die konventioneller Systeme, stecken die großen Einsparpotenziale in der Ausnutzung aller Möglichkeiten, die sich mit der Anwendung von neuen Technologien eröffnen. Insbesondere durch Dimming lassen sich viele Beleuchtungsaufgaben effizienter und zugleich in lichttechnischer Hinsicht besser bewältigen. Generell muss jedoch darauf geachtet werden, dass für alle Anwendungen die jeweils optimale Technologie zur Anwendung kommen muss.

Die Einsparmöglichkeiten sind jedoch erheblich. In den untersuchten Fallbeispielen konnten Einsparungen in der Höhe von mehr als 50% (VIVA Tankstellenshop) bzw. mehr als 25% (C&A Textilshop) erreicht werden. Nicht nur in Anbetracht des hohen Niveaus der IST-Situationen bei den konkreten Beispielen, sind das sehr beachtliche Werte.

Sollen sich energieeffiziente Lösungen am Markt stärker als bisher verbreiten, dann muss jedenfalls darauf geachtet werden, dass auch dann, wenn eine Erhöhung der Energieeffizienz angestrebt wird, die Qualität der Beleuchtung für jede Lichtplanung im Mittelpunkt steht. Dabei ist für jeden Einzelfall zu prüfen, wie der jeweilige Shop (bzw. das Unternehmen, das den Shop betreibt) sich am Markt positioniert und wie konkrete Beleuchtungsqualität definiert ist. Dazu wurden im Projekt ein Bewertungsschema entworfen, dieses dient jedoch nur als „Hintergrundfolie“. Unumgänglich ist somit bei jeder Optimierung von Beleuchtungskonzepten eine umfassende und detaillierte Analyse der konkreten Shopkonzepte und der Prüfung, ob die optimierte Lösung den entsprechenden Anforderungen bzgl. der Beleuchtungsqualität entspricht.

Da die Beleuchtung maßgeblich für den wirtschaftlichen Erfolg von Shops mitverantwortlich ist und die Gestaltung der Beleuchtung als eine zentrale Management-Aufgabe gesehen werden muss, ist es empfehlenswert, bei der Anpassung von vorhandenen oder der Entwicklung von neuen Beleuchtungskonzepten schon sehr frühzeitig entsprechende Expertisen einzuholen. Diese Expertise betrifft insbesondere die Definition der lichttechnischen Anforderungen entsprechend der Positionierung und die Entwicklung von konkreten Vorschlägen für energieeffiziente Beleuchtungslösungen (Technologien und Konzepte).

8 Literaturverzeichnis

IWU Institut für Wohnen und Umwelt 2000: LEE Leitfaden Elektrische Energie im Hochbau. Darmstadt.

Benke, Georg et al. 2012: Energieverbrauch im Dienstleistungssektor. Kennwerte und Hochrechnung. Endbericht. Wien.

Arbeiterkammer 2011: Die wirtschaftliche Lage des Handels. Ausgabe 2011. Wien.

Statistik Austria 2011: Energieeinsatz im Dienstleistungssektor. Wien.

de Boer, Jan et al. 2012: Neue energetische Effizienzkennzahlen und Bewertungsverfahren für Beleuchtungssysteme in Gebäuden. Beitrag für die Licht 2012. Berlin.

IMPRESSUM

Verfasser

e7 Energie Markt Analyse GmbH,
Theresianumgasse 7, 1040 Wien
www.e-sieben.at
– Christof Amann

item Sejkora e.U., Dr. Anton Schneider
Straße 2 T6, 6850 Dornbirn
www.items-innovation.at
– Günther Sejkora

Luger Research e.U.
Moosmahnstraße 30, 6850 Dornbirn
www.lugerresearch.com
– Siegfried Luger
– Arno Grabher-Meyer

OMV Refining & Marketing GmbH
Trabrennstraße 6-8, 1020 Wien
www.omv.at
– Peter Götz

C&A Mode GmbH & Co KG
Olympiaplatz 2, 1020 Wien
www.cunda.at
– Jan Sirovatka

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber

Klima- und Energiefonds
Gumpendorfer Straße 5/22
1060 Wien
E-Mail: office@klimafonds.gv.at
Web: www.klimafonds.gv.at

Disclaimer

Die Autoren tragen die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieses Berichts. Er spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung des Klima- und Energiefonds wider.

Weder der Klima- und Energiefonds noch die Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) sind für die Weiternutzung der hier enthaltenen Informationen verantwortlich.

Gestaltung des Deckblattes

ZS communication + art GmbH