



Beratung und Sensortechnik für energieeffiziente Bürobeleuchtungssysteme

Beschreibung eines möglichen Förderprogramms eines Energieeffizienz-Fonds

Überarbeiteter Endbericht im Auftrag der
Hans-Böckler-Stiftung

Wuppertal,
25. Oktober 2005

bearbeitet von:

Dipl.-Ing. Gerhard Wohlauf

Dipl.-Phys. Stefan Thomas

Dr. Wolfgang Irrek

- Wuppertal Institut -

Prof. Dr. Olav Hohmeyer

- Universität Flensburg -

mit Unterstützung von:

Cand. MBA Natalia Przhevalskaya

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH
im Wissenschaftszentrum Nordrhein-Westfalen
Forschungsgruppe Energie-, Verkehrs- und Klimapolitik
Döppersberg 19
42103 Wuppertal
Tel. 0202/2492-164, -143, -129
Fax 0202/2492-198
Email: wolfgang.irrek@wupperinst.org,
stefan.thomas@wupperinst.org

1 Anwendungsbereich / Technologiebereich

Der Anteil der Beleuchtungsenergie liegt in Deutschland bei rund 63 TWh/a, was rund 12 Prozent des Gesamtenergieverbrauch von ca. 530 TWh/a ausmacht (Lange 1997, aktualisiert für den Haushaltsbereich gemäß DeLight 1998). Rund zwei Drittel dieses Verbrauchs fällt auf Anwendungen in Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen und den öffentlichen Bereich (inklusive Verkehr); nur ein Drittel benötigt die Beleuchtung der Haushalte. Im gewerblichen und öffentlichen Bereich Deutschlands sind etwa 310 Millionen Leuchtstofflampen eingesetzt (FGL 1996). Über Leuchtstofflampen werden auch 70 % des Lichtbedarfs erzeugt, die aber dafür nur 40 % des o.a. Energiebedarfs für Beleuchtungszwecke benötigen. Mittels der Umrüstung aller Beleuchtungsanlagen des gewerblichen und öffentlichen Bereichs auf EVG-Betrieb, effiziente Leuchten und auf tageslichtabhängiges Schalten/Dimmen wären in Deutschland wenigstens ca. 13 TWh/a einzusparen, was etwa **2,5 %** des derzeitigen Stromverbrauchs von ca. 530 TWh/a entspricht (FGL 1996).

Etwa **50 bis 60 %** des Stromverbrauchs von typischen Büro- und Verwaltungsbauten ohne Lüftung bzw. Klimatisierung entfällt allein auf die Beleuchtung, bei Gebäuden mit künstlicher Beleuchtung und Lüftung etwa **30 bis 40 %**. Infolge der erreichten Technologiefortschritte (effiziente Leuchten, neue Lampen, Sensortechnik usw.) der zurückliegenden Jahre bestehen im Bereich der Beleuchtung noch immer sehr große Einsparpotentiale. So dürfte insbesondere im Bereich der öffentlichen Verwaltungen ein größerer Sanierungsbedarf besteht; dieser kann mit ca. 70 bis 80 % der Anlagen geschätzt werden¹. Dies liegt nicht zuletzt daran, dass die beleuchtungstechnischen Anforderungen im Zuge der heute dominierenden Bildschirmarbeit deutlich gestiegen aber vielfach noch Altanlagen installiert sind.

Je nach Ausgangssituation sowie gewählter Sanierungsmaßnahme können die typischen möglichen **Stromeinsparungen** – trotz der in Teilbereichen erhöhten Normvorgaben für die Beleuchtungsstärke – mit etwa **50 bis 80 %** angegeben werden. Intelligente Beleuchtungssysteme senken den Energieverbrauch und damit die Stromrechnung im Einzelfall um bis zu **85 Prozent**.

2 Zielgruppe

Firmeneigentümer und deren Vertreter (Betriebsleiter usw.) als Betreiber von Bürobeleuchtungen in den Sektoren Industrie, Gewerbe, Handel und Dienstleistungen inklusive Betreiber entsprechender Beleuchtungsanlagen im öffentlichen Bereich wie Städte und Gemeinden, Landkreise, Länder, Bund usw.. Beteiligt sind außerdem die firmeneigenen Betriebsunterhaltungen, das einschlägige Fachhandwerk sowie als Berater und Dienstleister: Fachingenieure, Energieberater und Contractingfirmen. Außerdem Hersteller von Leuchten und regeltechnischem Zubehör (Lichtregelsysteme, Sensoren,) inklusive des zugehörigen Fachgroßhandels.

¹ Unsere Schätzung in Übereinstimmung mit Büro enbs/D.Schaumburg im Januar 2005.

3 Hintergrund

3.1 Marktzahlen, weitere aktuelle Marktdetails

Unsere Bearbeitung stützt sich im wesentlichen auf die von der VDMA, Fachverband Leuchten mitgeteilten Marktzahlen für Büroleuchten für andere Leuchtstofflampen - ohne Bürobeleuchtungen mit Kompakt-LL – der Jahre 2002 bis 2004, die auch in den amtlichen Veröffentlichungen des Statistischen Bundesamtes aufgeführt sind (VDMA 2004, StatBuAmt 2004).

Tab. 1: Marktdaten 2002 - 2004 für Büroleuchten

Marktzahlen: Büroleuchten	2002	2003	1.+2. Quartal 2004
Büroleuchten für Kompakt-Leuchtstofflampen	732.859	716.362	356.016
Büroleuchten für andere Leuchtstofflampen	3.535.824	3.359.390	1.515.898
Büroleuchten für andere Lampen	903.719	642.934	134.699

Nach ZVEI-Auskunft fallen unter die o.a. Leuchtenzahlen alle Leuchten für den „erweiterten“ Bürobereich (inkl. Leuchten für öffentliche Einrichtungen und Schulen)². Wie dargestellt, setzt sich der in 2003 eingetretene leichte Rückgang der Leuchtenzahlen auch im Jahre 2004 fort.

Nach ZVEI-Angaben ergibt sich nach den Marktzahlen für Vorschaltgeräte (1. Hj. 2003) für den gesamten Inlandsmarkt die nachfolgend dargestellte Aufteilung auf die einzelnen Bauarten³. In Abhängigkeit der jeweiligen Produktionspalette weicht diese für einen einzelnen Leuchtenhersteller mit eigener Vorschaltgeräte-Fertigung im Vergleich dazu deutlich ab.

² Nach Auskunft von Hr. Dr. Merker/ZVEI, FV Leuchten im Dezember.2004 beinhalten die o.a. Leuchtenzahlen alle Leuchten, die nicht Industrieleuchten sind.

³ Die Gesamtzahl: 1 Hj. 2003 betrug 13 Mio. - Angaben: o. Gewähr, da die ZVEI-Anfrage über kooperativen tLeuchtenhersteller zustande kam.

Tab. 2: Marktzahlen 2003 für Vorschaltgeräte

Bauarten von Vorschaltgeräten in %	nach ZVEI-Angaben	nach Angaben eines Herstellers für seine Produkte)
Vorschaltgeräte Klasse B (=VVG)	19,4	31,6
Vorschaltgeräte Klasse C (=KVG)	48,8	0 (seit 1986)
EVG für Kompakt-LL	10,9	10,6
EVG für T5 Lampen	5,4	23,2
EVG für T8 Lampen	15,5	34,6

Der Inlandsmarkt im Bürobeleuchtungsbereich steht verstärkt unter dem Konkurrenzdruck möglichst geringer Investitionspreise. Ganzheitliche Kostenbetrachtungen der „Lebenszykluskosten“ unterbleiben dabei vielfach wegen des klassischen „Nutzer-Investor-Dilemmas“. Nichtsdestoweniger setzten verschiedene renommierte Hersteller auf weiterhin auf die Qualität und Effizienz ihrer ständig weiterentwickelten Leuchten und Lichtregelsysteme. Nicht zuletzt wegen der einschlägigen Sonderschauen auf den beiden zurückliegenden Messen light & building 2002 und 2004 in Frankfurt kommt das Thema Tageslichtnutzung mittels intelligenter Lichtlenksysteme zunehmend ins Bewusstsein (Licht 2004, FiTLicht 2004). Auch das Angebot an Lichtregelsystemen (LR-Systeme) und an intelligenten Bewegungs- und Präsenzmeldern nimmt kontinuierlich zu. Der Trend geht dabei eindeutig zu leistungsfähigen dezentral einsetzbaren Lichtregelsystemen. Zunehmend können die LR-Systeme mit Sensormodulen für eine Präsenzerfassung mittels Infrarot-/Ultraschallerfassung kombiniert werden.

Die Mehrkosten für eine Bürobeleuchtung mittels hochwertigen Spiegelrasterleuchten mit EVG und hohem Leuchtenwirkungsgrad können im Vergleich zu einer typischen Standardbeleuchtung mit etwa 50-60 % angegeben werden. Bei einer typischen Nutzungssituation (mittlerer Tageslichtanteil; typische Büronutzung) ergibt sich für die anteiligen Mehrkosten eine mittlere Amortisationsdauer von etwa 5-6 Jahre (PicoLight 2004). Bezüglich typischer Sanierungen ist festzustellen, dass in Abhängigkeit der jeweiligen Leuchtenanzahl hohe Kundenrabatte eingeräumt werden. Bei größeren Abnahmemengen (z.B. >200 Leuchten) sind über den Großhandel Rabatte von über 50 % auf die Katalogpreise keine Seltenheit (Wuppertal-Institut 2001, PicoLight 2004).

3.2 Angaben zum Leuchtenbestand

Trotz gezielter Anfragen bei einzelnen renommierten Leuchtenherstellern wie auch beim ZVEI, FV Leuchten konnten für den Anlagenbestand keine detaillierten Angaben erhoben werden. Der **Bestand an Bürobeleuchtungen** kann daher nur überschlägig über die eingangs dargestellte Gesamtzahl an Leuchtstofflampen unter Berücksichtigung einer praxisnahen sektoriellen Aufteilung: Industrie/GHD (inklusive öffentlicher Be-

reich)/Haushalte über eine angenommene mittleren Lampenzahl pro Leuchte ermittelt werden⁴. Mit diesem Ansatz ergibt sich für einen Bestand an ca. 310 Mio. Leuchtstofflampen eine überschlägige Gesamtzahl von etwa 206,6 Mio. Leuchten, wobei allein auf den GHD-Bereich (vormals Kleinverbrauch) etwa **104 Millionen Büroleuchten** (ca. 50 %) entfallen⁵. Weitere 78,5 Mio. Leuchten sind demnach im Industriebereich und etwa 25 Millionen im Haushaltsbereich (inkl. Verkehr) installiert⁶.

Tab. 3: Leuchtenbestand

	GHD (Kleinverbrauch)	Industrie	Haushalte/Verkehr
Leuchtenanzahl in Mio. (%-Anteil)	103,6 (50)	78,5 (38)	24,8 (12)
anteiliger Verbrauch in TWh/a	13,26	10,07	3,18
50 %-Einsparpotential in TWh/a	6,63	5,04	1,59

Die mittlere kalkulatorische Nutzung von Beleuchtungsanlagen kann mit etwa 15-20 Jahren angegeben werden⁷. Die technische Lebensdauer von typischen Bestandsleuchten liegt unter Berücksichtigung der mittleren Lebensdauer der eingebauten Elektrik (Vorschaltgeräte/Fassungen usw.) von wenigstens 100.000 h unter Berücksichtigung typischen Betriebszeiten (800-4000 h/a) sicherlich deutlich darüber. Insbesondere im öffentlichen Bereich (Schulen, Verwaltungsgebäude usw.) mit relativ geringen Betriebszeiten (ca. 600-1.600 h/a) sind daher häufig deutlich ältere Beleuchtungsanlagen mit einem Alter > 25 Jahre anzutreffen (Wuppertal Institut 2003, PicoLight 2004).

Der mittlere EVG-Anteil im Anlagenbestand der Bürobeleuchtung kann mit **ca. 10-15 %** angesetzt werden. Im Komfort-Beleuchtungsbereich im Bereich GHD (Banken, Versicherungen, usw.) liegt er sicherlich etwas höher, während er im öffentlichen Bereich bei unter **10 %** liegen dürfte (Wuppertal Institut 2003).

3.3 Ausgangssituation: Beleuchtungssanierung

Mit hocheffizienten Spiegelrasterleuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) und Dreiband-Leuchtstofflampen lassen sich in Verbindung mit einer möglichst weitgehenden Nutzung von Tageslicht sowohl energetisch als auch ergonomisch optimierte Beleuchtungssanierungen erreichen. Im Gebäudebestand können im Regelfall alte zweilampige Beleuchtungsanlagen mit Standard-Leuchtstofflampen (Standard-LL) durch einlampige effizientere Leuchten mit Dreiband-Leuchtstofflampen (DB-LL) und elektronischen Vorschaltgeräten (EVG) ersetzt werden. Die durch einen Leuchten-

⁴ Gewählte mittlere Lampenzahl/Leuchte: 1,5/Gesamtleuchtenzahl: 206,6 Mio. (inkl. Industrie); anteiliger Stromverbrauch der LL-Leuchten: ca. 26,5 TWh/a; Leuchtenanteil (GHD): ca. 103,3 Mio.

⁵ Vereinfachter Ansatz: Diese Anzahl soll den Gesamtbestand an Bürobeleuchtungen repräsentieren; dies deckt sich vereinfacht mit dem geschätzten Produktionsanteils an Büroleuchten von ca. 50 % eines renommierten Herstellers.

⁶ Annahme: In diesen Sektoren dominieren die Standardleuchten bzw. Spezialleuchten (z.B. Ex- und Feuchtraumleuchten, Außenleuchten für Plätze, Verkehrswege).

tausch erreichbaren Einsparungen betragen im Mittel etwa **50-60 %**. Durch die verbesserte Leuchtencharakteristik bzw. die bessere Farbwiedergabe der DB-LL verbessert sich darüber hinaus deutlich die Qualität der Beleuchtung; vor allem wird die störende Direkt- und Reflexblendung vermieden bzw. stark reduziert.

Vielfach können Beleuchtungsanlagen zusätzlich mit einer präsenz- bzw. tageslichtabhängigen Beleuchtungssteuerung (z.B. mittels kombinierter Sensoren) nachgerüstet werden. Die Einsparungen mittels einer **tageslichtabhängigen Beleuchtungsregelung** betragen je nach räumlichen Verhältnissen, dem nutzbaren Tageslichtangebot bzw. der täglichen Nutzungszeit **etwa 25-35 %**⁸. Allein mittels einer **präsenzabhängiger Schaltung** von Beleuchtungsanlagen in Räumen wie Fluren, WC-Bereichen usw. über Standard-Bewegungsmelder können üblicherweise mittlere Einsparungen von **ca. 15-25 %** erreicht werden⁹. Bei tageslichtabhängiger Regelung einer effizienten Beleuchtungsanlage mittels dimmbaren EVG und zusätzlicher präsenzabhängiger Betriebsweise sind in sanierten Anlagen durchaus Einsparungen von bis zu **85 %** möglich. Ein brauchbarer Überblick über eine energiesparende Beleuchtungsplanung mit Planungshinweisen und verschiedenen Beleuchtungskonzeptionen z.B. mit „direktstrahlenden“, „direkt-indirekt strahlenden“ Leuchten, einer Zwei-Komponenten-Beleuchtung findet sich in der einschlägigen Literatur bei (Trilux 1996, LEE 2000, VBG 2003).

3.4 Überblick: Aktuelle Beleuchtungsnorm

Die neue DIN EN 12464-1 (03.2003) ist die deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 12464-1 (2002). Zusammen mit der DIN EN 12665 (09.2002) ersetzt sie die bisherige DIN 5035-1 (06.1990) und ist teilweiser Ersatz für die DIN 5035, Teile 2, 3, 4 und 7, die Richtwerte für Arbeitsstätten im Innern und im Freien, Festlegungen für Beleuchtungen in Krankenhäusern bzw. Unterrichtsstätten und Festlegungen zur Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen und Arbeitsplätzen mit Bildschirmunterstützung enthalten. Hinsichtlich der Sanierung von Beleuchtungsanlagen in Büroräumen, büroähnlichen Räumen usw. sind also insbesondere die neue DIN EN 12464-1 sowie die Arbeitsstätten-Verordnung (ArbStättV) bzw. die jeweiligen Arbeitsstättenrichtlinien (ASR) in ihrer aktuellen Fassung einzuhalten. Anforderungen für die Beleuchtung von Bildschirmarbeitsplätzen finden sich auch in der aktuellen Bildschirmarbeitsplatzrichtlinie.

Hinsichtlich der Beleuchtung von Büroräumen und Verkehrswegen ergeben sich nach DIN EN 12464 und in teilweiser Abweichung zur bisherigen Nennbeleuchtungsstärke E_n nach DIN 5035, Teil 2 bzw. nach Beleuchtung 2000/AMEV die in nachfolgender Tabelle dargestellten Anforderungen.

⁷ Plausibilität: Die über die Marktzahl von 2002: 5,17 Mio. bzw. von 2003: 4,72 Mio. errechnete Bestandszahl für Büroleuchten liegt zwischen 94 und 103 Mio. Leuchten (mit \emptyset -Nutzungsdauer: 20 a).

⁸ In Lit.: (SIA 380/4 2000, S. 8) wird eine diesbezügliche Einsparung von bis zu 50 % genannt.

⁹ In Lit.: (SIA 380/4 2000, S. 8) wird eine diesbezüglich erreichbare Einsparung von 20 % genannt.

Tab. 4: Anforderungen an die Beleuchtung von Büros/Verkehrswegen nach DIN E 12464-1 (neu) im Vergleich zur bisherigen Nennbeleuchtungsstärke E_n nach DIN 5035-2 (Auswahl)

Art des Raumes bzw. der Tätigkeit	Wartungswert E_m (lux) n. DIN E 12464-1	Nennbeleuchtungsstärke E_n (lux) n. DIN 5035-T2	UGR _L -Wert (oberer Grenzwert)	Ra: Farbwiedergabeindex (untere Grenze)
Büroräume mit tageslichtorientierten Arbeitsplätzen ausschl. in unmittelbarer Fensterhöhe	500	300	19	80
Büroräume	500	500	19	80
Großraumbüro	500	750	19	80
Verkehrswege in Gebäuden -für Personen	100	50	25	80
-Treppen, Fahrtreppen und geneigte Verkehrswege	150	100	25	80

Unter E_m wird nach DIN EN 12464 der Wartungswert der mittleren Beleuchtungsstärke verstanden, unter den diese auf einer bestimmten Fläche (z.B. Arbeitsbereich) nicht sinken darf. Neben der Einhaltung vorgeschriebener Beleuchtungsstärken ist vor allem auf eine Begrenzung der Direkt- und Reflexblendung und Leuchtdichte zu achten.

3.5 Flächenspezifische Richtwerte (Grenz- und Zielwerte)

Im hessischen Leitfaden „Elektrische Energie im Hochbau“ (LEE 2000) werden beleuchtungsabhängige flächenspezifische Richtwerte für einschlägige Beleuchtungsanlagen aufgeführt.

Tab. 5: Einfache und verbesserte Richtwerte der flächenspezifischen installierten Lampenleistung bei verschiedenen Nennbeleuchtungsstärken – n. LEE 2000

Nennbeleuchtungsstärke in Lux	flächenspezifische installierte Lampenleistung in W/m^2	
	einfacher Richtwert (Grenzwert)	verbesserter Richtwert ¹⁰ (Zielwert)
50	3,2	2,5
100	4,5	3,5
300	10,0	7,5
500	15,0	11,0

Mit diesen Richtwerten wird dem Planer eine überschlägige Berechnung der installierten Leistung (W/m^2) mit Effizienzbewertung von bestehenden oder geplanten Beleuchtungsanlagen in Abhängigkeit der mittleren Beleuchtungsstärke ermöglicht.

In der aktuellen Fassung der schweizerischen SIA 380/4 sind ebenfalls Grenz- und Zielwerte der spezifischen Leistung (W/m^2) für typische Räume angegeben. In Verbindung mit typischen Vollaststundenzahlen wird darüber hinaus ein zugehöriger spezifi-

scher Energieverbrauchswert ausgewiesen, mit dann über die beleuchtete Raumfläche der resultierende Jahresstromverbrauch errechnet werden kann (SIA 380/4 2000)¹¹.

Im Teil 4 der neuen DIN V 18599 „Energetische Bewertung von Gebäuden“ wird darüber hinaus ein Nachweisverfahren zur Ermittlung des monatlichen und jährlichen Energiebedarfs für Beleuchtungszwecke u.a. über die mittlere installierte Beleuchtungsleistung in Nichtwohngebäuden spezifiziert.

Inzwischen weisen eingeführte Beleuchtungsberechnungsprogramme diesen spezifischen Planungswert aus, so dass allein schon hierüber eine gewisse Effizienzkontrolle von konkurrierender Planungsalternativen ermöglicht wird (DIALux 2004).

3.6 Förderüberlegungen

Nicht zuletzt aus Effizienzgründen sollten für Neuanlagen nur noch hochwertige Leuchten mit EVG zum Einsatz kommen. Da sich diese verbesserten Leuchten inzwischen fest am Markt etabliert haben, halten wir eine Förderung auch aus wettbewerblichen Gründen nicht für opportun.

Mit Blick auf mehr Transparenz des Anbietermarktes setzen wir dagegen auf eine Effizienzkampagne und Anreize für eine qualitätsorientierte Anlagenevaluierung und Beleuchtungsplanung im Sanierungsfalle sowie weitere Anreize für die Entwicklung und Installation der bisher bei Sanierungen nur verhältnismäßig wenig eingesetzten Beleuchtungen mit Tageslichtregelung in Verbindung mit einer präsenzabhängigen Beleuchtungssteuerung.

4 Ziel

Ziel dieses Bausteins ist es, die in dem Gebäudetechniksegment Bürobeleuchtung schlummernden Stromsarpotentiale in möglichst praxisnaher Weise zu erschließen und nachhaltig umzusetzen.

Als zu überwindende Haupthemmnisse im Bereich der Beleuchtungen sind anzusehen:

- Unzulängliche Nutzerinnenkenntnisse bezüglich eines energie- und kostenoptimierten Betriebs moderner Bürobeleuchtungen, oft verbunden mit einer „möglichst billig-ist gut“-Mentalität und im Einzelfall auch das klassische Nutzer-Investor-Dilemma (z.B. Hauseigentümer und Pächter/Mieter);
- Insbesondere bei Bürobeleuchtungen der öffentlichen Hand (insbesondere Verwaltungen/Schulen usw.) ist ein deutlicher Sanierungsstau feststellbar. Dieser hängt mit der haushaltsbedingten Knappheit an Investitionsmitteln der öffentlichen Hand (Kommunen, Städte, Bundesländer usw.) zusammen;

¹⁰ Nach Einführung der T5-Lampentechnologie usw. kann u.E. beim o.a. verbesserten Richtwert ein Abschlag von jeweils 0,5 W/m² berücksichtigt werden (Werte in Klammer).

¹¹ Über das hier enthaltene Nomogramm lassen sich bei vorgegebener Beleuchtungsstärke über den Grenz-/Zielwert der spezifischen Leistung die für eine bestimmte Bürofläche jeweils erforderliche Leuchtenzahl ermitteln.

- Unzureichender Marktüberblick, teilweise fehlende Kompetenz des Fachhandwerkes bezüglich energie- und kostenoptimierter moderner Bürobeleuchtungen (z.B. tageslicht-/präsenzabhängige Beleuchtungsregelung);
- Unzulängliche Marktanreize hinsichtlich einer energieoptimierten Beleuchtungsplanung.

Durch geeignete Informations- und Motivationskampagnen und einschlägige Schulungen in enger Verbindung mit gezielten Förderanreizen sollen diese Hemmnisse möglichst wirkungsvoll und nachhaltig überwunden werden.

Eine deutliche Reduzierung des elektrischen Energieeinsatzes beim Betrieb dieser Beleuchtungen wirkt sich neben den positiven Klimaschutzeffekten auch deutlich über reduzierte Betriebskosten auf die Wettbewerbssituation der industriellen/gewerblichen Unternehmen sowie die Haushaltssituation der öffentlichen Hand aus.

5 Beschreibung des Vorschlags, Hauptakteur

5.1 Bezugseinheit und Maßnahmenvorschlag

Als **kalkulatorische Bezugseinheit** für eine typische Beleuchtungssanierung in den Anwendungsbereichen: Gewerbe-Handel-Dienstleistung/öffentlicher Bereich/Industrie wurde eine Leuchte der jeweils bestehenden Altanlage gewählt („Altleuchte“). Hierfür werden jeweils zwei Einzelmaßnahmen (EM) durch einen Zuschuss gefördert. Die folgende Tabelle beschreibt die Einzelmaßnahmen und die Mehrkosten bezogen auf den Ersatz einer „Altleuchte“:

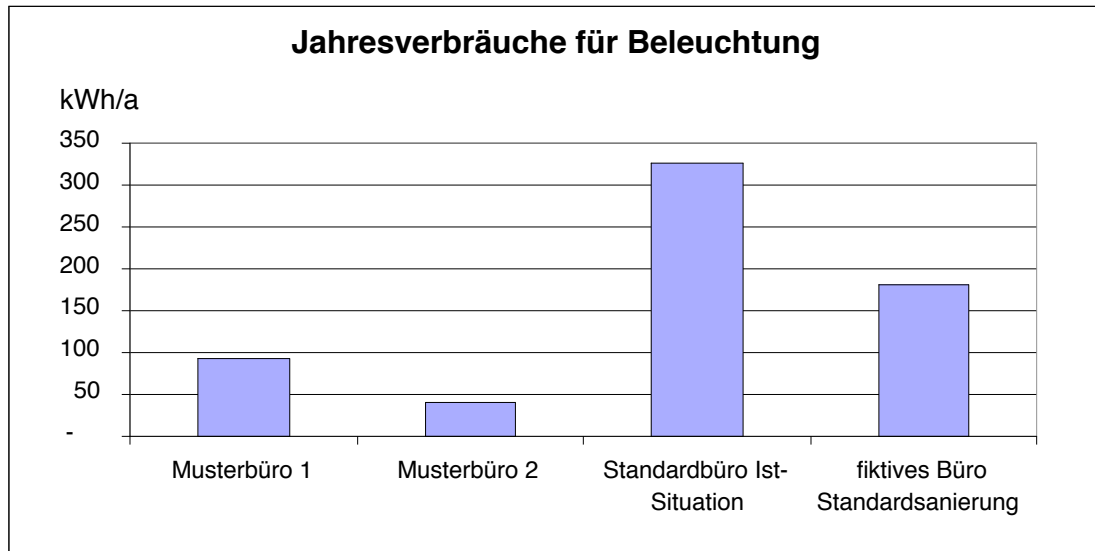
- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none">• EM 1: Beratung und Beleuchtungsplanung mit einem anerkannten Berechnungsprogramm (z.B. mit DiaLux); entstehende Mehrkosten: 7 Euro pro Altleuchte;• EM 2: Installation neuer effizienter Büroleuchten mit dimmbaren EVG (=elektronische Vorschaltgeräte) und der Sensoren und Regeltechnik für eine präsent- und tageslichtabhängige Beleuchtungsregelung. Die anteiligen Mehrkosten betragen für das „Zweizonen-Büro“ etwa 35 Euro pro Altleuchte;• Die gesamten Mehrkosten pro sanierter Altleuchte¹² betragen also 42 Euro. |
|---|

Als **Referenzraum** für eine exemplarische Beleuchtungssanierung diente ein „**Zweizonen-Büro**“ mit zwei fensterorientierten Arbeitsplätzen und insgesamt vier installierten Leuchten. Die angesetzten Kalkulationsgrundlagen (jeweilige Investition, Verbrauch, Einsparung usw.) stammen aus einem konkreten Sanierungsprojekt, für das in ein „Einzonnen-Büro“ zwei Musterbeleuchtungen mit je zwei Leuchten installiert wurden. Die jeweiligen Verbräuche dieser Sanierungsvarianten wurden über einen repräsentativen Zeitraum (Winterhalbjahr, Messzeit: ca. 2,5 Monate) gemessen und durch Vergleich mit dem „Status Quo“ (Ist-Situation) bzw. einer fiktiven „Standard-

¹² Mit der Bezugseinheit „sanierte Altleuchte“ entsteht ein Anreiz ggf. auf Leuchten zu verzichten.

Sanierung“ mit T5-Lampen-Leuchten-Systemen (2*35 W/1*35 W / mit Konstant-EVG) die jeweils resultierenden Einsparungen ermittelt (siehe nachfolgende Abbildung).

Abb. 1: Jahresverbräuche für Beleuchtung



Die gemessene Einsparung für das exemplarisch sanierte Ein-Personenbüro („Musterbüro 2“ mit ca. 14,7 m²) und eine Leuchtenanordnung mit effizienten „direktstrahlenden“ T5-Leuchten (2*35 W/1*35 W; ca. 117 W) mit Lichtregelung und präsenzabhängiger Beleuchtungssteuerung im Vergleich zum bisherigen Status Quo (Leuchten mit VVG: 2*58 W/1*58 W; ca. 204 W) beträgt etwa **80 %**. Pro sanierter Leuchte resultieren hier Einsparungen im Vergleich zum Status Quo von ca. 70 kWh/a aus dem Leuchtentausch „fiktive Standardsanierung“ und von weiteren **70 kWh/a** für die tageslichtabhängige Dimmung (Leuchten mit Dimm-EVG u. Lichtsensor) und die präsenzabhängige Schaltung (spezieller Präsenzsensoren)¹³. Die mittlere spezifische Anschlussleistung für dieses Sanierungsbeispiel beträgt etwa 7,95 W/m². Mit der mittleren Beleuchtungsstärke von ca. 400 lx ergibt sich hier eine sehr niedrige spezifische Leistungsaufnahme pro 100 lx von **ca. 2,0 W/m² / 100 lx**. Die Angaben für die anteiligen Mehrkosten beruhen auf einem konkreten Angebot eines einschlägigen Herstellers (PicoLight 2004).

5.2 Anreize und Beratungsangebote

Durch geeignete Anreize (Beratungsangebote, Energiesparchecks und Sanierungszuschüsse) sollen die potentiellen Betreiber von sanierungsbedürftigen Beleuchtungen motiviert werden, einen möglichst effizienten Anlagenstandard zu etablieren und ggf. weitere nahe liegende weitere Optimierungsmaßnahmen durchzuführen. Dies geschieht im Sanierungsfall mittels einer qualifizierten Initialberatung mit Grobanalyse und nachfolgender Beleuchtungsplanung für exemplarische Räume bzw. Raumnutzungen (Beratungsprämie) in Verbindung mit einer Investitionsprämie wie dargestellt:

¹³ Diese Sensoreinheit schaltet die Leuchten (maximal: ca. 10) präsenzabhängig mit Verzögerung ab.

Tab. 6: Anreizprämien

EM (Einzelmaßnahme)	Anreiz- und Beratungs-Prämie in Euro / Leuchte	Anmerkung/Detail: (jeweilige maximale Prämie pro Objekt)
Prämie für qualifizierte Beratung und Beleuchtungsplanung unter Einhaltung von strengen Zielwerten der installierten spezifischen Leistung gemäß Tabelle 2	5 Euro	pro Objekt: maximal 10.000 Euro minimale Leuchtenanzahl/Objekt: 20 (= 100 Euro Beratungsprämie)
Prämie für die Installation von Leuchten mit dimmbarem EVG, tageslicht- und präsenzabhängiger Regelung	12,50 Euro	ggf. Deckelung sinnvoll (max. Betrag pro Objekt: z.B. 25.000 Euro für 2.000 Leuchten)

*Alternativ zu dem Förderansatz nach EM 1 bzw. EM 2 kann ggf. auch die nachträgliche Installation eines intelligenten Präsenzmelders zur tageslicht- und präsenzabhängigen Beleuchtungsschaltung mit maximal **70 Euro/Präsenzmelder** gefördert werden, sofern die bestehenden Leuchten bereits sehr effizient sind¹⁴. Dabei wird unterstellt, dass sich dabei Stromeinsparungen pro Leuchte in ähnlicher Höhe wie bei für den angenommenen „Referenzfall: „Zweizonen-Büro mit 4 Leuchten“ ergeben¹⁵*

Die Prämien werden in Abhängigkeit der erbrachten Beratungseinheiten bzw. der erfolgten Umsetzungsstufen auf Vorlage eines schriftlichen Nachweises wie Berichtskopie, Einbaubestätigung (Rechnung/Überweisung) vom **BAFA oder einem anderen nach Ausschreibung ausgewählten Akteur, z.B. der DIHK mit ihrem Netzwerk dezentraler IHKs oder der Energiewirtschaft, an den Betreiber** bzw. den **Fachberater** ausgezahlt.

Die oben dargestellten jeweiligen Anreizprämien beruhen auf einem ersten Entwurf; sie müssen noch mit den jeweiligen Akteurs-/Verbandsvertretern (z.B. VBI/LiTG usw.) abgestimmt werden, damit zum einen einigermaßen attraktive Anreize für die beteiligten Akteure geschaffen werden, andererseits sich die Mitnahmeeffekte in Grenzen halten. Unter Umständen sind die pro Firma (Betreiber) bzw. pro Objekt maximal möglichen Prämien in Abhängigkeit zur Leuchtenzahl zu deckeln. In Hinblick auf kleinere Sanierungsobjekte mit geringen Leuchtenzahlen sollte ggf. über eine pauschalisierte Mindestvergütung pro Objekt nachgedacht werden.

Die stichprobenweise Nachprüfung durch regional bestellte weitere Treuhänder (Sachverständige, qualifizierte Vertreter von TÜV/Dekra/Energieagenturen/Energieberater der Handwerkskammer/Vertreter der Landesfachverbände usw.) bleibt vorbehalten.

¹⁴ Die Kosten betragen typenabhängig ca. 140 bis 200 Euro; für die Montage entstehen in Abhängigkeit des Installationsaufwands zusätzliche Kosten.

¹⁵ Annahme: pro EM1-/EM2-Förderung von 9 Leuchten wird jeweils ein Präsenzsensoren gefördert. Die pro P-Sensor geschaltete Leuchtenzahl beträgt dabei mindestens 8-10 (hierbei: keine Tageslicht-Dimmung) um auf vergleichbare Einsparungen pro Leuchte wie bei EM1/EM2 zu kommen.

5.3 Weitere Programmbestandteile

Folgende weiteren Programmbestandteile sind **integriert mit dem Zuschussangebot erforderlich**, um das Programm zu einem Erfolg zu führen:

1. Kooperation mit Ingenieur- und Architektenkammern sowie Handwerkskammern für eine **Motivationskampagne** unter ArchitektInnen und IngenieurInnen sowie Elektrohandwerk;
2. eine **Motivations- und Marketing-Kampagne** für (private und kommunale) GebäudeeignerInnen, in Zusammenarbeit mit DIHK und Städtetag, Städte- und Gemeindebund, Landkreistag; diese soll mit bestehenden oder geplanten einschlägigen Kampagnen wie z.B. zur Einführung des Energiepasses für Nichtwohngebäude abgestimmt werden;
3. In diesem Zusammenhang sollten **Sanierungsbeispiele** effizienter Beleuchtung mit Angaben zu den **Lebenszykluskosten** auf dem Internet bereit gestellt werden;
4. ggf. **Demo-Projekte** als Basis für weitere Verbreitung;
5. Einführung, ggf. auch Erarbeitung eines **Leitfadens für die Analysen** in engem Zusammenhang mit einem Programm zur Förderung der integralen Planung für Neubauten und größere Sanierungen auf Basis der DIN EN 12464-1 mit möglichst ambitionierten Zielwerten für den Zielwert der installierten elektrischen Leistung;
6. ein evtl. neues oder aktualisiertes **Seminar** zur ganzheitlichen energetischen Sanierung mit einem speziellen Modul zur energieeffizienten Auslegung von Beleuchtungsanlagen für ArchitektInnen und IngenieurInnen als Bestandteil eines bundesweiten Impulsprogramms **zur Weiterbildung**; Angebot des Seminars in den Schulungs-Stützpunkten der Hersteller, regionalen Ausbildungszentren der Fachverbände, IHKs, Handwerkskammern; das hierzu benötigte **Lehr- und Demonstrationsmaterial** sollte in enger Zusammenarbeit mit Herstellern, dem zuständigen Fachverband des ZVEI und der LiTG von einem einschlägig ausgewiesenen Fachinstitut erstellt werden;
7. zusätzliche Motivation durch **Plaketten** „Energy Saver“ oder „Energy Champion“ für erfolgreiche TeilnehmerInnen, bzw. Integration mit dem EU Green Buildings Programm.

Darüber hinaus sollten die von uns vorgeschlagenen Investitionsprämien mit einem Kredit aus den **Umweltprogrammen der KfW** für den Mittelstand und die Kommunen **kombinierbar** sein. Das würde die Wirkung beider Instrumente – Programm des Energieeffizienz-Fonds und KfW-Programme – wechselseitig verstärken.

5.3.1 Hauptakteur(e)

Für die **Prämienauszahlung** kommt, wie bereits genannt, das BAFA oder ein anderer nach Ausschreibung ausgewählter Akteur, z.B. die DIHK mit ihrem Netzwerk dezentraler IHKs oder die Energiewirtschaft in Frage. Letztere beiden Akteure könnten auch die Umsetzung weiterer Programmelemente übernehmen oder unterstützen, insbesondere

die Verbreitung von Leitfaden, Schulungen (DIHK), Plaketten und der Motivations- und Marketing-Kampagne für GebäudeeigentümerInnen. Die Energiewirtschaft könnte Demonstrationsprojekte unterstützen.

Für die **Motivations-, Informations- und Weiterbildungselemente** könnte andererseits auch die dena die Federführung übernehmen, in Kooperation mit regionalen und lokalen Energieagenturen, Ingenieur- und Architektenkammern, DIHK, kommunalen Spitzenverbänden, Handwerkskammern und der Energiewirtschaft.

Die **übergreifende Koordination** des Programms mit der Beauftragung und Supervision der genannten Hauptakteure sollte beim Energieeffizienz-Fonds liegen. Auch die übergreifende Koordination der Kooperation mit den verschiedenen Verbänden sollte der Fonds selbst in die Wege leiten, die Detailarbeit kann dann aber von den beauftragten ProjektleiterInnen der Programmelemente übernommen werden.

Wichtig ist dabei, die Akteure **gemeinsam und abgestimmt für die Programme zu Lüftungsanlagen, Umwälzpumpen und Beleuchtungsanlagen** für Industrie, GHD-Sektor und öffentlichen Sektor anzusprechen und auszuwählen.

6 MarktpartnerInnen / KooperationspartnerInnen

Beteiligt sind das einschlägige Fachhandwerk/sonstige Dienstleister (Contractingfirmen) sowie als Berater Fachingenieure und Energieberater. Außerdem Hersteller von Leuchten und regeltechnischem Zubehör (Lichtregelsysteme, Sensoren,) inklusive des zugehörigen Fachgroßhandels sowie die einschlägigen Interessenverbände wie ZVEI, Fachverband Leuchten.

Die Wirksamkeit dieses Programmes soll durch eine abgestimmte Kooperation mit bestehenden Initiativen, Programmen und Maßnahmen in diesem Bereich erhöht werden (dena, LiTG, ZVEI, Fachverband Leuchten usw.)

So ist Teil des Programms eine entsprechende **Motivations- und Marketing-Kampagne**; diese soll mit bestehenden oder geplanten einschlägigen Kampagnen wie z.B. zur Einführung des Energiepasses für Nichtwohngebäude abgestimmt werden.

Darüber hinaus sollen die FachberaterInnen von Energieagenturen, sowie die EnergieberaterInnen der Industrie- und Handelskammern in diese Marketing-Kampagne eingebunden werden. Diese Maßnahmen könnten durch eine entsprechende **Internet-präsentation** sowie regionale **Auftakt-Workshops** – am besten bei einschlägigen „**best practice**“-**Akteuren** vor Ort - unterstützt werden (EA NRW 2003).

Weitere MarktpartnerInnen für die **Umsetzung der Programmelemente** wurden bereits im vorigen Unterkapitel genannt.

7 Laufzeit

Vorgesehen: **2006 bis 2010**. Aus unserer Sicht sollte ein derartiges Programm über einen mehrjährigen Zeitraum gehen, damit unter Berücksichtigung einer gewissen Anlaufphase (Informationskampagne, Etablierung der Beratung usw.) ausreichend Zeit für die eigentliche Umsetzung bleibt. Nach spätestens zwei Jahren sollte eine **Zwischen-evaluierung** erfolgen, damit ggf. notwendige Korrekturen der Förderstrategie noch möglich sind.

Durch seinen umfassenden Ansatz und die attraktiven Zuschüsse entfaltet das Programm voraussichtlich auch erhebliche Wirkungen nach Ende der Programmlaufzeit. Diese erhöhen für die folgenden 10 Jahre die Zahl der installierten tageslicht- und präsenzabhängig gesteuerten Beleuchtungsanlagen und senken deren Mehrkosten gegenüber dem Trend.

8 Geschätzte Energieeinsparung und CO₂-Minderung

Die derzeit im Gebäudebestand der überwiegend in Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (inkl. öffentliche Einrichtungen) installierten Bürobeleuchtungen verursachen einen überschlägigen Stromverbrauch von **ca. 13,3 TWh/Jahr**.

Die mittels Beleuchtungssanierung von sanierungsbedürftigen Bürobeleuchtungen erreichbare mittlere Einsparung kann mit **ca. 50 bis 60 %** angegeben werden, was ein Effizienzpotential von **6,6 bis 8,0 TWh/a** bedeutet¹⁶. Dabei ist berücksichtigt, dass im Einzelfall nach neuer DIN EN 12464 das bestehende Beleuchtungsniveau auf erhöhte Beleuchtungsstärke-Sollwerte angehoben werden muß.

Von den rund 100 Millionen Büroleuchten werden schätzungsweise 6 Millionen pro Jahr erneuert. Wir schätzen, dass das Programm von dieser Grundgesamtheit 2,5 Millionen pro Jahr erreicht. Unter Berücksichtigung von Mitnehmereffekten (geschätzt rund 1/3) und Spill-over-Effekten (knapp 10 %) verbleibt eine zusätzlich wirksame Zahl von 1,9 Millionen Maßnahmenpaketen pro Jahr, die jeweils 70 kWh/Jahr über die Nutzungsdauer von 15 Jahren einsparen.

Für die Zeit nach Programmende schätzen wir, dass jedes Jahr 2,5 Millionen Maßnahmenpakete zusätzlich gegenüber dem Trend realisiert werden, weil die tageslicht- und präsenzabhängige Regelung durch das Programm zur Standardtechnik geworden ist. Das Programm schöpft also 35 bis 40 % des Potenzials aus.

Damit erzielt das Programm die folgende Energieeinsparung:

¹⁶ Entspricht einer äquivalenten Kraftwerksgrundlast von ca. 880-1066 MW (tB=7500 h/a).

Tab. 7: Endenergieeinsparung durch das Bürobeleuchtungsprogramm

Jahr	Strom (GWh)	Gas (GWh)	Fernwärme (GWh)	leichtes Heizöl (GWh)	schweres Heizöl (GWh)	Kohle (GWh)	Summe Wärme (GWh)
2006	133	0	0	0	0	0	0
2007	266	0	0	0	0	0	0
2008	399	0	0	0	0	0	0
2009	532	0	0	0	0	0	0
2010	665	0	0	0	0	0	0
2011	840	0	0	0	0	0	0
2012	1.015	0	0	0	0	0	0
2013	1.190	0	0	0	0	0	0
2014	1.365	0	0	0	0	0	0
2015	1.540	0	0	0	0	0	0

Quelle: Eigene Berechnungen des Wuppertal Instituts

Durch die Energieeinsparungen werden insgesamt über die Nutzungsdauer der Einsparmaßnahmen die Emissionen um 13,8 Mio. t CO₂-Äquivalente und den Stromverbrauch um 23,1 TWh reduziert.

9 Geschätzter Finanzierungsbedarf und wirtschaftlicher Nutzen

Die Annahmen zu den Investitionskosten und Zuschüssen pro Maßnahmenpaket wurden bereits zuvor erläutert. Die gesamten Investitionen und Prämienzahlungen ergeben sich daher durch Multiplikation mit der geschätzten Zahl der Maßnahmenpakete.

Hinzu kommen folgende Programmkosten:

- Kosten für die Antragsprüfung und Auszahlung von etwa 2 Euro pro Maßnahmenpaket;
- Anteilige Kosten für die Motivations- und Informationskampagnen (gemeinsam mit anderen Programmbausteinen zu Lüftung und Beleuchtung) von etwa 0,7 Mio. Euro pro Jahr;
- Kosten für die Entwicklung, Koordination und Pflege der Informationsinstrumente wie Datenbanken, Leitfaden, Schulungsseminare etc. von rund 0,3 Mio. Euro pro Jahr;
- Sowie die Kosten für einen Programmmanager (80.000 Euro pro Jahr) und die laufende Evaluierung (150.000 Euro pro Jahr).

Insgesamt ergeben sich damit Programmkosten von etwa 6,3 Mio. Euro pro Jahr.

Weiterhin wird angenommen, dass durch die Wirkung des Programms und den technischen Fortschritt die Mehrkosten des typischen Maßnahmenpakets am Ende des Pro-

gramms auf 34 Euro gefallen sind. Dieser Wert wird für die Analyse der zehn auf das Programm folgenden Jahre angesetzt.

Mit den zuvor genannten Energieeinsparungen pro Maßnahmenpaket, der Zahl der geförderten bzw. zusätzlichen Maßnahmenpakete und den allgemeinen wirtschaftlichen Rahmendaten kann der wirtschaftliche Nutzen berechnet werden. Er übersteigt die Kosten insbesondere aus Sicht der TeilnehmerInnen deutlich (Spalte „eingesparte Energiekosten“ in der folgenden Tabelle).

Tab. 8: Benötigte Fondsmittel sowie einzel- und volkswirtschaftliche Wirkungen des Bürobeleuchtungsprogramms

Jahr	Monetäre Anreize (Mio. EUR)	Programm-kosten (Mio. EUR)	Benötigte Fondsmittel (Mio. EUR)	Induzierte Investitionen (Mio. EUR)	Vermiedene Grenzkosten (Mio. EUR)	Eingesparte Energiekosten (Mio. EUR)
2006	43,8	6,3	50,0	79,8	8,6	11,0
2007	43,8	6,3	50,0	79,8	17,3	21,9
2008	43,8	6,3	50,0	79,8	25,9	32,9
2009	43,8	6,3	50,0	79,8	34,6	43,8
2010	43,8	6,3	50,0	79,8	43,2	54,8
2011	0,0	0,0	0,0	84,0	54,6	69,2
2012	0,0	0,0	0,0	84,0	66,0	83,5
2013	0,0	0,0	0,0	84,0	77,4	97,9
2014	0,0	0,0	0,0	84,0	88,7	112,2
2015	0,0	0,0	0,0	84,0	100,1	126,6
Barwert über Nutzungsdauer (15 Jahre)	203	29	231	689	926	1.172
Volkswirtschaftlicher Nutzen-Kosten-Test						1,29
Nutzen-Kosten-Test aus der Perspektive der Programm-TeilnehmerInnen						2,41
Mittlere statische Amortisationszeit in Jahren aus Sicht der Programm-TeilnehmerInnen						3,29

Quelle: Eigene Berechnungen des Wuppertal Instituts

10 Auswirkungen auf das Geschlechterverhältnis

Effiziente Bürobeleuchtung schafft eine bessere Lichtqualität und ist frei von Flimmern und Brummen. Dadurch wird ein Betrag zur Humanisierung der Arbeitswelt geleistet. Da es sich überwiegend um frauentypische Büroarbeit handelt, sind davon in positiver Weise insbesondere Frauen betroffen.

11 Auswirkungen auf die Energiewirtschaft und die Energieeffizienz-Wirtschaft - Arbeitsplätze, Innovationspotential und Ausstrahlung

Zu den positiven Auswirkungen eines Programms für energieeffizientere Bürobeleuchtung gehören:

- Sicherung und Ausbau von Arbeitsplätzen durch Erhöhung der Nachfrage für hochwertige Büroleuchten und Installationskomponenten (dimmbare EVG, Sensoren usw.) bei den Herstellern und im Dienstleistungs- und Installationsbereich;
- Senkung der Betriebskosten für Lichnanwendungen auf der Betreiberseite, dadurch Senkung der Produkt- oder Dienstleistungskosten in Industrie bzw. im Gewerbe-, Handel- und Dienstleistungsbereich (inkl. öffentliche Einrichtungen).

Wie einschlägige Veröffentlichungen bzw. Messungen zeigen, bringt gerade eine präsenzabhängige Beleuchtungssteuerung zusätzlich zur oft schon vorhandenen tageslichtabhängigen Beleuchtungsregelung/-steuerung zusätzliche Einsparungen im Bereich von 20 bis 25 %. Leistungsfähige Präsenz-Sensorsysteme sind derzeit am Markt nur vereinzelt vertreten bzw. sie sind vielfach noch zu teuer.

Die einschlägigen Hersteller sind also u.E. gut beraten, entsprechende taugliche und gleichermaßen preisgünstige Systeme zu entwickeln und anzubieten, da das bisherige Marktangebot hier noch nicht befriedigt.

Mit dem Baustein werden zusätzliche Impulse für das einschlägige Fachhandwerk in den Bereich Installation energieeffizienter Bürobeleuchtung inklusive der peripheren Sensortechnik ausgelöst.

Mit dem Baustein wird ein Beitrag zur Kostendegression bei den Herstellkosten des Einsatzes energieeffizienter Beleuchtungstechnologien und Dienstleistungen geleistet. Darüber hinaus entsteht sicherlich auch ein Beitrag zur Kostendegression bei den entsprechenden Transaktionskosten hinsichtlich des Einsatzes energieeffizienter Technologien und Dienstleistungen.

Der mit dem Baustein ausgelöste KnowHow-Zuwachs und die Zuschüsse sowie die Kostendegression bei den Transaktionskosten werden u.E. auch die Anbieter von Energiedienstleistungen (Contractingunternehmen, Energieversorgungsunternehmen usw.) neu motivieren. Aufgrund des Erfahrungsgewinns aller beteiligten Akteure innerhalb der Projektlaufzeit und angesichts der lukrativen Stromsparpotentiale dürften zunehmend neue Energiedienstleistungsangebote wie „Beleuchtungsoptimierung“ insbesondere auch für die Betreiber in Industrie, Gewerbe, Dienstleistungen usw. leichter kalkulierbar und damit höchst wirtschaftlich umsetzbar werden.

Tab. 9: Arbeitsplatzeffekte des Bürobeleuchtungsprogramms in Personenjahren (2000) während der gesamten Laufzeit

	Pers. Jahre 2000
Nettoeffekte	
Summen der I-O-Effekte	5.800
Summen der Multiplikatoreffekte	1.908
Summe der Gesamteffekte	7.709
Gesamteffekt pro Jahr (25a)	308
Gesamteffekt pro GWh	0,33
Gesamteffekt pro Mill. Euro Nachfrageverschiebung	4,06
Neue Nachfrage	
Summen der I-O-Effekte	11.550
Summen der Multiplikatoreffekte	8.549
Summe der Gesamteffekte	20.099
Verdrängte Nachfrage	
Summen der I-O-Effekte	-20.274
Summen der Multiplikatoreffekte	-14.659
Summe der Gesamteffekte	-34.933
Verbleibender Konsum (Delta)	
Summen der I-O-Effekte	14.524
Summen der Multiplikatoreffekte	8.019
Summe der Gesamteffekte	22.542

Quelle: Eigene Berechnungen von Prof. Dr. Olav Hohmeyer

12 Weiterführende Perspektiven

Über Deutschland hinaus könnte das Programm auch zu einer erhöhten Nachfrage aus dem Bereich der EU 25-Länder, Osteuropa usw. mit derzeit meist geringerer Beleuchtungseffizienz im Bestand führen.

Neben der Bürobeleuchtung sollten auch die speziellen Beleuchtungslösungen z.B. in Gastronomie, Einzelhandel und Industrie Gegenstand eines erweiterten oder zusätzlichen Programmbausteins sein.

13 Umsetzungsschritte

In Hinblick auf die konkrete Umsetzung müssen in jedem Falle mit verschiedenen Schlüsselakteuren aus dem Bereich Hersteller vor allem aber aus dem Bereich der Planung/Beratung sowie dem Fachhandwerk unbedingt die Zielsetzung und Inhalt diskutiert werden. Erst dann kann u.E. eine praxisnahe Abwicklung und belastbare schlüssige Erfolgskontrolle im Rahmen der dargestellten wirtschaftlichen Randbedingungen gefunden werden.

Alle Programmelemente sind auf Basis dieser Vorgespräche und weiterer Analysen zu detaillieren. Dabei ist eine Verzahnung mit den Programmbausteinen zu Umwälzpumpen und Lüftung für die Sektoren Industrie, GHD und öffentlicher Bereich sicher zu stellen.

Parallel zu diesen Vorarbeiten ist in Abstimmung mit den Programmen zu Umwälzpumpen und Lüftung der Hauptakteur für die Auszahlung der Prämien auszuwählen, ggf. durch Ausschreibung.

Auch für die Koordination der Informations-, Motivations- und Weiterbildungsangebote ist ein Hauptakteur auszuwählen. Des Weiteren ist vor Programmstart die Erstellung von kommentierten Erhebungs- und Bewertungsunterlagen, Schulungsmaterialien etc. für die Umsetzung dringend notwendig.

Auch die Evaluierung sollte bereits vorab vorbereitet werden, indem die Voraussetzungen zur Erfassung der relevanten Daten geschaffen werden.

14 Quellen

AMEV-Empfehlung: Beleuchtung 2000

Hg.: Arbeitskreis Maschinen- und Elektrotechnik staatlicher und kommunaler Verwaltungen (A-MEV); Geschäftsstelle: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Ref. BS 32, 10117 Berlin, Tel./Fax: (01888) 300 77 22 / 300 19 20; email: amev@bmvbw.bund.de

DIAL 2004: Untersuchungsbericht Mensch und Licht (kostenlose pdf-version per download unter www.dial.de. Dial GmbH, Lüdenscheid, 2004-s. Hinweis in LICHT Nr. 3/2004

DIALux 2004: Beleuchtungsberechnungsprogramm (Version: 2004). Dial GmbH, Lüdenscheid,

DIN 5034: Tageslicht in Innenräumen; Teil1: Allgemeine Anforderungen (02/1983)

DIN 5035: Beleuchtung mit künstlichem Licht, insbesondere nachfolgende Teile:

Teil 1: Begriffe und allgemeine Anforderungen (06/1990)

Teil 2: Richtwerte für Arbeitsstätten in Innenräumen und im Freien (09/1990)

Teil 4: Spezielle Empfehlungen für die Beleuchtung von Unterrichtsstätten (02/1983)

Teil 7: Beleuchtung von Räumen mit Bildschirmarbeitsplätzen (09.1988)

Teil 8: Spezielle Anforderungen zur Einzelplatzbeleuchtung in Büroräumen und büroähnlichen Räumen (05.1994)

DIN EN 12464-1: Licht und Beleuchtung – Beleuchtung von Arbeitsstätten, Teil 1: Arbeitsstätten in Innenräumen (03.2003)

DIN V 18599: Energetische Bewertung von Gebäuden (Vornorm: 06.2004). Beuth-Verlag-Berlin

- ETAP 2004: Katalog Beleuchtung 2004/2005 inkl. Preisliste und Broschüre: Lichtregelsysteme-ELS-MDD-MDS. ETAP GmbH, 51381 Leverkusen – s.a. www.etaplighting.com
- FGL 1992: Schriftenreihe zur Lichtenwendung (Auswahl): (a) Gutes Licht für Büros und Verwaltungsgebäude (1992); (b) Nr. 4: Gutes Licht für Schulen und Bildungsstätten (1994) Hg.: Fördergemeinschaft Gutes Licht (FGL), 60591 Frankfurt/M. - s.a. www.licht.de
- FGL 1996: Schriftenreihe zur Lichtenwendung - Nr. 12: Wirtschaftlicher Lichtkomfort mit Beleuchtungselektronik (Broschüre). Fördergemeinschaft Gutes Licht (FGL), ebd. 1996
- FitLicht 2004: Fördergemeinschaft innovative Tageslichtnutzung e.V (Informationsfolder). Hg.: FitLicht - Fördergemeinschaft innovative Tageslichtnutzung e.V G. Volz, 71139 Ehningen, 2004. s.a. www.fitlicht.de
- Hamburg 1997: Leuchtentausch „2:1 fürs Klima“. (Faltblatt E2/Februar 1997). Hg.: Freie und Hansestadt Hamburg-Umweltbehörde/Hamburgische Electricitäts-Werke AG (HEW), Hamburg, 1997
- HMULF 2000: Hessisches Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft und Forsten: Elektrische Energie im Hochbau - Leitfaden Elektrische Energie, vollständig überarbeitete Fassung, Wiesbaden, Juli 2000
- Humm/Jehle 1996: Strom optimal nutzen-Effizienz steigern und Kosten senken in Haushalt, Verwaltung, Gewerbe und Industrie. ökobuch Staufen bei Freiburg, 1996
- IMPULS-Programm Hessen 1998: Besseres Licht mit weniger Strom in Schulen und Verwaltungsbauten (Seminar dokumentation). Hg.: IMPULS-Programm Hessen, Darmstadt (o. Jahr/ca. 1998)
- Lange 1997 (Hg.): Handbuch der Lichttechnik – Sammelordner (2 Bd.) mit Ergänzungslieferungen. 5. Auflg. 1997, ecomed verlagsgesellschaft AG & Co. KG, 89899 Landsberg am Lech
- LICHT 2004: Tageslicht 01/04 (Architektur, Planung, Forschung, Produkte) – Sonderausgabe der Zeitschrift LICHT. Hg.: Pflaum Verlag, München-s.a. Plattform: www.LICHTnet.de
- Min Bau NRW 1996: Energiesparende Beleuchtungssteuerung in Dienstgebäuden des Landes. RdErl. des Ministeriums für Bauen und Wohnen NRW v. 29.06.1996, in MinBlatt für das Land Nordrhein-Westfalen - Nr. 51 vom 07. August 1996
- Osram 2004: Lichtprogramm 2004/2005. Osram GmbH, 81536 München - s.a. www.osram.de
- PicoLight 2004: Energieanalyse Polizeipräsidium Wuppertal. Entergieanalyse durch Dt. Telekom AG, Vivento-Energieberatung Aachen, Ergebnisbericht 11.2004 im Rahmen des EU-Projektes Picolight des Wuppertal Instituts für Klima Umwelt Energie (unveröffentlicht)
- SIA 380/4-2000: Elektrische Energie im Hochbau, Teil Beleuchtung-Eine Anleitung für Fachplaner und Behörden. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA), 8039 Zürich, 08.2000 – Vertrieb: <http://www.380-4.ch>
- StatBuAmt 2004: Vierteljährliche Produktionserhebung im verarbeiteten Gewerbe (Zeitreihe 2001-2004, Melde Nr. 3150/Leuchten). Hg.: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden, 2004
- Tridonic 2004: Fa.-Broschüre und Auskunft zur EU Klassifizierung von Vorschaltgeräten durch Hr. Hoffmann im Dezember 2004. TridonicAtco Deutschland GmbH, 89269 Vöhringen
- Trilux 1996: Beleuchtungsplanung-Lichttechnik-Elektrotechnik (1. Auflg. Okt. 1996; Neuaufg. vorauss. Okt. 2005) Hg.: Trilux Lenze GmbH + Co. KG, 59759 Arnsberg – www.trilux.de
- Trilux 2004: Katalog Innenraumleuchten 2001 mit Bildpreisliste 2002 sowie weitere Detailauskünfte im Dezember 2004. Trilux Lenze GmbH + Co. KG, 59759 Arnsberg

- ZVEI 2004: Marktzahlen Büroleuchten der Jahre 2002-2004. mitgeteilt vom ZVEI, Fachverband Leuchten, Gf Herr Dr. Merker, Frankfurt a. M., Dez. 2004 – s.a. www.zvei.org
- VBG/LiTG 2003: Beleuchtung im Büro-Hilfen für die Planung von Beleuchtungsanlagen von Räumen mit Bildschirm- und Büroarbeitsplätzen – Schriftenreihe Prävention SP 2.4 (BGI 856). Hg.: Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (VBG) und Deutsche Lichttechnische Gesellschaft e.V. (LiTG), Mai 2003 – s.a. www.vbg.de und www.litg.de
- VDI 6011: Optimierung von Tageslicht und künstlicher Beleuchtung. Blatt 1: Grundlagen (02/2002)-Beuth Verlag GmbH, Berlin, 2002
- Wintermayr/o. Jahr: Diverse Angebots- und Preisunterlagen u.a. über HTS-Präsenzmelder, Extronik-Akustikmelder und T5-Retrofit-Adapter. Hg.: Fa. Wintermayr Energiekonzepte GmbH, 89081 Ulm – s.a. www.win-energie.de
- Elpla 2003: Katalog 2003 (inkl. Preisliste): Luxwächter, Energiemanagement (u.a. Präsenzmelder) (Loseblattsammlung). Fa. Elpla GmbH, 51789 Lindlar, www.elpla.de
- PEHA 2005: Bildpreisliste 2005 (u.a. Lichtregelsysteme, Präsenzmelder). Fa. PEHA Paul Hochkötter GmbH & Co. KG, 58467 Lüdenscheid, 2005
- Wuppertal Institut 2001: Beleuchtungsausschreibung und Vergabe für die Beleuchtungssanierung am Aggertal-Gymnasium in Engelskirchen im Rahmen des Solar- und Sparprojektes (intern). Auftraggeber: Solar&Spar Contract GmbH & Co. KG Aggertal-Gymnasium Engelskirchen c/o Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie. Wuppertal, 2001
- Wuppertal Institut 2003: Energiesparkonzept für die Gesamtschule Berger Feld in 45891 Gelsenkirchen - mit Grundlagenteil: Beleuchtungssanierung in Schulen (Endbericht, unveröffentlicht). Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie. Wuppertal, 09.2003
- Zieseniß 2002: Beleuchtungstechnik für den Elektrofachmann - Lampen, Leuchten und ihre Anwendung. 7. neu bearbeitete Auflage 2002, Hüthig & Pflaum Verlag, Heidelberg
- Zumtobel Staff 2003: Lichthandbuch für den Praktiker (Broschüre im Tb-Format). 4. überarbeitete u. erweiterte Auflage Oktober 2003, Zumtobel Staff GmbH, A-6851 Dornbirn/Austria
- ZVEI 1991: Entsorgung von PCB-haltigen Starkstromkondensatoren - Leuchtstofflampen- und Motorkondensatoren, Leistungskondensatoren (Merkblatt 01/1991): Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie e. V. (ZVEI), Fachverband Starkstromkondensatoren, Berlin, 1991