

Technisches Modul zum Thema

# Beleuchtung



## Inhalt

1. Einführung .....	1
2. Bestandsaufnahme der Beleuchtungsanlagen.....	2
3. Analyse technischer Maßnahmen zur Energieeinsparung.....	3
4. Maßnahmenplan.....	8
5. Berichterstattung .....	8
Annex .....	9

## Autoren:

Paulssen, Kai ; Hermann, Laurenz  
Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena)

GreenBuilding im Internet: [www.green-building.de](http://www.green-building.de)

Das Vorhaben GreenBuilding wird gefördert durch:

Gefördert durch das



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Technologie

Intelligent Energy  Europe

Die alleinige Verantwortung für die Inhalte dieses Dokuments liegt beim Herausgeber. Die Inhalte geben nicht die Position der Europäischen Gemeinschaft wieder. Die Europäische Kommission trägt keine Verantwortung für jegliche Nutzung der in diesem Dokument dargestellten Inhalte.

Kontaktstellen für GreenBuilding in Deutschland:



In Zusammenarbeit mit



## 1. Einführung

Mit der Teilnahme am GreenBuilding-Programm können Unternehmen ihr Engagement für eine deutliche Verringerung des Energieverbrauchs in ihren Nichtwohngebäuden unter Beweis stellen.

Im Folgenden wird aufgezeigt, wie das Energiesparpotenzial im Bereich Beleuchtung ermittelt und ausgeschöpft werden kann.<sup>1</sup>

### Energieinsparpotenzial

Die Beleuchtung trägt zu einem wesentlichen Teil zum Energieverbrauch in Nichtwohngebäuden bei; in einigen Bürogebäuden kann sie bis zu einem Drittel des Gesamtstromverbrauchs ausmachen. Mit Hilfe moderner Beleuchtungstechnik können jedoch bedeutende Energieeinsparungen erreicht werden. Durch eine Optimierung der vorhandenen Beleuchtungsanlage kann in Nichtwohngebäuden – je nach Ausstattung und Nutzung der Anlage – eine Energieeinsparung von 30 bis 50 Prozent erreicht werden.

### Kosteneffizienz

Über einen Zeitraum von 15 Jahren sollte ein GreenBuilding-Partner für seine Energieeinsparinvestitionen einen internen Zinsfluss (IRR) von mindestens 20% anstreben.<sup>2</sup> Der interne Zinsfluss für Investitionen in energiesparende Beleuchtungsanlagen kann 20% deutlich überschreiten. Hinzu kommt, dass Investitionen in die Beleuchtungsanlagen nicht nur die Energiekosten senken, sondern auch zur Verbesserung der Lichtqualität beitragen können. Bei der Umsetzung eines neuen Beleuchtungskonzepts sollte auch auf die Berücksichtigung der nationalen und europäischen Vorschriften<sup>3</sup> und -normen<sup>4</sup> zum Thema Beleuchtung geachtet werden.

Eine Erneuerung oder Umgestaltung der Beleuchtungsanlagen sollte dann durchgeführt werden, wenn die Maßnahmenkosten durch die daraus resultierende Kosteneinsparung ( $IRR > 20\%$ ) gedeckt werden und die Lichtqualität beibehalten oder verbessert wird.

---

<sup>1</sup> Für ergänzende Informationen (in englischer Sprache) besuchen sie bitte die EU-GreenLight Internetseite unter: <http://www.eu-greenlight.org/What-to-do/what.htm>

<sup>2</sup> Weitere Informationen zur Berechnung des IRR finden sie im GreenBuilding-Modul "Finanzierung".

<sup>3</sup> Die Umsetzung der europäischen Richtlinien 89/654/EWG (Richtlinie des Rates vom 30. November 1989 über Mindestvorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz in Arbeitsstätten) und 90/270/EWG (Richtlinie des Rates vom 29. Mai 1990 über die Mindestvorschriften bezüglich der Sicherheit und des Gesundheitsschutzes bei der Arbeit an Bildschirmgeräten) hat zu unterschiedlichen nationalen Vorschriften im Bereich Beleuchtung geführt. In Deutschland sind zum Thema Beleuchtung vor allem folgende Gesetze und Verordnungen relevant: Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG), § 4; Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV), Anhang 1.6, 3.4; Arbeitsstätten-Richtlinien, ASR 7/1 "Sichtverbindung nach außen" und 7/3 "Künstliche Beleuchtung"; Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV), Anhang Nr. 15 und 16.

<sup>4</sup> Wie zum Beispiel: CEN/TC 169 (Angewandte Lichttechnik), prEN 12464 (Beleuchtung von Arbeitsstätten), EN 1838 (Angewandte Lichttechnik: Notbeleuchtung); Deutsche Normen zum Thema Beleuchtung (Auswahl): DIN 5034 Tageslicht in Innenräumen, Teil 1 und Teil 2; DIN 5035 Beleuchtung mit künstlichem Licht, Teile 1, 2, 6, 7, 8; DIN EN ISO 9241 Ergonomische Anforderungen für Bürotätigkeiten mit Bildschirmgeräten, Teil 6; DIN EN 12464 Licht und Beleuchtung, Teil 1.

Das vorliegende Dokument dient als Ergänzung des GreenBuilding-„Partner-Leitfadens“. Es beschreibt die Punkte, die im Maßnahmenplan eines zukünftigen GreenBuilding-Partners enthalten sein sollten, der im Bereich Beleuchtung Energieeinsparungen realisieren will. Insbesondere werden die folgenden für den Partner relevanten Schritte erklärt:

- **Bestandsaufnahme** der Beleuchtungsanlagen
- **Beurteilung** möglicher Energiesparmaßnahmen
- **Maßnahmenplan** zur Festlegung der vorgesehenen Schritte zur Senkung der Energiekosten im Bereich Beleuchtung.
- **Bericht** über die Fortschritte bei der Umsetzung des Maßnahmenplans

Bitte beachten Sie, dass Unterlagen zur Bestandsaufnahme und Beurteilung von Energiesparmaßnahmen vertraulich und nur zum internen Gebrauch bestimmt sind, wohingegen der Maßnahmenplan sowie der Fortschrittsbericht im Rahmen des GreenBuilding-Programms veröffentlicht werden.

## 2. Bestandsaufnahme der Beleuchtungsanlagen

Um geeignete Energiesparmaßnahmen zu identifizieren, sollte ein GreenBuilding-Partner zunächst eine Bestandsaufnahme seiner Beleuchtungsanlagen vornehmen und deren wichtigste Betriebsparameter definieren. Die Bestandsaufnahme erfolgt in drei Schritten.

### a. Anlagenbeschreibung

Da die Zahl und Vielfalt der in einem Gebäude angebrachten Leuchten sehr groß sein kann, sollte das Dokumentieren und Zusammenstellen der Daten auf die drei bis vier der größten Beleuchtungsanlagen mit dem höchsten Stromverbrauch beschränkt werden, die im Vorfeld der Bestandsaufnahme ermittelt werden sollten. Schon die Verringerung der Vielfalt verwendeter Leuchten kann zu Kostenoptimierungen führen.

### b. Parameterermittlung

Die Parameterermittlung erfolgt auf der Grundlage von Unternehmensunterlagen und/oder einem Expertengutachten und sollte folgende Angaben beinhalten:

1. die wichtigsten Grunddaten des geprüften Gebäudes
2. allgemeine Angaben zu den Beleuchtungsanlagen
3. detaillierte Angaben über die Lampen (Typ, Anzahl, Lebensdauer, Energieverbrauch usw.)
4. detaillierte Angaben über die Verbindungs- und Vorschaltgeräte (Klassen, Verlustwerte usw.)
5. Informationen über die optischen Eigenschaften (Lichtstreuung, Reflektoren usw.)
6. detaillierte Angaben zur Steuerungstechnik
7. Informationen über die durchschnittliche Anzahl an Betriebsstunden

Der Stromverbrauch der einzelnen Beleuchtungskörper wird normalerweise nicht separat gemessen, da dies in Anbetracht der großen Anzahl von Leuchten praktisch nicht durchführbar ist. Die Angaben zum Energieverbrauch von Lampen und Vorschaltgeräten sind im Herstellerkatalog oder auf den Typenschildern zu finden. Die Messungen beschränken sich somit auf die Überprüfung der:

- Lichtmenge (in Lux)
- Betriebsstunden und Betriebsarten

Diese Daten ermöglichen die Berechnung der Gesamtleistung [in kW] und des Stromverbrauchs [in kWh/Jahr] der im Gebäude vorhandenen Beleuchtungsanlagen. Die im Anhang beigefügten Unterlagen können zur Schätzung der Volllaststunden und des Energieverbrauchs für Beleuchtung in Ihren Gebäuden herangezogen werden.

Das Zusammenstellen dieser Daten kann durch einen technischen Mitarbeiter oder durch Dritte, z.B. durch einen Beleuchtungsplaner oder einen GreenBuilding-Unterstützer, ausgeführt werden.

### c. Indikatoren der Anlagenleistung

Auf der Grundlage des geschätzten Energieverbrauchs kann die Energieeffizienz der Beleuchtungsanlagen anhand der folgender Hauptindikatoren ermittelt werden.

1. Installierte Lichtleistung pro Fläche [ $W/m^2$ ] bezogen auf die vorgeschriebene Lichtmenge [in Lux] <sup>5</sup>
2. Stromverbrauch für Beleuchtung pro Fläche [in kWh/m <sup>2</sup> a] <sup>6</sup>
3. Volllaststunden der Beleuchtung [in h/a] <sup>7</sup>

Während die Gesamtleistung oder der jährliche Stromverbrauch der installierten Anlagen nur durch den Vergleich zwischen der vorherigen und der optimierten Beleuchtungssituation sinnvoll ermittelt werden kann, ermöglicht das Hinzuziehen der Indikatoren 1-3 eine unmittelbare Bewertung der Beleuchtungssysteme. Bitte beachten sie, dass die Werte der Indikatoren von der Art der Gebäudenutzung abhängig sind.<sup>8</sup>

## 3. Analyse technischer Maßnahmen zur Energieeinsparung

In den folgenden Situationen lassen sich häufig Energieeinsparpotenziale im Bereich Beleuchtung finden: Räume/Arbeitsbereiche mit täglich langer Nutzungsdauer; Räume/Arbeitsbereiche mit sporadischer Belegung (gute Voraussetzung für Anwesenheitssensoren); fehlende Steueranlagen; Lichttechnologien mit geringer Leistungskraft (können problemlos durch effizientere Produkte ausgetauscht werden); fehlender Wartungsplan usw.

<sup>5</sup> Siehe Anhang 3 für Details.

<sup>6</sup> Siehe Anhang 4 für Details.

<sup>7</sup> Siehe Anhang 5 für Details.

<sup>8</sup> Um das Aufstellen einer Energiebilanz etwas zu erleichtern, stellt das GreenLight-Programm ein Energiebilanz-Formular in englischer Sprache zur Verfügung, das unter <http://www.eu-greenlight.org/What-to-do/what1.htm> heruntergeladen werden kann.

Die Energieeffizienz der Beleuchtungsanlagen kann durch Umsetzung der nachfolgenden Maßnahmen optimiert werden:

1. Einsatz von Energiesparlampen
2. Einsatz von energiesparenden Vorschaltgeräten
3. Optimierung der bestehenden Leuchten
4. Energiesparende Lichtsteueranlagen
5. Optimierung von Wartungsverfahren
6. Auslegungsaspekte

Die größtmöglichen Energieeinsparungen erreicht man über die optimale Kombination<sup>9</sup> verschiedener Lampentypen mit den jeweils passenden unterstützenden Geräten (Leuchten und Vorschaltgeräten) sowie über eine optimierte Nutzung der Beleuchtungsanlage im täglichen Gebrauch.<sup>10</sup>

### a. Lampen



**Glühlampen** werden im täglichen Gebrauch seit mehr als 100 Jahren am häufigsten eingesetzt. Sie erzeugen Licht, indem der Strom durch einen Glühfaden in ihrem Innern fließt und ihn so zum Glühen bringt. Glühlampen sind die ineffizientesten Lampen, da bis zu 95% des Stroms in Wärme umgewandelt wird. Sie verfügen über eine relativ kurze Lebensdauer (durchschnittlich 1.000 h), sind aber sehr kostengünstig und bieten eine optimale Farbwiedergabe. *Halogenlampen*

(eine Unterklasse der Glühlampen) sind 20 bis 50% effizienter als normale Glühlampen.



**Leuchtstofflampen** bestehen aus einer innen weiß beschichteten, abgedichteten Glasröhre, die mit einem Edelgas und einer geringen Menge Quecksilber gefüllt ist. Am geläufigsten sind Leuchtstoffröhren sowie Kompaktleuchtstofflampen. Alle Leuchtstofflampen benötigen ein Vorschaltgerät, das den Beleuchtungsvorgang in Betrieb setzt und regelt. Je nach Beleuchtungsanlage ist die Energieeffizienz von

Leuchtstofflampen fünf bis acht Mal so hoch wie die von Glühlampen. Leuchtstofflampen sind bis zu fünfzehnmal teurer als Glühlampen; ihre Lebensdauer ist jedoch ebenfalls zehn- bis fünfzehnmal länger. Leuchtstofflampen bieten eine etwas schlechtere Farbwiedergabe. **Leuchtstofflampen eignen sich sehr gut für den Gebrauch in Gewerbe- und Büroräumen.** Es ist zu beachten, dass die verschiedenen Leuchtstofflampen sehr unterschiedliche Leistungen erbringen können. So sind z.B. die modernen T5-Lampen aufgrund des geringeren Röhrendurchmessers bedeutend effizienter als die älteren T8/T16-Modelle. Aus diesem Grund lohnt es sich in den meisten Fällen, alte Leuchtstofflampen durch modernere und effizientere Modelle zu ersetzen.

<sup>9</sup> Eine optimale Kombination kann meist nur von einem Fachmann vorgeschlagen und realisiert werden.

<sup>10</sup> Genauere Angaben finden Sie auf der Internetseite von GreenLight unter <http://www.eu-greenlight.org/>.



**Entladungslampen jeglicher Art** stellen die effizienteste Beleuchtungsmöglichkeit dar. Es gibt viele verschiedene Entladungslampenarten, die sich hinsichtlich der Kosten, Lebensdauer, Lichtfarbe und -qualität stark unterscheiden. Es ist daher empfehlenswert, einen Beleuchtungsspezialisten in die Planung einzubeziehen. Entladungslampen werden in der Regel nur für spezielle Zwecke eingesetzt, wie z. B. für die Beleuchtung von

Produktionshallen (z.B. mit Quecksilberdampflampen), für die Straßenbeleuchtung (z.B. mit Natriumdampflampen) usw.<sup>11</sup>. Diese Lampen haben für gewöhnlich eine zehnmal größere Energieeffizienz als herkömmliche Glühlampen. Zum Betrieb von Entladungslampen ist in jedem Fall ein Vorschaltgerät erforderlich.

## b. Vorschaltgeräte

Vorschaltgeräte bilden die Verbindung zwischen Stromversorgung und einer oder mehreren Leuchtstoff- oder Entladungslampen. Sie dienen hauptsächlich der Strombegrenzung auf zulässige Werte, der Umwandlung der Netzspannung sowie dem Zünden der Lampe(n). Wenn die Lampen in Betrieb sind, verbrauchen die Vorschaltgeräte ebenfalls Strom. Man unterscheidet hauptsächlich zwischen magnetischen und elektronischen Vorschaltgeräten. Elektronische Vorschaltgeräte verbrauchen weniger Strom als magnetische. Aufgrund der europäischen Richtlinie 2000/55/EC über Energieeffizienzanforderungen an Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen werden bestimmte magnetische Vorschaltgeräte jetzt bzw. in Zukunft aus dem Handel genommen.<sup>12</sup> Nachstehend finden Sie eine Übersicht der Vorteile elektronischer Vorschaltgeräte:

- Elektronische Vorschaltgeräte weisen relativ geringe Verluste auf. Das Auswechseln der ineffizienten magnetischen Vorschaltgeräte durch elektronische ermöglicht eine Energieeinsparung von bis zu 25%.
- Leuchtstofflampen, die mit elektronischen Vorschaltgeräten betrieben werden, sind effizienter und produzieren rund 10 bis 20% mehr Licht.
- Elektronische Vorschaltgeräte ermöglichen ein schonendes Zünden der Lampen. Dies führt zu einer längeren Lebensdauer der Lampen und somit zu einer Verringerung der Wartungskosten.
- Elektronische Vorschaltgeräte können bis zu vier Lampen ansteuern, magnetische nur ein bis zwei.
- Im Gegensatz zum magnetischen Vorschaltgerät, das die Leuchtstofflampe hundertmal in der Sekunde flimmern lässt, schaltet das elektronische Vorschaltgerät die Lampe mehr als 40 000 mal pro Sekunde ein und aus, was für das menschliche Auge nicht sichtbar ist.

Vorschaltgeräte können separat oder in die Leuchte integriert sein. Kompaktleuchtstofflampen besitzen ein integriertes Vorschaltgerät und passen in die handelsüblichen Glühlampenfassungen. Sie können deshalb einfach nachgerüstet werden.

<sup>11</sup> Genauere Angaben (in englischer Sprache) sind auf der Internetseite von GreenLight zu finden: <http://www.eu-greenlight.org/What-to-do/what1.htm>

<sup>12</sup> Vorschaltgeräte werden in Leistungsklassen unterteilt. Details über die Definition der Klassen und die Auswirkungen der EU-Richtlinie finden Sie unter [http://www.celma.org/pdf\\_files/BallastGuideEN200212.pdf](http://www.celma.org/pdf_files/BallastGuideEN200212.pdf).

### **c. Leuchten**

Moderne Leuchten sind aufgrund ihrer Bauweise viel effizienter als ihre Vorgängermodelle. Während die meisten weiß beschichteten Reflektoren einen Reflexionsgrad von rund 70% aufweisen, liegt er bei modernen Aluminiumreflektoren bei bis zu 95%. Durch den Ersatz von älteren Anlagen mit modernen Leuchten kann man in den meisten Fällen eine beträchtliche Energieeinsparung sowie eine deutliche Verbesserung der Beleuchtungsqualität erzielen (z.B. keine Spiegelung auf Computerbildschirmen). In vielen modernen Leuchten sind sorgfältig konzipierte Reflektorsysteme integriert, durch die sich das Licht in die gewünschte Richtung lenken lässt. Dadurch sind weniger Lampen und Leuchten nötig, um die gewünschte Leuchtkraft zu erreichen. Durch den Austausch von Diffusoren oder prismatischen Rückstrahlern mit Reflektorsystemen ist es unter Umständen möglich, ältere ineffiziente Leuchten zu optimieren. Reflektoren können auch unter Beibehaltung der vorhandenen Lichtsteuereinrichtungen in die bestehenden Leuchten integriert werden. Zusätzlich kann in einigen Fällen zur Erzeugung der gleichen Leuchtkraft die Anzahl der Leuchten verringert werden, wodurch wiederum Energie gespart wird (eine Optimierung der Reflektoren und der Abschirmungen kann eine Energieeinsparung von 20 bis 50% bewirken).

### **d. Beleuchtungssteuerung**

Eine zweckmäßige Lichtsteuerungsanlage kann den Stromverbrauch für die Beleuchtung von Büroflächen um 30 bis 50% reduzieren, was zu einer beträchtlichen Energie- und Kosteneinsparung beiträgt. Der Amortisationszeitraum beträgt oft nur 2 bis 4 Jahre.

Lichtsteuerungseinrichtungen sind Geräte, die die Funktionen der Beleuchtungsanlage aufgrund eines externen Signals (Bedienung von Hand, Belegung, Zeit, Helligkeitsgrad) steuern. Energiesparende Steuerungsanlagen enthalten:

- Handschalter
- Präsenzmelder
- Zeitschalter
- Dämmerungsschalter

Sowohl das automatische wie auch das manuelle Ein- und Ausschalten verkürzen die Lebensdauer einer Lampe. Dies hat jedoch nur geringe kostenseitige Auswirkungen und wird durch die erzielte Energieeinsparung mehr als kompensiert. Durch die Wahl einer Beleuchtungsanlage mit hochwertigen Vorschaltgeräten (siehe oben) wird dieser Faktor vollkommen vernachlässigbar.

Lichtsteuerungsanlagen können auch mehrere der zuvor beschriebenen Energiesparkonzepte vereinen. Anwesenheitssensoren, die in einzelne Leuchten oder kleine Gruppen von Leuchten integriert sind, können z. B. mit Tageslichtsensoren kombiniert werden. Diese kombinierte Steuerung kann insbesondere in ungewöhnlich geschnittenen Räume sinnvoll sein.

Wichtig ist, dass die Nutzer des Raumes über die Existenz, Funktion und Bedienung der Lichtsteuerungsanlage informiert sind. Dies ist insbesondere beim Umbau der

vorhandenen Beleuchtungsanlage von Bedeutung, da die Raumnutzer bei unzureichender vorheriger Information über das neue System von der Steuerungsanlage keinen Gebrauch machen werden.

#### **e. Wartung**

Im Laufe der Zeit verschmutzen Lampen und Leuchten. Hinzu kommt, dass die Lichtleistung der Lampen mit zunehmendem Alter abnimmt und sich somit die Leuchtkraft der gesamten Beleuchtungsanlage verringert. Bei mangelhafter Wartung kann die Beleuchtungsanlage nicht mehr optimal arbeiten – Geld und Energie gehen verloren. Viele Anlagen werden unzureichend gewartet, obwohl häufig schon das einfache Reinigen der Glühlampen und Leuchten genügt, um die Lichtqualität in den Räumen zu verbessern. Bei der Planung der Anlage sollte die zukünftige Wartung berücksichtigt werden, denn leicht erreichbare Leuchten werden häufiger gereinigt und ihre Leuchtmittel regelmäßiger ersetzt. Manche Leuchten sind so konzipiert, dass sie einen geringen Wartungsaufwand erfordern, z.B. sammelt sich bei Leuchten mit eigener Be- und Entlüftung kaum Staub auf den Oberflächen an.

#### **f. Auslegungsaspekte & Energiemanagement**

Die richtige Dimensionierung der Beleuchtungsanlage, die richtige Platzierung der Lichtquellen, die Installation von Lichtsteueranlagen und die Ausnutzung des Tageslichts ermöglichen sowohl eine höhere Energieeffizienz als auch eine Optimierung der Kosten. Dies kann durch ein raumabhängiges Beleuchtungssystem erreicht werden, bei dem die Lichtquelle auf den Arbeitsplatz und die dort erforderliche Lichtmenge abgestimmt ist. Eine weitere Möglichkeit besteht in der einheitlichen Anordnung der Leuchten, wobei ihre Leuchtstärke dann jeweils individuell auf die Anforderungen des auszuleuchtenden Bereichs auszulegen ist.

Tageslicht trägt wesentlich zur Beleuchtung von Gebäuden bei und kann – wenn es bei der Planung angemessen berücksichtigt wird – zu hohen Energieeinsparungen führen. Gebäudenutzer bevorzugen in der Regel mit Tageslicht beleuchtete Räume, sofern störende Lichtblendungen und eine Raumüberhitzung vermieden werden können. Die Vorteile der Tageslichtnutzung kommen jedoch nur dann voll zum Tragen, wenn die elektrische Beleuchtung gedimmt oder ausgeschaltet wird, sobald das Tageslicht den benötigten Lichtbedarf deckt. Dies wird durch das Verwenden geeigneter Lichtsteueranlagen ermöglicht, was ein gewisses Maß an Automatisierung erforderlich macht.

Darüber hinaus hat eine energiesparende Beleuchtung folgende Vorteile: Sie verbraucht weniger Strom, wodurch gleichzeitig die Wärmebelastung der Räume gesenkt wird, und trägt dadurch in klimatisierten Gebäuden zur Senkung des für das Kühlen der Räume benötigten Stromverbrauchs bei.

Weiter führt eine Verbesserung der Lichtqualität am Arbeitsplatz in der Regel auch zu einer Steigerung der Produktivität.

## **4. Maßnahmenplan**

Ein Maßnahmenplan für den Bereich Beleuchtung sollte, wie auch in Anhang 1 vorgeschlagen, die folgenden Punkte beinhalten:

- die Maßnahmen, die umgesetzt werden sollen
- den Zeitplan für die Umsetzung der Maßnahmen
- die zu erwartenden Energieeinsparungen
- die Gründe für das Ausschließen weiterer Maßnahmen

Der fertige Maßnahmenplan für Beleuchtungsanlagen ist anschließend GreenBuilding vorzulegen. Nach Genehmigung aller relevanten Maßnahmenpläne erlangt das Unternehmen den offiziellen GreenBuilding-Partnerstatus.

## **5. Berichterstattung**

Der Fortschrittsbericht an GreenBuilding beinhaltet Angaben über die erzielten Ergebnisse des Maßnahmenplans. Zur Erstellung dieses Fortschrittsberichts dient das Formular in Anhang 2. Die beiden linken Spalten sollen dem Partner-Maßnahmenplan entnommen werden.

# Annex

## Anhang 1: Maßnahmenplan für die Beleuchtungsanlage

Energieeinsparmaßnahmen	Machbarkeit (1)	Spezifische Maßnahmen (2)	Ausgeführter Anteil (%) (3)	Zeitplan (4)	Erwartete Einsparung (5)
<b><i>Einsatz von Energiesparlampen</i></b>					
Ersetzen von Glühlampen durch Leuchtstofflampen					
Ersetzen von Glühlampen durch Entladungslampen					
Ersetzen ineffizienter Leuchtstofflampen durch effiziente Leuchtstofflampen					
<b><i>Vorschaltgeräte</i></b>					
Ersetzen von magnetischen Vorschaltgeräten durch elektronische Vorschaltgeräte					
<b><i>Optimierung der bestehenden Leuchten</i></b>					
Ersetzen der weiß beschichteten Reflektoren durch Aluminiumreflektoren					
Einsatz von Leuchten mit gezielter Lichtführung, wodurch die Anzahl der benötigten Leuchten verringert wird					
Aufwerten von älteren Leuchten durch Austausch der Diffusoren oder prismatischen Rückstrahler mit Reflektoranlagen					
<b><i>Steuerungsanlagen</i></b>					
Einsatz von Anwesenheitsschaltern					
Einsatz von Zeitschaltern					
Einsatz von Dämmerungsschaltern					
<b><i>Wartung</i></b>					
Regelmäßiges Reinigen der Leuchten					
Ersetzen der alten Glühlampen mit unzureichender Leuchtkraft					
<b><i>Auslegung</i></b>					
„Raumabhängige Beleuchtung“, z.B. für Arbeitsplätze					
Verstärkte Nutzung des Tageslichts					

(1) **Machbarkeit:** Angabe des Grundes für Nicht-Machbarkeit anhand eines bzw. mehrerer der unten aufgeführten Codes:

ND Nicht durchführbar aus technischen Gründen

NR Nicht rentabel

NK Nicht kalkuliert aus Kostengründen

Werden hier keine Angaben gemacht, gilt die Maßnahme als anwendbar und rentabel.

- (2) **Spezifische Maßnahmen:** Zur Umsetzung einer Energiesparmaßnahme können mehrere spezifische Schritte erforderlich sein. Zum Beispiel: Angabe des Lampentyps, durch den Glühlampen oder ineffiziente Leuchtstofflampen ersetzt wurden (z.B. T5 ersetzt T16).
- (3) **Ausgeführter Anteil (%):** Falls sich der Partner bereit erklärt hat, mehrere Beleuchtungsanlagen in den Maßnahmenplan einzubeziehen, sollte diese Spalte dazu dienen, Angaben zum Anteil der verschiedenen Anlagen zu machen. Dies geschieht unter Verwendung der am besten geeigneten Indikatoren: Anlagenanzahl, Leistung, Energieverbrauch. Die verwendeten Indikatoren sind wie folgt zu bezeichnen: „%“, „%kW“, „%kWh“.
- (4) **Zeitplan:** Der Zeitplan regelt die zeitliche Umsetzung des Maßnahmenplans. Im Zeitplan können ein bestimmter Zeitraum, Zeitpunkt oder die Voraussetzung einer bestimmten Gegebenheit festgelegt sein, z.B.: „Sobald die Leuchten ersetzt sind“ oder „Sobald der Boden renoviert ist“.
- (5) **Erwartete Einsparung (MWh/Jahr):** Hier ist meist nur eine Schätzung aufgrund der allgemeiner Kennwerte möglich.

## Anhang 2: Berichtsformular für den Bereich Beleuchtungsanlage

Bevolligter Maßnahmenplan		
Beschlossene Maßnahmen zur Umsetzung von Energieeinsparungen	Vereinbarer Zeitraum für die Umsetzung der Maßnahme	Fortschritt der Maßnahmen (z.B. erreichter Prozentsatz), ggf. mit näherer Erläuterung (1)
<i>Auswahl von energiesparenden Produkten</i>		
Maßnahme 1		
Maßnahme 2		
...		
<i>Auswahl von energiesparenden Geräten</i>		
...		
<i>Nutzerspezifisches Einsparpotenzial</i>		
...		
Einsatz von Energiesparlampen		
Vorschaltgeräte		
Optimierung bestehender Leuchten		
Steueranlagen		
Wartung / Auslegung		

- (1) Der **Prozentsatz abgeschlossener Maßnahmen** versteht sich als Indikator für den Anteil an Systemen, an denen bereits spezifische Maßnahmen im Rahmen des Plans durchgeführt wurden.

Für Partner könnte sich folgende Zusammenfassung der im Rahmen des Maßnahmenplans bereits erreichten Ziele als sinnvoll erweisen. Die Weiterleitung dieser Zusammenfassung an GreenBuilding ist nicht zwingend erforderlich, wird jedoch empfohlen.

Zusammenfassung des Jahresberichts		
	Seit Beginn der Teilnahme am GB-Programm	Aktuelles Jahr
Prozentsatz der umgesetzten Aktionen im Rahmen des Maßnahmenplans		
Geschätzte Gesamtinvestition für die Verwirklichung des Plans (TEUR) <sup>(1)</sup>		
Geschätzte Veränderungen der nicht-energiebezogenen Betriebs- und Instandhaltungskosten (TEUR) <sup>(1)</sup>		
Geschätzte Energieeinsparung (MWh) <sup>(2)</sup>		
Anzahl der Arbeitsplätze		
Energiebezogene Beleuchtungskosten pro Arbeitsplatz (EUR/Arbeitsplatz) <sup>(3)</sup>		

- (1) **Investitions-, Betriebs- und Instandhaltungskosten** sind geschätzte Kostenveränderungen im Vergleich zu den Ausgaben, die der Partner ohne seine Teilnahme am GreenBuilding-Programm gehabt hätte. Darunter fallen z.B. zusätzliche Investitionskosten für leistungsstärkere Anlagen oder die Steigerung/Verringerung der Wartungskosten.
- (2) **Energieeinsparungen** werden auf Grundlage der Kosten für die Umsetzung der Maßnahmen und der steigenden/sinkenden Anzahl der Anlagen ermittelt.
- (3) **Energiebezogene Beleuchtungskosten pro Arbeitsplatz** geben über die energiesparende Verwendung von Beleuchtungssystemen am Arbeitsplatz Auskunft.

**Anhang 3: Nennbeleuchtungsstärke und installierte Lichtleistung pro Fläche (Indikator Nr. 1)**

Nennbeleuchtungs- stärke	flächenspezifische installierte Lampenleistung	
	einfacher Richtwert	verbesserter Richtwert
50 lx	3,2 W/m <sup>2</sup>	2,5 W/m <sup>2</sup>
100 lx	4,5 W/m <sup>2</sup>	3,5 W/m <sup>2</sup>
300 lx	10,0 W/m <sup>2</sup>	7,5 W/m <sup>2</sup>
500 lx	15,0 W/m <sup>2</sup>	11,0 W/m <sup>2</sup>
750 lx	20,0 W/m <sup>2</sup>	16,0 W/m <sup>2</sup>
1.000 lx	25,0 W/m <sup>2</sup>	21,0 W/m <sup>2</sup>

Tabelle 1: Einfache und verbesserte Richtwerte der flächenspezifischen installierten Lampenleistung bei verschiedenen Nennbeleuchtungsstärken.

Das Ziel sollte das Erreichen der entsprechenden Leuchtkraft mit der in der rechten Spalte aufgeführten Lampenleistung sein.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Quelle: „Institut für Wohnen und Umwelt“ im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Landwirtschaft des Landes Hessen (Deutschland): *Leitfaden Elektrische Energie im Hochbau*, Juli 2000, S. 28.

#### Anhang 4: Strombedarf und Grenzwerte/Zielwerte des Strombedarfs für Beleuchtung pro Fläche (Indikator Nr. 2)

Nutzungsart	Nutzungszeit [h/a]	Nennbeleuchtungsstärke [Lux]	Tageslichtnutzung*	Nutzungsfrequenz	Grenzwert [kWh/m <sup>2</sup> a]	Zielwert [kWh/m <sup>2</sup> a]
Büro  Großraumbüro	2.750	300	überwiegend	dauernd	10	3,5
		500	zum Teil	dauernd	22	12
		500	ohne	dauernd	40	25
		750	ohne	dauernd	55	35
Schulraum	2.000	300	überwiegend	häufig	7,5	3
		500	zum Teil	häufig	15	8
		500	ohne	häufig	30	20
Sporthalle	2.000	300	zum Teil	häufig	10	5,5
Verkauf	3.600	300	ohne	dauernd	35	25
		300+**) 5W/m <sup>2</sup>	ohne	dauernd	55	42
Restaurant	3.600	200	überwiegend	häufig	9	6
		200	zum Teil	häufig	13	7
		200	ohne	häufig	16	11
Hotelzimmer	2.000	200	überwiegend		3,5	2
Bettzimmer	8.760	200	überwiegend		10	5
Verkehrsflächen	2.750	100	überwiegend	häufig	4,5	1,8
		100	ohne	häufig	12	8
Lager	2.750	100	ohne	wenig	2,2	1,0
		100	ohne	häufig	4,5	2,5
		200	ohne	dauernd	18	11
Werkstatt	2.750	300	überwiegend	dauernd	10	3,5
		300	zum Teil	dauernd	15	8
Parkgeschosse	2.750 (***)	100	ohne	häufig	12	7,5
	6.500 (***)	100	ohne	häufig	28	18
<p>* überwiegend mit Tageslicht bedeutet: Raumtiefe &lt; 5m und Verhältnis Fenster- zu Bodenfläche &gt; 30%  zum Teil mit Tageslicht bedeutet: Raumtiefe &gt; 5m oder Verhältnis Fenster- zu Bodenfläche &lt; 30%</p> <p>** Mit zusätzlicher Dekorationsbeleuchtung.</p> <p>*** Parkgeschosse in Büro- oder Gewerbebauten: Nutzungsstunden der zugehörigen Hauptnutzung</p> <p>**** Öffentliche Parkhäuser</p>						

Tabelle 2: Ziel- und Grenzwerte des flächenspezifischen Strombedarfs der Beleuchtung bei einigen Raumnutzungsarten.<sup>14</sup>

<sup>14</sup> Quelle: „Institut für Wohnen und Umwelt“ im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Landwirtschaft des Landes Hessen (Deutschland): *Leitfaden Elektrische Energie im Hochbau*, Juli 2000, S. 27..

## Anhang 5: Einfache und verbesserte Richtwerte für Volllaststunden der Beleuchtung (Indikator Nr. 3)

Nutzungsart	Nutzungszeit [h/a]	Nennbeleuchtungsstärke [Lux]	Tageslichtnutzungen*	Nutzungsfrequenz	Richtwerte der Volllaststunden	
					einfach [h/a]	Verbessert [h/a]
Büro	2.750	300	überwiegend	dauernd	1,000	500
		500	zum Teil	dauernd	1,500	1,100
		500	ohne	dauernd	2,750	2,400
		750	ohne	dauernd	2,750	2,400
Großraumbüro	2.000	300	überwiegend	häufig	750	400
		500	zum Teil	häufig	1,000	750
		500	ohne	häufig	2,000	1,800
Verkauf	3.600			dauernd	3,600	3,000
Restaurant	3.600	200	überwiegend	häufig	2,000	1,700
		200	zum Teil	häufig	3,000	2,000
		200	ohne	häufig	3,600	3,300
Hotelzimmer	2.000	200	überwiegend		500	400
Bettzimmer	8.760	200	überwiegend		1,500	1,000
Verkehrsflächen	2.750	100	überwiegend	häufig	1,000	500
		100	ohne	häufig	2,750	2,400
Lager	2.750		ohne	wenig	500	300
			ohne	häufig	1,000	750
			ohne	dauernd	2,750	2,200
Werkstatt	2.750	300	überwiegend	dauernd	1,000	500
		300	zum Teil	dauernd	1,500	1,100
Parkgeschosse	2.750 **)		ohne	häufig	2,750	2,200
	6.500 ***)		ohne	häufig	6,500	5,500
<p>* überwiegend mit Tageslicht bedeutet: Raumtiefe &lt; 5m und Verhältnis Fenster- zu Bodenfläche &gt; 30%  zum Teil mit Tageslicht bedeutet: Raumtiefe &gt; 5m oder Verhältnis Fenster- zu Bodenfläche &lt; 30%</p> <p>** Parkgeschosse in Büro- oder Gewerbebauten: Nutzungsstunden der zugehörigen Hauptnutzung</p> <p>*** öffentliche Parkhäuser</p>						

Tabelle 3: Einfache und verbesserte Richtwerte für Volllaststunden bei verschiedenen Nutzungsarten.<sup>15</sup>

<sup>15</sup> Quelle: „Institut für Wohnen und Umwelt“ im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Landwirtschaft des Landes Hessen (Deutschland): *Leitfaden Elektrische Energie im Hochbau*, Juli 2000, S. 29.