

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. September 2011 (01.09.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/104256 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
H05B 33/08 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/052649

(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Februar 2011 (23.02.2011)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
20 2010 002 655.5
23. Februar 2010 (23.02.2010) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ZUMTOBEL LIGHTING GMBH [DE/DE]; Grevenmarschstraße 74-78, 32657 Lemgo (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): OEHLE, Bernd [DE/DE]; Hornissenstraße 5, 33378 Rheda-Wiedenbrück (DE). PIEPER, Stephan [DE/DE]; Echtenstraße 44a, 32657 Lemgo (DE).

(74) Anwälte: THUN, Clemens et al.; Mitscherlich & Partner, Sonnenstrasse 33, 80331 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)

(54) Title: SYSTEM FOR OPERATING AN LED LIGHT SOURCE

(54) Bezeichnung : ANORDNUNG ZUM BETREIBEN EINER LED-LICHTQUELLE

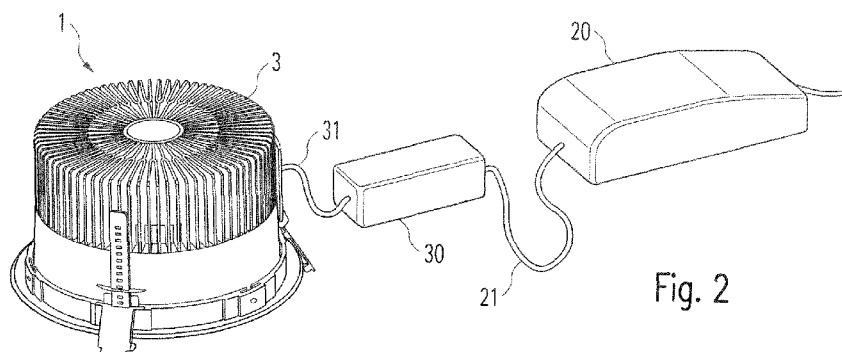


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a system for operating an LED-based light source (2) which system comprises an operating device (20) that is designed to transform the input-side mains voltage to a supply voltage, and a control unit (30) for the light source (2), which control unit is connected to the operating device (20) and operates the LEDs (5) using the supply voltage obtained from the operating device (20). The control unit (30) is arranged in a module which is designed as a unit separate from the light source (5) and which is connected thereto by means of a preferably flexible cable (31).

(57) Zusammenfassung: Bei einer Anordnung zum Betreiben einer Lichtquelle (2) auf LED-Basis mit einem Betriebsgerät (20), welches dazu ausgebildet ist, eine eingangsseitige Netzspannung in eine Versorgungsspannung umzusetzen, sowie einer Steuereinheit (30) für die Lichtquelle (2), welche mit dem Betriebsgerät (20) verbunden ist und mit Hilfe der von dem Betriebsgerät (20) erhaltenen Versorgungsspannung die LEDs (5) betreibt, ist die Steuereinheit (30) in einem Modul angeordnet, welches separat zu der Lichtquelle (5) ausgebildet und mit dieser über ein - vorzugsweise flexibles - Kabel (31) verbunden ist.



WO 2011/104256 A2

5 **Anordnung zum Betreiben einer LED-Lichtquelle**

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Anordnung zum Betreiben einer Lichtquelle auf LED-Basis. Die erfindungsgemäße Anordnung soll dabei insbesondere in einem so
10 genannten Downlight zum Einsatz kommen.

Lichtquellen auf LED-Basis kommen zunehmend auch im Beleuchtungsbereich zum Einsatz, da mit Hilfe der zwischenzeitlich erreichbaren Leuchtstärken auch eine effektive Raumausleuchtung erzielt werden kann. Gegenüber herkömmlichen
15 Lichtquellen wie Gasentladungslampen oder Glühlampen weisen dabei LEDs gewisse Vorteile im Hinblick auf ihre Betriebssicherheit. Auf der anderen Seite erfordern LEDs üblicherweise eine elektronische Ansteuerung, um die vorhandene Netzspannung in geeigneter Weise nutzen zu können. Ferner ist bei derartigen Lichtquellen eine effektive Abführung der auftretenden Wärme erforderlich.

20 Im vorliegenden Fall ist insbesondere vorgesehen, die LED-Lichtquelle in einem Downlight einzusetzen. Es handelt sich hierbei um eine Deckeneinbauleuchte, welche innerhalb eines Hohlraums zwischen der eigentlichen Raumdecke und einer davon beabstandeten Deckenkonstruktion angeordnet ist. Oftmals sind hier die räumlichen
25 Verhältnisse derart beengt, dass nur wenig Platz für die Aufnahme des Downlights zur Verfügung steht. Dementsprechend besteht das Bedürfnis, derartige Leuchten kompakt auszugestalten.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung zum
30 Betreiben einer Lichtquelle auf LED-Basis zur Verfügung zu stellen, welche die oben genannten Anforderungen erfüllt.

Diese Aufgabe wird durch eine Anordnung zum Betreiben einer Lichtquelle auf LED-Basis mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der
35 Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Bei der erfindungsgemäßen Lösung ist zunächst ein Betriebsgerät vorgesehen, welches dazu ausgebildet ist, eine eingangsseitige Netzspannung in eine Versorgungsspannung umzusetzen. Diese Versorgungsspannung wird dann von der eigentlichen Elektronik

der Lichtquelle bzw. einer entsprechenden Steuereinheit in eine Betriebsspannung umgesetzt, mit der die LEDs betrieben werden. Die erfindungsgemäße Lösung sieht nunmehr vor, dass diese Elektronik bzw. diese Steuereinheit ausgelagert wird.

Insbesondere ist sie innerhalb eines separaten Moduls angeordnet, welches von der
5 Lichtquelle getrennt und mit dieser lediglich über ein vorzugsweise flexibles Kabel verbunden ist.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird dementsprechend eine Anordnung zum Betreiben einer Lichtquelle auf LED-Basis vorgeschlagen, welche ein Betriebsgerät
10 aufweist, welches dazu ausgebildet ist, eine eingangsseitige Netzspannung in eine Versorgungsspannung umzusetzen, sowie eine Steuereinheit für die Lichtquelle, welche mit dem Betriebsgerät verbunden ist und mit Hilfe der von dem Betriebsgerät erhaltenen Versorgungsspannung die LEDs betreibt. Die Steuereinheit ist hierbei in einem Modul angeordnet, welches separat zu der Lichtquelle ausgebildet und mit
15 dieser über ein – vorzugsweise flexibles – Kabel verbunden ist.

Das erfindungsgemäße Auslagern der Steuereinheit in ein separates Modul bringt mehrere Vorteile mit sich. Zum einen kann die eigentliche Leuchteinheit kompakt gehalten werden, was die Installation der gesamten Leuchte erleichtert. Ferner ist
20 nunmehr die Elektronik zum Betreiben der LEDs von der eigentlichen Wärmequelle getrennt angeordnet, so dass eine Überhitzung ausgeschlossen werden kann. Dabei kann insbesondere vorgesehen sein, dass die Lichtquelle an einem Kühlkörper angeordnet und das Steuereinheit-Modul von dem Kühlkörper getrennt ist.

Vorzugsweise sind das Betriebsgerät und das Steuereinheit-Modul über eine lösbare Kabelverbindung miteinander verbunden. Es hat sich hierbei als besonders vorteilhaft herausgestellt, ein so genanntes Patch-Kabel mit einem J45-Stecker zu nutzen.
Hierdurch wird ein einfaches Verbinden zwischen Betriebsgerät und Steuereinheit-Modul ermöglicht, was zusätzlich die Montage der Leuchte vereinfacht. Dabei kann
30 insbesondere vorgesehen sein, dass die Kabelverbindung sowohl Leitungen für die Spannungsversorgung als auch Leitungen zur Signalübermittlung aufweist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung bildet das Steuereinheit-Modul ein so genanntes DALI-Gerät. Das heißt, das Modul ist in der Lage, Signale
35 bzw. Befehle entsprechend dem bekannten DALI-Standard zu empfangen und zu übermitteln. Insbesondere kann das Steuereinheit-Modul auch dazu ausgebildet sein, Dimmbefehle, die von einer Zentrale oder einer lokalen Steuereinheit erhalten wurden, umzusetzen um die Lichtquelle in ihrer Helligkeit zu beeinflussen.

Auch das Betriebsgerät kann ein DALI-Gerät darstellen, um bspw. Fehlfunktionen oder dergleichen an eine Zentrale zu übermitteln.

5 Vorzugsweise ist das Betriebsgerät dazu ausgebildet, die Netzspannung in eine für den Betrieb der LEDs geeignete Gleichspannung umzusetzen. Weist die Lichtquelle dabei mehrere LEDs unterschiedlicher Farben auf, so ist vorzugsweise vorgesehen, dass das Betriebsgerät die Netzspannung für jede der Farben in eine jeweils geeignete Gleichspannung umsetzt.

10 Nachfolgend soll die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Anordnung zum Betreiben einer Lichtquelle auf LED-Basis in schematischer Darstellung;

15

Fig. 2 eine perspektivische Ansicht eines Downlights, bei der die erfindungsgemäße Anordnung zum Einsatz kommt; und

Fig. 3 eine Darstellung der Verbindung zwischen Betriebsgerät und Steuereinheits-Modul.

20

Die Fig. 1 und 2 zeigen als Anwendungsbeispiel für die vorliegende Erfindung ein so genanntes Downlight, wobei allerdings darauf hinzuweisen ist, dass die Erfindung nicht auf derartige Leuchtentypen beschränkt ist. Die Auslagerung der Elektronik in ein separates Steuereinheit-Modul kann auch bei anderen Leuchtentypen sinnvoll zum Einsatz kommen, wobei die sich ergebenden Vorteile allerdings insbesondere bei derartigen Einbauleuchten zum Tragen kommen. Das allgemein mit dem Bezugszeichen 1 versehene Downlight weist hierbei – wie Fig. 2 entnommen werden kann – an seiner Unterseite Mittel zur Montage in einer abgehängten Decke auf.

25

30 Derartige Montagemittel für Downlights sind bereits hinlänglich bekannt und sollen dementsprechend im Folgenden nicht näher erläutert werden.

Als Lichtquelle kommt im vorliegenden Fall ein LED-Modul 2 zum Einsatz, welches entsprechend der schematischen Darstellung von Fig. 1 in der Vertiefung eines Kühlkörpers 3 angeordnet ist. Das LED-Modul 2 besteht aus einer an dem Kühlkörper 3 befestigten Platine 4, auf der mehrere einzelne LEDs 5 angeordnet sind. Diese werden über einen dem Kühlkörper 3 vorgeordneten topfförmigen Reflektor 6 abgestrahlt, wobei innerhalb des Reflektors Mittel zur Vergleichmäßigung der

35

Lichtabgabe vorgesehen sein können. Es handelt sich im dargestellten Ausführungsbeispiel um eine Streuscheibe 7.

Da die normale Netzversorgungsspannung von bspw. 220 Volt zum Betreiben der LEDs 5 ungeeignet ist, wird die von dem Stromversorgungsnetz 50 zur Verfügung gestellte Spannung durch zwei Komponenten in geeigneter Weise umgesetzt. Zum einen ist hierfür ein unmittelbar mit dem Stromversorgungsnetz 50 verbundenes Betriebsgerät 20 vorgesehen, dessen Aufgabe es ist, die eingangsseitige Netzspannung in eine Versorgungsspannung umzusetzen. Insbesondere erfolgt eine Umsetzung der Wechselfspannung des Stromversorgungsnetzes 50 in eine geeignete Gleichspannung. Diese wird in üblicher Weise von einer der Lichtquelle 2 zugeordneten Steuereinheit 30 in eine Betriebsspannung für die LEDs 5 umgesetzt. Hierbei erfolgt in der Regel keine weitere Änderung der Höhe der von dem Betriebsgerät 20 zur Verfügung gestellten Gleichspannung. Allerdings kann die Gleichspannung in ein PWM-Signal umgesetzt werden, um durch eine Beeinflussung der Pulsbreite die Intensität des von den LEDs 5 abgegebenen Lichts zu beeinflussen.

Diese zum Betreiben von LEDs erforderliche Elektronik war bislang unmittelbar an der Lichtquelle selbst bzw. unmittelbar in deren Nähe angeordnet. Erfindungsgemäß ist nunmehr allerdings vorgesehen, diese Elektronik in ein Steuereinheit-Modul 30 auszulagern, welches von der Lichtquelle 2 entfernt angeordnet ist. Insbesondere ist das Steuereinheit-Modul 30 sogar getrennt von dem Kühlkörper 3 angeordnet und mit der Lichtquelle über ein flexibles Kabel 31 verbunden. Auch die Verbindung zwischen dem Betriebsgerät 20 und dem Steuereinheit-Modul 30 erfolgt über ein Kabel 21, dessen Ausgestaltung später noch näher erläutert wird.

Das Auslagern der LED-Elektronik in das Steuereinheit-Modul 30 bringt zunächst den Vorteil mit sich, dass die Elektronik entfernt von den LEDs 5 und damit der Wärmequelle der Leuchte 1 angeordnet ist. Die beim Betrieb der LED 5 auftretende Wärme ist beträchtlich und muss über den Kühlkörper 3 in effektiver Weise abgeführt werden. Zum einen ist durch die erfindungsgemäße Anordnung nunmehr sichergestellt, dass die Wärme die Elektronik nicht negativ beeinflussen kann. Zum anderen kann im Vergleich zu einer unmittelbaren Anordnung der Elektronik an der Lichtquelle 2 die Wärme auch besser über den Kühlkörper 3 abgeführt werden. Ein dritter Vorteil besteht darin, dass – wie nachfolgend noch näher erläutert – die erfindungsgemäße Anordnung eine sehr einfache Montage des Downlights 1 ermöglicht. Schließlich bringt das Auslagern der Elektronik auch noch den Vorteil mit sich, dass das Downlight 1 mit dem Kühlkörper und dem Reflektor 6 sehr kompakt gestaltet werden kann, was auch den Einbau in sehr beengten Räumen ermöglicht.

Vorzugsweise sollte auch die Möglichkeit bestehen, das Downlight 1 durch externe Steuerbefehle ansteuern zu können. Insbesondere wäre es erstrebenswert, eine Ansteuerung entsprechend dem bekannten sog. DALI-Standard vornehmen zu können.

5

Dementsprechend ist vorgesehen, dass das Betriebsgerät 20 zusätzlich auch mit der Busleitung 51 eines Bussystems, bspw. einem DALI-Bus verbunden ist. Die entsprechenden Signalleitungen werden dann dabei von dem Betriebsgerät 20 auch zu dem Steuereinheit-Modul 30 weitergeführt, wobei dies vorzugsweise innerhalb des Verbindungskabels 21 erfolgt. Fig. 1 zeigt hierbei einen Ausschnitt des Verbindungskabels 21. Dieses weist zunächst Leitungen 22a, 22b und 22c für die Übermittlung der Versorgungsspannung auf. Ferner sind Leitungen 23a und 23b zur Signalübermittlung vorgesehen.

10

15 Bezüglich der Leitungen 22a bis 22c zur Übermittlung der Versorgungsspannung ist anzumerken, dass die Anzahl der verwendeten Leitungen von der Ausgestaltung der LED-Lichtquelle 2 abhängig ist. Aufgabe des Betriebsgeräts 20 ist wie bereits erwähnt, die Netzspannung in eine geeignete Gleichspannung zum Betrieb der LEDs 5 umzusetzen. Kommen nunmehr LEDs unterschiedlicher Farbe zum Einsatz, so werden diese üblicherweise bei unterschiedlichen Spannungen betrieben. Hierfür ist nun
20 vorgesehen, dass das Betriebsgerät 20 für jede der verschiedenen Farben eine geeignete Versorgungsspannung zur Verfügung stellt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel werden also drei verschiedene Spannungen übermittelt, welche dann zum Betreiben von LEDs dreier verschiedener Farben, bspw. rot, grün und blau
25 genutzt werden können. Sollten hingegen lediglich LEDs einer einzigen Farbe verwendet werden, so die Anzahl der Leitungen auch reduziert werden.

25

Werden LEDs verschiedener Farben eingesetzt, so kann durch das Steuereinheit-Modul 30 selbstverständlich die Helligkeit für jede Farbe einzeln verändert werden.
30 Auf diesem Wege besteht die Möglichkeit, Licht einer geeigneten Mischfarbe abzugeben.

30

Das Steuereinheit-Modul 30 stellt also ein DALI-Gerät dar, welches die über die Busleitung 51 übermittelten Signale in geeigneter Weise umsetzen kann. Ferner besteht auch die Möglichkeit, entsprechend dem DALI-Standard Rückmeldungen an
35 eine zentrale Steuereinheit zu übermitteln. In gleicher Weise kann allerdings auch das Betriebsgerät 20 als DALI-Gerät ausgeführt sein. Auch hier wäre eine Übermittlung von Betriebsinformationen sinnvoll, um beispielsweise über Fehlfunktionen oder dergleichen an eine Steuereinheit bzw. Zentrale berichten zu können.

35

Selbstverständlich könnte allerdings anstelle des DALI-Standards auch ein anderes Protokoll zur Signalübertragung genutzt werden.

5 Abschließend soll auf die Ausgestaltung des Verbindungskabels zwischen dem
Steuereinheit-Modul 30 und dem Betriebsgerät 20 eingegangen werden. Es handelt
sich hierbei vorzugsweise um eine lösbare Kabelverbindung, wodurch der Einbau bzw.
die Montage des Downlights 1 beträchtlich vereinfacht wird. Hierzu muss nämlich
zunächst lediglich das Betriebsgerät 20 in geeigneter Weise in dem Deckenbereich
angeordnet und mit den entsprechenden Leitungen des Stromversorgungsnetzes sowie
10 ggf. des DALI-Busses verbunden werden. Da dies noch getrennt von dem Einsatz des
Downlights erfolgen kann, können derartige Maßnahmen einfach durchgeführt
werden.

Anschließend wird lediglich die Verbindung zwischen Betriebsgerät 20 und
15 Steuereinheit-Modul 30 hergestellt. Das Downlight kann dann in die Decke eingesetzt
und dort mit Hilfe der Montagemittel fixiert werden.

Vorzugsweise wird die lösbare Verbindung zwischen Betriebsgerät 20 und
Steuereinheit-Modul 30 durch die Nutzung eines so genannten Patch-Kabels erzielt,
20 wobei hierfür ein J45-Stecker 22 genutzt wird, der mit einer entsprechenden Buchse 23
an dem Steuereinheit-Modul 30 zusammenwirkt. Durch die Nutzung dieses Patch-
Kabels, welches sowohl die Leitungen zur Signalübertragung als auch die Leitungen
zur Stromversorgung beinhaltet, kann in besonders einfacher, eleganter und schneller
Weise eine Verbindung zwischen beiden Einheiten hergestellt werden. Auch die
25 Nutzung alternativer Stecker wäre selbstverständlich denkbar.

Ferner wäre es denkbar, auch die Verbindung zwischen Lichtquelle 2 und
Steuereinheit-Modul 30 lösbar auszugestalten. Da allerdings in der Regel das
Verhalten der Elektronik genau auf die LEDs abgestimmt ist, wozu insbesondere bei
30 der werkseitigen Montage eine Kalibrierung der Elektronik vorgenommen wird, ist die
Möglichkeit der Trennung zwischen Lichtquelle und Elektronik weniger wichtig. Es
kann dementsprechend hier auch – wie dargestellt – eine feste Verbindung zwischen
Lichtquelle und Steuereinheit-Modul vorgesehen sein.

35 Insgesamt wird durch die vorliegende Erfindung die Möglichkeit eröffnet, LED-
Lichtquellen bspw. in Downlights zu nutzen, wobei die hieraus resultierende Leuchte
äußerst kompakt gehalten und gleichzeitig in einfacher und komfortabler Weise
montiert werden kann.

5

Ansprüche

1. Anordnung zum Betreiben einer Lichtquelle (2) auf LED-Basis, mit
- einem Betriebsgerät (20), welches dazu ausgebildet ist, eine eingangsseitige
10 Netzspannung in eine Versorgungsspannung umzusetzen, sowie
 - einer Steuereinheit (30) für die Lichtquelle (2), welche mit dem Betriebsgerät
(20) verbunden ist und mit Hilfe der von dem Betriebsgerät (20) erhaltenen
Versorgungsspannung die LEDs (5) betreibt,
dadurch gekennzeichnet,
- 15 dass die Steuereinheit (30) in einem Modul angeordnet ist, welches separat zu der
Lichtquelle (5) ausgebildet und mit dieser über ein – vorzugsweise flexibles - Kabel
(31) verbunden ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1,
20 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Lichtquelle (2) an einem Kühlkörper (3) angeordnet ist und das Steuereinheit-
Modul (30) von dem Kühlkörper (3) getrennt ist.
3. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche,
25 **dadurch gekennzeichnet,**
dass das Betriebsgerät (20) und das Steuereinheit-Modul (30) über eine lösbare
Kabelverbindung miteinander verbunden sind.
4. Anordnung nach Anspruch 3,
30 **dadurch gekennzeichnet,**
dass die Kabelverbindung einen J45-Stecker (22) aufweist.
5. Anordnung nach Anspruch 3 oder 4,
dadurch gekennzeichnet,
- 35 dass die Kabelverbindung sowohl Leitungen für die Spannungsversorgung (22a, 22b,
22c) als auch Leitungen zur Signalübermittlung (23a, 23b) aufweist.
6. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

dass das Steuereinheit-Modul (30) ein DALI-Gerät ist.

7. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

5 dass das Betriebsgerät (20) ein DALI-Gerät ist.

8. Anordnung nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,

10 dass das Betriebsgerät (20) dazu ausgebildet ist, die Netzspannung in eine für den
Betrieb der LED(s) (5) geeignete Gleichspannung umzusetzen.

9. Anordnung nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

15 dass die Lichtquelle (2) mehrere LEDs (5) unterschiedlicher Farbe aufweist,
wobei das Betriebsgerät (20) dazu ausgebildet ist, die Netzspannung für jede der
Farben in eine jeweils geeignete Gleichspannung umzusetzen.

