

(19)



(11)

**EP 3 207 763 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**12.05.2021 Patentblatt 2021/19**

(51) Int Cl.:  
**H05B 45/20 (2020.01) H05B 45/37 (2020.01)**  
**H05B 45/46 (2020.01) H05B 47/10 (2020.01)**

(21) Anmeldenummer: **15774612.4**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP2015/072854**

(22) Anmeldetag: **02.10.2015**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 2016/058849 (21.04.2016 Gazette 2016/16)**

**(54) VERFAHREN ZUR ANSTEUERUNG EINER LED-LEUCHTE UND LED-LEUCHTE**

METHOD FOR DRIVING AN LED LUMINAIRE AND LED LUMINAIRE  
 PROCÉDÉ DE COMMANDE D'UNE LAMPE À LED ET LAMPE À LED

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**

(72) Erfinder: **MAIER-HUNKE, Horst-Werner**  
**58640 Iserlohn (DE)**

(30) Priorität: **16.10.2014 DE 102014115076**

(74) Vertreter: **Beckord & Niedlich Patentanwälte**  
**PartG mbB**  
**Marktplatz 17**  
**83607 Holzkirchen (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**23.08.2017 Patentblatt 2017/34**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A1-2013/111134 WO-A1-2014/097138**  
**US-A- 6 072 618 US-A1- 2012 280 625**  
**US-A1- 2013 039 053 US-A1- 2013 069 561**  
**US-A1- 2013 307 419 US-A1- 2014 139 135**

(73) Patentinhaber: **"Durable" Hunke & Jochheim GmbH**  
**& Co. Kommanditgesellschaft**  
**58636 Iserlohn (DE)**

**EP 3 207 763 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ansteuerung einer LED-Leuchte, welche zumindest eine erste LED-Anordnung und eine zweite LED-Anordnung umfasst, wobei die erste LED-Anordnung und die zweite LED-Anordnung im Betrieb Licht mit unterschiedlichen Lichtspektren, d. h. mit unterschiedlichen mittleren Farbtemperaturen, aussenden. Diese verschiedenen Lichtspektren mischen sich dann zu einem Gesamtlightspektrum der LED-Leuchte. Eine LED-Anordnung kann dabei aus einer einzelnen LED oder mehreren LEDs bestehen, z.B. eine LED-Baugruppe, umfassend mehrere gemeinsam anzusteuern LEDs, umfassen. Darüber hinaus betrifft die Erfindung eine entsprechende LED-Leuchte.

**[0002]** Bei derartigen LED-Leuchten hat der Benutzer durch die Ansteuerung der verschiedenen LED-Anordnungen die Möglichkeit, das Gesamtlightspektrum bzw. die Farbtemperatur der LED-Leuchte zu ändern und damit seinen aktuellen Bedürfnissen und/oder seiner Stimmung anzupassen.

**[0003]** Neuere Forschungen haben gezeigt, dass die Farbe des Lichts nicht zu vernachlässigende Auswirkungen auf das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der mit dem Licht bestrahlten Personen hat. Dies gilt insbesondere für den Anteil des blauen Lichts (welches auch als Kaltlicht bezeichnet wird). Blaues Licht wird von den retinalen Ganglienzellen der Augen registriert und kann darüber aktiv Einfluss auf den Biorhythmus nehmen. Der Biorhythmus oder auch Schlaf-/Wachrhythmus wird in der Natur u. a. durch die Farbe des Tageslichts mit gesteuert. Blaues Licht wird in der Natur vor allem vom Tageshimmel abgestrahlt, wodurch der biologische Rhythmus auf "Tag" eingestellt wird und dafür sorgt, dass der Körper wach wird. Die neuen Erkenntnisse weisen darauf hin, dass blaues Licht insbesondere aktiv die Produktion und Wirkung des "Schlafhormons" Melatonin hemmt und dadurch das Glückshormon Serotonin stärker dominieren kann.

**[0004]** In der US 2010/076250 A1 wird dieser Effekt genutzt, um einem Nutzer das morgendliche Aufstehen zu erleichtern. Hierbei wird der Nutzer durch eine spezielle Beleuchtungseinrichtung, beispielsweise in der Dusche, zunächst einem bläulichen "Aufwach-Licht" ausgesetzt, wobei die Beleuchtungseinrichtung dann ihre Lichtfarbe in Richtung des Tageslichts verändert. Bei dieser Einrichtung geht es jedoch nur um eine Energiestimulation in einer Aufwachphase des Nutzers.

**[0005]** Insbesondere bei Menschen, die überwiegend in geschlossenen Räumen arbeiten, kann es aber dazu kommen, dass sie tagsüber zu wenig blaues Licht erhalten und dadurch der durch das Tageslicht vorgegebene biologische Rhythmus aus dem Gleichgewicht kommen kann. Daher kann es für den Benutzer zur Erhöhung seines Wohlbefindens und seiner Leistungsfähigkeit wünschenswert sein, wenn er die Möglichkeit hat, angepasst an seinen Tagesablauf immer eine optimale Farbtemperatur des Lichts einzustellen, dem er ausgesetzt ist.

**[0006]** Dies ist möglich, wenn beispielsweise die Anteile des von der ersten LED-Anordnung und der zweiten LED-Anordnung ausgesendeten Lichts innerhalb des Gesamtlightspektrums der LED-Anordnungen gemäß einer vorgegebenen, insbesondere tageszeitabhängigen, zirkadianen, Spektrums-Steuerungskurve gesteuert werden. Auf diese Weise kann der Benutzer dafür sorgen, dass das Gesamtlightspektrum bzw. der Farbtemperaturwert des von der LED-Leuchte abgegebenen Gesamtlights zu jedem Zeitpunkt gut an seinen Tagesrhythmus und seine aktuelle Situation angepasst ist. Beispielsweise könnte eine Spektrums-Steuerungskurve so aussehen, dass morgens bei Arbeitsbeginn langsam der Blaulichtanteil bzw. Kaltlichtanteil hochgefahren wird, um den Benutzer während einer besonders aktiven Phase am Vormittag in seiner Leistungsfähigkeit noch weiter zu unterstützen, wogegen zur Mittagszeit hin der Blaulichtanteil wieder heruntergefahren wird, um den Benutzer durch die biologische Wirkung des Lichts auf die Mittagsruhepause vorzubereiten. Nach der Mittagspause könnte dann eine erneute Erhöhung des Blaulichtanteils vorgesehen sein und zum Ende der Arbeitszeit wird abends der Blaulichtanteil wieder langsam heruntergefahren, so wie dies auch in der Natur vorgegeben ist. In vielen Berufen kann es jedoch vorkommen, dass unerwartet an den Benutzer Aufgaben herangetragen werden, die kurzfristig die volle Konzentration und Leistungsfähigkeit des Benutzers erfordern. Treten solche Ereignisse kurz vor der Mittagspause oder vor dem Arbeitsende auf, würde beispielsweise bei der zuvor beschriebenen Spektrums-Steuerungskurve durch den bereits vorab reduzierten Kaltlichtanteil bzw. Erhöhung des Warmlichtanteils dafür gesorgt, dass beim Benutzer mehr Melatonin ausgeschüttet wurde und dadurch ggf. die Aufmerksamkeit und Leistungsfähigkeit herabgesetzt wurde

**[0007]** US2013/069561 A1 offenbart ein Verfahren zur Ansteuerung einer LED-Leuchte, welche zumindest eine erste LED-Anordnung und eine zweite LED-Anordnung umfasst; wobei die erste LED-Anordnung und die zweite LED-Anordnung im Betrieb Licht mit unterschiedlichen Lichtspektren aussenden.

**[0008]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren der eingangs genannten Art dahingehend zu verbessern, dass auf unvorhergesehene Abweichungen im Tagesablauf auch bezüglich der Aussendung des Lichts optimaler reagiert werden kann.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 sowie durch eine LED-Leuchte gemäß Patentanspruch 14 gelöst.

**[0010]** Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren zur Ansteuerung einer LED-Leuchte werden zwar ebenfalls die Anteile des von der ersten LED-Anordnung und der zweiten LED-Anordnung ausgesendeten Lichts innerhalb eines Gesamtlightspektrums der LED-Anordnung gemäß einer vorgegebenen Spektrums-Steuerungsfunktion z. B. über den Tag hinweg gesteuert. Die Spektrums-Steuerungsfunktion gibt also vor, mit welchen Leistungen die LED-Anordnungen (relativ zueinander) betrieben wer-

den, um ein gewünschtes Gesamtlichtspektrum zu erhalten, wobei dieses u. a. durch einen Farbtemperaturwert bzw. Lichttemperaturwert (z. B. einen Mittelwert oder ein Maximum des Gesamtlichtspektrums) definiert sein kann. Bei dieser Spektrums-Steuerungsfunktion handelt es sich vorzugsweise wie beschrieben um eine melanopisch wirksam zeitabhängige, insbesondere zirkadiane Spektrums-Steuerungskurve, welche auf optischem Wege durch die Lichtfarbe bzw. den Blauanteil auf den Melatoninhaushalt des Benutzers wirken kann. Jedoch wird erfindungsgemäß bei Empfang eines temporären Kurzzeitdosisveränderungssignals, vorzugsweise Dosiserhöhungssignals, zumindest die erste LED-Anordnung für eine vordefinierte Dosisveränderungs-Zeitspanne, vorzugsweise Dosiserhöhungs-Zeitspanne, vorübergehend abweichend von der vorgegebenen Steuerungskurve so angesteuert, dass sie mit einer vorgegebenen Mindestleistung betrieben wird oder der Anteil des Lichts dieser ersten LED-Anordnung innerhalb des Gesamtlichtspektrums der LED-Anordnungen einen bestimmten Mindestanteil beträgt und dass nach Ablauf der vordefinierten Dosisveränderungs-Zeitspanne die LED-Anordnungen gemäß einer vorgegebenen Steuerungsregel so angesteuert werden, dass das Gesamtlichtspektrum wieder der vorgegebenen Spektrums-Steuerungskurve entspricht. Das heißt, dass zum dann aktuellen Zeitpunkt die jeweiligen Anteile des Lichts der LED-Anordnungen wieder so gewählt sind, dass Licht mit der zu diesem Zeitpunkt durch die Spektrums-Steuerungsfunktion vorgegebenen Gesamtfarbtemperatur bzw. Gesamtlichtspektrum ausgegeben wird. Dies entspricht einer Art Überlagerung der eigentlichen Spektrums-Steuerungsfunktion durch eine Steuerung entsprechend dem temporären Kurzzeitdosisveränderungssignal.

**[0011]** Wie eingangs erläutert, bietet sich dieses Szenario insbesondere an, wenn ein Benutzer bei einem unvorhergesehenen Arbeitseinsatz oder aus einem sonstigen Grund kurzzeitig etwas "frischer" werden möchte. Daher weist vorzugsweise die erste LED-Anordnung ein Lichtspektrum mit einem größeren Blauanteil auf als die zweite LED-Anordnung. Besonders bevorzugt handelt es sich bei der ersten LED-Anordnung um eine LED-Anordnung zur Abgabe von kaltweißem LED-Licht und bei der zweiten LED-Anordnung um eine LED-Anordnung zur Abgabe von warmweißem Licht. Durch die kurzzeitige Erhöhung des Kaltlichts kann für eine größere Unterdrückung des Melatoninausstoßes gesorgt werden, wodurch das Serotonin ansteigt und der Nutzer etwas wacher und frischer wird.

**[0012]** Ebenso ist es aber auch möglich, dass die erste LED-Anordnung das wärmere Licht abstrahlt, wogegen die zweite LED-Anordnung das kältere Licht abstrahlt. In diesem Fall würde das Kurzzeitdosisveränderungssignal genau die umgekehrte Wirkung haben, nämlich dass der Warmlichtanteil kurzzeitig erheblich erhöht wird. Dies bietet sich beispielsweise an, wenn der Nutzer beschließt, dass er kurzzeitig eine Entspannungsübung, beispielsweise eine meditative Kurzzeitentspannung

oder dergleichen, durchführen möchte, bei der ein zu heller Blaulichtanteil unter Umständen stören könnte. Durch die kurzzeitige Einstellung auf Warmlicht für eine begrenzte Zeit während seiner Entspannungsübung kann er die Wirkung dieser Entspannungsübung verstärken, um anschließend dann im normalen Tagesablauf weiterzumachen, wobei das Licht dann wieder gemäß der vorgegebenen Spektrums-Steuerungskurve gesteuert wird. Insofern ist die Festlegung, welche LED-Anordnung die erste und welche die zweite LED-Anordnung ist, zunächst willkürlich gelegt. Entscheidend ist jedoch die automatische Rückkehr zur voreingestellten optimierten Spektrums-Steuerungsfunktion, insbesondere Spektrums-Steuerungskurve, nach Ablauf der vorgegebenen Dosisveränderungs-Zeitspanne, so dass vor allem im ersten Fall, wenn der Blaulichtanteil erhöht wird, der Benutzer nicht überstimuliert wird, obwohl er eigentlich gemäß der optimierten Spektrums-Steuerungsfunktion zu diesem Zeitpunkt normalerweise weniger Stimulation benötigt.

**[0013]** Da das Kurzzeitdosisveränderungssignal temporär die Wirkung von Serotonin oder Melatonin verstärken kann, wird es im Folgenden unabhängig davon, ob temporär ein absolut oder relativ erhöhter Blaulichtanteil zur Auffrischung oder ein absolut oder relativ erhöhter Warmlichtanteil zur Beruhigung ausgegeben wird, vereinfacht auch als "Boost-Signal" bezeichnet. Die vordefinierte Dosisveränderungs-Zeitspanne wird dementsprechend als "Boost-Zeitspanne" bzw. die Betriebsart, in dem die LED-Leuchte bzw. zumindest die erste LED-Anordnung während der Boost-Zeitspanne betrieben wird, als "Boost-Modus" bezeichnet.

**[0014]** Grundsätzlich ist es bei einer bevorzugten Weiterbildung der Erfindung auch möglich, dass bei einem Empfang eines ersten Boost-Signals in Richtung der Erhöhung des Kaltlichtanteils dieser kurzfristig erhöht wird und umgekehrt bei Empfang eines entsprechenden zweiten Boost-Signals in Warmlichtrichtung der Warmlichtanteil in umgekehrter Weise erhöht wird. In diesem Fall können vorzugsweise entsprechende Schnittstellen vorgesehen sein, um jeweils ein Boost-Signal in die gewünschte Richtung vorzugeben. Auch könnte eine temporäre Beruhigungsphase mit einer nachfolgenden kurzen Erfrischungsphase gekoppelt sein, so dass der Benutzer leichter wieder "wach" wird.

**[0015]** Eine erfindungsgemäße LED-Leuchte, bei der es sich besonders bevorzugt um eine Schreibtischleuchte, Stehleuchte, Wandleuchte oder Deckenleuchte (auch abgehängte Leuchte) handelt, weist zumindest eine erste LED-Anordnung und zumindest eine zweite LED-Anordnung auf, wobei die erste LED-Anordnung und die zweite LED-Anordnung im Betrieb Licht mit unterschiedlichen Lichtspektren aussenden. Bevorzugt gibt eine der LED-Anordnungen, z. B. die erste LED-Anordnung, kaltweißes LED-Licht (vorzugsweise über 5000 K, besonders bevorzugt ca. 6500 K oder darüber) ab und eine andere LED-Anordnung, z. B. die zweite LED-Anordnung, warmweißes Licht (vorzugsweise unter 3300 K,

besonders bevorzugt ca. 2700 K oder darunter). Beispielsweise kann die eine LED-Anordnung u. a. einen starken Anteil von Licht im Bereich von 450 bis 500 nm aussenden (da vermutlich Licht bei 480 nm besonders wirksam auf die retinalen Ganglienzellen ist), wogegen die andere LED-Anordnung Licht mit mehr Gelb- und Rottanteilen im Bereich von 580 bis 680 nm aussendet. Jede LED-Anordnung umfasst bevorzugt eine Gruppe von LEDs.

**[0016]** Diese LED-Leuchte umfasst zudem eine Steuerungsanordnung, beispielsweise, wie später noch erläutert wird, eine Steuereinrichtung bzw. ein Steuermodul in oder an der Leuchte und ggf. weitere Steuerungsprogramme auf hiermit gekoppelten Geräten, welche ausgebildet ist, um die Anteile des von der ersten LED-Anordnung und der zweiten LED-Anordnung ausgesendeten Lichts innerhalb eines Gesamtlichtspektrums der LED-Anordnungen gemäß der vorgegebenen Spektrums-Steuerungsfunktion zu steuern. Dabei weist die Steuerungsanordnung erfindungsgemäß zumindest eine Kurzzeitdosisveränderungs-Schnittstelle, vorzugsweise eine Dosiserhöhungs-Schnittstelle, auf (im Folgenden, ohne die Erfindung auf eine Taste zu beschränken, auch vereinfacht "Boost-Taste" genannt) und ist so ausgebildet, dass sie bei einem Empfang eines Kurzzeitdosisveränderungssignals, vorzugsweise eines Dosiserhöhungssignals, von dieser Kurzzeitdosisveränderungs-Schnittstelle zumindest die erste LED-Anordnung für eine vordefinierte Dosisveränderungs-Zeitspanne, vorzugsweise Dosiserhöhungs-Zeitspanne, abweichend von der vorgegebenen Spektrums-Steuerungsfunktion so ansteuert, dass sie mit einer vorgegebenen Mindestleistung betrieben wird oder dass der Anteil des Lichts dieser ersten LED-Anordnung innerhalb des Gesamtlichtspektrums der LED-Anordnungen einen bestimmten Mindestanteil beträgt, und dass nach Ablauf der vordefinierten Dosisveränderungs-Zeitspanne die LED-Anordnungen gemäß einer vorgegebenen Steuerungsregel so angesteuert werden, dass das Gesamtlichtspektrum wieder der zum aktuellen Zeitpunkt nach Ablauf der Dosisveränderungs-Zeitspanne vorgegebenen Spektrums-Steuerungsfunktion entspricht.

**[0017]** Die LED-Leuchte kann auch mehr als zwei LED-Anordnungen mit unterschiedlichen Farbtemperaturen bzw. Lichtspektren aufweisen. In diesem Fall kann das erfindungsgemäße Steuerungsverfahren entsprechend erweitert werden, beispielsweise, indem für mehrere bzw. sogar für jede der LED-Anordnungen ein eigener Boost-Modus bzw. eine eigene Boost-Taste vorgesehen ist, um für einen beschränkten Zeitraum die Leistung der betreffenden LED-Anordnung abweichend von einer voreingestellten Spektrums-Steuerungskurve zu erhöhen. Es ist auch möglich, dass dann die erste LED-Anordnung außerhalb des Boost-Modus gar kein Licht abgibt (d. h. ihr Anteil am Gesamtspektrum ist Null), und das restliche Gesamtspektrum der weiteren LED-Anordnungen wird nach Benutzerwunsch manuell oder wahlweise gemäß einer zeitabhängigen Spektrums-Steue-

rungskurve (als ein Teil der Spektrums-Steuerungsfunktion) gesteuert. Besonders bevorzugt wird aber die erste LED-Anordnung auch im "Normalbetrieb" genutzt und trägt ihren sich zeitlich verändernden Anteil zum Lichtspektrum der LED-Leuchte gemäß einer Spektrums-Steuerungskurve bei.

**[0018]** Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen LED-Leuchte ist es dem Benutzer nun möglich, auch abweichend von seiner optimal eingestellten Spektrums-Steuerungskurve spontan auf Änderungen im Tagesablauf zu reagieren. Durch die feste Vorgabe einer Boost-Zeitspanne ist insbesondere bei einer Dosiserhöhung des Kaltlichtanteils sichergestellt, dass der Benutzer sich nicht unbeabsichtigt zu viel stimuliert und für den Benutzer das ebenfalls für ein optimales Empfinden und für eine optimale Unterstützung des Biorhythmus und der Leistungsfähigkeit benötigte Warmlicht bzw. die Erholungsphasen nicht zu stark reduziert werden.

**[0019]** Weitere besonders vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung, wobei die Patentansprüche einer bestimmten Kategorie auch gemäß den abhängigen Ansprüchen einer anderen Kategorie weitergebildet sein können und wobei Merkmale verschiedener Ausführungsbeispiele zu neuen Ausführungsbeispielen kombiniert werden können. Damit das Licht der ersten LED-Anordnung innerhalb des Gesamtlichtspektrums der LED-Anordnungen einen bestimmten Mindestanteil beiträgt, reicht eine Erhöhung der Leistung relativ zu der anderen LED-Anordnung bzw. den anderen LED-Anordnungen aus. D.h. es könnten auch bei Empfang des Kurzzeitdosisveränderungssignals alle LED-Anordnungen (ggf. einschließlich der ersten LED-Anordnung) in der Leistung reduziert werden, jedoch unterschiedlich stark, so dass der Anteil des Lichts der ersten LED-Anordnung größer wird, auch wenn insgesamt das Licht gedimmt wird. Dies könnte insbesondere für eine temporäre Entspannungsphase vorteilhaft sein.

**[0020]** Bei einer besonders bevorzugten Variante wird jedoch die erste LED-Anordnung im Boost-Modus mit einem maximalen Anteil am Gesamtlichtspektrum betrieben. Besonders bevorzugt wird, zumindest wenn sie den erhöhten Blauanteil aufweist und zur "Auffrischung" des Benutzers dient, die erste LED-Anordnung dabei mit einer maximalen Leistung betrieben, d. h. selbst wenn es möglich ist, die LED-Leuchte zu dimmen, wird eine solche Dimm-Einstellung kurzzeitig außer Kraft gesetzt und eine maximale Dosis Licht der ersten LED-Anordnung ausgesendet, um die Melatonin-Ausschüttung temporär größtmöglich zu reduzieren und die Wirkung des Glückshormons Serotonin dadurch zu verstärken.

**[0021]** Weiterhin wird bevorzugt im Boost-Modus die zweite LED-Anordnung abgeschaltet oder zumindest unterhalb einer definierten Leistung betrieben, so dass z. B. bei maximaler Leistung einer ersten LED-Anordnung mit Kaltlicht gleichzeitig nur minimales Warmlicht ausge-

sendet wird, z. B. wenn die erste LED-Anordnung selbst auch einen Spektrumsanteil im gelb/roten Bereich hat.

**[0022]** Die Dosisveränderungs-Zeitspanne beträgt vorzugsweise maximal ca. 30 Minuten, besonders bevorzugt maximal ca. 20 Minuten, ganz besonders bevorzugt maximal ca. 10 Minuten. Die ungefähre Angabe "ca." ist dabei so zu verstehen, dass die Dosisveränderungs-Zeitspanne z. B. noch eine kurze Anstiegszeit mit einer Zeitkonstante im Sekundenbereich, vorzugsweise von nur wenigen Sekunden, einschließt, in der die erste LED-Anordnung hochgefahren werden kann, wenn eine instantane Änderung der Farbtemperatur bzw. Lichttemperatur nicht gewünscht wird.

**[0023]** Wie erwähnt erfolgt die Rückstellung nach der Dosisveränderungs-Zeitspanne auf das Gesamtlichtspektrum gemäß einer vorgegebenen Steuerungsregel. Dies schließt grundsätzlich zwar ein, dass auch eine instantane Rückstellung erfolgen kann, d. h. unmittelbar nach Ablauf der Zeitspanne eine Umstellung auf die zu diesem Zeitpunkt vorgesehenen Anteile im Gesamtlichtspektrum gemäß der Spektrums-Steuerungskurve erfolgt. Besonders bevorzugt sieht diese Steuerungsregel aber vor, dass nach Ablauf der vordefinierten Dosisveränderungs-Zeitspanne die LED-Anordnungen so angesteuert werden, dass der Anteil des Lichts der ersten LED-Anordnung im Gesamtlichtspektrum über eine bestimmte Rückstellungs-Zeitspanne, vorzugsweise von mindestens 30 Sek., hinweg reduziert wird, bis das Gesamtlichtspektrum wieder der vorgegebenen Spektrums-Steuerungskurve entspricht. D. h. es wird beispielsweise langsam, mit einer Zeitkonstante im Minutenbereich, nach der vorgegebenen Steuerungsregel die Leistung der ersten LED-Anordnung wieder heruntergefahren und ggf. die Leistung der zweiten LED-Anordnung gleichzeitig wieder hochgefahren.

**[0024]** Die Erfindung dient dazu, kurzfristig eine Umstellung des Gesamtlichtspektrums zur Anpassung an unerwartete Situationsänderungen vorzunehmen. Andererseits soll aber bevorzugt bewusst gemäß einer z. B. zirkadianen Spektrums-Steuerungskurve optimales Licht für den Benutzer abgegeben werden. Es ist dann sinnvoll, Vorkehrungen zu treffen, dass nicht vom Benutzer unbewußt durch ständige Umschaltung in den "Boost-Modus" letztlich die Spektrums-Steuerungskurve für einen zu großen Zeitraum außer Kraft gesetzt wird. Hierzu wird im Rahmen des erfindungsgemäßen Verfahrens bevorzugt innerhalb einer vorgegebenen Akzeptanzzeitspanne nur eine bestimmte maximale Anzahl von Kurzzeitdosisveränderungssignale, insbesondere Dosiserhöhungssignalen, akzeptiert, bei denen dann tatsächlich eine von der vorgegebenen Ansteuerungskurve abweichende Ansteuerung der LED-Anordnungen erfolgt. Bei Empfang eines weiteren Kurzzeitdosisveränderungssignals nach Erreichen der maximalen Anzahl von Kurzzeitdosisveränderungssignalen erfolgt keine Abweichung von der gegebenen Ansteuerungskurve mehr. Hierzu kann vorzugsweise von der Steuereinrichtung gespeichert werden, zu welchem Zeitpunkt ein

Kurzzeitdosisveränderungssignal erfolgt, und anschließend wird dann die Anzahl der in der Zeitspanne ab dem erstmaligen Empfang eines Kurzzeitdosisveränderungssignals empfangenen Kurzzeitdosisveränderungssignale gespeichert und mit einem Grenzwert verglichen. Die Akzeptanzzeitspanne beträgt vorzugsweise mindestens vier Stunden, besonders bevorzugt mindestens acht Stunden und ganz besonders bevorzugt mindestens zwölf Stunden. Die innerhalb des Akzeptanzzeitraums maximal akzeptierte Anzahl von Kurzzeitdosisveränderungssignalen beträgt beispielsweise bevorzugt vier, besonders bevorzugt zwei. Dies hängt aber auch von der Länge der Akzeptanzzeitspanne ab. Grundsätzlich ist es auch möglich, mehrere ineinander geschachtelte Akzeptanzzeitspannen zu überwachen, beispielsweise, dass der Boost-Modus nicht mehr als zweimal in vier Stunden, aber nicht mehr als viermal innerhalb von zwölf Stunden verwendet werden kann.

**[0025]** Bei einer bevorzugten Variante der Erfindung besteht die Möglichkeit, die Spektrums-Steuerungskurve auf einer grafischen Benutzerschnittstelle, besonders bevorzugt einem Touch-Display grafisch auszugeben, wobei besonders bevorzugt mit Hilfe der grafischen Benutzerschnittstelle die Steuerungskurve auch veränderbar ist. Alternativ oder zusätzlich ist es ebenso möglich, eine einfache Anzeige des jeweils aktuellen Werts der Spektrums-Steuerungskurve auszugeben, beispielsweise nach Art eines Balkendiagramms oder dergleichen. Ganz besonders bevorzugt erfolgen sowohl eine einfache Anzeige an einem Bedienmodul, beispielsweise direkt an der Leuchte, und eine zusätzliche wahlweise Ausgabe der Spektrums-Steuerungskurve auf einem Touch-Display oder dergleichen.

**[0026]** Vorzugsweise kann insbesondere hierzu auch eine Spektrums-Steuerungskurve und/oder ein Kurzzeitdosisveränderungssignal von einem mobilen Endgerät oder einem PC, vorzugsweise drahtlos, an eine Steuereinrichtung der LED-Leuchte übertragen werden. Das mobile Endgerät wird damit vorübergehend zu einem Teil der Steueranordnung der LED-Leuchte, nämlich einer Art Fernsteuerung. Unter einem mobilen Endgerät ist hierbei jedes Gerät zu verstehen, welches der Benutzer mit sich tragen kann und welches geeignete Speichermittel und eine Benutzerschnittstelle sowie eine Schnittstelle zur Ankopplung an die Steuereinrichtung der LED-Leuchte aufweist. Hierunter fallen typische Handheld-Geräte insbesondere mit geeigneten Funkschnittstellen oder dergleichen wie Smartphones, Tablet-PCs, Laptops, Uhren, Brillen etc. mit geeigneten Funktionen ähnlich wie Smartphones. Hierzu müssen das mobile Endgerät bzw. der PC nur eine geeignete Anwendungssoftware (im Folgenden auch wie allgemein üblich als "App" bezeichnet) aufweisen. Die Übertragung erfolgt dabei vorzugsweise drahtlos, besonders bevorzugt über eine kurzreichweitige Funkverbindung. Hierunter fallen zum einen Standards wie Bluetooth, WLAN, DECT oder WPAN-Protokolle, wie ZigBee, besonders bevorzugt Funkverbindungen im Bereich von ca. 10 m oder darun-

ter. Ebenso fallen hierunter aber auch sog. Nahfeldkommunikationsstandards, die eine Übertragung über kurze Strecken von wenigen Zentimetern ermöglichen. Ganz besonders bevorzugt ist die Verbindung mittels einer Bluetooth-Schnittstelle, da die meisten mobilen Endgeräte ohnehin inzwischen über eine Bluetooth-Schnittstelle verfügen und auch entsprechend geeignete Bluetooth-Module standardmäßig erhältlich sind, die in ein geräte-seitiges Steuermodul der LED-Leuchte eingebaut werden. Beispielsweise gibt es bereits Mikrocontroller, die innerhalb des Steuermoduls eingesetzt werden können, in die bereits Bluetooth-Funktionen inklusive der Antennen integriert sind, so dass hiermit auch eine kostengünstige Schnittstelle zur Verfügung gestellt werden kann. Ein mobiles Endgerät mit einer geeigneten App kann auch dazu verwendet werden, um mehrere LED-Leuchten zu steuern (auch mit ein und derselben Spektrums-Steuerungskurve), z. B. wenn der Benutzer mehrere Arbeitsplätze mit solchen LED-Leuchten nutzt.

**[0027]** Vorzugsweise kann dabei auch an der LED-Leuchte ein Nahfeld-Kommunikations-Element (z. B. ein NFC-Tag, ein RFID-Etikett oder dergleichen) oder ein Scancode angebracht sein. Zur Parametrierung der Leuchte mittels eines mobilen Endgeräts oder PCs kann dann auf dem mobilen Endgerät bzw. dem PC bei Erkennen des Nahfeldkommunikations-Elements durch das Endgerät automatisch (ggf. mit einer Nutzerbestätigung) eine geeignete App aufgerufen und ausgeführt werden, wie dies später noch erläutert wird.

**[0028]** Alternativ oder zusätzlich kann als Benutzerschnittstelle wie erläutert auch ein Bedienmodul direkt am Gehäuse der LED-Leuchte oder an anderer Stelle im Raum montiert und mit der LED-Leuchte verbunden verwendet werden.

**[0029]** Für die Spektrums-Steuerungskurve werden vorzugsweise zu verschiedenen Zeitpunkten jeweils Stützstellenwerte als Stützpunkte vorgegeben und auf Basis dieser Stützpunkte wird dann eine Interpolationsfunktion als Spektrums-Steuerungskurve ermittelt. Beispielsweise werden bei einer besonders bevorzugten Variante bis zu 24, bevorzugt mindestens zwölf, solcher Stützpunkte über den Tag verteilt. Pro Stützpunkt stehen dann ein Farbtemperaturwert und die jeweilige Zeit zur Verfügung. Wird beispielsweise, wie zuvor erläutert, eine App auf einem Smartphone genutzt, um die Spektrums-Steuerungskurve zu ermitteln oder zu verändern, reicht es beispielsweise aus, nur diese Stützpunkte an die Steuereinrichtung, beispielsweise an das in der LED-Leuchte integrierte Steuermodul bzw. ein damit fest verbundenes Steuermodul, zu übermitteln. Dabei kann pro Stützpunkt beispielsweise der Farbtemperaturwert sowie der Abstand des Stützpunkts zum nächsten als Wertepaar übertragen werden. Umgekehrt könnte auch von der Steuereinrichtung auf Seiten der LED-Leuchte die Spektrums-Steuerungskurve nur in Form einer Liste von Stützpunkten an die App des Endgeräts übermittelt werden, sofern die Spektrums-Steuerungskurve in der Steuereinrichtung erzeugt oder verändert wird.

**[0030]** Es ist nicht erforderlich, permanent sämtliche Einzelwerte der Spektrums-Steuerungskurve (über der Zeit) zu speichern, sondern es kann jeweils auf Basis der

**[0031]** Stützpunkte in gleicher Weise sowohl in der LED-Leuchten-seitigen Steuereinrichtung als auch in der App eines mobilen Endgeräts die aktuelle Interpolationsfunktion ermittelt werden. Ist z. B. diese Interpolationsfunktion ein Polynom n-ten Grades, so können dann beispielsweise neben den Stützpunkten die zugehörigen Koeffizienten des Polynoms in der LED-Leuchten-seitigen Steuereinrichtung gespeichert werden, so dass zu jedem Zeitpunkt auf ganz einfache Weise der aktuelle einzustellende Wert der Spektrums-Steuerungskurve gefunden und eingestellt werden kann. Die LED-Leuchten-seitige Steuereinrichtung kann hierzu eine eigene Zeitmessung mit einer eigenen Uhr in der Steuereinrichtung durchführen. Prinzipiell reicht aber auch ein einfacher Zähler aus, sofern der Steuereinrichtung ein erster Zeitpunkt übergeben wird, ab wann die Spektrums-Steuerungskurve läuft, um so eine zeitliche Justierung der Spektrums-Steuerungskurve zu erreichen. Vorzugsweise werden (ggf. abschnittsweise) als Interpolationsfunktionen Polynome 3-ten oder 4-ten Grades genutzt. Es könnten aber vereinfacht auch Polynome 2-ten Grades verwendet werden oder im einfachsten Fall sogar ein Polynom 1-ten Grades, d.h. eine abschnittsweise lineare Interpolation zwischen den Stützpunkten.

**[0032]** Unabhängig davon, ob eine App auf einem mobilen Endgerät verwendet wird oder ein Bedienmodul an einer Steuereinrichtung der LED-Leuchte direkt, kann eine Veränderung der Spektrums-Steuerungskurve auf einer grafischen Benutzerschnittstelle (beispielsweise einem Touch-Display) besonders bevorzugt durch Hinzufügen und/oder Entfernen und/oder Verschieben von Stützpunkten erfolgen. D. h. sowohl die App als auch ggf. die LED-Leuchten-seitige Steuereinrichtung können hierzu eingerichtet sein. Das Verschieben der Stützpunkte kann dabei besonders bevorzugt zweidimensional erfolgen, d. h. ein Stützpunkt kann sowohl in Farbtemperaturrichtung als auch in Zeitrichtung verschoben werden. Wird ein solcher Stützpunkt hinzugefügt, entfernt oder verschoben, so führt dies automatisch dazu, dass eine neue Interpolationsfunktion als neue Spektrums-Steuerungskurve ermittelt wird. Erfolgt diese Veränderung der Spektrums-Steuerungskurve beispielsweise mittels einer App eines mobilen Endgeräts, wird die Liste der Stützpunkte oder zumindest der geänderten Stützpunkte wieder an die LED-Leuchten-seitige Steuereinrichtung übertragen, welche dann z. B. die Interpolationsfunktion ebenfalls neu berechnet und neue Koeffizienten hinterlegt.

**[0033]** Besonders bevorzugt wird bei Empfang eines manuellen Veränderungssignals von einer Benutzerschnittstelle die Spektrums-Steuerungskurve zumindest zeitlich lokal modifiziert. Diese lokale Modifikation wird bei einem nachfolgenden erneuten Durchlauf der Spektrums-Steuerungskurve, beispielsweise am nächsten Tag, zumindest teilweise automatisch berücksichtigt.

Dies ist unabhängig davon, ob ein Stützpunkt der Kurve neu erzeugt, weggenommen oder verschoben wird oder ob beispielsweise einfach nur der aktuelle Farbwert manuell, beispielsweise an einem Bedienmodul der LED-Leuchte, z. B. mit Hilfe eines Farbreglers, mittels einer Sprachsteuerung am Bedienmodul oder der App etc. direkt vom Benutzer verändert wird. Insofern ist der Begriff "manuell" nicht so zu verstehen, dass der Benutzer die Neu-Einstellung mit der Hand durchführt, sondern dass die lokale Modifikation der Spektrums-Steuerungskurve nicht automatisch erfolgt, sondern vom Benutzer gezielt für einen bestimmten, vorzugsweise aktuellen, Zeitpunkt oder Zeitraum vorgenommen wird. Letztlich führt eine solche Veränderung in der Regel dazu, dass lokal die Spektrums-Steuerungskurve modifiziert wird, es sei denn, der Benutzer macht durch geeignete Eingaben an der Benutzerschnittstelle eindeutig klar, dass er die Leuchte überhaupt nicht mehr nach der Spektrums-Steuerungskurve steuern will, sondern stattdessen manuell einen Farbtemperaturwert fix einstellen will.

**[0034]** Eine solche automatische Berücksichtigung einer lokalen Modifikation beim nachfolgenden Durchlauf der Spektrums-Steuerungskurve, beispielsweise indem diese lokale Modifikation in geeigneter Weise gespeichert wird, z. B. durch Veränderung der Stützpunktliste, führt dazu, dass die Steuerung mit der Spektrums-Steuerungskurve in gewisser Weise lernfähig ist. So kann beispielsweise bei jeder (manuellen) Veränderung der Lichtfarbe durch den Benutzer während der Steuerung mit einer Spektrums-Steuerungskurve dafür gesorgt werden, dass bei dem Wiederverwenden der Spektrums-Steuerungskurve eine Veränderung der Spektrums-Steuerungskurve so hinterlegt wird, dass die manuell eingestellte Veränderung des Farbspektrums zu beispielsweise ca. 30 % (oder einem anderen Anteil) übernommen wird. Würde der Benutzer dreimal hintereinander etwa zum gleichen Zeitpunkt die gleiche Modifikation durchführen, so wäre bei einer Übernahme der Änderungen jeweils zu ca. 30 % am dritten Tag die Spektrums-Steuerungskurve insgesamt so verändert, dass der Benutzer keine weiteren Änderungen mehr vornehmen muss. Mit anderen Worten, das Gesamtsystem hat gelernt, dass der Benutzer zu einer bestimmten Tageszeit ein anderes Farbspektrum wünscht, als dies ursprünglich durch die Spektrums-Steuerungskurve vorgesehen war. Dabei ist es auch möglich, nicht nur "normale" manuelle Veränderungen der Lichtfarbe durch den Benutzer, sondern auch das Einstellen des Boost-Modus zu berücksichtigen. Das heißt, wenn der Benutzer mehrere Tage hintereinander zur gleichen Zeit den Boost-Modus z. B. zur Blaulichtanteilserhöhung einschaltet, wird automatisch die Spektrums-Steuerungskurve so verändert, dass dem Benutzer zu diesem Zeitpunkt mehr Blaulicht zur Verfügung gestellt wird, auch wenn hierbei nicht unbedingt zum betreffenden Zeitpunkt ein derart hoher Blaulichtanteil wie im Boost-Modus automatisch eingestellt wird.

**[0035]** Um gleich bei der ersten Inbetriebnahme der

LED-Leuchte durch einen neuen Benutzer diesem eine möglichst gut an ihn angepasste Spektrums-Steuerungskurve zur Verfügung zu stellen, die er möglichst wenig abändern muss, werden vorzugsweise in einer Initialisierungsprozedur bzw. Parametrierungsprozedur (z. B. beim erstmaligen Aufruf der App an einem mit der LED-Leuchte koppelbaren Endgerät und/oder bei der ersten Inbetriebnahme der LED-Leuchte) über eine Benutzerschnittstelle benutzerspezifische Parameter abgefragt und auf Basis dieser benutzerspezifischen Parameter wird dann eine benutzerspezifische individuelle Start-Spektrums-Steuerungskurve ermittelt. Zu den "benutzerspezifischen" Parameter gehören hierbei z. B. die "benutzerverhaltensspezifischen" Parameter, wie z. B. wann ein Nutzer üblicherweise welche Tätigkeiten verrichtet oder verrichten muss, beispielsweise wann seine Arbeit beginnt, wann die Arbeit endet, wann er eine Mittagspause macht etc. Ebenso zählen hierzu "benutzergefühlsspezifische" Parameter wie z. B. wann der Benutzer seines Erachtens die höchste Leistungsbereitschaft hätte, wenn er frei wählen könnte. Nicht unter "benutzerspezifische" Parameter fallen dagegen Ein- und Abschaltzeiten der Lampe oder spezifische Farbtemperaturwerte zu bestimmten Zeitpunkten.

**[0036]** Die Steuerungsanordnung der LED-Leuchte weist besonders bevorzugt zudem zumindest eine Dimmer-Schnittstelle auf und ist so ausgebildet, dass über die Dimmer-Schnittstelle mittels eines geeigneten Dimmsignals die Gesamtmenge des Lichts der LED-Anordnungen, d. h. die Helligkeit bzw. Gesamtleistung der LED-Leuchte, verstellbar ist, vorzugsweise unabhängig von der Farbtemperatur. Diese Dimmer-Schnittstelle kann beispielsweise auf einem LED-Leuchten-seitigen Bedienmodul und/oder in einer App eines mobilen Endgeräts angeordnet sein. Außerdem können die LED-Leuchte und/oder das mobile Endgerät mit einem Helligkeitssensor ausgerüstet sein, über den die Helligkeit der LED-Anordnungen umgebungslichtabhängig geregelt wird. Dabei können auch bereits im Endgerät vorhandene Sensoren, z.B. eine Kamera, mit genutzt werden. Ebenso ist die Nutzung eines Bewegungs- oder Präsenzsensors möglich, über den die Helligkeit in Abhängigkeit von einer Nutzeranwesenheit geregelt wird.

**[0037]** Unter einer unabhängigen Steuerung von Dimmung und Farbtemperatur (bzw. Lichtspektrum) der LED-Leuchte ist hierbei zu verstehen, dass beispielsweise eine definierte Gesamtmenge des Lichts bzw. Gesamtleistung der LED-Anordnungen eingestellt werden kann, die sich dann in der Regel auch nicht verändert, bis ein neues Dimm-Signal zur Veränderung empfangen wird. Solange diese Gesamtleistung eingestellt ist, kann durch Verschieben der Leistungsanteile der ersten und der zweiten LED-Anordnung dafür gesorgt werden, dass bei gleichbleibender Gesamtleistung sich das Farbspektrum in der gewünschten Weise gemäß der Spektrums-Steuerungsfunktion, insbesondere der Spektrums-Steuerungskurve, verändert. Lediglich bei Verwendung des Boost-Modus wird bei einer bevorzugten Variante dafür

gesorgt, dass gleichzeitig mit der Veränderung des Farbspektrums, beispielsweise auf den maximalen Leistungswert der ersten LED-Anordnung oder in einer temporären Entspannungsphase, auch die Dimmung außer Kraft gesetzt wird und z. B. tatsächlich eine Maximalleistung bzw. reduzierte Gesamtleistung ausgegeben wird. Beispielsweise kann die Steuerung auch so eingerichtet sein, dass im normalen Ablauf gemäß der Spektrums-Steuerungskurve maximal (insgesamt) eine Leistung von 80 % abgegeben wird, die sich auf die LED-Anordnungen verteilt. Dies ist insbesondere in einem Boost-Modus vorteilhaft, wenn es darum geht, dem Benutzer kurzfristig möglichst viel Blaulicht zukommen zu lassen, um den Melatonin-Ausstoß zu senken.

**[0038]** Eine solche Regelung der Lichtfarbe gemäß einer vorgegebenen Spektrums-Steuerungsfunktion, insbesondere Spektrums-Steuerungskurve, bei fest eingestelltem Dimm-Wert erfolgt bevorzugt mittels eines Verfahrens und einer entsprechend ausgebildeten Steueranordnung, bei dem zumindest die erste LED-Anordnung und die zweite LED-Anordnung mit einem bestimmten Stromverhältnis angesteuert werden. Besonders bevorzugt werden dabei die erste LED-Anordnung und die zweite LED-Anordnung jeweils in einem Pulsweitenmodulationsverfahren (PWM-Verfahren) angesteuert. Mit diesem PWM-Verfahren wird jeweils die Leistung bzw. Helligkeit der einzelnen LED-Anordnungen gesteuert. Bevorzugt können dabei die LED-Anordnungen, z. B. über mindestens einen Schaltstromregler oder Konstantstromregler der Steueranordnung, mit einem gemeinsamen Gesamtstrom, insbesondere einem Konstantstrom, betrieben werden, und dieser Gesamtstrom wird in zeitlich verschiedenen Phasen auf die verschiedenen LED-Anordnungen umgeschaltet. Mit anderen Worten, die durch den Gesamtstrom vorgegebene Leistung, welche letztlich durch den Dimm-Wert bestimmt wird, wird auf die gegebenen LED-Anordnungen aufgeteilt. Dabei erfolgt besonders bevorzugt zumindest teilweise bei einem Umschalten des Gesamtstroms von einer LED-Anordnung auf eine andere LED-Anordnung kurzzeitig, d. h. im  $\mu\text{s}$ -Bereich (z.B. für 10  $\mu\text{s}$ ) ein paralleler Betrieb der beiden LED-Anordnungen, es sei denn, dass nicht ohnehin wegen der reduzierten Gesamtleistung zwischen dem Umschalten für einen längeren Zeitraum gar keine Bestromung der LED-Anordnungen innerhalb des PWM-Verfahrens erfolgen soll. Wie später noch anhand der Figurenbeschreibung erläutert wird, ist dies relativ einfach durch eine Signalverzögerung realisierbar. Im Überlappzeitraum teilt sich dann der Strom kurzzeitig auf beide LED-Anordnungen auf, d. h. für die eine LED-Anordnung wird die Leistung heruntergefahren, während gleichzeitig die Leistung der anderen LED-Anordnung erhöht wird. Durch diese Steuerungsmethode kann Flicker weitgehend vermieden werden, die elektromagnetische Störfestigkeit wird erhöht und auch die elektromagnetische Störaussendung reduziert. Daher ist diese Vorgehensweise auch bei PWM-Verfahren zur Ansteuerung mehrerer LED-Anordnungen sinnvoll, wenn nicht der er-

findungsgemäße Boost-Modus zur Verfügung wird.

**[0039]** Die Erfindung wird im Folgenden unter Hinweis auf die beigefügten Figuren anhand von Ausführungsbeispielen noch einmal näher erläutert. Dabei sind in den verschiedenen Figuren gleiche Komponenten mit identischen Bezugsziffern versehen. Die Figuren sind in der Regel nicht maßstäblich. Es zeigen:

- |    |          |   |
|----|----------|---|
| 5  | Figur 1  | eine Seitenansicht auf ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäße LED-Leuchte,  |
| 10 | Figur 2  | ein vereinfachtes Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels einer Steueranordnung für eine erfindungsgemäße LED-Leuchte, umfassend eine LED-Leuchten-seitige Steuereinrichtung sowie ein damit gekoppeltes mobiles Endgerät, |
| 15 | Figur 3  | ein Schaltbild für ein Ausführungsbeispiel einer Steuereinrichtung der LED-Leuchte,   |
| 20 | Figur 4  | ein Pulsdiagramm für die PWM-Steuersignale zweier LED-Anordnungen sowie für das Gesamt-PWM-Stromsignal der LED-Anordnungen gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel,  |
| 25 | Figur 5  | ein Pulsdiagramm für die PWM-Steuersignale zweier LED-Anordnungen sowie für das Gesamt-PWM-Stromsignal der LED-Anordnungen gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel,   |
| 30 | Figur 6  | eine schematische Darstellung eines Beispiels einer grafischen Benutzeroberfläche zur Einstellung einer Spektrums-Steuerungskurve,  |
| 35 | Figur 7  | eine Darstellung der Spektrums-Steuerungskurve gemäß Figur 6 nach bzw. während einer Veränderung von Stützpunkten,  |
| 40 | Figur 8  | eine Darstellung eines Beispiels einer Spektrums-Steuerungskurve und deren temporärer Veränderung bei Erhalt eines erfindungsgemäßen Kurzzeitdosisveränderungssignals,  |
| 45 | Figur 9  | eine schematische Darstellung eines Beispiels einer grafischen Benutzeroberfläche zur weiteren Einstellung von Parametern einer LED-Leuchte,  |
| 50 | Figur 10 | ein Flussdiagramm zur Verdeutlichung der Initialisierung der Steuerung durch Ermittlung einer individuellen benutzerspezifischen Spektrums-Steuerungskurve.   |
| 55 |          |   |

**[0040]** In Figur 1 ist als ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen LED-Leuchte 100 eine Tischleuchte 100 gezeigt, die vorzugsweise als Schreibtischleuchte 100 eingesetzt werden kann. Die Tischleuchte 100 umfasst einen Leuchtkopf 50. Der Leuchtkopf 50 weist zur Lichterzeugung ein Leuchtmodul 51 mit mehreren LED-Anordnungen auf, hier konkret beispielsweise zwei LED-Anordnungen 1, 2 mit jeweils einem LED-Paar mit zwei einzelnen LEDs (wie in Figur 3 gezeigt). Die eine LED-Anordnung 1 enthält LEDs, welche kaltweißes Licht mit einem starken Maximum im blauen Bereich um 400 nm abgeben. Beispielsweise kann es sich hierbei um LEDs vom Typ XLamp XM-L KW-U2 der Firma Cree handeln. Die andere LED-Anordnung 2 enthält LEDs, welche mehr warmweißes Licht mit einem starken Maximum im gelb-roten Bereich um 600 nm abgeben. Beispielsweise kann es sich hierbei um LEDs vom Typ XLamp XM-L2 WW-T3 der Firma Cree handeln.

**[0041]** Die LED-Anordnungen sind im Leuchtmodul 51 auf eine LED-Platine, beispielsweise eine Metallkernplatine (nicht gezeigt), gelötet. Zur Steuerung der LED-Anordnungen 1, 2 und zum Einstellen, Anpassen und Ändern der Beleuchtungsintensität (Helligkeit) bzw. Gesamtleistung sowie der Farbtemperatur des insgesamt vom Leuchtmodul 51 abgegebenen Lichts weist die Leuchte 100 ein Steuermodul 41 auf, welches in einem unteren Bereich des Leuchtenarms untergebracht ist und über Leitungen mit dem Leuchtmodul 51 verbunden ist. Teil dieses Steuermoduls 41 ist auch ein Bedienmodul 10. Das Bedienmodul 10 kann per Hand von einem Benutzer durch Betasten einer Bedienfläche betätigt werden.

**[0042]** Das Leuchtmodul 51 umfasst neben den auf der Platine angeordneten LEDs auch eine Reflektoranordnung, welche dafür sorgt, dass das Licht in einem bestimmten Abstrahlwinkel abgestrahlt wird, sowie eine Diffusoranordnung, beispielsweise hier in Form einer einfachen Milchglasscheibe oder dergleichen, welche das von den verschiedenen LEDs der LED-Anordnungen 1, 2 abgestrahlte Licht streut und so gut vermischt, dass eine damit beleuchtete Fläche gleichmäßig ausgeleuchtet wird. Außerdem weist das Leuchtmodul 51 auch noch geeignete Einrichtungen auf, wie beispielsweise Kühlrippen oder dergleichen, um für eine Abführung der überschüssigen Wärme zu sorgen.

**[0043]** Bei der gezeigten LED-Leuchte 100 handelt es sich um ein relativ einfaches Ausführungsbeispiel mit nur einem Leuchtkopf 50 und einem Leuchtmodul 51. Die LED-Leuchte 100 könnte ebenso mehrere Leuchtköpfe bzw. Leuchtmodule aufweisen, beispielsweise als Stehlampe einen doppelten Leuchtkopf in verschiedene Richtungen nach unten. Ebenso ist es auch möglich, dass die Abstrahlrichtung vom Leuchtkopf aus nach oben geht, so dass die Lampe wie ein Deckenfluter wirkt oder zur Seite hin als Wallwasher. Weitere mögliche Varianten sind auch Lampen mit Leuchtköpfen, die wahlweise oder gleichzeitig in zwei verschiedene Richtungen Licht ab-

strahlen können, beispielsweise mit zwei Leuchtmodulen mit eigenen LED-Anordnungen, wobei ein Leuchtmodul nach unten leuchtet und das andere nach oben als Deckenfluter und die Leuchtmodule unabhängig oder in Kombination betrieben werden können.

**[0044]** Figur 2 zeigt eine Steueranordnung 40 für eine LED-Leuchte 100. Hier sind die beiden LED-Anordnungen 1, 2 nur symbolisch mit einer LED dargestellt. Es kann sich wie erläutert hierbei aber auch um mehrere LEDs handeln, wie z. B. zu Figur 1 erläutert. Die Steueranordnung 40 umfasst eine auf Seiten der LED-Leuchte 100 angeordnete Steuereinrichtung 41, beispielsweise hier in Form des Steuermoduls 41, welches im unteren Teil des Arms der LED-Leuchte 100 angeordnet ist (siehe Figur 1). Dieses Steuermodul 41 umfasst, wie schon erwähnt, ein Bedienmodul 10 mit mehreren Bedienelementen 11, 15, 18, hier vorzugsweise in Form von kapazitiv auf Berührung wirkenden "Tasten".

**[0045]** Neben diesem Bedienmodul 10 bzw. dieser direkt an der LED-Leuchte 100 angeordneten Benutzerschnittstelle gibt es weitere Schnittstellen 42, 43 zur direkten oder indirekten Kopplung mit einem mobilen Endgerät 60 und/oder einem externen Speicher (nicht dargestellt). Bei der einen Schnittstelle 43 handelt es sich um eine Steckerschnittstelle 43, beispielsweise eine USB-Schnittstelle 43, um das mobile Endgerät oder einen USB-Speicher oder dergleichen mit dem Steuermodul 51 zu verbinden und/oder als Ladeschnittstelle zum Aufladen eines mobilen Endgeräts. Bei der anderen Schnittstelle 42 handelt es sich um eine drahtlose Schnittstelle 42, vorzugsweise im kurzreichweitigen Funkbereich, hier konkret um eine bevorzugte Bluetooth-Schnittstelle 42. Auch über diese drahtlose Schnittstelle 42 kann ein mobiles Endgerät 60 mit einer grafischen Benutzerschnittstelle 61, vorzugsweise ein Smartphone, eine Uhr mit entsprechender Funktion oder dergleichen, mit der LED-Leuchte 100 gekoppelt werden. Auf diesem mobilen Endgerät 60 ist eine App implementiert, die eine Steuerfunktionalität für die LED-Leuchte 100 bietet. Beispielsweise kann hiermit eine Spektrums-Steuerungskurve ermittelt werden, und Werte für diese Spektrums-Steuerungskurve können zur Steuerung der LED-Anordnungen 1, 2 an das Steuermodul 41 übertragen werden.

**[0046]** Ein weiterer Baustein des Steuermoduls 41 ist ein Mikrocontroller 20, welcher hier eine LED-Stromsteuerung 30 des Steuermoduls 41 ansteuert, über die wiederum die LED-Anordnungen 1, 2 in einem Pulsweitenmodulationsverfahren angesteuert bzw. bestromt werden. Z.B. kann die LED-Stromsteuerung 30 eine Einrichtung 31 zur Gesamtstromsteuerung für beide LED-Anordnungen 1, 2 umfassen und eine Einrichtung 32 zur Bestromungsauswahl, d. h. welcher Anteil des Gesamtstroms welcher der LED-Anordnungen 1, 2 zur Verfügung gestellt wird. Über einen Stromschalter 33 wird dann der Gesamtstrom entsprechend phasenweise aufgeteilt. Ein genauer Aufbau, wie eine solche LED-Stromsteuerung 30 realisiert werden kann, wird noch anhand der Figuren 3 bis 5 näher erläutert.

**[0047]** Der Gesamtstrom und der Anteil des Gesamtstroms für die einzelnen LED-Anordnungen 1, 2, wird letztlich vom Mikrocontroller 20 vorgegeben, der die LED-Stromsteuerung 30 ansteuert. Hierzu wird dem Mikrocontroller 20 eine Spektrums-Steuerungsfunktion STK, hier in Form einer zeitabhängigen, insbesondere zirkadianen, Spektrums-Steuerungskurve STK vorgegeben, nach der die Farbtemperatur passend zum Tagesverlauf des Nutzers automatisch geändert wird. Sofern der Benutzer eine solche Funktion mit einer Spektrums-Steuerungskurve STK deaktiviert hat, kann als Spektrums-Steuerungsfunktion auch ein konstant eingestellter Wert dem Mikrocontroller vorgegeben werden (d. h. eine zeitkonstante Funktion), wobei der Wert so lange gilt, bis der Benutzer wieder über eine Taste zur Einstellung der Farbtemperatur, beispielsweise mit einem bestimmten Farbtemperaturregler 11 auf dem Bedienmodul 10 oder einem entsprechenden virtuellen Einstellregler auf der grafischen Benutzerschnittstelle 61 der App des mobilen Endgeräts 60, einen neuen Wert vorgibt. Dies hängt davon ab, welche Funktion der Benutzer eingestellt hat.

**[0048]** Das Dimmen, d. h. das Einstellen der Helligkeit bzw. der Gesamtleistung (letztlich hier den Gesamtstrom), der LED-Anordnungen 1, 2 erfolgt über eine geeignete Dimm-Tastenanordnung 18 (hier symbolisiert durch nur eine Dimm-Taste) auf dem Bedienmodul 10 oder eine entsprechende Funktionalität auf dem mobilen Endgerät 60. Diese Einstellung der Gesamthelligkeit ist (außer ggf. im Boost-Modus) unabhängig von der Einstellung der Farbtemperatur, d. h. auch wenn die Farbtemperatur geändert wird, bleibt doch die Gesamtleistung der LED-Anordnungen 1, 2 gleich. Es wird lediglich die Leistung unterschiedlich auf die LED-Anordnungen 1, 2 verteilt, so dass die aktuell vorgegebene Farbtemperatur erreicht wird.

**[0049]** Es wird an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass Figur 2 nur vereinfacht die für die Erfindung wesentlichen Komponenten zeigt und dass zur gesamten Steueranordnung 40 auch noch weitere Komponenten gehören können, zum Beispiel über die Schnittstellen gekoppelte weitere mobile Endgeräte oder PCs. Insbesondere kann die Steuereinrichtung 41 auch noch weitere Komponenten und Baugruppen aufweisen, wie zum Beispiel ein oder mehrere Netzteile, Spannungswandler, gegebenenfalls zusätzliche Speichereinheiten, Schnittstellen, weitere Prozessoren, Anzeigeelemente etc.

**[0050]** Figur 3 zeigt detaillierter ein Schaltbild, mit dem eine solche Steuerung der LED-Anordnungen 1, 2 realisiert werden kann, wobei hier nur der Mikrocontroller 20 mit der Schaltung zur Stromsteuerung gezeigt ist. Bei dem in Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel wird vom Mikrocontroller 20 jeweils ein PWM-Stromsignal  $I_{GP}$  für den LED-Gesamtstrom (im Folgenden PWM-Gesamtstromsignal genannt) und ein PWM-Stromsignal  $I_{WP}$  für eine der beiden LED-Anordnungen 1, 2, hier die warmweiße zweite LED-Anordnung 2, erzeugt. Die PWM-Stromsignale sind jeweils logische Steuersignale

(mit "0" oder "1"), die den Strom steuern sollen.

**[0051]** Das PWM-Stromsignal  $I_{WP}$  für die zweite LED-Anordnung 2 wird ebenso wie das PWM-Gesamtstromsignal  $I_{GP}$  einem XOR-Gatter 36 (Exklusiv-Oder-Gatter) zugeführt. Das Ergebnis ist dann ein PWM-Stromsignal  $I_{KP}$  für die erste LED-Anordnung 1 mit den kaltweißen LEDs. Dieses PWM-Stromsignal  $I_{KP}$  wird auf einen Schalteingang eines ersten Transistors T1, hier ein MOSFET, gegeben. Ein zweiter Transistor T2, hier ebenfalls ein MOSFET, für die zweite, warmweiße LED-Anordnung 2 wird an seinem Schalteingang vom PWM-Stromsignal  $I_{WP}$  für die zweite LED-Anordnung 2 angesteuert. Die Schalteingänge der Transistoren T1, T2 (die zusammen hier den Stromschalter 33 bilden) sind hierzu jeweils mit den Signalleitungen der entsprechenden PWM-Stromsignale  $I_{KP}$ ,  $I_{WP}$  sowie über Widerstände R2, R3 mit einem Referenzpotential VR, beispielsweise 5 V, verbunden. Mit Hilfe der Transistoren T1, T2 wird lediglich der Gesamtstrom auf die beiden LED-Anordnungen 1, 2 aufgeteilt.

**[0052]** Der Gesamtstrom der LED-Anordnung und somit die Helligkeit des Leuchtmoduls wird wie erwähnt letztlich durch das PWM-Gesamtstromsignal  $I_{GP}$  vorgegeben, welches zunächst vom Mikrocontroller 20 einem logischen Und-Gatter 35 zugeführt wird, dem zusätzlich auch ein logisches Freigabe-Signal  $PWM_E$  auf einen invertierten Eingang zugeführt wird. Das Freigabe-Signal  $PWM_E$  wird so vom Mikrocontroller 20 ausgegeben, dass nur dann das logische PWM-Gesamtstromsignal  $I_{GP}$  am Ausgang des Und-Gatter 35 entsprechend ausgegeben wird, wenn der Mikrocontroller sicher in einen definierten Zustand hochgefahren wurde. Das vom Und-Gatter 35 kommende PWM-Gesamtstromsignal  $I_{GP}$  wird dann auf einen Eingang (im Folgenden auch "Dimm-Eingang" genannt) einem Stromregler 34, hier einem Step-Down-Regler-Baustein 34, beispielsweise vom Typ LM3406, zugeführt, mit dem der vom PWM-Gesamtstromsignal  $I_{GP}$  vorgegebene Gesamtstrom durch die LED-Anordnungen 1, 2 geregelt werden kann. Hierzu sind in üblicher Weise am Ausgang des Step-Down-Regler-Bausteins 32 eine Freilaufdiode D1 gegen Masse und eine Induktivität L1 zwischen dem Ausgang des Step-Down-Regler-Bausteins 34 und den Anodenanschlüssen der LED-Anordnungen 1, 2, welche parallel geschaltet sind, geschaltet.

**[0053]** Parallel zu den LED-Anordnungen 1, 2 sind hier zudem zwei Freilaufdioden D2, D3 geschaltet, um Spannungsspitzen an den LEDs zu vermeiden. Kathodenseitig sind die LED-Anordnungen 1, 2 mit den bereits genannten Transistoren T1, T2 verbunden. Auf der anderen Seite sind die Transistoren T1, T2 jeweils über einen gemeinsamen Widerstand R4 mit Masse verbunden. Dieser Widerstand R4 dient zur Gesamtstrommessung. Der dort ermittelte Stromwert wird als Ist-Wert dem Step-Down-Regler-Baustein 34 zugeführt (in Figur 3 nicht dargestellt).

**[0054]** Wie aus dem Schaltbild in Figur 3 zu ersehen ist, wird das PWM-Stromsignal  $I_{WP}$  für die zweite LED-

Anordnung 2 nicht unmittelbar zum Transistor T2 geleitet, sondern über eine Schaltungsanordnung, bestehend aus einer Diode D4, einem dazu parallel geschalteten Widerstand R1, einem nachfolgenden Schmitt-Trigger 37 und einem zwischen der Diode D4 und dem Widerstand R1 einerseits und dem Schmitt-Trigger 37 andererseits gegen Masse geschalteten Kondensator C1. Diese Bausteine bilden zusammen eine Verzögerungsschaltung. Wenn vom Mikrocontroller 20 als PWM-Stromsignal  $I_{WP}$  für die zweite LED-Anordnung 2 eine "1" ausgegeben wird, wird über die Diode D4 der Kondensator C1 schlagartig aufgeladen und der entsprechende Transistor T2 wird relativ schnell geschaltet und folglich der Strom durch die zweite LED-Anordnung 2 schnell hochgefahren. Gibt andererseits der Mikrocontroller 20 als PWM-Stromsignal  $I_{WP}$  für die zweite LED-Anordnung 2 eine "0" aus, um den Strom durch die zweite LED-Anordnung 2 wieder abzuschalten, so muss der Kondensator C1 zunächst über den Widerstand R1 verzögert entladen werden und der Schmitt-Trigger 37 schaltet als Komparator erst ab einem vorgegebenen Schwellenwert an seinem Ausgang wieder um. Dies sorgt für eine Verzögerung bei der Abschaltung um ca. 10  $\mu$ s.

**[0055]** Ein Pulsdiagramm der PWM-Stromsignale  $I_{GP}$ ,  $I_{WP}$ ,  $I_{KP}$  bei dieser Schaltungsanordnung ist in Figur 4 dargestellt. Das obere Pulsdiagramm zeigt das vom Mikrocontroller ausgegebene PWM-Gesamtstromsignal  $I_{GP}$  und das mittlere Pulsdiagramm das PWM-Stromsignal  $I_{WP}$  für die warmweiße, zweite LED-Anordnung 2. Das untere Pulsdiagramm zeigt das durch den logischen Baustein 36 daraus generierte PWM-Stromsignal  $I_{KP}$  für die kaltweiße, erste LED-Anordnung 1. Dargestellt ist jeweils der Schaltzustand über der Zeit. Durch die gestrichelte absteigende Flanke an den Pulsen des PWM-Stromsignals  $I_{WP}$  für die warmweiße, zweite LED-Anordnung 2 wird die verzögerte Weiterleitung zum Transistor T2 symbolisiert, so dass beim Abschalten des Stroms für die warmweiße LED-Anordnung 2 bereits kurzfristig vorher das PWM-Stromsignal  $I_{KP}$  für die kaltweiße LED-Anordnung 1 hochgeschaltet wird, d. h. dass sich diese Signale überlappen. Da gleichzeitig der Gesamtstrom konstant bleibt, wie dies in der oberen Kurve dargestellt ist, bedeutet dies, dass der Strom der warmweißen LED-Anordnung 2 heruntergefahren wird, während gleichzeitig der Strom für die kaltweiße LED-Anordnung 1 hochgefahren wird.

**[0056]** In einem alternativen, nicht dargestellten Aufbau kann auch vom Mikrocontroller direkt jeweils ein PWM-Stromsteuerungssignal für den Strom der kaltweißen und der warmweißen LED-Anordnungen generiert werden. Dabei kann dafür gesorgt werden, dass der Strom der warmweißen LED-Anordnung 2 erst ausgeschaltet werden kann, nachdem der Strom für die kaltweiße LED-Anordnung 1 eingeschaltet ist und sich der Gesamtstrom auf beide Zweige aufgeteilt hat. Hierzu kann über eine logische Oder-Verknüpfung (die beispielsweise einfach mit zwei Dioden und einem Wider-

stand erzeugt werden kann) ein PWM-Stromsignal  $I_{GP}$  für den gemeinsamen LED-Gesamtstrom erzeugt werden, das dann wiederum auf den Dimm-Eingang des LED-Stromreglers (d. h. den Step-Down-Regler) gegeben werden kann. Hier kann dann der LED-Strom wieder über Transistoren auf die kaltweiße und warmweiße LED-Anordnung 1, 2 umgeschaltet werden. Ein entsprechendes Diagramm dieser PWM-Stromsignale  $I_{GP}$ ,  $I_{WP}$ ,  $I_{KP}$  ist alternativ in Figur 5 dargestellt. Hier zeigt das obere Diagramm das vom Mikrocontroller ausgegebene PWM-Stromsignal  $I_{WP}$  für die warmweiße LED-Anordnung 2, das mittlere Diagramm das ebenfalls vom Mikrocontroller ausgegebene PWM-Stromsignal  $I_{KP}$  für die kaltweiße LED-Anordnung 1 und das untere Diagramm das aus den beiden oberen Kurven über eine Oder-Verknüpfung erzeugte PWM-Gesamtstromsignal  $I_{GP}$ , welches auf den Dimm-Eingang des Reglers gegeben wird.

**[0057]** Anhand der Figuren 6 und 7 wird im Folgenden erläutert, wie mit Hilfe einer grafischen Benutzerschnittstelle 61, beispielsweise mittels einer App auf einem mobilen Endgerät 60 als Spektrums-Steuerungsfunktion STK eine zirkadiane zeitabhängige Spektrums-Steuerungskurve STK für den Mikrocontroller 20 erzeugt werden kann. In Abhängigkeit von dieser zirkadianen Spektrums-Steuerungskurve STK wird über den Tag hinweg das Gesamtlichtspektrum bzw. die Gesamtlicht-Farbtemperatur des von dem Leuchtmodul 51 der LED-Leuchte 100 abgestrahlten Lichts festgelegt.

**[0058]** Wird die betreffende App vom Nutzer auf dem mobilen Endgerät 60 aufgerufen, so wird, wie in Figur 6 dargestellt, die aktuelle Spektrums-Steuerungskurve STK über der Zeit auf dem Touch-Display des Endgeräts 60 dargestellt. Aufgetragen ist hier in der Spektrums-Steuerungskurve STK jeweils die Farbtemperatur des Gesamtlichts des anzusteuernenden Leuchtmoduls 51 der LED-Leuchte 100 über der Zeit. Bei einem Drehen des mobilen Endgeräts 60 wird in üblicher Weise auch die Darstellung mitgedreht, so dass die Zeitachse immer unten liegt. Die Zeitskala ist unten dargestellt. Die Farbtemperatur steigt von unten nach oben an. Sie beginnt unten bei ca. 2700 K (warmweißes Licht) und geht nach oben bis ca. 6500 K (kaltweißes Licht).

**[0059]** Über Zoom-Tasten 62 kann der Ausschnitt vergrößert oder verkleinert werden. Alternativ ist auch ein Zoomen mit den üblichen Gestiken auf dem Touch-Display möglich (beispielsweise Auseinanderziehen der Finger oder Zusammenschieben der Finger etc.). Außerdem sind hier auch Umschalttasten 63 dargestellt, falls mit der App verschiedene LED-Leuchten bzw. verschiedene unabhängige Leuchtmodule mit eigenen unabhängigen Spektrums-Steuerungskurven angesteuert werden sollen. Über eine Taste 64 kann das aktuelle Fenster oder die App geschlossen werden. Es wird in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, dass der Begriff "Taste" so zu verstehen ist, dass es sich um virtuelle Tasten handelt, so dass bei der Berührung des Bildschirms an dieser Stelle die jeweilige Funktion ausgelöst wird.

**[0060]** Wie hier zu sehen ist, wird die Spektrums-Steuerungskurve STK durch mehrere Stützpunkte SP1, SP2, ... SP6 definiert. An jedem der Stützpunkte SP1, SP2, ... SP6 ist für den betreffenden Zeitpunkt ein genauer Farbtemperaturwert (z. B. der Mittelwert oder das Maximum des Gesamtlichtspektrums) hinterlegt. Diese Stützpunkte SP1, SP2, ... SP6 werden entweder, wie dies später noch erläutert wird, zunächst für eine Start-Spektrums-Steuerungskurve festgelegt. Sie können aber auch vom Benutzer einzeln vorgegeben oder verändert werden, wie dies anhand von Figur 7 noch erklärt wird. In Figur 6 sind nur sechs solcher Stützpunkte dargestellt. Es können auch mehr Stützpunkte zur Festlegung einer Kurve genutzt werden, beispielsweise zwölf oder vierundzwanzig Stützpunkte über den Tag verteilt. Die Spektrums-Steuerungskurve STK wird dann als, ggf. abschnittsweise, Interpolationsfunktion, beispielsweise als Spline, durch diese Stützpunkte gelegt.

**[0061]** Wenn ein Benutzer einen der Stützpunkte SP1, SP2, ... SP6 berührt, so wird der zugehörige Zeitwert vergrößert dargestellt und der Stützpunkt SP5 beispielsweise durch eine Linie oder dergleichen markiert. Der erste Stützpunkt SP1 ist hier gleichzeitig ein Stützpunkt, mit dem vorgegeben wird, dass zu diesem Zeitpunkt das Leuchtmodul 51 eingeschaltet wird. Dies ist in dem in Figur 6 dargestellten Beispiel um 9 Uhr morgens. Der letzte Stützpunkt ist entsprechend ebenfalls ein Zeitpunkt, zu dem das Leuchtmodul 51 wieder ausgeschaltet wird. Dies ist hier der Zeitpunkt 19:30 Uhr.

**[0062]** Wie aus Figur 7 zu ersehen ist, kann der Nutzer durch Veränderung der Stützpunkte SP1, SP2, ... SP6 auch die Spektrums-Steuerungskurve STK verändern. Gezeigt ist hier die ursprüngliche Spektrums-Steuerungskurve STK wie in Figur 6 sowie eine durch die Verschiebung der Stützpunkte SP2, SP3 und SP4 sowie Entfernen des fünften Stützpunkts SP5 erzeugte neue Spektrums-Steuerungskurve STK'. Wie hier gezeigt ist, können die Stützpunkte SP1, SP2, ... SP6 in zwei Richtungen verschoben werden, nämlich einfach nur in der Farbtemperaturrichtung, d. h. senkrecht zur Zeitachse, wie dies bei den Stützpunkten SP2, SP4 der Fall ist. Ebenso ist auch ein Verschieben entlang der Zeitachse möglich, wie dies beim dritten Stützpunkt SP3 der Fall ist. Beim Berühren des Stützpunkts (vorzugsweise reagiert der Touchscreen so, dass der Benutzer knapp unterhalb des Stützpunkts die Kurve berührt, um den Stützpunkt selber nicht zu verdecken) wird ein vergrößerter Stützpunkt darunter dargestellt, an dem der Benutzer mit seinem Finger den Stützpunkt gut führen kann. Außerdem kann beispielsweise der aktuelle Farbtemperaturwert angezeigt werden, wie hier 3200 K (also noch im warmweißen Bereich) beim Stützpunkt SP3.

**[0063]** Sofern der Benutzer einen Lernmodus eingestellt hat, wird zusätzlich die Veränderung der Spektrums-Steuerungskurve STK, d. h. die Verschiebung der Stützpunkte SP1, SP2, ... SP6, registriert und abgespeichert. Dies kann sowohl in der App, d.h. im Speicher des mobilen Endgeräts, als auch im Mikrocontroller 20 bzw.

im zugehörigen Speicher 21 des Mikrocontrollers 20 im Steuermodul 41 (siehe Figur 2) der LED-Leuchte selber erfolgen. Bei einem erneuten Durchlauf der Spektrums-Steuerungskurve, beispielsweise am nächsten Tag, kann die vom Nutzer am Vortag eingefügte Veränderung der Kurve berücksichtigt werden, jedoch vorzugsweise nur um einen reduzierten Teil, beispielsweise um 30 %. Wenn der Benutzer an drei Tagen hintereinander die gleiche oder ähnliche Änderung vornimmt, führt dies zu einer veränderten Kurve in der gewünschten Form. Alternativ kann der Nutzer natürlich auch einen Modus einstellen, in dem die Änderungen sofort als fix übernommen werden und nicht nur als individuell für diesen Tag genommene Änderung, die dann ggf. im Lernmodus berücksichtigt wird.

**[0064]** Figur 8 zeigt ein Beispiel, wie die Farbtemperatur CT bei Einschalten des Boost-Modus temporär geändert wird, d. h. wenn der Benutzer eine Boost-Taste zur Aussendung eines Kurzzeitdosisveränderungssignals DHS, hier eines Dosiserhöhungssignals (DHS) betätigt. In analoger Weise könnte aber auch eine Veränderung zur Erhöhung des Warmlichtanteils für eine temporäre Entspannungsphase erfolgen. Auf der Hochachse ist in Figur 8 die Farbtemperatur CT als Anteil des kaltweißen Lichts kw (also Licht der ersten LED-Anordnung 1) oder warmweißen Lichts ww (also Licht der ersten LED-Anordnung 1) in % angegeben.

**[0065]** Eine Boost-Taste 15 befindet sich beispielsweise auf dem Bedienmodul 10 der LED-Leuchte 100 (siehe Figuren 1 und 2). Eine entsprechende virtuelle Taste kann auch von der App auf der grafischen Benutzeroberfläche 61 des tragbaren Endgeräts 60 zur Verfügung gestellt werden. Ohne Drücken einer solchen Boost-Taste würde normalerweise die Steuerung der Farbtemperatur des LED-Leuchtmoduls 51 gemäß der in der Figur 8 dargestellten Spektrums-Steuerungskurve erfolgen, die wiederum durch Stützpunkte SP1, SP2, ... SP4 über der Zeit  $t$  definiert ist. Zu einem beliebigen Zeitpunkt  $t_B$  beschließt der Benutzer jedoch, dass er bezüglich des Lichts eine Auffrischung benötigt. Nach Drücken der Boost-Taste wird in einer relativ kurzen Anstiegszeit  $\Delta t$ , von vorzugsweise ca. einer Sekunde dafür gesorgt, dass die kaltweiße LED-Anordnung 1 auf die maximale Leistung, d. h. mit 100 % Leistung, hochgefahren wird (wogegen im normalen Betriebsmodus zum Beispiel die Gesamtleistung maximal 80% der möglichen Leistung beträgt). Mit anderen Worten, 100 % des zur Verfügung stehenden Stroms werden dafür aufgewendet, um die erste LED-Anordnung 1 zu betreiben. Die warmweiße LED-Anordnung 2 wird in dieser Zeit überhaupt nicht mit Strom versorgt. Damit liegt auch die Farbtemperatur CT bei 100% kw. Dies führt dazu, dass ein maximaler Blauanteil (im Bereich um 450 nm) ausgesendet wird, durch den der Melatonin-Ausstoß des Benutzers kurzfristig reduziert und damit die Wirkung des eher erfrischenden Glückshormons Serotonin erhöht werden kann. Die LED-Leuchte bzw. das Leuchtmodul ist bevorzugt so aufgebaut, dass die Beleuchtungsstärke dann bei mindestens

bei 80 lux liegt, besonders bevorzugt aber höher, beispielsweise bei ca. 200 lx. Diese Leistungssteigerung der kaltweißen LEDs und Farbverschiebung auf den maximalen Blauanteil erfolgt jedoch nur für eine begrenzte Boost-Zeitspanne  $\Delta t_B$  von beispielsweise 10 Min. Anschließend wird in einer nachfolgenden Rückstellung-Zeitspanne  $\Delta t_f$  die Leistung der kaltweißen LED-Anordnung 1 und die Leistung der warmweißen LED-Anordnung 2 wieder so eingestellt, dass das Gesamtlichtspektrum den Farbtemperaturwert der Steuerungskurve STK zum dann vorliegenden Zeitpunkt erreicht. Nachfolgend wird dann das LED-Leuchtmodul 51 wieder ganz normal gemäß der Spektrums-Steuerungskurve STK betrieben.

**[0066]** Wie durch die gestrichelte Darstellung der Spektrums-Steuerungskurve STK innerhalb der Boost-Zeitspanne  $\Delta t_B$  dargestellt ist, wird normalerweise die Spektrums-Steuerungskurve STK hierdurch nicht beeinflusst. Es ist aber prinzipiell möglich, dass auch die Einschaltung des Boost-Modus zu diesem Zeitpunkt gespeichert wird und dies in ähnlicher Weise in eine langfristige Veränderung der Steuerungskurve über mehrere Tage hinweg eingeht, wenn der Benutzer an mehreren Tagen hintereinander etwa zur gleichen Zeit die Boost-Taste betätigt, da dies darauf hinweist, dass die Spektrums-Steuerungskurve nicht optimal für den Nutzer eingestellt ist und er um diese Tageszeit generell etwas mehr Blaulicht benötigt.

**[0067]** Mit dem Drücken der Boost-Taste zum Zeitpunkt  $t_B$  wird außerdem ein Überwachungszähler ausgelöst, der zumindest eine Akzeptanzzeitspanne AZ lang mitläuft. Während dieser Zähler läuft, wird mitgezählt, wie oft der Benutzer die Boost-Taste drückt, und es ist im Mikrocontroller hinterlegt, dass innerhalb der Akzeptanzzeitspanne AZ eine bestimmte Anzahl von Boost-Zeitspannen  $\Delta t_B$  vorhanden sein dürfen, beispielsweise dass der Benutzer innerhalb von vier Stunden nur zweimal den Boost-Modus nutzen kann. Schaltet der Nutzer innerhalb von vier Stunden ein drittes Mal den Boost-Modus ein, so hat dies keine Wirkung.

**[0068]** Figur 9 zeigt, diesmal in Hochkant-Darstellung, eine weitere Bedienoberfläche (ein anderes Fenster bzw. ein Menü) der App zur Steuerung der LED-Leuchte auf einem mobilen Endgerät 60. Hier sind unter einem Ausschnitt der Steuerungskurve STK innerhalb einer sog. "Toolbar" mehrere virtuelle Tasten 65, 66, 67, 68, 69 dargestellt. Diese Toolbar kann beispielsweise aufgerufen werden, indem der Nutzer bei eingeschalteter App und dargestellter Spektrums-Steuerungskurve vom Rand ausgehend mit dem Finger nach oben über den Bildschirm fährt, um die Toolbar aus dem Seitenrand "herauszuziehen". Diese Toolbar enthält zum einen eine Menütaste 69, mit der ein Hauptmenü und darunter weitere Funktionen (bzw. Fenster) eingeschaltet werden können, beispielsweise ein Fenster zum Aufruf eines Initialisierungsmodus, um zunächst eine möglichst gut angepasste individuelle Start-Spektrums-Steuerungskurve für den Nutzer anzulegen. Die Toolbar umfasst zudem eine Boost-Taste 65 zur Auslösung des zuvor erläuterten

Boost-Modus. Außerdem ist hier eine Ein/Aus-Taste 66 vorgesehen. Mit einer weiteren Taste 67 kann eingestellt werden, ob bei einer Verschiebung des zum aktuellen Zeitpunkt sichtbaren Stützpunkts auf der Steuerungskurve tatsächlich die Steuerungskurve STK verstellt wird oder ob dies nur eine kurzzeitige individuelle Anpassung der Steuerungskurve für diesen einen Tag sein soll. Über eine virtuelle Dimm-Taste 68 wird ein virtueller Dimm-Regler 70 geöffnet. Auf diesem kann ein virtueller Punkt 71 verfahren werden, um so die Helligkeit des LED-Leuchtmoduls zu variieren, parallel zur Möglichkeit, eine entsprechende Dimmer-Regelung im Bedienmodul 10 an der LED-Leuchte 100 zu nutzen.

**[0069]** Die besagte App kann auf übliche Weise, beispielsweise aus dem Internet, auf das mobile Endgerät 60 heruntergeladen werden. Mit Hilfe dieser App ist es auch möglich, das Endgerät 60 über die drahtlose Schnittstelle mit der LED-Leuchte 100 zu koppeln, beispielsweise indem in üblicher Weise ein Suchmodus eingestellt wird und gleichzeitig auch an der LED-Leuchte ein Suchmodus eingestellt wird und bei einem Auffinden der Geräte dann noch jeweils ein Bestätigungssignal in der App und/oder dem Bedienmodul der LED-Leuchte gegeben werden kann, um die Kopplung zu vollziehen. Auch wäre eine Kopplung mittels einer Nahfeldkommunikations-Schnittstelle oder das Einlesen eines Scancodes an der LED-Leuchte denkbar. Weiterhin kann, insbesondere auch über verschiedene Menüpunkte der App, vorgegeben werden, was passiert, wenn ein gekoppeltes mobiles Endgerät aus dem Empfangsbereich der LED-Leuchte entfernt wird und was passiert, wenn dieses Endgerät dann wieder in den Empfangsbereich zurückkehrt. Beispielsweise könnte in einem Eco-Modus dafür gesorgt werden, dass bei Entfernung des Endgeräts aus dem Empfangsbereich der LED-Leuchte automatisch das LED-Leuchtmodul abgeschaltet oder auf ein Minimum heruntergedimmt wird und automatisch eine Wiederaufnahme der Verbindung und ein Hochfahren des LED-Leuchtmoduls erfolgt, sobald sich das Endgerät wieder im Empfangsbereich befindet etc.

**[0070]** Figur 10 zeigt schließlich noch einen Ablaufplan, wie beispielsweise bei einer erstmaligen Benutzung einer LED-Leuchte durch einen Benutzer für diesen Benutzer eine individuelle Start-Spektrums-Steuerungskurve S-STK erzeugt werden kann. Hierzu wird von der App dem Benutzer nach der Kopplung bzw. Auswahl oder Bestätigung der Kopplung mit der LED-Leuchte angeboten, einen Initialisierungsmodus durchzuführen. Wird dies vom Nutzer akzeptiert, so werden innerhalb eines ersten Initialisierungsschritts I verschiedene benutzerspezifische Parameter P1, P2, ... abgefragt. Dabei erfolgt keine Abfrage, zu welchen Zeiten genau welche Stützpunkte mit welchen Werten gesetzt werden, sondern stattdessen werden benutzerverhaltensspezifische Parameter abgefragt, wie die Uhrzeit des Arbeitsbeginns, die Uhrzeit des Arbeitsendes, die Zeit und Dauer der Pausen. Insbesondere gehört hierzu aber auch eine rein benutzergefühlsspezifische Parameterabfrage,

nämlich die Abfrage der Zeit der höchsten Leistungsbereitschaft, indem der Benutzer danach gefragt wird, in welchen fünf aufeinanderfolgenden Stunden er seine Arbeitszeit legen würde, sofern er diese frei bestimmen könnte, sowie eine Abfrage einer Stunde, in der er seinem Gefühl nach die höchste Leistungsbereitschaft hat.

**[0071]** Auf Basis dieser Parameter P1, P2, ... wird dann in einem nachfolgenden Kurven-Ermittlungsschritt II die Start-Spektrums-Steuerungskurve S-STK berechnet. Beispielsweise könnte dann die Start-Spektrums-Steuerungskurve S-STK so gewählt sein, dass der Beginn der Kurve 30 min vor Arbeitsbeginn liegt und die Kurve einen 60 % Kaltweiß-Anteil aufweist. Ebenso kann das Ende der Kurve 30 min nach Arbeitsende liegen, mit einem 0 % Kaltweiß-Anteil. Eine Stunde vor Arbeitsende könnte ein Stützpunkt liegen, der noch 20 % Kaltweiß-Anteil enthält. Um die Pausen herum werden weitere Stützpunkte gelegt. Beispielsweise könnte ein Stützpunkt 30 min vor der Mittagspause gesetzt werden mit 40 % Kaltweiß-Anteil, zur und während der Mittagspause wird der Kaltweißanteil dann auf 20 % gelegt und zum Ende der Mittagspause sowie 30 min nach der Mittagspause werden zwei Stützpunkte mit 80 % Kaltweiß-Anteil gesetzt. Zusätzlich könnten Stützpunkte mit 70 % Kaltweiß-Anteil für alle Zeitpunkte im Zeitraum der gewählten höchsten Leistungsbereitschaft gewählt werden, die nicht durch Pausen oder Arbeitsende beeinflusst sind, wobei die eine Stunde der besonders höchsten Leistungsbereitschaft einen 90 % Kaltweiß-Anteil erhält. Die Stützpunkte, welche aufgrund der frei wählbaren höchsten Leistungsbereitschaft gesetzt werden, werden dabei so gesetzt, dass sie nicht die durch die externen Vorgaben gewählten Pausen oder das Arbeitsende beeinflussen.

**[0072]** Diese Start-Spektrums-Steuerungskurve S-STK kann dann vom mobilen Endgerät 60 über die drahtlose Schnittstelle an das Steuermodul bzw. den Mikrocontroller 20 im Steuermodul 41 der LED-Leuchte 100 übertragen werden. Dabei reicht es aus, wenn die Liste der Stützpunkte übertragen wird. Parallel können der Mikrocontroller und die App die gleiche Interpolationsfunktion als Spektrums-Steuerungskurve berechnen. Vom Mikrocontroller können die Koeffizienten eines Polynoms n-ter Ordnung für die Interpolationsfunktion hinterlegt werden. Durch einfache Multiplikationsprozesse kann dann der Mikrocontroller 20 zu jedem Zeitpunkt den passenden Wert der Kurve schnell berechnen und entsprechende PWM-Stromsteuerungssignale ausgeben, wie dies bereits anhand der Figuren 1 bis 5 erläutert wurde.

**[0073]** Erfolgt eine Veränderung der Spektrums-Steuerungskurve mit Hilfe des mobilen Endgeräts, werden über die drahtlose Schnittstelle die neuen Stützstellen wieder an den Mikrocontroller des Steuermoduls der LED-Leuchte übertragen, der dann ebenfalls die neuen Koeffizienten berechnet und hinterlegt. Vorzugsweise kann der Nutzer auch jederzeit eine Nutzung der Spektrums-Steuerungskurve ausschalten und dazu übergehen, die Spektrums-Steuerungsfunktion für den nächs-

ten Zeitraum konstant zu halten und z. B. über einen einfachen Schieberegler die Farbtemperatur einzustellen, wobei dann der Mikrocontroller diesen konstanten Wert hält. Auch in diesem Fall ist es möglich, die Boost-Funktion zu wählen und anschließend wieder auf den vorgegebenen konstanten Wert gemäß der Spektrums-Steuerungsfunktion zurückzukehren.

**[0074]** Es wird abschließend noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei den vorhergehend detailliert beschriebenen Vorrichtungen lediglich um Ausführungsbeispiele handelt, welche vom Fachmann in verschiedenster Weise modifiziert werden können, ohne den Bereich der Erfindung zu verlassen. Insbesondere ist es wie erwähnt möglich, dass die LED-Leuchte nicht nur zwei LED-Anordnungen mit unterschiedlichen Lichtspektren aufweist sondern gegebenenfalls auch mehr als zwei unterschiedliche LED-Anordnungen mit verschiedenen Lichtfarben bzw. Spektren, insbesondere auch beliebige farbige LEDs, beispielsweise - aber nicht abschließend - amberfarbene, blaue, rote, gelb-rote und/oder grüne LEDs. Dabei könnten auch z. B. eine oder mehrere zusätzliche LED-Anordnungen vorgesehen sein, die nur im Boost-Modus zugeschaltet werden, um die erste LED-Anordnung in ihrer Wirkung zu verstärken. Wenn die LED-Leuchte mehrere voneinander unabhängige Leuchtköpfe bzw. Leuchtmodule aufweist, können die verschiedenen LED-Anordnungen auch auf diese verteilt sein, d. h. sich in verschiedenen Leuchtköpfen bzw. Leuchtmodulen befinden. Insbesondere wenn mehrere Leuchtköpfe bzw. Leuchtmodule in unterschiedliche Richtungen in Licht abstrahlen, können diese z. B. auch jeweils mehrere LED-Anordnungen aufweisen und/oder unabhängig voneinander nach dem erfindungsgemäßen Verfahren gesteuert werden, auch unabhängig voneinander mit verschiedenen Spektrums-Steuerungsfunktionen (beispielsweise mit unterschiedlichen zirkadianen Variationen) und auch mit voneinander getrennt auslösbaren Boost-Modi betrieben werden.

#### 40 Bezugszeichenliste

##### **[0075]**

- 1 erste LED-Anordnung
- 2 zweite LED-Anordnung
- 10 Bedienmodul
- 11 Farbtemperaturregler
- 15 Kurzzeitdosisveränderungs-Schnittstelle / Boost-Taste
- 18 Dimm-Tastenanordnung
- 20 Mikrocontroller
- 21 Speicher
- 30 LED-Stromsteuerung
- 31 Einrichtung zur Gesamtstromsteuerung
- 32 Einrichtung zur Bestromungsauswahl
- 33 Stromschalter
- 34 Stromregler / Step-Down-Regler-Baustein
- 35 Und-Gatter

36 XOR-Gatter		
37 Schmitt-Trigger		
40 Steueranordnung		
41 Steuereinrichtung / Steuermodul		
42 drahtlose Schnittstelle / Bluetooth-Schnittstelle	5	
43 Steckerschnittstelle / USB-Schnittstelle		
50 Leuchtkopf		
51 Leuchtmodul		
60 mobiles Endgerät / Smartphone		
61 grafische Benutzerschnittstelle	10	
62 Zoom-Tasten		
63 Umschalttasten		
64 Taste		
69 Menütaste		
65 Kurzzeitdosisveränderungs-Schnittstelle / Boost-Taste	15	
66 Ein/Aus-Taste		
67 Taste		
68 Dimm-Taste		
70 Dimm-Regler	20	
71 Punkt		
100 LED-Leuchte / Tischleuchte		
DHS Kurzzeitdosisveränderungssignal / Dosiserhöhungssignal		
STK Spektrums-Steuerungsfunktion / Spektrums-Steuerungskurve	25	
STK geänderte Spektrums-Steuerungskurve		
SP1, SP2, ... SP6 Stützpunkte		
$I_{GP}$ PWM-Gesamtstromsignal		
$I_{WP}$ PWM-Stromsignal der zweiten LED-Anordnung	30	
$I_{KP}$ PWM-Stromsignal der ersten LED-Anordnung		
$PWM_E$ Freigabesignal		
C1 Kondensator		
D1, D2, D3 Freilaufdioden		
D4 Diode	35	
L1 Induktivität		
R1, R2, R3, R4 Widerstände		
T1, T2 Transistoren		
VR Referenzpotential		
t Zeit	40	
CT Farbtemperatur		
ww warmweiß		
kw kaltweiß		
$t_B$ Zeitpunkt		
$\Delta t_r$ Anstiegszeit	45	
$\Delta t_B$ Dosisveränderungs-Zeitspanne / Boost-Zeitspanne		
$\Delta t_r$ Rückstellungs-Zeitspanne		
AZ Akzeptanzzeitspanne		
I Initialisierungsschritt	50	
II Kurven-Ermittlungsschritt		
benutzerspezifische Parameter P1, P2, ...		
S-STK Start-Spektrums-Steuerungskurve	55	

(100), welche zumindest eine erste LED-Anordnung (1) und eine zweite LED-Anordnung (2) umfasst, wobei die erste LED-Anordnung (1) und die zweite LED-Anordnung (2) im Betrieb Licht mit unterschiedlichen Lichtspektralen aussenden und dabei vorzugsweise die erste LED-Anordnung (1) einen höheren Blaulichtanteil aussendet als die zweite LED-Anordnung (2), wobei die Anteile des von der ersten LED-Anordnung (1) und der zweiten LED-Anordnung (2) ausgesendeten Lichts innerhalb eines Gesamtlichtspektrums der LED-Anordnungen (1, 2) gemäß einer vorgegebenen Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) gesteuert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei Empfang eines Kurzzeitdosisveränderungssignals (DHS), vorzugsweise eines Dosiserhöhungssignals (DHS), zumindest die erste LED-Anordnung (1) für eine vordefinierte Dosisveränderungs-Zeitspanne ( $\Delta t_B$ ) abweichend von der vorgegebenen Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) so angesteuert wird, dass sie mit einer vorgegebenen Mindestleistung betrieben wird oder der Anteil des Lichts dieser ersten LED-Anordnung (1) innerhalb des Gesamtlichtspektrums der LED-Anordnungen (1, 2) einen bestimmten Mindestanteil beträgt, und nach Ablauf der vordefinierten Dosisveränderungs-Zeitspanne ( $\Delta t_B$ ) die LED-Anordnungen (1,2) gemäß einer vorgegebenen Steuerungsregel so angesteuert werden, dass das Gesamtlichtspektrum wieder dem aktuellen Wert der vorgegebene Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) eine zeitabhängige, vorzugsweise zirkadiane, Spektrums-Steuerungskurve (STK) umfasst.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei nach Empfang des Kurzzeitdosisveränderungssignals (DHS) die erste LED-Anordnung (1) in der vordefinierten Dosisveränderungs-Zeitspanne ( $\Delta t_B$ ) mit einem maximalen Anteil am Gesamtlichtspektrum, vorzugsweise mit einer maximalen Leistung, betrieben wird.
4. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei nach Empfang eines Kurzzeitdosisveränderungssignals (DHS) die zweite LED-Anordnung (2) abgeschaltet oder unterhalb einer definierten Leistung betrieben wird.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Dosisveränderungs-Zeitspanne ( $\Delta t_B$ ) maximal 30 min, vorzugsweise maximal 20 min, besonderes bevorzugt maximal 10 min beträgt.
6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei nach Ablauf der vordefinierten Dosisveränderungs-Zeitspanne ( $\Delta t_B$ ) die LED-Anordnungen (1, 2) so angesteuert werden, dass der Anteil des Lichts

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Ansteuerung einer LED-Leuchte

- der ersten LED-Anordnung (1) im Gesamtlichtspektrum über eine bestimmte Rückstellungs-Zeitspanne ( $\Delta t_f$ ), vorzugsweise von mindestens 30 s, hinweg reduziert wird, bis das Gesamtlichtspektrum wieder der vorgegebenen Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) entspricht.
7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei innerhalb einer vorgegebenen Akzeptanzzeitspanne (AZ) von vorzugsweise mindestens vier Stunden nur eine bestimmte maximale Anzahl von Kurzzeitdosisveränderungssignalen (DHS) akzeptiert werden, bei denen eine von der vorgegebenen Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) abweichende Ansteuerung der zumindest ersten LED-Anordnung (1) erfolgt und bei Empfang eines weiteren Kurzzeitdosisveränderungssignals (DHS) nach Erreichen der maximalen Anzahl von Kurzzeitdosisveränderungssignalen (DHS), keine Abweichung von der vorgegebenen Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) erfolgt.
8. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) auf einer grafischen Benutzerschnittstelle (61) grafisch ausgegeben und mit Hilfe der grafischen Benutzerschnittstelle (61) veränderbar ist.
9. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei eine Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) und/oder ein Kurzzeitdosisveränderungssignal (DHS) von einem mobilen Endgerät (60) und/oder einem PC, vorzugsweise drahtlos, besonders bevorzugt über eine kurzreichweitige Funkverbindung, an eine Steuereinrichtung (41) der LED-Leuchte (100) übertragen werden.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 9, wobei für die Spektrums-Steuerungskurve (STK) zu verschiedenen Zeitpunkten jeweils Stützstellenwerte als Stützpunkte (SP1, SP2, ..., SP5) vorgegeben werden und auf Basis dieser Stützpunkte (SP1, SP2, ..., SP5) eine Interpolationsfunktion als Spektrums-Steuerungskurve (STK) ermittelt wird.
11. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei bei Empfang eines manuellen Veränderungssignals von einer Benutzerschnittstelle die Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) zumindest lokal modifiziert wird und diese lokale Modifikation zumindest teilweise bei einem nachfolgenden erneuten Durchlauf der Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) automatisch berücksichtigt wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 11, wobei in einer Initialisierungsprozedur über eine Benutzerschnittstelle (61) benutzerspezifische Parameter (P1, P2, ...) abgefragt werden und auf Basis der benutzerspezifischen Parameter (P1, P2, ...) eine benutzerspezifische individuelle Start-Spektrums-Steuerungskurve (S-STK) ermittelt wird.
13. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste LED-Anordnung (1) und die zweite LED-Anordnung (2) jeweils in einem Pulsweitenmodulationsverfahren angesteuert werden, wobei die LED-Anordnungen (1, 2) mit einem gemeinsamen Gesamtstrom betrieben werden und dieser Gesamtstrom in zeitlich verschiedenen Phasen auf die verschiedenen LED-Anordnungen (1, 2) umgeschaltet wird und dabei zumindest teilweise bei einem Umschalten des Gesamtstroms von einer LED-Anordnung (1) auf eine andere LED-Anordnung (2) kurzzeitig ein paralleler Betrieb der LED-Anordnungen (1, 2) erfolgt.
14. LED-Leuchte (100) mit zumindest einer ersten LED-Anordnung (1) und einer zweiten LED-Anordnung (2), wobei die erste LED-Anordnung (1) und die zweite LED-Anordnung (2) im Betrieb Licht mit unterschiedlichen Lichtspektrums aussenden und dabei vorzugsweise die erste LED-Anordnung (1) einen höheren Blaulichtanteil aussendet als die zweite LED-Anordnung (2), und einer Steuerungsanordnung (40), welche ausgebildet ist, um die Anteile des von der ersten LED-Anordnung (1) und der zweiten LED-Anordnung (2) ausgesendeten Lichts innerhalb eines Gesamtlichtspektrums der LED-Anordnungen (1, 2) gemäß einer vorgegebenen Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) zu steuern, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungsanordnung (40) zumindest eine Kurzzeitdosisveränderungs-Schnittstelle (15, 65) aufweist und so ausgebildet ist, dass bei einem Empfang eines Kurzzeitdosisveränderungssignals (DHS), vorzugsweise eines Dosiserhöhungssignals (DHS), von dieser Kurzzeitdosisveränderungs-Schnittstelle (15, 65) zumindest die erste LED-Anordnung (1) für eine vordefinierte Dosisveränderungs-Zeitspanne ( $\Delta t_B$ ) abweichend von der vorgegebenen Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) so angesteuert wird, dass sie mit einer vorgegebenen Mindestleistung betrieben wird oder der Anteil des Lichts dieser ersten LED-Anordnung (1) innerhalb des Gesamtlichtspektrums der LED-Anordnungen (1, 2) einen bestimmten Mindestanteil beträgt, und nach Ablauf der vordefinierten Dosisveränderungs-Zeitspanne ( $\Delta t_B$ ) die LED-Anordnungen (1, 2) gemäß einer vorgegebenen Steuerungsregel so angesteuert werden, dass das Gesamtlichtspektrum wieder der vorgegebenen Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) entspricht.
15. LED-Leuchte (100) nach Anspruch 14, wobei die Steuerungsanordnung (40) eine Dimmer-Schnitt-

stelle (18, 68) aufweist und so ausgebildet ist, dass mittels der Dimmer-Schnittstelle (18, 68) unabhängig von der Spektrums-Steuerungsfunktion (STK) die Gesamtmenge des Lichts der LED-Anordnungen (1, 2) verstellbar ist.

### Claims

1. Method for controlling an LED lamp (100), which comprises at least a first LED arrangement (1) and a second LED arrangement (2), wherein the first LED arrangement (1) and the second LED arrangement (2) emit light with different light spectra during operation and, in the process, preferably the first LED arrangement (1) emits a higher proportion of blue light than the second LED arrangement (2), wherein the proportions of the light emitted by the first LED arrangement (1) and the second LED arrangement (2) within a total light spectrum of the LED arrangements (1, 2) are controlled according to a given spectrum control function (STK), **characterized in that**, when a short-term dose-adjustment signal (DHS), preferably a dose-increase signal (DHS), is received, at least the first LED arrangement (1) is controlled for a predefined dose-adjustment time interval ( $\Delta t_B$ ) that deviates from the given spectrum control function (STK) in such a manner that it is operated with a given minimum output or the proportion of the light of this first LED arrangement (1) within the total light spectrum of the LED arrangements (1, 2) is a certain minimum proportion and, upon expiry of the predefined dose-adjustment time interval ( $\Delta t_B$ ), the LED arrangements (1,2) are controlled according to a given control rule in such a manner that the total light spectrum again corresponds to the current value of the given spectrum control function (STK).
  2. The method according to claim 1, wherein the spectrum control function (STK) comprises a time-dependent, preferably circadian, spectrum control curve (STK).
  3. The method according to claim 1 or 2, wherein, upon reception of the short-term dose-adjustment signal (DHS), the first LED arrangement (1) is operated in the predefined dose-adjustment time interval ( $\Delta t_B$ ) with a maximum proportion of the total light spectrum, preferably with a maximum output.
  4. The method according to one of the preceding claims, wherein, upon reception of the short-term dose-adjustment signal (DHS), the second LED arrangement (2) is turned off or is operated below a defined output.
  5. The method according to one of the preceding
- claims, wherein the dose-adjustment time interval ( $\Delta t_B$ ) is at most 30 min, preferably at most 20 min, particularly preferably at most 10 min.
  6. The method according to one of the preceding claims, wherein, upon expiry of the predefined dose-adjustment time interval ( $\Delta t_B$ ), the LED arrangements (1, 2) are controlled in such a manner that the proportion of the light of the first LED arrangement (1) in the total light spectrum is reduced over a certain reset interval ( $\Delta t_r$ ), preferably of at least 30 s, until the total light spectrum again corresponds to the given spectrum control function (STK).
  7. The method according to one of the preceding claims, wherein, within a given acceptance time interval (AZ) of preferably at least four hours, only a certain maximum number of short-term dose-adjustment signals (DHS) are accepted, for which a control of the at least first LED arrangement (1) occurs that deviates from the given spectrum control function (STK) and, if a further short-term dose-adjustment signal (DHS) is received after the maximum number of short-term dose-adjustment signals (DHS) has been reached, no deviation from the given spectrum control function (STK) occurs.
  8. The method according to one of the preceding claims, wherein the spectrum control function (STK) is displayed on a graphic user interface (61) and is modifiable with the help of the graphic user interface (61).
  9. The method according to one of the preceding claims, wherein a spectrum control function (STK) and/or a short-term dose-adjustment signal (DHS) are transmitted by a mobile end device (60) and/or a PC, preferably in a wireless manner, particularly preferably via a short-range wireless connection, to a control device (41) of the LED lamp (100).
  10. The method according to one of claims 2 to 9, wherein, for the spectrum control curve (STK), base values at different times are respectively given as basic points (SP1, SP2, ..., SP5) and, based on these basic points (SP1, SP2, ..., SP5), an interpolation function is determined as the spectrum control curve (STK).
  11. The method according to one of the preceding claims, wherein, if a manual adjustment signal is received from a user interface, the spectrum control function (STK) is modified at least locally and this local modification is automatically taken into account at least partially during a subsequent new iteration of the spectrum control function (STK).
  12. The method according to one of claims 2 to 11,

wherein, in an initialization procedure via a user interface (61), user-specific parameters (P1, P2, ...) are requested and a user-specific customised start spectrum control curve (S-STK) is determined on the basis of the user-specific parameters (P1, P2, ...).

13. The method according to one of the preceding claims, **characterized in that** the first LED arrangement (1) and the second LED arrangement (2) are respectively controlled in a pulse-width modulation method, wherein the LED arrangements (1, 2) are operated with a shared total current and this total current is switched to the different LED arrangements (1, 2) in different phases and, in the process, a parallel operation of the LED arrangements (1, 2) occurs briefly at least partially when the total current is switched from one LED arrangement (1) to another LED arrangement (2).
14. LED lamp (100) with at least a first LED arrangement (1) and a second LED arrangement (2), wherein the first LED arrangement (1) and the second LED arrangement (2) emit light with different light spectra during operation and, in the process, preferably the first LED arrangement (1) emits a higher proportion of blue light than the second LED arrangement (2), and a control arrangement (40) configured to control the proportions of the light emitted by the first LED arrangement (1) and the second LED arrangement (2) within a total light spectrum of the LED arrangements (1, 2) according to a given spectrum control function (STK), **characterized in that** the control arrangement (40) comprises at least one short-term dose-adjustment interface (15, 65) and is configured in such a manner that, when a short-term dose-adjustment signal (DHS), preferably a dose-increase signal (DHS), is received from this short-term dose-adjustment interface (15, 65), at least the first LED arrangement (1) is controlled for a predefined dose-adjustment time interval ( $\Delta t_B$ ) that deviates from the given spectrum control function (STK) in such a manner that it is operated with a given minimum output or the proportion of the light of this first LED arrangement (1) within the total light spectrum of the LED arrangements (1, 2) is a certain minimum proportion and, upon expiry of the predefined dose-adjustment time interval ( $\Delta t_B$ ), the LED arrangements (1, 2) are controlled according to a given control rule in such a manner that the total light spectrum again corresponds to the given spectrum control function (STK).
15. The LED lamp (100) according to claim 14, wherein the control arrangement (40) comprises a dimmer interface (18, 68) and is configured so that the total amount of light of the LED arrangements (1, 2) is adjustable by means of the dimmer interface (18, 68) independently of the spectrum control function

(STK).

## Revendications

1. Procédé de commande d'une lampe à LED (100) qui comprend au moins un premier agencement de LED (1) et un deuxième agencement de LED (2), dans lequel le premier agencement de LED (1) et le deuxième agencement de LED (2) émettent de la lumière avec des spectres lumineux différents pendant le fonctionnement et de préférence le premier agencement de LED (1) émet une proportion plus élevée de lumière bleue que le deuxième agencement de LED (2), dans lequel les proportions de la lumière émise par le premier agencement de LED (1) et le deuxième agencement de LED (2) dans un spectre lumineux total des agencements de LED (1, 2) sont commandées selon une fonction de commande de spectre prédéterminée (STK), **caractérisé en ce que** à la réception d'un signal de changement de dose à court terme (DHS), de préférence un signal d'augmentation de dose (DHS), au moins le premier agencement de LED (1) est commandé pour une durée prédéfinie de changement de dose ( $\Delta t_B$ ) s'écartant de la fonction de commande de spectre spécifiée (STK) de sorte qu'il soit mis en fonctionnement avec une puissance minimale prédéterminée ou la proportion de la lumière de ce premier agencement de LED (1) dans le spectre lumineux total des agencements de LED (1, 2) est un certain minimum, et après la période de changement de dose prédéfinie ( $\Delta t_B$ ), les agencements de LED (1, 2) peuvent être commandés selon une règle de commande prédéterminée de telle sorte que le spectre lumineux total corresponde à nouveau à la valeur actuelle de la fonction de commande de spectre prédéterminée (STK).
2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la fonction de commande de spectre (STK) comprend une courbe de commande de spectre (STK) dépendant du temps, de préférence circadienne.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel après avoir reçu le signal de changement de dose à court terme (DHS), le premier agencement de LED (1) fonctionne dans l'intervalle de temps de changement de dose prédéfini ( $\Delta t_B$ ) avec une proportion maximale du spectre lumineux total, de préférence avec une puissance maximale.
4. Procédé selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel, après la réception d'un signal de changement de dose à court terme (DHS), le deuxième agencement de LED (2) est éteint ou mis en fonctionnement en dessous d'une puissance définie.

5. Procédé selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel l'intervalle de temps de changement de dose ( $\Delta t_B$ ) est d'un maximum de 30 minutes, de préférence d'un maximum de 20 minutes, de manière particulièrement préférée d'un maximum de 10 minutes.
6. Procédé selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel après la période de changement de dose prédéfinie ( $\Delta t_B$ ), les agencements de LED (1, 2) sont commandés de sorte que la proportion de la lumière du premier agencement de LED (1) dans le spectre lumineux total sur une période de temps de réinitialisation spécifique ( $\Delta t_f$ ), de préférence d'au moins 30 s, soit réduite jusqu'à ce que le spectre lumineux total corresponde à nouveau à la fonction de commande de spectre spécifiée (STK).
7. Procédé selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel dans une période d'acceptation prédéterminée (AZ) de préférence d'au moins quatre heures, seul un certain nombre maximum de signaux de changement de dose à court terme (DHS) sont acceptés, dans lequel une commande s'écartant de la fonction de commande de spectre spécifiée (STK) d'au moins le premier agencement de LED (1) est exécutée et lorsqu'un autre signal de changement de dose à court terme (DHS) est reçu après que le nombre maximum de signaux de changement de dose à court terme (DHS) a été atteint, aucun écart par rapport à la fonction de commande du spectre (STK) spécifiée ne se produit.
8. Procédé selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la fonction de commande de spectre (STK) est sortie graphiquement sur une interface d'utilisateur graphique (61) et peut être modifiée à l'aide de l'interface d'utilisateur graphique (61).
9. Procédé selon une quelconque des revendications précédentes, dans lequel une fonction de commande de spectre (STK) et/ou un signal de changement de dose à court terme (DHS) d'un terminal mobile (60) et/ou d'un PC, de préférence sans fil, de manière particulièrement préférée via une liaison radio à courte portée, sont transmis à un dispositif de commande (41) de la lampe à LED (100).
10. Procédé selon une quelconque des revendications 2 à 9, dans lequel pour la courbe de commande de spectre (STK) à des instants différents dans chaque cas, des valeurs de points de support sont spécifiées comme points de support (SP1, SP2, ..., SP5) et sur la base de ces points de support (SP1, SP2, ..., SP5), une fonction d'interpolation est déterminée sous la forme d'une courbe de commande de spectre (STK).
11. Procédé selon une des revendications précédentes, dans lequel lorsqu'un signal de changement manuel est reçu d'une interface d'utilisateur, la fonction de commande de spectre (STK) est modifiée au moins localement et cette modification locale est au moins partiellement prise en compte dans une nouvelle exécution ultérieure de la fonction de commande de spectre (STK).
12. Procédé selon une quelconque des revendications 2 à 11, dans lequel dans une procédure d'initialisation via une interface utilisateur (61) des paramètres spécifiques à l'utilisateur (P1, P2, ...) sont interrogés et sur la base des paramètres spécifiques à l'utilisateur (P1, P2, ...), une courbe de commande de spectre de démarrage individuelle spécifique à l'utilisateur (S-STK) est déterminée.
13. Procédé selon une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier agencement de LED (1) et le deuxième agencement de LED (2) sont chacun commandés dans un procédé de modulation de largeur d'impulsion, dans lequel les agencements de LED (1, 2) sont mis en fonctionnement avec un courant total commun et ce courant total est commuté vers les différents agencements de LED (1, 2) à des moments différents et au moins partiellement lorsque le courant total est commuté d'un agencement de LED (1) à un autre agencement de LED (2), les agencements de LED (1, 2) fonctionnent en parallèle pendant une courte période.
14. Lampe à LED (100) comportant au moins un premier agencement de LED (1) et un deuxième agencement de LED (2), dans lequel le premier agencement de LED (1) et le deuxième agencement de LED (2) en fonctionnement émettent de la lumière avec différents spectres lumineux et de préférence, le premier agencement de LED (1) émet une proportion plus élevée de lumière bleue que le deuxième agencement de LED (2), et un agencement de commande (40) qui est conçu pour commander les proportions de la lumière émise par le premier agencement de LED (1) et le deuxième agencement de LED (2) dans un spectre lumineux total des agencements de LED (1, 2) selon une fonction de commande de spectre prédéterminée (STK), **caractérisée en ce que** le dispositif de commande (40) a au moins une interface de changement de dose à court terme (15, 65) et est conçu de telle sorte qu'à la réception d'un signal de changement de dose à court terme (DHS), de préférence un signal d'augmentation de dose (DHS), de cette interface de changement de dose à court terme (15, 65) au moins le premier agencement de LED (1) soit commandé pendant une durée prédéfinie de changement de dose ( $\Delta t_B$ ) s'écartant de la fonction de com-

mande de spectre spécifiée (STK) de sorte qu'il fonctionne avec une puissance minimale spécifiée ou la proportion de lumière provenant de ce premier agencement de LED (1) dans le spectre lumineux total des agencements de LED (1, 2) est une certaine proportion minimale, et après l'intervalle de temps de changement de dose prédéfini ( $\Delta t_B$ ), les agencements de LED (1, 2) sont commandés selon une règle de commande prédéterminée de sorte que le spectre lumineux total corresponde à nouveau à la fonction de commande de spectre spécifiée (STK).

15. Lampe à LED (100) selon la revendication 14, dans laquelle le dispositif de commande (40) a une interface de gradateur (18, 68) et est conçu de telle sorte qu'au moyen de l'interface de gradateur (18, 68) indépendamment de la fonction de commande de spectre (STK) la quantité totale de lumière des agencements de LED (1, 2) soit réglable.

FIG 1

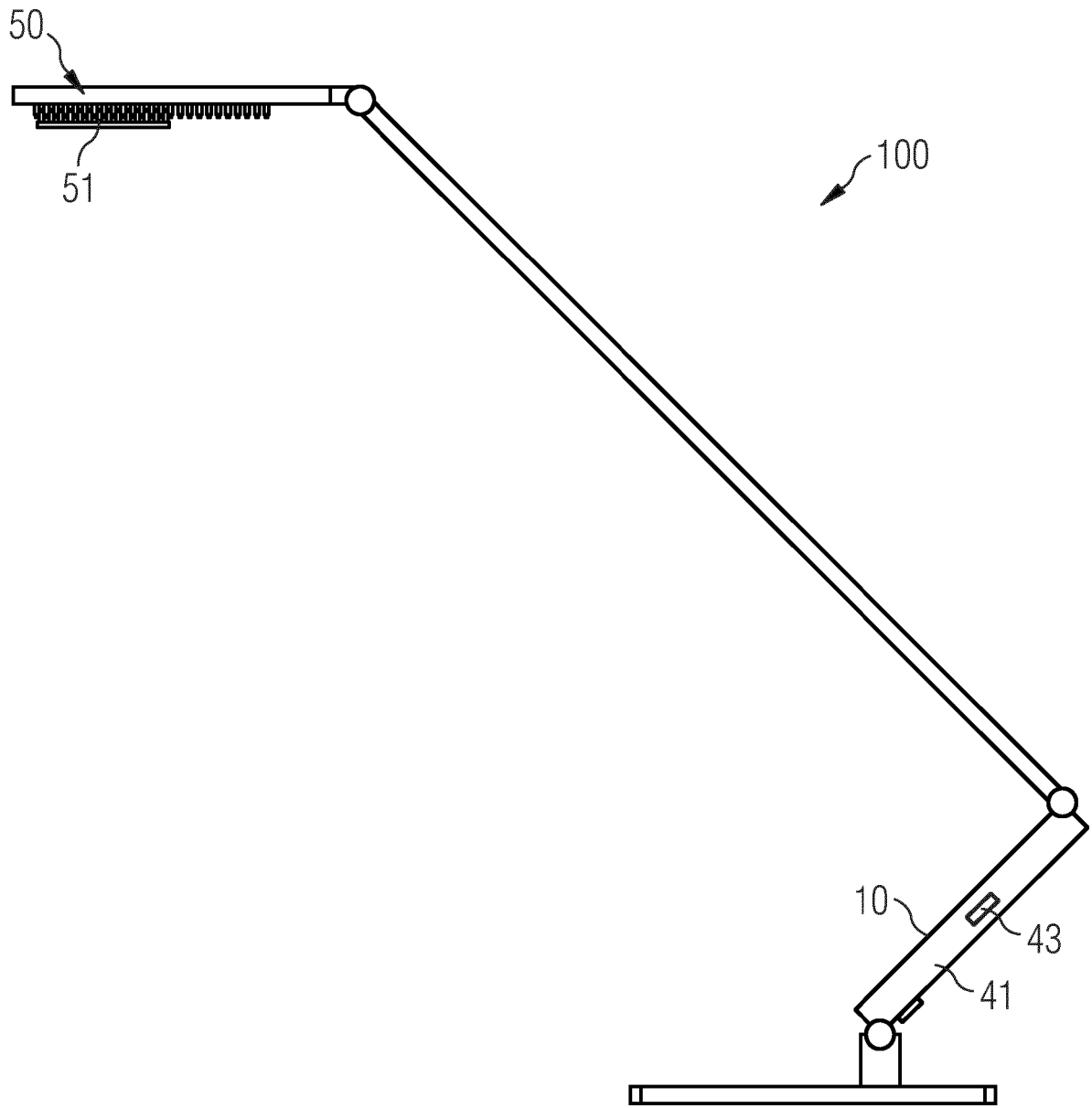


FIG 2

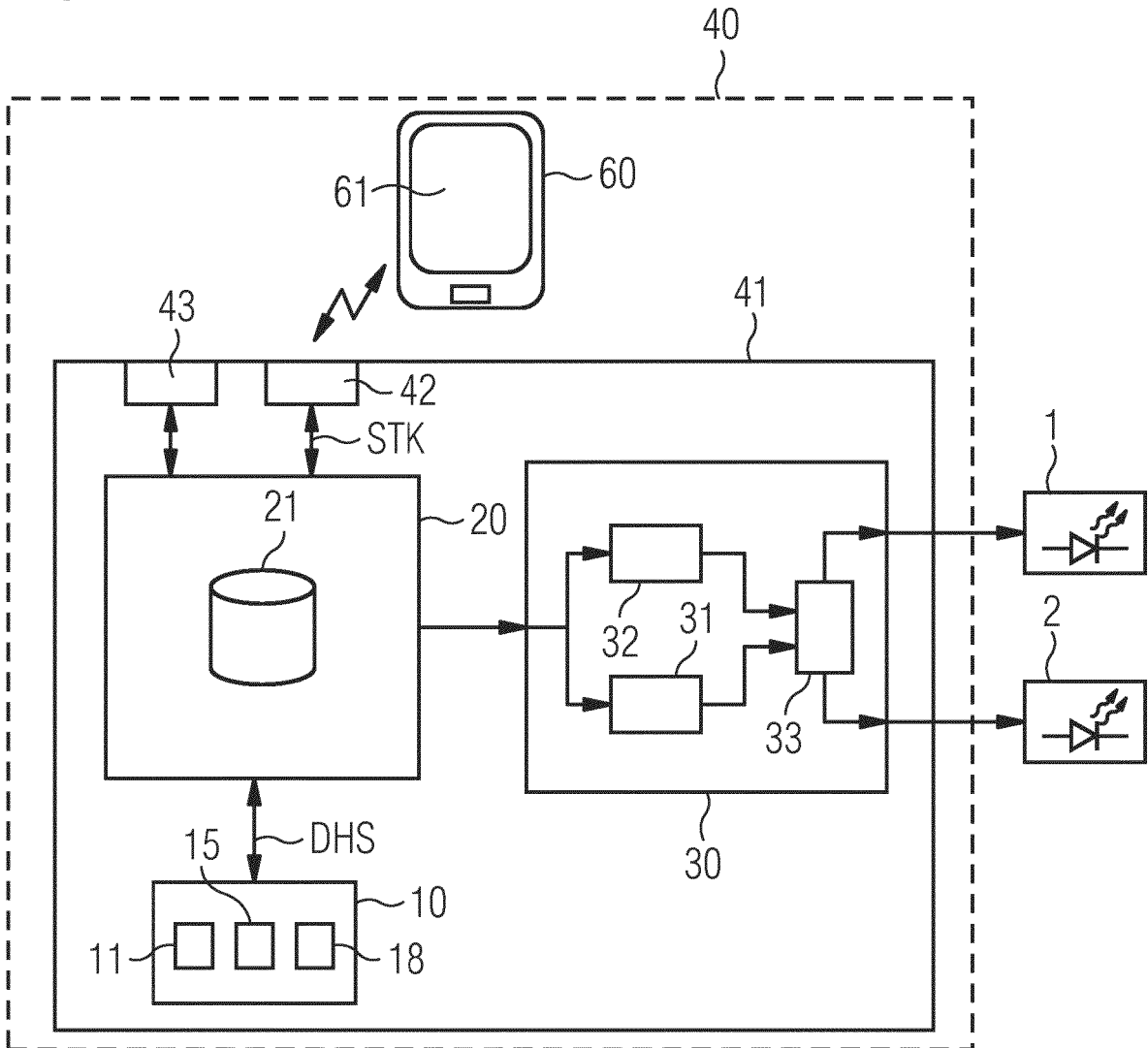




FIG 4

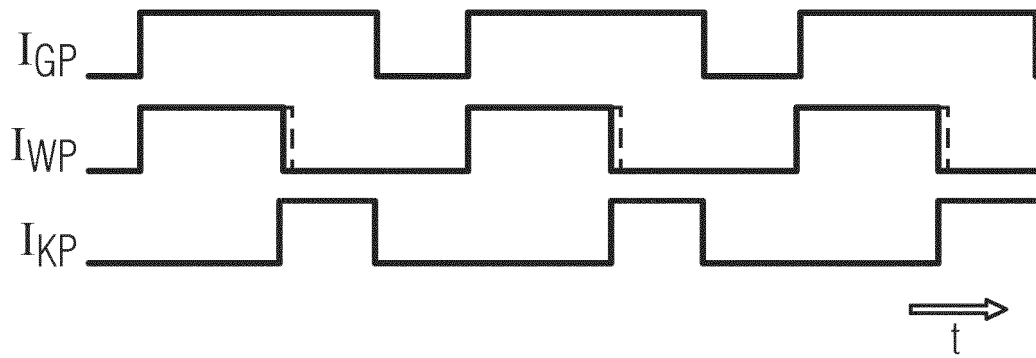


FIG 5

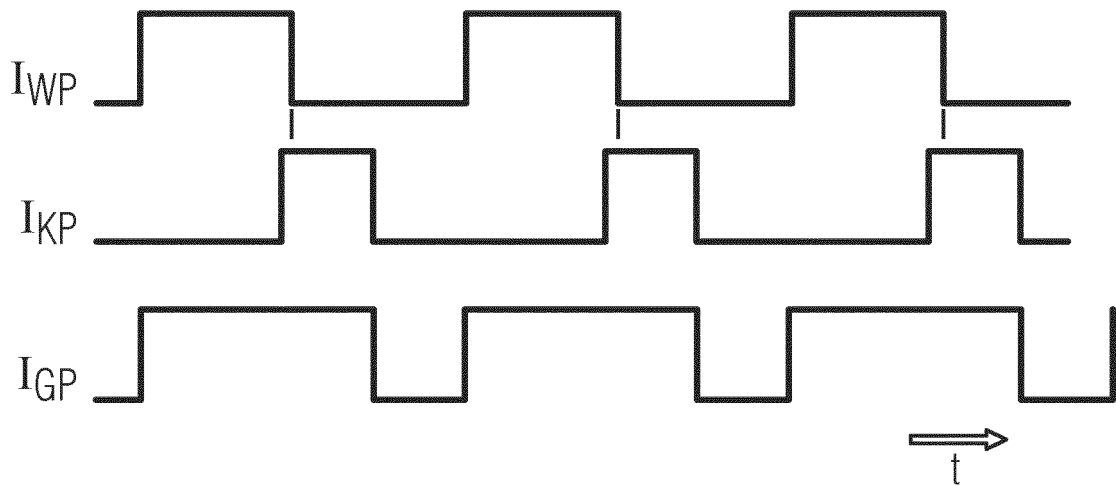


FIG 6

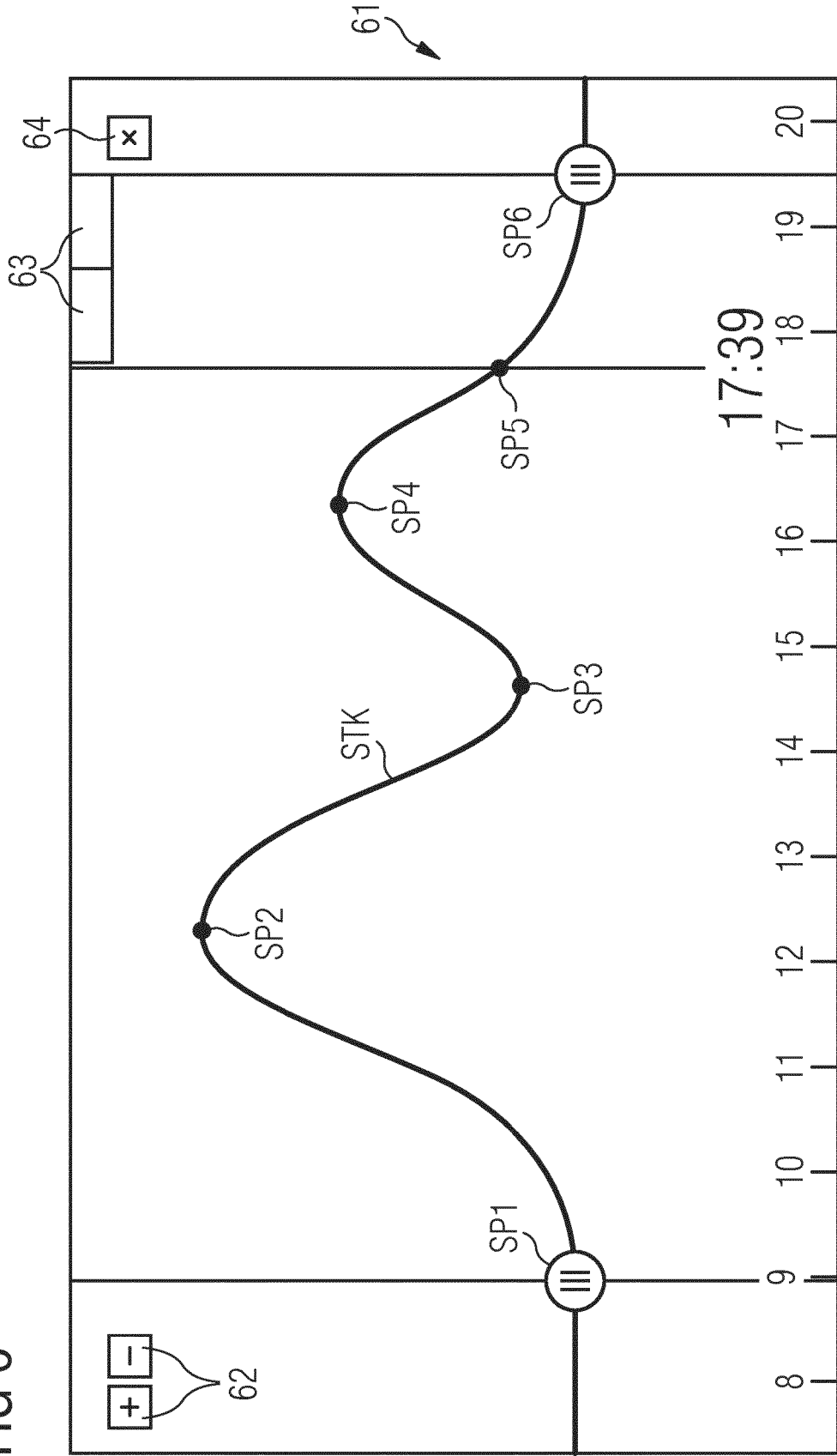


FIG 7

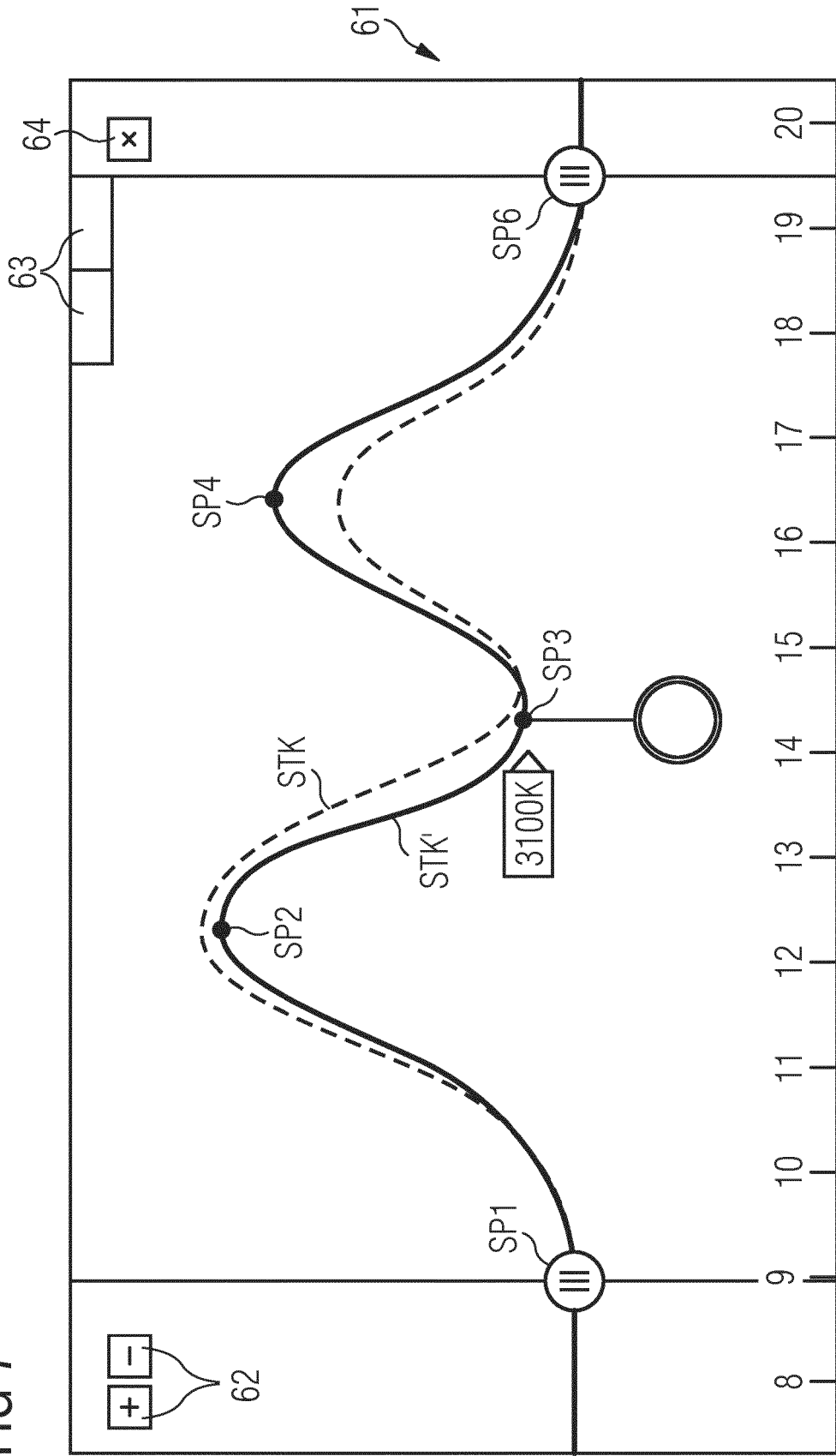


FIG 8

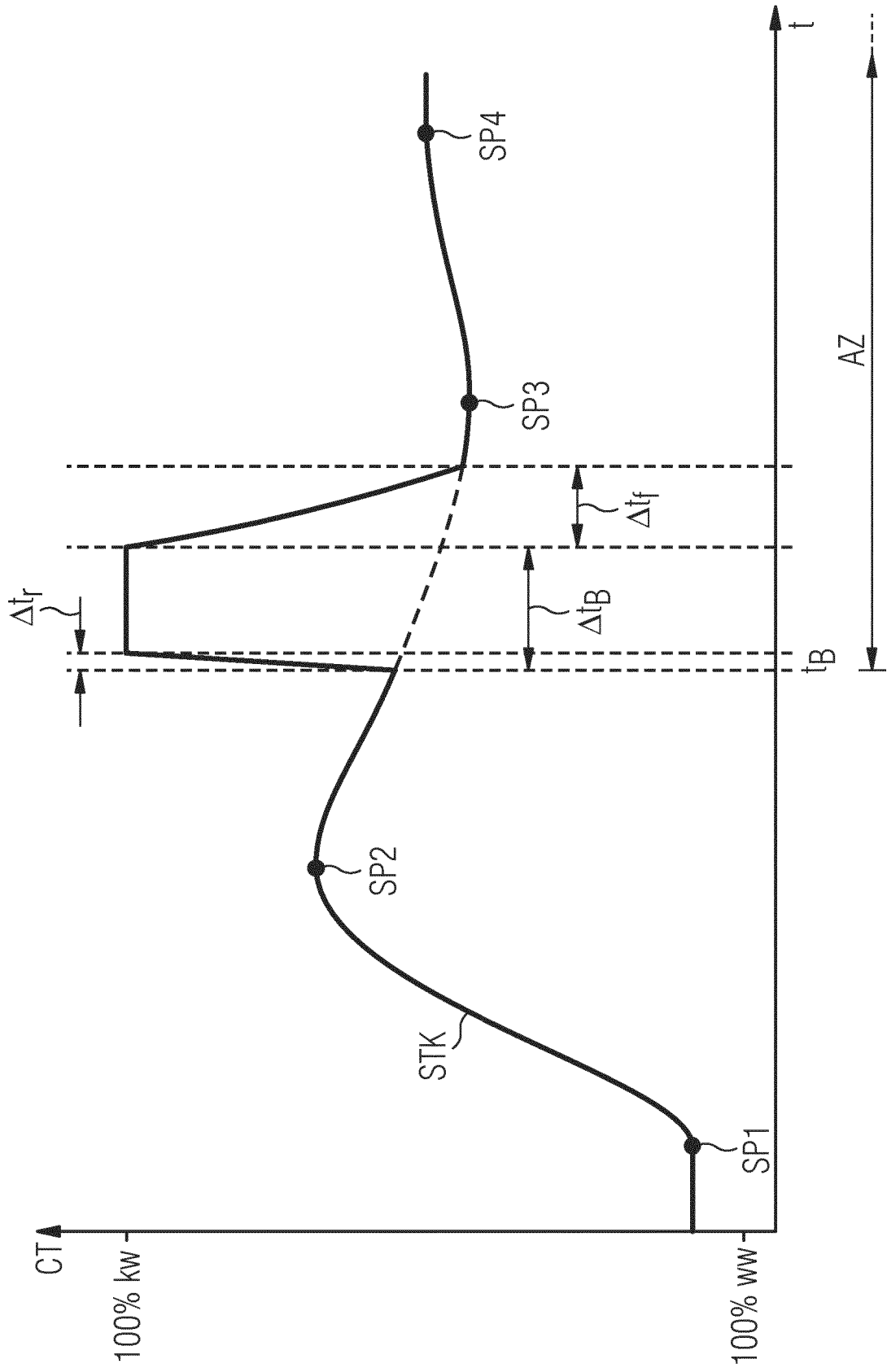


FIG 9

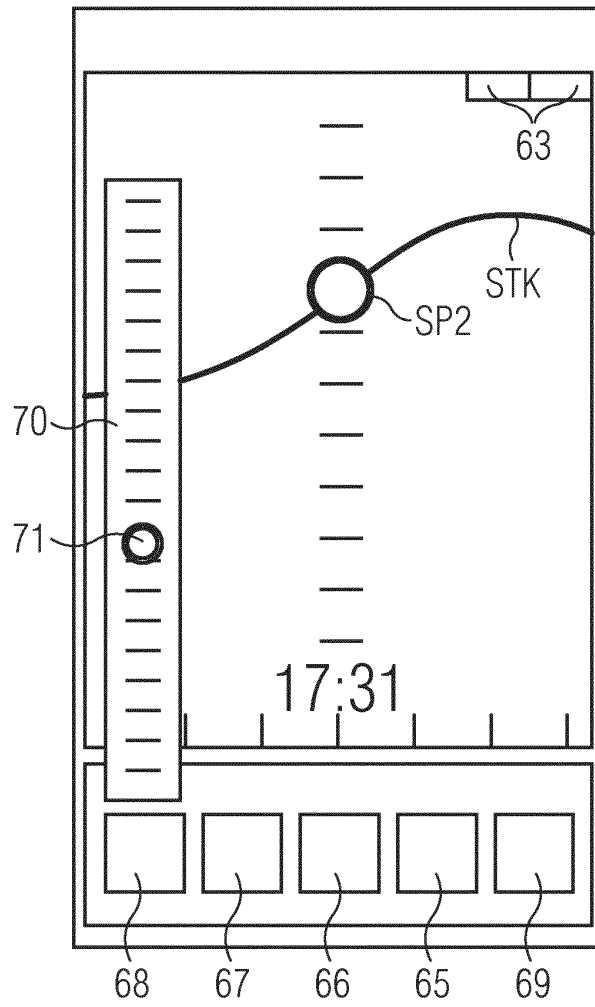
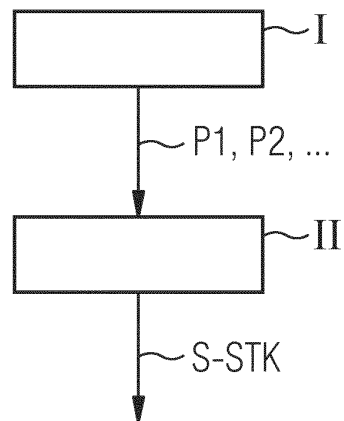


FIG 10



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 2010076250 A1 [0004]
- US 2013069561 A1 [0007]