

5 Verfahren und Systemanordnung zum Einstellen einer
 konstanten Wellenlänge

Die vorliegende Erfindung ist auf ein Verfahren gerichtet, welches es mit ge-
10 ringem technischen Aufwand ermöglicht, bei einer Leuchtdiode eine kon-
stante Wellenlänge derart einzustellen, dass sich für einen menschlichen
Betrachter mittels des unbewaffneten Auges eine gleichbleibende Farbe der
Leuchtdiode einstellt. Ferner ist die vorliegende Erfindung auf eine entspre-
chend eingerichtete Systemanordnung gerichtet sowie auf ein Computerpro-
15 grammprodukt mit Steuerbefehlen, welche das Verfahren ausführen bzw. die
Systemanordnung betreiben.

WO 2017/162 323 A1 zeigt eine effiziente Steuerungsanordnung und ein
Steuerungsverfahren, welche es ermöglichen, eine besonders effiziente Da-
20 tenübertragung, insbesondere für Leuchtdiodensteuereinheiten, bereitzustel-
len. Die Druckschrift ist ebenso gerichtet auf ein entsprechendes Protokoll,
welches Steuereinheiten veranlasst, die entsprechenden Verfahrensschritte
auszuführen.

25 WO 2017/162 324 A1 zeigt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur bidirekti-
onalen Kommunikation zwischen einer Befehlseinheit und einer Mehrzahl
von daran angeschlossenen LED-Steuereinheiten. Hierdurch wird es mög-
lich, mehreren seriell geschalteten LED-Steuereinheiten mit hoher Ge-
schwindigkeit Steuerbefehle zukommen zu lassen bzw. Ausführungsergeb-
30 nisse von diesen Steuereinheiten an eine Befehlseinheit zurückzugeben.

WO 2017/153 026 A1 zeigt ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Hellig-
keitskompensation einer Leuchtdiode, wobei stets eine gleichbleibende Hel-

ligkeit der Leuchtdiode unabhängig von der Temperaturschwankung erreicht wird.

Bekannte Verfahren sehen eine Pulsweitenmodulation PWM vor, welche
5 sich zunutze macht, dass eine Trägheit der verwendeten Komponenten der-
art vorliegt, dass sich eine gleichmäßige Helligkeit einstellt, auch wenn die
Leuchtdiode in einer gewissen Proportion an- beziehungsweise ausgeschal-
tet wird. Die Helligkeit wird dann in Abhängigkeit des Verhältnisses des An-
Zustands zu dem Aus-Zustand eingestellt. Ein solches Pulsieren der Leucht-
10 diode wird vom menschlichen Auge typischerweise nicht wahrgenommen
und eine gleichmäßige einstellbare Helligkeit resultiert aus dieser Ansteue-
rung.

Ferner ist es möglich, einen Pulsgenerator in die Konstantstromquellenschal-
15 tung zu integrieren, wobei die Versorgungsspannung gleich bleibt und die
Taktung der Lampen mit der im Impulsbetrieb betriebenen Stromquelle
selbst durchgeführt wird. Hierzu sind Ansteuerschaltungen bekannt, durch
die die Leuchtdioden auf einen einstellbaren Sollwert geregelt werden, wobei
der Sollwert durch einen Controller einstellbar ist. Ein Dimmen von Leuchtdi-
20 oden erfolgt gemäß bekannter Verfahren direkt durch das Dimmen des
Stroms durch die Leuchtdioden. Ferner bekannt sind Steuerungslogiken zum
Regeln der Stromzufuhr zur Leuchtdiode auch in Abhängigkeit von einer
Temperatur der Leuchtdiode.

25 In vielen Anwendungsszenarien finden Leuchtdioden LEDs Einsatz bei de-
nen sie bezüglich Glühlampen zumindest nicht nachteilig sein sollen. Wäh-
rend sich Glühlampen bezüglich ihrer Helligkeit einfach dimmen lassen, so
sind bezüglich Leuchtdioden Verfahren bekannt, welche beispielsweise
durch ein vorbestimmtes Ansteuerungsmuster eben diese Leuchtdioden an-
30 steuern und hierbei ein optisches Dimmen ermöglichen. Im Gegensatz hier-
zu ist es jedoch häufig erwünscht, dass eine Leuchtdiode beispielsweise bei

einer ansteigenden Umgebungstemperatur auch heller gestellt werden muss. Dies ist der Fall, da typischerweise LEDs ein Leuchtverhalten aufweisen, welches in Abhängigkeit eines steigenden Temperaturwerts die emittierte Leuchtkraft reduziert.

5

Generell ist es bekannt, dass Leuchtdioden, welche typischerweise als Rot-, Grün- oder Blau-emittierende Leuchtdioden bereitgestellt werden, bezüglich einer Temperaturentwicklung anfällig für Helligkeits- bzw. Farbschwankungen sind. Somit ist es gemäß Stand der Technik nachteilig, dass die Farbva-
10 riationen in Abhängigkeit der Temperaturentwicklung bzw. Helligkeitsvariati-
onen derart stark ausfallen können, dass diese für das menschliche Auge erkennbar sind und sich somit ungewünschte optische Effekte ergeben. Sol-
che optischen Effekte können sich auf Komfortfunktionen beispielsweise ei-
nes Fahrzeugs beziehen, wobei auch Anwendungsszenarien vorsehen, dass
15 von den Leuchtdioden eine Sicherheitsfunktion ausgeht. So werden Leucht-
dioden auch als optische Warnsignalgeber eingesetzt und der Nachteil der
Helligkeitsvariation bzw. Farbvariation kann sicherheitskritisch sein.

Besonders problematisch ist ausgehend vom Stand der Technik der techni-
20 sche Aufwand, der bei der Herstellung von Leuchtdioden betrieben werden
muss. So müssen entsprechende Leuchtdioden Tests durchlaufen, und es
entsteht ein gesteigerter Ausschuss dadurch, dass die Leuchtdioden vorbe-
stimmte Sollwerte in Abhängigkeit der Temperatur nicht erreichen können.
Besonders nachteilig ist dieser Sachverhalt im Einsatzszenario von Automo-
25 bilen. Hier ergibt sich ein besonderer Nachteil, nämlich der, dass die verbau-
ten Leuchtdioden nicht jederzeit auswechselbar sind und vielmehr der End-
kunde sein Fahrzeug zur Wartung übergeben müsste. Neben dem hohen zu
betreibenden logistischen Aufwand senkt dieser Nachteil im Stand der Tech-
nik die Akzeptanz des Endkundens gegenüber entsprechenden optischen
30 Einrichtungen.

Es ist daher eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes Verfahren zum Einstellen einer konstanten Wellenlänge einer Leuchtdiode vorzuschlagen, welches es ermöglicht, dass sich bei der Leuchtdiode eine möglichst gleichbleibende Farbe einstellt, ohne dass dies großen technischen Aufwand erfordert. Ferner ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine entsprechend eingerichtete Systemanordnung vorzuschlagen sowie ein Computerprogrammprodukt mit Steuerbefehlen, welche das Verfahren ausführen bzw. die Systemanordnung betreiben.

- 10 Die Aufgabe wird gelöst mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Demgemäß wird ein Verfahren zum Einstellen einer konstanten Wellenlänge einer Leuchtdiode vorgeschlagen, aufweisend ein Ansteuern der Leuchtdiode mittels eines voreingestellten Stromwerts, ein Messen einer tatsächlich vorherrschenden Temperatur einer in unmittelbarer Nähe der angesteuerten Leuchtdiode angeordneten Steuereinheit, ein Bereitstellen einer empirisch ermittelten Wellenlängenvariation der Leuchtdiode in Abhängigkeit der Temperatur der Leuchtdiode und ein Anpassen des voreingestellten Stromwerts in Abhängigkeit der tatsächlich vorherrschenden Temperatur und der empirisch ermittelten Wellenlängenvariation zum Einstellen der konstanten Wellenlänge der Leuchtdiode.

Der Fachmann erkennt hierbei, dass einzelne Verfahrensschritte iterativ und/oder in anderer Reihenfolge ausgeführt werden können. Insbesondere können Verfahrensschritte weitere Unterschritte aufweisen. So erfolgt typischerweise das Ansteuern der Leuchtdiode iterativ und es wird iterativ die vorherrschende Temperatur an der Steuereinheit gemessen. In einem vorbereitenden Verfahrensschritt erfolgt ein Bereitstellen einer empirisch ermittelten Wellenlängenvariation. Das Anpassen des voreingestellten Stromwerts erfolgt in einer bestimmten Taktung bzw. innerhalb voreingestellter Intervalle.

- Mittels des vorgeschlagenen Verfahrens wird ein Einstellen einer konstanten Wellenlänge einer Leuchtdiode erreicht, da die Fehlerrate der Leuchtdiode erkannt wird und sodann der Stromwert entsprechend eingestellt wird. Bei
- 5 der konstanten Wellenlänge handelt es sich um eine im Wesentlichen konstante Wellenlänge, wobei der Bezugspunkt der konstanten Wellenlänge das menschliche Auge ist. So ist es tatsächlich in technischer Sicht gemäß des vorgeschlagenen Verfahrens möglich, dass die Wellenlänge nicht konstant ist, sie aber derart angepasst wird, dass sie bezüglich dem unbewaffneten
- 10 menschlichen Auge konstant ist. Somit stellt sich mittels der konstanten Wellenlänge ein für den menschlichen Betrachter gleichbleibender Farbwert ein. Mittels technischer Hilfsmittel kann jedoch erkannt werden, dass es sich bei der konstanten Wellenlänge lediglich um eine im Wesentlichen konstante Wellenlänge handelt, die leicht variiert.
- 15 Eine Leuchtdiode kann als eine Rot-, Grün-, Blau- oder Weiß-leuchtende bzw. -emittierende Leuchtdiode vorliegen. Dabei ist es bekannt, diese unterschiedlichen einzelnen Leuchtdioden zu Leuchtdiodeneinheiten zusammenzufassen, so dass bauartbedingt beispielsweise drei oder vier einzelne
- 20 Leuchtdioden eine Leuchtdiodeneinheit ausformen. Hierbei sind weitere technische Einrichtungen vorzusehen, welche beispielsweise die einzelnen Leuchtdioden derart ansteuern, dass sich eine Wellenlänge bzw. eine Helligkeit ergibt.
- 25 Hierzu dienen die vorgeschlagenen Steuereinheiten, welche die Leuchtdioden indirekt mit einer gewissen Stromstärke beaufschlagen bzw. eine Pulsweitenmodulation durchführen. Mittels der Pulsweitenmodulation wird die Helligkeit bzw. Leuchtkraft jeder einzelnen Leuchtdiode eingestellt und so dann anhand des Stromwerts die Wellenlänge eingestellt. Bei dem vorge-
- 30 schlagenen Stromwert handelt es sich also um denjenigen Stromwert, mittels dem die Leuchtdiode angesteuert wird. Dem steht auch nicht entgegen, dass

im Rahmen der Pulsweitenmodulation mindestens zeitweise kein Strom bereitgestellt wird.

Dieses Bereitstellen von Strom erfolgt im Rahmen des Ansteuerns der
5 Leuchtdiode mittels eines voreingestellten Stromwerts. Hierbei handelt es sich generell um das Betreiben der Leuchtdiode gemäß einer bereitgestellten Spezifikation. Dieser Verfahrensschritt erfolgt auch gemäß dem Stand der Technik, wobei sich der Nachteil ergibt, dass der konstante voreingestellte Stromwert zu einer Wellenlängenvariation führt, welche dem Betrachter
10 dadurch ersichtlich wird, dass sich die Farbe der Leuchtdiode ändert. Dies erfolgt aufgrund der wechselnden Temperaturverhältnisse innerhalb der Leuchtdiode. Der voreingestellte Stromwert ist typischerweise in einer Speichereinheit der Leuchtdiodeneinheit hinterlegt bzw. wird mittels der Steuereinheit bereitgestellt.

15 In einem weiteren Verfahrensschritt erfolgt ein Messen einer tatsächlich vorherrschenden Temperatur einer in unmittelbarer Nähe der angesteuerten Leuchtdiode angeordneten Steuereinheit. Erfindungsgemäß wird also erkannt, dass nicht direkt an der Leuchtdiode die Temperatur gemessen werden muss, sondern dass die Steuereinheit hierzu verwendet werden kann. Somit ergibt sich erfindungsgemäß eine Bauart, die es ermöglicht, dass die Temperatur an einer alternativen Stelle gemessen werden kann und hierbei auch der Messfühler bzw. der Temperaturfühler an der Steuereinheit angeordnet werden kann. Da die Temperatur nicht direkt an der Leuchtdiode ge-
20 messen wird, sondern eben an der Steuereinheit, berücksichtigt das vorgeschlagene Verfahren gemäß einem Aspekt diesen Abstand und variiert den Stromwert entsprechend. Da die Steuereinheit in unmittelbarer Nähe der Leuchtdiode angeordnet ist, kann ein Rückschluss auf die Temperatur der Leuchtdiode zur Laufzeit gefolgert werden.

30

Eine unmittelbare Nähe ist hierbei derart zu interpretieren, dass die Nähe im Wesentlichen unmittelbar ist, derart, dass lediglich eine Schicht, beispielsweise wie sie später beschrieben wird, zwischen dem Messfühler und der Steuereinheit angeordnet ist. Somit ist „unmittelbar“ derart zu interpretieren, 5 dass keine weiteren aktiven Komponenten verbaut sind. Folglich sind lediglich passive Komponenten, wie beispielsweise Verbindungsschichten oder Wärmeleitschichten, zwischen der Leuchtdiode und der Steuereinheit angeordnet. Generell ist das Merkmal in „unmittelbarer“ Nähe dahingehend optional, dass keine weiteren aktiven, wärmeerzeugenden Einheiten zwischen 10 Leuchtdiode und Steuereinheit angeordnet sind. Somit kann der Verfahrensschritt auch derart durchgeführt werden, dass ein Messen einer tatsächlich vorherrschenden Temperatur einer in Nähe der angesteuerten Leuchtdiode angeordneten Steuereinheit erfolgt. Insbesondere werden auch Abstände als unmittelbar verstanden, die weniger als einen Millimeter betragen.

15 Sodann erfolgt ein Bereitstellen einer empirisch ermittelten Wellenlängenvariation der Leuchtdiode in Abhängigkeit der Temperatur der Leuchtdiode. Dies wird auch als das Bereitstellen einer Kennlinie der Leuchtdiode bezeichnet. Die empirisch ermittelte Wellenlängenvariation gibt an, inwieweit 20 sich die Wellenlänge der Leuchtdiode mit steigender bzw. fallender Temperatur verändert. Dies wird auch als die Fehlerrate der Leuchtdiode bezeichnet und gibt einen technisch bedingten Wert an, der einem Delta desjenigen Werts der Wellenlänge entspricht, der entsteht, wenn die Temperatur der Leuchtdiode steigt oder fällt. Dieser empirische Wert kann in einem Datenspeicher hinterlegt werden. 25

Da nunmehr die Längenvariation bekannt ist und auch eine Temperatur bekannt ist, anhand derer auf die Temperatur der Leuchtdiode rückgeschlossen werden kann, erfolgt ein Anpassen des voreingestellten Stromwerts. 30 Somit verzweigt das Verfahren iterativ zurück in einen ersten Verfahrensschritt, der ein Ansteuern der Leuchtdiode vorsieht. Die Leuchtdiode wird

hierbei derart angesteuert, dass sich die konstante Wellenlänge bzw. die im Wesentlichen konstante Wellenlänge der Leuchtdiode einstellt.

Somit erfolgt also in diesem Verfahrensschritt ein Kompensieren der Wellenlängenvariation über die Temperatur, und der Stromwert wird derart eingestellt, dass sich ein stets konstanter Farbwert der Leuchtdiode ergibt.

Generell kann erfindungsgemäß berücksichtigt werden, dass die tatsächlich vorherrschende Temperatur an der Steuereinheit gemessen wird und nicht an der Leuchtdiode und sich die bereitgestellte empirisch ermittelte Wellenlängenvariation auf eine Temperatur der Leuchtdiode bezieht. Somit ist es vorteilhaft, hier einen Kompensationsfaktor einzuberechnen, der berücksichtigt, dass eben nicht direkt an der Leuchtdiode tatsächlich gemessen wird, sondern an der angeordneten Steuereinheit. Folglich ist es erfindungsgemäß möglich, eine alternative Bauart vorzuschlagen und ebenso das Verfahren entsprechend zu betreiben.

In einem abschließenden, iterativ auszuführenden Verfahrensschritt erfolgt im Rahmen des Anpassens des voreingestellten Stromwerts ein tatsächliches Ansteuern der Leuchtdiode anhand dieses angepassten Stromwerts. Somit wird über die Zeit bzw. die Temperaturentwicklung sichergestellt, dass die Leuchtdiode eine konstante Wellenlänge emittiert.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird das Verfahren jeweils für eine Rot-, Blau-, Grün- oder Weiß-emittierende Leuchtdiode durchgeführt. Dies hat den Vorteil, dass sich mittels des vorgeschlagenen Verfahrens nicht nur die Farben einstellen lassen, sondern vielmehr kann auch mittels einer Weiß-emittierenden Leuchtdiode die Leuchtkraft angepasst werden, so dass zur Helligkeitskompensation kein gesondertes Verfahren verwendet werden muss. Somit lässt sich also auch mit geringem technischen Aufwand die Helligkeit der Leuchtdiode steuern.

- Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird das Verfahren derart iterativ ausgeführt, dass das Anpassen des voreingestellten Stromwerts im Wesentlichen alle 2 Sekunden erfolgt. Dies hat den Vorteil, dass stets tatsächlich eine Anpassung der Wellenlänge erfolgt, hierbei jedoch ein geringer Rechenaufwand benötigt wird und sodann die zugrundeliegenden Komponenten eben auch effizient ausgestaltet werden können. Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass ein Anpassen des Stromwerts alle zwei Sekunden bezüglich der menschlichen Wahrnehmung derart vorteilhaft ist, dass innerhalb eines solchen Zeitintervalls kein wesentlicher Fehler, also eine Abweichung der Ist-Wellenlänge von der Soll-Wellenlänge, entsteht und somit lediglich vernachlässigbare Fehlerraten auftreten. Insofern wird sichergestellt, dass das menschliche Auge keine Abweichung der Wellenlänge feststellt, insgesamt also eine konstante Wellenlänge wahrnimmt. Lediglich aus technischer Sicht kann mittels Hilfsmitteln festgestellt werden, dass innerhalb der 2 Sekunden die Wellenlänge variiert, was sodann zeitnah angepasst wird. Somit wird erfindungsgemäß eine geeignete Balance zwischen Hardwareaufwand und menschlicher Wahrnehmung geschaffen.
- Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung spezifiziert der voreingestellte Stromwert einen Strompuls einer Pulsweitenmodulation. Dies hat den Vorteil, dass der voreingestellte Stromwert im Rahmen der Pulsweitenmodulation eingeschaltet und ausgeschaltet werden kann, so dass eben auch die Helligkeit variiert werden kann. Somit kann im Rahmen des Ansteuerns der Leuchtdiode mittels eines voreingestellten Stromwerts auch temporär kein Strom angelegt werden und hierdurch die Pulsweitenmodulation realisiert werden.

- Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird das Anpassen des voreingestellten Stromwerts mittels einer abgespeicherten Fehlerfunktion durchgeführt. Dies hat den Vorteil, dass eine Funktion empirisch

ermittelt werden kann, welche das Inverse des Fehlers bezüglich der Wellenlänge auf die Stromstärke aufmultipliziert bzw. addiert, so dass der entstehende Fehler, also die Abweichung der Wellenlänge, ausgelöscht bzw. kompensiert wird. So bestimmt die Fehlerfunktion einen Wert, um den der vor-

5 eingestellte Stromwert angepasst werden muss, so dass wieder die Ausgangswellenlänge geschaffen wird.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung stellt die Fehlerfunktion einen Kompensationswert bereit, welcher die Wellenlängenvariation

10 der Leuchtdiode ausgleicht. Dies hat den Vorteil, dass in Abhängigkeit einer vorherrschenden Temperatur ein Delta bezüglich des Stromwerts geschaffen wird, und dieses Delta derart auf den voreingestellten Stromwert angerechnet wird, so dass sich wiederum die gewünschte konstante Wellenlänge ein-

stellt.

15 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt der Kompensationswert als ein Kompensationsfaktor und/oder Kompensationssummand vor. Dies hat den Vorteil, dass ein Kompensationswert aufmultipliziert und/oder aufsummiert werden kann, wobei erfindungsgemäß auch eine

20 Kombination beider Möglichkeiten vorgeschlagen wird. Somit lässt sich der Stromwert jederzeit derart anpassen, dass sich die gewünschte konstante Wellenlänge einstellt bzw. der Fehler in der Abweichung der Wellenlänge kompensiert wird.

25 Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung bestimmt die Fehlerfunktion in Abhängigkeit der tatsächlich vorherrschenden Temperatur der Steuereinheit die Temperatur der Leuchtdiode. Dies hat den Vorteil, dass nicht direkt an der Leuchtdiode der Temperaturwert abgenommen werden muss, sondern vielmehr wird erfindungsgemäß die Temperatur der Steuer-

30 einheit gemessen und sodann auf die Temperatur der Leuchtdiode zurückgeschlossen. Insofern lässt sich eine alternative Bauart bewerkstelligen und

es können Erfahrungswerte zu Rate gezogen werden, welche angeben, bei welcher Temperatur der Steuereinheit welche Werte der Temperatur an der Leuchtdiode vorherrschen. Weiterhin lassen sich ausgehend von der Temperatur Rückschlüsse auf die Wellenlänge ziehen, wodurch wiederum der Stromwert angepasst werden kann, derart, dass sich wiederum die gewünschte Wellenlänge einstellt. Dies ist deshalb der Fall, da technisch bedingt die Wellenlänge mit der vorherrschenden Temperatur variiert.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung erfolgt das Anpassen des voreingestellten Stromwerts dann, wenn eine Ist-Wellenlänge um mehr als einen Schwellenwert von der Soll-Wellenlänge abweicht. Dies hat den Vorteil, dass nicht jegliche Abweichung der Wellenlänge sofort korrigiert werden muss, sondern vielmehr kann ein Schwellenwert definiert werden, der beispielsweise der Genauigkeit des unbewaffneten menschlichen Auges entspricht. Wird dieser Schwellenwert unterschritten bzw. überschritten, so erfolgt ein Anpassen des Stromwerts, und die zugrundeliegenden Hardwarekomponenten können besonders effizient ausgestaltet werden. Dies ist deshalb der Fall, da nicht sofort jede Abweichung kompensiert werden muss, sondern vielmehr kann der Schwellenwert derart groß gewählt werden, dass die Variation gerade für das menschliche Auge nicht sichtbar ist. Insofern kann der Schwellenwert auch Rücksicht auf die zugrundeliegende Hardware nehmen, und diese kann wiederum effizient ausgestaltet werden.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung spezifiziert die empirisch ermittelte Wellenlängenvariation eine Kennlinie der Leuchtdiode. Dies hat den Vorteil, dass eine technische Spezifikation bereits seitens des Herstellers ausgeliefert werden kann, welche auch als Kennlinie bezeichnet wird. Die Kennlinie beschreibt Charakteristika der Leuchtdiode, und somit kann auch eine Wellenlängenvariation in Abhängigkeit der Temperatur bereitgestellt werden, welche sodann erfindungsgemäß korrigiert wird.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung beträgt die unmittelbare Nähe kleiner als 1 mm. Dies hat den Vorteil, dass die zugrundeliegende Einheit derart klein gewählt wird, dass tatsächlich noch von einer unmittelbaren Nähe gesprochen werden kann, erfindungsgemäß jedoch herausgefunden wurde, dass größere Abweichungen aufwändig zu berechnen sind. So führt eine Nähe von kleiner 1 mm typischerweise nicht zu einer großen Verfälschung bezüglich der Temperatur, und es kann die Temperatur der Steuereinheit dem erfindungsgemäßen Verfahren zugrundegelegt werden, anstatt der Temperatur der Leuchtdiode.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die unmittelbare Nähe mittels einer Dicke einer Klebeschicht, einer Silikonschicht, einer Polymerschicht, einer Wärmeleitschicht, einer Aluminiumschicht und/oder einer Kupferschicht eingestellt. Ferner können hierzu ein Luftspalt oder Gießharze dienen. Dies hat den Vorteil, dass der Abstand zwischen der Leuchtdiode und der Steuereinheit oder alternativ der Abstand zwischen dem Messfühler und der Steuereinheit derart eingestellt wird, dass mindestens eine der aufgeführten Schichten Anwendung findet. Hierbei handelt es sich generell um eine unmittelbare Nähe, da keine elektronischen Komponenten zwischen den vorgeschlagenen Nenneinheiten angeordnet werden und somit eben auch keine neue Wärmequelle geschaffen wird. Somit wird erfindungsgemäß also trotz einer eingebrachten Schicht von einer unmittelbaren Nähe gesprochen. Erfindungsgemäß erfolgt das Anpassen des Stromwerts unter Berücksichtigung einer solchen Schicht und kompensiert somit die Tatsache, dass erfindungsgemäß die vorherrschende Temperatur an der Steuereinheit gemessen wird und nicht an der Leuchtdiode.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird die Steuereinheit als ein Controller, ein Controller-Chip, eine Logikschaltung, ein Logikgatter oder ein Mikrocontroller bereitgestellt. Dies hat den Vorteil, dass effizien-

ente Recheneinheiten als Steuereinheiten Einsatz finden, welche die Leuchtdiode bzw. die Leuchtdioden ansteuern. Mittels einer entsprechenden Steuereinheit kann die Leuchtdiode anhand einer Pulsweitenmodulation angesteuert werden, und insbesondere erfolgt erfindungsgemäß ein Ansteuern der Leuchtdiode mittels eines voreingestellten Stromwerts, welcher beispielsweise durch die Steuereinheit geregelt werden kann.

Die Aufgabe wird auch gelöst durch eine Systemanordnung zum Einstellen einer konstanten Wellenlänge einer Leuchtdiode, aufweisend eine Steuereinheit eingerichtet zum Ansteuern der Leuchtdiode mittels eines voreingestellten Stromwerts, mindestens ein Messfühler eingerichtet zum Messen einer tatsächlich vorherrschenden Temperatur der in unmittelbarer Nähe der angesteuerten Leuchtdiode angeordneten Steuereinheit, eine Schnittstelleneinheit eingerichtet zum Bereitstellen einer empirisch ermittelten Wellenlängenvariation der Leuchtdiode in Abhängigkeit der Temperatur der Leuchtdiode und eine Kompensationsschnittstelle eingerichtet zum Anpassen des voreingestellten Stromwerts in Abhängigkeit der tatsächlich vorherrschenden Temperatur und der empirisch ermittelten Wellenlängenvariation zum Einstellen der konstanten Wellenlänge der Leuchtdiode.

Die Aufgabe wird auch gelöst durch ein Computerprogrammprodukt mit Steuerbefehlen, welche das vorgeschlagene Verfahren ausführen bzw. die vorgeschlagene Systemanordnung betreiben.

Erfindungsgemäß ist es besonders vorteilhaft, dass das Verfahren eingerichtet ist, die vorgeschlagene Systemanordnung zu betreiben und die Systemanordnung eingerichtet ist, das vorgeschlagene Verfahren auszuführen. Somit umfasst das Verfahren Verfahrensschritte, welche funktional anhand der strukturellen Merkmale der Systemanordnung nachgebildet werden können. Darüber hinaus umfasst die Systemanordnung funktionale Komponenten, die eine Funktion gemäß der vorgeschlagenen Verfahrensschritte schaffen.

Das Computerprogrammprodukt dient sowohl dem Ausführen der Verfahrensschritte als auch dem Betreiben der Systemanordnung.

Weitere vorteilhafte Aspekte werden anhand der beigefügten Figuren näher
5 erläutert. Es zeigen:

Fig. 1: eine Entwicklung einer Wellenlänge einer Leuchtdiode in Abhängigkeit der Temperatur als Ausgangspunkt für die vorliegende Erfindung;
10

Fig. 2: eine Entwicklung einer Wellenlänge einer Leuchtdiode in Abhängigkeit eines eingestellten Stromwerts als weiterer Ausgangspunkt für die vorliegende Erfindung;

15 Fig. 3: eine Kompensation einer Wellenlänge gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4: eine Systemanordnung gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung; und
20

Fig. 5: ein schematisches Ablaufdiagramm des vorgeschlagenen Verfahrens zum Einstellen einer konstanten Wellenlänge gemäß der vorliegenden Erfindung.

25 Fig. 1 zeigt auf der linken Seite ein Diagramm, wobei auf der x-Achse die Temperatur der Leuchtdiode angezeichnet ist und auf der y-Achse die resultierende Wellenlänge, welche durch die Leuchtdiode emittiert wird. Typischerweise wird eine konstante Wellenlänge gefordert, welche jedoch in unvorteilhafter Weise mit der Temperatur variiert. Wie im vorliegenden Diagramm gezeigt ist, steigt die Wellenlänge mit steigender Temperatur, was
30 dazu führt, dass der Betrachter eine Farbvariation wahrnimmt, welche so

nicht gewünscht ist. Ein analoges Beispiel ist auf der rechten Seite für einen bestimmten Wert gezeigt. Die vorliegende Erfindung stellt sich die Aufgabe, diese Variation der Wellenlänge zu kompensieren.

- 5 Fig. 2 zeigt in dem linken Diagramm einen Strom, der an der x-Achse angetragen ist, und eine Wellenlänge, die an der y-Achse angetragen ist. Wie vorliegend ersichtlich ist, variiert die Wellenlänge in Abhängigkeit von dem bereitgestellten Strom und dadurch verringert sich die Wellenlänge mit steigendem Strom. Ebenfalls eine charakteristische Kurvenentwicklung ist auf
10 der rechten Seite dargestellt, wobei an der y-Achse wiederum die Wellenlänge angetragen ist und an der x-Achse der Strom. Erfindungsgemäß werden die Nachteile überwunden, dass die Wellenlänge anhand der Temperaturentwicklungen variiert, wobei vorliegend ausgenützt wird, dass die Wellenlänge auch anhand des bereitgestellten Stroms bzw. Stromwerts zu ändern
15 ist.

- Fig. 3 zeigt einen Aspekt der vorliegenden Erfindung, nämlich dass bestimmt werden kann, zu welcher Temperatur welche Wellenlänge vorherrscht und hierzu eben auch berechnet werden kann, wie eine entsprechende Fehlerfunktion auszugestalten ist. So werden beispielhaft werde von 20 °C und 110
20 °C berücksichtigt.

- Auf der rechten Seite ist ein entsprechendes Diagramm gezeigt, welches wiederum an der x-Achse den bereitgestellten Stromwert anträgt und auf der
25 y-Achse die Wellenlänge. Erfindungsgemäß werden nunmehr diese beiden Diagramme gemäß Fig. 3 kombiniert, und die steigende Wellenlänge auf der linken Seite in Abhängigkeit der Temperatur wird mit der fallenden Wellenlänge auf der rechten Seite in Abhängigkeit des bereitgestellten Stromwerts eliminiert.

30

- Erfindungsgemäß werden also beide Diagramme miteinander kombiniert, und mit steigender Temperatur wird der Stromwert erhöht. Somit steigt also die Wellenlänge mit der Temperatur, was erfindungsgemäß dahingehend kompensiert wird, dass die Fehlerfunktion den eingestellten Stromwert derart erhöht, dass sich entsprechend der Steigerung auf der linken Seite eine Reduzierung der Wellenlänge gemäß der rechten Seite ergibt. Beide Kurven überlagert sodann eine konstante Wellenlänge, welche erfindungsgemäß geschaffen wird.
- 10 Folglich erfolgt erfindungsgemäß ein Einstellen des Stromwerts in Abhängigkeit der vorherrschenden Temperatur bzw. der Wellenlängenvariation. Dieses Verfahren kann iterativ derart ausgeführt werden, dass die Diagramme für jede der Leuchtdioden, also die rote, grüne, blaue und weiße Leuchtdiode, erstellt werden.
- 15 Fig. 4 zeigt die vorgeschlagene Systemanordnung, wobei links oben ein Temperaturfühler angeordnet ist, der die Temperatur an der Steuereinheit bzw. in unmittelbarer Nähe der Leuchtdiode misst und sodann den gemessenen Wert analog an einen Analog-Digital-Wandler übermittelt. Diese Komponente stellt sodann den digitalen gemessenen Wert an die Fehlerfunktionskomponente bereit. Auf der linken Seite ist ein sogenannter One-Time-Programmable-Baustein angeordnet, also ein nicht-flüchtiger Speicher, kurz auch als OTP bezeichnet. Die Fehlerfunktionskomponente übersendet den einzustellenden Wert sodann an einen Digital-Analog-Wandler, der dann die
- 20 Leuchtdiode anspricht.
- 25 Fig. 5 zeigt in einem schematischen Ablaufdiagramm das vorgeschlagene Verfahren zum Einstellen einer konstanten Wellenlänge einer Leuchtdiode, aufweisend ein Ansteuern 100 der Leuchtdiode mittels eines voreingestellten Stromwerts, ein Messen 101 einer tatsächlich vorherrschenden Temperatur einer in unmittelbarer Nähe der angesteuerten 100 Leuchtdiode angeordnete-
- 30

ten Steuereinheit, ein Bereitstellen 102 einer empirisch ermittelten Wellenlängenvariation der Leuchtdiode in Abhängigkeit der Temperatur der Leuchtdiode und ein Anpassen 103 des voreingestellten Stromwerts in Abhängigkeit der tatsächlich vorherrschenden Temperatur und der empirisch ermittelten Wellenlängenvariation zum Einstellen 104 der konstanten Wellenlänge der Leuchtdiode.

Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist mindestens ein Sensor zum Ausmessen des Temperaturwerts an mindestens einem Messort vorgesehen. Mehrere Messorte eignen sich hierzu, beispielsweise ein Messort an genau einer Leuchtdiode, ein Messort an je einer Leuchtdiode, ein Messort an einem Mikrocontroller, der an eine Leuchtdiode angeschlossen ist, oder ein Messort in einer unmittelbaren Umgebung einer Leuchtdiode. Beispielsweise findet das vorgeschlagene Verfahren bei mehreren verschalteten Leuchtdioden Einsatz. Hierbei ist es möglich, dass beispielsweise mehrere Leuchtdioden in Serie geschaltet sind. Wird diese Mehrzahl von Leuchtdioden in einem Automobil verbaut, so kann es sein, dass an unterschiedlichen Einsatzorten unterschiedliche Temperaturen vorherrschen. So können sich die Leuchtdioden nicht nur aus eigenem Antrieb erhitzen, sondern es kann zu einer Abstrahlung von Temperatur durch angrenzende Komponenten kommen. Somit ist es erfindungsgemäß möglich, dies zu berücksichtigen und an mehreren Messorten einen Temperaturwert zu ermitteln. Eine unmittelbare Umgebung beschreibt hierbei eine Umgebung, welche einen Rückschluss auf die Temperatur der Leuchtdiode zulässt. So muss also diese Temperatur nicht direkt an der Leuchtdiode festgestellt werden können, sondern ein Temperatursensor kann derart von der Leuchtdiode beabstandet werden, dass ein Temperatureintrag von benachbarten Komponenten vernachlässigbar ist. Insbesondere bedeutet dies, dass kein physischer Kontakt im Sinne eines Berührens des Temperatursensors und der Leuchtdiode vorherrschen muss.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt die Leuchtdiode als ein Trippel von drei Leuchtdiodeneinheiten vor und die Leuchtdiodeneinheiten senden jeweils eine unterschiedliche Farbe aus. Auch sind erfindungsgemäß einzelne LEDs möglich. Dies hat den Vorteil, dass farbig leuchtende LEDs Verwendung finden können. Insbesondere ist es erfindungsgemäß möglich, herkömmliche LEDs weiter zu verwenden und lediglich den Stromregler eben dieser LEDs derart anzusteuern, dass sich der erfindungsgemäße Vorteil einstellt. Ferner weist das vorgeschlagene Verfahren den Vorteil auf, dass die Helligkeitskompensation unabhängig von der Farbeinstellung der Leuchtdiode erfolgen kann. Hierbei sind dem Fachmann weitere Leuchtdioden bekannt, welche Leuchtdiodeneinheiten aufweisen, die erfindungsgemäß wiederverwendet werden können. Beispielsweise liegt eine Leuchtdiodeneinheit als ein Halbleiterbaustein oder als irgendeine lichtemittierende Komponente vor. Ein Aussenden unterschiedlicher Farben, beziehungsweise Licht in unterschiedlichen Wellenlängen, dient dem Einstellen eines vorbestimmten Farbwerts.

Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung stellt ein Speichermodul eine Mehrzahl von Temperaturwerten bereit, denen jeweils ein Stromwert zugeordnet ist. Dies hat den Vorteil, dass eine Vielzahl von Temperaturwerten berücksichtigt werden kann und die Temperaturwerte derart bezüglich der Stromwerte vorbestimmt werden können, dass sich stets der gleiche Helligkeitswert der Leuchtdiode einstellt. Insbesondere kann die Anzahl der Stromwert/Temperaturwert-Paare in einem vorbereitenden Verfahrensschritt bestimmt werden.

Dementsprechend ist das Speichermodul beziehungsweise das Abspeichern der Stromwerte derart zu interpretieren, dass jegliche Art eines Speichermoduls beziehungsweise eines Abspeicherns möglich ist. Somit muss das Speichermodul nicht derart dynamisch eingerichtet sein, dass es während einer Laufzeit, also während eines Ansteuerns des Stromreglers, beschreib-

bar sein muss. Vielmehr erfordert ein Abspeichern lediglich das Einbringen der entsprechenden Information in irgendeiner Weise in ein Hardwaremodul. Auch kann es notwendig sein, nicht ein einzelnes Speichermodul bereitzustellen, sondern hierzu weitere Komponenten vorzusehen, welche ein Be-

5 bereitstellen des Stromwerts ermöglichen.

Vorliegend soll eine Leuchtdiode als eine Einrichtung verstanden werden, welche auch weitere LED-Chips aufweisen kann. So bestehen die erfindungsgemäßen Leuchtdioden wiederum aus weiteren Leuchtdiodeneinheiten beziehungsweise Halbleiterchips. Hierzu können beispielsweise die bekannten roten, grünen und blauen Leuchtdiodeneinheiten eingesetzt werden, welche bezüglich dem sogenannten RGB-Farbraum eingestellt werden. Diese einzelnen Leuchtdiodeneinheiten werden in einem Leuchtdiodengehäuse derart kombiniert, dass sich deren Licht zu einem vorbestimmten Farbwert zusammensetzt. So ist es beispielsweise möglich, ein Mischverhältnis derart einzustellen, dass die Leuchtdiode insgesamt ein weißes Licht abstrahlt. Hierzu können auch weitere Vorrichtungen vorgesehen werden, wie beispielsweise ein Diffusor. Bei einer Kombination von einzelnen Leuchtdioden beziehungsweise Leuchtdiodeneinheiten ist durch eine geeignete Ansteuerung der einzelnen Komponenten auch ein beliebiges Farblicht einstellbar. Somit sind beispielsweise auch Farbübergänge erzeugbar. Erfindungsgemäß können beispielsweise die sogenannten Multi-LED-Komponenten Verwendung finden.