



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 10 2007 052 854 A1 2009.05.07

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: 10 2007 052 854.1

(22) Anmeldetag: 06.11.2007

(43) Offenlegungstag: 07.05.2009

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: G05D 25/02 (2006.01)  
H05B 37/02 (2006.01)

(71) Anmelder:  
Münchner Hybrid Systemtechnik GmbH, 80339  
München, DE

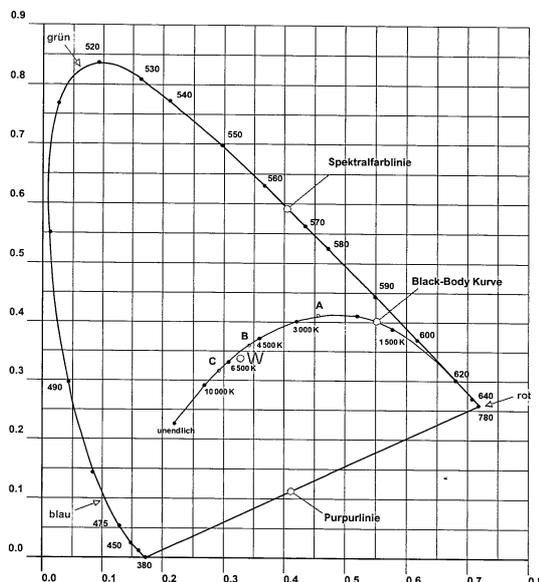
(72) Erfinder:  
Rudrich, Hans-Peter, 86926 Greifenberg, DE;  
Schmitt, Jürgen, 80809 München, DE

(74) Vertreter:  
BOEHMERT & BOEHMERT, 80336 München

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Steuerung der Lichtabgabe einer LED-Leuchte

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Steuerung der Lichtabgabe einer LED-Leuchte, welche wenigstens drei Leuchtdioden umfasst, die Licht unterschiedlicher Farbe (R, G, B) abgeben, bei dem ein Helligkeits-Sollwert (0-100%) empfangen wird, der einer gewünschten Helligkeit der LED-Leuchte entspricht, und abhängig von dem Helligkeits-Sollwert eine Farbtemperatur gewählt wird, die im Wesentlichen der Farbtemperatur eines schwarzen Stahlers bei dem Helligkeits-Sollwert entspricht, und die wenigstens drei Leuchtdioden angesteuert werden, um die gewählte Farbtemperatur bei dem gewünschten Helligkeitswert einzustellen.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Lichtabgabe einer LED-Leuchte, die wenigstens drei Leuchtdioden umfasst, die Licht unterschiedlicher Farbe abgeben.

**[0002]** Aus der DE 102 30 105 B4 ist es bekannt, eine weiße LED-Lichtquelle aus zumindest zwei LEDs unterschiedlicher Emissionsfarbe, die getrennt voneinander angesteuert werden, aufzubauen.

**[0003]** Die DE 10 2005 027 491 A1 beschreibt einen Farbdimmer für die Helligkeits- und Farbsteuerung von elektrischem Licht unter Einsatz beliebiger Leuchtmittel, die für eine bestimmte Farbwiedergabe verwendet werden können. Die Farben der Koordinatenpunkte innerhalb des Farbdreiecks sollten Punkt-, linien- oder flächenartig simuliert werden. Wie dies realisiert wird, ist nicht beschrieben.

**[0004]** Die EP 1 220 578 A2 beschreibt ein Verfahren zur Einstellung der Farbtemperatur und der Helligkeit einer RGB-LED-Leuchte durch separate Ansteuerung der Speisespannung und/oder des Speisestroms der einzelnen LEDs. Eine Helligkeitsreduktion bei konstanter Farbtemperatur wird durch Pulsweitenmodulation erreicht. Andere Systeme zur Einstellung der Farbtemperatur mittels RGB-LED-Leuchten sind beschrieben in WO 2006/056052 A1; EP 1 445 989 B1; EP 1 575 338 A1 und US 6,630,801 B2. In diesen Schriften ist dargelegt, dass es mit RGB-LED-Leuchten möglich ist, jede Farbtemperatur der CIE-Normfarbtafel, einschließlich weißes Licht, nachzubilden. Ferner ist dargelegt, daß es möglich ist, die Helligkeit einer RGB-LED-Leuchte zu erhöhen oder zu vermindern, ohne die Farbtemperatur zu verändern. Zusätzlich ist in der US 6,683,423 D2 beschrieben, daß es möglich ist, mit einer RGB-LED-Leuchte das Lichtspektrum einer vorgegebenen Lichtquelle, beispielsweise einer Glühlampe, nachzubilden, um eine möglichst gute Farbwiedergabe zu erreichen. Hierzu werden LEDs mit unterschiedlicher Farbabgabe jeweils zu bestimmten Anteilen angesteuert, um das gewünschte Farbspektrum nachzubilden.

**[0005]** [Fig. 1](#) zeigt die CIE-Normfarbtafel, die den Bereich möglicher Farben in einem Koordinatensystem angibt, auf dem der X- und Y-Anteil (der CIE-genormten theoretischen Grundfarben X, Y und Z) einer beliebigen Farbe direkt abgelesen werden kann. Der Bereich der möglichen Farben wird durch die Spektralfarblinie, die spektral reine Farben wiedergibt, sowie durch die Purpurlinie eingefasst. Eine wichtige Koordinate der Tafel ist der Weißpunkt W, der sich je nach Beleuchtungssituation an verschiedenen Stellen innerhalb eines kleinen Bereiches um die Koordinaten  $X = 0.33$  und  $Y = 0.33$  im Hufeisen der Farbtafel befinden kann. Von Bedeutung ist ferner die

Black-Body Kurve, in deren Verlauf die Farben als Temperatur eines idealen Strahlers (schwarzer Körper) in Kelvin angegeben wird. Man spricht daher auch von der Farbtemperatur.

**[0006]** Zusammengefasst ist es aus dem Stand der Technik somit bekannt, mittels RGB-LED-Leuchten eine vorgegebene Lichtfarbe, einschließlich weißes Licht, einzustellen, indem die LED-Chips der unterschiedlichen Farben angesteuert werden.

**[0007]** Im Stand der Technik ist ferner schon erkannt worden, dass es für eine gute Farbwiedergabe vorteilhaft sein kann, ein komplexes Farbspektrum zu erzeugen, einschließlich der Farbspektren von herkömmlichen Lichtquellen, wie Glühlampen. Gleichwohl leiden die bekannten LED-Leuchten noch immer unter dem Nachteil, dass das Licht solcher Leuchten als kalt oder als monoton empfunden und daher als Wohnraumbelichtung nicht akzeptiert wird.

**[0008]** Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Steuerung der Lichtabgabe einer LED-Leuchte anzugeben, mit denen eine gute Farbwiedergabe und eine weniger monotone Beleuchtung erzielt werden kann.

**[0009]** Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren gemäß Patentanspruch 1 sowie durch eine Vorrichtung gemäß Patentanspruch 15 gelöst.

**[0010]** Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren wird eine LED-Leuchte angesteuert, die wenigstens drei Leuchtdioden umfasst, die Licht unterschiedlicher Farbe abgeben. In der bevorzugten Ausführung umfasst die LED-Leuchte wenigstens eine RGB-LED mit einer roten Leuchtdiode, einer grünen Leuchtdiode und einer blauen Leuchtdiode. Zur Steuerung der Lichtabgabe der LED-Leuchte wird zunächst ein Helligkeits-Sollwert empfangen, der einer gewünschten Helligkeit der LED-Leuchte entspricht. Abhängig von dem Helligkeits-Sollwert wird eine Farbtemperatur gewählt, die im Wesentlichen der Farbtemperatur eines schwarzen Strahlers bei dem Helligkeits-Sollwert entspricht. Die Leuchtdioden der LED-Leuchte werden sodann angesteuert, um die gewählte Farbtemperatur bei der gewünschten Helligkeit einzustellen.

**[0011]** Der Helligkeits-Sollwert gibt die gewünschte Helligkeit vorzugsweise in Bezug zu einer maximalen Helligkeit und spezieller als einen Prozentsatz (0%–100%) der maximalen Helligkeit der LED-Leuchte an. Abhängig von diesem prozentualen Helligkeits-Sollwert wird erfindungsgemäß eine Farbtemperatur gewählt, die im Wesentlichen der Farbtemperatur eines schwarzen Strahlers bei dem entsprechenden Prozentsatz der maximalen Helligkeit des schwarzen Strahlers entspricht.

**[0012]** Ein Farbtemperaturverlauf, der ungefähr oder "im wesentlichen" dem Farbtemperaturverlauf eines schwarzen Strahlers entspricht, umfasst im Kontext dieser Anmeldung auch solche Farbtemperaturkurven, die nahe bei oder auf der Black-Body Kurve liegen, etwa so wie sich die Farbtemperaturen einer Glühlampe oder eines Halogenstrahlers ergeben, wenn diese mittels eines Dimmers in der Helligkeit verändert werden.

**[0013]** Die Erfindung erlaubt es, mit einer LED-Leuchte das Verhalten einer herkömmlichen Lichtquelle, wie einer Glühlampe, nachzubilden, und zwar unter Berücksichtigung des Phänomens, dass sich das Lichtspektrum einer solchen herkömmlichen Lichtquelle mit deren Helligkeit ändert.

**[0014]** Wird mit der erfindungsgemäßen LED-Leuchte beispielsweise der Farbtemperaturverlauf einer Glühlampe nachgebildet, so entspricht die Farbtemperatur der LED-Leuchte bei einer Helligkeit von x% der maximalen Helligkeit der LED-Leuchte im Wesentlichen der Farbtemperatur der Glühbirne bei einer Helligkeit von x% der maximalen Helligkeit der Glühlampe. Wird eine LED-Leuchte mit ausreichender hoher Lichtintensität verwendet, so lässt sich hiermit auch der Farbtemperaturverlauf einer Glühlampe in absoluten Größen nachbilden.

**[0015]** So kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren die Lichtabgabe einer LED-Leuchte so angesteuert werden, dass sie der Lichtabgabe eines schwarzen Strahlers, eines Halogenstrahlers oder einer Glühlampe weitgehend entspricht. Solche Lichtquellen haben einen Farbtemperaturverlauf, der mit zunehmender Helligkeit von rotem Licht über gelbes und weißes Licht bis zu bläulichem Licht geht. Dadurch wird eine LED-Leuchte geschaffen, deren Lichtabgabe an die Sehgewohnheit des menschlichen Auges angepasst ist, wobei bei geringer Helligkeit ein gelbes bis rötliches Licht abgegeben wird und bei zunehmender Helligkeit weißes bis zu bläulichem Licht abgegeben wird. Darüber hinaus bildet die LED-Leuchte das Spektrum einer herkömmlichen Lichtquelle, wie einer Glühlampe, nach, so dass das abgegebene Licht von dem menschlichen Auge insgesamt als angenehm, lebendig und "natürlich" wahrgenommen wird. Bei Verwendung beispielsweise als Wohnraumbeleuchtung erscheinen Möblierungsgegenstände, insbesondere Hölzer, farbiger und strahlender als bei einer Beleuchtung mit einer LED-Leuchte, die lediglich einen weißen Strahler mit konstanter Lichtfarbe nachbildet.

**[0016]** Die Erfindung unterscheidet sich von dem bekannten Stand der Technik insbesondere dadurch, dass im Stand der Technik LED-Leuchten zwar so angesteuert werden, dass sie ein bestimmtes Farbspektrum auf der CIE-Normfarbtafel nachbilden, eine Veränderung des Farbspektrums mit der Helligkeit

und insbesondere die Einstellung eines Farbtemperaturverlaufs über der Helligkeit entsprechend einer herkömmlichen Lichtquelle, wie einer Glühlampe oder eines Halogenstrahlers, wird durch den Stand der Technik jedoch nicht nahe gelegt. Erst dadurch ergibt sich jedoch eine Leuchte, deren Lichtabgabe der natürlichen Sehgewohnheit des menschlichen Auges entspricht und die als lebendig und angenehm empfunden wird, da das menschliche Auge an eine Änderung des Lichtspektrums mit der Helligkeit gewöhnt ist.

**[0017]** Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung wird für jede der drei Leuchtdioden ein Steuerstrom eingestellt, um die gewählte Farbe bei der gewünschten Helligkeit einzustellen. Entsprechend der dem Helligkeitsgrad zugeordneten Farbtemperatur werden die Stromquellen so angesteuert, dass die von den drei LEDs emittierten, monochromatischen Anteile mittels additiver Farbmischung einer X-Y-Koordinate entspricht, die auf oder nahe der Kurve eines schwarzen Strahlers auf der CIE-Normfarbtafel liegt. Anstelle des Farbtemperaturverlaufs eines idealen schwarzen Strahlers kann auch die Kurve eines Halogenstrahlers, einer Glühlampe oder einer anderen herkömmlichen Lichtquelle angenähert werden.

**[0018]** Das erfindungsgemäße Verfahren lässt sich auf einfache Weise dadurch realisieren, dass abhängig von dem Helligkeits-Sollwert eine zugeordnete Farbtemperatur aus einer Tabelle ausgewählt wird, in der Korrelationen einer Anzahl vorgegebener Helligkeitswerte und zugehöriger Farbtemperaturen abgelegt sind. Wenn für einen gewünschten Helligkeits-Sollwert keine Korrelation vorgesehen ist, kann eine dem Helligkeits-Sollwert entsprechende Farbtemperatur durch Interpolation aus zwei Farbtemperaturen bzw. Tabellenwerten ermittelt werden, welche den benachbarten Helligkeitswerten zugeordnet sind.

**[0019]** In einer Ausführung der Erfindung wird die LED-Leuchte so angesteuert, dass sie bei einem Helligkeits-Sollwert von 0% ausgeschaltet ist und dass bei einem Helligkeits-Sollwert > 0% die Farbtemperatur der LED-Leuchte entsprechend der Farbtemperatur eines schwarzen Strahlers eingestellt wird.

**[0020]** In einer anderen Ausführung der Erfindung wird die LED-Leuchte so angesteuert, dass bei einem Helligkeits-Sollwert von  $\leq 5\%$  eine vorgegebene Farbtemperatur mit einer vorgegebenen Helligkeit eingestellt wird und dass für einen Helligkeits-Sollwert > 5% die Farbtemperatur der LED-Leuchte entsprechend der Farbtemperatur eines schwarzen Strahlers eingestellt wird. In dieser Ausführung wird auf einfache Weise eine Nachtlichtfunktion realisiert.

**[0021]** In einer weiteren Ausführung der Erfindung

kann die LED-Leuchte so angesteuert werden, dass sie für einen Helligkeits-Sollwert von Null ausgeschaltet ist; für einen Helligkeits-Sollwert, der größer ist als Null und kleiner als ein vorgegebener Schwellwert, wird eine vorgegebene Farbtemperatur mit einer vorgegebenen Helligkeit eingestellt; und für einen Helligkeits-Sollwert, der größer ist als der Schwellwert, wird die Farbtemperatur entsprechend der Farbtemperatur eines schwarzen Strahlers eingestellt. Vorzugsweise wird für den Bereich des Helligkeits-Sollwerts von Null bis zu dem vorgegebenen Schwellwert nur eine rote oder blaue oder grüne Leuchtdiode eingeschaltet. Dadurch kann die LED-Leuchte bei Bedarf ganz ausgeschaltet werden, zusätzlich aber im unteren Einstellbereich auch als Nachlicht oder Orientierungs-Leuchte verwendet werden.

**[0022]** Die Erfindung sieht auch eine Vorrichtung zur Steuerung der Lichtabgabe einer LED-Leuchte vor, wobei die LED-Leuchte wenigstens drei Leuchtdioden umfasst, die Licht unterschiedlicher Farbe abgeben, insbesondere eine rote Leuchtdiode, eine grüne Leuchtdiode und eine blaue Leuchtdiode. Die Vorrichtung umfasst einen Steuereingang zum Empfangen des Helligkeits-Sollwerts; eine Ansteuerlogik, die dazu eingerichtet ist, abhängig von dem Helligkeits-Sollwert, eine Farbtemperatur zu wählen, die im wesentlichen der Farbtemperatur eines schwarzen Strahlers bei dem Helligkeits-Sollwert entspricht; und eine Ansteuerschaltung, die dazu eingerichtet ist, die wenigstens drei Leuchtdioden getrennt voneinander anzusteuern, um die gewählte Farbtemperatur bei der gewünschten Helligkeit einzustellen. Vorzugsweise ist für jede der drei Leuchtdioden eine eigene steuerbare Stromquelle vorgesehen. Um insgesamt eine größere Helligkeit zu erreichen und um einen größeren dynamischen Bereich zu realisieren, können zwei oder mehr rote Leuchtdioden, zwei oder mehr grüne Leuchtdioden und zwei oder mehr blaue Leuchtdioden in Reihe geschaltet werden. Jede Reihenschaltung ist durch eine eigene steuerbare Stromquelle ansteuerbar. Die Leuchtdioden bzw. Leuchtdiodenreihenschaltungen können wiederum in Gruppen (Parallelschaltung) mehrfach angeordnet werden um noch größere Helligkeiten zu erzielen.

**[0023]** Wesentliche Teile des erfindungsgemäßen Verfahrens können mittels Software realisiert werden.

**[0024]** Die Erfindung ist im Folgenden anhand einer bevorzugten Ausführung mit Bezug auf die Zeichnungen näher erläutert. In den Figuren zeigen:

**[0025]** **Fig. 1** die CIE-Normfarbtafel;

**[0026]** **Fig. 2** ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Steuerung der Lichtabgabe einer LED-Leuchte gemäß einer Ausführung der Erfindung;

**[0027]** **Fig. 3** den Verlauf der Farbtemperatur eines realen Halogenstrahlers in Abhängigkeit von dessen Helligkeit; und

**[0028]** **Fig. 4** einen der Darstellung der **Fig. 3** entsprechenden Farbtemperaturverlauf eines realen Halogenstrahlers, eingetragen in die CIE-Normfarbtafel.

**[0029]** **Fig. 2** zeigt ein Blockschaltbild einer Vorrichtung zur Steuerung der Lichtabgabe einer LED-Leuchte gemäß einer Ausführung der Erfindung.

**[0030]** Die Vorrichtung umfasst zwei RGB-LEDs **1, 2**, wobei jede RGB-LED drei monochromatische Halbleiter-LED-Chips aufweist, die Licht unterschiedlicher Farbe abgeben, nämlich einen roten LED-Chip **1a, 2a**, einen grünen LED-Chip **1b, 2b** und einen blauen LED-Chip **1c, 2c**. Die roten LED-Chips **1a, 2a**, die grünen LED-Chips **1b, 2b** und die blauen LED-Chips **1c, 2c** sind jeweils mit einer zugehörigen steuerbaren Stromquelle **3, 4** bzw. **5** in Reihe geschaltet. Die Stromquellen **3, 4, 5** werden über eine Ansteuerelektronik **8** angesteuert. Hierzu weist die Ansteuerelektronik **8** drei Ausgänge R, G, B auf, über welche Pulsweitenmodulationssignale an die korrespondierenden Steuereingänge der Stromquellen **3, 4, 5** ausgegeben werden.

**[0031]** Die Reihenschaltung aus den RGB-LEDs **1, 2** und den Stromquellen **3, 4, 5** liegt zwischen einer positiven Versorgungsspannung  $+U_B$  und einer negativen Versorgungsspannung  $-U_B$ , wobei eine Spannungsstabilisierungsschaltung **6** für die Ansteuerelektronik **8** vorgesehen ist. Die Spannungsstabilisierungsschaltung **6** erzeugt, ausgehend von der positiven Versorgungsspannung  $+U_B$  eine stabilisierte Versorgungsspannung von  $V_s$  für die Ansteuerelektronik **8**.

**[0032]** Die Ansteuerschaltung **8** weist einen Steuereingang E auf, der über eine Filterelektronik **7** einen Helligkeits-Sollwert als Steuergröße empfängt. Diese Steuergröße kann ein Pulsweitenmodulationssignal oder ein analoges Gleichspannungssignal, beispielsweise im Bereich von 0 bis 10 V, sein.

**[0033]** Zur Erhöhung der Lichtstärke der LED-Leuchte können zusätzlich zu der ersten und der zweiten RGB-LED **1** und **2** weitere RGB-LEDs in Reihe geschaltet werden. Auch ist es möglich, zusätzliche Stromquellen zur Steuerung weiterer RGB-LEDs, also weitere Kombinationen von RGB-LEDs und steuerbaren Stromquellen, vorzusehen.

**[0034]** Die Ansteuerelektronik **8** erhält über die Filterelektronik **7** an dem Steuereingang E einen Helligkeits-Sollwert, also eine Information über die ge-

wünschte Helligkeit der LED-Leuchte, beispielsweise in Form eines Ansteuergrades (0 bis 100%) in Bezug auf eine maximale Helligkeit. Abhängig von dem Helligkeits-Sollwert (0 bis 100%) ermittelt die Ansteuerelektronik eine zugehörige Farbtemperatur, die im Wesentlichen der Farbtemperatur eines idealen schwarzen Strahlers, eines Halogenstrahlers oder einer Glühlampe bei dem Helligkeits-Sollwert, also bei der entsprechenden relativen Helligkeit, entspricht. Allgemeiner gesagt, wählt die Ansteuerelektronik **8** abhängig von dem Helligkeits-Sollwert eine Farbtemperatur, die einem vorgegebenen Farbtemperaturverlauf über der Helligkeit entspricht. Hierzu können entsprechende Korrelationen von Helligkeitswerten und Farbtemperaturwerten in einer Tabelle abgelegt werden, die in der Ansteuerelektronik **8** gespeichert ist. Um den Speicherbedarf zu begrenzen, ist es möglich, in der Software der Ansteuerelektronik **8** einen Interpolationsalgorithmus (nicht gezeigt) vorzusehen, der eine dem Helligkeits-Sollwert entsprechende Farbtemperatur durch Interpolation aus zwei Farbtemperaturen, welche dem Helligkeits-Sollwert benachbarten Helligkeitswerten zugeordnet sind, ermitteln kann.

**[0035]** Die Ansteuerelektronik **8** steuert die drei Stromquellen **3**, **4**, **5** so an, dass sich die ermittelte Farbtemperatur für den gewünschten Helligkeitsgrad ergibt. Die roten, grünen und blauen LEDs **1a**, **2a**; **1b**, **2b** und **1c**, **2c** emittieren jeweils monochromatische Anteile, die durch additive Farbmischung eine Farbtemperatur erzeugen, die auf einer X-Y-Koordinate innerhalb der CIE-Normfarbtafel liegt. Die angesteuerte X-Y-Koordinate liegt erfindungsgemäß nahe der Farbtemperatur eines idealen schwarzen Strahlers, eines Halogenstrahlers, einer Glühlampe oder einer anderen herkömmlichen Lichtquelle bei entsprechender relativer Helligkeitsvorwahl.

**[0036]** Durch die Verwendung getrennter Stromquellen **3**, **4**, **5** für die verschiedenen LED-Farben und die individuelle Ansteuerung dieser Stromquellen, beispielsweise mittels Pulsweitenmodulation, ist es möglich, die temperaturabhängigen Durchlassspannungen der verschiedenen LED-Typen und -Farben weitgehend auszugleichen.

**[0037]** Während die Erfindung darauf gerichtet ist, mit einer LED-Leuchte den Farbtemperaturverlauf eines schwarzen Strahlers oder einer ähnlichen herkömmlichen Lichtquelle nachzubilden, kann der Farbtemperaturverlauf über der Helligkeit nach Bedarf angepasst werden. Beispielsweise ist es möglich, bei starker Leuchtintensität die Farbtemperatur in den Bereich von weißem Licht, anstelle von bläulichem Licht, zu legen, die „Krümmung“ der Black-Body-Kurve also etwas zu reduzieren. Auch eine Manipulation des Farbtemperaturverlaufs im Bereich geringer Intensität ist möglich. Erfindungsgemäß kann beispielsweise vorgesehen sein, die LED-Leuchte

bei einem Helligkeits-Sollwert von 0% auszuschalten, bei einem Helligkeits-Sollwert von beispielsweise 1 bis 5% in einer Nachtlicht-Funktion zu betreiben und erst bei einem Helligkeits-Sollwert von beispielsweise 5 bis 100% als dimmbare Lichtquelle entsprechend dem Temperaturverlauf eines schwarzen Strahlers zu betreiben. In der Nachtlicht-Funktion kann beispielsweise lediglich eine einzige LED, vorzugsweise eine rote oder blaue LED, mit einer vorgegebenen Helligkeit angesteuert werden. Für die Nachtlicht-Funktion kann jedoch auch jeder beliebige andere Farbort, einschließlich aller Mischfarben mit R-, G- und B-Anteilen gewählt werden.

**[0038]** Des weiteren erlaubt es die erfindungsgemäße Ansteuerelektronik, Unterschiede der einzelnen LEDs, insbesondere Unterschiede in der Durchlassspannung und in deren Lichtintensität, durch Parametrisieren oder entsprechendes Einstellen der steuerbaren Stromquellen **2**, **4**, **5** auszugleichen. Desgleichen ist eine Temperaturkompensation auf einfache Weise realisierbar.

**[0039]** Gemäß einem weiteren Aspekt der Erfindung ist vorgesehen, die LED-Leuchte zu kalibrieren, indem die Lichtintensität der einzelnen LEDs **1a**, **2a**, **1b**, **2b** und **1c**, **2c** mit einem Farbsensor oder Spektrometer gemessen wird, wobei jeder Abweichung von einem Sollwert der entsprechenden LED ein Korrekturfaktor zugeordnet wird. Durch Berücksichtigung dieses Korrekturfaktors können die individuellen LEDs dann so angesteuert werden, dass auch bei Verwendung mehrerer LEDs innerhalb einer Leuchte sowie mehrerer LED-Leuchten ein einheitliches und reproduzierbares helligkeitsabhängiges Spektrum erzeugt wird.

**[0040]** Die in der vorstehenden Beschreibung, den Ansprüchen und den Zeichnungen offenbarten Merkmale können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung von Bedeutung sein.

#### Bezugszeichenliste

<b>1, 2</b>	RGB-LEDs
<b>1a, 2a</b>	roter LED-Chip
<b>1b, 2b</b>	gelber LED-Chip
<b>1c, 2c</b>	blauer LED-Chip
<b>3, 4, 5</b>	steuerbare Stromquelle
<b>6</b>	Spannungsstabilisierungsschaltung
<b>7</b>	Filterelektronik
<b>8</b>	Ansteuerschaltung
<b>R, G, B</b>	Ausgänge der Ansteuerelektronik
<b>E</b>	Steuereingang der Ansteuerelektronik

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 10230105 B4 [\[0002\]](#)
- DE 102005027491 A1 [\[0003\]](#)
- EP 1220578 A2 [\[0004\]](#)
- WO 2006/056052 A1 [\[0004\]](#)
- EP 1445989 B1 [\[0004\]](#)
- EP 1575338 A1 [\[0004\]](#)
- US 6630801 B2 [\[0004\]](#)
- US 6683423 D2 [\[0004\]](#)

### Patentansprüche

1. Verfahren zur Steuerung der Lichtabgabe einer LED-Leuchte, welche wenigstens drei Leuchtdioden (**1a, 1b, 1c; 2a, 2b, 2c**) umfasst, die Licht unterschiedlicher Farbe (R, G, B) abgeben, bei dem ein Helligkeits-Sollwert empfangen wird, der einer gewünschten Helligkeit der LED-Leuchte entspricht, und

abhängig von dem Helligkeits-Sollwert eine Farbtemperatur gewählt wird, die im wesentlichen der Farbtemperatur eines schwarzen Strahlers bei dem Helligkeits-Sollwert entspricht, und die wenigstens drei Leuchtdioden (**1a, 1b, 1c; 2a, 2b, 2c**) angesteuert werden, um die gewählte Farbtemperatur bei der gewünschten Helligkeit einzustellen.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Helligkeits-Sollwert der gewünschten Helligkeit in Bezug zu einer maximalen Helligkeit entspricht.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Helligkeits-Sollwert die gewünschte Helligkeit als einen Prozentsatz (0%–100%) der maximalen Helligkeit der LED-Leuchte angibt und dass abhängig von dem Helligkeits-Sollwert eine Farbtemperatur gewählt wird, die im wesentlichen der Farbtemperatur eines schwarzen Strahlers bei dem entsprechenden Prozentsatz der maximalen Helligkeit des schwarzen Strahlers entspricht.

4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für jede der drei Leuchtdioden (**1a, 1b, 1c; 2a, 2b, 2c**) ein bestimmter Steuerstrom eingestellt wird, um die gewählte Farbtemperatur bei der gewünschten Helligkeit einzustellen.

5. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Leuchte wenigstens eine rote Leuchtdiode, wenigstens eine grüne Leuchtdiode und wenigstens eine blaue Leuchtdiode umfasst und dass die Leuchtdioden getrennt voneinander derart angesteuert werden, dass die monochromatischen Anteile der additiven Farbmischung einer Koordinate entsprechen, die nahe oder auf der Kurve eines schwarzen Strahlers auf der CIE-Normfarbtafel liegt.

6. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Leuchte wenigstens eine rote Leuchtdiode, wenigstens eine grüne Leuchtdiode und wenigstens eine blaue Leuchtdiode umfasst und dass die Leuchtdioden getrennt voneinander derart angesteuert werden, dass die monochromatischen Anteile der additiven Farbmischung einer Koordinate entsprechen, die auf der Kurve eines Halogenstrahlers auf der CIE-Normfarbtafel liegt.

7. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet dass die LED-Leuchte wenigstens eine rote Leuchtdiode, wenigstens eine grüne Leuchtdiode und wenigstens eine blaue Leuchtdiode umfasst und dass die Leuchtdioden getrennt voneinander derart angesteuert werden, dass die monochromatischen Anteile der additiven Farbmischung einer Koordinate entsprechen, die auf der Kurve einer Glühlampe auf der CIE-Normfarbtafel liegt.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Helligkeits-Sollwert die gewünschte Helligkeit als einen Prozentsatz (0%–100%) der maximalen Helligkeit der LED-Leuchte angibt und dass abhängig von dem Helligkeits-Sollwert eine Farbtemperatur gewählt wird, die im wesentlichen der Farbtemperatur einer Glühlampe bei dem entsprechenden Prozentsatz der maximalen Helligkeit der Glühlampe entspricht.

9. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass abhängig von dem Helligkeits-Sollwert eine Farbtemperatur aus einer Tabelle ausgewählt wird, in der eine Anzahl vorgegebener Helligkeits-Sollwerte und zugehörige Farbtemperaturen abgelegt sind.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass dann, wenn der Helligkeits-Sollwert zwischen zwei in der Tabelle abgelegten Helligkeits-Sollwerten liegt, eine dem Helligkeits-Sollwert entsprechende Farbtemperatur durch Interpolation aus den zwei zugehörigen Farbtemperaturen der benachbarten Helligkeits-Sollwerten ermittelt wird.

11. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für einen Helligkeits-Sollwert von Null die LED-Leuchte ausgeschaltet ist, für einen Helligkeits-Sollwert, der größer ist als Null und kleiner als ein Schwellwert, eine vorgegebene Farbtemperatur mit einer vorgegebenen Helligkeit eingestellt wird, und für einen Helligkeits-Sollwert, der größer ist als der Schwellwert, die Farbtemperatur entsprechend der Farbtemperatur eines schwarzen Strahlers eingestellt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass für einen Helligkeits-Sollwert der größer ist als Null und kleiner als der Schwellwert, nur eine rote Leuchtdiode eingeschaltet wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass für einen Helligkeits-Sollwert von Null eine vorgegebene Farbtemperatur mit einer vorgegebenen Helligkeit eingestellt wird, und für einen Helligkeits-Sollwert, der größer ist als Null, die Farbtemperatur entsprechend der Farb-

temperatur eines schwarzen Strahlers eingestellt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass für einen Helligkeits-Sollwert von Null und kleiner als ein Schwellwert, nur eine rote Leuchtdiode eingeschaltet wird.

15. Vorrichtung zur Steuerung der Lichtabgabe einer LED-Leuchte, welche wenigstens drei Leuchtdioden (**1a, 1b, 1c; 2a, 2b, 2c**) umfasst, die Licht unterschiedlicher Farbe (R, G, B) abgeben, mit einem Steuereingang (E) zum Empfangen eines Helligkeits-Sollwerts, der einer gewünschten Helligkeit der LED-Leuchte entspricht, einer Ansteuerlogik, die dazu eingerichtet ist, abhängig von dem Helligkeits-Sollwert eine Farbtemperatur zu wählen, die im wesentlichen der Farbtemperatur eines schwarzen Strahlers bei dem Helligkeits-Sollwert entspricht, und einer Ansteuerschaltung, die dazu eingerichtet ist, die wenigstens drei Leuchtdioden (**1a, 1b, 1c; 2a, 2b, 2c**) getrennt voneinander anzusteuern, um die gewählte Farbtemperatur bei der gewünschten Helligkeit einzustellen.

16. Vorrichtung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Helligkeits-Sollwert die gewünschte Helligkeit als einen Prozentsatz (0%–100%) der maximalen Helligkeit der LED-Leuchte angibt und dass abhängig von dem Helligkeits-Sollwert eine Farbtemperatur gewählt wird, die im wesentlichen der Farbtemperatur eines schwarzen Strahlers bei dem entsprechenden Prozentsatz der maximalen Helligkeit des schwarzen Strahlers entspricht.

17. Vorrichtung nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass für jede der drei Leuchtdioden (**1a, 1b, 1c; 2a, 2b, 2c**) eine steuerbare Stromquelle vorgesehen ist.

18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die LED-Leuchte wenigstens eine rote Leuchtdiode, wenigstens eine grüne Leuchtdiode und wenigstens eine rote Leuchtdiode umfasst.

19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass jeweils wenigstens zwei rote Leuchtdioden, wenigstens zwei grüne Leuchtdioden und wenigstens zwei blaue Leuchtdioden in Reihe geschaltet sind.

20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerlogik eine Tabelle umfasst, in der eine Anzahl vorgegebener Helligkeitswerte und zugehörige Farbtemperaturen abgelegt sind.

21. Vorrichtung nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Ansteuerlogik eine Interpolationsschaltung umfasst, die dazu eingerichtet ist, dann, wenn der Helligkeits-Sollwert zwischen zwei in der Tabelle abgelegten Helligkeits-Sollwerten liegt, eine dem Helligkeits-Sollwert entsprechende Farbtemperatur durch Interpolation aus den zwei zugehörigen Farbtemperaturen der benachbarten Helligkeits-Sollwerten zu ermitteln.

22. Computerprogramm zur Ausführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 11.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

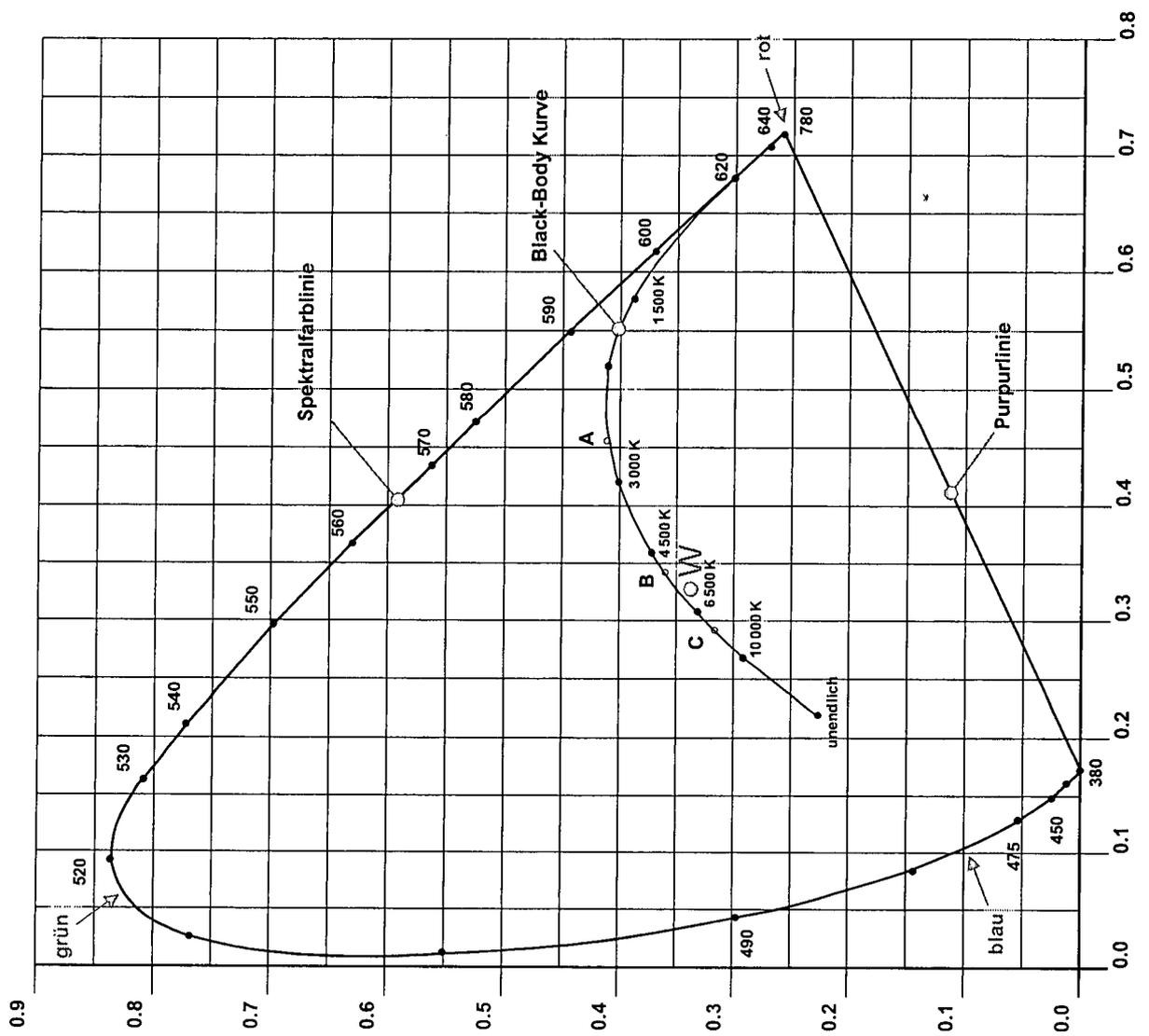


Fig. 1

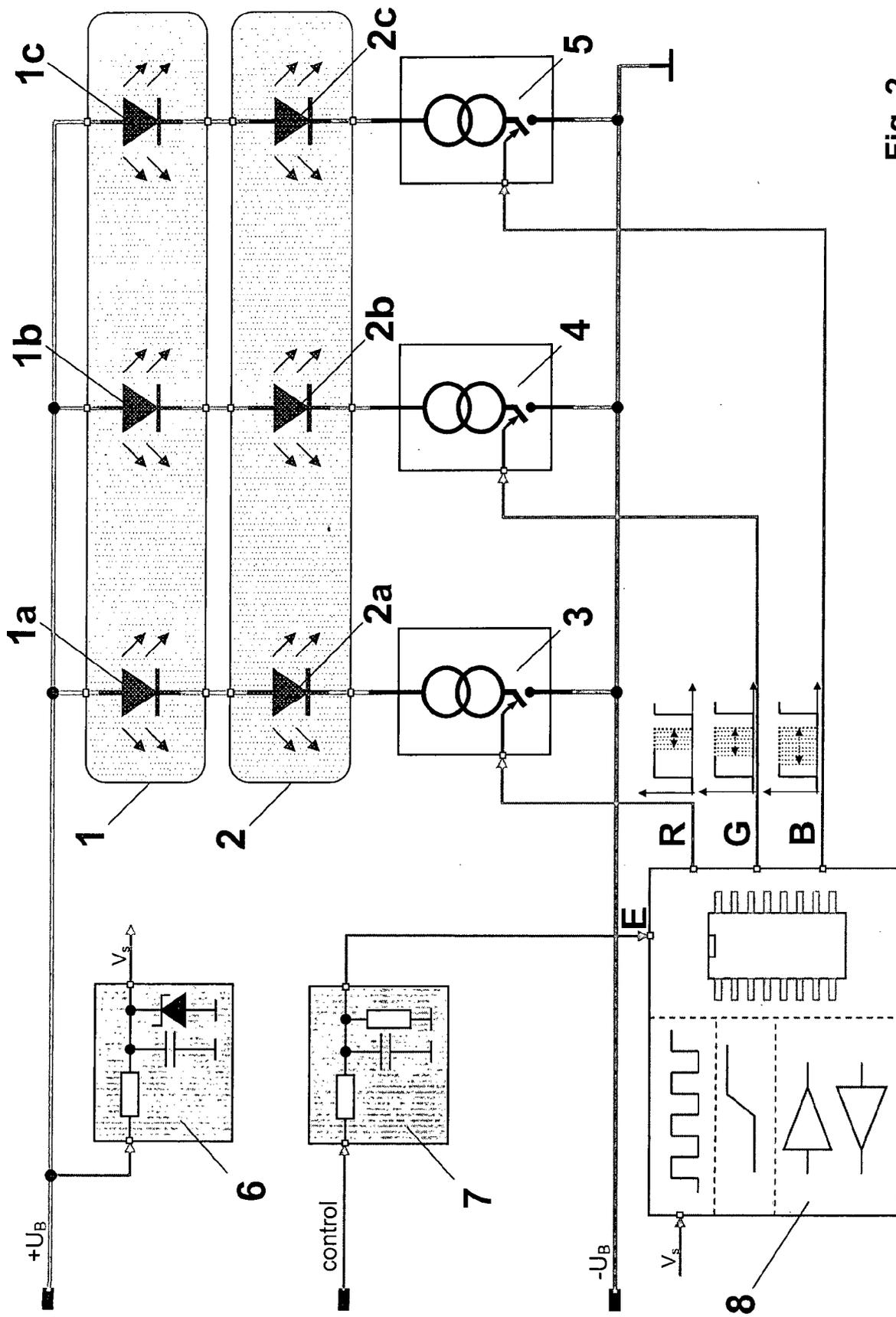


Fig. 2

XY-Koordinaten (CIE 1931) der Lichtfarbe eines 20W Halogen Strahlers in Abhängigkeit von dessen Helligkeit (Lichtstrom)

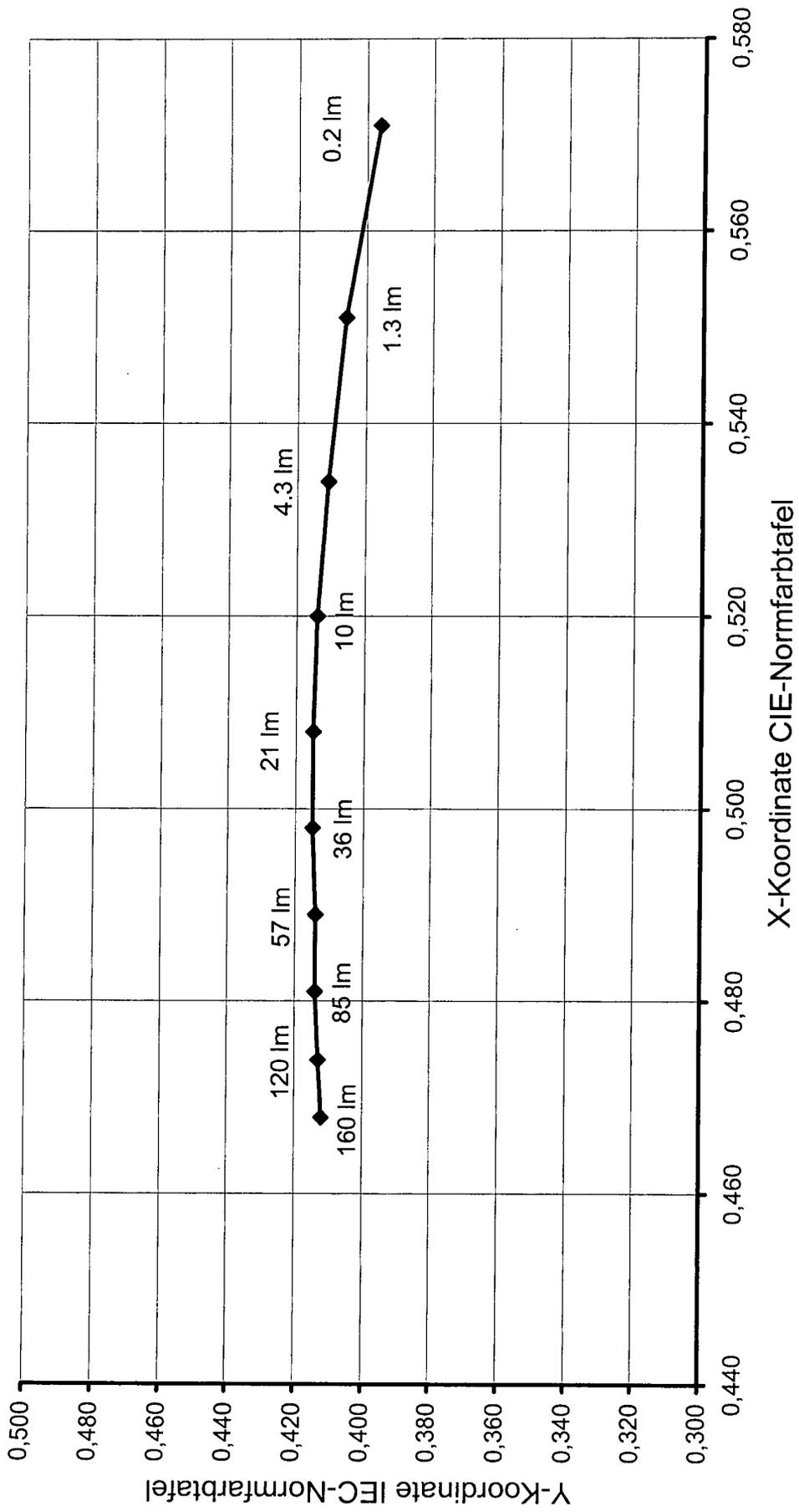


Fig. 3

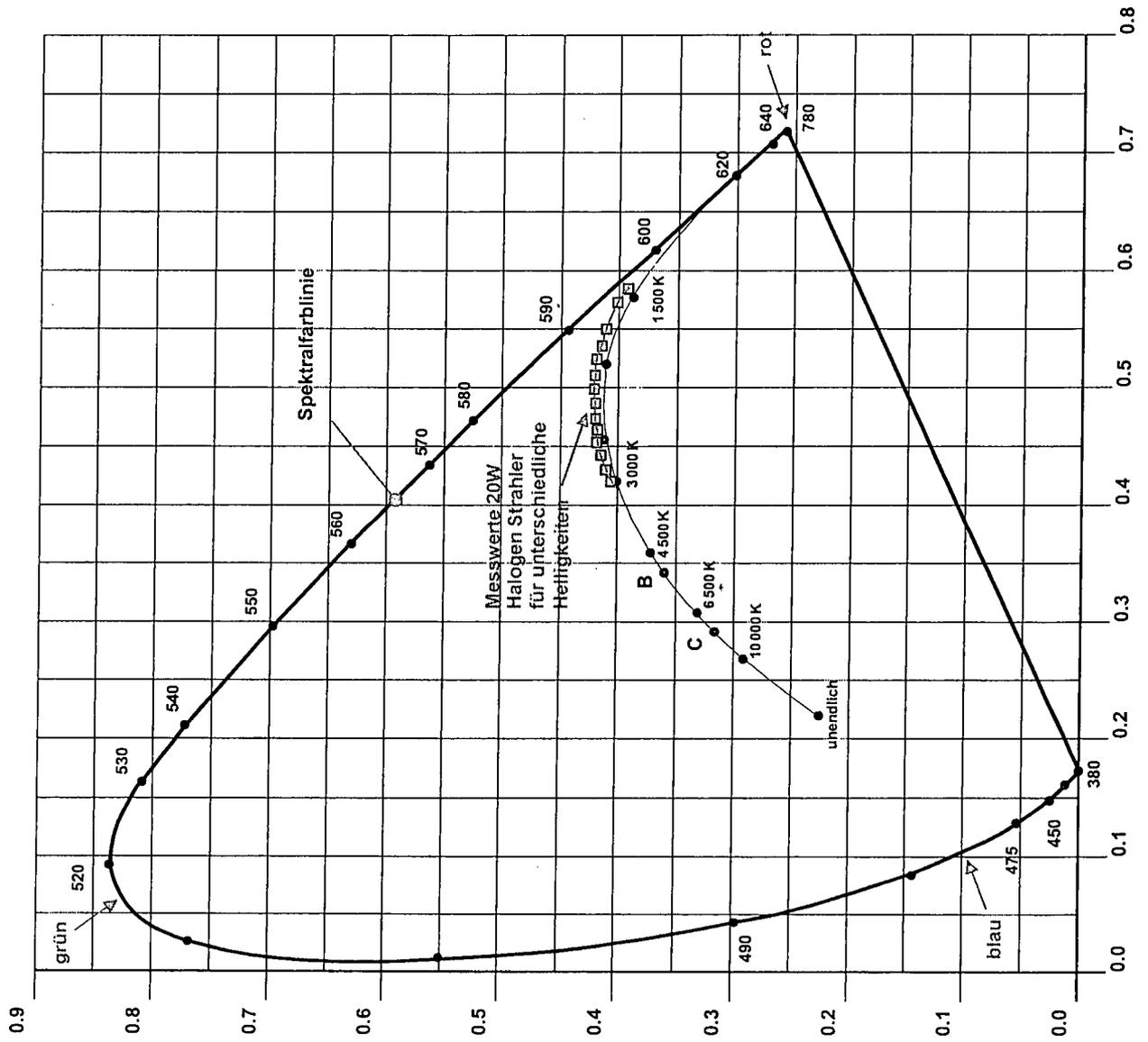


Fig. 4