

(19)



(11)

EP 2 908 607 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
19.08.2015 Patentblatt 2015/34

(51) Int Cl.:
H05B 33/08 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15155288.2**

(22) Anmeldetag: **16.02.2015**

(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**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **BÄ*RO GmbH & Co. KG**
42799 Leichlingen (DE)

(72) Erfinder: **Die Erfindernennung liegt noch nicht vor**

(74) Vertreter: **Albrecht, Ralf
 Paul & Albrecht
 Patentanwaltssozietät
 Hellersbergstrasse 18
 41460 Neuss (DE)**

(30) Priorität: **14.02.2014 DE 202014100673 U**

(54) **LED-Leuchte**

(57) Die vorliegende Erfindung betrifft eine LED-Leuchte mit einer Beleuchtungseinheit, die mehrere farbige Leuchtdioden, welche Licht in den Grundfarben Rot, Grün und Blau eines Farbensystems emittieren, und eine Weißlicht-Leuchtdiode, die Licht im weißen Spektralbereich emittiert, aufweist, und einer Steuerungseinheit, die mit der Beleuchtungseinheit gekoppelt und ausgebildet ist, die Leuchtdioden derart anzusteuern, dass sie ein eine gewünschte Lichtfarbe verstärkendes Weißlicht erzeugen, wobei die Beleuchtungseinheit zwei Rotlicht-

Leuchtdioden (R_1, R_2), die Licht in voneinander abweichenden roten Spektralbereichen emittieren, zwei Blau-licht-Leuchtdioden (B_1, B_2), die Licht in voneinander abweichenden blauen Spektralbereichen emittieren, eine Grünlicht-Leuchtdiode (G), die Licht im grünen Spektralbereich emittiert, und eine Weißlicht-Leuchtdiode (WW) aufweist, wobei die sechs Leuchtdioden der Beleuchtungseinheit von der Steuerungseinheit über separate Steuerungskanäle einzeln ansteuerbar sind.

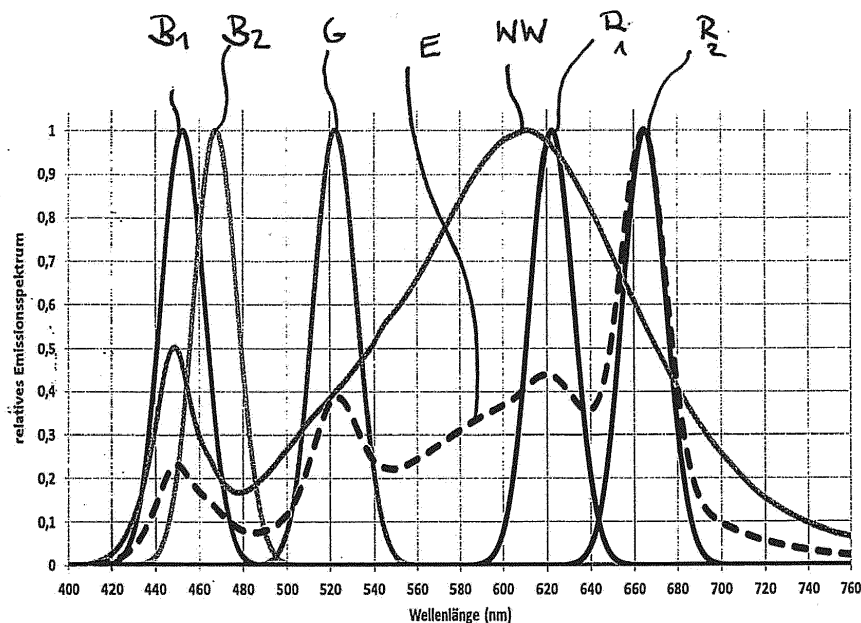


Fig. 1

EP 2 908 607 A2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine LED-Leuchte mit einer Beleuchtungseinheit, die mehrere farbige Leuchtdioden, welche Licht in den Grundfarben Rot, Grün und Blau eines Farbensystems emittieren, und eine Weißlicht-Leuchtdiode, die Licht im weißen Spektralbereich emittiert, aufweist, und einer Steuerungseinheit, die mit der Beleuchtungseinheit gekoppelt und ausgebildet ist, die Leuchtdioden derart anzusteuern, dass sie ein gewünschte Lichtfarbe verstärkendes Weißlicht erzeugen.

[0002] LED-Leuchten der vorbekannten Art sind beispielsweise aus der EP 2 541 362 A2 bekannt und werden insbesondere eingesetzt, um Nutzflächen und hier speziell Warenpräsentationsflächen mit darauf liegenden Objekten zu beleuchten. Zielsetzung hierbei ist es, die Körperfarbe des zu beleuchtenden Objekts zu betonen und damit das Objekt mit entsprechend gestaltetem Weißlicht, in welchem der Farbanteil der zu betonenden Körperfarbe verstärkt ist, zu beleuchten. Hierzu weist die vorbekannte Leuchte eine Sensorik auf, die von der Nutzfläche bzw. von auf der Nutzfläche liegenden Objekten reflektiertes Lichtspektrum erfasst. Das Lichtspektrum wird anschließend ausgewertet, um eine dominierende Farbe aus dem von der Sensorik erfassten reflektierten Lichtspektrum zu bestimmen. Anschließend werden die Leuchtdioden zur Betonung der wenigstens einen dominierenden Farbe derart angesteuert, dass sie ein Lichtspektrum vorgegebener Farbtemperatur bzw. Farbintensität emittieren, in welchem der Anteil der wenigstens einen dominierenden Farbe verstärkt ist.

[0003] Ein Problem bei den bekannten Leuchten besteht darin, dass sich die Lichtfarbe des von der Leuchte erzeugten Weißlichts insgesamt stark verändert, so dass ein gegebenenfalls weißes Umfeld in unerwünschter Weise eingefärbt wird. Dies liegt daran, dass durch die Betonung der Weißlichtpunkt zu der betonten Farbe hin verschoben wird. Durch diese Verschiebung ist es auch schwierig, einen hohen allgemeinen Farbwiedergabeindex zu erreichen.

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine LED-Leuchte der eingangs genannten Art so auszugestalten, dass sie in der Lage ist, Weißlichtspektrale mit einem hohen allgemeinen Farbwiedergabeindex des erzeugten Lichtes zu erzeugen und gleichzeitig farbige Objekte stark sättigende Lichtspektrale zu erzeugen. Insbesondere wird ein hoher allgemeiner Farbindes des erzeugten Lichts >90 angestrebt.

[0005] Diese Aufgabe wird bei einer LED-Leuchte der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass die Beleuchtungseinheit zwei Rotlicht-Leuchtdioden, die Licht in voneinander abweichenden roten Spektralbereichen emittieren, zwei Blaulicht-Leuchtdioden, die Licht in voneinander abweichenden blauen Spektralbereichen emittieren, eine Grünlicht-Leuchtdiode, die Licht im grünen Spektralbereich emittiert, und eine Weißlicht-Leuchtdiode aufweist, wobei die sechs Leuchtdioden der Beleuchtungseinheit von der Steuerungseinheit über separate Steuerkanäle einzeln ansteuerbar sind.

[0006] Erfindungsgemäß werden im Vergleich zu den herkömmlichen 4-Kanal-RGBW-LED-Platinen zusätzlich eine weitere Rotlicht-Leuchtdiode sowie eine weitere Blaulicht-Leuchtdiode eingesetzt. Dem liegt die Erkenntnis zugrunde, dass es mittels einer 6-Kanal-Technik, die neben einer Grünlicht-Leuchtdiode und einer Weißlicht-Leuchtdiode zwei Rotlicht-Leuchtdioden, welche Licht in voneinander abweichenden roten Spektralbereichen emittieren nutzt, und zwei Blaulicht-Leuchtdioden, die Licht in voneinander abweichenden blauen Spektralbereichen emittieren, möglich ist, Verschiebungen des Weißlichts, die mit der Betonung einer Farbe einhergehen, auszugleichen, indem auch die entsprechenden Komplementärfarben entsprechend übersättigt bzw. betont werden. Im Ergebnis wird eine Weißlichtverschiebung korrigiert und damit ein Weißlicht mit einem hohen allgemeinen Farbwiedergabeindex erreicht.

[0007] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, dass die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet ist, um Weißlicht mit einer Farbtemperatur im Bereich zwischen 2900 K und 4200 K zu erzeugen. Vorzugsweise ist die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von etwa 3000 K, 3500 K oder 4000 K zu emittieren.

[0008] Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist eine erste Rotlicht-Leuchtdiode ausgebildet, um einem tiefroten Spektralbereich mit einem Intensitätspeak im Wellenlängenbereich zwischen 600 und 640 nm, insbesondere zwischen 620 und 630 nm, zu emittieren, und die andere, zweite Rotlicht-Leuchtdiode ausgebildet, Licht in einem darüber liegenden, tiefroten Spektralbereich zu emittieren. Dieser liegt vorzugsweise in einem roten Spektralbereich mit einem Intensitätspeak im Wellenlängenbereich zwischen 650 und 680 nm, insbesondere bei 670 nm.

[0009] Entsprechend ist bevorzugt die erste Blaulicht-Leuchtdiode ausgebildet, Licht in einem tiefblauen Spektralbereich mit einem Intensitätspeak im Wellenlängenbereich zwischen 440 und 465 nm, insbesondere bei 450 nm zu erzeugen, und die andere, zweite Blaulicht-Leuchtdiode ausgebildet, Licht in einem darüber liegenden Spektralbereich zu erzeugen. Dieser besitzt vorzugsweise einen Intensitätspeak im Wellenlängenbereich zwischen 450 und 480nm, insbesondere bei 470 nm.

[0010] Die Grünlicht-Leuchtdiode ist in herkömmlicher Weise ausgebildet, Grünlicht mit einem Intensitätspeak im Wellenlängenbereich zwischen 510 und 530 nm, insbesondere im Wellenlängenbereich zwischen 515 und 525 nm zu erzeugen. Zur Erzeugung von Weißlicht mit einem dominierenden Rotlichtanteil zur Sättigung einer roten Objektfarbe werden die beiden Rotlicht-Leuchtdioden angesteuert, um ein maximales Intensitätspeak im roten Spektralbereich zu erhalten, und werden die Grünlicht- und Blaulicht-Leuchtdioden angesteuert, um weitere Peaks im grünen und blauen

EP 2 908 607 A2

Spektralbereich zu erzeugen. Konkret werden die Leuchtdioden, wie sie vorstehend näher spezifiziert sind, mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert:

5
10

erste Rotlicht-Leuchtdiode:	90-100%, insbesondere 100%,
zweite Rotlicht-Leuchtdiode:	9-11 %, insbesondere 9,96%,
Grünlicht-Leuchtdiode:	25-35%, insbesondere 30%
erste Blaulicht-Leuchtdiode:	3-7%, insbesondere 5%
zweite Blaulicht-Leuchtdiode:	3-7%, insbesondere 5%
Weißlicht-Leuchtdiode:	40-50%, insbesondere etwa 46-47%.

15 **[0011]** Zur Erzeugung von eine rote Lichtfarbe verstärkendem Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K wird bei einer Ausführungsform der Erfindung eine Weißlicht-Leuchtdiode verwendet, welche ausgebildet ist, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K zu emittieren, und werden die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert:

20

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R ₁):	90-100%, insbesondere 100%,
zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R ₂):	90-100 %, insbesondere 100%,
Grünlicht-Leuchtdiode (G):	25-35%, insbesondere 30%
erste Blaulicht-Leuchtdiode (B ₁):	3-7%, insbesondere 10%
zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B ₂):	3-7%, insbesondere 5%
Weißlicht-Leuchtdiode (WW):	90-10%, insbesondere etwa 100%;

25 und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

30

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	100	10	5	30	100	100
Sollstrom (mA)	700	100	100	300	100	200

35 **[0012]** Zur Erzeugung von die Rotlichtfarbe verstärkendem Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3500 K ist die Weißlicht-Leuchtdiode bevorzugt ausgebildet, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K zu emittieren, und werden die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert:

40
45

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R ₁):	30-32%, insbesondere 31,1%,
zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R ₂):	72-74 %, insbesondere 73,3%,
Grünlicht-Leuchtdiode (G):	63-65%, insbesondere 63,7%
zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B ₂):	28-30%, insbesondere 29,4%
zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B ₂):	28-30%, insbesondere 29,4%
Weißlicht-Leuchtdiode (WW):	82-85%, insbesondere etwa 83,3%;

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

50
55

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	83,3	28,6	29,4	63,7	31,1	73,3
Sollstrom (mA)	600	100	100	100	100	100

[0013] Zur Erzeugung von die Rotlichtfarbe verstärkendem Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 4000 K ist bevorzugt

EP 2 908 607 A2

die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K zu emittieren, und werden die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R_1): 90-100%, insbesondere 100%,
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R_2): 90-100 %, insbesondere 100%,
 Grünlicht-Leuchtdiode (G): 55-65%, insbesondere 60%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B_1): 7-12%, insbesondere 10,5%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2): 3-7%, insbesondere 50%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 82-85%, insbesondere etwa 83,3%;

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	83,3	10	5	60	100	100
Sollstrom (mA)	600	100	100	300	100	300

[0014] Zur Erzeugung von Weißlicht, das eine grüne Lichtfarbe verstärkt und damit grüne Objektfarben sättigt, wird gemäß einer Ansteuerungsform der Erfindung die Grünlicht-Leuchtdiode angesteuert, um den Grünlichtanteil auf einen gewünschten Wert zu bringen, und werden die Blaulicht- und Rotlicht-Leuchtdioden angesteuert, um den Farbton des Weißstons zum visuell annehmbaren Weißstonbereich zurück zu verschieben.

[0015] Konkret werden zur Erzeugung von Weißlicht, das eine grüne Lichtfarbe verstärkt, die Leuchtdioden, welche Licht in den oben spezifizierten Spektralbereichen abgeben, wie folgt angesteuert:

erste Rotlicht-Leuchtdiode: 9-11%, insbesondere 10%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode: 25-35%, insbesondere 30-32 %
 Grünlicht-Leuchtdiode: 50-60%, insbesondere 54%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode: 3-7%, insbesondere 5%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode: 3-7%, insbesondere 5%
 Weißlicht-Leuchtdiode: 90-100%, insbesondere 100%.

[0016] Zur Erzeugung von Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K, das eine grüne Lichtfarbe verstärkt, die Weißlicht-Leuchtdiode gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ausgebildet, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K zu erzeugen, und werden die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R_1): 90-100%, insbesondere 100%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode(R_2): 90-100%, insbesondere 100%
 Grünlicht-Leuchtdiode (G): 55-55%, insbesondere 50%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B_1): 0-3%, insbesondere 0%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2): 3-7%, insbesondere 5%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 90-100%, insbesondere 100%;

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	100	0	5	50	100	100

EP 2 908 607 A2

(fortgesetzt)

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Sollstrom (mA)	700	0	350	200	150	100

[0017] Zur Erzeugung von Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3500 K, das eine grüne Lichtfarbe verstärkt wird eine Weißlicht-Leuchtdiode mit einer Farbtemperatur von 3000 K eingesetzt und werden die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R₁): 9-11%, insbesondere 100%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R₂): 25-35%, insbesondere 50%
 Grünlicht-Leuchtdiode (G): 50-60%, insbesondere 50%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B₁): 3-7%, insbesondere 5%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B₂): 3-7%, insbesondere 5%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 90-100%, insbesondere 85%.

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	85	5	5	50	100	50
Sollstrom (mA)	700	50	50	300	100	100

[0018] Zur Erzeugung von Weißlicht, das eine orange Lichtfarbe verstärkt und damit orange Objektfarben sättigt, wird diejenige der beiden Rotlicht-Leuchtdioden, welche Rotlicht im niedrigeren Spektralbereich emittiert, angesteuert, um den orangefarbenen Farbbereich zu betonen, und wird die Grünlicht-Leuchtdiode angesteuert, um die Betonung zu kompensieren.

[0019] Insbesondere werden die Leuchtdioden mit den oben genannten Spezifizierungen mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert:

erste Rotlicht-Leuchtdiode: 3-7%, insbesondere 5%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode: 30-40%, insbesondere etwa 35 %
 Grünlicht-Leuchtdiode: 35-42%, insbesondere 38-39%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode: 3-7%, insbesondere 5%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode: 3-7%, insbesondere 5%
 Weißlicht-Leuchtdiode: 90-100%, insbesondere 100%.

[0020] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung wird zur Erzeugung von Weißlicht, mit einer Farbtemperatur von 3000 K, das eine gelbe Lichtfarbe verstärkt und damit gelbe Objektfarben sättigt, eine Weißlicht-Leuchtdiode eingesetzt, die Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K erzeugt, und werden die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R₁): 65-65%, insbesondere 70%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R₂): 50-60%, insbesondere etwa 55 %
 Grünlicht-Leuchtdiode (G): 45-55%, insbesondere 50%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B₁): 15-25%, insbesondere 20%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B₂): 15-25%, insbesondere 20%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 80-90%, insbesondere 83,3%.

EP 2 908 607 A2

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	83,3	20	20	50	70	55
Sollstrom (mA)	600	100	100	200	170	200

[0021] Zur Erzeugung von Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3500 K das eine gelbe Lichtfarbe verstärkt, ist bei einer Ausführungsform der Erfindung die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K zu emittieren, und werden die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R_1): 50-60%, insbesondere 55%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R_2): 65-75%, insbesondere etwa 70 %
 Grünlicht-Leuchtdiode(G): 65-75%, insbesondere 70%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B_1): 20-30%, insbesondere 25%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2): 20-30%, insbesondere 25%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 80-90%, insbesondere 83,3%.

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	83,3	25	25	70	55	70
Sollstrom (mA)	600	100	100	130	100	100

[0022] Zur Erzeugung von Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000K, das eine blaue Lichtfarbe verstärkt und damit blaue Objektfarben sättigt, ist bei einer weiteren Ausführungsform der Erfindung die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000K zu erzeugen, und werden die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R_1): 35-45%, insbesondere 40%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R_2): 65-75%, insbesondere etwa 70 %
 Grünlicht-Leuchtdiode(G): 25-30%, insbesondere 28%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B_1): 20-30%, insbesondere 25%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2): 7-12%, insbesondere 10%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 80-90%, insbesondere 85%.

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	85	25	10	28	40	70
Sollstrom (mA)	600	100	100	100	100	100

EP 2 908 607 A2

[0023] Zur Erzeugung von Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3500K, das eine blaue Lichtfarbe verstärkt und damit blaue Objektfarben sättigt, ist die Weißlicht-Leuchtdiode gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ausgebildet, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000K zu erzeugen, und werden die Leuchtdiode mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert:

5

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R₁): 35-45%, insbesondere 40%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R₂): 65-75%, insbesondere etwa 70 %
 Grünlicht-Leuchtdiode(G): 30-40%, insbesondere 36%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B₁): 55-65%, insbesondere 60%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B₂): 60-70%, insbesondere 45%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 80-90%, insbesondere 85%.

10

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

15

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	85	60	65	36	40	70
Sollstrom (mA)	600	100	100	100	100	100

20

[0024] Zur Erzeugung von Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 4000 K, das eine blaue Lichtfarbe verstärkt, ist gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet ist, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K zu erzeugen und die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert werden:

25

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R₁): 25-35%, insbesondere 30%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R₂): 60-70%, insbesondere etwa 66 %
 Grünlicht-Leuchtdiode(G): 60-65%, insbesondere 63,7%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B₁): 90-100%, insbesondere 100%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B₂): 75-85%, insbesondere 80%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 90-100%, insbesondere 100%.

30

35

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

40

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B1	G	R1	R1
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	100	100	80	63,7	30	66
Sollstrom (mA)	600	100	100	100	100	100

45

[0025] Nachfolgend wird die Funktionsweise der erfindungsgemäßen LED-Leuchte anhand der Zeichnungen näher dargestellt. In der Zeichnung zeigt

50

Figur 1 ein Weißlichtspektrum zur Betonung einer roten Körperfarbe, das erfindungsgemäß mit einer 6-Kanal-LED-Leuchte gemäß der vorliegenden Erfindung erzeugt ist,

Figur 2 ein Weißlichtspektrum zur Betonung einer grünen Körperfarbe, das erfindungsgemäß mit einer 6-Kanal-LED-Leuchte der vorliegenden Erfindung erzeugt ist,

55

Figur 3 ein Weißlichtspektrum zur Betonung einer orangefarbenen Körperfarbe, das mittels einer 6-Kanal-LED-Leuch-

te gemäß der vorliegenden Erfindung erzeugt ist,

Figur 4 ein Vergleichsbeispiel eines Weißlichtspektrums zur Erzeugung eines Weißlichtspektrums zur Betonung einer roten Körperfarbe, und

Figur 5 ein Vergleichsbeispiel eines Weißlichtspektrums ohne Übersättigung einer roten Objektfarbe.

[0026] Eine LED-Leuchte gemäß der vorliegenden Erfindung ist in 6-Kanal-Technik ausgeführt und umfasst LED-Platinen mit zwei Rotlicht-Leuchtdioden, zwei Blaulicht-Leuchtdioden, einer Grünlicht-Leuchtdiode und einer Weißlicht-Leuchtdiode. Die Lichtspektren der einzelnen Leuchtdioden sind in den Figuren 1 bis 5 jeweils dargestellt. Daraus ist zu entnehmen, dass eine erste Blaulicht-Leuchtdiode B₁ Licht in einem tiefblauen Spektralbereich mit einem Intensitätsspek im Wellenlängenbereich von etwa 450 nm erzeugt, die zweite Blaulicht-Leuchtdiode B₂ Blaulicht mit einem Intensitätsspek im Wellenlängenbereich von etwa 470 nm erzeugt, die Grünlicht-Leuchtdiode G Licht im grünen Spektralbereich mit einem Intensitätsspek im Wellenlängenbereich von etwa 525 nm erzeugt, eine erste Rotlicht-Leuchtdiode R₁ Licht in einem roten Spektralbereich, hier im Wellenlängenbereich von etwa 625 nm erzeugt und die zweite Rotlicht-Leuchtdiode R₂ Licht in einem tiefroten Spektralbereich mit einem Intensitätsspek im Wellenlängenbereich von etwa 670 nm erzeugt. Die Weißlicht-Leuchtdiode WW erzeugt Weißlicht mit einer Farbtemperatur von etwa 3000 K.

[0027] In der Figur 1 ist ein Lichtemissionsspektrum E dargestellt, das durch Ansteuerung der sechs Leuchtdioden erzeugt wird, um ein Weißlicht zu erzeugen, das eine rote Lichtfarbe verstärkt.

[0028] In der nachfolgenden Tabelle 1 ist die Gewichtung der Emissionsspektren der 6 Kanäle (d.h. Ansteuerungssignale der LED-Kanäle) gezeigt, um die im Beispiel der Figur 1 genannten Eigenschaften erfindungsgemäß zu erreichen. Eine Gewichtung von 1,000 entspricht der maximalen Ansteuerung des jeweiligen Kanals, andere Werte sind linear proportional skaliert.

Tabelle 1

LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal
B1	B2	G	R1	R2	WW
0,0500	0,0500	0,3000	0,0996	1,000	0,4672

[0029] Die nachfolgende Tabelle 2 enthält die farbmtrischen Eigenschaften, die sich mit den Gewichtungsfaktoren aus Tabelle 1 für das Beispiel der Figur 1 ergeben.

Tabelle 2: Farbmtrische Eigenschaften des Beispiels der Figur 1.

Kenngroße	Wert	Erklärung
CCT:	3050 K	Ähnlichste Farbtemperatur, in diesem Fall: warmweiß
Δuv :	0,002	Abstand vom Planckschen Kurvenzug, der die Qualität des Weißtons beschreibt, in diesem Fall wahrnehmungsgemäß gut, weil der Wert im Bereich 0,001 - 0,002 liegt.
CRI R _a :	90,0	Allgemeiner Farbwiedergabeindex, der Wert von 90 entspricht "gut bis sehr gut"
C*ab_Rot	70,5	CIELAB Buntheit (ein ähnlicher Begriff wie die Sättigung), dieser Wert entspricht der Betonung von roten Objektfarben. Dieser Wert wird durch diese LED-Leuchte maximiert, unter den Nebenbedingungen, dass der Weißton hochqualitativ bleibt, und R _a >90 beibehalten wird. Dieser Wert bedeutet, dass die roten bzw.- rötlichen Objektfarben empfindungsgemäß sehr gesättigt sind.

[0030] Aus Tabelle 2 geht hervor, dass, trotz Übersättigung der roten Objekte, der allgemeine Farbwiedergabeindex R_a immer noch im visuell "gut bis sehr guten" und der Weißton im visuell "guten" Bereich bleibt.

[0031] In der Figur 2 ist ein Emissionsspektrum E zur Erzeugung von Weißlicht mit einem verstärkten Grünanteil dargestellt. Die nachfolgende Tabelle 3 zeigt die Gewichtung der Emissionsspektren der 6 Kanäle (d.h. Ansteuerungssignale der LED-Kanäle), um die im Beispiel der Figur 2 genannten Eigenschaften erfindungsgemäß zu erreichen. Eine Gewichtung von 1,000 entspricht der maximalen Ansteuerung des jeweiligen Kanals, andere Werte sind linear proportional skaliert.

Tabelle 3:

LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal
B1	B2	G	R1	R2	WW
0,05	0,05	0,54	0,3158	0,0969	1,000

[0032] Die nachfolgende Tabelle 4 enthält die farbmtrischen Eigenschaften, die sich mit den Gewichtungsfaktoren aus Tabelle 7 für das Beispiel der Figur 2 ergeben.

Tabelle 4: Farbmtrische Eigenschaften des Beispiels der Figur 2.

KenngroÙe	Wert	Erklärung
CCT:	3124 K	Ähnlichste Farbtemperatur, in diesem Fall: warmweiß
Δuv :	0,0019	Abstand vom Planckschen Kurvenzug, der die Qualität des Weißtons beschreibt, in diesem Fall wahrnehmungsgemäß gut, weil der Wert im Bereich 0,001 - 0,002 liegt.
CRI R_a :	95,4	Allgemeiner Farbwiedergabeindex, der Wert von 95,4 entspricht "sehr gut - gut"
C*ab_Grün	52,6	CIELAB Buntheit (ein ähnlicher Begriff wie die Sättigung), dieser Wert entspricht der Betonung von grünen Objektfarben. Dieser Wert wird durch diese LED-Leuchte maximiert, unter den Nebenbedingungen, dass der Weißton hochqualitativ bleibt, und $R_a > 90$ beibehalten wird. Dieser Wert bedeutet eine erhöhte Sättigung für grüne Objektfarben.

[0033] Aus Tabelle 4 geht hervor, dass, trotz Übersättigung der grünen Objekte, der allgemeine Farbwiedergabeindex R_a immer noch im visuell "gut bis sehr guten" und der Weißton im visuell "guten" Bereich bleibt.

[0034] Die Figur 3 zeigt ein Emissionsspektrum E zur Erzeugung von Weißlicht, das eine orange Körperfarbe betont und damit orange Objektfarben sättigt. Die Tabelle 5 zeigt die Gewichtung der Emissionsspektren der 6 Kanäle (d.h. Ansteuerungssignale der LED-Kanäle), um die im Beispiel der Figur 3 genannten Eigenschaften erfindungsgemäß zu erreichen. Eine Gewichtung von 1,000 entspricht der maximalen Ansteuerung des jeweiligen Kanals, andere Werte sind linear proportional skaliert.

Tabelle 5:

LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal
B1	B2	G	R1	R2	WW
0,0500	0,0500	0,38522	0,3525	0,050	1,000

[0035] Tabelle 6 enthält die farbmtrischen Eigenschaften, die sich mit den Gewichtungsfaktoren aus Tabelle 5 für das Beispiel der Figur 3 ergeben.

Tabelle 6: Farbmtrische Eigenschaften des Beispiels der Figur 3.

KenngroÙe	Wert	Erklärung
CCT:	2950 K	Ähnlichste Farbtemperatur, in diesem Fall: warmweiß
Δuv :	0,002	Abstand vom Planckschen Kurvenzug, der die Qualität des Weißtons beschreibt, in diesem Fall wahrnehmungsgemäß gut.
CRI R_a :	94,7	Allgemeiner Farbwiedergabeindex, der Wert von 94,7 entspricht "sehr gut - gut"
C*ab_Orange	75,8	CIELAB Buntheit (ein ähnlicher Begriff wie die Sättigung), dieser Wert entspricht der Betonung von orangefarbenen Objekten. Dieser Wert wird durch diese LED-Leuchte maximiert, unter den Nebenbedingungen, dass der Weißton hochqualitativ bleibt, und $R_a > 90$ beibehalten wird. Dieser Wert bedeutet eine erhöhte Sättigung für orangefarbene Objekte.

[0036] Aus Tabelle 6 geht hervor, dass, trotz Übersättigung der orangefarbenen Objekte, der allgemeine Farbwiedergabeindex R_a immer noch im visuell "gut bis sehr guten" und der Weißton im visuell "guten" Bereich bleibt.

[0037] In der Figur 4 ist ein Vergleichsbeispiel dargestellt, bei welchem das Emissionsspektrum E mit einem guten Weißpunkt aber ohne Übersättigung der roten Objekte möglich ist. Die Tabelle 7 zeigt die Gewichtung der Emissionsspektren der 6 Kanäle (d.h. Ansteuerungssignale der LED-Kanäle), um das im Beispiel der Figur 4 dargestellte Emissionsspektrum zu erreichen. Eine Gewichtung von 1,000 entspricht der maximalen Ansteuerung des jeweiligen Kanals, andere Werte sind linear proportional skaliert.

Tabelle 7:

LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal
B1	B2	G	R1	R2	WW
0,00000	0,00000	0,29433	0,037968	0,00000	1,00000

[0038] Aus Tabelle 7 geht hervor, dass der tiefrote R2-Kanal im Gegensatz zu Tab. 1 in diesem Beispiel keine Rot übersättigende Strahlung emittiert (d.h. Gewichtung hier R2 = 0,00000 statt 1,00000 in Tab. 1).

Tabelle 8: Farbmétrische Eigenschaften des Beispiels der Figur 4 (ohne rote Übersättigung)

KenngroÙe	Wert	Erklärung
CCT:	3050 K	Ähnlichste Farbtemperatur, in diesem Fall: warmweiß
Δuv :	0,0018	Abstand vom Planckschen Kurvenzug, der die Qualität des Weißtons beschreibt, in diesem Fall wahrnehmungsgemäß gut, weil der Wert im Bereich 0,001 - 0,002 liegt.
CRI Ra:	90,0	Allgemeiner Farbwiedergabeindex, der Wert von 90 entspricht "gut bis sehr gut"
C*ab_Rot	62,2	CIELAB Buntheit (ein ähnlicher Begriff wie die Sättigung). Bei diesem Wert (62,2 statt 70,5 in Tab. 2) werden die roten Objektfarben nicht übersättigt.

[0039] Schließlich zeigt die Figur 5 ein Emissionsspektrum E für Weißlicht, bei dem der rote Farbanteil gesättigt aber ein schlechter Weißpunkt erreicht wird. Die Tabelle 9 zeigt die Gewichtung der Emissionsspektren der 6 Kanäle (d.h. Ansteuerungssignale der LED-Kanäle), um das im Beispiel der Abb. 3. dargestellte Emissionsspektrum zu erreichen. Eine Gewichtung von 1,000 entspricht der maximalen Ansteuerung des jeweiligen Kanals, andere Werte sind linear proportional skaliert.

Tabelle 9:

LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal	LED-Kanal
B1	B2	G	R1	R2	WW
0,00000	0,07218	0,12494	0,00000	1,0000	0,08522

Tabelle 10: Farbmétrische Eigenschaften des Beispiels der Abb. 3 (mit roter Übersättigung aber schlechtem Weißpunkt)

KenngroÙe	Wert	Erklärung
CCT:	2950 K	Ähnlichste Farbtemperatur, in diesem Fall: warmweiß
Δuv :	0,01	Abstand vom Planckschen Kurvenzug, der die Qualität des Weißtons beschreibt, in diesem Fall wahrnehmungsgemäß schlecht, weil der Wert 0,01 (etwa das Fünffache wie im erfindungsgemäÙen Beispiel) beträgt.
CRI Ra:	50,0	Allgemeiner Farbwiedergabeindex, der Wert von 50 entspricht "schlecht bis gering"
C*ab_Rot	87,8	CIELAB Buntheit (ein ähnlicher Begriff wie die Sättigung). Bei diesem Wert (87,8) werden die roten Objektfarben sehr stark übersättigt.

EP 2 908 607 A2

[0040] Aus Tabelle 10 geht hervor, dass durch diese nicht erfindungsgemäße Übersättigung der roten Objektfarben der allgemeine Farbwiedergabeindex stark herabgesetzt wird, so dass der Wert nur noch 50 (d.h. "schlecht bis gering") beträgt. Der Weißton liegt mit $\Delta uv=0,01$ im visuell schlechten Bereich.

[0041] Des Weiteren wurden Tests durchgeführt, bei welchen Gegenstände der vorgegebenen Objektfarben Rot, Blau, Grün und Gelb mit Weißlicht beleuchtet wurden, das die entsprechende Objektfarbe verstärkt. Die Beleuchtungsergebnisse wurden von Testpersonen bewertet. Nachfolgend sind entsprechende Beispiele angegeben, bei denen laut Bewertung der Testpersonen gute Beleuchtungsergebnisse erzielt wurden. Konkret wurde zur Beleuchtung von roten Objekten die Beleuchtungseinrichtung eingestellt, um Weißlicht der Farbtemperaturen 3000 K, 3500 K und 4000 K zu erzeugen, in denen der rote Lichtanteil verstärkt ist. Zur Betonung von blauen Objektfarben wurde Weißlicht mit den Farbtemperaturen 3000 K und 3500 K erzeugt, wobei der blaue Spektralbereich verstärkt wurde. Um grüne Objektfarben zu verstärken, wurde Weißlicht mit den Farbtemperaturen 3000 K und 3500 K erzeugt, und zur Betonung von gelben Objektfarben wurde ebenfalls Weißlicht mit den Farbtemperaturen 3000 K und 3500 K erzeugt. Die entsprechenden Einstellungen und Messergebnisse sind in den nachfolgenden Tabellen 11 bis 30 angegeben.

[0042] Farbeinstellung: Rot 3000K

Tabelle 11

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	100	10	5	30	100	100
Soll Strom in mA	700	100	100	300	100	200

Tabelle 12

Lichtfarbe	K	E/LX	X	Y	Δuv	CRI	R9
Rot 3.000 K Hoher CRI	2785	4875	0,4506	0,4043	-0,032	93,37	74,6

[0043] Farbeinstellung: Rot 3500K

Tabelle 13

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	83,3	28,6	29,4	63,7	31,1	73,3
Soll Strom in mA	600	100	100	100	100	100

Tabelle 14

Lichtfarbe	K	E/lx	X	Y	Δuv	CRI	R9
Rot 3.500 Hoher CRI	3419	3600	0,4102	0,3936	-0,076	96,49	93,6

[0044] Farbeinstellung: Rot 4000K

Tabelle 15

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm

EP 2 908 607 A2

(fortgesetzt)

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
PWM in %	83,3	10	5	60	100	100
Sollstrom (mA)	600	100	100	300	100	300

Tabelle 16

Lichtfarbe	K	E/lx	X	Y	Δuv	CRI	R9
Rot 4.000 K Hoher CRI	4087	6233	0,3320	0,3763	-0,052	85,79	35,4

[0045] Farbeinstellung: Blau 3000 K

Tabelle 17

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	85	25	10	28	40	70
Sollstrom (mA)	600	100	100	100	100	100

Tabelle 18

Lichtfarbe	K	E/lx	X	Y	Δuv	CRI	R12 BLAU
Blau 3.000 K Hoher CRI	2982	2982	0,4315	0,3907	-0,094	93,01	72,9

[0046] Farbeinstellung: Blau 3500K

Tabelle 19

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	85	60	65	36	40	70
Sollstrom (mA)	600	100	100	100	100	100

Tabelle 20

Lichtfarbe	K	E/lx	X	Y	Δuv	CRI	R12 BLAU
Blau 3.500 K Hoher CRI	3542	3516	0,391	0,3565	-0,199	93,83	74,9

[0047] Farbeinstellung: Blau 4000K

Tabelle 21

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R1

EP 2 908 607 A2

(fortgesetzt)

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	100	100	80	63,7	30	66
Sollstrom (mA)	600	100	100	100	100	100

Tabelle 22

Lichtfarbe	K	E/lx	X	Y	Δuv	CRI	R12 BLAU
Blau 4.000 K Hoher CRI	3990	4214	0,3769	0,3504	-0,192	97,70	73,7

[0048] Farbeinstellung: Grün, Farbtemperatur 3000 K

Tabelle 23

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	100	0	5	50	100	100
Sollstrom (mA)	700	0	350	200	150	100

Tabelle 24

Lichtfarbe	K	E/lx	X	Y	Δuv	CRI	R11 GRÜN
Grün 3.000 K Hoher CRI	2936	4851	0,4457	0,4138	-0,006	95,46	93,1

[0049] Farbeinstellung: Grün, Farbtemperatur 3500K

Tabelle 25

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	85	5	5	50	100	50
Sollstrom (mA)	700	50	50	300	100	100

Tabelle 26

Lichtfarbe	K	E/lx	X	Y	Δuv	CRI	R11 GRÜN
Grün 3.500 K Hoher CRI	3347	4362	0,4294	0,4323	-0,042	93,25	92,9

[0050] Farbeinstellung: Gelb 3000K

Tabelle 27

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2

EP 2 908 607 A2

(fortgesetzt)

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	83,3	20	20	50	70	55
Sollstrom (mA)	600	100	100	200	170	200

Tabelle 28

Lichtfarbe	K	E/lx	X	Y	Δuv	CRI	R10 Gelb
Gelb 3.000 K Hoher CRI	2974	4048	0,4381	0,4032	-0,047	84,80	94,8

[0051] Farbeinstellung: Gelb 3500 K

Tabelle 29

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	83,3	25	25	70	55	70
Sollstrom (mA)	600	100	100	130	100	100

Tabelle 30

Lichtfarbe	K	E/lx	X	Y	Δuv	CRI	R10 Gelb
Gelb 3.500 K Hoher CRI	3465	3737	0,4267	0,4038	-0,042	96,01	87,2

Patentansprüche

1. LED-Leuchte mit einer Beleuchtungseinheit, die mehrere farbige Leuchtdioden, welche Licht in den Grundfarben Rot, Grün und Blau eines Farbensystems emittieren, und eine Weißlicht-Leuchtdiode, die Licht im weißen Spektralbereich emittiert, aufweist, und einer Steuerungseinheit, die mit der Beleuchtungseinheit gekoppelt und ausgebildet ist, die Leuchtdioden derart anzusteuern, dass sie ein eine gewünschte Lichtfarbe verstärkendes Weißlicht erzeugen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Beleuchtungseinheit zwei Rotlicht-Leuchtdioden (R_1 , R_2), die Licht in voneinander abweichenden roten Spektralbereichen emittieren, zwei Blaulicht-Leuchtdioden (B_1 , B_2), die Licht in voneinander abweichenden blauen Spektralbereichen emittieren, eine Grünlicht-Leuchtdiode (G), die Licht im grünen Spektralbereich emittiert, und eine Weißlicht-Leuchtdiode (WW) aufweist, wobei die sechs Leuchtdioden der Beleuchtungseinheit von der Steuerungseinheit über separate Steuerungskanäle einzeln ansteuerbar sind.
2. LED-Leuchte nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerungseinheit zur Erzeugung von Weißlicht mit einer Übersättigung einer Lichtfarbe die Weißlicht-Leuchtdiode ansteuert, um Licht im weißen Spektralbereich zu emittieren, und zusätzlich die farbigen Leuchtdioden ansteuert, um in dem von der Beleuchtungseinheit emittierten Lichtspektrum eine gewünschte dominante Lichtfarbe zu verstärken, und gleichzeitig die Leuchtdioden ansteuert, um auch eine zu der dominanten Lichtfarbe entsprechende Komplementärfarbe zu betonen.
3. LED-Leuchte nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Weißlicht-Leuchtdiode (WW) ausgebildet ist, um Weißlicht mit einer Farbtemperatur in einem Bereich zwischen 2900 K und 4200 K zu erzeugen.
4. LED-Leuchte nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet ist, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von etwa 3000 K, 3500 K oder 4000 K zu emittieren.

5. LED-Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Rotlicht-Leuchtdiode (R_1) ausgebildet ist, Licht in einem roten Spektralbereich mit einem Intensitätspeak im Wellenlängenbereich zwischen 600 und 640 nm, insbesondere zwischen 620 und 630 nm und bevorzugt mit einer Wellenlänge von 630 nm zu emittieren und die andere, zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R_2) ausgebildet ist, Licht in einem darüber liegenden roten Spektralbereich zu emittieren.
6. LED-Leuchte nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R_2) ausgebildet ist, Licht in einem roten Spektralbereich mit einem Intensitätspeak im Wellenlängenbereich zwischen 650 und 680 nm, insbesondere von 660 oder 670 nm zu erzeugen.
7. LED-Leuchte nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine erste Blaulicht-Leuchtdiode (B_1) ausgebildet ist, Licht in einem tiefblauen Spektralbereich mit einem Intensitätspeak im Wellenlängenbereich zwischen 440 und 465 nm, insbesondere bei 450 nm zu erzeugen, und die andere, zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2) ausgebildet ist, Licht in einem darüber liegenden Spektralbereich zu erzeugen.
8. LED-Leuchte nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2) ausgebildet ist, Blaulicht mit einem Intensitätspeak im Wellenlängenbereich zwischen 450 und 480 nm, insbesondere bei 470 nm zu erzeugen.
9. LED-Leuchte nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Grünlicht-Leuchtdiode (G) ausgebildet ist, Grünlicht mit einem Intensitätspeak im Wellenlängenbereich zwischen 510 und 530 nm, insbesondere im Wellenlängenbereich zwischen 515 und 525 nm und bevorzugt mit einer Wellenlänge von 520 nm zu erzeugen.
10. LED-Leuchte nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung von Weißlicht, das eine rote Lichtfarbe verstärkt, die Rotlicht-Leuchtdioden (R_1 , R_2) angesteuert werden, um ein maximales Intensitäts-Peak im roten Spektralbereich zu erhalten, und die Grünlicht- und Blaulicht-Leuchtdioden (G, B_1 , B_2) angesteuert werden, um weitere Peaks im grünen und blauen Spektralbereich zu erzeugen.
11. LED-Leuchte nach Anspruch 10 und den Ansprüchen 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert werden:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R_1):	90-100%, insbesondere 100%,
zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R_2):	9-11 %, insbesondere 9,96%,
Grünlicht-Leuchtdiode (G):	25-35%, insbesondere 30%
erste Blaulicht-Leuchtdiode (B_1):	3-7%, insbesondere 5%
zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2):	3-7%, insbesondere 5%
Weißlicht-Leuchtdiode (WW):	40-50%, insbesondere etwa 46-47%.

12. LED-Leuchte nach einem der Ansprüche 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung von eine rote Lichtfarbe verstärkendem Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K eine Weißlicht-Leuchtdiode verwendet wird, welche ausgebildet ist, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K zu emittieren und die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert werden:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R_1):	90-100%, insbesondere 100%,
zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R_2):	90-100 %, insbesondere 100%,
Grünlicht-Leuchtdiode (G):	25-35%, insbesondere 30%
erste Blaulicht-Leuchtdiode (B_1):	3-7%, insbesondere 10%
zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2):	3-7%, insbesondere 5%
Weißlicht-Leuchtdiode (WW):	90-10%, insbesondere etwa 100%;

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

EP 2 908 607 A2

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	100	10	5	30	100	100
Soll Strom in mA	700	100	100	300	100	200

und/oder dass zur Erzeugung von die Rotlichtfarbe verstärkendem Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3500 K die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet ist, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K zu emittieren und die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert werden:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R₁): 30-32%, insbesondere 31,1%,
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R₂): 72-74 %, insbesondere 73,3%,
 Grünlicht-Leuchtdiode (G): 63-65%, insbesondere 63,7%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B₁): 27-30%, insbesondere 28,6%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B₂): 28-30%, insbesondere 29,4%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 82-85%, insbesondere etwa 83,3%;

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	83,3	28,6	29,4	63,7	31,1	73,3
Soll Strom in mA	600	100	100	100	100	100

und/oder dass zur Erzeugung von die Rotlichtfarbe verstärkendem Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 4000 K die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet ist, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K zu emittieren und die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert werden:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R₁): 90-100%, insbesondere 100%,
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R₂): 90-100 %, insbesondere 100%,
 Grünlicht-Leuchtdiode (G): 55-65%, insbesondere 60%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B₁): 7-12%, insbesondere 10,5%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B₂): 3-7%, insbesondere 50%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 82-85%, insbesondere etwa 83,3%;

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	83,3	10	5	60	100	100

EP 2 908 607 A2

(fortgesetzt)

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
Soll Strom in mA	600	100	100	300	100	300

5
10
13. LED-Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zur Erzeugung von Weißlicht, das eine grüne Lichtfarbe verstärkt und damit grüne Objektfarben sättigt, die Grünlicht-Leuchtdiode (G) angesteuert wird, um den Grünanteil auf einen gewünschten Wert zu bringen, und die Blaulicht- und Rotlicht-Leuchtdioden (B₁, B₂, R₁, R₂) angesteuert werden, um den Farbpunkt des Weißstons zum visuell annehmbaren Weißstonbereich zurück zu verschieben.

15
14. LED-Leuchte nach Anspruch 13 und den Ansprüchen 5 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung von Weißlicht, das eine grüne Lichtfarbe verstärkt und damit grüne Objektfarben sättigt, die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert werden:

- 20
25
- erste Rotlicht-Leuchtdiode (R₁): 9-11%, insbesondere 10%
 - zweite Rotlicht-Leuchtdiode(R₂): 25-35%, insbesondere 30-32 %
 - Grünlicht-Leuchtdiode (G): 50-60%, insbesondere 54%
 - erste Blaulicht-Leuchtdiode (B₁): 3-7%, insbesondere 5%
 - zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B₂): 3-7%, insbesondere 5%
 - Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 90-100%, insbesondere 100%.

30
15. LED-Leuchte nach einem der Ansprüche 5 bis 9 und ggf. nach einem der Ansprüche 13 und 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung von Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K, das eine grüne Lichtfarbe verstärkt, die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet ist, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 Ki zu erzeugen, und die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert werden:

- 35
40
- erste Rotlicht-Leuchtdiode (R₁): 90-100%, insbesondere 100%
 - zweite Rotlicht-Leuchtdiode(R₂): 90-100%, insbesondere 100%
 - Grünlicht-Leuchtdiode (G): 45-55%, insbesondere 50%
 - erste Blaulicht-Leuchtdiode (B₁): 0-3%, insbesondere 0%
 - zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B₂): 3-7%, insbesondere 5%
 - Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 90-100%, insbesondere 100%;

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	100	0	5	50	100	100
Soll Strom in mA	700	0	350	200	150	100

50
55
und/ oder dass zur Erzeugung von Weißlicht, mit einer Farbtemperatur von 3500 K, das eine grüne Lichtfarbe verstärkt, die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert werden:

- erste Rotlicht-Leuchtdiode (R₁): 90-100%, insbesondere 100%
- zweite Rotlicht-Leuchtdiode(R₂): 45-55%, insbesondere 50%
- Grünlicht-Leuchtdiode (G): 45-55%, insbesondere 50%

EP 2 908 607 A2

(fortgesetzt)

erste Blaulicht-Leuchtdiode (B_1): 3-7%, insbesondere 5%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2): 3-7%, insbesondere 5%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 80-90%, insbesondere 85%.

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	85	5	5	50	100	50
Soll Strom in mA	700	50	50	300	100	100

16. LED-Leuchte nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung von Weißlicht, das eine orange Lichtfarbe verstärkt und damit orange Objektfarben sättigt, diejenige der beiden Rotlicht-Leuchtdioden, welche Rotlicht im niedrigeren Spektralbereich emittiert, angesteuert wird, um den orangefarbenen Farbbereich zu betonen, und die Grünlicht-Leuchtdiode (G) angesteuert wird, um die Betonung zu kompensieren.

17. LED-Leuchte nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung von Weißlicht, das eine orange Lichtfarbe verstärkt und damit orange Objektfarben sättigt, die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert werden:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R_1): 3-7%, insbesondere 5%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R_2): 30-40%, insbesondere etwa 35 %
 Grünlicht-Leuchtdiode(G): 35-42%, insbesondere 38-39%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B_1): 3-7%, insbesondere 5%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2): 3-7%, insbesondere 5%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 90-100%, insbesondere 100%.

18. LED-Leuchte nach einem der Ansprüche 5 bis 9 und ggf. nach einem der Ansprüche 10 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung von Weißlicht, mit einer Farbtemperatur von 3000 K, das eine gelbe Lichtfarbe verstärkt und damit gelbe Objektfarben sättigt, die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet ist, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K zu erzeugen und die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert werden:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R_1): 65-65%, insbesondere 70%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R_2): 50-60%, insbesondere etwa 55 %
 Grünlicht-Leuchtdiode(G): 45-55%, insbesondere 50%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B_1): 15-25%, insbesondere 20%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2): 15-25%, insbesondere 20%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 80-90%, insbesondere 83,3%.

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm

EP 2 908 607 A2

(fortgesetzt)

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
PWM in %	83,3	20	20	50	70	55
Soll Strom in mA	600	100	100	200	170	200

und/ oder dass zur Erzeugung von Weißlicht, das eine gelbe Lichtfarbe verstärkt, mit einer Farbtemperatur von 3500 K die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet ist, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K zu emittieren und die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert werden:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R_1): 50-60%, insbesondere 55%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R_2): 65-75%, insbesondere etwa 70 %
 Grünlicht-Leuchtdiode(G): 65-75%, insbesondere 70%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B_1): 20-30%, insbesondere 25%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2): 20-30%, insbesondere 25%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 80-90%, insbesondere 83,3%.

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	83,3	25	25	70	55	70
Soll Strom in mA	600	100	100	130	100	100

19. LED-Leuchte nach einem der Ansprüche 5 bis 9 und ggf. einem der Ansprüche 10 bis 18, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erzeugung von Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000K, das eine blaue Lichtfarbe verstärkt und damit blaue Objektfarben sättigt, die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet ist, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000K zu erzeugen und die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert werden:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R_1): 35-45%, insbesondere 40%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R_2): 65-75%, insbesondere etwa 70 %
 Grünlicht-Leuchtdiode(G): 25-30%, insbesondere 28%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B_1): 20-30%, insbesondere 25%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2): 7-12%, insbesondere 10%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 80-90%, insbesondere 85%.

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	85	25	10	28	40	70

EP 2 908 607 A2

(fortgesetzt)

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
Soll Strom in mA	600	100	100	100	100	100

und/oder dass zur Erzeugung von Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3500K, das eine blaue Lichtfarbe verstärkt und damit blaue Objektfarben sättigt, die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet ist, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000K zu erzeugen und die Leuchtdiode mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert werden:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R_1): 35-45%, insbesondere 40%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R_2): 65-75%, insbesondere etwa 70 %
 Grünlicht-Leuchtdiode(G): 30-40%, insbesondere 36%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B_1): 55-65%, insbesondere 60%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2): 60-70%, insbesondere 45%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 80-90%, insbesondere 85%.

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B2	G	R1	R2
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	85	60	65	36	40	70
Soll Strom in mA	600	100	100	100	100	100

und/oder dass zur Erzeugung von Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 4000 K, das eine blaue Lichtfarbe verstärkt, die Weißlicht-Leuchtdiode ausgebildet ist, Weißlicht mit einer Farbtemperatur von 3000 K zu erzeugen und die Leuchtdioden mit folgenden Prozentzahlen der maximalen Ansteuerungswerte angesteuert werden:

erste Rotlicht-Leuchtdiode (R_1): 25-35%, insbesondere 30%
 zweite Rotlicht-Leuchtdiode (R_2): 60-70%, insbesondere etwa 66 %
 Grünlicht-Leuchtdiode(G): 60-65%, insbesondere 63,7%
 erste Blaulicht-Leuchtdiode (B_1): 90-100%, insbesondere 100%
 zweite Blaulicht-Leuchtdiode (B_2): 75-85%, insbesondere 80%
 Weißlicht-Leuchtdiode (WW): 90-100%, insbesondere 100%.

und zwar insbesondere gemäß der nachfolgenden Tabelle

LED	Weiß	Blau	Blau	Grün	Rot	Rot
	WW	B1	B1	G	R1	R1
Strang	3000K	450 nm	470 nm	520 nm	630 nm	660 nm
PWM in %	100	100	80	63,7	30	66
Soll Strom in mA	600	100	100	100	100	100

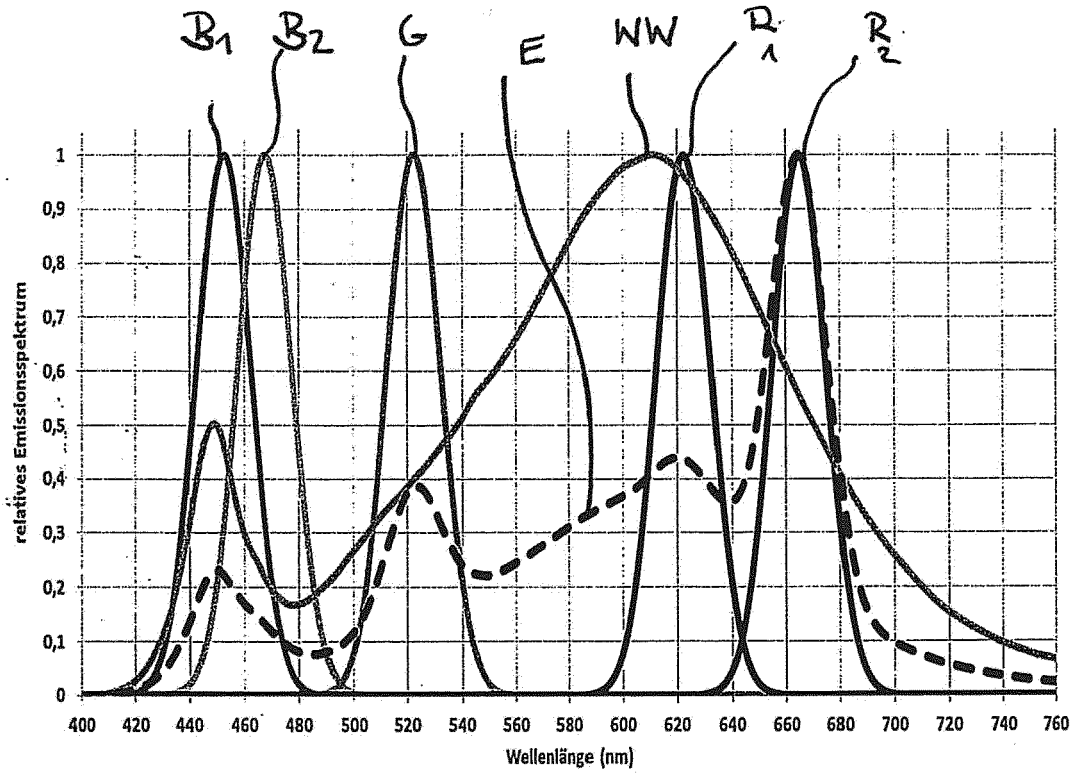


Fig. 1

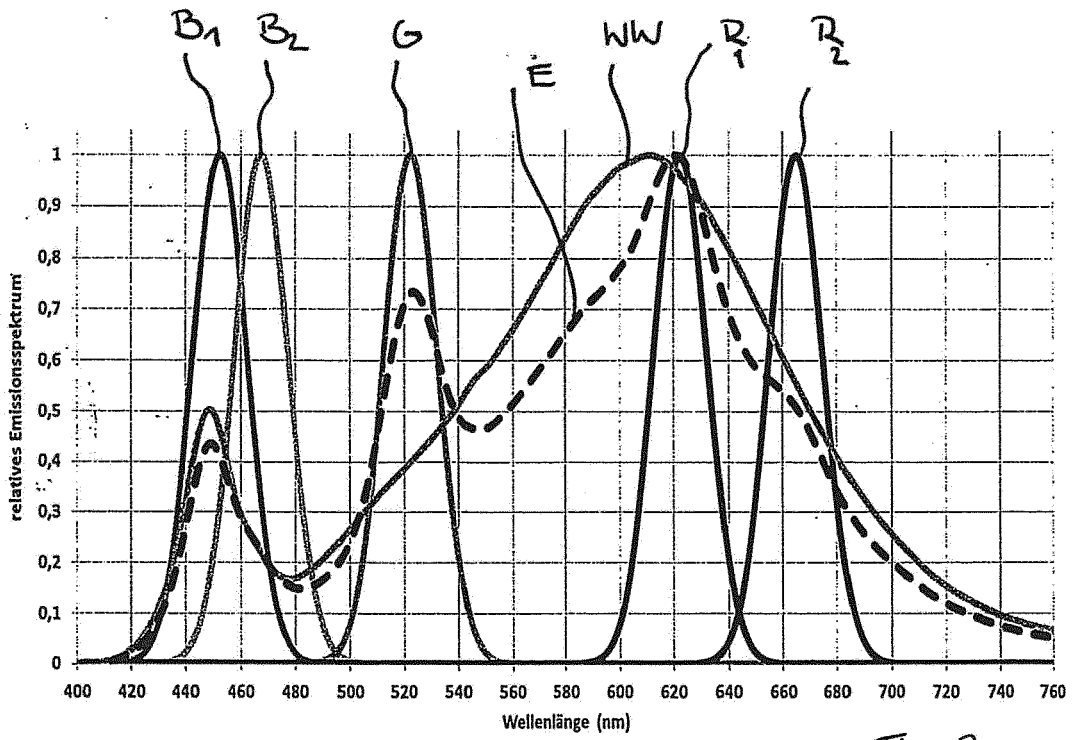


Fig. 2

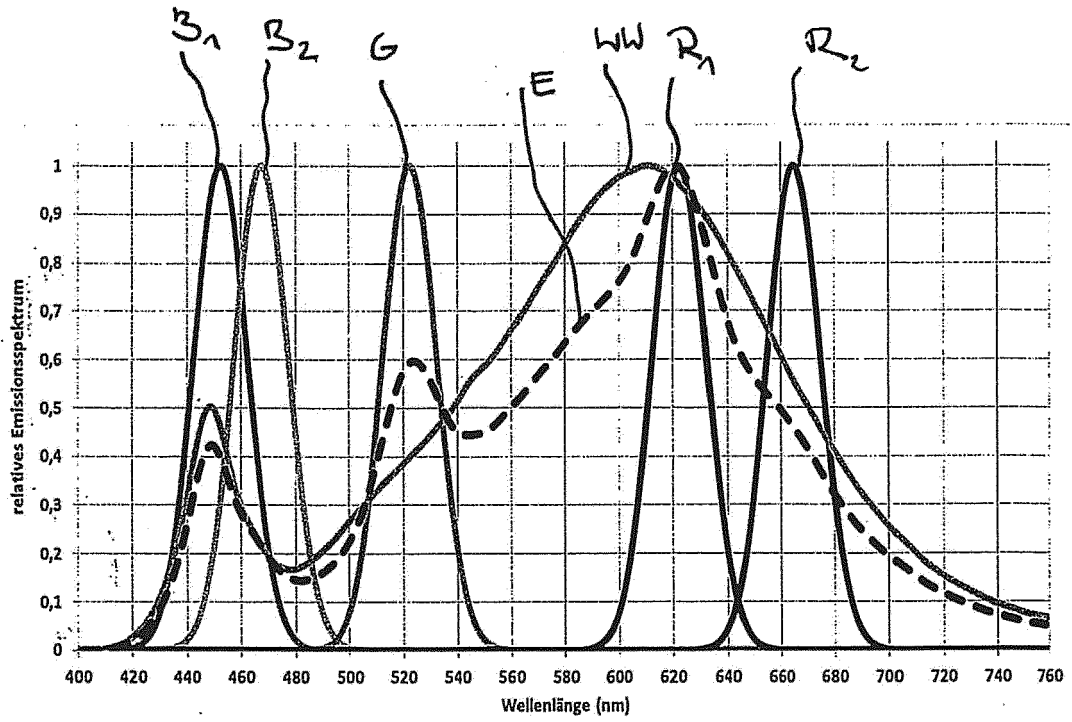


Fig. 3

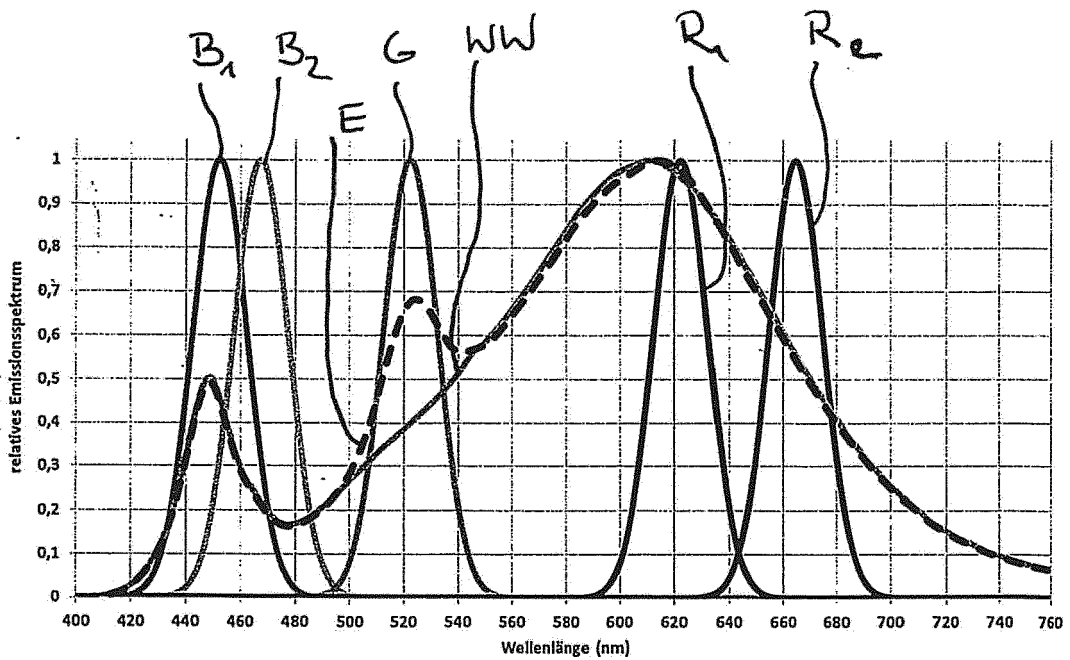


Fig. 4

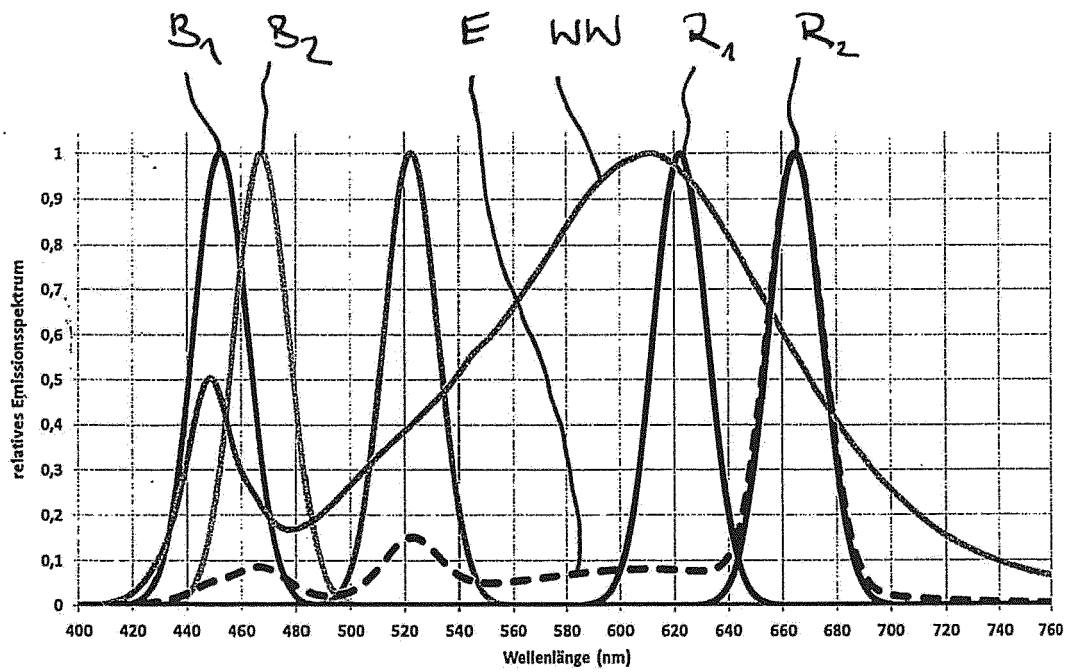


Fig. 5

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

- EP 2541362 A2 [0002]