



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**10.08.2011 Patentblatt 2011/32**

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

(21) Anmeldenummer: **11153517.5**

(22) Anmeldetag: **07.02.2011**

(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**

- **Meyer, Clemens**  
83278, Traunstein (DE)
- **Woski, Michael**  
83301, Traunreut (DE)
- **Härtl, Michael**  
83278, Traunstein (DE)
- **Strübl, Robert**  
83374, Traunwalchen (DE)
- **Rhein, Markus**  
83329, Otting (DE)

(30) Priorität: **05.02.2010 DE 102010006998**

(71) Anmelder: **Siteco Beleuchtungstechnik GmbH**  
83301 Traunreut (DE)

(72) Erfinder:  
• **Metzenroth, Stefan**  
83250, Marquartstein (DE)

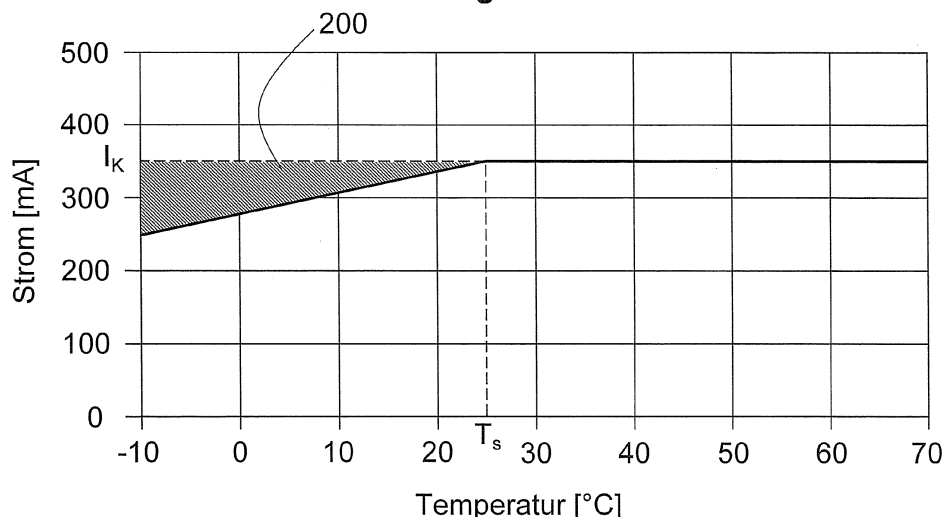
(74) Vertreter: **Schmidt, Steffen**  
**Forrester & Boehmert**  
Pettenkoferstrasse 20-22  
80336 München (DE)

(54) **Temperaturkompensation des Lichtstroms an LED-Leuchten**

(57) Die Erfindung betrifft eine Schaltung zur Stromversorgung einer Leuchte mit mindestens einer LED als Leuchtmittel, wobei die Schaltung einen Signaleingang zum Empfangen eines Temperatursignals und einen elektrischen Versorgungsausgang oder einen Steuersignalausgang zur Ansteuerung einer elektrischen Versorgungseinrichtung mit einem Versorgungsausgang aufweist, wobei der Versorgungsausgang einen elektri-

schen Strom zur Versorgung der LED der Leuchte bereitstellt, und wobei das Temperatursignal einer Temperatur entspricht, wobei ein erstes, niedriger liegendes Temperaturintervall und ein zweites, höher liegendes Temperaturintervall existieren, so dass die Schaltung einen geringeren Strom bereitstellt, wenn die Temperatur in dem ersten Temperaturintervall liegt, als wenn die Temperatur in dem zweiten Temperaturintervall liegt.

**Fig. 1a**



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Schaltung zur Ansteuerung einer Leuchte, insbesondere einer Au-ßenleuchte, eines Scheinwerfers, einer Leuchte für Kühlräume oder einer Fahrzeugleuchte, mit mindestens einer LED als Leuchtmittel sowie ein Beleuchtungssystem, das eine derartige Schaltung umfasst. Die Schaltung erlaubt es insbesondere, eine Temperaturabhängigkeit des Lichtstroms der LED zu kompensieren.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik bekannte Ansteuerschaltungen für LED-Leuchten versorgen die LEDs der Leuchte üblicherweise mit einem konstanten elektrischen Strom. Beispielsweise ist darüber hinaus aus DE 198 10 827 A1 eine Leuchte bekannt, die einen Temperatursensor aufweist, der mit der Ansteuerschaltung elektrisch verbunden ist. Der Temperatursensor dient dazu, eine LED-Temperatur zu erfassen, welche anschließend von der Ansteuerschaltung mit einer vorbestimmten Temperaturschwelle verglichen wird. Falls die LED-Temperatur über der Temperaturschwelle liegt, reduziert die Ansteuerschaltung den Versorgungsstrom der LED, um eine Überhitzung der LED zu vermeiden. Auf diese Weise soll eine vorzeitige Alterung sowie ein erhöhtes Ausfallrisiko der LED vermieden werden.

**[0003]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es im Gegensatz hierzu, eine Schaltung zur Stromversorgung einer LED-Leuchte bereitzustellen, welche eine energiesparende Stromversorgung der Leuchte ermöglicht.

**[0004]** Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Schaltung nach Anspruch 1 und ein Beleuchtungssystem nach Anspruch 7 gelöst.

**[0005]** Die Schaltung dient dabei der Stromversorgung wenigstens einer Leuchte, beispielsweise einer Außenleuchte, mit mindestens einer LED als Leuchtmittel. Die Schaltung weist einen Signaleingang zum Empfangen eines Temperatursignals sowie einen elektrischen Versorgungsausgang oder einen Ausgang für ein Steuersignal zur Steuerung einer Versorgungseinrichtung mit einem Versorgungsausgang auf. An dem Versorgungsausgang stellt die Schaltung einen elektrischen Strom zur Versorgung der LED der Leuchte bereit. Hierbei verwendet die Schaltung das empfangene Temperatursignal, welches einer Temperatur entspricht. Die Schaltung stellt den Strom bereit, sodass ein erstes, niedriger liegendes Temperaturintervall und ein zweites, höher liegendes Temperaturintervall existieren, wobei die Schaltung einen geringeren Strom bereitstellt, wenn die Temperatur in dem ersten Temperaturintervall liegt, als wenn sie in dem zweiten Temperaturintervall liegt. Das empfangene Temperatursignal kann beispielsweise einer von einem Temperaturfühler erfassten Temperatur, insbesondere einer LED-Temperatur oder einer Umgebungstemperatur der Leuchte, entsprechen. Die Schaltung kann ferner einen Versorgungseingang umfassen, über den die Schaltung mit elektrischer Leistung versorgt wird. Der von der Schaltung am Versorgungsausgang bereitgestellte Strom kann in einigen Ausführungsformen direkt genutzt werden, um eine oder mehrere LEDs zu versorgen. In anderen Ausführungsformen ist der bereitgestellte Strom vorgesehen, als Eingangsgröße für eine Verstärkeranordnung zu dienen, welche die LED mit elektrischer Leistung versorgt.

**[0006]** Die Erfindung beruht auf der Beobachtung, dass der Lichtstrom einer LED im Allgemeinen bei einem vorgegebenen Strom mit steigender LED-Betriebstemperatur abnimmt. Dabei kann der Lichtstrom über einen weiten Bereich insbesondere linear oder näherungsweise linear mit steigender Temperatur abnehmen. Daher ist bei Ansteuerschaltungen, die diesen Effekt nicht berücksichtigen, bei kälteren Umgebungstemperaturen der Lichtstrom einer LED-Außenleuchte gegenüber wärmeren Umgebungstemperaturen erhöht. Auf diese Weise kann es beispielsweise bei winterlichen Außentemperaturen zu einem höheren Lichtstrom als erforderlich kommen, der mit einem unnötig hohen Energieverbrauch einhergeht oder der sogar zu einer Blendung führt. Die Versorgung der LED mit der erfindungsgemäßen Schaltung vermeidet dies, weil die Stromversorgung in dem niedriger liegenden Temperaturintervall verringert ist. Ferner ermöglicht die Verringerung des Stromes eine Reduktion von Alterungseffekten der angesteuerten LED, da diese in der Regel temperatur- und stromabhängig sind.

**[0007]** Bei der beschriebenen Ansteuerung durch die Schaltung wird berücksichtigt, dass bei gegebener Temperatur der Lichtstrom der LED mit steigendem Strom ebenfalls zunimmt. Der Lichtstrom der LED hängt somit von zwei Größen ab: Der LED-Temperatur und dem Strom. Bei dem Übergang von einer höheren auf eine niedrigere Temperatur steigt bei gegebenem elektrischem Versorgungsstrom der Lichtstrom der LED. Um diesen Anstieg zu kompensieren, verringert die Schaltung den Versorgungsstrom. Dies kompensiert zum einen die Temperaturabhängigkeit des Lichtstroms. Zum anderen bewirkt eine Stromreduktion ebenfalls eine Verringerung der in der LED umgesetzten elektrischen Leistung. Auf diese Weise ergibt sich ein energiesparender Effekt. Um eine Schädigung oder vorzeitige Alterung zu vermeiden, kann die Erfindung vorsehen, dass der bereitgestellte Strom nur teilweise und/oder nur in einem oder einigen Temperaturbereichen die Temperaturabhängigkeit des Lichtstroms kompensiert.

**[0008]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der von der Schaltung bereitgestellte Strom unabhängig von der Temperatur, wenn diese in dem zweiten, höher liegenden Temperaturintervall liegt. Der Strom nimmt in diesem Temperaturintervall einen konstanten, d. h. temperaturunabhängigen Wert  $I_K$  an. Auf diese Weise ergibt sich für alle Temperaturen innerhalb des zweiten Temperaturintervalls der gleiche Versorgungsstrom  $I_K$ . Es wird hierdurch vermieden, dass der bereitgestellte Strom über ein gewisses Maß hinaus ansteigt, wodurch es zu einer thermischen Schädigung der LED kommen könnte. Da ein weiterer Temperaturanstieg innerhalb des zweiten Temperaturintervalls keine weitere Erhöhung des Versorgungsstromes bewirkt, wird eine positive Feedback-Schleife vermieden, die eine thermische Zer-

störung der LED oder eine vorzeitige Alterung verursachen könnte.

**[0009]** In einer bevorzugten Ausführungsform grenzen das erste Temperaturintervall und das zweite Temperaturintervall an einer Schwelltemperatur  $T_S$  aneinander. Da der bereitgestellte Strom für Temperaturen innerhalb des ersten Temperaturintervalls geringer ist als für Temperaturen innerhalb des zweiten Temperaturintervalls, wird hierdurch vermieden, dass es zwischen den beiden Temperaturintervallen einen Temperaturbereich gibt, in welchem der bereitgestellte Strom unnötig hohe oder niedrige Werte annimmt. Insbesondere wenn die Schaltung den bereitgestellten Strom für Temperaturen innerhalb des zweiten Temperaturintervalls auf einem konstanten Wert  $I_K$  hält, ergibt sich dabei ein Einmünden des Ansteuerungsverhaltens in eine Konstantstromphase. Dies schützt die LED vor einem Überstrom und somit vor einer Überhitzung.

**[0010]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform stellt die Schaltung einen Strom bereit, den sie entlang einer vorbestimmten Temperaturkennlinie führt, wenn die Temperatur in dem ersten Temperaturintervall liegt. Die Temperaturkennlinie beschreibt den bereitgestellten Strom in Abhängigkeit der Temperatur. Dabei ist die Temperaturkennlinie in dem ersten Temperaturintervall monoton steigend mit der Temperatur. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass eine Erhöhung der Temperatur innerhalb des ersten Temperaturintervalls keine Reduktion des Versorgungsstroms bewirken kann. Hierdurch wird vermieden, dass die Reduktion des Lichtstroms durch die Temperaturerhöhung noch zusätzlich durch eine Reduktion des Versorgungsstroms verstärkt wird. In einer besonders bevorzugten Ausführungsform steigt die Temperaturkennlinie streng monoton mit der Temperatur. Hierdurch wird in dem gesamten ersten Temperaturintervall verhindert, dass die beschriebene Reduktion des Lichtstromes durch den Temperatureffekt durch einen Stromeffekt verstärkt wird. Insbesondere kann die Temperaturkennlinie dabei linear, näherungsweise linear oder progressiv zunehmend ansteigen. Für den Fall, dass der Lichtstrom der LED ebenfalls linear mit der Betriebstemperatur abnimmt, kann diese Temperaturabhängigkeit in besonderem Maße durch eine lineare Erhöhung des Stromes kompensiert werden.

**[0011]** In weiteren Ausführungsformen kann die Schaltung eine Temperaturkennlinie aufweisen, welche ein erstes Temperaturintervall besitzt, in welchem die Kennlinie nicht linear ansteigt, sondern vielmehr zu höheren Temperaturen hin abflacht. Auf diese Weise ergibt sich ein fließender Übergang von dem Temperaturbereich, in dem eine Kompensation der Temperaturabhängigkeit erreicht wird, zu dem Bereich mit konstantem Versorgungsstrom.

**[0012]** In einer bevorzugten Ausführungsform existiert ein drittes Temperaturintervall, das höher als das zweite Temperaturintervall liegt. Für Temperaturen innerhalb dieses dritten Temperaturintervalls stellt die Schaltung einen Strom bereit, der niedriger ist als für Temperaturen in dem zweiten Temperaturintervall. Beispielsweise kann der bereitgestellte Strom in dem dritten Temperaturintervall den konstanten Wert  $I_R$  annehmen. Hierdurch wird ab einer bestimmten Temperatur  $T_R$  der Versorgungsstrom der LED und somit die Versorgungsleistung reduziert, sodass eine Überhitzung der LED vermieden wird.  $T_R$  kann dabei, insbesondere falls die Temperatur einer LED-Temperatur entspricht, beispielsweise in dem Intervall von 40°C bis 170°C liegen, insbesondere zwischen 90°C und 150°C. Auch können das zweite und das dritte Temperaturintervall bei der Temperatur  $T_R$  aneinandergrenzen.

**[0013]** Gemäß weiterer Ausführungsformen weist die Schaltung darüber hinaus hin ein Mittel zum Erfassen der Spannung an dem Versorgungsausgang der Schaltung auf. Auf diese Weise kann zusätzlich die an der LED liegende Spannung ermittelt werden. Die Schaltung kann den an dem Versorgungsausgang bereitgestellten Strom in Abhängigkeit der ermittelten Spannung bestimmen. Im Allgemeinen ist die Flussspannung einer LED temperaturabhängig. Daher ergibt sich in diesen Ausführungsformen der Vorteil, dass die Temperaturabhängigkeit der Flussspannung berücksichtigt werden kann, um den Versorgungsstrom der LED zu führen. In einer Ausführungsform verändert die Schaltung den bereitgestellten Strom in Abhängigkeit der an dem Versorgungsausgang erfassten Spannung. Da die Flussspannung einer LED im Allgemeinen mit sinkender Temperatur steigt, nimmt auch die umgesetzte Leistung in der LED bei gegebenem Strom mit sinkender Temperatur zu. Dieser Effekt kann berücksichtigt werden, indem die Schaltung die Temperaturkennlinie entsprechend der ermittelten Spannung modifiziert. Insbesondere kann die Schaltung die Temperaturkennlinie in dem niedriger liegenden Temperaturintervall in Abhängigkeit der ermittelten Spannung variieren. Ferner kann die Schaltung die Schwelltemperatur  $T_S$  in Abhängigkeit der ermittelten Spannung verändern. Weiterhin kann in einigen Ausführungsformen die Schaltung den Strom führen, sodass die am Versorgungsausgang bereitgestellte Leistung in einem Temperaturintervall, beispielsweise in dem ersten, niedriger liegenden Temperaturintervall temperaturunabhängig ist.

**[0014]** Die Schaltung kann den Versorgungsstrom in einer Ausführungsform als einen Gleichstrom bereitstellen. In diesem Falle bewirkt die Schaltung eine Veränderung des Versorgungsstromes über eine Veränderung der Stromstärke. Alternativ kann die Schaltung den Versorgungsstrom auch als einen gepulsten Strom mittels einer Pulsweitenmodulation (PWM) bereitstellen. Hierbei wechselt der bereitgestellte Strom zeitlich periodisch zwischen einem Minimalwert und einem Maximalwert, wobei der Effektivwert des Stromes durch das Tastverhältnis bestimmt wird. In diesem Falle bewirkt die Schaltung gemäß einer Ausführungsform eine Veränderung des Stromes über eine Veränderung des Tastverhältnisses. So ist für Temperaturen in dem ersten Temperaturintervall das Tastverhältnis kleiner als für Temperaturen in dem zweiten Temperaturintervall. In weiteren Ausführungsformen stellt die Schaltung einen modulierten Strom bereit und verändert dessen Effektivwert, indem sie den Minimal- und/oder Maximalwert des Stromes verändert, wobei sie das Tastverhältnis beispielsweise konstant hält. Auch andere, zeitlich periodische Stromverläufe sind möglich. In An-

betracht der geschilderten Ausführungsformen wird im Folgenden und in den Ansprüchen im Falle eines gepulsten oder eines allgemein periodischen Stromes unter dem Begriff Strom dessen zeitlich über eine Periode gemittelte Effektivwert verstanden.

**[0015]** Die Schaltung kann verschiedene Mittel vorsehen, um den Strom in Abhängigkeit des empfangenen Temperatursignals zu führen. Das Mittel kann so gewählt werden, dass die Schaltung zusammen mit einem vorgesehenen Temperaturfühler verwendbar ist. In einigen Ausführungsformen, in welchen die Schaltung vorgesehen ist, um mit einem Temperaturfühler verwendet zu werden, der ein temperaturabhängiges Strom- oder Spannungssignal liefert, kann die Schaltung das empfangene Signal benutzen, um den Strom bereitzustellen. Zusätzlich kann die Schaltung weiterhin ein Mittel umfassen, um das empfangene Signal zu verstärken. In weiteren Ausführungsformen der Schaltung, die zur Verwendung mit einem Temperaturfühler vorgesehen sind, der einen temperaturabhängigen Widerstand aufweist, kann die Schaltung Mittel zum Bestimmen des Widerstandes aufweisen. Beispielsweise kann die Schaltung an dem Signaleingang einen Strom oder eine Spannung bereitstellen und die anliegende Spannung bzw. den Strom erfassen.

**[0016]** Darüber hinaus kann die Schaltung in einer weiteren Ausführungsform zusätzlich eine Teilschaltung umfassen, die mehrere Subsignaleingänge zum Empfangen mehrerer Temperatursubsignale und einen Signalausgang für ein Temperatursignal aufweist. Der Signalausgang der Teilschaltung ist dabei mit dem Signaleingang der Schaltung verbunden. Die Teilschaltung dient dazu, aus den mehreren Temperatursubsignalen ein Temperatursignal zu ermitteln, das die Schaltung zum Bestimmen des Versorgungstromes nutzt. An die Subsignaleingänge kann beispielsweise jeweils ein Temperaturfühler angeschlossen werden. Die Teilschaltung kann das Temperatursignal beispielsweise durch eine arithmetische Mittelung der Temperaturen ermitteln, denen die empfangenen Temperatursubsignale entsprechen. Durch die Mittelung ergibt sich in vorteilhafter Weise eine geringere Beeinflussung durch Messfehler einzelner Temperaturfühler. Auch eine gewichtete Mittelung mehrerer Subsignale ist möglich.

**[0017]** Ferner kann die Teilschaltung in dieser Ausführungsform einen weiteren Eingang aufweisen, der dazu dient, ein Auswahlsignal zu empfangen. Die Teilschaltung bestimmt das Temperatursignal in Abhängigkeit des Auswahlsignals. Beispielsweise kann die Teilschaltung bei einem bestimmten Auswahlsignal nur die Temperatursubsignale zur Bestimmung des Temperatursignals verwenden, die an durch das Auswahlsignal beschriebenen, ausgewählten Subsignaleingängen vorliegen. Alternativ oder zusätzlich kann die Teilschaltung die Art, wie sie die Subsignale zu dem Temperatursignal verarbeitet, in Abhängigkeit des Auswahlsignals verändern. Beispielsweise kann die Teilschaltung in Ausführungsformen, in denen sie das Temperatursignal durch Mittelung bestimmt, Gewichtungsfaktoren der einzelnen Subsignale in Abhängigkeit des Auswahlsignals verändern. Hierdurch hat der Anwender die Möglichkeit, die Schaltung individuell auf ein konkretes Beleuchtungssystem hin zu konfigurieren, ohne dass es der Herstellung einer spezifischen Schaltung bedarf. Es genügt die Herstellung eines einzigen Schaltungstyps, der anschließend entsprechend konfiguriert werden kann. Beispielsweise kann der Anwender die Teilschaltung veranlassen, bei der Bestimmung des Temperatursignals nur Subsignale zu berücksichtigen, die Umgebungstemperaturen entsprechen, und andere Subsignale, die z.B. LED-Temperaturen entsprechen, unberücksichtigt zu lassen.

**[0018]** In einer bevorzugten Ausführungsform weist die Schaltung einen zusätzlichen Eingang zum Empfangen eines Stellsignals auf und verändert den bereitgestellten Strom in Abhängigkeit des empfangenen Stellsignals. Dabei kann die Schaltung beispielsweise Parameter wie die Schwelltemperatur  $T_S$ , den Strom  $I_K$ , die Temperatur  $T_R$ , den reduzierten Strom  $I_R$  und/oder andere Parameter der Temperaturkennlinie in Abhängigkeit des Stellsignals verändern. In einigen Ausführungsformen weist die Schaltung weiterhin einen Speicher auf, der verschiedene Ausprägungen einer oder mehrerer dieser Parameter aufweist, und die Schaltung verwendet das Stellsignal, um eine dieser Ausprägung auszuwählen. In anderen Ausführungsformen verwendet die Schaltung das Stellsignal alternativ oder zusätzlich, um den Parameter direkt aus dem Stellsignal zu ermitteln. Diese Ausführungsformen bieten beispielsweise den Vorteil, dass die Schaltung sowohl mit Temperaturfühlern, die eine Umgebungstemperatur der Leuchte, als auch mit solchen, die eine LED-Temperatur erfassen, verwendet werden kann. Der Anwender hat hier die Möglichkeit, die Schaltung je nach Anordnung des Temperaturfühlers individuell zu konfigurieren, wobei nur die Herstellung eines einzigen Schaltungstyps nötig ist.

**[0019]** In einem weiteren Aspekt wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch ein Beleuchtungssystem, insbesondere ein Außenbeleuchtungssystem gelöst, welches eine Schaltung umfasst, wie sie oben beschrieben ist. Darüber hinaus weist das Beleuchtungssystem mindestens eine LED-Leuchte mit wenigstens einer LED auf. Die Schaltung weist einen Versorgungsausgang auf, der weiterhin mit der LED der Leuchte wirksam verbunden ist, um die LED mit elektrischem Strom zu versorgen.

**[0020]** In einer bevorzugten Ausführungsform weist das Beleuchtungssystem ferner einen Temperaturfühler zum Erfassen einer Temperatur auf. Dabei ist der Signaleingang der Schaltung mit dem Temperaturfühler wirksam verbunden. Ein solches Beleuchtungssystem weist den Vorteil auf, dass das zur Ansteuerung benötigte Temperatursignal innerhalb des Systems selbst bereitgestellt wird. Als Temperaturfühler können beispielsweise temperaturabhängige elektrische Widerstände eingesetzt werden. Insbesondere können NTC-(Negative Temperature Coefficient)-Widerstände und/oder PTC-(Positive Temperature Coefficient)-Widerstände verwendet werden. Alternativ oder zusätzlich können auch elektronische Bauteile als Temperaturfühler eingesetzt werden, die ein direkt elektronisch verarbeitbares Signal liefern, beispielsweise Halbleiter-Temperaturfühler, die einen zu ihrer Temperatur proportionalen Strom liefern.

**[0021]** Der Temperaturfühler kann dabei direkt mit dem Signaleingang der Schaltung verbunden sein, sodass das Temperatursignal der von dem Temperaturfühler ermittelten Temperatur entspricht. Alternativ kann das Beleuchtungssystem auch mehrere Temperaturfühler aufweisen, die jeweils mit einem Subsignaleingang der Teilschaltung der Schaltung verbunden sind. Die Teilschaltung ist dann eingerichtet, ein Verarbeiten der Subsignale durchzuführen, um ein Temperatursignal zu ermitteln. Dieses wird anschließend von der Schaltung verwendet, um den Versorgungsstrom zu bestimmen.

**[0022]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform ist der Temperaturfühler des Beleuchtungssystems so angeordnet, dass er eine Umgebungstemperatur der Leuchte erfasst. Für ein Außenbeleuchtungssystem kann der Temperaturfühler somit eine Außentemperatur ermitteln. Insbesondere bei einem Außenbeleuchtungssystem, das beispielsweise jahreszeitlichen oder tageszeitlichen Temperaturschwankungen ausgesetzt ist, ergibt sich durch die vorliegende Erfindung ein wesentlicher technischer Nutzen. Die Schaltung verwendet die ermittelte Umgebungstemperatur, um den Strom zu bestimmen, den sie an dem Versorgungsausgang für die LED bereitstellt. Hierbei ist es insbesondere nützlich, wenn der Temperaturfühler angeordnet ist, sodass sich die ermittelte Temperatur durch den Betrieb der LED selbst nicht wesentlich erhöht. Somit wird eine Feedback-Schleife durch ein Erwärmen des Temperaturfühlers während eines Warmlaufens der LED kurz nach dem Einschalten vermieden. Ferner stellt sich in dieser Ausführungsform bei Umgebungstemperaturen unterhalb der Schwelltemperatur  $T_S$  eine niedrigere stationäre Betriebstemperatur der LED ein, da der Erwärmungseffekt der LED durch den verringerten Strom reduziert ist. Auf diese Weise können zusätzlich temperaturabhängige Alterungseffekte der LED reduziert werden.

**[0023]** In einer besonders bevorzugten Ausführungsform, in welcher der Temperaturfühler angeordnet ist, um eine Umgebungstemperatur der Leuchte zu erfassen, liegt die Schwelltemperatur  $T_S$ , bei welcher das erste Temperaturintervall und das zweite Temperaturintervall aneinandergrenzen, zwischen  $0^\circ\text{C}$  und  $50^\circ\text{C}$ . Bevorzugt ist hierbei eine Schwelltemperatur  $T_S$  zwischen  $15^\circ\text{C}$  und  $35^\circ\text{C}$ , und insbesondere eine Schwelltemperatur  $T_S$  von  $25^\circ\text{C}$ . Insbesondere im Zusammenwirken mit einer geeignet ausgelegten Temperaturkennlinie für das erste Temperaturintervall kann die Schaltung den Strom somit derart führen, dass auch bei niedrigeren Temperaturen ein Lichtstrom erreicht wird, der dem gewünschten Lichtstrom entspricht. So kann die Schaltung den Versorgungsstrom beispielsweise derart führen, dass sich auch bei niedrigeren Umgebungstemperaturen ein Lichtstrom einstellt, der einem gewünschten Wert bei  $25^\circ\text{C}$  entspricht.

**[0024]** Der Wert für die Schwelltemperatur  $T_S$  kann je nach thermischer Anbindung der LED auch anders gewählt werden. Beispielsweise kann die Schwelltemperatur dabei je nach verwendeter Leuchte so bemessen sein, dass eine Erwärmung der LED über eine vorbestimmte Grenztemperatur hinaus vermieden wird. In einer Ausführungsform des Beleuchtungssystems wird die LED passiv gekühlt. In diesem Fall liegt die Betriebstemperatur der LED im warmgelaufenen Zustand über der Umgebungstemperatur der Leuchte, sodass die Schwelltemperatur  $T_S$  der Schaltung unter der vorbestimmten Grenztemperatur für den Betrieb der LED liegt. Das Beleuchtungssystem kann jedoch alternativ oder zusätzlich auch eine aktiv gekühlte LED umfassen. Der Fachmann kann in den betrachteten Fällen die Schwelltemperatur  $T_S$  beispielsweise unter Berücksichtigung der unter Anwendungsbedingungen erreichten Kühlleistung wählen.

**[0025]** In einer weiteren Ausführungsform ist der Temperaturfühler des Beleuchtungssystems so angeordnet, dass er im Wesentlichen eine Temperatur einer LED der Leuchte erfasst. Auf diese Weise kann der gewünschte Effekt der Temperaturkompensation und der Energieeinsparung auch für die Warmlaufphase der LED nutzbar gemacht werden. Direkt nach dem Einschalten der LED weist diese eine geringere Betriebstemperatur auf, die sich während eines Zeitraums unmittelbar nach dem Einschalten erhöht, bis sie eine Temperatur erreicht, die einem thermisch stationären Zustand entspricht. In dieser Ausführungsform wird ein erhöhter Lichtstrom während der Warmlaufphase unmittelbar nach dem Einschalten der LED vermieden. Die Dauer dieser Warmlaufphase hängt beispielsweise von der thermischen Anbindung an die Umgebung, z. B. von einem verwendeten Kühlkörper ab. Diese Ausführungsform ermöglicht es, den Strom während der Warmlaufphase zunächst gering zu wählen und zu erhöhen, um den Lichtstromabfall durch die Betriebstemperaturerhöhung zu kompensieren. Hierbei erweist sich insbesondere eine Schwelltemperatur  $T_S$  zwischen  $25^\circ\text{C}$  und  $100^\circ\text{C}$ , bevorzugt zwischen  $60^\circ\text{C}$  und  $80^\circ\text{C}$  und insbesondere von  $70^\circ\text{C}$  als sinnvoll, um eine Überhitzung der LED durch einen zu hohen Versorgungsstrom zu vermeiden. Der konkrete Wert für die Schwelltemperatur  $T_S$  kann dabei beispielsweise unter Berücksichtigung eines Alterungsmodells für die LED, der gewünschten Lebensdauer, der konkreten Anwendungsbedingungen und der physikalischen Eigenschaften der LED gewählt werden. Diese Ausführungsform bietet den Vorteil, dass die für die Alterung der LED maßgebliche Temperatur unmittelbar erfasst wird, sodass die Schwelltemperatur unmittelbar aus den genannten Größen ermittelt werden kann, ohne die thermische Anbindung der LED zu berücksichtigen. Um die Temperatur einer LED möglichst genau zu erfassen, ist es dabei beispielsweise möglich, den Temperaturfühler und die LED auf dem gleichen Träger anzuordnen. Beispielsweise kann der Temperaturfühler mit einer Metallschicht, beispielsweise einer Kupferschicht, auf einer Leiterplatte thermisch verbunden sein, die ihrerseits mit der LED, beispielsweise über ein Thermo-Pad thermisch verbunden ist. Ferner kann der Temperaturfühler in unmittelbarer räumlicher Nähe zu der LED angeordnet sein. Alternativ kann als Temperaturfühler auch eine Vorrichtung verwendet werden, die den Infrarotanteil des von der LED ausgesandten Lichts ermittelt.

**[0026]** In weiteren Ausführungsformen kann die Schaltung mehrere Subsignaleingänge aufweisen, die mit mehreren

Temperaturfühlern des Beleuchtungssystems verbunden sind. Insbesondere kann die Schaltung auf diese Weise sowohl mit einem Temperaturfühler verbunden sein, der eine Umgebungstemperatur einer Leuchte ermittelt, als auch mit einem Temperaturfühler, der eine Betriebstemperatur einer LED ermittelt. Die Teilschaltung ermittelt aus den von den Temperaturfühlern übertragenen Subsignalen ein Temperatursignal mittels eines vorbestimmten Algorithmus. Das ermittelte Temperatursignal kann insbesondere einer effektiven oder einer mittleren Temperatur entsprechen. Zusätzlich kann wie oben beschrieben ein Eingang für ein Auswahlsignal vorgesehen sein, sodass der Anwender auswählen kann, ob die Schaltung eine Umgebungstemperatur oder eine LED-Temperatur zur Bestimmung des Versorgungsstroms verwendet.

**[0027]** Gemäß einer weiteren Ausführungsform weist das Beleuchtungssystem mindestens eine zusätzliche LED-Leuchte mit wenigstens einer weiteren LED auf, wobei der Versorgungsausgang der Schaltung außerdem mit der weiteren LED der zusätzlichen LED-Leuchte verbunden ist, um die weitere LED mit elektrischem Strom zu versorgen. In dieser Ausführungsform kann ein System, das mehrere Leuchten umfasst, mittels derselben Schaltung angesteuert werden. Hierdurch werden zusätzliche Ansteuerschaltungen eingespart. Insbesondere ist hierdurch auch nur die Anordnung eines einzigen Temperaturfühlers nötig. Dieser kann an einer geeigneten Stelle angeordnet sein, um eine Umgebungstemperatur des Systems zu erfassen. Alternativ kann der Temperaturfühler auch angeordnet sein, um die Temperatur einer LED einer der Leuchten zu erfassen. Die Ansteuerung mehrerer Leuchten mit der gleichen Schaltung und aufgrund der gleichen Temperatur ergibt eine homogene Führung des Beleuchtungsniveaus, wobei besonders helle und besonders dunkle Stellen vermieden werden. Dies bietet einen besonderen Nutzen bei der Beleuchtung einer größeren Fläche durch mehrere Leuchten, wie beispielsweise eines Straßenzuges oder eines Platzes.

**[0028]** In weiteren Ausführungsformen kann das Beleuchtungssystem ferner mit einem Mittel zur Energiebereitstellung, beispielsweise mit Solarzellen versehen sein. Hierdurch kann zusätzlich oder alternativ zu einer anderen Energiequelle eine Versorgung der LED bereitgestellt werden. Ein Vorteil ergibt sich beispielsweise bei der Verwendung des Beleuchtungssystems zur Außenbeleuchtung. Hier gehen niedrige Temperaturen im Winter oft mit einer verminderten Sonneneinstrahlung einher. Die von den Solarzellen bereitgestellte Leistung ist daher erniedrigt. Dies geht andererseits auch mit einem niedrigeren benötigten Versorgungsstrom zum Erreichen eines gewünschten Lichtstroms der LED einher.

**[0029]** Weitere Vorteile und konstruktive Einzelheiten der vorliegenden Erfindung werden anhand der folgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen im Zusammenhang mit den beigefügten Zeichnungen deutlich.

Figuren 1a bis 1d zeigen Stromverläufe, die jeweils durch eine Schaltung gemäß einer Ausführungsform bereitgestellt werden.

Figur 2 zeigt eine schematische Abbildung eines Beleuchtungssystems gemäß einer Ausführungsform.

**[0030]** Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Schaltung werden im Folgenden unter Verwendung der Figuren 1a bis 1c mittels Temperaturkennlinien beschrieben, die den durch die Schaltung bereitgestellten Strom in Abhängigkeit der Temperatur beschreiben. Die Figuren 1a bis 1c beschreiben dabei Ausführungsformen erfindungsgemäßer Schaltungen, die insbesondere zur Ansteuerung einer LED einer Außenleuchte geeignet sind, wobei die Temperatur in diesem Fall einer Umgebungstemperatur der Leuchte entspricht.

**[0031]** Die durch Figur 1a beschriebene Schaltung stellt an dem Versorgungsausgang einen Strom von  $I_K = 350$  mA für Temperaturen über einer Schwelltemperatur  $T_S$  von  $25^\circ\text{C}$  bereit. Hierbei ist 350 mA ein Wert, der typischerweise zur Versorgung einer einzelnen LED verwendet werden kann. Falls die Leuchte mehrere LEDs in einer Parallelschaltung umfasst, ist es in anderen Ausführungsformen zweckmäßig, einen entsprechend höheren Strom zu wählen, beispielsweise den hier angegebenen Wert mit der Anzahl der anzusteuern LEDs zu skalieren. Unterhalb einer Schwelltemperatur von  $T_S = 25^\circ\text{C}$  zeigt die Kennlinie einen linearen Verlauf. Dabei stellt die Schaltung beispielsweise bei einer Temperatur von  $-10^\circ\text{C}$  einen Strom von 250 mA bereit. Die Schaltung reduziert den Strom in dieser Ausführungsform also unterhalb von  $T_S = 25^\circ\text{C}$  linear mit einem Abfall von etwa  $2,86$  mA/ $^\circ\text{C}$ . In anderen Ausführungsformen kann die Schaltung den Strom mit einem anderen Abfall reduzieren, d.h. die Temperaturkennlinie eine andere Steigung aufweisen. Beispielsweise sind Werte von 1 bis  $3,5$  mA/ $^\circ\text{C}$  möglich. Durch die Reduktion des Stroms bei sinkender Temperatur wird dem Temperatureffekt auf den Lichtstrom der LED entgegengewirkt. In dem schraffierten Bereich 200 in Figur 1a ist der bereitgestellte Strom gegenüber dem Wert von  $I_K = 350$  mA, der bei Temperaturen über der Schwelltemperatur von  $T_S = 25^\circ\text{C}$  erreicht wird, reduziert. Als weiterer Effekt ergibt sich hierdurch die oben beschriebene Energieeinsparung. In einigen Ausführungsformen wird die Steigung des Stromanstiegs in dem ersten Intervall so gewählt, dass die Temperaturabhängigkeit des Lichtstroms möglichst vollständig kompensiert wird.

**[0032]** Figur 1b beschreibt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Schaltung, die als weiteres Merkmal eine Reduktion des bereitgestellten Stromes bei Überschreiten einer Temperatur von  $T_R = 55^\circ\text{C}$  aufweist. Die Kennlinie weist somit drei Abschnitte auf: Für Temperaturen unterhalb der Schwelltemperatur  $T_S$  von  $25^\circ\text{C}$  stellt die Schaltung einen Strom bereit, der linear mit der Temperatur ansteigt. Für Temperaturen zwischen  $T_S = 25^\circ\text{C}$  und  $T_R = 55^\circ\text{C}$  stellt die Schaltung einen Strom bereit, der  $I_K = 350$  mA beträgt. Um eine thermische Überlastung der LED zu vermeiden,

reduziert die Schaltung bei einer Temperatur von über  $T_R = 55^\circ\text{C}$  den Strom auf  $I_R = 80\text{ mA}$ . Hierdurch wird die angesteuerte LED vor Überhitzung geschützt. Für die Temperatur  $T_R$  können auch andere Werte gewählt werden, beispielsweise zwischen  $20^\circ\text{C}$  und  $60^\circ\text{C}$  und insbesondere zwischen  $30^\circ\text{C}$  und  $50^\circ\text{C}$ , wenn die Temperatur einer Umgebungstemperatur entspricht. In anderen Ausführungsformen, bei denen die Temperatur einer LED-Temperatur entspricht, kann eine Reduktion des Versorgungsstromes bei anderen, insbesondere bei höheren Temperaturen  $T_R$ , beispielsweise zwischen  $40^\circ\text{C}$  und  $150^\circ\text{C}$  vorgesehen sein. Darüber hinaus kann in anderen Ausführungsformen die Reduktion auf andere Stromniveaus  $I_R$  als  $80\text{ mA}$  erfolgen, z. B. auf einen Wert zwischen  $20\text{ mA}$  und  $300\text{ mA}$  pro anzusteuender LED, oder der Strom kann vollständig abgeschaltet werden.

**[0033]** Die in der Figur 1c beschriebene Kennlinie, welche eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schaltung verwendet, weist erste und zweite Temperaturintervalle auf, wobei der durch die Schaltung bereitgestellte Strom in beiden Intervallen in Abhängigkeit der Temperatur linear erhöht wird. Erst wenn die Temperatur  $T_R = 45^\circ\text{C}$  überschreitet, reduziert die Schaltung den Strom auf  $I_R = 80\text{ mA}$ . Durch die Fortsetzung des linear ansteigenden Bereichs bis  $T_R = 45^\circ\text{C}$  ergibt sich ein größerer Temperaturbereich, über den die Temperaturabhängigkeit des LED-Lichtstroms kompensiert werden kann.

**[0034]** Die in der Figur 1d gezeigte Kennlinie beschreibt eine weitere Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Schaltung, wobei die Kennlinie in dem ersten und dem zweiten Temperaturintervall monoton steigend mit einer leicht progressiven Zunahme verläuft. Der Strom steigt dabei bis zu einer Temperatur  $T_R = 70^\circ\text{C}$  bis auf einen Wert von  $420\text{ mA}$  an, um dann bei  $T_R$  auf einen Wert von  $I_R = 120\text{ mA}$  reduziert zu werden. Die leicht progressive Zunahme des Stroms in Abhängigkeit der Temperatur ist bei der Ansteuerung einiger LED-Leuchten besonders vorteilhaft, um eine Temperaturabhängigkeit des Lichtstroms zu kompensieren, die ihrerseits nicht vollständig linear ist. Auf diese Weise wird in allen Betriebspunkten innerhalb des Bereichs von  $-10^\circ\text{C}$  bis  $T_R = 70^\circ$  ein annähernd gleicher Lichtstrom erreicht.

**[0035]** Bei den in den Figuren 1c und 1d dargestellten Ausführungsformen erfindungsgemäßer Schaltungen verläuft die Temperaturkennlinie in dem ersten Temperaturintervall und dem zweiten Temperaturintervall durchgängig über beide Temperaturintervalle linear ansteigend bzw. progressiv zunehmend.

**[0036]** Die in Figur 2 gezeigte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Beleuchtungssystems umfasst eine Schaltung 100 mit einem Signaleingang 110 und einem Versorgungsausgang 120. Ein Temperaturfühler 10 ist mit dem Signaleingang 110 der Schaltung 100 verbunden. Die Schaltung 100 empfängt auf diese Weise eine von dem Temperaturfühler 10 erfasste Temperatur. Die Schaltung 100 verwendet diese Temperatur, um einen Versorgungsstrom an dem Versorgungsausgang 120 bereitzustellen. An den Versorgungsausgang 120 sind in der gezeigten Ausführungsform vier LEDs 20 angeschlossen. In dieser Ausführungsform ist nur eine einzige Schaltung 100 nötig, um vier LEDs 20 zu betreiben. Ebenfalls ist in dem dargestellten Beleuchtungssystem nur ein Temperaturfühler 10 nötig.

#### Bezugszeichenliste

#### **[0037]**

- 10     Temperaturfühler
- 20     LED
- 100    Schaltung
- 110    Signaleingang
- 120    Versorgungsausgang
- 200    Reduktionsbereich

#### **Patentansprüche**

1. Schaltung (100) zur Stromversorgung einer Leuchte mit mindestens einer LED (20) als Leuchtmittel, wobei die Schaltung (100) einen Signaleingang (110) zum Empfangen eines Temperatursignals und einen elektrischen Versorgungsausgang (120) oder einen Steuersignalausgang zur Ansteuerung einer elektrischen Versorgungseinrichtung mit einem Versorgungsausgang aufweist, wobei der Versorgungsausgang (120) einen elektrischen Strom zur Versorgung der LED (20) der Leuchte bereitstellt, und wobei das Temperatursignal einer Temperatur entspricht, wobei ein erstes, niedriger liegendes Temperaturintervall und ein zweites, höher liegendes Temperaturintervall

existieren, so dass die Schaltung (100) einen geringeren Strom bereitstellt, wenn die Temperatur in dem ersten Temperaturintervall liegt, als wenn die Temperatur in dem zweiten Temperaturintervall liegt.

- 5 2. Schaltung (100) nach Anspruch 1, wobei die Schaltung (100) den Strom bereitstellt, so dass dieser von der Temperatur unabhängig ist, wenn die Temperatur in dem zweiten Temperaturintervall liegt.
3. Schaltung (100) nach Anspruch 1 oder 2, wobei das erste Temperaturintervall und das zweite Temperaturintervall bei einer Schwelltemperatur ( $T_S$ ) aneinandergrenzen.
- 10 4. Schaltung (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Schaltung (100) den Strom entlang einer vorbestimmten Temperaturkennlinie führt, wenn die Temperatur in dem ersten Temperaturintervall liegt, wobei die Temperaturkennlinie in dem ersten Temperaturintervall monoton steigend, bevorzugt streng monoton steigend, und insbesondere linear oder progressiv steigend verläuft.
- 15 5. Schaltung (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei ein drittes Temperaturintervall existiert, das höher als das zweite Temperaturintervall liegt, und wobei die Schaltung einen geringeren Strom bereitstellt, wenn die Temperatur in dem dritten Temperaturintervall liegt, als wenn die Temperatur in dem zweiten Temperaturintervall liegt.
- 20 6. Schaltung (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, welche weiterhin ein Mittel zum Erfassen einer elektrischen Spannung an dem Versorgungsausgang umfasst.
7. Schaltung (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, wobei die Schaltung (100) an dem Versorgungsausgang einen Gleichstrom bereitstellt oder wobei die Schaltung (100) an dem Versorgungsausgang einen gepulsten Strom bereitstellt, wobei ein geringerer Strom einem kleineren Tastverhältnis des gepulsten Stromes entspricht.
- 25 8. Schaltung (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, welche weiterhin eine Teilschaltung umfasst, welche mehrere Subsignaleingänge zum Empfangen von Temperatursubsignalen und einen Signalausgang aufweist, wobei der Signalausgang mit dem Signaleingang der Schaltung wirksam verbunden ist, und wobei die Teilschaltung an dem Signalausgang in Abhängigkeit der empfangenen Temperatursubsignalen ein Temperatursignal bereitstellt.
- 30 9. Schaltung (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche, welche weiterhin einen zusätzlichen Eingang zum Empfangen eines Stellsignals umfasst, wobei die Schaltung (100) den bereitgestellten Strom in Abhängigkeit des empfangenen Stellsignals verändert.
- 35 10. Beleuchtungssystem, Folgendes umfassend:  
  
eine Schaltung (100) nach einem der vorangehenden Ansprüche mit einem Signaleingang für einen Temperaturfühler (10),  
40 mindestens eine LED-Leuchte mit wenigstens einer LED (20),  
wobei der Versorgungsausgang (120) mit der LED (20) der Leuchte wirksam verbunden ist, um die LED mit elektrischem Strom zu versorgen.
- 45 11. Beleuchtungssystem nach Anspruch 10 mit einem Temperaturfühler (10) zum Erfassen einer Temperatur, wobei der Signaleingang (110) der Schaltung mit dem Temperaturfühler verbunden ist, und wobei der Temperaturfühler (10) angeordnet ist, um eine Umgebungstemperatur der Leuchte zu erfassen.
12. Beleuchtungssystem nach Anspruch 11, soweit sich dieser auf Anspruch 3 bezieht, wobei die Schwelltemperatur ( $T_S$ ) zwischen 0 Grad Celsius und 50 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 15 Grad Celsius und 35 Grad Celsius, und  
50 insbesondere 25 Grad Celsius beträgt.
13. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 10 bis 12, welches einen Temperaturfühler (10) aufweist, der angeordnet ist, um eine LED-Temperatur zu erfassen.
- 55 14. Beleuchtungssystem nach Anspruch 13, soweit sich dieser auf Anspruch 3 bezieht, wobei die Schwelltemperatur ( $T_S$ ) zwischen 25 Grad Celsius und 100 Grad Celsius, bevorzugt zwischen 60 Grad Celsius und 80 Grad Celsius, und insbesondere 70 Grad Celsius beträgt.

## EP 2 355 621 A2

15. Beleuchtungssystem nach einem der Ansprüche 10 bis 14, welches mindestens eine weitere LED (20) oder eine zusätzliche LED-Leuchte mit wenigstens einer weiteren LED (20) umfasst, wobei der Versorgungsausgang (120) der Schaltung darüber hinaus mit der weiteren LED (20) wirksam verbunden ist, um die weitere LED (20) mit elektrischem Strom zu versorgen.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1a

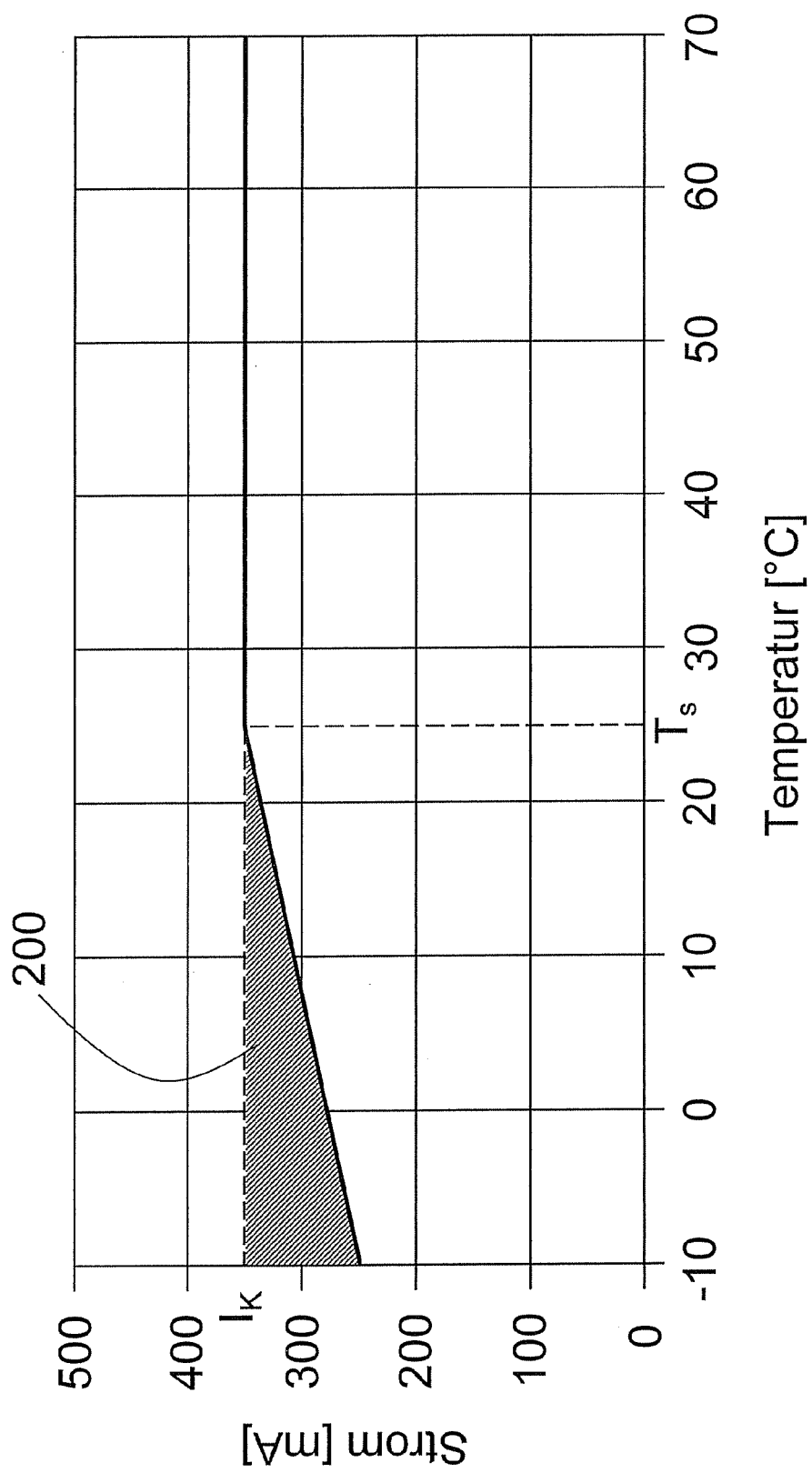


Fig. 1b

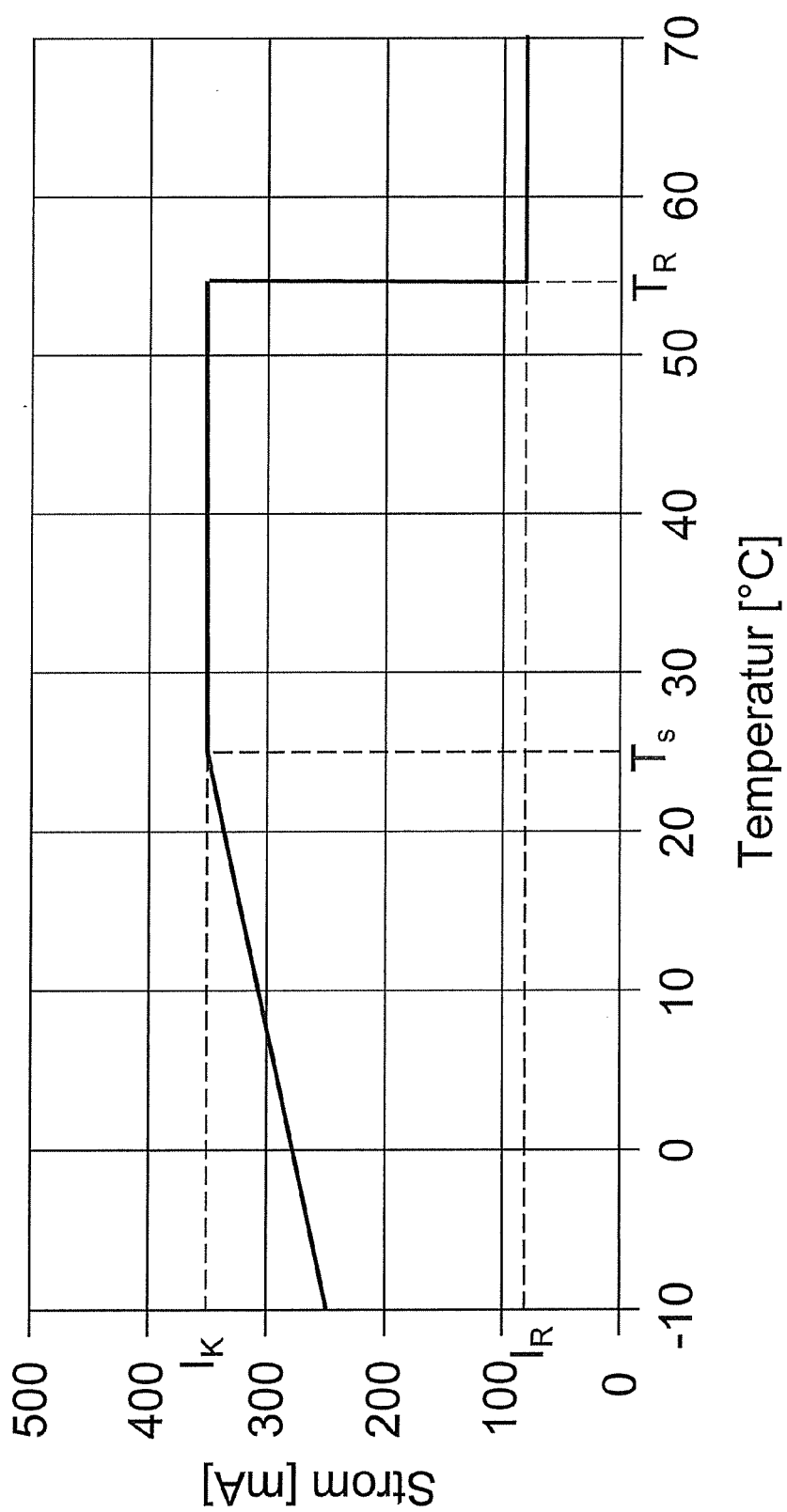


Fig. 1c

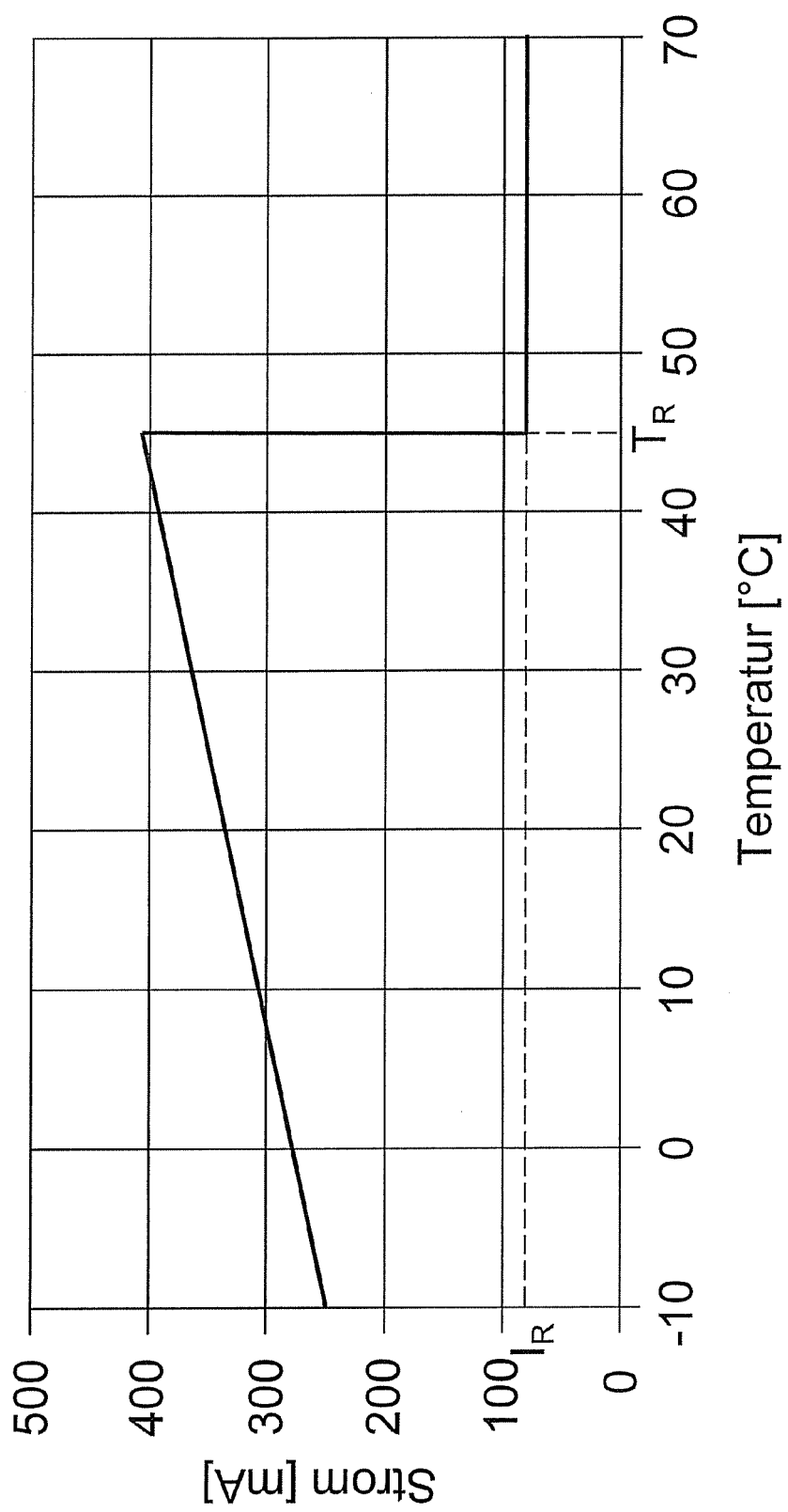
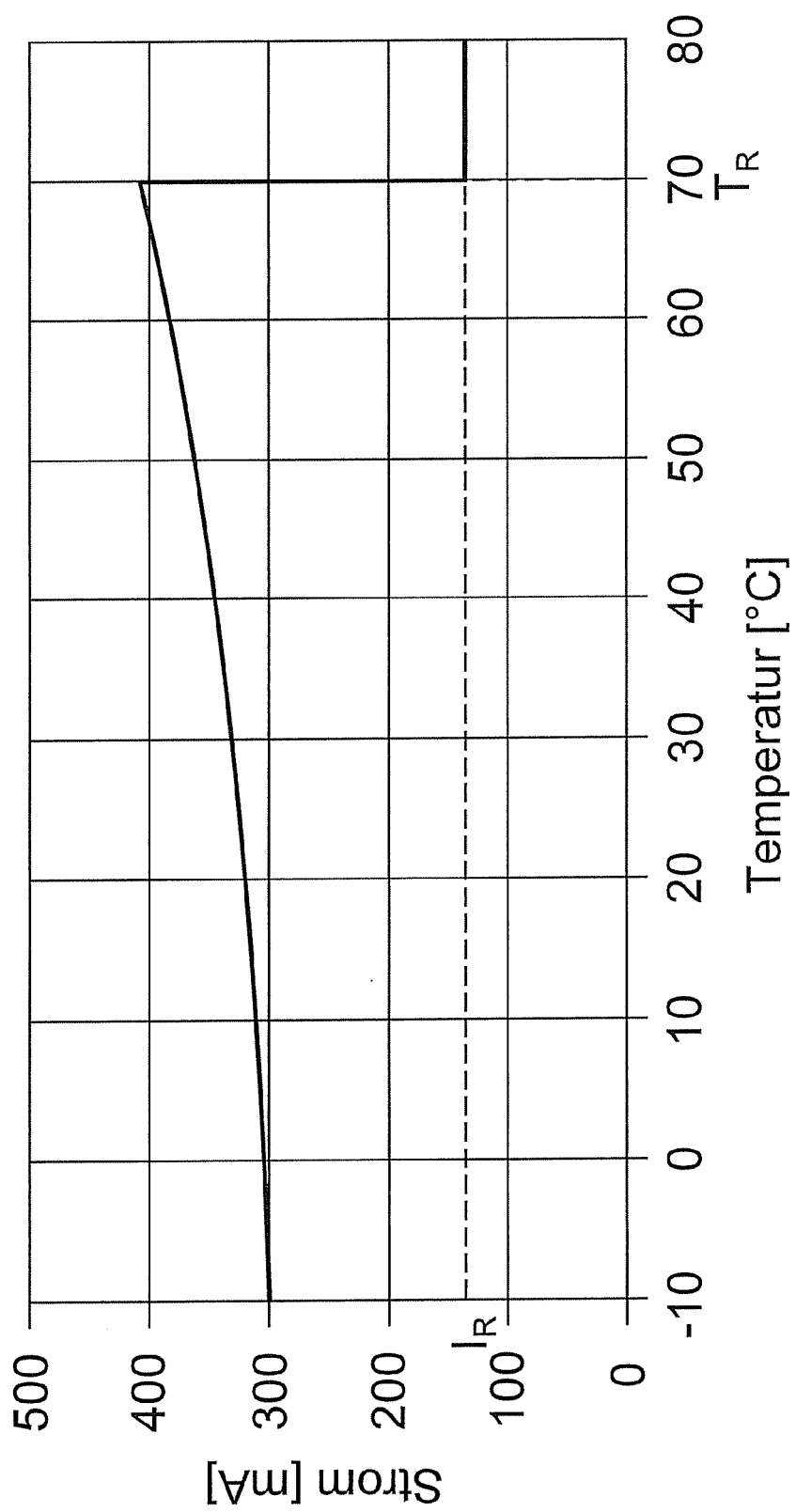
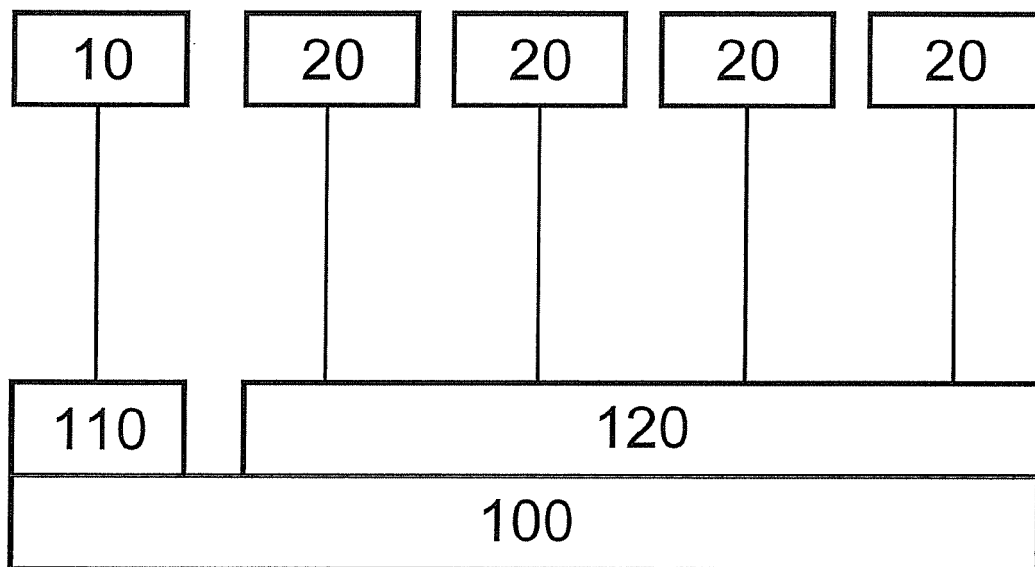


Fig. 1d



**Fig. 2**



**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**

- DE 19810827 A1 [0002]