



(11) **EP 2 148 252 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**12.10.2011 Patentblatt 2011/41**

(51) Int Cl.:  
**G04G 15/00 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **09008492.2**

(22) Anmeldetag: **30.06.2009**

(54) **Schaltuhr mit einem Mittel zur Berechnung von Schaltzeitpunkten in Abhängigkeit vom Stand der Sonne**

Switching clock with a device for calculating switching points depending on the location of the sun

Interrupteur horaire doté d'un moyen de calcul des points de temps de commutation par rapport à la position du soleil

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**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 SE SI SK TR**

(30) Priorität: **23.07.2008 DE 102008034398**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**27.01.2010 Patentblatt 2010/04**

(73) Patentinhaber: **Legrand-BTicino GmbH**  
**59494 Soest (DE)**

(72) Erfinder: **Mauz, Erwin**  
**59505 Bad Sassendorf (DE)**

(74) Vertreter: **Graefe, Jörg et al**  
**Fritz Patent- und Rechtsanwälte**  
**Postfach 1580**  
**59705 Arnsberg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A2- 0 762 244 DE-A1- 3 019 279**  
**DE-A1- 3 039 644**

**EP 2 148 252 B1**

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

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine programmierbare Schaltuhr mit wenigstens einem schaltbaren Ausgang zum Anschließen wenigstens eines elektrischen Verbrauchers der mittels der Schaltuhr zu programmierbaren Schaltzeitpunkten ein- oder ausgeschaltet werden soll, und mit einem Mittel zur Berechnung wenigstens eines der Schaltzeitpunkte in Abhängigkeit des Sonnenstandes und einer Benutzereingabe. Mittels eines Stellmittels der Schaltuhr wird der Ausgang zu dem berechneten Schaltzeitpunkt geschaltet.

**[0002]** Aus dem Stand der Technik sind programmierbare, elektronische Schaltuhren bekannt, die auf Basis astronomischer Algorithmen Schaltzeitpunkte zum Schalten eines elektrischen Verbrauchers mittels eines elektrischen Relais festlegen. Die astronomischen Algorithmen können für einen spezifischen Ort auf der Erde und für ein bestimmtes Datum den Zeitpunkt des Sonnenaufgangs bzw. des Sonnenuntergangs berechnen. Bezogen auf diesen berechneten Zeitpunkt können die Schaltzeitpunkte festgelegt werden. So ist es beispielsweise möglich, dass bezogen auf den berechneten Zeitpunkt des Sonnenaufgangs oder Sonnenuntergangs die Schaltzeitpunkte mit einem Versatz (Schaltzeitversatz) von einem beliebig bestimmbar Zeitintervall festgelegt werden.

**[0003]** Derartige Schaltuhren werden auch als Astroschaltuhren bezeichnet.

**[0004]** Astroschaltuhren werden vorwiegend zur Steuerung von Beleuchtungsanlagen, Jalousien oder ähnlichem eingesetzt.

**[0005]** Mittels der Astroschaltuhren lässt sich grundsätzlich der Zeitpunkt eines bestimmten Sonnenstands berechnen. Vorzugsweise werden die Zeitpunkte des Aufgangs und des Untergangs der Sonne berechnet. Zu diesen Zeitpunkten ist es allerdings schon oder noch so hell, dass Beleuchtungsanlagen bereits aus- oder noch nicht eingeschaltet werden müssen oder Jalousien bereits heraufgezogen oder noch nicht heruntergelassen werden müssen. Im Hinblick auf den Energieverbrauch ist es daher - von wenigen Ausnahmefällen abgesehen - im Regelfall nicht sinnvoll, zum Zeitpunkt des Sonnenuntergangs eine Beleuchtungsanlage einzuschalten und zum Zeitpunkt des Sonnenaufgangs die Anlage auszuschalten. Daher kann bei den bekannten Astroschaltuhren vom Anwender ein Schaltzeitversatz eingegeben werden. Dieser Schaltzeitversatz wird vom bzw. zum berechneten Zeitpunkt des Sonnenaufgangs bzw. Sonnenuntergangs subtrahiert oder addiert, wodurch sich der Schaltzeitpunkt errechnet, an dem der Ausgang der Schaltuhr ein- bzw. ausgeschaltet wird. Der Versatz verschiebt den Schaltzeitpunkt und bewirkt somit eine Anpassung an die während der Dämmerung vor dem Sonnenaufgang und nach dem Sonnenuntergang noch ausreichende Beleuchtungsstärke.

**[0006]** In der Vergangenheit haben sich derartige Astroschaltuhren durchgesetzt. Dieses liegt an der für jeden Benutzer einfachen Nachvollziehbarkeit der Bedeutung des Schaltzeitversatzes von zum Beispiel 30 Minuten vor oder nach Sonnenauf- bzw. Sonnenuntergang.

**[0007]** Eine solche Astroschaltuhr ist beispielsweise aus der Druckschrift mit der Veröffentlichungsnummer DE 30 19 279 A1 bekannt. Bei der beschriebenen Schaltuhr kann ein Anwender die Schaltzeitpunkte durch Eingabe eines festen Bezugs zum Stand der Sonne, z. B. 15 Minuten nach Sonnenuntergang definieren, um so eine individuelle Anpassung an die Dämmerung zu erreichen.

**[0008]** Die Veröffentlichung der europäischen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungsnummer EP 0 762 244 A2 beschreibt eine ähnlich arbeitende elektronische Zeitschaltuhr, bei der ebenfalls ein Schaltzeitversatz von beispielsweise 15 oder 30 Minuten vor bzw. nach Sonnenuntergang bzw. -aufgang programmierbar ist. Neben den Astroschaltuhren kennt der Fachmann auch sogenannte Dämmerungsschalter, die die Umgebungshelligkeit über einen Lichtsensor ermitteln und in Abhängigkeit von der Beleuchtungsstärke und einem einstellbaren Schwellwert einen elektrischen Verbraucher schalten. Über die Einstellung des Schwellwerts lassen sich Dämmerungsschalter an verschiedene Einsatzzwecke anpassen. Astroschaltuhren haben gegenüber Dämmerungsschaltern in Bezug auf die Installation in einem Gebäude den Vorteil, dass sie keinen externen Lichtsensor benötigen, was den Installationsaufwand verringert. Neben diesem Nachteil haben Dämmerungsschalter den weiteren Nachteil, dass die externen Lichtsensoren verschmutzen können, oder auch durch Vandalismus zerstört werden können.

**[0009]** Der Nachteil von Astroschaltuhren gegenüber Dämmerungsschaltern ist hingegen, dass die tatsächliche Beleuchtungssituation nicht hinreichend berücksichtigt wird. Zwar wird durch die Eingabe des Schaltzeitversatzes eine Anpassung an die tatsächliche Beleuchtungsstärke in der Umgebung erreicht, es wird dabei allerdings nicht berücksichtigt, dass die Dämmerung an verschiedenen Tagen des Jahres eine unterschiedliche Länge hat. Dieses führt dazu, dass zum Beispiel 30 Minuten vor Sonnenaufgang im Verlauf des Jahres bei wolkenlosem Himmel und ungetrübter Atmosphäre unterschiedliche Beleuchtungsstärken erreicht werden. Vergleicht man beispielsweise bei wolkenlosem Himmel und ungetrübter Atmosphäre die tägliche Einschaltdauer eines Dämmerungsschalters und einer Astrozeitschaltuhr mit Schaltzeitversatz im Laufe eines Jahres, so wird man feststellen, dass mit der Astrozeitschaltuhr höhere Einschalt Dauern erreicht werden. Bei dem Vergleich waren die Geräte so eingestellt, dass im Laufe des Jahres beide Geräte abends möglichst genau am Ende der sogenannten bürgerlichen Dämmerung die elektrischen Verbraucher einschalten, aber auf keinen Fall später, und dass sie morgens möglichst genau am Anfang der bürgerlichen Dämmerung die elektrischen Verbraucher ausschalten, aber auf keinen Fall früher. Das Ergebnis lässt sich leicht erklären, da ein Dämmerungsschalter unter den genannten Bedingungen ganzjährig abends exakt am Ende der bürgerlichen Dämmerung die

elektrischen Verbraucher einschaltet und morgens exakt zu Beginn der bürgerlichen Dämmerung ausschaltet. Dieses kann mit einer Astroschaltuhr mit konstantem Schaltzeitversatz unter den genannten Bedingungen nur an zwei Tagen des Jahres gelingen und zwar an den Tagen mit der kürzesten Dämmerung. Diese beiden Tage liegen wenige Tage vor Frühlingsbeginn und wenige Tage nach Herbstbeginn. An den übrigen Tagen des Jahres schaltet dagegen die Astroschaltuhr die elektrischen Verbraucher morgens später aus und abends früher ein. Eine maximale Abweichung von den Schaltzeitpunkten des Dämmerungsschalters liegt zur Zeit der Wintersonnenwende und der Sommersonnenwende vor.

**[0010]** Daraus resultiert der Nachteil, dass unter den genannten Bedingungen der Energieverbrauch eines elektrischen Verbrauchers im Laufe eines Jahres bei Steuerung durch eine Astroschaltuhr mit Schaltzeitversatz höher ist als bei Steuerung des gleichen Verbrauchers durch einen Dämmerungsschalter.

**[0011]** Hier setzt die vorliegende Erfindung an.

**[0012]** Der Erfindung liegt das Problem zugrunde, eine programmierbare Schaltuhr der eingangs genannten Art zu verbessern, um unnötige Einschaltzeiten der elektrischen Verbraucher zu vermeiden.

**[0013]** Das Problem wird dadurch gelöst, dass die Schaltuhr Mittel zum Eingeben von wenigstens einem Schaltwinkel aufweist, wobei der Schaltwinkel der Höhenwinkel der Sonne in Bezug auf den astronomischen Horizont ist, bei dessen Erreichen der Schaltzeitpunkt erreicht sein soll. Ferner ist bei einer erfindungsgemäßen Schaltuhr nach Anspruch 1 das Berechnungsmittel geeignet und eingerichtet, für den vorgegebenen Schaltwinkel den Schaltzeitpunkt an jedem Tag während des Jahres zu berechnen.

**[0014]** Im Unterschied zu den früheren Astrozeitschaltuhren wird kein Schaltzeitversatz vorgegeben, der dazu führt, dass täglich bei unterschiedlichen Höhenwinkeln der Sonne geschaltet wird, sondern es wird der Schaltwinkel vom Benutzer eingegeben, was dazu führt, dass die erfindungsgemäße Astroschaltuhr täglich bei Erreichen des Schaltwinkels durch den Höhenwinkel der Sonne schaltet. Der Schaltwinkel ist ein Schwellwert, bei dessen Erreichen durch den Höhenwinkel der Sonne die Schaltuhr schalten soll. Dazu wird nicht unmittelbar der Höhenwinkel der Sonne mit dem Schaltwinkel verglichen. Vielmehr wird mittels des Berechnungsmittels berechnet, zu welchen Zeitpunkten an jedem Tag der Höhenwinkel die Schwelle überschreitet, d. h. den Schaltwinkel erreicht. Diese Zeitpunkte sind die Schaltzeitpunkte zu denen die Zeitschaltuhr den Ausgang schaltet. In der Zeitschaltuhr wird dazu die aktuelle Uhrzeit mit den errechneten Schaltzeitpunkten verglichen. Entspricht die aktuelle Uhrzeit einem der Schaltzeitpunkte wird durch das Stellmittel der Schaltuhr der Ausgang geschaltet.

**[0015]** Je nach dem, ob der Höhenwinkel der untergehenden Sonne oder der aufgehenden Sonne den Schaltwinkel erreicht, kann je nach Benutzervorgabe der Ausgang ein- oder ausgeschaltet werden. Ist an die Schaltuhr eine Beleuchtungsanlage als elektrischer Verbraucher angeschlossen, wird bei Sonnenuntergang bei Erreichen des Schaltwinkels die Beleuchtungsanlage eingeschaltet während sie bei Sonnenaufgang bei Erreichen des Schaltwinkels ausgeschaltet wird. Der Höhenwinkel der Sonne beträgt Null Grad, sobald der Mittelpunkt der Sonne auf der Höhe des astronomischen Horizonts liegt.

**[0016]** Eine erfindungsgemäße Schaltuhr ist vorzugsweise zum Einbau in einen Verteiler einer Hausinstallation geeignet und eingerichtet. Die Energieversorgung der Schaltuhr kann dann über ein Versorgungsnetz erfolgen. Die Spannung des Versorgungsnetzes kann in einem Netzteil der Schaltuhr umgeformt werden. Ebenso ist es möglich, dass alternativ oder zusätzlich interne oder externe Energiespeicher die Schaltuhr mit elektrischer Energie versorgen.

**[0017]** Das Berechnungsmittel einer erfindungsgemäßen Schaltuhr kann ein Mikroprozessor sein, in den ein Schaltuhrensteuerprogramm geladen ist. Das Schaltuhrensteuerprogramm kann zur Ausführung eines astronomischen Algorithmus zur Berechnung der täglichen Zeitpunkte von Sonnenaufgang und Sonnenuntergang geeignet und eingerichtet sein. Mit dem Programm können dann auch die vom Sonnenaufgang und Sonnenuntergang abhängigen Zeitschaltpunkte berechnet werden.

**[0018]** Definitionsgemäß werden als Sonnenaufgang und Sonnenuntergang nachfolgend diejenigen Zeitpunkte festgelegt, an denen der Sonnenmittelpunkt jeweils morgens oder abends eine Winkelposition von 50 Bogenminuten bzw. 0,83 Grad unterhalb des astronomischen Horizonts erreicht hat.

**[0019]** Gemäß der Erfindung kann das Eingebemittel einer erfindungsgemäßen Schaltuhr zur Eingabe der geographischen Koordinaten des Betriebsorts an der Schaltuhr geeignet und eingerichtet sein. So ist es insbesondere möglich, dass das Eingebemittel zur Eingabe der geographischen Länge und/oder Breite geeignet und eingerichtet ist. Ferner kann die Uhrzeit, das Datum, die Zeitzone und/oder die Höhe des Einsatzortes eingegeben werden.

**[0020]** Mit einem Eingebemittel einer erfindungsgemäßen Schaltuhr in einer besonderen Ausführung können zusätzlich zu den Schaltwinkeln weitere Schaltzeitpunkte eingegeben werden, die unabhängig vom Sonnenstand programmierbar sind. Diese weiteren Schaltzeitpunkte können unmittelbar als Uhrzeiten eingegbar sein.

**[0021]** Das Berechnungsmittel einer erfindungsgemäßen Schaltuhr kann zum Berechnen des Schaltzeitpunktes in Abhängigkeit der eingegebenen geographischen Länge, Breite und/oder Höhe des Einsatzortes geeignet und eingerichtet sein.

**[0022]** Der Schaltwinkel kann durch den Benutzer mittels des Eingebemittels einer erfindungsgemäßen Schaltuhr auf verschiedene Art und Weisen eingegeben bzw. jederzeit verändert werden. Das Eingebemittel kann beispielsweise zu

## EP 2 148 252 B1

einer mittelbaren und/oder einer unmittelbaren Eingabe des Schaltwinkels geeignet und eingerichtet sein. Bei der unmittelbaren Eingabe des Schaltwinkels wird dieser als Winkelgröße vorzugsweise mit einer Auflösung von  $0,1^\circ$  eingegeben. Bei der mittelbaren Eingabe des Schaltwinkels, wird mittels des Eingabemittels eine Ersatzgröße eingegeben, die innerhalb der Schaltuhr zu einem vordefinierten Schaltwinkel in Beziehung gesetzt wird. Das heißt jeder dieser Ersatzgrößen ist ein spezifischer Schaltwinkel zugeordnet. Das Berechnungsmittel einer erfindungsgemäßen Schaltuhr kann dazu geeignet und eingerichtet sein, den Schaltzeitpunkt in Abhängigkeit der Ersatzgröße zu berechnen. Bei der Ersatzgröße kann es sich um einen Prozentwert handeln. Der Prozentwert kann sich auf eine Zeitspanne, beispielsweise die Dauer der bürgerlichen Dämmerung, oder auf einen Bezugswinkel, beispielsweise den Winkel zwischen dem Höhenwinkel der Sonne bei Beginn und bei Ende der bürgerlichen Dämmerung, beziehen. Die Ersatzgröße kann auch als Wert der Beleuchtungsstärke in der Einheit lux eingegeben werden

**[0023]** Der Sinn und Zweck der Eingabe der Ersatzgröße als Prozentwert oder als Wert der Beleuchtungsstärke ist es, dem Benutzer die Eingabe des Schaltwinkels zu ersparen. Unter der unmittelbaren Eingabe des Schaltwinkels bezogen auf den Höhenwinkel der Sonne von beispielsweise  $0^\circ$ , kann sich ein Benutzer mitunter wenig vorstellen. Unter dem Wert einer Beleuchtungsstärke oder einem Prozentsatz bezogen auf eine Zeitspanne nach oder vor Sonnenuntergang bzw. -aufgang, beispielsweise bezogen auf die Dauer der bürgerlichen Dämmerung, kann sich ein Benutzer dagegen eher etwas vorstellen. Es sei an dieser Stelle klar gestellt, dass es sich bei dem Wert der Beleuchtungsstärke, der eingegeben wird, nicht um einen exakten Wert zu dem berechneten Schaltzeitpunkt handeln muss. Vielmehr handelt es sich um einen mittleren Wert der Beleuchtungsstärke, den ein durchschnittlicher Benutzer einer entsprechenden Dämmerungsphase subjektiv zuordnen würde.

**[0024]** Jedem Prozentwert und jedem mittleren Wert der Beleuchtungsstärke ist ein Schaltwinkel zugeordnet. Dieses kann über eine in einem Speicher der Schaltuhr abgelegte Zuordnungstabelle erfolgen. Ebenso ist es möglich, dass für jeden Prozentwert und jeden mittleren Wert der Beleuchtungsstärke ein Schaltwinkel berechnet wird.

**[0025]** Beispielsweise kann das Berechnungsmittel geeignet und eingerichtet sein, den Schaltwinkel  $sw$  in Grad folgendermaßen aus dem Prozentsatz zu berechnen:

$$SW = W_{\text{auf/unter}} + (W_{\text{max}} - W_{\text{auf/unter}}) * p / 100 ,$$

wobei  $w_{\text{auf/unter}}$  der Höhenwinkel der Sonne in Grad unterhalb des Horizonts sowohl bei Aufgang als auch bei Untergang der Sonne ist und  $w_{\text{max}}$  der maximale Höhenwinkel der Sonne in Grad unterhalb des Horizonts ist, bei dessen Erreichen abends spätestens und morgens frühestens geschaltet werden soll.

**[0026]** Ebenso kann das Berechnungsmittel geeignet und eingerichtet sein, den Schaltwinkel  $sw$  in Grad nach folgender Gleichung aus dem mittleren Wert der Beleuchtungsstärke  $E_m$  zu berechnen:

$$sw = -\ln(E_m / k)$$

wobei  $E_m$  der mittlere Wert der Beleuchtungsstärke in Lux ist und  $k$  zwischen 300 und 1367, vorzugsweise bei 550 liegt.

**[0027]** Besonders benutzerfreundlich ist eine erfindungsgemäße Schaltuhr, wenn zwischen der direkten Eingabe des Schaltwinkels und einer Eingabe der Ersatzgröße und zwischen den verschiedenen Möglichkeiten zur Eingabe der Ersatzgröße gewählt werden kann.

**[0028]** In einer besonderen erfindungsgemäßen Ausführung kann das Berechnungsmittel geeignet und eingerichtet sein, die jährliche Gesamteinschaltdauer eines an den Ausgang der Schaltuhr angeschlossenen Verbrauchers für den eingegebenen Schaltwinkel bzw. für den aus der eingegebenen Ersatzgröße berechneten Schaltwinkel zu berechnen. Ein Benutzer kann sich dadurch ein Bild über den Energieverbrauch bei unterschiedlicher Wahl des Schaltwinkels oder der entsprechenden Ersatzgröße machen.

**[0029]** Das Berechnungsmittel kann ferner geeignet und eingerichtet sein, den aktuellen Höhenwinkel der Sonne zu berechnen. An einer Schnittstelle einer erfindungsgemäßen Schaltuhr kann ein Signal anliegen, welches den aktuellen, berechneten Höhenwinkel der Sonne angibt. Dieses den Höhenwinkel der Sonne angegebende Signal kann beispielsweise dazu benutzt werden, um die Leistung der elektrischen Verbraucher entsprechend dem Höhenwinkel zu steuern. Damit kann es beispielsweise möglich sein, die Leistung einer Beleuchtungsanlage in Abhängigkeit von dem Höhenwinkel zu erhöhen oder zu vermindern. So kann erreicht werden, dass eine Beleuchtungsanlage zu Zeitpunkten während der Dämmerung bereits mit geringer Leistung eingeschaltet wird und die Leistung der Beleuchtungsanlage - im Falle der abendlichen Dämmerung - bis zum Ende der Dämmerung oder über das Ende der Dämmerung hinaus schrittweise oder kontinuierlich erhöht wird.

**[0030]** Das Stellmittel einer erfindungsgemäßen Schaltuhr kann ein monostabiles oder bistabiles Relais sein. Das

Relais schaltet, sobald die berechneten Schaltzeiten mit der aktuellen Uhrzeit übereinstimmen. Die Schaltuhr kann mehrere Relais aufweisen, die unabhängig voneinander gesteuert werden können.

**[0031]** Eine erfindungsgemäße Schaltuhr kann eine Schnittstelle zu einem externen Eingabegerät aufweisen. Bei dem Eingabegerät kann es sich beispielsweise um einen Computer handeln, auf dem eine Programmiersoftware installiert ist. Ebenso ist denkbar, dass eine erfindungsgemäße Schaltuhr ein Lesegerät für einen Datenspeicher aufweist, und die Eingaben zu den Schaltwinkeln und andere Eingaben über das Lesegerät von einem Datenträger auslesen kann. Der Datenträger kann zuvor mittels eines Computers programmiert worden sein.

**[0032]** Des Weiteren ist es möglich, dass eine erfindungsgemäße Schaltuhr einen Empfänger hat, mit dem Signale eines Zeitzeichensenders empfangen werden können. Ebenso ist es möglich, dass eine erfindungsgemäße Schaltuhr einen Empfänger für Signale eines Navigationssystems insbesondere eines satellitengestützten Navigationssystems aufweisen kann.

**[0033]** Weitere Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden deutlich anhand der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die Zeichnungen. Es zeigt:

Fig. 1 ein Dämmerungsdauer-Zeit-Diagramm für einen Ort mit einer geographischen Breite von 52° Nord,

Fig. 2 ein Dämmerungsdauer-Zeit-Diagramm für einen Ort mit einer geographischen Breite von 60° Nord,

Fig. 3 ein Einschaltdauer-Zeit-Diagramm für den Ort mit einer geographischen Breite von 52° Nord,

Fig. 4 ein Einschaltdauer-Zeit-Diagramm für den Ort mit einer geographischen Breite von 60° Nord,

Fig. 5 eine Konkordanz-Tabelle für den Winkelversatz, Prozentwertversatz und die Eingabe der mittleren Beleuchtungsstärke,

Fig. 6 ein Blockschaltbild einer erfindungsgemäßen Schaltuhr.

**[0034]** Die in dem Dämmerungsdauer-Zeit-Diagramm in Figur 1 dargestellte Kurve zeigt die Dämmerungsdauer in Minuten für den Ort auf einer Breite von 52° Nord in Abhängigkeit des auf der Abzisse dargestellten Tags des Jahres. Die maximale jahreszeitliche Schwankung der Dämmerungsdauer beträgt für einen Ort auf dem 52. nördlichen Breitenkreis 15,4 min. Die längste Dämmerungsdauer wird zur Zeit der Sommersonnenwende erreicht. Die kürzeste Dämmerungsdauer wird wenige Tage vor Frühlingsbeginn und wenige Tage nach Herbstbeginn erreicht.

**[0035]** Die in dem Dämmerungsdauer-Zeit-Diagramm gemäß Figur 2 dargestellte Kurve zeigt die Dämmerungsdauer in Minuten bei einer geographischen Breite von 60° Nord in Abhängigkeit der Tage des Jahres. Die maximale jahreszeitliche Schwankung der Dämmerungsdauer beträgt für einen Standort auf dem 60. nördlichen Breitenkreis 65,7 min. Für Orte, die eine geographische Breite haben, die größer als 60° ist, gibt es bereits Tage, an denen die bürgerliche Dämmerung nicht mehr endet. Anders ausgedrückt bedeutet das, dass die Sonne an diesen Tagen während der Nacht nicht tiefer als 6° unter den Horizont sinkt. Jenseits des Polarkreises gibt es dann Tage im Jahr, an denen die Sonne nicht tiefer als 0,83° unter den Horizont sinkt

**[0036]** Aus der Figur 3 lässt sich die Differenz der täglichen Einschaltdauer in Stunden zwischen einer erfindungsgemäßen Schaltuhr und einer herkömmlichen Astroschaltuhr für einen Standort mit einer geographischen Breite von 52° Nord ablesen. Die Einstellungen der Schaltuhren wurden in beiden Fällen so gewählt, dass im Laufe des Jahres abends entweder genau oder spätestens bei Ende der bürgerlichen Dämmerung und morgens genau oder frühestens bei Beginn der bürgerlichen Dämmerung geschaltet wird.

**[0037]** Die durchgezogene Kurve in dem Diagramm nach Figur 3 zeigt den Verlauf der Einschaltdauer für eine herkömmliche Astroschaltuhr im Laufe des Jahres. Es sei dabei angenommen, dass abends der elektrische Verbraucher eingeschaltet und morgens der elektrische Verbraucher ausgeschaltet wird, wie es typischerweise bei Beleuchtungsanlagen der Fall ist. Als Zeitversatz wurden 33,6 min nach Sonnenuntergang und 33,6 min vor Sonnenaufgang eingegeben. Die Schaltuhr schaltet mit diesem Versatz bei 52° nördlicher Breite nur an zwei Tagen im Jahr, nämlich kurz vor Frühlingsbeginn und kurz nach Herbstbeginn abends genau bei Ende der bürgerlichen Dämmerung ein und morgens genau bei Beginn der bürgerlichen Dämmerung aus. An allen anderen Tagen des Jahres erfolgt der Schaltvorgang abends früher, d. h. vor Ende der bürgerlichen Dämmerung und morgens später, d. h. nach dem Beginn der bürgerlichen Dämmerung.

**[0038]** Die in dem Diagramm gemäß Figur 3 gestrichelt dargestellte Kurve zeigt den Verlauf der Einschaltdauer für eine erfindungsgemäße Schaltuhr mit einem Schaltwinkel von 6° unterhalb des Horizonts für einen Ort auf dem 52° Breitengrad nördlicher Breite. Bei der Einstellung des Schaltwinkels von 6° unterhalb des Horizonts schaltet die erfindungsgemäße Schaltuhr für jeden beliebigen Standort weltweit, also auch auf der geographischen Breite von 52° Nord ganzjährig abends genau bei Ende der bürgerlichen Dämmerung ein und morgens genau bei Beginn der bürgerlichen

Dämmerung aus. Dadurch wird die jährliche Gesamteinschaltdauer gegenüber einer herkömmlichen Astroschaltuhr reduziert.

**[0039]** Für einen Ort auf einer geographischen Breite von 52° Nord ergibt sich für eine herkömmliche Astroschaltuhr mit einem Schaltzeitversatz von 33,6 min eine jährliche Gesamteinschaltdauer die 62,98 h länger ist, als die jährliche Gesamteinschaltdauer einer erfindungsgemäßen Schaltuhr mit einem Schaltwinkel von 6°. Dieses ergibt bei einer Verwendung einer erfindungsgemäßen Zeitschaltuhr eine Energieeinsparung von 1,62 Prozent gegenüber der herkömmlichen Astroschaltuhr.

**[0040]** Die Reduktion der jährlichen Gesamteinschaltdauer ist abhängig von der geographischen Breite. Dieses ist insbesondere aus dem Diagramm gemäß Figur 4 ersichtlich. Für den aus dem Diagramm gemäß der Figur 4 ersichtlichen Vergleich wurden wiederum die Einstellungen so gewählt, dass im Laufe des Jahres abends genau oder spätestens bei Ende der bürgerlichen Dämmerung und morgens genau oder frühestens bei Beginn der bürgerlichen Dämmerung geschaltet wird.

**[0041]** Die durchgezogene Kurve im Diagramm gemäß Figur 4 zeigt wiederum den Verlauf der Einschaltdauer bei einer herkömmlichen Astroschaltuhr mit einem Schaltzeitversatz, wobei ein Schaltzeitversatz von 41,46 min gewählt wird, d. h. dass 41,46 min nach Sonnenuntergang eingeschaltet und 41,46 min vor Sonnenaufgang ausgeschaltet wird. Die Schaltzeitpunkte fallen bei der Verwendung der herkömmlichen Astroschaltuhr mit diesem Zeitversatz für einen Ort mit einer geographischen Breite von 60° Nord nur an zwei Tagen mit dem tatsächlichen Beginn morgens bzw. dem tatsächlichen Ende abends der bürgerlichen Dämmerung zusammen. Dieses sind wiederum die Tage mit der kürzesten Dämmerung kurz vor Frühlingsbeginn und kurz nach Herbstbeginn.

**[0042]** Die gestrichelte Kurve in dem Diagramm gemäß der Figur 4 zeigt den Verlauf der Einschaltdauer für eine erfindungsgemäße Schaltuhr. Als Schaltwinkel wurde, wie auch schon im Beispiel der Figur 3, ein Schaltwinkel von 6° unterhalb des Horizonts gewählt. Die Schaltuhr schaltet mit dieser Einstellung für jeden Standort weltweit, also auch für einen Standort auf dem 60. Breitengrad ganzjährig abends genau bei Ende der bürgerlichen Dämmerung ein und morgens genau bei Beginn der bürgerlichen Dämmerung aus. Unter den genannten Randbedingungen ergibt sich bei einem Schaltjahr von 366 Tagen eine mögliche Reduzierung der jährlichen Gesamteinschaltdauer von 178,9 h, was einer Energieeinsparung von 4,7 Prozent bei der Verwendung einer erfindungsgemäßen Schaltuhr entspricht. Die relative Energieeinsparung kann erheblich gesteigert werden, wenn die Verbraucher zusätzlich nachts ganz oder teilweise zu einer bestimmten Zeit abgeschaltet, und erst in den Morgenstunden zu einer bestimmten Zeit wieder zugeschaltet werden.

**[0043]** In bestimmten Fällen ist es sinnvoll, dass Verbraucher nachts ausgeschaltet und tagsüber eingeschaltet sind. Dieses kann zum Beispiel bei Solaranwendungen sinnvoll sein. In einem solchen Fall kann eine erfindungsgemäße Schaltuhr so ausgestaltet sein, dass mit einem Schaltwinkel bezogen auf den Sonnenaufgang eingeschaltet und mit einem Schaltwinkel bezogen auf den Sonnenuntergang ausgeschaltet wird.

**[0044]** Obwohl die Eingabe eines Schaltwinkels für professionelle Anwender durchaus verständlich und praktikabel zu sein scheint, fehlt es dem Verfahren an einer gewissen Alltagstauglichkeit für einen durchschnittlichen Benutzer, insbesondere einen Benutzer, der nicht mit astronomischen Begriffen wie zum Beispiel atmosphärische Refraktion oder bürgerliche Dämmerung vertraut ist. Für dieses Problem gibt es zumindest zwei erfindungsgemäße Lösungen:

**[0045]** Die erfindungsgemäße Schaltuhr kann zunächst optional zu der Eingabe des Schaltwinkels die Möglichkeit anbieten, wie eine herkömmliche Schaltuhr den Schaltzeitversatz eingeben zu können. Der Anwender kann die Möglichkeit haben zwischen der Eingabe des Schaltzeitversatzes und der Möglichkeit der Eingabe des Schaltwinkels auszuwählen. Das Einsparpotential durch die erfindungsgemäße Schaltuhr bliebe bei Auswahl der Eingabe des Schaltzeitversatzes dann allerdings ungenutzt.

**[0046]** Um aber auch Nichtfachleuten einen einfachen Zugang zum energetisch günstigeren Verfahren zu öffnen, bietet die weitere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Schaltuhr weitere Eingabemöglichkeiten, wobei diese auf den Schaltwinkel zurückgeführt werden. So gibt es beispielsweise die Möglichkeit einer winkelproportionalen Prozenteingabe und/oder einer winkelproportionalen Eingabe der Beleuchtungsstärke.

**[0047]** Die Tabelle gemäß Figur 5 gibt übrigens einen Überblick, wie die mittlere Beleuchtungsstärke und Prozentwerte winkelproportional definiert werden können.

**[0048]** Bei einer winkelproportionalen Prozenteingabe können beispielsweise die Winkelpositionen der Sonne zwischen Sonnenuntergang und Ende der bürgerlichen Dämmerung abends und die Winkelpositionen zwischen dem Anfang der bürgerlichen Dämmerung morgens und dem Sonnenaufgang auf einer Prozentskala im Bereich von Null Prozent bis Hundert Prozent abgebildet werden. Null Prozent bedeutet dabei, einen Schaltwinkel von 0,83 unterhalb des Horizonts, und dass die Schaltung immer exakt zum Zeitpunkt des Sonnenaufgangs oder zum Sonnenuntergang erfolgt. Einhundert Prozent bedeutet dagegen ein Schaltwinkel von 6° unter Horizont, so dass die Schaltzeitpunkte auf das Ende der abendlichen bzw. auf den Beginn der morgendlichen bürgerlichen Dämmerung fallen. Für das Beispiel gemäß der Figur 5 wurde der 100 Prozent-Wert auf einen Höhenwinkel von 6° unter Horizont festgelegt. Natürlich liegt es im Rahmen der Erfindung, den 100 Prozent-Wert auf beliebige Höhenwinkel, beispielsweise 12° oder 18° unterhalb oder oberhalb des Horizonts festzulegen. Die Eingabe des Prozentwertes erfolgt vorzugsweise in Ein-Prozent-Schritten.

[0049] Die mittelbare Eingabe des Schaltwinkels als winkelproportionale mittlere Beleuchtungsstärke ist eine weitere Möglichkeit, die Eingabe des Schaltwinkels für einen Anwender anschaulicher zu gestalten.

[0050] Die Eingabe der mittleren Beleuchtungsstärke erfolgt durch den Anwender vorzugsweise im Bereich von 300 Lux bis 100 Lux in Schritten von zehn Lux, im Bereich von 99 Lux bis 10 Lux in Schritten von 1 Lux, und im Bereich von 9,9 bis 1 Lux in Schritten von 0,1 Lux.

[0051] Vorzugsweise werden in einer erfindungsgemäßen Astroschaltuhr verschiedene beliebige Eingabemöglichkeiten miteinander kombiniert, so dass der Benutzer eine für ihn angenehme Möglichkeit auswählen kann.

## Patentansprüche

1. Programmierbare Schaltuhr mit wenigstens einem schaltbaren Ausgang zum Anschließen wenigstens eines elektrischen Verbrauchers, der mittels der Schaltuhr zu Schaltzeitpunkten ein- oder ausgeschaltet werden soll, und mit einem Mittel zur Berechnung wenigstens eines der Schaltzeitpunkte in Abhängigkeit des Sonnenstandes und einer Benutzereingabe, wobei die Schaltuhr ein Stellmittel aufweist, das geeignet und eingerichtet ist, den Ausgang zu dem berechneten Schaltzeitpunkt zu schalten,  
**dadurch gekennzeichnet, dass**  
die Schaltuhr Mittel zum Eingeben von wenigstens einem Schaltwinkel aufweist, wobei der Schaltwinkel der Höhenwinkel der Sonne ist, bei dessen Erreichen der Schaltzeitpunkt erreicht sein soll und  
dass das Berechnungsmittel geeignet und eingerichtet ist, für den Schaltwinkel den Schaltzeitpunkt an jedem Tag während eines Jahres zu berechnen.
2. Schaltuhr nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Eingabemittel zur Eingabe der geographischen Länge und/oder Breite geeignet und eingerichtet ist.
3. Schaltuhr nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Berechnungsmittel zum Berechnen des Schaltzeitpunkts in Abhängigkeit der eingegebenen geographischen Länge und Breite und/oder Höhe des Einsatzortes geeignet und eingerichtet ist.
4. Schaltuhr nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eingabemittel zur unmittelbaren Eingabe des Schaltwinkels geeignet und eingerichtet ist.
5. Schaltuhr nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Eingabemittel zur mittelbaren Eingabe des Schaltwinkels, d. h. zur Eingabe einer Ersatzgröße geeignet und eingerichtet ist, wobei das Berechnungsmittel geeignet und eingerichtet ist, den Schaltzeitpunkt in Abhängigkeit der Ersatzgröße und eines Bezugswinkels zu berechnen.
6. Schaltuhr nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ersatzgröße ein Prozentwert ist.
7. Schaltuhr nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Ersatzgröße ein mittlerer Wert der Beleuchtungsstärke ist.
8. Schaltuhr nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Prozentwert und/oder der mittlere Wert der Beleuchtungsstärke einem Schaltwinkel zugeordnet sind.
9. Schaltuhr nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus dem Prozentwert und/oder dem mittleren Wert der Beleuchtungsstärke ein Schaltwinkel berechenbar ist.
10. Schaltuhr nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Berechnungsmittel geeignet und eingerichtet ist, den Schaltwinkel (sw) folgendermaßen aus dem Prozentsatz (p) zu berechnen:

$$SW = W_{\text{auf/unter}} + (W_{\text{max}} - W_{\text{auf/unter}}) * p / 100$$

wobei  $w_{\text{auf/unter}}$  der Höhenwinkel der Sonne unterhalb des Horizonts sowohl bei Aufgang als auch bei Untergang der Sonne ist und  $w_{\text{max}}$  der maximale Höhenwinkel der Sonne unterhalb des Horizonts ist, bei dessen Erreichen abends spätestens und morgens frühestens geschaltet werden soll.

## EP 2 148 252 B1

11. Schaltuhr nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Berechnungsmittel geeignet und eingerichtet ist, den Schaltwinkel (sw) folgendermaßen aus dem mittleren Wert der Beleuchtungsstärke ( $E_m$ ) zu berechnen:

5

$$sw = -\ln(E_m / 550)$$

10

12. Schaltuhr nach einem der Ansprüche 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltuhr geeignet und eingerichtet ist, dass zwischen der direkten Eingabe des Schaltwinkels und einer Eingabe einer Ersatzgröße und/oder der Eingabe eines Schaltzeitversatzes wählbar ist.

15

13. Schaltuhr nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Berechnungsmittel geeignet und eingerichtet ist, die jährliche Gesamteinschaltdauer zu berechnen.

14. Schaltuhr nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Berechnungsmittel geeignet und eingerichtet ist, den aktuellen Höhenwinkel der Sonne zu berechnen.

20

15. Schaltuhr nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schaltuhr eine Schnittstelle aufweist, an welcher ein den aktuellen Höhenwinkel der Sonne angegebendes Signal anliegt.

### Claims

25

1. Programmable timer having at least one switchable output for connecting at least one electrical load which is intended to be switched on or off at switching times using the timer, and having a means for calculating at least one of the switching times on the basis of the position of the sun and a user input, the timer having an actuating means which is suitable and set up to switch the output at the calculated switching time,

30

**characterized in that**

the timer has means for inputting at least one switching angle, the switching angle being the elevation angle of the sun, upon the reaching of which the switching time is supposed to have been reached, and

**in that** the calculation means is suitable and set up to calculate the switching time on any day during a year for the switching angle.

35

2. Timer according to Claim 1, **characterized in that** the input means is suitable and set up to input the longitude and/or latitude.

3. Timer according to Claim 2, **characterized in that** the calculation means is suitable and set up to calculate the switching time on the basis of the input longitude and latitude and/or altitude of the place of use.

40

4. Timer according to one of Claims 1 to 3, **characterized in that** the input means is suitable and set up to directly input the switching angle.

45

5. Timer according to one of Claims 1 to 4, **characterized in that** the input means is suitable and set up to indirectly input the switching angle, that is to say to input a substitute variable, the calculation means being suitable and set up to calculate the switching time on the basis of the substitute variable and a reference angle.

6. Timer according to Claim 5, **characterized in that** the substitute variable is a percentage.

50

7. Timer according to Claim 5 or 6, **characterized in that** the substitute variable is an average illuminance value.

8. Timer according to Claim 6 or 7, **characterized in that** the percentage and/or the average illuminance value is/are assigned to a switching angle.

55

9. Timer according to Claim 6 or 7, **characterized in that** a switching angle can be calculated from the percentage and/or the average illuminance value.

10. Timer according to Claim 9, **characterized in that** the calculation means is suitable and set up to calculate the switching angle (sw) from the percentage (p) as follows:

$$SW = W_{\text{auf/unter}} + (W_{\text{max}} - W_{\text{auf/unter}}) * p/100$$

5 where  $W_{\text{auf/unter}}$  is the elevation angle of the sun below the horizon both during sunrise and during sunset and  $W_{\text{max}}$  is the maximum elevation angle of the sun below the horizon, upon the reaching of which switching is intended to be carried out at the latest in the evening and at the earliest in the morning.

10 11. Timer according to Claim 9, **characterized in that** the calculation means is suitable and set up to calculate the switching angle (sw) from the average illuminance value ( $E_m$ ) as follows:

$$sw = -\ln(E_m/550) .$$

15 12. Timer according to one of Claims 4 to 11, **characterized in that** the timer is suitable and set up such that it is possible to choose between the direct input of the switching angle and input of a substitute variable and/or the input of a switching time delay.

20 13. Timer according to one of Claims 1 to 12, **characterized in that** the calculation means is suitable and set up to calculate the total annual switched-on duration.

25 14. Timer according to one of Claims 1 to 13, **characterized in that** the calculation means is suitable and set up to calculate the current elevation angle of the sun.

30 15. Timer according to Claim 14, **characterized in that** the timer has an interface to which a signal which indicates the current elevation angle of the sun is applied.

### 30 Revendications

35 1. Minuterie programmable comprenant au moins une sortie commutable pour raccorder au moins une charge électrique, laquelle doit être mise en circuit ou hors circuit à des instants de commutation au moyen de la minuterie, et comprenant des moyens pour calculer au moins l'un des instants de commutation en fonction de la position du soleil et d'une saisie de l'utilisateur, la minuterie présentant un actionneur qui est apte et conçu pour commuter la sortie à l'instant de commutation calculé,

#### **caractérisée en ce que**

40 la minuterie présente des moyens pour saisir au moins un angle de commutation, l'angle de commutation étant l'angle d'élévation du soleil auquel, lorsqu'il est atteint, doit être atteint l'instant de commutation et **en ce que** les moyens de calcul sont aptes et conçus pour calculer l'instant de commutation pour l'angle de commutation de chaque jour pendant un an.

45 2. Minuterie selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les moyens de saisie sont aptes et conçus pour saisir la longitude et/ou la latitude géographique.

3. Minuterie selon la revendication 2, **caractérisée en ce que** les moyens de calcul sont aptes et conçus pour calculer l'instant de commutation en fonction de la longitude et de la latitude géographique saisies et/ou de l'altitude du lieu d'utilisation.

50 4. Minuterie selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisée en ce que** les moyens de saisie sont aptes et conçus pour la saisie directe de l'angle de commutation.

55 5. Minuterie selon l'une des revendications 1 à 4, **caractérisée en ce que** les moyens de saisie sont aptes et conçus pour la saisie indirecte de l'angle de commutation, c'est-à-dire pour la saisie d'une grandeur de substitution, les moyens de calcul étant aptes et conçus pour calculer l'instant de commutation en fonction de la grandeur de substitution et d'un angle de référence.

6. Minuterie selon la revendication 5, **caractérisée en ce que** la grandeur de substitution est un pourcentage.

## EP 2 148 252 B1

7. Minuterie selon la revendication 5 ou 6, **caractérisée en ce que** la grandeur de substitution est une valeur moyenne de l'intensité d'éclairage.

5 8. Minuterie selon la revendication 6 ou 7, **caractérisée en ce que** le pourcentage et/ou la valeur moyenne de l'intensité d'éclairage sont associés à un angle de commutation.

9. Minuterie selon la revendication 6 ou 7, **caractérisée en ce qu'**un angle de commutation peut être calculé à partir du pourcentage et/ou de la valeur moyenne de l'intensité d'éclairage.

10 10. Minuterie selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** les moyens de calcul sont aptes et conçus pour calculer l'angle de commutation (sw) de la manière suivante à partir du pourcentage (p) :

$$SW = W_{auf/unter} + (W_{max} + W_{auf/unter}) * p/100$$

15 Wauf/unter désignant l'angle d'élévation du soleil sous l'horizon à la fois lors du lever et du coucher du soleil et  $W_{max}$  l'angle d'élévation maximum du soleil sous l'horizon auquel, lorsqu'il est atteint, doit avoir lieu la commutation au plus tard le soir et au plus tôt le matin.

20 11. Minuterie selon la revendication 9, **caractérisée en ce que** les moyens de calcul sont aptes et conçus pour calculer l'angle de commutation (sw) de la manière suivante à partir de la valeur moyenne de l'intensité d'éclairage ( $E_m$ ) :

$$sw = -\ln(E_m/550)$$

25 12. Minuterie selon l'une des revendications 4 à 11, **caractérisée en ce que** la minuterie est apte et conçue pour qu'il soit possible de choisir entre la saisie directe de l'angle de commutation et une saisie d'une grandeur de substitution et/ou la saisie d'un décalage dans le temps de la commutation.

30 13. Minuterie selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisée en ce que** les moyens de calcul sont aptes et conçus pour calculer la durée de mise en circuit totale annuelle.

35 14. Minuterie selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisée en ce que** les moyens de calcul sont aptes et conçus pour calculer l'angle d'élévation actuel du soleil.

40 15. Minuterie selon la revendication 14, **caractérisée en ce que** la minuterie présente une interface sur laquelle se trouve un signal qui indique l'angle d'élévation actuel du soleil.

45

50

55

Fig. 1

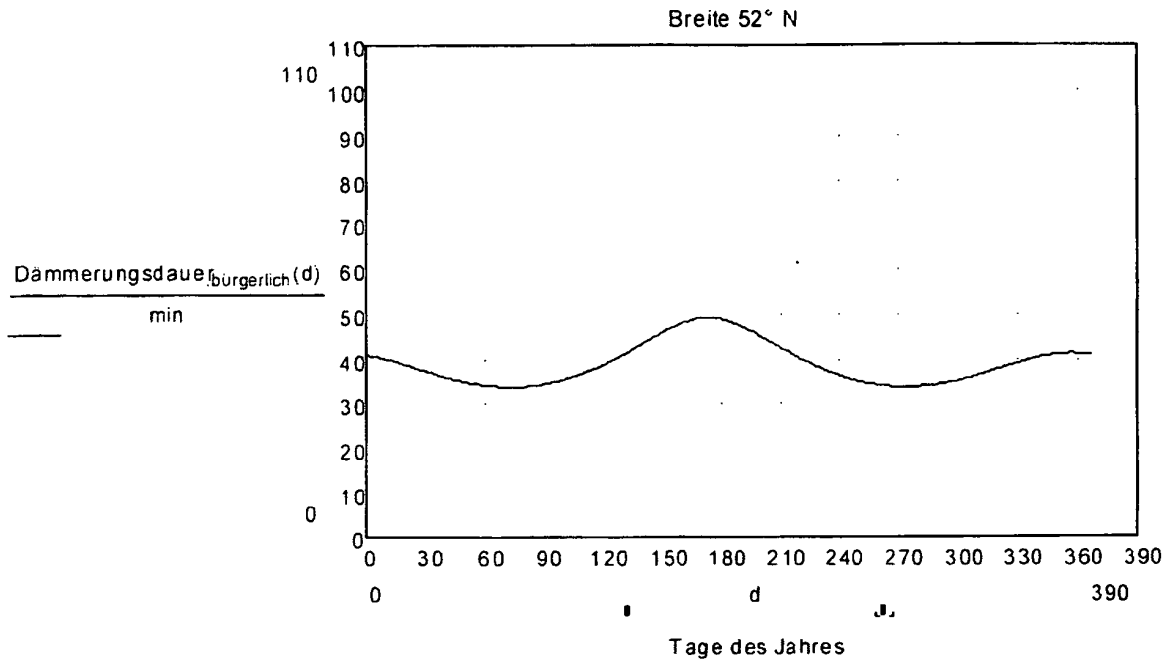


Fig. 2

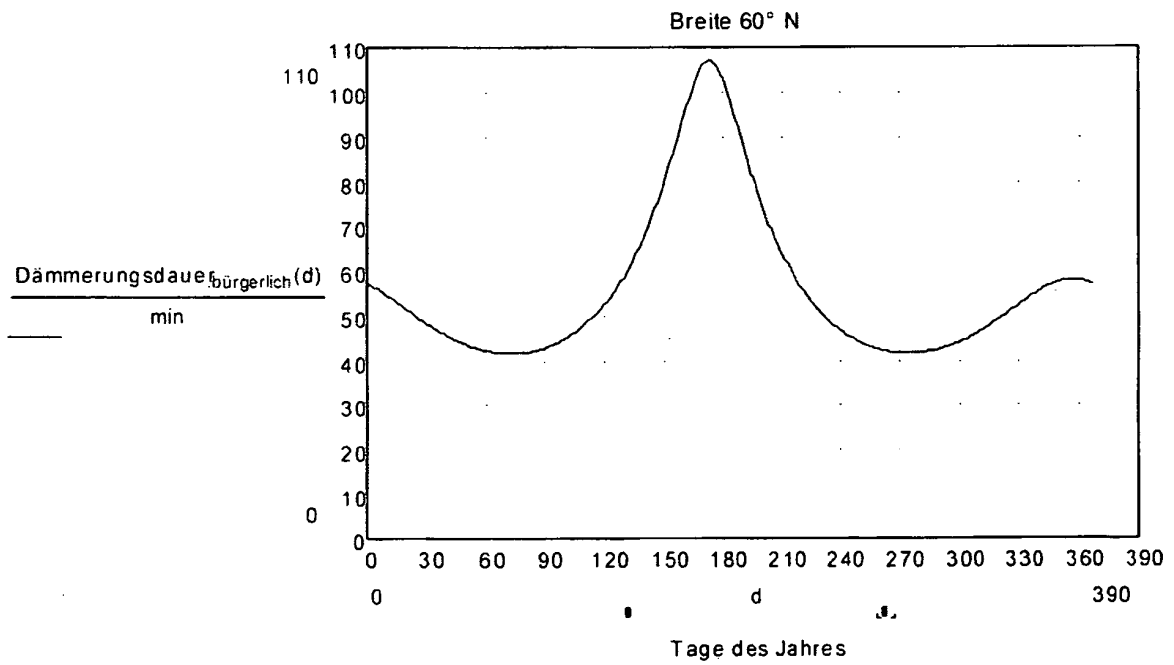


Fig. 3

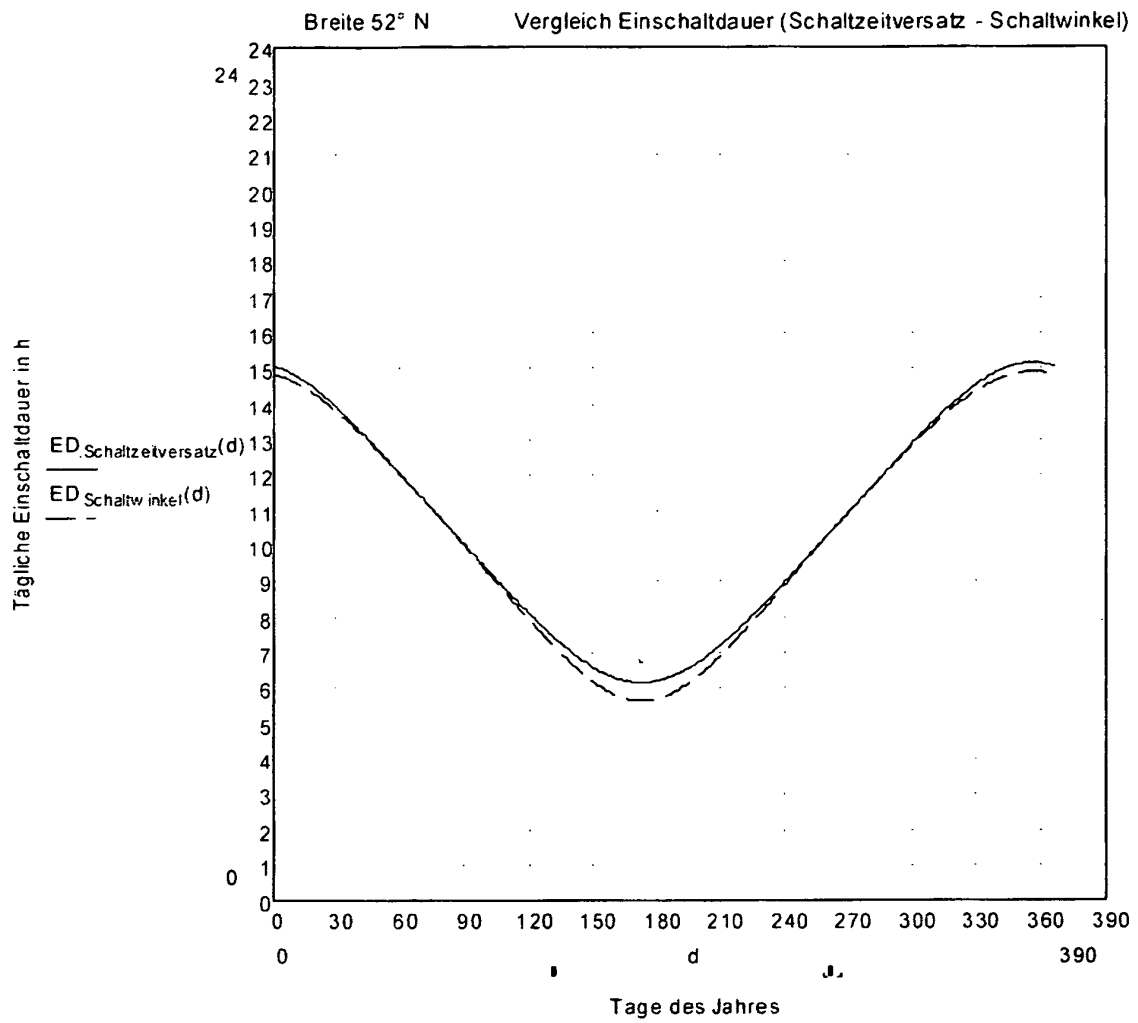


Fig. 4

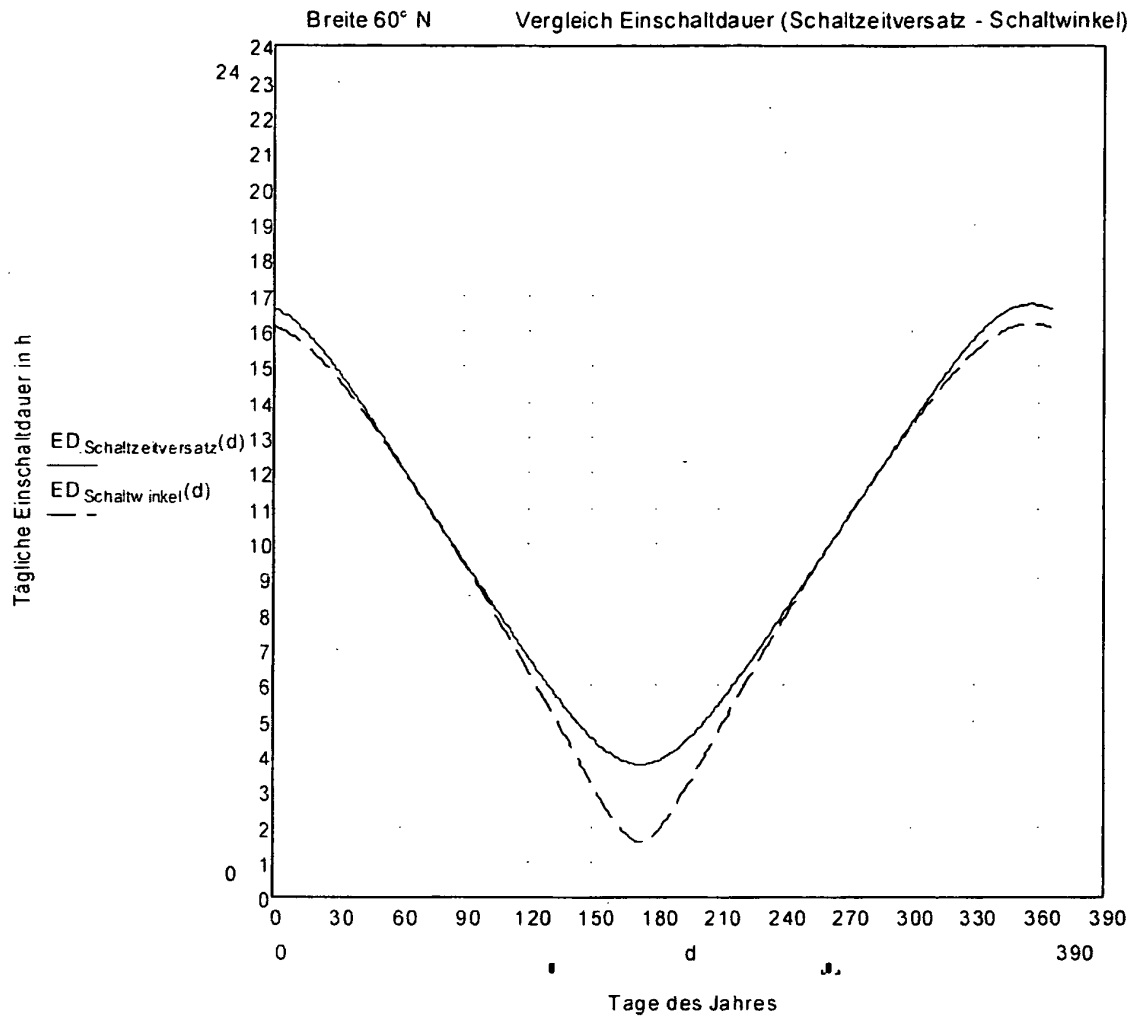
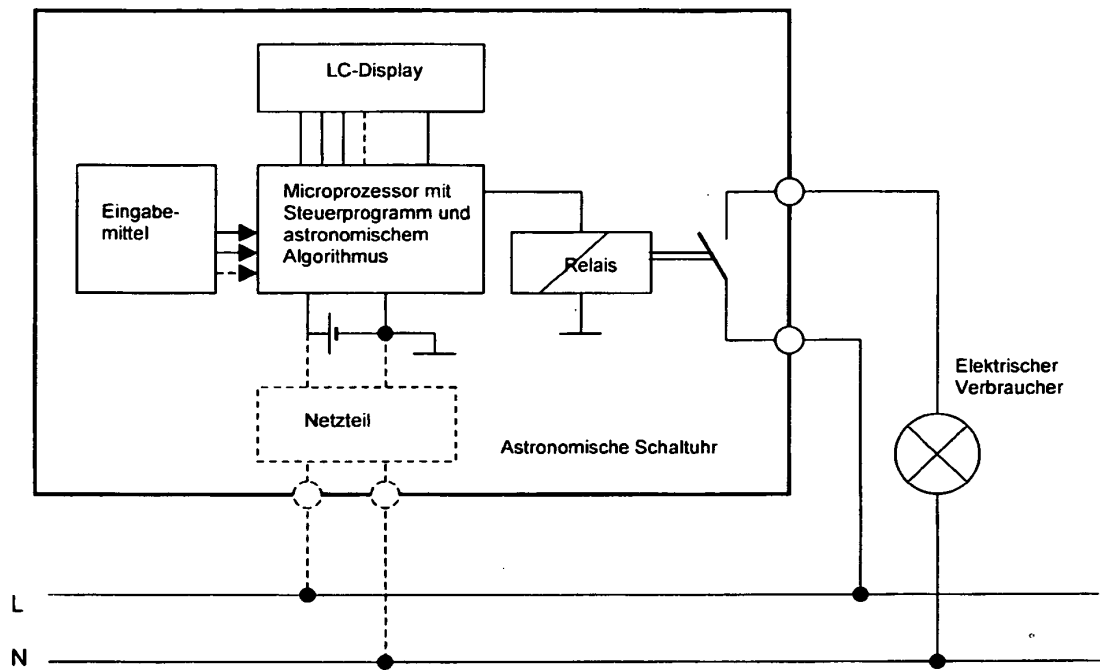


Fig. 5

Prozent-Offset %-Wert	Winkel-Offset in Grad unter Horizont	Mittlere Beleuchtungsstärke in lx	Schaltzeitpunkt
0	0,83	240	0% Dämmerungsdauer  Sonnenuntergang / Sonnenaufgang Beginn / Ende der bürgerlichen Dämmerung
3,3	1,00	202	
8,1	1,25	158	
17	1,71	99	
22,6	2,00	74	
25	2,12	66	25 % der Dämmerungsdauer
30,9	2,43	48	
35,4	2,66	38	
41	2,95	29	
42	3,00	27	
48,6	3,34	19	
50	3,42	18	50 % der Dämmerungsdauer
54	3,62	15	
61,3	4,00	10	
74	4,66	5,2	
75	4,71	5	75 % der Dämmerungsdauer
78,1	4,87	4,2	
80,7	5,00	3,7	
83,4	5,14	3,2	
90,7	5,52	2,2	
95,7	5,78	1,7	
100	6,00	1,4	100% Dämmerungsdauer  Ende der bürgerlichen Dämmerung nach Sonnenuntergang, Anfang der bürgerlichen Dämmerung vor Sonnenaufgang

Fig. 6



**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 3019279 A1 [0007]
- EP 0762244 A2 [0008]