

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

**Band:** 88 (1997)

**Heft:** 3

**Artikel:** Vollelektronischer Fluoreszenzröhrenstarter : dank neuen Bauteilen jetzt endlich möglich

**Autor:** Walther, Peter

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-902180>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 16.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

Der altbekannte Glimmstarter für Fluoreszenzröhren kann jetzt durch einen vollelektronischen Starter ersetzt werden. Möglich wurde dies dank neuen elektronischen Bauteilen. Obwohl der herkömmliche Glimmstarter eine Fluoreszenzröhre in äusserst schädlicher Weise zündet, ist er weit verbreitet, weil er meistens zuverlässig funktioniert und auch unter kritischen Bedingungen einigermaßen zufriedenstellt. Der hier vorgestellte vollelektronische Starter ist ein vollwertiger Ersatz, und er kann problemlos auch im Tandembetrieb eingesetzt werden, gemischt mit einem 110-V-Glimmstarter.

# Vollelektronischer Fluoreszenzröhrenstarter

Dank neuen Bauteilen jetzt endlich möglich

■ Peter Walther

Bisher entwickelte elektronische Starter waren nur eingeschränkt einsetzbar und verhältnismässig teuer. Auch fehlte ihnen bisher der vorgeschriebene Stör- schutzkondensator. Ein solcher kann nicht eingebaut werden, weil er die Halbleiterbauteile zerstören würde. Somit war ein legaler Verkauf nicht möglich. Ein kürzlich auf dem Markt erschienener elektronischer Starter einer bekannten Marke besitzt zwar einen Stör- schutzkondensator, er kann aber nur in einem beschränkten Lampenleistungsbereich eingesetzt werden, ist also nicht so universell einsetzbar wie ein Glimmstarter. Für den sogenannten Tandembetrieb, bei dem zwei Fluoreszenzröhren mit nur einem Vorschaltgerät betrieben werden und pro Röhre ein Starter benötigt wird, versagen sowohl der üblicherweise verwendete Glimmstarter wie auch bisher bekannte elektronische Starter. Für diesen Betrieb benötigt man einen speziellen Glimmstarter, der mit 110 V arbeitet. Auch hierzu ist der neuentwickelte elektronische Starter einsetzbar.

## Lichterzeugung in mehreren Schritten

Die eigentliche Lichtquelle einer Fluoreszenzröhre ist eine Gassäule, die aus einem Edelgas besteht und ionisiert ist. In

dieser Form kann das Gas, das normalerweise ein Isolator ist, einen elektrischen Strom leiten. Die Ionisation wird durch das im Innern herrschende elektrische Feld, das durch die aussen angelegte Spannung hervorgerufen wird, aufrecht erhalten. Wird ein Edelgasatom ionisiert, muss elektrische Energie zugeführt werden, rekombiniert ein negativ geladenes Elektron mit einem positiv geladenen Atomrumpf zu einem neutralen Atom, so wird ein für das menschliche Auge unsichtbares Lichtquant im ultravioletten Bereich emittiert. Dieses trifft irgendwann auf die an der Innenseite des Glasrohres aufgebrachte sogenannte Fluoreszenzschicht auf und wird dort in ein Lichtquant im sichtbaren Bereich umgewandelt, das dann nach aussen abgestrahlt wird (Bild 2).

Den schematisierten Aufbau einer Fluoreszenzröhre zeigt Bild 1. Die Gasfüllung der alten 38-mm-Röhren besteht hauptsächlich aus Argon, bei den neuen, dünnen Röhren, mit einem Durchmesser von 26 mm, besteht sie vorwiegend aus Krypton. Die Glühwendel sind aus Wolframdraht gefertigt, die zwecks besserer Elektronenemission bei entsprechender Temperatur mit einer speziellen Schicht versehen sind.

Fluoreszenzröhren haben einen hohen Wirkungsgrad mit gutem Lichtspektrum und sind deshalb weit verbreitet, besonders wenn helles Licht gefordert ist, wie in Schulen oder an Arbeitsplätzen aller Art.

Adresse des Autors  
Dr. Peter Walther, Schaffhauser Rheinweg 67  
4058 Basel



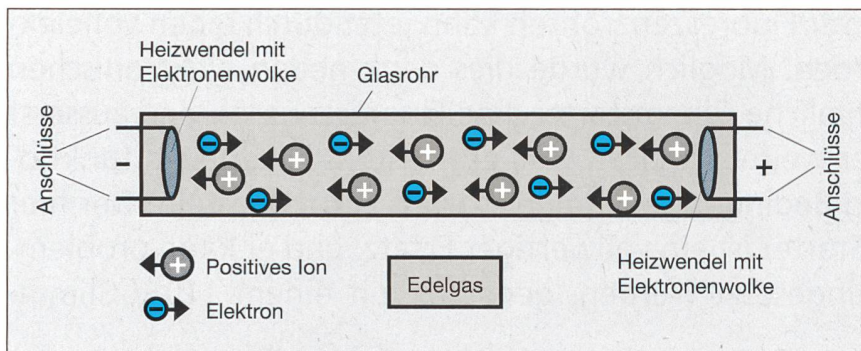


Bild 1 Gas einer Fluoreszenzröhre im ionisierten Zustand

### Stufenweise Inbetriebnahme

Eine Gasentladungslampe, wie zum Beispiel eine Fluoreszenzröhre, lässt sich nicht einfach an eine Spannungsquelle anschliessen, um sie zum Leuchten zu bringen, sondern es braucht ein paar zusätzliche Massnahmen. Damit ein Strom durch die Röhre fließen kann, müssen die Elektroden eine Temperatur von rund 700 °C haben. Bei dieser Temperatur treten Elektronen in genügender Zahl aus der speziellen Schicht, die auf den Elektroden aufgebracht ist, aus. Diese Elektronen gruppieren sich zunächst in einer Wolke um die Elektroden herum, wie in Bild 1 dargestellt. Nun muss noch eine hohe Zündspannung zum richtigen Zeitpunkt an die beiden Elektroden in Form eines Spannungsimpulses mit einem Spitzenwert von ungefähr 1200–1500 V bei einer 58-W-Röhre mit Kryptongasfüllung angelegt werden. Dieser Spannungsimpuls löst die Ionisierung der ganzen Gassäule aus, so dass anschliessend ein elektrischer Strom fließen kann.

Hat die Röhre einmal gezündet, so brennt sie nicht kontinuierlich, sondern in Intervallen von jeweils 10 ms und wechselnder Intensität, denn bei Wechselstrom mit 50 Hz ist die Speisespannung sinusförmig und eine Halbwelle liegt nur während 10 ms an. Bei den Stromnulldurchgängen verlöscht die Röhre jeweils einen kurzen Moment, wird aber von der nachfolgenden Halbwelle mit etwa 150 V sofort wieder gezündet. Während des Betriebs ist also kein hoher Zündimpuls mehr erforderlich. Dieser impulsartige Betrieb kann das Auge nicht wahrnehmen. Allerdings kann es dadurch zu Stroboskopeffekten kommen.

Wird die Röhre zu früh gezündet, wenn die Elektroden noch nicht heiss genug sind, fällt das Gas nach dem Zündimpuls wieder in den nichtleitenden Zustand zurück. Die Röhre blitzt nur kurz auf. Sie kann aber bei genügend grosser Zündspannung dennoch gezündet wer-

den. Man spricht dann von einem Kaltstart, der zu Schäden bei der Elektrodenbeschichtung führt. Pro vorzeitige Zündung wird die Lampenlebensdauer etwa um anderthalb Stunden verkürzt; Kaltstarts sind also extrem schädlich und sollten vermieden werden.

Die Gasentladungslampe weist eine negative Strom-Spannungs-Kennlinie auf und darf deshalb nicht direkt an die Netzspannung angelegt werden. Es muss ein sogenanntes Vorschaltgerät zwischen Netz und Röhre geschaltet werden, das den Strom begrenzt (Bild 3). Im einfachsten Fall handelt es sich dabei um eine einfache Spule (L), wenn das Vorschaltgerät asymmetrisch ist, bei symmetrischen Geräten sind es deren zwei (L, L'). Die komplexe Impedanz, die die Serienschaltung von Röhre und Spule aufweist, führt zu einer erheblichen Phasenverschiebung zwischen angelegter Netzspannung und hindurchfliessendem Strom. Deshalb schreiben die Elektrizitätswerke vor, dass bei grösseren Lichtanlagen die Phasenverschiebung mit geeigneten Massnahmen zu kompensieren ist. Dies geschieht meistens dadurch, dass man Leuchten mit induktiven Vorschaltgeräten mit solchen mit sogenannten kapazitiven Vorschaltgeräten, die eine Phasenverschiebung in entgegengesetzter Richtung bezüglich erstgenannten aufweisen, in entsprechender Menge in einer Lichtanlage kombiniert. Bei Röhren mit kapazitiven Vorschaltgeräten ist der Vorheizstrom deutlich kleiner als bei solchen mit induktiven. Die Vorheizzeit ist daher bei ersteren deutlich länger als bei letzteren. Aus diesem Grund starten Röhren mit kapazitiven Vorschaltgeräten mit einem Glimmstarter in der Regel schlechter als induktive.

Es gibt eine Reihe spezieller Vorschaltgeräte, auf die hier aber wegen ihres kleinen Marktpotentials nicht eingegangen werden soll. Auch rein elektronische Vorschaltgeräte sind seit einiger Zeit im Einsatz. Diese benötigen keinen speziellen Starter und arbeiten bei Frequenzen über

20 kHz. Es bestehen noch Probleme mit der Zuverlässigkeit, und die Geräte sind relativ teuer. Deshalb soll auf diesen Typ hier ebenfalls nicht eingegangen werden.

### Glimmstarter als einfachstes Startelement

Um die Röhre in Betrieb zu setzen, braucht es ein Element, das den Einschaltvorgang schrittweise steuert. Dies wird von einem Starter übernommen, der dafür sorgt, dass folgende Phasen nach dem Einschalten der Reihe nach durchlaufen werden:

1. Elektroden auf ca. 700 °C vorheizen.
2. Zündimpuls zum richtigen Zeitpunkt anlegen, Höhe max. ca. 1500 V.
3. Röhre leuchtet, Starter ausser Betrieb.

Eine Fluoreszenzröhrenleuchte besteht im einfachsten Fall aus einem rein induktiven Vorschaltgerät, wie oben beschrieben, der Röhre selbst und einem sogenannten Glimmstarter. Dieser wird parallel zur Röhre geschaltet (Bild 3). Der am häufigsten verwendete Glimmstarter ist ein Thermobimetallschalter, der in einer Edelgasatmosphäre bei niedrigem Druck funktioniert. Als Gehäuse dient ein Glaskolben. Die Bimetallelektroden sind so angeordnet, dass sie im kalten Zustand keinen Kontakt machen, sich im warmen Zustand jedoch berühren.

Der Startvorgang einer Fluoreszenzröhre kann anhand von Bild 3 erläutert werden. Beim Anlegen der Netzspannung (230 V) leuchtet die Röhre nicht, da der Scheitelwert von etwa 325 V bei einer Effektivspannung von 230 V nicht ausreicht, um die Röhre bei kalten Kathoden zu zünden. Zu Beginn liegt deshalb die volle Netzspannung über der Röhre und über dem Glimmstarter an. Der Glimmstarter ist so ausgelegt, dass seine Elektroden glimmen, wenn die angelegte Spannung etwa 120 V übersteigt. Beim Glimmvorgang erhitzen sich die Elektroden, so dass sie sich aufeinander zu bewegen und schliesslich Kurzschluss

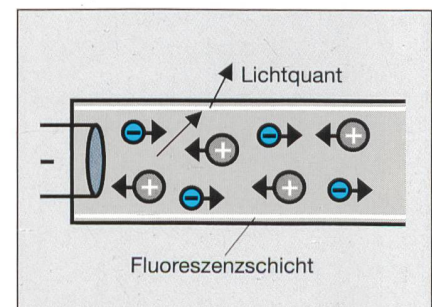


Bild 2 Ultraviolettes Licht wird an der Fluoreszenzschicht in sichtbares Licht umgewandelt.



machen. Der Glimmvorgang wird somit abgebrochen, die Elektroden kühlen ab und trennen sich schliesslich wieder.

Während sie kurzgeschlossen sind, fliesst ein Wechselstrom durch die Spule (L), die Röhrenelektroden und den Glimmstarter. In dieser Zeit werden die Röhrenelektroden aufgeheizt und für den Zündvorgang und den Betrieb vorbereitet. Trennen sich die Bimetallelektroden des Starters, während ein Strom fliesst, wird in der Spule (L) eine Induktionsspannungsspitze von bis zu 1500V erzeugt, die parallel zur Röhre und zum Glimmstarter liegt. Dieser Spannungsimpuls genügt, um die Röhre zu zünden, wenn deren Elektroden zuvor richtig vorgeheizt worden sind. Die Brennspannung der Röhre beträgt in diesem Fall maximal ungefähr 110V wegen ihrer negativen Widerstandscharakteristik. Der Glimmstarter ist somit ausser Betrieb, und die Röhre brennt. Oft kommt es dabei aber zu Mehrfachzündungen, weil der erste Zündversuch meistens zu früh erfolgt und die Röhrenelektroden noch nicht richtig vorgeheizt worden sind, und somit zum schädlichen Kaltstart.

Die Röhrenlebensdauer in Funktion der Brenndauer einer Fluoreszenzröhre ist in Bild 4 dargestellt. Ersichtlich ist, dass, je kürzer die Brenndauer der Röhre, desto kürzer ihre Lebensdauer ist, wenn mit einem Glimmstarter gestartet wird. Bei korrektem Start, das heisst bei korrekter Vorheizphase, wird die Lebensdauer durch die Startvorgänge jedoch wenig beeinträchtigt. Beträgt die Brenndauer nach dem Einschalten jeweils mindestens drei Stunden so fallen auch Kaltstarts nicht mehr so stark ins Gewicht.

Es kommt oft auch deshalb zu Mehrfachzündungen, weil die Zündspannung nicht nur über der Röhre selbst, sondern auch über dem Glimmstarter anliegt und dabei dessen Bimetallelektroden aufheizt, so dass diese sich wieder kurzschliessen und die bereits leuchtende Röhre wieder ausschalten. Dieses unangenehme Flackern beim Startvorgang wird jedoch hingenommen, weil der Glimmstarter die bis anhin kostengünstigste Lösung darstellt, die zudem recht zuverlässig funktioniert.

Am Ende einer Röhrenlebensdauer von rund 5000 Stunden mit Glimmstarter werden andauernd Zündversuche ausgeführt, die besonders lästig sein können. Dieses äussert sich als Flackern und kann an Arbeitsplätzen oder bei Verkaufsf lächen derart unerträglich sein, dass die Röhre baldmöglichst ersetzt werden muss. Das ist teuer und verursacht zudem unnötige elektrische Verluste.

Bild 3 Schaltung mit Glimmstarter

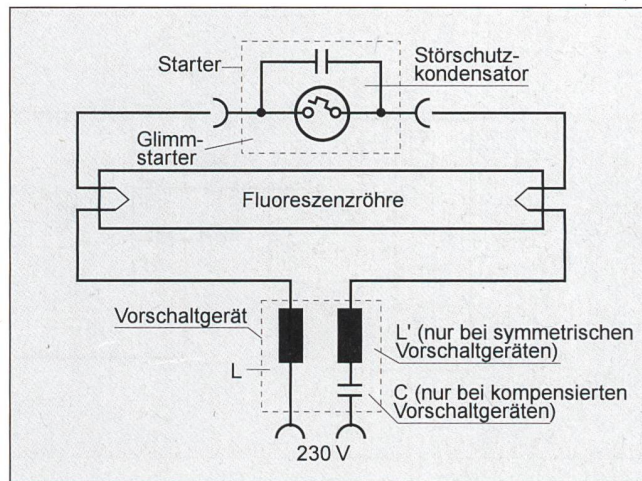
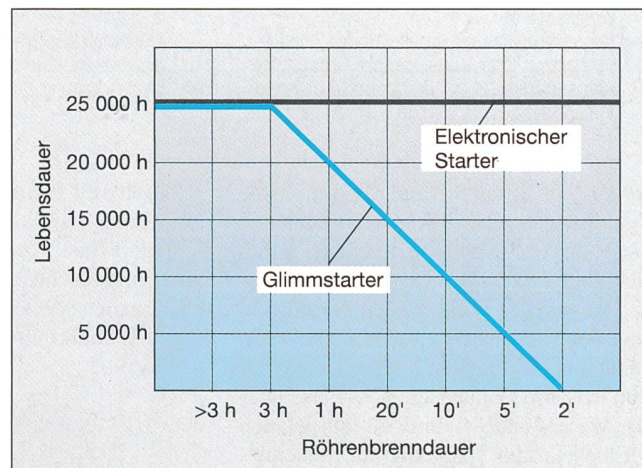


Bild 4 Lebensdauer einer Röhre in Funktion ihrer Brenndauer mit Glimmstarter und elektronischem Starter



### Die Elektronik kommt zum Zug

Heute sind relativ preisgünstige Leistungshalbleiter auf dem Markt, die es erlauben, einen vollelektronischen Starter zu verwirklichen, der die beschriebenen Nachteile des Glimmstarters vollständig eliminiert. An seine Stelle tritt ein Leistungshalbleiter, vorzugsweise mit geringer Steuerleistung, beispielsweise ein feldeffektgesteuerter Bauelement. Eine geeignete Steuerelektronik steuert den folgenden Ablauf:

1. Leistungshalbleiter einschalten für Vorheizphase
2. Leistungshalbleiter im richtigen Moment öffnen, um hiermit eine genügend hohe Zündspannung zu erzeugen
3. Leistungshalbleiter ausschalten

Ein elektronischer Starter muss mindestens so universell einsetzbar sein wie ein Glimmstarter und natürlich den Vorschriften entsprechen, wenn er auf dem Markt erfolgreich sein soll. Ein elektronischer Starter muss in einem handelsüblichen Zweipol-Startergehäuse untergebracht sein und für alle gängigen Röhrenleistungen von 4 bis 65 W zusam-

men mit induktiven sowie kapazitiven Vorschaltgeräten und zudem bei Unter- bzw. Überspannung und in einem Temperaturbereich von -25 bis 80°C zuverlässig funktionieren. Ebenso muss ein Störschutzkondensator eingebaut sein, denn dieser ist vorgeschrieben und ohne ihn darf ein Starter nicht in den Handel kommen.

### Einfache elektronische Lösung

Das Schema eines zum Patent angemeldeten vollelektronischen Starters, der als einziger alle oben genannten Anforderungen erfüllt und zudem zu einem marktgerechten Preis herstellbar ist, ist in Bild 5 dargestellt.

Wird die Netzspannung von 230V an die Leuchte angelegt, ist der Kondensator 17 nicht geladen und das Steuerelement 19 sperrt. Der feldeffektgesteuerte Leistungshalbleiter 12 ist daher über Widerstand 8 aufgesteuert und leitet. Somit sind die Klemmen 21a und 21b über den Brückengleichrichter 7 kurzgeschlossen. In dieser ersten Phase fliesst ein Vorheizstrom  $I_H$  durch die Drosselspule L, den Heizwendel 3, den Starter (Klemme 21a und 21b), den Heizwendel 4 und, falls



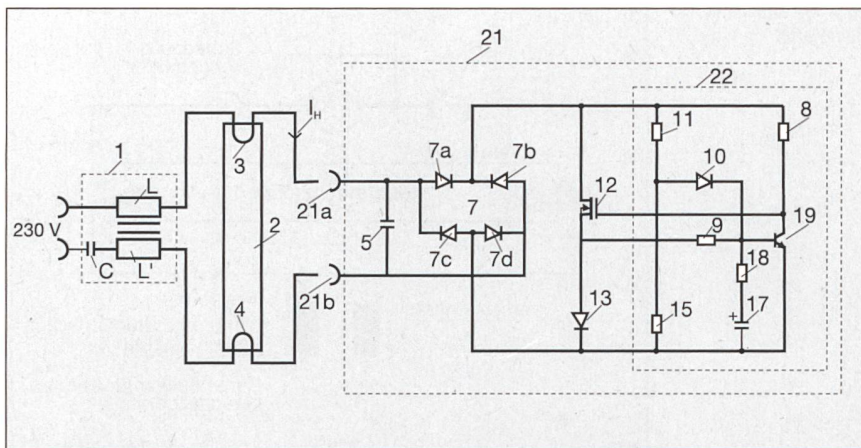


Bild 5 Gesamtschaltung mit detailliertem Schema des elektronischen Universalstarters

- |   |  |
|---|--|
| 1 Vorschaltgerät  | 5 vorgeschriebener Störschutzkondensator     |
| 2 Fluoreszenzröhre mit den Elektroden 3 und 4   | 7 Brückengleichrichter                       |
| 21 vollelektronischer Starter, der den Glimmstarter vollständig ersetzt, mit den Anschlussklemmen 21a und 21b | 12 feldeffektgesteuerter Leistungshalbleiter |
|   | 22 Steuerschaltung                           |

vorhanden, durch L' und C zurück ins Netz. Ausgangsseitig des Gleichrichters 7 fließt dieser Strom gleichgerichtet durch die Diode 13 und den Leistungshalbleiter 12. Wegen der pulsierenden Stromform liegt über der Diode 13 eine pulsierende Spannung an, die dafür sorgt, dass der Kondensator 17 langsam stossweise über die Widerstände 9 und 18 aufgeladen wird. Wenn die Spannung am Steuerelement 19 nach rund 2 s etwa 0,7 V erreicht hat, beginnt es zu leiten und reduziert dadurch die Aufsteuerung des Leistungshalbleiters 12. Dieser letztere steuert nicht mehr ganz durch, und die Spannung über diesem steigt an. Wenn diese Spannung einen Wert erreicht hat, der so gross ist, dass die abgegriffene Spannung über dem Widerstand 15 etwa 1,4 V aufweist, wird das Steuerelement 19 über die Diode 10 zusätzlich aufgesteuert und der Leistungshalbleiter 12 vollkommen gesperrt. Der Ausschaltvorgang geschieht äusserst rasch, so dass sich über der Vor-

schaltdrossel L (und L', falls vorhanden) eine hohe Induktionsspannung einstellt und die Röhre 2 zündet. Damit die Röhre auch unter schlechten Bedingungen sicher zündet, wiederholt sich dieser Zündvorgang mehrmals kurz hintereinander.

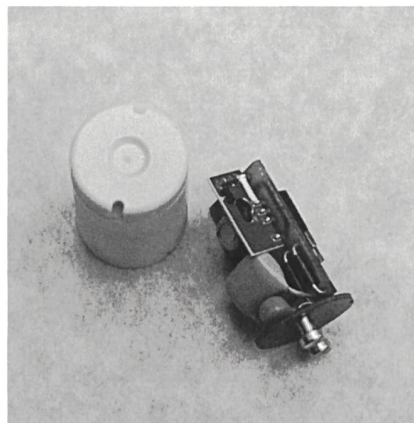


Bild 6 Fertig aufgebauter elektronischer Zweipol-Starter

Die Vorheizdauer beträgt etwa 2 s, und zwar unabhängig von der angelegten Netzspannung, dem fließenden Vorheizstrom  $I_H$  und der Temperatur. Nach Ablauf dieser Phasen bleibt das Steuerelement 19 ein- und der Leistungshalbleiter 12 ausgeschaltet, so lange, bis die Netzspannung wieder abgeschaltet wird.

Bei einer defekten Röhre, zum Beispiel am Ende ihrer Lebensdauer nach rund 25 000 Stunden (mit elektronischem Starter), ist ein Zünden nicht mehr möglich. In diesem Falle läuft der Vorgang nach dem Anlegen der Netzspannung wie weiter oben beschrieben ab. Nach erfolglosem Zündversuch schaltet der Starter jedoch aus und unterbricht den Strom, die Röhre bleibt dunkel. Die andauernden, lästigen Zündversuche werden damit vermieden, und in diesem ausgeschalteten Zustand wird auch keine Energie verbraucht. Da die Funktion des Starters von der Netzspannung unabhängig ist, lässt er sich auch bei 110 V betreiben. Dies ist bei sogenannten Vorschaltgeräten im Tandembetrieb der Fall. Hierbei werden zwei Röhren in Serie mit nur einem Vorschaltgerät betrieben. Jede Röhre benötigt für den Betrieb aber einen Spezialglimmstarter (Betrieb mit gewöhnlichem Glimmstarter ist nicht möglich; es wird ein spezieller 110-V-Typ benötigt, das bedeutet, es besteht Verwechslungsgefahr).

Bild 6 zeigt einen funktionstüchtigen elektronischen Starter. Wie ersichtlich ist, lässt er sich in einem handelsüblichen Startergehäuse unterbringen. Deutlich ist auch der Hybridbaustein zu sehen, der den Steuerteil enthält.

### Zusammenfassung

Der bisher übliche Glimmstarter für Fluoreszenzröhren kann durch den hier vorgestellten elektronischen Starter vollständig ersetzt wird. Dieser funktioniert unter allen Bedingungen, unter denen ein Glimmstarter auch funktioniert, und er kann auch im Tandembetrieb eingesetzt werden, was mit einem gewöhnlichen Glimmstarter nicht möglich ist. Da der Startvorgang des elektronischen Starters die Röhre schonend in Betrieb setzt, wird deren Lebensdauer um bis zu einem Faktor fünf verlängert. Die Menge an Sondermüll wird dadurch drastisch verringert. Die höheren Anschaffungskosten des elektronischen Starters werden auf diese Weise innert kürzester Zeit amortisiert. Der Starter kann so zuverlässig hergestellt werden, dass er problemlos in das Vorschaltgerät integriert werden kann.

Die beschriebene Schaltung eines elektronischen Starters ist patentrechtlich geschützt.

## Starter tout électronique pour tubes fluorescents

### Désormais possible grâce à de nouveaux composants

Le starter au mica connu depuis longtemps pour tubes fluorescents peut être remplacé maintenant par un starter tout électronique. Cela est devenu possible grâce à de nouveaux composants électroniques. Bien que le starter au mica traditionnel amorce une lampe fluorescente d'une manière extrêmement nuisible, il est très répandu parce qu'il fonctionne de manière sûre et passablement satisfaisante aussi dans des conditions critiques. Le starter tout électronique présenté ici est un produit de substitution à part entière, et il s'utilise aussi sans problèmes en tandem, combiné avec un starter au mica 110 V.