

# Elektronische Vorschaltgeräte

Autor(en): **Huber, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **76 (1985)**

Heft 1

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-904538>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Elektronische Vorschaltgeräte

E. Huber

In der modernen Beleuchtungstechnik kommen in ständig steigendem Masse elektronische Vorschaltgeräte (EVG) zum Einsatz. Die Gründe dafür liegen in der Vielseitigkeit und den spezifischen Vorteilen dieser Geräte, welche vor allem einen geringeren Energieverbrauch und eine bessere Lichtausbeute im Vergleich zu herkömmlichen Systemen ermöglichen. Der Aufsatz gibt einen Überblick über den Stand der Technik, die Leistungsmerkmale sowie die wichtigsten Vorteile und Einsatzbereiche der elektronischen Vorschaltgeräte.

En éclairagisme, des appareils auxiliaires électroniques sont de plus en plus souvent installés à cause de leurs emplois variés et de leurs avantages. Ils permettent notamment une réduction de l'énergie consommée et un meilleur coefficient d'efficacité lumineuse que les systèmes usuels. Un aperçu est donné de l'état actuel de la technique, des performances, des avantages principaux et du domaine d'emplois des appareils auxiliaires électroniques.

## 1. Aufbau und Funktion

Die Figur 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines elektronischen Vorschaltgerätes. Im folgenden werden die vier Funktionsblöcke näher beschrieben.

### 1.1 Oberwellenfilter

Der Oberwellenfilter erfüllt folgenden Aufgaben:

- Begrenzung der Oberschwingungen gemäss den internationalen Vorschriften,
- Begrenzung von Rückwirkungen der Hochfrequenzschwingungen der Elektronik auf das Versorgungsnetz, Einhaltung der vorgeschriebenen Funkstörgrenzen,
- Schutz der elektronischen Bauteile gegen Netzspannungsspitzen, z.B. bei Überspannungen durch Blitzschlag oder durch das Ausschalten leistungsstarker Verbraucher.

### 1.2 Gleichrichter

Der Gleichrichter, bestehend aus einer Diodenbrücke und einem Glättungskondensator, wandelt die Netzspannung in eine Gleichspannung um.

### 1.3 Wechselrichter

Er erzeugt aus der Gleichspannung eine hochfrequente Wechselspannung, die über eine Stabilisierungsstufe der Leuchtstofflampe zugeführt wird.

### 1.4 Abschaltautomatik

Die Abschaltautomatik schaltet das Vorschaltgerät ab, sofern die Lampe

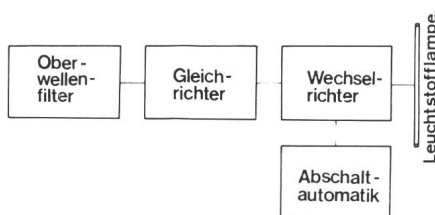


Fig. 1 Prinzipieller Aufbau eines elektronischen Vorschaltgerätes

nicht innerhalb von 2 Sekunden zündet. Das bei Starterschaltungen auftretende Flackern von ausgebrannten Leuchtstofflampen wird vermieden. Nach Einsetzen einer neuen Leuchtstofflampe ist das Gerät automatisch wieder betriebsbereit. Die Netzspannung muss dabei nicht unterbrochen werden. Bei Netzspannungsunterbrechungen ist nach Rückkehr der Spannung eine sofortige Wiederzündung gewährleistet.

## 2. Spezielle Betriebsvorteile

Ausser dem geringen Energieverbrauch bei hoher Lichtausbeute bieten elektronische Vorschaltgeräte noch weitere Vorteile, die sich als besonders nützlich und angenehm erwiesen haben:

**Sofortiger, flackerfreier Start:** Die Zündzeit beträgt weniger als 1 Sekunde.

**Kein Brummen:** Herkömmliche Vorschaltgeräte melden sich gelegentlich mit einem vernehmlichen Brummen. Dieses störende Geräusch ist bei elektronischen Vorschaltgeräten nicht mehr vorhanden. Das hängt mit dem gewählten Frequenzbereich zusammen, der weit über dem menschlichen Hörvermögen, also oberhalb von 18 kHz, liegt.

**Weniger magnetische Streuung:** Eine Leuchte, die mit einem elektronischen Vorschaltgerät ausgerüstet ist, erzeugt ein wesentlich kleineres magnetisches Streufeld als ein konventionelles Vorschaltgerät. Elektronische Vorschaltgeräte sind deshalb speziell für den Einsatz in Räumen mit hochempfindlichen Geräten wie z.B. Labors und Spital-Intensivstationen geeignet.

**Hoher Leistungsfaktor:** Der Leistungsfaktor ( $\cos\phi$ ) liegt mit 0,96 (kap.) nahezu beim idealen Wert. Dadurch sind keinerlei zusätzliche Kompensationsmassnahmen erforderlich.

**Kein Stroboskopeffekt:** Die vom 50-Hz-Betrieb bekannten stroboskopischen

## Adresse des Autors

E. Huber, Geschäftsführer der Zumtobel AG für Beleuchtungstechnik, 8153 Rümlang.

schen Effekte treten bei Verwendung von elektronischen Vorschaltgeräten nicht auf. Bedingt durch die hohe Betriebsfrequenz und die Trägheit des Leuchtstoffes ergibt sich nur eine ganz geringfügige Lichtmodulation, die keinen stroboskopischen Effekt verursachen kann.

**Stabiles Betriebsverhalten:** Mit elektronischen Vorschaltgeräten betriebene Leuchtstofflampen weisen auch bei niedrigen Umgebungstemperaturen kein Kathodenflimmern auf. Der Einfluss von Netzspannungsschwankungen auf den Lichtstrom ist nur etwa halb so gross wie bei konventionellen Systemen mit herkömmlichen Vorschaltgeräten. Eine sichere Funktion des elektronischen Vorschaltgerätes ist in einem Temperaturbereich von  $-10^{\circ}\text{C}$  bis  $+60^{\circ}\text{C}$  Umgebungstemperatur gewährleistet. Die hohe Temperaturobergrenze ergibt sich durch den Einsatz von hochwärmefesten Bauteilen.

**Betrieb mit Gleichspannung:** Elektronische Vorschaltgeräte können wahlweise mit Wechsel- oder Gleichspannung betrieben werden. Dies macht sie besonders interessant für Anwendungsfälle, wo eine Notbeleuchtung in die normale Raumbeleuchtung integriert werden soll.

**Geringeres Gewicht:** Ein elektronisches Vorschaltgerät wiegt etwa halb soviel wie ein konventionelles Vorschaltgerät.

### 3. Kaltstart oder Warmstart?

Bei der Entwicklung von elektronischen Vorschaltgeräten haben sich zwei unterschiedliche Starttechniken herausgebildet. Beim sogenannten **Kaltstart** werden die Lampen ohne Vorheizen der Elektroden gestartet. Dies erfordert extrem hohe Zündspannungen bis zu 900 V. Die Folge sind erhebliche Belastungen der einzelnen Komponenten des Vorschaltgerätes und speziell auch der Lampenelektroden. Vor allem bei häufigem Ein- und Ausschalten bedeutet der Kaltstart erhöhten Lampenverschleiss.

Hochwertige elektronische Vorschaltgeräte verwenden daher vorzugsweise den **Warmstart**. Hier werden die Elektroden zuerst mit begrenztem Heizstrom schonend vorgewärmt, bevor die Lampe durchgezündet wird. Die Spannungen, die dabei auftreten, erreichen höchstens 350 V. Entsprechend niedriger ist die Belastung des ganzen Systems.

## 4. Leuchtstofflampen für den Betrieb mit elektronischen Vorschaltgeräten

Die traditionellen Leuchtstofflampen mit einem Durchmesser von 38 mm waren mit *Argongas* gefüllt. Im Jahr 1978 wurde von der Lampenindustrie eine neue, dünne Leuchtstofflampe mit Durchmesser 26 mm und *Kryptongas*füllung auf den Markt gebracht. Das Argument dafür war eine Reduktion des Energieverbrauchs von z. B. 65 W auf 58 W. Mit der Entwicklung von elektronischen Vorschaltgeräten ergibt sich eine neue Situation:

- Einerseits werden elektronische Vorschaltgeräte angeboten, die auf die bisherigen Kryptonlampen mit Durchmesser 26 mm abgestimmt sind.
- Andererseits gibt es bereits spezielle elektronische Vorschaltgeräte für den Betrieb einer neuen Lampengeneration mit Durchmesser 26 mm und Argongasfüllung.

Es stellt sich deshalb die Frage, ob sich in Zukunft Argon oder Krypton durchsetzen wird.

#### 4.1 Kryptonlampen

Alle bisher auf dem Markt erhältlichen Leuchtstofflampen mit Durchmesser 26 mm und mit den Leistungen 18, 36 bzw. 58 W sind Kryptonlampen. Diese Lampen sind auf dem Markt bereits weitverbreitet und können auch mit elektronischen Vorschaltgeräten betrieben werden. Das bedeutet, dass im Sanierungsfalle die bisher verwendeten Leuchtstofflampen weiterverwendet werden können.

Elektronische Vorschaltgeräte für Kryptonlampen arbeiten mit Zünd-

spannungen zwischen 800 und 1000 V im Kaltstartverfahren. Bei Temperaturen unter  $+10^{\circ}\text{C}$  brennen die Kryptonlampen instabil und haben einen stärkeren Lichtstromrückgang als Argonlampen. Das Dimmen dieser Lampen ist nur mit erheblichem technischem Aufwand möglich. Elektronische Vorschaltgeräte, die für Kryptonlampenbetrieb ausgelegt sind, sollten nicht zum Betrieb von Argonlampen verwendet werden. Die für Argonlampen zu hohen Zündspannungen (900 V statt 350 V) überlasten die Lampenelektroden. Ausserdem wird die Argonlampe nicht mit der richtigen Leistung betrieben.

#### 4.2 Argonlampen

Das neue Argonlampensystem mit Durchmesser 26 mm und Nennleistungen von 16, 32 bzw. 50 W wurde speziell für den Betrieb mit elektronischen Vorschaltgeräten entwickelt. Die Lampen werden aber erst im Verlaufe des Jahres 1985 erhältlich sein. Die elektronischen Vorschaltgeräte arbeiten hier mit Zündspannungen um 320 V im Warmstart. Argonlampen zünden und brennen sicher im Temperaturbereich von  $-10^{\circ}\text{C}$  bis  $+60^{\circ}\text{C}$ . Allerdings können elektronische Vorschaltgeräte (EVG), die speziell für den Betrieb mit Argonlampen gebaut sind, wegen der zu geringen Zündspannung nicht in Verbindung mit Kryptonlampen betrieben werden.

#### 4.3 Ein EVG für Argon- und Kryptonlampen

Die Firma Zumtobel bietet jetzt unter der Bezeichnung PC (Power Control) ein Vorschaltgerät (Fig. 2) an, welches universell für Argon- und Kryptonlampen geeignet ist. Beide Lampensysteme werden im Warmstart gezündet und optimal betrieben. Das Vorschaltgerät hat das VDE-Zeichen und erfüllt alle Forderungen gemäss VDE 0712/Teil 201 und IEC 81.

## 5. Wirtschaftlichkeit

Die Wirtschaftlichkeit eines Beleuchtungssystems wird grundsätzlich von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Lichtausbeute der Lampen,
- Verlustleistung der Vorschaltgeräte,
- Leuchtenbetriebswirkungsgrad,
- Wärmebelastung der Klimaanlage durch die Abwärme der Beleuchtungsanlage.

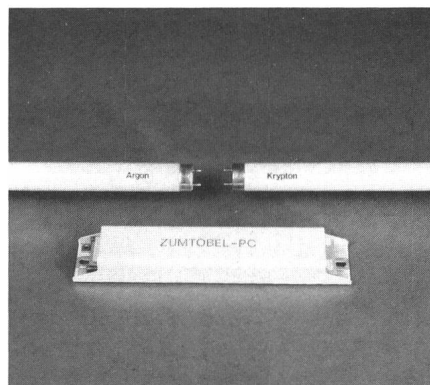


Fig. 2 Das neue elektronische Vorschaltgerät PC

ist für den Betrieb von Argon- und Kryptonlampen gleichermaßen geeignet.

### 5.1 Lichtausbeute der Lampen

Moderne Leuchtstofflampen der neuen Generation verbrauchen wegen der verbesserten Leuchtstoffbeschichtung statt 65 W nur noch 58 W. Dieser Energieverbrauch lässt sich durch den Einsatz von elektronischen Vorschaltgeräten nochmals senken. Denn durch den Hochfrequenzbetrieb mit elektronischen Vorschaltgeräten erhöht sich bei gleichbleibender Lampenleistung die Lichtausbeute der Leuchtstofflampe um bis zu 12%. Der Grund dafür ist, dass beim Betrieb mit höheren Frequenzen die Spannungsabfälle in der Leuchtstofflampe sinken, was eine Erhöhung der Lichtausbeute zur Folge hat.

Die höhere Lichtausbeute erlaubt, entweder den Lichtstrom unter Beibehaltung der bisherigen Lampenleistung zu erhöhen oder die Lampenleistung unter Beibehaltung des bisherigen Lichtstromes zu vermindern. Da im allgemeinen die heute üblichen Lichtströme der Lampen ausreichend sind, wird die bessere Lichtausbeute in der Regel zur Verringerung der Anschlusswerte der Leuchtstofflampen von 58 W auf 50 W genutzt. Die dabei entstehende etwa vierprozentige Reduktion des Lichtstromes (5200 lm bei elektronischem Betrieb mit 50 W gegenüber 5400 lm bei einer konventionell betriebenen 58-W-Leuchtstofflampe) kann fast immer vernachlässigt werden.

### 5.2 Verlustleistung der Vorschaltgeräte

Der zweite Wirtschaftlichkeitsfaktor des elektronischen Vorschaltgerätes liegt darin, dass nicht nur die Lampe, sondern auch das Vorschaltgerät einen bedeutend geringeren Eigenverbrauch hat, und zwar nur 5 W statt 15 W bei herkömmlichen Vorschaltgeräten (Fig. 3).

### 5.3 Einfluss der EVG auf den Leuchtenbetriebswirkungsgrad

Leuchten mit elektronischen Vorschaltgeräten erzeugen durch die geringere Leistungsaufnahme weniger Abwärme. Dies bedeutet kühlere Lampen und Leuchten. Der daraus entstehende thermische Vorteil zahlt sich doppelt aus, nämlich durch einen besseren Leuchtenbetriebswirkungsgrad sowie durch eine geringere Belastung der Klimaanlage.

Der Lichtstrom einer Leuchtstofflampe ist bekanntlich temperaturabhängig. Der maximale Lichtstrom -

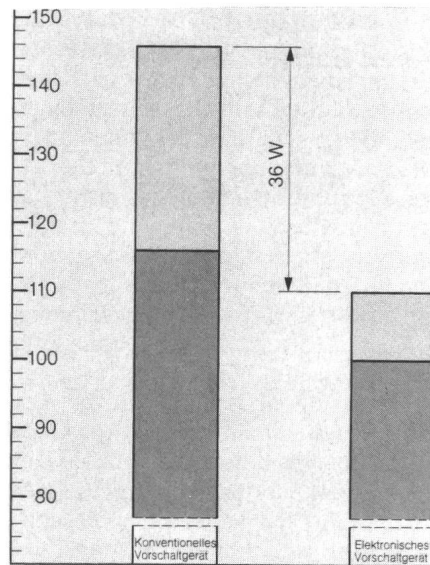


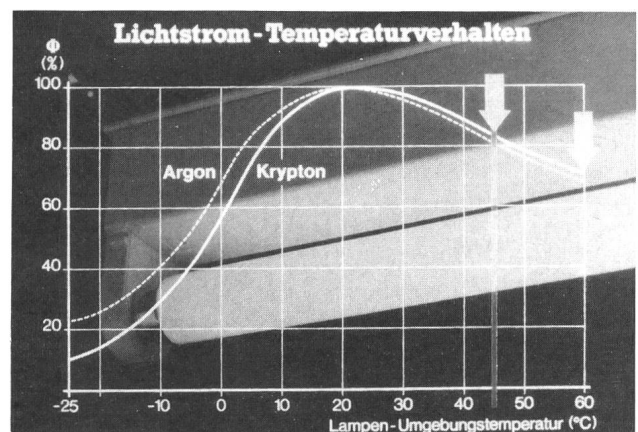
Fig. 3 Vergleich des Energieverbrauchs einer Leuchte mit zwei Leuchtstofflampen von 58 W

links bei Einsatz eines konventionellen Vorschaltgerätes, rechts mit einem EVG. Die Energieeinsparung beträgt etwa 36 W.

schwarz Leistungsaufnahme der Lampen  
grau Leistungsaufnahme der Vorschaltgeräte

zugleich der Nennlichtstrom einer Leuchtstofflampe - wird bei Umgebungstemperaturen von etwa 25 °C erreicht. In einer geschlossenen Leuchte, die mit einem konventionellen Vorschaltgerät betrieben wird, ist die Temperatur jedoch in der Regel bedeutend höher. Rüstet man nun dieselbe Leuchte mit einem elektronischen Vorschaltgerät aus, ist die Leistungsaufnahme der Lampe geringer und damit auch die Wärmeentwicklung in der Leuchte. Hierdurch verschiebt sich der Arbeitspunkt der Lampe zu niedrigeren Umgebungstemperaturen, und es steigt der Lampen- und damit auch der Leuchtenwirkungsgrad (Fig. 4). Entsprechend günstiger ist die Lichtausbeute, wobei der Einfluss hier bis zu 10% betragen kann.

Fig. 4 Bei Betrieb mit einem EVG ist die Leistungsaufnahme der Lampe und dadurch die Wärmeentwicklung in der Leuchte geringer



### 5.4 Wirtschaftlichkeit des gesamten Beleuchtungssystems

In der modernen Beleuchtungstechnik werden neben elektronischen Vorschaltgeräten und Lampen der neuen Generation auch Leuchten mit wesentlich höheren Wirkungsgraden eingesetzt. Diese drei Faktoren haben es ermöglicht, die spezifischen Beleuchtungsanschlusswerte von früher 26 W/m<sup>2</sup> auf heute nur noch 10 W/m<sup>2</sup> zu reduzieren.

Da die insgesamt aufgenommene Leistung einer Beleuchtungsanlage letztlich in Wärme umgesetzt wird, lassen sich durch den gezielten Einsatz dieser Möglichkeiten nicht nur die Betriebskosten der Beleuchtungsanlage senken, sondern auch erhebliche Kosten bei der Raumklimatisierung einsparen. Neue Klimaanlage können kleiner dimensioniert werden.

### 5.5 Zusätzliche Energieeinsparungen durch Lichtregelung

Am interessantesten ist in diesem Zusammenhang eine Regelung der Beleuchtungsanlage in Abhängigkeit vom Tageslicht, also von der Aussenhelligkeit. Neben der Möglichkeit, einige oder alle Lampen einer Leuchte zu schalten, kann mit elektronischen Vorschaltgeräten auch eine kontinuierliche Regelung der Beleuchtungsstärke im Raum erreicht werden. Dadurch lassen sich unerwünschte Sprünge im Beleuchtungsniveau vermeiden, und der Beleuchtungskomfort wird wesentlich verbessert. Versuche haben ergeben, dass speziell im Fensterbereich Energieeinsparungen von bis zu 60% möglich sind. Der Regelbereich eines elektronischen Vorschaltgerätes liegt heute zwischen 25 und 100% des Nennlichtstromes, womit sich auch der Einsatz in Hörsälen,

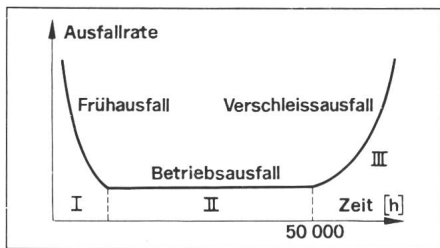


Fig. 5 Die Ausfallwahrscheinlichkeit von elektronischen Vorschaltgeräten

Konferenzräumen, Restaurants usw. anbietet.

## 6. Lebensdauer elektronischer Vorschaltgeräte

Die Ausfallwahrscheinlichkeit von elektronischen Vorschaltgeräten verläuft gemäss der Kurve in Fig. 5. Diese kann in drei verschiedene Abschnitte unterteilt werden:

*Phase 1:* In der Anfangsphase ist der Ausfall relativ gross. Die Ursache dafür sind Bauteile mit Fabrikationsfehlern; sie fallen im allgemeinen innerhalb der ersten Betriebsstunden aus. Der Anwender hat mit diesem Teil der Kurve grundsätzlich nichts zu tun, da elektronische Vorschaltgeräte im sogenannten «Burn-in» eingebrannt werden und dadurch früh ausfallende Geräte nicht zur Auslieferung gelangen.

*Phase 2:* Sie stellt die eigentliche Betriebsphase des Vorschaltgerätes dar. Während dieser Zeit beträgt die Ausfallwahrscheinlichkeit 0,25% pro 1000 h Betriebsdauer, bezogen auf eine Umgebungstemperatur von 60 °C. Die Temperatur hat dabei einen wesentlichen Einfluss auf die Lebensdauer und Ausfallwahrscheinlichkeit von elektronischen Vorschaltgeräten. Eine Reduktion der Umgebungstemperatur von 10 °C bedeutet in etwa eine Verdoppelung der Lebensdauer.

*Phase 3:* Hier kommen nach etwa 50 000 Betriebsstunden die Verschleissausfälle zum Tragen. Die Ausfallwahrscheinlichkeit steigt an. Grundsätzlich gilt für die Lebensdauer eines elektronischen Vorschaltgerätes: Je einfacher der konstruktive Aufbau und je weniger Teile ein elektronisches Vorschaltgerät hat, desto geringer ist das Ausfallrisiko.

## 7. Zusammenfassung

Die Güte eines Vorschaltgerätes beeinflusst wesentlich Funktion und Energieverbrauch von Lampen und Leuchten. Die noch relativ hohen Investitionskosten elektronischer Vorschaltgeräte werden durch den geringeren Energieverbrauch und die übrigen Vorteile rasch wettgemacht, so dass sich diese neue Technik auf dem Markt sicher durchsetzen wird.