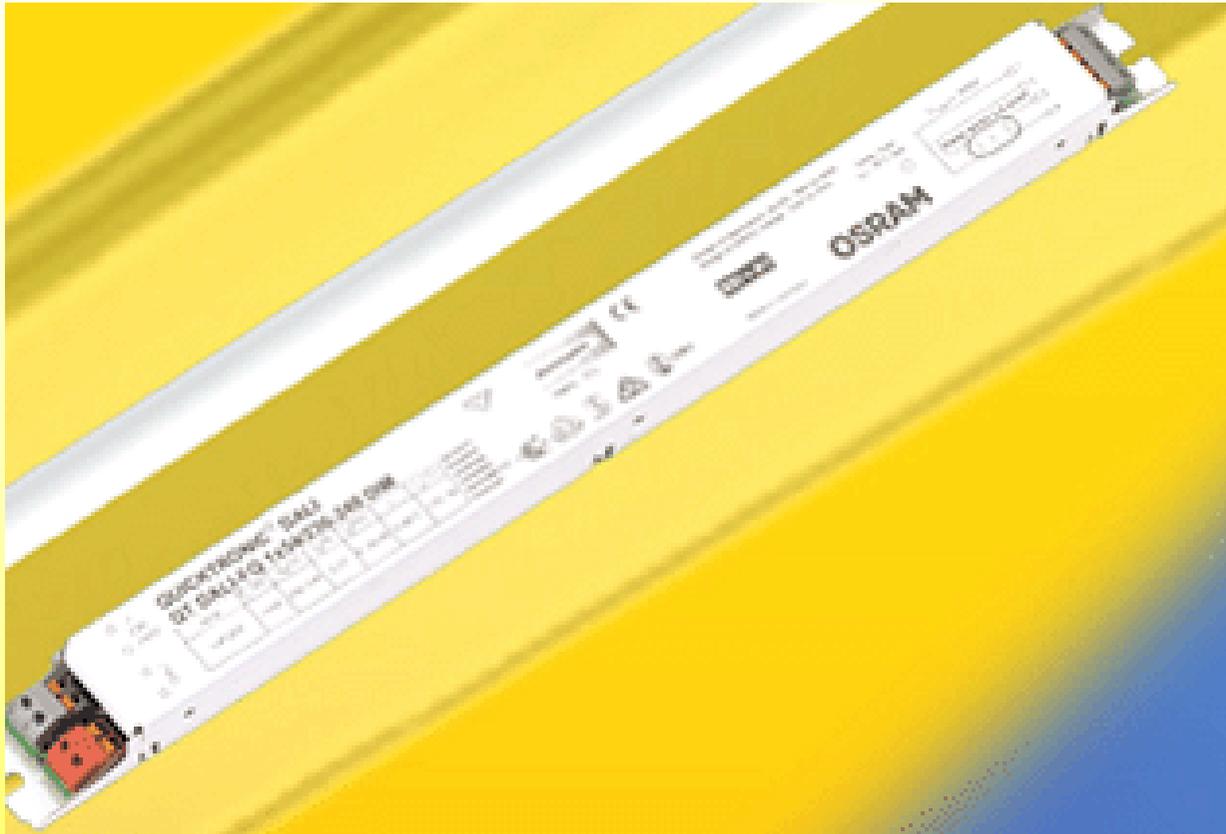


# Elektronische Vorschaltgeräte (EVG) – Electronic Ballast (Control Gear)



## Definition:

EVG = mit aktiven Bauelementen gesteuerte Gleich- oder Wechselstromquelle, die dem Lampenstrom eine bestimmte Wellenform aufprägt.

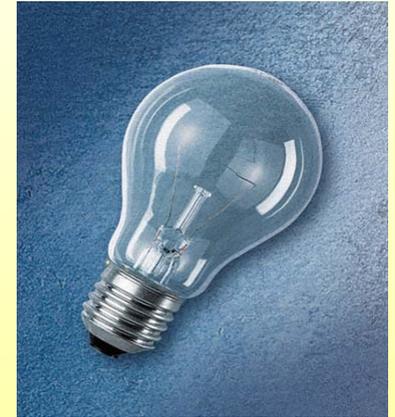
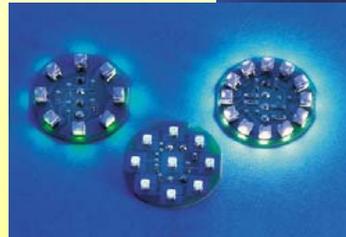
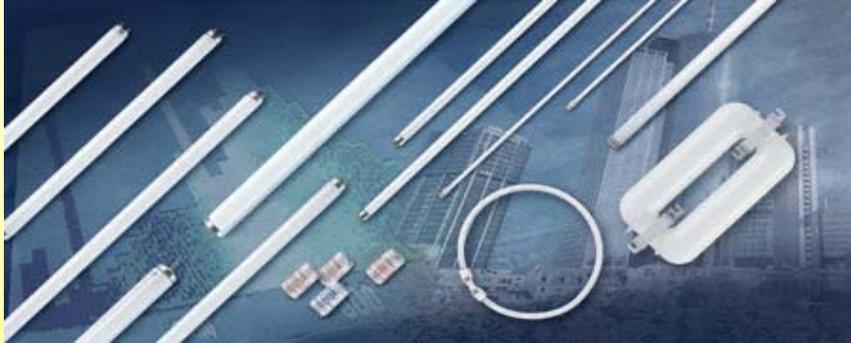
Die Lampenbetriebsfrequenzen reichen bis zu einigen GHz.

Gewisse Lampen, wie z.B. die T5-Leuchtstofflampen, können nicht am KVG betrieben werden.

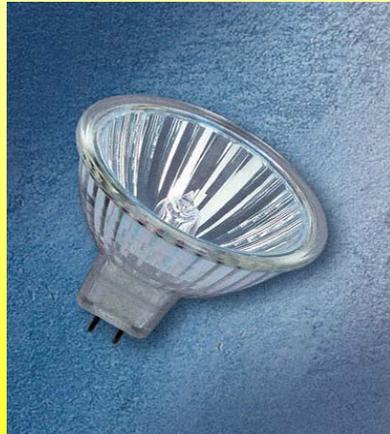
Das EVG beeinflusst durch Frequenz, Wellenform und Amplitude des Lampenstroms Lampenspannung und deren zeitlichen Verlauf, Lichtwelligkeit, Licht- und Strahlungsausbeute, Lebensdauer, Strahlungsleistungen und Spektren der Lampe.

# Elektronisch betriebene Lampen

LED-Module



Allgebrauchs-  
glühlampen



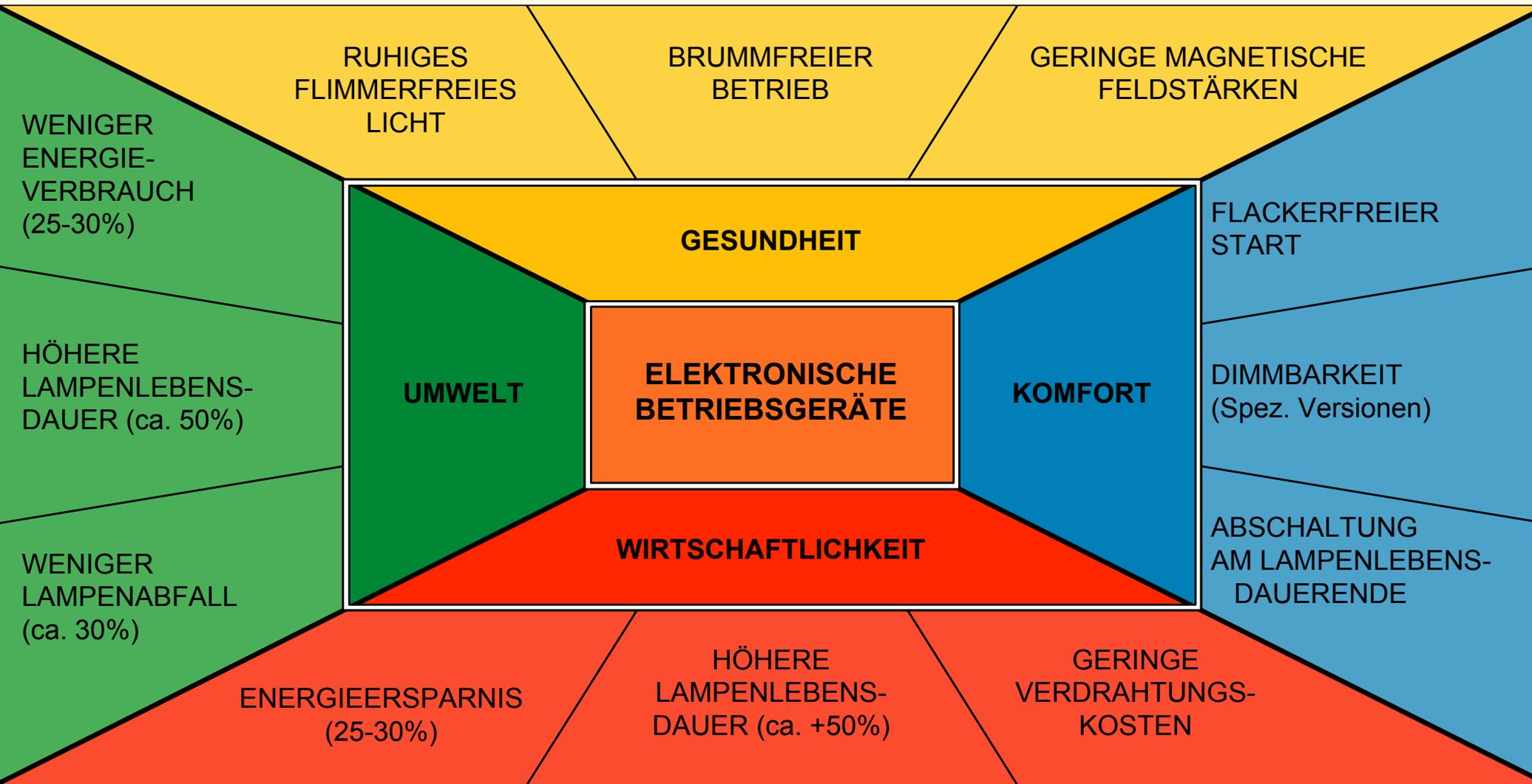
Niederdruck-  
leuchtstoff-  
lampen

Niedervolt-  
halogen-  
glühlampen



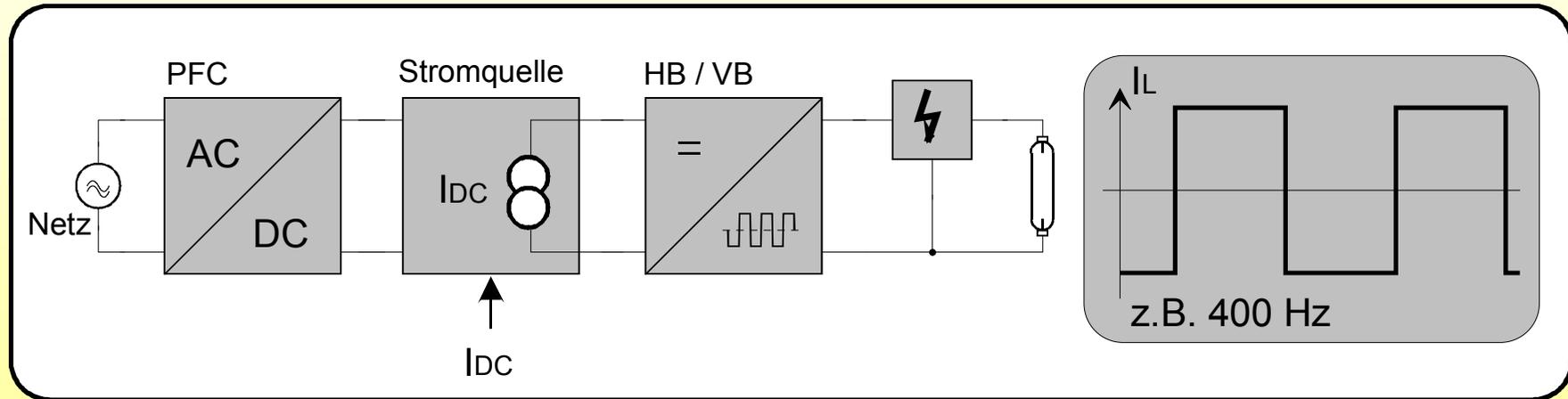
Hochdruck-  
gasentladungs-  
lampen

# Vorteile elektronischer Betriebsgeräte

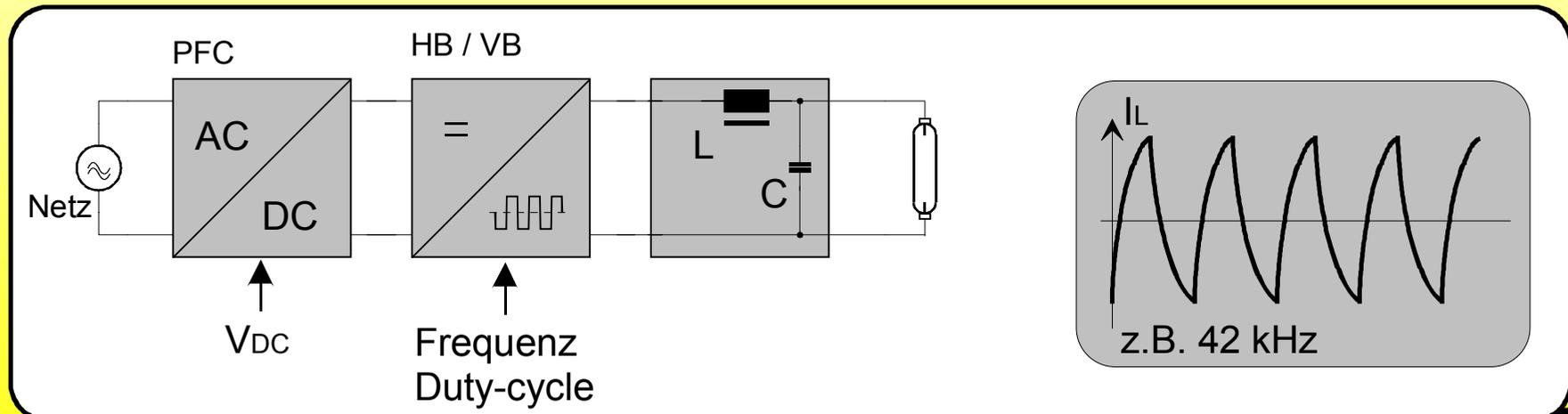


# EVG-Schaltungskonzepte I

## Niederfrequenter Rechteckbetrieb

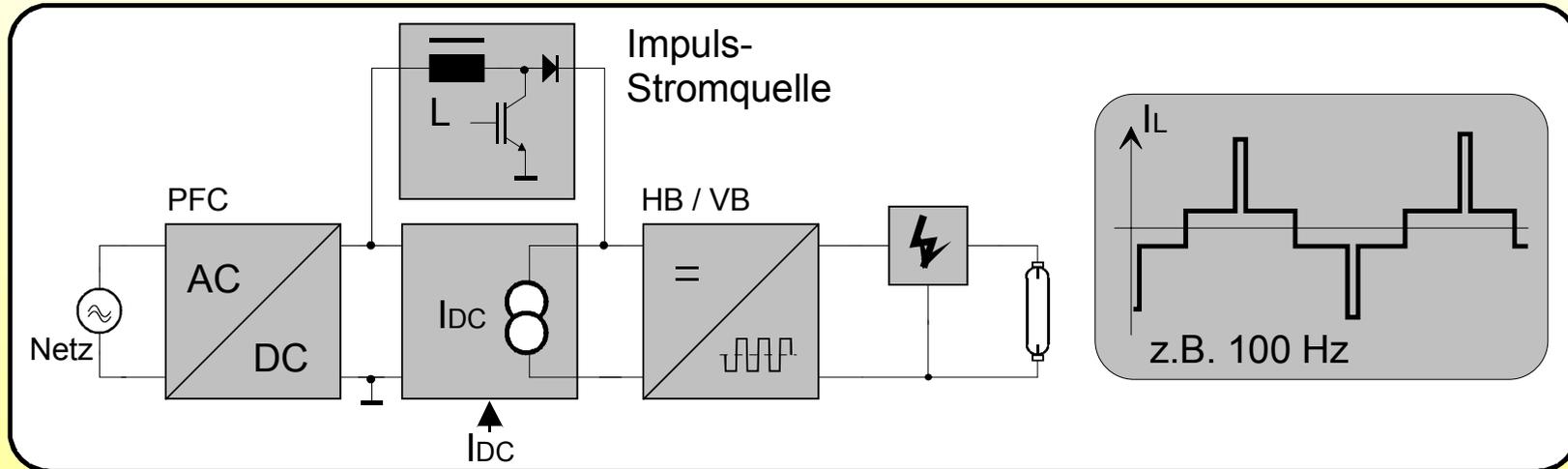


## Hochfrequenter Drosselbetrieb

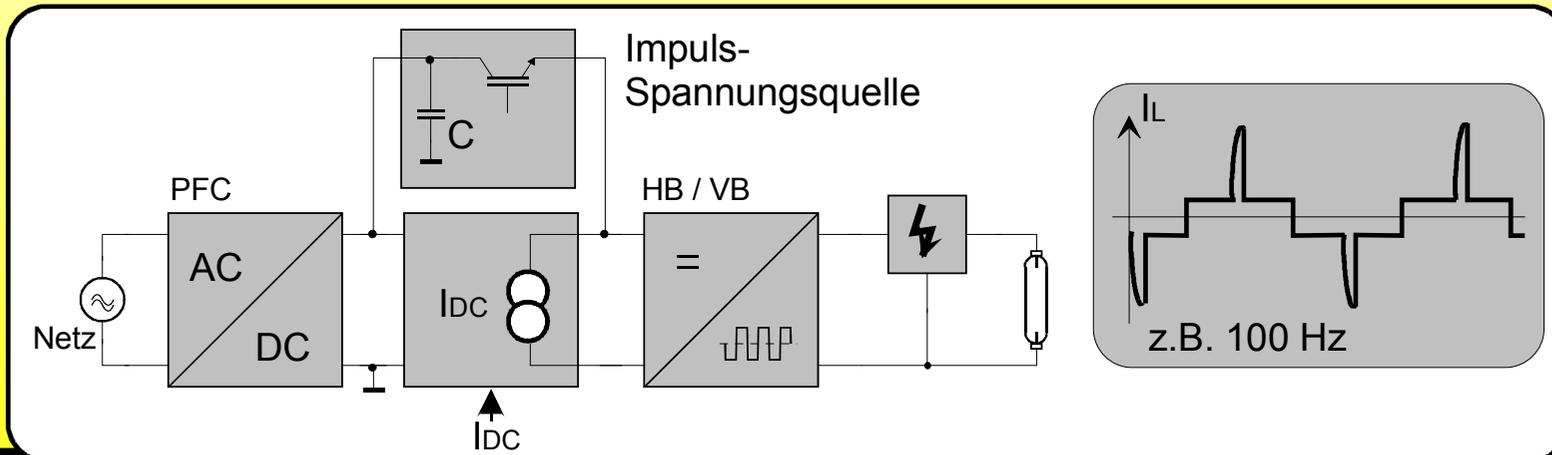


# EVG-Schaltungskonzepte II

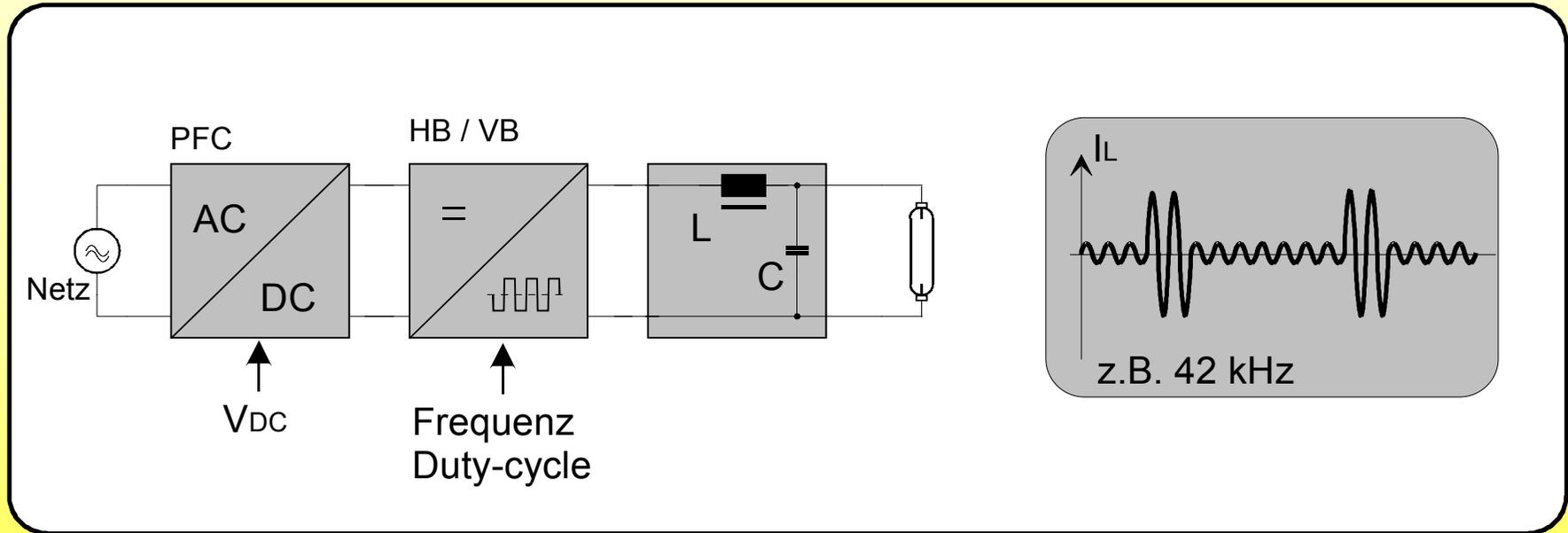
## Impulsvorschaltgerät mit **Stromeinprägung**



## Impulsvorschaltgerät mit **Spannungseinprägung**

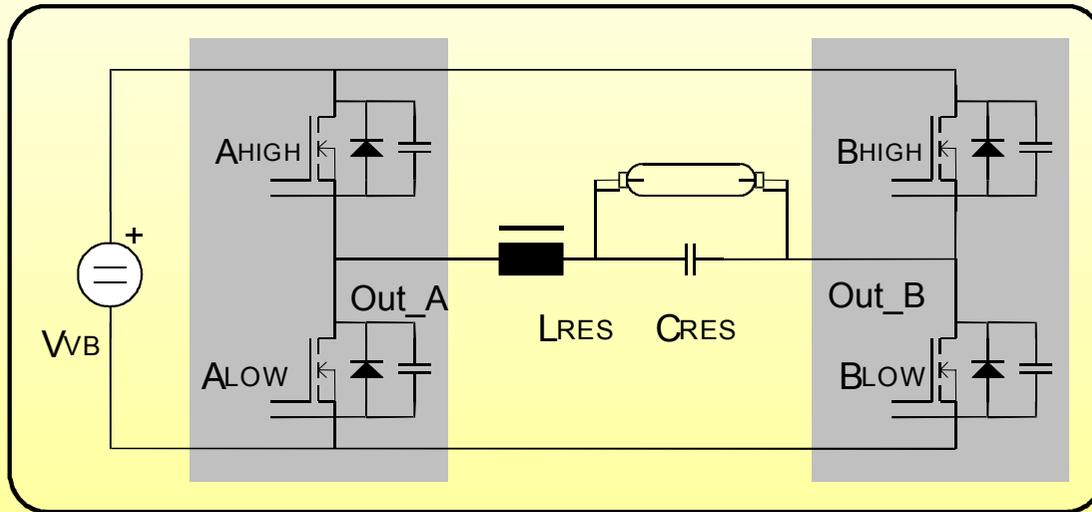


## HF- Impulsvorschaltgerät

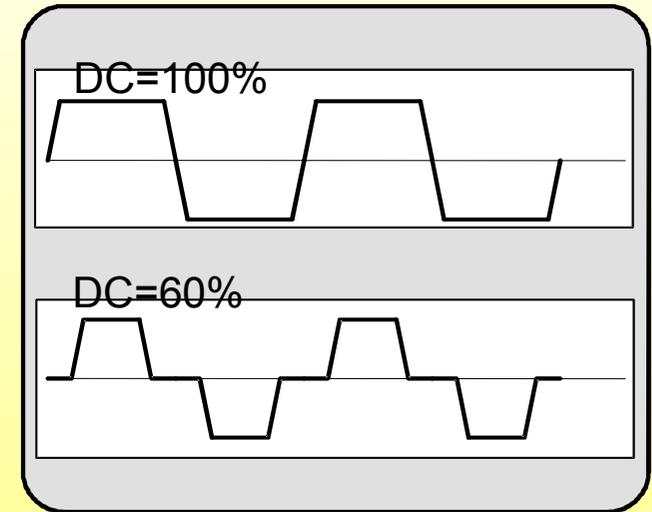


# Phase-Shift Vollbrücke

## Vollbrücke



## Ausgangsspannung



## Dimmen durch

Leistung  $P$  (S) : 16 kW (25 kVA)

Frequenz  $f$  : DC .. 1 MHz

$I_{\max}$  : 45V

$U_{\max}$  : 600V

- Frequenzvariation
- Pulsweitenmodulation
- Phasenverschiebung und
- Variation der Zwischenkreisspannung

# Eigenschaften hochwertiger EVG für Leuchtstofflampen

---

- Vorheizung der beiden Lampenwendeln
- Zündung der Lampe bis  $-20^{\circ}\text{C}$  Umgebungstemperatur
- Betrieb der Lampe im Temperaturintervall  $-20^{\circ}\text{C}$  bis  $60^{\circ}\text{C}$
- Abschalten des EVG im Fehlerfall
- Automatische Wiederzündung nach Lampenwechsel
- Leistungskonstanz bei Netzspannungsschwankungen
- Geeignet für Notbeleuchtung
- Kostengünstige Herstellung

# Abschaltkriterien

---

Generator des EVG muss im **Fehlerfall** 5s nach dem Start abschalten!

## Fehlerfälle:

1. Lampe nicht eingesetzt
2. Lampe startet nicht, weil mind. 1 Lampenwendel gebrochen
3. Lampe startet nicht, obwohl beide Wendeln intakt sind, z.B. Luftzieher
4. Lampe zeigt vollständigen Gleichrichteffekt  
(Ersatzschaltbild mit Diode in Reihe zur Lampe)

## „End of Life“-Abschaltung am Lampen-Lebensdauerende:

- im Fall eines Wendelbruchs
- im Fall der Überschreitung eines Grenzwertes der Lampenbrennspannung (1,3-1,5 x Nennwert der Lampenspannung)
- im Fall der Überschreitung eines Grenzwertes der asymmetrischen Zusatzleistung in der Lampe (T4: 10W; T5: 15W)

# Einzuhaltende EVG-Normen

Sicherheit (EN60928 – DIN VDE 0712 T22)

Schutzerdung, Schutz gegen elektr. Schlag, Isolation, Spannungsfestigkeit, Temperaturen, Brennbarkeit, Lebensdauer, Fehlerbedingungen

Arbeitsweise (EN60929 – DIN VDE 0712 T23)

Lampenströme – Frequenz, Crest-Faktor, Vorheizbedingungen, Versorgungsspannungen

Netzstrom-Oberwellen (EN61000-3-2)

Schaltnetzteile mit einem rel. großen Speicherkondensator hinter dem Netzgleichrichter erzeugen Pulsströme mit großem Oberschwingungsgehalt. Begrenzung u.a. durch PFC.

Oberschwingungen	Höchstwert des Stromes im Verhältnis zur Grundschwingung des Vorschaltgerätes
2	5%
3	$25 \times \frac{\lambda^*}{0,9} \%$
5	7%
7	4%
9	3%

\*  $\lambda$  ist der Leistungsfaktor der Schaltung

Funkentstörung von 9kHz bis 30MHz (EN55015)

Begrenzung der ins Netz geleiteten Störungen, entstanden durch Schaltvorgänge im EVG, mittels Funkschutzfilter sowie Begrenzung der abgestrahlten Feldstärke von EVG und Leuchte u.a. durch Schirmung und Gestaltung der Stromwellenform

Immunität (EN61547)

Gewisse äußere el.magn. Einwirkungen dürfen das EVG nicht in der Funktion stören

# Temperaturbereich verschiedener Lampentypen

---

## ➤ **Nennbetrieb:**

- KLL , T5 und T8                    -20°C... 60°C
- T7    0°C....50°C

## ➤ **Dimmbetrieb:**

- KLL:                                        5°C...50°C
- T5:                                         10°C...50°C
- T8:                                        0°C...50°C
- T7:                                        nicht dimmbar

# Besonderheiten einiger EVG für Leuchtstofflampen

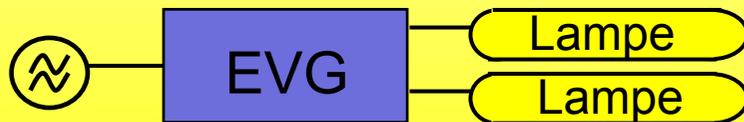
---

- Sicherheitsabschaltung bei Lebensende (Gleichrichtereffekt)
- Betrieb mehrerer Lampen an einem EVG
- Digitale ASIC Technologie zur Lampensteuerung
- Bauform einiger EVGs in KVG-Geometrie

# Eigenschaften der EVG im Nennbetrieb

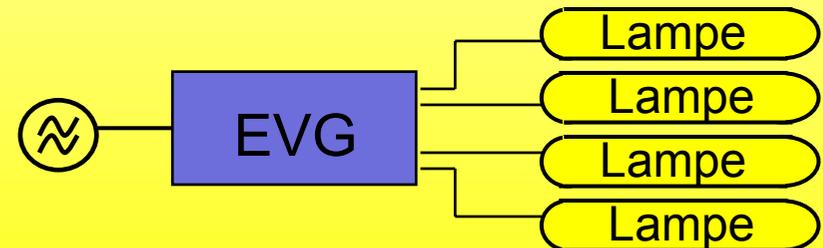
## Standard

- 1- und 2- lampige Ausführung



## Besonderheiten

- 3- und 4- lampige Ausführung für einige Lampentypen
- Abschaltung der Wendelvorheizung im Betrieb
- Betrieb unterschiedlicher Lampen mit einem EVG
- Lampenerkennung mittels digitalem ASIC



# Lampengruppierungen

---

Betrieb unterschiedlicher Lampen am gleichen EVG  
bei gleicher Wendel und gleichem Strom

## 1- lampiger Betrieb:

- KLL D/E 10W, 13W, T/E 13W, S/E 9W, 11W, DD 16W
- KLL D/E 26W, T/E 26W, 32W, 42W, F 18W, 24W, 36W, L 18W, 24W, 36W, 40W, TR 16 22W, 40W
- T5 14W, 21W, 28W, 35W
- alle Lampentypen, außer T5-Lampen gleicher Länge(35W, 49W, 80W)(BAG)

## 2- lampiger Betrieb von Lampen gleichen Typs:

- T5 14W, 21W, 28W, 35W
- KLL D/E 10W, 13W, T/E 13W, S/E 9W, 11W, DD 10W, 16W
- KLL D/E 26W, T/E 26W, 32W, F 18W, 24W, TR 16 22W

# Eigenschaften der dimmbaren EVG

## Standard

- Flackerfreier Dimmbetrieb von 3..100% Lichtstrom
- Lampenstart in allen Dimmbereichen
- Analoge Regelung der Lampenleistung
- Analoges Steuersignal 1..10V
- 1- und 2- lampige Ausführung

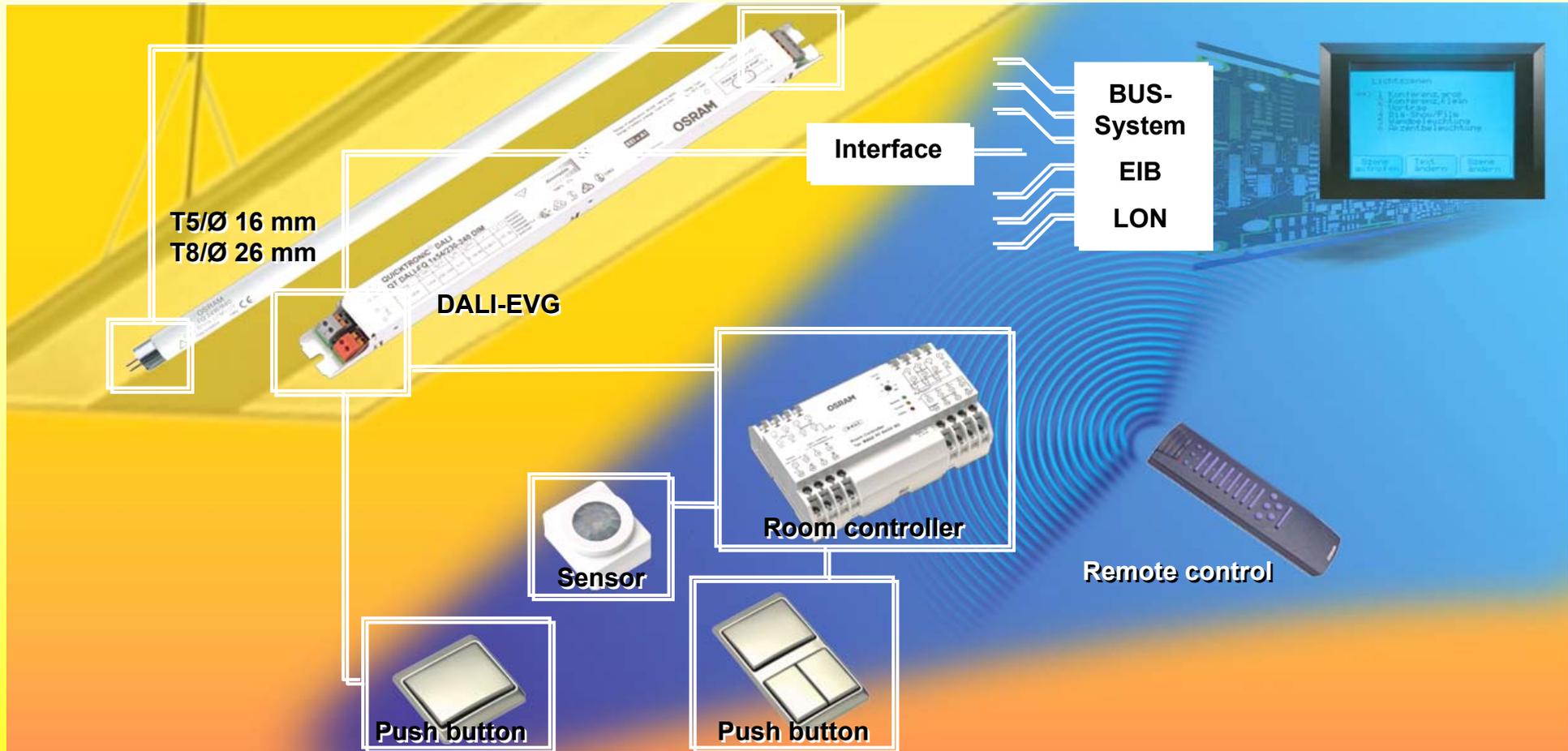


## Besonderheiten

- Flackerfreier Dimmbetrieb von 1..100% Lichtstrom
- Digitale Regelung mittels ASIC und Microcontroller
- Digitale Steuersignale über DALI-Schnittstelle oder DSI
- Analoge Steuersignale mit TouchDim oder IR-Steuersysteme
- Tageslichtabhängige Lichtregelung mit Photosensor möglich
- 3- und 4- lampige Ausführung für T5 14W und T8 18W Lampen
- Maximierte Energieeinsparung in jeder Regelstellung (mit Control-IC)

# Helligkeitssteuerung mit DALI

## Digital Addressable Lighting Interface



# Eigenschaften von DALI

---

- DALI ist als Anhang zur IEC 60929 ein **genormter Standard** zur digitalen Ansteuerung von EVG.
- DALI verwendet eine **zweiphasige, codierte digitale Übertragung** ähnlich der von IR-Fernbedienungen.
- Beliebige netzspannungsfeste **Zweidrahtleitung** ist als Steuerleitung ausreichend ( $\varnothing$  je nach Leitungslänge), bis zu 300m Leitungslänge erlaubt.
- DALI macht **Lampenbetriebsgeräte adressierbar**: 64 Geräte individuell ansprechbar, 16 frei definierbare Gruppen.
- **Geräteverhalten programmierbar**: 16 unabhängige Lichtszenen, 15 Dimm-Geschwindigkeiten, 16 Überblendzeiten zwischen 0,7s und 90s wählbar, Verhalten nach Netzunterbrechung oder Steuergeräteausfall einstellbar, individuelle Geräteabfrage (Rückkanal).

# Dimmbereich verschiedener Lampentypen

---

- **Standard aller EVGs:** 3..100% analoge Dimmung
  
- **Osram EVGs:**
  - T5 49W: 3..100% analoge Dimmung
  - 3- u. 4- lampig: 3..100% analoge Dimmung
  - ansonsten : 1..100% analoge Dimmung
  
- **Tridonic EVGs:**
  - T5 FH, T8: 1..100% digitale Dimmung
  - T5 FQ, KLL: 3..100% digitale Dimmung
  - 3- u. 4- lampig: 10..100% digitale Dimmung

# EEI-Klassen am Beispiel einer 36 W T8 LL

LEITFADEN für die Anwendung der Richtlinie 2000/55/EG über  
Energieeffizienzanforderungen an Vorschaltgeräte für Leuchtstofflampen



## DAS HEUTE UND DIE ZUKUNFT

### KLASSIFIZIERUNG VON VORSCHALTGERÄT-LAMPE-SCHALTUNGEN ZUR ENERGIEEFFIZIENZ IN DER BELEUCHTUNG

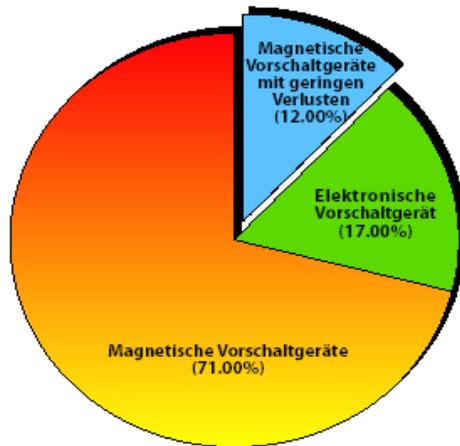


MIT DEFINIERTEN GRENZWERTEN FÜR JEDE KLASSE

Klasse	Beschreibung	Leistung in Watt
D =	Magnetische Vorschaltgeräte mit sehr hohen Verlusten	> 45 W
C =	Magnetische Vorschaltgeräte mit moderaten Verlusten	≤ 45 W
B2 =	Magnetische Vorschaltgeräte mit geringen Verlusten	≤ 43 W
B1 =	Magnetische Vorschaltgeräte mit sehr geringen Verlusten	≤ 41 W
A3 =	Elektronische Vorschaltgeräte	≤ 38 W
A2 =	Elektronische Vorschaltgeräte mit reduzierten Verlusten	≤ 36 W
A1 =	Dimmbare elektronische Vorschaltgeräte	≤ 38/19 W (bei 100% - 25%)

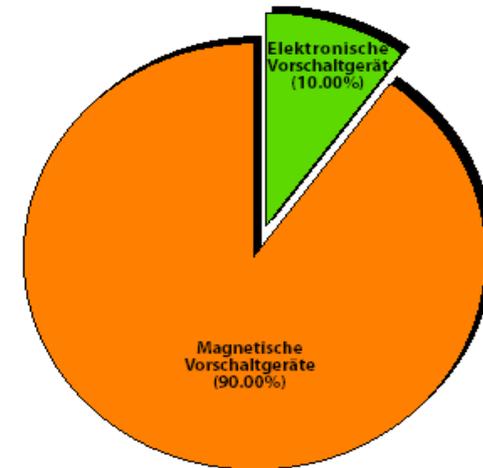
# Marktanteile

## VORSCHALTGERÄTEVERKAUF IN DEN EU-MARKT 2000



Magnetische Vorschaltgeräte	Klasse C und D	105.080.000
Magnetische Vorschaltgeräte mit geringen Verlusten	Klasse B1 und B2	17.760.000
Elektronische Vorschaltgeräte	Klasse A1, A2 und A3	25.160.000

## VORSCHALTGERÄTEPRODUKTION IM EU-MARKT 2000



Magnetische Vorschaltgeräte	180.000.000	90 %
Elektronische Vorschaltgeräte	20.000.000	10 %