

# Eine neue Generation von energieeffizienten und umweltverträglichen Hochdruckentladungslampen

## Energy-efficient & green HID lamps

Prof. Dr. Bernd Baumann & Prof. Dr. Marcus Wolff  
 HAW Hamburg, Fakultät Technik und Informatik  
 Department Maschinenbau und Produktion  
 Institut für Physikalische Sensorik

### Beleuchtung

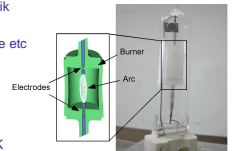
- Täglich werden ca. 30 Milliarden elektrische Lichtquellen in Betrieb genommen
- Diese verbrauchen ca. 20% der weltweit erzeugten elektrischen Energie (2.8 PWh/a)
- Energiekosten: ca. 300 Milliarden US-\$/Jahr
- In den USA beträgt der Anteil der Hochdruckentladungslampen ca 25%

### High Intensity Discharge (HID) Lamps

- HID
  - Quecksilberdampf Lampen
  - Natriumdampf Lampen
  - Halogenmetaldampf Lampen (MH)
- Gasdruck: Atmosphärendruck oder darüber
- Anwendungsfelder
  - Außenbeleuchtung
  - Sportstadien
  - Ladengeschäfte
  - Bühnenbeleuchtung
  - ...
- LEDs werden HID-Lampen nicht in allen Bereichen ablösen

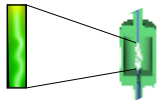
### Halogenmetaldampf Lampen

- Brenner
  - Wand: Quarz oder Keramik
  - Füllung: Quecksilber
  - Additive: Metall Halogenide etc
- Elektroden
  - Wolfram, Aluminium
- Entladungsbogen
  - Lichtquelle
  - Temperatur 5000 – 6000 K



### Wechselstrombetrieb

- Vorteile:
  - Verhindert Entmischung des Brennerinhalts
  - Verhindert ungleiche Elektrodenerosion
- Problem: Akustische Resonanzen (AR)
  - Lichtflackern
  - Reduktion der Lampen-Lebensdauer
  - Zerstörung der Lampe
- Gegenmaßnahmen:
  - Elektronische Vorschaltgeräte
  - Form des Brenners

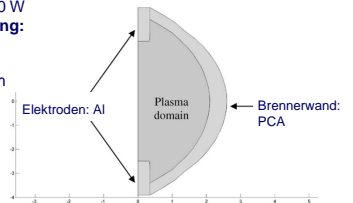


### Zielsetzung des Projekts

- Numerische Berechnung der akustischen Amplituden in HID Lampen
- Verbesserung des Verständnisses des AR-Problems
- Steigerung der Energie Effizienz
- Reduzierung der Herstellungskosten
- Quecksilberfreie HID-Lampen

### Lampen Prototyp

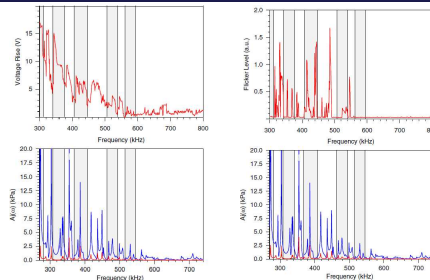
**Druck:** 1.5 MPa  
**Leistung:** 20 W  
**Salzmischung:**  
 - Natrium  
 - Thallium  
 - Dysprosium



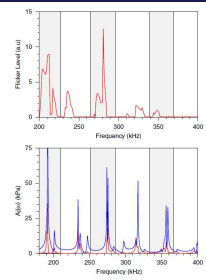
### Bisherige Ergebnisse

- Indikatoren für AR im Experiment:
  - Anstieg der Lampenspannung
  - Lichtflackern
- Konsistenz von Mess- und Rechenergebnissen
  - Ca. 7% Abweichung in den Resonanzfrequenzen (Unsicherheit in den Gasparametern)
  - Gemessene Resonanzen breiter (Vernachlässigung von Verlustmechanismen im Rechenmodell)

### Bisherige Ergebnisse: $f > 300$ kHz



### Bisherige Ergebnisse: $200$ kHz $< f < 400$ kHz



### Veröffentlichungen

- B. Baumann, M. Wolff, J. Hirsch, P. Antonis, S. Bhosle and R. Valdivia Barrientos: Finite element estimation of acoustical response functions in HID lamps, J. Phys. D: Appl. Phys. 42 (2009) 225209
- J. Hirsch, B. Baumann, M. Wolff, S. Bhosle and R. Valdivia Barrientos: Acoustic resonances in HID lamps: model and measurement, J. Phys. D: Appl. Phys. 43 (2010) 234002, doi: 10.1088/0022-3727/43/23/234002, Cluster issue J. Phys. D: Appl. Phys. on diagnostics for electrical discharge light sources: pushing the limits
- B. Baumann, M. Wolff, J. Hirsch, P. Antonis, S. Bhosle and R. Valdivia Barrientos: Towards a Finite Element Calculation of Acoustical Amplitudes in HID Lamps, Proceedings of European Consol Conference, Milan 2009

### Projektleitung

- Prof. Dr. Bernd Baumann
- Prof. Dr. Marcus Wolff
- Industriepartner: Philips Lighting, Eindhoven



bernd.baumann@haw-hamburg.de  
 marcus.wolff@haw-hamburg.de