

# Zur Selektivität breitbandiger Photodioden

**Projekt:**

**Gepulste Lichtbogenfügeprozesse  
(Optispek)**

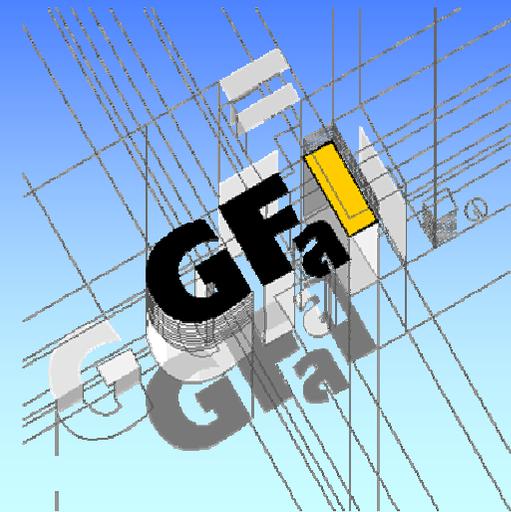
**AiF- Vorhaben Nr.: 14607 BG**

**01.02.2006 bis 31.07.2007**

**TU Berlin (IWF) / INP Greifswald / GFaI**

**GFaI-Bericht 2007\_02\_09**

**Dr. Gerd Heinz, GFaI**



Dr. G. Heinz, GFaI  
Rudower Chaussee 30  
12489 Berlin  
Tel. +49 (30) 6392 -1652  
Fax. -1602  
[www.gfai.de/~heinz](http://www.gfai.de/~heinz)  
[heinz@gfai.de](mailto:heinz@gfai.de)



# Inhalt

- 0 Aufgabe
- 1 Programm 'Kennlinienplot'
- 2 Herleitung verwendeter Formeln
  - Initialisierungsfile
  - Kennlinienfile
- 3 Ergebnisplots
  - Kurzschlußstrom, Kennempfindlichkeit
  - Logplot, Normierte Darstellung
- 4 Selektion
  - Trennung mit 4 Dioden
  - Trennung mit 3 Dioden
  - Trennung mit 2 Dioden
- 5 Zusammenfassung
- 6 Anlagen



# 0 Aufgabe

- Zur Beurteilung der Eignung von Photodioden im Rahmen des Projekts sind Eigenschaften verschiedener Photodioden im Bereich zwischen IR und UV relativ zueinander von Interesse
- Kennlinien von Photodioden verschiedener Hersteller sind in verschiedener Weise dargestellt. Man findet logarithmische, wie auch lineare Darstellungen, Amplituden werden in Kennlinienfeldern relativ auf Eins bezogen, in Ampere pro Watt (A/W) oder in  $\mu\text{A}$  angegeben
- Dies erschwert Handhabung und Überblick
- Plotprogramm `kennlinienplots.sce` gestattet Darstellungen:
  - Kennempfindlichkeit oder Kurzschlussstrom
  - linear oder logarithmisch oder normiert
- Kennlinienfelder beschaffter Photodioden wurden aus Datenblättern digitalisiert (\*.ken)
- Materialeigenschaften, Lieferant, Gehäuse sowie Preis sind mit erfasst
- Plots geben besseren Überblick über physikalische Möglichkeiten und Grenzen der Dioden in Relation zu Schweißspektren



# 1 Programm 'Kennlinienplot'

- unter [Scilab](#) geschrieben
- Es wandelt die Darstellungsformate Sensitivität, Kurzschlußstrom oder relativ in ein einheitliches, temporäres, internes Format um.
- Über einen Initialisierungsfile kennlinienplot.ini kann die Ausgabe verschiedener Files in ein einheitliches Format gesteuert werden
- Als Ausgabeformate sind zulässig:
  - Sensitivity ('A/W'),
  - Kurzschlussstrom ('mA')
  - relativ ('rel')
- Die Ausgaben sind linear oder logarithmisch wählbar
- Alle Variablen sind global (in \*.ini) oder lokal (in \*.ken) belegbar
- Werte in \*.ini werden durch \*.ken überschrieben
- formale Vorbelegung aller Variablen erfolgt durch das Programm



## 2 Verwendete Formeln

1.  $S = I \text{ [mA]} / P \text{ [W]}$  (Sensitivität in Ampere/Watt = 1/Volt)

2.  $F = P \text{ [W]} / A \text{ [cm}^2\text{]}$  (opt. Flußdichte)

3.  $P = F A' = P/A A'$  ( $A'$ : Chipfläche in  $\text{mm}^2$ )

4.  $S = F(I)$ :

$$S \text{ [A/W]} = \frac{I \text{ [mA]}}{P/A \text{ [mW/mm}^2\text{]} A' \text{ [mm}^2\text{]}} \quad (\text{Sensitivität})$$

5.  $I = f(S)$ :

$$I \text{ [mA]} = S \text{ [A/W]} P/A \text{ [mW/mm}^2\text{]} A' \text{ [mm}^2\text{]} \quad (\text{Kurzschlußstrom})$$

6. Für hellen Sonnenschein gilt  $F = 1\text{kW/m}^2 = 100 \text{ mW/cm}^2 = 1 \text{ mW/mm}^2$ ;  
hier ist  $P/A = 1 \text{ [mW/mm}^2\text{]}$

7. Größengleichungen für Numerik:

$$S \text{ [A/W]} \leftarrow P/A \text{ [mW/mm}^2\text{]}, A' \text{ [mm}^2\text{]} \rightarrow I \text{ [mA]}$$



# Initialisierungsfile



// Initialisierung:

```
linlog='log';           // Plotskala: lin oder log
plotunit='A/W';        // Ausgabe als 'rel', 'mA' oder 'A/W'
label=1;              // Labels an Kennlinien plotten?
winkel=0;             // Winkel der Beschriftung
box=1;                // Box um Beschriftung herum (wirkt nur bei lin)
                       // wird von *.ken überschrieben
ztext='Photodioden-Kennlinienplot'; // Zentraler Titeltext
```

Variablen im Initialisierungsfile überschreiben Variablen im Kennlinienfile  
(global vor lokal).



# Kennlinienfile



```
// Kennlinienfile (Typname <- Filename)
  datasheet='www.vishay.de'; // Wo liegt das Datenblatt?
  distributor='www.reichelt.de'; // Wo gekauft?
  material='GaAlAs'; // Basisprozeß
  euro=0.39; // Preis
  housing='TO-39'; // Gehäusotyp
  filter='950 nm TP'; // mit Filter
  lense=0; // mit Linse?
  angle=65; // Öffnungswinkel für 50%
  chiparea=7.5; // Chipfläche in mm2
  sensunit='rel'; // µA, rel oder A/W = Ampere/Watt = 1/Volt
  ik=3800; // in µA (bei 100 mW/cm2) aus Datenblatt
  sens=0; // in A/W aus Datenblatt
  colour='purple'; // Plotfarbe (english), Sonderfall: colour='bars'
  werte=[wert_1 nm_1; wert_2 nm_2; ...; wert_n nm_n];
  box=1; // Box um Beschriftung herum (wirkt nur bei lin)
```



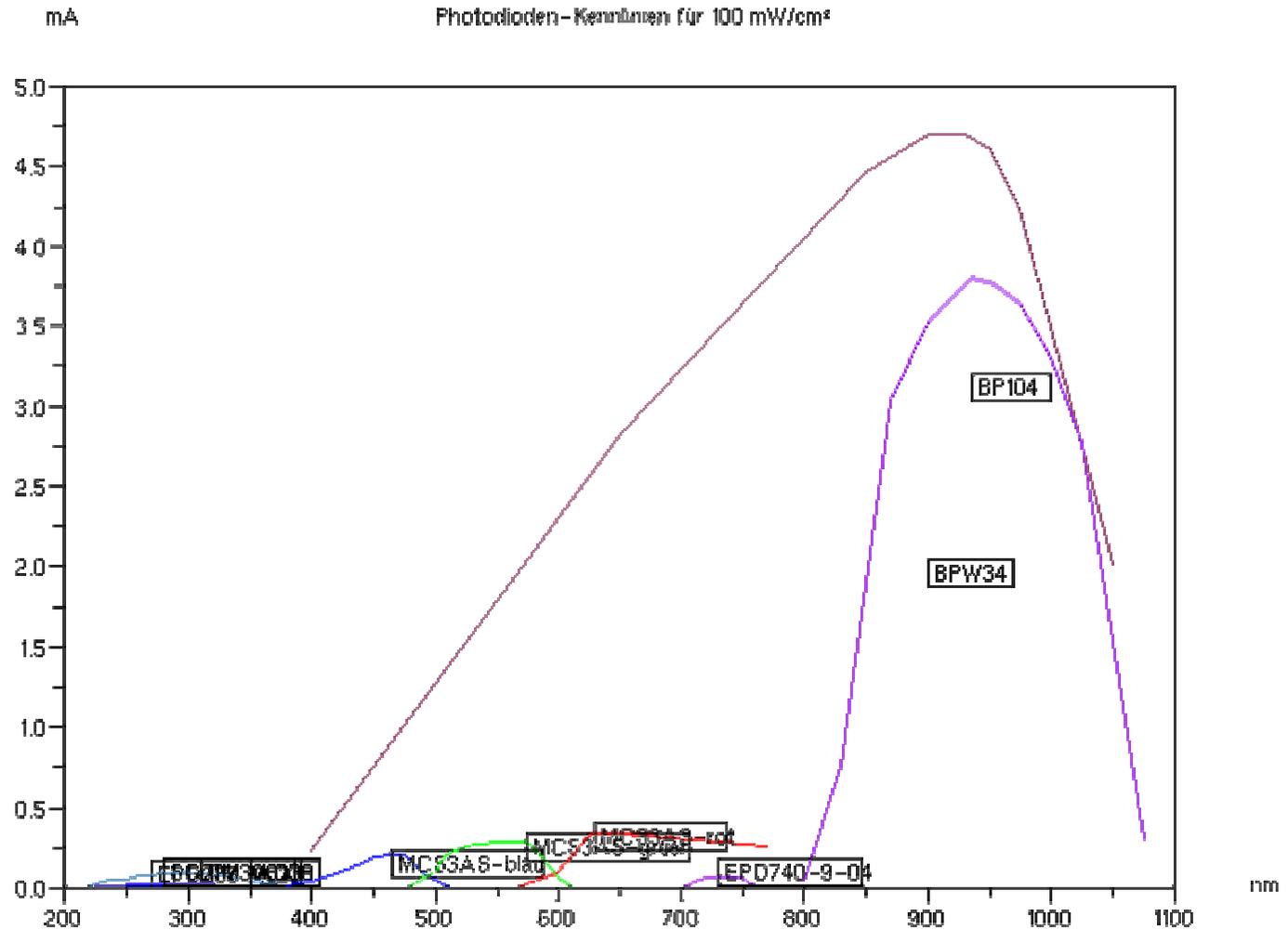
# 3 Ergebnisplots

- Bei allen Plots liegen die Typ-Labels mit der linken Kante der die Schrift umhüllenden Box unter dem Maximum der Kurve



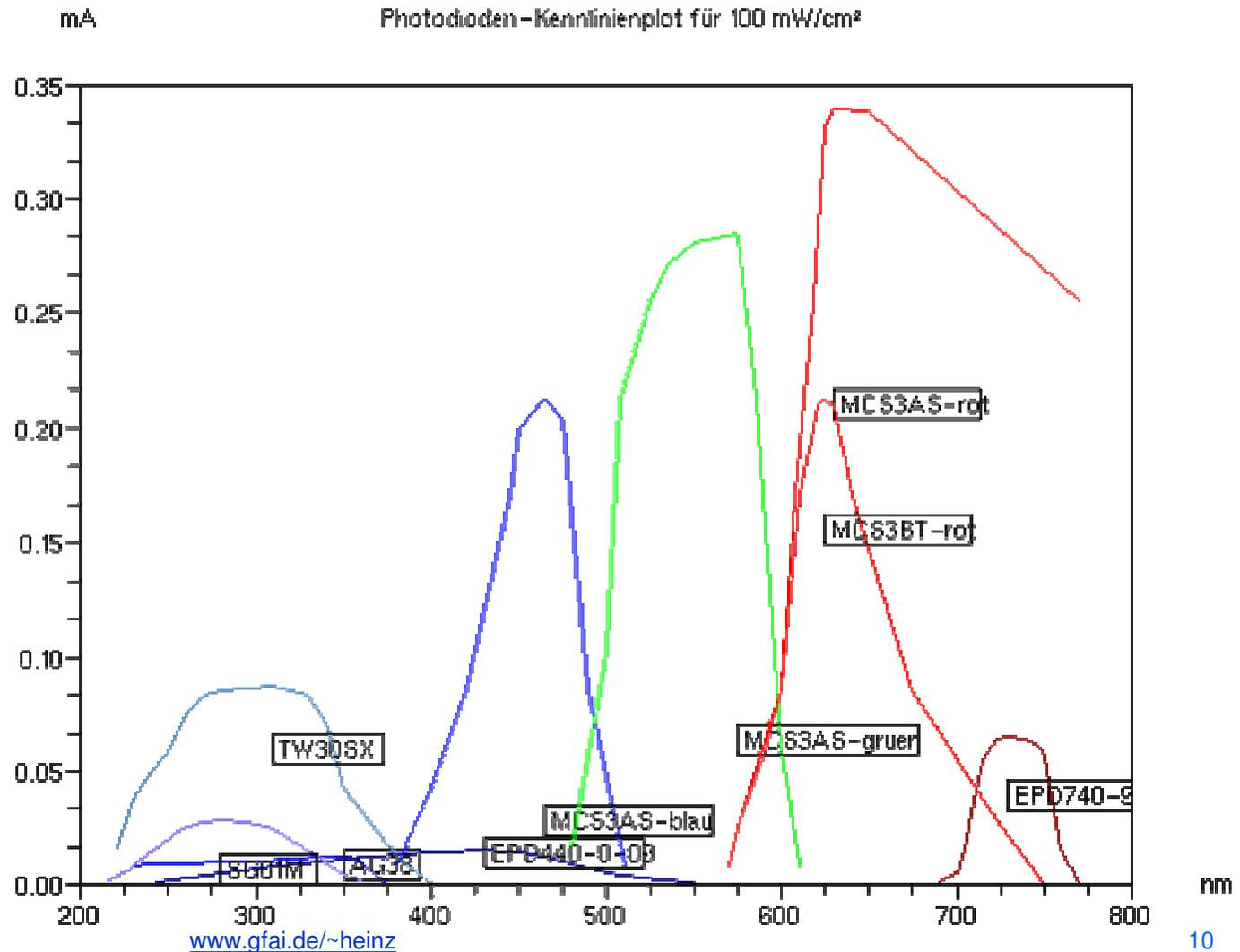
# Kurzschlußstrom, linear

- Diodenströme bei  $1\text{mW}/\text{mm}^2$  in linearer Teilung. Das Stromaufkommen verwendeter IR-Dioden ist extrem hoch.



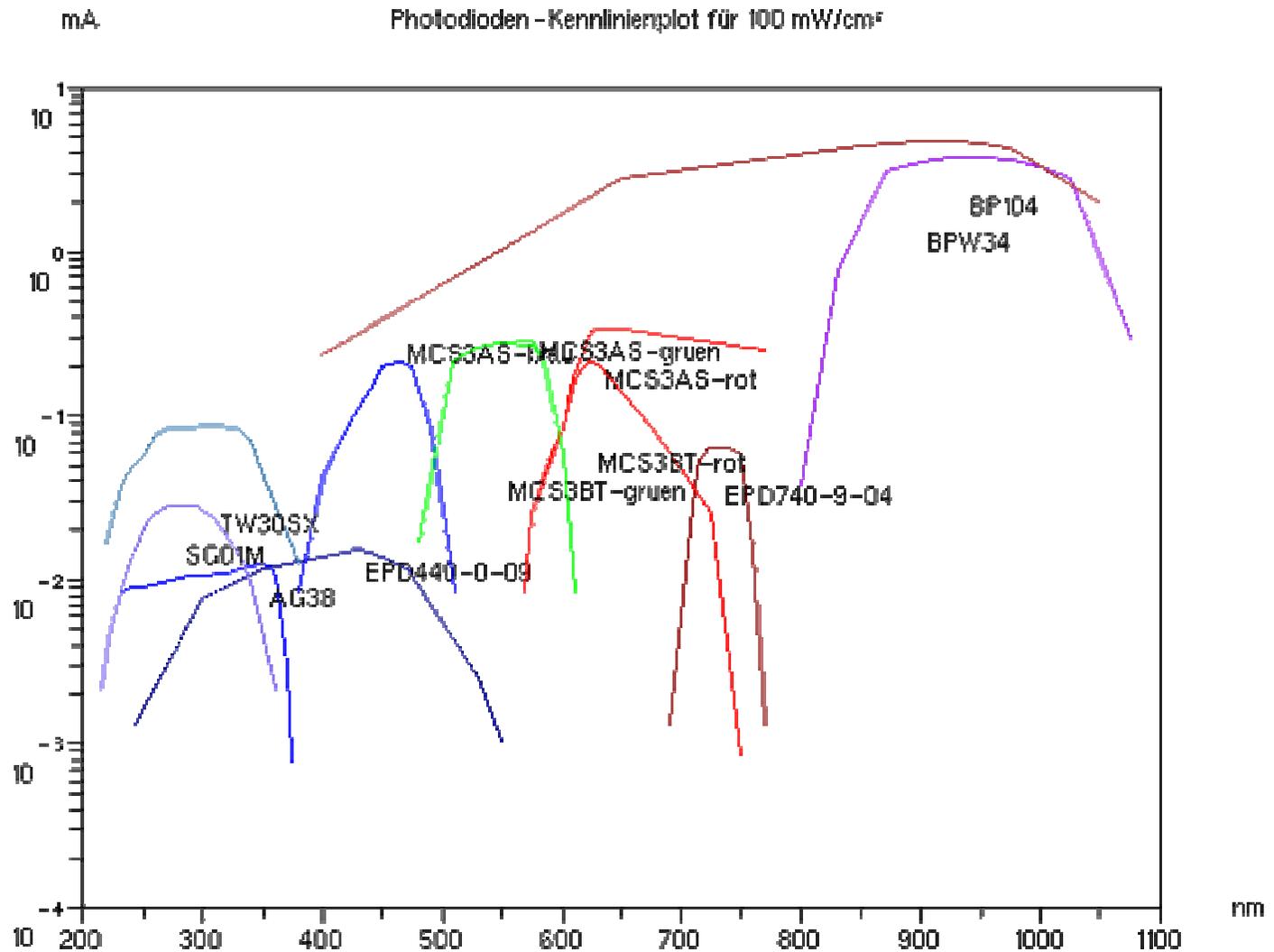
# Kurzschlußstrom, linear ohne IR-Dioden

- Dieselbe Darstellung unter Weglassung der IR-Dioden BP104 und BPW34.



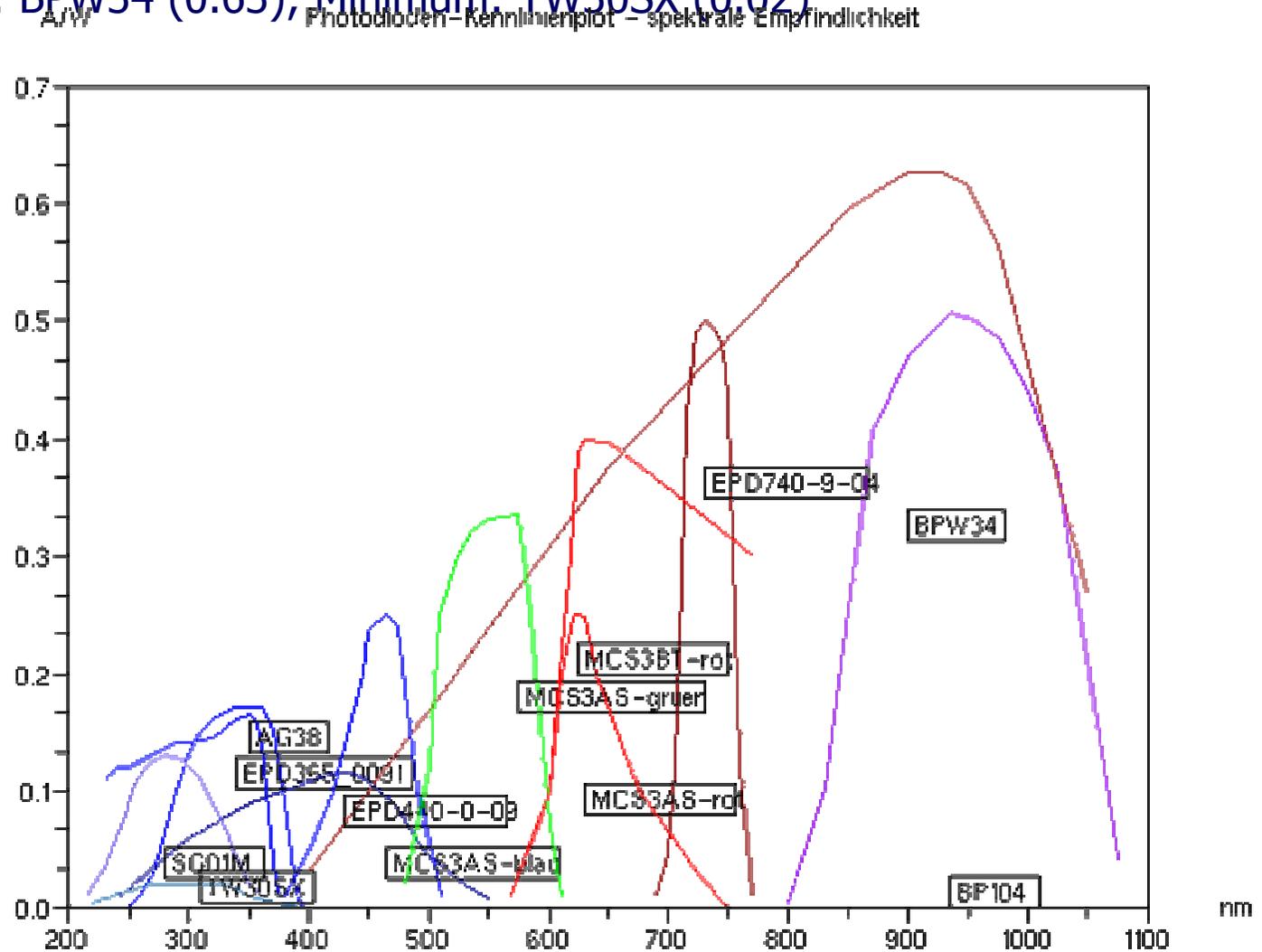
# Kurzschlußstrom, logarithmisch

- Diodenströme in logarithmischer Darstellung zueinander.



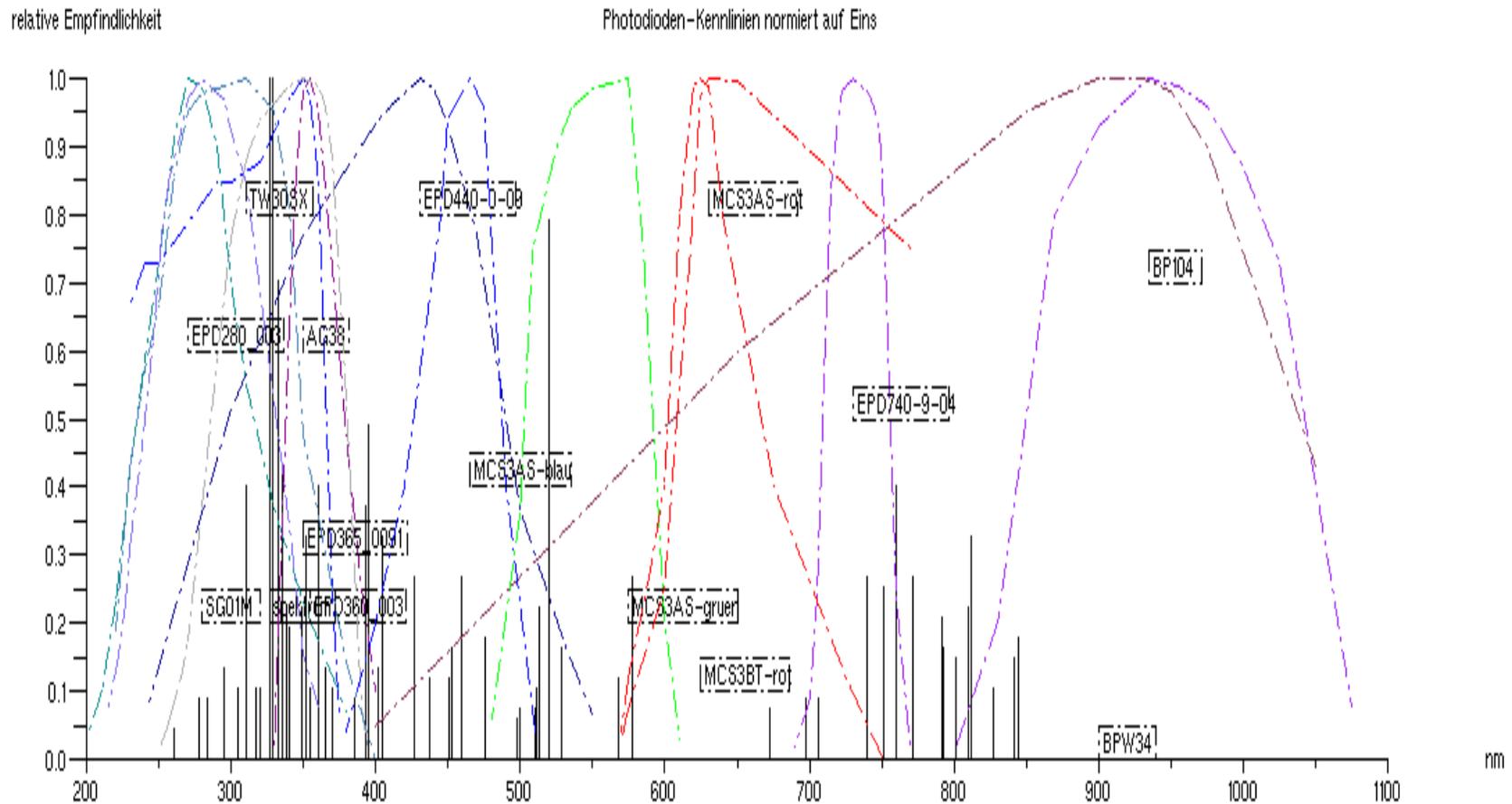
# Kennempfindlichkeit

- Kennempfindlichkeit in A/W (Ampere pro Watt = 1/Volt);  
Maximum: BPW34 (0.63); Minimum: TW30SX (0.02)



# Normierte Darstellung

- Normierte Kennlinien auf dem Spektrum eines Schweißbogens (CuAl5Ni2/Argon aus Adamus)



(Linke Kante des Labels liegt unter dem Maximum der Kurve)



## 4 Selektion

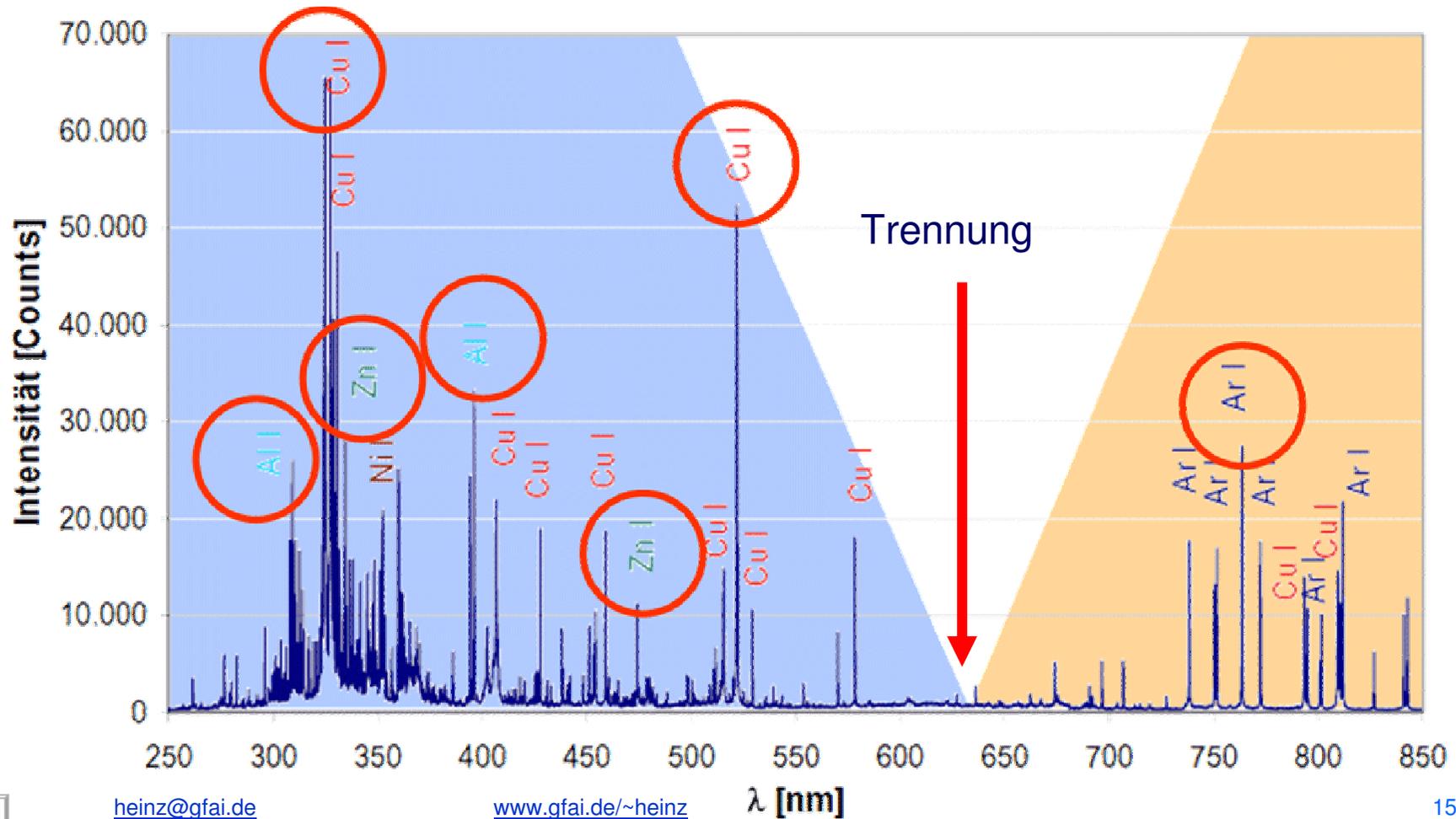
- Für industrielle Applikationen des im Projekt zu entwickelnden Verfahrens sind einfache Möglichkeiten zu erkunden, die Temperatur des Schutzgases (Argon) unabhängig von der Temperatur der Metaldämpfe zu bestimmen
- Emissionen von Metaldämpfen sind stark im Bereich unter 630 nm zu finden, während Argon oberhalb dominiert
- Es wurden Varianten untersucht, eine Trennung bei 630 nm mit geringstem Hardwareaufwand zu realisieren.



# Idee

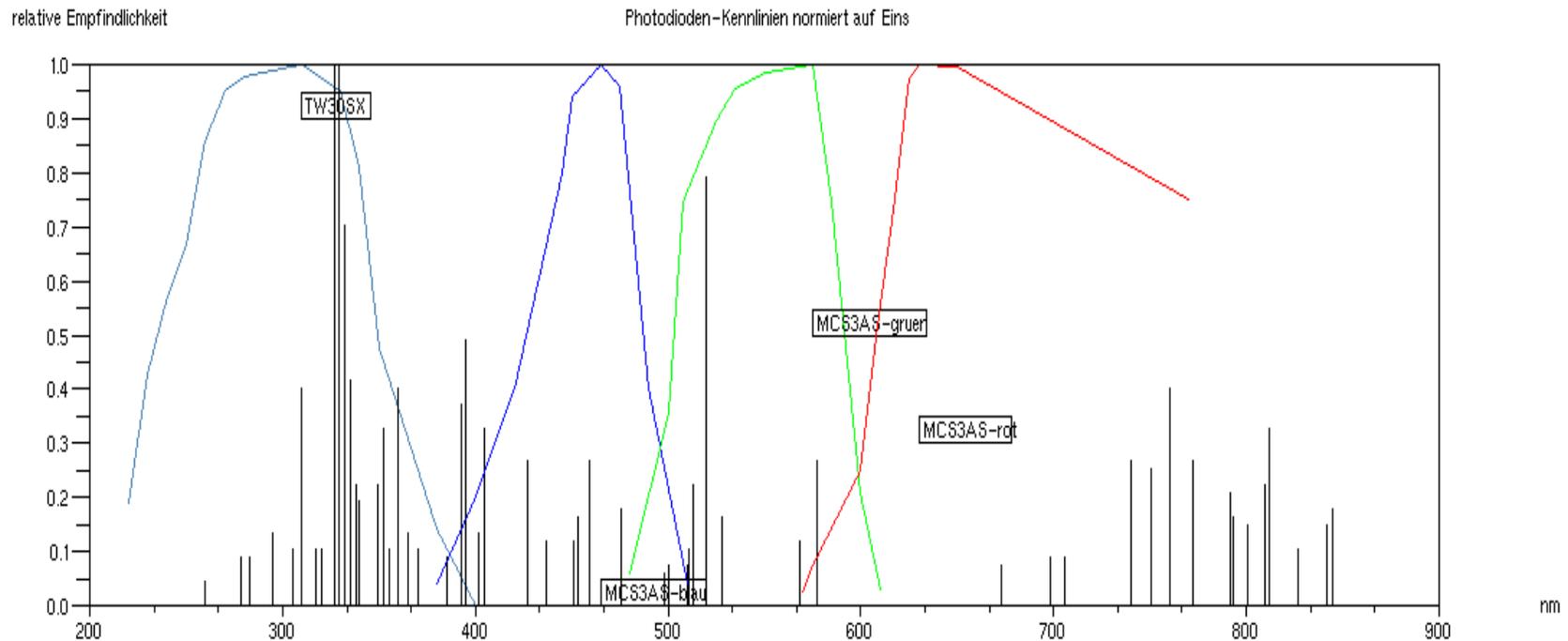
Trennung bei 630 nm: links Metaldampf, rechts Argon

**Übersichtsspektrum**  
(Schutzgas - Ar; Draht - CuAl5Ni2)



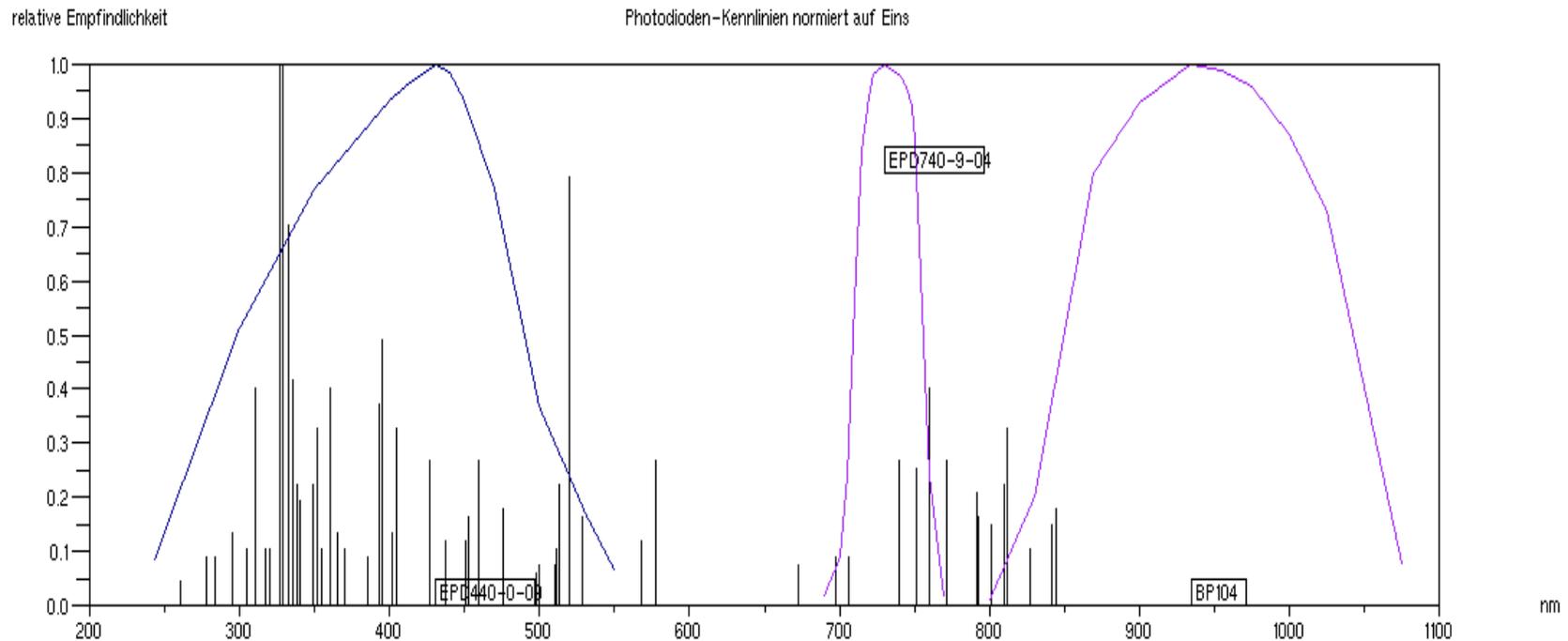
# Trennung mit 4 Dioden

- Spektrale Trennung Argon/Metaldampf mit 4 Dioden: Metaldampf TW30SX + MCS3AS-blau + MCS3AS-grün; Argon: MCS3AS-rot



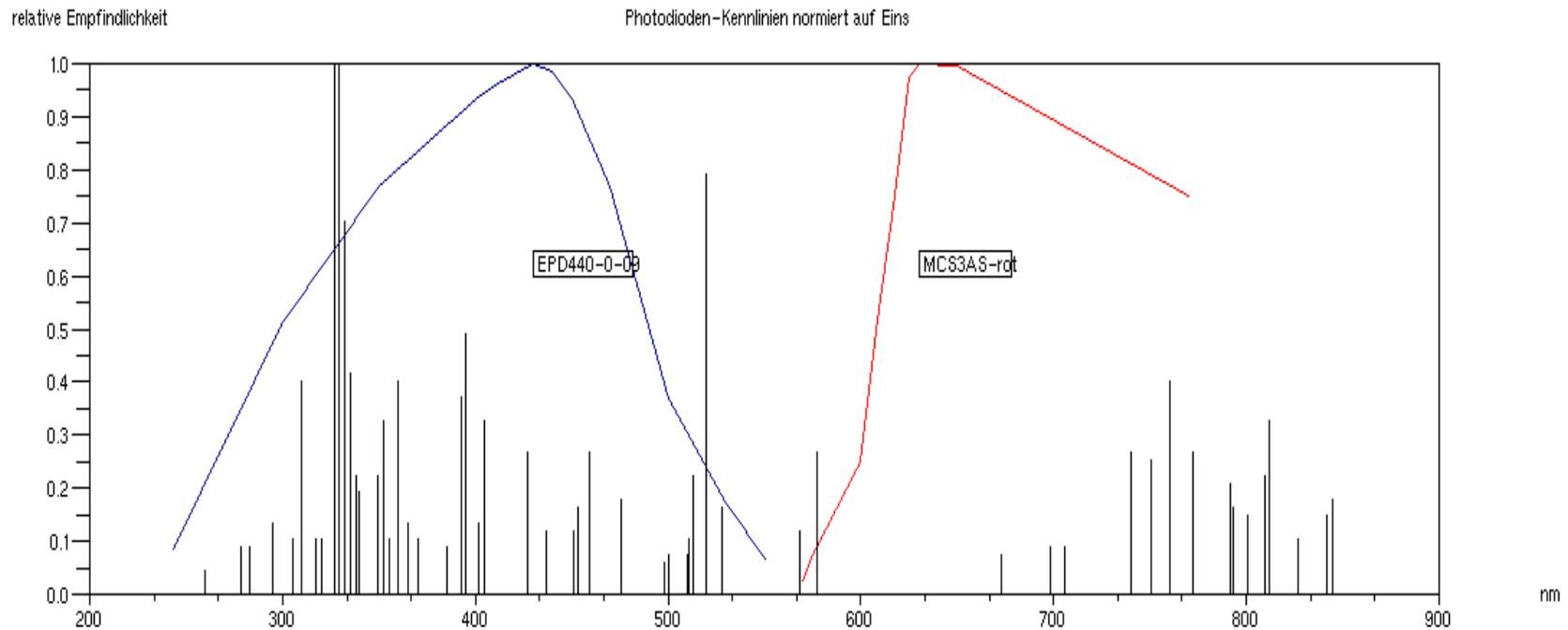
# Trennung mit 3 Dioden

- Spektrale Trennung Argon/Metaldampf mit 3 Dioden: Metaldampf EPD440-0-09; Argon: EPD740-9-04 + BP104



# Trennung mit 2 Dioden

- Spektrale Trennung Argon/Metaldampf mit 2 Dioden: Metaldampf EPD440-0-09; Argon: MCS3AS-rot



# 5 Zusammenfassung

- Mit dem entwickelten Plotprogramm wurden Kennlinien unterschiedlichster Photodioden (Si, GaAs, GaAlAs, SiC) in verschiedener Weise dargestellt:
  - Kennempfindlichkeit, Kurzschlußstrom oder relativ (zu 100%)
  - Linear oder logarithmisch
- Es zeigt sich ein genereller Abfall der Kennempfindlichkeit von IR nach UV hin, zwischen Maximum BPW34 (0.63) und Minimum TW30SX (0.02) liegt ein Faktor von etwa 30
- Bis zu 140-fach höhere Chipflächen der IR-Dioden (0.056 bis 7,5 mm<sup>2</sup>) sorgen für proportional zusätzliche Stromergiebigkeit der IR-Dioden
- In Summe ist bei gemeinsamer Applikation einer IR- und einer UV-Diode stets mit großer Verschiedenheit der Kurzschlußströme bis etwa zum Faktor 30\*140 zu rechnen (bei Sonnenschein)
- An der TU gemachte Erfahrungen mit dem 6-Kanalverstärker entsprechen dem: während IR-Dioden mit Dämpfungsfolien zu überkleben waren, war bei den UV-Dioden teilweise eine Verstärkung bis zu 1000 einzustellen



# 6 Anlagen

- Quelle           kennlinienplot.sce
- Ini-File         \*.ini
- Kennlinien     \*.ken

... siehe [Kennlinienplots.zip](#)

