



# Entwicklung eines Teststands für Photomultiplier

Vorstellung einer Diplomarbeit:

“Studien zur Photodetektion  
im KM3NeT-Projekt”

Diplomand: Björn Herold  
Betreuer: Prof. Dr. Uli Katz  
Dr. Oleg Kalekin

Anlaß:





# Ziele

- Entwicklung eines automatischen Teststands für Photomultiplier Tubes (PMTs) zur
  - Bestimmung der Quanteneffizienz (QE) der Photokathode
  - Messung der Winkelabhängigkeit der QE
- Durchführen von Meßreihen an PMTs verschiedener Bauformen
- Vergleichen der Quanteneffizienz neuer Photokathodenmaterialien



# geplanter Versuchsaufbau

für QE-Messung:

- PMT in schwarzer, lichtdichter Kiste
- Beleuchtung durch Halogenlampe mit Monochromator
- Strahlteiler und geeichte Photodiode für Referenzmessung
- Signalumschaltung PMT/Photodiode
- Picoamperemeter zur Messung des Photostroms
- Datennahme und Steuerung mit PC (Labview)



# geplanter Versuchsaufbau

zusätzlich zur Messung der Winkelabhängigkeit:

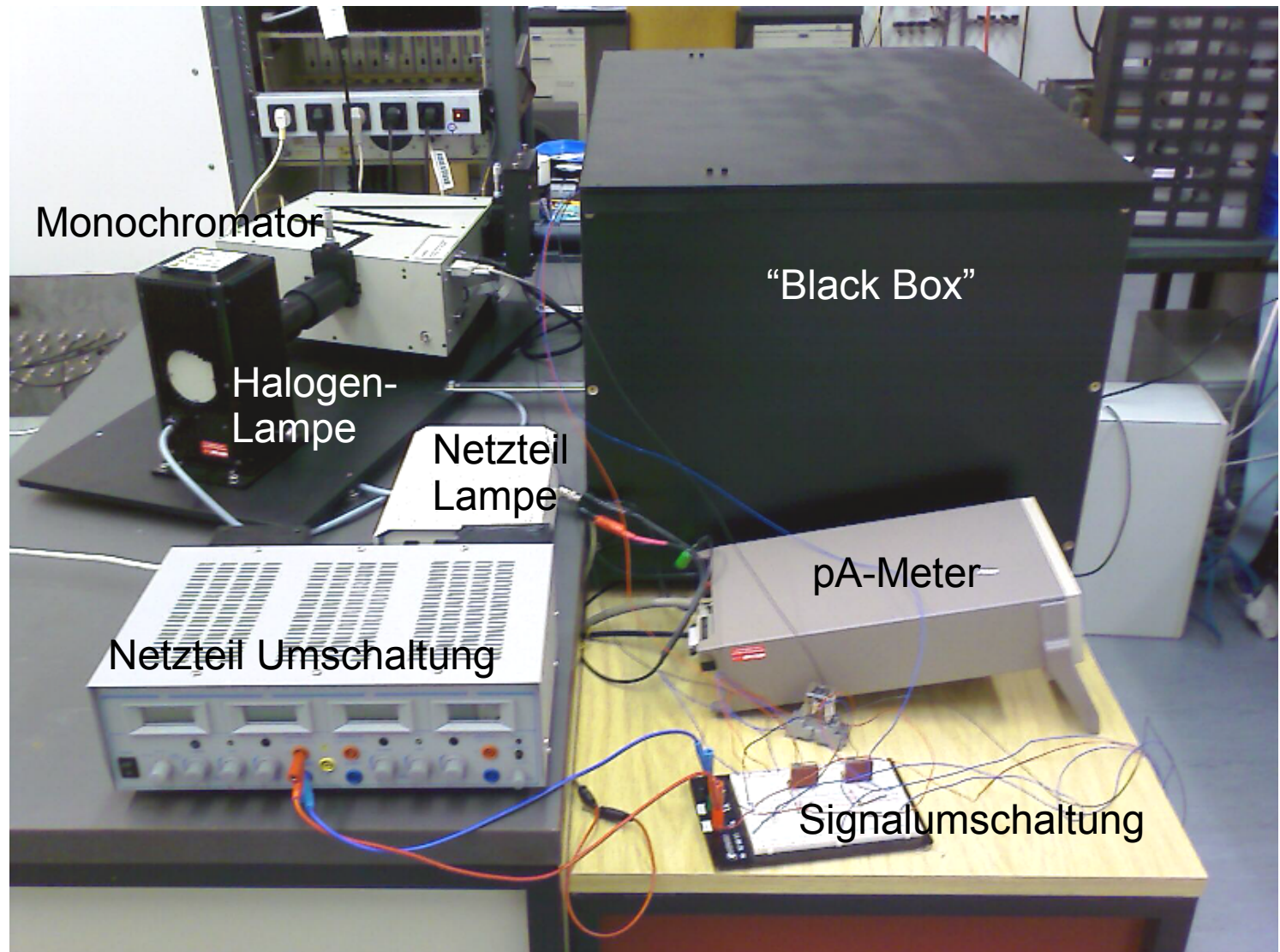
- kreisförmige Schiene, auf der Lichtquelle um PMT fahren kann
- Schiene drehbar, dadurch jeder Einfallswinkel realisierbar
- Schrittmotorsteuerung





# aktueller Stand

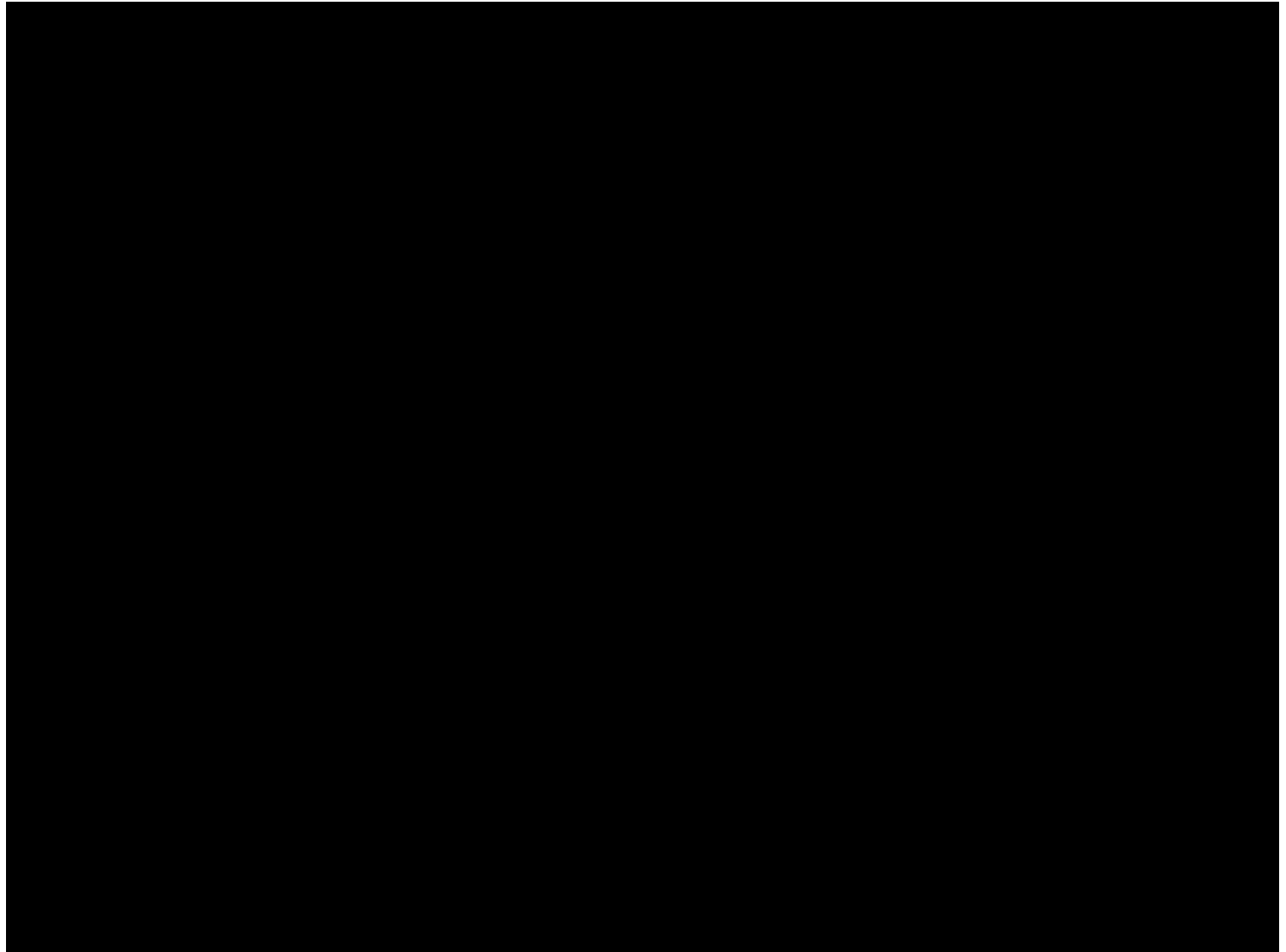
## Versuchsaufbau





# aktueller Stand

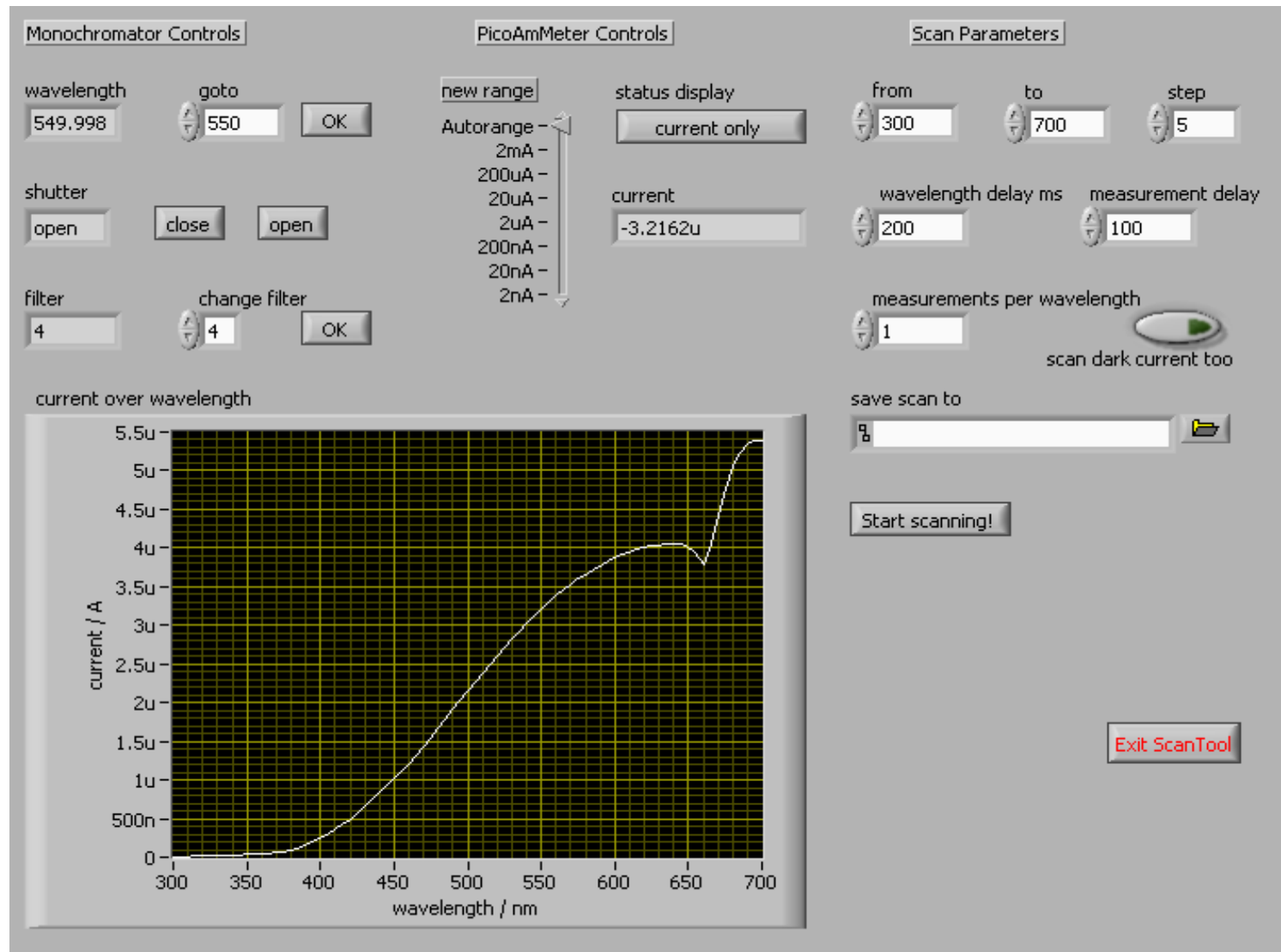
Kiste von innen  
(bei geschlossenem  
Deckel)





# aktueller Stand

Software





# Eichung der Meßdiode

- Meßdiode für Referenzmessung: Hamamatsu S6337
- Charakteristik zweier Photodioden unbekannten Typs (PhD1, PhD2) wurden im Vorfeld mit einer absolut geeichten Photodiode vom Typ S6337 gemessen
- Plan: Mit PhD1 und PhD2 unsere Meßdiode eichen
- PhD1, PhD2 und Meßdiode mit unserem Aufbau gemessen, Eichung für Meßdiode berechnet
- mehrere Messungen, Schwankung des Photostroms  $< 0,1\%$
- Dunkelstrom mindestens eine Größenordnung kleiner, Schwankung  $< 1\%$

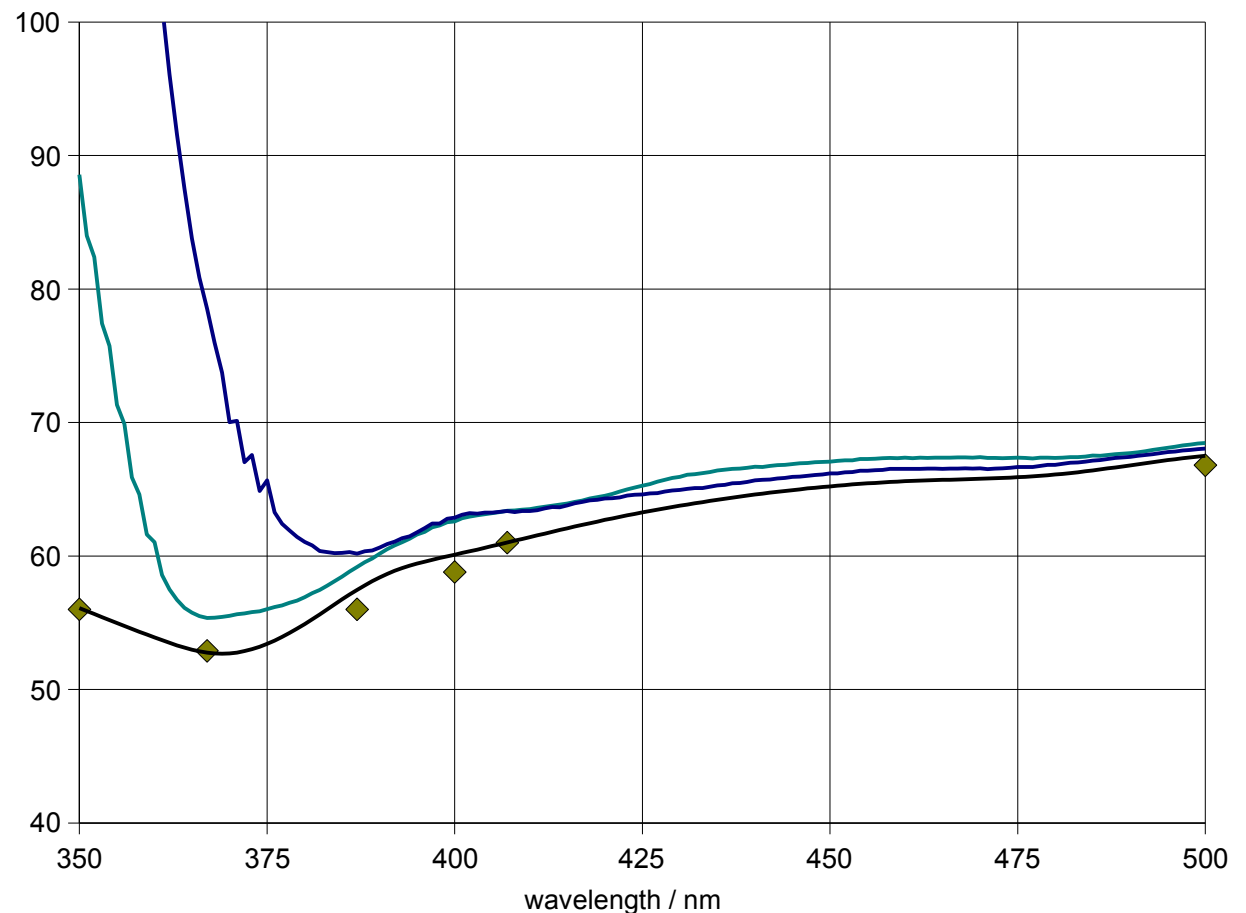




# Eichung der Meßdiode, Ergebnis

- Ergebnis: QE teilweise über 100% bei kurzen Wellenlängen

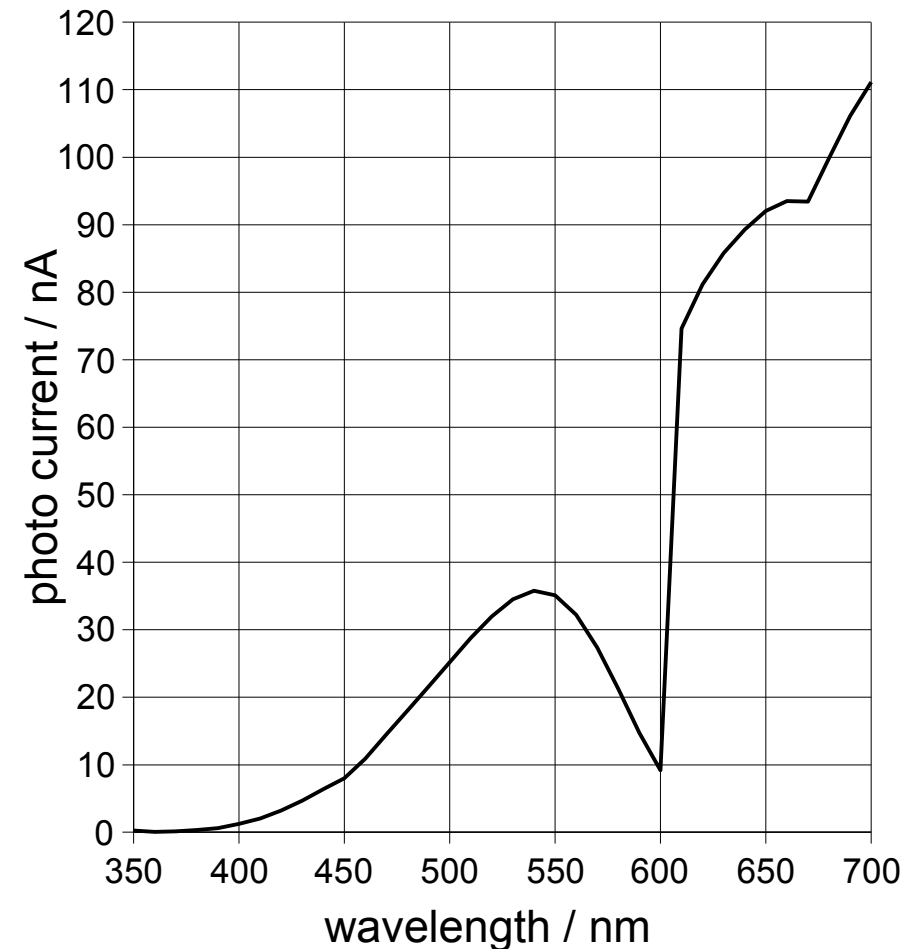
blau:  
Eichberechnung  
mit PhD1  
türkis:  
Eichberechnung  
mit PhD2  
schwarz:  
Erwartung  
gelb:  
Herstellerangabe  
für S6337





# Eichung der Meßdiode, Fehlerquellen

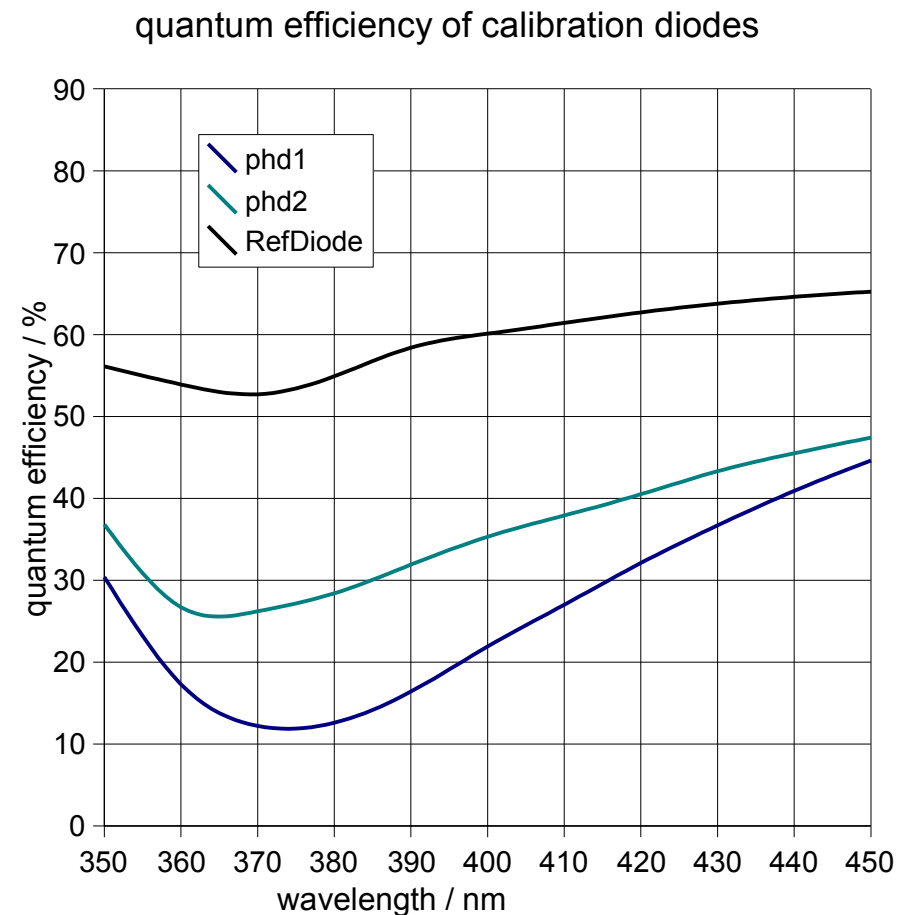
- Photostrom bei der gelieferten Eichung weist Sprungstellen auf (Wechsel der optischen Filter vor der Lichtquelle bei bestimmten Wellenlängen)
- Photostrom sehr gering ( $< 1$  nA) bei Wellenlängen  $< 400$  nm





# Eichung der Meßdiode, Fehlerquellen

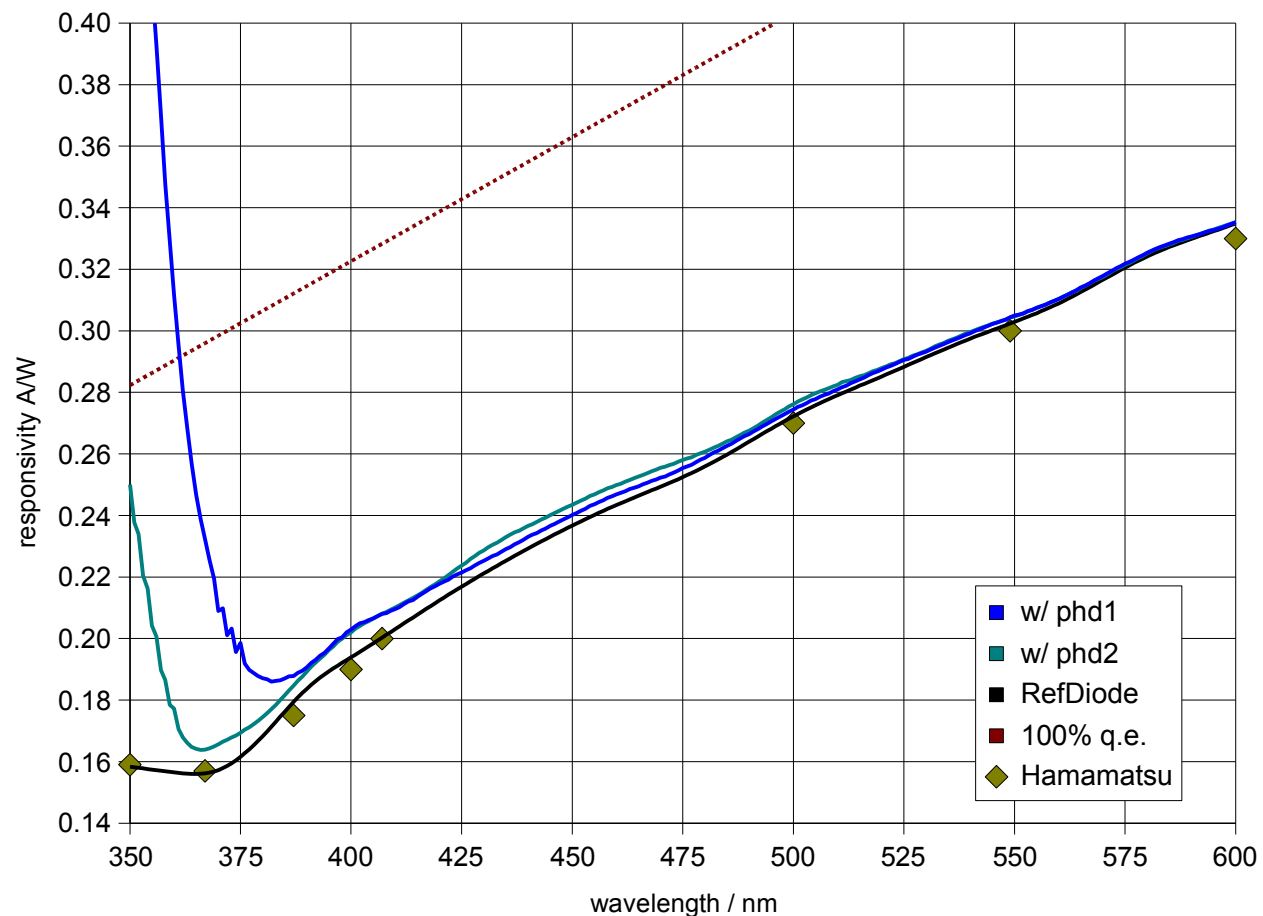
- betrachten QE von PhD1 und PhD2
- Anstieg der QE unterhalb 370 nm erscheint unrealistisch
- Annahme: Systematischer Fehler bei Eichmessung von PhD1 & 2 bei sehr kleinen Photoströmen
- über 400 nm gute Übereinstimmung der mit PhD1 & 2 berechneten Eichung mit Erwartung





# Eichung der Meßdiode, Ergebnis

- relative Abweichung der gemessenen Eichung von Erwartung:  
bei 400 nm < 5%  
bei 500 nm < 2%  
ab 600 nm < 1 %
- verwenden absolute Eichung der Referenzdiode als Eichkurve





# Entwicklung eines Teststands für Photomultiplier

## Zusammenfassung und Ausblick:

- Ziel der Diplomarbeit: Entwicklung eines Teststands zur wellenlängen- und einfallswinkelabhängigen Messung der Quanteneffizienz von Photomultiplier Tubes und Charakterisierung neuer, effizienterer Photokathoden
- erste Messungen mit Photodioden erfolgreich
- nächster Schritt: erste Messungen mit PMTs
- Herausforderung: Bewegliche Lichtquelle zur Messung der Winkelabhängigkeit entwickeln