

Unai Fischer Abaigar  
Betreuer: Markus Gabrysch, Michael Moll

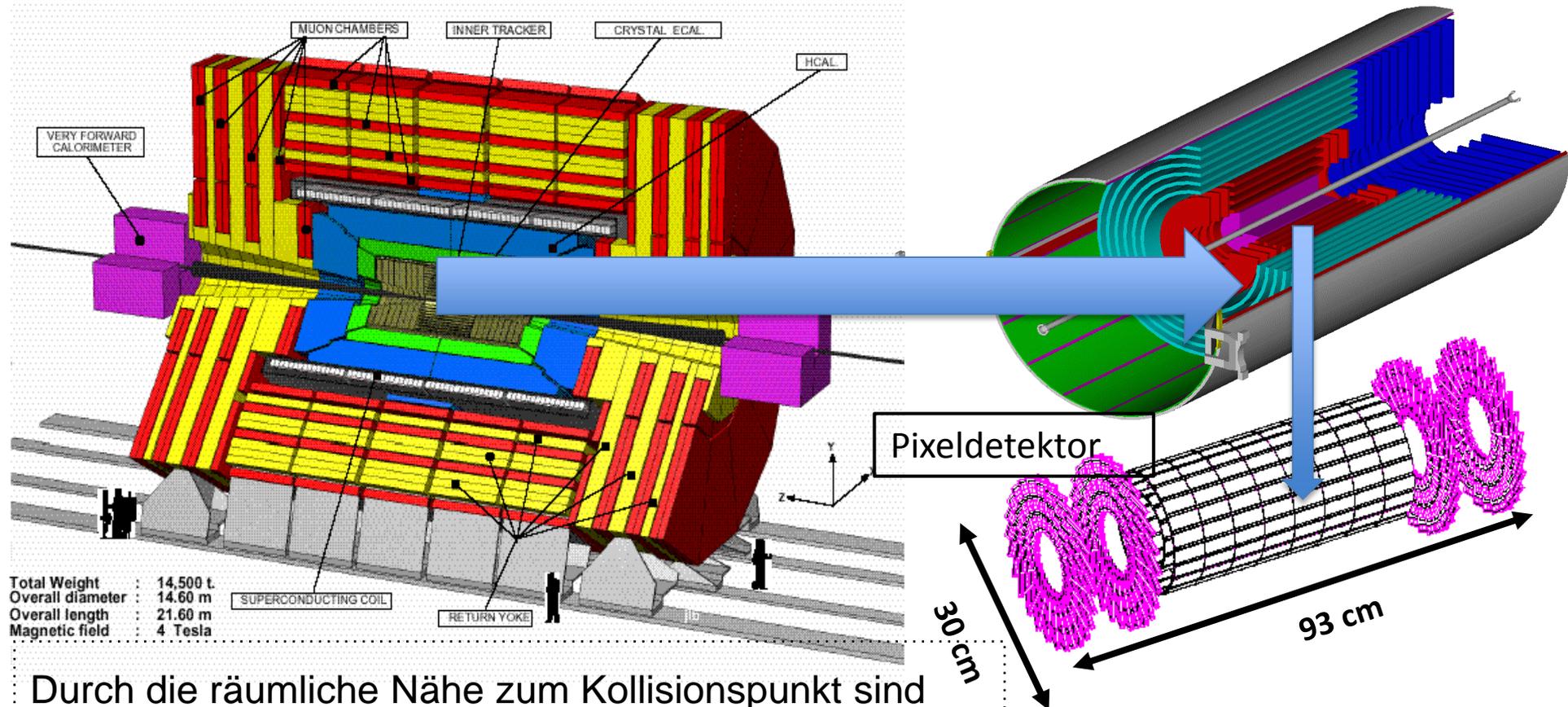
# Strahlenschäden bei Silizium-Halbleiterdetektoren

Projektwochen  
Netzwerk Teilchenwelt  
CERN  
7. - 19. Oktober 2012

# LHC : Beispiel CMS

CMS

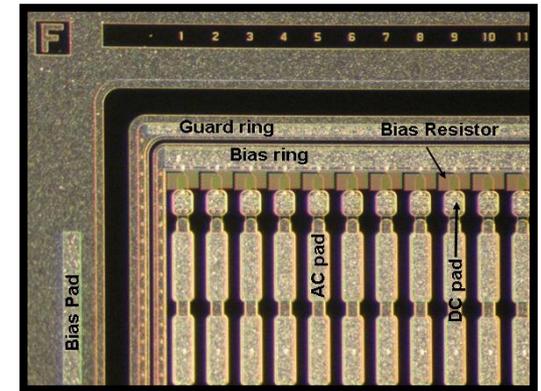
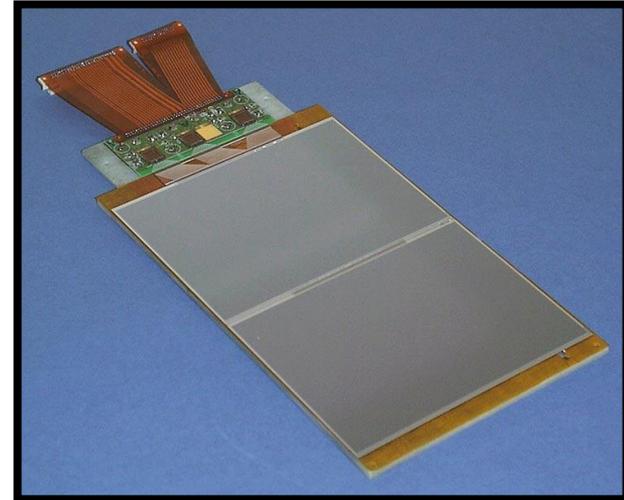
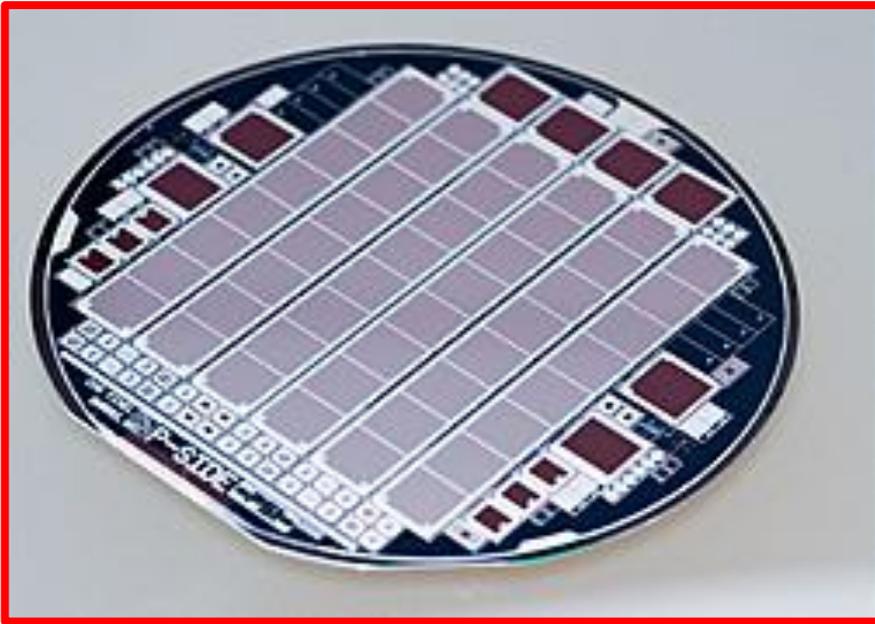
Innerer Detektor



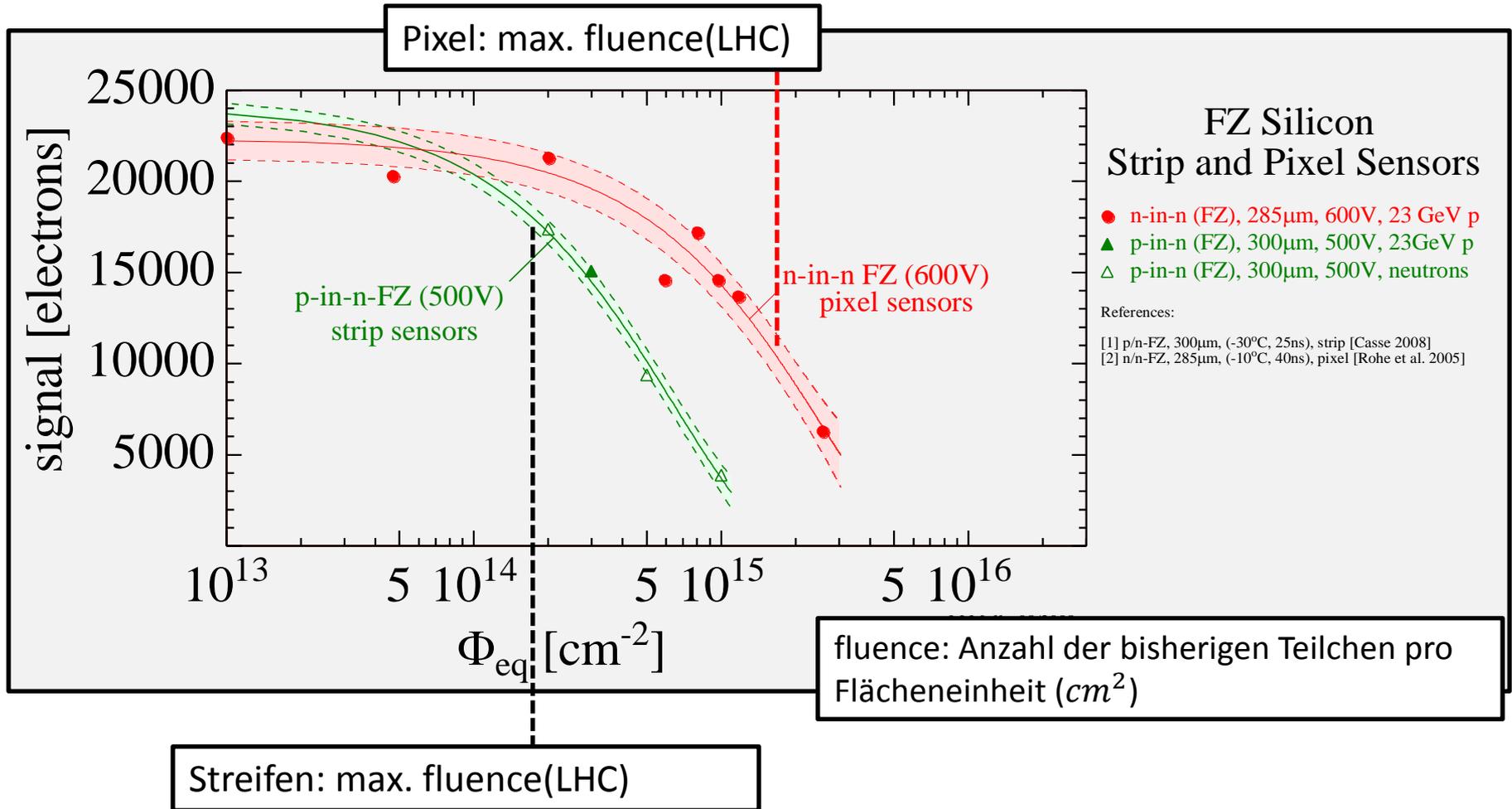
Total Weight : 14,500 t.  
Overall diameter : 14.60 m  
Overall length : 21.60 m  
Magnetic field : 4 Tesla

Durch die räumliche Nähe zum Kollisionspunkt sind die Detektoren starker Strahlung ausgesetzt.

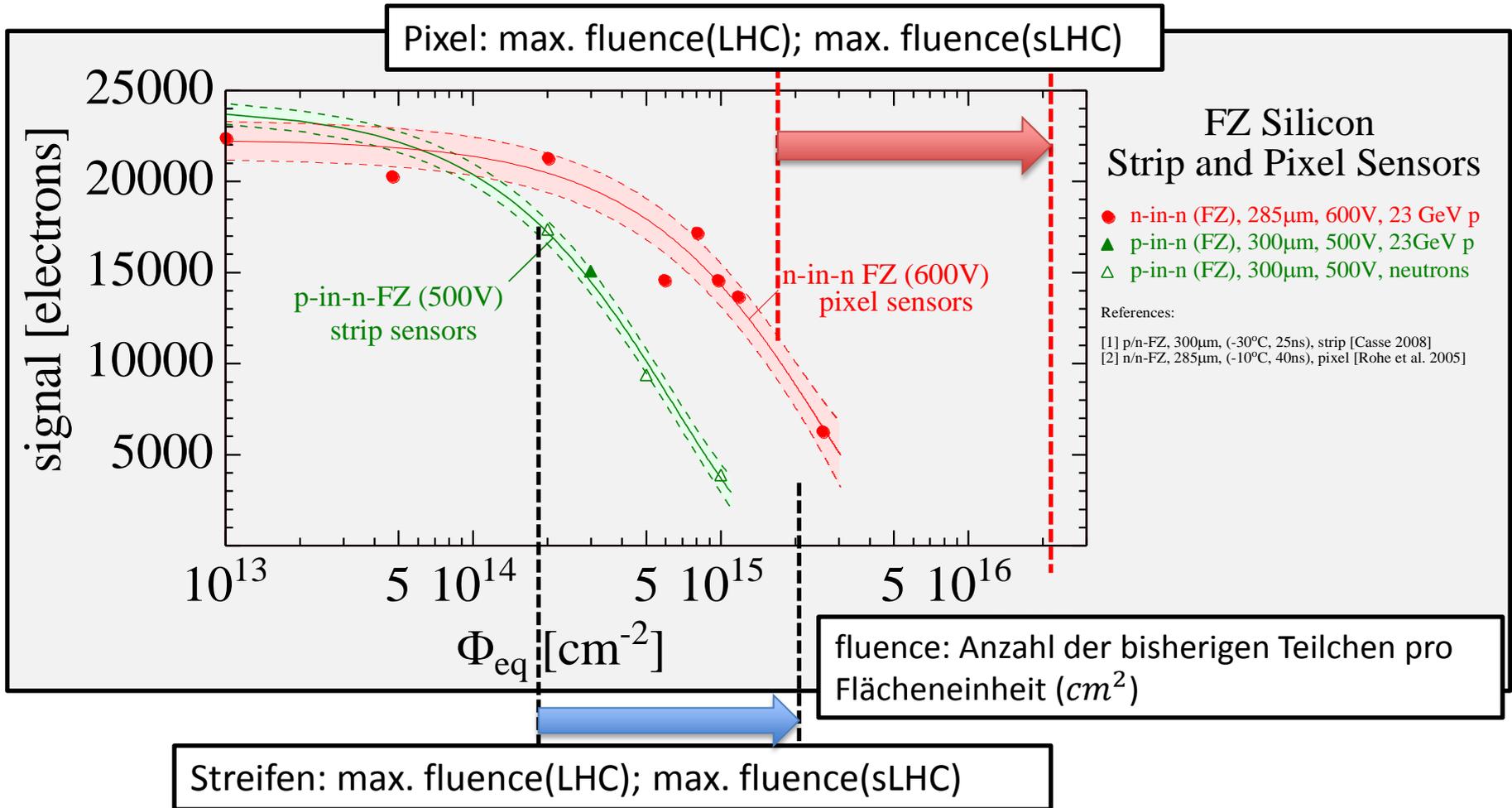
# Pixel und Streifen



# Verschlechterung des Detektorsignals

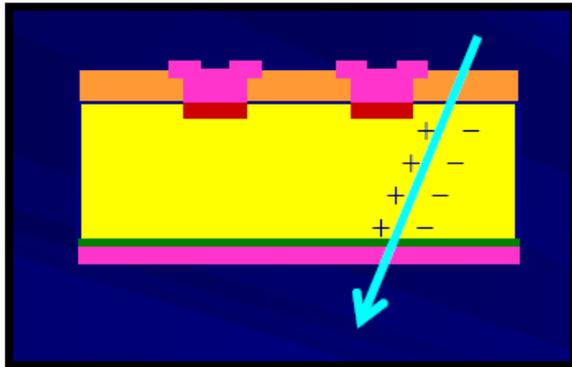


# Verschlechterung des Detektorsignals: Luminositätsupgrade

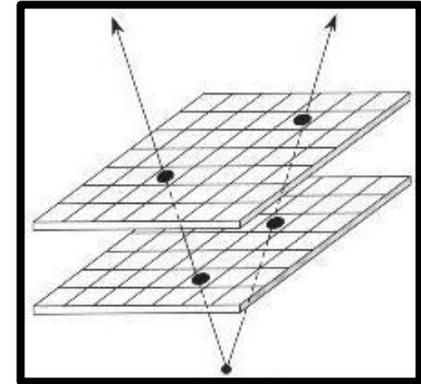


# Funktionsprinzip Halbleiterdetektor

Ziel ist es, mit möglichst genauer Auflösung Teilchenbahnen zu messen.

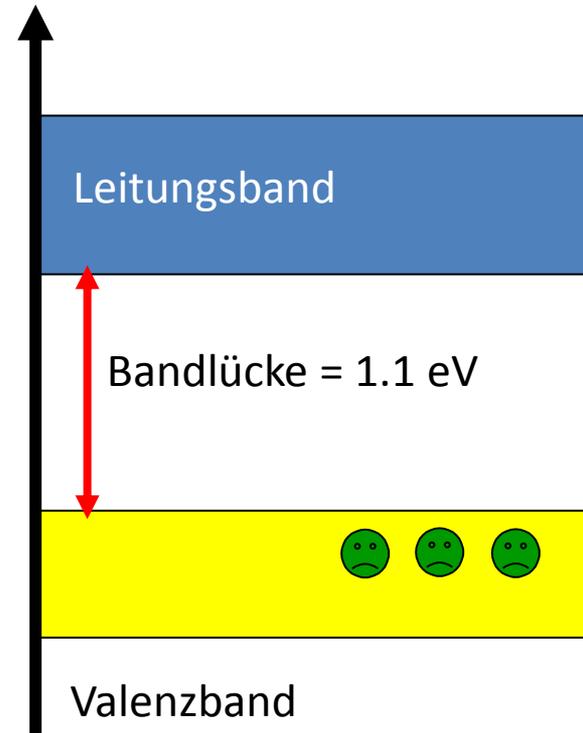
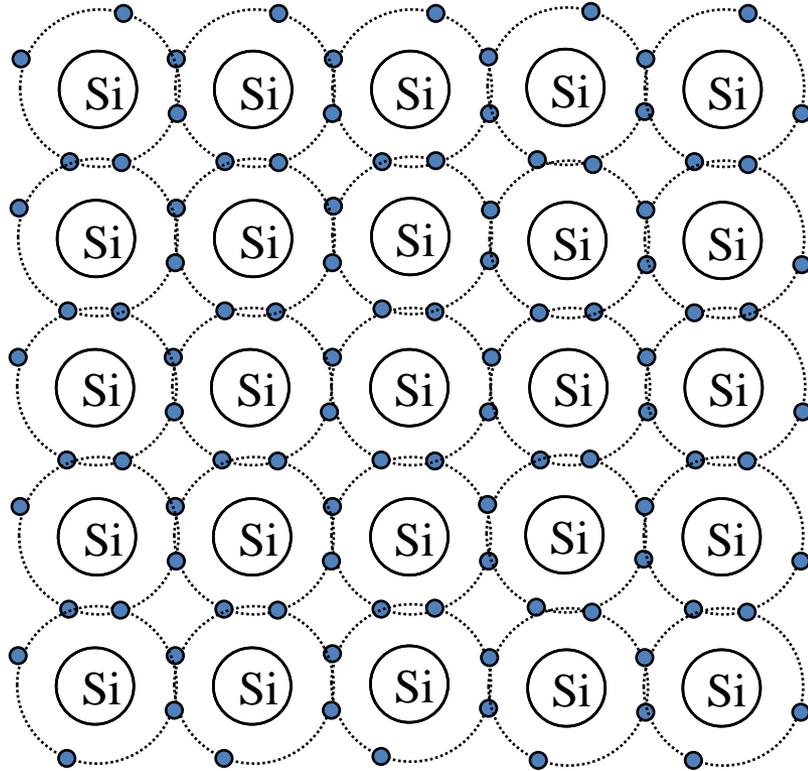


Ionisierende Strahlung erzeugt im Detektor Elektronen-Loch Paare, die wandern und einen Strom induzieren.

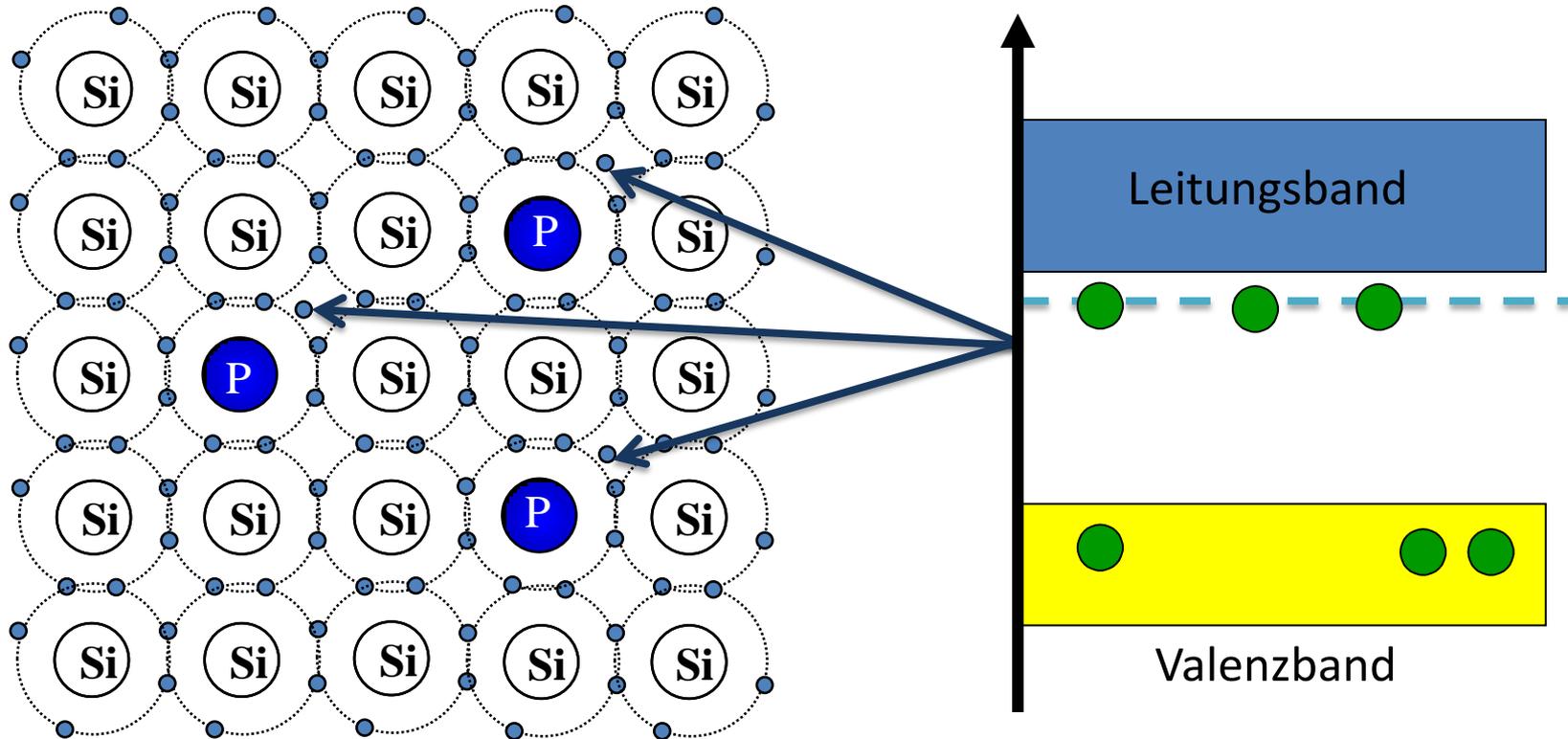


Grundsätzlich ist ein solcher Detektor nichts anderes als eine Diode in Sperrrichtung.

# Dotierung

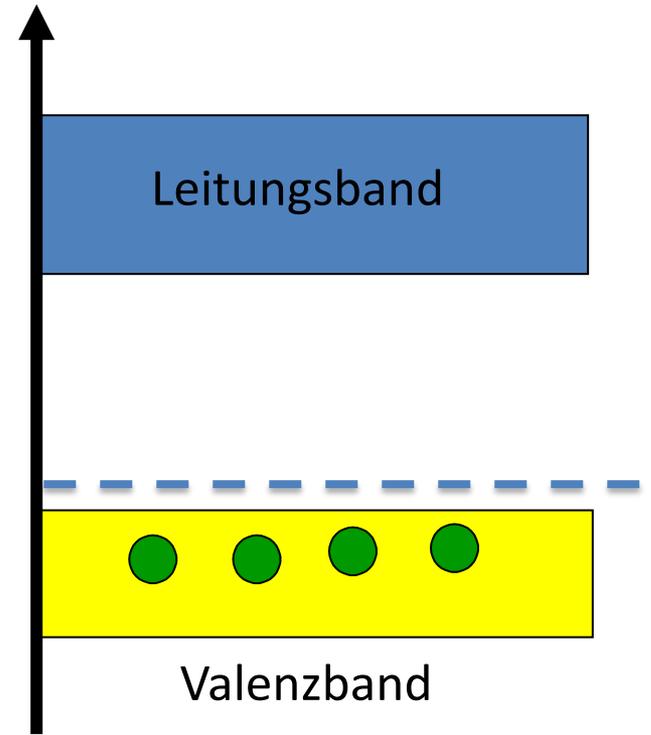
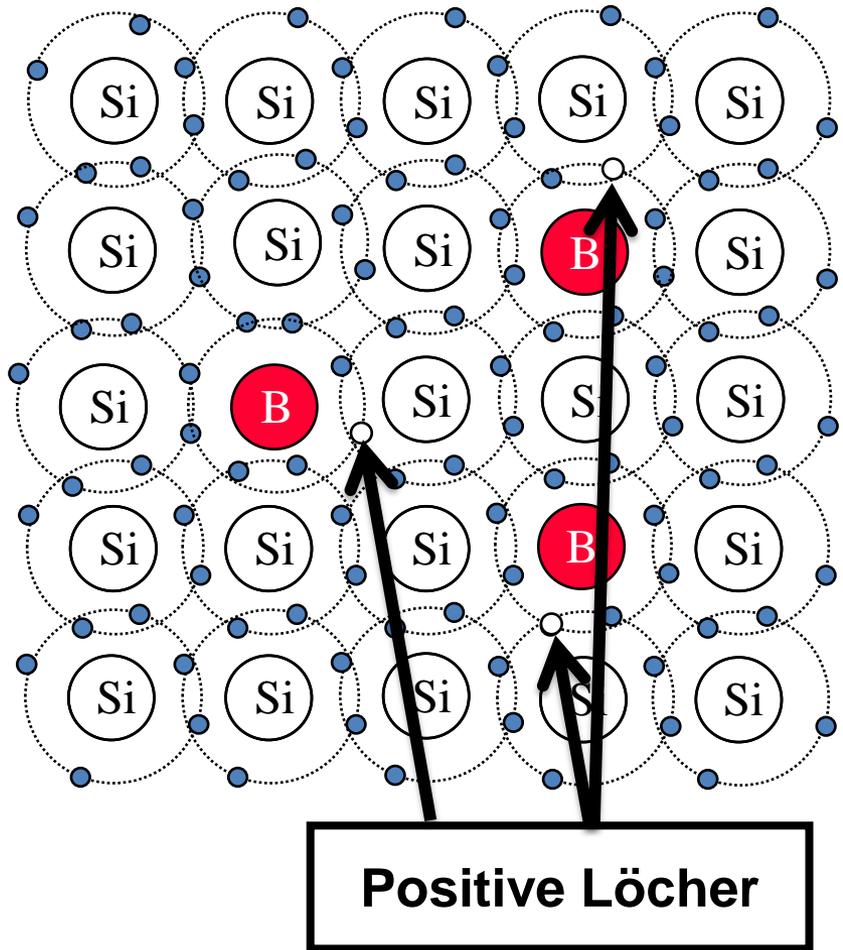


## n-Dotierung

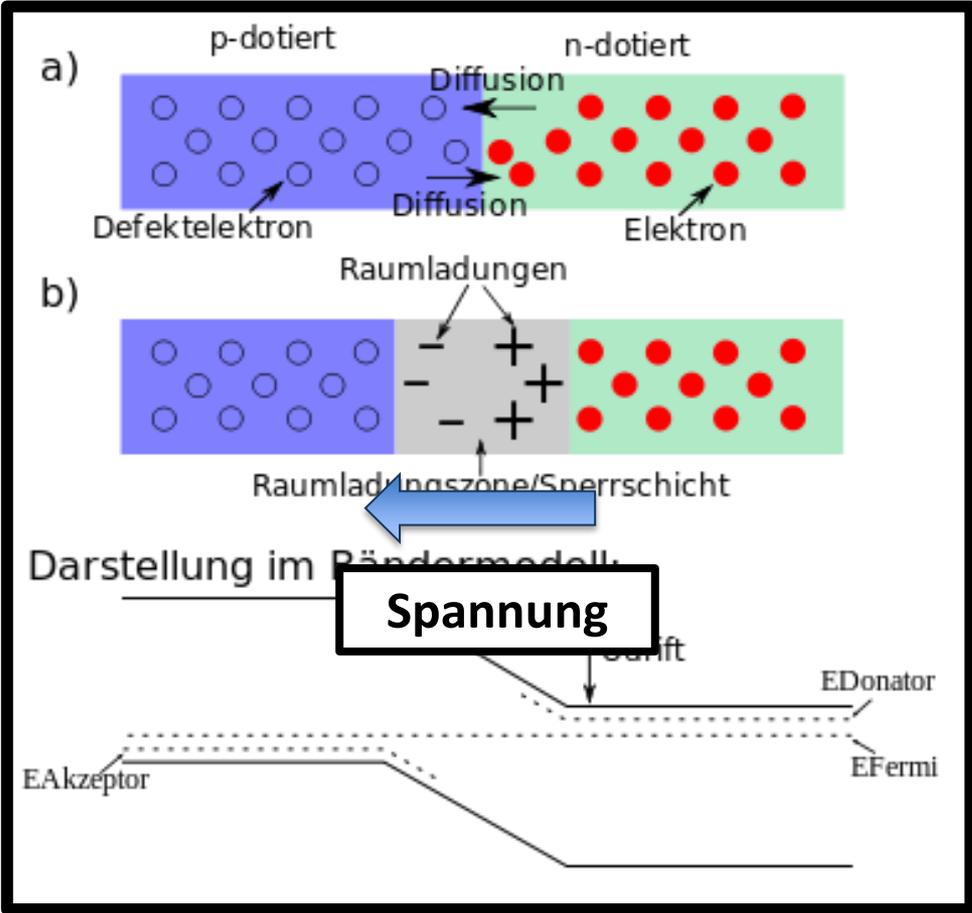


Durch die Verunreinigung des Siliziums, wird ein Zwischenniveau in der Bandlücke eingefügt. Es wird wahrscheinlicher, dass ein Elektron auf das Leitungsband kommt.

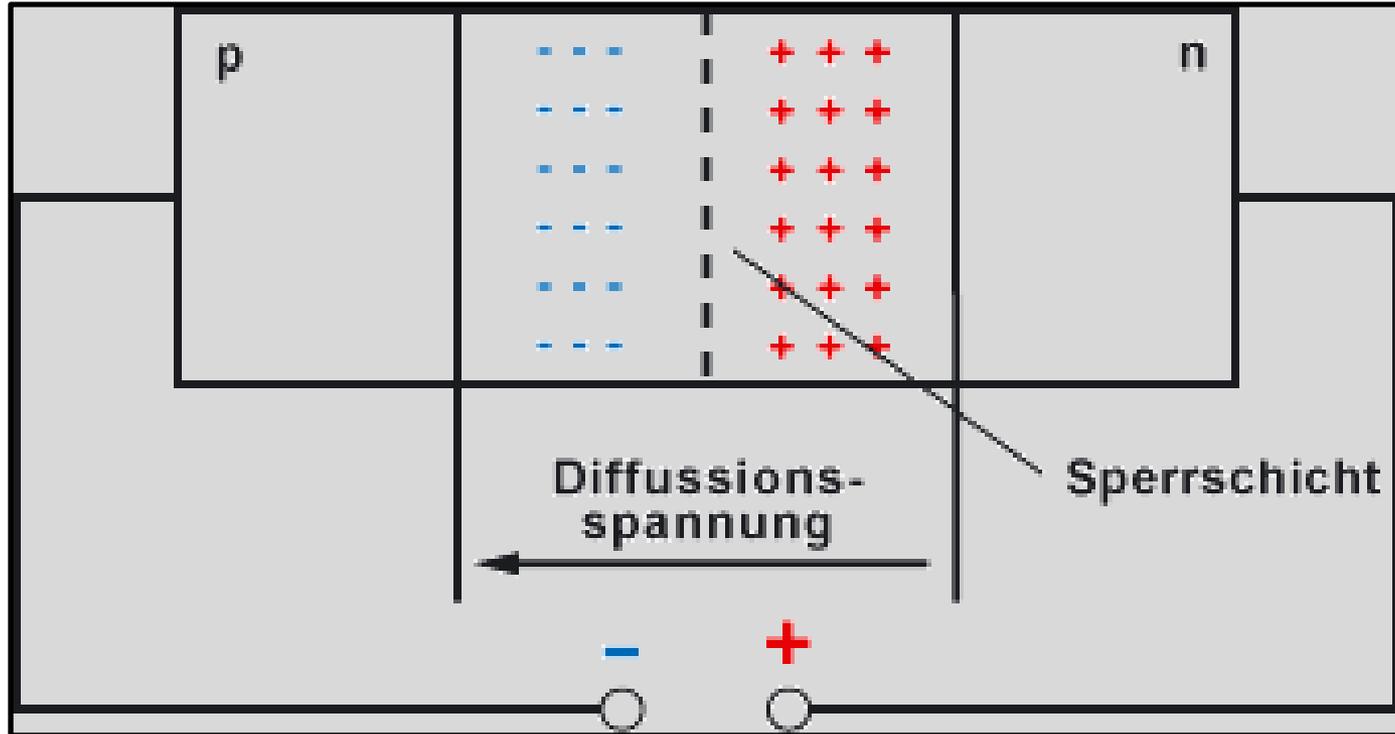
# p-Dotierung



# pn-Übergang



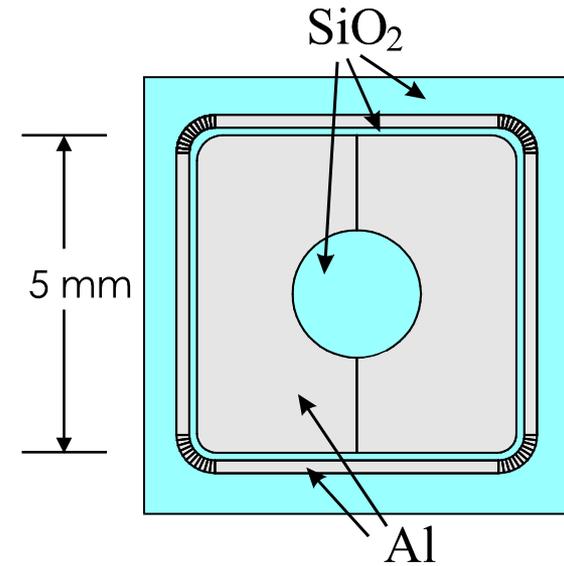
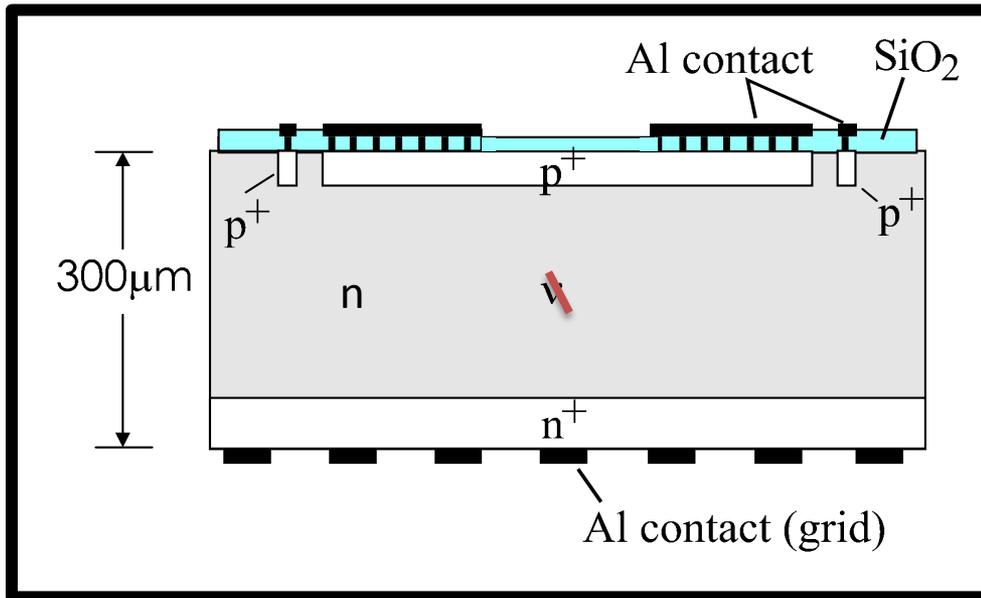
## pn-Übergang (mit Spannung)



Durch Anlegen einer Spannung, lässt sich die Verarmungszone vergrößern. Die Spannung die benötigt wird, um den ganzen Detektor zu verarmen, heisst „Depletion Voltage“.

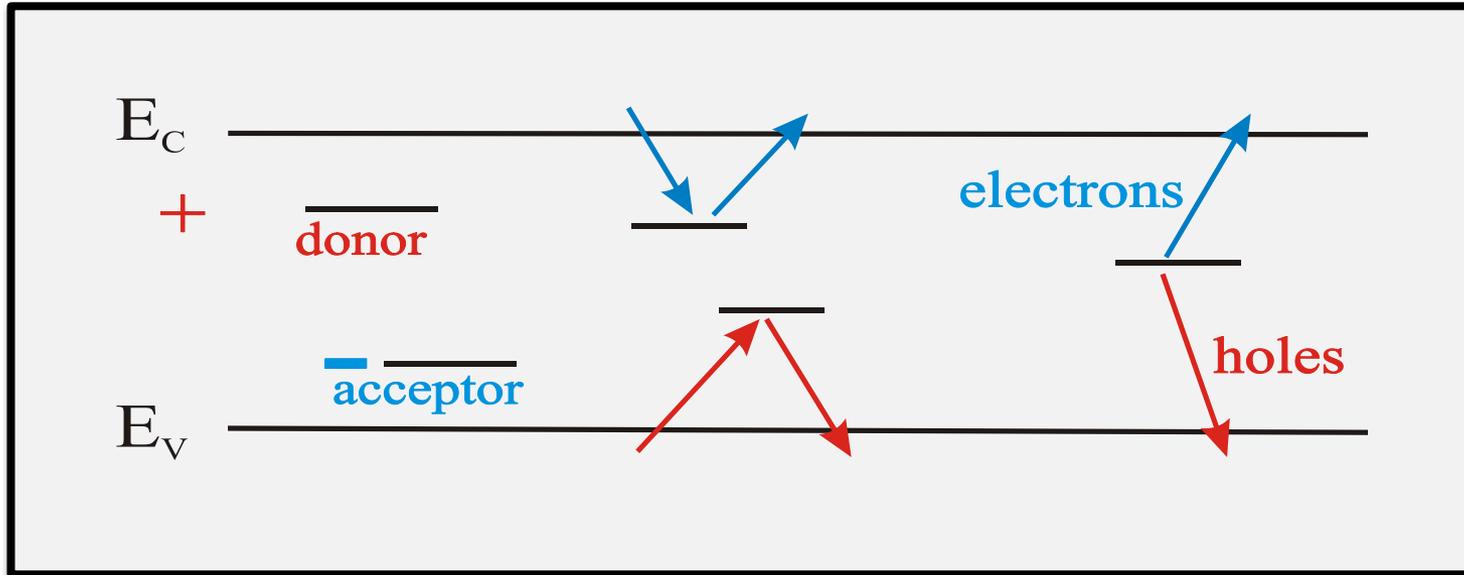
$$V_{dep} = \frac{q_0}{2\epsilon\epsilon_0} \cdot |N_{eff}| \cdot d^2$$

# Test-Detektoren



Diese Detektoren dienen nur zum Testen, sie werden nicht verbaut.

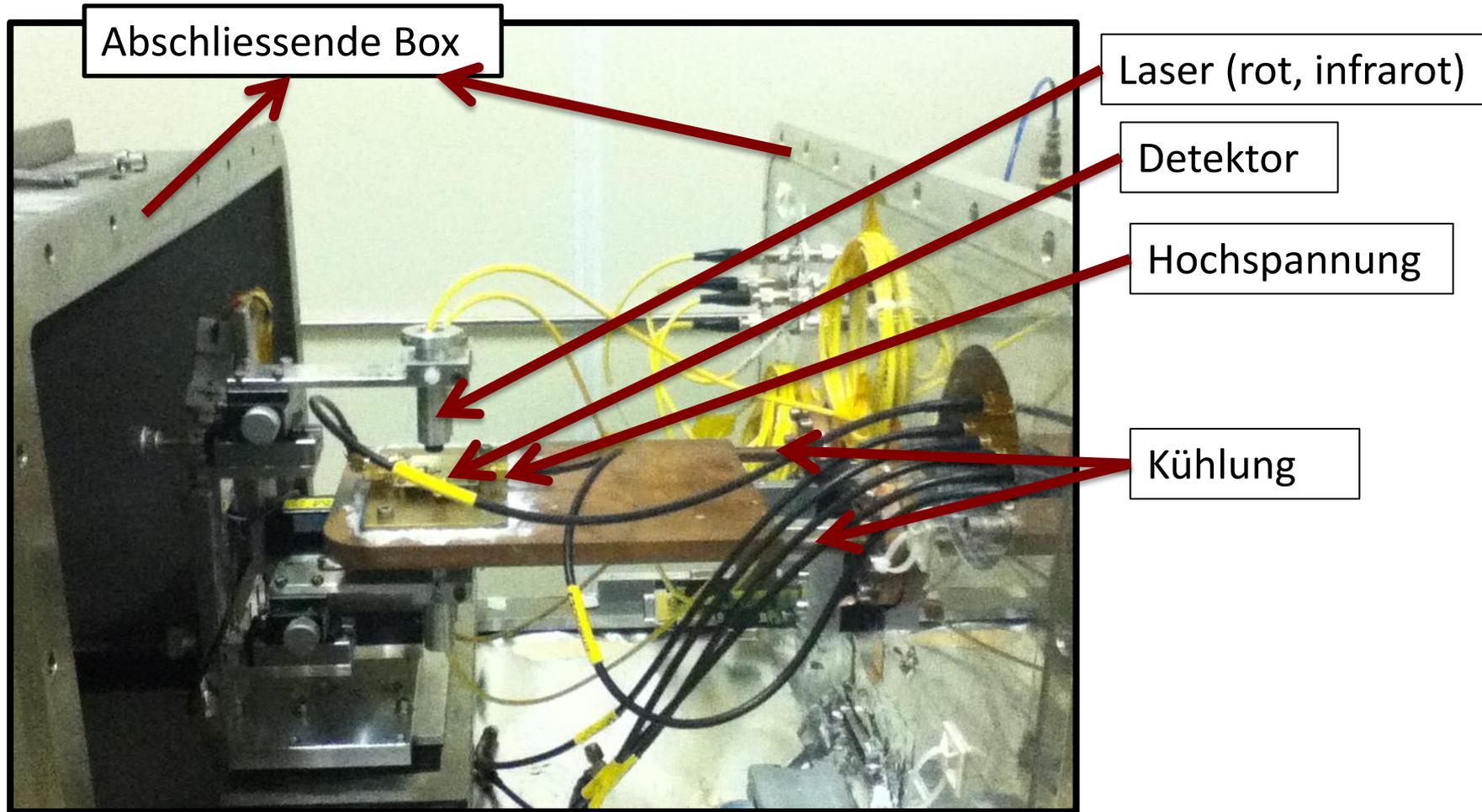
# Strahlenbelastung: „charge trapping“



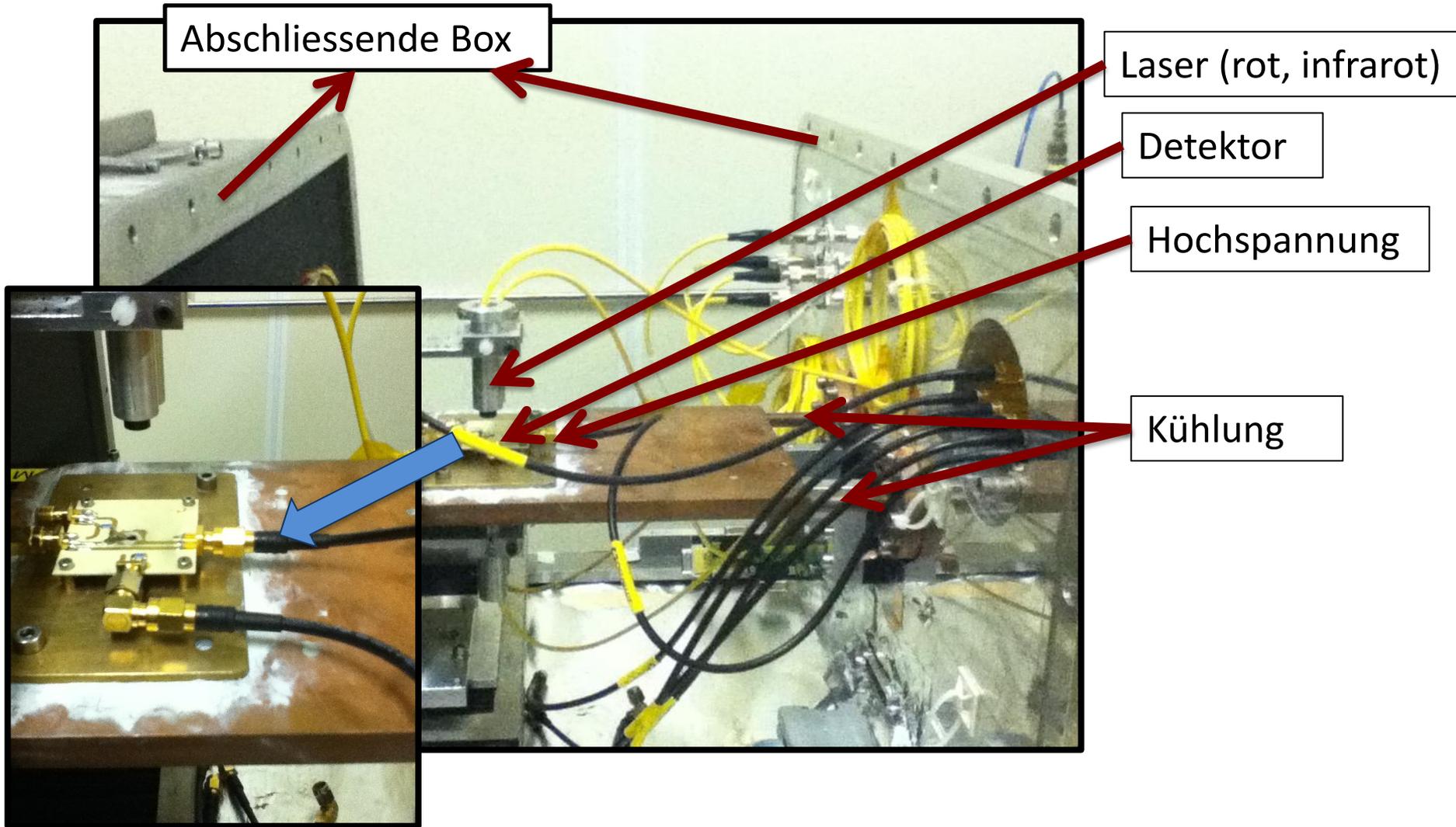
Beim Wandern durch den Detektor, werden manche Ladungsträger in Störstellen eingefangen. Nach einiger Zeit werden diese wieder freigegeben („detrapping“).

Alle 25ns wird die Ladung ausgelesen -> detrapping braucht länger.

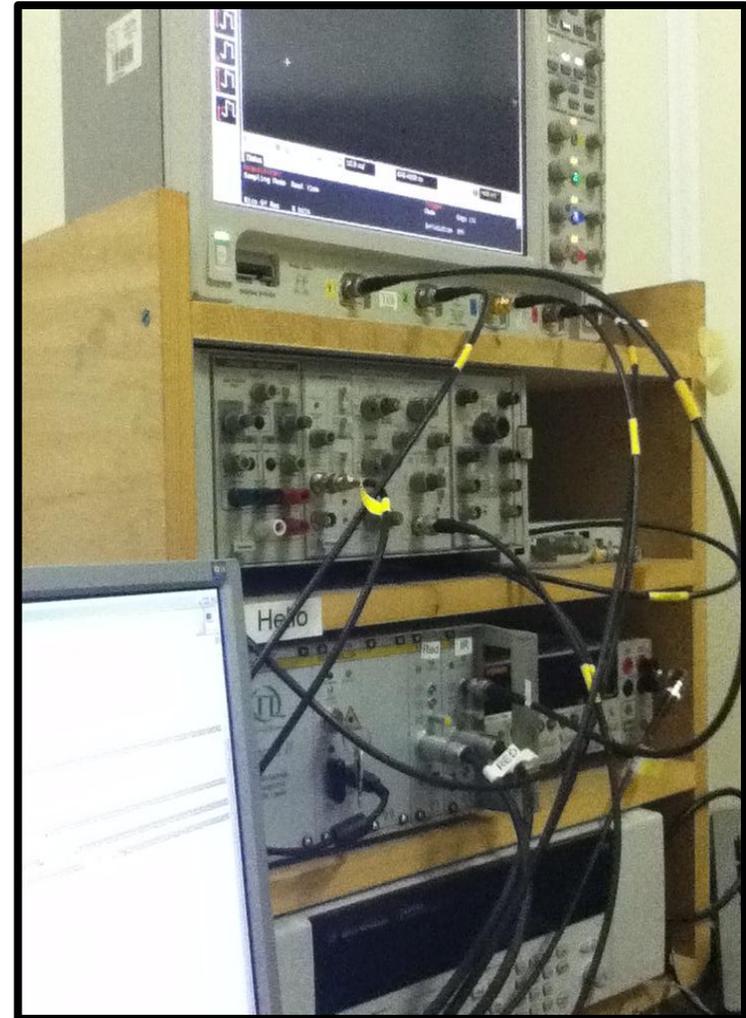
# Aufbau



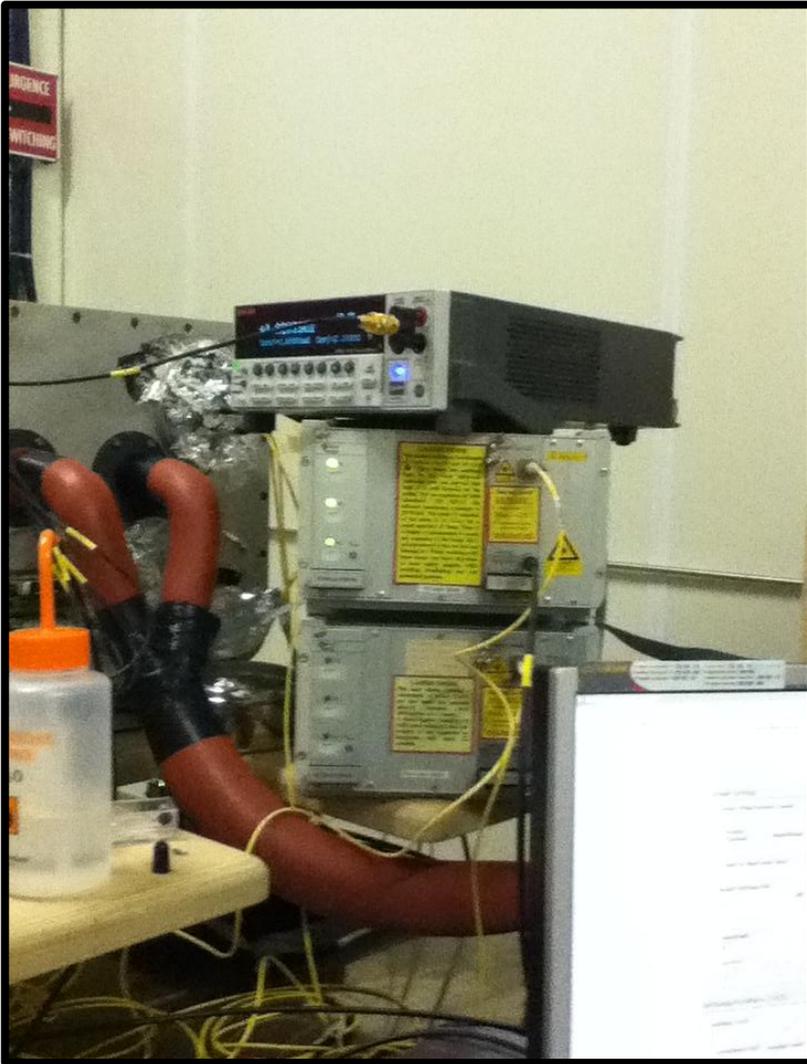
# Aufbau



# Aufbau

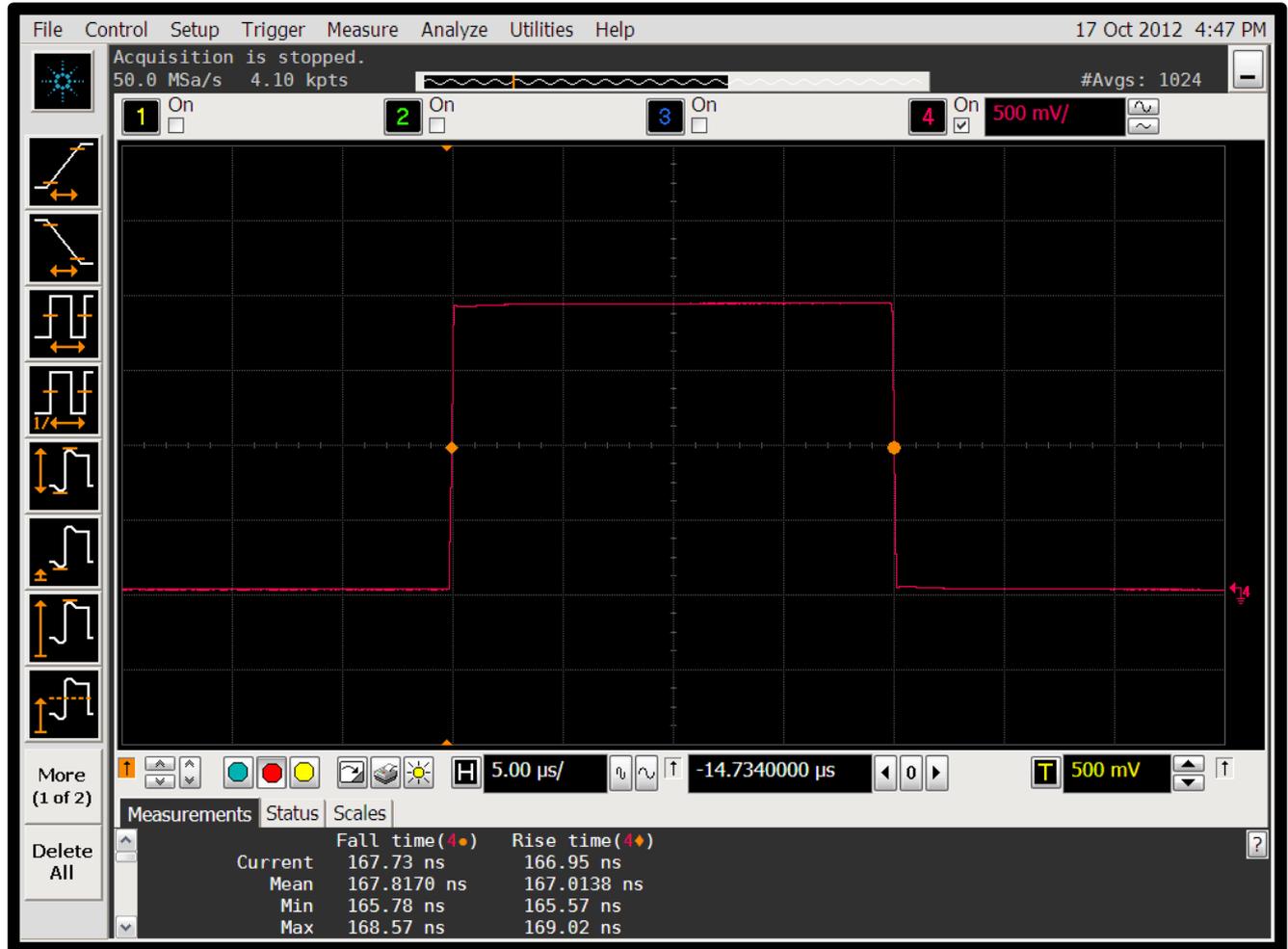


# Aufbau



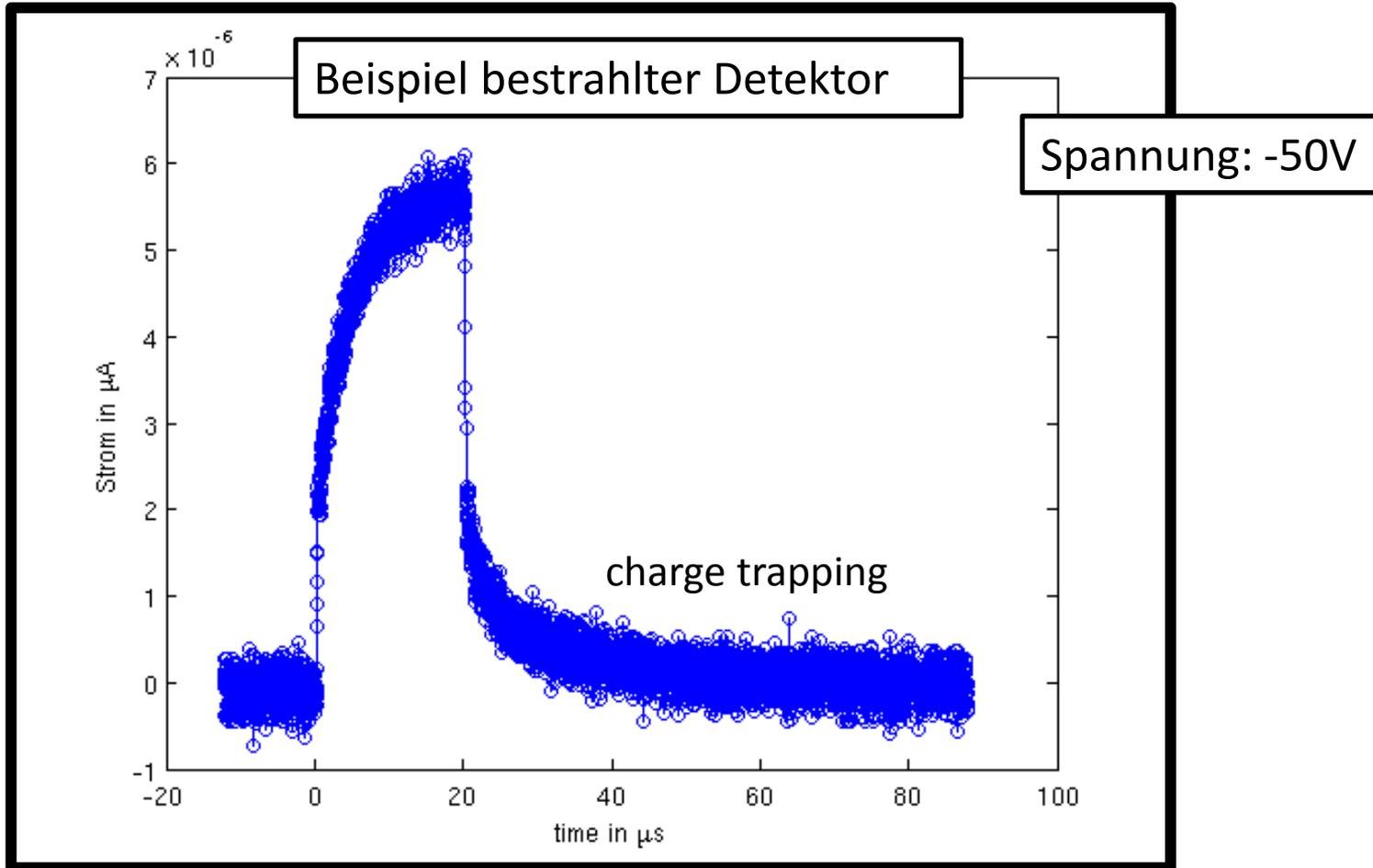
# Infrarot Messung

Trigger für Laser  
(Oszilloskop)



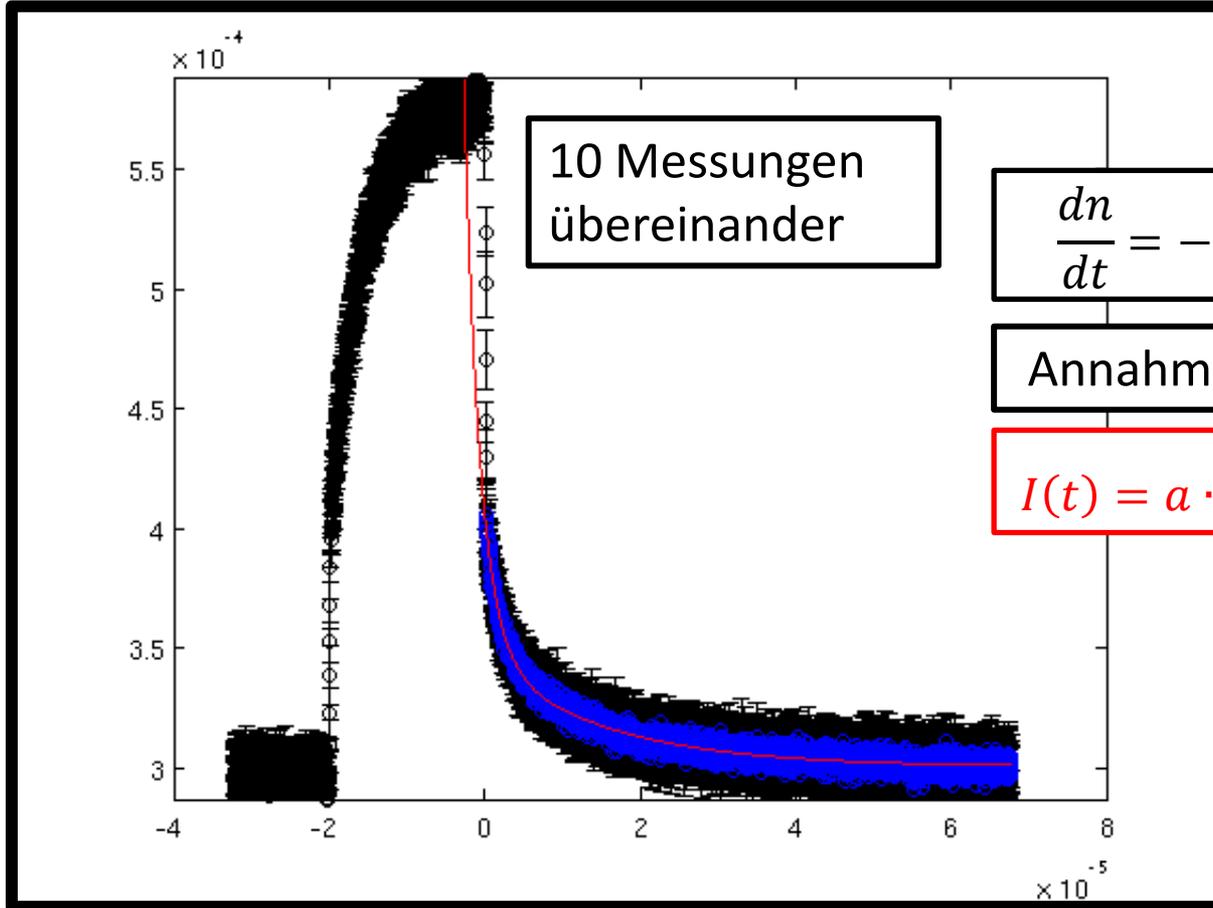


# Messung mit Infrarotlaser



Bei der Messung wurden Temperatur, angelegte Spannung und Dauer des Laserpuls variiert.

# Fitten mit „Matlab“



Versuch eine Funktion für die Beschreibung des ‚detrapping‘ zu finden. (Unter Annahme eines exponentiellen Abfalls).

# Fazit...

---