

# In situ Spannungsmessungen bei der Ionenimplantation in GaN-Dünnschichten

Stefan Sienz

# 1. Eigenschaften von GaN

- direkter HL
- große Bandlücke 3,4 eV (364nm)
- blaue und weiße LEDs
- blaue Laserdiode
- UV-Detektoren
- HEMT (high electron mobility transistor)
- Bragg-Spiegel AlN/GaN

## 2. Ionenimplantation

Methode zur Dotierung:

p-Dotierung: Mg, Ca  
n-Dotierung: Si

Energie

Mg: 90 keV  
Si: 100 keV  
Ca: 180 keV

Dosis

$0 - 7,5 \cdot 10^{15} \text{cm}^{-2}$

Problem:

Defekterzeugung

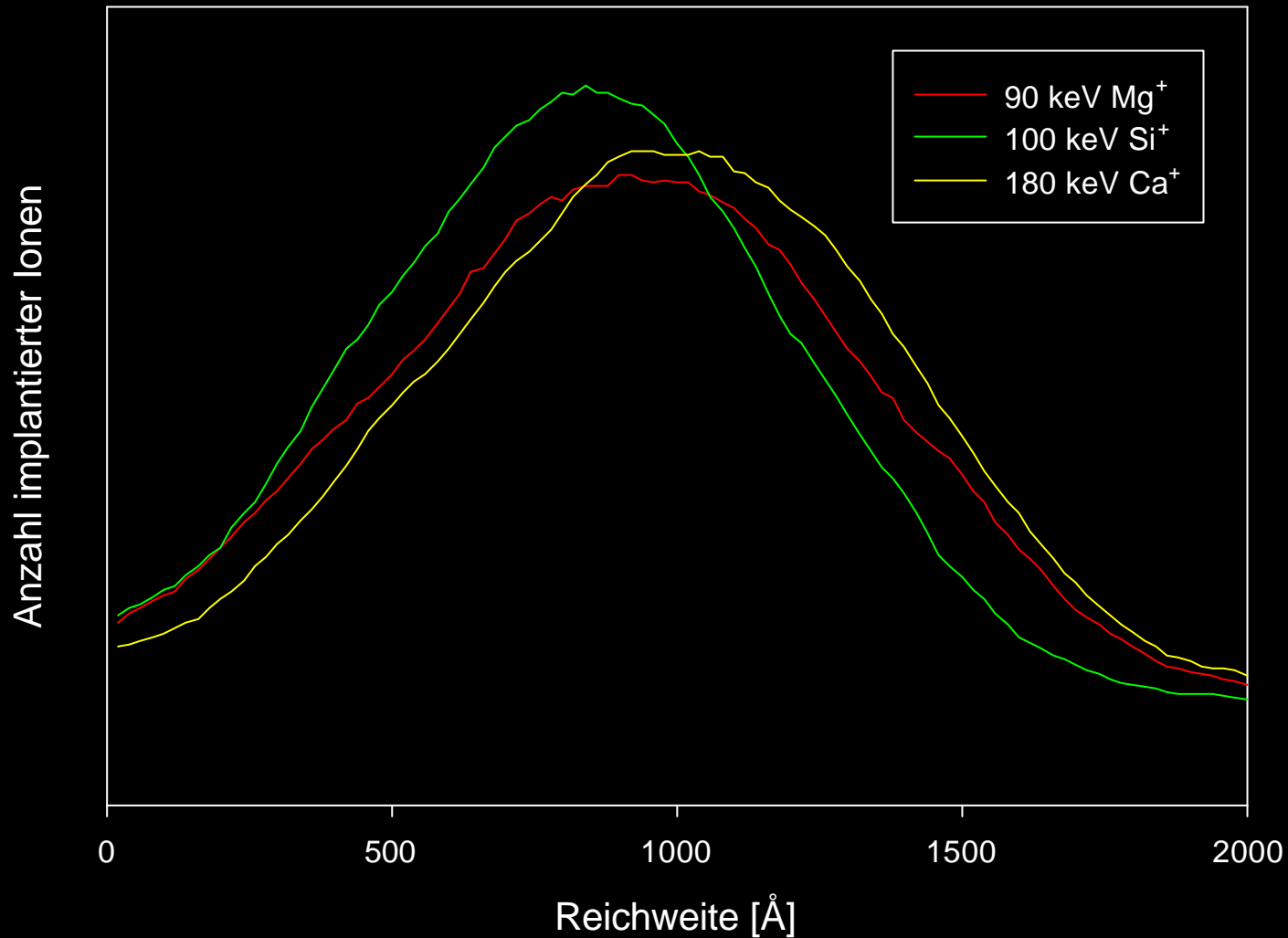


Spannung

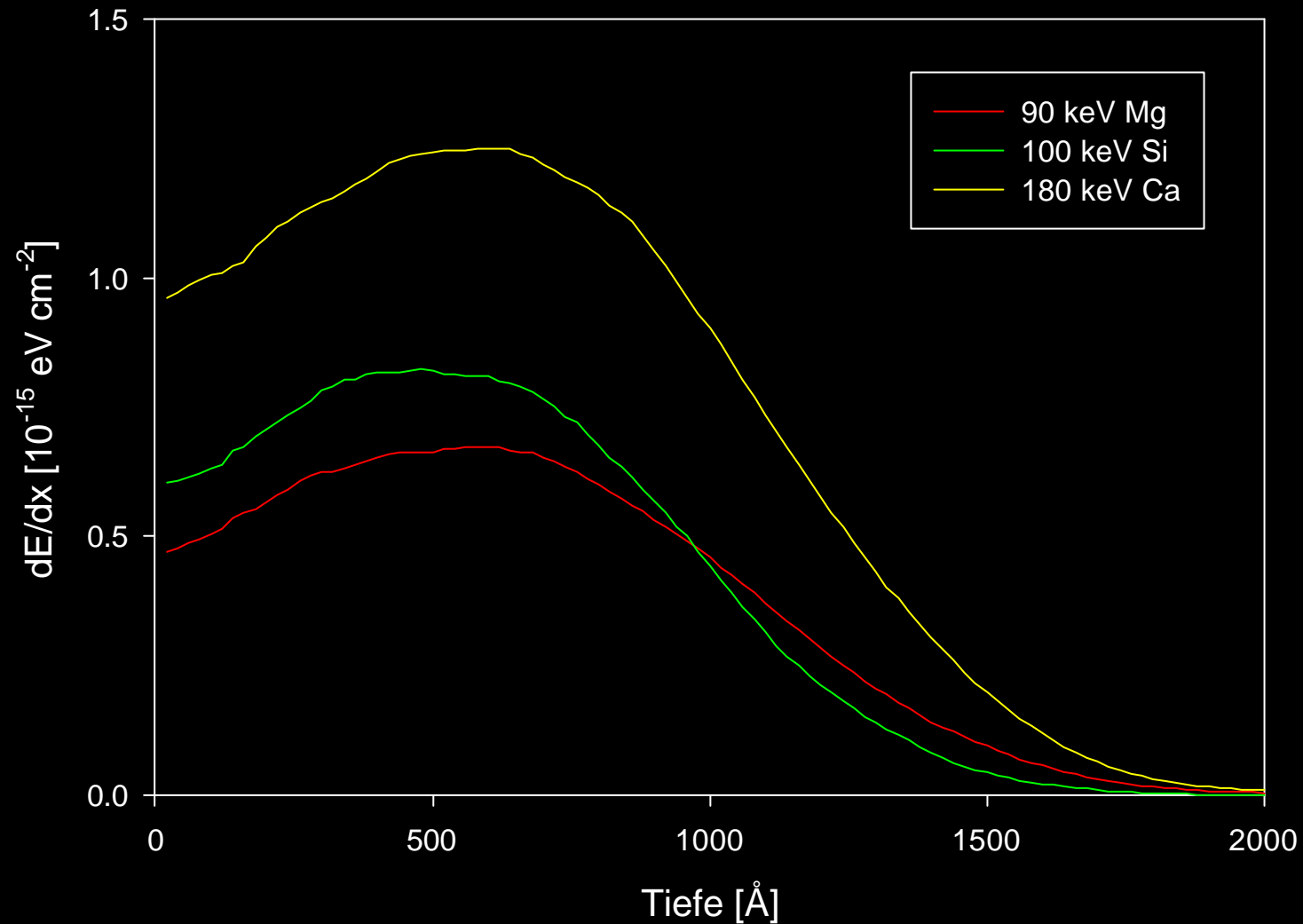


Amorphisierung

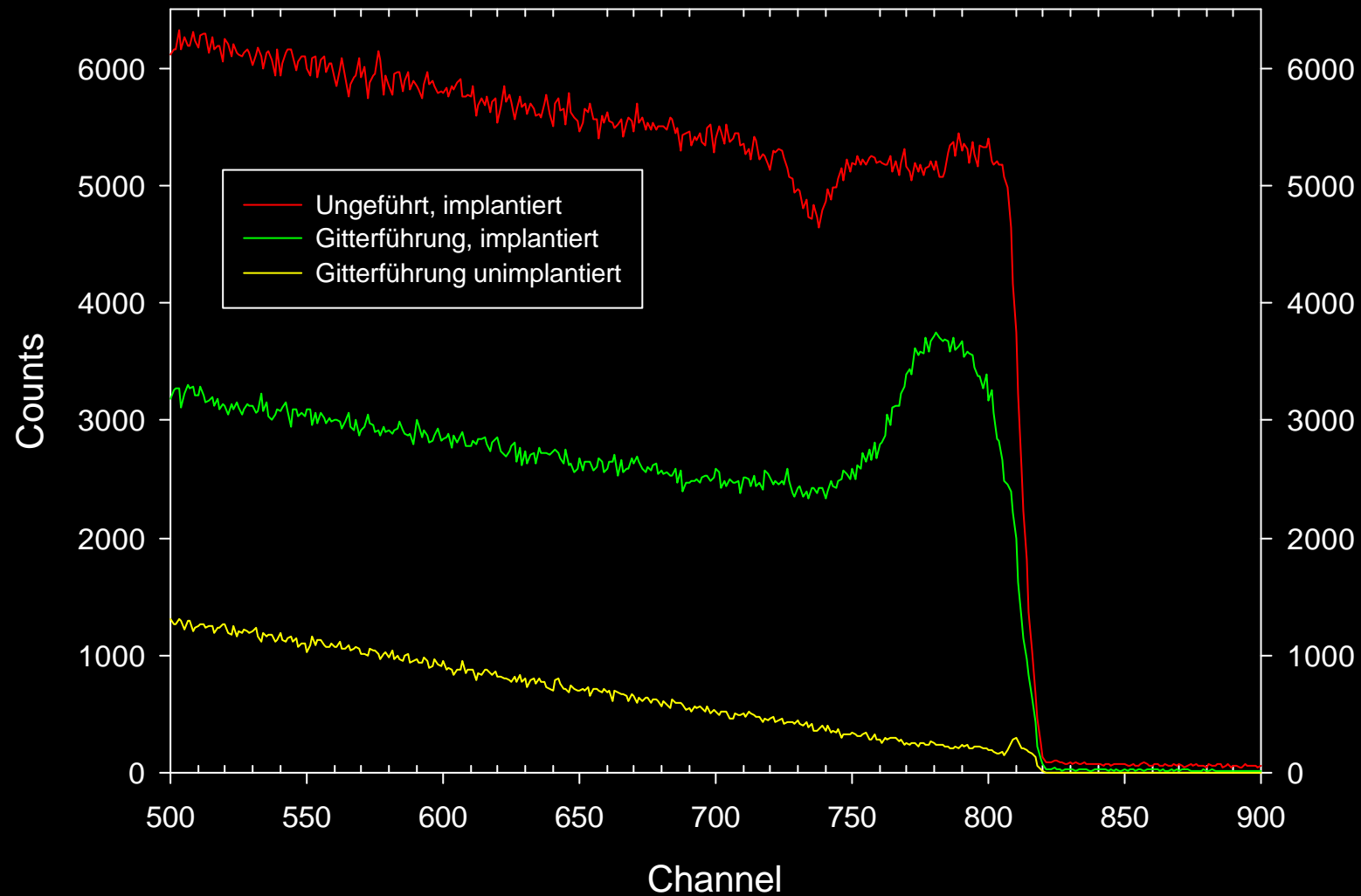
### 3. Implantationsprofile (TRIM)



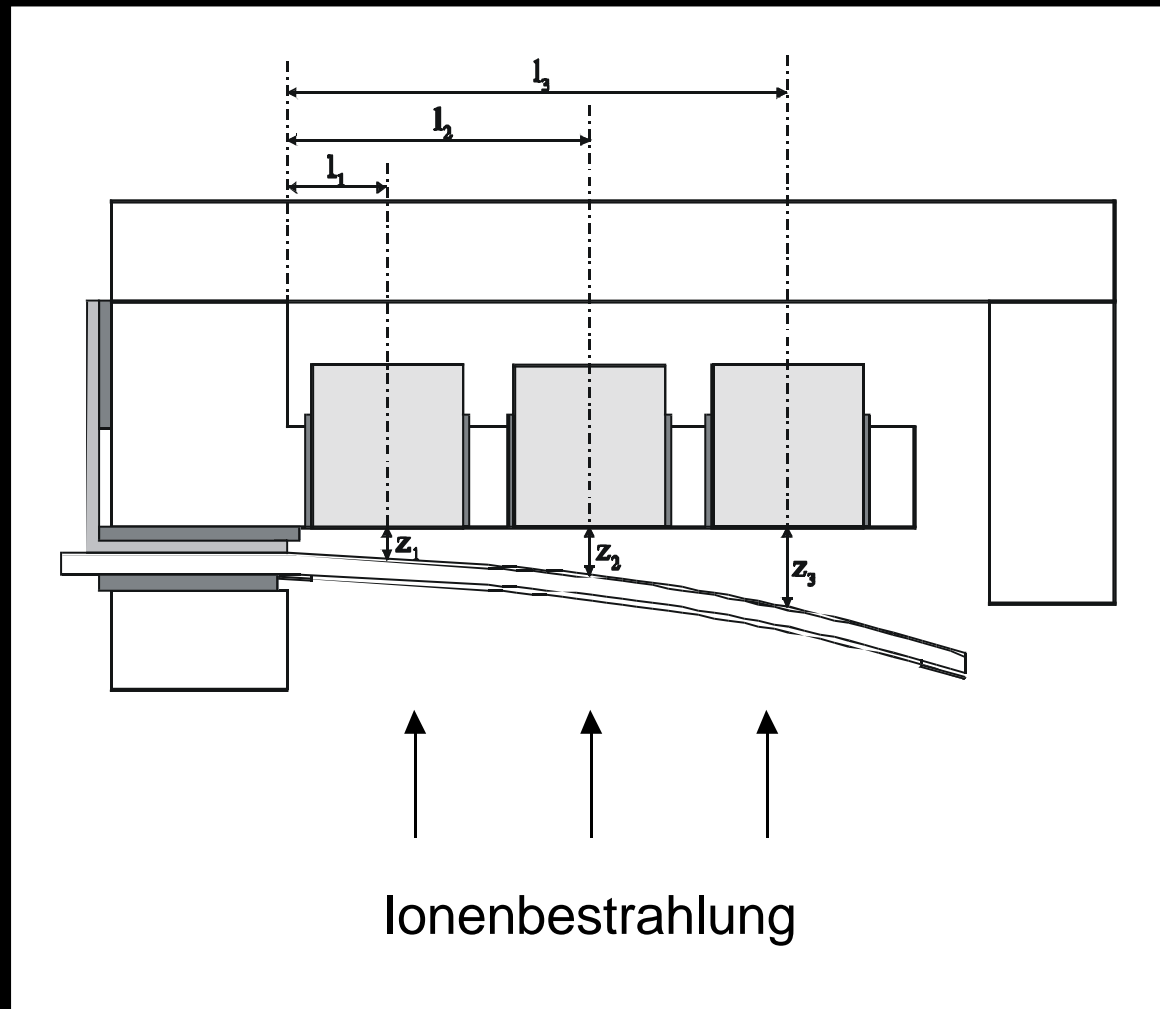
## 4. Schädigungsprofile (TRIM)



# 5. Schädigung des Gitters (RBS)



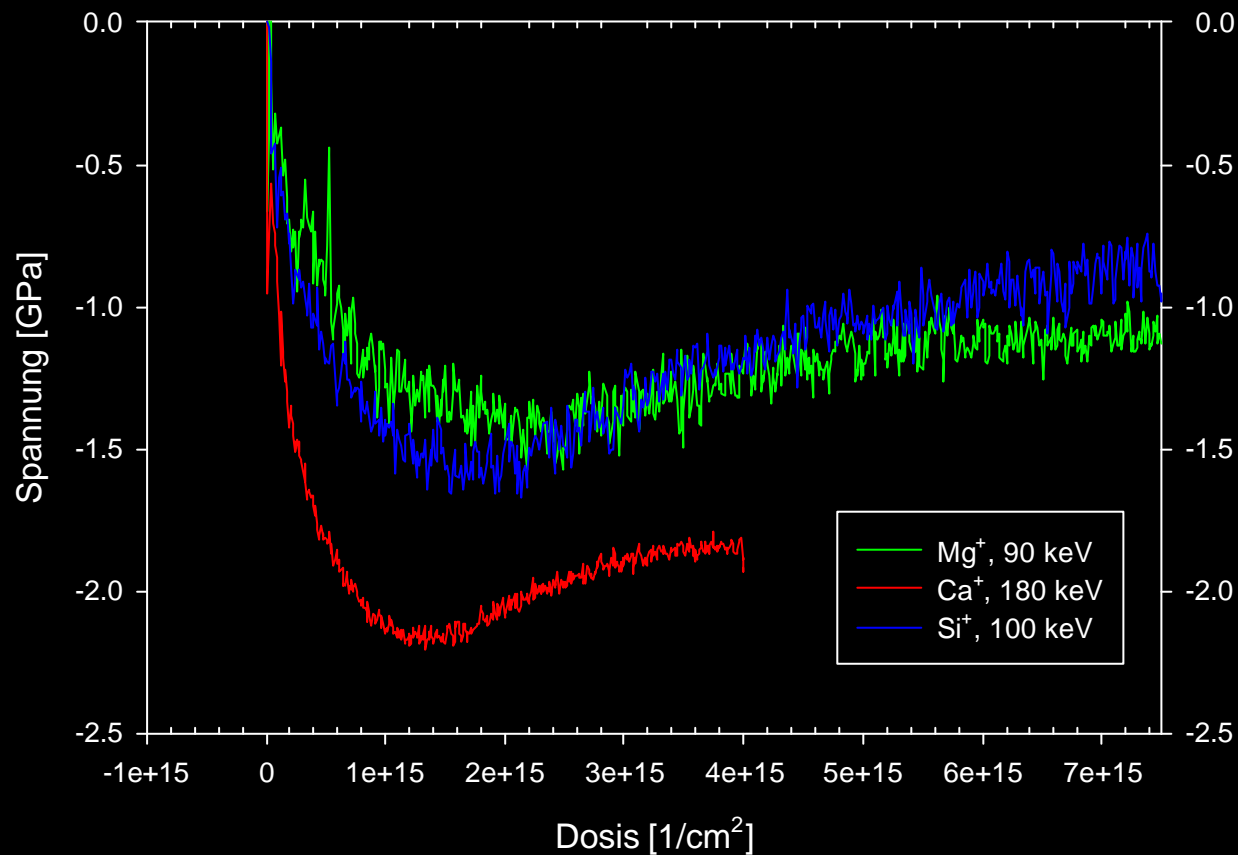
# 6. Spannungsmessung



Stoney-Gleichung

$$S = \frac{E}{1-n} \frac{t_s^2}{6t_f} \frac{1}{r}$$

# 7. Spannungsverlauf



Größere Spannung bei größerer Ionenmasse

Relaxieren ab bestimmter Dosis  $\Phi_{krit}$

Spannung erreicht Sättigungswert

$\Phi_{krit}$  kleiner bei größerer Ionenmasse

# 8. Amorphisierung

Verlagerungen pro Atom

$$dpa = 0.4 \frac{\Phi \cdot dE / dx}{E_d \cdot N}$$

Ion	Energie [keV]	$dE / dx$ [eV/nm]	$\Phi_{krit}$ [ $10^{15} \text{ cm}^{-2}$ ]	$dpa$	$\Phi_a$ [ $10^{15} \text{ cm}^{-2}$ ]
Mg <sup>+</sup>	45	450.9	1.6	1.4	
Mg <sup>+</sup>	90	371.3	2.2	1.6	2...4
Mg <sup>+</sup>	135	318.2	2.6	1.6	
Si <sup>+</sup>	50	583.6	1.5	1.7	
Si <sup>+</sup>	100	489.0	1.8	1.7	1...2
Si <sup>+</sup>	150	422.9	2.2	1.8	
Ca <sup>+</sup>	180	814.5	1.3	2.0	1...3

# Zusammenfassung

## Spannungsaufbau

- schneller Spannungsaufbau durch Defektbildung
- größere Spannung bei größerer Atommasse

## Spannungsabbau

- frühere Relaxierung bei größerer Masse
- Erreichen eines Sättigungswertes
- einsetzende Amorphisierung bei 1,5–2 *dpa*