

## Kurzfassung

Exzitonen sind gebundene Elektron-Loch Paare. Als sekundäre Exzitonen werden alle Exzitonen bezeichnet, die bei Anregungsenergien oberhalb der Bandlücke  $E_g$  gebildet werden. Im Rahmen dieser Arbeit wird die Erzeugung und Relaxation sekundärer Exzitonen in den festen Edelgasen Argon und Neon mit Hilfe von zeit- und energieaufgelöster Lumineszenzspektroskopie untersucht.

Der Erzeugungsmechanismus sekundärer Exzitonen hängt von der Anregungsenergie ab. Man kann verschiedene Energiebereiche unterscheiden: (i) Im Anregungsbereich  $E_g < h\nu < E_{th}$  werden die Exzitonen zeitverzögert (einige ns) über die Elektron-Loch Rekombination gebildet. Die Abklingkurven zeigen hier ein kaskadenartiges Verhalten. (ii) Bei  $h\nu > E_{th}$  werden die Exzitonen in einem 'prompten' Prozeß gebildet. Die Anstiegszeit der Abklingkurven entspricht der experimentellen Zeitauflösung ( $\approx 300$  ps). Für die Bildung dieser 'prompten' Exzitonen werden in der Literatur zwei verschiedene Modelle diskutiert: das Modell des Elektronischen Polaronen-Komplexes und das Modell der Inelastischen Elektron-Elektron Streuung.

In festem Argon wird zur Untersuchung sekundärer Exzitonen die Singlett-Komponente an der hochenergetischen Seite der M-STE (molekular lokalisierte Exzitonen) Emissionsbande verwendet. Mit Hilfe der Zeitfenstertechnik wird die Singlett-Komponente (Lebensdauer  $\tau_{singlet} = 1-2$  ns) von der Triplett-Komponente ( $\tau_{triplet} = 1-2$   $\mu$ s) getrennt, so daß im kurzen Zeitfenster überwiegend der Singlett-Anteil gemessen wird. Abklingkurven und zeitaufgelöste Anregungsspektren werden systematisch untersucht. Oberhalb der Schwellenenergie zur Erzeugung prompter sekundärer Exzitonen  $E_{th}$  wird in den kurzen Zeitfenstern der Anregungsspektren eine Resonanz beobachtet. Diese Resonanz wird auch bei festem Neon in den Anregungsspektren von a-STE (atomar lokalisierte Exzitonen) und W-Bande (desorbierende Exzimer) gemessen. Es wird gezeigt, daß die theoretischen Schwellenenergien  $E_{th}$  aus den Modellen des Elektronischen Polaronen-Komplexes und der Inelastischen Elektron-Elektron Streuung in guter Übereinstimmung mit den experimentellen Werten sind.

Im Anregungsbereich der Elektron-Loch Rekombination wird eine Veränderung der Zeitstruktur der Singlett-Komponente mit zunehmender Bestrahlungsdauer beobachtet. Diese Veränderung läßt sich auf die strahlungsinduzierte Defektbildung zurückführen. Da die Bestrahlungsdauer einen maßgeblichen Einfluß auf die Form der untersuchten Anregungsspektren hat, werden die Auswirkungen quantitativ untersucht und in einem zusätzlichen Abschnitt beschrieben.

In dieser Arbeit werden erste Anregungsspektren und Abklingkurven von Argon-2p und Neon-1s Innerschalenanregungen gezeigt. Die Anregungsspektren verlaufen aufgrund des Oberflächenquenchings normalerweise antikorreliert zu den Absorptionsspektren. Bei bestimmten Zeitfenstern wird jedoch eine Korrelation der Argon-2p Anregungsspektren zum Absorptionsspektrum beobachtet. Dieses ungewöhnliche Verhalten läßt sich mit einem starken Einfluß von Oberflächenanregungen erklären.

## Abstract

Excitons are bound electron-hole pairs. All excitons which are created at excitation energies above the band gap energy  $E_g$  are called secondary excitons. The creation and relaxation of secondary excitons in solid argon and neon has been investigated with time- and energy-resolved luminescence spectroscopy.

The mechanism of secondary exciton creation depends on the excitation energy. Different regions of secondary exciton production can be distinguished: (i) For excitation energies  $E_g < h\nu < E_{th}$  excitons are created in a comparatively 'slow' (several ns) process via electron-hole recombination. In this region the decay curves show a cascade-type behaviour. (ii) For  $h\nu > E_{th}$  excitons are created directly in a 'fast' process. The corresponding decay curves are characterized by a rise time indistinguishable from experimental time-resolution ( $\approx 300$  ps). For this 'fast' process of secondary exciton creation, two different models are discussed in literature: The model of the Electronic Polaron-Complex and the model of Inelastic Electron-Electron Scattering.

In solid argon the singlet component at the high energy side of the M-STE (Molecular Self-Trapped Exciton) emission band is used as a probe for secondary exciton creation. The singlet component (decay time  $\tau_{singlet} = 1-2$  ns) is separated from the triplet component ( $\tau_{triplet} = 1-2$   $\mu$ s) using time window technique. Time resolved excitation spectra and decay curves are investigated systematically. Above the threshold energy of prompt secondary exciton creation  $E_{th}$ , a resonance in the short time window of excitation spectrum is observed. This resonance is also measured in solid neon in the excitation spectra of a-STE (atomar Self-Trapped Exciton) and W-band (desorbing excimers) emission. It is shown that the theoretical threshold energies  $E_{th}$  of the Electronic Polaron-Complex model and the model of Inelastic Electron-Electron Scattering are in good agreement with experimentally obtained values.

In the energy region of electron-hole recombination the time structure of the singlet component changes with increasing irradiation time. This change is due to radiation-induced defect creation. Because of its strong influence on the shape of the spectra, the defect creation has been investigated and described in an extra section.

First excitation spectra and decay curves of argon-2p and neon-1s inner shell excitations are presented. Usually the excitation spectra are anticorrelated to the absorption spectra because of surface quenching. For a distinct time window, a correlation between the argon-2p excitation spectrum and the absorption spectrum is observed. This exceptional behaviour can be explained by a strong influence of surface excitations.