

# Abstract

Organic electronics is the endeavor to create electronic devices based on organic molecules in contrast to the conventional, silicon-based semiconductor technology. To fully exploit one of the main advantages of organic electronics, the potentially very low production costs, it is essential to process devices from solution, i.e. by printing. This thesis covers two subjects of research, aimed towards the printing of organic light emitting diodes (OLEDs) and organic field effect transistors (OFETs).

The subject on OLEDs revolves around interlayer diffusion in multilayer devices. The efficiency of OLEDs can be improved by introducing specialized layers into the device architecture. When processing from solution, additional measures are required to prevent re-dissolution of layers in case of overlapping solubility. Cross-linking is an established method that renders materials insoluble after application of the layer. It is however unclear if, and to what degree solvent swelling and molecule diffusion into cross-linked layers occurs. In this work, experiments as well as simulations are used to quantify interlayer diffusion and to predict its impact on the electroluminescence spectrum of an OLED.

In the second part, an aerosol-jet printer is used to print OFETs. Aerosol-jet printing is a direct-write technology that offers a large variety of processing parameters and is capable of fast-prototyping devices. The printing of an OFET is optimized for each layer individually, and the result is compared to the performance of non-printed layers. The processing of fully printed n-type and all-polymer p-type OFETs using exclusively the aerosol-jet technology is demonstrated. It is shown that, with the exception of the dielectric layer, it is possible to print all OFET layers with a performance nearly equal to the performance achieved with devices assembled by thermal evaporation and spin coating.

# Zusammenfassung

Die organische Elektronik hat das Ziel elektrische Bauelemente basierend auf organischen Molekülen, im Gegensatz zur herkömmlichen, auf Silizium basierenden Halbleitertechnologie, zu ermöglichen. Eines der größten Potenziale der organischen Elektronik sind die geringen Produktionskosten. Um dieses vollständig auszuschöpfen, ist es entscheidend, organische Bauteile aus Lösung herzustellen bzw. zu drucken. Die vorliegende Arbeit behandelt zwei Themen, die das Drucken von organischen Leuchtdioden (OLEDs) und organischen Feldeffekttransistoren (OFETs) zum Ziel haben.

Im Thema über OLEDs, geht es um Diffusion in mehrlagigen Bauteilen. Die Effizienz von OLEDs kann durch Verwendung von spezialisierten Schichten in der Bauteil-Architektur verbessert werden. Die Lösungsprozessierung solcher Bauteile setzt zusätzliche Maßnahmen voraus, welche verhindern, dass Schichten nach dem Auftragen durch das Lösungsmittel der nächsten Schicht wieder angelöst werden. Cross-linking ist eine etablierte Methode, die Materialien nach dem Auftragen durch Vernetzen der Moleküle unlöslich werden lassen kann. Es ist jedoch unklar ob, und in welchem Maße ein Aufquellen des Netzwerks und eine Diffusion in das vernetzte Material stattfindet. Um die Diffusion und deren Auswirkung auf das Elektrolumineszenzspektrum der OLED zu quantifizieren, wurden Experimente und Simulationen durchgeführt.

Im zweiten Teil wird das Drucken von OFETs anhand eines Aerosol-Jet Druckers studiert. Aerosol-Jet ist eine *direct-write* Drucktechnik, welche über eine große Zahl an einstellbaren Prozessparametern verfügt und ein schnelles Erstellen von Bauteil-Prototypen erlaubt. Für diese Arbeit wurde der Druckprozess für jede Schicht in einem OFET individuell optimiert, und das Ergebnis mit konventionell prozessierten Schichten verglichen. Es wird das Drucken von vollständig mit dem Aerosol-Jet hergestellten n- und p-Typ OFETs demonstriert. Die p-type OFETs bestehen dabei ausschließlich aus Polymeren.

Weiterhin wird gezeigt, dass die gedruckten individuellen Schichten (mit Ausnahme des Dielektrikums) eine Leistungsfähigkeit erreichen können, die mit Bauteilen, welche durch spin-coating und thermisches Verdampfen hergestellt wurden, vergleichbar ist.