

### Organische Elektronik: 3D-Simulation von Bauelementen

Der Ladungstransport in organischen Feldeffekt-Transistoren unterscheidet sich in vielen Aspekten von dem, was von der Silizium-Technologie bekannt ist. Zwar sind wesentliche Mechanismen auch für organische Halbleiter bekannt, aber nicht, wie sie in einem dreidimensionalen Bauelement zusammenspielen. Eine zentrale Fragestellung ist, wie sich die Topologie der Grenzschicht zwischen organischem Halbleiter und Gate-Isolator auf die Transporteigenschaften auswirkt.

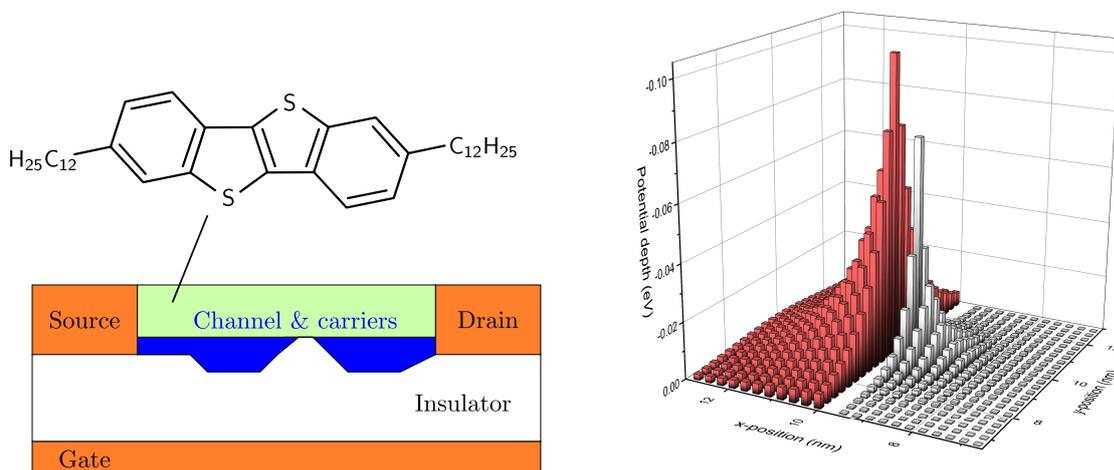
Im Rahmen der Bachelorarbeit soll mittels Simulationsrechnungen die Ladungsträgerverteilung an der Grenzschicht untersucht werden. Es wird erwartet, dass eine Oberflächenrauigkeit die leitende Schicht in lokal begrenzte Pfützen von Ladungsträgern überführt. Dies würde den Stromfluss zwischen Source und Drain unterbrechen und die Funktion des Bauelements einschränken.

**Einbindung:** Aktuell besteht ein Forschungsvorhaben zur Erfassung des Transports von Ladungsträgern auf der Nanoskala mittels Terahertz-Spektroskopie.

**Dauer:** 10 Wochen

**Beginn:** Ab 01.01.2021

**Status:** Ein Simulationsprogramm wurde in der Arbeitsgruppe entwickelt. Das Programm berechnet die 3D-Verteilung der Ladungsträger durch eine selbstkonsistente Verknüpfung der Poisson-Gleichung und der Fermi-Dirac-Statistik.



Links: Bauelement mit unterbrochenem Kanal zwischen Source und Drain. Rechts: Simulationen des Potentials um einen lokalen Defekt.

**Literatur:** A. Sailer et al, Appl. Phys. Lett. 117, 083301 (2020);  
<https://doi.org/10.1063/5.0015585>

**Kontakt:** Prof. Dr. R. Kersting, [roland.kersting@lmu.de](mailto:roland.kersting@lmu.de)

### Planarisierung der Grenzfläche zwischen organischem Halbleiter und Gate-Isolator

Organische Feldeffekt-Transistoren erreichen noch immer nicht Beweglichkeiten der Ladungsträger, wie sie die konventionelle Silizium-Technologie bietet. Ein möglicher Grund ist die Rauigkeit der Isolatoren, auf welche die organischen Halbleiter aufgebracht werden. Diese Rauigkeit stört die Kristallstruktur der meist molekularen Halbleiter, wodurch die Beweglichkeit von Ladungsträgern drastisch reduziert wird.

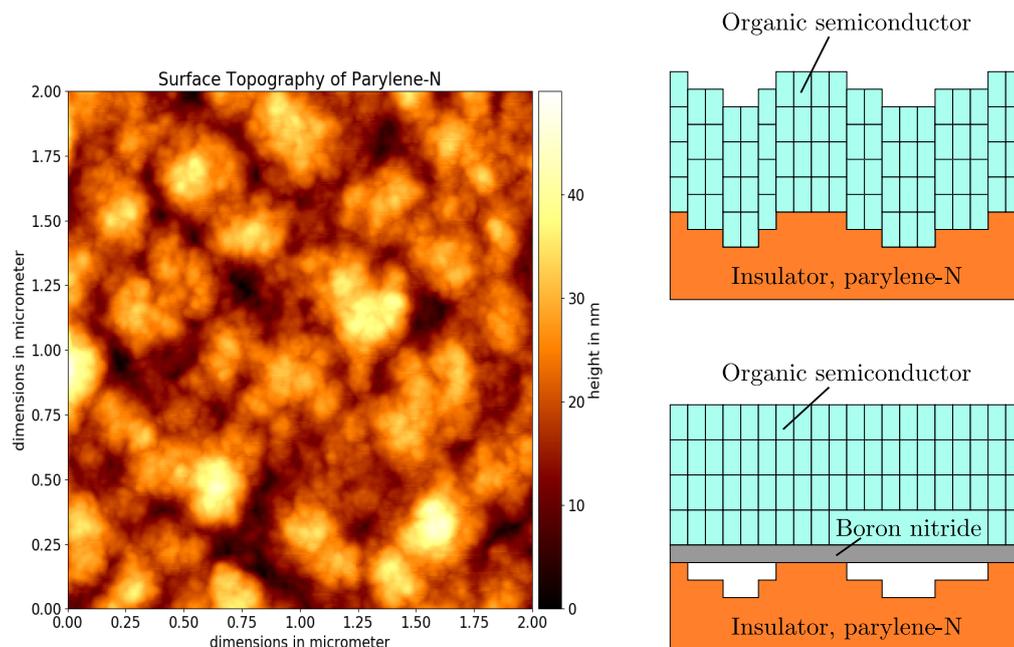
Im Rahmen der Bachelorarbeit soll die Oberfläche des Isolators Parylene-N mit Bornitrid (BN) planarisiert werden. Bornitrid bildet nahezu zweidimensionale Schichten, die nur wenige Monolagen dick sind, aber exzellente mechanische Eigenschaften haben. Parylene-N, der in der Arbeitsgruppe verwendete Isolator, hat eine Rauigkeit von etwa 10 nm. Diese Schicht soll mittels Spin-coaten mit BN bedeckt werden, wodurch sich die Rauigkeit reduziert. Die hergestellten Oberflächen sollen mittels Atomic-Force-Microscopy (AFM) untersucht werden, um die Tragfähigkeit der Methode zu belegen.

**Einbindung:** Aktuell besteht ein Forschungsvorhaben zur Erfassung des Transports von Ladungsträgern auf der Nanoskala mittels Terahertz-Spektroskopie. Hier ist es interessant, ob sich die Transporteigenschaften verbessern, wenn mit BN planarisiert wird.

**Dauer:** 10 Wochen

**Beginn:** Ab 01.01.2021

**Status:** Alle Materialien und Geräte sind vorhanden. Die Bestimmung der Rauigkeiten soll mit dem AFM des Center for Nanoscience erfolgen.



**Kontakt:** Prof. Dr. R. Kersting, [roland.kersting@lmu.de](mailto:roland.kersting@lmu.de)

**Zweidimensionale Halbleiter: THz-Antennen zur Spektroskopie von Graphen**

Graphen und andere 2D-Halbleiter zeichnen sich durch elektronische Eigenschaften aus, die sich grundsätzlich von denen bekannter 3D-Halbleiter unterscheiden. Viele dieser neuen Eigenschaften wurden in den letzten Jahren untersucht, hauptsächlich im niederfrequenten Bereich.

Ziel unseres Projekts ist es, die Eigenschaften der 2D-Elektronengase im Terahertzbereich zu untersuchen. Rahmenbedingung ist hierbei, die Dichte der Ladungsträger wie in einem Feldeffekt-Transistor mit einer Gatter-Spannung (Gate) einzustellen. Hierzu wird eine Graphen-Flocke im Zentrum einer selbstähnlichen THz-Antenne platziert.

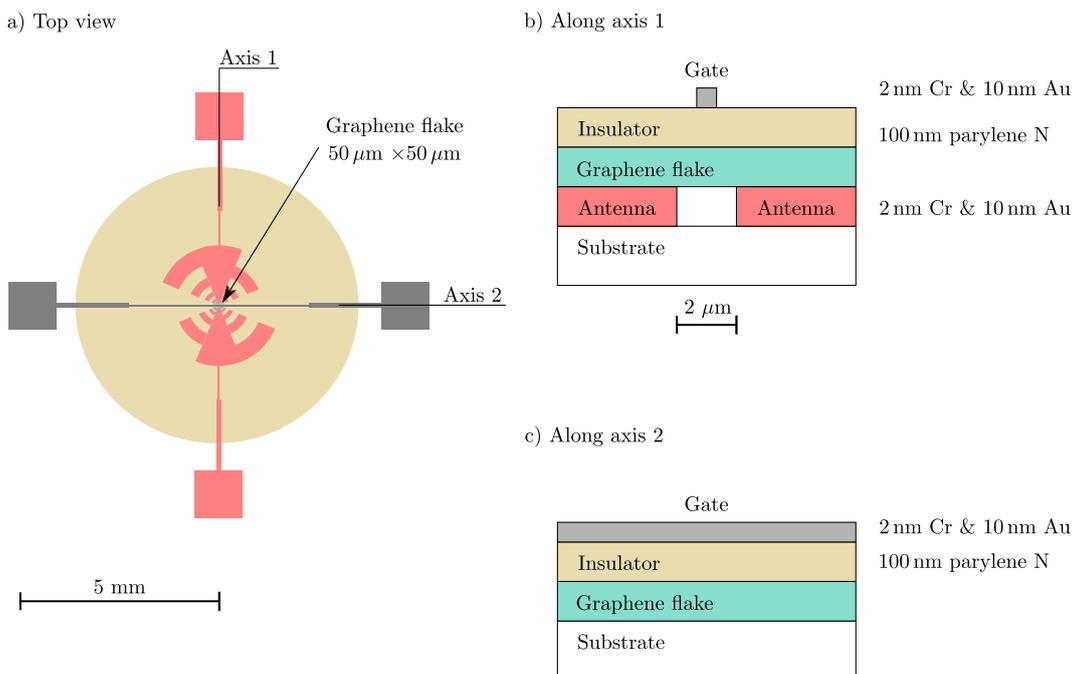
Im Rahmen der Bachelorarbeit soll ein Bauelement elektrisch charakterisiert werden. Hierzu sollen Kennlinien aufgenommen werden, wie sie von der Charakterisierung von Feldeffekt-Transistoren bekannt sind.

**Einbindung:** Aktuell besteht eine Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe um Dr. A. Tittl, welche das Bauelement herstellt. Eine intensive Zusammenarbeit mit dieser Gruppe ist erwünscht. Falls Interesse besteht, kann im Rahmen der Bachelorarbeit auch an den THz-Experimenten teilgenommen werden.

**Dauer:** 10 Wochen

**Beginn:** Ab 01.01.2021

**Status:** Erste THz-Antennen wurden hergestellt. Aktuell werden von der Gruppe um A. Tittl Graphen-Monolagen im Zentrum der Antenne platziert. Messgeräte und Software zur Ansteuerung sind vorhanden.



**Kontakt:** Prof. Dr. R. Kersting, roland.kersting@lmu.de

### Organische Elektronik: Oberflächenrauigkeit von Gate-Isolatoren

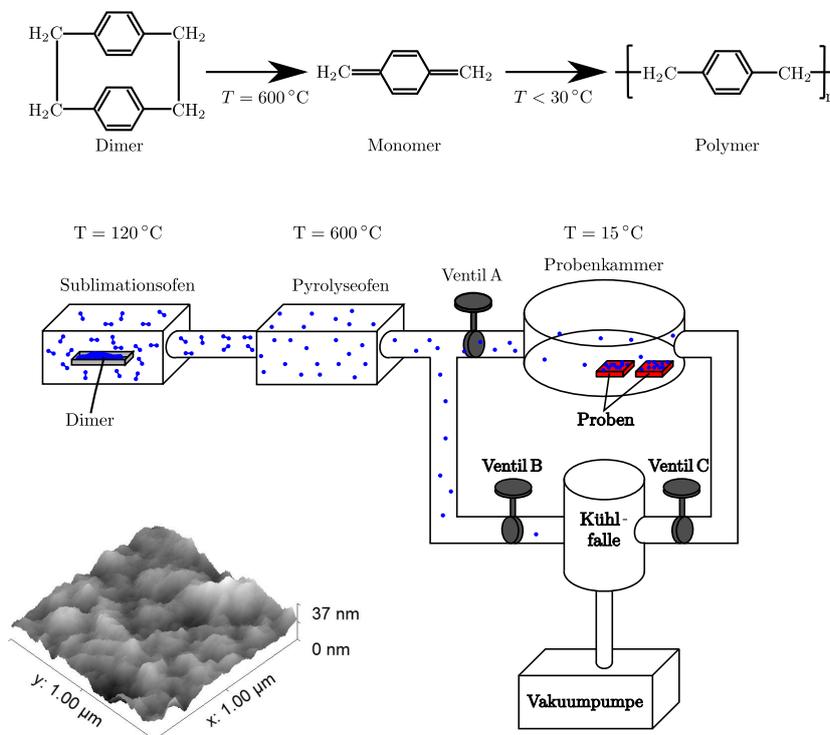
In elektronischen Bauelementen aus organischen Halbleitern erfolgt der Stromfluss in einer nur wenige Nanometer dicken Schicht an der Grenzfläche zu einem Isolator. Daher haben die Eigenschaften dieses Gate-Isolators enormen Einfluss auf den Ladungsträgertransport im organischen Halbleiter. Hierzu zählt insbesondere die Rauigkeit des Isolators an der Grenzfläche.

Im Rahmen der Bachelorarbeit soll untersucht werden, wie sich die Rauigkeit des organischen Isolators minimieren lässt. Hierzu sollen mit einer Anlage zur chemischen Gasphasenabscheidung (chemical vapor deposition, CVD) dünne Schichten des Isolators Parylen-N hergestellt werden. Die Oberflächenrauigkeiten der Parylen-Filme sollen mittels Kraftmikroskopie (atomic force microscopy, AFM) erfasst werden. Eine zentrale Fragestellung ist, wie sich die Rauigkeit mit der Dicke der abgeschiedenen Parylen-Schicht verändert. In einer vorausgegangenen Arbeit wurde die Anlage so erweitert, dass sich bis zu 16 Proben unterschiedlicher Dicke innerhalb eines Prozesses herstellen lassen

**Dauer:** 10 Wochen

**Beginn:** ab 01.01.2021

**Status:** CVD-Anlage innerhalb der Gruppe. Die Vermessung der Schichten soll mit dem AFM des Center for Nanoscience erfolgen.



Abscheidungsreaktion von Parylen, bestehende CVD-Anlage und Höhenprofil einer Parylen-schicht, aufgenommen mit einem AFM.

**Kontakt:** Prof. Dr. R. Kersting, [roland.kersting@lmu.de](mailto:roland.kersting@lmu.de)