

## Forschungsschwerpunkte – Jun.-Prof. Dr. Michael Saliba

---

Michael Saliba arbeitet an der Schnittstelle zwischen Physik, Chemie, Material- und Ingenieurwissenschaften. Seine Forschung konzentriert sich auf ein tieferes fundamentales Verständnis und die Entwicklung von neuartigen Halbleitermaterialien, die als optoelektronische Bauelemente verwendet werden können, wie zum Beispiel in Lasern, Leuchtdioden, Detektoren oder Solarzellen. Dabei ist er ein Pionier im Feld der Perowskitforschung.

Unter anderem hat Prof. Saliba an **Simulationsmethoden** gearbeitet, um die Maxwell-Gleichungen zu lösen. Dabei konnte Saliba das Konzept *plasmonischer Oligomere* mitbegründen, in dem eine formelle Analogie zwischen metallischen Mustern, die geometrisch regelmäßig verteilt sind, und Molekülen hergestellt wird. Saliba hat dann metallische Nanoteilchen in Solarzellen eingeführt, um die optischen Eigenschaften so zu verändern, dass die Solarzelle trotz gleichbleibender Schichtdicke mehr Licht absorbieren kann. Die Nanoteilchen in den Solarzellen wechselwirken dabei mit Licht, sodass es insgesamt zu einer Effizienzsteigerung kommt. Diese interdisziplinäre Arbeit brachte zwei Felder zusammen, nämlich **Plasmonik und Perowskit-Solarzellen**.

Zudem hat Saliba bedeutende Beiträge im Feld der **Perowskitforschung** geleistet. Organisch-anorganische Perowskite sind kostengünstige, lösungsmittelbasierte Halbleiter mit außergewöhnlichen Eigenschaften, die nach nur wenigen Jahren Forschung fast so hohe Wirkungsgrade wie etablierte Silizium-Solarzellen aufweisen. Sie können beispielsweise als „Solar-Farbe“ an eine Wand gestrichen werden, wo sie als hocheffiziente Solarzelle funktionieren. Zudem können Perowskite auf herkömmliches Silizium angebracht werden, dessen Wirkungsgrade sich dadurch fast verdoppeln lassen. Diese „Tandem“-Konfiguration hat das Potenzial, eine „Solarevolution“ mit einer nachhaltigen Energieproduktion einzuläuten.

Ein besonderer Schwerpunkt von Prof. Salibas Forschung liegt auf dem Verständnis des **Kristallisierungsverhaltens** von Perowskitmaterialien, welche aus einer Flüssigkeit herauskristallisiert werden. Anfangs sind sie flüssig und formen nach Erwärmen eine feste Schicht. Während des Erwärmungsprozesses laufen viele chemische Reaktionen ab und es finden Phasenwechsel statt. Saliba fand heraus, dass dabei ein bisher unbekanntes Zwischenprodukt entsteht, das einen großen Einfluss auf die spätere Leistung der Solarzelle hat. Es hat sich herausgestellt, dass der Erwärmungsprozess an sich festlegt, wie genau das Material

später ausformt. Dieses verbesserte Verständnis wurde dann verwendet, um effizientere Solarzellen herzustellen.

Perowskite bestehen aus drei Komponenten, die mischbar sind, ähnlich einer Legierung. Dadurch können neue, teilweise überraschende Eigenschaften beobachtet werden. Michael Saliba konnte zeigen, dass eine bestimmte Mischung aus Cäsium und einem kleinen Molekül (Formamidinium) ein stabiles Perowskit erzeugen kann, das Silizium-Solarzellen verbessert. In einer fortführenden Arbeit konnte er mittels eines Legierungsansatzes ein außergewöhnlich reproduzierbares, effizientes und stabiles Perowskit herstellen. Die sogenannten „Tripel-Kationen“-Materialien sind mittlerweile ein Standard für Perowskite geworden. [1]

Die Weiterentwicklung dieser Idee beinhaltet das Hinzufügen von Rb-Atomen, die in kleinen Mengen verwendet werden können. Diese Perowskite haben ungewöhnlich gute Eigenschaften, die sogar Silizium in bestimmten Parametern übertreffen. [2] Das Mischbarkeitskonzept hat Prof. Saliba dann konsequent weiterverfolgt, indem er zeigen konnte, dass eine der instabilen organischen Komponenten (Methylammonium) nicht benötigt wird. Dieser Durchbruch und die Erkenntnisse für Stabilitätsmessungen haben auch industriell großen Anklang gefunden. [3, 4] Zudem hat Saliba zu neuartigen, kryogenischen Perowskitdetektoren publiziert, die unter anderem für diagnostische Krebsfrüherkennung relevant sein können. [5] Diese Arbeit verdeutlicht die Erweiterung des Forschungshorizonts über Solarzellen hinaus hin zu generellen optoelektronischen Anwendungen.

#### Literatur:

[1] M. Saliba et al., *Cesium-containing triple cation perovskite solar cells: improved stability, reproducibility and high efficiency*; *Energy & Environmental Science* 2016; [doi.org/10.1039/C5EE03874J](https://doi.org/10.1039/C5EE03874J).

[2] M. Saliba et al., *Incorporation of rubidium cations into perovskite solar cells improves photovoltaic performance*; *Science* 2016; [doi.org/10.1126/science.aah5557](https://doi.org/10.1126/science.aah5557).

[3] M. Saliba, *Perovskite solar cells must come of age*; *Science* 2018; [doi.org/10.1126/science.aar5684](https://doi.org/10.1126/science.aar5684).

[4] S.-H. Turren-Cruz, A. Hagfeldt, M. Saliba, *Methylammonium-free, high performance and stable perovskite solar cells on a planar architecture*; *Science* 2018; [doi.org/10.1126/science.aat3583](https://doi.org/10.1126/science.aat3583).

[5] V. Mykhaylyk, H. Kraus, M. Saliba, *Bright and fast scintillation of organolead perovskite MAPbBr<sub>3</sub> at low temperatures*; *Materials Horizons* 2019; [doi.org/10.1039/C9MH00281B](https://doi.org/10.1039/C9MH00281B).