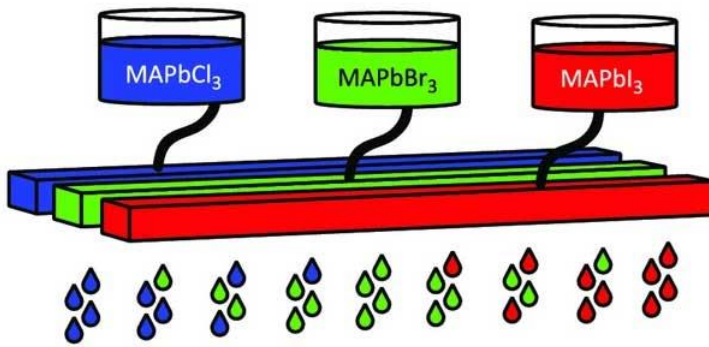


Drucken eines elektronischen Regenbogens – Kombination aus Farbdruck und chemischem Tuning ermöglicht gedruckte Spektrometer

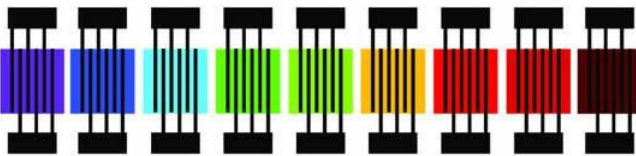
Forscher des Innovation Lab HySPRINT am Helmholtz-Zentrum Berlin (HZB) und der Humboldt-Universität zu Berlin (HU) haben mit einem Tintenstrahldruckverfahren eine Reihe von Photodetektoren auf Basis eines hybriden Perowskit-Halbleiters hergestellt. Durch das Mischen von nur drei Tinten konnten die Forscher die Eigenschaften des Halbleiters während des Druckvorgangs präzise einstellen. Der Tintenstrahldruck ist in der Industrie bereits eine etablierte Herstellungsmethode, die eine schnelle und kostengünstige Verarbeitung von Lösungen ermöglicht. Die Erweiterung der Inkjet-Fähigkeiten von der großflächigen Beschichtung hin zur kombinatorischen Materialsynthese eröffnet neue Möglichkeiten für die Herstellung verschiedenartiger elektronischer Komponenten in einem einzigen Druckschritt.



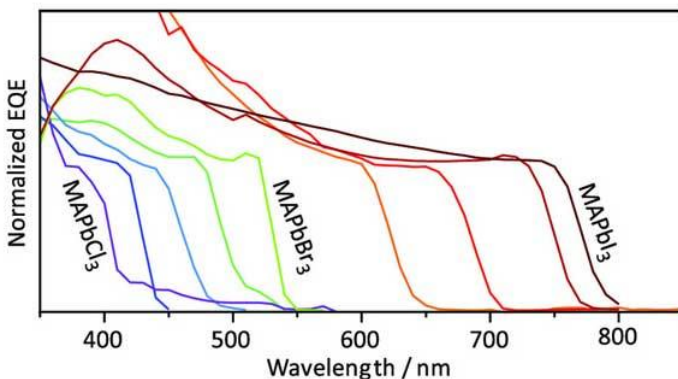
a) Der kombinatorische Druck ermöglicht eine präzise Steuerung der Mischung von Perowskit-Precursor-Tinten während der Filmherstellung - wie in einem gewöhnlichen Tintenstrahldrucker.



b) Dies führt zu einem Gradienten der Zusammensetzung des Halogenids in Metallhalogenid-Perowskiten auf Methylammonium-Basis.



c) Jede Perowskit-Zusammensetzung wird mittels Tintenstrahl auf vorgefertigte ineinandergreifende ITO-Elektroden gedruckt, um eine Reihe von neun Photodetektoren herzustellen.



d) Bei Messung der externen Quanteneffizienz steht die Detektionskante der Photodetektoren in direktem Zusammenhang mit dem Zusammensetzungsgradienten des Metallhalogenid-Perowskits.

Wundermaterial Metallhalogenid-Perowskite

Metallhalogenid-Perowskite faszinieren Forscher in Wissenschaft und Industrie durch die große Bandbreite möglicher Anwendungen. Die Herstellung elektronischer Bauteile mit diesem Material ist besonders reizvoll, weil sie aus einer Lösung, d.h. aus einer Tinte heraus möglich ist. Kommerziell erhältliche Salze werden in einem Lösungsmittel gelöst und dann auf ein Substrat aufgebracht. Die Gruppe um Prof. Emil List-Kratochvil, Leiter einer gemeinsamen Forschungsgruppe am HZB und der HU, konzentriert sich darauf, solche Bauelemente mit Hilfe fortschrittlicher Herstellungsverfahren wie dem Tintenstrahldruck herzustellen. Der Drucker trägt die Tinte auf ein Substrat auf und nach dem Trocknen bildet sich ein dünner Halbleiterfilm. Durch die Kombination mehrerer Schritte mit verschiedenen Materialien lassen sich Solarzellen, LEDs oder Fotodetektoren in wenigen Minuten herstellen.

Der Tintenstrahldruck ist in der Industrie bereits eine etablierte Technik, nicht nur für Zeitungen und Zeitschriften, sondern auch für Funktionsmaterialien. Metallhalogenid-Perowskite sind für den Tintenstrahldruck besonders interessant, da ihre Eigenschaften durch ihre chemische Zusammensetzung eingestellt werden können. Forscher am HZB haben bereits Solarzellen und LEDs aus Perowskiten im Inkjetdruck hergestellt. Die Inkjet-Fähigkeiten wurden 2020 weiter ausgebaut, als die Gruppe von Dr. Eva Unger erstmals einen kombinatorischen Ansatz für den Inkjet-Druck nutzte, um verschiedene Perowskit-Zusammensetzungen auf der Suche nach einem besseren Solarzellenmaterial zu drucken.

Kombinatorischer Druckansatz für die industrielle Produktion von elektronischen Bauelementen

In der aktuellen Arbeit fand das Team um Prof. Emil List-Kratochvil eine spannende Anwendung: eine Reihe gedruckter Perowskite als wellenlängenselektive Photodetektoren. "Kombinatorischer Tintenstrahldruck kann nicht nur zum Untersuchen verschiedener Materialzusammensetzungen für Solarzellenmaterialien verwendet werden," erklärt er, "sondern ermöglicht uns auch die Herstellung mehrerer, separater Bauelemente in einem einzigen Druckschritt." Im Hinblick auf ein industrielles Verfahren würde dies die Produktion mehrerer elektronischer Bauelemente in großem Maßstab ermöglichen. In Kombination mit gedruckten elektronischen Schaltkreisen würden die Photodetektoren ein einfaches Spektrometer bilden: papierdünn, auf eine beliebige Oberfläche gedruckt, potenziell flexibel, ohne die Notwendigkeit eines Prismas oder Gitters zur Trennung der eingehenden Wellenlängen.

*Emil List-Kratochvil ist Professor für Hybride Bauelemente an der Humboldt-Universität zu Berlin, Mitglied von **IRIS Adlershof** und Leiter eines 2018 gegründeten Joint Labs, das die HU gemeinsam mit dem HZB betreibt. Darüber hinaus arbeitet ein Team um List-Kratochvil gemeinsam mit der HZB-Wissenschaftlerin Dr. Eva Unger, seit einigen Tage ebenso ein **IRIS Adlershof**-Mitglied, im Helmholtz-Innovationslabor HySPRINT am HZB an der Entwicklung von Beschichtungs- und Druckverfahren für hybride Perowskite.*

Using Combinatorial Inkjet Printing for Synthesis and Deposition of Metal Halide Perovskites in Wavelength-Selective Photodetectors

V.R.F. Schröder, F. Hermerschmidt, S. Helper, C. Rehermann, G. Ligorio, H. Näsström, E.L. Unger, and E.J.W. List-Kratochvil

Adv. Eng. Mater., 2021, 24(4), 2101111.

DOI: [10.1002/adem.202101111](https://doi.org/10.1002/adem.202101111)