

PRESSEINFORMATION

Hyperspektrale Bildgebung

Neue Echtzeit-Methode für die Umweltüberwachung

Duisburg, 21. März 2025 – Mikroplastik detektieren oder Pflanzenschädlinge frühzeitig erkennen – das und noch viel mehr ermöglicht ein neues Verfahren, das auf Nahinfrarot-Licht-Messungen basiert. Es ist günstig und funktioniert in Echtzeit.

Forschende aus Bochum, Duisburg, Karlsruhe und Münster haben eine neue Methode für die Umweltüberwachung entwickelt. Sie funktioniert mithilfe von Nahinfrarot (NIR)-Licht und ermöglicht, detaillierte spektrale Informationen aus verschiedenen Materialien und biologischen Proben präzise zu erfassen. Das Team um Jan Stegemann und Prof. Dr. Sebastian Kruss vom Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS und von der Ruhr-Universität Bochum zeigte, dass sich mit der sogenannten HyperNIR-Technik beispielsweise verschiedene Kunststoffsorten berührungsfrei unterscheiden lassen, was nützlich für Recyclingprozesse oder die Detektion von Mikroplastik ist. Die Forschenden beschreiben die Entwicklung in der Zeitschrift „Advanced Science“, online veröffentlicht am 4. März 2025.

Das für Menschen nicht sichtbare Nahinfrarot-Licht enthält wertvolle Informationen über die chemische Zusammensetzung einer Probe. Mit früheren Verfahren ließ es sich entweder als Graustufenbild oder als Spektrum darstellen, also als Intensitätsverteilung für verschiedene Wellenlängen. Das neue Verfahren basiert auf der hyperspektralen Bildgebung, also auf der Kombination aus spektralen und räumlichen Informationen. Mit kostengünstigen und kommerziell verfügbaren Komponenten können die Forschenden jede Standardkamera in eine HyperNIR-Kamera verwandeln und so spektrale Informationen in Bilder überführen. Sie nutzen dafür eine steuerbare Polarisationsoptik. Externe Marker, zum Beispiel Farbstoffe, können auch erfasst werden, sind aber nicht erforderlich.

Verfahren funktioniert in Echtzeit

Das System erstellt drei Aufnahmen pro Probe, die detaillierte spektrale Informationen liefern. Während herkömmliche Verfahren eine Probe zeitintensiv abrastern müssen, ist die HyperNIR-

Redaktion

Barbara Ward | Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS | Telefon +49 203 3783-270 | Finkenstraße 61 | 47057 Duisburg | www.ims.fraunhofer.de | presse@ims.fraunhofer.de

Kamera deutlich schneller. „Die Fähigkeit, unterschiedliche Materialien und deren Eigenschaften in Echtzeit zu analysieren, kann die Effizienz von Prozessen in der Umweltüberwachung erheblich steigern“, prognostiziert Sebastian Kruss.

So zeigten die Forschenden beispielsweise, dass sie mit der Hyper-NIR-Technik in Echtzeit verfolgen konnten, wie eine Paprika-Pflanze Wasser aufnimmt – und zwar kontaktlos und ohne Farbstoffe einzusetzen. „Diese hyperspektrale Bildgebung lässt sich potenziell auch auf andere Moleküle übertragen“, gibt Jan Stegemann einen Ausblick. „So könnte man den Nährstoffgehalt in einer Pflanze überwachen oder einen Befall mit Schädlingen sowie pflanzlichen Stress frühzeitig erkennen.“

Anwendungen auch in der Biomedizin denkbar

Das HyperNIR-Verfahren kann auch mit der Fluoreszenzmikroskopie kombiniert werden, um verschiedene fluoreszierende Moleküle zu unterscheiden, die als Marker genutzt werden. Das macht das System potenziell für die biomedizinische Forschung interessant. Diesen Anwendungsbereich möchte das Team um Jan Stegemann und Prof. Dr. Sebastian Kruss künftig weiter erschließen.

„Eine Integration des Verfahrens in Drohnen könnte zudem eine neue Dimension der Datenerfassung und -analyse eröffnen und so bei der Lösung drängender Umweltfragen im Bereich Landwirtschaft helfen“, skizziert Sebastian Kruss eine mögliche Weiterentwicklung der Technik.

Förderung

Die Arbeiten wurden durch das Fraunhofer Attract Programm (038–610097), die Deutsche Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Exzellenzclusters RESOLV (EXC 2033–390677874) und die VW Stiftung gefördert.

Originalveröffentlichung

Jan Stegemann, Franziska Gröniger, Krisztian Neusch, Han Li, Benjamin Scott Flavel, Justus Tom Metternich, Luise Erpenbeck, Poul Bering Petersen, Per Niklas Hedde, Sebastian Kruss: High-Speed Hyperspectral Imaging for Near Infrared Fluorescence and Environmental Monitoring, in: *Advanced Science*, **2025**, DOI: doi.org/10.1002/adv.202415238

Redaktion

Fraunhofer IMS

Mit intelligenten Sensorsystemen eine sichere und nachhaltige Zukunft gestalten: In zahlreichen hochmodernen Forschungslaboren arbeitet das Fraunhofer IMS mit über 200 talentierten wissenschaftlichen Mitarbeitenden und Studierenden an innovativen mikroelektronischen Lösungen.

Als zuverlässiger Forschungs- und Entwicklungspartner für die Industrie verfolgt das Institut das Ziel, maßgeschneiderte Sensorik für Ihre spezifischen Anforderungen in den Bereichen biomedizinische Sensoren, optische Systeme, Open-Source-Halbleiter, eingebettete KI, Technologieservices und sogar Quantentechnologie zu entwickeln. Die Teams in den vier Geschäftsbereichen – Health, Industry, Mobility sowie Space and Security – engagieren sich dabei für die Umsetzung hervorragender und vielseitig einsetzbarer Mikroelektronik in all ihren Projekten. Diese Lösungen zeichnen sich durch eine hohe Integrationsfähigkeit, enorme Energieeffizienz und zuverlässige Funktionalität auch unter rauen Bedingungen aus.

Das Fraunhofer IMS ist ein in der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) kooperierendes Institut. In der FMD arbeiten 15 Forschungsinstitute unter einem virtuellen Dach zusammen.

www.ims.fraunhofer.de

Bilder und Bildunterschriften

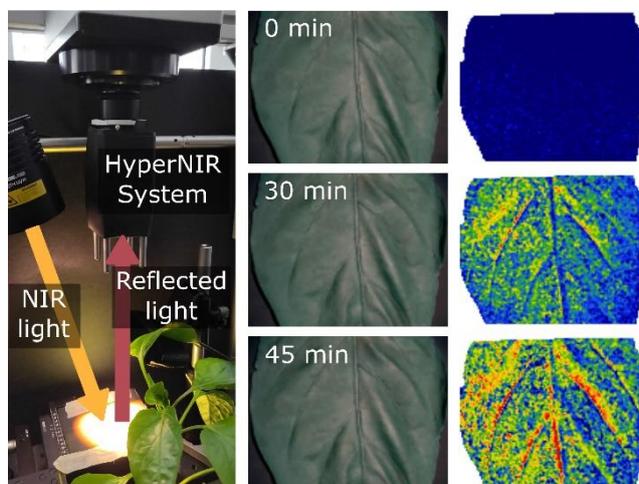


Abbildung 1: Mit dem HyperNIR-Verfahren lässt sich zeigen, wie eine Paprikapflanze Wasser aufnimmt. Rechts sind drei Aufnahmen eines einzelnen Blattes zu sehen und die zugehörigen HyperNIR-Bilder, welche die Wasseraufnahme visualisieren; je roter die Färbung, desto mehr Wasser befindet sich an dieser Stelle des Blattes.

© 2025 The Authors. Advanced Science published by Wiley-VCH GmbH (CC BY 4.0). Adapted.



Abbildung 2: Mit der neu entwickelten HyperNIR-Technik verfolgten die Forschenden, wie eine Paprikapflanze Wasser in die Blätter aufnimmt. Mit der mittig über der Pflanze angebrachten Kamera konnten sie im Nahinfrarot-Licht die Vorgänge im Inneren der Pflanze beobachten. © Jan Stegemann