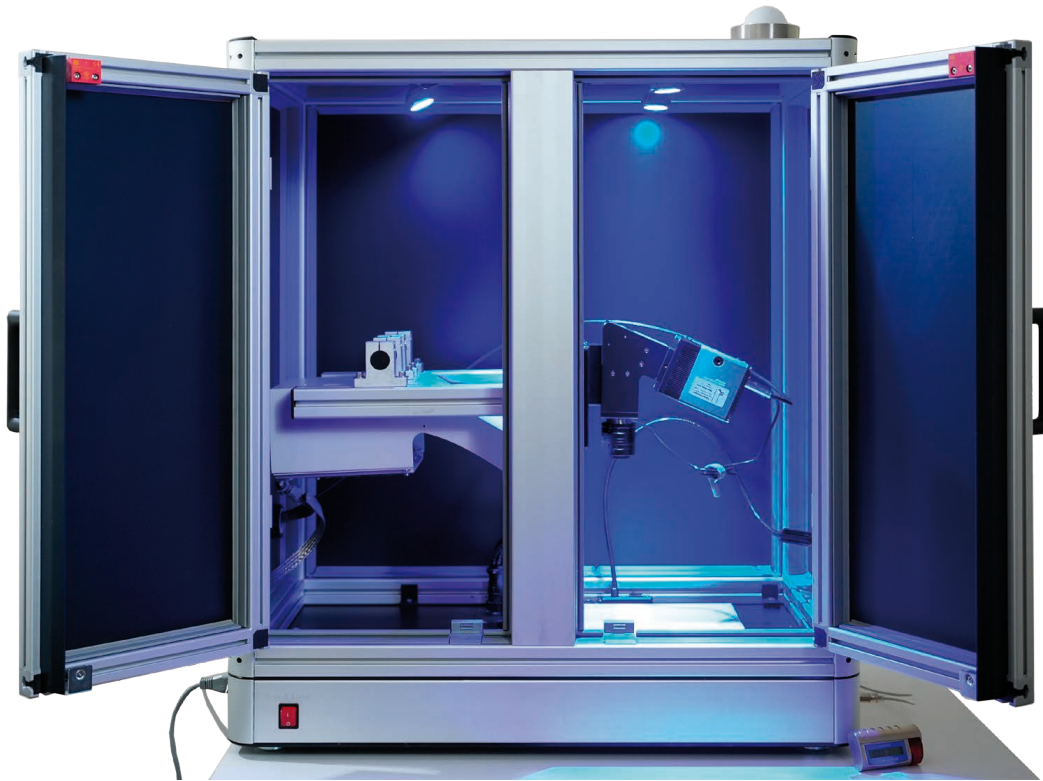


Präzision beginnt mit dem richtigen Licht

Hyperspektralkameras im UV-Bereich eröffnen neue Anwendungsmöglichkeiten.



Analyse von nicht-organischen Stoffen möglich

Die bestehende Lücke füllen nun neue UV-Hyperspektralkameras: „Der Einsatz von UV-Licht ist an sich nichts Neues, in der hyperspektralen Bildgebung aber konnte es bislang nicht verwendet werden“, weiß Oliver Grass, Gründer und Geschäftsführer der inno-spec GmbH. Das Nürnberger Unternehmen stellt seit rund 20 Jahren HSI-Systeme für industrielle Anwendungen her und hat nun auch eine UV-Hyperspektralkamera entwickelt, das BlueEye, das zunächst vor allem für die Forschung interessant sein dürfte. Denn anders als Spektrometer, die bereits seit etlichen Jahren mit UV-Licht arbeiten, schauen UV-Hyperspektralkameras eben nicht nur auf einen Punkt in der Probe, sondern betrachten eine Fläche. „Bei Proben, die nicht homogen sind, löst ein solches HSI-System bestehende Schwierigkeiten, weil nicht länger Punkt für Punkt untersucht werden muss“, beschreibt Grass. Zudem können mit solchen Kameras eben auch nicht-organische Stoffe, Halbleiter und konjugierte Molekülsysteme untersucht werden, weil sie anders als NIR-Systeme nicht die Molekülschwingungen sichtbar machen, sondern die Elektronenübergänge. UV-Licht dringt zudem weniger tief ein als längere Wellenlängen und ist daher ideal für die Analyse von Oberflächen.

UVA- und UVB-Bereich

Einige Hyperspektralkameras arbeiten zwar bereits seit Längerem im UV-Bereich, verwenden allerdings hauptsächlich den sichtbaren Wellenlängenbereich (ca. 400 bis 800 nm) und decken zusätzlich nur noch einen kleinen Teil des UVA-Bereichs ab; das Limit liegt meist bei 350 nm. Neue UV-Hyperspektralkameras sind nun in der Lage, den kompletten UVA- und UVB-Bereich abzudecken sowie ein gutes Stück vom UVC-Bereich – das BlueEye zum Beispiel den Bereich von 220

Zuerst in den Orbit, dann ins Labor: Die Einsatzgebiete von Hyperspektralkameras haben sich in den letzten zwei Jahrzehnten vielfältig entwickelt. Inzwischen werden sie längst nicht mehr nur in Satelliten verwendet, sondern sie werden in der Forschung und Industrie als Instrument geschätzt, um Abfall zu reduzieren und die Qualität von Produkten sowie die Effizienz zu steigern. Doch da die meisten Hyperspektralkameras im sichtbaren Wellenlängenbereich und kurzwelligen Infrarot arbeiten, können sie längst nicht alle Informationen aus den Proben darstellen – und überhaupt nur für die Untersuchung bestimmter Materialien verwendet werden. Neue Hyperspektralkameras, die den UV-Bereich abdecken, sind deshalb eine vielversprechende Weiterentwicklung.

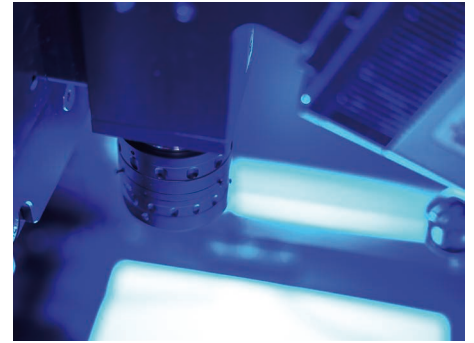
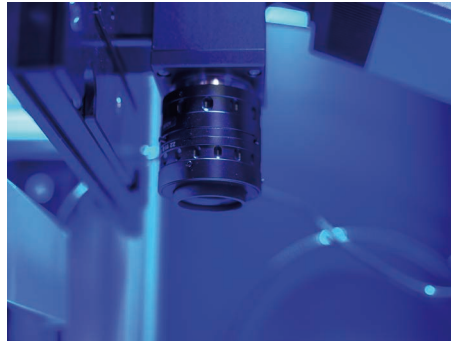
Grenzen marktüblicher Hyperspektralkameras

Einst für die Fernerkundung mit Satelliten und für Luftmesssysteme entwickelt, sind Hyperspektralkameras heute ein fester Bestandteil in Forschung und Industrie.

Vor allem in der Recyclingindustrie kommt Hyperspektrale Bildgebung (HSI) zum Einsatz, um die einzelnen Polymere sichtbar zu machen und Kunststoffe so sauber getrennt recyceln zu können. Auch für die Qualitätskontrolle ist HSI ein wichtiges Instrument, weil sich mit ihr zum Beispiel Lebensmittel klassifizieren und prüfen sowie Verunreinigungen in Industrieprodukten erkennen lassen.

Doch im Hinblick auf nicht-organische Materialien, die eben nicht aus Molekülen bestehen, stoßen marktübliche Hyperspektralkameras an ihre Grenzen. Denn sie verwenden Nahinfrarot (NIR) oder teilweise auch eine Kombination aus sichtbarem Licht und Nahinfrarot (VNIR) und können damit Informationen zum molekularen Grundaufbau eines Materials liefern, indem sie die Molekülschwingungen sichtbar machen. Nicht-organische Substanzen wie Mineralien oder Metalle bestehen allerdings nicht aus Molekülen, ihre Bindungen können mit NIR deshalb nicht dargestellt werden.

Autorin:
Julia Kowal
freie Redakteurin
inno-spec GmbH
www.inno-spec.de



bis 380 nm“, erklärt Grass. „Das sind reine UV-Systeme.“ Für die kommt es zum einen auf den richtigen Sensor an, der für diese Wellenlängen sensitiv ist, zum anderen auf die passenden Linsen und andere optische Elemente, die diese Wellenlängen überhaupt durchlassen. Das Optikdesign muss insgesamt für diese niedrigen Wellenlängenbereiche ausgelegt sein, das ist die Herausforderung bei der Entwicklung.

Anwendung in Forschung und Industrie

Solche UV-Hyperspektralkameras eignen sich für eine Vielzahl von Anwendungsgebieten, allen voran für Pharma und Forschung. Bei der Entwicklung und Herstellung von Medikamenten und Impfstoffen kann UV-HSI zum Beispiel für die Qualitätskontrolle genutzt werden, um zu prüfen, ob der richtige Wirkstoff in der richtigen Konzentration vorhanden ist. UV-Hyperspektralkameras dienen auch zur Analyse von Proteinen, die für das Verständnis biologischer Prozesse und für die Entwicklung neuer Medikamente entscheidend ist, sowie zur Charakterisierung von Nanopartikeln, um die Eigenschaften und Funktionalitäten von Nanomaterialien zu verstehen und Nanotechnologien weiterzuentwickeln. UV-HSI ist zusätzlich für die Forschung im Energiebereich zur Erzeugung von Wasserstoff und synthetischer Kraftstoffe prädestiniert, ebenso für die Untersuchung von Enzym- bzw. Katalysatoraktivität, um die spezifischen Bedingungen, unter denen Enzyme optimal arbeiten, zu erkennen. Zudem kann UV-HSI für die Forensik und die Analyse von Kulturgütern wie archäologische Funde, Gemälde und biologische Präparate verwendet werden.

Neben der Forschung sind moderne UV-Hyperspektralkameras

aber auch für industrielle Anwendungen interessant. Sie können zum Beispiel für die Analyse von Lebensmitteln genutzt werden, um Nährstoffgehalte genau zu bestimmen. Mit ihnen lassen sich zudem Textilmaterialien klassifizieren oder Metalloberflächen analysieren.

Schnelle und zerstörungsfreie Charakterisierung

Noch steht die Entwicklung von UV-Hyperspektralkameras am Anfang, die bisherigen Ergebnisse und Anwendungsmöglichkeiten sind aber sehr vielversprechend. So haben die Hochschule Reutlingen und die Universität Tübingen in einer Studie UV-HSI zur Analyse pharmazeutischer Wirkstoffe (API), genauer zur in-line API-Charakterisierung, eingesetzt. Dabei zeigte sich, dass UV-HSI eine schnelle und zerstörungsfreie Charakterisierung ermöglicht und zeitaufwändige klassische Methoden ersetzt. Im Moment ist UV-HSI zwar eher ein Tool für die Forschung, wird künftig aber auch für die Industrie relevant werden. Gearbeitet wird derzeit an höheren Messgeschwindigkeiten, um UV-HSI künftig zum Beispiel als Echtzeit-Kontrollmedium direkt am Förderband einzusetzen.

KI für die Datenanalyse

Für die Analyse der erhobenen Daten wird in Zukunft zudem KI eine immer stärkere Rolle spielen. „Die Infos fallen ja nicht aus den Spektren raus“, formuliert Grass es salopp. „Die Kamera ist das Auge, es braucht eine Software als Gehirn, um die Daten zu verstehen.“ Je smarter eine solche Software ist, desto schneller und besser können die durch die UV-Hyperspektralkamera sichtbar gemachten Informationen übersetzt werden. Diese Übersetzungsarbeit ist sehr anspruchsvoll, die Software muss hierfür zunächst

trainiert werden. Genau hier kann KI einen bedeutenden Beitrag leisten und gängige Schwierigkeiten lösen: Bislang werden für die Auswertungen nämlich verschiedene statistische Methoden verwendet, die mitunter aber Probleme bei der Auswertung haben. Ist die Oberflächenstruktur einer Probe zum Beispiel nicht homogen, erkennt eine nicht ausreichend trainierte Software hier zwei unterschiedliche Dinge, obwohl dem nicht so ist. KI kann das nötige Training der Software erheblich beschleunigen und vereinfachen, weil sie „mitlernt“. Im Moment wird KI im Hyperspektralbereich noch nicht viel genutzt, aber das hat großes Potenzial.

Fazit

Hyperspektralkameras haben sich von ihrer ursprünglichen Anwendung in der Satelliten- und Luftbildtechnik zu einem vielseitigen Werkzeug in Forschung und Industrie entwickelt. Während herkömmliche Systeme vor allem im sichtbaren und nahinfraroten Bereich arbeiten und dabei organische Materialien analysieren können, stoßen sie bei nicht-organischen Stoffen an ihre Grenzen. Diese Lücke schließen

neue UV-Hyperspektralkameras, die durch die Analyse von Elektronenübergängen auch Metalle, Halbleiter und andere nicht-organische Materialien erfassen können. Erste Anwendungen zeigen großes Potenzial - insbesondere in Pharma, Nanotechnologie, Lebensmittel- und Materialanalyse. Obwohl die Technik noch am Anfang steht, könnten höhere Messgeschwindigkeiten und der Einsatz von KI die Hyperspektralbildgebung künftig auch für Echtzeit-Anwendungen in der Industrie attraktiv machen.

Wer schreibt:

Die inno-spec GmbH, ein Unternehmen der Headwall Group, ist seit 2005 auf die Entwicklung und Fertigung maßgeschneiderter Hyperspektral-Systeme spezialisiert. Am Standort Nürnberg entstehen leistungsstarke Lösungen für industrielle Inline-Anwendungen wie Sortierung, Qualitätskontrolle und Prozessüberwachung. Kunden aus Branchen wie Recycling, Lebensmittel, Pharma und der Forschung profitieren von präziser Materialanalyse – zuverlässig, flexibel integrierbar und „made in Germany“. ◀

