



Lasergestützte Ferndetektion

Mit dem Laser Gefahrstoffe erkennen, ohne sich selbst in Gefahr zu bringen – es gibt zahlreiche Bedrohungsszenarien von Mensch und Umwelt durch die unbeabsichtigte oder vorsätzliche Freisetzung von Schad- oder Gefahrstoffen.

Die lasergestützte Ferndetektion chemischer, biologischer und explosiver Gefahrstoffe (CBE) ist eines der zentralen Themen des Instituts für Technische Physik. Mit Blick auf realitätsnahe Szenarien werden spektroskopische Messmethoden wie LIDAR (Light Detection and Ranging), LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy), LIF (Laser Induced Fluorescence) und Raman-Spektroskopie sowie deren Kombinationen anwendungsbezogen validiert und weiterentwickelt und die für die Detektion benötigten spezifischen Laserquellen ausgelegt und bereitgestellt.

CBE-Substanzen können unbeabsichtigt durch Industrieunfälle, infolge von Naturkatastrophen oder auch vorsätzlich durch Anschläge auf latente oder öffentlichkeitswirksame Ziele freigesetzt werden. Die frühzeitige Identifikation der Substanzen ist die Basis für ein qualifiziertes Eingreifen von Sicherheitskräften und Ersthelfern und ermöglicht gleichzeitig das Einleiten adäquater Hilfs- und Schutzmaßnahmen für Opfer und Einsatzkräfte. Die Detektionsverfahren müssen schnell und zuverlässig arbeiten, ohne selbst Aufmerksamkeit zu erregen. Die Substanzen müssen dabei im Bereich von einigen hundert Metern bis hin zu Kilometern nachweisbar sein.

Neben dem Einsatz im Bereich der Ferndetektion eröffnen sich für den laserbasierten Nachweis von chemischen und biologischen Substanzen auch im Nahbereich viele Einsatzszenarien. Die zeitnahe Identifikation von Schadstoffen kann zum Beispiel im Bereich der Lebensmittelproduktion eingesetzt werden um die Prozessabläufe und Sicherheitsstandards zu optimieren.



Ferndetektionssystem auf der Laser-Freistrahlstrecke

Standoff detection system at the laser test range

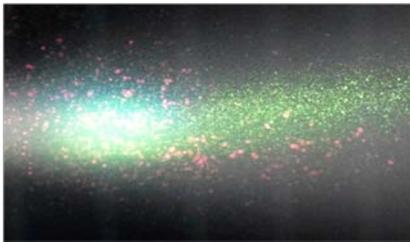
Laser based standoff detection

Identifying dangerous substances with a laser without putting staff in danger – the accidental or intentional release of hazardous or explosive materials poses numerous threats to humans and the environment.

The laser based detection of chemical, biological, and explosive hazardous substances (CBE) is one of the main topics of the Institute of Technical Physics. With a view to realistic scenarios, spectroscopic methods such as LIDAR (Light Detection and Ranging), LIBS (Laser Induced Breakdown Spectroscopy), LIF (Laser Induced Fluorescence) and Raman Spectroscopy as well as combined techniques of those are being validated with respect to relevant scenarios and further developed. In addition, specific laser sources are designed and made available.

CBE substances may be inadvertently released by industrial accidents, due to natural disasters or intentional attacks on public facilities. The early identification of the substance is the basis for a qualified intervention by security forces and first responders while enabling the provision of adequate assistance and protection for victims and emergency teams. The detection method must work quickly and reliably, without attracting attention to itself. Remote (standoff) detection protects against direct contact with the hazardous material. In principle, laser based techniques allow a timely, discreet, and safe classification and partial identification of hazardous materials over distances into the kilometre range.

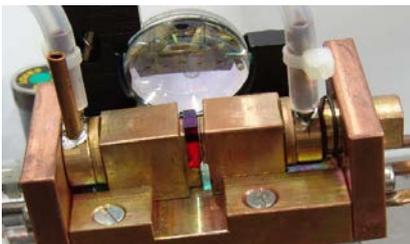
Besides of long range scenarios there are also applications for laser based detection of chemical and biological substances at short distances. A timely identification of harmful contaminants may help to optimize process workflows and security standards in the foodstuff production.



Fluoreszenz eines Aerosolgemisches bei UV-Bestrahlung aus 130 Meter Entfernung
Fluorescence light of an aerosol mixture by UV-irradiation at a distance of 130 meters

Der Schwerpunkt der Forschungsarbeiten am Institut für Technische Physik liegt derzeit auf der Validierung der LIF-Technologie zur Klassifizierung biologischer Substanzen. Zur Erstellung einer Datenbank werden dazu im Labor Fluoreszenz- und Rückstreuquerschnitte, vor allem von lungengängigen Aerosolen, bestimmt. Systemaspekte für ein Detektionssystem werden sowohl unter Laborbedingungen für den Nahbereich als auch auf der Laserfreistrahlsstrecke des DLR in Lampoldshausen für den Fernbereich bis 130 Meter betrachtet. Unterschiedlichste Substanzen werden auf ihre spektralen und zeitabhängigen Fluoreszenzeigenschaften in Abhängigkeit von der eingestrahlten Laserwellenlänge untersucht, um die Unterscheidbarkeit der Substanzen zu optimieren. Ein wesentlicher Aspekt ist dabei die Diskriminierung von Schad- und Gefahrstoffen vor natürlichem Hintergrund, in dem neben Pollen auch Kleinstpartikel wie Ruß und Staub sowie unterschiedliche Aerosole vorhanden sein können. Ziel ist eine automatisierte Messung, mit der nach wenigen Sekunden die Gefahrstoffsubstanz oder zumindest die Gefahrstoffklasse ausgewiesen wird.

Aus den Systemmessungen ergeben sich Anforderungen für spezielle Laserwellenlängen zur Optimierung der Detektionsverfahren. Um die Detektionsverfahren in öffentlicher Umgebung einsetzen zu können, müssen augensichere Laser verwendet werden. Daher werden Laser bevorzugt, deren Emissionswellenlängen kürzer als 0,4 Mikrometer bzw. länger als 1,4 Mikrometer sind. Am Institut für Technische Physik in Stuttgart werden derartige Quellen sowohl für den UV- als auch für den IR-Bereich ausgelegt und realisiert (z.B. Cr:ZnSe-Laser).



Cr:ZnSe-Kristall in Kühlhalterung zur Erzeugung von IR-Laserstrahlung
Cr:ZnSe crystal in cooling mount for production of IR laser radiation

Die Validierung geeigneter Detektionsverfahren erfolgt auf der Freistrahlsstrecke unter realen atmosphärischen Witterungseinflüssen wie intensiver Sonneneinstrahlung oder bei Niederschlag. Zusätzlich können Aerosole oder Partikel ausgebracht und deren Konzentration gemessen werden.

A main focus of research and development at the Institute of Technical Physics is the validation of the LIF technology for classification of biological substances. To establish a database, laboratory measurements of cross sections for fluorescence and backscattering are performed, in particular concerning respirable aerosols. Investigation of system aspects of the detection system are carried out at laboratory environment for short distance applications and on the laser test range at the DLR Lampoldshausen facility for distances up to 130 meters. Different substances are studied with respect to their spectral and temporal fluorescence characteristics, varying the wavelengths of the irradiating UV laser light in order to optimize the discrimination capability. Thereby, an important issue is the discrimination capability of harmful and hazardous material against natural background, containing pollen and small particles like soot and dust as well as natural aerosols. The objective is an automated measurement system capable to return a result within a few seconds showing the substance or at least the classes of substances.

The system optimization will result in requirements for lasers with specific wavelengths. Whenever such a system will be applied in public areas it is essential that the laser radiation will pose no danger to the eyes of people. Therefore, so called eye safe lasers emitting radiation in the UV below 0.4 micrometers or in the IR spectral region beyond 1.4 micrometers have to be used. At the Institute of Technical Physics such laser sources are designed and implemented (e.g. Cr:ZnSe lasers).

The validation of appropriate detection systems is performed on the laser test range at real atmospheric conditions including bright sunshine as well as rainy or foggy weather. In addition, artificial aerosols and particles may be spread out and measured concerning their concentrations.

**Deutsches Zentrum
 für Luft- und Raumfahrt e.V.**

Institut für Technische Physik
 Langer Grund
 D-74239 Hardthausen

Kontakt: Dr. Jürgen Handke
 Telefon: +49 6298 28-230
 Fax: +49 6298 28-582
 E-Mail: Juergen.Handke@dlr.de
 DLR.de/tp