

FORSCHUNG KOMPAKT

FORSCHUNG KOMPAKT2. Februar 2026 || Seite 1 | 5

Unbemannte autonome Systeme und Roboter für die Detektion von Gefahrstoffen

Radioaktives Material schnell und präzise lokalisieren

Radioaktive, chemische oder biologische Stoffe sind in Bedrohungslagen meist unsichtbar und lassen sich aus der Distanz nicht detektieren. Forschende am Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE nutzen speziell ausgerüstete Drohnen und Roboter, um radioaktive Quellen schnell und präzise zu lokalisieren.

Chemische, biologische, radiologische, nukleare und explosive Substanzen (kurz CBRNE-Substanzen) können Bevölkerung und Einsatzkräfte gefährden. So führte 2023 eine von einem Lastwagen gefallene, nur Millimeter große Cäsium-Kapsel in Australien zu einer groß angelegten Suchaktion. Durch die steigende Zahl hybrider Angriffe und diverser Destabilisierungsmaßnahmen hat sich die Bedrohungslage zudem zuletzt verschärft. Zwei Forschungsabteilungen des Fraunhofer FKIE beschäftigen sich daher intensiv mit der Frage, wie sich Drohnen (Unmanned Aerial Systems – UAS) und Roboter (Unmanned Ground Vehicles – UGV) einsetzen lassen, um Menschen in diesen Bedrohungslagen bestmöglich zu unterstützen. Die Leistungsfähigkeit solcher Systeme steht seit vielen Jahren beim European Robotics Hackathon (EnRich) im AKW Zwentendorf und beim European Land Robot Trial (ELROB) auf dem Prüfstand. Beide Veranstaltungen werden von den Forschenden der Abteilung Kognitive Mobile Systeme im jährlichen Wechsel mitorganisiert und tragen dazu bei, Drohnen und Roboter unter realistischen Einsatzbedingungen auf ihre Praxistauglichkeit zu testen und anhand der Ergebnisse ganz konkret weiterzuentwickeln.

Hochautomatisiertes UAS zur Aufklärung radioaktiver Quellen

Im Auftrag des Wehrwissenschaftlichen Instituts für Schutztechnologien – ABC-Schutz (WIS) arbeiten Forschende der Abteilung Sensordaten- und Informationsfusion an einem Unmanned Aerial System für die schnelle, präzise Identifizierung und Lokalisierung radioaktiver Quellen. Ein erster Technologiedemonstrator wurde bereits in Feldversuchen auf dem Gelände des WIS in Munster getestet: Er ist in der Lage, innerhalb weniger Minuten eine radioaktive Quelle bis auf wenige Meter genau aufzuspüren. »Die Cäsiumkapsel in Australien wurde erst nach einer tagelangen Suche mit Handdetektoren gefunden. Mit unserem UAS hätten wir die radioaktive Kapsel deutlich schneller entdecken können«, sagt Claudia Bender, Wissenschaftlerin am Fraunhofer FKIE, die den Technologiedemonstrator gemeinsam mit ihrem Kollegen Torsten Fiolka konzipiert.

Kontakt

Monika Landgraf | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | presse@zv.fraunhofer.de
Silke Wiesemann | Fraunhofer-Institut für Kommunikation, Informationsverarbeitung und Ergonomie FKIE | Telefon +49 228 9435-103
Fraunhoferstraße 20 | 53343 Wachtberg | www.fkie.fraunhofer.de | silke.wiesemann@fkie.fraunhofer.de

Explorationsphase und zielgerichtete Suchphase kennzeichnen den Aufklärungsprozess

FORSCHUNG KOMPAKT

2. Februar 2026 || Seite 2 | 5

Die Expertise der Forschenden liegt insbesondere in der komplexen Datenverarbeitung, Sensordatenfusion und der Automatisierung. Der Aufklärungsprozess wird hochautomatisiert durchgeführt und besteht aus einer Explorations- und einer Suchphase. Während der Explorationsphase überfliegt das UAS das Zielgebiet grob und sammelt kontinuierlich Daten über die Umgebung. Dann wechselt es in einen zielgerichteten Suchmodus. In diesem Modus passt sich die Flugbahn der Drohne dynamisch an das bisher akkumulierte Wissen über die Umgebung sowie aktuelle Sensorinformationen an. Hierfür werden stochastische Verfahren verwendet, die die Wahrscheinlichkeit verschiedener Positionen der Quelle schätzen. »Nachdem der Pilot die Drohne gestartet hat, fliegt sie zunächst ein fixes Flugmuster ab. Sobald ausreichend Sensordaten vorliegen, wechselt das System in den adaptiven Suchmodus und berechnet anhand der gesammelten Informationen selbstständig, wo sich die Quelle befinden könnte«, erläutert die Forscherin den Vorgang. »Dann generiert sie solange Wegpunkte, bis sie den Gefahrenstoff lokalisiert hat und meldet die präzise Position der Quelle.« Eine Heatmap zeigt die überflogenen Gebiete mit den Strahlungsintensitäten räumlich an. Zusätzlich kann man sich in einer Wahrscheinlichkeitskarte darstellen lassen, in welcher Zelle die Wahrscheinlichkeit am höchsten ist, dass sich das radioaktive Material dort befindet.

Für die Aufklärung hat die Drohne neben einem Gammadetektor, der die Strahlungswerte misst, weitere Sensorik an Bord. Elektrooptische und Infrarotkameras, ein Intel NUC Computer für die Datenverarbeitung, eine Inertial Measurement Unit (IMU) sowie ein LTE-Stick, mit dem sich die Daten vom Boden aus überwachen lassen, komplettieren die Ausstattung. Die Kameras zeigen das Live-Bild an, das die Drohne sieht. Sie können Objekte wie Personen, Gebäude und Fahrzeuge detektieren und georeferenziert auf einer Karte anzeigen. Die Inertial Measurement Unit wiederum erfasst die Lage und die Bewegung der Drohne im Raum.

Der Technoledemonstrator ist das Ergebnis der Forschungsarbeiten im Projekt HUGIYN (Hochautomatisiertes UAS für die Aufklärung und Identifikation γ -strahlender Nuklide). Im Folgeprojekt SLEIPNIR (Automatisierte Luftgestützte Erkennungs- und Identifikationsplattform für Nuklide und Isotope aus Radioaktiven Quellen) wollen die Forschenden unter anderem die Fluggeschwindigkeit des UAS erhöhen und verschiedene Nuklide wie Cäsium und Cobalt zeitgleich lokalisieren.

Experimentelle CBRNE-Roboter unterstützen bei der Erkennung und Bergung von radioaktiven Gefahrstoffen

In Situationen, die für Menschen zu gefährlich sind, unterstützen neben Drohnen auch unbemannte Landfahrzeuge. Roboter, die mit CBRNE-Sensorik und autonomen Assistenzfunktionen ausgestattet sind, übernehmen dann die Aufklärung. Die intelligente Kombination von CBRNE-Aufklärungssensorik, Navigationsstrategien und Geodatenverarbeitung mithilfe unbemannter Landfahrzeuge stellt einen Forschungsschwerpunkt

von Dr. Frank E. Schneider dar, stellvertretender Leiter der FKIE-Abteilung Kognitive Mobile Systeme.

FORSCHUNG KOMPAKT

2. Februar 2026 || Seite 3 | 5

»In Vorbereitung auf Ereignisse mit RN-Material wie zum Beispiel Tschernobyl wurde in Deutschland ein behördliches Radioaktivitätsüberwachungssystem¹ installiert. Mit einem Abstand von mehreren Kilometern sind rasterartig Sensoren über ganz Deutschland verteilt, welche die aktuellen radioaktiven Strahlungswerte kontinuierlich an das Bundesamt für Strahlungsschutz melden. Die vom Roboter während einer Voraufklärung in einer potenziellen Gefahrenzone festgestellte Strahlungsintensität gleichen wir mit dem »Normalwert« ab, den das Radioaktivitätsüberwachungssystem aus diesem Gebiet meldet. Mittels Datenfusion werden die Werte in einer Strahlungskarte, der Heatmap, zusammengeführt, um eine mögliche Bedrohungslage zu bestätigen oder auszuschließen«, veranschaulicht Schneider das Einsatzszenario.

Ein weiterer Fokus der Abteilung Kognitive Mobile Systeme liegt auf der Entwicklung intelligenter Navigations- und Assistenzfunktionen, die eine kontrollierte Steuerung der CBRNE-Roboter erleichtern: Sie stellen sicher, dass der Roboter den kompletten Gefahrenbereich abfährt und so die Strahlenquelle sicher lokalisieren kann. Weitere Messungen des Roboters informieren den Leitstand über die Größe der Gefahrenzone, die Art des gefundenen Strahlenmaterials und die Positionen bzw. Koordinaten, in denen der Sicherheitskorridor angelegt werden sollte. Die so gewonnenen Daten liefern den Experten und Einsatzkräften die Grundlage für das weitere Vorgehen.

»Click & Grasp«-System befähigt Greifarm, komplexe Bewegungen auszuführen

Per Mausclick in ein Live-Videobild befähigt ein smartes »Click & Grasp«-System den Greifarm des Roboters, Gegenstände automatisiert aufzunehmen und an anderer, ebenfalls per Mausclick angewiesener Stelle, wieder abzulegen. In Praxistests konnte das System autonom nach ausgetretenem Material greifen, es auf Strahlung überprüfen, abtransportieren und in einem speziellen Behälter deponieren. Selbst komplexe Bewegungsabläufe wie das Öffnen von Autotüren gelingen dank der innovativen Assistenzfunktion, sodass sogar der Zugriff auf radioaktives Material in geschlossenen Räumen möglich ist.

Zudem arbeitet das Team rund um Dr. Schneider an neuen Bedienkonzepten, die mittels spezieller Sensorik ein photorealistisches 3D-Modell generiert und eine virtuelle Realität erzeugt, sodass der Bediener Objekte aus verschiedenen Blickwinkeln betrachten kann, ohne den Roboter bewegen zu müssen. »Der Bediener erhält quasi ein erweitertes Situationsbewusstsein«, so der Forscher. Darüber hinaus erlauben an der menschlichen Hand und dem Arm angebrachte Sensoren die Armbewegung des Menschen auf die des Roboters zu übertragen. Der Manipulator erhält auf diese Weise intuitive Steuerungsmöglichkeiten. »Diese neue Assistenzfunktion nennen wir »Jackensteuerung«. Sie ermöglicht es auch Einsatzkräften, die keine ausgewiesenen Fachkräfte sind, den Roboter intuitiv zu steuern.«

¹Etwa 1700 über Deutschland verteilte Messstellen des Gamma-Ortsdosisleistung (ODL)-Messnetzes des Bundesamts für Strahlenschutz

FORSCHUNG KOMPAKT

2. Februar 2026 || Seite 4 | 5



Abb. 1 Das hochautomatisierte UAS hat neben einem Gammadetektor elektrooptische und Infrarotkameras an Bord.

© Fraunhofer FKIE



Abb. 2 Ein erster Technologiedemonstrator wurde bereits erfolgreich getestet: Er kann innerhalb weniger Minuten eine radioaktive Quelle bis auf wenige Meter genau aufspüren.

© Fraunhofer FKIE



Abb. 3 Der experimentelle CBRNE-Roboter unterstützt bei der Erkennung und Bergung von radioaktiven Gefahrstoffen.

© Fraunhofer FKIE/Fabian Vogl

FORSCHUNG KOMPAKT
2. Februar 2026 || Seite 5 | 5



Abb. 4 Das innovative »Click & Grasp«-System befähigt den Greifarm, komplexe Bewegungen auszuführen.

© Fraunhofer FKIE/Fabian Vogl