

# Roboterpatrouille auf der Bohrinsel

**Automatisierung.** Künftig sollen Roboter gefährliche Wartungsaufgaben an Industrieanlagen übernehmen. Sie können selbst dort zum Einsatz kommen, wo Explosionsgefahr besteht.

VON DANIEL POHSELT

Meter für Meter arbeitet sich der Roboter zum nächsten Checkpoint vor. Hindernissen weicht er mit spielerischer Leichtigkeit aus. Selbst die Kunst des Treppensteigens hat er sich zu eigen gemacht: Bis zu 45 Grad steile Abschnitte erklimmt er dank Raupenantrieb ohne Mühe oder fremde Hilfe, selbst bei Nässe. Dann ist er am Ziel: bei den Bohrwerken, Kompressoren oder genauer: ihren Füllstands-, Manometer- und Ventilstandsanzeigen. Oder auch: „Inmitten der Gefahrenzone“, sagt Lukas Silberbauer.

Auf die Entwicklung mobiler Robotik spezialisiert erkundet das 2010 von Silberbauer und Matthias Biegl gegründete Wiener Unternehmen Taurob neue Einsatzfelder für autonome Roboter. Bei Feuerwehreinsätzen sind die Maschinen schon länger gesetzt. Schon bald, so die Hoffnung der Wiener, könnten sie auch für die Wartung von Anlagen mit explosiver Atmosphäre herangezogen werden.

## Erste Praxistests laufen bereits

Vier Tote, mehrere Verletzte – das war etwa die Schreckensbilanz einer Explosion im Werk eines deutschen Chemiekonzerns im Vorjahr. Unfälle gibt es immer wieder zu beklagen. Ein Wartungsroboter im Chemie- oder Stahlwerk also? Auf einer Bohrinsel? Szenarien wie diese sind nicht weit hergeholt. Mit dem französischen Mineralölunternehmen Total laufen erste Praxistests.

Ein EU-Zertifikat (ATEX, abgeleitet von „Atmosphères Explosibles“, zu deutsch „explosive Atmosphären“) für die Eignung des Roboters in rauer Umgebung hat Taurob für sein jüngstes Modell schon in der Tasche. Bis Jahresende optimieren Forschergruppen der TU Wien und TU Darmstadt nun im EU-Projekt Eurostars die Navigation des Roboters per Laserscanner – das ist die Domäne des deutschen Projektpartners – und sein wiederholgenaues Auslesen der Messinstrumente mittels Kamera.



Trainieren für den Ernstfall: Wo es für den Menschen zu gefährlich wird, sollen Roboter die Wartungsaufgaben übernehmen. (Taurob)

„Liegt ein Wert außerhalb des zulässigen Bereichs, setzt der Roboter eine Alarmmeldung an den Operator ab“, sagt Silberbauer. Der verfolgt die Fahrt des Roboters aus sicherer Entfernung über die grafische Benutzeroberfläche. Dieser liegt ein dreidimensionales Modell des Standorts und allen Wartungspunkten zugrunde. Gänzlich neue Routen oder Standorte bringt man dem Roboter durch Lernfahrten per Fernsteuerung bei.

## LEXIKON

**Situierendes Sehen.** Roboter müssen Objekte eindeutig erkennen, um mit ihnen arbeiten zu können. Rein bildbasierte Ansätze, die Wissen aus Datenbanken generieren, haben keinen Zugriff auf Kontextwissen, etwa die Navigation im Raum. Forscher der TU Wien reichern die Objekterkennung deshalb mit kontextuellem Wissen, dem situierendes Sehen, an. Eine Schlüsselfunktion fällt dabei der Definition des freien Bodens vor dem Roboter zu, die der sicheren Navigation dient.

Als relativ simples Unterfangen habe sich laut TU-Forscher Markus Vincze – er ist spezialisiert auf situierendes Sehen von Robotern (siehe Lexikon) – das Auslesen von Manometern erwiesen. Das sind typischerweise kreisrunde, mechanische Druckmessgeräte. „Der Kreis ist eine starke Geometrie, entsprechend einfach fällt es Kamera und Bildverarbeitungssoftware des Roboters, sich zurechtzufinden und Ziffern und Zeigerstand richtig zu deuten“, so der Forscher vom Institut für Automatisierungs- und Regelungstechnik an der TU Wien.

## Das Licht ändert sich ständig

Dabei machte sich Vinczes Team unter anderem die Vorzüge der sogenannten Hough-Transformation zu eigen: Das in den Sechzigern vom US-Physiker Paul V.C. Hough entwickelte Verfahren dient der effizienten Detektion geometrischer Merkmale in Bildern.

Kniffliger: das Erfassen der Werte bei wechselnden Lichtver-

hältnissen durch die am Roboterarm angebrachte Zoom-Kamera. „Die größte Herausforderung sind Füllstandsanzeigen in Zylinderform“, sagt Vincze. Eingefasst in Glas ist hier mit allen möglichen Reflexionen zu rechnen. Versucht der Mensch durch intuitives Auf- und Abbewegen des Kopfes gleichbleibende Muster auszumachen, folgt der Roboter hier seinem Vorbild: „Durch Vergleich von mehreren aus unterschiedlichem Winkel aufgenommenen Bildern leitet er Schlüsse ab“, sagt Vincze.

Der nächste logische Schritt ist nun, den Roboter nicht nur bei allen Wetterlagen Maschinenzustände im Feld ablesen, sondern ihn an Ort und Stelle auch gleich elaboriert Gegenmaßnahmen einleiten zu lassen, etwa durch selbstständiges Öffnen oder Schließen eines Ventils. „Eine reizvolle Aufgabe“, sagt Taurob-Gründer Lukas Silberbauer. Mit Thermalkameras könnten zudem außerdem verdächtige Hitzequellen ausfindig gemacht werden.

## Drahtloses Sensornetzwerk für die Zukunft

Forschung für intelligente und vernetzte Sensoren.

Drahtlose Übertragungen sollen zuverlässig, jederzeit verfügbar und auf dem neuesten Stand sein. Wie Werner Rom vom **Kompetenzzentrum Virtual Vehicle in Graz** an einem Beispiel erklärt, sind heute in einem Kraftfahrzeug 70 bis 80 – großteils verkabelte – Steuerfunktionen integriert, die man schon in naher Zukunft über einen einheitlichen drahtlosen Zustand anbieten wird.

Bei dem Forschungsauftrag handelt es sich um das EU-Großprojekt DEWI (Dependable Embedded Wireless Infrastructure), an dem 58 europäische Industrie- und Forschungspartner aus elf Ländern beteiligt sind. Die Ergebnisse betreffen eine Fülle verschiedenster Anwendungen drahtloser Sensornetze und drahtloser Kommunikation, die in dieser Woche in Graz präsentiert wurden. Das Spektrum reicht dabei von einer Forschungsrakete über Demonstratoren zur Gebäude-, Fahrzeug- oder Eisenbahntechnik bis hin zu einem voll vernetzten Lkw.

## Kein Kabelsalat mehr

Der österreichische Beitrag war im Besonderen auf den Automobilbereich fokussiert. „Wenn etwa ein Auto vollkommen drahtlos verkabelt wird, muss man nicht mehr in einer Werkstätte die Software aktualisieren“, sagt Werner Rom. Es lassen sich also schneller Korrekturereffekte vornehmen und manche Rückholaktion wird obsolet. Der Kabelsalat in einem Fahrzeug wird der Vergangenheit angehören, ebenso Kabelschäden wie zum Beispiel Haarrisse.

Im Projekt DEWI hat man mit internationalen Unternehmen wie Volvo, Siemens, Valeo, Philips und Airbus sowie in Österreich mit AVL und **Virtual Vehicle** zusammengearbeitet. Der steirische Autocluster könnte schon demnächst die Forschungsergebnisse umsetzen. (APA/ewi)

# Optischer Sensor misst winzige Feinstaubpartikel

**Technik.** Ein hochpräziser Partikelsensor ist das Ergebnis einer fünfjährigen Forschungs Kooperation in Österreich. In Abgasmessgeräten soll der Sensor Partikel des Ultrafeinstaubes schneller und präziser auffinden und zählen.

VON TIMO KÜNTZLE

Martin Kraft freut sich. Vor allem über die Tatsache, dass nach fünf Jahren Arbeit nicht „nur“ Forschungsergebnisse, sondern ein konkretes Produkt entstanden ist, das nun in Österreich gebaut und verkauft wird. „Für mich als Wissenschaftler ist das super“, sagt der Forschungsleiter für photonische Systemtechnik am Forschungszentrum CTR (Carinthian Tech Research) in Villach.

Die Rede ist von einem optischen Sensor, der nicht nur Feinstaub, sondern auch schwieriger zu erfassende Ultrafeinstaubpartikel in Autoabgasen detektiert und quantifiziert. Und zwar schneller und genauer als bisher möglich. Bei Ultrafeinstaub handelt es sich um Partikel, die je nach Definition, kleiner als 0,2 Mikrometer sind. Ihr Durchmesser beträgt also zwei Zehntausendstel eines Millimeters oder weniger. Entstanden ist das Gerät aus einer Zusammenarbeit der CTR und des Automobilzulieferers AVL List in Graz.

Die Forscher haben dazu das bekannte Prinzip eines Kondensationspartikel-Zählers weiterentwickelt. Grundproblem der Feinstaubanalytik ist, dass die winzigen Schwebeteilchen optisch nicht zu erkennen sind. „Ich sehe nichts, was kleiner ist als die halbe Wellenlänge des Lichts“, erklärt Kraft. Jener Staub, der je nach Sonneneinfall sichtbar am Zimmerfenster wabert, ist vergleichsweise harmlos. Er wird beim Einatmen vom Körper ausgefiltert.

Um nun eigentlich unsichtbare Staubpartikel erkennen- und damit zählbar zu machen, wird Abgas in eine Art Nebelkammer geleitet. In dieser ist die Luft mit einem Lösungsmittel übersättigt, das rund um die Partikel zu kondensieren beginnt. „Aus einem Partikel von beispielsweise 0,03 Mikrometer wird typischerweise ein Tröpfchen im Größenbereich von fünf Mikrometern. Das ist dann groß genug, um es zu detektieren“, so Kraft.

Das Prinzip ist der Natur abgesehen: Wenn unsichtbares, gasförmiges Wasser an Staubteilchen

kondensiert, bilden sich sichtbare Dampfschwaden. Werden die Tröpfchen größer und schwerer, fallen sie als Regen zu Boden. Im Kondensationspartikel-Zähler wird allerdings nicht Wasser, sondern 1-Butanol-Alkohol thermisch verdampft. Im weiteren Verlauf kühlt die Umgebung ab, wodurch die Atmosphäre übersättigt und die Bedingungen für Kondensation gegeben sind.

## Jedes Teilchen erkennen

Was macht das neue Abgasmessgerät besser als seine Vorgängermodelle? Grundsätzlich drehen die Wissenschaftler bei ihrer wesentlich durch Computersimulationen unterstützten Arbeit an allerlei thermischen, physikalischen und chemischen Stellschrauben.

„Was wir zum Beispiel gesehen haben: Die Qualität der Sättigung mit dem Betriebsmittel, also dem Alkohol, hat einen enormen Einfluss auf die Stabilität der Messung“, berichtet Kraft. „Es geht darum, dass jedes Partikel in einzelnen Abschnitten überall auf diesel-

ben Bedingungen trifft.“ So lässt sich etwa vermeiden, dass bei hohen Staubkonzentrationen mehrere Partikel zu einem Tröpfchen zusammenwachsen, das damit vom Sensor nur als ein einzelnes Partikel erkannt wird.

Um das zu erreichen, wurden etwa das Verhältnis von Volumen und Oberfläche der Verdampfer-Elemente sowie Materialeigenschaften optimiert.

Seit Kurzem ist das neue Abgasmessgerät am Markt. Es kann sowohl der Entwicklung sauberer Motoren als auch der Abgaskontrolle dienen.

## IN ZAHLEN

**200 Nanometer**, sprich 0,2 Mikrometer, bilden eine gebräuchliche Obergrenze zur Definition von Ultrafeinstaub. Auch 0,1 Mikrometer werden genannt, also 0,0001 Millimeter.

**8600 Mitarbeiter** beschäftigt die Grazer AVL List GmbH nach eigenen Angaben weltweit. Rund 3600 davon am Standort Graz.

## Experiment mit heiß und kalt

Auch neutrale Körper können sich anziehen.

Gleichartige elektrische Ladungen stoßen sich ab, während Ladungen mit unterschiedlichem Vorzeichen einander anziehen. Wissenschaftler der Universitäten Cambridge und Wien konnten nun mit Hilfe von Computersimulationen nachweisen, dass auch zwischen elektrisch neutralen Nanoteilchen ähnliche Kräfte wirken: nämlich, wenn diese kälter oder wärmer sind als die Flüssigkeit, in der sie gelöst sind. Die aktuelle Studie wurde im Fachmagazin „Pnas“ veröffentlicht.

Der Anziehungseffekt tritt dann ein, wenn mikroskopisch kleine Teilchen in einer geeigneten Flüssigkeit gelöst sind und im Vergleich zur umgebenden Flüssigkeit aufgeheizt oder gekühlt werden. Bei einem größeren Temperaturunterschied werden auch die Kräfte stärker. Als geeignete Flüssigkeit hat sich Wasser – mit seinen elektrisch neutralen Wassermolekülen – erwiesen. (APA/ewi)



# Drahtloses Sensornetzwerk für die Zukunft

Forschung für intelligente  
und vernetzte Sensoren.

Drahtlose Übertragungen sollen zuverlässig, jederzeit verfügbar und auf dem neuesten Stand sein. Wie Werner Rom vom Kompetenzzentrum Virtual Vehicle in Graz an einem Beispiel erklärt, sind heute in einem Kraftfahrzeug 70 bis 80 – großteils verkabelte – Steuerfunktionen integriert, die man schon in naher Zukunft über einen einheitlichen drahtlosen Zustand anbieten wird.

Bei dem Forschungsauftrag handelt es sich um das EU-Großprojekt DEWI (Dependable Embedded Wireless Infrastructure), an dem 58 europäische Industrie- und Forschungspartner aus elf Ländern beteiligt sind. Die Ergebnisse betreffen eine Fülle verschiedenster Anwendungen drahtloser Sensornetze und drahtloser Kommunikation, die in dieser Woche in Graz präsentiert wurden. Das Spektrum reicht dabei von einer Forschungsrakete über Demonstratoren zur Gebäude-, Fahrzeug- oder Eisenbahntechnik bis hin zu einem voll vernetzten Lkw.

## **Kein Kabelsalat mehr**

Der österreichische Beitrag war im Besonderen auf den Automobilbereich fokussiert. „Wenn etwa ein Auto vollkommen drahtlos verkabelt wird, muss man nicht mehr in einer Werkstätte die Software aktualisieren“, sagt Werner Rom. Es lassen sich also schneller Korrektureffekte vornehmen und manche Rückholaktion wird obsolet. Der Kabelsalat in einem Fahrzeug wird der Vergangenheit angehören, ebenso Kabelschäden wie zum Beispiel Haarrisse.

Im Projekt DEWI hat man mit internationalen Unternehmen wie Volvo, Siemens, Valeo, Philips und Airbus sowie in Österreich mit AVL und Virtual Vehicle zusammengearbeitet. Der steirische Autocluster könnte schon demnächst die Forschungsergebnisse umsetzen. (APA/ewi)