

Schlängelnde Schläuche

Um Brände zu löschen, begeben sich Feuerwehrleute regelmäßig in Lebensgefahr. Ein hydraulischer Schlangenroboter soll solche Löscheinsätze in Zukunft gefahrloser machen

VON DENIS DILBA

Der Bus fing sofort Feuer. Nach Angaben der Graubündner Kantonspolizei am vergangenen Wochenende ist er rund 100 Meter vor dem Nordende des Viamala-Tunnels vermutlich mit einem aus der Gegenrichtung kommenden Pkw zusammengestoßen. Innerhalb von Sekunden verwandelte sich die zur Südseite hin ansteigende Röhre in einen riesigen Kamin. „Obwohl die ersten Feuerwehrleute bereits nach elf Minuten vor Ort eintrafen, war die Hitze und Rauchentwicklung schon so groß, dass die aus dem Tunnel fliehenden Menschen starben“, sagt Öyvind Stavdahl von der Norwegian University of Science and Technology (NTNU).

Stavdahls neue Entwicklung könnte bei solchen Szenarien in Zukunft helfen, Leben zu retten: „Anna Konda“, eine hydraulische Roboterschlange, soll überall dort Feuer löschen, wo es für den Menschen gefährlich wird – schneller und vor allem ohne Risiko für die Einsatzkräfte. Die Idee zu dem Projekt hatte sein Kollege Anders Beitnes von der Forschungsorganisation Sintef nach einem Großbrand in seiner Heimatstadt Trondheim. Meterhoch loderten die Flammen aus den bis zu 300 Jahre alten Holzhäusern der Innenstadt. Die Feuerwehrleute kamen mit ihren Schläuchen einfach nicht nah genug an den Brandherd. „Als ich damals die Flammen sah, war mein erster Gedanke: Der Schlauch müsste sich selbst zum Feuer bewegen“, sagt Beitnes. „So eine Art Roboterschlange, als Antrieb könnte man den Druck im Wasserschlauch einsetzen.“ Prinzipiell sei so etwas möglich, sagte Stavdahl vom NTNU-Department of Engineering Cybernetics und begann ein Konzept zu entwerfen. „Das war die Geburtsstunde unseres Projekts“, sagt Beitnes. Das Ergebnis der Zusammenarbeit von Sintef und NTNU ist der Prototyp Anna Konda, der erste hy-

draulisch angetriebene Schlangenroboter der Welt, drei Meter lang und 70 Kilogramm schwer. 20 wasserbetriebene hydraulische Motoren bewegen jedes einzelne der zehn Gelenke und machen den Roboter ähnlich flexibel wie seine biologischen Vorbilder. Hochleistungsventile regeln den exakten Wasserfluss, um die Motoren anzusteuern. Bis auf den Kopf, mit einer Düse für das Löschwasser, besteht jedes Schlangenglied aus jeweils zwei Motoren und zwei Ventilen. Stabile Stahlhüllen, die diese Gelenktriebe aufnehmen und schützen, bilden die Außenhaut des Roboters.

„Anna Konda funktioniert ähnlich wie der Greifer eines Baggers, wo die einzelnen Gelenke und Bewegungen vom Baggerführer gesteuert werden. In unserem Fall ist der Computer der Baggerführer“, sagt Pål Liljebäck von Sintef, der maßgeblich an der Entwicklung beteiligt war. In jedem Gelenk befinden sich Winkelsensoren, die es er-

möglichen, die Drehung der Schlangenglieder auf Zehntelgrade genau einzustellen. Im Kopf der Schlange ist zudem eine Kamera eingebaut. Auf diese Weise kann Anna Konda erkennen, welchen Untergrund sie vor sich hat und ob Hindernisse im Weg sind. In Zukunft soll der Schlangenroboter selbstständig entscheiden, wie er am besten von A nach B kommt. Ganz nach Schlangenart kann sich der Roboter auch um runde Objekte wie etwa Bäume oder Laternenpfähle schlingen, um besseren Halt zu finden.

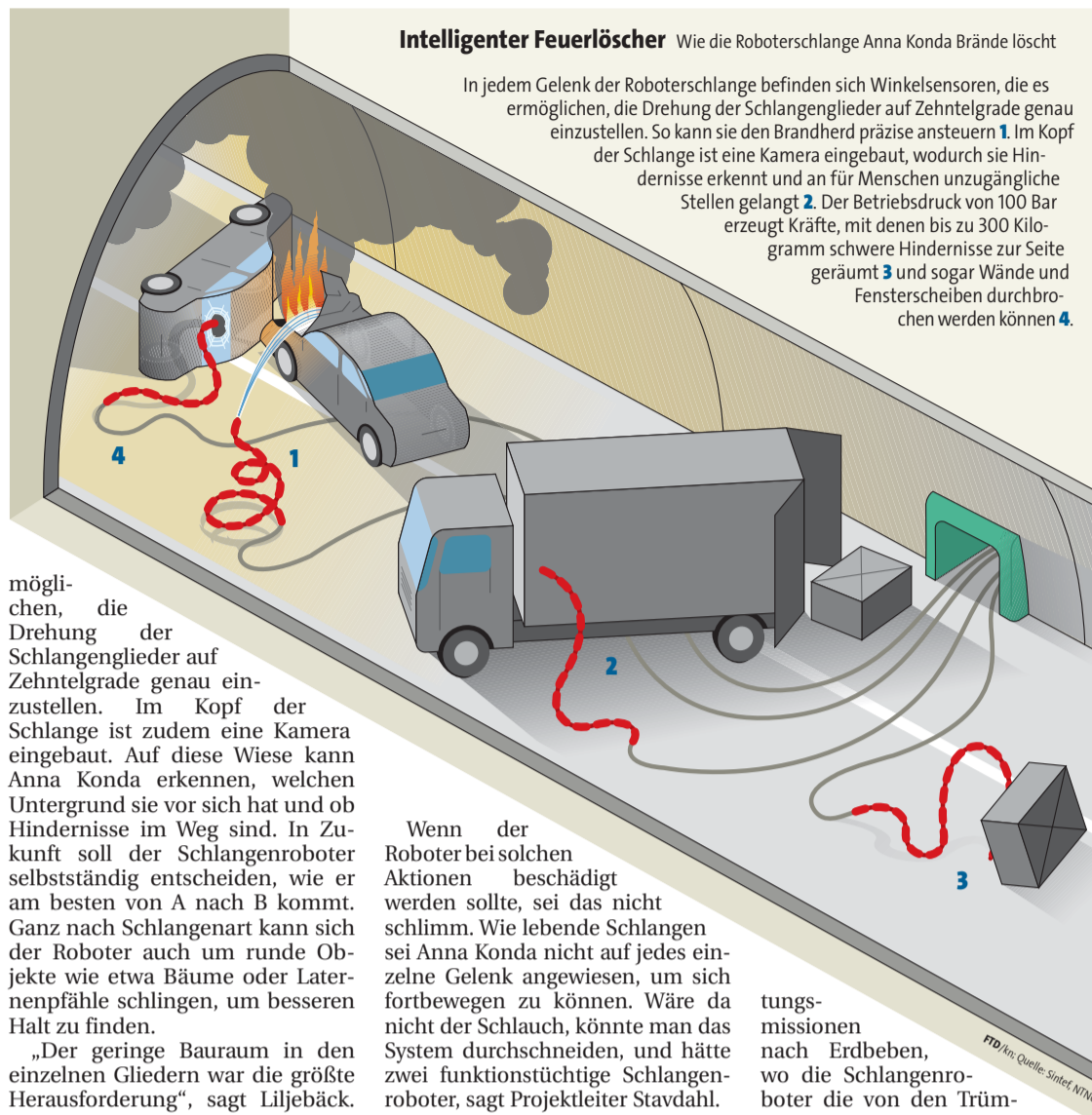
„Der geringe Bauraum in den einzelnen Gliedern war die größte Herausforderung“, sagt Liljebäck. „Wir benötigten extrem kleine Hochdruckventile, die es ermöglichen, die Größe des Durchflusses exakt einzustellen.“ Die einzigen Ventile, die diese Kriterien erfüllen, fanden die Forscher in Formel-1-Wagen. Da diese aber nicht für den Betrieb mit Wasser ausgelegt sind, mussten die Wissenschaftler die Bauteile selbst anfertigen.

„Das Interessante an dem Konzept ist, dass der Roboter seine Energie für die Bewegung aus dem Löschwasser bezieht, das bereits im Schlauch vorhanden ist“, sagt Hubertus Murrenhoff, Leiter des Instituts für fluidtechnische Antriebe und Steuerungen der RWTH Aachen. „In diesem System kann die Hydraulik all ihre Vorteile ausspielen: Die Antriebe sind platzsparend und können sehr schnell sehr große Kräfte erzeugen.“ Tatsächlich sind die Fähigkeiten des Schlangenroboters beeindruckend: Der Betriebsdruck von 100 Bar erzeugt Kräfte, mit denen bis zu 300 Kilogramm schwere Felsbrocken zur Seite geräumt werden können, sagt Liljebäck. „Theoretisch kann Anna Konda sogar Wände durchbrechen.“



Funktion Die Roboterschlange Anna Konda funktioniert ähnlich wie der Greifer eines Baggers. Die einzelnen Gelenke werden vom Computer gesteuert.

Einsatz Anna Konda soll Feuer löschen, wo es für Menschen gefährlich ist. Auch Rettungsmissionen nach Erdbeben oder die Wartung von Ölförderanlagen auf dem Meeresgrund sind denkbar.



Intelligenter Feuerlöscher Wie die Roboterschlange Anna Konda Brände löscht

In jedem Gelenk der Roboterschlange befinden sich Winkelsensoren, die es ermöglichen, die Drehung der Schlangenglieder auf Zehntelgrade genau einzustellen. So kann sie den Brandherd präzise ansteuern. 1. Im Kopf der Schlange ist eine Kamera eingebaut, wodurch sie Hindernisse erkennt und an für Menschen unzugängliche Stellen gelangt. 2. Der Betriebsdruck von 100 Bar erzeugt Kräfte, mit denen bis zu 300 Kilogramm schwere Hindernisse zur Seite geräumt werden können. 3. Der Betriebsdruck von 100 Bar erzeugt Kräfte, mit denen bis zu 300 Kilogramm schwere Hindernisse zur Seite geräumt werden können. 4. Fensterscheiben durchbrochen werden können.

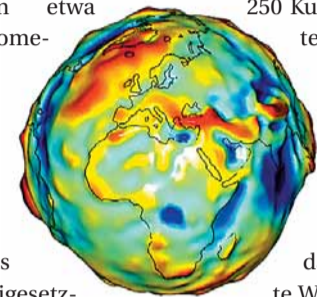
Wenn der Roboter bei solchen Aktionen beschädigt werden sollte, sei das nicht schlimm. Wie lebende Schlangen sei Anna Konda nicht auf jedes einzelne Gelenk angewiesen, um sich fortbewegen zu können. Wäre da nicht der Schlauch, könnte man das System durchschneiden, und hätte zwei funktionstüchtige Schlangenroboter, sagt Projektleiter Stavdahl.

Die Entwickler sehen eine Vielzahl von möglichen Einsatzbereichen für ihre Erfindung. „Wegen der Explosionsgefahr und der großen Hitze sind Tunnelbrände wie etwa der von Viamala für Feuerwehrleute ein besonders großes Risiko“, sagt Stavdahl. „In solchen Situationen könnten wir uns gut vorstellen, ein ganzes Schlangennest von Basisstationen aus zum Brandherd zu schicken.“ Denkbar seien auch Ret-

tungsmissionen nach Erdbeben, wo die Schlangenroboter die von den Trümmern eingeschlossenen Menschen mit Wasser und Luft versorgen könnten. Auch der Unterwassereinsatz zur Wartung von Ölförderanlagen auf dem Meeresgrund ist anvisiert. Um Anna Konda für die verschiedenen Einsätze anzupassen, entwickeln die Forscher zurzeit Zusatzmodule, die zum Beispiel Scheinwerfer, Sensorik, Kameras oder auch Funkgeräte tragen sollen.

Grönlandeis schmilzt schneller als erwartet

Die Eismassen in der nördlichen Hemisphäre schmelzen immer schneller. Erst vergangene Woche hatten Nasa-Wissenschaftler berichtet, dass sich am Nordpol das Abschmelzen der Eisflächen dramatisch beschleunigt. Nun kommen amerikanische Klimatologen zu dem Schluss, dass auch das Festlandeis auf Grönland mit einer alarmierenden Geschwindigkeit zurückgegangen ist. „Der Eisverlust nahm zwischen Mai 2004 und April 2006 im Vergleich zu den Jahren 2002 bis 2004 um 250 Prozent zu“, schreiben die Wissenschaftler im Fachblatt „Nature“. Pro Jahr entspricht das einem Abschmelzen von etwa 250 Kubikkilometern.



Das freigesetzte Wärme dabei führt zu einem globalen Anstieg der Meeresspiegel um einen halben Millimeter pro Jahr. Möglich wurden diese Messungen über das Satelliten-Experiment Grace (Gravity Recovery and Climate Experiment). Mit den Daten vom Gravitationsfeld des Planeten erstellten die Forscher im Computer ein Falschfarbenbild der Erde. Darauf sind auch die durch das abschmelzende Grönlandeis entstehenden Abweichungen im Schwerfeld der Erde erkennbar. Rot zeigt Bereiche, in denen die Schwerkraft über einem Mittelwert, Blau die Zonen, in denen sie darunter liegt.

Mehr Strom durch frisierte Netze

Mit Sensoren und cleverer Elektronik lassen sich Hochspannungsleitungen besser nutzen

VON FRANK GROTELÜSCHEN, HENSTEDT

Ein Druck auf den roten Knopf, und flugs springt die Anzeige auf dem Bildschirm von 100 auf 125. Mit einem Schlag ist die Kapazität von 30 Kilometern nordfriesischer Hochspannungsleitung um ein sattes Viertel gestiegen. Machbar ist das Plus durch ein Überwachungssystem, das die Eon Netz GmbH diese Woche in einem Umspannwerk im schleswig-holsteinischen Henstedt-Ulzburg aktiviert hat.

Mit dem Freileitungs-Monitoring will der Konzern seine Netze in Norddeutschland effektiver nutzen. Denn hier drehen sich mehr und mehr Windräder. Bei einer steifen Brise speisen sie so viel Strom ins Netz, dass die Leitungen zu überlasten drohen. Die Folge: Ganze Windparks werden vom Netzbetreiber abgeschaltet oder gedrosselt. Eigentlich müsste Eon neue Hochspannungsstrassen bauen. Die aber sind teuer und bedürfen langer Genehmigungsprozeduren. Deshalb will Eon seine Netze mit Sensoren und cleverer Elektronik frisieren.

Der Hintergrund: Bei der Auslegung der Leitungen tun die Ingenieure so, als sei das ganze Jahr Hochsommer. Bei Temperaturen um 35 Grad hängen die Leitungen wegen der Wärmeausdehnung weit durch und dürfen aus Sicherheitsgründen nur eine bestimmte Menge an Strom führen. Ebendiese

Grenze begrenzt die zugelassene Leitungskapazität. Aber: „Bei kühleren Temperaturen könnten die Leitungen mehr Strom tragen“, erklärt Armin Schnettler, Leiter des Instituts für Hochspannungstechnik an der RWTH Aachen.

Um sich diesen Effekt zunutze zu machen, stellten die Experten mehrere Wetterstationen entlang einer 30 Kilometer langen Hochspannungsleitung nahe Flensburg auf. Die Sensoren messen Umgebungstemperatur und Windstärke und geben ihre Daten an eine Zentrale weiter. Dort kann der Computer automatisch die Leitungskapazität an das Wetter anpassen. „Bei zehn Grad weniger Temperatur gewinnt man zehn Prozent an Übertragungskapazität“, erläutert Schnettler. „Weht außerdem noch ein kräftiger Wind, der die Leitungen abkühlt, lässt sich die Kapazität um bis zu 50 Prozent erhöhen.“

Ein Jahr Vorbereitung und 4 Mio. € kostete es, die Trasse zwischen Flensburg und Breklum mit dem Freileitungs-Monitoring auszustaffieren. Denn mit dem Aufstellen von Windmessern und Thermometern war es nicht getan. „Wir mussten sieben Umspannwerke umbauen und 200 Kilometer Leitung analysieren“, sagt Urban

Keussen, technischer Geschäftsführer von Eon Netz.

Dank des Monitorings müssen bei gutem Wind künftig weniger Rotoren abschalten; die Windenergie kann ihr Potenzial besser ausschöpfen. Aber: „Technisch wäre das System schon vor zehn Jahren möglich gewesen“, kritisiert Peter Weißferdt, Sachverständiger für Hochspannungselektrik. „Hätte man es früher entwickelt, wäre der finanzielle Schaden für die Windparkbetreiber deutlich kleiner gewesen.“ Doch die Windenergie sei viel schneller ausgebaut worden als erwartet, rechtfertigt sich Eon-Mann Keussen.

Kritiker halten das Freileitungs-Monitoring für einen Verzögerungs-Schachzug des Netzbetreibers. In der Tat: Mittelfristig könnte das System den Bau neuer Hochspannungsleitungen zwar hinauszögern. Doch bereits heute sind in Schleswig-Holstein 2400 Megawatt an Windleistung installiert, die das Stromnetz bei einer steifen Brise zu überlasten drohen. Bis 2010 sollen weitere 4700 Megawatt dazukommen – vor allem durch die geplanten Offshore-Windparks. Und deren Power wird man – das gibt auch Eon zu – ohne zusätzliche Trassen nicht bewältigen können.

„Weht ein kräftiger Wind, lässt sich die Kapazität um 50 Prozent erhöhen“

Armin Schnettler, Stromexperte

Das Magazin für Popkultur und Style

max

KULTAUTO GEWINNEN
MAX VERSCHENKT EINEN FORD CAPRI

P. DIDDY EXKLUSIV
BIZARRER BESUCH BEIM KING OF RAP

DIE LOOKS DER SAISON
WAS WIR IN DIESEM HERBST TRAGEN WOLLEN

EXTRAHEFT
CITY GUIDE KAPSTADT

NEW FACES
FÜNF MODELS, AN DIE WIR GLAUBEN

FRAUEN ANTWORTEN
WIE MÜSSEN MÄNNER SEIN?

HEIDI KLUM

DER TEUERSTE KÖRPER DER WELT: UNSERE HEIDI VON ALLEN SEITEN

Oktober 2006
3,50 Euro

Schweiz 6,80 str / Österreich 3,90 € / Belgien 4,20 € / Luxemburg 4,20 € / Niederlande 4,20 € / Frankreich 4,80 € / Italien 4,80 € / Portugal 4,80 € / Spanien 4,80 € / Griechenland 5,00 €

JETZT AM KIOSK
MAX – DAS MAGAZIN FÜR POPKULTUR UND STYLE