

Smarte Blausäure-Sensoren

Cyanide sind hochgiftig. Sie entstehen bei Bränden und stecken im Maniok. Der Chemiker Felix Zelder hat einen Test entwickelt, mit dem die Gifte rasch nachgewiesen werden können. Von Susanne Haller-Brem

Cyanwasserstoff, auch Blausäure genannt, kennen die meisten aus Kriminalgeschichten, wenn unliebsame Zeitgenossen rasch und effizient ins Jenseits befördert werden. Weniger bekannt ist hingegen, dass Cyanid-Verbindungen in grossem Stil für industrielle Anwendungen wie die Extraktion von Gold und Silber, die Galvanik oder die Kunststoffherstellung verwendet werden. Durch Lecks und Schlamperie können die giftigen Chemikalien in die Umwelt gelangen und Böden, Oberflächen- und Grundwasser vergiften.

In Rumänien flossen beispielsweise Ende Januar 2000 grosse Mengen an Cyanid-Lauge aus einem beschädigten Auffangbecken der Goldmine Baia Mare in den Fluss Theiss und vernichteten über hunderte von Kilometern bis nach Ungarn pflanzliches und tierisches Leben. Cyanid-Vergiftungen entstehen aber auch durch den Verzehr gewisser Nahrungsmittel oder durch das Einatmen von Rauchgasen bei Bränden. Da Blausäure die zelluläre Atmung blockiert, verlaufen diese Vergiftungen rasch und oft tödlich. Es kommt zur so genannten inneren Erstickung. Ungefähr die Hälfte aller Menschen können, genetisch bedingt, das farblose, gasförmige Gift an seinem Bittermandelgeruch erkennen.

Die Farbe des Gifts

Bereits existieren verschiedene Verfahren, um Cyanide nachzuweisen. Doch viele der gängigen Methoden sind zu langsam oder hängen von teuren und unhandlichen Laborgeräten ab, die nur durch Fachpersonen bedient werden können. Sie können deshalb nicht in allen Situationen und Regionen eingesetzt werden. «Ein schneller und unkomplizierter Nachweis für Cyanide fehlte bisher», sagt Felix Zelder vom Institut für Chemie der Universität Zürich. Der Chemiker ist vor neun Jahren durch Zufall Experte in Sachen Cyanid geworden. Damals entdeckte er, dass Vitamin B12 überschüssiges Cyanid in Lösungen durch einen Farbwechsel von Rot zu Violett an-

zeigt. Zelder machte sich die Eigenschaft des Vitamins zunutze, um Sensoren zu entwickeln, die den giftigen Stoff aufspüren. Mit diesen so genannten Vitamin-B12-basierten Chemosensoren ist es nun möglich, innert Sekunden Cyanide mit Konzentrationen unterhalb des von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) festgelegten Trinkwassergrenzwerts effizient und unkompliziert nachzuweisen. Inzwischen konnten die Zürcher Chemiker auch erste Schnelltests zum Nachweis von Cyanid in Lebensmitteln entwickeln.

Cyanid-Verbindungen kommen in verschiedenen Nutzpflanzen wie Mandeln, Kirschen, Aprikosen, Bambus oder Maniok vor und dienen den Pflanzen vermutlich als Frassschutz. Am problematischsten ist der Cyanid-Gehalt wohl in Maniok, da diese Knollen für über 600 Millionen

*Blausäurereste im
Maniokmehl können vor allem
Kinder krank machen.*

Menschen in Afrika und Südamerika eines der wichtigsten Grundnahrungsmittel ist. Nur wenn die Maniokknollen richtig aufgearbeitet werden, enthält das Mehl am Schluss keine Blausäure mehr. Das heisst, die Knollen müssen geschält, fein zerrieben und anschliessend in Wasser eingeweicht werden. Nach einigen Tagen wird der Brei dann ausgepresst und die trockene Masse am Schluss geröstet.

Schiefe Füsse und Beine

«Die indigenen Völker haben eigentlich das Wissen, wie man die Knollen richtig aufarbeiten muss», sagt Felix Zelder. Trotzdem passieren immer wieder Fehler und es verbleiben Reste an Blausäure in den Lebensmitteln oder entweichen beim Aufarbeiten. Arbeitsschutz ist in diesen Ländern noch kaum ein Thema. Deshalb

kann es vor allem bei Kindern zu chronischen Vergiftungen kommen. Diese Krankheit – Konzo genannt – tritt vor allem in Äquatorialafrika auf. Typisch dabei ist die Schiefstellung der Beine und Füsse. Ein einfacher und schneller Test auf Cyanide für verschiedene Aufarbeitungsphasen wäre für Bauern und Lebensmittelkontrolleure extrem wichtig. Für hochwertiges Maniokmehl könnten auch viel bessere Preise erzielt werden.

Beim Schnelltest der Zürcher Forscher ist der Chemosensor an einem Filter fixiert. Enthält eine Probe Blausäure, färbt sich der orange-farbene Indikator beim Durchpressen der Lösung rasch zu Violett um. Der Test kommt ohne zusätzliche Laborausrüstung aus und kann auch von Nicht-Fachpersonen zuverlässig durchgeführt werden. Die Zürcher Chemiker haben ihre Forschung auf diesem Gebiet in den letzten Jahren zusammen mit mosambikanischen und schwedischen Lebensmittelingenieuren erweitert.

Lebensrettend für Rauchgasopfer

Cyanid-Vergiftungen treten auch bei Wohnungs- oder Fahrzeugbränden als Folge der Verbrennung von Kunststoffen auf. Klinische Studien der letzten Jahre haben gezeigt, dass Blausäurevergiftungen lange Zeit unterschätzt wurden. Bis anhin stand den Notfallärzten kein Schnelltest zur Verfügung, so dass Fehldiagnosen bei Brandopfern und Feuerwehrleuten in Kauf genommen werden mussten und Gegengifte lediglich aufgrund äusserer Symptome auf gut Glück hin verabreicht wurden.

Felix Zelder und seine ehemalige Doktorandin Christine Männel-Croisé hatten sich zum Ziel gesetzt, Cyanide auch im Blut schnell und effizient nachzuweisen. Dieses Vorhaben erwies sich jedoch als deutlich schwieriger als die Entwicklung von Tests für Trinkwasser und Lebensmittel. Erfolg hatten die Forscher schliesslich mit einem zweistufigen Verfahren, das den Farbttest mit einer Extraktionsmethode kombiniert. «Mit dem Test, der rund zwei Minuten dauert, lässt sich allerdings bis jetzt nur freies Cyanid im Blut nachweisen», präzisiert Chemiker Felix Zelder. Da bisher für Notfallsituationen noch kein brauchbarer Nachweis für Cyanide im Blut existiert, ist der Test auf jeden Fall ein Fortschritt, um den Schweregrad der Vergiftung



Die Maniokwurzel enthält Blausäure. Wird sie unsachgemäss aufbereitet, kann das zu chronischen Vergiftungen führen.

zu bestimmen, und die Grundlage für zukünftige Schnelltests bei Rauchgasopfern.

Ausgezeichneter Spin-off

Die Arbeiten der Forscher fanden in der Fachwelt rasch Beachtung. «Es gab Anfragen von Forschungseinrichtungen und Gesundheitsbehörden aus Afrika und Südamerika. Auch Notfallärzten zeigte Interesse», sagt Felix Zelder. Zurückhaltender waren die Firmen, bei denen die Forscher anklopfen. Sie schätzten den Markt für den Cyanid-Schnelltest als nicht genügend rentabel ein.

Die Zürcher Forscher entschieden sich deshalb, die Sache selber in die Hand zu nehmen und gründeten 2016 die Spin-off-Firma CyanoGuard.

Benedikt Kirchgässler, ehemaliger Forschungsstudent der Zelder-Gruppe und jetzt CEO des Jungunternehmens, und die Chemikerin Marjorie Sonnay als Forschungsleiterin nahmen die grosse Herausforderung an, den Test zur Marktreife zu bringen. Der erste Erfolg liess nicht lange auf sich warten: Im Juni dieses Jahres zeichnete die Royal Society of Chemistry CyanoGuard mit dem zweiten Preis in der Kategorie Lebensmittel

und Wasser aus. Die Chemiker und Jungunternehmer freuen sich riesig über diese Ehrung und hoffen, dass sie mit ihren smarten Sensoren Wasser- und Lebensmittelkontrollen, Umweltschutzmassnahmen und Notfallmedizin revolutionieren können. Felix Zelder möchte nun herausfinden, weshalb diese Sensoren solch überragende Eigenschaften besitzen. Eventuell spielt dieses Wissen künftig auch für die Detektion anderer Giftstoffe eine wichtige Rolle.

Kontakt: Dr. Felix Zelder, felix.zelder@chem.uzh.ch