Zeitschrift: Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin

Herausgeber: Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen Forschung

Band: - (2003)

Heft: 58

Artikel: Dossier Künstliche Sinne : Nanosensoren haben die Nase vorn

Autor: Heuss, Christian

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-552325

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

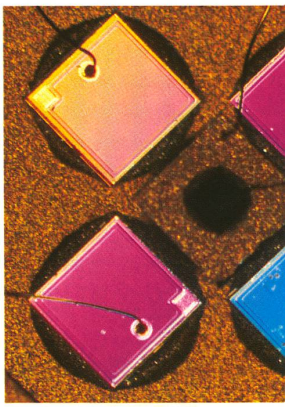
Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 20.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Ob Hightech-Brandmelder, Ketchup- oder Whisky-Geschmacksüberwacher – chemische Sensoren sind der menschlichen Nase und Zunge in ihrer Sensitivität oft überlegen.



Nanosensoren haben die Nase vorn

VON CHRISTIAN HEUSS
FOTOS H.R. BRAMAZ

Trainierte menschliche Spürnasen und Feinschmecker können mit Leichtigkeit Hunderte von Düften und Geschmäckern unterscheiden. Diese Spezialisten sind begehrt, wenn es darum geht, das feine Bouquet edler Weine oder die Düfte eines feinen Parfums zu probieren und zu beschreiben. Künstliche Zungen und Nasen reichen ihren natürlichen Vorbildern langsam, aber sicher das Wasser. «Künstliche Nasen und Zungen sind in vielen Belangen den biologischen Riechern und Schmeckern überlegen», sagt Ursula E. Spichiger-Keller, Leiterin des Zentrums für Chemische Sensoren am ETH-Technopark in Zürich.

Forscherinnen und Ingenieure sprechen von künstlichen Nasen und Zungen, sobald mehrere Messsensoren auf komplexen Sensorfeldern zu einer Messeinheit kombiniert werden. Dabei sind künstliche Nasen und Zungen meist nicht nach ihrem biologischen Vorbild konstruiert, sondern folgen vielmehr ausgeklügelten chemischen, physikalischen oder biologischen Messprinzipien. Solche Multisensoren finden heute Platz auf Chips, die oft kleiner sind als ein Fingernagel.

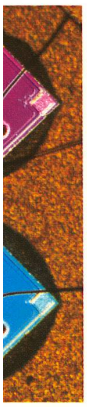
Zwar besteht eine biologische Nase oder Zunge ebenfalls aus Tausenden von molekularen Sensoren, die sehr empfindlich auf gewisse Gerüche und Geschmäcker reagieren. Doch für viele Duftstoffe ist die menschliche Nase wenig oder gar unempfindlich – manchmal mit lebensbedrohlicher Konsequenz. So können biologische Nasen etwa Gase wie Stickstoffdioxid, das zum Beispiel bei Bränden entsteht, nicht riechen.

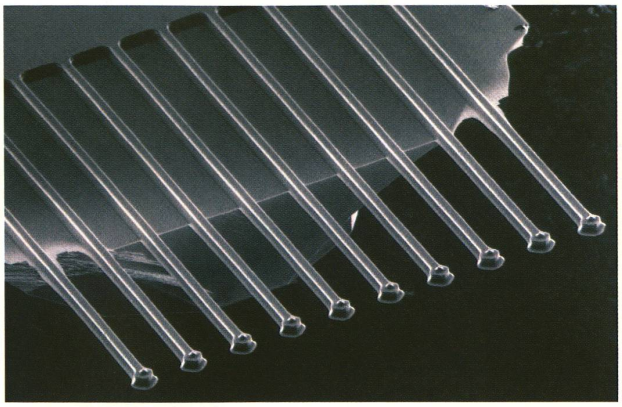
Massgeschneiderte Sensoren

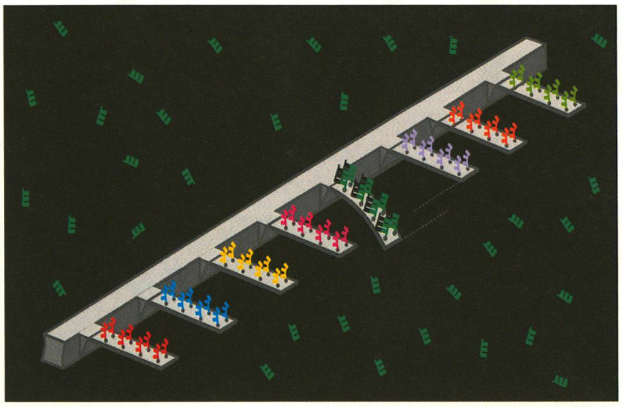
Zum Nachweis genau solcher Gase entwickelte Ursula E. Spichiger-Keller eine massgeschneiderte künstliche Nase, die für einen Hightech-Brandmelder entwickelt wurde. Das Herzstück dieser Nase ist ein Chip mit einer kleinen Lichtquelle in der Mitte. Darum herum sitzen vier lichtempfindliche Messsensoren. Sobald Stickstoffdioxidgase die Plastikoberfläche der Sensoren berühren und daran kleben bleiben, verändern die feinen Plastikschichten ihre lichtdurchlässigen Eigenschaften. Dadurch fällt mehr Licht auf die lichtempfindlichen Messsensoren: Das Stickstoffdioxid wird nachgewiesen. Diese sehr empfindliche Messtechnik kann Brände viel früher anzeigen als herkömmliche Brandmelder.

«Wir können diesen optischen Sensor zum Nachweis vieler anderer Moleküle anpassen», sagt Ursula E. Spichiger-Keller. Sofern es eine empfindliche chemische, physikalische oder biologische Nachweismethode gibt, kann für jedes in Flüssigkeiten oder in der Luft gelöste Molekül ein Sensor geschaffen werden. «Wir entwickeln Sensoren, die ganz auf die Kundenwünsche unserer Partner zugeschnitten sind», sagt Ursula E. Spichiger-Keller.

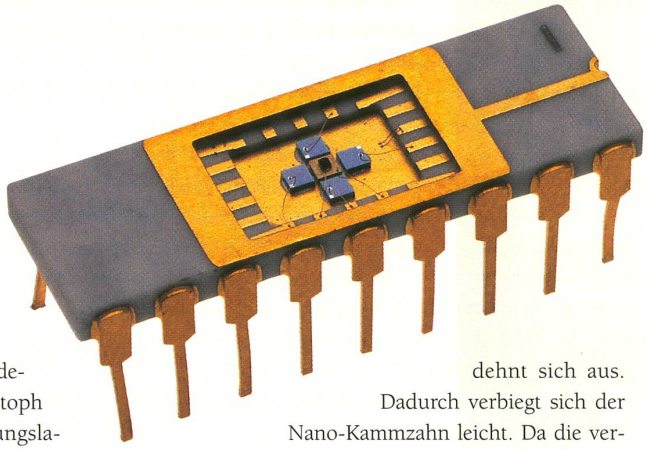
So hat sie zum Beispiel Sensoren entwickelt, die die gleichbleibende Qualität von Tomaten-Ketchup sicherstellen, zuverlässig den Zuckergehalt im Blut bestimmen oder die gleichbleibende Zusammensetzung von Nährlösungen für Pflanzen in der Agroindustrie garantieren. Für eine Machbarkeitsstudie brauchen Ursula E. Spichiger-Keller und ihre Mitarbeitenden ungefähr ein Jahr.







Nano-Nase aus Silizium: Je nach Kammzähnchen bleiben verschiedene Moleküle haften. So ergibt sich ein Fingerabdruck der gemessenen Substanz (oben).



Hochempfindlicher Brandmelder: Wenn Stickstoffdioxidmoleküle auf der Oberfläche der vier Messsensoren kleben bleiben, verändert sich ihre Lichtdurchlässigkeit.

Eine künstliche Nase anderer Art entwickelten Christoph Gerber am IBM-Forschungslaboratium in Rüschlikon zusammen mit Hans-Peter Lang und Hans-Joachim Güntherodt an der Universität Basel im Rahmen das Nationalen Forschungsschwerpunkts «Nanowissenschaften». Gerbers künstliche Nase ist eine Nano-Nase, die von blossem Auge beinahe nicht mehr sichtbar ist. Sie besteht aus einem Stück Silizium, das aussieht wie ein Haarkamm - einfach ungefähr hundertmal kleiner. Dieser Nano-Haarkamm besteht aus acht kleinen Kammzähnen, die jeweils ungefähr hundertmal dünner sind als ein menschliches Haar.

Gerber und seine Mitarbeiter beschichten jedes dieser Kammzähnchen auf der einen Seite mit einer hauchdünnen Plastikschicht. Die Plastikschicht auf jedem der acht Zähne unterscheidet sich leicht in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften. Daher bindet jedes Zähnchen den gleichen gasförmigen «Duftstoff» unterschiedlich gut. Bleibt ein «Duftstoff» an der Plastikschicht kleben, schwillt die Plastikschicht an und dehnt sich aus. Dadurch verbiegt sich der Nano-Kammzahn leicht. Da die verschiedenen Zähne mit unterschiedlichen Plastikschichten überzogen sind, biegen sich auch die einzelnen Zähne unterschiedlich stark. «Wir bekommen so ein für den Duftstoff typisches Auslenkungsmuster», sagt Christoph Gerber. Dieses Auslenkungsmuster ist damit so etwas wie ein Fingerabdruck der gemessenen Substanz. Feine Laserstrahlen ermitteln das Auslenkungsmuster der einzelnen Zähne. Ein Computer zeichnet diesen Fingerabdruck auf und unterscheidet mit Hilfe von statistischen Methoden die verschiedenen Duftfingerabdrücke.

«Wir können mit der Nase verschiedene Whiskysorten genauso voneinander unterscheiden wie Parfums oder verschiedene Marken von Cola-Getränken», sagt Christoph Gerber. Dazu braucht es einzig ein kurzes Training, indem die einzelnen Düfte der Nase präsentiert werden, die «Fingerabdrücke» lernen kann. Danach kann die Nase all jene Gerüche erkennen und voneinander unterscheiden, für die sie trainiert wurde.

Zusätzlich hat die Nano-Nase auch Potenzial als Diagnostikwerkzeug im Spital. Diabetiker mit Unterzuckerung bilden zum Beispiel in ihrer Atemluft Aceton. Und Patienten mit einem akuten Nierenversagen – einer sogenannten Urämie – sondern Dimethylamin in die Atemluft ab. Lange bevor eine menschliche Nase diese Gerüche erkennen kann, reagiert die künstliche Nase. Patienten können so viel früher eine optimale Therapie erhalten.

HIV im Blut aufspüren

Die Nano-Nase kann aber ähnlich wie die Sensoren von Ursula Spichiger auch auf ganz spezifische Moleküle angepasst werden. Statt einer Plastikschicht könnten die Nano-Zähne beispielsweise mit Antikörpern gegen Viren wie HIV überzogen werden. Wird die Nano-Nase dann einer Blutprobe ausgesetzt, bindet sie eventuell vorhandene HI-Viren, und die Nano-Zähne biegen sich. Durch die Antikörperbeschichtung verwandelt sich die Nano-Nase so von einem sensiblen Riecher in einen empfindlichen Sensor für einen Aids-Schnelltest. ■