

Dossier Künstliche Sinne : Nanosensoren haben die Nase vorn

Autor(en): **Heuss, Christian**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin**

Band (Jahr): - **(2003)**

Heft 58

PDF erstellt am: **02.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-552325>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

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.

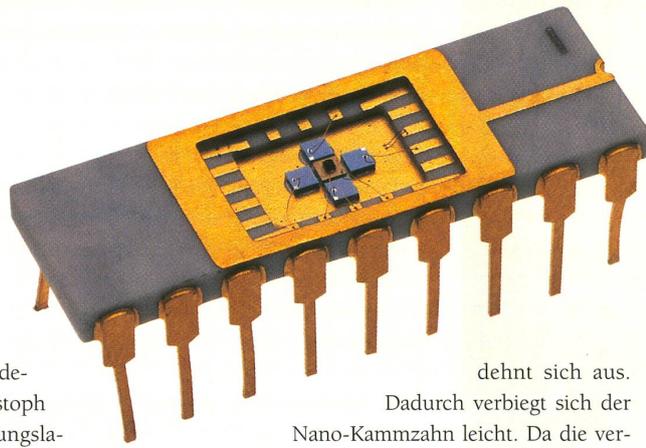
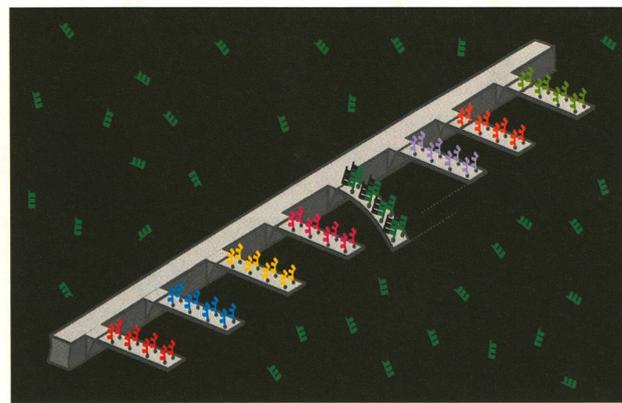
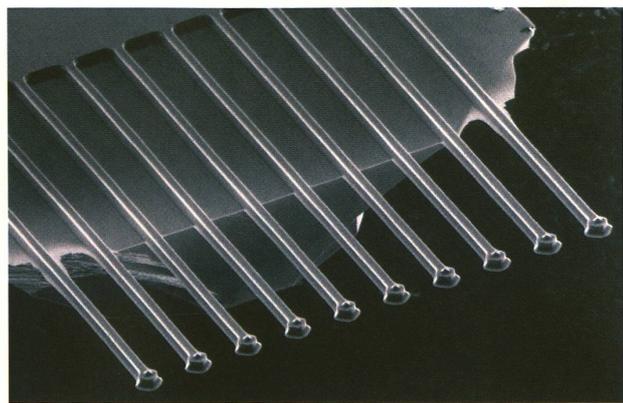
Massgeschneiderte Sensoren

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 Plastiksichten 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 Kammzähnen 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-Forschungslaboratorium in Rüschlikon zusammen mit Hans-Peter Lang und Hans-Joachim Güntherodt an der Universität Basel im Rahmen des 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 Kammzähnen auf der einen Seite mit einer hauchdünnen Plastiksicht. Die Plastiksicht auf jedem der acht Zähne unterscheidet sich leicht in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften. Daher bindet jedes Zahnchen den gleichen gasförmigen «Duftstoff» unterschiedlich gut. Bleibt ein «Duftstoff» an der Plastiksicht kleben, schwillt die Plastiksicht an und

dehnt sich aus. Dadurch verbiegt sich der Nano-Kammzahn leicht. Da die verschiedenen Zähne mit unterschiedlichen Plastiksichten 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 Plastiksicht 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. ■