

## ■ „Pusten Sie mal!“

Um den Alkoholanteil im Atem zu bestimmen, gibt es zurzeit drei Messprinzipien. Die deutsche Polizei arbeitet bei Verkehrskontrollen allerdings nur mit einem der Verfahren.

Noch bis Anfang März dauert die fünfte Jahreszeit. Ausgelassenes Feiern bestimmt während dieser Zeit in weiten Teilen der Republik das Leben. Doch nicht nur die Narren haben nun Hochkonjunktur, sondern auch Alkoholkontrollen der Polizei. Werden Autofahrer in Deutschland „zum Pusten“ angehalten, ist schon länger nicht mehr das klassische Prüfröhrchen im Einsatz, in dem das Ethanol im Atem über eine Redox-Reaktion zu einer Farbveränderung führt. Vielmehr pusten die Autofahrer bei der Verkehrskontrolle in ein Gerät, das mit einem elektrochemischen Sensor arbeitet.

Dass sich die Menge des getrunkenen Alkohols überhaupt über den Atem messen lässt, hat physiologische Gründe: Von jedem Glas Wein oder Bier nimmt das Blut das Ethanol im Magendarmtrakt auf und pumpt es über den Blutkreislauf bis in die Lunge und die Arterien des Gehirns. Der Ethanolanteil im Gehirn sorgt für die schwere Zunge und die Ausfallerscheinungen, der Anteil in der Lunge für den verräterischen Atem bei der Polizeikontrolle. Dort kommt es durch Diffusions-Ausgleichsvorgänge, die für die Sauerstoffaufnahme sorgen, zu einem Gleichgewicht zwischen der Ethanolkonzentration im Lungenblut und in der Lungenluft. Eine Gesetzmäßigkeit, die auf den englischen Chemiker William Henry zurückgeht: Die Konzentra-



Alkoholkontrollen im Straßenverkehr führt die Polizei routinemäßig durch.

Mittlerweile haben digitale Anzeigergeräte die einstigen Prüfröhrchen ersetzt.

tion eines Gases in einer Flüssigkeit ist direkt proportional zum Partialdruck des entsprechenden Gases über der Flüssigkeit.

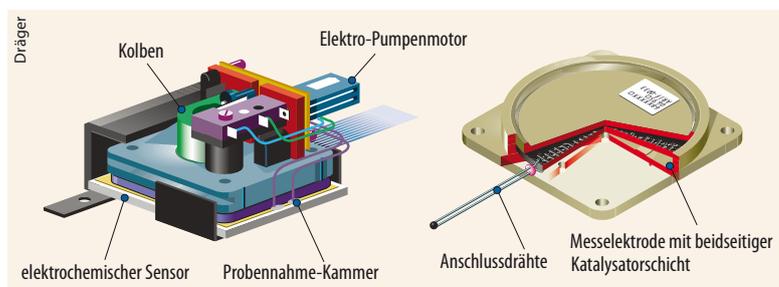
Die Handgeräte zur Alkoholkontrolle leiten eine definierte Volumenmenge des Atems auf den elektrochemischen Sensor, der mit Platin als Katalysator- und Elektrodenmaterial arbeitet. Als Elektrolyt dient Schwefelsäure. Die beiden Elektroden sitzen auf einer porösen Kunststoffmembran als Träger. Der Alkohol wird an der Katalysatorschicht der Elektrode oxidiert, der aus den frei werdenden Elektronen resultierende Strom lässt sich als Signal messen. Die gesamte bei der elektrochemischen Reaktion umgesetzte La-

dung hängt von der vorhandenen Alkoholmenge ab.

Der Sensor spricht sehr spezifisch nur auf Alkohole an. Aceton, wie es beispielsweise im Atem von Diabetikern oder von Menschen vorkommt, die hungern, verfälscht das Messergebnis nicht, weil dessen funktionelle Gruppe – eine Carboxylgruppe – an der Elektrode nicht oxidiert wird.

Die mobilen Testgeräte der Polizei sind jedoch nicht gerichtsverwertbar, denn die Messung ist temperaturabhängig: Je wärmer es in der Lunge ist, desto mehr Alkohol verdampft aus dem arteriellen Lungenblut und reichert die Atemluft an. Daher schickt die Polizei Angetrunkene bei einem Anfangsverdacht zur Blutentnahme – oder zur elektronischen Atemalkoholmessung mit einem Gerät, das gerichtsverwertbare Ergebnisse liefert. Letztere Möglichkeit sieht das Gesetz seit 1998 neben der Blutprobe vor.

Ein solches Gerät misst die Alkoholkonzentration parallel mit zwei verschiedenen Verfahren, die unabhängig voneinander sind, einem elektrochemischen und einem optischen Sensor. Für die optische Messung wird eine bestimmte Menge an Atemluft in eine



Katalysator- und Elektrodenmaterial des elektrochemischen Sensors bestehen aus Platin, als Elektrolyt dient Schwefelsäure. Eine Kunststoffmembran ist der Träger für die beiden Elektroden. Der Atemalkohol wird an der Katalysator-

schicht der Elektrode oxidiert. Die gesamte, bei der elektrochemischen Reaktion umgesetzte elektrische Ladung hängt von der vorhandenen Alkoholmenge ab.

Küvette geleitet, durch die das Licht einer Diode fällt. Eine Fozelle auf der anderen Seite der Küvette misst die ankommende Intensität bei einer Wellenlänge von 9,5 Mikrometern. Da Ethanol bei dieser Wellenlänge stark absorbiert, macht sich Alkohol in der Probenmenge durch eine geringe Lichtintensität bemerkbar, sodass das elektrische Ausgangssignal sinkt.

### Auf Nummer sicher

Doch damit ein Messgerät gerichtlich anerkannte Ergebnisse erbringt, reicht es noch nicht, die Ethanolkonzentration mit zwei verschiedenen Verfahren zu bestimmen. Für die Gerichtsverwertbarkeit muss auch sichergestellt sein, dass das zur Verfügung stehende Atemvolumen eine Mindestmenge erreicht, die fragliche Person also lange und kräftig genug bläst, und die Atemtemperatur darf die Messung nicht verfälschen können. Diese Anforderungen lassen sich mit einer mehrteiligen Sensorik erfüllen.

Das Atemvolumen kontrollieren ein Hitzdraht-Anemometer und ein Drucksensor. In ersterem ändert ein beheizter dünner Draht seinen Widerstand, wenn die Luft an ihm vorbeiströmt, weil er an das strömende Medium Wärme abgibt. Als Drucksensor fungiert eine Verengung im Gasweg: Die Veränderung des Druckes an dieser Stelle dient als Maß für den Gasfluss.

Mit zwei NTC-Widerständen (Negative Temperature Coeffi-

cient) erfasst das Messgerät die Abweichung der Atem- von der Referenztemperatur (34 Grad Celsius). Diese Widerstände leiten den Strom bei hohen Temperaturen besser als bei tiefen, sodass sich aus dem Stromfluss anhand der Kennlinie des Sensors auf die Temperatur schließen lässt.

Neben der elektrochemischen und der optischen Sensorik zur Bestimmung der Alkoholkonzentration gibt es auch noch ein drittes Verfahren, das mit Halbleitern arbeitet. Ist ein solcher Sensor einem Gas aus der Umgebungsluft ausgesetzt, ändert sich seine elektrische Leitfähigkeit. Als sensitive Schicht dienen häufig Metalloxidhalbleiter wie Titanoxid, Wolframoxid oder Zinndioxid. All diese Materialien haben einen großen Bandabstand, erfordern also im Messbetrieb Temperaturen zwischen 200 und 600 Grad Celsius, damit sie ausreichend leiten. Im Leerlauf absorbiert der Sensor an der Oberfläche Sauerstoffmoleküle, die dann dem Leitungsband des Metalloxids Elektronen entziehen: Die Leitfähigkeit des Sensors sinkt also. Strömt nun der Alkohol über die Sensoroberfläche, kommt es unter Verbrauch der Sauerstoffmoleküle zu einer Oxidation – die Elektronen gelangen dadurch wieder ins Leitungsband zurück und die Leitfähigkeit steigt.

Allerdings haben solche Halbleitersensoren das Problem, dass sie auch auf Aceton (zum Beispiel im Atem von Diabetikern) oder auf Kohlenmonoxid (im Atem von

Rauchern) ansprechen. Neben dieser „Quersensitivität“ sind die Betriebsbedingungen aufgrund der erforderlichen hohen Temperaturen nicht so langzeitstabil. Elektrochemische Sensoren dagegen sind alkoholspezifisch und langzeitstabil. Allerdings gibt es Anwendungsfelder, wie an sicherheitsrelevanten Arbeitsplätzen oder in der Rehabilitation, wo es weniger auf quantitative, sondern auf qualitative Aussagen ankommt. Somit gibt es durchaus einen Markt für Messgeräte auf Grundlage der Halbleitersensorik.

Die deutsche Polizei dagegen setzt bei Vortests – also beim Einsatz „auf der Straße“ – auf elektrochemische Sensoren. Und natürlich auf verstärkte Alkoholkontrollen, gerade in der fünften Jahreszeit. Prävention durch Abschreckung: Die Feierwilligen sollen auf Alkohol verzichten oder sich fahren lassen, damit Fastnacht, Fasching oder Karneval die eigentliche Narretei bleibt – und nicht die Trunkenheit am Steuer.



Messgeräte der deutschen Polizei, mit denen sich die Alkoholkonzentration im Atem bestimmen lässt, arbeiten mit elektrochemischen Sensoren.

Michael Vogel

Michael Vogel,  
vogel\_m@gmx.de