

# Patentierte akademische Spürnase

Frankfurter Physiker entwickeln neuartige Sensoren für wässrige Systeme –  
Probelauf mit Bieranalyse

Wenn der drahtige Physiker mit grau-weißem Bürstenhaarschnitt ins Bierglas schaut, dann geht es ihm weniger um den reinen Genuss; sein Interesse gilt vor allem dem wässrigen System aus vielen verschiedenen Einzelsubstanzen. Und deren Analytik hat es Prof. Dr. Werner Mäntele, geschäftsführender Direktor des Instituts für Biophysik der Universität Frankfurt, angetan. Eigentlich kein Wunder, denn bereits seit seiner Promotion in Chemie an der Universität Freiburg befasst sich Mäntele mit der Analyse von Biomolekülen in wässriger Lösung. Seine Analysemethode ist allerdings eher ungewöhnlich. Die von ihm verwendete Infrarotspektroskopie (IR-Spektroskopie) ist üblicherweise eine Methode, mit der feste Stoffe untersucht werden.

»Wasser stört da nur«, war lange Zeit die gängige Lehrmeinung. Schließlich »verschluckt« Wasser infrarotes Licht sehr stark, und diese Absorption wirkt bei Messungen ausgesprochen störend. Denn normalerweise misst man bei IR-Spektren, wie viel von dem Licht, das man vorne in die Probe hineingestrahlt hat, hinten wieder heraus kommt. Würde man dies mit einer wässrigen Lösung versuchen, wären die Messergebnisse, die von anderen Substanzen herrühren, nahezu komplett von »Wassersignalen« überlagert.

Ein bisschen erinnert das an die Suche nach bunten Stecknadeln im Heuhaufen. Da sieht man auch nicht auf den ersten Blick, wie viele Nadeln von welcher Farbe vorhanden sind. Erst, wenn alle Heuhalm aussortiert sind, lassen sich die verschiedenfarbigen Nadeln zählen – also quantitativ erfassen. Ähnlich läuft das bei der Infrarotspektroskopie wässriger Lösungen. Hier muss man zunächst dafür sorgen, dass die vermessene Probendicke so dünn ist, dass die Wassermoleküle nicht allzu sehr stören. Und anschließend müssen die gemessenen Signale der verschiedenen Moleküle voneinander getrennt werden. Denn auch diese überlagern sich



Mit dem in Frankfurt entwickelten Sensor lassen sich charakteristische Inhaltsstoffe aller Biersorten präzise und schnell messen.

teilweise, und so kommt es durchaus vor, dass sich ein Signal aus mehreren anderen zusammensetzt. »Diese Absorptionsbanden auseinander zu sortieren, ist mathematisch schon ziemlich anspruchsvoll«, erläutert Mäntele, »aber wir können das inzwischen recht gut!«.

Gemessen werden die wässrigen Lösungen am Frankfurter Institut mit Hilfe der ATR-Technik. Hinter diesem Kürzel verbirgt sich das Fachwort »Abgeschwächte Totalreflexion« (siehe »Das Verfahren der abgeschwächten Totalreflexion« Seite 77). Sie macht es möglich, Infrarotspektroskopie in extrem dünnen wässrigen Schichten zu betreiben. Hat man erst einmal die Spektren, muss man »nur noch« rechnen. »Wir können mit unserer Methode keine Spurenanalytik betreiben – aber eines von einer Million Moleküle können wir sehr wohl »sehen«, berichtet Mäntele und ergänzt: »natürlich nur solche Moleküle, die sich mit Hilfe von infrarotem Licht zu Schwingungen anregen lassen. Voraussetzung da-

für ist die ungleichmäßige Verteilung positiver und negativer Ladungen – also ein Dipolmoment.«

Der kreative Ideengeber und die »verlängerte Werkbank«

Die Idee, mit dieser von Mäntele entwickelten Methode, einen Sensor für die Qualitätskontrolle von Getränken wie Bier zu entwickeln, war eigentlich nahe liegend. Nun hat weder der Frankfurter Professor noch einer seiner Mitarbeiter die Absicht, damit eine eigene Firma zu gründen; Mäntele sieht sich viel eher als kreativer Ideengeber denn als Unternehmer. »Wir brauchen für unsere Ideen wie den »Biersensor« eine »verlängerte Werkbank«. Schließlich verfügen wir nicht über die Sachkompetenz von im Markt etablierten Geräteherstellern.«

Der Industriepartner war dank der Aktivitäten der INNOVECTIS, der Gesellschaft für innovative Technologien und Forschungs- und Entwicklungs-Dienstleistungen der Universität Frankfurt, schnell gefunden. Gemeinsam mit Fachleuten

»Wir können vielleicht nicht mehr als andere – aber wir trauen uns mehr!« – Prof. Dr. Werner Mäntele vom Institut für Biophysik der Universität Frankfurt mit seinen Mitarbeitern Dr. Oliver Klein, der den Sensor für die Qualitätskontrolle von Getränken mitentwickelt hat, und Gamze Hosafci, die die medizinischen Anwendungen der ATR-Spektroskopie untersucht.



der Firma Centec aus Maintal, die unter anderem Sensoren sowie Anlagen für die Getränkeindustrie herstellen, gelang es Mäntele und seinem Mitarbeiter Oliver Klein, in nur einem Jahr einen Prototyp für die Qualitätskontrolle von Bier zu entwickeln. Dieser Prototyp, im Herbst 2004 in einem Feldversuch für zehn Brauereien im tschechischen Zweigwerk der Centec getestet, könnte in Zukunft in jedem größeren Brauereilabor zu finden sein. Davon ist Robert Koukol, Geschäftsführer der Maintaler Firma, überzeugt. »Dieses Gerät ist wirklich etwas ganz Neues. Und seine Funktionstüchtigkeit hat es bereits unter Beweis gestellt«, so der 38-jährige Verfahrensingenieur, der 1990 direkt nach dem Studium an

der Technischen Universität Darmstadt das Unternehmen Centec gründete. »Man sollte aber das unternehmerische Risiko einer solchen Kooperation nicht unterschätzen – schließlich müssen unsere Kunden die neue Technik auch wollen.« Koukol rechnet mit einem weltweiten Absatz von etwa 50 Geräten pro Jahr. Kostenpunkt pro Gerät: zwischen 40 000 und 50 000 Euro. »Kein Riesengeschäft, aber es passt eben gut in unser sonstiges Gerätesortiment. Und wir denken nach der Anwendung als Labogerät durchaus an eine Weiterentwicklung für den Einsatz im laufenden Produktionsprozess«, so der Jungunternehmer.

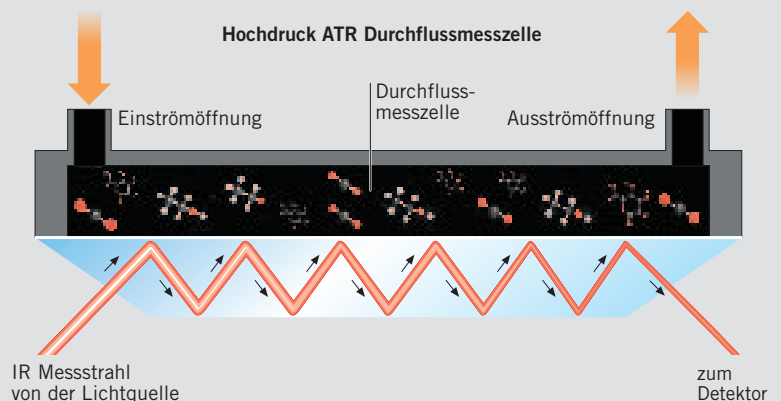
Reich werden auch Mäntele und sein Mitarbeiter mit ihrer Idee nicht.

»Da die Gelder aus den Lizenzen nach einem entsprechenden Verteilungsschlüssel zu 30 Prozent den Erfindern gehören und der Rest der Universität, kommen wahrscheinlich nur ein paar 100 Euro für jeden von uns dabei heraus«, vermutet Mäntele.

Das neue Gerät kann nicht nur schneller messen – eine Messung braucht weniger als eine Minute –, sondern auch präziser. Charakteristische Inhaltsstoffe von Bier, wie Alkohol, Stammwürze, Extrakt oder gelöstes Kohlendioxid, lassen sich gleichzeitig ohne komplizierte Vorbereitung der Proben quantitativ nachweisen. Bevor jedoch der Prototyp von der Universität zur Firma Centec und von da nach Tschechien wandern konnte, musste das Gerät aufwändig justiert und kalibriert werden. Schmunzelnd erinnert sich Mäntele an den heißen Sommer 2003, als er seinen Ringversuch mit gut 100 verschiedenen Biersorten startete. Der wöchentliche Bierdurchsatz war extrem hoch, das blieb im Umfeld nicht unbemerkt: Nahezu täglich wurde ein voller Bierkasten von einer der insgesamt beteiligten 30 Brauereien im Institut am Theodor-Stern-Kai angeliefert. Denn für die Justierung und Kalibrierung brauchten die Forscher möglichst unterschiedliche Biere wie Lagerbiere, Pilsener, Starkbiere, Dunkelbiere, Weizenbiere, alkoholfreie Biere oder auch Malzbiere. Einmal justiert, stimmten die von der neuen Infrarotme-

#### Das Verfahren der abgeschwächten Total-Reflexion

So funktioniert die »Abgeschwächte Total-Reflexion«: Fällt Licht durch ein Medium mit einem relativ hohen Brechungsindex wie dem ATR-Kristall (Abgeschwächte Total-Reflexion), der zum Beispiel aus Zinkselenid oder Zinksulfid besteht, auf die Grenzfläche zu einem Medium mit kleinerem Brechungsindex (Probe), so wird die Strahlung reflektiert. Ein Teil der Strahlung dringt jedoch dabei jedes Mal geringfügig (etwa ein Mikrometer) in die Probe ein. Deshalb spricht man von einer abgeschwächten Totalreflexion. Hierbei wird jeweils ein Teil der Strahlung von der Probe absorbiert und fehlt im am Ende reflektierten Strahl. Diese Intensitätsänderung des reflektierten Strahls in Abhängigkeit von der Wellenlänge des eingestrahlten Lichts wird als Absorptionsspektrum aufgezeichnet. An der Universität Frankfurt wurde die ATR-Technik soweit verfeinert, dass sie heutzutage in einer Hochdruck-ATR-Durchflussmesszelle zum Beispiel zur quantitativen Getränkeanalytik angewandt werden kann.



Quelle: Universität Frankfurt, Institut für Biophysik

thode gelieferten Daten hervorragend mit den nach dem bisherigen Verfahren der Brauereien gewonnenen Ergebnissen überein. Der neue Sensor hatte seinen ersten Praxistest bestanden. Nun ist er für alle Biersorten einsetzbar.

Nicht nur gut für Bier

Natürlich lässt sich das zum Patent angemeldete Messverfahren nicht nur für Biere oder andere Getränke einsetzen. Weitere Anwendungsmöglichkeiten hat Mäntele bereits im Kopf beziehungsweise im Labor. Als nächstes wird der Prototyp zur Analyse von Blutproben im medizinischen Bereich fertig sein. Zurzeit läuft eine Versuchsreihe in Zusammenarbeit mit der Main-Kinzig-Klinik, einem akademischen Lehrkrankenhaus des Universitätsklinikums Frankfurt. Um in einem einzigen Blutstropfen zum Beispiel gleichzeitig den Gehalt an Glukose, Cholesterin und Hämatokrit schnell und genau mittels IR bestimmen zu können, sind vorher etwa 200 bis 300 Blutproben für die Eichung notwendig. Und die sollen möglichst unterschiedliche pathologi-

sche Werte haben. Kein einfaches Unterfangen, weiß Mäntele zu berichten, ist sich aber sicher, dass in absehbarer Zeit ein Prototyp in seinem Labor stehen wird. Er hofft, dann ein mittelständisches Unternehmen der Medizintechnik zu finden, das diese Geräte produziert, und könnte sich vorstellen, als wissenschaftlicher Beirat zu fungieren. Vielleicht könnten auch Mitarbeiter aus seinem Team in einem solchen Unternehmen eine berufliche Perspektive finden.

Mänteles Visionen gehen noch weiter, und einige der angedachten Anwendungen klingen vielleicht zunächst witzig, liegen jedoch durchaus im Bereich des Möglichen. Wie wäre es beispielsweise mit einem Urinal im Wellnessbereich, dem ein entsprechendes Analysegerät nachgeschaltet wird. Der Kunde könnte dann gleich mit seinen aktuellen Harnsäure- oder Eiweiß-Werten nach Hause gehen.

Viele Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen interessieren sich für die neuartige Analytik – besonders, wenn es um die Kontrolle chemischer oder biochemischer

Prozesse geht. So reichen die Anfragen von der Papierindustrie über Lebensmittelhersteller bis hin zu Pharmaunternehmen. Dazu der Physik-Professor: »Wir können mit einer entsprechend gebauten Durchflusszelle mittels der IR-Analytik nicht nur bestimmen, welche Stoffe mit einem Zielmolekül – das beispielsweise Angriffsort für ein neuartiges Medikament werden könnte – wechselwirken. Wir können auch sagen, an welcher Stelle die Moleküle miteinander reagieren. Ein großer Vorteil für die Wirkstoffforschung!«

Auf die Frage, warum bisher noch kein anderes Forscherteam auf diese Ideen gekommen ist, liegen sie doch, so Mäntele, geradezu auf der Hand, konstatiert er: »Wir können vielleicht nicht mehr als andere – aber wir trauen uns mehr!«

Die Autorin

**Dr. Beate Meichsner**, Diplom-Chemikerin, ist als freie Wissenschaftsjournalistin in Frankfurt tätig.

Anzeige

# Karrieresprung gefällig? Zum Beispiel in den Kongo.



**ÄRZTE OHNE GRENZEN**  
hilft weltweit Opfern  
von Krieg und Gewalt  
und klagt an, wenn  
deren Rechte mit Füßen  
getreten werden.



**MÉDECINS SANS FRONTIÈRES  
ÄRZTE OHNE GRENZEN e.V.**

Bitte schicken Sie mir unverbindlich

- allgemeine Informationen über Ärzte ohne Grenzen
- Informationen für einen Projekteinsatz
- Informationen zur Fördermitgliedschaft
- die Broschüre „Ein Vermächtnis für das Leben“

1/2005

Name \_\_\_\_\_

Anschrift \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_

Ärzte ohne Grenzen e.V.  
Am Köllnischen Park 1 • 10179 Berlin  
www.aerzte-ohne-grenzen.de  
Spendenkonto: 330907  
Sparkasse Berlin • BLZ 250 500 00