

Mit dem Massenspektrometer an Prozessen schnüffeln



Dr. Alexia N. Glöss,
wissenschaftliche
Mitarbeiterin ICBC,
alexia.gloess@zhaw.ch



Anita Vietri,
Assistentin ILGI,
anita.vietri@zhaw.ch



Dr. Chahan Yeretian,
Dozent und Fach-
stellenleiter Analytik,
chahan.yeretian@
zhaw.ch

Tagtäglich begleiten uns flüchtige Verbindungen. Sei es der angenehme Duft einer Rose, eines frisch gebrühten Kaffees oder der unangenehme Geruch von Abgasen eines Autos. Tatsächlich emittiert fast alles, was uns umgibt, fortwährend flüchtige Verbindungen. Einige dieser flüchtigen Verbindungen können vom Menschen nicht wahrgenommen werden. Dennoch sind sie charakteristisch für Pflanzen und Lebensmittel und für biologische oder industrielle Prozesse.

Chemisch-physikalische Messmethoden können diese flüchtigen Verbindungen «sichtbar» machen. Die Verbindungen werden mit ihrem zeitlichen Verlauf und ihrer Dynamik zugänglich, ohne den Prozess dabei zu stören oder zu verändern. Eine solche nicht-invasive Messmethode ist die Protonen-Transfer-Reaktions-Flugzeit-Massenspektrometrie, kurz PTR-ToF-MS (Abb. 1).

Die Technologie dahinter

PTR-ToF-MS basiert darauf, dass flüchtige Verbindungen über Protonen-Transfer (Übertragung von H^+ aus H_3O^+ auf Analyt) ionisiert werden, ohne dabei zu fragmentieren. Ihre Auftrennung erfolgt über die Flugzeit-Massenspektrometrie: Die Ionen werden in einem elektrischen Feld im Hochvakuum beschleunigt und durchfliegen eine definierte Strecke. Anhand der Flugzeit bestimmt man die Masse und den Ladungszustand. So lassen sich innerhalb eines Sekundenbruchteils die im Gas vorliegenden Substanzen analysieren. Einzige Voraussetzung ist, dass ihre Protonenaffinität höher ist als die

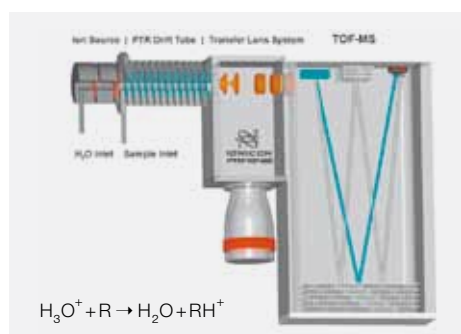


Abb. 1. Skizze des Messprinzips, unten: Ionisierung des Analyten R durch Protonen-Transfer.

des Wassers. Gerade die Hauptbestandteile der Luft – Stickstoff, Sauerstoff und CO_2 – erfüllen diese Bedingung nicht. Dies ermöglicht die Spurenanalyse von flüchtigen Verbindungen in der Luft mit einer sehr hohen Empfindlichkeit (bis einige 10 Ereignisse pro Sekunde (cps)/ppbv) und einer Zeitauflösung im sub-Sekundenbereich ohne vorherige Probenaufarbeitung. Die hohe Massenauflösung des PTR-ToF-MS erlaubt die selektive Analyse selbst komplexer Stoffgemische.

Anwendungen und Nutzen

Am ICBC wird das PTR-ToF-MS vielfältig eingesetzt. Zum Beispiel, um den Einfluss der Röstgeschwindigkeit auf die Entwicklung des Kaffee-Aromas zu erforschen. Die direkte

Kopplung des transportablen PTR-ToF-MS an den Kaffeeröster erlaubt, die Bildung flüchtiger Verbindungen online zu verfolgen. Abb. 2 zeigt die unterschiedlichen Bildungsdynamiken zweier charakteristischer Verbindungen in Abhängigkeit der Röstgeschwindigkeit. In einem weiteren Experiment, dem «Nose-Space-Experiment», wird über die Analyse der Atemluft erforscht, welche flüchtigen Verbindungen beim Trinken von Kaffee tatsächlich den Weg in die Nase finden. PTR-ToF-MS ist für die Wädenswiler Forschung in den verschiedensten Bereichen und Instituten äusserst nützlich. Während das ICBC zum Thema Kaffee und Aromastoffe eng mit dem ILGI zusammenarbeitet, analysiert man gemeinsam mit dem IUNR, welche flüchtigen Verbindungen Zecken in eine Falle locken.

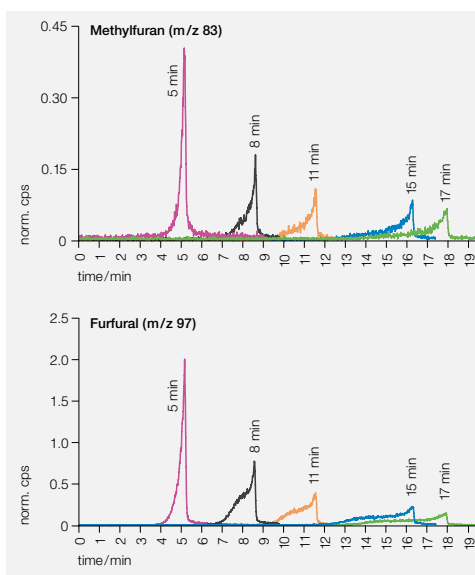


Abb. 2. Links: Zeitlicher Intensitätsverlauf der Bildung der Verbindungen Methyrfuran (oben) und Furfural (unten) bei unterschiedlich schneller Röstung (Röstzeit: violett: 5 Minuten, schwarz: 8 Minuten, orange: 11 Minuten, blau: 15 Minuten und grün: 17 Minuten). Rechts: Kaffeeröster.

Forschungsprojekt

Exploring the Impact of the Time-Temperature Roasting Profile on the Flavour of Coffee

Leitung:	Dr. Chahan Yeretian
Projektdauer:	seit 2009
Partner:	PROBAT-Werke von Gimborn Maschinenfabrik GmbH
Förderung:	Drittmittel
Projektvolumen:	CHF 45 000