



## THERMISCHE MESSTECHNIK UND SYSTEME

# Elektronische Zungen schmecken den Unterschied

Das menschliche Gehirn kann tausende verschiedene Lebensmittel ganz intuitiv unterscheiden. Dies geschieht auf Basis einer Mustererkennung, die verschiedene sensorische Signale der Zunge in Sekundenbruchteilen im Gehirn erzeugen. Vergleichbares wird auch in der Messtechnik angewendet: Die Kombination von thermischer und elektrischer Impedanz-Spektroskopie erlaubt es zum Beispiel, mit dem passenden Auswerteverfahren Flüssigkeitseigenschaften in Prozessen sicher zu erkennen.

Auf den ersten Blick erscheint die menschliche Sinnesleistung und Informationsverarbeitung beim Essen eher trivial: Die Zunge ermittelt Geschmack, Temperatur und Beschaffenheit von Speisen und Getränken. Und im Zusammenspiel mit den Sinneseindrücken der Geruchszellen sowie der Sehzellen in der Netzhaut kann der Mensch unglaublich viele verschiedene Speisen recht zuverlässig unterscheiden – sogar das Aufschlüsseln einzelner Komponenten eines Gerichts ist für geübte Gaumen kein Problem. Erst beim genauen Hinsehen erkennt man die Höchstleistung von Sinneszellen und Gehirn. Hochkomplex und gleichzeitig effizient muss die Verschaltung und gemeinsame Auswertung der unterschiedlichsten Sensorsignale sein, damit der Geschmack einer Speise erkannt werden kann.

Verglichen dazu sind heute übliche elektronische Sensoren geradezu simpel. Fraunhofer IPM entwickelt derzeit neuartige Sensorkonzepte auf Basis der kombinierten elektrischen und thermischen Impedanzspektroskopie. Damit kann das Messprinzip – Materialien am Geschmack zu erkennen – auf die Überwachung technischer Prozesse übertragen werden.

### Messtechnik kommt auf den Geschmack

Die elektrische Impedanzspektroskopie ist ein altbewährtes Werkzeug, um Eigenschaften von Flüssigkeiten zu messen, die auf der elektrischen Leitfähigkeit beruhen. Ein Problem dabei: Die verwendeten Messstrukturen sind aufgrund ihrer Größe sehr empfindlich im Hinblick auf störende Ablagerungen. Diese können die Messstrukturen von der Flüssigkeit separieren. In realen Prozessen sind solche Anlagerungen aber meist nicht zu vermeiden. Hier setzen Wissenschaftler am Fraunhofer IPM auf einen gänzlich neuen Ansatz: Durch zusätzliche Sensoren zur thermischen Impedanzspektroskopie werden solche Beläge als Änderung des thermischen Kontakts zwischen Messzunge und Flüssigkeit registriert.

### Kombinierte Messdaten schaffen Klarheit

Dies ist aber noch nicht alles: Die thermische Impedanzmessung kann darüber hinaus genutzt werden, um Änderungen in den thermischen Eigenschaften der Flüssigkeit zu detektieren. Diese sind direkt mit weiteren Eigenschaften wie zum Beispiel der Viskosität verknüpft.

**DIE IMPEDANZSPEKTROSKOPIE** wird in Physik und Materialwissenschaften zur Untersuchung verschiedenster Materialien und Leitfähigkeitsmechanismen verwendet. Bei der elektrischen Impedanzspektroskopie werden Wechselstromwiderstände in Abhängigkeit von der Frequenz des Wechselstroms bestimmt. Untersucht man statt der elektrischen Leitfähigkeit die Wärmeleitfähigkeit eines Materials, so kann man auch von einer »thermischen Impedanzspektroskopie« sprechen. Die Kombination beider Methoden erlaubt eine zuverlässigere Aussage über die Eigenschaften von Flüssigkeiten in Prozessen.

**1** *Im Vergleich zur menschlichen Zunge sind elektronische geradezu einfach im Aufbau.*

Durch die Kombination mehrerer thermischer Messstrukturen lassen sich außerdem Fließgeschwindigkeit und -richtung messen.

Derzeit entwickeln die Wissenschaftler am Fraunhofer IPM innovative Messkonzepte, die durch die Kombination diverser Sensoren die Alterung von Ölen und die Versottung und andere Vorgänge in chemischen Reaktoren messen sollen. Dazu werden manche Messstrukturen speziell mit reaktiven Beschichtungen versehen. Bei der Kombination liegt das besondere Augenmerk – wie beim menschlichen

Gehirn – in der Analyse und Verknüpfung der einzelnen gewonnenen Sensorsignale. Denn für die menschliche und die elektronische Zunge gilt gleichermaßen: Erst die Kombination verschiedener Geschmacksinformationen bringt das richtige Ergebnis. Ja, die Suppe ist versalzen. Oder: Ja, das Hydrauliköl muss gewechselt werden.

**2** *Neuartige Sensorkonzepte auf Basis der kombinierten elektrischen und thermischen Impedanzspektroskopie können Eigenschaften von Flüssigkeiten sicher erkennen.*

