



1 *Verschiedene Materialklassifikationen aus dem Bereich des Recyclings, der Kaffeesortierung und der Prüfung von Nüssen – als Ergebnis von Softsensorik-Lösungen des Fraunhofer IFF.*

## SOFTSENSOREN – HOLEN SIE MEHR AUS IHREN PROBEN HERAUS

### Fraunhofer-Institut für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF

Prof. Dr.-Ing. habil. Prof. E. h.  
Dr. h. c. mult. Michael Schenk

Sandtorstraße 22  
39106 Magdeburg

Ansprechpartner  
Biosystems Engineering

Prof. Dr.-Ing. Udo Seiffert  
Telefon +49 391 4090-107  
udo.seiffert@iff.fraunhofer.de

Dr. Andreas Backhaus  
Telefon +49 391 4090-779  
andreas.backhaus@iff.fraunhofer.de

[www.iff.fraunhofer.de/bio](http://www.iff.fraunhofer.de/bio)

### Komplexe Messgrößen erfassen

Temperatur wird mit einem Thermometer gemessen, Masse mit einer Waage – was aber, wenn die gewünschte Messgröße komplexer und nicht mit einem direkten physikalischen Messverfahren zugänglich ist? In diesen Fällen setzt das Fraunhofer IFF auf sogenannte Softsensoren oder auch virtuelle Sensoren. Das sind Einheiten aus Hardware-Sensoren und der entsprechenden Software, mit denen komplexe Messgrößen bestimmt werden.

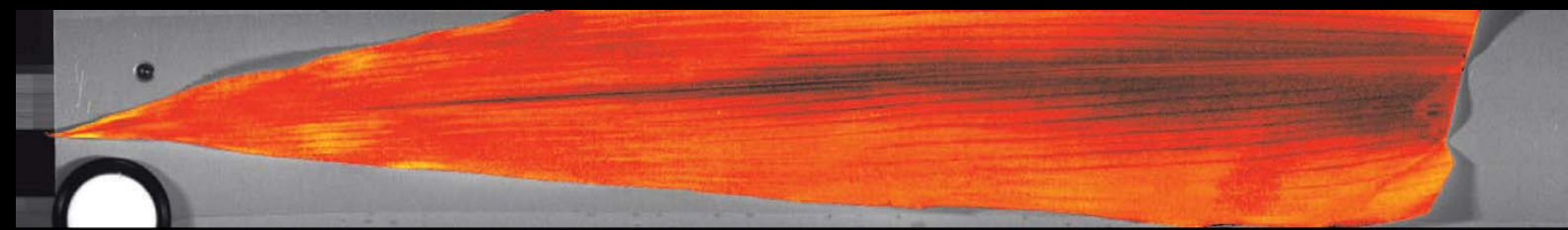
Das Prinzip: Ein oder mehrere, verschiedene Hardware-Sensoren erfassen Daten und Signale, die dann mit einer Software verarbeitet werden. Dabei liefern die Hardware-Sensoren eine Zwischenabbildung, aus der die Zielmessgröße errechnet werden kann. Die Software kann je nach Signal oder Daten auf die Hardware-Sensoren angepasst werden. Damit sind die Softsensoren

vielseitig anwendbar, z.B. für die Bestimmung von Prozessgrößen, Materialkategorien oder biochemischen Eigenschaften komplexer Stoffgemische. Häufig können zusätzlich physikalisch direkt zugängliche Messgrößen ebenfalls mit einem Softsensor bestimmt werden.

### Aus Daten lernen

Ist die Beziehung von physikalisch gemessener Zwischenabbildung und Zielmessgröße nicht mathematisch beschreibbar, erfolgt eine Kalibration des Softsensors anhand systematisch erhobener Messdaten. Diese werden zur Modellierung und damit zur Bestimmung dieser mathematisch unbekannter Beziehung herangezogen.

Zum Einsatz kommen dabei Methoden des sogenannten Data Mining nach den Prinzipien des Big Data Ansatzes. Dazu fließt



## Nährstoffkonzentration



automatisiert Wissen über Ihren speziellen Prozess aus vorhandenen oder von uns erhobenen Referenzdaten in ein Systemmodell. Diese Modelle sind dann für den Produktivbetrieb unter Echtzeitanforderungen in der Prozesstechnik geeignet.

Abhängig von der konkreten Messaufgabe wählen wir state-of-the-art Methoden aus dem Bereich der Mustererkennung und multivariaten Statistik aus. Dies sind häufig Methoden des maschinellen Lernens. Unser Anspruch ist es, aktuelle Methoden aus Wissenschaft und Forschung auf Ihre konkrete Messaufgabe zu adaptieren und somit in robuste, selbstlernende Systeme für den Industrie- und Laboreinsatz umzusetzen.

### Softsensorik – Vorteile im Überblick

1. Neue Zielgrößen: Messen Sie Prozessgrößen, Produkt- oder Materialeigenschaften, für die sie bisher keine spezialisierte Inline-Sensorik am Markt erhalten konnten.
2. Online: Wir setzen auf Algorithmen, die nach der Lernphase online im Hochdurchsatz die gewünschte Zielgröße ermitteln können und geeignet sind für eine 100%ige Kontrolle im Prozess.
3. Integriert: Wir arbeiten eng mit Ihnen zusammen, um unsere Analysealgorithmen in Ihre vorhandene Steuer- und Messsoftware zu integrieren.
4. Optimiert: Sie erhalten ein auf Ihre Bedürfnisse zugeschnittenes System, welches vorhandene Sensorik in seiner Datenauswertung optimiert bzw. zusätzliche Sensorik in Hard- und Software optimal integriert.
5. Variabel: Durch Änderung der Software bzw. der hierin enthaltenen mathematischen Modelle kann eine Adaption des Softsensors an verschiedene Messaufgaben erfolgen.
6. Prozesswissen: Verstehen Sie die Einflussgrößen auf Ihre Produktqualität besser durch objektive, statistische Datenauswertung, welche die Relevanz der Eingangsparameter für die Bestimmung der Zielgröße offenlegt.

### Technologiepartner für Softsensoren

Wir begleiten Sie in der Entwicklung von Softsensoren von der ersten Machbarkeitsstudie bis zur Implementierung und Validierung eines Systems für den Produktiveinsatz. Dabei können wir auf bei Ihnen vorhandene Sensoren und deren Daten aufbauen bzw. neuartige Sensorik testen.

#### 1. Daten systematisch erheben

Im ersten Schritt werten wir systematisch vorhandene Messdaten aus bzw. organisieren Messkampagnen mit von Ihnen gestellten Referenzmaterialien. Die Datenerhebung deckt dabei den geforderten Aufgabenkomplex ab.

#### 2. Messmodelle entwickeln

Ausgehend von dieser Datenerhebung wird ein Systemmodell erstellt. Dieses beschreibt den nicht-trivialen Zusammenhang zwischen den Daten des Hardware-Sensors und den von Ihnen definierten Zielmessgrößen. Dazu gehören Materialidentität oder chemische Eigenschaften, die für die Einlernphase, z.B. begleitend durch Laboruntersuchungen, ermittelt werden. Hierbei wird auf vielfältige Methoden des maschinellen Lernens zurückgegriffen und das beste Modell für Ihre Aufgabenstellung ausgewählt bzw. adaptiert.

#### 3. Modell validieren

Die Performanz des Systemmodells wird von uns umfassend validiert. Darauf aufbauend treffen wir Aussagen über zu erwartende Eigenschaften des Softsensors, wie z.B. Messgenauigkeiten und Echtzeitfähigkeit.

#### 4. System entwickeln und integrieren

Basierend auf den Erkenntnissen der Modellvalidierung erstellen wir für Sie einen angepassten Softsensor. Dieser wird dann in Ihre bestehende Produktionsumgebung integriert.

<sup>1</sup> Nährstoffverteilung in einem Pflanzenblatt, bestimmt mit einer Hyperspektralkamera als Hardware-Sensor und einem Regressionsmodell zur Abbildung der Spektraldaten (Zwischengröße) auf die relevante Zielmessgröße.