



# Elektronischer Spürhund: Detektoren erschnüffeln unterschiedliche Pflanzen

**E**in warmer Sommertag, eine Prise Meeresluft, ein regnerischer Herbsttag – alles hat seinen eigenen Geruch. So auch Lebensmittel, die sehr frisch oder leider bereits schlecht sind. Viele dürfen hierbei auf ihre Nase vertrauen, ob sie die Lebensmittel noch verzehren können, oder nicht. Doch manch einem bleibt dies verwehrt, weil sein Geruchssinn nicht ganz so gut funktioniert. Was ein Spürhund bei unterschiedlichen Gerüchen problemlos schafft, ist nun Wissenschaftler:innen des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT) in Karlsruhe im Bereich der Pflanzenbiologie ebenfalls gelungen. Wie genau die Sensoren funktionieren und welche Rolle die Künstliche Intelligenz hierbei spielt, erfahren Sie im Interview mit Prof. Dr. Dr. h.c. C. Wöll, Direktor des Instituts für Funktionelle Grenzflächen.

**GIT: Wie kam es zur Idee, woraus Ihr Forschungsprojekt entstand?**

**C. Wöll:** Die Idee entstand beim Treffen zweier über die Deutsche Forschungsgemeinschaft

(DFG) finanzierter ausländischer Stipendiaten, ein Pflanzenbiologe und ein Physiker. Bei dem von der DFG für alle Gastwissenschaftler finanzierten Treffen kamen sie eher zufällig ins Gespräch und erkannten, dass es hier eine Möglichkeit gibt, neu entwickelte Sensormaterialien für Fragestellungen aus der Pflanzenbiologie einzusetzen.

**GIT: Wie funktionieren die Sensoren? Wie sind diese aufgebaut?**

**C. Wöll:** Die Sensoren basieren auf einer erst seit ungefähr fünfzehn Jahren bekannten Materialklasse, den sogenannten metallorganischen Gerüstverbindungen, englisch: Metal Organic Frameworks oder MOFs. Bei diesen MOFs handelt es sich um kristalline poröse Materialien, die aus metallischen oder oxidischen Clustern und organischen Verbindungsmolekülen zusammengebaut werden.

**GIT: Sie nutzen hierbei nun KI? Wie ist es mittels dieser möglich die Duftstoffe zu erkennen?**

**C. Wöll:** Das Erkennen der Duftstoffe erfolgt durch Auswertung der Signale einer Matrix unterschiedlicher Sensoren. Diese basieren alle auf

leicht unterschiedlichen MOF-Materialien, deren Antwort auf verschiedene Duftstoffe jeweils leicht unterschiedlich ist. Die Kombination der Antworten der einzelnen Sensoren aus der Matrix ergibt dann eine Art Fingerabdruck. Im Folgenden werden diese Signale digital ausgewertet und der KI zugänglich gemacht. Im letzten Schritt wird die KI dann an Referenzsubstraten trainiert und kann somit in der Folge die verschiedenen Duftstoffe recht zuverlässig unterscheiden.

**GIT: Sie sprechen von einer Art Fingerabdruck des jeweiligen Duftes – aber kann es hierbei nicht dennoch Abweichungen innerhalb einer Pflanzenart geben?**

**C. Wöll:** In der Tat ist dieser aus der Sensor-matrix-Antwort erstellte Fingerabdruck sehr sensitiv und es können nicht nur verschiedene Gattungen voneinander recht sicher unterschieden werden, sondern auch Abweichungen verschiedener Arten einer Gattung. In einer kürzlich erschienenen Publikation beschreiben wir, dass verschiedene Pflanzen der Gattungen *Mentha* (Minzarten) und *Ocimum* (Basilikumarten) sicher unterschieden werden konnten.



Eine derartige „Ermüdung“ kann bei unseren künstlichen Nasen nicht auftreten; diese werden 24/7 im Einsatz sein können.

aufzubauen und auch recht teuer sind. Insofern bietet sich die von uns entwickelte elektronische Nase vor allem für Bereiche an, in denen relativ viele Proben schnell untersucht werden sollen oder eine Portabilität der Geräte – zum Beispiel für den Einsatz in der Natur – erforderlich ist.

**GIT: Wie möchten Sie die Geruchssensoren massen- und alltagtauglich machen?**

**C. Wöll:** Wie oben besprochen, bestehen die Geruchssensoren aus einer Matrix leicht unterschiedlicher Einzelsensoren. Typischerweise verwenden wir hier circa sechs verschiedene Bauteile, für die jeweils leicht unterschiedliche MOFs verwendet werden. Je nach Anwendung kann es hier erforderlich sein, noch weitere Variationen dieser molekularen Gerüststrukturen herzustellen. Ein Fernziel ist die weitere Miniaturisierung der Sensoren, so dass Matrizen mit einer noch größeren Anzahl verschiedener Sensoren realisiert werden können. Bei der Massentauglichkeit wird sicher das Problem des sogenannten „Hochskalierens“ gelöst werden müssen, damit große Mengen von Sensoren günstig hergestellt werden können. Wir werden dafür robotergestützte Techniken einsetzen. Die Alltagstauglichkeit werden wir durch eine verbesserte Beschichtung der Sensoren erreichen, so dass durch außen aufgebrachte Schichten das Eindringen unerwünschter Fremdmoleküle noch weiter unterdrückt werden kann.

**GIT: Wie zuverlässig sind die Ergebnisse? Gerade in Bereichen, wo sich große Gefahren verbergen, hätte es schwerwiegende Folgen, sollte der Sensor eine falsche Aussage liefern?**

**C. Wöll:** Die Detektion von Geruchsstoffen bringt immer eine gewisse Unsicherheit mit sich. Auch die menschliche Nase und sogar die Nase

von Hunden liefert gelegentlich Falschaussagen. Wir sind aber überzeugt, dass gerade durch die Kombination der Methoden der künstlichen Intelligenz mit einer Matrix von leicht unterschiedlichen MOF-Sensoren hier eine größere Zuverlässigkeit erreicht werden kann als bei „natürlichen“ Nasen. Zum Beispiel tritt bei Hunden recht schnell eine Ermüdung ein, sodass für die Trüffelsuche ausgebildete Tiere nur zwei Mal 45 Minuten am Tag wirklich zuverlässig diese Pilze finden können. Eine derartige „Ermüdung“ kann bei unseren künstlichen Nasen nicht auftreten; diese werden 24/7 im Einsatz sein können.

**GIT: Aktuell denken Sie über die Gründung einer Firma nach. Wie weit sind Sie hierbei in der Planung?**

**C. Wöll:** In der Planung für die Ausgründung einer Firma sind wir schon relativ weit fortgeschritten. Das Karlsruher Institut für Technologie verfügt über eine Reihe von sehr effizienten Instrumenten, mit denen die Ausgründung kleinerer Firmen unterstützt und gefördert werden kann. Einige meiner Mitarbeiter:innen sind gerade dabei, die ersten Businesspläne aufzustellen und wir sind zuversichtlich, dass wir innerhalb des nächsten Jahres eine Firma gründen werden. Bei der Ausgründung von Firmen nimmt das KIT national eine Spitzenrolle ein; hier werden durchschnittlich 30 Firmen pro Jahr ausgründet.

*Das Interview führte Corinna Herbst, stellvertretende Chefredakteurin der GIT Labor-Fachzeitschrift.*

*Zur Online-Variante des Interviews: <https://bit.ly/GIT-Interview-Wöll>*

**GIT: Was sind denkbare Forschungsgebiete, innerhalb derer die „elektronische Nase“ eingesetzt würde?**

**C. Wöll:** Übliche Anwendungsgebiete für die elektronische Nase sind vor allen Dingen Bereiche, in denen portable, relativ kleine Geräte Verwendung finden. Eine „e-Nose“, die einfach auf ein Mobiltelefon aufgesteckt werden kann, ist denkbar. Für eine viel genauere und empfindlichere Analyse von flüchtigen molekularen Stoffen werden standardmäßig Massenspektrometer eingesetzt, die aber sehr schwer, aufwendig



● **Prof. Christof Wöll** ist Direktor des Instituts für Funktionelle Grenzflächen am Karlsruher Institut für Technologie. Seine Forschung beschäftigt sich mit Metall-organischen Gerüstverbindungen (MOFs) bzw. Dünnschichten aus MOFs und ihren Anwendungen. Der Physiker ist Mitglied der Deutschen Nationalen Akademie der Wissenschaften (Leopoldina) und erhielt im Jahr 2019 die Ehrendoktorwürde der Süddänischen Universität Odense für seine Verdienste um die Entwicklung organischer Dünnschichten im Allgemeinen.

● **KONTAKT** |

**Professor Dr. Dr. h.c. Christof Wöll ML**

Direktor des Instituts für Funktionelle Grenzflächen (IFG)  
Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Eggenstein-Leopoldshafen, Deutschland  
[Christof.Woell@kit.edu](mailto:Christof.Woell@kit.edu)  
[www.ifg.kit.edu](http://www.ifg.kit.edu)