

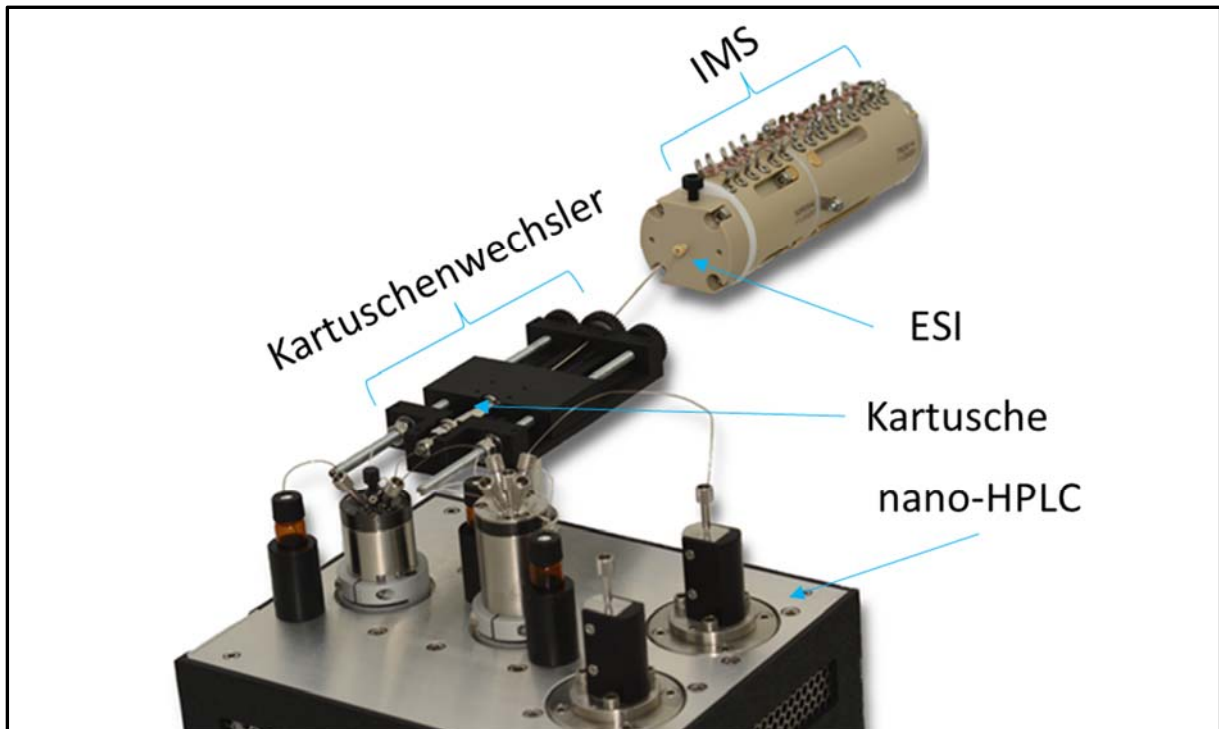
## **Entwicklung eines portablen Messgerätes zur Vor-Ort-Prozesskontrolle und Erfassung von Schadstoffen in Wasser auf Basis der Nano-Flüssigkeitschromatografie und Ionenmobilitätsspektrometrie (MiniLAB)**

Eine effiziente und leistungsfähige Trinkwasserversorgung für Mensch und Industrie sowie eine umweltschonende Abwasseraufbereitung sind die zentralen Herausforderungen für die weltweite Wasser- und Abwasserindustrie jetzt und in der Zukunft. Aktuelle Forschungsansätze beschäftigen sich deshalb mit der Erprobung und Weiterentwicklung von Technologien zur Reinigung von kommunalen und industriellen Abwasserströmen. Vor diesem Hintergrund existieren zahlreiche und in vielen Fällen maßgeschneiderte Systemlösungen für die Prozesswasser- und Abwasserbehandlung. Als mögliche Verfahrenstechniken zur Schadstoffelimination werden u. a. oxidative und adsorptive Verfahren sowie Filtrationsverfahren in Betracht gezogen. Darüber hinaus sind Kombinationen der verschiedenen Verfahrenstechniken möglich, wie z. B. oxidative Verfahren (Ozonung) sowie die Aktivkohleadsorption mit pulverisierter und granulierter Aktivkohle. Um die Leistungsfähigkeit bzw. Effizienz dieser Verfahren zu demonstrieren, muss in den meisten Fällen ein eindeutiger Beweis bezüglich des Abbaus relevanter Zielverbindungen erbracht werden. Dies kann einerseits über unspezifische Summenparameter, wie z. B. die Messung des spektralen Absorptionskoeffizienten (SAK), oder über die Bestimmung ausgewählter Leitsubstanzen erfolgen. Der SAK ist geeignet, die Summe der gelösten organischen Wasserinhaltsstoffe mit Hilfe von Labor- oder Prozessphotometern vor Ort zu bestimmen. Einschränkend ist zu beachten, dass diese summarische Bestimmung nur sinnvoll angewendet werden kann, wenn sich die qualitative Zusammensetzung der Wasserinhaltsstoffe nicht stark verändert. Um spezifische Informationen zur Leistungsfähigkeit bzw. Effizienz eines Verfahrens zu erhalten, wird i. d. R. auf eine Laboranalytik zurückgegriffen. Dies bedeutet jedoch, dass die Analytik vom Ort der Messung entkoppelt ist. Der klassische analytische Workflow besteht in der Probenahme, dem Transport der Probe in ein Labor, sowie der Vorbereitung und Messung der Probe bis hin zur Datenauswertung und Berichtserstellung. Selbst unter der Voraussetzung, dass für alle genannten Verfahrensschritte ausreichende technische und personelle Ressourcen bereitstehen, können mehrere Tage vergehen, bis ein Analysenergebnis vorliegt. Darüber hinaus ist es nicht möglich, Fehler bei der Stabilisierung, dem Transport und der Lagerung der Probe zu korrigieren. Änderungen des pH-Wertes oder der Temperatur können einen starken Einfluss auf z. B. Hydrolysegleichgewichte oder die Bildung von Transformationsprodukten haben und somit das Analysenergebnis verfälschen. Eine schnelle Rückkopplung, die für die direkte Änderung von Prozessparametern bei der Etablierung, Anpassung und Optimierung neuer Behandlungsverfahren wichtig ist, lässt sich mit Hilfe der Laboranalytik nur schwer realisieren.

Deshalb wurde innerhalb des beantragten Projektes die Entwicklung eines tragbaren Messgerätes zur Vor-Ort-Detektion von Schadstoffen in Wasser auf Basis von Nano-Hochleistungsflüssigkeitschromatographie (nano-HPLC) und Elektrospray-Ionisation (ESI)-Ionenmobilitätsspektrometrie (IMS) angestrebt. Zwecks Online-Anreicherung wurde ein Kartuschenwechsler entwickelt und in das Gesamtsystem integriert. Die Einheit gewährleistet die direkte Anreicherung der Analyten aus wässrigen Matrices und die Trennung des Analytengemisches, um die Komplexität der Probe vor der Ionisierung und Trennung im IMS zu reduzieren. Durch Miniaturisierung und die vollständige Eliminierung von toxischen Lösungsmitteln konnten auch die Anforderungen der "Grünen Analytischen Chemie" vollumfänglich im Rahmen des Projektes adressiert werden. So wurden Acetonitril und das

ungiftige Ethanol als organische mobile Phase im Hinblick auf die Elutions- und Ionisierungseffizienz verglichen und der technische Demonstrator mit passenden grünen Kennzahlen in Hinblick auf seine Umweltfreundlichkeit bewertet.

Nach erfolgreicher Bearbeitung des Projektes wurden so die Grundlagen geschaffen, auf deren Basis ein erster funktionsfähiger technischer Demonstrator (siehe Abbildung 1) angefertigt werden konnte. Das System besitzt vielfältige Anwendungsmöglichkeiten für Vor-Ort-Anwendungen, sowohl für die Wasseraufbereitung, als auch für biopharmazeutische Prozesse im miniaturisierten Maßstab.



**Abb. 1:** Foto des im Rahmen des Projektes entwickelten Demonstrators.

*Förderhinweis:*

*Das IGF-Projekt 20666 N der Forschungsvereinigung Umwelttechnik wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.*



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz