

Single Event ICP-MS: Basics, Applications and Potential

Since its commercial introduction about 4 decades ago, ICP-MS underwent a remarkable transformation which was inspired by several technological milestones, methodologies and interdisciplinary applications. In conjunction with additional methods and hyphenated techniques, it provides versatile turnkey solutions to target trace elements, their species and spatial distributions. One unique application of ICP-MS concerns the detection and characterisation of individual nano- and microparticles via the so-called “single particle mode”. Here, particles are introduced into the plasma individually to form spatially secluded ion clouds which are subsequently extracted, mass filtered and detected. The counting and calibration of respective signals inspired the design of dedicated studies and the construction of comprehensive statistical models on particle number concentrations, isotopic compositions, mass- and size distributions, agglomeration behaviour and longitudinal stability. Especially recent technological advances promise elegant strategies for advanced characterisations of contemporary and emerging nanomaterials as well as individual cells providing new perspectives in the environmental and life sciences.

This short course will provide an introduction into the fundamentals, underlying principles, theory, basic applications and current trends in the field of single event ICP-MS. This will include basic concepts and applications for single particle and single cell analysis. The course will follow the traces of landmark studies and provide a generic toolbox to maintain accuracy, to improve figures of merit, to determine relevant experimental parameters, to carry out calibrations and to investigate the limits of analysis. Different protocols as well as hard- and software solutions for dedicated particle and cell characterisations will be discussed regarding capabilities and pitfalls. Finally selected advanced applications, current trends and future perspectives will be discussed. This will include the application of hyphenated techniques as well as the employment of functionalised nanomaterials.

Single Event ICP-MS: Grundlagen, Applikationen und Potential

Seit der kommerziellen Einführung vor etwa 4 Jahrzehnten hat die ICP-MS einen einzigartigen Wandel vollzogen, welcher von verschiedenen Technologien und neuen Methoden sowie interdisziplinären Anwendungen inspiriert war. Vor allem im Kontext mit Kopplungstechniken bietet die ICP-MS innovative Möglichkeiten neben Spurenelemente auch deren Spezies und räumliche Verteilungen zu untersuchen. Eine einzigartige Facette der ICP-MS ist der sogenannte „single particle“ Modus, der die Charakterisierung von einzelnen Nano- und Mikrostrukturen ermöglicht. In diesem Modus werden Partikel der Reihe nach ins Plasma gegeben und atomisiert. Die entstehenden Ionen können in

diskreten Paketen extrahiert, gefiltert und detektiert werden. Das Zählen und die Kalibrierung einzelner Signale ermöglicht die Etablierung von statistischen Modellen bezüglich der Partikelanzahl, deren Größe und Aufbau, dem Agglomerationsverhalten und der Stabilität. Dies eröffnet neue Perspektiven und inspirierte in der Vergangenheit zahlreiche neuen Studie zu bestimmten Partikeln und einzelnen Zellen in der Umwelt, Biologie und Medizin. Besonders in den letzten Jahren haben technologische und methodische Fortschritte neue Herangehensweisen zur Charakterisierung von Partikeln und Zellen in den Umwelt- und Biowissenschaften ermöglicht.

Dieser Kurs bietet einen Einstieg in die Grundlagen, Prinzipien und die Theorie, sowie in typische Anwendungsbereiche und derzeitige Entwicklungen der „single event“ ICP-MS. Dabei schließt er sowohl die Einzelpartikel- wie auch die Einzelzellanalytik mit ein und stützt sich dabei auf namhafte Publikationen. Die grundlegenden Werkzeuge in der „single event“ Analytik werden hergeleitet und im Hinblick auf Kalibrierung, Genauigkeit, Validierung, etwaige Grenzen und verschiedene experimentelle Parameter diskutiert. In diesem Rahmen werden zusätzlich die Qualitäten verschiedener Protokolle, Instrumente, Hard- und Softwarekomponenten verglichen und kritisch diskutiert. Zuletzt werden komplexere Anwendungen und derzeitige Entwicklungen wie der gezielte Einsatz von Kopplungstechniken und funktionalen Nanomaterialien erörtert.