

Moderne Analytik an ausgewählten Beispielen

J. Hoffmann, ÖA

Neugier gehört zu den wesentlichen Merkmalen des Menschen. Neugier treibt uns an, unsere Umwelt zu betrachten. Wir vergleichen Vorgänge und Erscheinungen, suchen Gesetzmäßigkeiten und Kausalitäten. Wir erweitern unsere Erfahrungswelt durch Apparaturen, um den Makro- wie den Mikrokosmos zu erforschen.

Die Waage des Chemikers, das Fernrohr des Astronomen, das Mikroskop des Biologen – der Übergang von der Naturphilosophie zu den exakten Naturwissenschaften wäre ohne die Erfindung neuer analytischer Möglichkeiten nicht denkbar gewesen.

Neue analytische Methoden verbessern Nachweisgrenzen oder ermöglichen Messungen auch an kleinsten Substanzmengen, geben Aufschluss über die Zusammensetzung und die räumliche Struktur von Materialien, sie beschleunigen Messungen und eröffnen neue wissenschaftliche Felder.

Die Instrumente sind heute präziser, komplizierter und meist auch erheblich größer geworden; für die Auswertung notwendige Algorithmen sind oft nur noch mit den leistungsstärksten Computern zu handhaben. Teilchenbeschleuniger, Rasterkraftmikroskope, Kernspintomographen oder Satellitenmessungen bestimmen den wissenschaftlichen Fortschritt. Manche analytischen Methoden werden zum Standard in ihrer Disziplin (oder darüber hinaus), andere wurden entwickelt, um ein spezifisches Problem zu lösen. Im Forschungszentrum Karlsruhe trifft man alle

Spielarten: Hier werden neue Methoden erfunden und alte verbessert, werden riesige Apparate aufgebaut und verwendet, werden Probleme durch intelligente Herangehensweise lösbar gemacht.

Um die umfangreichen Analytikkompetenzen institutsübergreifend zu nutzen, hat das Forschungszentrum einen Analytikverbund gegründet. In Fachgruppen werden Erfahrungen ausgetauscht und neue Entwicklungen und Geräte vorgestellt. In einer Expertendatenbank sind Geräte und analytische Methoden mit Experten verknüpft, ein kompetenter Ansprechpartner kann so schnell gefunden werden.

Ein Charakteristikum von Helmholtz-Zentren wie dem Forschungszentrum Karlsruhe ist der Betrieb von Großgeräten. Im Februar 2001 wurde die Synchrotronstrahlungsquelle ANKA (ANGströmquelle KARlsruhe) eingeweiht. Neben der Fertigung von Komponenten für die Mikrosystemtechnik durch das im Forschungszentrum erfundene LI-GA-Verfahren (Lithographie, Galvanik und Abformung) wird ANKA vor allem für zerstörungsfreie Materialuntersuchungen eingesetzt. Das Projekt wurde aus Mitteln des Bundes, des Landes Baden-Württemberg und des Forschungszentrums Karlsruhe finanziert. Das große Engagement des Landes Baden-Württemberg, das abweichend vom üblichen



Mit einem symbolischen Knopfdruck übergaben Bundesforschungsministerin Edelgard Bulmahn, Baden-Württembergs Wirtschaftsminister Dr. Walter Döring, ANKA-Aufsichtsratsvorsitzender Dr. Peter Fritz und der Vorstandsvorsitzende des Forschungszentrums, Professor Dr. Manfred Popp, die Synchrotronstrahlungsquelle ANKA am 2. Februar 2001 ihrer Bestimmung. Das Großgerät steht für die Mikrofertigung, vor allem aber auch für analytische Aufgaben zur Verfügung.

Finanzierungsschlüssel 50% der Beschaffungskosten trug, zielt vor allem darauf ab, kleinen und mittelständischen Unternehmen im Land Synchrotronstrahlung für fertigungstechnische und analytische Fragestellungen zur Verfügung zu stellen.

Zwei Beiträge in diesem Heft beschäftigen sich mit der Weiterentwicklung und Anwendung analytischer Methoden mit Hilfe von Synchrotronstrahlung. So lassen sich mit **Synchrotron-Röntgenfluoreszenzanalyse** Spurenelemente zerstörungsfrei und in geringsten Mengen nachweisen. Geologische, mineralogische, archäologische, aber auch biologische und umweltrelevante Proben können so auf Elemente von Natrium bis Uran untersucht werden. Durch Variation des Einfallswinkels der Röntgenstrahlung können sowohl Informationen aus dem Inneren der Probe, als auch von der Oberfläche gewonnen werden.

Dagegen ermöglicht **Proteinkristallographie**, die molekulare Struktur komplexer Eiweiß-Moleküle (Proteine) aufzuklären, sofern diese in einen einkristallinen Zustand überführbar sind. In der Aufklärung des Proteoms, der Gesamtheit aller Proteine einer Zelle, sehen Forscher den Schlüssel zum Verständnis biologischer Prozesse und damit unter anderem zur Behandlung von Krankheiten.

Eng verbunden mit den wissenschaftlichen Programmen des Forschungszentrums sind Entwicklung und Anwendung einer Vielzahl weiterer analytischer Methoden. Im Rahmen der Gesund-

heitsforschung wurde ein Verfahren entwickelt, um die Proteinabsorption und Zelladhäsion auf Polymeroberflächen zu untersuchen. Die **Quarzmikrogravimetrie** nutzt die hohe Massensensitivität der Sensoren zur spezifischen Detektion von Antigenen in biologischen Proben. Nach Überwindung messtechnischer Probleme im Bereich Spezifität und Langzeitstabilität liegt in dieser Methode ein hohes Potential für die Diagnostik.

Im Bereich der Umweltforschung wurde die **faseroptische Impulsreflektometrie** entwickelt, die auf optischer Impulsrückstreuung in chemisch sensitiven Lichtleitern beruht. Mit diesem Verfahren kann der Austritt umweltgefährdender Substanzen beispielsweise aus Rohrleitungen, Tanks, Chemieanlagen oder Deponien, lückenlos und kontinuierlich überwacht werden.

Im Grundwasser dispergierte kleinste Partikel im Größenbereich von wenigen Nanometern beeinflussen die Löslichkeit und das Transportverhalten von Radionukliden und anderen Stoffen. Die Messung dieser Nanopartikel gelingt mittels **Laser induzierter Breakdown Detektion**. Mit dieser Methode kann sowohl die Größenverteilung der Partikel, als auch ihre Konzentration bestimmt werden. Diese Forschungsarbeiten berühren die Bereiche Nukleare Entsorgung und Umwelt.

Eine spannende Anwendung der ursprünglich für die Umweltforschung entwickelten Nutzung der **photothermischen Ablenkung** ist die Untersuchung von Kunst-

gegenständen. Insbesondere können mit diesem zerstörungsfreien analytischen Verfahren Oberfläche und Textur beispielsweise von Pastell- und Kreidezeichnungen bestimmt werden.

In der Materialforschung in verschiedenen Programmen des Forschungszentrums werden die **thermophysikalischen Eigenschaften**, also Wärmeleitfähigkeit, thermische Ausdehnung oder die spezifische Wärmekapazität benötigt. Solche Größen sind wichtig für die Auslegung von Anlagenkomponenten und die Entwicklung neuer Materialien.