



PSI-Info NES-09d :: 12/2014

Hotlabor

Das Hotlabor – eine einzigartige grosstechnische Experimentieranlage

Das Hotlabor ist in der Schweiz eine einzigartige Anlage zur sicheren und gefahrlosen Untersuchung der Eigenschaften hoch toxischer, radioaktiver Substanzen und Werkstoffe. Radioaktive Stoffe haben in unserer hoch technisierten Welt gewollt und ungewollt einen wichtigen Platz eingenommen. Sie werden in der diagnostischen und therapeutischen Medizin, zur Sterilisation von Lebensmitteln, zur Herstellung von Sensoren, zur Untersuchung von Stoffkreisläufen, zur Altersbestimmung und zur Energiegewinnung in Kernkraftwerken benötigt. Ebenso fallen radioaktive Stoffe als Abfälle in der Grundlagenforschung an Teilchenbeschleunigern, in Kern- und Fusionsreaktoren, in der Medizin sowie in der Industrie an.

Die Bearbeitung stark strahlender Substanzen und Komponenten verlangt eine sicherheitstechnisch ausgeklügelte, umfangreiche Laborinfrastruktur, anspruchsvolle analytische Einrichtungen und gut ausgebildetes wissenschaftliches und technisches Personal, das die Einrichtungen sicher, zuverlässig und optimal zu nutzen versteht. Das PSI, das sich als Zentrum der Materialforschung in der Schweiz versteht und zu diesem Zweck komplexe, grosstechnische, analytische Einrichtungen unterhält und ausbaut, betreibt mit dem Hotlabor eine Anlage, in der – eingebettet in nationale und internationale Programme – materialwissenschaftliche Untersuchungen mit folgenden Zielsetzungen realisiert werden:

- Aufklärung von Materialalterung, Schadensfällen und Korrosionsvorgängen an Strukturwerkstoffen und (Hochabbrand-)Brennstäben von Reaktoren
- Durchführung von Experimenten für den Sicherheitsnachweis von Endlagern für radioaktive Abfälle
- Untersuchung der Einsatzmöglichkeit metallischer und keramischer Strukturwerkstoffe für neue Reaktorentypen, zukünftige Fusionsreaktoren und Flüssigmetall-Targets
- Charakterisierung und Analyse verschiedener radioaktiver Stoffe und Materialien hinsichtlich Struktur, Zusammensetzung und physikalischer Eigenschaften
- Ausbildung akademischer und technischer Nachwuchskräfte für die Nuklearindustrie und die Forschung

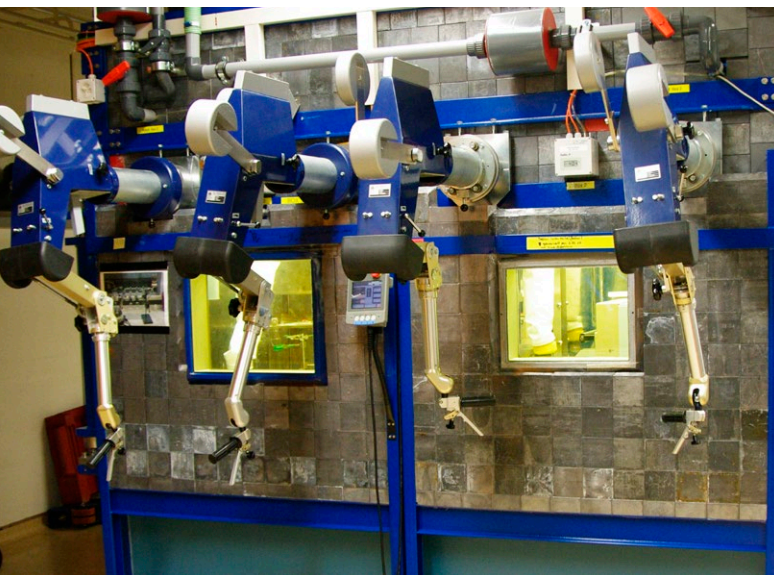


Hotzellenkette zur Untersuchung von Kernbrennstäben und zur mechanischen Werkstoffbearbeitung und -prüfung. Die Arbeiten hinter 1 Meter dicken Betonmauern erfolgen mithilfe von Manipulatoren.

Präparative und analytische Infrastruktur

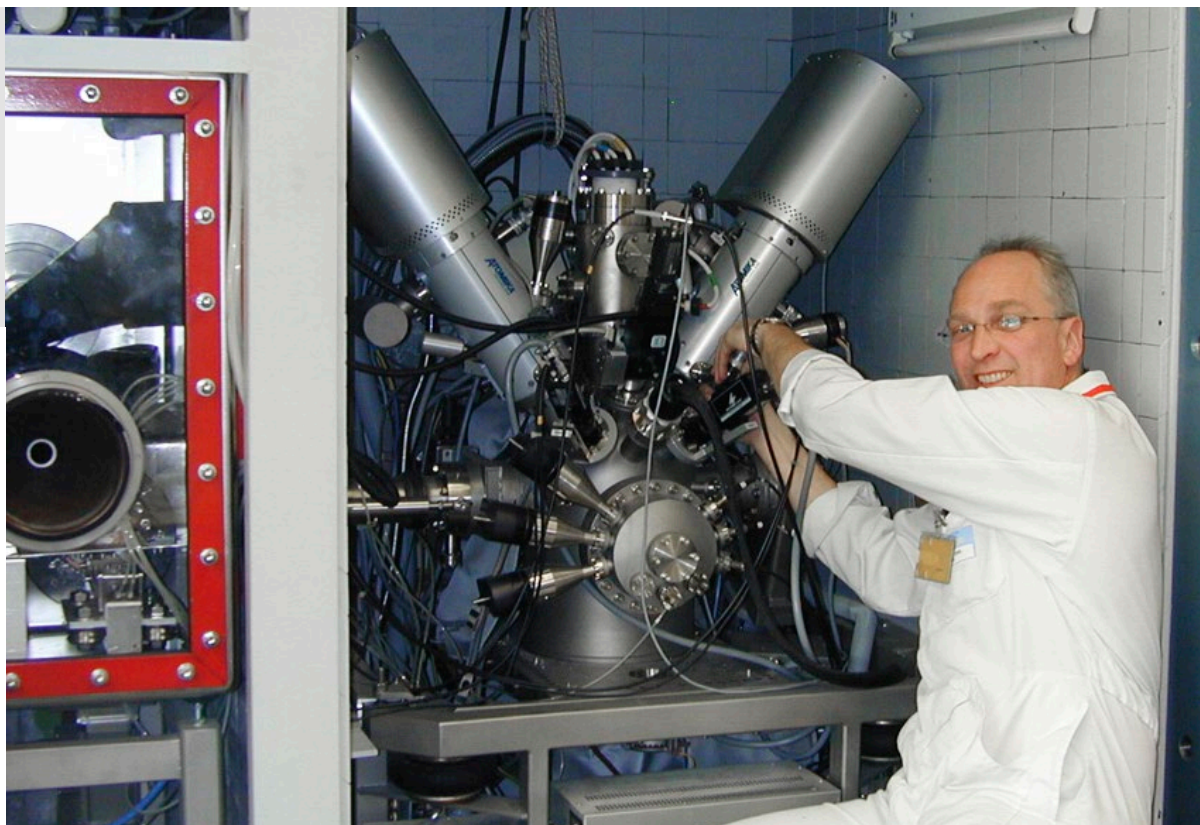
Zur Untersuchung radioaktiver Materialien werden grundsätzlich die gleichen Methoden angewandt wie bei nicht strahlendem Probenmaterial. Doch müssen Messgeräte meist abgeschirmt betrieben werden, und die Probenpräparation verlangt typischerweise sehr schwierige, präzise fernbediente Prozesse. Proben mit geringer Aktivität werden in sogenannten Handschuhboxen zeitaufwendig präpariert.

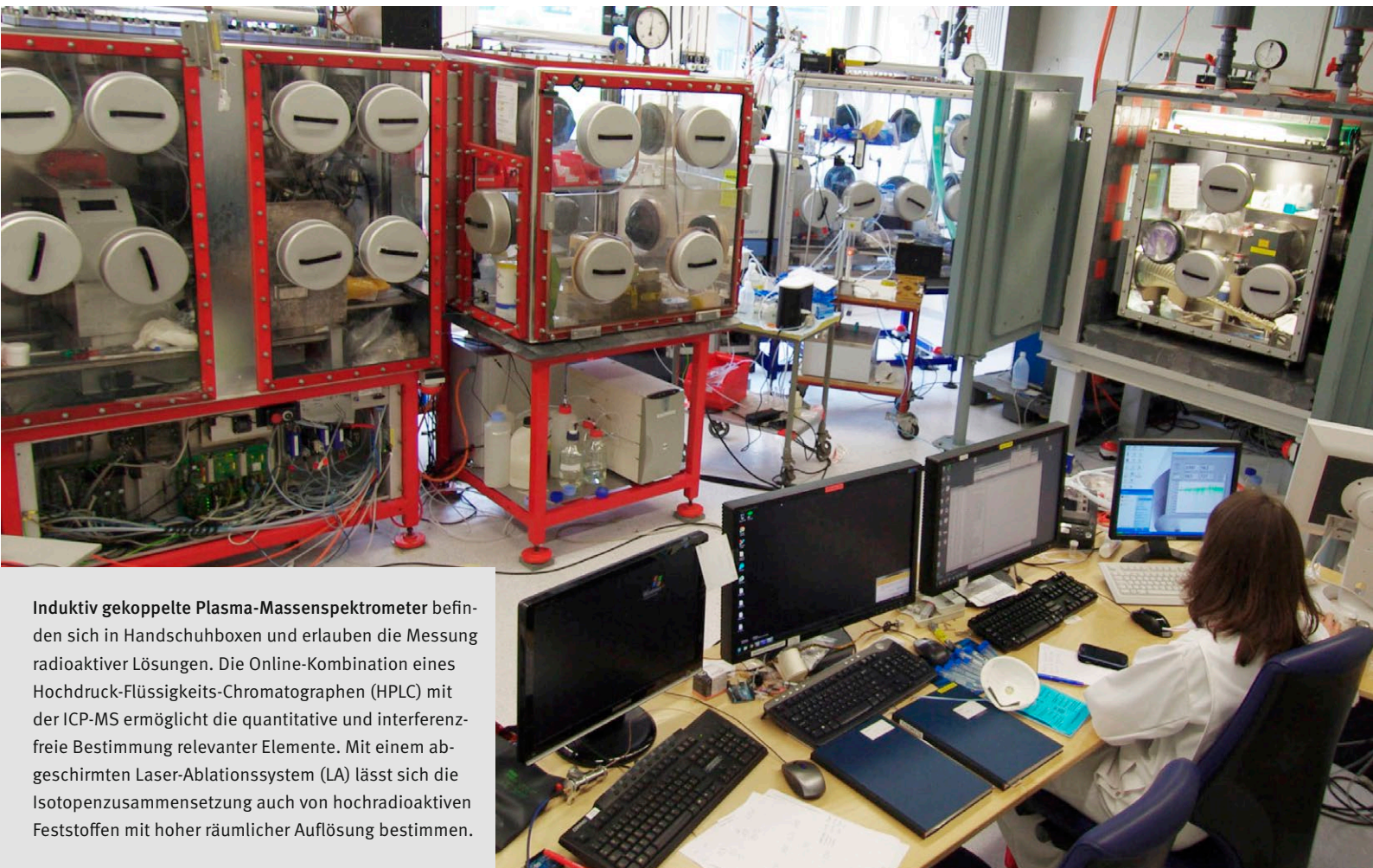
Zunehmend basiert die Materialanalyse auf Hightech-Messgeräten. Dabei wird neben der Konzentrations- und Isotopenanalyse von Haupt- und Spurenelementen in festen und flüssigen Proben deren örtliche Verteilung im Mikro- und Nanometerbereich stets wichtiger. Mechanische Eigenschaften können durch die Bestrahlung mit energiereichen Teilchen ebenfalls stark verändert werden. Mehrere Versuchseinrichtungen des Hotlabors erlauben mechanische Tests bei unterschiedlichsten Umgebungsbedingungen.



Chemische Prozesse wie Auslaugen oder Auflösen werden in einer komplexen «Heissen Zelle» durchgeführt. Die aufgelösten Proben werden anschließend mit verschiedenen nasschemischen Methoden analysiert.

Die SIMS-Technik (Sekundär-Ionen-Massenspektrometer) erlaubt die lokale Isotopenanalyse auf Festkörperoberflächen. In der Anwendung dieser Technik zur Untersuchung radioaktiver Proben ist das PSI weltweit führend. Eine sichere Handhabung solcher Proben erfordert eine Bleiabschirmung des Instruments. Die Ladung der Proben geschieht über eine Handschuhbox. Das Bild zeigt das Spektrometer bei geöffnetem Abschirmtor.





Induktiv gekoppelte Plasma-Massenspektrometer befinden sich in Handschuhboxen und erlauben die Messung radioaktiver Lösungen. Die Online-Kombination eines Hochdruck-Flüssigkeits-Chromatographen (HPLC) mit der ICP-MS ermöglicht die quantitative und interferenzfreie Bestimmung relevanter Elemente. Mit einem abgeschirmten Laser-Ablationssystem (LA) lässt sich die Isotopenzusammensetzung auch von hochradioaktiven Feststoffen mit hoher räumlicher Auflösung bestimmen.



In der abgeschirmten **Universalprüfmaschine** können mechanische Eigenschaften hochradioaktiver und stark kontaminierter Proben (z. B. Brennstab-Hüllrohr-Stücke) untersucht werden. Die integrierte Ofenkammer lässt Tests bei Temperaturen bis 800 °C und den Einsatz verschiedener (Inert-) Gase zu. Das Materialverhalten kann in-situ mit einer hochauflösenden Kamera beobachtet werden.



Nanoindentation: Kopf und Spitze eines Indenters für die mechanische Untersuchung von Kleinstproben. Dabei können die Härte und Elastizität von Materialien direkt an deren Oberflächen gemessen werden. In einer erweiterten Anwendung kann die Fließgrenze von Materialien an kleinen Probensäulen (Pillars) ermittelt werden.

Sicherheitstechnische Labor-Infrastruktur

Eine umfangreiche, sicherheitstechnische Infrastruktur ist für die gefahrlose Untersuchung hochradioaktiver Materialien notwendig. Dazu gehören:

- Eine unterbrechungsfreie elektrische Energieversorgung
- Eine komplexe Lüftungsanlage mit mehreren Unterdruckstufen
- Abluft- und Abwasser-Reinigungssysteme
- Konditionierungseinrichtungen für flüssige und feste PSI-Abfälle
- Radioaktivitäts-Überwachungseinrichtungen
- Ein Spaltstoff-Buchhaltungssystem zur Vermeidung von Kritikalitätsunfällen *
- Sicherungseinrichtungen gegen Sabotage und Diebstahl von Nuklearmaterial
- Ein Kontrollraum zur Anlagenüberwachung und -steuerung

* Kritikalität: Mass und Einteilung von Kernmaterialien für das Auslösen einer Kettenreaktion durch Kernspaltung



In einer abgeschirmten Konditionierungseinrichtung werden flüssige, radioaktive PSI-Abfälle manipulatorbedient verfestigt.

Kontakte

Abteilung Hotlabor (AHL)

Dr. Didier Gavillet

Tel. +41 56 310 22 82

Fax +41 56 310 22 03

E-Mail: didier.gavillet@psi.ch



Über die Raumabluft-Filterbänke werden pro Sekunde 30 m³ Luft filtriert. Bevor die gereinigte Abluft über den Kamin abgegeben wird, erfolgt eine kontinuierliche Aktivitätskontrolle.

