

Das Geowissenschaftliche Labor der GRS

Februar 2022

Das Geowissenschaftliche Labor der GRS Mit Sicherheit Qualität – mit Qualität Sicherheit

Das Geowissenschaftliche Labor untersucht geochemische und geotechnische Fragen zur sicheren Entsorgung umweltschädigender Abfälle. Mit fachlicher Expertise, validen Methoden und präzisen Geräten geht das Labor auf der Basis des neuesten Stands von Wissenschaft und Technik radioaktiven und chemisch-toxischen Abfällen auf den Grund.

Im Fokus unserer Arbeiten stehen Antworten auf die drei Fragen:

- /// Welche Bestandteile sind in einem Stoff enthalten?
- /// Wie verhalten sich Stoffe unter bestimmten Bedingungen?
- /// Wie können Eigenschaften von Stoffen verändert werden?

Sichere Ergebnisse. Mittels einer großen Vielfalt an Geräten analysiert das Labor Stoffe und Elemente qualitativ und quantitativ zuverlässig bis ins letzte Ion. Die experimentellen Ergebnisse werden darüber hinaus mit modelltheoretischen Arbeiten vernetzt. Eine hohe Validität der Resultate wird somit gewährleistet.

Anwendungsbereiche. Die Arbeitsergebnisse des Labors werden vornehmlich auf dem Gebiet der Endlagersicherheitsforschung und der Endlagersicherheitsbewertung eingesetzt. Sie bilden die Grundlage für Hypothesen, Modelle und Simulationen, mit denen das Verhalten von Abfall, Wirtsgestein, Deckgebirge und Biosphäre vorhergesagt und geprüft wird.

Konkret. Erforscht wird unter anderem, wo und wie radioaktive langfristig entsorgt werden können, ohne dass Schadstoffe in die Biosphäre gelangen. Um Antworten hierauf geben zu können, müssen Wirtsgesteine charakterisiert, Verschluss- und Versatzmaterialien getestet und verbessert sowie Bauwerkselemente geotechnisch untersucht werden. Darüber hinaus liegt der Fokus unserer Arbeiten auf Wechselwirkungen von Stoffen untereinander sowie auf dem Verhalten von Schadstoffen bei einem eventuellen Transport durch die Geosphäre.

Leistungen

Die Ausstattung des Geowissenschaftlichen Labors der GRS erlaubt es, geochemische und geotechnische Parameter an unterschiedlichen endlagerrelevanten Stoffen und unter unterschiedlichen Randbedingungen zu bestimmen. Zum Bearbeiten der breitgefächerten Anfragen finden vielfältige Methoden und Verfahren Anwendung, die für jeden Auftrag neu kombiniert werden.

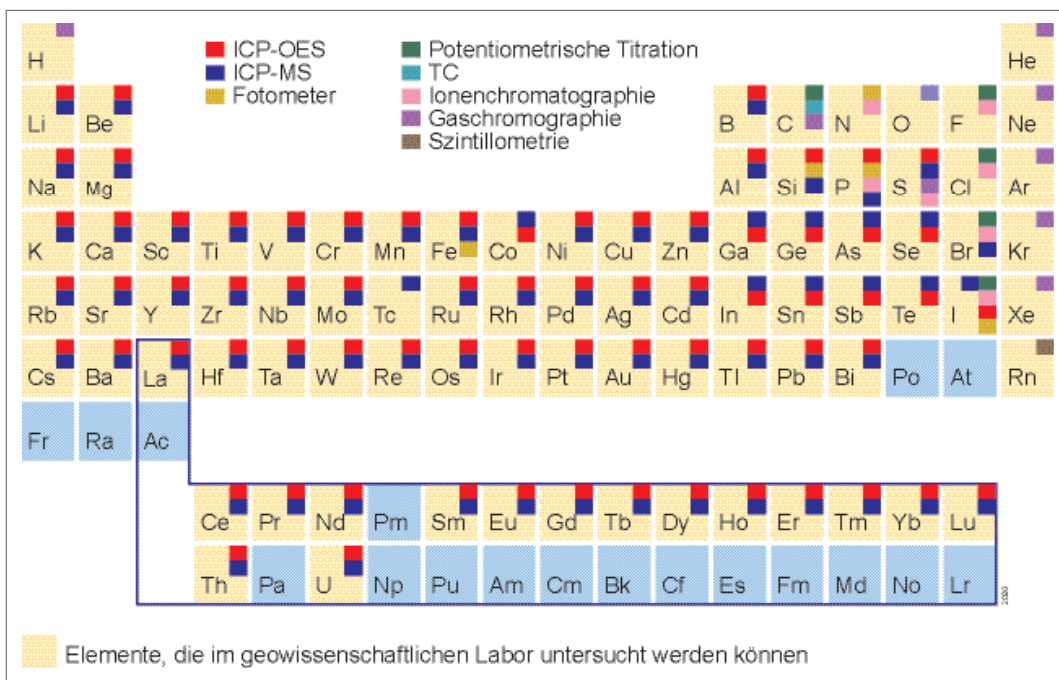
1. Untersuchbare Stoffe und Elemente

Das Geowissenschaftliche Labor ist aufgrund der Expertise seiner Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter und seiner technischen Ausrüstung in der Lage, nahezu alle festen, flüssigen und gasförmigen Stoffe aus dem Umweltbereich zu untersuchen.

Untersuchbare Stoffe

Feste Stoffe	Flüssige Stoffe	Gasförmige Stoffe
<ul style="list-style-type: none"> /// Abfälle /// Baustoffe (z.B. Versatz- und Verfüllmaterialien) /// Gesteine und Böden (z.B. Salz, Ton, Kristallin) /// Minerale 	<ul style="list-style-type: none"> /// hochsalinare Lösungen /// Eluate (experimentell gewonnene Lösungen) /// Grundwasser 	<ul style="list-style-type: none"> /// Natürliche Gase /// Reaktionsgase (z.B. Freisetzung aus Abfällen)

Gerätespezifische Übersicht der untersuchbaren Elemente



2. Methoden und Verfahren des Geowissenschaftlichen Labors

Das Geowissenschaftliche Labor führt sowohl geochemische als auch geotechnische Untersuchungen durch. Ein weiterer Schwerpunkt des Labors ist die Entnahme von Proben vor Ort (z. B. wässrige saline Lösungen in Bergwerken, Gestein) unter weitgehender Beibehaltung der natürlichen Gegebenheiten sowie die Präparation dieser Proben für spezifische Fragestellungen.

Geochemische Untersuchungen

Geochemische Untersuchungen betrachten die stoffliche Zusammensetzung, die Verteilung, die Stabilität und den Kreislauf von chemischen Stoffen und Elementen sowie deren Wechselwirkung unter bestimmten Randbedingungen in Mineralen, Gesteinen, Boden, Wasser, Atmosphäre und Biosphäre. Die geochemischen Untersuchungen des Geowissenschaftlichen Labors liefern dabei notwendige Anhaltspunkte, die beim Erstellen von Entsorgungskonzepten berücksichtigt werden müssen.

Geotechnische Untersuchungen

Geotechnische Untersuchungen erforschen das Zusammenspiel von Bauwerk und Baugrund. Das Geowissenschaftliche Labor hat sich auf geotechnische Untersuchungen von Endlagern spezialisiert. Fragen wie »Was passiert im Endlager im Falle eines Wassereintruchs?« oder »Wie wirkt sich wärmeerzeugender radioaktiver Abfall auf die Festigkeit oder Durchlässigkeit des Wirtsgesteins aus?« beschäftigen die Forscher hier. Ziel der geotechnischen Untersuchungen ist es, das geomechanische Verhalten von Wirtsgesteinen und von untertägigen Bauwerken unter Einflüssen wie Wärme, Druck, Spannung und Wasser zu beobachten und zu verstehen.

Konzeption und Konstruktion von Versuchsanordnungen. Das Geowissenschaftliche Labor ist in der Lage, Messeinrichtungen für spezielle geochemische und geotechnische Fragen zu konzipieren, herzustellen und zu kalibrieren. Zur Gestaltung von Experimenten stehen beispielsweise Thermostate, Klima- und Trockenschränke sowie eine Inertgasbox (Glovebox) als Hilfsmittel zur Verfügung.

In-situ-Untersuchungen im Untertagelabor. Neben Versuchen im Labor und im Technikumsmaßstab führt das Geowissenschaftliche Labor auch geotechnische Experimente in natürlicher, endlager-relevanter Umgebung im Schweizer Untertagelabor in Mont Terri im Wirtsgestein Ton durch. Einsatzbeispiele sind unter anderem:

Die Laborleistungen umfassen hierbei das Erstellen von Bohrlöchern, das Instrumentieren, Durchführen und Auswerten von geoelektrischen, geomechanischen und hydraulischen Experimenten.

Probennahme und -präparation

Die Qualität einer Probe wirkt sich sehr stark auf das Gesamtergebnis einer Analyse aus. Daher ist es eine wesentliche Aufgabe des Geowissenschaftlichen Labors, Proben für geochemische und geotechnische Untersuchungen in geeigneter Weise zu entnehmen, zu transportieren und zu präparieren.

Entnahme von Proben. Das Personal des Geowissenschaftlichen Labors verfügt über langjährige Erfahrungen auf dem Gebiet der Probenahme von Feststoffen, Lösungen und Gasen. Diese Erfahrungen beziehen sich auf die Entnahme von Proben. Dabei wurden eigene Methoden für die Probenahme von hochgesättigten Salzlösungen – insbesondere auch von kleinsten Mengen über Kapillaren – entwickelt.

Präparation von Proben. Die Präparation von Feststoffen, Lösungen und Gasproben erfolgt entweder nach DIN-Verfahren oder durch Verfahren, die im Geowissenschaftlichen Labor selbst entwickelt worden sind. Für festes Probenmaterial, das für die erforderlichen analytischen Untersuchungen schwer zugänglich ist, werden spezielle Aufschlussstechniken wie Schmelzaufschluss oder Mikrowellenaufschluss angewendet.

Herstellen von Probekörpern. Die Mitarbeiter des Geowissenschaftlichen Labors verfügen über Erfahrung bei der Herstellung von Probekörper unterschiedlichster endlagerrelevanter Stoffe wie

- /// Gesteine (Salz-, Ton, Kristallingestein) und
- /// Baustoffe (Versatzmaterial, Zement und Beton).

Dabei werden die Probekörper entweder durch aufwendige Bohrtechniken direkt aus dem Stoff (z. B. Gestein, Bauwerk) erbohrt oder im Geowissenschaftlichen Labor auf die erforderlichen Maße abgedreht.

Akkreditierte Labortätigkeiten

Das Geowissenschaftliche Labor hat die Kompetenz als Prüflabor nach der Norm DIN EN ISO/IEC 17025:2018 für die Probenahme und ausgewählte chemische Untersuchungen von wässrigen salinaren Lösungen nachgewiesen und ist für die folgenden Verfahren akkreditiert:

- /// Prüfanweisung PA-001 »Bestimmung von Bromid in wässrigen salinaren Lösungen mittels potentiometrischer Titration«,
- /// Prüfanweisung PA-002 »Bestimmung von Chlorid in wässrigen salinaren Lösungen mittels potentiometrischer Titration«,
- /// Prüfanweisung PA-012 »Bestimmung der Haupt- und Nebenelemente in wässrigen salinaren Lösungen mittels ICP-OES«,
- /// Laboranweisung LA-207 »Probenahme von wässrigen salinaren Lösungen nach der Kolbenmethode«,
- /// Laboranweisung LA-208 »Probenahme von Kleinstmengen wässriger salinarer Lösungen nach der Kapillarmethode«.

3. Sicherheit und Qualität

Sicherheit und Qualität sind für die GRS untrennbar verbunden. Viele der Forschungsvorhaben, die das Geowissenschaftliche Labor für öffentliche Auftraggeber bearbeitet, dienen dem Ziel, Sicherheit bei der Entsorgung radioaktiver Abfälle zu gewährleisten. Aus dieser Verantwortung leitet sich der Anspruch ab, mit Sicherheit qualitativ hochwertige Ergebnisse zu erarbeiten. Dazu gehört auch, dass unter höchsten Standards im Hinblick auf Kompetenz, technische Sicherheit und Umweltschutz sowie belastbarer Dokumentation geforscht wird.

Kompetenz und Vielfalt

Das Geowissenschaftliche Labor der GRS verfügt über große Erfahrung im wissenschaftlichen Bearbeiten von Fragestellungen, die die Expertise unterschiedlichster Fachdisziplinen erfordert. Seine Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter decken deshalb verschiedenste Fachbereiche von der Chemie über den Bergbau bis hin zu Maschinenbau, Elektrotechnik und Feinmechanik ab. Über die Arbeit an den Forschungsprojekten hinaus wird fachliche Kompetenz auf hohem Niveau durch eigene Aus- und Weiterbildung sowie durch den gezielten Austausch mit Wissenschaftlern und Fachinstitutionen im In- und Ausland gefördert.

Ansprechpartner für alle Fragen zum Geowissenschaftlichen Labor sind Frau Tina Scharge (Leiterin), Herr Uwe Hertes (stellvertretender Leiter) sowie Veronika Prause (stellvertretende Leiterin).

Sicherheit und Umweltschutz

Der Anspruch, nach Stand von Wissenschaft und Technik zu arbeiten, beinhaltet die regelmäßige Wartung und Überprüfung der im Geowissenschaftlichen Labor eingesetzten Geräte und Prüfmittel. Die entsprechenden qualitätssichernden Maßnahmen werden dokumentiert. Regelmäßige interne und externe Überprüfungen sorgen dafür, dass Sicherheitsstandards auf dem neusten Stand sind und eingehalten werden. Kontrollstandards und das Führen von Regelkarten sind dabei notwendige Hilfsmittel.

Ebenso selbstverständlich ist für die GRS der Schutz der Umwelt entsprechend den einschlägigen gesetzlichen Vorschriften.

Dokumentation und Archivierung

Zur Erfüllung der Qualitäts- und Informationssicherheitsanforderungen des GRS-Labors, die aus den Anforderungen der Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018, der Zertifizierung nach DIN EN ISO 9001:2015 und der Zertifizierung nach ISO/IEC 27001:2013 abgeleitet werden, ist eine lückenlose Dokumentation der gewonnenen Rohdaten und deren sichere Archivierung über einen Zeitraum von zehn Jahren erforderlich.

Durch den Einsatz eines Labor-Informations- und Management-Systems (LIMS), in dem alle Daten erfasst und bearbeitet werden, wird die Dokumentation und Rückverfolgbarkeit aller Ergebnisse nach nationalen und internationalen Standards gewährleistet.

4. Referenzen und Kooperationen

Kunden

Auftraggeber von Forschungsvorhaben sind im Wesentlichen verschiedene Bundeministerien und Bundesbehörden wie z. B.

- /// Bundesgesellschaft für Endlagerung (BGE)
- /// Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

sowie die Europäische Union (EU).

Die Ergebnisse dieser Forschungsvorhaben sind in den Publikationen der GRS – den GRS-Berichten – zum Thema Entsorgung und Endlagersicherheit dokumentiert. Alle GRS-Berichte sind auf der Webseite der GRS unter www.grs.de abrufbar.

Über die Vorhaben behördlicher Auftraggeber hinaus steht das Geowissenschaftliche Labor auch als Partner für Aufträge aus Wirtschaft und Industrie bereit.

Kooperationspartner

Vor allem interdisziplinäre Forschungsprojekte erfordern oft ein breites Repertoire an Methoden, Geräten, Wissen und Erfahrung sowie einen engen Erfahrungsaustausch mit nationalen und internationalen Partnern. Die Partner des Geowissenschaftlichen Labors ergänzen sich in ihren Kompetenzen und eröffnen so neue Möglichkeiten, Stoffe und deren Verhalten zu untersuchen.

Kooperationspartner des Geowissenschaftlichen Labors sind u.a.

- /// Technische Universität Clausthal
- /// Technische Universität Braunschweig
- /// Forschungszentrum Jülich GmbH
- /// Nuclear Research Institute (NRI), Tschechische Republik
- /// Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)
- /// Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf e.V., Institut für Ressourcenökologie
- /// Institut für Geologie der Erzlagerstätten, Petrographie, Mineralogie und Geochemie (IGEM RAN)
- /// Institut für Gebirgsmechanik (IfG) GmbH
- /// Agence nationale pour la gestion des déchets radioactifs (Andra), Frankreich
- /// Mont Terri Project, Schweiz
- /// Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Nukleare Entsorgung

Weitere Zusammenarbeit besteht mit zahlreichen Universitäten im In- und Ausland.

5. Untersuchungsmethoden

Kohlenstoffanalyse (TC)

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
liquiTOC II	Quantitative Bestimmung des Kohlenstoffs	Flüssige Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> /// IR-Detektor mit zwei Empfindlichkeitsbereichen

Bestimmung chemisch-physikalischer Parameter

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
Einstabmessketten (z. B. nach Ross)	Quantitative Bestimmung der Wasserstoffionenaktivität (pH-Wert)	Flüssige Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> /// Messungen in salinaren Lösungen /// Spezielle Elektrodenspezifikation
Kugelfallviskosimeter	Quantitative Bestimmung der Viskosität	Flüssige Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> /// Peltier-Temperierung
Analysenwaagen und kalibrierte Volumengefäße	Bestimmung der Dichte	Feste und flüssige Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> /// Hochauflösende Analysewaagen
Dichteschwinger DMA 4100 M	Bestimmung der Dichte	Feste und flüssige Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> /// Hochsensorischer Schwinger /// Genauigkeit Dichte 0,0001 g/cm³ /// Genauigkeit Temperatur: 0,03 °C /// Temperaturbereich: 0 bis 100 °C /// Kompatibel mit GMP/GLP und FDA-Bestimmungen (z. B. 21 CFR Part 11)

Einaxiale Festigkeitsuntersuchungen

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
Einaxiale Prüfmaschine	Einaxiale Belastungs- und Verformungsprüfungen	Feste Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> /// Max. Axialkraft: 2000 KN (ca. 50 MPa) /// Max. Prüftemperatur: Raumtemperatur /// Proben: 300 mm Durchmesser, 600 mm Höhe (zylindrisch)

Ermittlung wärmetechnischer Parameter

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
Hot Disk Thermal Constants Analyser	Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit, Wärmeleitzahl und Wärmekapazität	Feste, flüssige und gasförmige Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> /// Max. Prüftemperatur: 100 °C /// Max. Luftfeuchtigkeit: 100 %

Fotometrie

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
UV-2450 (Shimadzu)	Quantitative und qualitative Bestimmung von Farbkomplexen	Flüssige Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> /// Spektrometer mit Zweistrahl-optik /// Wellenlängenbereich: 190 bis 1100 nm /// Holographisches Gitter /// Temperierbar /// Kompensation von Kolloiden

Gaschromatographie (GC)

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
Microgaschromatograph Micro GC 3000	Qualitative und quantitative Analyse von Stoffgemischen	Gasförmige Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> /// WLD-Detektor /// Messbereiche: bis zu 10 ppm

Geoelektrische Tomographie

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
Geoelektrikapparatur RESECS	Messung der räumlichen Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes	In-situ und Labormessungen zur Wassergehaltsverteilung von Gesteinen und Schüttungen	<ul style="list-style-type: none"> /// Zwei Geräte mit bis zu 112 bzw. 240 Elektroden

Ionenchromatographie (IC)

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
Advanced Compact IC (Metrohm)	Qualitative Bestimmung von Ionen	Flüssige Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> ⚡ Leitfähigkeitsdetektion mit chemischer Suppression ⚡ Kat- und Anionenbestimmung ⚡ Probenwechsler

Massenspektrometrie mit induktiv gekoppelten Plasma-Ionenquelle (ICP-MS)

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
ICP-MS 8900 Triple Quad Spektrometer (Agilent)	Quantitative und qualitative Bestimmung von Elementen im Spuren- und Ultra-spurenbereich	Flüssige Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> ⚡ Vollwertiger Quadrupol von der Zelle ⚡ ORS⁴ Kollisions-/Reaktionszelle ⚡ Abundance Sensitivity < 10⁻¹³ ⚡ Massenbereich: 2 bis 275 AMU ⚡ Ultra high matrix introduction (UHMI)

BET-Gasadsorptionsgerät

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
BET-Gasadsorptionsgerät, TriStar II Plus 3030 (Micromeritics)	Bestimmung der spezifischen Oberfläche durch Gasadsorption	Feste Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> ⚡ mit Krypton Option

Optische ICP-Emissionsspektrometrie (ICP-OES)

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
ICP-OES Spektrometer iCAP 7400 DUO	Quantitative und qualitative Bestimmung von Elementen im Hauptelement- und Spurenbereich	Feste und flüssige Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> ⚡ CID-Detektor ⚡ Echelle-Spektrometer ⚡ Radial- oder Plasma-Duo-Ansicht ⚡ 1750 - 1350-Watt-HF-Generator auf 27,12 MHz ⚡ Wellenlängenbereich: 166 bis 847 nm

Permeabilitätsmessungen

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
Autoklav	Bestimmung von hydraulischer Durchlässigkeit und Gasdurchlässigkeit	Feste Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> /// Prüfkörper unterschiedlicher Durchmesser: 50 mm bis 150 mm /// Max. Manteldruck: 25 MPa

Polarographie

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
797 VA Computrace (Metrohm)	Quantitative Bestimmung von Ionen und deren Speziationen	Flüssige Stoffe	/// Dosiereinheiten zur vollautomatischen Addition von Hilfslösungen

Porendruck- und Permeabilitätsmessungen in-situ

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
GRS Minipiezometer	In-situ-Messung von Porenwasserdruck, Gaseindringdruck und Permeabilität gegenüber Gasen und Porenflüssigkeit	Verschiedene Gesteinsformationen, wie Tonsteine, Salz, Kristallin	/// Minipackersonden für sehr kleine Bohrl Lochdurchmesser (minimal 20 mm) zur Minimierung von Gebirgsschädigung und zur Ermöglichung konturnaher Messungen

Porenraumeigenschaften

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
Ultrapycnometer 1000	Bestimmung des Porenvolumens und der Reindichte	Feste Stoffe (z. B. Pulver, Granulate und Festkörper)	

Potentiometrische Titration

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
Titrationserät Titrando 857	Quantitative Bestimmung von Ionen in Lösungen	Flüssige Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> /// Probenwechsler /// Steuer- und Dateneinheit /// Automatische Elektrodenerkennung /// Ionenselektive Elektroden /// Kompatibel mit GMP/GLP und FDA Bestimmungen, wie z. B. 21 CFR Part 11

Radon-Szintillometrie

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
EQF 3220 (Sarad)	Bestimmung der Radon-Aktivität und der Radon-Folgeprodukte	Gase und Aerosole	<ul style="list-style-type: none"> /// Folgeprodukt-Messkopf

Röntgendiffraktometrie (RDA)

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
X' Pert JMRD (Panalytical)	Qualitative Bestimmung von Mineralphasen	Minerale	<ul style="list-style-type: none"> /// Feinjustage des Einkristalls im Primärstrahl /// Detektor nimmt die Position und Intensität jedes einzelnen Reflexes auf /// Geschlossener Aufbau mit integriertem Probenwechsel

Triaxiale Festigkeitsuntersuchungen

Gerät	Aufgabe	Anwendungsgebiet	GRS-Ausstattung
Triaxiale Prüfmaschine	Dreiaxiale Belastungs- und Verformungsprüfungen	Feste Stoffe	<ul style="list-style-type: none"> /// Permeabilitätsmessungen /// Ultraschallmessungen /// Skalierungseffekte /// Max. Axialkraft: 1600 KN (ca. 50 MPa) /// Max. Manteldruck: 70 MPa /// Max. Prüftemperatur: 100 °C /// Prüfkörper: 280 mm Durchmesser, 600 mm Höhe

**Gesellschaft für Anlagen-
und Reaktorsicherheit
(GRS) gGmbH**

Schwertnergasse 1
50667 Köln
Telefon +49 221 2068-0
Telefax +49 221 2068-888

Forschungszentrum
Boltzmannstraße 14
85748 Garching b. München
Telefon +49 89 32004-0
Telefax +49 89 32004-300

Kurfürstendamm 200
10719 Berlin
Telefon +49 30 88589-0
Telefax +49 30 88589-111

Theodor-Heuss-Straße 4
38122 Braunschweig
Telefon +49 531 8012-0
Telefax +49 531 8012-200

www.grs.de

Folgen Sie uns!

