

Ziel dieser Unterweisung ist der Schutz des Lebens und der Gesundheit von Studenten, Mitarbeitern, Arbeitskräften und Besuchern am Institut für Mineralogie und Petrographie gegen die Gefahren ionisierender Strahlung

STRAHLENSCHUTZUNTERWEISUNG

1. Allgemeine Begriffe im Strahlenschutz.....	2
1.1 Ionisierende Strahlung	2
1.1.1 Arten von ionisierender Strahlung:.....	2
1.2 Phyikalische Dosisbegriffe und Dosisbegriffe im Strahlenschutz.....	2
1.2.1 Pysikalische Dosisbegriffe.....	2
1.2.2 Dosisbegriffe im Strahlenschutz.....	3
2. Gesetzliche Bestimmungen.....	4
2.1 Maximale Grenzwerte im Rahmen der beruflichen Tätigkeit.....	4
2.1.1 Einteilung beruflich strahlenexponierte Personen (Arbeitnehmer / Personen in Ausbildung).....	4
2.1.2 Strahlengrenzbereich - Kontrollbereich - Überwachungsbereich.....	4
2.1.3 Zutritt für Besucher und Personen zur Verrichtung nicht bewilligungspflichtiger Tätigkeiten:.....	4
2.2 Nichtmedizinische Röntgeneinrichtungen	4
2.3 Vollschutzeinrichtungen.....	5
3. Wirkungen von Strahlen auf den Körper	5
3.1 Akute Strahlenschäden (deterministische Wirkung).....	5
3.2 Späte Strahlenschäden (stochastische Wirkung).....	6
4. Strahlenschutz- und Sicherheitsmaßnahmen	7
4.1 Schwächung und Abschirmung ionisierender Strahlung.....	7
4.2 Reichweite von ionisierender Strahlung und Abstand	7
4.3 Aufenthaltsdauer	8
4.4 Geringe Aktivität	8
5. Strahlenquellen: Röntgenstrahler.....	9
5.1 Begriffe	9
5.2 Eigenschaften von Röntgenstrahlen	10
5.3 Schwächung und Abschirmung der Röntgenstrahlung	10

1. Allgemeine Begriffe im Strahlenschutz

1.1 Ionisierende Strahlung

Ionisierende Strahlung besitzt im Gegensatz zu nichtionisierender Strahlung genügend Energie, um Atome und Moleküle zu ionisieren, das heißt aus elektrisch neutralen Atomen und Molekülen positiv und negativ geladene Teilchen zu erzeugen. Bei Wechselwirkung mit Materie können dabei Elektronen aus den Atomhüllen herausgeschlagen werden und die ursprünglich neutralen Atome werden dadurch zu Trägern elektrischer Ladung. So erzeugt die Strahlung in der Materie/dem Gewebe Ionen und gibt dabei Energie ab. Diese Veränderungen in der Materie (Ionisierung) können zu Schädigungen des Gewebes führen.

1.1.1 Arten von ionisierender Strahlung:

Teilchenstrahlung (α -, β - und Neutronenstrahlung);
elektromagnetische Wellenstrahlung (Röntgen und γ)

Radioaktivität: Diese entsteht beim Zerfall von Atomkernen. Chemische Elemente mit instabilem Atomkern (Radionuklide) wandeln sich unter Aussendung von Teilchen (α -, β - Neutronenstrahlung) oder unter Energieabgabe (γ -Strahlung) in eine stabile Konfiguration um. Der Umwandlungsprozess wird auch radioaktiver Zerfall oder Kernzerfall genannt.

Röntgenstrahlung: Röntgenstrahlen entstehen nicht durch den radioaktiven Zerfall instabiler Atomkerne, sondern werden vom Menschen in speziellen Röntgenanlagen künstlich hergestellt. Röntgenstrahlung entsteht, (1) wenn eine innere Elektronenschale eines Atoms angeregt wird und das Atom unter Abgabe eines Photons in einen niedrigeren Energiezustand zurückfällt (charakteristische Röntgenstrahlung) und (2) Elektronen im Feld von Atomkernen abgelenkt und abgebremst werden (Bremsstrahlung). Röntgenstrahlen sind somit nicht radioaktiv!

Halbwertszeit: Die Zeit nach der sich die Hälfte der ursprünglich vorhandenen radioaktiven Kerne umgewandelt hat. Nach einer Halbwertszeit sind noch die Hälfte, nach zwei Halbwertszeiten noch ein Viertel und nach drei Halbwertszeiten noch ein Achtel der ursprünglichen Kerne vorhanden.

1.2 Physische Dosisbegriffe und Dosisbegriffe im Strahlenschutz

1.2.1 Physische Dosisbegriffe

Aktivität [Bq]:

Sie gibt an, wieviele Atomkerne einer Substanz pro Sekunde zerfallen und wird gemessen in Becquerel
[Bq] = Zerfall/sek

Energiedosis [Gy]:

Die über die gesamte Messzeit absorbierte Energie bezogen auf die bestrahlte Masse (Absorber).

Die Einheit ist Gray [Gy] = J/kg

1.2.2 Dosisbegriffe im Strahlenschutz

Äquivalentdosis [Sv]:

Die Äquivalentdosis berücksichtigt die unterschiedliche biologische Wirkung verschiedener Strahlenarten (R) auf den Organismus. Die vom Körper aufgenommene Energiedosis multipliziert mit einem dimensionslosen *Strahlenwichtungsfaktor (w_R), der die relative biologische Wirksamkeit repräsentiert. Die Einheit ist Sievert [Sv]. Äquivalentdosis = $J/kg \times w_R$

Organdosis [Sv]:

Die Organdosis berücksichtigt die unterschiedliche biologische Wirkung verschiedener Strahlenarten (=Äquivalentdosis) **UND** die unterschiedliche Strahlenempfindlichkeit der menschlichen Organe. Dazu wird die Äquivalentdosis mit dem *Gewebewichtungsfaktor (w_T) des entsprechenden Organs multipliziert. Organdosis = $J/kg \times w_R \times w_T$

Effektive Dosis [Sv]:

Die effektive Dosis D entspricht der Summe aller Organdosiswerte. Sie repräsentiert also das gesundheitliche Risiko, das mit einer Strahleneinwirkung verbunden ist.

Dosisgrenzwerte:

Maximale Bezugswerte für die Dosen, die aus der Exposition beruflich strahlenexponierter Personen sowie von Einzelpersonen der Bevölkerung durch ionisierende Strahlung herrühren.

* Strahlenwichtungsfaktoren und Gewebewichtungsfaktoren zu entnehmen der Anlage 21 AllgStrSchV BGBl.II. Nr.339/2020

2. Gesetzliche Bestimmungen

2.1 Maximale Grenzwerte im Rahmen der beruflichen Tätigkeit

2.1.1 Einteilung beruflich strahlenexponierte Personen (Arbeitnehmer/Personen in Ausbildung)

	effektive Dosis
Kategorie A	6-20mSv/a
Kategorie B	< 6mSv/a
Einzelpersonen der Bevölkerung	≤1mSv/a

Unter außergewöhnlichen Umständen kann die zuständige Behörde individuelle berufliche Strahlenexpositionen bewilligen, die die gesetzlichen Grenzwerte überschreiten. Von diesen besonders bewilligten Expositionen ausgeschlossen sind:

- Auszubildende und Studierende im Rahmen ihrer Ausbildung
- Frauen im gebärfähigen Alter
- Personen die in den vergangenen 12 Monaten eine effektive Einzeldosis von mehr 10mSv erhalten haben.

Die durchschnittliche effektive Strahlendosis der österreichischen Bevölkerung beträgt rund 4.2 mSv/a pro Einwohner. Die bei weitem überwiegenden Beiträge sind auf natürliche Strahlenquellen und medizinische Expositionen zurückzuführen.

2.1.2 Strahlbereich - Kontrollbereich - Überwachungsbereich

Strahlbereich	>1mSv/a	Kat. A+B
Überwachungsbereich	1-6mSv/a	Kat. A+B
Kontrollbereich	>6mSv/a	Kat. A



2.1.3 Zutritt für Besucher und Personen zur Verrichtung nicht bewilligungspflichtiger Tätigkeiten:

Der kurzzeitige Zutritt kann gestattet werden, wenn sichergestellt ist, dass die effektive Dosis während des Besuchs 10µSv nicht übersteigt!

2.2 Nichtmedizinische Röntgeneinrichtungen

Ortsfeste oder ortveränderliche Strahleneinrichtungen, die zur Erzeugung von Röntgenstrahlen dienen.

2.3 Vollschutzeinrichtungen

Bestimmungen für Vollschutzeinrichtungen nach §54 AllgStrSchV 2020:

- Röntgeneinrichtungen bei denen das Schutzgehäuse außer der Röhre auch noch den zu untersuchenden oder den zu behandelnden Gegenstand vollständig umschließt.
- Die Abschirmung stellt sicher, dass in 10cm Abstand von der Außenfläche des Schutzgehäuses die Dosisleistung von **3 μ Sv/h** nicht überschritten wird.
- Die Röntgenröhre oder der Röntgenstrahler kann nur bei geschlossenem Schutzgehäuse betrieben werden.

3. Wirkungen von Strahlen auf den Körper

Physikalische Effekte:

Ionisation von Atomen und Molekülen

Erwärmung von Zellen

Biochemische Effekte:

Zerbrechen von Molekülen

Bildung von Giften

Veränderung der DNA

Biologische Wirkung:

somatisch (bestrahlte Person betreffend)

genetisch (das Erbgut betreffend)

teratogen (die Fortpflanzung betreffend)

3.1 Akute Strahlenschäden (deterministische Wirkung)

Diese Schäden entstehen infolge von Zellschädigungen oder Zelltod und treten sofort oder innerhalb weniger Wochen auf. Feststellbare Schäden zeigen sich erst dann, wenn eine große Anzahl an Zellen betroffen ist. Akute Strahlensymptome machen sich erst ab einer Dosis von ca. 500mSv bemerkbar. Abhängig von der Höhe der Dosis, Art der Strahlung und davon, welche Organe und Gewebe betroffen sind, reichen sie von

- Kopfschmerzen
- Hautrötungen
- Übelkeit
- Durchfall
- Haarausfall

- Infektionen
- innere Blutungen
- Versagen des Nervensystems

Ganzkörperdosen über 6Sv (6000mSv) führen in nahezu allen Fällen zum Tod!

3.2 Späte Strahlenschäden (stochastische Wirkung)

Die Wahrscheinlichkeit für späte Strahlenschäden steigt linear mit der Dosis an. Es wird angenommen, dass späte Strahlenschäden auch bei geringen Strahlendosen auftreten können.

- Strahlenbedingte Krebserkrankungen treten erst Jahre später auf
- Erbkrankheiten und Missbildungen erst in späteren Generationen
- Unfruchtbarkeit

Dosis [mSv]	Strahlenschäden
250-500	Veränderung am Blutbild, Schäden bei Embryos
1000	beginnende Strahlenkrankheit (Übelkeit, Erbrechen, Haarausfall)
2000	Strahlenkrankheit, Hautschäden, ca. 10% Todesfälle
3000	Blutungen, schwere Veränderung im Blutbild, ca. 20% Todesfälle
4000	schwere Entzündungen, 50% Todesfälle
ab 6000	>90% Todesfälle

4. Strahlenschutz- und Sicherheitsmaßnahmen

Es müssen Maßnahmen ergriffen werden, um die Strahlenexposition so gering wie möglich zu halten. Im Allgemeinen wird dies durch die Einhaltung der vier Grundprinzipien im Strahlenschutz erreicht:

- Abschirmung der Strahlung durch geeignete Materialien
- Einhaltung eines sicheren Abstands zur Strahlenquelle
- Beschränkung der Aufenthaltsdauer in einem Strahlungsfeld
- Verwendung einer möglichst geringen Aktivität der Strahlenquelle bei einer bestimmten Anwendung.

4.1 Schwächung und Abschirmung ionisierender Strahlung

α -Strahlung kann durch Papier bzw. dünne Kunststoffschichten leicht abgeschirmt werden (α -Strahler sind gefährlich, wenn sie eingeatmet werden, zB Radon!)

β -Strahlung hat gegenüber der α -Strahlung eine größere Reichweite.

γ -Strahlung oder Röntgenstrahlung: Für unterschiedliche Strahlungsenergien werden sog. Halbwert- und Zehntelschichtdicken angegeben. Diese Schichtdicken schwächen die Intensität der Strahlung (Dosisleistung) jeweils um die Hälfte, bzw ein Zehntel des ursprünglichen Wertes. Die Schwächung ist umso stärker, je höher die Dichte und die Ordnungszahl des Absorbers ist.

4.2 Reichweite von ionisierender Strahlung und Abstand

Generell unterscheidet man zwischen einem parallelen und einem divergierenden Strahlenbündel.

- Paralleles Strahlenbündel: Die Teilchenrichtungen stimmen überein. Die Energiedichte, die Intensität und die Teilchenanzahl pro Flächeneinheit bleiben ohne äußere Wechselwirkung erhalten und sind unabhängig vom Abstand von der Strahlenquelle (zB. Laser).
- Divergierendes Strahlenbündel: Strahlenbündel läuft geradlinig in alle Raumrichtungen auseinander. Es verringert sich die räumliche Energiedichte und die Teilchenzahldichte mit zunehmendem Abstand vom Strahler. Die Intensität, die Teilchenzahl und die Energiedichte nehmen mit dem Abstand quadratisch ab = Abstandsquadratgesetz. Wird der Abstand zB. verdoppelt, so verringert sich die Dosisleistung pro Fläche auf ein Viertel. Das Abstandsquadratgesetz gilt strenggenommen nur für punktförmige Strahlenquellen.

Strahlungsart	α -Strahlung	β -Strahlung	γ -Strahlung	X-ray
Reichweite in Luft	wenige cm	einige m	∞	∞
Reichweite in Gewebe	ca. 50 μ m	wenige mm	∞	∞

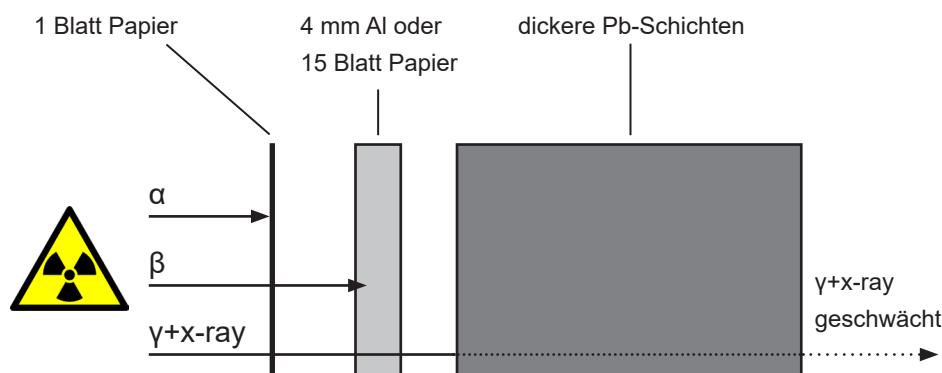
4.3 Aufenthaltsdauer

Die Aufenthaltsdauer im Strahlenbereich sollte so gering wie möglich gehalten werden. Eine Verkürzung der Aufenthaltsdauer lässt sich dadurch erreichen, dass Arbeitsabläufe im strahlungsfreien Raum eingeübt werden.

4.4 Geringe Aktivität

Das Verhältnis der Aktivität [Bq] zur Masse der Probe heißt spezifische Aktivität [Bq/kg]. Die spezifische Aktivität ist elementspezifisch, bzw. probenabhängig. Wenn möglich, sollte man auf Elemente bzw. Materialien mit einer geringen Aktivität zurückgreifen.

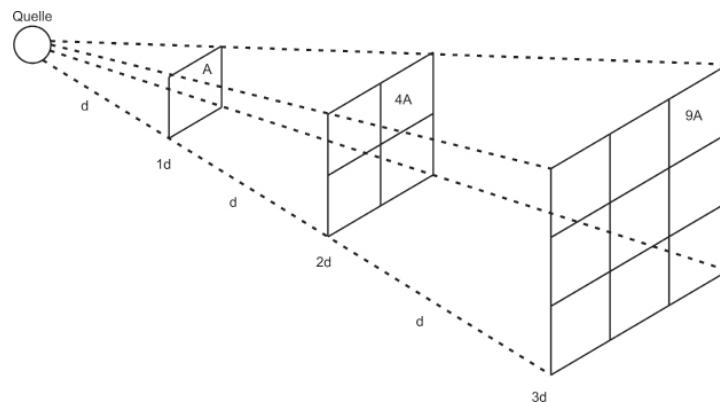
Die Freigrenzen und Freigabewerte können der Anlage 1 AllgStrSchV 2020 entnommen werden.



5. Strahlenquellen: Röntgenstrahler

Röntgenstrahlung ist eine elektromagnetische Wellenstrahlung (aber keine Kernstrahlung!): charakteristische Röntgenstrahlung und Bremsstrahlung.

Die Strahlung wird von mehreren Parametern beeinflusst: Röhrenspannung, Röhrenstrom, Filterung, Anodenmaterial, Fokusabstand.



5.1 Begriffe

Röhrenspannung [kV]:

bestimmt die Energie der beschleunigten Elektronen (Beschleunigungsspannung) und somit die Strahlungsenergie. Durch Erhöhung der Röhrenspannung steigt die Energie der zwischen Katode und Anode beschleunigten Elektronen → sie werden höher energetisch. Höhere Beschleunigungsspannung → höhere Eindringtiefe. Die höchstmögliche Röhrenspannung wird auch Nennspannung genannt.

Röhrenstrom [mA]:

bestimmt die Anzahl der beschleunigten Elektronen und somit die Strahlungsintensität. Durch Erhöhung des Röhrenstroms steigt die Anzahl der zwischen Katode und Anode beschleunigten Elektronen und ihr Fluß wird größer → mehr Dosisleistung.

Filterung:

Die Summe aus Eigenfilterung und Zusatzfilterung ergibt die Gesamtfilterung.

Eigenfilterung: Anodenaufrauhung, Glaskolben der Röhre, Strahlenaustrittsfenster, evtl. Ölfüllung

Zusatzfilterung: Filter am Strahlenaustrittsfenster um die Qualität (Energieverteilung, Spektrum) der Röntgenstrahlung zu beeinflussen (Aufhärtung). zB. Absorbtion von niedrigenergetischen Photonen in der Medizin, da sie nicht bildwirksam sind.

In technischen Anwendungen werden in aller Regel keine Filter verwendet, da hohe Dosisleistungen erwünscht sind.

Anodenmaterial:

Je höher die Ordnungszahl des Anodenmaterials ist, umso härter ist die Strahlung der charakteristischen Röntgenstrahlung und die Intensität der Bremsstrahlung.

Weiche und harte Röntgenstrahlung:

weiche Röntgenstrahlung: geringe Energie, niedrige Frequenz, große Wellenlänge. $\leq 100\text{kV}$

harte Röntgenstrahlung: hohe Energie, hohe Frequenz, kleine Wellenlänge. $> 100\text{kV}$

Aufhärtung durch: hohe Röhrenspannung, Anodenmaterial mit hoher Ordnungszahl, Filterung

5.2 Eigenschaften von Röntgenstrahlen

- Geraadlinige Ausbreitung
- Durchdringung von Materie (abhängig von der Materialdichte)
- Schwärzung lichtempfindlicher Materialien
- Keine Ablenkung durch elektromagnetische Felder
- Ionisation von Gasen
- Unsichtbar (kontrovers diskutiert)

5.3 Schwächung und Abschirmung der Röntgenstrahlung

Siehe 4.1 Schwächung und Abschirmung ionisierender Strahlung

Energie der Strahlung [kV]	Halbwertschichtdicken zur Schwächung von Röntgenstrahlung [mm]		
	Wasser	Beton	Blei
20	8	0.1	0.005
50	20	2	0.02
100	40	7	0.1

Literaturverzeichnis:

- Strahlenschutzgesetz - StrSchG BGBl. I Nr. 50/2020
- Allgemeine Strahlenschutzverordnung - AllgStrSchV inklusive Anlagen BGBl.II Nr. 339/2020
- Das neue Strahlenschutzgesetz 2020 - www.auva.at
- Radioaktivität und Strahlung in Österreich - 2011 und 2012 - Daten und Bewertung; Lebensministerium, AGES, Bundesministerium für Gesundheit
- <https://www.gesundheit.gv.at/leben/umwelt/radiokativitaet/gesundheitsrisiken>
- Radioaktivität, Röntgenstrahlen und Gesundheit - Bayerisches Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz
- Strahlenschutzfortbildung für nichtmedizinische Anlagen; Dipl.-Ing. Dr. Mag. Dr. Mag. Dr. Elke Pichl (Versuchsanstalt für Strahlenmesstechnik und Strahlenschutz und der Staatlich akkreditierten Prüfstelle Strahlenmesstechnik - Graz)
- Eigene Ausbildungsunterlagen zum Strahlenschutzbeauftragte

Institut:
Mineralogie und Petrographie
Innrain 52 e+f

Betriebsanweisung

52e-O146
52e-O124
52e-O130
52f-O169

ARBEITSMITTEL

RÖNTGENEINRICHTUNGEN

GESETZLICHE GRUNDLAGEN

Die Basis des Strahlenschutzes bilden folgenden Gesetze und Verordnungen in der jeweils gültigen Fassung:

- Allgemeines Strahlenschutzgesetz (AllgStrSchG)
- Allgemeine Strahlenschutzverordnung (AllgStrSchV)

Einsicht oder Download der Rechtsvorschriften auf der Homepage des Rechtsinformationssystems des Bundes (RIS).

Arbeitsvoraussetzung an Röntgengeräten am Institut für Mineralogie und Petrographie der Universität Innsbruck ist die sicherheitstechnische Erstunterweisung (Laborordnung) **UND** die Strahlenschutzunterweisung. Download auf der Homepage des Instituts für Mineralogie und Petrographie der Universität Innsbruck (<https://www.uibk.ac.at/en/mineralogy/safety/>). Die Unterweisung erfolgt nachweislich und jährlich!

Strahlenschutzunterweisungen liegen in den jeweiligen Laboren auf.

Die Strahlenschutzunterweisung am Institut für Mineralogie und Petrographie darf ausschließlich von der mit der Wahrung des Strahlenschutzes beauftragten Person des Instituts oder dem Strahlenschutzbeauftragten der Universität Innsbruck durchgeführt werden.

Die Einhaltung der Vorschriften, Unterweisungen und Betriebsanleitungen durch Benutzer und Gäste des Instituts obliegt dem Verantwortungsbereich des jeweiligen Laborleiters.

Laborräume, in denen sich Röntgengeräte befinden, sind mit dem Strahlenschutzzeichen gekennzeichnet. Arbeitsvoraussetzung in diesen Räumlichkeiten ist die **nachweisliche Unterweisung im Strahlenschutz**.



Institut:
Mineralogie und Petrographie
Innrain 52 e+f

Betriebsanweisung

52e-O146
52e-O124
52e-O130
52f-O169

KONTAKTPERSONEN - STRAHLENSCHUTZ

Mit der Wahrung des Strahlenschutzes beauftragte Person am Institut

Martina Tribus (Büro 52fO108) Tel: 0512 507 54618 / Mail: martina.tribus@uibk.ac.at

Hannes Krüger (Büro 52fO116) Tel: 0512 507 54602 / Mail: Hannes.Krueger@uibk.ac.at

Clivia Hejny (Büro 52fO102) Tel.: 0512 507 54608 / Mail: Clivia.Hejny@uibk.ac.at

Strahlenschutzbeauftragter der Universität Innsbruck:

Prof. Dr. Stephan Denifl (Institut für Ionenphysik und angewandte Physik - NatWi-Gebäude Etage 03, Zimmer 3/12) Tel: 0512 507 52662 / Mail: Stephan.Denifl@uibk.ac.at

EINRICHTUNGSVERZEICHNIS

PULVERRÖNTGENDIFFRAKTOMETER

RIGAKU SmartLab SE	Vollschutz	52eO146	Clivia Hejny
BRUKER D8 Discover	Vollschutz	52eO146	Clivia Hejny
RIGAKU SmartLab Type B	Vollschutz	52eO146	Clivia Hejny
STOE STADI-MP	Vollschutz	52eO130	Hannes Krüger

EINKRISTALLDIFFRAKTOMETER

OXFORD Typ Gemini R Ultra	Vollschutz	52eO124	Hannes Krüger
STOE IPDS II	Vollschutz	52eO124	Hannes Krüger
SIEMENS P4	Vollschutz	52eO124	Hannes Krüger

RÖNTGENFLUORESZENZANALYSATOR

BRUKER M4 Tornado	Vollschutz	52fO169	Peter Tropper
BRUKER S TITAN 800	nicht-vollschutz	mobil	Hannes Krüger

Kontakt - Laborleiter

Clivia Hejny (Büro 52fO102) Tel.: 0512 507 54608 / Mail: Clivia.Hejny@uibk.ac.at

Hannes Krüger (Büro 52fO116) Tel: 0512 507 54602 / Mail: Hannes.Krueger@uibk.ac.at

Peter Tropper (Büro 52fO124) Tel: 0512 507 54613 / Mail: Peter.Tropper@uibk.ac.at

Institut: Mineralogie und Petrographie Innrain 52 e+f	Betriebsanweisung	52e-O146 52e-O124 52e-O130 52f-O169
---	--------------------------	--

GEFAHREN



VOLLSCHUTZEINRICHTUNGEN: Die Bedingungen des §54 der AllgStrSchV 2020 (Ortsdosisleistungsgrenzwert von $3\mu\text{Sv}/\text{h}$ in 10cm Entfernung vom Kabinett bzw. im Kabinett bei geschlossenen Strahlenaustrittsfenstern) werden bei den **ortsfesten** Röntgeneinrichtungen des Instituts für Mineralogie und Petrographie erfüllt. Es handelt sich daher um VOLLSCHUTZEINRICHTUNGEN im Sinne des §54 AlgStrSchV 2020. Bei ordnungsgemäßer Nutzung und unter Einhaltung der Vorschriften und Betriebsanleitungen ist somit eine Überschreitung des jährlichen Grenzwertes für Einzelpersonen der Bevölkerung von $\leq 1\text{mSv}$ **ausgeschlossen**.

MOBILER TRAGBARER RÖNTGENFLUORESENZANALYSATOR: Je nach Anwendung ergeben sich unterschiedliche Voraussetzungen und Nutzungsbedingungen

- **Messung mit der Probenkammer:** Bei Betrieb des gegenständlichen Analysators mit der Labor-Probenkammer endet der Kontrollbereich innerhalb des Gehäuses der Probenkammer. Der Überwachungsbereich endet in etwa 0,3m Abstand von der Oberfläche der Probenkammer. Dieser Abstand ist während der Messung einzuhalten.
- **Messung ohne Probenkammer:** Auch bei sachgemäßer Anwendung ist es nicht auszuschließen, daß der Anwender sich bei der Messung im Überwachungsbereich befindet. Daher ist die Nutzung ohne Probenkammer **ausschließlich** strahlenexponierten Personen **Kategorie B** vorbehalten! Die Proben dürfen während der Messung **keinesfalls** in der Hand gehalten oder am Körper positioniert werden. Der direkte oder durch die Probe dringende abgeschwächte Nutzstrahl darf **keinesfalls** auf Personen gerichtet werden.

BERUFLICH STRAHLENEXPONIERTE PERSONEN

VOLLSCHUTZEINRICHTUNGEN: Der Aufstellungsraum fällt per Definition nicht in die Kategorie eines Strahlensbereichs. Im gegebenen Fall sind daher **keine Personen als beruflich strahlenexponiert** im Sinne des §4 AllgStrSchV 2020 einzustufen. Bei Wegfall der Sicherheitseinrichtungen (Deaktivieren der Schaltkontakte oder bei technischem Defekt), gelten alle Personen die während des Betriebes mit offenen Abdeckungen an der Röntgeneinrichtung tätig sind als beruflich strahlenexponierte Personen der **Kategorie B** oder **Kategorie A**.

MOBILER TRAGBARER RÖNTGENFLUORESENZANALYSATOR:

- **Messungen mit der Probenkammer:** Anwender, die den Röntgenfluoreszenzanalysator ausschließlich für Messungen mit der Labor-Probenkammer verwenden, werden als **nicht beruflich strahlenexponierte Personen** eingestuft.

Institut: Mineralogie und Petrographie Innrain 52 e+f	Betriebsanweisung	52e-O146 52e-O124 52e-O130 52f-O169
---	--------------------------	--

- **Messungen ohne Probenkammer:** Die anwendenen Arbeitskräfte sind als strahlenexponierte Arbeitskräfte der **Kategorie B** einzustufen und physikalisch zu überwachen (Dosimeterüberwachung).

STRAHLENBEREICH

VOLLSCHUTZEINRICHTUNGEN: Der Bereich um die Vollschutzeinrichtungen liegt bei ordnungsgemäßer Funktion der Sicherheitseinrichtungen außerhalb des Strahlensbereichs.

MOBILER TRAGBARER RÖNTGENFLUORESZENZANALYSATOR:

- **Mit Probenkammer:** Der Überwachungsbereich endet in etwa bei 0,3m Abstand von der Oberfläche der Probenkammer. Dieser Abstand von der Probenkammer ist während der Messung einzuhalten!
- **Ohne Probenkammer:** Je nach Probenmaterial ergeben sich unterschiedliche Strahlensbereiche. Bei sachgemäßer Anwendung endet der Überwachungsbereich innerhalb eines Meters. Die Analyse nicht metallischer Proben, sowie von Proben, die über keine ebene Oberfläche verfügen, ist nicht erlaubt. Abgesehen vom Bediener des Gerätes haben sich alle Personen während der Messungen außerhalb des Überwachungsbereichs aufzuhalten.

GERINGHALTUNG DER EXPOSITION

Die zur Röntgeneinrichtung zugehörigen Bedienungsanleitungen sind genau einzuhalten. Der Betrieb ohne Sicherheitseinrichtungen ist im Standardbetrieb verboten! Bei der Anwendung des mobilen tragbaren Röntgenfluoreszenzanalysators haben sich abgesehen vom Bediener des Geräts Personen während Messungen außerhalb des Überwachungsbereiches aufzuhalten. Ausgenommen sind strahlenexponierte Personen Kategorie B, bei der Anwendung ohne Probenkammer. Bei den Messungen ist darauf zu achten, dass ein möglichst großer Abstand zu Körperteilen eingehalten wird. Die Nutzstrahlung darf nicht auf Körperteile gerichtet werden.

DEAKTIVIERUNG DER SICHERHEITSEINRICHTUNG

VOLLSCHUTZEINRICHTUNGEN: Wenn die Sicherheitseinrichtungen während des Betriebs der Röntgeneinrichtung deaktiviert werden (Service-, Justier- oder Reparaturmaßnahmen), gelten alle Personen, die während des Betriebs mit offenen Abdeckungen im Aufstellungsraum tätig sind, als beruflich strahlenexponierte Personen der **Kategorie B** oder **Kategorie A!** Dem nicht beruflich strahlenexponiertem Personal sind dann Tätigkeiten im Aufstellungsraum untersagt.

MOBILER TRAGBARER RÖNTGENFLUORESZENZANALYSATOR:

An den Schutzeinrichtungen des Analysators dürfen keine strahlenschutzrelevanten Veränderungen vorgenommen werden.

Institut: Mineralogie und Petrographie Innrain 52 e+f	Betriebsanweisung	52e-O146 52e-O124 52e-O130 52f-O169
---	--------------------------	--

VERÄNDERUNG DER RÖNTGENEINRICHTUNG

An der Röntgeneinrichtung dürfen keine Veränderungen vorgenommen werden, die eine Herabsetzung des Strahlenschutzes zur Folge haben können. Der Aufstellungsplatz der Anlage ist an die Betriebsbewilligung gebunden. Daher dürfen die ortsfesten Geräte räumlich nicht umgestellt werden.

STÖRUNGEN UND ZWISCHENFÄLLE

Wenn beim Betrieb der Röntgeneinrichtungen Störungen oder Umstände auftreten, die eine unzulässige Strahlenexposition von Personen erwarten lässt, so ist der **Betrieb einzustellen** und zu veranlassen, dass durch Fachkundige eine Überprüfung, erforderlichenfalls eine Instandsetzung durchgeführt wird. Beim tragbaren Röntgenfluoreszenzanalysator ist der Akku zu entfernen. Eine derartige Störung ist unverzüglich dem Laborverantwortlichen, sowie der mit der Wahrung des Strahlenschutzes betrauten Person am Institut und der Bewilligungsbehörde zu melden.

JUSTAGEARBEITEN UND REPARATUREN

Justagearbeiten und Reparaturen an der Röntgeneinrichtung, welche eine Herabsetzung des Strahlenschutzes zur Folge haben, dürfen ausschließlich vom Fachpersonal durchgeführt werden! Das Tragen eines Personendosimeters ist dabei verpflichtend! **Schwangere Frauen und Personen unter 18 Jahren** sind von Tätigkeiten, bei denen eine Strahlenexposition auftreten kann ausnahmslos ausgeschlossen!

Nebenbestimmung gemäß § 94 Abs. 2. ASchG

Während der Anwendung des tragbaren Röntgenfluoreszenzanalysators ist die ständige Anwesenheit eines Strahlenschutzbeauftragten sicherzustellen.

NATÜRLICHE STRAHLENQUELLEN + RADIogene STOFFE

VERHALTENSREGELN

Jede Arbeit mit radioaktivem Probenmaterial ist ausnahmslos und im Voraus mit einer der mit dem Strahlenschutz betrauten Personen am Institut abzusprechen. Dies gilt insbesonders auch schon für das Verbringen radioaktiven Probenmaterials an das Institut für Mineralogie und Petrographie. In Verdachtsfällen muss eine mit dem Strahlenschutz betraute Person informiert werden, damit eine Messung/Beurteilung erfolgen kann bevor Proben genommen (oder angenommen), verarbeitet oder eingelagert werden. Gäste und somit institutsfremde Personen, die radioaktives Probenmaterial an das Institut für Mineralogie und Petrographie bringen, sind für diese Proben haftbar und für deren rechtmäßige Entsorgung zuständig.

Strahlenschutzunterweisung

gültig im gesamten Bereich des Instituts für Mineralogie und Petrographie

Ich wurde heute über folgende Punkte (basierend auf der Strahlenschutzunterweisung Stand 2025) unterwiesen:

1. Allgemeine Begriffe im Strahlenschutz

- Physikalische Dosisbegriffe
 - Dosisbegriffe im Strahlenschutz
-

2. Gesetzliche Bestimmungen

- Maximale Grenzwerte
 - Nichtmedizinische Röntgeneinrichtungen
 - Vollschutzeinrichtungen
-

3. Wirkung von ionisierender Strahlung auf den Körper

- Akute Strahlenschäden
 - Späte Strahlenschäden
-

4. Strahlenschutz- und Sicherheitsmaßnahmen

- Schwächung und Abschirmung ionisierender Strahlung
 - Reichweite von ionisierender Strahlung und Abstand
 - Aufenthaltsdauer
 - Geringe Aktivität
-

5. Strahlenquellen: Röntgenstrahler

- Begriffe in der Röntgenanalytik
 - Eigenschaften von Röntgenstrahlen
 - Schwächung und Abschirmung von Röntgenstrahlung
-

6. Betriebsanweisung

Mir ist bewußt, dass am Institut für Mineralogie und Petrographie **Vollschutzgeräte und ein tragbarer Röntgenfluoreszenzanalysator** im Einsatz sind und bei ordnungsgemäßer Nutzung und unter Einhaltung der Vorschriften eine Überschreitung des jährlichen Grenzwertes für Einzelpersonen aus der Bevölkerung **ausgeschlossen** ist.

Mir ist bekannt, dass ich **NICHT** zu den beruflich strahlenexponierten Personen zähle, und somit unter keinen Umständen bei deaktivierten Sicherheitskreisläufen Arbeiten (zB. Justagen, Reparaturen, usw.) durchführen darf! Diese sind dem Fachpersonal vorbehalten. Dabei herrscht Dosimeterpflicht!

Mir ist bewußt, dass ich mich bei der Anwendung des tragbaren Röntgenfluoreszenzanalysators OHNE Probenkammer im Überwachungsbereich befinden kann und daher eine solche Nutzung nur für strahlenexponierte Arbeitskräfte der **Kategorie B** erlaubt ist. Die physikalische Überwachung erfolgt mittels Tragen eines amtlichen Dosimeters.)

Name

Unterschrift

Datum:

Unterwiesener:

Unterweiser: