



Strahlenschutzanweisung des Arbeitsbereichs Isotopenanwendung der Universität Ulm

Radioaktiv markierte Substanzen sind ein wichtiges Hilfsmittel in der modernen biomedizinischen Forschung. Der Umgang mit ihnen ist durch die Strahlenschutzverordnung geregelt, aus der sich wieder verschiedene allgemeine Vorsichtsmaßnahmen und Verhaltensregeln ableiten lassen. Hinzu kommen arbeitstechnische und organisatorische Regeln, die für das jeweilige Labor spezifisch sind. Die Beachtung der daraus resultierenden Strahlenschutzanweisung soll nicht nur das Arbeiten mit radioaktiven Isotopen ungefährlich machen, sondern auch den Schutz der Umgebung gewährleisten.

Bei der Benutzung radioaktiver Substanzen ergeben sich 2 mögliche Gefahrenquellen:

- a) Strahlenexposition während des experimentellen Arbeitens durch die radioaktiven Substanzen
- b) zufällige Inkorporation radioaktiven Materials, das dann zu einer mehr oder weniger langen Strahlenbelastung der Körperorgane führt.

Darüber hinaus kann jedes Experiment durch nicht beseitigte Kontamination zunichte gemacht werden, auch wenn diese weit unter jeglichem gesundheitsschädlichen Niveau liegt.

Es ist daher notwendig, äußerste Sorgfalt auch beim Umgang mit geringen Mengen von radioaktiven Substanzen walten zu lassen, um nicht nur Gesundheitsschäden, sondern auch eine Kontamination des Arbeitsplatzes zu vermeiden.

Das Ausmaß der Strahlenbelastung durch die beiden oben genannten Gefahrenquellen für den Körper ist sehr unterschiedlich. So bedeuten die weiche Betastrahlen aussendenden radioaktiven Isotope eine geringere äußere Strahlengefährdung als Gammastrahlen aussendende Nuklide. Isotope mit einer langen Halbwertszeit und einer spezifischen Affinität zu Körpergeweben sind nach Inkorporation gefährlicher als Isotope mit einer kurzen Halbwertszeit und einer homogenen Verteilung im Körper.

Aufgrund Ihrer Radiotoxizität sind für die verschiedenen Radionuklide sog. Freigrenzen in der Strahlenschutzverordnung festgelegt. Das sind die Aktivitätsmengen bis zu denen in einem allgemeinen Labor umgegangen werden darf. In der folgenden Tabelle sind die Freigrenzen für die am häufigsten an der Universität Ulm verwendeten Radionuklide aufgeführt.

Isotope	Freigrenze in Bq	Freigrenze in μCi
^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{204}Tl	1×10^4 Bq	0,27 μCi
^{32}P , ^{90}Y , ^{60}Co , ^{86}Rb	1×10^5 Bq	2,7 μCi
^{22}Na , ^{36}Cl , ^{54}Mn , ^{55}Fe , ^{57}Co , ^{59}Fe , ^{75}Se , ^{85}Sr	1×10^6 Bq	27 μCi
^{95}Nb , ^{103}Ru , ^{109}Cd , ^{125}I , ^{131}I , ^{133}Ba , ^{152}Eu , ^{186}Re	1×10^7 Bq	270 μCi
^{14}C , ^{45}Ca , ^{51}Cr , $^{99\text{m}}\text{Tc}$, ^{141}Ce , ^{145}Pm	1×10^8 Bq	2700 μCi
^{33}P , ^{35}S , ^{63}Ni	1×10^8 Bq	2700 μCi
^3H	1×10^9 Bq	27000 μCi

Bei der Beurteilung der Gefahren, die jedem Experiment innewohnen, müssen die Eigenschaften der verwendeten Isotope und die Besonderheiten des betreffenden Experiments berücksichtigt werden. Unabhängig davon gibt es eine Reihe von Regeln, die bei **allen Arbeiten** mit radioaktiven Isotopen beachtet werden müssen.

ALLGEMEINE REGELN

Alle Personen, die im Kontrollbereich arbeiten wollen, müssen sich hierfür **vor Beginn der Arbeit** anmelden.

Formulare für die Anmeldung sind bei den Mitarbeitern des Arbeitsbereichs für Isotopenanwendung erhältlich.

Alle Personen, die im Kontrollbereich arbeiten, haben sich der **Personendosiskontrolle** zu unterziehen. Diese erfolgt bei Umgang mit Gammastrahlern und harten Betastrahlern durch Tragen einer Filmplakette, bei Umgang mit weichen Betastrahlern durch regelmäßige Ablieferung von Urinproben. Ausgabe und monatliche Weiterleitung der Plaketten und Dosimeter erfolgt durch eine/n Mitarbeiter/in der einzelnen Abteilungen. Nähere Einzelheiten können in dem Arbeitsbereich für Isotopenanwendung erfragt werden.

Jede **Entnahme von radioaktiven Substanzen** aus den Aufbewahrungsschränken bzw. Stammlösungsbehältern muss in die dafür vorgesehenen Formblätter eingetragen werden. Radioaktive Substanzen dürfen aus dem Arbeitsbereich für Isotopenanwendung nur nach Rücksprache mit dem Strahlenschutzbeauftragten mitgenommen werden. Art und Menge werden in einem Ausgangsbuch registriert und müssen vom Benutzer gegengezeichnet werden.

Alle Personen, die im Kontrollbereich mit Aktivitäten von **mehr als dem 100-fachen der Freigrenze** arbeiten, müssen dies vorher dem Strahlenschutzbeauftragten melden. Bei solchen Versuchen müssen stets mindestens **zwei** Personen anwesend sein. In diesem Fall muss Schutzkleidung getragen werden, die sich von den üblichen Labormänteln durch ihre blaue Farbe unterscheidet. Diese Schutzkleidung muss vor Verlassen des Kontrollbereiches durch den dafür bereitgestellten Monitor auf ihre radioaktive Kontamination geprüft und dann ausgezogen werden.

Die blaue Schutzkleidung darf auf keinen Fall außerhalb des Kontrollbereiches getragen werden!

Niemand darf den Kontrollbereich betreten, wenn es nicht die Durchführung bestimmter Arbeiten erfordert. Jeder Aufenthalt muss in dem dafür vorgesehenem Buch zur Freimessung und Dosiskontrolle am Eingang schriftlich festgehalten werden.

Bei allen Experimenten, bei denen radioaktive Isotope verwendet werden, ist eine **besondere Sauberkeit und Sorgfalt** notwendig. Die Anforderungen, die beim Umgang mit radioaktiven Substanzen gestellt werden, sind in vieler Hinsicht denen bei bakteriologischer Arbeit gleich. Die Arbeit erfordert ein besonderes Maß an Ordnung.

Vor jeder **Einführung einer neuen Methode**, bei der radioaktive Isotope verwendet werden, müssen Leerversuche unter Verwendung von nichtradioaktiven Substanzen durchgeführt werden, so dass eine Methode mit größtmöglicher Verminderung der Strahlenexposition und des Unfallrisikos entwickelt wird.

Alle Labortische und andere Oberflächen im Isotopenlabor, bei denen die Möglichkeit einer radioaktiven Kontamination nicht ausgeschlossen werden kann, **müssen** vor Beginn der Arbeit mit saugfähigem Papier **abgedeckt werden**, dass an seiner Unterseite eine undurchlässige Kunststoff-Folie trägt. Dieses Papier stellt der AB für Isotopenanwendung zur Verfügung.

Radioaktive Lösungen handhabt man über einer Schale in der bei einem Bruch der Gefäße das gesamte Flüssigkeitsvolumen Platz hat. Wann immer möglich, müssen radioaktive Lösungen nicht nur in ihrem eigenen Behälter (Glasflasche), sondern in einem zweiten Behälter aus Polyäthylen oder einem anderen Gefäß aus bruchsicherem Material gehalten werden.

Die **Stammlösungen der radioaktiven Substanzen** oder andere Lösungen, die große Mengen von Radioaktivität enthalten, sind unter Verschluss zu halten und werden gegebenenfalls im Bleitresor aufbewahrt. Sie werden vor Beginn des Experimentes vom Personal des AB an die Nutzer ausgegeben (**keine Selbstbedienung!**).

Radioaktives Material darf nur so lange und nur in der **Menge am Arbeitsplatz** abgestellt werden, wie es für den Arbeitsgang erforderlich ist. Die Gefäße, in denen das radioaktive Material enthalten ist, dürfen während des Arbeitsganges nicht länger als notwendig offen oder außerhalb der strahlenabschirmenden Schutzbehälter belassen werden.

Alle radioaktiven Versuche im Kontrollbereich sollten auf die normalen Dienststunden beschränkt sein. Sollte das Experiment das **Arbeiten außerhalb der Dienststunden** dringend notwendig machen, so ist mit dem Strahlenschutzbeauftragten eine Sonderregelung zu treffen.

Dienstzeit der Strahlenschutzbeauftragten:

Mo. – Do. : 08.30 bis 15.30 Uhr,

Fr. : 08.30 bis 14.00 Uhr

VORSICHTSMASSNAHMEN GEGEN EXTERNE STRAHLENEINWIRKUNG

Da die Strahlenintensität mit dem Quadrat der Entfernung von der Strahlenquelle (Abstandsgesetz) abnimmt, kann schon ein hoher Grad an Strahlenschutz allein die Verwendung von Instrumenten zur indirekten Handhabung der Strahlenquellen bieten.

Wenn Strahlenquellen von höherer Aktivität verwendet werden, so müssen zusätzlich Bleiabschirmungen zur Verfügung stehen. Falls lediglich Betastrahlen vorhanden sind, so gibt eine Glasabschirmung von 0,5 cm Dicke oder eine 1 cm dicke Plexiglasschicht einen hinreichenden Schutz. Handelt es sich um harte Gammastrahlen aussendende Radioisotope, ist es notwendig, einen Schutzschild von spaltenlos verbundenen Ziegeln mit einer Dicke von 5 cm zu verwenden, um einen ausreichenden Schutz gegen die Gammastrahlenkomponente zu erreichen.

In der Isotopenanwendung sind Arbeitsplätze mit entsprechender Abschirmung vorhanden.

VORSICHTSMASSNAHMEN GEGEN KONTAMINATION, INHALATION ODER INKORPORATION

Um eine Kontamination der Hände zu vermeiden, müssen beim Hantieren mit offenen Strahlenquellen immer Einmalhandschuhe verwendet werden, welche anschließend mit dem radioaktiven Abfall beseitigt werden.

Sollte trotz Tragen von Handschuhen eine Kontamination der Hände eingetreten sein, müssen die Hände mit Seife und Nagelbürste intensiv gesäubert werden und zwar so lange, bis keine Kontamination mehr nachweisbar ist. In Ausnahmefällen kann es auch notwendig sein, die Fingernägel kurz zu schneiden, um darunter liegende Kontaminationen zu entfernen. Bei Verspritzen von radioaktiver Flüssigkeit ins Gesicht kann es erforderlich sein, sich die Haare am Handwaschbecken zu waschen. Großflächige Hautkontaminationen sollten unter einer Dusche abgewaschen werden.

Radioaktive Substanzen dürfen nicht von Personen gehandhabt werden, die an den Händen oder an den Handgelenken offene Wunden oder einen Hautausschlag haben; auch dann nicht wenn die Verletzungen verbunden sind.

Im Isotopenlabor ist das Pipetieren von Lösungen mit dem Mund nicht zulässig.

Zur Kennzeichnung von Flaschen oder Materialien dürfen nur selbstklebende Etiketten verwendet werden.

In Bereichen in denen offene radioaktive Stoffe vorhanden sind oder verwendet werden, dürfen folgende Artikel nicht eingeführt oder benutzt werden:

- a) Nahrungsmittel oder Getränke
- b) Rauchwaren oder Schnupftabak
- c) Lippenstifte oder andere Kosmetika oder Instrumente, um sie aufzutragen
- d) persönliche Taschentücher (Stofftaschentücher, die wieder eingesteckt werden)
- e) Ess- oder Trinkgeschirr

In Isotopenlaboratorien stehen Papierhandtücher und Papiertaschentücher zur Verfügung.

Immer dann, wenn es bei den Arbeiten mit radioaktiven Isotopen zur Bildung von radioaktivem Gas, Staub oder Dampf kommen kann, müssen diese Arbeiten unter einem hinreichend leistungsfähigen Abzug durchgeführt werden. Falls erforderlich, muss außerdem als weitere Schutzmaßnahme eine Atemschutzmaske getragen werden.

VERHÜTUNG VON KONTAMINATION DER LABORE

In Laboratorien, in denen sowohl radioaktive als auch nicht radioaktive Arbeiten ausgeführt werden, sollte die Verwendung radioaktiven Materials möglichst nur an einer Stelle des Labors stattfinden. Der Platz, auf dem mit radioaktiven Substanzen hantiert wird, soll nach Möglichkeit eng begrenzt sein; man vermeide, sich "über den ganzen Tisch auszubreiten". Um experimentelle Fehler durch radioaktive Kontamination so klein wie möglich zu halten, müssen die Arbeiten, bei denen große Mengen von Radioaktivität verwendet werden, von solchen mit niedriger Aktivität getrennt werden.

Jeder Kontaminationsfall muss unverzüglich dem Strahlenschutzbeauftragten gemeldet werden.

Dazu darf das Labor nur dann verlassen werden, wenn sichergestellt ist, dass die Kontamination eindeutig lokalisierbar ist. Ansonsten sind die in jedem Labor vorhandenen Telefone zu benützen.

Insbesondere muss darauf geachtet werden, dass eine zufällige Kontamination der Fußböden vermieden wird, da die Radioaktivität sehr schnell über eine große Fläche verbreitet wird.

Falls dennoch eine radioaktive Kontamination des Fußbodens eingetreten ist, muss dieser Bereich sofort markiert werden. Der Zugang zu diesem Teil des Labors muss solange unterbleiben, bis der Bereich durch entsprechende Messungen als nicht kontaminiert nachgewiesen worden ist.

Besondere Sorgfalt ist erforderlich bei der Verwendung von Isotopen wie ^3H , ^{14}C und ^{35}S .

Diese Radionuklide sind mit den üblichen Labornachweisgeräten nur sehr schwer oder gar nicht nachweisbar.

Daher gilt allgemein:

Auch beim bloßen Verdacht einer Kontamination sollte unbedingt durch das Personal des Arbeitsbereichs eine Kontrolle vorgenommen werden. Nachweisbares "Vertuschen" kann zu einem Arbeitsverbot im Kontrollbereich führen.

Jeder ist für die Sauberkeit (Kontaminationsfreiheit) seines Arbeitsplatzes verantwortlich. Daher muss nach Beendigung des Experiments der Arbeitstisch, der Fußboden, die Ausgüsse und alle Glassachen sowie andere Apparaturen auf ihre Kontamination geprüft werden, wobei das **geeignete Strahlungsmessgerät verwendet werden muss!**

Für die Isotope ^{14}C und ^{35}S benutzt man einen Argon-Methan-Durchfluss-Zähler, für die anderen Isotope sind Xenonmonitore vorhanden. (Bei ^3H Arbeiten kann die Kontaminationsfreiheit nur durch einen Wischtest sichergestellt werden.)

Falls externe Nutzer Arbeitsgeräte in den Kontrollbereich mitbringen, so dürfen diese nur nach sorgfältiger Kontaminationskontrolle wieder mitgenommen werden.

Vor Verlassen des Kontrollbereichs muss sich jeder Nutzer mit dem am Ausgang stehenden Hand-, Fuß- und Kleidermonitor ausmessen und sich ins Buch eintragen.

Jede Kontamination an Händen oder Füßen ist unbedingt dem Strahlenschutzbeauftragten zu melden.

BESEITIGUNG VON RADIOAKTIVEM ABFALL

Bei Arbeiten im Kontrollbereich des Arbeitsbereichs für Isotopenanwendung gelten folgende Regeln:

1. **Flüssige radioaktive Abfälle** werden grundsätzlich gesammelt (große Volumina vermeiden!) und in die dafür vorgesehenen Behälter gegossen. Im Abfallraum stehen Behälter für die verschiedenen Kategorien:
 - A) **flüssig, anorganisch (wässrig)**
 - 1) > 100 Tage HWZ (Begrenzung Gesamtaktivität H3-60 MBq, C14-1,7 MBq)
 - 2) < 100 Tage HWZ (Cr51, S35)
 - 3) ³²P (biologisch kontaminiertes) Abwasser
 - B) **flüssig, organisch (brennbar)**
Alle Nuklide

2. **Feste radioaktive Abfälle** müssen getrennt werden in:
 - A) **brennbar** (z. B.: Zellstoff, Handschuhe, Pipettenspitzen)
 - 1) > 100 Tage HWZ in Plastikbeutel in 120 l – Behälter
(Begrenzung H3- 110 MBq, C14-3,4 MBq)
 - 2) < 100 Tage HWZ in Plastikbeutel eingeschweißt.
 - B) **unbrennbar** (z.B.: Glas, Metall, Alufolie)
alle Nuklide in Plexiglasbehälter

Die Aktivitätsmenge, Isotop, usw. müssen in die dazugehörigen Formulare eingetragen werden.

3. **Szintillationsgefäße** werden getrennt nach den Grenzwerten:

Isotop <

H3 60.000 cpm
C14 60.000 cpm
S35 600 cpm
P32 600.000 cpm



Vials über den Grenzwerten bitte möglichst vermeiden. Angefallene Vials in bereitgestellter Abfallbox sammeln und cpm eintragen.

in Plastikbeutel eingeschweißt, Anzahl der Proben
(je Beutel max. 100 Stück bzw. max. 150 Stück Minivials)

in die bereitliegenden Listen eingetragen.

4. **Tierkadaver und anderes biologisches Material**

wird in undurchsichtige Plastikbeutel eingepackt und mit wasserunlöslichem Schreiber beschriftet. Angegeben werden müssen: Art und Menge des Isotops und Datum. Diese Daten mit Namensangabe in eine bereitliegende Liste übertragen und die einzelnen Beutel in der hierfür vorgesehenen Gefriertruhe einfrieren.

Die Mitarbeiter des Arbeitsbereichs für Isotopenanwendung stehen für jede Frage, die den Umgang mit radioaktiven Isotopen betrifft, gern zur Verfügung.

ANSPRECHPARTNER

Strahlenschutzbevollmächtigte:	Frau E. Brax	22131
Strahlenschutzbeauftragte:	Frau Y. Abele	22551
	Frau B. Wolfgang	22551
	Frau E. Bauer	22551
Abfallentsorgung	Herr F. Schwender	22136
Betriebsärztlicher Dienst:		66190

Oktober 2023

Elke Bauer
Strahlenschutzbeauftragte