

# Ein virtuelles Labor zur Ausbildung im Strahlenschutz

Informationen zur Anwendung und Durchführung im Zusammenhang mit dem Seminar für MitarbeiterInnen von Landesbehörden am 29.08.2019 in Hannover



## INHALT

Die Grundidee des Kurses .....	3
Grundsätzliche Umsetzung der Idee .....	3
Ihre Aufgabe .....	6
Hintergrund.....	9

## DIE GRUNDIDEE DES KURSES

Die Idee dieses Kurses besteht darin, MitarbeiterInnen von Landesbehörden eine Möglichkeit zu geben, wesentliche sicherheitstechnische Merkmale eines Radionuklidlabors zu erkennen und damit zu entscheiden, ob bezüglich der technischen und baulichen Gegebenheiten des Labors eine Umgangsgenehmigung erteilt werden kann oder nicht. Der Stand der Technik, der von einem solchen Labor zu erfüllen ist, wird in DIN 25425 beschrieben. Nach dieser DIN muss in Abhängigkeit von den genutzten Radionukliden, der Aktivität und der Art der Handhabung die sogenannte **Raumkategorie** berechnet werden. Die DIN 25425 definiert vier Raumkategorien (RK0, RK1, RK2 und RK3), wobei mit zunehmender Ziffer die Anforderungen an das Labor ebenfalls zunehmen. In Teil 1 der DIN befindet sich eine Auflistung von Anforderungen, die in Abhängigkeit von der Raumkategorie zu erfüllen sind. Die Aufgabe des Kursteilnehmers besteht also darin, nach Berechnung der Raumkategorie durch Begutachtung des Labors zu entscheiden, ob das Labor für das beschriebene Szenario genehmigungsfähig wäre oder nicht. Die Begutachtung des Labors wird dabei virtuell durchgeführt, in dem sich der Kursteilnehmer, wie bei einem Computerspiel, durch ein virtuelles Radionuklidlabor bewegen und umsehen kann und dabei überprüft, ob wesentliche Merkmale erfüllt sind oder nicht.

## GRUNDSÄTZLICHE UMSETZUNG DER IDEE

Unter folgendem Link <https://dl.uni-h.de/?t=4cfaaf333b32d3368a43124acabb9265> können Sie eine gepackte .zip-Datei mit dem Dateinamen „Radionuklidlabor.zip“ herunterladen. Speichern Sie diese Datei auf Ihrem PC und entpacken Sie diese. Anschließend finden Sie in dem Ordner, in die Sie die Dateien entpackt haben, eine ausführbare Datei mit der Bezeichnung **Radionuklidlabor.exe** Mit einem Doppelklick auf die Datei starten Sie das Programm, in dem sich ein Auswahlm Menü wie in Abbildung 1 dargestellt öffnet:

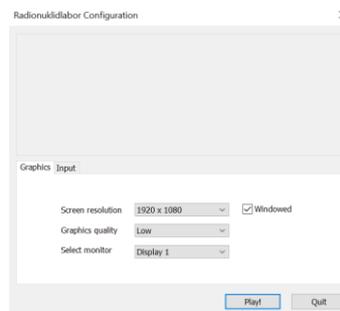


Abbildung 1: Eingangsmenü zum virtuellen Labor

Wählen Sie als Einstellung bei „Graphics quality“ „Low“ um eine möglichst flüssige Darstellung des Labors zu erhalten. Auch empfehlen wir, die Option „Windowed“ anzuklicken, da dann das Programm einfacher verlassen werden kann (beide Einstellungen sind bereits so vorkonfiguriert).

Nachdem Sie „Play!“ angeklickt haben, öffnet sich in einem separaten Fenster ein Auswahlmenü (siehe Abbildung 2).

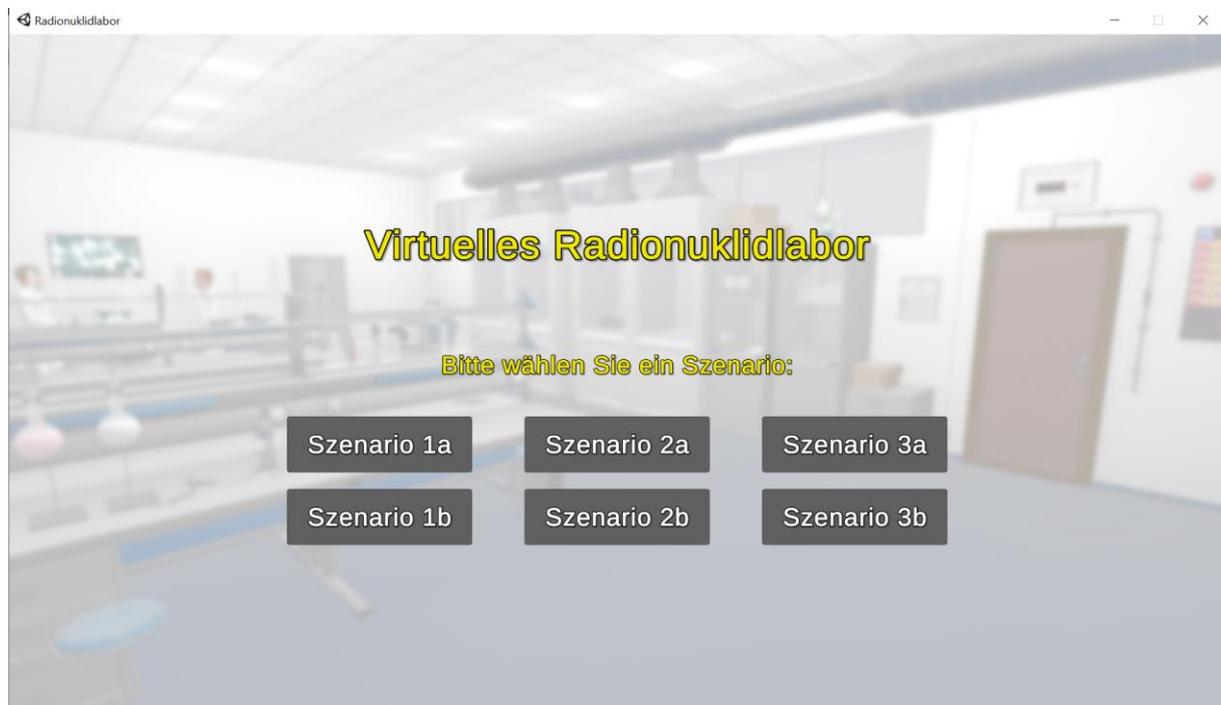


Abbildung 2: Menü zur Wahl der Laboratorien

Hier haben Sie die Wahl zwischen drei Szenarien, jeweils in einer „a“ und einer „b“-Variante. Wir haben für Sie drei Szenarien definiert, für die zu beurteilen ist, ob die Anforderungen an das Labor grundsätzlich erfüllt sind oder nicht. Die Szenarien orientieren sich an denen, die im Beiblatt zu Teil 1 der DIN 254525 als Beispiel beschrieben wurden – entsprechen aber nicht genau diesen. Sie müssen also die Raumkategorie gemäß der DIN für die gegebenen drei Szenarien eigenständig berechnen! Natürlich können Sie die Aufgabe auch nur für eines der drei Szenarien lösen, wenn Ihnen die Bearbeitung von drei Szenarien zu aufwändig erscheint.

Je nach Wahl des Szenarios gelangen Sie in ein Radionuklidlabor, in dem Sie sich umschauen können. Die Labore mit der Endung „b“ enthalten Fehler, die Labore mit der Endung „a“ sollten der DIN entsprechen. Gehen Sie also, je nach Szenario, in den Laboren „Szenario 1b“, „Szenario 2b“ bzw. „Szenario 3b“ auf Fehlersuche!

Sie begutachten alle Labore aus der „Ich“-Perspektive und sehen sich folglich nicht selbst. Sie bewegen sich im Labor, in dem Sie entweder die Cursor-Tasten oder die Tasten „W“ (nach vorne), „A“ (nach links), „S“ (nach hinten) und „D“ (nach rechts) verwenden. Ihren (virtuellen) Kopf können sie bewegen, in dem Sie die Maus verwenden – so können Sie sich umgucken, ohne Ihre Position im Raum zu verändern. Sie können das Labor schließen und das Programm verlassen, in dem Sie die Taste „Esc“ drücken und danach mit dem Mauszeiger rechts oben im geöffneten Fenster dieses mit einem Mausklick auf „X“ schließen.

Manche Eigenschaften können nicht oder nur schlecht visualisiert werden. Deswegen wurden Textfelder eingefügt, die Gegenstände im Labor beschreiben. Wenn Sie dicht genug an einen Gegenstand herantreten, färbt dieser sich gelblich, wenn eine Information hinterlegt wurde. Klicken der linken Maustaste öffnet dann das Textfeld mit den entsprechenden zusätzlichen Informationen.

**Für jedes dieser drei Szenarien haben wir also jeweils ein Labor programmiert,**

- **das die Anforderungen nicht vollumfänglich erfüllt (Szenario 1b, Szenario 2b, Szenario 3b)**
- **und eines, das die Anforderungen erfüllt (Szenario 1a, Szenario 2a, Szenario 3a).**

Ihre Aufgabe besteht nun darin,

1. anhand des gegebenen Szenarios die Raumkategorie zu berechnen und
2. in dem jeweiligen Labor, das die Anforderungen nicht erfüllt („b“-Labore), möglichst alle „Fehler“ zu identifizieren. Die Anforderungen werden in den Kapiteln 8-12 der DIN 25425 ausführlich beschrieben und in Kapitel 13 in Tabelle 2 zusammengefasst.
3. Finden Sie weitere Punkte, die Sie bei einer Begehung kritisieren würden?

Die Ergebnisse werden im Rahmen des Behördenseminars am 29.08.2019 in Hannover vorgestellt und besprochen. Sicherlich haben wir bei der Programmierung des virtuellen Labors Dinge übersehen oder vielleicht auch nicht so umgesetzt, wie Sie das erwarten würden. Manches hat technische Gründe, anderes haben wir vielleicht übersehen. So oder so freuen wir uns auf die Diskussionen und sind davon überzeugt, dass diese wichtig für den Erfahrungsaustausch sind und dabei helfen werden, Wissen zu erwerben und zu festigen!

## IHRE AUFGABE

Auf dem Campusgelände der Technischen Hochschule in Strahlenstadt wurde ein neues Radionuklidlabor gebaut, für das nun eine Genehmigung zum Umgang mit offenen radioaktiven Stoffen beantragt wird. Das Labor besteht aus einem Raum mit einer Grundfläche von 85 m<sup>2</sup>. Die Deckenhöhe beträgt 3,7 m. Es ist für drei verschiedene Szenarien zu überprüfen, ob der Raum prinzipiell den Anforderungen gemäß DIN 25425 genügt oder nicht.<sup>1</sup>

- Folgende drei Szenarien wurden definiert. Berechnen Sie für jedes Szenario die Raumkategorie gemäß DIN 25425!**

### Szenario 1:

Es ist beabsichtigt, in einem Raum des Radionuklidlaboratoriums die in Tabelle 1 genannten Radiochemikalien gleichzeitig zu handhaben. Für keines der zu handhabenden Radionuklide ist die vorgesehene Handhabungsart bekannt oder eingeschränkt. Außerdem befinden sich in dem Labor noch zwei Gaschromatographen mit Ni-63 ECD.

Tabelle 1: Angaben zu Szenario 1

Nuklid	gehandhabte Aktivität in Bq	Form	vorgesehene Handhabung	chem.-physik. Beschaffenheit
H-3	2,00E+10	offen	keine Einschränkungen	alle Verbindungen
C-14	2,00E+09	offen	keine Einschränkungen	alle Verbindungen
P-32	8,00E+08	offen	keine Einschränkungen	alle Verbindungen
Sr-90	3,00E+08	offen	keine Einschränkungen	alle Verbindungen
Cs-137	1,00E+08	offen	keine Einschränkungen	alle Verbindungen
Ni-63 EZDs				

<sup>1</sup> Bislang konnte aus zeitlichen Gründen nur ein Raum visualisiert werden. Es fehlt also der Schleusenbereich, der für ein solches Radionuklidlabor notwendig wäre.

### Szenario 2:

Es ist beabsichtigt, ein Radionuklidlabor mit den in Tabelle 2 genannten Aktivität zu betreiben. Die Handhabungsart steht fest.

Tabelle 2: Angaben zu Szenario 2

Nuklid	gehandhabte Aktivität in Bq	Form	vorgesehene Handhabung	chem.-physik. Beschaffenheit
H-3	1,00E+09	offen	Synthesen	organische Verbindungen
H-3	3,00E+09	offen	Eindampfen	Wasser
C-14	1,00E+07	offen	Verdünnen	organische Verbindungen
C-14	5,00E+08	offen	Handhabung von Gasen	Dioxide
P-32	1,00E+07	offen	Chromatographie	alle Verbindungen
S-35	7,00E+08	offen	Untersuchung mit vorgefertigten Testsätzen	alle Verbindungen

### Szenario 3:

Es ist beabsichtigt, in einem Raum des Radionuklidlaboratoriums die gesamte Aktivität und alle radioaktiven Stoffe nach Tabelle 3 gleichzeitig zu handhaben. Für jedes der zu handhabenden Radionuklide ist die vorgesehene Handhabungsart bekannt und festgelegt. Zu Kalibrierungszwecken sollte ein umschlossenes Cs-137-Präparat eingesetzt werden. Außerdem befinden sich im Raum drei Ionisationsrauchmelder mit Am-241.

Tabelle 3: Angaben zu Szenario 3

Nuklid	gehandhabte Aktivität in Bq	Form	vorgesehene Handhabung	chem.-physik. Beschaffenheit
Cs-137	1,00E+06	umschlossen	Kalibrierquelle	
Am-241	6,00E+04	3 Rauchmelder mit jeweils 20 kBq	umschlossen	
I-125	1,00E+07	offen	Präparat-herstellung	NaI als Feststoff und in wässriger Lösung, niemals dampfförmig
I-125	5,00E+08	offen	Einsatz kommerzieller Verbindungen und Iodierungen	Methylverbindungen
I-131	3,00E+08	offen	Einsatz kommerzieller Verbindungen und Iodierungen	NaI und organische Verbindungen, Dampf- bildung nicht ausgeschlossen

2. Nachdem Sie die Raumkategorien nach DIN 25425 berechnet haben, betreten und begutachten Sie für jedes Szenario das virtuelle Labor, das nicht allen Anforderungen genügt (Labore mit der Endung „b“). Finden Sie dort möglichst viele „Fehler“ und notieren Sie diese. Die Ergebnisse werden im Rahmen des Behördenseminars am 29.08. besprochen.

**Folgende Informationen (gültig für alle drei Szenarien), haben Sie vom Antragsteller bereits vorab erhalten:**

- Die Oberflächen bestehen in diesem Raum grundsätzlich aus flüssigkeitsdichten Werkstoffen. Diese genügen den mechanischen, thermischen und chemischen Anforderungen und sind bei einer geschlossenen Oberfläche gut dekontaminierbar. So verfügen die Wände über einen wasserfesten und leicht dekontaminierbaren Anstrich. Ebenfalls leicht dekontaminierbar sind die Oberflächen von Türen und Fenstern.
- Eine Notstromversorgung ist vorhanden.
- Ebenfalls vorhanden sind Alarmeinrichtungen, die spannungsausfallsicher betrieben werden.
- Der Abluftstrom wird so geführt, dass eine Kontamination anderer Abluftsysteme sowie von Zuluftsystemen ausgeschlossen ist. Die unter Überdruck stehende Abluftkanäle wurden so kurz wie möglich und gasdicht ausgeführt.
- Alle Entlüftungseinrichtungen sind an ein eigenständiges Abluftsystem angeschlossen worden.
- Eine Umkehr der Strömungsrichtung kann nicht auftreten.
- Die Lüftungstechnische Anlage kann zentral geschaltet werden.
- Neben den Abzügen befinden sich noch zwei Lüftungsschächte in der Wand in Bodennähe, die jeweils die gleiche Abluftleistung aufweisen wie ein Abzug.

Grundlage der Begutachtung ist wie bereits mehrfach erwähnt, DIN 25425 Teil 1. **Wir haben deswegen für Sie eine Checkliste zusammengestellt, die sie durchgehen können und die die Kriterien der DIN beinhaltet (siehe Datei „Checkliste virtuelles Labor Behördenseminar.pdf“)**. Aber selbstverständlich müssen Sie nicht diese Checkliste verwenden – sie ist nur ein Vorschlag.

**Nachdem Sie das fehlerhafte Labor begutachtet und möglichst viele Fehler gefunden haben, können Sie sich in dem Labor umschauen, in dem die Anforderungen erfüllt sein sollten (Labore, die auf „a“ enden) um zu überprüfen, wie ein solches Labor ausgestattet sein sollte.**

3. Neben den baulichen und technischen Anforderungen die in der DIN beschrieben werden, müssen in einem Radionuklidlabor auch Strahlenschutzgrundsätze umgesetzt und Grundregeln des Strahlenschutzes beachtet werden. Sicherlich ist Ihnen die Pflanze auf dem Schrank aufgefallen, die nichts in einem Radionuklidlabor zu suchen hat. **Haben Sie noch mehrere dieser falschen Verhaltensweisen oder andere strahlenschutzrelevanten Punkte gefunden, die Sie kritisieren würden?**

## HINTERGRUND

Im Rahmen des von der EU (H2020 EURATOM, Euratom Fission 2016-2017, NFRP-12) geförderten Projektes MEET-CINCH („A Modular European Education and Training Concept In Nuclear and RadioChemistry“, Förderkennzeichen 754972), soll im Rahmen des Workpages WP3 „Novel Education and Training Approaches (Flipped Classroom)“ ein Kurs geplant und durchgeführt werden, der Behördenmitarbeiter im radiochemischen Umgang in einem Labor schult (Deliverable D3.3: „Tailored training event for members of regulators and administrative bodies“). Um dies allen Projektpartnern zu ermöglichen, wurde ein virtuelles Labor entwickelt, das in weiten Teilen ohne sprachliche und textliche Elemente auskommt. Textfelder, die sich beim Anklicken eines Gegenstandes öffnen, können sehr einfach in andere Sprachen übersetzt werden, so dass das gesamte Labor recht flexibel auf unterschiedliche nationale Regeln in verschiedenen Landessprachen angepasst werden kann.

Es ist geplant, dieses Labor weiter auszubauen. So könnten Dosisleistungsmessungen oder Kontaminationsmessungen virtuell vorgenommen werden. Ebenfalls angedacht ist der Einsatz von VR-Brillen, um eine möglichst realistische Simulation eines Radionuklidlabors zu verwirklichen.