

# An Improvement of a Laboratory Course: A Design-Based Research Approach

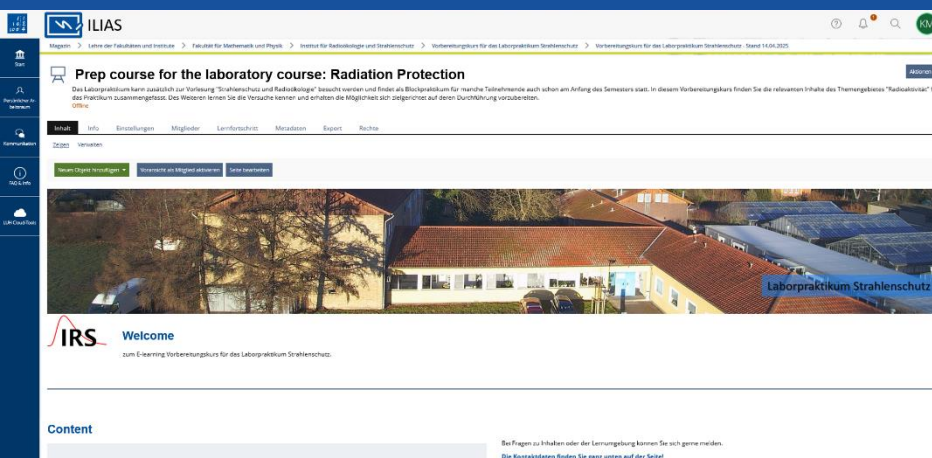
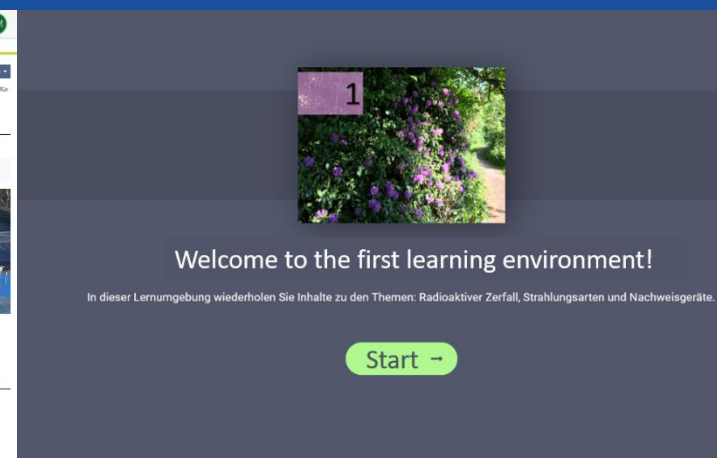
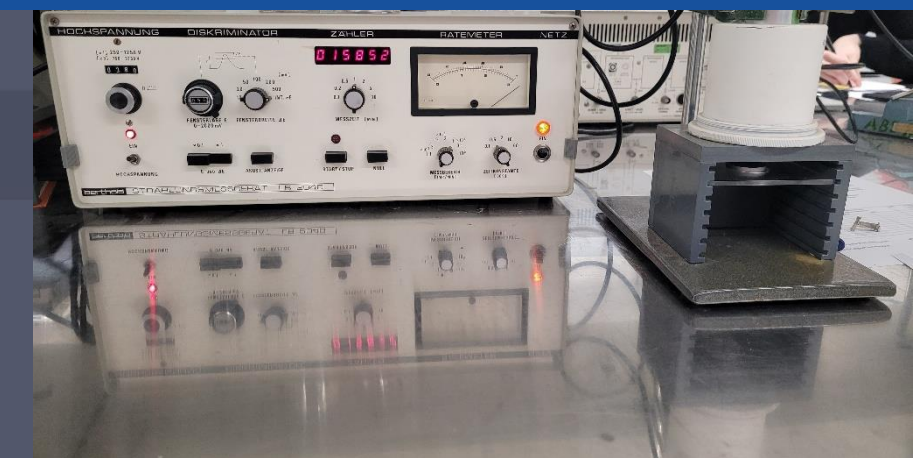
Charlotte Fischer<sup>1,2</sup>, Gunnar Friege<sup>2</sup>, Paul Hanemann<sup>1</sup>, Clemens Walther<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Radioecology and Radiation Protection (IRS), Leibniz University Hannover, Germany

<sup>2</sup>Institute for Mathematics and Physics Education (IDMP), Leibniz University Hannover, Germany



Siebold Sasse Stiftung

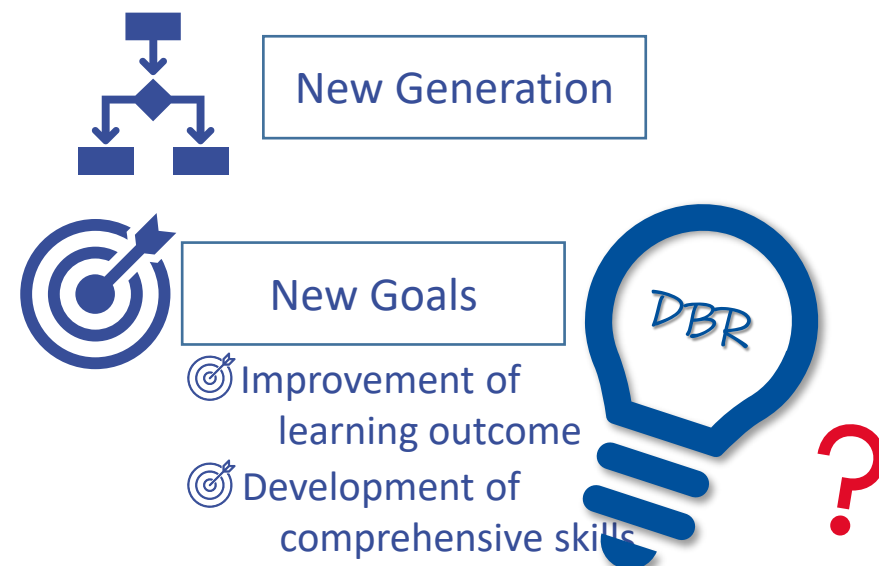




# Why do we need a research project to improve a lab course?



Partial  
Dissatisfaction

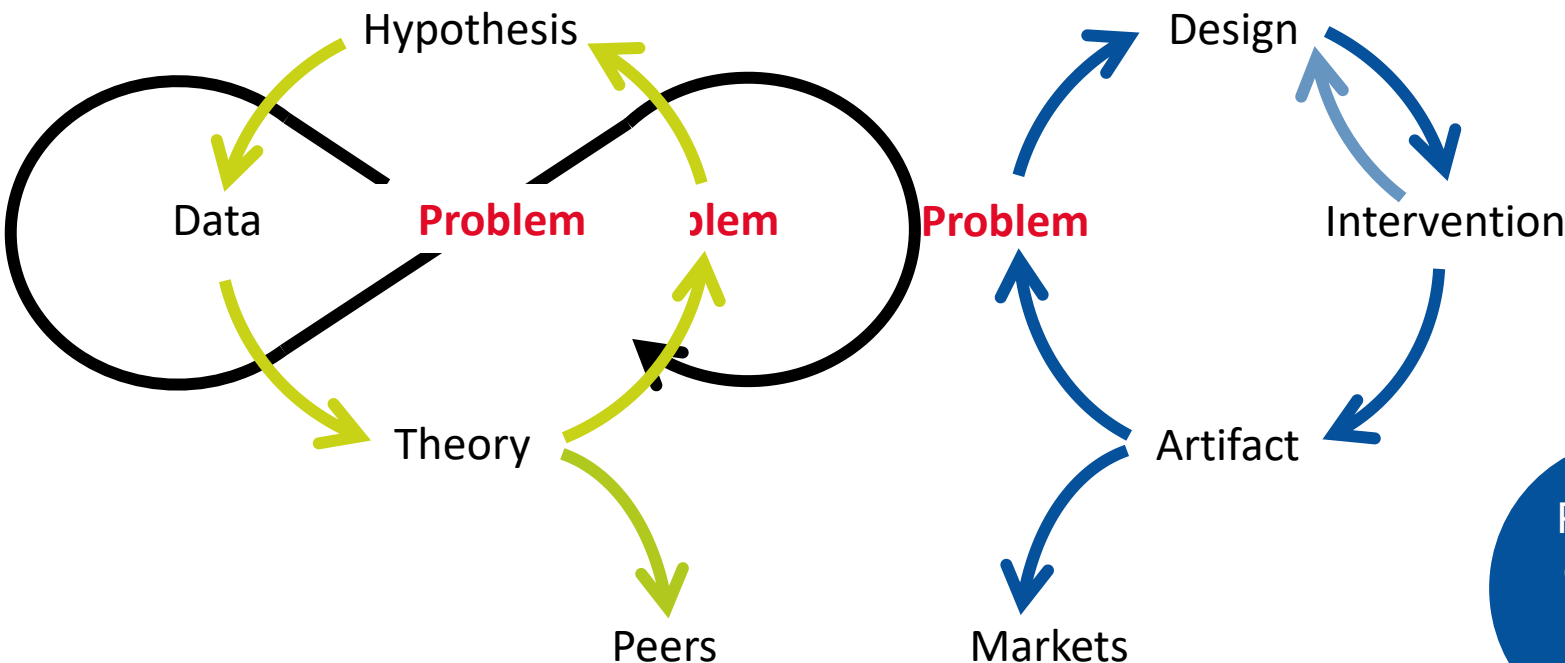
Parts are now  
incorrect or  
misleading



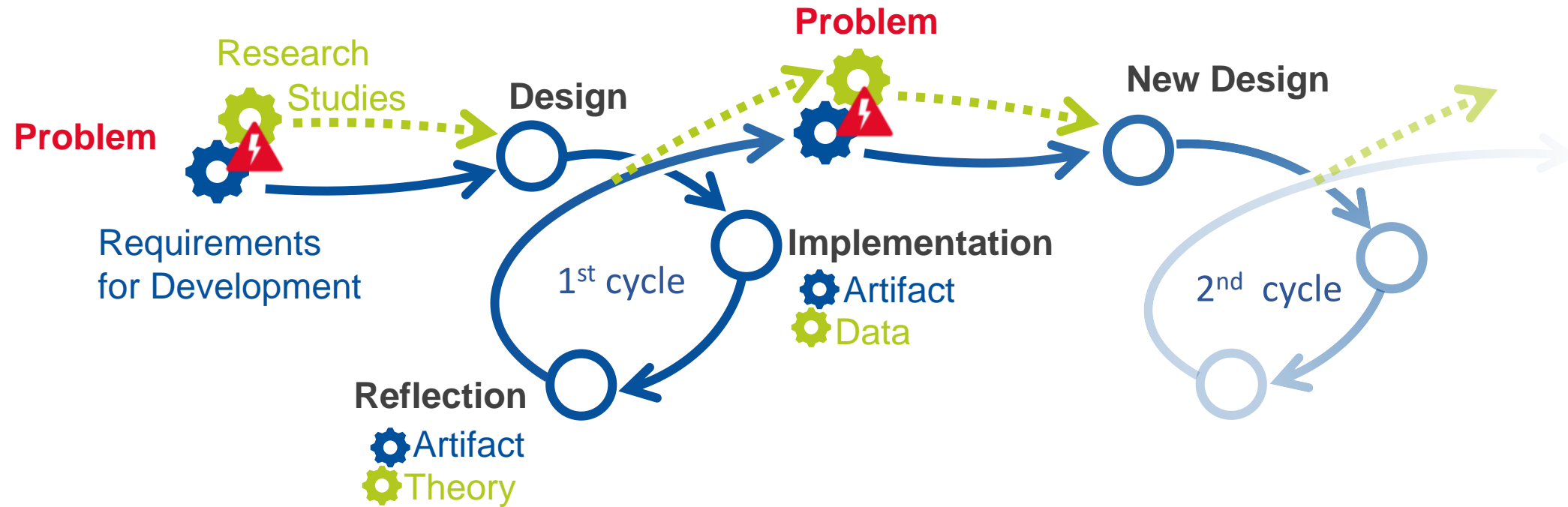
# Design – Based – Research Approach

Classic research cycle

Classic development cycle



(adapted from Ejersbo et al., 2008)



(adapted from Fraefel, 2014)

Practice-  
oriented



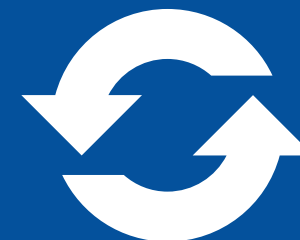
Theory-  
based



Inclusive



Iterative



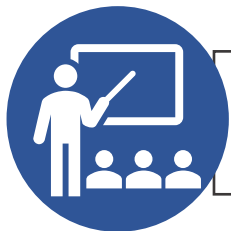
(Reinmann, 2018)

(Sajons et al, 2020)

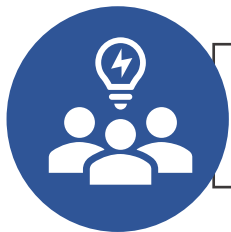
(Ejersbo et al., 2008)



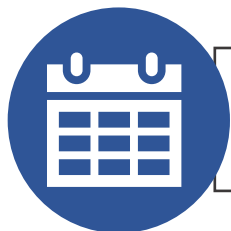
Institute of Radioecology  
and Radiation Protection



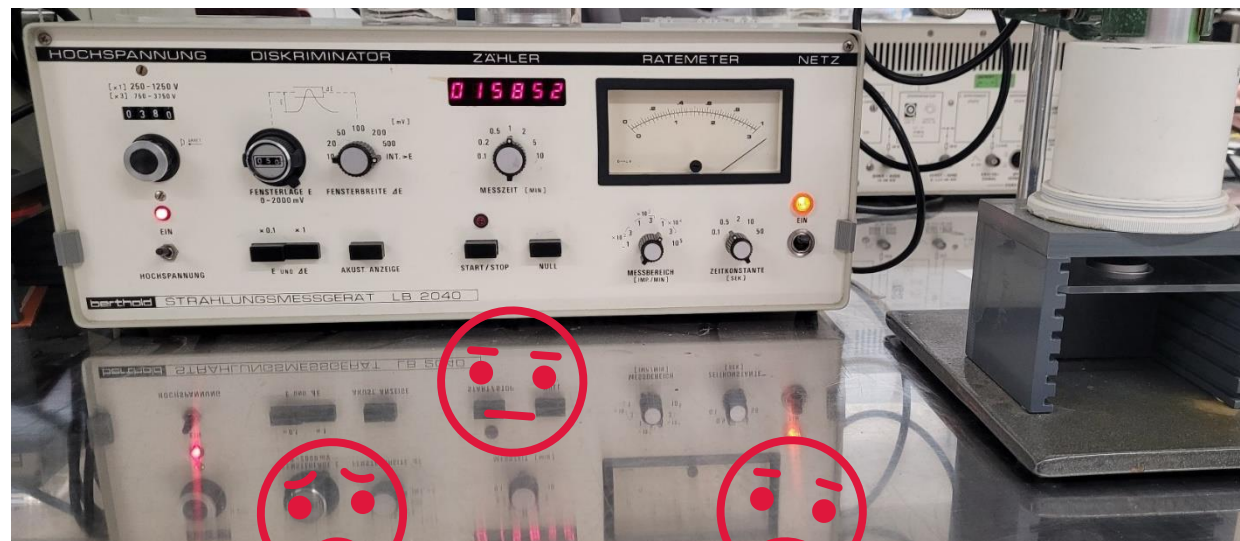
Modul: Lecture + lab course



Experiments in groups of 2

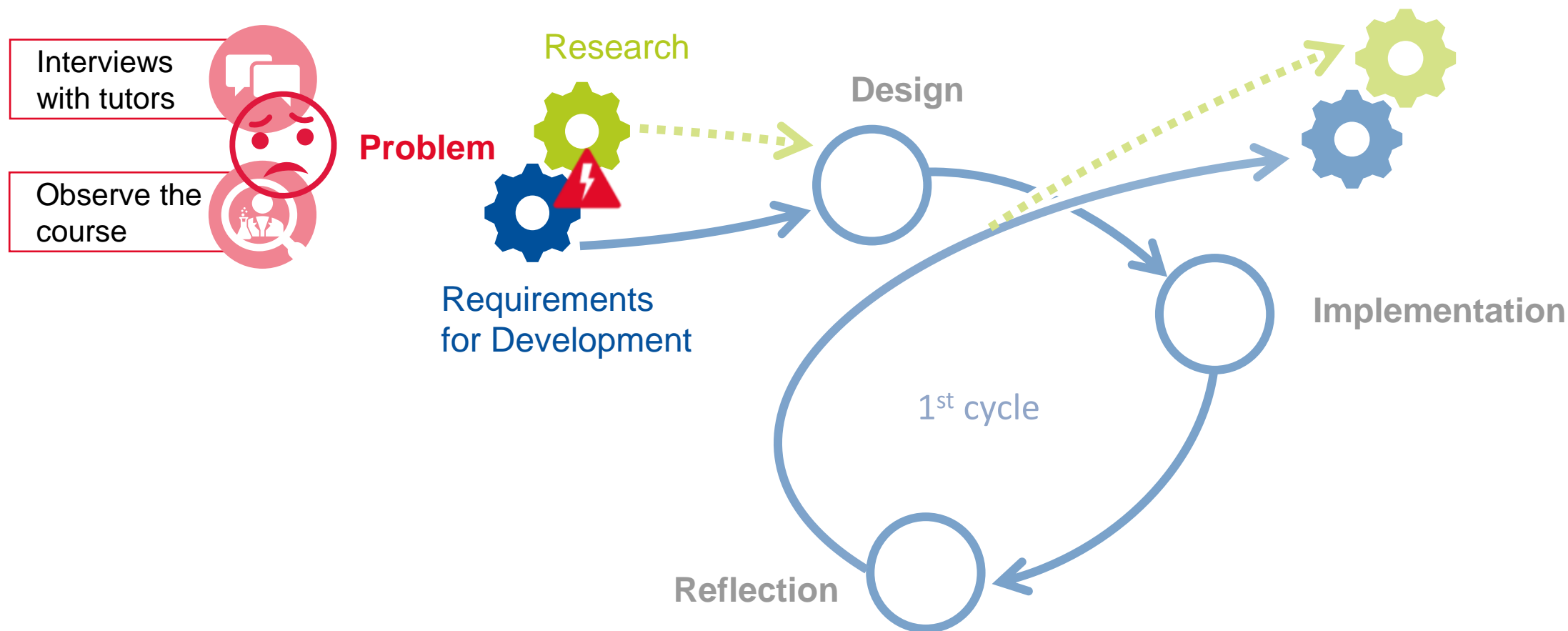


6 days



Partial  
Dissatisfaction





(adapted from Fraefel, 2014)



## Implementation

Describe the standard step by step for introducing experiments.

Is there a structure to the experiments?

Please explain how the script is used during the lab course.

## Conditions

Are the conditions, such as the room or the material, conducive to achieving the goal?

What measures can you think of to improve the working conditions? Please name your top 3.

## Safety

Do the students have to be reminded of the rules again after the safety briefing?

## Report

What information do the students receive in addition to the script for the report?

What problems and questions typically arise?

## Goals

Please explain what you think are the main goals of the lab course?

In your opinion, are these goals achieved and how?

## Tutoring

How do you involve the students in carrying out the experiments?

Do you give direct work instructions?

How do the students receive feedback from you?





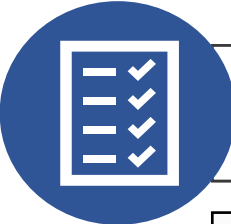
More transparency in goals and requirements



New instructions for experiments and analysis



Prior knowledge required by students



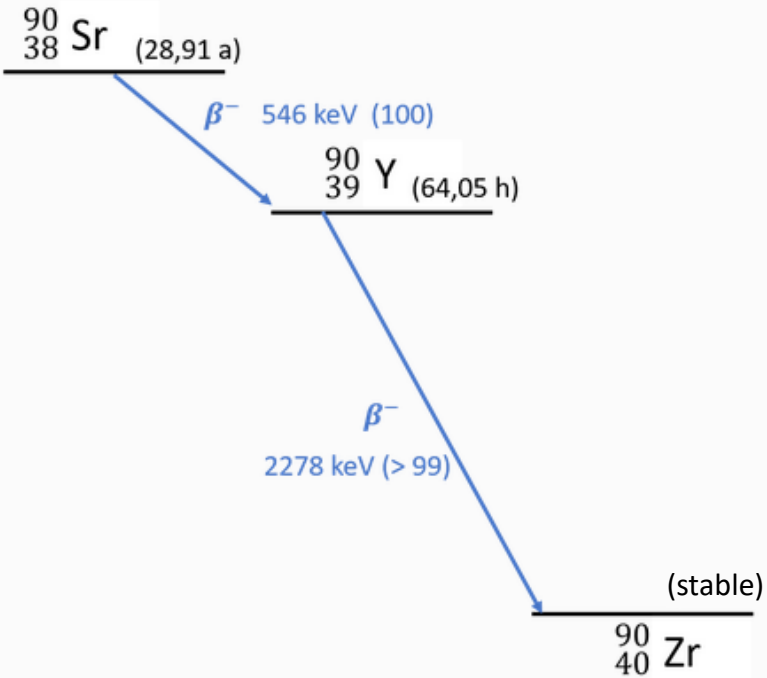
# Mandatory pre-test for students

In the practical laboratory course you will be working with a sample of Sr - 90. Look at the decay of Strontium - 90.

Which statement is true?

- ☒ Yttrium-90 has a significantly shorter half-life than strontium-90, which is why an equilibrium state between strontium-90 and yttrium-90 will occur in a strontium sample.
- ☐ Yttrium-90 has a significantly shorter half-life than strontium-90, which is why an equilibrium state between strontium-90 and yttrium-90 will not occur in a strontium sample.
- ☒ When examining a strotium-90 sample, part of the measured radiation is emitted by the Y-90 daughter.

...





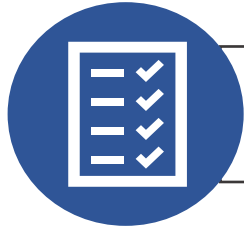
## Results of the mandatory pre-test

The participants

|                             |             |   |
|-----------------------------|-------------|---|
| Registered                  | 23 students |   |
| Passed and participated     | 18 students | Script min. skimmed                           |
| Failed                      | 1 student   | Not prepared according to own information     |
| Not completed               | 3 students  |   |
| Passed and not participated | 1 student   | Pre-test completed 3 months before lab course |

|        |                          |
|--------|--------------------------|
| Passed | ~ 4 Days before Deadline |
|        | ~ 83% of points achieved |
| Failed | 1 h after Deadline       |
|        | 48 % of points achieved  |

| role          | learning progress  |
|---------------|--|
| Course member | <div><div></div><div></div><div>✓</div></div> Completed successfully     |
| Course member | <div><div></div><div></div><div>!</div></div> Not completed successfully |



## Feedback of the students

### Script

Lack of instructions and objectives.  
The texts are unstructured and too long.

### Tutor

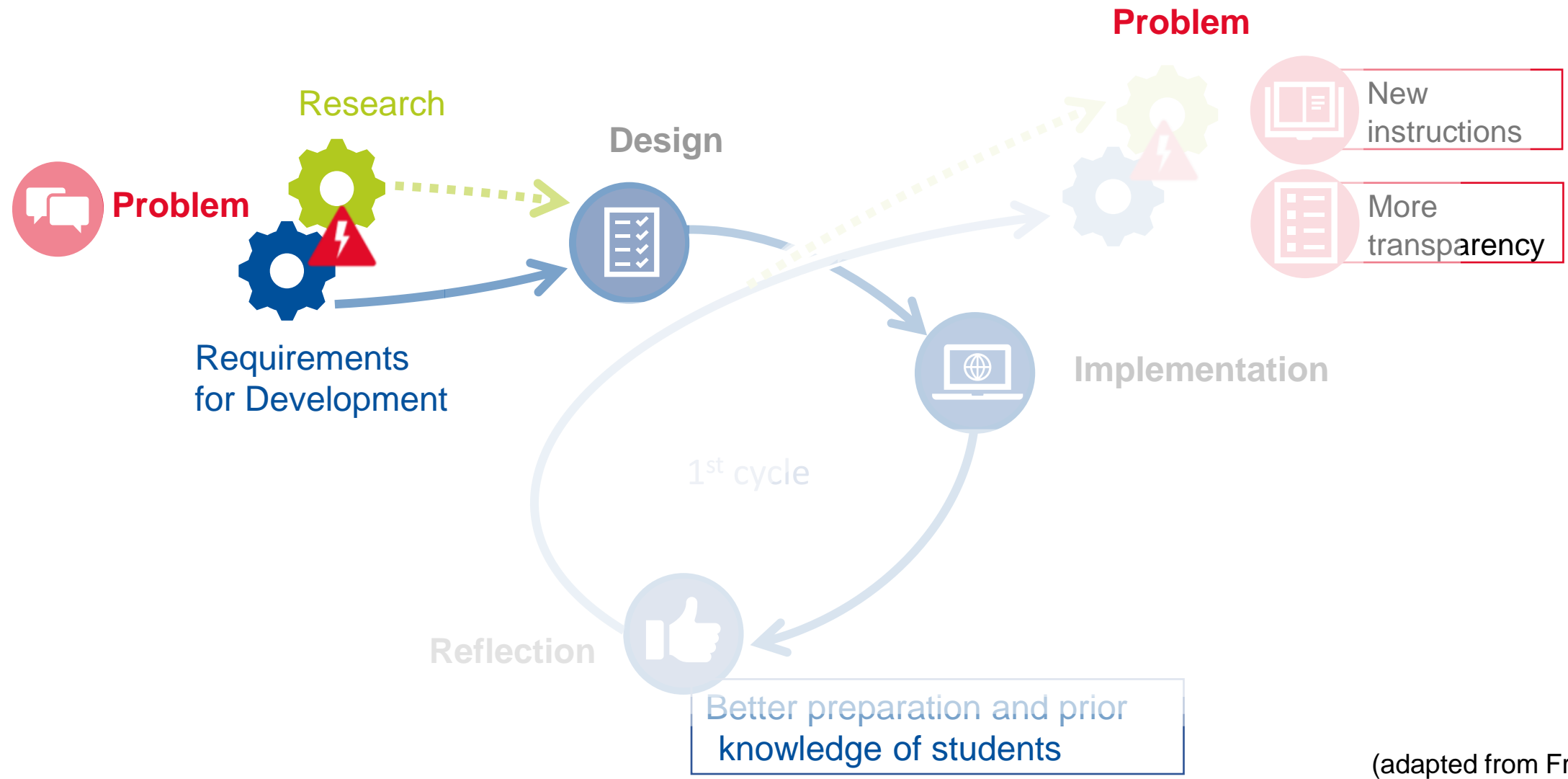
Very positive Feedback  
Very necessary because of gaps in the script.

### Support Sessions

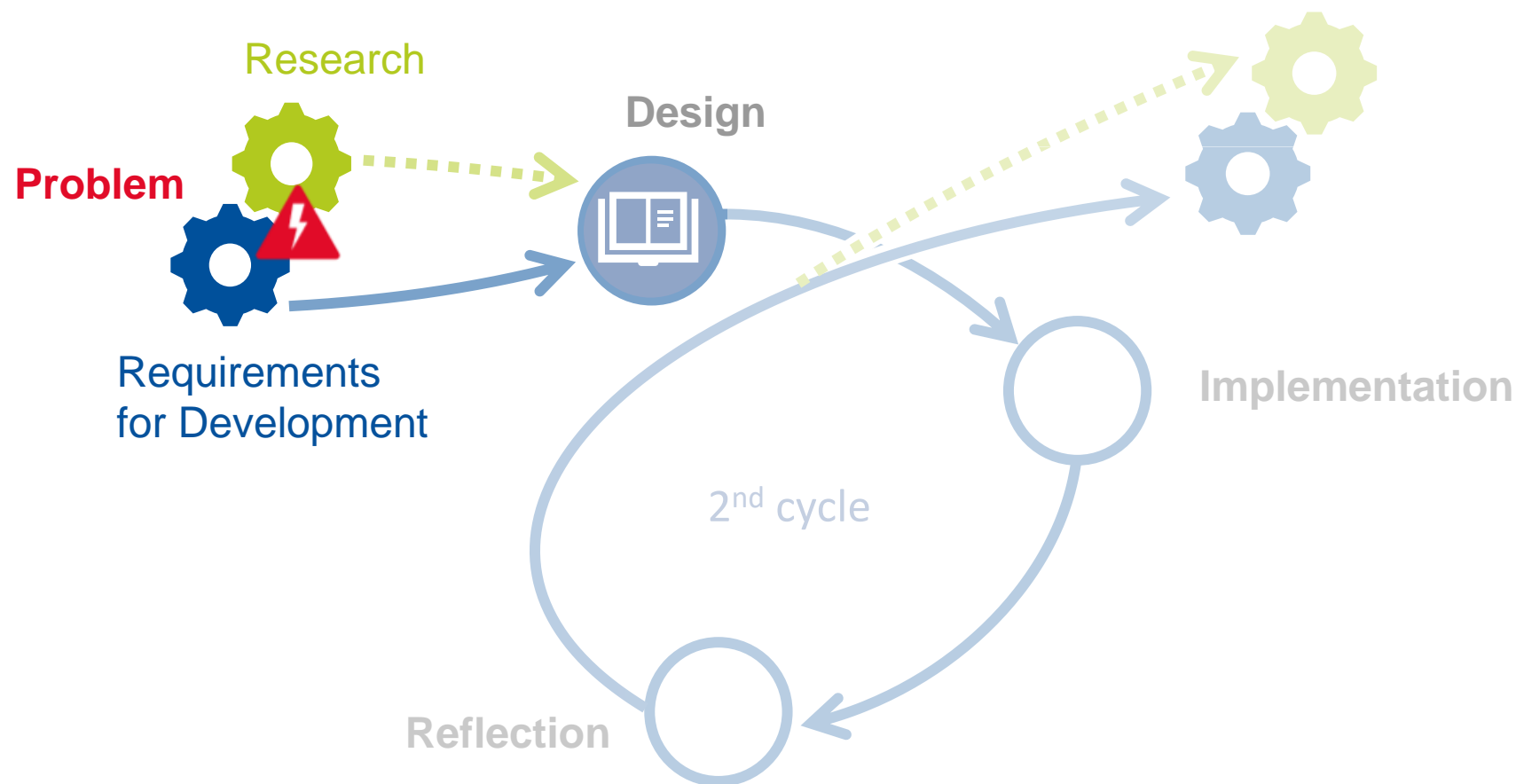
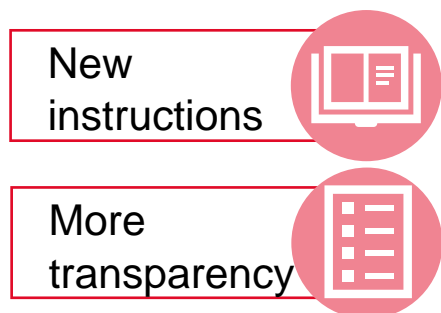
More time than would otherwise have been taken.  
Sessions are very time restrictive.  
Institute is not the chosen workplace.  
Good opportunity for questions.

### Experiments

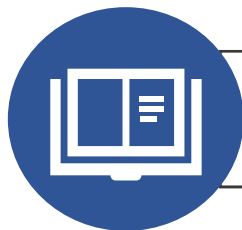
Fewer experiments with more details.  
Monotonous.  
No recognizable added value of the teaching experiments.



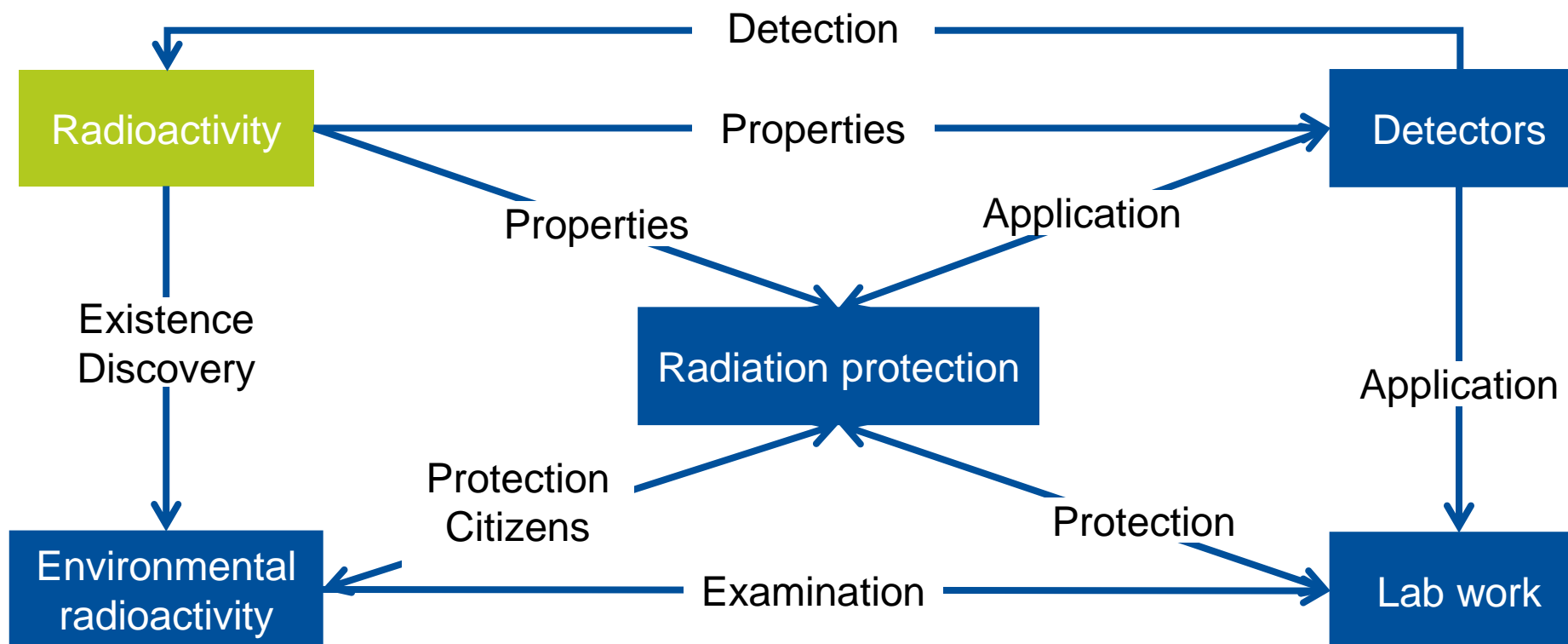
(adapted from Fraefel, 2014)



(adapted from Fraefel, 2014)

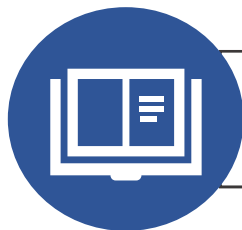


Let's take a look at the topics of the experiments

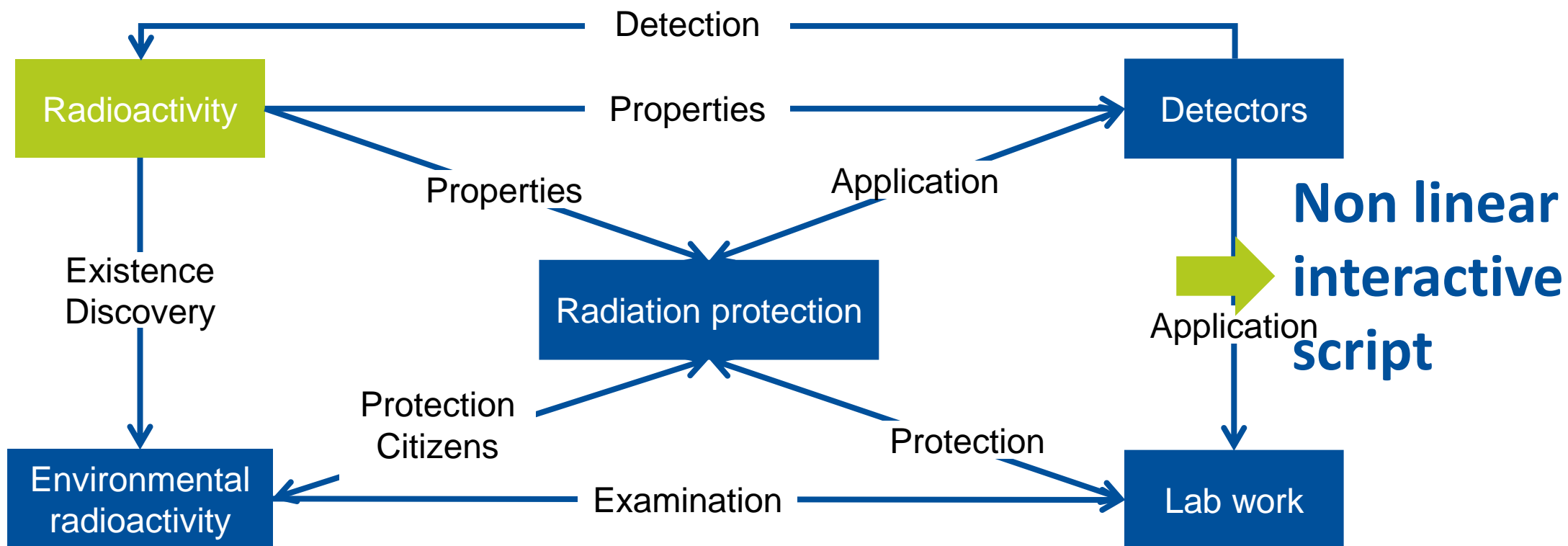


*Simplified visualisation of the links between the topics in the lab course*





Let's take a look at the topics of the experiments



*Simplified visualisation of the links between the topics in the lab course*



ILIAS

Magazin > Lehre der Fakultäten und Institute > Fakultät für Mathematik und Physik > Institut für Radioökologie und Strahlenschutz > 2024/25 WiSe > Vorbereitungskurs für das Laborpraktikum Strahlenschutz



## Prep course for the laboratory course: Radiation Protection

Aktionen ▾

Das Laborpraktikum kann zusätzlich zur Vorlesung "Strahlenschutz und Radioökologie" besucht werden und findet als Blockpraktikum für manche Teilnehmende auch schon am Anfang des Semesters statt. In diesem Vorbereitungskurs finden Sie die relevanten Inhalte des Themengebietes "Radioaktivität" für das Praktikum zusammengefasst. Des Weiteren lernen Sie die Versuche kennen und erhalten die Möglichkeit sich zielgerichtet auf deren Durchführung vorzubereiten.

Inhalt Info Mitglieder Lernfortschritt



**Welcome**  
zum E-learning Vorbereitungskurs für das Laborpraktikum Strahlenschutz.

## Content

- Der radioaktive Zerfall
- Alpha-, Beta- und Gammastrahlung
- Nachweisgeräte
- Natürliche Radioaktivität
- Schutzmaßnahmen und Dosimetrie
- Arbeit im Labor

Bei Fragen zu Inhalten oder der Lernumgebung können Sie sich gerne melden.

[Die Kontaktdaten finden Sie ganz unten auf der Seite!](#)

## For a successful workflow:



Das Themengebiet "Radioaktivität" ist groß. Wie Sie dem Inhalt entnehmen können, werden Sie im Praktikum viele verschiedene Untergebiete kennenlernen. Einige der Inhalte werden Ihnen aus der Vorlesung "Experimentalphysik IVa" bekannt vorkommen, andere haben Sie in der begleitenden Vorlesung "Strahlenschutz und Radioökologie" kennengelernt. Damit Sie sich gezielt auf das Praktikum vorbereiten können, haben wir für Sie in diesem Vorbereitungskurs alle relevanten Inhalte des Themengebietes "Radioaktivität" für das Praktikum zusammengefasst.

Viel Spaß beim Bearbeiten und eine erfolgreiche Vorbereitung!



From here you can go to the individual learning units!  
Click on the individual unit to work on the content.

Lerneinheiten ▾



## Unit 1: List of Experiments



## Welcome to the Unit about the Experiments



### Goals of the Unit

- Sie beschreiben die Versuchsdurchführungen und benennen notwendiges Material.
- Sie benennen notwendige Messgrößen und Zusammenhänge für die Auswertung der Versuche.
- Sie formulieren gezielte Fragen zu unklaren Versuchen.

Die Versuche des Praktikums sind in die folgenden Themengebiete unterteilt:

- U: Umweltradioaktivität
- E: Eigenschaften von ionisierender Strahlung
- G: Geiger-Müller-Zählrohr
- P: Proportionalzählrohr
- K: Kontamination
- N: Neutronen
- L: Lehramtsversuche



### To the List of Experiments

Klicken Sie hier, um zu der Liste der Versuche zu gelangen.



## U.1: Handling Personal Dosimeters

### Theoretical background

Klären Sie mithilfe der Theorieeinheiten die folgenden Fragen:

- Was ist ein Personendosimeter?
- Was ist die Personendosis?
- Wofür werden Personendosimeter eingesetzt?
- Was ist im Umgang mit Personendosimetern zu beachten?
- Was ist der Unterschied zwischen geeichten und kalibrierten Messgeräten?
- Welche Grenzwerte sind einzuhalten?

### Goals

Formulieren Sie das Ziel des Versuchs!

### Implementation

Zur Überwachung Ihrer Personendosis während des Praktikums werden Sie für die Praktikumsdauer ein Personendosimeter tragen, welches Ihre Personendosis detektiert. Notieren Sie Ihre Dosis nach jedem Praktikumstag.

Führen Sie außerdem mit Ihren Dosimetern Kontrollmessungen durch. Dazu nutzen Sie einen Cs-137 - Prüfstrahler mit einer Normaktivität von 3,7 MBq (01.09.2009). Messen Sie die Kontrollzeit, die Zeit bis zum Erreichen der Dosis 100  $\mu\text{Sv}$ .



Die Kontrollzeit  $T_k$  des Cs-137 Prüfstrahlers betrug am 01.09.2009 im Mittel 151 Sekunden.

### Analysis

Werten Sie die Kontrollmessungen aus: Bestimmen Sie zuerst den Korrekturfaktor  $k_s$  mithilfe von Tabelle 1. Dieser Faktor berücksichtigt die Abnahme der Aktivität des Kontrollstrahlers. Berechnen Sie damit die korrigierte Kontrollzeit  $T_k^s = T_k / k_s$ .





ILIAS

Magazin > Lehre der Fakultäten und Institute > Fakultät für Mathematik und Physik > Institut für Radioökologie und Strahlenschutz > 2024/25 WiSe > Vorbereitungskurs für das Laborpraktikum Strahlenschutz



## Prep course for the laboratory course: Radiation Protection

Aktionen ▾

Das Laborpraktikum kann zusätzlich zur Vorlesung "Strahlenschutz und Radioökologie" besucht werden und findet als Blockpraktikum für manche Teilnehmende auch schon am Anfang des Semesters statt. In diesem Vorbereitungskurs finden Sie die relevanten Inhalte des Themengebietes "Radioaktivität" für das Praktikum zusammengefasst. Des Weiteren lernen Sie die Versuche kennen und erhalten die Möglichkeit sich zielgerichtet auf deren Durchführung vorzubereiten.

Inhalt Info Mitglieder Lernfortschritt



Welcome

zum E-learning Vorbereitungskurs für das Laborpraktikum Strahlenschutz.

## Content

- Der radioaktive Zerfall
- Alpha-, Beta- und Gammastrahlung
- Nachweisgeräte
- Natürliche Radioaktivität
- Schutzmaßnahmen und Dosimetrie
- Arbeit im Labor

Bei Fragen zu Inhalten oder der Lernumgebung können Sie sich gerne melden.

[Die Kontaktdaten finden Sie ganz unten auf der Seite!](#)

## For a successful workflow:



Das Themengebiet "Radioaktivität" ist groß. Wie Sie dem Inhalt entnehmen können, werden Sie im Praktikum viele verschiedene Untergebiete kennenlernen. Einige der Inhalte werden Ihnen aus der Vorlesung "Experimentalphysik IVa" bekannt vorkommen, andere haben Sie in der begleitenden Vorlesung "Strahlenschutz und Radioökologie" kennengelernt. Damit Sie sich gezielt auf das Praktikum vorbereiten können, haben wir für Sie in diesem Vorbereitungskurs alle relevanten Inhalte des Themengebietes "Radioaktivität" für das Praktikum zusammengefasst.

Viel Spaß beim Bearbeiten und eine erfolgreiche Vorbereitung!

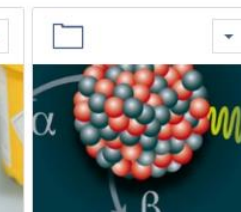


From here you can go to the individual learning units!  
Click on the individual unit to work on the content.

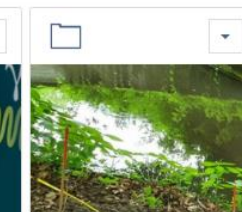
Lerneinheiten ▾



Unit 1



Unit 2




Unit 3



Unit 4

Unit 1: List of Experiments


Unit 2: Theory: Radioactive decay,  
Decay types &  
Detectors



## Welcome to the learning environment!

In dieser Lernumgebung wiederholen Sie Inhalte zu den Themen: Radioaktiver Zerfall, Strahlungsarten und Nachweisgeräte.

Kurs starten →




W I L L K O M M

### What content would you like to start with?

The radioactive decay →

Alpha, beta and gamma decay →

Detectors →



## Historical background

11  
102  
1004

Leibniz  
Universität  
Hannover




Abb. 1:  
Geschwärzte  
Fotoplatte mit  
Uransalz (1896).

Der französische Physiker Henri Becquerel entdeckte im Jahr 1896, dass eine Fotoplatte mithilfe von uranhaltigem Gestein geschwärzt werden kann. Damit entdeckte er die spontane Emission von Strahlung durch instabile Atomkerne. Dieses Phänomen ist heute als radioaktiver Zerfall bekannt. Weiter entdeckte Henri Becquerel, dass die von ihm entdeckte Strahlung Gase ionisiert und damit leitend macht.




Abb. 2: Ernest Rutherford und sein Atommodell mit Kern und Hülle (1911).

1899 stellte der britische Physiker Ernest Rutherford fest, dass instabile Atomkerne mindestens zwei Arten von Strahlung emittieren: Alpha- und Betastrahlung. Nur wenige Jahre später, 1902, stellte er mit Frederick Soddy die Theorie auf, dass Elemente zerfallen und dabei in andere Elemente umgewandelt werden.




Abb. 3: Ernest Rutherford und Hans Geiger im Labor.

Bei der Untersuchung der Streuung von Alphastrahlung ergaben sich unerwartete Beobachtungen, die mit dem bisherigen Atommodell nicht zu erklären waren. Zwei Jahre nach dem Streuexperiment, welches von seinen Mitarbeitern Geiger und Marsden durchgeführt wurde, veröffentlichte er das rutherfordische Atommodell, welches im Gegensatz zum bisherigen Modell zwischen einem Atomkern und einer Hülle unterscheidet.


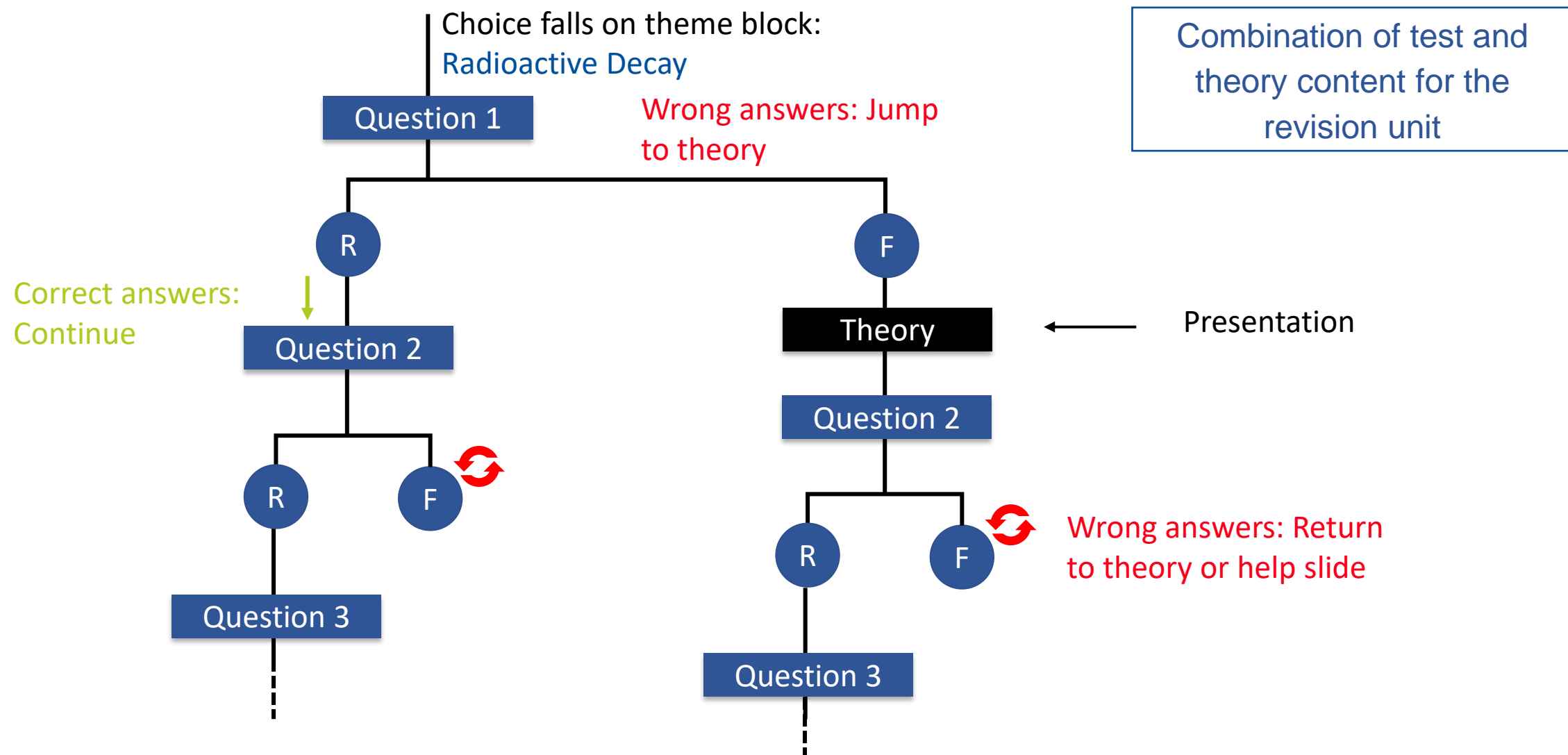


Abb. 4: Hans Geiger und Walter Müller.

Erste Nachweisgeräte für ionisierende Strahlung gab es schon im 19. Jahrhundert mit dem Elektroskop zur Untersuchung geladener Teilchen. Das erste Geiger-Müller-Zählrohr zur Detektion von ionisierender Strahlung von Hans Geiger und Walther Müller wurde 1928 entwickelt. Seitdem wurden zahlreiche weitere Methoden zur Messung und Charakterisierung von



Willkommen zur Lernumgebung!

Weiter »

## IRS Secular Equilibrium

11  
102  
1004

Leibniz  
Universität  
Hannover

Ist die Halbwertszeit bzw. die mittlere Lebensdauer des Mutternuklids deutlich größer als die des Tochternuklids, tritt ein säkulares (dauerndes) Gleichgewicht auf. Dieses wird mit Gleichung (10) beschrieben. Für die Aktivitäten der betrachteten Nuklide folgt Gleichung (11).

$$\tau_i \ll \tau_{i-1} \Rightarrow \lambda_i \gg \lambda_{i-1} \Rightarrow \lambda_i - \lambda_{i-1} \approx \lambda_i$$

$$\stackrel{(9)}{\Rightarrow} N_i(t) = \frac{\lambda_{i-1}}{\lambda_i} N_{i-1}(t) \quad (10)$$

$$A_{i-1} = \lambda_{i-1} \cdot N_{i-1} = \lambda_i \cdot N_i = A_i \quad (11)$$

Die Aktivitäten der Nuklide nähern sich nach 6 Halbwertszeiten des Tochternuklids einem Aktivitätsverhältnis von 98,4% und nach 10 Halbwertszeiten einem Aktivitätsverhältnis von 99,9% an. Somit wird ab 10 Halbwertszeiten von einem Gleichgewicht gesprochen, siehe Abbildung 11.

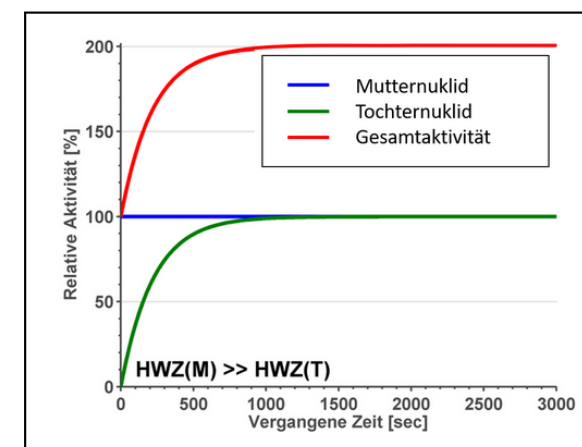


Abb. 11: Säkulares Gleichgewicht tritt ein, wenn die Halbwertszeit des Mutternuklids deutlich größer als die des Tochternuklids ist.



Willkommen zur Lernumgebung!

Weiter »



## Is there a Radioactive Equilibrium?

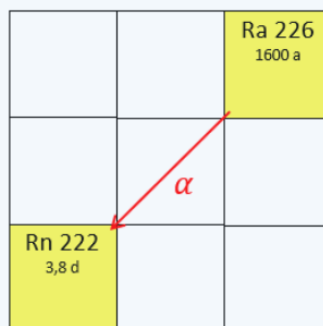
11  
102  
1004

Leibniz  
Universität  
Hannover

### Scenario 1

Betrachten Sie den Alphazerfall von Radium - 226 in die Tochter Radon - 222.

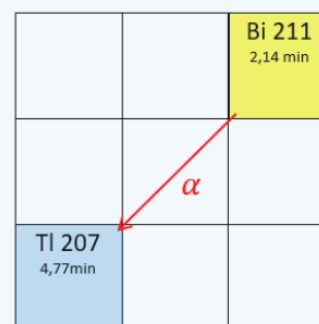
Tritt ein radioaktives Gleichgewicht ein? Wenn ja, welches?



### Scenario 2

Betrachten Sie den Alphazerfall von Bismut - 211 in die Tochter Thallium - 207.

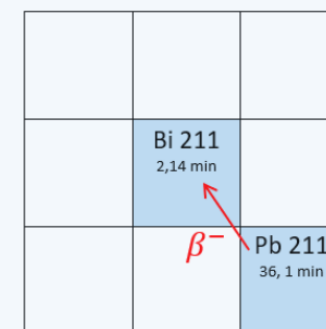
Tritt ein radioaktives Gleichgewicht ein? Wenn ja, welches?



### Scenario 3

Betrachten Sie den Betazerfall von Blei - 211 in die Tochter Bismut - 211.

Tritt ein radioaktives Gleichgewicht ein? Wenn ja, welches?







ILIAS

Magazin > Lehre der Fakultäten und Institute > Fakultät für Mathematik und Physik > Institut für Radioökologie und Strahlenschutz > 2024/25 WiSe > Vorbereitungskurs für das Laborpraktikum Strahlenschutz



## Prep course for the laboratory course: Radiation Protection

Aktionen ▾

Das Laborpraktikum kann zusätzlich zur Vorlesung "Strahlenschutz und Radioökologie" besucht werden und findet als Blockpraktikum für manche Teilnehmende auch schon am Anfang des Semesters statt. In diesem Vorbereitungskurs finden Sie die relevanten Inhalte des Themengebietes "Radioaktivität" für das Praktikum zusammengefasst. Des Weiteren lernen Sie die Versuche kennen und erhalten die Möglichkeit sich zielgerichtet auf deren Durchführung vorzubereiten.

Inhalt Info Mitglieder Lernfortschritt



**Welcome**  
zum E-learning Vorbereitungskurs für das Laborpraktikum Strahlenschutz.

## Content

- Der radioaktive Zerfall
- Alpha-, Beta- und Gammastrahlung
- Nachweisgeräte
- Natürliche Radioaktivität
- Schutzmaßnahmen und Dosimetrie
- Arbeit im Labor

Bei Fragen zu Inhalten oder der Lernumgebung können Sie sich gerne melden.

[Die Kontaktdaten finden Sie ganz unten auf der Seite!](#)

## For a successful workflow:



Das Themengebiet "Radioaktivität" ist groß. Wie Sie dem Inhalt entnehmen können, werden Sie im Praktikum viele verschiedene Untergebiete kennenlernen. Einige der Inhalte werden Ihnen aus der Vorlesung "Experimentalphysik IVa" bekannt vorkommen, andere haben Sie in der begleitenden Vorlesung "Strahlenschutz und Radioökologie" kennengelernt. Damit Sie sich gezielt auf das Praktikum vorbereiten können, haben wir für Sie in diesem Vorbereitungskurs alle relevanten Inhalte des Themengebietes "Radioaktivität" für das Praktikum zusammengefasst.

Viel Spaß beim Bearbeiten und eine erfolgreiche Vorbereitung!



From here you can go to the individual learning units!  
Click on the individual unit to work on the content.

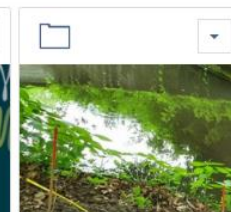
Lerneinheiten ▾



Unit 1



Unit 2



Unit 3



Unit 4

Unit 1: List of Experiments

Unit 2: Theory: Radioactive decay,  
Decay types &  
Detectors

Unit 3: Theory: Environmental Radioactivity,  
Radiation Protection



## Welcome to the Unit about the Environmental Radioactivity and Radiation Protection



### Goals of the Unit

- Sie benennen terrestrische und kosmogene Radionuklide.
- Sie beschreiben natürliche Zerfallsreihen.
- Sie benennen die Grenzwerte für den Strahlenschutz.
- Sie definieren verschiedene Dosisbegriffe.
- Sie unterscheiden Orts- und Personendosis.
- Sie benennen verschiedene Dosimeter und deren Einsatzgebiete.
- Sie erklären die Notwendigkeit von Strahlenschutzmaßnahmen.
- Sie erläutern Strahlenschutzmaßnahmen und Ihr Verhalten im Kontrollbereich.
- Sie erläutern die 4 A Regeln und benennen Einsatzmöglichkeiten.



### Bearbeiten Sie hier die Inhalte

Klicken Sie sich hier durch die Lernumgebung zum Thema: "Natürliche Radioaktivität und Strahlenschutz". Wenn Sie noch keine Lernumgebung bearbeitet haben, schauen Sie sich das Einführungsvideo auf der Hauptseite an.

H5P



Natürliche Radioaktivität und Strahlenschutz



Willkommen zur Lernumgebung!

Weiter >

## Radiation Protection

Aufgrund der ionisierenden Wirkung von Strahlung radioaktiver Präparate, kann es durch Exposition zu deterministischen Schäden, wie Verbrennungen oder stochastischen Schäden, wie Krebs kommen.



### Goals of Radiation Protection

1. Prevention of deterministic damage
2. Reducing the risk of stochastic damage

Der deutsche Strahlenschutz beruht auf Grundsätzen und Vorschriften, die im Strahlenschutzgesetz StrlSchG und der Strahlenschutzverordnung StrlSchV festgehalten sind. Für den praktischen Strahlenschutz, dem direkten Umgang mit radioaktiven Präparaten, wurden hieraus wichtige Verhaltensweisen und Regeln im Umgang mit radioaktiven Stoffen abgeleitet. Weiter findet eine Überwachung der Dosis statt, um ein Überschreiten der Grenzwerte zu verhindern, die im Strahlenschutzgesetz festgelegt werden.





Willkommen zur Lernumgebung!

Weiter »



## Principles of Radiation Protection

11  
102  
1004

Leibniz  
Universität  
Hannover

Im Strahlenschutzgesetz sind drei Grundsätzen festgehalten. Diese bilden eine Grundlage zum Umgang mit ionisierender Strahlung.

### 1 Justification

Jede Nutzung einer Quelle ionisierender Strahlung muss gerechtfertigt sein. Vor jedem Gebrauch muss es eine Abwägung des wirtschaftlichen, sozialen und sonstigen Nutzens geben. Die Tätigkeit darf nur gestartet werden, wenn ein angemessener Nutzen festgestellt wird. Dies bedeutet, dass der Nutzen ein gesundheitliches Risiko überwiegt.



### 2 Dose limitation

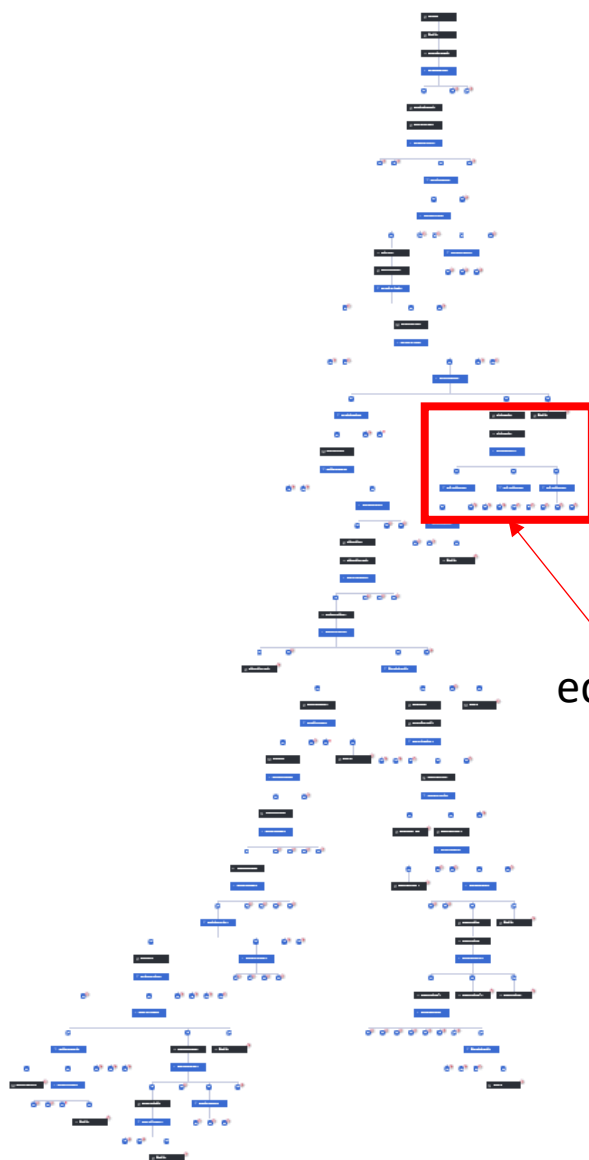
Das Gebot der Dosisbegrenzung legt unter anderem fest, wie hoch die Dosis maximal durch gerechtfertigte Tätigkeiten für eine Person der allgemeinen Bevölkerung sein darf. Hierbei werden verschiedene Expositionspfade berücksichtigt, sowie die durchschnittliche natürliche und künstliche Strahlenexposition. Für beruflich strahlenexponierte Personen gelten höhere Grenzwerte, die strenger überwacht werden.

### 3 Optimization

Allgemein gilt, dass jede unnötige Exposition vermieden werden soll. International ist dieses Gebot als ALARA bekannt. Das Ziel des dritten Grundsatzes besteht darin, die Wahrscheinlichkeit der Exposition, die Anzahl der exponierten Personen und die Dosis so weit wie möglich zu reduzieren.

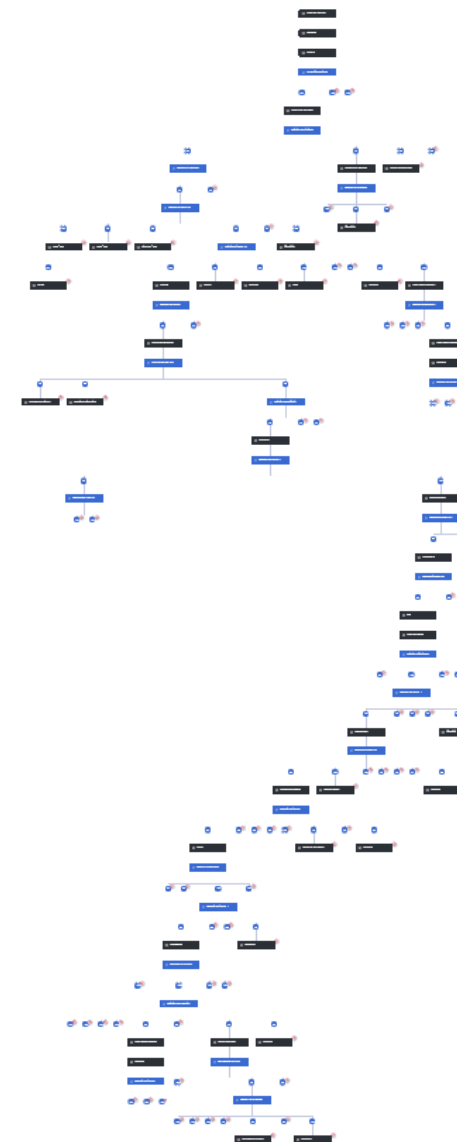
**ALARA**  
As Low As Reasonably Achievable





Whole  
Structure for  
Unit 2

Question  
on the  
equilibrium



Whole  
Structure for  
Unit 3





ILIAS

Magazin > Lehre der Fakultäten und Institute > Fakultät für Mathematik und Physik > Institut für Radioökologie und Strahlenschutz > 2024/25 WiSe > Vorbereitungskurs für das Laborpraktikum Strahlenschutz



## Prep course for the laboratory course: Radiation Protection

Aktionen ▾

Das Laborpraktikum kann zusätzlich zur Vorlesung "Strahlenschutz und Radioökologie" besucht werden und findet als Blockpraktikum für manche Teilnehmende auch schon am Anfang des Semesters statt. In diesem Vorbereitungskurs finden Sie die relevanten Inhalte des Themengebietes "Radioaktivität" für das Praktikum zusammengefasst. Des Weiteren lernen Sie die Versuche kennen und erhalten die Möglichkeit sich zielgerichtet auf deren Durchführung vorzubereiten.

Inhalt Info Mitglieder Lernfortschritt



**Welcome**  
zum E-learning Vorbereitungskurs für das Laborpraktikum Strahlenschutz.

## Content

- Der radioaktive Zerfall
- Alpha-, Beta- und Gammastrahlung
- Nachweisgeräte
- Natürliche Radioaktivität
- Schutzmaßnahmen und Dosimetrie
- Arbeit im Labor

Bei Fragen zu Inhalten oder der Lernumgebung können Sie sich gerne melden.

[Die Kontaktdaten finden Sie ganz unten auf der Seite!](#)

## For a successful workflow:



Das Themengebiet "Radioaktivität" ist groß. Wie Sie dem Inhalt entnehmen können, werden Sie im Praktikum viele verschiedene Untergebiete kennenlernen. Einige der Inhalte werden Ihnen aus der Vorlesung "Experimentalphysik IVa" bekannt vorkommen, andere haben Sie in der begleitenden Vorlesung "Strahlenschutz und Radioökologie" kennengelernt. Damit Sie sich gezielt auf das Praktikum vorbereiten können, haben wir für Sie in diesem Vorbereitungskurs alle relevanten Inhalte des Themengebietes "Radioaktivität" für das Praktikum zusammengefasst.

Viel Spaß beim Bearbeiten und eine erfolgreiche Vorbereitung!



From here you can go to the individual learning units!  
Click on the individual unit to work on the content.

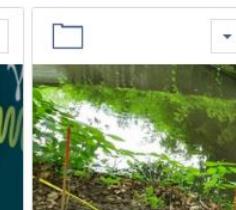
Lerneinheiten ▾



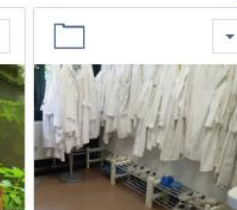
Unit 1



Unit 2



Unit 3



Unit 4

Unit 1: List of Experiments

Unit 2: Theory: Radioactive decay,  
Decay types &  
Detectors

Unit 3: Theory: Environmental Radioactivity,  
Radiation Protection

Unit 4: Exercise on Analysis Programs



## Welcome to the Unit about the Experiments



### Goals of the Unit

- Sie lernen QTI-Plot als Auswertungsprogramm kennen, falls Sie keine Vorerfahrungen zu Auswertungsprogrammen haben.
- Sie bearbeiten eine Beispielaufgabe mit einem Auswertungsprogramm Ihrer Wahl (nicht Excel) und bestimmen so die Halbwertszeit von Barium-137m.

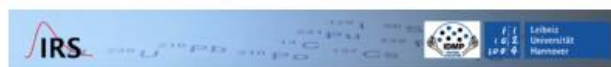


Schauen Sie sich das Einleitungsvideo zu QTI-Plot an, wenn Sie noch keine Vorerfahrungen mit diesem oder einem anderen Auswertungsprogramm haben. Da Excel für die geforderte Auswertung in diesem Praktikum nicht geeignet ist, zählt Ihre Erfahrung hier nicht.



[Hier geht es zum Download über die Universität.](#)

[Hier gibt es weitere Informationen.](#)



### Tutorial zur Arbeit mit qti-Plot

Hanne Schmitz<sup>1</sup>, Janne Hillberg<sup>1</sup>, Charlotte Fischer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut für Radiokologie und Strahlenschutz (IRS), Leibniz Universität Hannover



### Example

## Determination of the half-life of Ba-137m

In diesem Versuch wurde der Zerfall von Cäsium-137 in Barium-137 über den metastabilen Zustand Barium-137m untersucht. Ziel des Versuchs ist die Bestimmung der Halbwertszeit von Barium-137m. Es wurde ein Cs-Ba-Isotopengenerator genutzt und eine Messreihe zur Verfügung gestellt, bei der alle 30 Sekunden die Impulsrate der Lösung gemessen wurde. In Tabelle 1 sind die Messdaten abzüglich des Nulleffekts von 200 Impulsen in 10 Minuten zu finden.

### Table: Measurement data

| Zeit [min] | 0,5 | 1   | 1,5 | 2   | 2,5 | 3    | 3,5 | 4    | 4,5 | 5    | 5,5 | 6    | 6,5 | 7    | 7,5 |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| Impulse    | 720 | 633 | 567 | 482 | 468 | 370  | 332 | 251  | 236 | 224  | 181 | 174  | 125 | 134  | 120 |
| Zeit [min] | 8   | 8,5 | 9   | 9,5 | 10  | 10,5 | 11  | 11,5 | 12  | 12,5 | 13  | 13,5 | 14  | 14,5 |     |
| Impulse    | 93  | 70  | 82  | 58  | 73  | 42   | 56  | 36   | 25  | 32   | 25  | 11   | 10  | 13   |     |

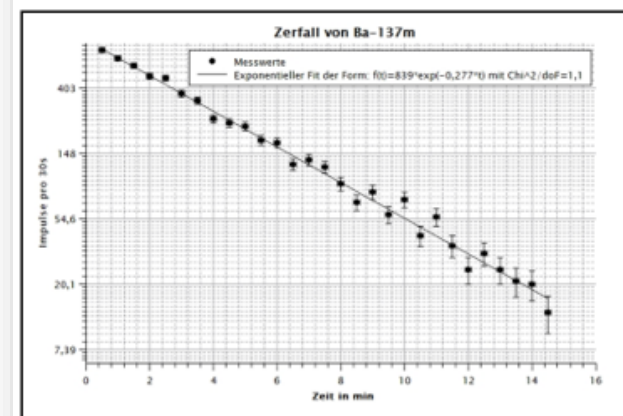


Abbildung 1: Zerfalls von Barium-137m mit exponentiellem Fit zur Bestimmung der Halbwertszeit.

Der Zerfall von Ba-137m in den Grundzustand kann mit dem Zerfallsgesetz (1) beschrieben werden.

Die Messdaten werden daher exponentiell gefittet und über die Konstante  $\frac{\ln(2)}{T_{1/2}}$  kann die

Halbwertszeit  $T_{1/2}$  bestimmt werden.

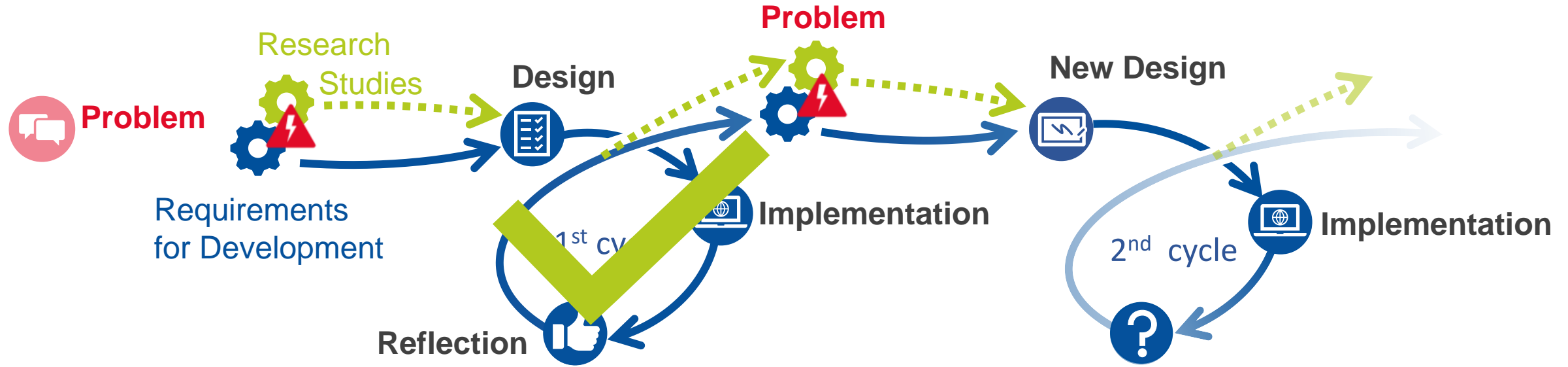
$$f(t) = I_0 \cdot \exp\left(-\frac{\ln(2)}{T_{1/2}} t\right) \quad (1)$$

Für die vorliegenden Messwerte ergibt sich mit einem Chi-Quadrat von 1,1:

- $I_0 = (839 \pm 19) \text{ Imp/30s}$
- $\frac{\ln(2)}{T_{1/2}} = (0,277 \pm 0,005) 1/\text{min}$

Dass das Chi-Quadrat knapp über 1 liegt, lässt sich mit den Schwankungen der Messwerte ab ca. 6 min erklären, siehe Abbildung 1.

Als Halbwertszeit ergibt sich  $(2,50 \pm 0,05) \text{ min}$ , was im Rahmen der Unsicherheiten mit dem Literaturwert von 2,55 min übereinstimmt.



(Ejersbo et al., 2008)

(adapted from Fraefel, 2014)

Thank you for your attention!

For further information  
Charlotte Fischer  
fischer@irs.uni-hannover.de



H5P Group (2025). Create, share and reuse interactive HTML5 content in your browser. Abgerufen am 04.03.2024, von <https://h5p.org/>

Reinmann, G. (2018). Reader zu Design-Based Research. Hamburg. Online verfügbar unter: [http://gabi-reinmann.de/?page\\_id=4000](http://gabi-reinmann.de/?page_id=4000)

Sajons, C. M., Janssen, S., Friege, G., & Komorek, M. (2020). *Design-based research als zukunftsweisender Ansatz in der Schülerlaborforschung*. In L. Beyer, C. Gorr, C. Kather, M. Komorek, P. Röben, & S. Selle (Eds.), *Orte und Prozesse außerschulischen Lernens erforschen und weiterentwickeln: Tagungsband zur 6. Tagung Außerschulische Lernorte an der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg vom 29.-31. August 2018*

Fraefel, U. (2014). Design-based research as an ongoing process of innovation. Abgerufen am 04.03.2024, von [https://www.researchgate.net/figure/Design-based-research-as-an-ongoing-process-of-innovation-The-research-process-is\\_fig1\\_275040746](https://www.researchgate.net/figure/Design-based-research-as-an-ongoing-process-of-innovation-The-research-process-is_fig1_275040746)



Markieren Sie bearbeitete Themen mit einem x im Textfeld unter "Erledigt". Gehen Sie dafür die Liste von oben nach unten durch. Nicht bearbeitete Themen können Sie durch 2x "Enter" überspringen.

Haben Sie alle Fragen zu den Themengebieten beantwortet und Folien übersprungen, können Sie das Themengebiet ebenfalls als abgeschlossen markieren.

Erledigt?

### Grundlagen zum radioaktiven Zerfall

- ☐ Atomaufbau - Nuklidkarte

**+ 1 Frage**

- ☐ Grundlagen und Begriffe

**+ 2 Fragen**

**Alternativ: 4 Fragen**

- ☐ Zerfallsreihen und Gleichgewichte

**+ 1 Fragen**

Erledigt?

### Folgen von Strahlenexposition

- ☐ Materie- und Wellenstrahlung

**+ 1 Frage**

- ☐ Alphastrahlung

**+ 2 Fragen**

- ☐ Betastrahlung

**+ 3 Fragen**

- ☐ Gammastrahlung

**+ 1 Frage**

- ☐ Weitere Kernprozesse

Erledigt?

### Nachweisgeräte

- ☐ Messgeräte

- ☐ Geiger-Müller-Zählrohr

**+ 1 Frage**

**Alternativ: 2 bis 4 Fragen**

- ☐ Proportionalzählrohr

**Alternativ: 2 Fragen**

**+ allgemeine Frage**