

Kern- und Teilchenphysik als Workshop in der Sek I

Vortrag von David Borgelt

Institut für Kernphysik, Westfälische Wilhelms-Universität Münster

Was?

Eure Lehrkraft?

Eure Mitschüler:innen?

Teilchenphysik in der Sek I? Eure Erfahrungen!

Experimente?

Was blieb besonders in Erinnerung?

Wann?

**Status Quo und
"Wieso sollen die sich überhaupt
damit auseinandersetzen?!"**



Inhaltsfeld 6: Sterne und Weltall

„An anschaulichen Beispielen qualitativ demonstrieren, wie Informationen über das Universum gewonnen werden können (Parallaxen, Spektren)“

Inhaltsfeld 10: Ionisierende Strahlung und Kernenergie

„Den Aufbau von Atomen, Atomkernen und Isotopen sowie die Kernspaltung und Kernfusion mit einem passenden Modell beschreiben“

Meistens ab der neunten Klasse...

▼ Ph9 Lernbereich 2: Atome (ca. 8 Std.)

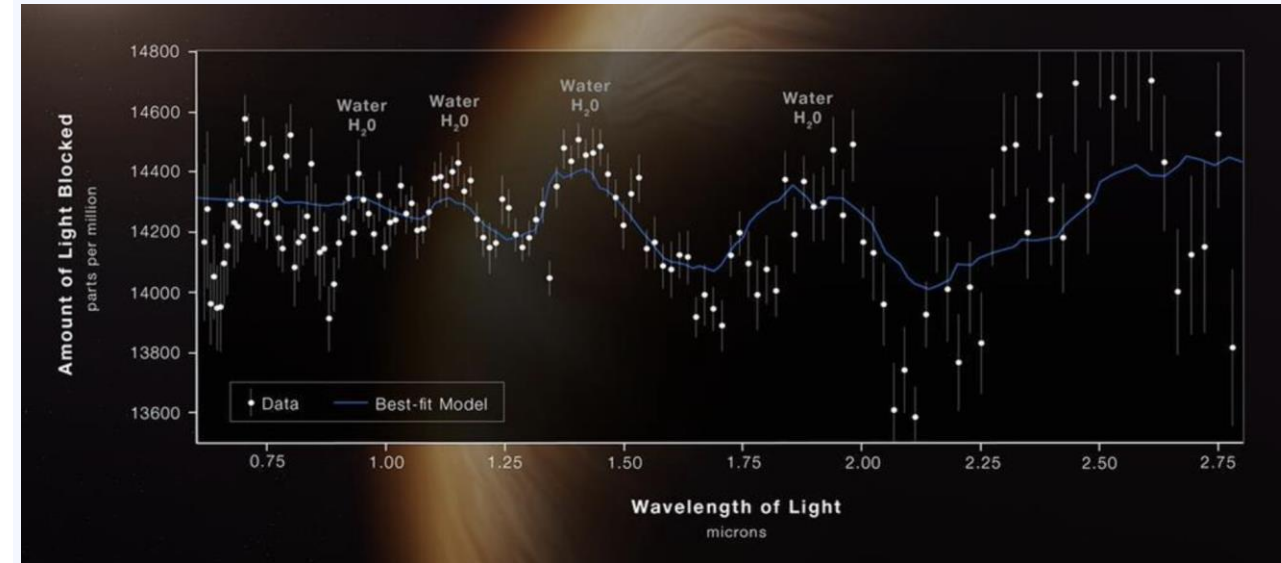
Kompetenzerwartungen

Die Schülerinnen und Schüler ...

- verwenden das Photonenmodell, um experimentelle Beobachtungen, z. B. zur Fluoreszenzanregung durch unterschiedliche Lichtquellen, plausibel zu machen. Sie beurteilen die von Photonen unterschiedlicher Spektralbereiche ausgehenden Risiken.
- erklären Emissions- und Absorptionsspektren auf der Grundlage des Energiestufenmodells des Atoms sowie des Photonenmodells des Lichts und führen einfache Berechnungen mit Energiewerten durch.
- interpretieren ein Diagramm zum Absorptionsverhalten der Erdatmosphäre als Überlagerung von Absorptionsdiagrammen verschiedener Gase.

Inhalte zu den Kompetenzen:

- Photonenmodell des Lichts, Zusammenhang zwischen Farbe und Photonenenergie, Ultraviolettstrahlung und Infrarotstrahlung
- diskrete und kontinuierliche optische Spektren
- Energiestufenmodell des Atoms: diskrete Energiestufen, Energieaufnahme und Energieabgabe von Atomen durch Absorption und Emission von Photonen
- Absorptionsspektrum der Erdatmosphäre



© NASA, ESA, CSA, STScI, and the Webb ERO Production Team

Screenshot: <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/9/physik>
08.08.2022

▼ Ph10 Lernbereich 4: Kernphysik (ca. 14 Std.)

Kompetenzerwartungen

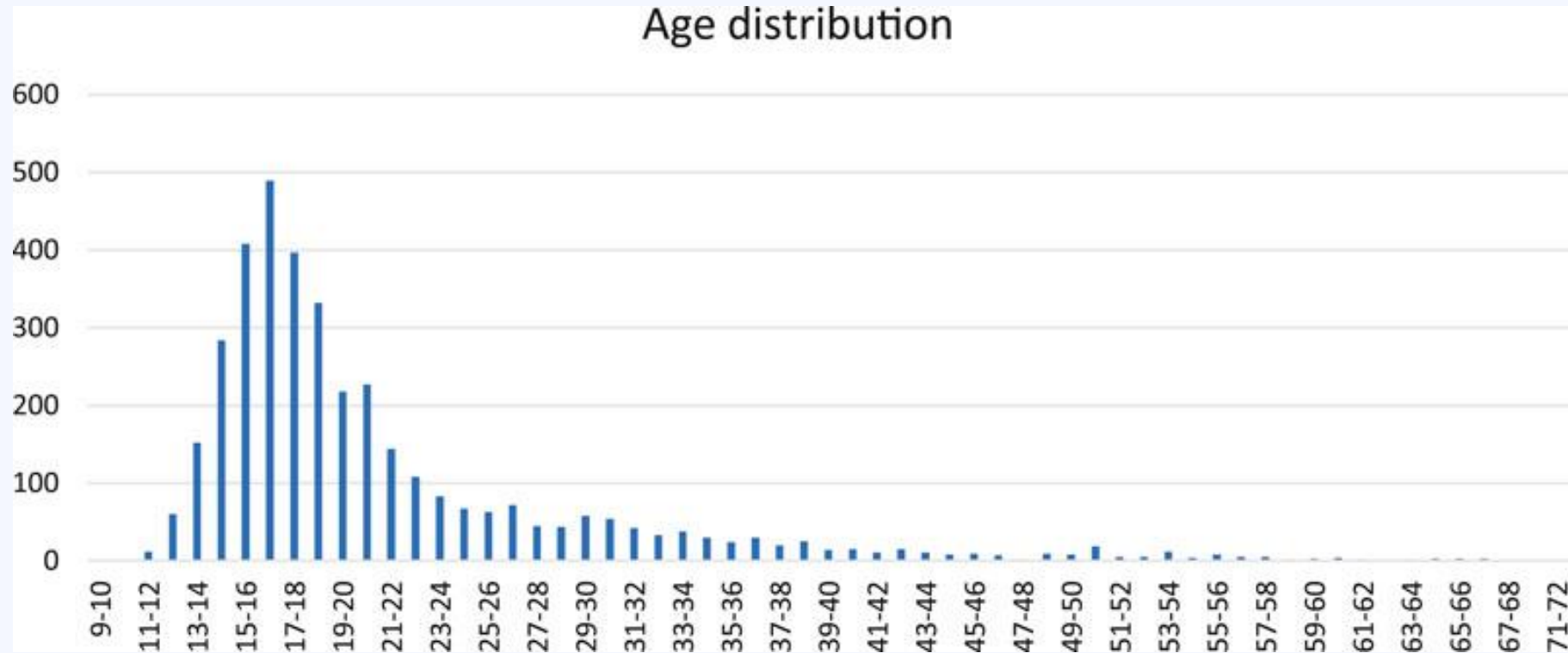
Die Schülerinnen und Schüler ...

- recherchieren selbständig in unterschiedlichen Quellen zu Themen der Kernphysik (z. B. Entdeckung und Nachweis der Radioaktivität, Eigenschaften der Strahlungsarten, Quarks) und ordnen die gesichteten Quellen in Bezug auf die vorgegebene Aufgabenstellung nach dem Grad ihrer Verwendbarkeit.
- stellen Zerfallsgleichungen zu α - und β -Zerfällen auf, deuten die γ -Strahlung als eine vom Kern abgegebene Strahlung aus energiereichen Photonen und führen die Umwandlungen der Kerne auf den Aufbau der Nukleonen aus Quarks zurück.
- erklären mithilfe der Äquivalenz von Masse und Energie die Energiefreisetzung exemplarisch beim α -Zerfall sowie bei einer einfachen Kernreaktion und erläutern die prinzipielle Funktionsweise eines Kernreaktors.
- bestimmen graphisch aus Zerfallskurven oder mittels Berechnungen die Halbwertszeit radioaktiver Isotope und nutzen sie zur Identifizierung von Isotopen sowie zur Beantwortung anwendungsbezogener Fragestellungen.
- kategorisieren Argumente in wertenden Kommentaren zu kernphysikalischen Themen in unterschiedlichen Medien (z. B. Zeitungen, Foren, Werbeflyer, Filmen) oder in Diskussionen und prüfen sie auf ihre fachliche Korrektheit. Sie reflektieren über die Interessenlage der Urheber und verfassen eine Stellungnahme.
- formulieren auf der Grundlage ihrer Kenntnisse eine eigene Bewertung zu einem Thema aus dem Bereich Radioaktivität (z. B. medizinische Anwendung und biologische Strahlenwirkung) und beziehen außerfachliche Aspekte mit ein.

Inhalte zu den Kompetenzen:

- Entdeckung der Radioaktivität
- grundlegende Eigenschaften und Entstehung von α -, β - und γ -Strahlung
- Aufbau des Atomkerns aus Protonen und Neutronen, Aufbau der Nukleonen aus Quarks
- Äquivalenz von Masse und Energie, Berechnung der frei werdenden Energie beim α -Zerfall und bei einem einfachen Kernprozess
- Halbwertszeit
- biologische Strahlenwirkung, Strahlenschutzmaßnahmen

Screenshot: <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/gymnasium/9/physik>
08.08.2022



„This research is an exploratory study to identify criteria that contribute to creating educational videos for **informal learning**, so these possible criteria can be further investigated in follow-up studies. [...] The online survey took place from October 17, 2019 to November 23, 2019. 5,158 people took part in the survey, [...] The age range of participants spans 9 to 72 years, with a median age of 18 years (standard deviation = 8.78)“
<https://doi.org/10.3389/fcomm.2020.600595>

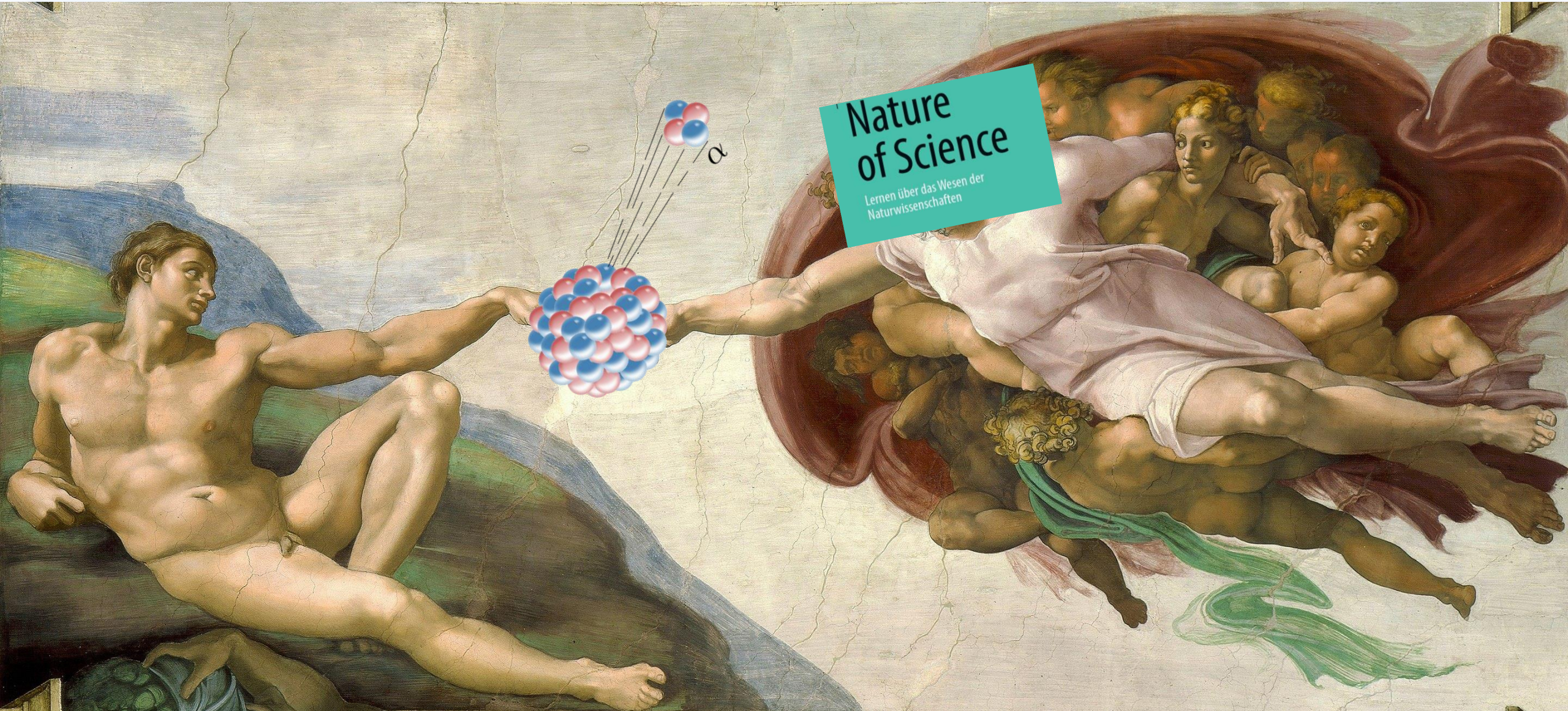
Education/studies in the field of natural sciences?

Answers	Quantity	Gross percentage
Yes (Y)	1102	28.39%
No (N)	2384	61.43%
No answer	395	10.18%
Total(gross)	3881	100.00%

How interested are you in science? 1 very interested - 5 not interested at all

Answer	Quantity	Gross-percentage
1 (1)	2124	54,73%
2 (2)	1148	29,58%
3 (3)	382	9.84%
4 (4)	112	2.89%
5 (5)	38	0.98%
No answer	77	1.98%
Total(gross)	3881	100.00%
Descriptive statistics		
Arithmetic mean		1.67
Standard deviation		0.21

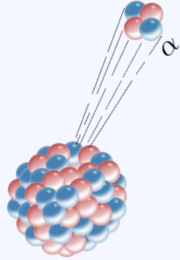
<https://doi.org/10.3389/fcomm.2020.600595>



Lasst mal drüber sprechen:

Wie funktioniert *Naturwissenschaft* denn überhaupt?





$$\left(\sin^2 \vartheta \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) + \sin \vartheta \frac{\partial}{\partial \vartheta} \left(\sin \vartheta \frac{\partial}{\partial \vartheta} \right) + \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right) u(r, \vartheta, \varphi) + \frac{2mr^2 \sin^2 \vartheta}{\hbar^2} \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} + E \right) u(r, \vartheta, \varphi) = 0. \quad (11.17)$$

$$u(r, \vartheta, \varphi) = R(r)\Theta(\vartheta)\Phi(\varphi). \quad (11.18)$$

$$\underbrace{\frac{1}{R(r)} \sin^2 \vartheta \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial R(r)}{\partial r} \right)}_{R(r) - \text{abhängig}} + \underbrace{\frac{1}{\Theta(\vartheta)} \sin \vartheta \frac{\partial}{\partial \vartheta} \left(\sin \vartheta \frac{\partial \Theta(\vartheta)}{\partial \vartheta} \right)}_{\Theta(\vartheta) - \text{abhängig}} + \underbrace{\frac{1}{\Phi(\varphi)} \frac{\partial^2 \Phi(\varphi)}{\partial \varphi^2}}_{\Phi(\varphi) - \text{abhängig}} + \underbrace{\frac{2mr^2 \sin^2 \vartheta}{\hbar^2} \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} + E \right)}_{r - \text{abhängig}} = 0. \quad (11.19)$$

Die Gleichung separieren. Wir ordnen nun die Gleichung (11.19) um, so dass der Teil

$$\underbrace{\frac{\sin^2 \vartheta}{R(r)} \frac{\partial}{\partial r} \left(r^2 \frac{\partial R(r)}{\partial r} \right) + \frac{\sin \vartheta}{\Theta(\vartheta)} \frac{\partial}{\partial \vartheta} \left(\sin \vartheta \frac{\partial \Theta(\vartheta)}{\partial \vartheta} \right) + \frac{2mr^2 \sin^2 \vartheta}{\hbar^2} \left(\frac{e^2}{4\pi\epsilon_0 r} + E \right)}_{\equiv m_l^2} = - \underbrace{\frac{1}{\Phi(\varphi)} \frac{\partial^2 \Phi(\varphi)}{\partial \varphi^2}}_{\equiv m_l^2}. \quad (11.20)$$

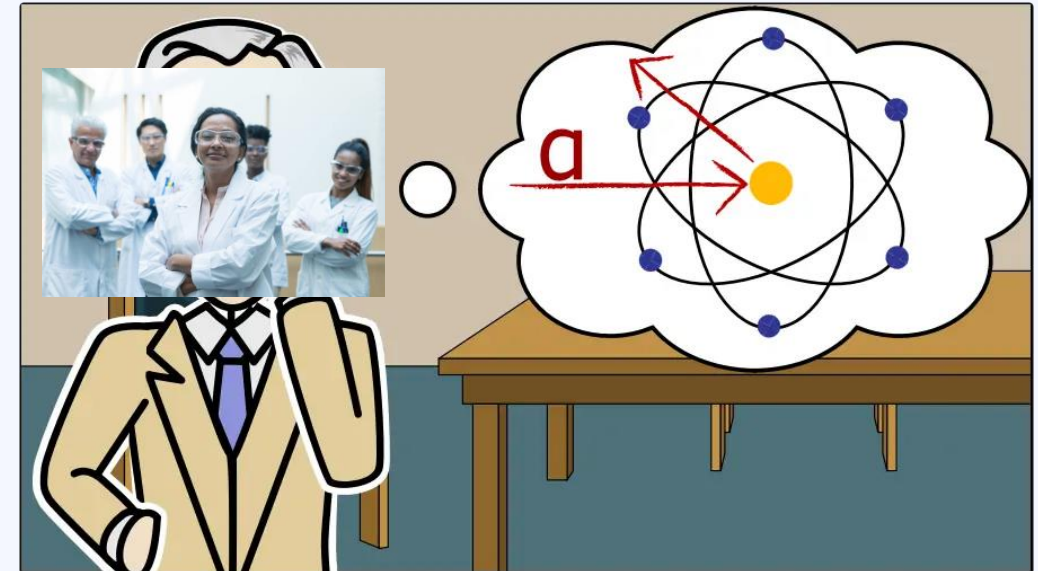
den wir im Folgenden eingehen. Somit lautet die Differentialgleichung zur Bestimmung

$$-\frac{1}{\Phi(\varphi)} \frac{\partial^2 \Phi(\varphi)}{\partial \varphi^2} = m_l^2. \quad (11.21)$$

$$\Phi_{m_l}(\varphi) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{im_l \varphi}, \quad (11.22)$$

<https://qudev.phys.ethz.ch/static/content/science/BuchPhysikIV/PhysikIVch11.html>

Nature of Science
Lernen über das Wesen der Naturwissenschaften



Ernest Rutherford (1871 - 1937)

Ernest Rutherford ist ein Nobelpreisträger, der in Neuseeland geborener britischer Physiker am berühmtesten für seine Arbeit bei der Entdeckung der Existenz eines kleinen, dichten, positiven Kerns. Rutherford produzierte auch eine große Arbeit an Radioaktivität.

Erstellen Sie Ihre eigenen Storyboard That

- **Kern- und Teilchenphysik** hat **gesellschaftliche Relevanz** und steht im **Kernlehrplan**
- **Jugendliche sind** eine **Zielgruppe** von Naturwissenschaftlichen Themen
- **Nature of Science** vermittelt Kompetenzen

“... Physik ist doch nur was für Nerds.”

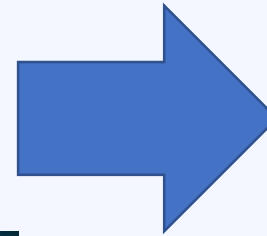
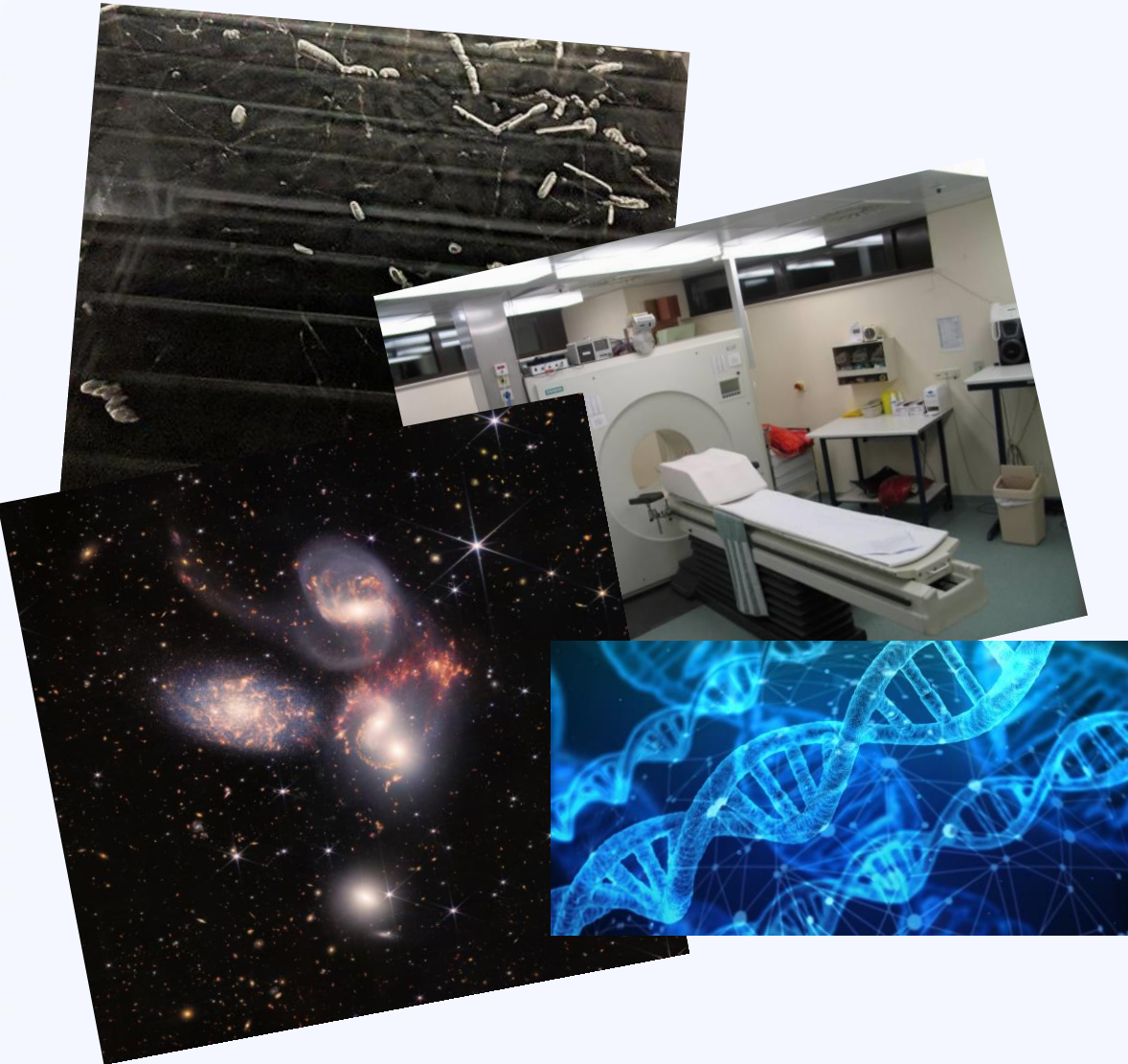


” Der Druck der Konformität und des empfundenen maskulinen Ambientes der Physik spiegelt sich auch auf der Ebene der Lernenden wider. Die Autorinnen und Autoren von [6], [9] und [10] stellten in verschiedenen Studien fest, dass eine gute Leistung in Physik von Mädchen und Jungen mit deutlich anderen Attributen für die jeweilige Person assoziiert wird als bei anderen Unterrichtsfächern. Einer fiktiven Schülerin, die im Physikunterricht gute Leistungen und hohes Interesse zeigt, wurden die Attribute unattraktiv, unbeliebt und sozial wenig integriert zugeschrieben. Kessels [10] berichtet darüber hinaus, dass gerade die Mädchen hier einem größeren Konformitätsdruck ausgesetzt zu sein scheinen, da die stereotypische Erwartung der Jungen noch höher sei als die der Mädchen, s. auch [9]. Sprich: Ein Junge mit Interesse und guten Leistungen in Musik wurde zwar von den Jungen, nicht aber von den Mädchen als eher unbeliebt und unattraktiv beschrieben. Ein Mädchen mit ebensolchen Neigungen zu Physik wurde hingegen von Mädchen und Jungen negativ attribuiert.

Cornelia Denz, Vielfältige Physik, Wissenschaftlerinnen schreiben über ihre Forschung, 2019, S.31

Also ab in den Alltag!

Mentimeter



	drei Generationen der Materie (Fermionen)			Wechselwirkungen (Bosonen)		
	I	II	III			
Masse	=2.2 MeV/c ²	=1.28 GeV/c ²	=173.1 GeV/c ²	0	=124.97 GeV/c ²	0
Ladung	2/3	2/3	2/3	0	0	0
Spin	1/2	1/2	1/2	1	0	2
	u Up	c Charm	t Top	g Gluon	H Higgs	G Graviton
	d Down	s Strange	b Bottom	γ Photon		
	e Elektron	μ Muon	τ Tau	Z Z-Boson		
	ν_e Elektron-Neutrino	ν_μ Muon-Neutrino	ν_τ Tau-Neutrino	W W-Boson		

Quarks (left side of the table)
Skalarbosonen (middle right)
Eichbosonen Vektorbosonen (bottom right)
Hypothetische Tensorbosonen (far right)

**“... und das wird dann nur noch
eben Lebesgue-integriert!”**

Zielgruppe beachten



Wer oder was ist eure Zielgruppe?

Was gibt es dabei zu beachten?

- Sek I:
 - Schulklassen mit Physik als Pflichtfach
 - Geringes bis kein Vorwissen
 - Abstraktion kann nicht vorausgesetzt werden
 - Möglicherweise erster/letzter akademischer Kontakt mit Physik
 - Stehen vor Wahl von weiterem Bildungsweg

- Masterclasses:
 - Meistens interessierte Teilnehmende
 - Wenn Schulklassen, dann meist Physik als Wahlfach
 - Viele Grundlagen sind bekannt



- Nebelkammer
 - Visuell beeindruckend
 - Spannender Aufbau
 - Macht Teilchen sichtbar
 - **GEFAHREN** beachten



- Erzählt über Erfahrungen
 - Warum hast du mit dem Studium begonnen? Realistisch bleiben!
 - Wie sieht der Forschungs- und Unialltag aus?
 - Was macht man mit so einem Abschluss?
 - Mit wem arbeitet ihr zusammen?



- Erzählt über euch
 - Stellt euch vor!
 - Wieso seid ihr ein:e Fellow?
 - Was habt ihr schon in der Physik erlebt?
 - Mit wem arbeitet ihr zusammen?



Noch Fragen?

