



DR. HANS RIEGEL-STIFTUNG

Masterclasses zur nuklearen Astrophysik

Philipp Lindenau

Forschung trifft Schule @home: Teilchenphysik in der Unterrichtspraxis

05.12.2024

Entwicklung und Folien: Hannes Nizsche



NETZWERK
TEILCHENWELT

DESIGNASPEKTE

1. Zugänglichkeit

- Für Schüler:innen
 - Keine Vorkenntnisse auf dem Bereich der Kern- und Astrophysik notwendig
 - Zielgruppe: Alter 15+
- Für Lehrkräfte:
 - Masterclass in Online- und Live-Format möglich
 - Keine Software-Installationen notwendig



DESIGNASPEKTE

1. Niederschwellig
2. 2 Verschiedene Masterclasses
 - Einblick in die nukleare Astrophysik aus verschiedenen Perspektiven
 - Zwei unabhängige Masterclasses
 - Nicht aufeinander aufbauend

1. MASTERCLASS
Kernphysikalische
Experimente



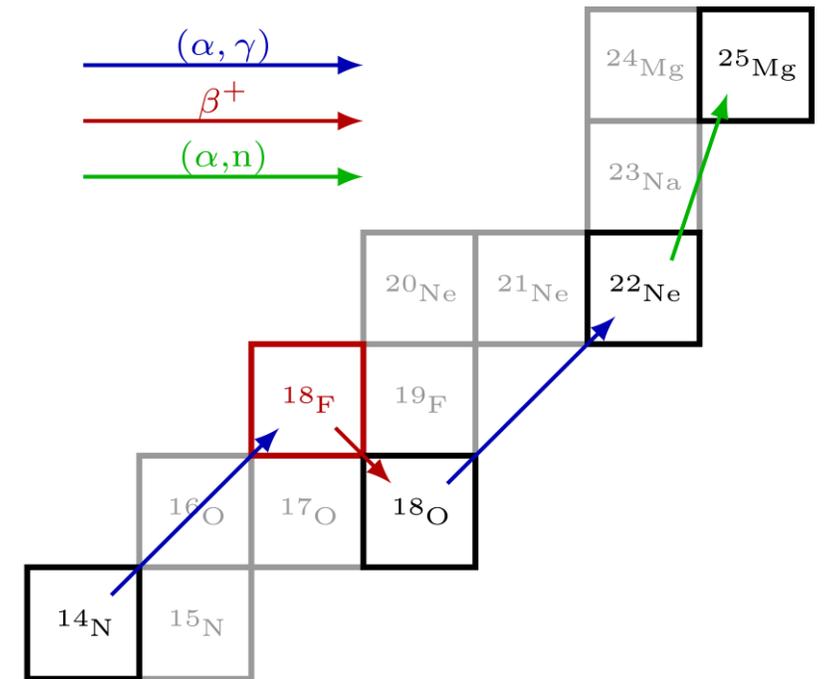
**NUKLEARE
ASTROPHYSIK**



2. MASTERCLASS
Astronomische
Beobachtung

ERSTE MASTERCLASS

- Datenanalyse erste Masterclass:
Analyse und Auswertung eines kernphysikalischen Experimentes
- Datensätze vom Felsenkellerlabor Dresden
- Forschungsfrage:
Woher kommen eigentlich die Neutronen?



ERSTE MASTERCLASS

- Datenanalyse erste Masterclass: Analyse und Auswertung eines kernphysikalischen Experimentes
- Aufgaben der Schüler:innen:
 - Gammaspektroskopie
 - Termschema verwenden
 - Hintergrundstrahlung berücksichtigen
 - Wirkungsquerschnitt und Reaktionsrate ermitteln

Datenanalyse der $^{14}\text{N}(\alpha, \gamma)^{18}\text{F}$ - Reaktion
1. Grundlagen der Gammaspektroskopie

Aufgabe 1 | Energie eines Gammaquants

a) Ein ruhender ^4He -Atomkern wird mit einem Heliumkern mit einer kinetischen Energie von $E_{\text{kin}} = 2 \text{ MeV}$ beschossen. Es wird eine Kernfusion ausgelöst, bei der nur ein Tochterkern entsteht. Stelle die Reaktionsgleichung auf und bestimme das Reaktionsprodukt.

b) Bei der Reaktion wird ein Gammaquant (Photon) freigesetzt, welches sich mit einer kinetischen Energie fortbewegt. Berechne mithilfe der Energieerhaltung und den Bindungsenergien der beteiligten Reaktionspartner (siehe Nuklidkarte) die kinetische Energie des Photons. Welche Annahmen hast du dabei treffen müssen?

c) Ist die berechnete Energie die einzig mögliche kinetische Energie, die das Photon haben kann? Beziehe deine Annahmen aus Aufgabe 1b in deine Begründung mit ein.

Aufgabe 2 | Energieniveaus

In der Abbildung 1 sind 4 mögliche Energieniveaus eines Atomkerns dargestellt. Beim Übergang von angeregten Zuständen in den Grundzustand werden Photonen freigesetzt, deren Energie von einem Detektor gemessen wird. Das Experiment wird mehrfach wiederholt und es wird ein Energiespektrum aufgenommen (siehe Abb. 2, groß in der Tabelle).

a) Einige Photonenenergien werden auffällig oft gemessen (sogenannte Peaks). In welchem Zusammenhang stehen die Energien der Peaks zu dem Energieniveauschema aus Abbildung 1? Erläutere. Formuliere den Zusammenhang mithilfe von Gleichungen.

b) Gehe zurück zu Frage 1c. Stimmt du noch immer mit deiner Vermutung überein? Korrigiere falls notwendig deine Vermutung.

Energie in keV

$E_1 = 3062$
 $E_2 = 2305$
 $E_3 = 1081$
 $E_0 = 0$ Grundzustand

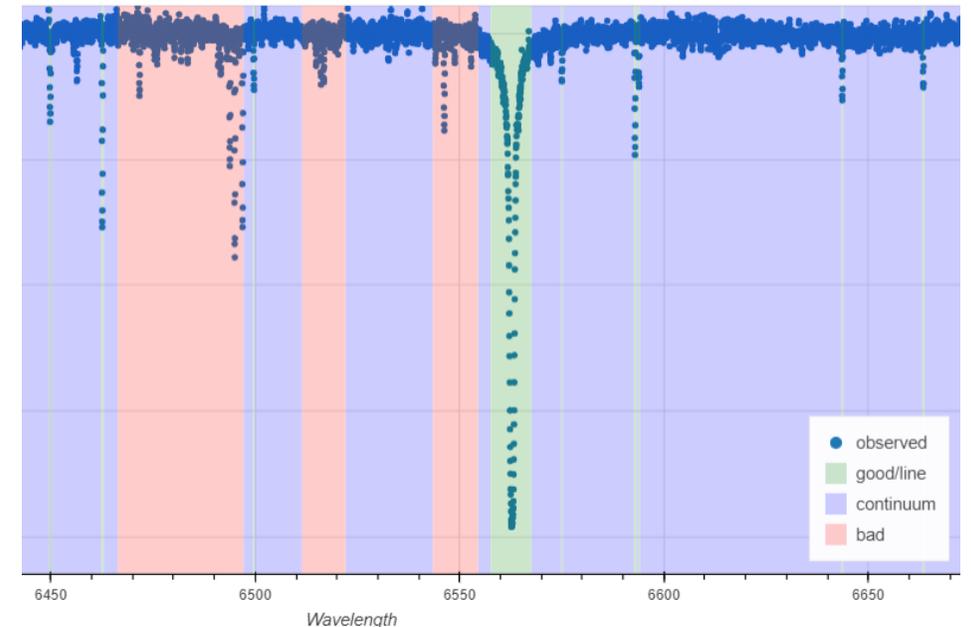
Abb. 1: Energieniveauschema

Abb. 2: Zugehöriges Energiespektrum

Data Analysis Work Sheets

ZWEITE MASTERCLASS

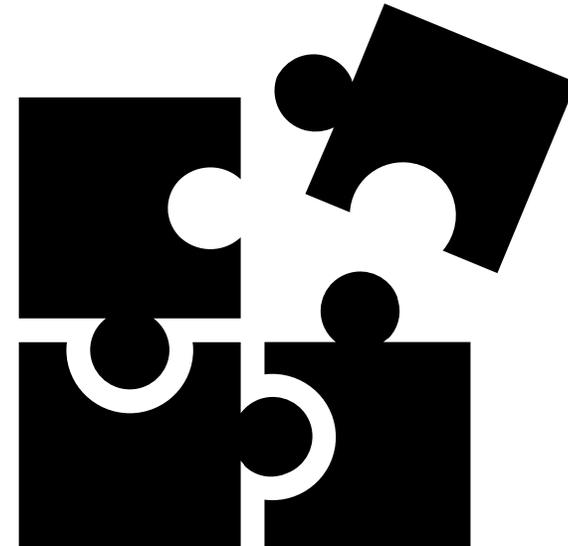
- **Datenanalyse zweite Masterclass:**
Analyse und Auswertung von Spektren alter Sterne
 - **Elementhäufigkeiten** in möglichst frühen Entwicklungsstadien des Kosmos messen
- Aufnahme der Spektren von schwedischen Astronomen mit dem VLT
- Forschungsfrage: *Warum gibt es so wenig Lithium?*
- **Aufgaben** der Schüler:innen:
 - Stellare Spektren untersuchen
 - Bedeutung stellarer Parameter ermitteln
 - Elementhäufigkeitsmessungen
 - Vergleich der gemessenen Lithiumhäufigkeiten mit theoretischen Vorhersagen



Input spectrum in WebSME

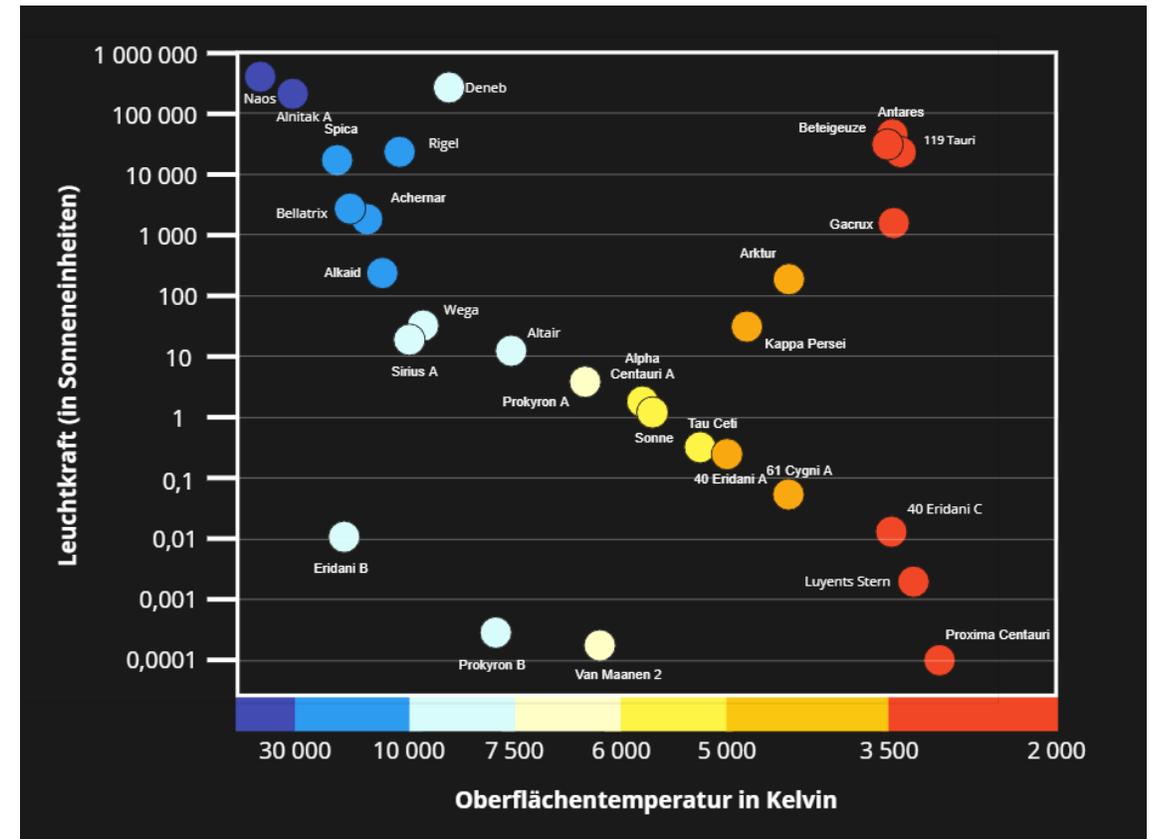
DESIGNASPEKTE

1. Niederschwellig
2. 2 Verschiedene Masterclasses
3. Schwerpunkt auf Gamification Elementen
 - Game based Learning
 - Interaktivität mit einem nicht interaktiven Lerngegenstand schaffen



GAMIFICATION

- Viele Aktivitäten mit Gamification-Elementen, bspw. ...
 - Gemeinsam ein Hertzsprung-Russell Diagramm bauen
 - Spielerische Herausforderungen & Wettbewerbe
 - Primordiales Nukleosynthese-Puzzle
 - Nuklid-Rennen



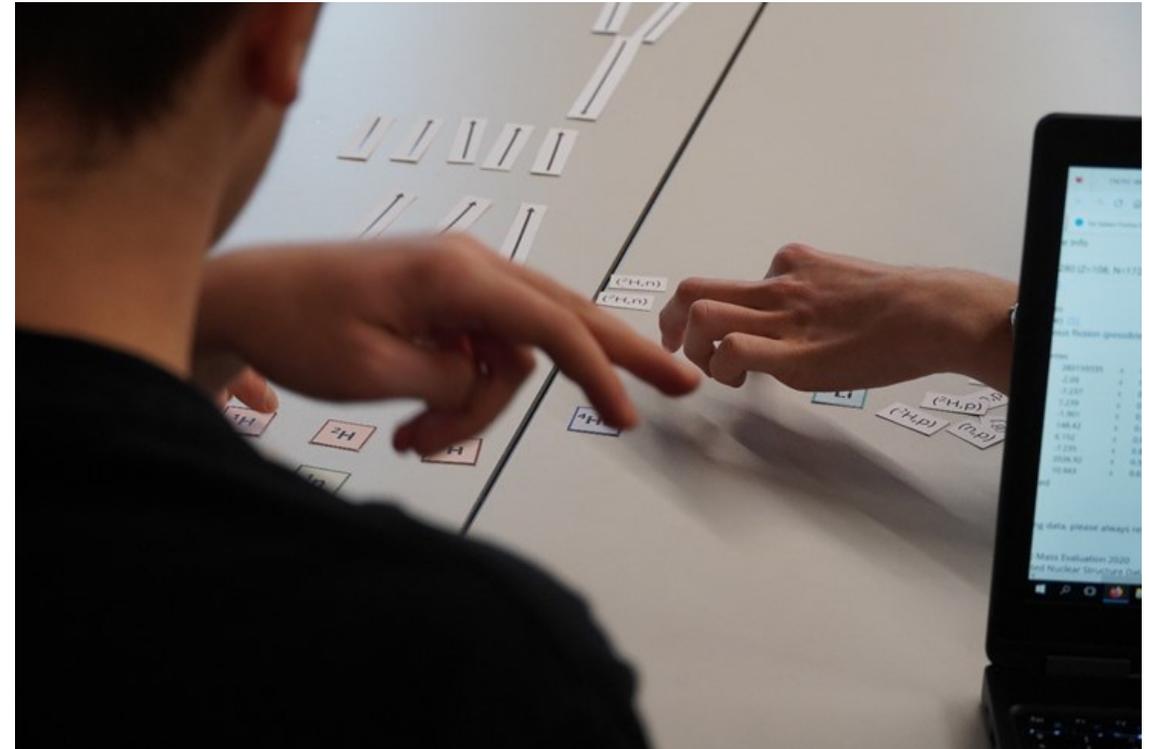
GAMIFICATION

- Viele Aktivitäten mit Gamification-Elementen, bspw. ...
 - Gemeinsam ein Hertzsprung-Russell Diagramm bauen
 - Spielerische Herausforderungen & Wettbewerbe
 - Primordiales Nukleosynthese-Puzzle
 - Nuklid-Rennen
 - ...

Kerne	Sterne	Kosmos
\$ 100	Warum drehen sich Sterne?	\$ 100
Warum besteht der Kern der Erde hauptsächlich aus Nickel und Eisen?	\$ 200	Wie funktioniert die Expansion des Universums?
\$ 300	\$ 300	\$ 300

GAMIFICATION

- Viele Aktivitäten mit Gamification-Elementen, bspw. ...
 - Gemeinsam ein Hertzprung-Russell Diagramm bauen
 - Spielerische Herausforderungen & Wettbewerbe
 - **Primordiales Nukleosynthese-Puzzle**
 - Nuklid-Rennen



GAMIFICATION

- Viele Aktivitäten mit Gamification-Elementen, bspw. ...
 - Gemeinsam ein Hertzprung-Russell Diagramm bauen
 - Spielerische Herausforderungen & Wettbewerbe
 - Primordiales Nukleosynthese-Puzzle
 - Nuklid-Rennen



ECKDATEN

Für wen: Für 8 - 24 Schüler:innen ab der 10. Klasse

Wo: In Schülerlaboren und Schulen

Wie lange: ca. 6 Zeitstunden (bzw. 8 Unterrichtsstunden)

Wer: durchgeführt von Wissenschaftler:innen aus dem Gebiet der Kern- oder Astrophysik (Vermittler:innen)

Voraussetzungen:

- einen Computer oder Notebook für je zwei Teilnehmer:innen. Die Masterclass kann auch in einem Computerkabinett durchgeführt werden.
- Taschenrechner für alle Teilnehmer:innen



Masterclass kann online gefunden werden @

<https://www.chetec-infra.eu/masterclasses/>

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!