

Einführung

Die Entstehung schwerer Elemente von Eisen bis Uran bleibt eine der wichtigen physikalischen Fragen des 21. Jahrhunderts. Dass der Ursprung der Materie bislang nicht im vollen Umfang im Unterricht behandelt wird, ist daher naheliegend. Es bietet sich jedoch an, das oft bestätigte Interesse an astrophysikalischen Inhalten zu nutzen und mithilfe der Nukleosynthese inhaltliche Aspekte der Themenfelder Kernphysik und Astrophysik zu verbinden. Aus diesem Anlass wurden für die gymnasiale Oberstufe Unterrichtsinhalte zum Neutroneneinfang bei der Entstehung schwerer Elemente entwickelt.

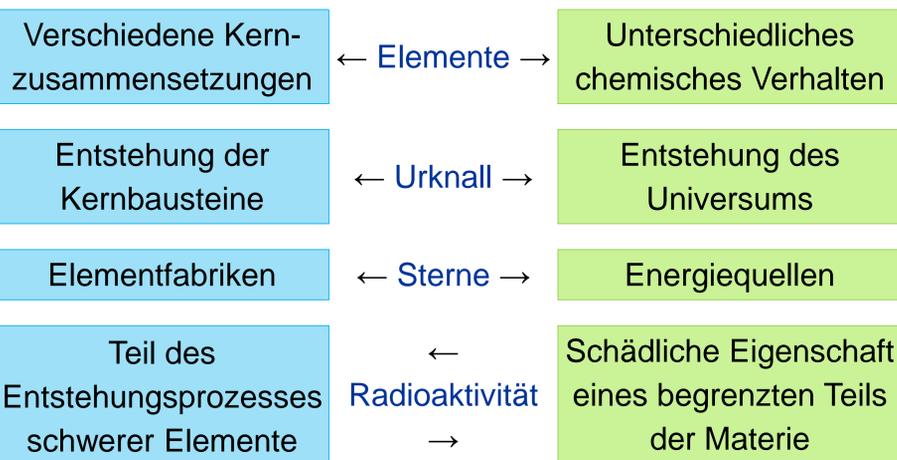
Methodik

Im Rahmen des Modells der Didaktischen Rekonstruktion wurden drei wechselwirkende Untersuchungsaufgaben verfolgt:

Analyse der Sachstruktur und Klärung wissenschaftlicher Perspektiven bezüglich der **Grundbegriffe der Nukleosynthese**

Empirische Erfassung der Schülerperspektiven aller Physikschülerinnen und -schüler der Oberstufe eines Gymnasiums

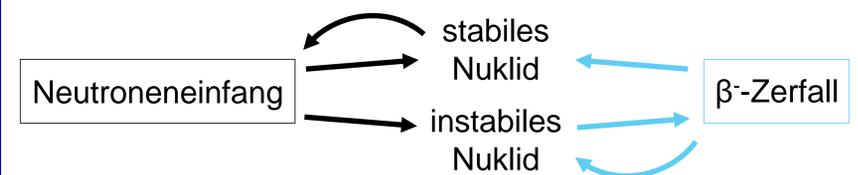
Formulierung von Leitlinien zur Konstruktion von Unterricht durch Vergleich beider Perspektiven



- 1) Periodensystem der Elemente
→ Begriffsbildung: Element, Isotop und Nuklid
- 2) Endliches, expandierendes Universum
→ Kondensation der Materie aus Energie
- 3) Energie der Sterne
→ Bindungsenergie pro Nukleon und stellare Brennphasen
- 4) Beschuss stabiler Kerne
→ Kernumwandlungen im Z-N-Diagramm
- 5) Potentieller Entstehungsmechanismus schwerer Kerne
→ Abfolge von Neutroneneinfängen und Kernzerfällen

Lernspiel

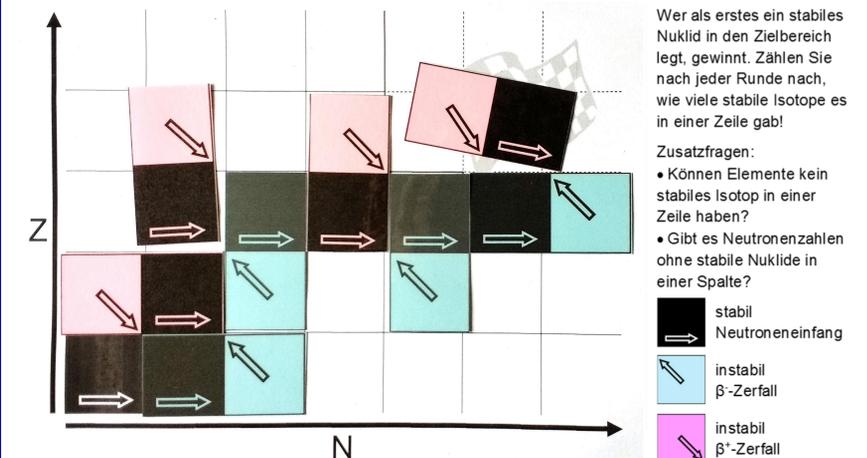
Entstehungsmechanismus schwerer Elemente im s-Prozess:



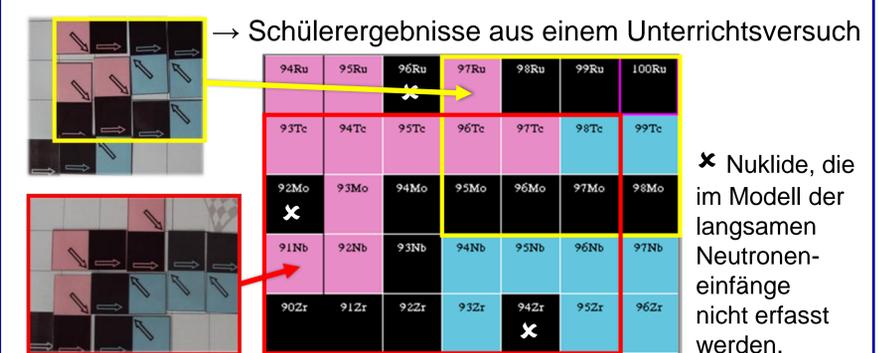
Bei vorgegebener Nuklidkarte lässt sich nach diesen einfachen Regeln der Entstehungsweg eines Großteils der schweren Elemente nachvollziehen. Umgekehrt lassen sich Teile der Nuklidkarte mit einem entwickelten Lernspiel eigenständig zusammenstellen:

Nuklid-Domino

Modellieren Sie zu zweit Entstehungsweg der schweren Elemente! Legen Sie dazu abwechselnd einen der Bausteine in das Z-N-Diagramm. Das Ziel ist es, einen Weg vom stabilen Saatnuklid aus in den gestrichelten Bereich zu legen.



Die Strukturen können in der Nuklidkarte wiedergefunden werden:

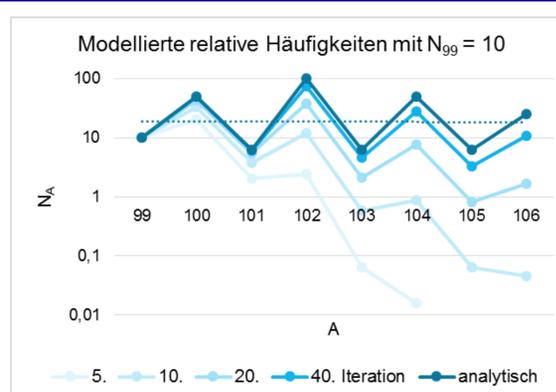


Modellierung

Die Häufigkeiten stabiler Nuklide im s-Prozess werden mit einem iterativen Modell untersucht:

$$N_A(t + \Delta t) = N_A(t) - N_A(t) \cdot p_A + N_{A-1}(t) \cdot p_{A-1}$$

Die Neutroneneinfangswahrscheinlichkeiten p_A für einen festen Zeitabschnitt Δt werden so gewählt, dass gerade Massenzahlen A generell niedrigere Werte haben als ungerade.



Literatur

Kattmann, U., Duit, R., Gropengießer, H., & Komorek, M. (1997). Das Modell der Didaktischen Rekonstruktion - Ein Rahmen für naturwissenschafts-didaktische Forschung und Entwicklung. ZfDN; Jg. 3, Heft 3, S. 3 - 18.

Rolfs, C., & Rodney, W. (1988). Cauldrons in the Cosmos: Nuclear Astrophysics. Chicago and London: The University of Chicago Press.