

Farahnaz Sadidi

# Transforming challenges in critical thinking into chances for understanding the nature of science

Universität Greifswald // 21. August 2023

# Antimateriekurs

(Sadidi & Pospiech, 2019, 2020)

**Dauer:** 10 - 12 Unterrichtsstunden

Schüler:innen der **Klassen** 10, 11 und 12

## Design-Prinzipien des Antimateriekurses

(übernommen aus Merrills (2013) First Principles of Instruction und Halperns (1998) four-part model for teaching critical thinking)

- 1) Explizite Vermittlung von **allgemeinen** Fähigkeiten zum kritischen Denken (Halpern, 2009)
- 2) Problemorientiertes Prinzip
- 3) Aktivierungs-Prinzip
- 4) Trainingsaktivitäten zur KD-Struktur → **Domänenspezifisches kritisches Denken**
- 5) Ermutigung zur Diskussion und Reflexion über Aufgaben
- 6) Ermutigung zum kritischen Denken

# Kritisches Denken (KD)

Definiert auf der Grundlage der Anwendung einiger Denkstrategien und der aus ihrer Anwendung hervorgehenden Ergebnisse (nach Halpern 2009).

Kritische Denkstrategien	Ergebnisse der Anwendung
<b>Logisches Denken &amp; Begründen</b>	Entwicklung einer gültigen Erklärung unter Verwendung präziser Terminologie und vollständiger Informationen
<b>Analyse von Argumentationsgängen</b>	Ableitung einer stichhaltigen Schlussfolgerung mit schlüssiger Begründung
<b>Denken als Hypothesenbildung &amp; -prüfung</b>	Identifizierung der Variablen und Anwendung des Konzepts der Kontrollvariablen bei der Aufstellung und Prüfung von Hypothesen
<b>Analyse von Wahrscheinlichkeiten &amp; Unsicherheiten</b>	Erkennung mehrerer verborgener Möglichkeiten und Entscheidung des wahrscheinlichsten Ereignisses

# Trainingsaktivitäten zur KD-Struktur

Kritische Denkstrategien	Ergebnisse der Anwendung	Trainingsaktivitäten zur KD-Struktur (Beispielhaft)
<b>Analyse von Argumentationsgängen</b>	Ableitung einer stichhaltigen Schlussfolgerung mit schlüssiger Begründung	Urknall: Das Mysterium der Antimaterie, © Pixabay 
<b>Denken als Hypothesenbildung &amp; -prüfung</b>	Identifizierung der Variablen und Anwendung des Konzepts der Kontrollvariablen bei der Aufstellung und Prüfung von Hypothesen	Von der Paul-Falle zur Penning-Falle, © Göran Tronicke 



# Lernprozesse der Schüler:innen

- ✓ Denken in der Disziplin (Anwendung von Fachwissen)
- ✓ Bereitschaft zum aufwändigen Denken und Lernen
  - Ausdauer bei der Durchführung komplexer Aufgaben, Reflexion und Selbstkorrektur
- ✓ Anwendung der Fähigkeiten zum kritischen Denken

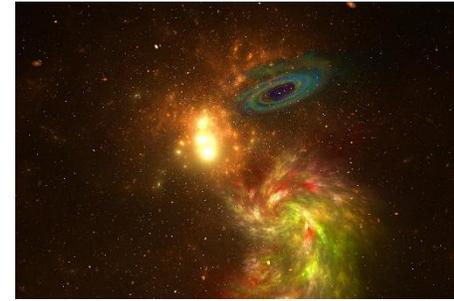


**Entwickeltes  
kritisches Denken**  
(Russell, zitiert in Halpern,  
2009, S. 5)

→  **Schüler:innen Herausforderungen**

# Kontext: Urknall: Das Mysterium der Antimaterie

## Kritische Denkstrategie: Analyse von Argumentationsgängen



Urknall: Das Mysterium der Antimaterie, © Pixabay

**Fall:** Die Frage ist noch offen.

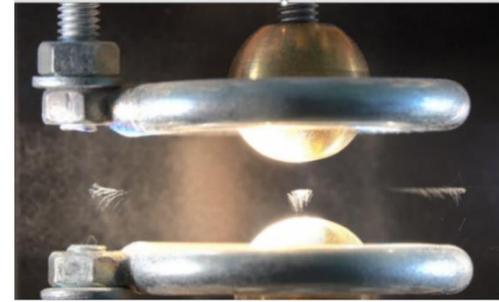
„Es gibt keine gute Antwort auf die Frage.“

 Die Auffassung, dass alle Bestandteile eines Arguments, Gründe und Schlussfolgerung, bestätigte Informationen sein müssen und keinen offenen Charakter haben dürfen → **Overconfidence problem**

**Overconfidence problem:** bei Entscheidungen über probabilistische Ereignisse neigen Menschen dazu, selbstbewusster zu sein, als sie es sein sollten (Halpern 2009).

# Kontext: Einfangen von Antiteilchen

## Kritische Denkstrategie: Denken als Hypothesenbildung & -prüfung



Von der Paul-Falle zur Penning-Falle, © Göran Tronicke

 Schwierigkeiten beim Verständnis und bei der Anwendung des Konzepts der Kontrollvariablen (cf. Boudreaux et al., 2008; Viennot, 2001)

- Konzept der Kontrollvariablen wird als nach ihren eigenen Wünschen veränderbar interpretiert.
- Die Variablen werden zwischen zwei Experimenten nicht konstant gehalten.

→ **Communication fallacy**

... bereits gelernt, wie man Materie (elektrisch geladene Lykopodium-Sporen) mit der „Paul-Falle“ einfängt. Jetzt wollen wir Antiteilchen einfangen.

1. Erstellen Sie eine Liste von Variablen, die bei der Konstruktion einer Antiteilchen-Falle berücksichtigt werden können.

Variablen	

2. Wie können diese Variablen Änderungen in der Konstruktion der Antiteilchen-Falle im Vergleich zur Paul-Falle verursachen? Begründen Sie.

Variable	Verursacht einen Unterschied in der Konstruktion der Antiteilchen-Falle im Vergleich zur Paul-Falle?	Begründung

3. Betrachten Sie die Variablen, die Änderungen in der Konstruktion der Antiteilchen-Falle verursachen. Welche von ihnen können kontrolliert werden? Warum müssen Sie diese Variable kontrollieren?

Variable, die bei der Konstruktion einen Unterschied machen	Können Sie die Variable kontrollieren?	Warum müssen Sie die Variable kontrollieren?

# Herausforderungen als Chancen

## Heuristiken für die Gestaltung der Kurse

- Explizite Diskussion der Argumentation im Falle der Offenheit der Antwort
- Explizite Diskussion des Konzepts der Kontrollvariablen



**Beitrag zu den Aspekten der Natur der Wissenschaft**

# Literatur

# Literatur

Anderson, C. D. (1933). The positive electron. *Physical Review*, 43(6), 491.

Bakker, A., & Gravemeijer, K. P. (2004). Learning to reason about distribution. In *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 147-168). Springer, Dordrecht.

Boudreaux, A., Shaffer, P. S., Heron, P. R., & McDermott, L. C. (2008). Student understanding of control of variables: Deciding whether or not a variable influences the behavior of a system. *American Journal of Physics*, 76(2), 163-170.

Halpern, D. F. (1998). Teaching critical thinking for transfer across domains: Disposition, skills, structure training, and metacognitive monitoring. *American psychologist*, 53(4), 449.

Halpern, D. F. (2009). *Critical thinking across the curriculum: A brief edition of thought & knowledge*. Routledge.

Merrill, M. D. (2013). *First principles of instruction: Identifying and designing effective, efficient and engaging instruction*. Hoboken, NJ: Pfeiffer.

Sadidi, F., & Pospiech, G. (2019). Teaching Critical Thinking in the physics classroom: High school students think about antimatter. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1287, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.

Sadidi, F., & Pospiech, G. (2020). Developing students' critical thinking: likelihood and uncertainty analysis in particle physics. In Levrini, O. & Tasquier, G. (Eds.), *Electronic Proceedings of the ESERA 2019 Conference. The beauty and pleasure of understanding: engaging with contemporary challenges through science education, Part 5/5* (co-ed. Nikos Papadouris & Italo Testa), (pp. 657-665). Bologna: ALMA MATER STUDIORUM – University of Bologna. 978- 88-945874-0-1978-88-945874-0-1

Viennot, L. (2001). *Reasoning in physics: The part of common sense*. Springer Science & Business Media.