

Energie & Entropie

Mortaza Nima, I. Cezara Lazar

RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM
SEMINAR ZUR DIDAKTISCHEN
REKONSTRUKTION
WiSe 2024/25



Physik und Astronomie
from matter to materials

Gliederung: Block „Energie“

- **Menti 1: Energie**
- **4 Grundideen des Energiebegriffs**
- **Vermittlung im Unterricht**
- **Schülervorstellungen**
- **Grundlegende Schwierigkeiten**
- **Arbeitsauftrag: „Traditioneller Ansatz“**

Teil 1

Energie



Welche Stichworte fallen euch im Zusammenhang mit dem Begriff Energie ein?



<https://www.menti.com/alyfgtmp8zwd>

<https://www.mentimeter.com/app/presentation/alkejxne2dbwmi5spz6wtu7a9idzeo6d/edit?source=share-modal>

4 Grundideen des Energiebegriffs (nach Duit)

- **Energietransport:** Energie kann von einem System auf ein anderes übergehen
- **Energieumwandlung:** Umwandlungen innerhalb eines Systems (Bewegungsenergie, innere Energie, Lageenergie,..)
- **Energieerhaltung:** Größe, die bei jedem Transport und jedem Wandel erhalten bleibt
- **Energieentwertung:** Energie bei jedem Vorgang entwertet und nach Gebrauch nicht mehr den ursprünglichen Nutzen -> Nutzbarkeit



Wie könnte der Energiebegriff im naturwissenschaftlichen Unterricht vermittelt werden?

1. Verknüpfung der Teilgebiete:

- Energiebegriff als Basiskonzept → Verbindungen zwischen verschiedenen Teilgebieten der Physik
- fördert ein ganzheitliches Verständnis der Naturwissenschaften

2. Einführung der Grundideen

- Energie-Quadrigea thematisieren, um Lernschwierigkeiten zu vermeiden und ein fundiertes Verständnis zu ermöglichen

3. Anwendung in realen Kontexten

- Probleme der Energieversorgung thematisieren
- Relevanz des Energiebegriffs in der realen Welt verdeutlichen
- Fachübergreifende Zusammenarbeit

4. Erkenntnismethoden:

- Nicht nur als theoretisches Konzept vermitteln → in Bezug auf die damit verbundenen physikalischen Denk- und Arbeitsweisen (Erkenntnismethoden)

Welche typischen Schülervorstellungen zu Energie sind euch bekannt?

- ❖ **Wenn man was isst, bekommt man Energie**
- ❖ **Wenn ich stärker bin, brauch ich weniger Energie für die gleichen Tätigkeiten**
- ❖ **Energie kann verbraucht werden oder verloren gehen**

Typische Schülervorstellungen

„Energie braucht man, um etwas zu bewirken.“

„Energie ist ein speicherbares Etwas- eine Art Treibstoff“

„Energie wird von A nach B gebracht.“

„Energie wird verbraucht.“

„Energie geht verloren.“

„Energie bleibt nur unter idealen Bedingungen erhalten.“

Grundlegende Schwierigkeiten

Abstraktheit:

Feynman, Leighton, Sands (1991): „*Es ist nicht die Beschreibung eines Mechanismus oder von irgendetwas Konkretem. (...) Es ist wichtig, dass wir in der heutigen Physik nicht wissen, was Energie ist. ... Jedoch gibt es Formeln zur Berechnung einer numerischen Größe, und wenn wir alles zusammenaddieren, ergibt es ... immer die gleiche Zahl.*“

Heißt NICHT, dass Veranschaulichungen kontraproduktiv sind

(Duit.1987): Quasi-materielle Vorstellung hilfreich

Mengenartige Vorstellung \neq materielle Treibstoffvorstellung

Konzeptualisierung:

Energieerhaltung mehr als nur „ **$E_{\text{ges}} = \text{const.}$** “

Verständnis auf mathematische Darstellung beschränkt

Vorbelastung:

Alltagssprache sowie Medien: „Energieverbrauch in Deutschland steigt weiter an!“ (Zeit-Online)

Fachlich teilweise oder vollständig falsch

Zumindest Ansatzpunkt für Ausbesserung

„Traditioneller Weg zum Energiebegriff“

Traditioneller Weg zum Energiebegriff:

- 1. Einführung des Kraftbegriffs:** Der Unterricht beginnt oft mit der Erklärung des Kraftbegriffs.
- 2. Verknüpfung mit dem Arbeitsbegriff:** Der Weg zum Energiebegriff erfolgt über den Arbeitsbegriff, wobei Energie als die Fähigkeit betrachtet wird, Arbeit zu verrichten.
- 3. Mechanische Vorgänge im Fokus:** Der Unterricht konzentriert sich häufig auf mechanische Vorgänge, um den Energiebegriff zu veranschaulichen.

Arbeitsauftrag:

- 1. Was können positive und negative Aspekte des traditionellen Weges sein?**
- 2. Wie würdet ihr den Energiebegriff einführen?**

„Traditioneller Weg zum Energiebegriff“

Positive Aspekte

- **Einfache Einstiegsmöglichkeiten:** Der Kraftbegriff wird als einfacher zu erlernen angesehen → erleichtert den Einstieg
- **Vertrautheit mit mechanischen Konzepten vorhanden:** Erleichtert den Einstieg
- **Strukturierte Herangehensweise:** Der traditionelle Weg bietet eine klare, schrittweise Struktur, die den Lernenden helfen kann, die Konzepte nacheinander zu verstehen

Negative Aspekte

- **Eingeschränkte Sichtweise:** Energiebegriff wird zu stark auf mechanische Vorgänge beschränkt; Vielfalt der Energieformen und -prozesse werden vernachlässigt
- **Missverständnisse über Energie:** Vorstellung, dass Energie nur mit Arbeit verknüpft ist, führt zu Missverständnissen (→ Energieerhaltung und –umwandlung)
- **Schwierigkeiten beim Verständnis des zweiten Hauptsatzes:** Der traditionelle Ansatz erschwert das Verständnis des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik und der damit verbundenen Energieentwertung
- **Mangelnde Anwendbarkeit:** Der Arbeitsbegriff bietet keinen anschaulichen Zugang zu vielen realen Anwendungen des Energiebegriffs

Teil 2

Entropie



Gliederung: Block „Entropie“

- **Menti 2: Entropie**
- **Definitionen**
- **Arbeitsauftrag: Ansätze für die Entropie im Unterricht**

Welche Begriffe fallen euch zur „Entropie“ ein?



<https://www.menti.com/al3outmwuq6m>

<https://www.mentimeter.com/app/presentation/algr1wfveebk9jxdnvt68mxi3t41r89s/edit?source=share-modal>

Entropie ~ Definition

Zwei Anschauungsmöglichkeiten:

1. Wärme (Clausius)

$$\Delta S \geq \int_{t_1}^{t_2} \frac{\Delta Q}{T}$$

$$\Delta S(t) = S(t_2) - S(t_1) \geq 0 \text{ für } t_2 > t_1$$

Entropieänderung aufgrund von Wärmeaustausch

2. Zustandszahl (Boltzmann)

$$S = k \cdot \ln(\omega)$$

Absolute Entropie als Funktion aller möglichen Verteilungen der Energiequanten

Entropie ~ Ansätze für den Unterricht

Arbeitsauftrag:

- 1. Erstellt eine grobe Übersicht darüber, wie der Entropiebegriff in eurem Ansatz eingeführt wird. Orientiert euch dabei an den Leitfaden der *Didaktischen Rekonstruktion*:**
 - Was sind die Ziele/Gründe dieses Ansatzes?
 - Welche Elementarisierungen und Vereinfachungen wurden vorgenommen?
 - Auf welche Schülervorstellungen baut dieser Ansatz auf?
 - Wie sähe die Sachstruktur für den Unterricht bzw. eine mögliche Abfolge für die Unterrichtsplanung aus?

Gruppe 1: Schlichting (2000) Energieentwertung, Entropie S.7 f.

Gruppe 2: Leisen (2000) Energie und Entropie S.8-10
- 2. Benennt Vor- und Nachteile dieses Ansatzes.**
- 3. Ladet eure Ergebnisse auf Moodle hoch.**

Kritik an der Energiequadriga:

- Vier Grundbegriffe als gleichwertig dargestellt
- Energieentwertung etwas anderes als Energieumwandlung
- Energieerhaltung und Energieentwertung separat betrachtet

Kritik an der Energiequadrige:

- Vier Grundbegriffe als gleichwertig dargestellt
- Energieentwertung etwas anderes als Energieumwandlung
- Energieerhaltung und Energieentwertung separat betrachtet
- **Was haltet ihr von der Kritik?**
- **Reicht die Energiequadrige zur Vermittlung aus?**
- **Passt eine andere Herangehensweise möglicherweise besser??**

QUIZ

Literatur- & Quellenverzeichnis

Duit (2007) Energie UP Basisartikel

Leisen (2000) *Energie und Entropie*

Schecker, Wilhelm, Hopf, Duit. (2018) Schülervorstellungen und Physikunterricht

Schlichting (2000) Energieentwertung, Entropie

Vielen Dank für eure Aufmerksamkeit!!