

# Fehlvorstellungen im Chemieunterricht – Diagnose und Korrektur

Thema: Brennstoffe und Energie

(11. Seminartermin am 06. Juli 2006)

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Gliederung:

- Vorstellung der Examensarbeit zum Thema „Energie und Brennstoffe“
- Präsentation der erhobenen Fehlvorstellungen
- Einbindung von Fehlvorstellungen in den Chemieunterricht
- Thematik der Dissertation im Bereich Fehlvorstellungen

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Ausgangspunkt für die Examensarbeit:

- Großes Interesse an Schülervorstellungen/ Fehlvorstellungen
- Vielzahl an Untersuchungen zum Thema „Verbrennung“, aber nahezu kaum Informationen zum Thema „Energie“ verfügbar
- Hypothesen:    a) Gleiche Problematiken beim Thema Energie?  
                      b) Bestehen nachgewiesene Vorstellungen noch immer?

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Titel der Examensarbeit:

„Brennstoffe und Energie: Empirische Erhebungen  
zu Schülervorstellungen und Unterrichtsvorschläge  
zu deren Korrektur“ (Münster 2004)

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Rahmendaten der Examensarbeit:

- Befragung von 224 Schülerinnen und Schülern an zwei niedersächsischen Gymnasien (Jahrgangsstufen 9 und 10)
- Anonymer Fragebogen (Multiple Choice plus Begründung (freie Aufgabenbeantwortung))
- 45 Minuten (ohne Lehrer)
- Auswertung als reine deskriptive Statistik (SPSS)

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Aufgabe 1) Erkläre in einigen Sätzen, was du unter „Energie“ verstehst! Gib ein Beispiel an!

- „Warm-up“-Frage bzw. Assoziationstest
- Keine gezielte Auswertung
- Einzelfallanalyse

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Allgemeine Ergebnisse:

- Größtenteils gelernte, physikalische Definitionen:
  - „Energie ist die Fähigkeit, Arbeit zu verrichten“
  - „Energie ist gespeicherte Arbeit“ (Lehrer!)
- Eigene mathematische Gleichungen:
  - „Energie = Kraft“
  - „Energie = Power“

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

1) Erkläre in einigen Sätzen, was Du unter „Energie“ verstehst! Gib ein Beispiel an!

Energie entsteht, wo Arbeit verrichtet  
wird: Bewegungsenergie, elektrische  
Energie

- Konkret-bildhaft → phänomenorientiert
- Trugschluss? („Mit welcher Energie verrichtet man die Arbeit?“)
- Solche Energieformen sind für Schüler aber schwer vorstellbar und werden „kaum bzw. nur nebenbei registriert“ ...

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Schülerinnen und Schüler (9. Klasse):

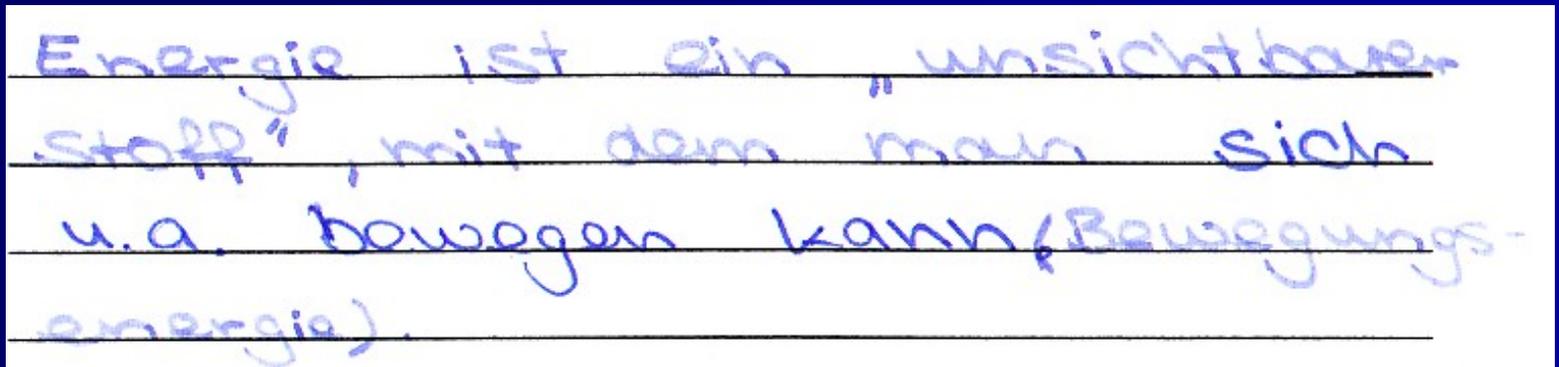
*„Energie ist für mich, wenn ein Auto explodiert oder ein Luftballon platzt!“*

*„Energie entsteht beim Kontakt von Feuer mit Brennstoff“*

- Ebenfalls phänomenorientiert (konkret-bildhaft)
- Großteil der Antworten waren ähnlich
- Selektion der realisierbaren Energieformen (vgl. Schmidkunz 1980): elektrische Energie (Strom, Blitz, Glühlampe), Bewegungsenergie (Auto), Verbrennungsenergie (Wärme) usw.

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“



Energie ist ein „unsichtbarer Stoff“, mit dem man sich u.a. bewegen kann (Bewegungsenergie).

- „unsichtbarer Stoff“ – „Wärmestoff“
- Vgl. „Phlogiston-Theorie!“ → auch ältere Vorstellungen sind noch immer nachweisbar:

Schülervorstellung: „Energie ist ein Stoff, der bestimmte Eigenschaften hat!“ (vgl. Aufgabe 5)

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

**Aufgabe 2)** In einem Becherglas befindet sich Wasser mit Eis vermischt. Man misst eine Temperatur von exakt  $0^{\circ}\text{C}$ . Nun wird eine Minute lang mit dem Brenner erhitzt. Etwas Eis schmilzt, aber ein Eis-Wasser-Gemisch bleibt zurück. Welche Temperatur hat das Eis-Wasser-Gemisch nach dem Erhitzen?

- Das Gemisch hat eine Temperatur von  $0^{\circ}\text{C}$ .
- Das Gemisch hat eine Temperatur von  $1^{\circ}\text{C}$ .
- Das Gemisch hat eine Temperatur von  $5^{\circ}\text{C}$ .
- Das Gemisch hat eine Temperatur von  $-5^{\circ}\text{C}$ .
- Das Gemisch hat eine Temperatur von \_\_\_\_\_ $^{\circ}\text{C}$ .

Begründe Deine Antwort: \_\_\_\_\_

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

## Statistische Ergebnisse von Aufgabe 2)

Mehrfachwahlaufgabe Aufgabe 2)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig 1 (korrekt)	110	49,1	49,1	49,1
2	72	32,1	32,1	81,3
3	26	11,6	11,6	92,9
4	5	2,2	2,2	95,1
5	8	3,6	3,6	98,7
99	3	1,3	1,3	100,0
Gesamt	224	100,0	100,0	

Begründung Aufgabe 2)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig Korrekt	91	40,6	40,6	40,6
in Ansätzen richtig	21	9,4	9,4	50,0
Falsch	106	47,3	47,3	97,3
99	6	2,7	2,7	100,0
Gesamt	224	100,0	100,0	

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

**Schülerin 9. Klasse:**  
(häufiger Antwort-Typus)

Begründe Deine Antwort: Das Gemisch muss wärmer  
geworden sein, da es erhitzt wurde. Es  
ist aber nicht viel wärmer, weil ein  
Eis-Wasser-Gemisch zurück bleibt.

- Aber in der Nachbesprechung: Adversative Fragestellung („Wie kalt muss Wasser sein, damit sich Eis bildet?“) war für alle offensichtlich  
→ keine Verständnisprobleme des Schmelzpunkt-Begriffs an sich, sondern ausschließlich Anwendungsschwierigkeiten (Kontextabhängigkeit)

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

**Schülerin 9. Klasse:**  
(häufiger Antwort-Typus)

Begründe Deine Antwort: Das Eis schmilzt und  
das Wasser kühlt sich ab. Durch den  
Eisrest wird das Wasser nach dem  
Erhitzen wieder etwas abgekühlt. Wäre  
der Brenner länger unter dem Glas  
gewesen und das Eis ganz geschmolzen,  
wäre die Temperatur höher.

- Versuch, die Schülervorstellung beibehalten und Phänomen anderweitig begründen zu können („Conceptual-Growth“):

„Feuer + Wasser = heißes Wasser“, aber

„heißes Wasser + Eis = kaltes Wasser“

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Schüler 9. Klasse:

Begründe Deine Antwort: Beim Erhitzen dehnt  
sich das Eis aus und es ist  
eine größere Packung Masse  
vorhanden

- Nach dem Erhitzen:  $-5^{\circ}\text{C}$  (!!!)
- Zwar nur 2% der Antworten, aber dennoch zu betrachten:  
Vergleich des Eiskristalls mit einem Metallgitter und dessen  
Eigenschaften (Ausdehnung bei Erwärmung)

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Schülerin 10. Klasse:

Begründe Deine Antwort: Mau kann es nicht sagen,  
da wenn es über 0° wäre, dann würde  
gar kein Eis vorhanden<sup>sein</sup>, wäre es 0°  
so müsste in dem Becher nur Eis vor-  
handen sein.

- Ebenfalls „isolierende Wirkung“ des Wassers
- Gleichzeitige Anwesenheit zweier Aggregatzustände nicht vorstellbar

→ auch bei flüssig/ gasförmig? Aufgabe 3)

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Aufgabe 3a) Erhitzt man Wasser in einem Topf über längere Zeit so ist der Topf irgendwann leer. Was also passiert mit dem Wasser beim Erhitzen?

Das Wasser wird verbrannt.

Das Wasser reagiert mit der Luft

Durch das Erhitzen wird das Wasser in seine beiden Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt.

Das Wasser wird gasförmig, es entsteht Wasserdampf.

Eigene Vorstellung:

Begründe Deine Antwort: \_\_\_\_\_

Aufgabe 3b) Das Erhitzen von Wasser kann mit kleinsten Teilchen, also mit dem Teilchenmodell erklärt werden. Wie würdest Du das beschreiben?

Meine Erklärung: \_\_\_\_\_

Deine Erklärung mit Hilfe einer Modellzeichnung: ...

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

## Statistische Ergebnisse von Aufgabe 3)

Mehrfachwahlaufgabe Aufgabe 3)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig 1	1	,4	,4	,4
2	1	,4	,4	,9
3	6	2,7	2,7	3,6
4 (korrekt)	214	95,5	95,5	99,1
5	1	,4	,4	99,6
99	1	,4	,4	100,0
Gesamt	224	100,0	100,0	

Begründung Aufgabe 3a)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig Korrekt	118	52,7	52,7	52,7
in Ansätzen richtig	50	22,3	22,3	75,0
Falsch	49	21,9	21,9	96,9
99	7	3,1	3,1	100,0
Gesamt	224	100,0	100,0	

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

## Statistische Ergebnisse von Aufgabe 3)

**Begründung Aufgabe 3b)**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	Korrekt	75	33,5	33,5	33,5
	in Ansätzen richtig	83	37,1	37,1	70,5
	Falsch	54	24,1	24,1	94,6
	99	12	5,4	5,4	100,0
	Gesamt	224	100,0	100,0	

**Modellzeichnung Aufgabe 3b)**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	Korrekt	141	62,9	62,9	62,9
	in Ansätzen richtig	39	17,4	17,4	80,4
	Falsch	35	15,6	15,6	96,0
	99	9	4,0	4,0	100,0
	Gesamt	224	100,0	100,0	

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Häufige Antworten:

- *„Das hat uns der Lehrer so beigebracht“* oder
- *„Das habe ich so gelernt“*

Eine Schülerin schrieb:

*„Der Abstand der Teilchen wird größer, weil das Wasser gasförmig geworden ist“*

- Sachverhalt eigentlich genau umgekehrt! Modell nicht verstanden

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Schüler 10. Klasse:

Begründe Deine Antwort: Die gegenseitige Anziehungskraft der Teilchen wird durch das Erhitzen immer geringer, bis das sie sich abstoßen und in die Luft fliegen

- Fehlvorstellung: Die Anziehungskraft würde durch das Erhitzen geringer!  
→ Zusammenhang zwischen Aggregatzuständen und Teilchenabständen zwar bewusst, aber richtige Vorstellung nicht vorhanden
- Andere Beispiele: „normales Wasser“ bzw. „gasförmiges Wasser“  
→ Vorstellung einer Verwandlung?

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Eine Schülerin (9. Klasse) schrieb:

*„Wenn das Wasser bei 100°C kocht, beginnt es ab da an auch zu sieden, je länger es dann weiter siedet, desto leerer wird der Topf.“*

- Kochendes Wasser  $\neq$  siedendes Wasser
- „parallele Denkweisen“ (BADER 2002), d.h. Alltagswissen vs. Schulwissen

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Eine Schülerin (9. Klasse) schrieb:

*„Wenn das Wasser noch kalt ist liegen die Wasserteilchen noch eng zusammen, und bei 100°C fliegen die Teilchen weg“*

- Spontaner Wechsel der Aggregatzustände („wie auf Knopfdruck“ !?!)
- Kein gleichzeitiges Vorliegen zweier Aggregatzustände (vgl. Aufgabe 2)

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Eine Schülerin (9. Klasse) schrieb:

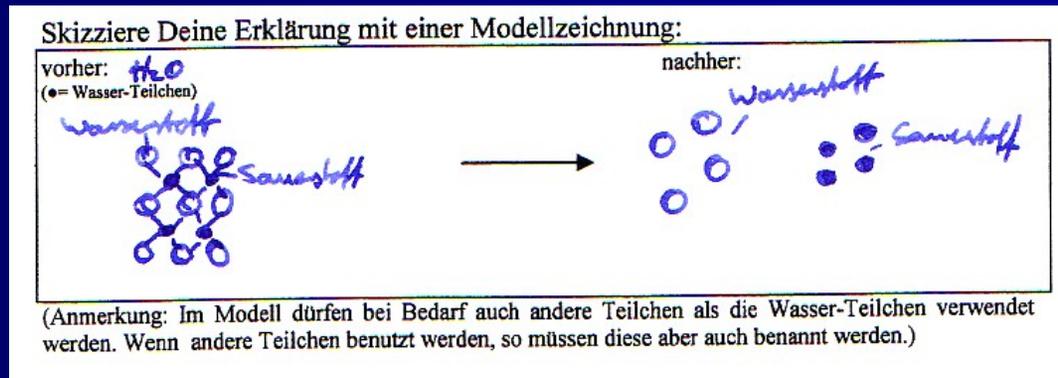
*„Ich würde sagen, dass im Wasser die Teilchen in einer bestimmten Form angeordnet sind und sich beim Erhitzen ausdehnen und platzen“*

- „Konkret-bildhaft“, phänomenorientiert
- Übertragung auf makroskopische Eigenschaften von Metallen (vgl. Aufgabe 2)

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Erschreckend häufig waren folgende Modellvorstellungen:



*„Der Dampf ist ein Zeichen für die Reaktion von  $H_2O$  zu  $H_2$  und  $O_2$ “ und*

*„Wasserstoff und Sauerstoff sind dann ja Gase. Sie sind leicht und können leicht verschwinden“*

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Auch dann, wenn der erste Aufgabenteil korrekt war (Bspl. Schüler 10. Kl.):

Vermutung:

Fehlvorstellung, dass Wasserdampf ein Gemisch aus Wasserstoff und Sauerstoff ist (???)

3a) Erhitzt man Wasser in einem Topf über längere Zeit so ist der Topf irgendwann leer. Was also passiert mit dem Wasser beim Erhitzen?

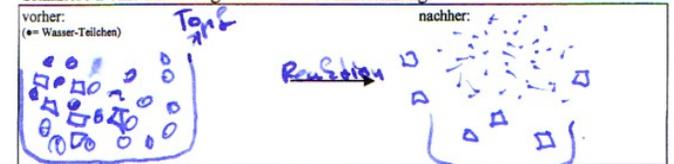
- Das Wasser wird verbrannt.
- Das Wasser reagiert mit der Luft
- Durch das Erhitzen wird das Wasser in seine beiden Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt.
- Das Wasser wird gasförmig, es entsteht Wasserdampf.
- Meine Vorstellung: \_\_\_\_\_

Begründe Deine Antwort: Wie das so ist!  
Ab einer bestimmten Siedetemperatur  
verdampft das Wasser.

3b) Das Erhitzen von Wasser kann mit kleinsten Teilchen, also mit dem Teilchenmodell erklärt werden. Wie würdest Du das beschreiben?

Meine Erklärung: Die Teilchen von Wasser  
werden in ihre einzelnen Atome  
zerlegt

Skizziere Deine Erklärung mit einer Modellzeichnung:



(Anmerkung: Im Modell dürfen bei Bedarf auch andere Teilchen als die Wasser-Teilchen verwendet werden. Wenn andere Teilchen benutzt werden, so müssen diese aber auch benannt werden.)

Δ Sauerstoff

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

**Aufgabe 4a)** Mit einem Kohleofen, sprich also mit brennender Kohle, kann man einen Raum beheizen, so dass es schön warm wird. Woher kommt die Wärmeenergie?

Die Kohle selbst ist Energie.

Der Vorgang der Verbrennung liefert Energie.

Die Kohle wird vollkommen vernichtet, dabei entsteht Energie

Die Kohle wird in Energie verwandelt, dabei entsteht Asche.

Meine Vorstellung: \_\_\_\_\_

Begründe Deine Antwort: \_\_\_\_\_

**Aufgabe 4b)** Die kleinsten Teilchen der Kohle sind C-Atome (Kohlenstoffatome). Was geschieht mit den C-Atomen bei der Verbrennung von Kohle?

Die C-Atome werden unwiederbringlich vernichtet.

Die C-Atome verwandeln sich vollständig in Energie.

Die C-Atome reagieren mit anderen Atomen.

Meine Vorstellung: \_\_\_\_\_

Begründe Deine Antwort: \_\_\_\_\_

Skizziere Deine Behauptung mit einer Modellzeichnung: ...

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

## Statistische Ergebnisse von Aufgabe 4)

Mehrfachwahlaufgabe Aufgabe 4a)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig 1	3	1,3	1,3	1,3
2 (korrekt)	171	76,3	76,3	77,7
3	3	1,3	1,3	79,0
4	39	17,4	17,4	96,4
5	7	3,1	3,1	99,6
99	1	,4	,4	100,0
Gesamt	224	100,0	100,0	

Begründung Aufgabe 4a)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig Korrekt	112	50,0	50,0	50,0
in Ansätzen richtig	52	23,2	23,2	73,2
Falsch	47	21,0	21,0	94,2
99	13	5,8	5,8	100,0
Gesamt	224	100,0	100,0	

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

## Statistische Ergebnisse von Aufgabe 4)

Mehrfachwahlaufgabe Aufgabe 4b)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig 1	11	4,9	4,9	4,9
2	29	12,9	12,9	17,9
3 (korrekt)	175	78,1	78,1	96,0
4	6	2,7	2,7	98,7
99	3	1,3	1,3	100,0
Gesamt	224	100,0	100,0	

Begründung Aufgabe 4b)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig Korrekt	78	34,8	34,8	34,8
in Ansätzen richtig	44	19,6	19,6	54,5
Falsch	75	33,5	33,5	87,9
99	27	12,1	12,1	100,0
Gesamt	224	100,0	100,0	

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

## Statistische Ergebnisse von Aufgabe 4)

Modellzeichnung Aufgabe 4b)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig				
Korrekt	52	23,2	23,2	23,2
in Ansätzen richtig	64	28,6	28,6	51,8
Falsch	69	30,8	30,8	82,6
99	39	17,4	17,4	100,0
Gesamt	224	100,0	100,0	

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Schüler 10. Klasse:

Begründe Deine Antwort:

*Es wird Arbeit verrichtet,  
also entsteht Energie*

- „*Energie entsteht*“, d.h. ganz offensichtlich wurde das Prinzip der Energieumwandlung nicht verstanden bzw. verinnerlicht (vgl. Aufgabe 1 und Aufgabe 6)

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Besonders interessant waren folgende Darstellungen:

Begründe Deine Antwort: Die C-Atome verwandeln sich in Energie und liefern so Wärme.

---

Skizziere Deine Behauptung mit einer Modellzeichnung

Ausgangszustand: (● = C-Atome)	C-Atome werden zu	Endzustand: Energie
	→	

(Anmerkung: Im Modell dürfen bei Bedarf auch andere Teilchen als die C-Atome verwendet werden. Wenn andere Teilchen benutzt werden, so müssen diese aber auch benannt werden.)

- Sowohl 9., als aber auch 10. und 11. Klasse (!!!)
- „*Verwandlungskonzept*“ (vgl. „magisch-animistisch“ BARKE)  
→ Verwandlung nicht Umwandlung, sondern „Zauberei“

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Auffällig bei der Auswertung von Aufgabe 4):

- Gleiche Fehlerverteilung (9., 10. und 11. Klasse)
- „Verwandlungskonzept“
- Als aber auch Vorstellungen, wie sie später in der Auswertung von Aufgabe 6 noch detailliert ausgeführt werden

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

**Aufgabe 5)** An einer Balkenwaage wird etwas Eisenwolle (Schale A) befestigt und gegen Sand (Schale B) ausgewogen, so dass beide Schalen exakt gleich viel wiegen. Die Eisenwolle wird an der Luft mit einem Brenner entzündet und verbrannt. Bei der Verbrennung wird die Eisenwolle schwarz. Was geschieht, wenn die schwarze Wolle nach der Verbrennung wieder auf die Waagschale A gelegt wird?

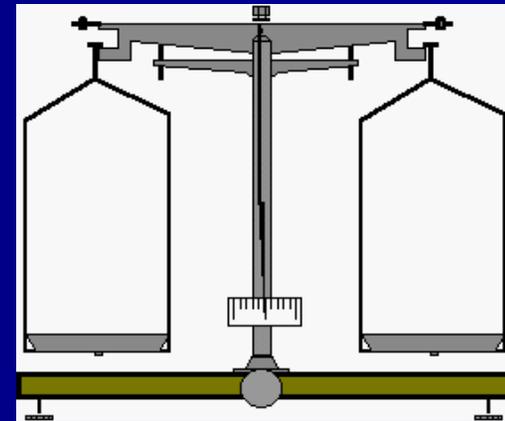
Die Schale A geht nach unten.

Die Schale A geht nach oben.

Die Schale A bleibt gleich schwer.

Begründe Deine Antwort: \_\_\_\_\_

Skizziere Deine Behauptung mit einer Modellzeichnung: ...



A

B

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

## Statistische Ergebnisse von Aufgabe 5)

**Mehrfachwahlaufgabe Aufgabe 5)**

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig 1 (korrekt)	126	56,3	56,3	56,3
2	47	21,0	21,0	77,2
3	48	21,4	21,4	98,7
99	3	1,3	1,3	100,0
Gesamt	224	100,0	100,0	

**Begründung Aufgabe 5)**

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig Korrekt	89	39,7	39,7	39,7
in Ansätzen richtig	22	9,8	9,8	49,6
Falsch	107	47,8	47,8	97,3
99	6	2,7	2,7	100,0
Gesamt	224	100,0	100,0	

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

## Statistische Ergebnisse von Aufgabe 5)

**Modellzeichnung Aufgabe 5)**

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	Korrekt	74	33,0	33,0	33,0
	in Ansätzen richtig	27	12,1	12,1	45,1
	Falsch	90	40,2	40,2	85,3
	99	33	14,7	14,7	100,0
	Gesamt	224	100,0	100,0	

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Schülerin 9. Klasse:

(Bspl Antwort b: „gleich schwer“)

Begründe Deine Antwort: Nach dem Massengesetz  
<sup>ist</sup>  
ist die Masse der Ausgangsstoffe  
gleich der Masse der Endstoffe.

- „Gesetz von der Erhaltung der Masse“, aber falsch angewandt
- Sicherlich auch machbar (Boyle-Versuch), aber hier nicht praktiziert

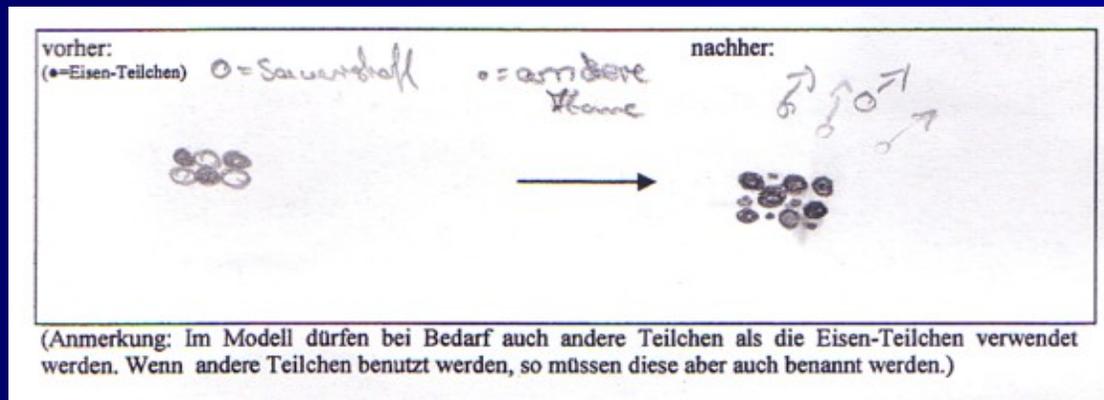
# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Schüler der 10. Klasse (Antwort c → „leichter“):

- „Bei der Verbrennung von Eisenwolle werden Elemente frei, die sich aus der Eisenwolle entfernen“
- „Wenn etwas verbrennt wird es leichter“ und
- „Einzelne Teilchen wurden verbrannt, bzw. sind in der Luft verschwunden“

→ CONCEPTUAL GROWTH



# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

## Schülerin 9. Klasse:

(Bspl Antwort c: „leichter“)

Begründe Deine Antwort: Durch die Verbrennung,  
wurde Energie freigesetzt und so  
ist die Eisenwolle leichter.

- Fehlvorstellung: Energie als Stoff mit spezifischen Eigenschaften – also: Gewicht (???) (vgl. Auswertung Aufgabe 1)

Ein anderer Schüler (9. Klasse) schreibt:

*„Wenn etwas verbrennt, wird etwas freigesetzt (Energie), also leichter!“*

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

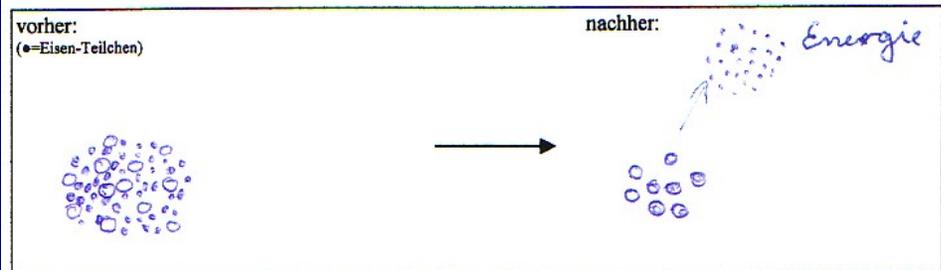
Schüler (10. Klasse):

Ganz offensichtlich:

Fehlvorstellung: Energie  
als Art Materie mit klaren  
stofflichen Eigenschaften – hier: Gewicht (vgl. Phlogiston-Theorie)

Begründe Deine Antwort: Ich vermute, dass durch das  
verbrennen der Eisenwolle Energie freigesetzt  
wird, <sup>und</sup> ~~das~~ das ~~die~~ Gewicht ~~gleich geblieben~~  
~~ist~~ dadurch verringert wurde.

Skizziere Deine Behauptung mit einer Modellzeichnung:



(Anmerkung: Im Modell dürfen bei Bedarf auch andere Teilchen als die Eisen-Teilchen verwendet werden. Wenn andere Teilchen benutzt werden, so müssen diese aber auch benannt werden.)

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

**Aufgabe 6a)** Ein Auto fährt nur, wenn der Motor in Ordnung ist und Benzin getankt wurde. Doch woher kommt die Energie?

Die Zündkerzen im Motor liefern die Energie.

Das Benzin wird vollkommen vernichtet und dabei entsteht Energie.

Das Benzin verbrennt und dieser Vorgang liefert die Energie.

Das Benzin ist reine Energie.

Meine Vorstellung:

**Aufgabe 6b)** Versuche Deine Antwort in 6a) mit einer chemischen Reaktion des Benzins zu begründen und zu beschreiben woher die Energie Deiner Meinung nach kommt:

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

## Allgemeines zu Aufgabe 6):

- Organische Chemie und deren Reaktion noch nicht behandelt! Daher sind wissenschaftliche Lösungsansätze kaum zu erwarten und es können selbstverständlich keinerlei Rückschlüsse auf Lernbereitschaft etc. gezogen werden
- Dennoch wäre es durchaus möglich den Transfer zu leisten und zu vermuten, dass auch hier Benzin exotherm mit Luftsauerstoff reagiert (wie in Aufgabe 4 und 5). Und die Auswertung wird dies tatsächlich bestätigen.
- ABER: Solche Fragen eignen dennoch sich ganz besonders dazu, Alltagsvorstellungen aufzudecken, da in diesem Kontext kaum entsprechende Deutungsversuche durch den Lehrer vorgegeben wurden. Daher dürften die Ergebnisse hier in puncto Schülervorstellungen besonders interessant werden.

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

## Statistische Ergebnisse von Aufgabe 6)

Mehrfachwahlaufgabe Aufgabe 6a)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig 1	6	2,7	2,7	2,7
2	11	4,9	4,9	7,6
3 (korrekt)	194	86,6	86,6	94,2
4	2	,9	,9	95,1
5	8	3,6	3,6	98,7
99	3	1,3	1,3	100,0
Gesamt	224	100,0	100,0	

Begründung Aufgabe 6b)

	Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig Korrekt	93	41,5	41,5	41,5
in Ansätzen richtig	53	23,7	23,7	65,2
Falsch	45	20,1	20,1	85,3
99	33	14,7	14,7	100,0
Gesamt	224	100,0	100,0	

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Typische Begründung (Schüler, 10. Klasse):

6b) Versuche Deine Antwort in 6a) mit einer chemischen Reaktion des Benzins zu begründen und zu beschreiben woher die Energie Deiner Meinung nach kommt:

~~Benzin~~ + Die Energie entsteht bei der Verbrennung.

Die Atome des Benzins können bei der Verbrennung mit Sauerstoff reagieren und bilden Energie

- Erneut: „Energieentstehung“ – keine „Energieumwandlung“
- Auch „*Explosion im Motor – dabei entsteht Energie*“  
→ Fehlvorstellung: Explosionen scheinen demnach „Energieentstehungsprozesse“ zu sein

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Weitere Begründung (Schülerin, 10. Klasse):

*„Durch die Explosion verschwindet das Benzin und man muss irgendwann wieder tanken“*

- Erneut: „Vernichtungskonzept“
- Makroskopische Ebene

Auch in anderen Antworten deutlich zu erkennen:

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Ein weiterer Schüler (9. Klasse) schreibt:

6b) Versuche Deine Antwort in 6a) mit einer chemischen Reaktion des Benzins zu begründen und zu beschreiben woher die Energie Deiner Meinung nach kommt:

Während der Fahrt wird Benzin verbrannt. Dadurch wird es weniger und man muss nach ein paar hundert Kilometern wieder tanken. Das was aus dem Auspuff herauskommt ist gasförmiges, verbranntes Benzin.

- Erneut wird Vernichtungskonzept deutlich
- Richtige Feststellung des stofflichen Zusammenhanges zwischen Abgasen und Benzin, aber Transfer von  $\text{CO}_2$  als Verbrennungsprodukt (in Aufgabe 4 richtig) ist nicht gelungen
  - phänomenologisch begründete Alltagsvorstellungen sind eindeutig tiefer verankert und nur sehr schwer durch wissenschaftliche Vorstellungen zu ersetzen

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Eine weitere Schülerin (10. Klasse) schreibt:

6b) Versuche Deine Antwort in 6a) mit einer chemischen Reaktion des Benzins zu begründen und zu beschreiben woher die Energie Deiner Meinung nach kommt:

Benzin + Wärme (Funken) → Energie

Das Verbrennen von Benzin ist eine ch.

Reaktion und hierbei entsteht einfach Ener

gie. Wenn Benzin mit „Feuer“ reagiert ent-

steht ein Stoff, der diese Energie

ist (liefert).

- Erneut: Energie als Materie mit stofflichen Eigenschaften (vgl. Aufgaben 1, 4 und 5)

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Eine weitere Schülerin (9. Klasse) schreibt:

6b) Versuche Deine Antwort in 6a) mit einer chemischen Reaktion des Benzins zu begründen und zu beschreiben woher die Energie Deiner Meinung nach kommt:

Wenn eine chem. Reaktion abläuft, wird  
Energie freigesetzt. Die kommt von  
der Wärme, die dabei eingesetzt wird.

- Richtig: „freiwerdende“ Energie, aber Ursprung falsch: Aktivierungsenergie wird mit freiwerdender Energie verrechnet (vgl. Aufgabe 4) → mehrmals bei Aufgabe 4 und 6
- Problematik bei Schülern mit dem Verständnis von nicht be-greif-baren Energieformen (chemische Energie)

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Zusammenfassung aufgetretener Fehlvorstellungen:

- Energieentstehung bzw. Energieerzeugung
- Energieumwandlung kaum angewandt
- Vernichtungskonzept
- Phlogiston-Theorie
- „Energie als Stoff“ mit charakteristischen Eigenschaften
- „Conceptual-Growth“-Ansätze zur Deutung
- „be-greif-bare Energieformen“
- „parallele Denkweisen“

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Perspektiven für den Chemieunterricht:

- Lernprozess als „fortlaufende, kognitive Rekonstruktion auf der Basis von Erfahrungen“ (PFEIFFER 2002)
- DEWEY'sche Kardinalvorstellung „Aller Unterricht hat bei der Erfahrung der Kinder anzufangen!“
- „Conceptual growth“ vs. „Conceptual change“ (kognitiver Konflikt)

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Wie werden Fehlvorstellungen im Chemieunterricht derzeit angewandt? Wie sieht die Praxis aus?

1. Ignoranz (Erhebungen seit 1975 – dennoch keine Anwendung!)
2. Fehler aufzeigen, wenn Schüler Fehlvorstellungen äußern – sonstige Fehlvorstellungen bleiben unbeachtet
3. Neue Idee: In Anlehnung an DEWEY ganz bewusst und gezielt mit Fehlvorstellungen arbeiten – aber wie?

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Wie können Fehlvorstellungen im Chemieunterricht sinnvoll genutzt werden? Welche Möglichkeiten gibt es?

1. Mit Fehlvorstellungen beginnen, anschließend die wissenschaftliche Sichtweise vorstellen und damit die anfänglichen Fehlvorstellungen widerlegen?

→ Conceptual-Change Problematik wird initiiert, obwohl man sie sonst permanent vermeiden möchte!

Also?

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Wie können Fehlvorstellungen im Chemieunterricht sinnvoll genutzt werden? Welche Möglichkeiten gibt es bzw. werden praktiziert? Beispielablauf:

1. Experiment vorführen und Beobachtungen festhalten!
2. Wissenschaftliche Sichtweise erläutern und anhand jener Sichtweise das Experiment dementsprechend deuten!
3. In Kleingruppen die aus der Literatur und aktuellen Erhebungen bekannten Fehlvorstellungen diskutieren und anhand der wissenschaftlichen Vorstellung widerlegen lassen!
4. Ergebnisse werden der Klasse präsentiert!

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Was ist der Vorteil dieser Methode?

- Schüler lernen die wissenschaftliche Methode kennen
- Schüler werden mit Fehlvorstellungen konfrontiert, die sie bestenfalls selbst haben  
→ Aber: Schüler müssen sich auf die Seite der wissenschaftlichen Vorstellung stellen und sich mit ihr identifizieren. Gleichzeitig wird ihnen durch einen solchen Ablauf eine ganz konkrete Abwehrhaltung gegenüber den Fehlvorstellungen auferlegt!
- Auf diese Weise: Nicht Meinung des Lehrers, sondern der Mitschüler!!!

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Interesse an einer solchen Fragenstellung?

**Examensarbeit!!!**

# Fehlvorstellungen in der Chemie – Diagnose und Korrektur

Thema: „Brennstoffe und Energie“

Fragen, Anregungen oder anderweitige Kritik?

**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!**

**Tobias Dörfler**

[doerfler@uni-muenster.de](mailto:doerfler@uni-muenster.de)



**Weltmeister 2010!!!**