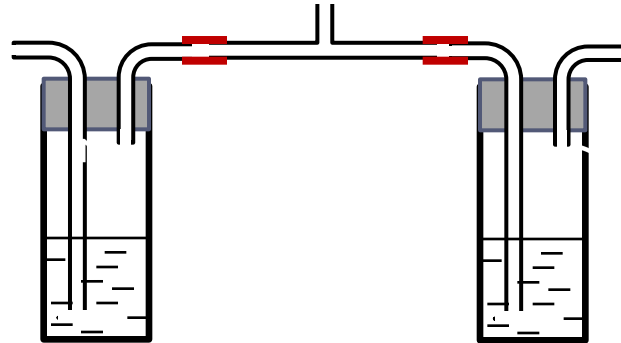


Abstract
Introduction
Material and Methods
Results
Discussion

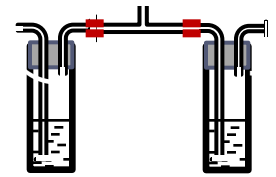
Fragestellung
Hypothesen
Versuchsbeschreibung
Beobachtung
Deutung



Der Doppelwaschflaschenversuch

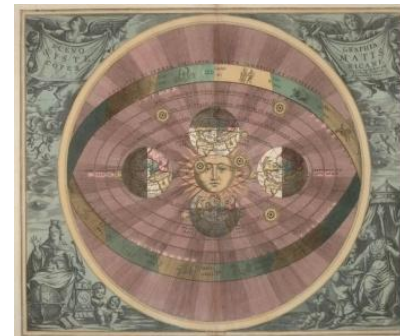
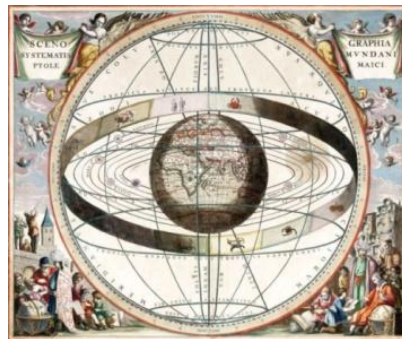
- oder Deutungen können/dürfen auch mal falsch sein

Kompetenzorientierung durch einfache
Modifikation klassischer Experimente*

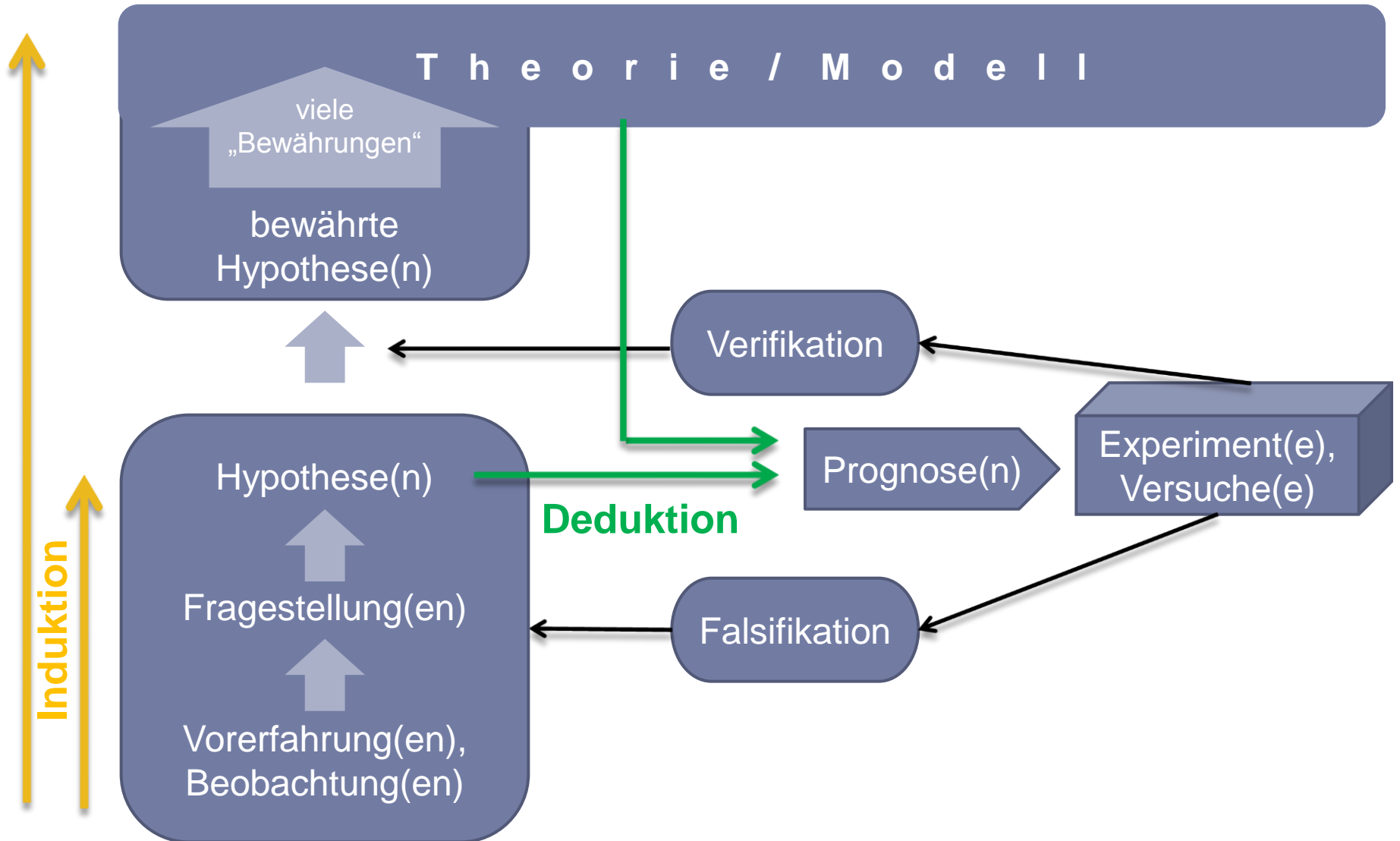


Worum es geht ...

- ▶ Frühzeitiges Einüben des empirischen Standardverfahrens naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung und seiner Begriffe (Frage, Hypothese, Methode, Ergebnis, Deutung)
- ▶ Ursache und „Normalität“ von Deutungsfehlern
- ▶ Sinn der Trennung von Versuchsbeschreibung, Versuchsbeobachtung und Versuchsdeutung
- ▶ Vorläufigkeitsaspekt naturwissenschaftlicher Erkenntnis



Empirisches, hypothetisch-deduktives Verfahren der Erkenntnisgewinnung



Protokollschemaschemata bilden den empirischen Erkenntnisgang ab

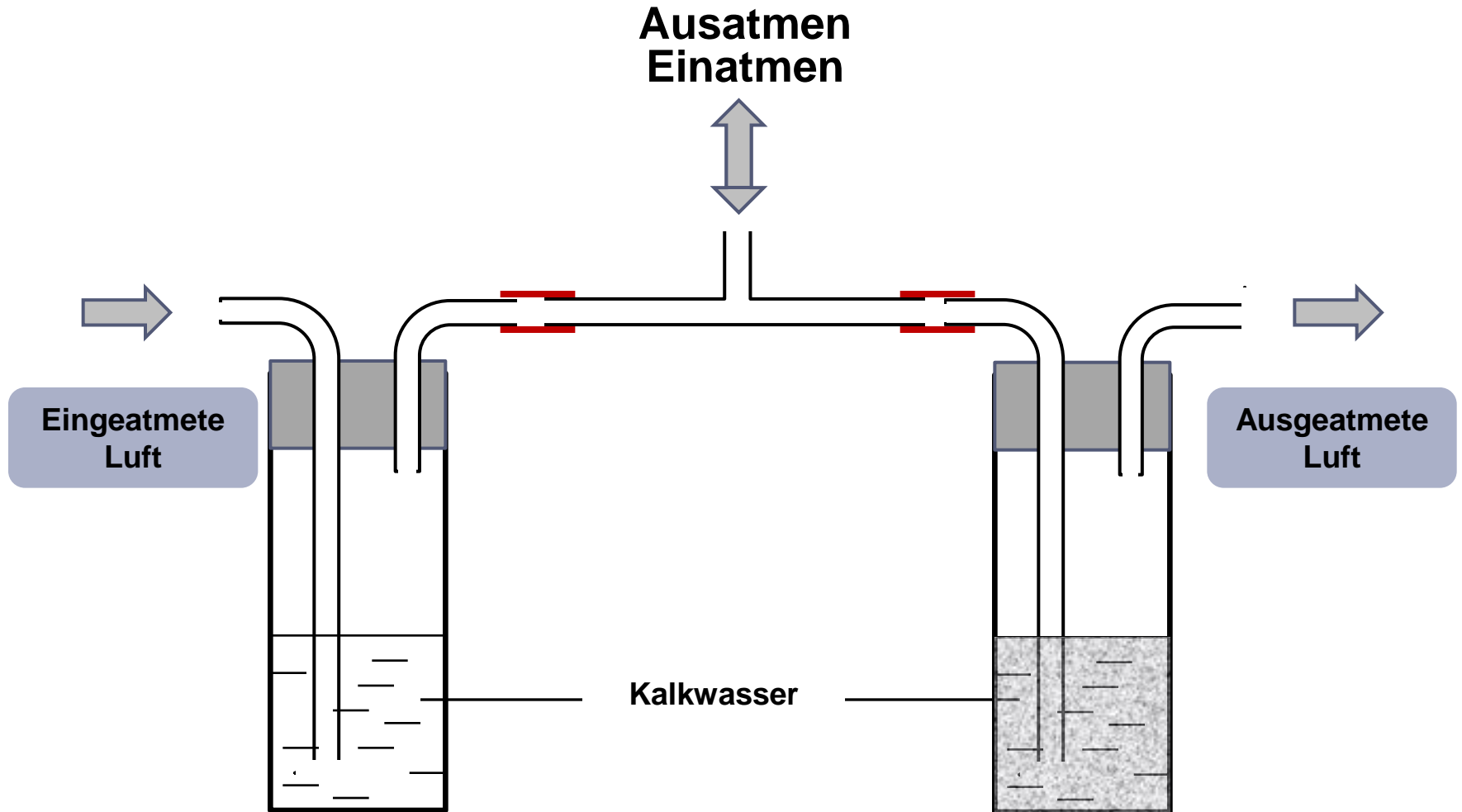
Wissenschaft	Schule
Introduction	Fragestellung Hypothese Prognose
Material and Methods	Versuchsbeschreibung / -durchführung
Results	Versuchsergebnis / Versuchsbeobachtung
Discussion	Deutung / Erklärung / Auswertung / Diskussion

predict

observe

explain

Klassischer Doppelwaschflaschenversuch zum Vergleich ein- und ausgeatmeter Luft

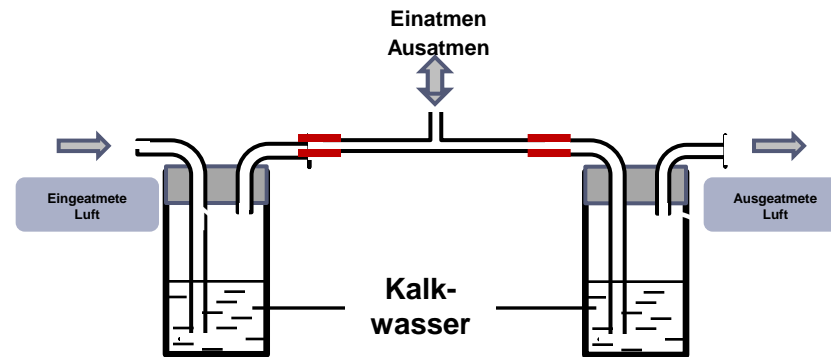


Denkbare klassische Auswertung

Ermittlung des Kohlenstoffdioxidgehaltes in Ein- und Ausatemluft

?: Unterscheidet sich der Kohlenstoffdioxidgehalt in Ein- und Ausatemluft

V:



B: - Einatemluft trübt Kalkwasser nicht, Ausatemluft trübt Kalkwasser

D: - Ein- und Ausatemluft unterscheiden sich im Kohlenstoffdioxidgehalt

- Eingeatmete Luft enthält kein Kohlenstoffdioxid

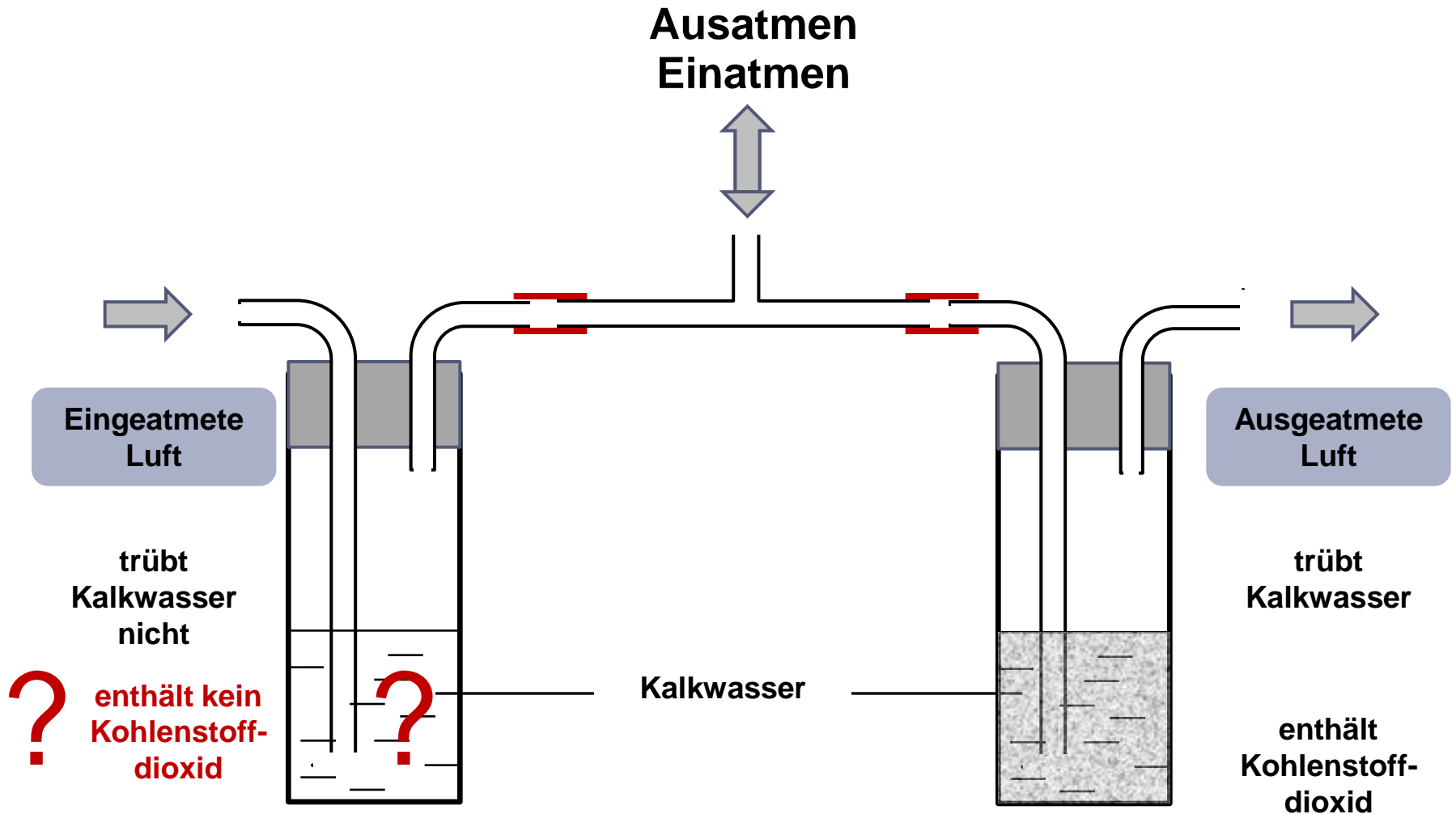
- Ausgeatmete Luft enthält Kohlenstoffdioxid

- Menschen atmen Sauerstoff ein und Kohlenstoffdioxid aus

- Im Körper des Menschen läuft ein Stoffwechselfvorgang ab, der die Zusammensetzung der Atemluft verändert

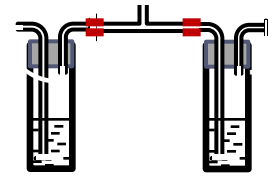
Info: Den Gaswechsel von Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid nennt man ‚Atmung‘.

Der klassische Doppelwaschflaschenversuch erzeugt ein Deutungsproblem



Wenn ausgeatmete Luft Kohlenstoffdioxid enthält,
müsste auch die Raumluft Kohlenstoffdioxid enthalten

Modifikation durch Veränderung der Methode

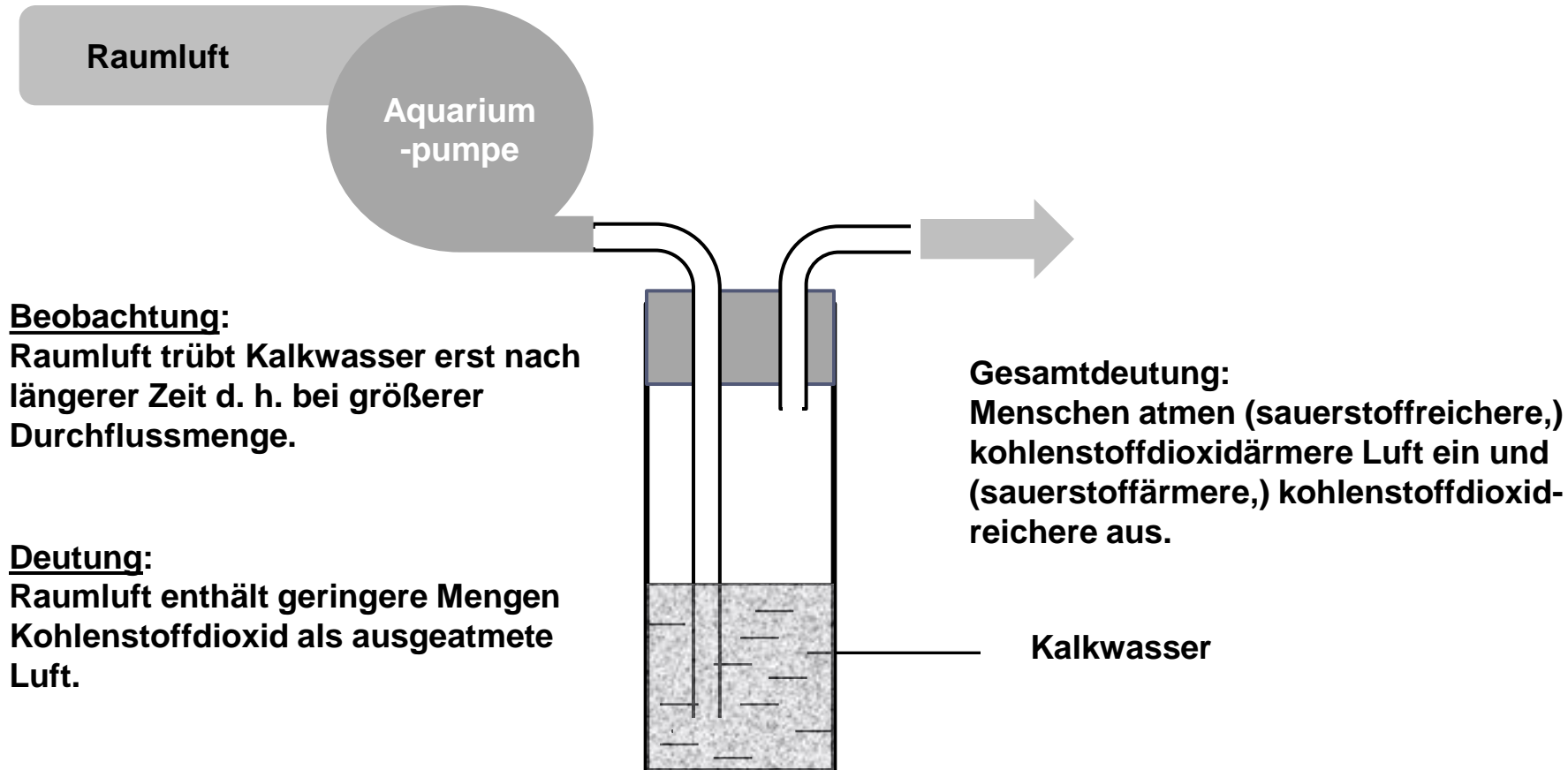


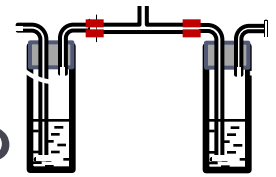
Hypothese:

Kalkwasser trübt sich nur durch größere Kohlenstoffdioxidmengen.
Raumluft enthält sehr wenig Kohlenstoffdioxid.

Neue Methode:

Erhöhung der Raumluft-Durchflussmenge.





Was können Schüler daraus lernen?

- ▶ Deutungen hängen unmittelbar von der Beobachtung ab
- ▶ Beobachtungen sind abhängig von der Methode
- ▶ Für eine korrekte Deutung wird eine sachgerechte Methode und eine genaue Beobachtung benötigt
- ▶ Deutungen können vorläufig falsch sein →

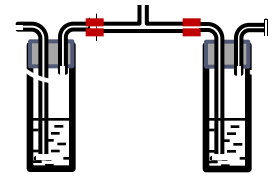
Es ist wichtig, beim Experimentieren

- Versuchsmethode
- Versuchsbeobachtung
- Versuchsdeutung

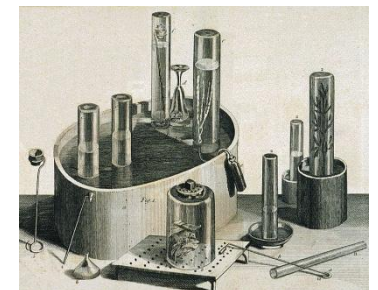
genau und getrennt voneinander zu formulieren und zu protokollieren!

Naturwissenschaftliche Erkenntnisse sind Deutungswissen, sie können widerlegt werden

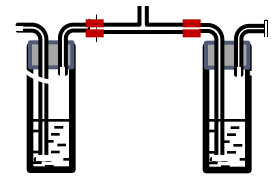
Einige „Irrtümer“ der Menschheit



- ▶ Beispiele auf der Ebene Klasse 7/8
 - ▶ Flache-Erde-Theorie
 - ▶ Geozentrismus → Heliozentrismus
 - ▶ PRIESTLEY/SCHEELE-Streit:
 - ▶ Untersuchungsobjekt Minzezweig
→ grüne Pflanzenteile produzieren Sauerstoff
 - ▶ Untersuchungsobjekt Erbsen
→ grüne Pflanzenteile verbrauchen Sauerstoff
- ▶ Höhere Klassenstufen
 - ▶ Präformationstheorie
 - ▶ LAMARCK / DARWIN
 - ▶ Dogma der Molekularbiologie vs. LAMARCKismus/Epigenetik
 - ▶ ...



„Gewinn“ ?!



- ▶ Kompetenzorientiert nach den KMK-Standards des ‚Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung‘

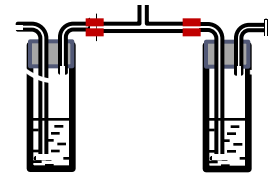


Schüler

- ▶ führen Untersuchungen mit geeigneten qualifizierenden oder quantifizierenden Verfahren durch (E 5)
 - ▶ planen einfache Experimente, führen die Experimente durch und/oder werten sie aus (E 6)
 - ▶ wenden Schritte aus dem experimentellen Weg der Erkenntnisgewinnung zur Erklärung an (E 7)
 - ▶ erörtern Tragweite und Grenzen von Untersuchungsanlage, -schritten und –ergebnissen (E 8)
- ▶ Angemessen anspruchsvoll
 - ▶ ‚Epistemologische‘ Kompetenz auf dem Niveau der Klasse 7/8
 - ▶ Schüler können Inhalte - ggf. mit geringer Hilfestellung - selbst erschließen

Die erweiternde Modifikation des Standardexperimentes ist sicher nicht zwingend nötig, aber lohnend

Quellen



▶ Zitate

- ▶ Ganser, M., & Hammann, M. (2009): Experimentierkompetenz effizient fördern - durch einfache Modifikation klassischer Experimente. PdN-BioS 5/58

▶ Bildquellen

- ▶ Geo- und heliozentrisches Weltbild, gemeinfrei von Wikipedia,
- ▶ Priestley-Versuche, *public domain* von Wikipedia
- ▶ Universum - C. Flammarion, Holzschnitt, Paris 1888, Kolorit : Heikenwaelder Hugo, Wien 1998. Creative Commons Lizenz 2.5 Namensnennung, Weitergabe unter gleichen Bedingungen. Wikipedia.