

Experimentieren mit digitalen Messsensoren im Chemieunterricht - Einsatz und Mehrwert

Dr. Timo Fleischer
Universität Salzburg
Chemie und Physik der
Materialien
School of Education
AG Didaktik der Chemie



Alltagsorientierung im Chemieunterricht

(z.B. Apotheker, 2019; Barke et al., 2012; Broman & Simon, 2015; Childs et al., 2015; Ulusoy & Onen, 2014; Wanjek, 2000)

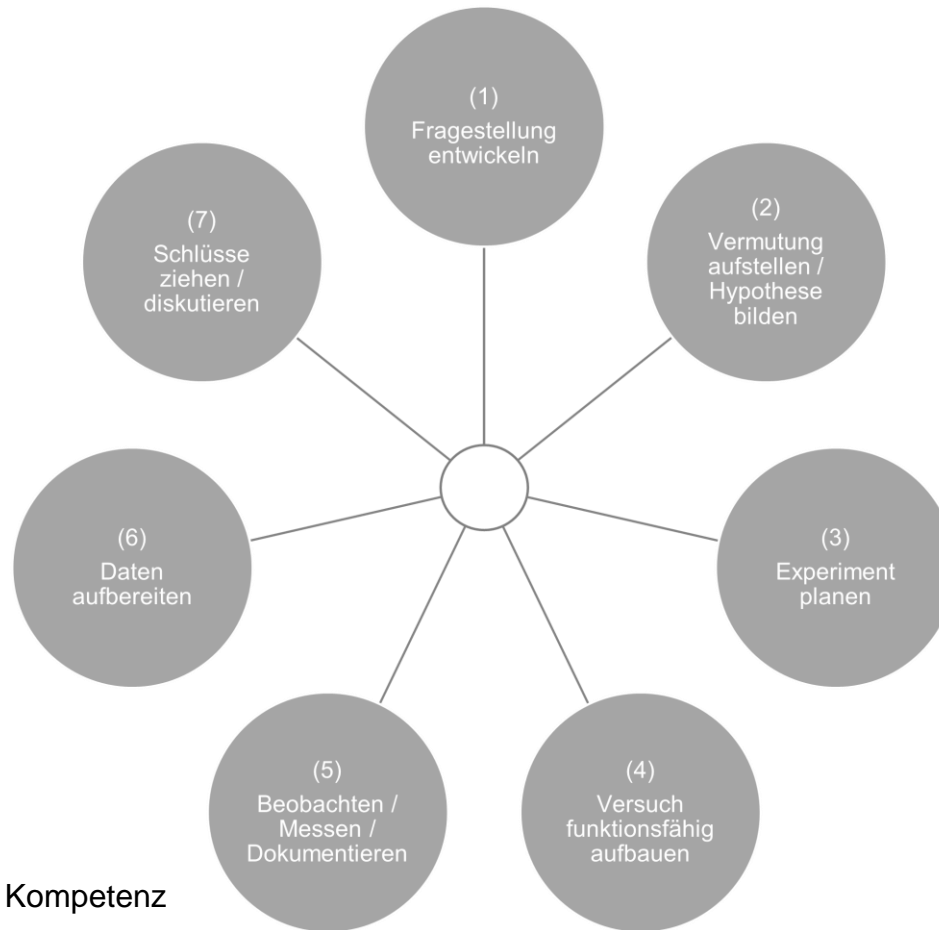
- Bedeutung/Sinnhaftigkeit von Alltagsbezügen im Chemieunterricht in mehreren Studien hervorgehoben.
- SuS selbst betonen die Bedeutung von Alltagsbezügen:
 - Erfahrungen mit Chemie durch praktischeren/schülerzentrierten Unterricht verbessern.
 - Chemieunterricht erscheint weniger abstrakt.
 - Erlernten Inhalte können im Alltag angewendet werden.
 - Insbesondere Schüler*innen ohne Karriereambitionen in chemiebezogenen Berufen erkennen die Bedeutung der Chemie durch Alltagsbezüge.

Forschendes Lernen im Chemieunterricht

(z.B. Baur et al., 2020; Eckhardt et al., 2013; Hofstein & Lunetta, 2004; Maiseyenko et al., 2013; Mayer & Ziemek, 2006)

- Weithin akzeptierter Lehr- und Lernansatz in der konstruktivistischen Tradition für den naturwissenschaftlichen Unterricht.
- Selbstgesteuerte Experimentieren der SuS im Mittelpunkt.
- Experiment als zentrale naturwissenschaftliche Erkenntnismethode.
- Experiment/Experimentieren umfasst kognitive sowie haptische (manuelle) Fähigkeiten.

Forschendes Lernen im Chemieunterricht



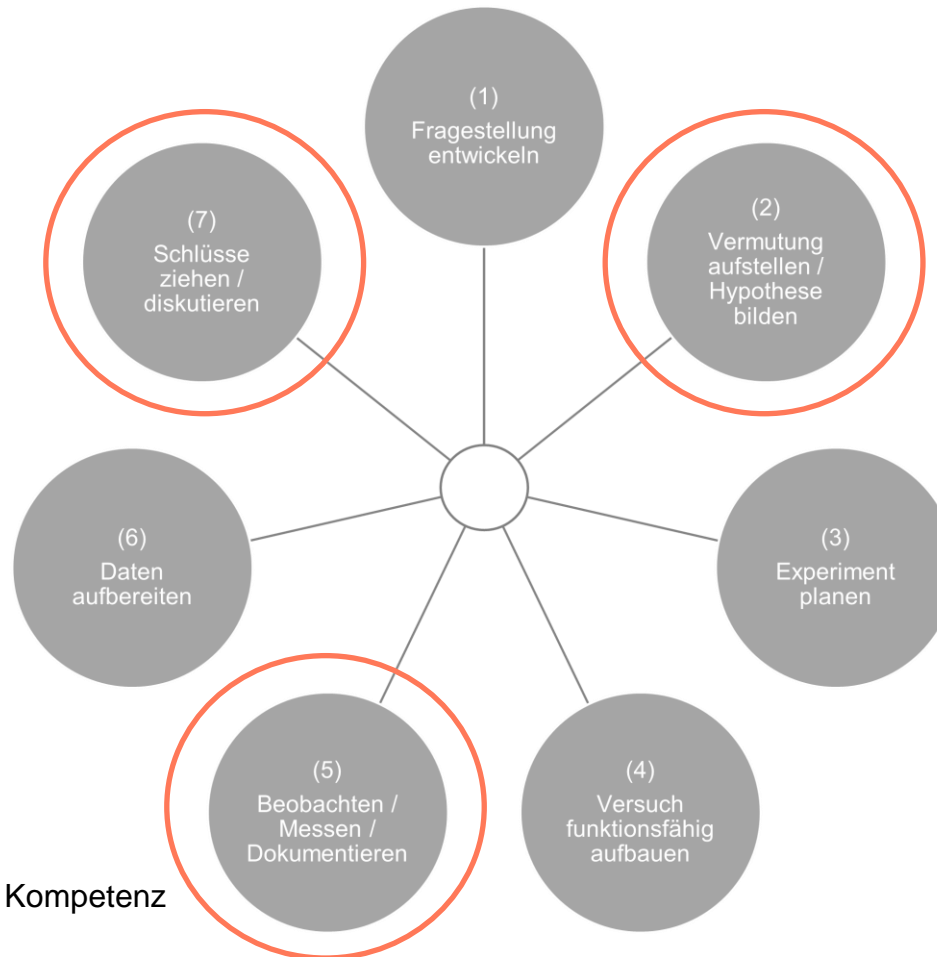
Facettenmodell experimenteller Kompetenz
(nach Maiseyenka et al., 2013)

Forschendes Lernen im Chemieunterricht

(z.B. Abrams et al., 2008; Arnold et al., 2017; Bell et al., 2005; Nawrath et al., 2011)

- Studien zeigen ambivalente Ergebnisse bezüglich der Experimentierkompetenzen von Schüler*innen.
- Lernerfolg nicht garantiert:
 - Gerade bei unerfahrenen/leistungsschwächeren Lernenden.
 - Überforderung der Lernenden durch vorhandene Komplexität.
 - Zusätzliche Unterstützung der Lernenden.
 - Kombination des Forschenden Lernens mit digitalen Medien.
 - Lernende beim aktiven/selbständigen Experimentieren unterstützen und gleichzeitig die kognitive Belastung gering halten.
 - Gezielt einzelne oder mehrere experimentelle Teilkompetenzen im Unterricht thematisieren.

Forschendes Lernen im Chemieunterricht



Facettenmodell experimenteller Kompetenz
(nach Maiseyenka et al., 2013)

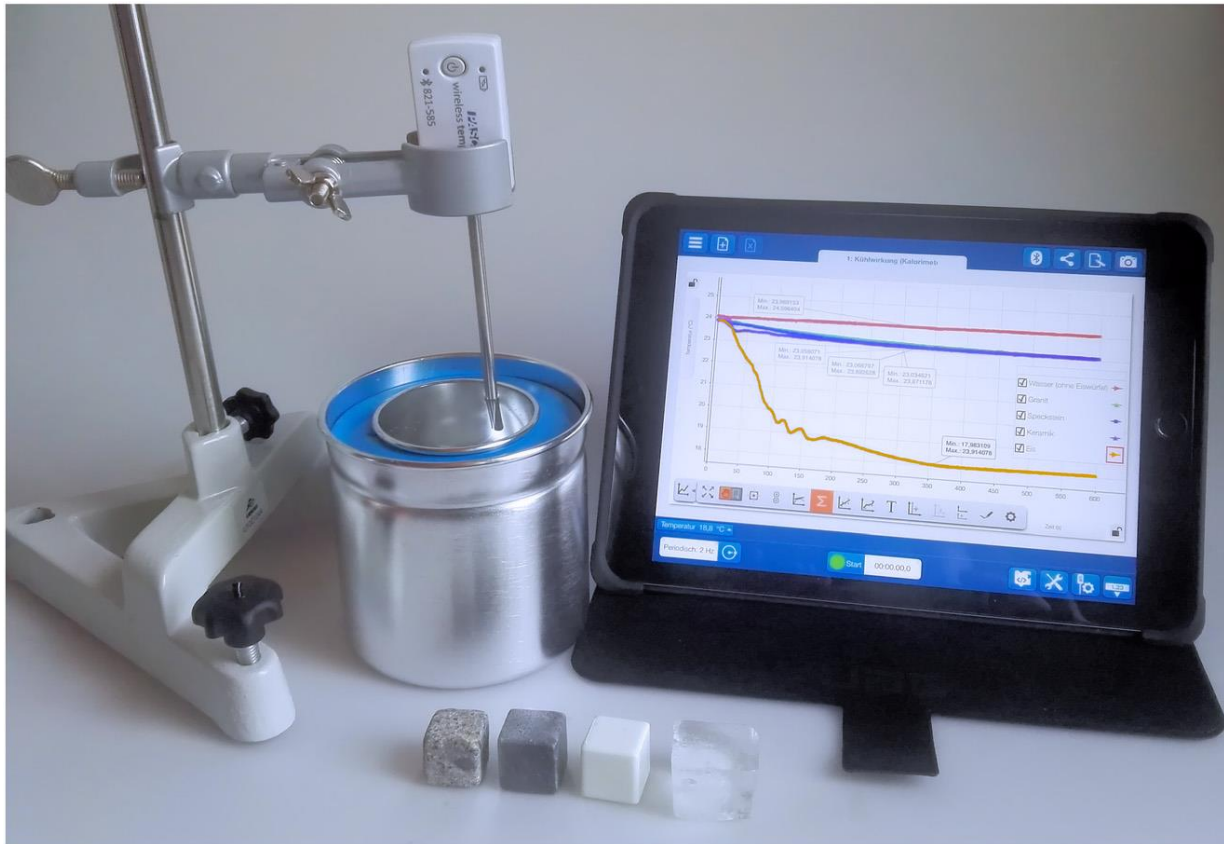
Mehrwert digitaler Messsensoren

(z.B. Beichner, 1990; Lampe et al., 2015 ; von Kotzebue et al., 2015)

- Schnelle und einfache Erfassung von Messwerten:
 - Messwiederholungen möglich.
 - Automatische Darstellung der Daten in Diagrammen und Tabellen.
 - Mehr Zeit für eigenständige Interpretation der Daten.
- Konstruktion Tabelle/Diagramm rückt in den Hintergrund.
- Grafische Darstellung der Daten während des Versuchsablaufs stellt Verbindung zwischen Experiment und Repräsentation her.
- Veränderungen von Variablen direkt im Graph beobachtet werden.
- Durch technischen Fortschritt kann heute mit (relativ) preiswerten Sensoren im Klassenzimmer gearbeitet werden.
- Sinnvolle Erweiterung/Ergänzung (traditioneller) Schulexperimente.

Kühlwirkung alternativer Eiswürfel vs. Normaler Eiswürfel

(Fleischer et al., 2023)



Evaluation:
Mittelschule
(7./8. Schulstufe;
2 Klassen, $n = 35$)

Experiment zur Kühlwirkung alternativer Eiswürfel (Fleischer et al., 2023)

Kühlwirkung alternativer Eiswürfel vs. Normaler Eiswürfel

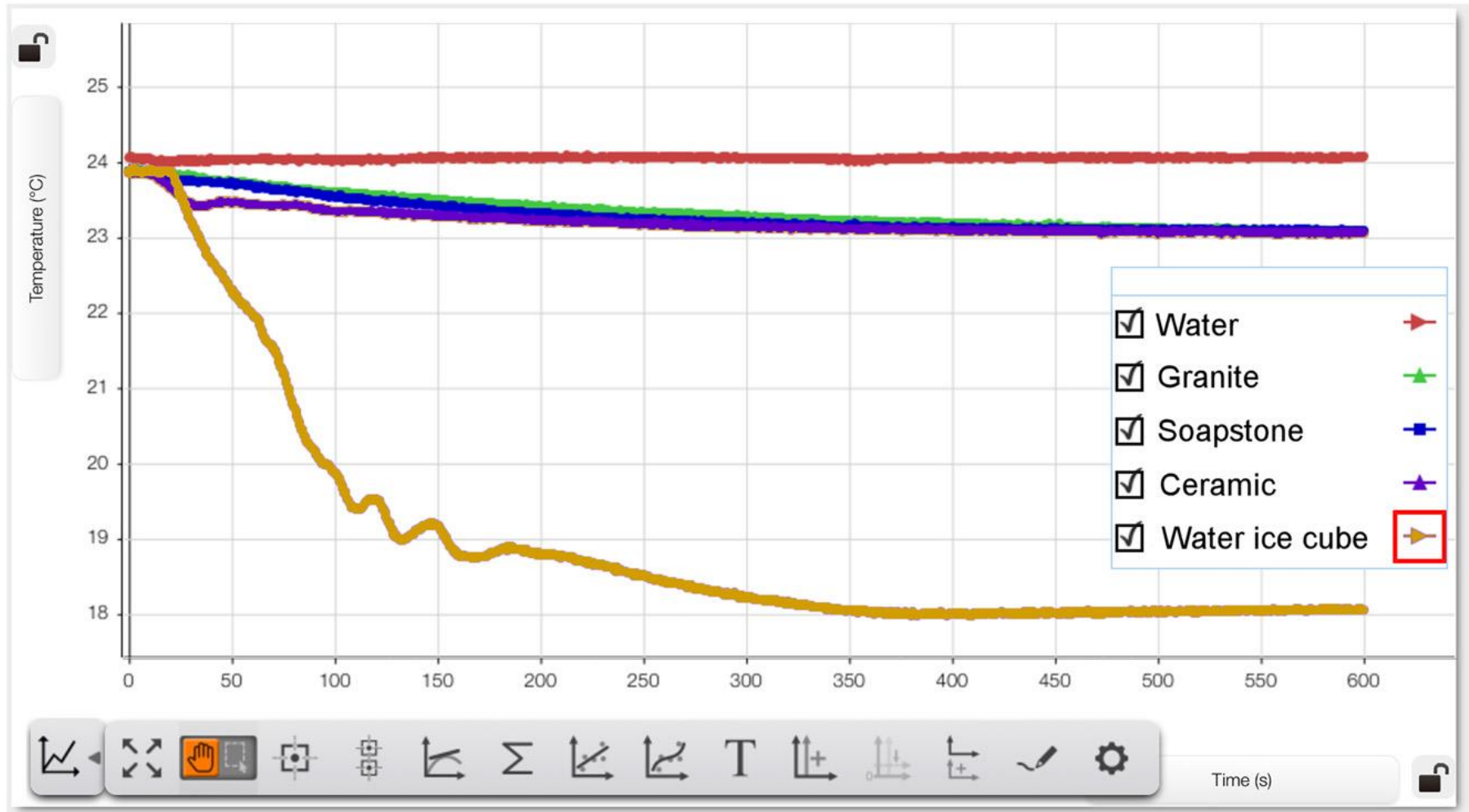
- **Original Werbung – Eiswürfel aus Speckstein:**

„Genießen Sie Ihre Getränke eiskalt und unverdünnt! Denn Ihre neuen Eiswürfel schmelzen nicht. So sind die Würfel ideal für Limonade, ... und vieles mehr. Legen Sie die Kühlsteine einfach für wenige Stunden ins Eisfach. So sind Sie immer wieder verwendbar.“ (Amazon, 2023)

- **Original Werbung – Eiswürfel aus Keramik:**

„Bleiben Sie „cool“. Wer kennt das nicht? Damit der Drink kühl bleibt, nimmt man Eiswürfel – und am Ende ist alles nur noch wässrig. Schluss damit! ... mit unseren wiederverwendbaren Eiswürfeln kühlen Sie Ihre Getränke sanft.“ (Amazon, 2023)

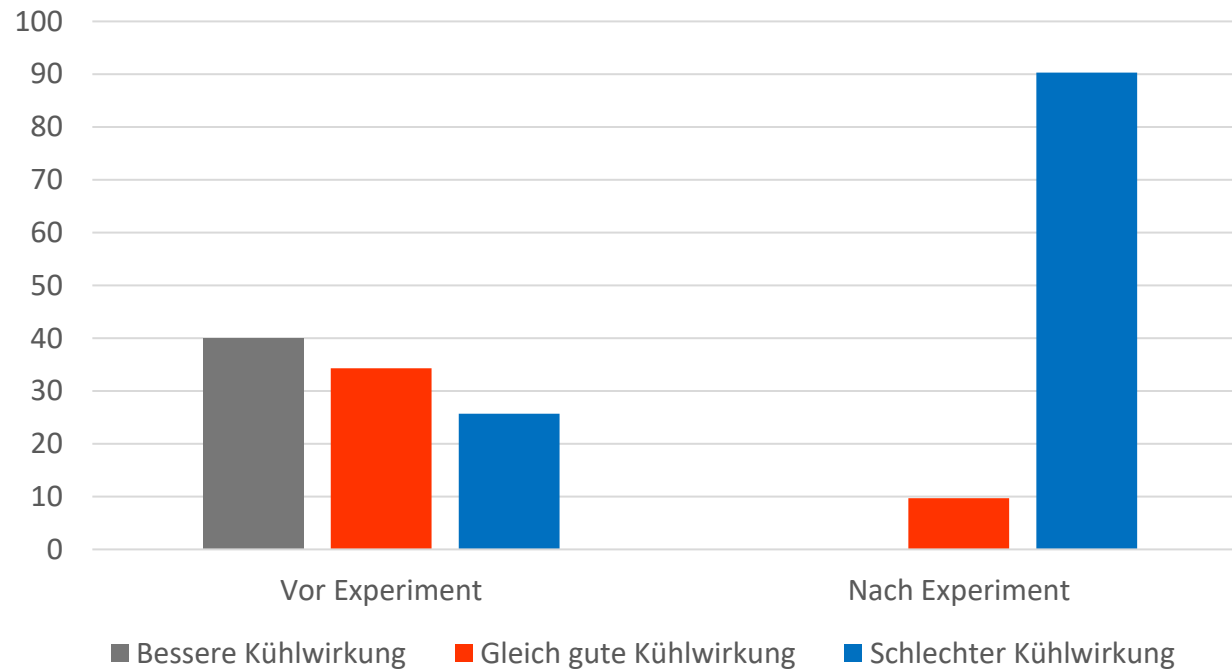
Messung der Kühlwirkung



Kühlwirkung alternativer Eiswürfel

(Vor und nach der Messung)

Hypothesen zur Kühlwirkung alternativer Eiswürfel

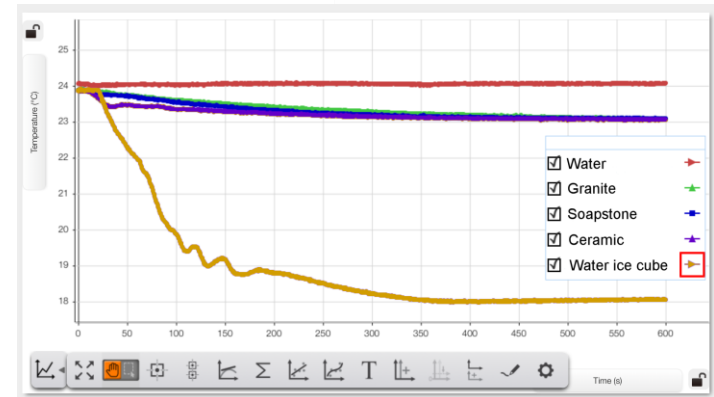


Evaluation:

Mittelschule (7./8. Schulstufe; 2 Klassen, $n = 35$)

Bewertung des digitalen Temperatursensors

- Temperatursensor + Graph hilfreich bei Interpretation des Experiments.
- 82,9 % empfanden den digitalen Temperatursensor und die sich daraus ergebenden Graphen zur Ergebnisinterpretation hilfreich (8,6 % nicht hilfreich).
- 82,8 % würden in Zukunft gerne mehr Experimente mit digitalen Sensoren und Tablets durchführen.
- Positiv hervorgehoben wurde, dass die Temperaturentwicklung (Kühleffekt) direkt auf dem Tablet beobachtet werden konnte, z.B.:
 - „Die Temperatur auf dem Tablet sehen.“
 - „Messen und sehen, wie sie sich entwickelt.“
 - „Ich finde es spannend und cool.“
- Alltagsbezug überwiegend positiv bewertet: 45,7 % gut / 42,9 % mittel / 11,4 % schlecht.



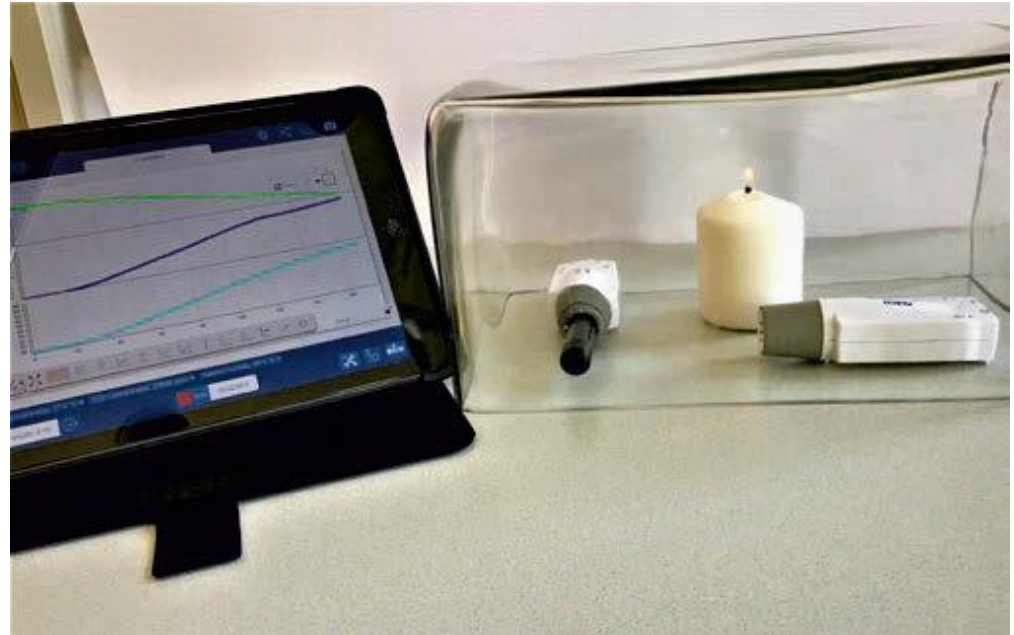
Bewertung der Werbung

- Mehrheit der SuS bewertet Werbung kritisch, da Versprechen der guten Kühlwirkung nicht eingehalten wird, z.B.:
 - „Ich glaube nicht, dass es stimmt, was in der Werbung steht, denn die alternativen Eiswürfel haben im Experiment nicht gut funktioniert.“
 - „Es ist eine gute Idee, aber es ist alles fake.“
 - „Die Werbung ist gut, aber die Steine sind es nicht.“

Unsichtbares sichtbar machen

(von Kotzebue & Fleischer, 2020)

- Digitaler CO₂-Sensor
- Digitaler O₂-Sensors
- Kerze + Feuerzeug
- Glaswanne
- Tablet (App SPARKVue)



- Vorteil:
 - Nicht sichtbare Edukt Sauerstoff & nicht sichtbaren Produkte Kohlenstoffdioxid und (Wasser).
 - grafisch als Diagramm sichtbar.
 - Konzentrationsänderungen im Verlauf der Reaktion dargestellt.
 - Für die Auswertung des Experiments hilfreich.

Unsichtbares sichtbar machen

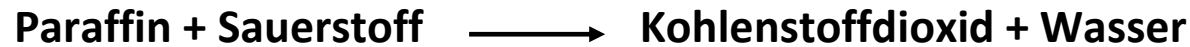
(von Kotzebue & Fleischer, 2020)

- Durchführung des Experiments ohne Sensoren:
 - „Die Kerze verbraucht den gesamten Sauerstoff, der im Glas vorhanden ist, bis nur noch CO_2 vorhanden ist, wodurch sie erstickt und erlischt.“
 - „Durch das Überstülpen des Glases begrenzt man den Sauerstoff. Die Reaktion kann dann so lange ablaufen, bis einer der Reaktanden aufgebraucht ist. In diesem Fall ist Sauerstoff der begrenzende Reaktand [...]. Wenn der Sauerstoff verbraucht ist, kann kein Paraffin mehr umgesetzt werden und die Flammen erlöschen.“
- Die Kerze erlischt zwischen 15 und 17 % Restsauerstoffgehalt (Belcher& McElwain, 2008).

Unsichtbares sichtbar machen

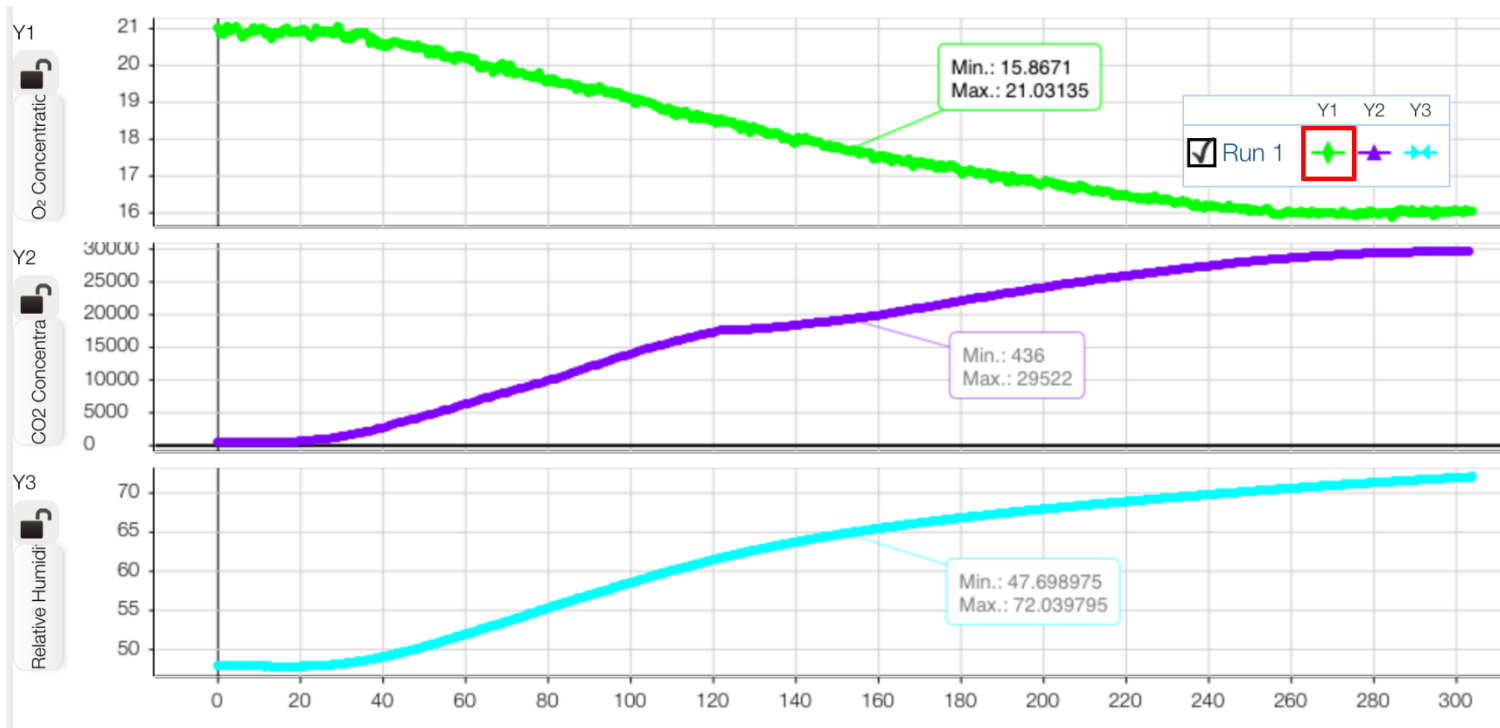
(von Kotzebue & Fleischer, 2020)

- Vereinfacht findet folgende chemische Reaktion statt (Schlichting, 1994):



Unsichtbares sichtbar machen

(von Kotzebue & Fleischer, 2020)



- Durch Sensoren eindeutig erkennbar:
 - Nicht der gesamte Sauerstoff bei Reaktion aufgebraucht.
 - O₂-Konzentration liegt noch über 15 %.
 - Fehlinterpretation, dass kein Sauerstoff mehr vorhanden ist, wenn die Kerze erlischt, kann mithilfe der Sensoren entgegengewirkt werden.