

Einleitung

- Kotter (1975): Kriterien für gute Schulexperimente: u.a. deutliche Effekte, zeitlich passend, sicher [1]
- Bestimmte Phänomene (farblose Gase, Druckänderungen) sind schwer wahrnehmbar, digitale Messsensoren machen sie sichtbar [2]

Laufendes Projekt an der Europa-Universität Flensburg:

- Experimente anhand der Kriterien nach Kotter prüfen und an modernen Chemieunterricht anpassen, beispielsweise durch:
 - Einbindung von digitalen Messsensoren
 - Anpassung der Gefahrstoffe (z.B. [3])

Erweiterung des Experiments mit digitalen Drucksensoren:

- **Ziel:** Verständlichkeit und Eignung für den Unterricht erhöhen
- **Interventionsstudie:** Erste Untersuchung zur Lernwirksamkeit dieser Modifikationen



Eiswasserkocher mit Drucksensor

Modifizierung in Durchführung und Beobachtung:

- Durchbohrter Stopfen mit verschlossenem Luer-Hahn mit Drucksensor im Deckel (Abb. 2)
- Luer-Hahn öffnen, Druckmessung starten
- Anfangs ~105 kPa und 100°C
- Druck sinkt erst schnell ab, dann langsamer auf ~45 kPa
- Anfangsdruck hoch durch heißes Wasser und Volumenausdehnung im Luer-Hahn

Fazit: Druckänderung wird visuell erfassbar

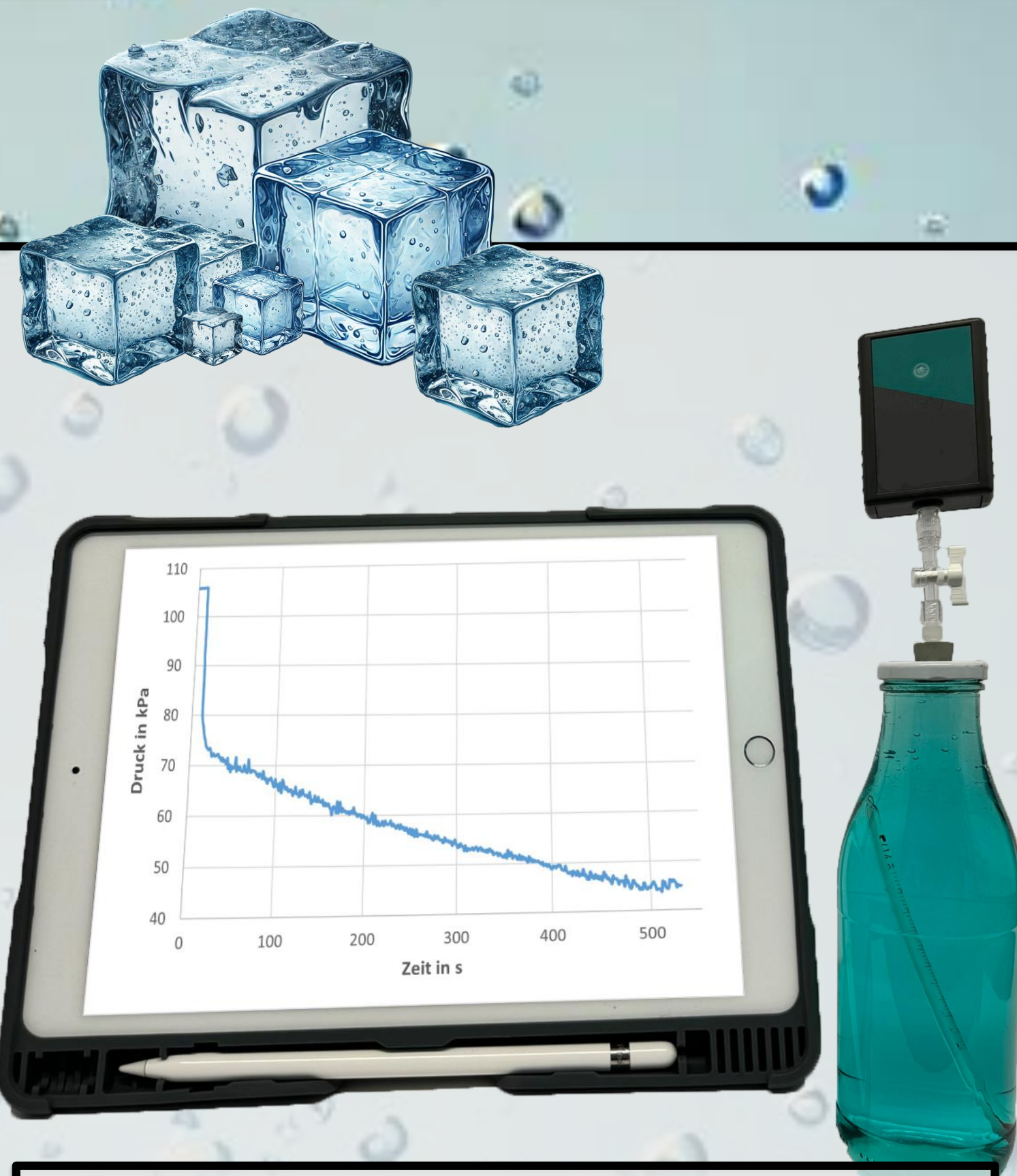


Abb.2: Eiswasserkocher mit Drucksensor

Eiswasserkocher ohne Drucksensor [4]

Durchführung und Beobachtung:

- Thermometer in Weithalsflasche (z.B. Milchflasche) (Abb.1)
- Siedendes Wasser bis zum Rand einfüllen
- Flasche verschließen, geschlossenes System mit konstantem Raumvolumen
- Eiswürfel auf Deckel kühlen diesen
- Konvektionsströme durch Dichteunterschiede sichtbar
- Wasser kühlt auf ~60°C ab, Volumen verringert sich [5], Blasenbildung
- Freiraum unter dem Deckel, Wasser tropft vom Deckel zurück

Auswertung:

- In der Flasche geringerer Druck als Normaldruck → Siedetemperatur von Wasser unter 100°C [6]
- Soll Druckabhängigkeit der Siedetemperatur [7] von Wasser zeigen

Fazit:

- Zusammenhang zwischen Druck und Siedetemperatur für Schüler:innen visuell nicht erfassbar

- Nach Kotters Kriterien [1]:

Wesentliches Phänomen nicht vollständig vermittelt



Abb.1: Eiswasserkocher ohne Drucksensor

Interventionsstudie

- **Ziel:** Wirksamkeit des Gasdrucksensors im „Eiswasserkocher“-Experiment untersuchen
- Teilnehmende: 60 Lehramtsstudierende des Sachunterrichts
- **Problem:** Herkömmliche Durchführung führte oft zu Lernschwierigkeiten

Ablauf:

- Studierende erstellen Concept-Map zum „Kochen von Wasser“ (vorgegebene Begriffe: u.a. Druck, Siedetemperatur) zur Erfassung des Vorwissens
- Durchführung des Experiments (mit/ohne Gasdrucksensor, Zufallsstichprobe)
- Erstellen einer Versuchsbeobachtung und Versuchsauswertung

Ergebnisse

- Concept-Maps: Keine signifikanten Unterschiede im Vorwissen ($p=.063$, $N=26/24$)

Bewertung der inhaltlichen Korrektheit:

- Punkte für richtig dargestellte Aspekte, Summenscore gebildet
- Studierende mit Gasdrucksensor schnitten besser ab

	Kein Sensor		Druck-Sensor		Cohens d
	\bar{x}	N	\bar{x}	N	
Beobachtung	3,04**	28	3,77**	26	.697
Auswertung	2,19**	27	3,00**	26	.716

Ergebnis: Erste Tendenz zur verbesserten Lernwirksamkeit beim Einsatz des Gasdrucksensors erkennbar. Ergebnisse deuten auf verbesserte inhaltliche Korrektheit der Beobachtungen und Auswertungen hin.