

Wasserstoff und Erdgas - Verbrennungsprodukte

In einer Versuchsreihe werden die Verbrennungsprodukte von Wasserstoff und Erdgas mit einem Luftfeuchte- und Kohlenstoffdioxid-Sensor überprüft.

Hintergrund:

Im Anfangsunterricht nehmen Verbrennungen als Beispiel für eine chemische Reaktion eine zentrale Rolle ein. Mit moderner Messtechnik können die Verbrennungsprodukte sehr anschaulich und einleuchtend nachgewiesen werden.

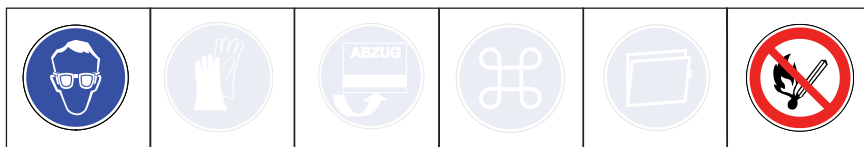
Die Versuchsreihe leistet einen Beitrag zur Umweltbildung, da erkannt wird, dass nur Wasserstoff CO₂-neutral verbrennt, nicht aber Erdgas. Die Versuchsreihe ist somit auch ein Einstieg in die Diskussion über eine zukünftige Energieversorgung und bietet Raum für den Kompetenzbereich Bewertung.

Um ohne Gefahr Wasserstoff direkt an der Flasche entzünden zu können, wird mit einer professionellen Rückschlagsicherung gearbeitet.

Gefahren




Signalwort: Gefahr



Schutzbrille tragen. Rückschlagsicherung direkt nach dem Druckmindererventil anbringen. TÜV für die Rückschlagsicherung beachten. Wasserstoff nicht unkontrolliert ausströmen lassen, da hochentzündlich. Wasserstoffdruckgasflasche auf standsicherem Wagen transportieren.

Chemikalien

Wasserstoff aus der Druckgasflasche H220 H280  P210 P377 P381 P403
Erdgas

Materialien

Computer mit CASSY Lab 2, CASSY Wandler mit zwei Eingängen, z. B. Mobile-CASSY 2, USB-Kabel
CO₂-Sensor S, 524 083, mit Verlängerungskabel, 15 polig, 501 11
Feuchtesensor S, 524 0572
Druckmindererventil mit angebrachter Rückschlagsicherung
Gummischlauch mit ausgezogenem Glasrohr als Verbrennungsdüse
Gasbrenner
Gasanzünder
Erlenmeyerkolben, 1000 ml, weithals

Wasserstoff und Erdgas - Verbrennungsprodukte

CASSY Einstellungen

Feuchte	Bereich:	0 ... 100 %
CO₂	Bereich	0 - 5 %
Messbedingungen	Aufnahme:	automatisch
	Messzeit:	kein Eintrag (Messzeit unbestimmt)
	Intervall:	1 s
Kurve	Stil:	Linien

Durchführung

1. Feuchtesensor auf Cassy-Wandler aufstecken.
2. CO₂-Sensor S über das Verbindungskabel mit CASSY-Wandler verbinden.
3. Wandler mit Computer über USB verbinden, CASSY-Lab 2 starten und Sensoren aktivieren.
4. Luftfeuchte und CO₂-Gehalt im Raum bzw. im Erlenmeyerkolben messen. Cassy-Lab 2 wird nur zum Anzeigen der Messwerte verwendet.
5. Das ausströmende Wasserstoffgas mit einem Gasanzünder entzünden.
6. Über die Wasserstoffflamme kurz den Weithals-Erlenmeyerkolben halten.
7. Die Flamme wird ausgeblasen und die Wasserstoffzufuhr geschlossen.
8. Die Luftfeuchte und CO₂-Gehalt werden gemessen, während der Beschlag wieder verdampft. Zum Messen werden die beiden Sensoren in den Erlenmeyerkolben gehalten.
9. Genauso wird verfahren, um die Verbrennungsprodukte von Erdgas aufzufangen und nachzuweisen.

Messdiagramm

Wasserstoff und Erdgas - Verbrennungsprodukte

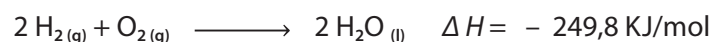
Beobachtung

1. Die Luftfeuchte in der Raumluft und im Erlenmeyerkolben liegt im Messbeispiel bei 36%, der CO₂-Gehalt bei 0,15 %.
2. Der Wasserstoff brennt mit gelber Flamme.
3. Der Erlenmeyerkolben beschlägt, nach kurzer Zeit ist das Wasser wieder verdampft.
4. Während dieser Zeit steigt die Luftfeuchte auf 100 %, der CO₂-Gehalt bleibt unverändert.
5. Der Gasbrenner brennt bei geöffneter Luftzufuhr mit entleuchteter Flamme.
6. Der Erlenmeyerkolben beschlägt, nach kurzer Zeit ist das Wasser wieder verdampft.
7. Während dieser Zeit steigt die Luftfeuchte auf 100 %, der CO₂-Gehalt steigt auf 0,5 %.

Erklärung

Verbrennung von Wasserstoff

Wasserstoff reagiert mit Luftsauerstoff in einer exothermen Reaktion zu Wasser:

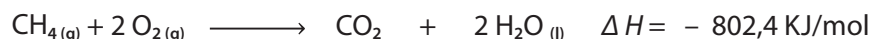


Das Wasser schlägt sich an der kalten Glaswand nieder, verdampft aber sehr schnell wieder. Dadurch erhöht sich im Erlenmeyerkolben die Luftfeuchte, was mit dem Sensor nachgewiesen werden kann.

Da keine kohlenstoffhaltige Verbindung verbrannt wird, entsteht auch kein Kohlenstoffdioxid.

Verbrennung von Erdgas

Erdgas, das hauptsächlich aus Methan besteht, reagiert mit dem Luftsauerstoff in einer exothermen Reaktion zu Kohlenstoffdioxid und Wasser:



Das Wasser schlägt sich an der kalten Glaswand nieder, verdampft aber sehr schnell wieder. Dadurch erhöht sich im Erlenmeyerkolben die Luftfeuchte, was mit dem Sensor nachgewiesen werden kann.

Da Methan pro Molekül ein Kohlenstoffatom enthält, entsteht neben Wasser auch noch Kohlenstoffdioxid. Kohlenstoff wird bei der Verbrennung zu Kohlenstoffdioxid umgesetzt, Wasserstoff als Wasser.

Vergleich der Messwerte

Der Anstieg der Kohlenstoffdioxidkonzentration ist nicht so dramatisch, da es durch die Flamme zu einer Konvektion kommt und neue Luft nachgesaugt wird. Das Reaktionsprodukt Wasser wird durch die kalte Kolbenwand im Kolben festgehalten, so dass beim Verdampfen eine Luftfeuchte von 100 % entsteht.

Tip

Wenn man zu lange die Flamme in den Kolben hält, verdampft das Wasser sofort. Deshalb die Flamme, sobald der Kolben beschlagen ist, wieder herausnehmen.

Literatur