

Experimentiervorschriften zum Beitrag

Wärmepflaster, im Chemieunterricht nachgebaut

von Miriam Richter, Marc Sören Homeyer, Brigitte Duvinage

1 Experimente zur Identifizierung der Inhaltsstoffe

Aus didaktisch-methodischen Überlegungen heraus sollten die Lernenden zunächst experimentell die Inhaltsstoffe eines Wärmepflasters nachweisen. Folgende Durchführungen und einfach handhabbaren Experimentieranordnungen haben sich als dienlich erwiesen.

Nachweis von Eisen:

Durchführung: Das Wärmepflaster öffnen und eine Wärmезelle aufschneiden. Den Inhalt in eine Abdampfschale überführen. Mithilfe eines Filterpapiers und eines Magneten die Stoffe trennen und den Stoff, der am Filterpapier haftet, in ein Becherglas geben. 20 mL 10 %ige Salzsäure hinzugeben. Danach 3 mL der Lösung in ein Makro-RG überführen und einige Tropfen Kaliumhexacyanidoferrat(II)-Lösung hinzugeben.

Experimentieranordnung:

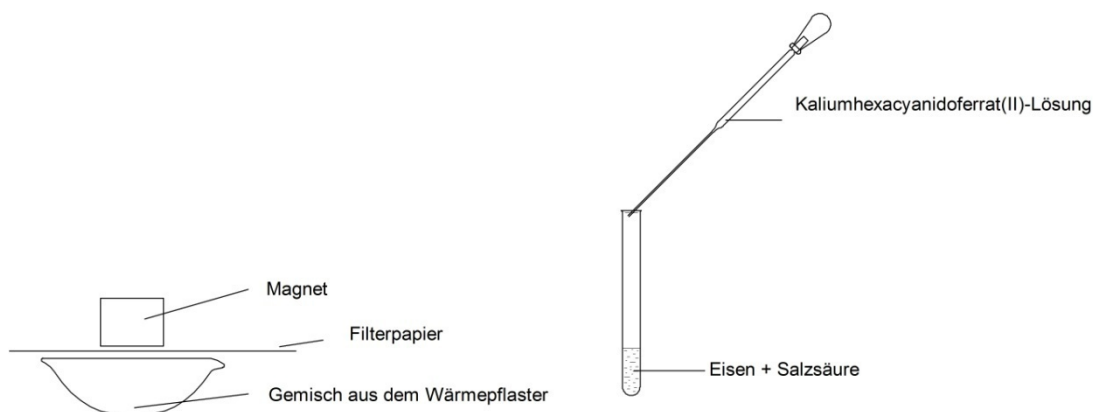


Abb. 1. Experimentieranordnung: Nachweis von Eisen

Nachweis von Wasser

Durchführung: 0,5 g des Inhalts aus dem Wärmepflaster in ein Makro-RG geben. An den Stopfen mit Klebeband ein Watesmo-Papierstreifen befestigen und den Stopfen so auf das Reagenzglas setzen, dass das Watesmo-Papier in das Reagenzglas hineinreicht. Das Gemisch im Reagenzglas vorsichtig über der Brennerflamme erhitzen.

Experimentieranordnung:

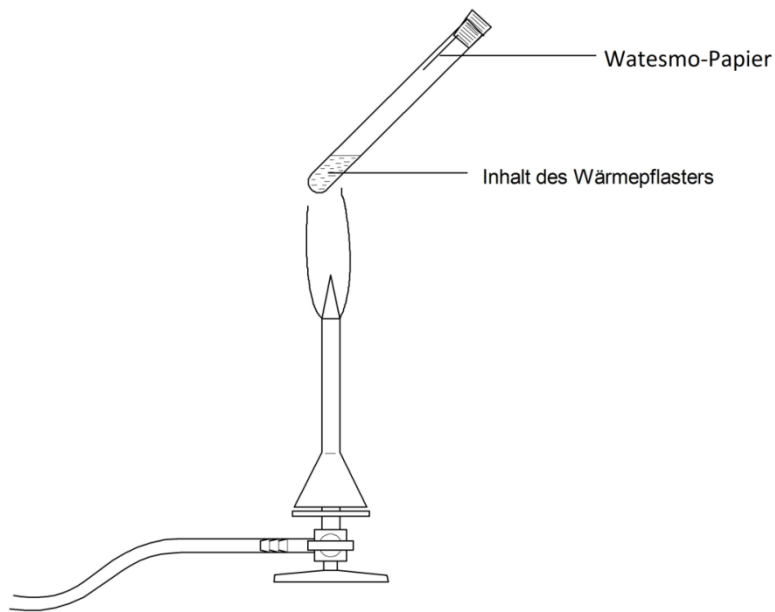


Abb. 2. Experimentieranordnung: Nachweis von Wasser

Nachweis von Kohlenstoff:

Durchführung: 0,5 g des Inhaltes des Wärmepflasters in ein Makro-RG überführen. Das Reagenzglas mithilfe eines Sauerstoffgasentwicklers oder Sauerstoffgasflasche mit Sauerstoff füllen, mit der Glimmspanprobe auf vollständige Füllung überprüfen. Einen Stopfen mit Kanüle auf das Reagenzglas aufsetzen und eine Einmalspritze auf die Kanüle setzen. Den Stopfen mit Klebeband am Reagenzglas fixieren. Anschließend an der heißesten Stelle des Brenners den Inhalt erhitzen. Nach der Reaktion den Inhalt der Spritze in ein Reagenzglas mit Kalkwasser überführen, Stopfen aufsetzen und schütteln.

Der Nachweis kann auch mittel Bariumhydroxid-Lösung erfolgen.

Experimentieranordnung:

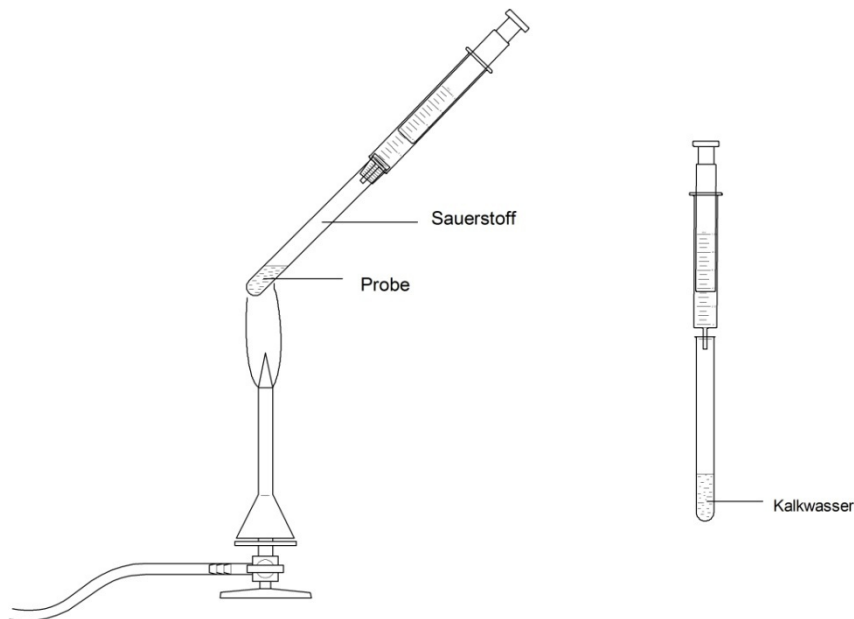


Abb. 3. Experimentieranordnung: Nachweis von Kohlenstoff

Nachweis von Natriumchlorid:

Durchführung: Den Inhalt einer Zelle eines Wärmepflasters in ein Becherglas überführen und mit 20 mL dest. Wasser versetzen, umschwenken und anschließend filtrieren. 5 mL der Lösung mit zwei Tropfen Silbernitrat-Lösung versetzen, weitere 5 mL in einer Abdampfschale eindampfen. Mit dem Inhalt der Abdampfschale die Flammenprobe durchführen.

Experimentieranordnung:

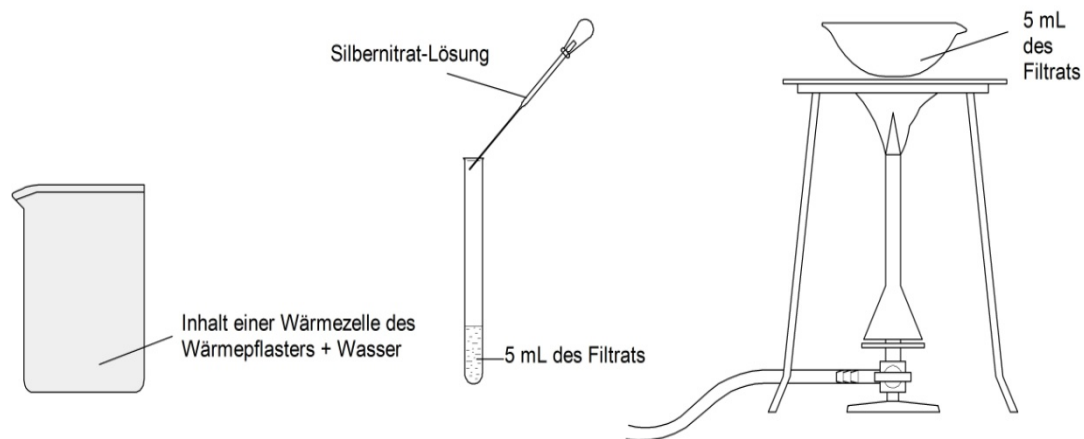
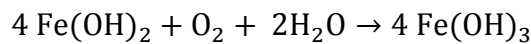
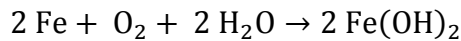


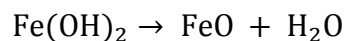
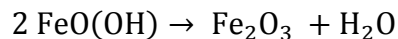
Abb. 4. Experimentieranordnung: Nachweis von Natriumchlorid

2 Modellexperiment Wärmepflaster

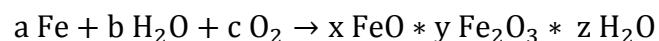
Bei der Redoxreaktion im Wärmepflaster reagiert das Eisen mit Wasser und Sauerstoff zu einem Gemisch aus Eisen(II)-oxid, Eisen(III)-oxid und Wasser. Diese Reaktion wird als Rostvorgang bezeichnet. Zunächst reagiert Eisen mit Wasser und Sauerstoff zu Eisen(II)-hydroxid und Eisen(III)-hydroxid.



Über die Zerfallsreaktion von Eisen(III)-hydroxid zu Eisen(III)-oxidhydroxid entsteht das Reaktionsprodukt aus einem Gemisch von Eisen(II)-oxid, Eisen(III)-oxid und Wasser.



Das Verhältnis der Stoffmengen im Reaktionsprodukt ist mindestens von den Stoffmengen von Wasser und Sauerstoff abhängig, so dass nur folgende verallgemeinerte Reaktionsgleichung für die ablaufende Reaktion im Wärmepflaster angegeben werden kann.



Der Gesamtprozess des Rostvorganges:

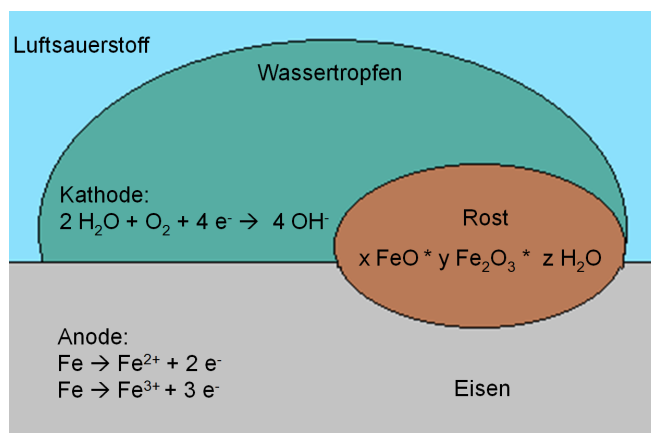


Abb. 5. Rostvorgang

Die im Wärmepflaster ablaufende chemische Reaktion hat eine Reaktionsenthalpie von -1858 kJ/mol.

Diese exotherme Reaktion ausnutzend wird mit dem Wärmepflaster eine Temperatur von 40°C erreicht. Dem folgend ist experimentell ermittelt worden, mit welchen Materialeien und einzusetzenden Massen der jeweiligen an der Reaktion beteiligten Stoffen diese Temperatur zu erreichen und über einen definierten Zeitraum nachweisbar ist. Die Experimentiierungsergebnisse sind in nachfolgender Experimentiervorschrift zusammengefasst.

Experimentiervorschrift

Geräte:

Serviette Collection Soft Touch, Frischhaltefolie, Kanüle Ø 1,1 mm, Schere, digitales Thermometer, Klebeband, Wägeschälchen, Waage, Glasstab

Chemikalien:

Eisenpulver (**02**): H: 228; P:370+378, Natriumchlorid, dest. Wasser,

Durchführung:

Eine gefaltete Serviette (Kaufland Collection Soft Touch) senkrecht zur geschlossenen Seite mittig durchtrennen. Anschließend in Größe der neuentstandenen Grundfläche Frischhaltefolie zuschneiden. Die Frischhaltefolie mittig mit einer Kanüle (Ø 1,1 mm) 10 mal auf einem Durchmesser von 3 cm durchstechen, Serviette aufklappen, Folie einlegen und wieder zuklappen. Die Serviette über die kurze Seite mittig falten und rechts und links mit Tesafilm zukleben. 1,8 g Eisenpulver, 0,57 g Aktivkohle und 0,03 g Natriumchlorid abwägen und gut vermengen. Anschließend 0,6 g Wasser dazugeben und ebenfalls gut vermengen. Über die bestehende obere Öffnung der Serviette das Gemisch einführen. Danach die obere Seite vollständig mit Tesafilm zukleben. Den übrig gebliebenen Teil der Serviette einmal gefaltet auf die Arbeitsplatte legen und die gefüllte Serviette darauf positionieren und gegebenenfalls fixieren. Einen Temperaturmessfühler so unter die Serviette einführen, dass sich das Gemisch darüber befindet.

Experimentieranordnung:

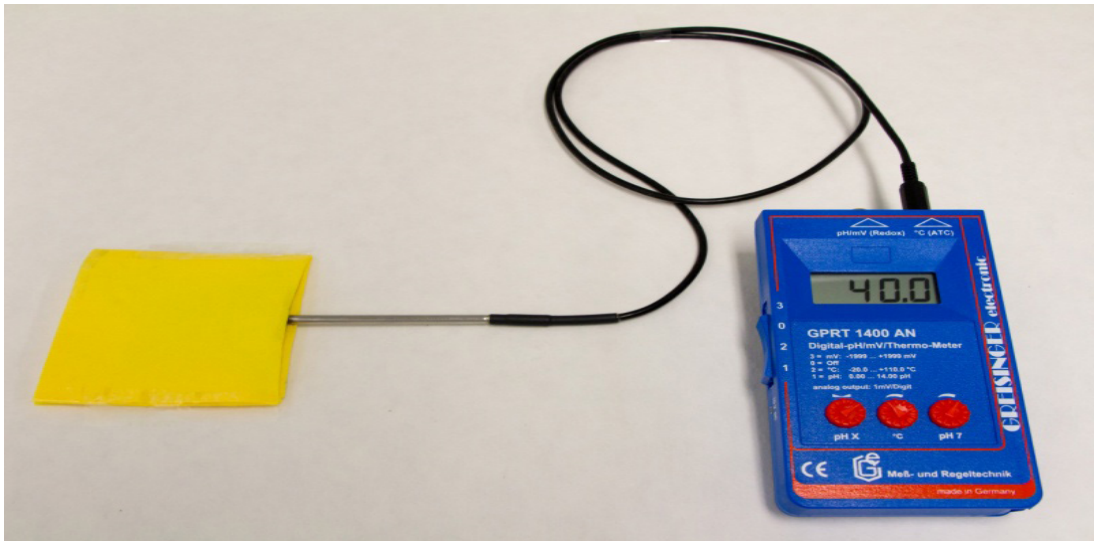


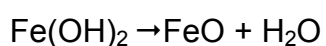
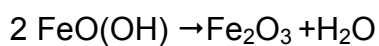
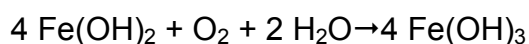
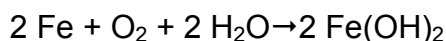
Abb. 6. Experimentieranordnung: Modellexperiment Wärmepflaster

Haupteffekte:

Temperatur im Wärmepflaster steigt innerhalb von fünf Minuten auf ca. 40 °C

Auswertung:

Bei der Reaktion von Eisen mit Sauerstoff und Wasser entstehen unter anderem verschiedene Eisenoxide. Die Reaktionen sind exotherm.



Über die Serviette und die Folie gelangt der Sauerstoff aus der Luft langsam ins Innere des Modellpflasters. Dies führt zu einer verzögert ablaufenden Reaktion, und die Temperatur steigt bis auf ca. 40°C an.

Entsorgung: Alle Materialien abkühlen lassen und in den Hausmüll entsorgen.