

Organisch-chemisches Praktikum für das Lehramt (LA)

Torsten Lasse

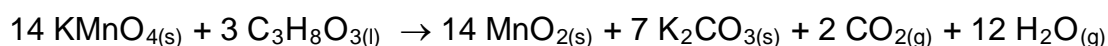
Leitung: Dr. P. Reiß

WS 2008/09

Assistent: Tobias Gerhardt

**Schulversuch (Gruppe 11/Selbst):
„Magische Zigarette“**

Ein Show-Versuch zur Selbstentzündung eines Gemisches aus Glycerin und Kaliumpermanganat mit einer Filterzigarette.

Reaktion**Zeitbedarf**

Vorbereitung: 10 min

Durchführung: etwa 5 min

Nachbereitung: etwa 5 min

Chemikalien und eingesetzte Substanzen

Eingesetzte Stoffe	Summenformel	Menge	R-Sätze*	S-Sätze*	Gefahrenkennzeichnung*	Schuleinsatz*
Glycerin (wasserfrei)	C ₃ H ₈ O ₃	etwa 1 ml	36	26	-	SI
Kaliumpermanganat	KMnO ₄	1 Spatelspitze	8-22-50/53	60-61	O, Xn, N	SI, Hinweise beachten
Filterzigarette	-	1	-	-	-	-

* = nach HessGiss 2006/07

Geräte und Materialien

Pinzette

Mörser und Pistill

Filterpapier (zum Auffangen des Tabaks)

Becherglas (zur Positionierung der Zigarette)

Versuchsaufbau

~

Durchführung

Aus der Spitze einer Filterzigarette wurden mit einer Pinzette vorsichtig etwa 0,5 cm Tabak entfernt – ohne das empfindliche Zigarettentabakpapier zu beschädigen (s. Abb. 1).

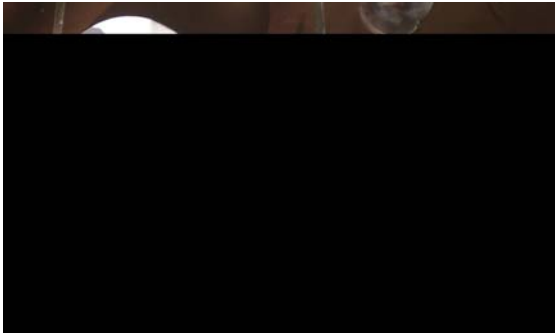


Abb. 1: Entfernung des Tabaks aus der Zigarettenspitze

Eine kleine Menge (etwa Zündholzkopfgröße) Kaliumpermanganat wurde etwa 1 Minute lang gemörsert und mit etwa der Hälfte des zuvor gewonnenen Zigarettentabaks auf ein etwa 1 cm² großes Stück Klopapier gegeben und schließlich zu einer kleinen Kugel zusammengerollt. Diese Kugel wurde in den oberen, geleerten Bereich der Zigarette gegeben. Der restliche Tabak wurde ebenfalls in den oberen Bereich der Zigarette gegeben. Somit war die Kugel im Inneren der Zigarette abgedeckt. Die Manipulation konnte der Zigarette äußerlich nicht angesehen werden (s. Abb. 2).

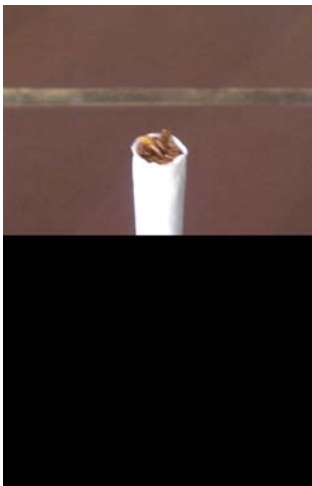


Abb. 2: Manipulierte Zigarette

Der eigentliche Versuch startete, indem die Zigarettenspitze kurz in einen Tropfen aus (wasserfreiem) Glycerin gehalten wurde (s. Abb. 3).



Abb. 3: Die Zigarettenspitze wurde mit Glycerin befeuchtet

Beobachtung

Nach weniger als 1 Minute bemerkte man ein leichtes Qualmen im Bereich der Zigarettenspitze. Kurze Zeit später entwickelte sich kurzzeitig eine zunächst schwach-violette, später gelbliche Flamme – es fand eine Selbstentzündung der Zigarette statt (s. Abb. 4). Ohne an der Zigarette zu ziehen, erlosch diese jedoch schnell wieder.



Abb. 4: Selbstentzündung der Zigarette

Anmerkung:

Als Show-Versuch sollten alle Vorbereitungen im Vorfeld erledigt worden sein. Den Schülern wird die manipulierte, jedoch äußerlich normal erscheinende Zigarette gezeigt. Etwa 1 Minute vor der geplanten Selbstentzündung wird die Zigarette unauffällig in einen Tropfen aus Glycerin getunkt. Die Zigarette kann

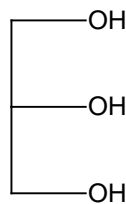
nun in der Hand des Experimentators oder eines Freiwilligen zur Selbstentzündung gelangen. Aufgrund der Giftigkeit des Kaliumpermanganats sollte jedoch auf ein Ziehen bzw. Rauchen der Zigarette, auch zu Demonstrationszwecken, verzichtet werden.

Entsorgung

Die Reste der Zigarette können im Feststoffmüll entsorgt werden. Aufgrund der Neigung zur Selbstentzündung sollte vor der Entsorgung darauf geachtet werden, dass Reste des Gemisches aus Glycerin und Kaliumpermanganat zuvor vollständig abgebrannt wurden!

Fachliche Analyse

Glycerin (Glycerol) ist ein dreiwertiger Alkohol (Triol) mit dem fachlichen Namen Propan-1,2,3-triol. Als Bestandteil aller Fette¹ ist seine Bedeutung in der Biochemie sehr groß.

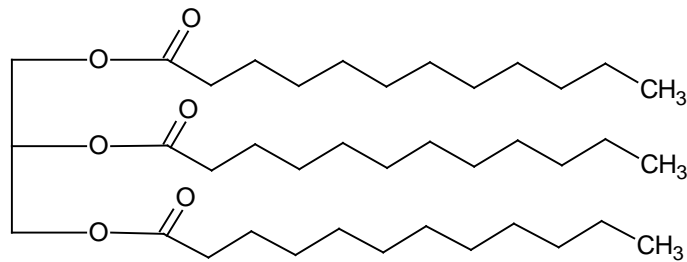


Glycerin

Die drei Hydroxyl-Gruppen des Glycerins sind jeweils mit Fettsäuren verestert und bilden damit das Grundgerüst der Stoffgruppe der Fette. Lediglich durch die unterschiedlichen angehängten Alkylreste, die sowohl gesättigt als auch ungesättigt vorliegen können, erklärt sich die Vielfalt der Fette.

Als Beispiel ist im Folgenden ein Fett (ausschließlich) mit Laurinsäure aufgeführt.

¹ Da bereits in vorangegangenen Protokollen, so z.B. „Isolierung von Trimyristin“, auf die Fette im Detail eingegangen wurde, soll an dieser Stelle nur eine periphere Betrachtung durchgeführt werden.



Ein Fett: Glycerin dreifach verestert mit Laurinsäuren

Durch die dreifache Veresterung des Glycerins mit einer langkettigen Carbonsäure bzw. Fettsäure bezeichnet man die Fette auch als Triglyceride.

Beim Biosyntheseweg der Fette werden stets 2 C-Atome an eine stetig wachsende Kette angehängt. Daher ist für biosynthetisch hergestellte Fettsäuren charakteristisch, dass sie stets aus einer geraden Anzahl an Kohlenstoffatomen bestehen (bis C_{16}).

Der Name Glycerin ist abgeleitet von dem griechischen Wort *glykeros*, d.h. „süß“. In der Tat ist der Geschmack des viskosen Stoffes als süßlich zu beschreiben. Die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten in der Industrie umfassen u.a. die Produktion des Sprengstoffes Nitroglycerin, die Verwendung als Weichmacher, Frostschutzmittel und Schmierstoff, als Ausgangsstoff für die Synthese von Farb- und Kunststoffen, die Nutzung zur Energieerzeugung als Nährmedium in Biogasanlagen, sowie als Lebensmittel- und Kosmetikzusatz (Süßungsmittel, Feuchthaltemittel, z.B. in Salben – da hygroskopisch) mit der Fachbezeichnung E422.

Ebenfalls findet es in der Medizin Anwendung, nämlich als Abführmittel sowie – bedeutender – als effektives Medikament zur Behandlung lebensbedrohender Hirnödeme. Zukünftig könnte ggf. dem Glycerin eine Bedeutung als Mittel zum Schutz der Organe während eines medizinischen Heilschlafes zukommen².

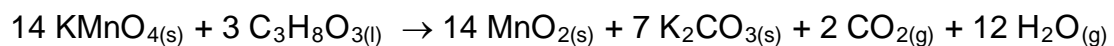
Die Zigarette hat in diesem Versuch lediglich eine Bedeutung als Show-Bestandteil. Entscheidend ist jedoch die leichte Oxidierbarkeit des Glycerins durch das relativ starke Oxidans Kaliumpermanganat. Der Versuch wird häufig in puristischer Form im Schulunterricht durchgeführt, indem lediglich die beiden Edukte, etwa in einer Porzellanschale, zusammen gegeben werden.

² Praktisch als ‚Frostschutzmittel‘ während des Heilschlafes.

Aufgrund der sehr stark exothermen Reaktion wird nach kurzer Zeit die Zündtemperatur des Gemisches überschritten, woraufhin die folgende Selbstentzündung schließlich auch den Tabak entzündet³.

Trotz der starken Oxidationswirkung des Kaliumpermanganats gegenüber dem Glycerin ist stets fragwürdig, ob eine vollständige Reaktion zu den möglichen Produkten stattgefunden hat, oder ob die Reaktion praktisch an einem vorherigen Punkt zum Erliegen kommt.

Folgende Reaktion hat jedoch voraussichtlich stattgefunden:



Dabei wird das Glycerin zu Wasser bzw. Wasserdampf, Kaliumcarbonat und Kohlenstoffdioxid oxidiert. In der dargestellten Gleichung ist lediglich Mangan(IV)-oxid (Braunstein, MnO_2) entstanden; das Kaliumpermanganat kann aber auch zu einem Gemisch verschiedener Mangansalze reduziert werden, darunter neben Braunstein u.a. Kaliummanganat(VI) (K_2MnO_4) und Mangan(III)-oxid (Mn_2O_3).

Leider konnten die Reaktionsprodukte im verbrannten Zigarettentabak nicht genauer untersucht werden, da eine Vermischung mit den Ascheresten unumgänglich war. Ggf. hätten dadurch Reduktionsendprodukte des Kaliumpermanganats an ihrer Farbe identifiziert werden können. Eine bräunliche Farbe hätte auf Braunstein, ggf. auch auf Mangan(III)-oxid, hingedeutet, ein grünlicher Rückstand auf Kaliummanganat(VI), ein weißlicher Rückstand auf Kaliumcarbonat (Pottasche, K_2CO_3).

Es zeigte sich, dass für eine erfolgreiche Versuchsdurchführung zum einen wasserfreies Glycerin verwendet werden sollte, sowie zum anderen das Kaliumpermanganat vor der Verwendung im Mörser zu einem feinen Staub zerrieben werden muss. Alternativ kann das Kaliumpermanganat auch zwischen Filterpapierstücken zerrieben werden.

Die dadurch bedingte größere Oberfläche des Oxidationsmittels erzeugt einen weitaus heftigeren, in diesem Fall vorteilhaften Reaktionsablauf.

Methodisch-didaktische Analyse

³ Eine vergleichbare Selbstentzündung würde auch bei Verwendung von u.a. Acetaldehyd, Ethylenglykol, Mannit mit Kaliumpermanganat stattfinden.

In diesem Versuch kann die Oxidation eines Alkohols als Show-Experiment demonstriert werden. Die Eigenschaft einer stark exothermen Reaktion führt in diesem Fall zu einer Selbstentzündung des Gemisches und damit der Zigarettenspitze. Dies kann z.B. in der 10. Jahrgangsstufe im Rahmen der Behandlung von Redoxreaktionen oder im Rahmen der Behandlung der Alkohole spätestens in der 11. Jahrgangsstufe (Grund- und Leistungskurs) durchgenommen werden. Ebenfalls ist aufgrund des Glycerins (als Bestandteil der Fette) eine Einordnung zur Behandlung der Naturstoffe in der 11. Jahrgangsstufe denkbar.

Wichtiges Vorwissen der Schüler zum Verständnis stellen die Begriffe exo- und endotherme Reaktionen, Aufstellung von Redoxreaktionen, mehrwertigen Alkoholen sowie m. E. die Standardoxidationskette Alkohol - Aldehyd/Keton - Carbonsäure - [...] dar, die einen stoffübergreifenden Zusammenhang innerhalb der organischen Chemie assoziieren kann. Bei Bedarf sollten die bereits behandelten, erwähnten Themen rekapituliert werden.

Der Versuch kann schnell und zudem einfach durchgeführt werden. Die Vorbereitungszeit wird lediglich durch die vorbereitenden ‚Bastelarbeiten‘ an der Zigarette bestimmt. Hier ist ein wenig Fingerspitzengefühl erforderlich. Die Vorbereitung dauerte bei dem hier geschilderten Versuch etwa 10 Minuten, die Durchführung und Nachbereitung jeweils etwa 5 Minuten.

Die Durchführung ist zwar aufgrund der verwendeten Chemikalien als Schülerversuch möglich, aufgrund des Show-Charakters jedoch idealerweise als Lehrerversuch zu präsentieren. Die verwendeten Chemikalien sollten an jeder Schule vorhanden sein.

Für ein Gelingen des Versuches ist nach meiner Erkenntnis eine Mörserung des Kaliumpermanganats (zur Oberflächenvergrößerung) sowie die Verwendung wasserfreien Glycerins zwingend notwendig. Zuvor durchgeführte Testversuche misslangen vermutlich aufgrund Nichtbeachtung der genannten Punkte. Es fand in diesem Falle keine Selbstentzündung statt.

Durch die ausschließliche Verwendung des Kaliumpermanganats und des Glycerins – also ohne den Show-Charakter mit der Zigarette – kann bereits durch einfaches Zusammengeben der beiden Chemikalien – beispielsweise in einer feuerfesten Schale – ein eindrucksvoller Versuch zur Selbstentzündung präsentiert werden, sodass bei Bedarf die Versuchsdurchführung dahingehend reduziert werden kann.

Ein Ziehen an der Zigarette sollte aufgrund der Giftigkeit des Kaliumpermanganats in jedem Fall vermieden werden!

Literatur

Mortimer CE: Chemie; 4. Auflage 1983, 1. Nachdruck 1986, Georg Thieme Verlag, Stuttgart

Peter K, Vollhardt C, Schore NE: Organische Chemie, 4. Auflage, 1. korrigierter Nachdruck 2007, Wiley-VCH, Weinheim

Idee aus:

Anmerkung: unbekannte Quelle – Versuch ist mir schon seit Längerem bekannt, die ursprüngliche Quelle kenne ich jedoch leider nicht mehr.

Weitere Quellen:

Hessisches Gefahrstoffinformationssystem Schule; <http://www.hessgiss.de/>; Version 2006/07

Hessischer Lehrplan Chemie G8; unter <http://www.kultusministerium.hessen.de/>; Zugriff am 8.12.08

www.chids.de/dachs/praktikumsprotokolle/PP0050kaliumpermanganat_und_glycerin.pdf; Zugriff am 04.01.08

<http://www.chemie.uni-ulm.de/experiment/edm0208.html>; Zugriff am 25.01.09

<http://de.wikipedia.org/wiki/Glycerin>; Zugriff am 24.01.09