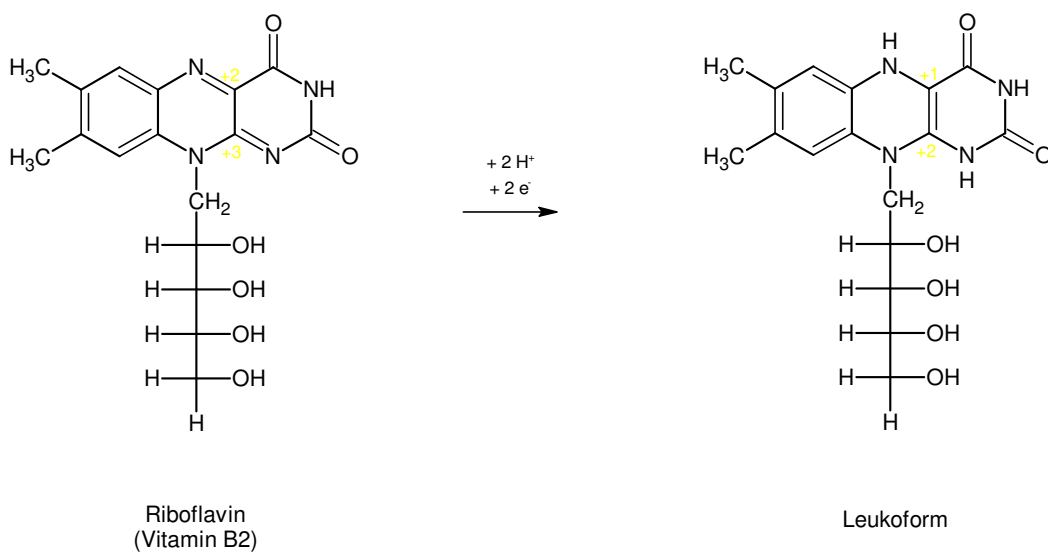
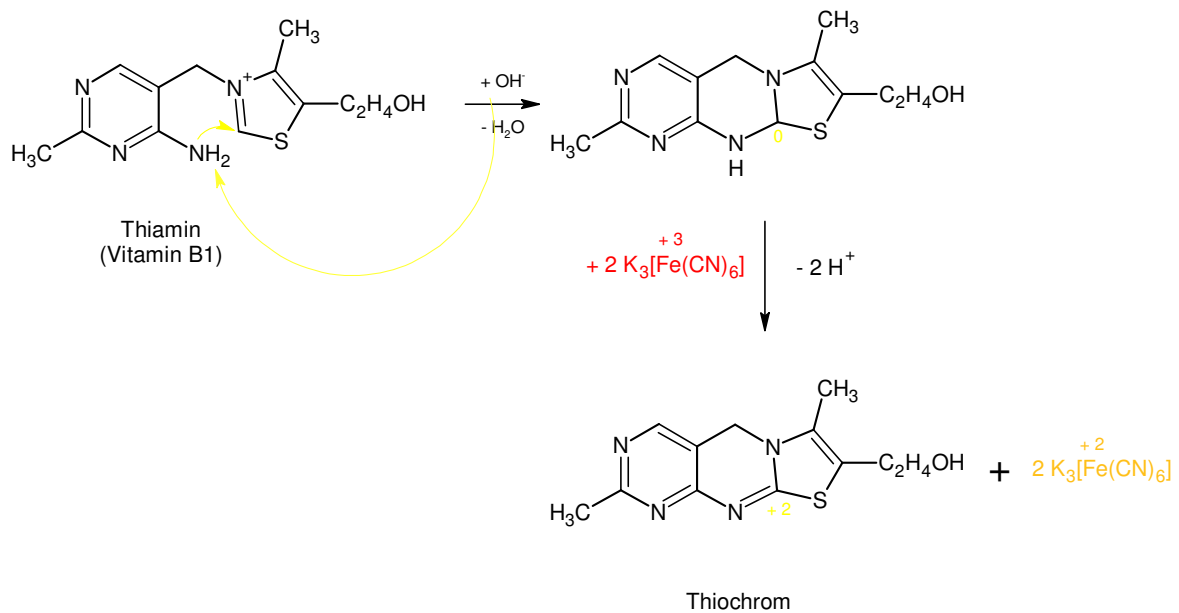


## Versuchsprotokoll

### Nachweis von Vitamin B1 und B2 durch Fluoreszenz

Gruppe 11, Typ: Eigenversuch

#### 1. Reaktionsgleichung



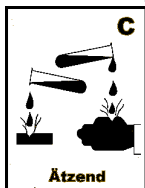
## 2. Zeitbedarf

	Teil 1	Teil 2
Vorbereitung	10 min	2 min
Durchführung	5 min	10 min
Nachbearbeitung	2 min	2 min

## 3. Chemikalien

Name	Summenformel	Gefahrensymbol	R-Sätze	S-Sätze	Einsatz in der Schule
Kaliumhexacyanoferrat(III)-Lösung w = 0,01	$K_3[Fe(CN)_6]$	Xi	32, 36/37/38	26, 36	S I
Natronlauge w = 0,2	NaOH	C	35	26, 37/39, 45	S I
Natriumdithionit-Lösung w = 0,01	$Na_2S_2O_4$	Xn	7, 22, 31	7/8, 26, 28, 43	S I
Multivitamin-Brausetablette	-	-	-	-	-

## Gefahrensymbole



## 4. Materialien/Geräte

4 Bechergläser, 2 Reagenzgläser, 4 Pipetten, UV-Lampe

## 5. Versuchsaufbau



Abb. 1: Versuchsaufbau<sup>[5]</sup>

## 6. Versuchsdurchführung

Man löst die Brausetablette in 200 mL Wasser.

### I. Vitamin B1-Nachweis

Man gibt in ein Reagenzglas 3 mL Kaliumhexacyanoferrat(III), 4 mL Natronlauge und 4 mL der Multivitamin-Lösung. Anschließend wird die Lösung unter eine UV-Lampe gehalten. Es kann evt. bis zu fünf Minuten dauern, bis etwas zu beobachten ist.

## II. Vitamin B2-Nachweis

Ca. 30 mL der Multivitamin-Lösung werden unter die UV-Lampe gehalten. Man gibt einen Tropfen Natriumdithionit hinzu, schüttelt kräftig, wartet einige Minuten und wiederholt den Vorgang.

### 7. Beobachtung

I. Lösung 1 zeigt schwache Fluoreszenz unter der UV-Lampe (Abb. 2).

II. Lösung 2 zeigt vor der Zugabe von Natriumdithionit starke Fluoreszenz (Abb. 3), nach der Zugabe verschwindet diese (Abb. 4). Rührt man die Lösung eine Minute kräftig um, so tritt nach und nach die Fluoreszenz wieder ein.

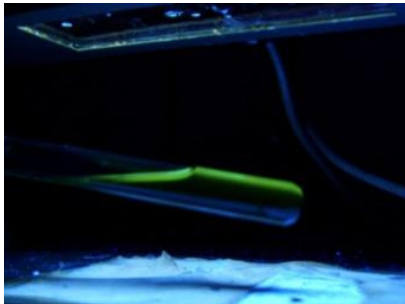


Abb. 2: Nachweis von Vitamin B1

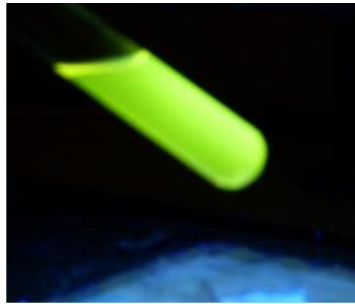


Abb. 3: starke Fluoreszenz von Vitamin B2

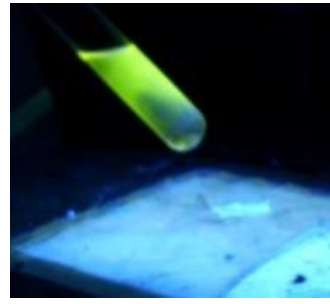


Abb. 4: Durch Zugabe von Natriumdithionit verschwindet die Fluoreszenz

### 8. Entsorgung

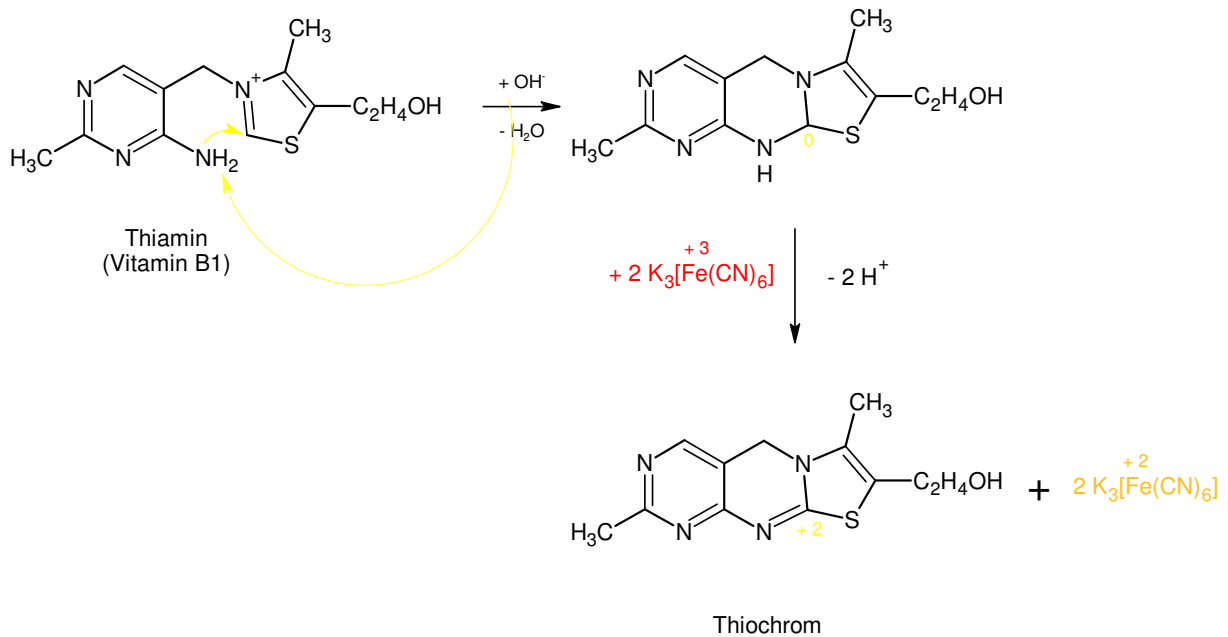
Die Lösungen werden neutral im Behälter für Schwermetalle entsorgt.

### 9. Fachliche Analyse

#### *I. Nachweis von Thiamin (Vitamin B1)*

Durch die Natronlauge wird das Thiamin deprotoniert. Die Hydroxy-Gruppe greift sich eines der Wasserstoffatome des Amins und bildet Wasser. Das Stickstoffatom greift mit seinem freien Elektronenpaar das Kohlenstoffatom an, welches am Fünfring zwischen dem Schwefel- und dem anderen Stickstoffatom sitzt. Dadurch kommt es zu einem Ringschluss, wodurch ein Dreiringsystem entsteht. Im nächsten Schritt sorgt das Kaliumhexacyanoferrat(III) für die Oxidation dieses Dreiringsystems. Das besagte Kohlenstoffatom zwischen dem Schwefel- und dem Stickstoffatom am Fünfring gibt zwei Elektronen ab und wechselt die Oxidationsstufe von 0 nach + 2. Diese beiden Elektronen werden von zwei Eisenkomplexen aufgenommen, wodurch die Eisen-Ionen die Oxidationsstufe + 2 annehmen. Außerdem werden zwei Protonen abgespalten, zum einen das des Stickstoffatoms, welches zuvor für den Ringschluss gesorgt hat und zum anderen das des Kohlenstoffatoms zwischen dem Schwefel- und dem Stickstoffatoms des Fünfrings. Durch diese

Deprotonierung wird zwischen dem diesem Kohlenstoffatom und dem Stickstoffatom eine Doppelbindung ausgebildet.

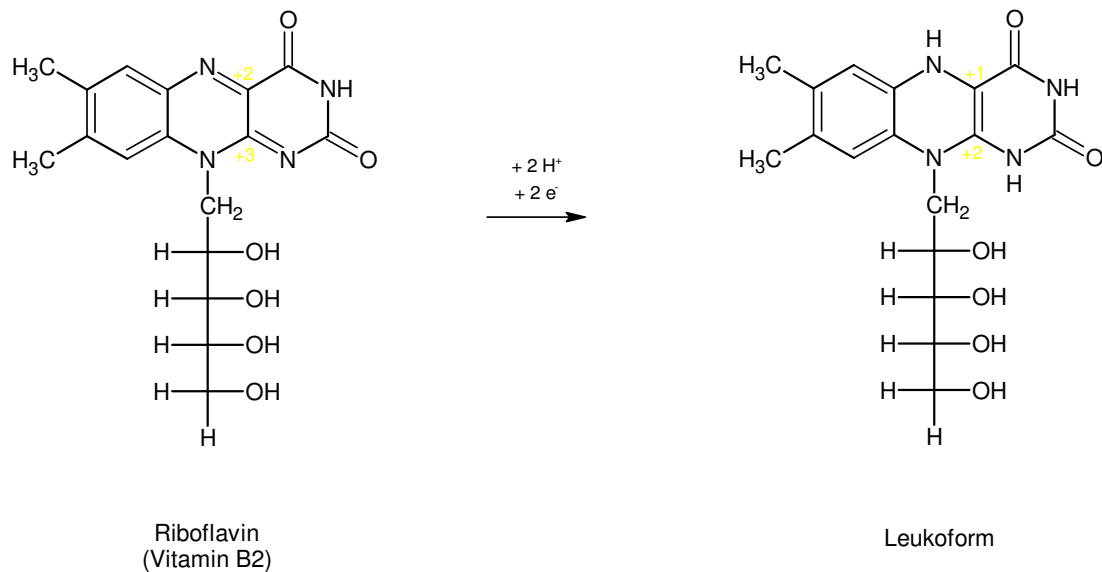


Das Thiochrom zeigt aufgrund seines konjugiertes  $\pi$ -Systems eine blaue Fluoreszenz (s. unten).

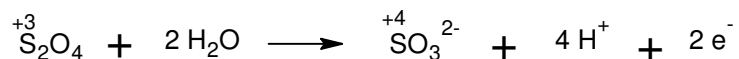
### III. Nachweis von Riboflavin (Vitamin B2)

Riboflavin zeigt aufgrund seines delokalisierten  $\pi$ -Systems eine gelbe Fluoreszenz. Durch die Zugabe von Natriumdithionit wird das Riboflavin durch die Aufnahme von zwei Elektronen und zwei Protonen reduziert, wodurch die so genannte Leukoform, die farblose Vorstufe eines Farbstoffes, entsteht. Da in der Leukoform kein delokalisiertes  $\pi$ -System mehr vorhanden ist zeigt sich unter der UV-Lampe keine Fluoreszenz mehr und auch an Tageslicht erscheint die Lösung farblos.

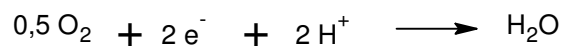
Zwischen den beiden Kohlenstoffatomen, die jeweils ein Elektron aufnehmen, bildet sich eine neue Doppelbindung, während zwischen den Stickstoffatomen, die die Protonen aufnehmen, und den benachbarten Kohlenstoffatomen die Doppelbindungen aufbrechen und sich Einfachbindungen bilden.



Die Oxidation findet am Dithionit-Ion statt. Die Schwefelatome geben dabei zwei Elektronen ab.



Gelangt nun genügend Luftsauerstoff an die Lösung, so wird die Leukoform des Riboflavin unter Abgabe von zwei Elektronen und zwei Protonen zurückoxidiert, wodurch wieder das fluoreszierende Riboflavin entsteht. Der Luftsauerstoff reagiert dabei mit den Wasserstoffatomen zu Wasser:



Die Fluoreszenz beruht jeweils auf dem delokalisierten  $\pi$ -Elektronen-System. Die Lösung wird mit Licht einer bestimmten Welllänge (hier 365 nm) bestrahlt. Durch diese Anregung wird ein Elektron von seinem Grundzustand in einen angeregten Zustand überführt, also aus seinem ursprünglichen Orbital herausgelöst und in ein energetisch höheres unbesetztes Orbital angehoben. Da dieses Niveau energetisch ungünstig ist, kann sich das Elektron nicht halten und fällt zurück in seinen Grundzustand, wobei die aufgenommene Energie in Form von Licht wieder abgegeben wird. Dieses emittierte Licht ist jedoch energieärmer, als das Anregungslicht. Energieärmeres Licht besitzt eine längere Wellenlänge, wodurch die Farbänderung resultiert.

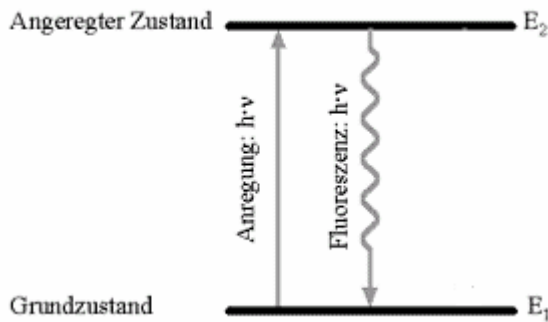


Abb. 5: Das Elektron wird durch Anregungslicht (UV-Licht) in den angeregten Zustand überführt. Da sich das Elektron aus energetischen Gründen hier nicht halten kann, fällt es unter Emmission von längerwelligem Licht in den Grundzustand zurück, was der Mensch als Fluoreszenz wahrnimmt.<sup>[6]</sup>

Thiamin und Riboflavin gehören zu der Naturstoffklasse der Vitamine. Dabei handelt es sich um organische Verbindungen, die beim Stoffwechsel im menschlichen Körper verschiedene wichtige Funktionen übernehmen, im Körper jedoch nicht synthetisiert werden können und deshalb mit der Nahrung aufgenommen werden müssen. Die Vitamine werden in wasserlöslich und fettlöslich unterteilt.

*Thiamin*, besser bekannt als Vitamin B1, ist ein wasserlösliches Vitamin, das als Cofaktor bei der oxidativen Decarboxylierung, also beim Stoffwechsel, eine wichtige Rolle spielt.

Der Mensch nimmt dieses Vitamin vorwiegend über Schweinefleisch, Fisch, Getreide, Hüsenfrüchte und Kartoffeln auf. Der Tagesbedarf liegt bei 1,3 mg pro Tag, eine Überdosierung ist aufgrund der Wasserlöslichkeit bisher noch nicht festgestellt worden. Durch einseitige Ernährung, Stress, die Antibabypille, Rauchen, Alkoholismus etc. kann ein Mangel an Thiamin auftreten, wodurch der Kohlenhydratstoffwechsel gestört wird, was z.B. durch Reizbarkeit, Depression, Müdigkeit, Kopfschmerzen, schwacher Muskulatur bis hin zu Nervenlähmung und Herzversagen in Erscheinung tritt. Daher stammt auch der Name der Thiamin-Mangelerkrankung „Beriberi“. Im 19. Jhd. stellte man in Ostindien bei holländischen Soldaten, die sich fast ausschließlich von Reis ernährten, diese Krankheit fest, die sich durch einen wackeligen Gang und weiche Knie bemerkbar machte. Die Einheimischen nannten dieses Gangbild, „Beri beri“ – Schafsgang. Um 1882 untersuchte der japanische Arzt Kanehiro Takaki, der in England ausgebildet worden war, die Besatzung zweier japanischer Kriegsschiffe. Der Besatzung des einen Schiffs gab er gewöhnliche Nahrung, also Reis, zu essen, die andere Besatzung erhielt ausgewogene Nahrung. Während die Symptome bei der ersten Besatzung gleich blieben, gingen sie bei der zweiten Besatzung stark zurück. Bis zu diesem Zeitpunkt hatte man geglaubt bei Beriberi handle es sich um eine Infektionskrankheit, Takaki hatte damit jedoch bewiesen, dass es sich um eine ernährungsbedingte Mangelerkrankung handelt.

1929 wurde schließlich der Medizin-Nobelpreis an Christian Eijkman verliehen. Dieser reiste nach Indonesien, um das Krankheitsbild zu erforschen und fand heraus, dass auch die Hühner eines Militärkrankenhauses, die wie die Patienten mit poliertem Reis gefüttert wurden, die gleichen Symptome zeigten. Daraufhin fütterte er die Hühner mit unpoliertem Reis, also den Reiskörnern samt Hüllen, wodurch die Symptome verschwanden.

*Riboflavin* (Vitamin B2) ist ebenfalls wasserlöslich und als Baustein für den Aufbau von Flavinadenindinucleotid (FAD) und Flavinmononucleotid (FMN) essentiell. Diese beiden Substanzen spielen wiederum eine wichtige Rolle im oxidativen Stoffwechsel (Abbau von Kohlenhydraten, Fetten und Aminosäuren) als Bestandteile der Dehydrogenasen (Enzym, die Wasserstoffatome übertragen) und der Oxidasen (Enzyme, die bei einer Oxidation frei werdenden Elektronen auf ein Sauerstoffatom übertragen).

Riboflavin wird vom Menschen durch tierische Lebensmittel wie Milchprodukte, Fleisch und Fisch aufgenommen. Aber auch in pflanzlichen Lebensmitteln wie Grünkohl, Broccoli und verschiedenen Getreideprodukten ist das Vitamin vorhanden. Es ist zwar hitzestabil, wird jedoch von Lichteinstrahlung inaktiviert, was bedeutet, dass Milch als Riboflavin-Lieferant ausfällt, wenn sie in Glasflaschen aufbewahrt wird. Der Tagesbedarf liegt bei 1,5 mg pro Tag. Bei Schwangeren oder Alkoholikern kann es zu Mangelerscheinungen kommen, die zu Exanthenen, Hautrissen oder Lichtüberempfindlichkeit führen können.

Riboflavin wird in der Industrie als Lebensmittelfarbstoff E101 eingesetzt, oder aber auch zur Kontrolle von Reinigung, da es auch in geringer Konzentration durch UV-Licht fluoresziert.

## 10. Didaktische Analyse

Nach dem Lehrplan G9 kann dieser Versuch im GK und LK in Jahrgangsstufe 13 zum Thema „Angewandte Chemie Farbstoffe“ durchgeführt werden. Besser eignet er sich jedoch noch für die Jahrgangsstufe 12, in der es beim Thema Farbstoffe auch um Lichtabsorption geht. Wie oben erwähnt wird das Vitamin B2 als Lebensmittelfarbstoff eingesetzt, im Gegensatz zu den Azofarbstoffen. Beide Versuche sind für die Schule sehr gut geeignet, da sich nicht viel Zeit und Material in Anspruch annehmen. Die Schüler finden außerdem Versuche, in denen etwas leuchtet, immer gut. Sie sollten vorher wissen, was ein Grund- und was ein angeregter Zustand ist, damit sie das Leuchten erklären können. Die Ergebnisse sind vor allem beim zweiten Versuch sehr gut sichtbar. Da die Versuche mit Alltagsmaterialien durchgeführt werden, wird das Interesse für die Fluoreszenz sicher noch mehr geweckt. Vielleicht geht es sogar so weit, dass die Schüler auf der nächsten Party, auf der UV-Lampen aufgestellt werden, Multivitamin-Drinks trinken, weil ihr Getränk im Dunkeln schön leuchtet. Damit wäre dann gesichert, dass sie diesen Versuch nicht mehr vergessen.

Anhand der Fluoreszenz kann man verdeutlichen, wodurch Elektronen angeregt und somit in einen höheren energetischen Zustand versetzt werden können und was passiert, wenn sie von diesem Energieniveau herabfallen.

## 11. Literatur

Versuchsquelle:

[1] Holfeld, M., *Chemie und Sport, Didaktische Aufarbeitung chemischer Inhalte aus dem Sport für den fächerübergreifenden Chemie-Sport-Unterricht*, Justus-Liebig-Universität Gießen, Fachgebiet Chemie, 2005, [http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=97607253x&dok\\_var=d1&dok\\_ext=pdf&filename=97607253x.pdf](http://deposit.ddb.de/cgi-bin/dokserv?idn=97607253x&dok_var=d1&dok_ext=pdf&filename=97607253x.pdf), (letzter Zugriff: 21.12.08, 15:09 Uhr)

Fachquellen:

[2] Krause, D., Vitamine-Lexikon, <http://www.vitamine-lexikon.de>, (letzter Zugriff: 21.12.08, 15:09 Uhr)

[3] *Lehrplan Chemie für die Jahrgangsstufen G7 bis G12* des hessischen Kultusministeriums, 2005 ([http://www.kultusministerium.hessen.de/irj/HKM\\_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2](http://www.kultusministerium.hessen.de/irj/HKM_Internet?uid=3b43019a-8cc6-1811-f3ef-ef91921321b2))

[4] Linkenheld, C., *Grundlagen der Fluoreszenzentstehung*, <http://www.mikroskopie.de/kurse/fluoreszenz/elektron.html> (letzter Zugriff: 21.12.08, 15:09 Uhr)

[5] Pädagogisches Zentrum Rheinland-Pfalz, Hauptenergieträger, <http://pz.bildung-rp.de/mat/energie/hauptenergietraeger.htm>, (letzter Zugriff: 21.12.08, 15:09 Uhr)

[6] PAS-Tech Gasanalytik GmbH, Hamburg, *Photo Akustische Spektroskopie*, <http://www.pas-tech.com/photoakustik.html> (letzter Zugriff: 21.12.08, 15:09 Uhr)

[7] Schmidt, C., *Übungen in Experimentalvortrag – Vitamine*, Phillips-Universität Marburg, Fachbereich Chemie, 2005, [http://www.chids.de/dachs/expvotr/701Vitamine\\_Schmidt\\_Ausarbeitung.pdf](http://www.chids.de/dachs/expvotr/701Vitamine_Schmidt_Ausarbeitung.pdf) (letzter Zugriff: 21.12.08, 15:09 Uhr)

[8] Unfallkasse Hesse (UKH), Hessisches Kultusministerium, *Hessisches Gefahrstoffinformations System Schule (HessGISS)*, Version 11.0, 2006/2007

[9] Wikimedia Foundation Inc., <http://de.wikipedia.org> (letzter Zugriff: 18.10.08, 15:09 Uhr)