

Schulversuchspraktikum

Rainer Mucha

Sommersemester 2013

Klassenstufen 7 & 8



Sauerstoff

Auf einen Blick:

In diesem Protokoll sollen Versuche zu Sauerstoff vorgestellt werden. Dabei werden zwei Lehrer- und drei Schülerversuche präsentiert. Der erste Lehrerversuch zeigt, wie das Sauerstoffverhältnis in der Luft dargestellt werden kann, während der zweite die oxidative Wirkung auf Farblösungen zeigt. Die Schülerversuche dienen zum Nachweis von Sauerstoff als Braunstein und zur Darstellung von Sauerstoff in Salzen bzw. als enzymatisches Spaltprodukt aus Wasserstoffperoxid.

Inhaltsverzeichnis

Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele	3
Relevanz des Themas für SuS.....	3
Lehrerversuche	4
V 1 – Bestimmung des Sauerstoffgehalts in der Luft mit Pyrogallol.....	4
V 2 – Oxidation von Farbstoffen mit O ₂	6
Schülerversuche	8
V 3 – Sauerstoffnachweis als Braunstein.....	8
V 4 – Sauerstoffdarstellung aus Fleckensalz.....	10
V 5 – Enzymatische Sauerstoffdarstellung	12
Reflexion des Arbeitsblattes	16
Erwartungshorizont (Kerncurriculum).....	16
Erwartungshorizont (Inhaltlich)	16

1 Beschreibung des Themas und zugehörige Lernziele

Der Basiskonzept Stoff-Teilchen verlangt, dass SuS Stoffe nachweisen können und so das Vorhandensein in den Reagenzien bestätigen können. In diesem Sinne ist der Nachweis von Sauerstoff sehr wichtig. Doch auch für das Basiskonzept Struktur-Eigenschaft ist es wichtig zu wissen, wie sich Sauerstoff verhält, um Rückschlüsse auf ähnliche Stoffe ziehen zu können. Außerdem kann während der Einheit das Konzept der chemischen Reaktion erarbeitet werden. Im Bereich der Erkenntnisgewinnung lernen die SuS unter anderem Überprüfungsexperimente unter Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten durchzuführen und Protokolle zu erstellen.

Der Oxidationsbegriff umfasst in dieser Jahrgangsstufe das Beschreiben von Reaktionen, bei denen Sauerstoff entweder hinzugefügt oder entfernt wird. Das Hinzufügen von Sauerstoff wird dabei Oxidation genannt und das Entfernen Reduktion.

Dass Sauerstoff lebenswichtig ist und in der Luft vorliegt, ist den SuS bekannt, jedoch nicht unbedingt, in welchem Anteil er vorliegt. In V1 soll den SuS dieses Verhältnis verdeutlicht und darüber diskutiert werden, inwiefern es wichtig ist, dass es nur ca. 21% sind. V2 zeigt die generelle Wirkung von Sauerstoff und kann als ergänzende Differenzierung aufgenommen werden, da auch Sauerstoffübertragungsreaktionen diskutiert werden können. Der dritte Versuch ist als Alternative zur Glimmspanprobe gedacht und kann so die geforderte Nachweisfähigkeit der SuS liefern. Außerdem kann auch hier die Sauerstoffübertragungsreaktion angesprochen werden. V4 und V5 sind vom Prinzip her ähnlich. In beiden soll Sauerstoff dargestellt werden und zwar einmal durch Erhitzen eines Fleckensalzes (V4) und durch enzymatische Spaltung von Wasserstoffperoxid (V5). V4 ist sehr ähnlich zum bereits bekannten Erhitzen eines sauerstoffreichen Salzes, jedoch zeigt sich hier ein verbesserter Alltagsbezug durch das Einbeziehen des Fleckensalzes, was die SuS von zu Hause kennen können. Im Gegensatz dazu soll V5 einen anderen Ansatz verfolgen, auch wenn Enzyme nicht für diese Jahrgangsstufe vorgesehen sind.

Letztlich sollen die SuS erklären und erläutern, dass Sauerstoff in vielen Alltagsgegenständen vorkommt und dieser auch dargestellt und nachgewiesen werden kann. Außerdem sollen sie bei der quantitativen Messung von Sauerstoff Bezüge zur Mathematik herstellen.

2 Relevanz des Themas für SuS

Sauerstoff ist ein lebensnotwendiger Stoff. Das erfahren SuS täglich durch Atmung. Insofern ist es interessant zu sehen, dass „nur“ 21% der Luft aus Sauerstoff besteht. So können die SuS diskutieren, inwiefern es sinnvoll ist, dass so viel Stickstoff in der Luft ist. Um eine ökologische Fra-

gestellung aufgreifen zu können, eignet es sich auch, Fischsterben in Seen zu behandeln. Dieses wird durch einen zu hohen Nährstoffeintrag in Gewässern ausgelöst. Eine hohe Konzentration von Nährstoffen erhöht den Algenwachstum, der dazu führt, dass nachts im Wasser sehr viel gelöster Sauerstoff umgesetzt wird und somit zu einem Erstickungstod für Fische führen kann. Als Indiz für den Sauerstoffgehalt kann vor allem V3 zum Nachweis von Proben genutzt werden. Außerdem lassen sich viele Oxidationen mit Sauerstoff darstellen. Zum Beispiel können Fahrradketten sehr leicht rosten. Insofern ist es gut für SuS zu wissen, welche Eigenschaften Sauerstoff generell besitzt. Jedoch soll mehr Wert auf die Nachweise und die Darstellung von Sauerstoff gelegt werden, sodass die brandfördernden Eigenschaften von Sauerstoff nicht näher behandelt werden. Insofern soll dieser Bereich nur auf die Vorkommen von Sauerstoff reduziert werden. Des Weiteren sollen Elementsymbole vernachlässigt werden, da diese zu dem Zeitpunkt zu unverständlich für SuS sind. Außerdem soll die Strukturformel organischer Verbindungen ignoriert werden, da diese erst Bestandteil der 9. bzw. 10. Jahrgangsstufe sind.

3 Lehrerversuche

Dass Sauerstoff zu ca. 21 % in der Luft vorkommt, ist für einige SuS merkwürdig, da er ja lebensnotwendig ist im Gegensatz zu Stickstoff. Mit diesem Versuch kann leicht gezeigt werden, in welchem Anteil Sauerstoff in der Luft ist. Für diesen Versuch ist kein Vorwissen erforderlich, da hier eher ein Problem aufgebaut wird, mit dem die SuS ihr Fachwissen erarbeiten sollen.

3.1 V 1 – Bestimmung des Sauerstoffgehalts in der Luft mit Pyrogallol

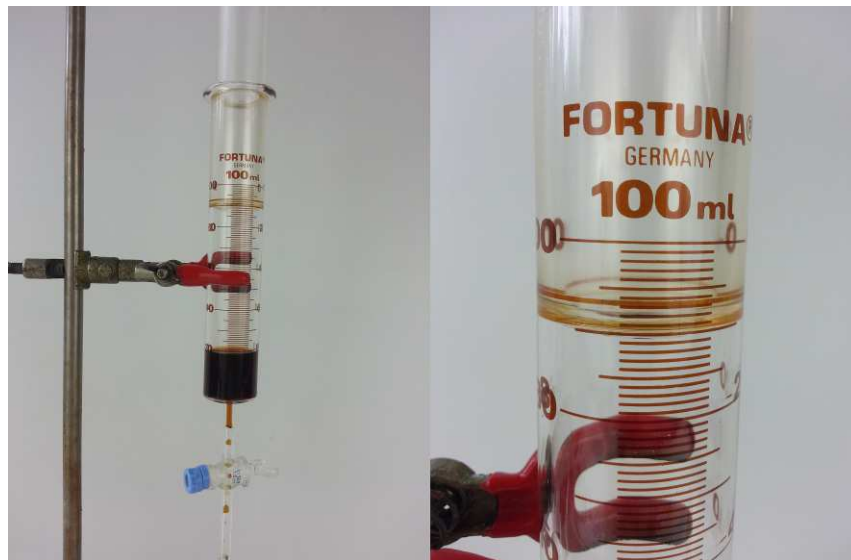
Gefahrenstoffe		
Pyrogallol	H: 341-332-312-302-412	P: 201-273-308+313
Kalilauge (konz.)	H: 302-314-290	P: 280-301+330+331-305+351+38-309-310
		

Materialien: 100 mL Kolbenprober mit Hahn, Becherglas

Chemikalien: Pyrogallol, konz. Kalilauge

Durchführung: Zunächst wird eine Spatelspitze des Pyrogallol in 20 mL Wasser gelöst. Daraufhin wird der Kolbenprober mit 80 mL Luft gefüllt. Nun werden 5 mL Kalilauge in die Lösung hinzugegeben, woraufhin diese Lösung nun schnell mit dem Kolbenprober hochgezogen wird, sodass der Stempel auf 100 mL eingestellt ist. Der Hahn wird verschlossen und der Kolbenprober für mindestens zwei Minuten geschüttelt.

Beobachtung: Die Lösung verfärbt sich von klar zu dunkelbraun und der Stempel sinkt



von alleine.

Abb. 1 - links: die braune Lösung zeigt an, dass Sauerstoff gelöst ist; rechts: das dadurch gewonnene Volumen

Deutung: Pyrogallol bindet in Gegenwart von Laugen Sauerstoff. Dadurch zerfällt der Stoff und die Lösung wird dunkelbraun. Da also der Sauerstoff am Pyrogallol gebunden wird, wird er der Luft entzogen, weshalb sich der Stempel bewegt. Über das Verhältnis des Anfangs- zum Restvolumen kann auf den Sauerstoffgehalt der Luft zurück geschlossen werden.

Sauerstoff aus der Luft + Pyrogallol → Purpurogallin

oder:

Sauerstoff aus der Luft + Pyrogallol → An Pyrogallol gebundenes Sauerstoff


Entsorgung: Die Lösung wird in den organischen Abfällen entsorgt.

Literatur: K. Häusler, H. Rampf, R. Reidel, Experimente für den Chemieunterricht, 1995, Oldenbourg Schulbuchverlag, S. 84.

Nach Zugabe von Kalilauge muss die Lösung schnell aufgezogen werden, da sonst der Sauerstoff aus der Umgebung absorbiert wird.

Farbumschläge zeigen deutlich eine Reaktion an. In diesem Fall soll gezeigt werden, dass Sauerstoff bei Farbstoffen zu einer Reaktion führen kann. Somit kann der Versuch auch als Nachweisexperiment ausgelegt werden. Die SuS sollten den Mechanismus von Indikatoren kennen, um den Versuch schneller verstehen zu können.

3.2 V 2 – Oxidation von Farbstoffen mit O₂

Gefahrenstoffe		
Methylenblau	H: 302	P: 301+312
Rotkohlsaft	-	-
Fleckensalz	H: -	P: -
		

Materialien: Bechergläser (2x 100 mL)

Chemikalien: Methylenblau, Rotkohlsaft, Fleckensalz, dest. Wasser

Durchführung: Wenige mL Indikator werden in ein Becherglas gegeben und mit 20 mL dest. Wasser verdünnt. Daraufhin wird das Fleckensalz in die Indikatorlösung gegeben.

Beobachtung: Methylenblau schlägt von dunkelblau nach blau um, der Rotkohlsaft von blau nach violett. Bei beiden ist eine Blasenbildung zu beobachten.

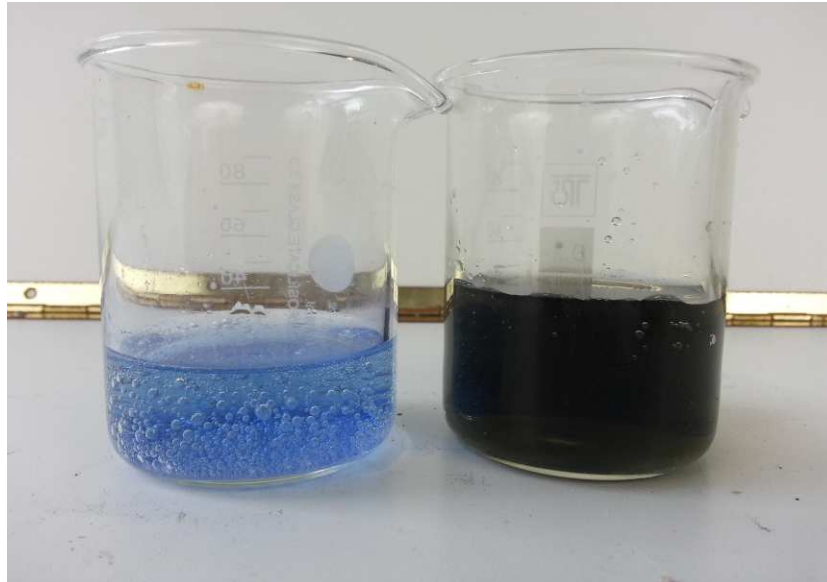


Abb. 2 - links Methylenblau, rechts Rotkohlsaft

Deutung: Methylenblau wird in Anwesenheit von Sauerstoff zum Leukomethylenblau oxidiert, also Sauerstoff hinzugefügt. Dieser Stoff ist eigentlich farblos, was aber auch sehr lange dauert (s. Roter Kasten unten). Somit ist der Farbumschlag recht deutlich. Die Reaktion des Rotkohls verhält sich ähnlich, da hier ebenfalls ein Farbumschlag zu erkennen ist, der zudem schneller stattfindet.

Methylenblau + Sauerstoff \rightarrow Leukomethylenblau

Rotkohlsaft (Anthocyan) + Sauerstoff \rightarrow oxidiertes Rotkohlsaft (Chinon)

Entsorgung: Lösungen verdünnen und in den Abfluss gießen.

Literatur: G. Schwedt, Noch mehr Experimente mit Supermarktprodukten, 2003, Wiley-VCH Verlag, S. 181.

Dieser Versuch dauert sehr lange und sollte zu Beginn der Einheit vorgestellt werden, damit die Reaktion vollständig ablaufen kann.

4 Schülerversuche

4.1 V 3 – Sauerstoffnachweis als Braunstein

Die Glimmspanprobe ist generell bekannt und auch elementar wichtig. Hier soll ein alternativer Nachweis vorgestellt werden. Dafür brauchen die SuS kein Vorwissen, jedoch kann das Wissen über die Reduktion von Kaliumpermanganat zu Braunstein hilfreich sein.

Gefahrenstoffe		
Mangan-(II)-chlorid	H: 301-411	P: 273-309+310
Natriumcarbonat	H: 319	P: 260-305+351+338
Fleckensalz	-	-

Materialien: Becherglas (100 mL)

Chemikalien: Mangan-(II)-chlorid, Natriumcarbonat, Fleckensalz, dest. Wasser

Durchführung: In 20 mL dest. Wasser wird ein Spatellöffel Mangan-(II)-chlorid gelöst. In diese Lösung wird ein Spatellöffel Natriumcarbonat gegeben. Schließlich wird nun ein Spatellöffel Fleckensalz eingeführt.

Beobachtung: Die Lösung wird bei Zugabe von Fleckensalz dunkelbraun. Ein brauner Feststoff setzt sich dabei ab. Außerdem ist eine Blasenbildung zu erkennen.

Abb. 3 - oben links: Nachweislösung; oben rechts: Fleckensalz kurz nach Hinzugabe, die Lösung wird zunächst hellbraun; unten: entstandener Braunstein

Deutung: Der Sauerstoff aus dem Fleckensalz verbindet sich mit dem gelösten Mangansalz zu Braunstein.

Sauerstoff + Mangansalz → Braunstein

Entsorgung: Die Lösung wird im Schwermetallabfall entsorgt.










Literatur: G. Schwedt, Noch mehr Experimente mit Supermarktprodukten, 2003, Wiley-VCH Verlag, S. 179.

Anstelle von Fleckensalz können auch weitere Proben wie in Wasser geleitetes Sauerstoff genutzt werden.



4.2 V 4 – Sauerstoffdarstellung aus Fleckensalz

Dieser Versuch soll zeigen, dass selbst in Haushaltsprodukten viel Sauerstoff vorkommen kann. Somit kann hier schnell verdeutlicht werden, dass dieser Stoff charakteristisch für solche Reiniger ist. Hierfür ist kein besonderes Vorwissen erforderlich.

Gefahrenstoffe								
Fleckensalz			H: -			P: -		
								

Materialien: Reagenzglas, Glimmspan, Bunsenbrenner

Chemikalien: Fleckensalz

Durchführung: Ein Spatel des Fleckensalzes wird in ein Reagenzglas gegeben. Dieses wird auf dem Bunsenbrenner vorsichtig bis zur Schmelze erhitzt. Anschließend wird die Glimmspanprobe durchgeführt.

Beobachtung: Es ist eine heftige Blasenbildung zu beobachten. Der Glimmspan entzündet sich wieder im Reagenzglas.

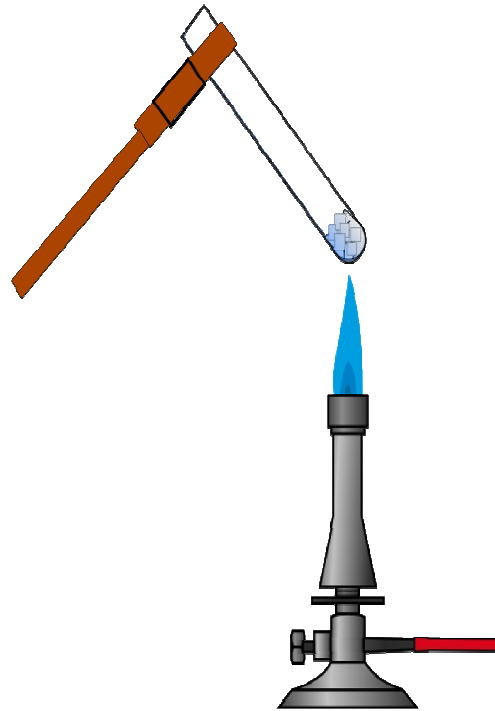











Abb. 4 - Skizze: Salzverbrennung im Reagenzglas

- Deutung:** In Fleckensalz kommen Peroxide vor (bspw. Natriumpercarbonat), welche bei höheren Temperaturen leicht zerfallen. So entsteht Sauerstoff, der über den Glimmspan nachgewiesen werden kann.
- Entsorgung:** Die Salzlösungen werden in den Abfluss gegossen.
- Literatur:** W. Glöckner, W. Jansen, R.G. Weissenhorn, Handbuch der experimentellen Chemie Sekundarbereich II Band 1: Wasserstoff, Stickstoff- und Sauerstoffgruppe, 2002, Aulis Verlag, S. 236.

Dieser Versuch ist analog zu den Sauerstoffdarstellungen aus sauerstoffreichen Salzen (vgl. Vorgängerprotokoll V2). Der Unterschied liegt in der Verwendung anderer Salze. Insofern können diese kombiniert und verglichen werden. Somit bietet es sich an, diesen Versuch in eine Stationenarbeit zu integrieren.

Aus Salzen Sauerstoff zu gewinnen ist bereits im Vorgängerprotokoll thematisiert worden. Hier soll gezeigt werden, dass auch Lebensmittel in der Lage sind, zumindest Wasserstoffperoxid zu zerlegen. Dieser Versuch kann als Erarbeitungsexperiment genutzt werden, da er einen neuen Wissensbereich einleitet.

4.3 V 5 – Enzymatische Sauerstoffdarstellung

Gefahrenstoffe								
Wasserstoffperoxid (3%ig)			H: -			P: -		
								

Materialien: Reagenzgläser, Glimmspan

Chemikalien: Kartoffel (roh und gekocht), H_2O_2 (w = 3%)

Durchführung: Zunächst wird ein rohes Kartoffelstück in mehrere kleine Stücke geschnitten. Diese werden in ein Reagenzglas gegeben, sodass sie ca. 1 cm Höhe im Reagenzglas einnehmen. Daraufhin werden 10 mL der H_2O_2 -Lösung hinzugegeben. Anschließend wird die Glimmspanprobe durchgeführt. Mit der gekochten Kartoffel wird analog vorgegangen.

Beobachtung: Bei der rohen Kartoffel ist eine starke Blasenbildung zu erkennen. Wenn ein Glimmspan in die Blasen gehalten wird, glüht dieser auf. Bei der ge-

gekochter Kartoffel ist die Blasenbildung im Vergleich zur rohen Kartoffel schwächer. Der Glimmspan glüht nicht auf.

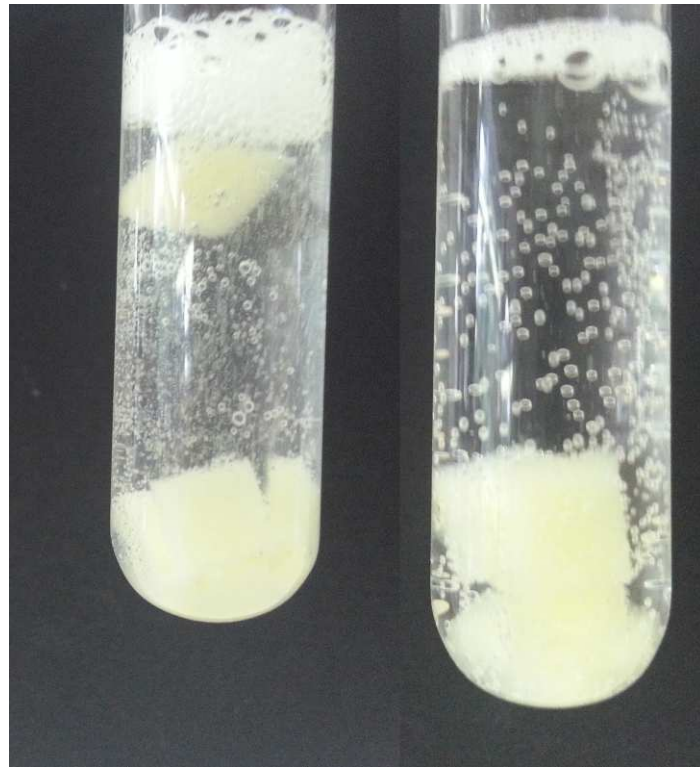
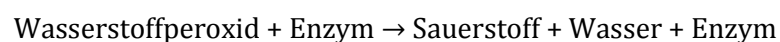


Abb. 5 - links: rohe Kartoffel; rechts: gekochte Kartoffel.

Deutung: In Kartoffeln liegt das Enzym Katalase vor. Dieses Enzym kann Wasserstoffperoxid in Wasser und Sauerstoff spalten.



Bei der gekochten Kartoffel ist dieses Enzym nicht mehr vorhanden, da es durch die Hitze zerstört wurde. Insofern ist hier kein positiver Nachweis möglich.

Entsorgung: Die Lösung kann im Abfluss entsorgt werden.

Literatur: W. Glöckner, W. Jansen, R.G. Weissenhorn, Handbuch der experimentellen Chemie Sekundarbereich II Band 1: Wasserstoff, Stickstoff- und Sauerstoffgruppe, 2002, Aulis Verlag, S. 234.

Alternativ können auch andere Lebensmittel wie z.B. Schweineleber oder Äpfel genommen werden. Bei Äpfeln funktioniert dies aber nur bedingt.

Auch wenn die enzymatische Spaltung nicht Gegenstand der Jahrgangsstufe 7/8 ist, so kann dieser Versuch sehr gut für eine Stationenarbeit genutzt werden und eine Alternative zum üblichen Erhitzen von sauerstoffreichen Salzen sein, da hier ohne Energiezufuhr (wie z.B. Hitze) Sauerstoff entsteht.

Arbeitsblatt – Sauerstoffdarstellung

Was du brauchst:

Materialien: Reagenzgläser

Chemikalien: Wasserstoffperoxid (am Pult ausgestellt), Kartoffeln (roh und gekocht)

Aufg. 1 Gebe die rohen Kartoffelstücke in ein Reagenzglas. Füge 10 mL der ausgestellten Wasserstoffperoxid-Lösung hinzu. Notiere deine Beobachtung.

Aufg. 2 Welches Gas kann dabei entstanden sein? Überlege dir einen Nachweis und führe ihn durch. Notiere dein Ergebnis.

Aufg. 3 Wiederhole den Versuch mit den gekochten Kartoffelstücken. Notiere deine Beobachtung.

Aufg. 4 Überlegt zu zweit, was der Grund für eure Beobachtung ist.

Reflexion des Arbeitsblattes

Einleitung und Kontextualisierung des Arbeitsblattes – worum geht es, welche Lernziele werden verfolgt und wann kann es eingesetzt werden?

Mit diesem Arbeitsblatt soll mit Nahrungsmitteln gezeigt werden, dass es auch mit biologischem Ausgangsmaterial möglich ist Sauerstoff herzustellen. Wasserstoffperoxid kennen die SuS bereits aus Haarbleichmitteln und ist somit auch im Alltag vertreten. Das Thema passt in das Konzept der Aktivierungsenergie und kann als Einstieg zur Diskussion von biologischen Katalysatoren verwendet werden. Die SuS sollen vorher also bereits Kenntnisse über Nachweisreaktionen gesammelt haben. Sie sollen lernen, dass Enzyme Reaktionen beschleunigen bzw. überhaupt erst betreiben können und dass sie durch Hitze ihre Wirkung verlieren.

4.4 Erwartungshorizont (Kerncurriculum)

Fachwissen:	Die SuS weisen Sauerstoff nach. (Aufg. 2)
	Die SuS beschreiben die Wirkung eines Katalysators. (Aufg. 4)
	Die SuS erklären, dass bei einer chemischen Reaktion neue Produkte entstehen. (Aufg. 2)
Erkenntnisgewinnung:	Die SuS führen qualitative Experimente durch und protokollieren diese. (Aufg. 1-3)
	Die SuS planen Überprüfungsexperimente. (Aufg. 2 & 3)
Kommunikation:	Die SuS kommunizieren fachsprachlich. (Aufg. 4)
Bewerten:	Die SuS stellen Bezüge zur Biologie her (Enzymwirkung) (Aufg. 4)
Anforderungsniveau 1:	Aufg. 1, Die SuS notieren ihre Beobachtungen.
Anforderungsniveau 2:	Aufg. 2 & 3, Die SuS wenden ihr Vorwissen an.
Anforderungsniveau 3:	Aufg. 4, Die SuS erklären die Beobachtungen des Versuchs, was einen Transfer auf ein unbekanntes Problem erfordert.

4.5 Erwartungshorizont (Inhaltlich)

Aufg. 1: Zunächst kommt es an der Kartoffel zur Blasenbildung, woraufhin ein Schaum oberhalb der Flüssigkeit entsteht.

Aufg. 2: Es wird eine Glimmspanprobe durchgeführt. Der Span leuchtet im Schaum auf, somit ist Sauerstoff entstanden.

Aufg. 3: Es ist nichts zu erkennen nach Zugabe von Wasserstoffperoxid.

Aufg. 4: Ein Enzym in der Kartoffel spaltet das Wasserstoffperoxid. Daher kommt das entstandene Sauerstoffgas. In der gekochten Kartoffel ist dieses Enzym nicht mehr vorhanden.