Schlagworte

Ethanol, 1-Propanol, Ethanal, Propanal, Oxidation, Reduktion, Elektronenabgabe, Elektronenaufnahme, Oxidationszahlen

Didaktisch-methodische Hinweise

Die im folgenden beschriebene Sequenz zur sukzessiven Umwandlung primärer Alkohole bis hin zu Alkansäuren umfasst mehrere Schulstunden.

Zentral wird die Einführung und Anwendung des Konzepts der Oxidationszahlen sein. Daher folgt die Sequenz insgesamt dem Basismodell der *„Konzeptbildung“* nach Oser [vgl. 1, S. 17f]:

1. Bewusstmachung des Vorwissens
2. Durcharbeiten eines Prototyps
3. Beschreibung der wichtigen Merkmale eines Konzepts
4. Aktiver Umgang mit dem neuen Konzept
5. Anwenden des neuen Konzepts in anderen Kontexten

Aus Schülerperspektive wird das inhaltliche Ziel zunächst grob umrissen und anschließend der Weg durch einen Prototyp vorgegeben. Die Lernenden sollen dessen vorgegebene Struktur nachkonstruieren, verallgemeinern und aktiv anwenden. Minimales Ziel ist das Erfassen der fachwissenschaftlichen Begriffen, Zusammenhänge und des Konzepts, maximal geht es um dessen flexible Anwendbarkeit.

Der Lehrer muss als Experte den Prototyp als Lernangebot bereitstellen und bei der Einführung und Abgrenzung steuern.

Die erste Stunde dient vor allem der Bewusstmachung der Grenzen des Vorwissens und stützt sich dabei auf eine enge personale Steuerung. Erst in den folgenden Stunden arbeiten die Lernenden auch stärker materialbasiert eigenständig. Für Berufseinsteiger oder Lehramtsanwärter mag diese starke personale Steuerung ungewöhnlich sein. Sie ist aber an dieser Stelle im Chemieunterricht funktional! Die häufige Sichtstruktur für einen Unterricht, der dem Basismodell *„Konzeptbilden“* folgt, ist zunächst ein darbietender, entwickelnder Unterricht z. B. mit einem Demonstrationsexperiment und folgender Anwendung bzw. Transfer [vgl. 2, S. 2].

Zielsetzungen:

Kompetenzerwartung aus dem KLP NRW: „Die Schülerinnen und Schüler erklären die Oxidationsreihen der Alkohole auf molekularer Ebene und ordnen den Atomen Oxidationszahlen zu. Sie beschreiben Zusammenhänge zwischen Vorkommen, Verwendung und Eigenschaften wichtiger Vertreter der Stoffklassen der Alkohole und Aldehyde.

Hauptintention: Die SuS lernen am Beispiel der Oxidation von 1-Propanol mit Kupferoxid die Bestimmung und Verwendung von Oxidationszahlen auf Basis von Strukturformeln kennen und nutzen diese, um die Umwandlung von Ethanol zu Ethanal als Oxidation zu beschreiben, in dem sie

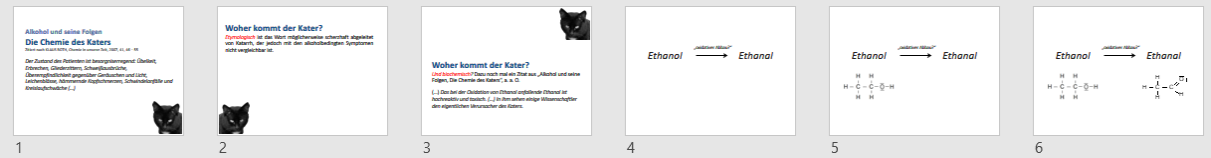
- ihr Wissen bezüglich der Redoxreaktionen als Elektronenübertragungsreaktionen aus der Sekundarstufe I reaktivieren,
- ausgehend von einem Beispiel die Notwendigkeit zur Einführung fiktiver Ladungen in Molekülen erkennen

- unter Verwendung des PSE (Hauptgruppen, EN) Oxidationszahlen in ausgewählten Strukturformeln angeleitet und dann selbstständig bestimmen
- das Gelernte auf eine andere Reaktion übertragen und fachsprachlich angemessen erläutern.

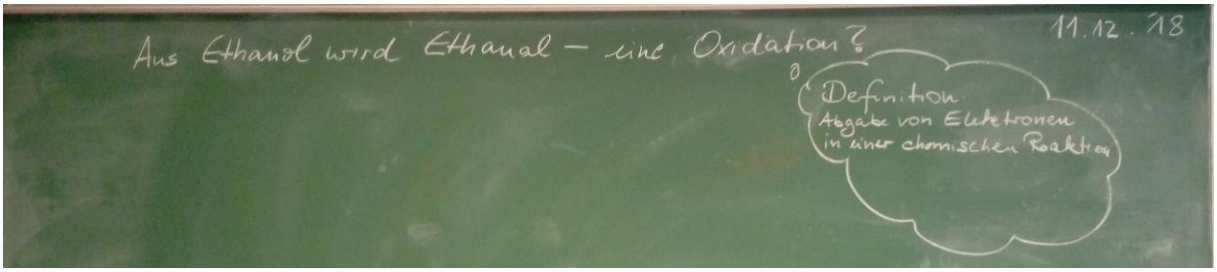
Möglicher Ablauf

1. Bewusstmachung des Vorwissens

Mit Hilfe weniger Informationen im Kontext der Verstoffwechslung von Ethanol im Körper wird der Begriff des „oxidativen Abbaus“ [vgl. z. B. 3] als zentraler Begriff der folgenden Sequenz in den Mittelpunkt gestellt, den es zu erläutern gilt.



Im Plenum trägt man den aktuellen Wissensstand zum Fachbegriff Oxidation zusammen und fokussiert zügig auf die Übertragung von Elektronen:

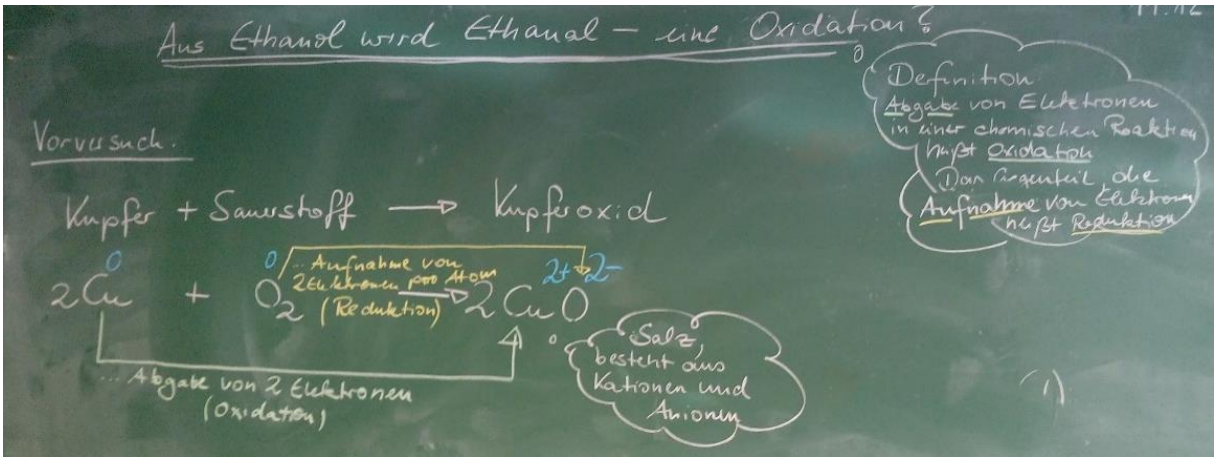


Die Lernenden werden über die Tragweite des nun zu erarbeitenden Konzepts informiert. Zugleich wird herausgestellt, dass an einem Modellversuch geklärt werden soll, wie man die Übertragung von Elektronen auf Teilchenebene erkennbar macht und notiert.

Im Labor greift man dafür auf die Oxidation von 1-Propanol zu Propanal mit Kupferoxid zurück. Hier ist die Reduktion zu elementarem Kupfer gut sichtbar und wird damit Ausgangspunkt der schrittweisen Erörterung. Zudem ist Propanal weniger gefährlich als Ethanal. Beides lässt sich leicht den Schüler/innen vermitteln.

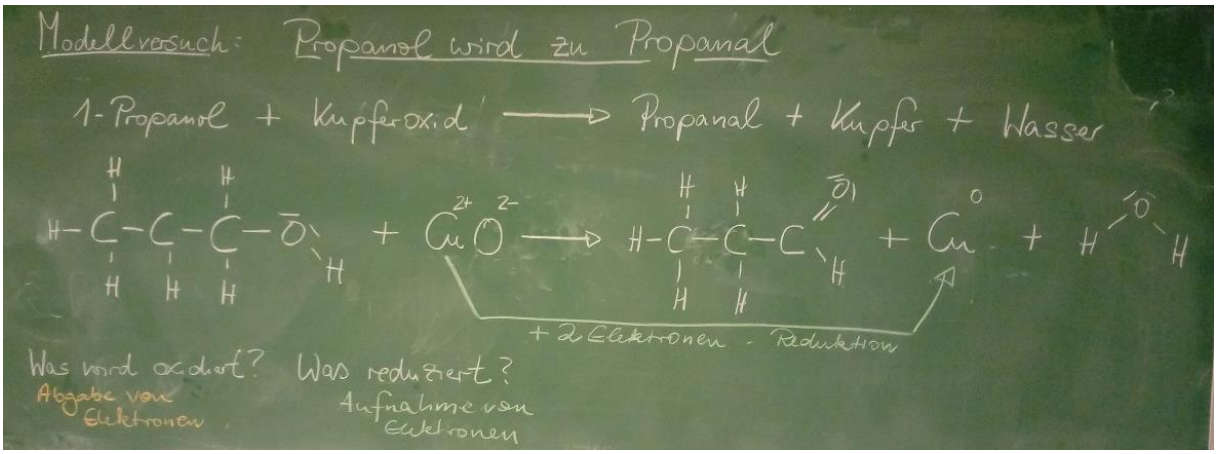
Der Vorversuch (Kupfer wird an der Luft im Brenner oxidiert) stellt eine Sichtbarmachung der Grenzen des Bisherigen dar: Aus Metall und molekularem Element wird ein Salz. Ladungen dienen der Erkenntnis von Elektronenverschiebungen

LNCU Team: G. von Borstel, Stand 2019. Alle Materialien, sofern nicht anders gekennzeichnet, unter CC BY-NC-SA 4.0



Nach der Notation wird das Kupferblech erneut in der Flamme erhitzt und in 1-Propanol getaucht. Alle Beobachtungen werden notiert und führen zur Grenze des Erklärbaren.

Aufgrund der Ladung ist klar, das Kupfer-Ionen reduziert wurden. Was aber wird oxidiert? Die Schüler/innen vermuten hier in der Regel, dass erneut der Sauerstoff Elektronenspender ist. Es wird abschließend festgehalten, dass dies so nicht eindeutig zu klären ist, da Sauerstoff nach der Reaktion in Molekülen gebunden und damit seine Ladung nicht eindeutig zu bestimmen ist.



Hier endet die (oftmals einstündige!) Phase der Bewusstmachung des Vorwissens und es folgt die Einführung des neuen Konzepts mit Hilfe eines Prototypens.

2. Durcharbeiten eines Prototyps

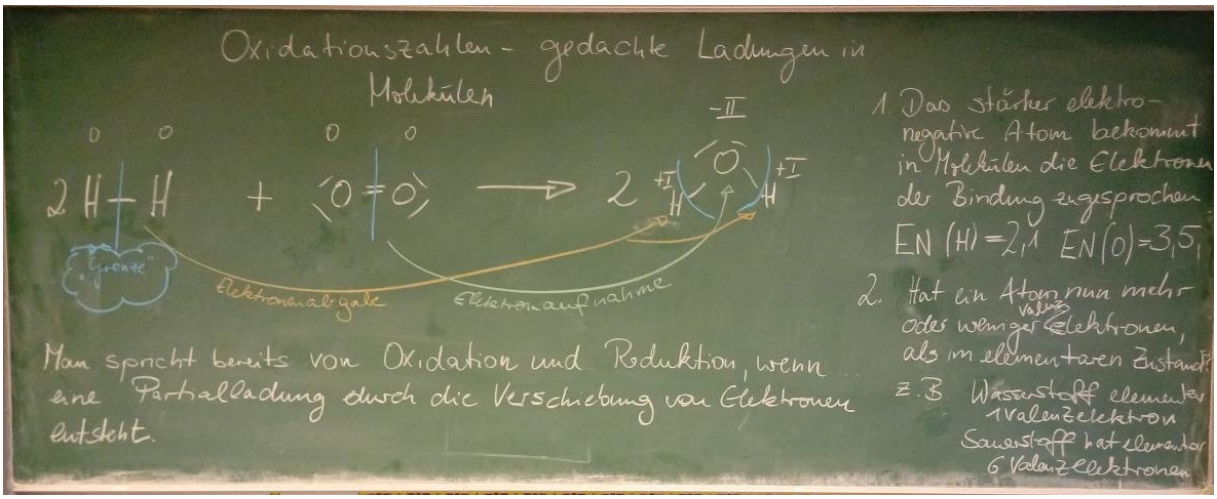


Anders als in zahlreichen Schulbüchern werden die Oxidationszahlen am Beispiel Wasser eingeführt (kleine Moleküle, eigene Gedankenleistung beim Übertrag auf die Kohlenstoffatome in Propanol und später Ethanol).
Der zentrale Arbeitsauftrag lautet: stelle heraus welches Atom oder Teil des Moleküls im Verlauf der Reaktion Elektronen abgibt.

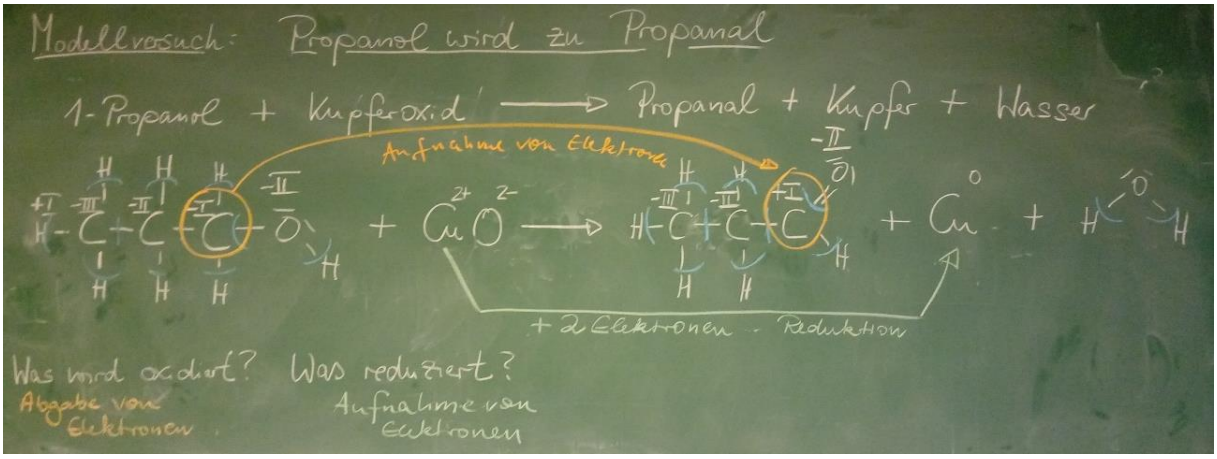
Dafür erfassen die Lernenden mit Hilfe eines Prototyps die Vorgehensweise zur Erstellung von Oxidationszahlen materialbasiert in Einzel- oder Partnerarbeit.

3. Beschreibung der wichtigen Merkmale eines Konzepts

… ggf. unterstützt durch weitere Texte (Schulbuch) oder auch nur anhand der Vorgehensweise werden die wichtigsten Schritte und Erkenntnismöglichkeiten zusammengestellt und festgehalten.



4. Aktiver Umgang mit dem neuen Konzept



Die Oxidationszahlen für die Kohlenstoffatome werden von den Schüler/innen als Teil ihres Lernproduktes präsentiert und diskutiert. Basierend auf den Ergebnissen wird der zentrale Arbeitsauftrag geklärt und die Erkenntnisse auf den Abbau von Ethanol im Körper durch Rückgriff auf die Folien zu Beginn übertragen. Für starke Lernende auch mit paralleler Betrachtung der Reduktion im Körper.

5. Anwenden des neuen Konzepts in anderen Kontexten

… folgt mit Betrachtung der Alkanale, deren Nachweisreaktionen und Umwandlung zu Alkansäuren.

Literatur

[1] Heiko Krabbe, Simon Zander, Hans E. Fischer (o. J.), Lernprozessorientierte Gestaltung von Physikunterricht Materialien zur Lehrerfortbildung, online frei zugänglich unter http://www.ganzin.de/wp-content/uploads/2015/10/Lernprozessorientierte-Gestaltung-von-Physikunterricht.pdf.
[2] Arbeitsgruppe Prof. Dr. H. E. Fischer, Essen 2011, Handout zur Lehrerfortbildung zu den Basismodellen des Lernens und Lehrens.
[3] K. Roth, Die Chemie des Katers, Chemie in unserer Zeit, 2007, 46 – 55