

II.G.2

Komplexchemie

Komplexchemie – zu komplex für den Lehrplan?

Ein Beitrag von Jochen Hermanns und André Fiscoeder-Bierbaum
Illustrationen von Wolfgang Zettlmeier



Im Sommer des Jahres 2019 wurde der Kernlehrplan Chemie in NRW für die niedereingeführten G9-Jahrgang verpflichtend. Ebenso wie im Lehrplan der Sekundarstufe II ist dort die Komplexchemie nicht als obligatorisch vorgesehen. Vermutlich ist dies auf die häufig giftigen Komplexe, wie die von Nickel und Chrom. Doch eigentlich ist diese Entscheidung als sehr bedauerlich zu bewerten, denn es gibt zum einen viele im Unterricht verwendbare und durchaus schülergeeignete Komplexe wie Kupferkomplexe und Chlorophyll, und zum anderen ist die Bedeutung der Komplexchemie, beispielsweise im Häm, im Chlorophyll, als Katalysator, nicht von der Hand zu weisen.

KOMPETENZPROFIL

- Klassenstufe:** 8–12
- Dauer:** 3–4 Unterrichtsstunden
- Kompetenzen:** 1. Was zur Lösung vorgegebener Aufgaben und Problemstellungen erforderliche chemische Fachwissen eigenständig auswählen, anwenden und neu erworbene chemische Konzepte in vorhandenes Wissen eingliedern und auf variable Problemsituationen übertragen. 2. Hypothesen zu chemischen Fragestellungen auf der Grundlage fachlicher Konzepte formulieren. 3. Bewertungen und Entscheidungen auf Grundlage des chemischen Fachwissens begründen.
- Thematische Bereiche:** Bindungsarten, ionische Bindung, kovalente Bindung, Komplexverbindungen, Ligandenaustausch, Häm, Chlorophyll
- Medien:** Arbeitsblätter in gestuften Schwierigkeiten, Experimente

Auf einen Blick

Ab = Arbeitsblatt Lv = Lehrerversuch

1. Stunde

Thema: Saure farbige Metallsalzlösungen

M 1 (Lv) Der Kupfer-Chlorid-Komplex

Herstellung der Salzlösung

Dauer: Vorbereitung: 5 min Durchführung: 5 min

Chemikalien: Kupfer(II)chlorid (1 g)  Salzsäure (konz.) (11 ml) 

Geräte: Schutzbrille
 Reagenzglas
 Waage

M 2 (Ab) Der Kupfer-Chlorid-Komplex



Die GBUs finden Sie auf der CD 70.

2. Stunde

Thema: Austausch von Bindungspartnern – verdünnte Salzlösung

M 3 (Lv) Von Grün zu Blau – der Ligandenaustausch (Teil 1)

Verdünnung der Kupferlösung

Dauer: Vorbereitung: 5 min Durchführung: 5 min

Chemikalien: Lösung aus **M 1**
 Wasser

Geräte: Schutzbrille
 11 Reagenzgläser mit Gestell
 10 ml Messpipette Pelusball

M 4 (Ab) Von Grün zu Blau – der Ligandenaustausch (Teil 1)



3. Stunde



Thema: Austausch von Bindungspartnern – Zugabe von Ammoniakwasser

M 5a (Ab) Von Grün zu Blau – der Ligandenaustausch (Teil 2)

M 5b (Ab) Von Blau zu Blau – der Ligandenaustausch (Teil 3)

Austausch von Hydroxid-Ionen durch Ammoniak-Moleküle (Teil 1)

Dauer: Vorbereitung: 2 min Durchführung: 5 min

Chemikalien:

- Lösung aus **M 3**
- Ammoniaklösung (konz.)

Geräte:

- Schutzbrille
- 2 Reagenzgläser mit Lösung aus **M 3**
- Pipette

M 6 (Lv) Von Blau zu Blau – der Ligandenaustausch (Teil 4)

Austausch von Hydroxid-Ionen durch Ammoniak-Moleküle (Teil 2)

Dauer: Vorbereitung: 2 min Durchführung: 5 min

Chemikalien:

- Lösung aus **M 5b**
- Ammoniaklösung (konz.)

Geräte:

- Schutzbrille
- 2 Reagenzgläser mit Lösung aus **M 5b**
- Pipette

Die GBUs finden Sie auf der CD 70.



Die GBUs finden Sie auf der CD 70.

4. Stunde

Thema: Vertiefung zinnanorganischer Häm und Chlorophyll

M 7a (Ab) Vertiefung – wichtige Komplexe aus dem Alltag – Hämoglobin

M 7b (Ab) Vertiefung – wichtige Komplexe aus dem Alltag – Chlorophyll

Der Kupfer-Chlorid-Komplex

M 1

Zur Bildung des Tetrachlorokupfer(II)-Komplexes ($[\text{CuCl}_4]^{2-}$) wird ca. ein Gramm Kupfer(II)chlorid (CuCl_2) in 11 ml konzentrierter Salzsäure gelöst. Diese Lösung wird im Folgenden als Maßlösung bezeichnet.



So geht's

Wähle eine der drei Niveaustufen und **bearbeite** die entsprechenden Aufgaben.

Aufgabe 1

- Beschreibe** die Durchführung und die Beobachtungen des vorgeführten Versuches.
- Bestimme** die Position der Elemente in den verwendeten Verbindungen und **deute** die Ergebnisse bezüglich der Bindungsart.
- Nenne** alle vorkommenden Ionen mit ihrer zugehörigen Ladung.
- Begründe** nun, welche und wie viele der vorhandenen Ionen sich um das Kupferkation anlagern können, und berücksichtige dabei die Bindungsart, die zwischen den Ionen der beteiligten Stoffe vorherrscht.



Aufgabe 2

- Analysiere** die vorhandene Bindungsart in den verwendeten Stoffen.
- Nenne** alle vorkommenden Ionen mit ihrer zugehörigen Ladung.
- Begründe** nun, welche und wie viele der vorhandenen Ionen sich um das Kupferkation anlagern können, und berücksichtige dabei die Bindungsart, die zwischen den Teilchen der beteiligten Stoffe vorherrscht.



Aufgabe 3

- Stelle** eine begründete Vermutung darüber auf, welche und wie viele Teilchen sich um das Kupferkation anlagern können, und berücksichtige dabei die Bindungsart, die zwischen den Teilchen der beteiligten Stoffe vorherrscht.
- Vergleiche** deine Ergebnisse mit denen deiner Mitschülerin oder einem Mitschüler, die/der ebenfalls fertig ist.



M 2

Der Kupfer-Chlorid-Komplex

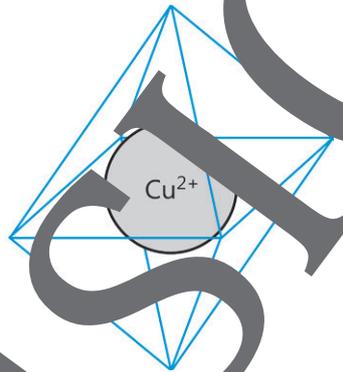
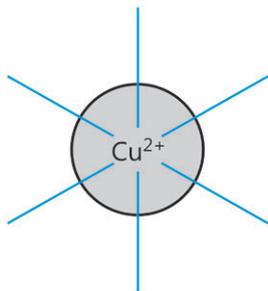
So geht's

Wähle eine der drei Niveaustufen und **bearbeite** die entsprechenden Aufgaben.



Aufgabe 1

Zeichne in die Vorlage, die dir am passendsten erscheint, die von dir ermittelte Anzahl an Chlorid-Ionen ein.



© Wolfgang Zettlmeier



Aufgabe 2

- Zeichne das Kupfer-Kation in der Mitte und verteile die Chlorid-Ionen gleichmäßig in einer dreidimensionalen Skizze um das Kupfer-Kation herum. Verbinde nun mit Linien die Anionen untereinander. Tipp: oben, unten links, rechts, vorne, hinten.
- Beschreibe (bzw. benenne falls möglich) die entstehende geometrische Form.



Aufgabe 3

Zeichne an den Ecken einer tetraedrischen doppelseitigen Pyramide (Oktaeder) mit dem Kupfer-Kation in der Mitte die Chlorid-Ionen.

Aufgabe für alle

Stelle **begründete Vermutungen an**, welche Bindungsart zwischen den einzelnen Teilchen vorliegt und warum diese Verteilung die einzig mögliche ist. Gehe bei der Begründung auch darauf ein, warum es unwahrscheinlich ist, dass das Chlorid sich trotz der Aquatisierung vom Kupfer-Kation entfernt.

Von Grün zu Blau – der Ligandenaustausch (Teil 2)

M 5a

Aufgaben

1. **Zeichne M 2** erneut, diesmal nur mit Wasser-Molekülen. Diese nun blaue Verbindung nennt man den HexaquoKomplex.
2. **Stelle begründete Vermutungen an**, was die Silben „Hex“ und „Aquo“ in der Bezeichnung bedeuten.
3. **Stelle einen Zusammenhang** zwischen der Farbveränderung und der Anzahl der ersetzten Chlorid-Ionen **her**.
4. **Stelle begründete Vermutungen an**, warum sich bei Zugabe von weiterer Salzsäure die Farbe nicht wieder zu Grün ändern lässt.

Von Blau zu Blau – der Ligandenaustausch (Teil 3)

M 5b

Zur Bildung des Kupferhydroxids ($[\text{Cu}(\text{OH})_2 \cdot 4 \text{H}_2\text{O}]$) wird in die verdünnte Maßlösung in Reagenzglas 11 vorsichtig tropfenweise Ammoniakwasser (NH_4OH) hinzugegeben.



So geht's

Wähle eine der drei Niveaustufen und **bearbeite** die entsprechenden Aufgaben.

Aufgabe 1

Zeichne M 4 erneut, diesmal allerdings mit zwei Hydroxid-Ionen (OH^-) aus dem Ammoniakwasser (NH_4OH), die zwei Wasser-Moleküle ersetzen. Achte auch hier wieder darauf, dass das diesmal negativ geladene Sauerstoff-Atom zum Kupfer-Kation ausgerichtet ist.



Aufgabe 2

Zeichne M 4 erneut und ersetze zwei Wasser-Moleküle durch Hydroxid-Ionen, die im Ammoniakwasser enthalten sind. Achte auch hier wieder auf die richtige Ausrichtung zum Kupfer-Kation.



Aufgabe 3

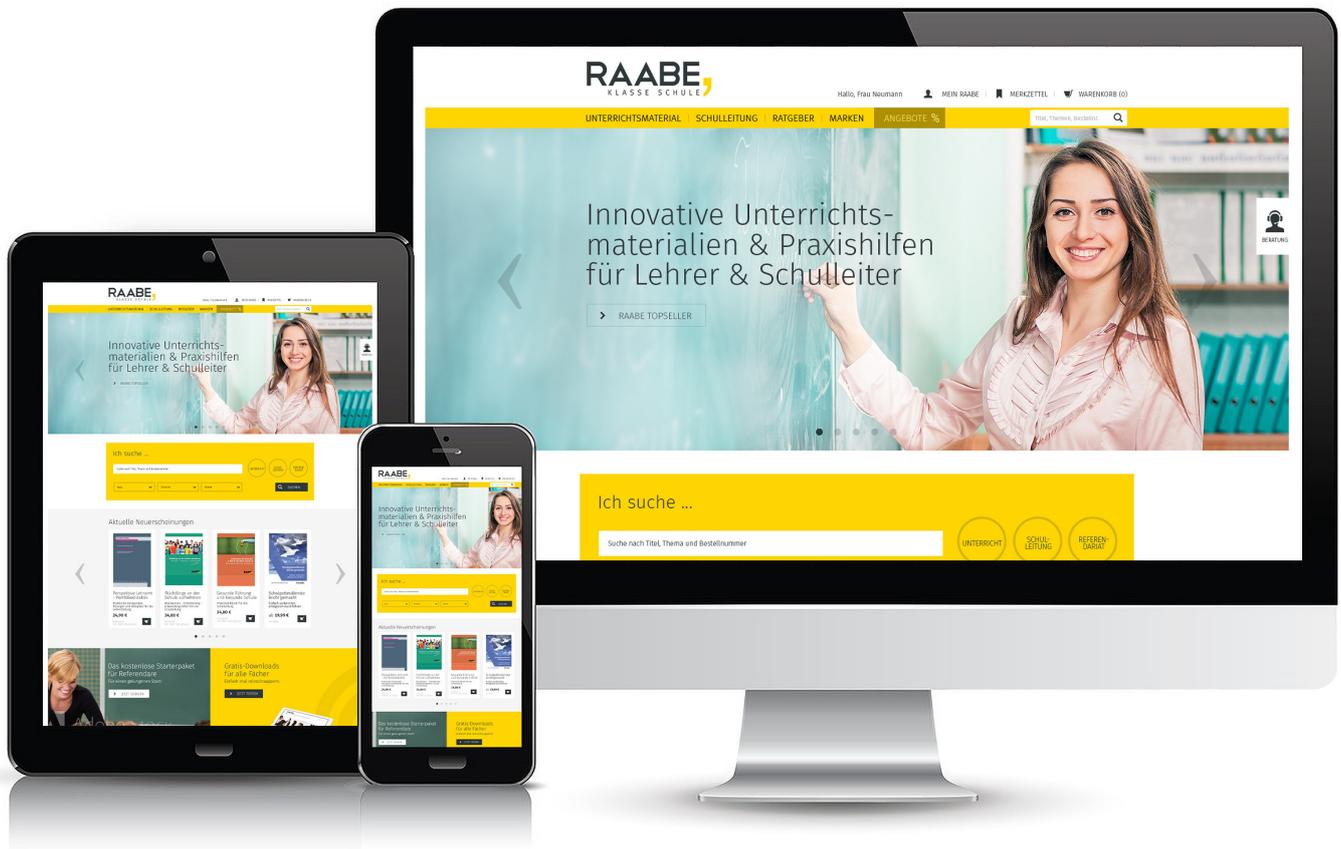
Zeichne M 4 erneut und substituere zwei Wasser-Moleküle durch den Laugenanteil aus dem Ammoniakwasser. Achte auch hier wieder auf die richtige Ausrichtung.



Aufgaben für alle

- a) **Erkläre**, warum nur maximal zwei Anionen sich in dieser Verbindung befinden.
- b) **Stelle einen Zusammenhang** zum Aggregatzustand **her**.
- c) **Benenne** die Verbindung.

Der RAABE Webshop: Schnell, übersichtlich, sicher!



Wir bieten Ihnen:



Schnelle und intuitive Produktsuche



Übersichtliches Kundenkonto



Komfortable Nutzung über
Computer, Tablet und Smartphone



Höhere Sicherheit durch
SSL-Verschlüsselung

Mehr unter: www.raabe.de