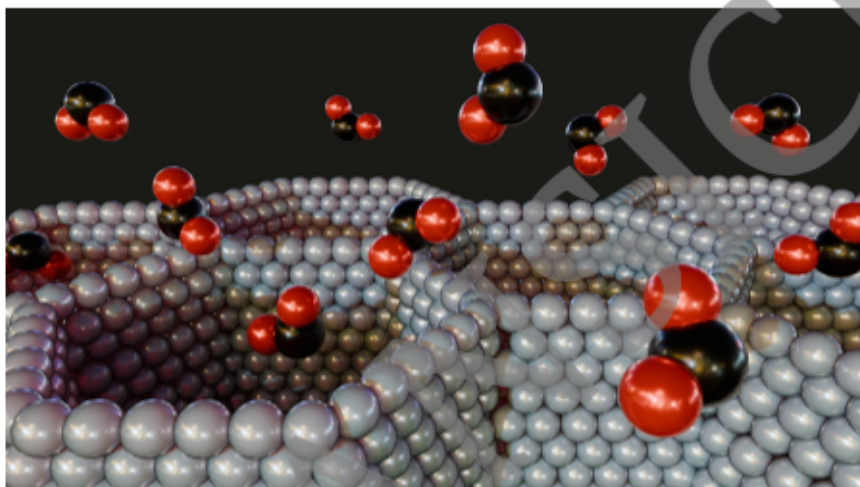


B.4.6

Struktur der Materie und Periodensystem der Elemente – Komplexe chemische Verbindungen

Metallorganische Gerüstverbindungen – Wunderwaffe im Kampf gegen den Klimawandel?!

Dr. Maike Schnucklake



© RAABE 2026 | Es gelten die [Lizenzbedingungen](#)

© Love Employee/iStock/Getty Images Plus

Die Treibhausgasemissionen deutlich zu senken gehört zu einer der Zielvereinbarungen des Klima- und Energiepakets, das 2015 bei der UN-Klimakonferenz beschlossen wurde. Eine relevante Rolle könnte dabei die Abscheidung und Speicherung von Kohlenstoffdioxid spielen. Das nachfolgende Unterrichtsmaterial liefert einen Überblick über poröse Funktionsmaterialien. Zunächst können die Themen Porosität und Komplexverbindungen im Allgemeinen beleuchtet werden. Darüber hinaus kann auf metallorganische Gerüstverbindungen im Detail eingegangen werden, die vielversprechend für den Einsatz als selektive Adsorptionsmaterialien für Gase wie Kohlenstoffdioxid sind.

KOMPETENZPROFIL

Klassenstufe:	11–13
Dauer:	8–9 Unterrichtsstunden
Kompetenzen:	1. Fachkompetenz; 2. Erkenntnisgewinnungskompetenz; 3. Beurteilungs- und Bewertungskompetenz; 4. Medienkompetenz
Methoden:	Einzelarbeit, Partnerarbeit, Gruppenarbeit, Think-Pair-Share, methodische Diskussion
Inhalt:	Polymere, Komplexverbindungen, koordinative Bindung, Ligand, Zentralatom, metallorganische Gerüstverbindungen, Chemie-Nobelpreis, aktuelle Forschung, Funktionsmaterialien, poröse Materialien

Fachliche Hinweise

Die Schülerinnen und Schüler erhalten ein weitreichendes Wissen über poröse Funktionsmaterialien und deren mögliche Anwendungen. In diesem Zusammenhang werden einerseits die Porosität als Eigenschaft der Materialien und andererseits Komplexverbindungen als eine chemische Stoffklasse betrachtet. Des Weiteren können Kenntnisse über metallorganische Gerüstverbindungen als mögliche Funktionsmaterialien für die Adsorption von Kohlenstoffdioxid erarbeitet werden. Abschließend wird die Grundlage für eine methodische Diskussion bereitgestellt, in der sich die Schülerinnen und Schüler mit dem eigenen CO_2 -Fußabdruck auseinandersetzen. Gemeinsam können sie dann mögliche Ansätze diskutieren, den eigenen CO_2 -Fußabdruck zu verringern, und die gesammelten Ideen hinsichtlich ihrer Wirksamkeit bewerten. Die angefügte Lernerfolgskontrolle kann verwendet werden, um die Schülerleistungen individuell einzuschätzen.

Der Fokus dieser Unterrichtseinheit liegt auf der selbstständigen Erarbeitung von Fachwissen in Bezug auf chemische Koordinationsverbindungen sowie einiger Beispiele für poröse Funktionsmaterialien. Neben fachspezifischen Kompetenzen erlernen die Schülerinnen und Schüler aber auch Sozialkompetenzen wie eine Team- und Kommunikationsfähigkeit. Außerdem wird die Recherchefähigkeit gestärkt, indem sie unterschiedliche Medien und Informationsquellen durchsuchen und diese kritisch prüfen. Ein reflektierter Umgang mit dem Internet als Informationsquelle fördert die Analysefähigkeit, was insbesondere im Zuge der aktuellen Entwicklung KI-generierter Inhalte bedeutsam und wichtig ist.

Die Schülerinnen und Schüler definieren Fachbegriffe wie die innere und äußere Oberfläche und nennen verschiedene Kriterien, um Poren zu klassifizieren. Sie kennen typische Liganden

Auf einen Blick

Metallorganische Gerüstverbindungen

M 1	Poröse Materialien
M 2	Komplexverbindungen
M 3	Metallorganische Gerüstverbindungen
M 4	Anwendungsmöglichkeiten metallorganischer Gerüstverbindungen
M 5	Lernerfolgskontrolle

Benötigt: ☐ Internet

Erklärung zu den Symbolen



Dieses Symbol markiert differenziertes Material. Wenn nicht anders ausgewiesen, befinden sich die Materialien auf mittlerem Niveau.



einfaches Niveau



mittleres Niveau



schwieriges Niveau

M 2 Komplexverbindungen



Komplexverbindungen bestehen immer aus einem metallischen Zentralion, um welches sich kleine Moleküle regelmäßig anordnen. Bei Letzteren kann es sich zum Beispiel um Dipol-Moleküle wie Wasser (H_2O) oder Anionen wie Cyanid (CN^-) handeln. Sie werden Liganden genannt. Häufig lagern sich sechs Liganden um das Metallion herum und bilden dabei eine oktaedrische Struktur. Das durch das Zusammenwirken von Liganden und Zentralteilchen entstehende elektrostatische Feld wird auch als Ligandenfeld bezeichnet.

Einige typische Liganden sind:

Liganden	Name	Bezeichnung im Komplex	Beispielkomplex
CN^-	Cyanid	cyanido	
Cl^-	Chlorid	chlorido	
SCN^-	Thiocyanat	thiocyanato	
NH_3	Ammoniak	ammin	
H_2O	Wasser	aqua	
OH^-	Hydroxid	hydroxido	
$\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$	Thiosulfat	thiosulfato	

Alle Moleküle, die als Liganden fungieren, besitzen ein Atom oder Ion mit mindestens einem freien Elektronenpaar, das sie als Lewis-Base zur Verfügung stellen. Bindet dieses Teilchen an das Metallion, entsteht aus ihm ein bindendes Elektronenpaar. Das bedeutet, nur ein Bindungspartner liefert die Elektronen für die entstehende koordinative Bindung.

Liganden können durch andere Liganden ersetzt werden. Bei der Reaktion handelt es sich immer um Gleichgewichtsreaktionen. Häufig lässt sich bei solchen Austauschreaktionen ein Farbumschlag beobachten.

Abhängig von der Koordinationszahl des Zentralatoms können unterschiedlich viele Liganden an das Metallion binden. Typische Geometrien sind neben einer linearen Anordnung auch die tetraedrische, quadratisch-planare oder oktaedrische Anordnung.

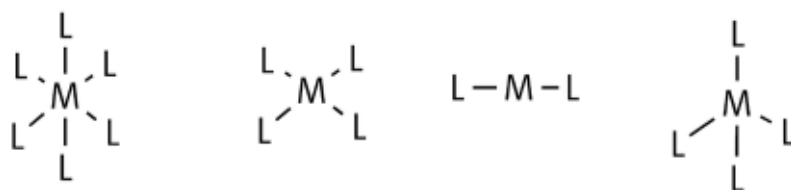


Abbildung 1: Typische Komplexgeometrien mit verschiedenen Koordinationszahlen. Das M steht jeweils für das Metallatom (Zentralteilchen) und das L steht jeweils für einen Liganden.

© RAABE, erstellt mit ChemDraw

Die IUPAC-Nomenklatur

Die korrekte Benennung der Komplexverbindungen ist durch die IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) geregelt. Die Formelschreibweise enthält alle Informationen, die nötig sind, um den Komplex zeichnen zu können. Grundsätzlich werden Komplexe immer mit eckigen Klammern dargestellt. Innerhalb der eckigen Klammern wird zuerst das Zentralion notiert. Daraufhin werden die Liganden geschrieben. Der Index gibt an, wie viele Liganden gebunden sind. Moleküle werden dabei in runde Klammern gesetzt. Enthält ein Komplex mehrere Liganden, kommt es auf die richtige Reihenfolge an. Anionische Liganden werden vor neutralen Liganden genannt. Wird ein Komplex-Ion ohne ausgeglichenes Gegenion dargestellt, wird die Ladung hinter der eckigen Klammer im Exponenten notiert. Positiv geladene Gegenionen stehen vor, wohingegen negativ geladene Gegenionen hinter der eckigen Klammer stehen.



Dr. Maike Schnuckelke © RAABE

Aufgaben

1. **Ergänzen** Sie jeweils ein Beispiel und **vervollständigen** Sie die oben stehende Tabelle.
2. Welche Voraussetzung muss ein Teilchen erfüllen, um als Ligand geeignet zu sein?
3. **Recherchieren** und **beschreiben** Sie, was man unter dem Begriff Chelatliganden versteht und was der sogenannte Chelateffekt ist.
4. **Nennen** Sie Beispiele, wo Ihnen im Alltag Komplexe begegnen, und **beschreiben** Sie ein gewähltes Beispiel im Detail. Gehen Sie dabei auf die Struktur, das Vorkommen sowie die Funktion des Komplexes ein.