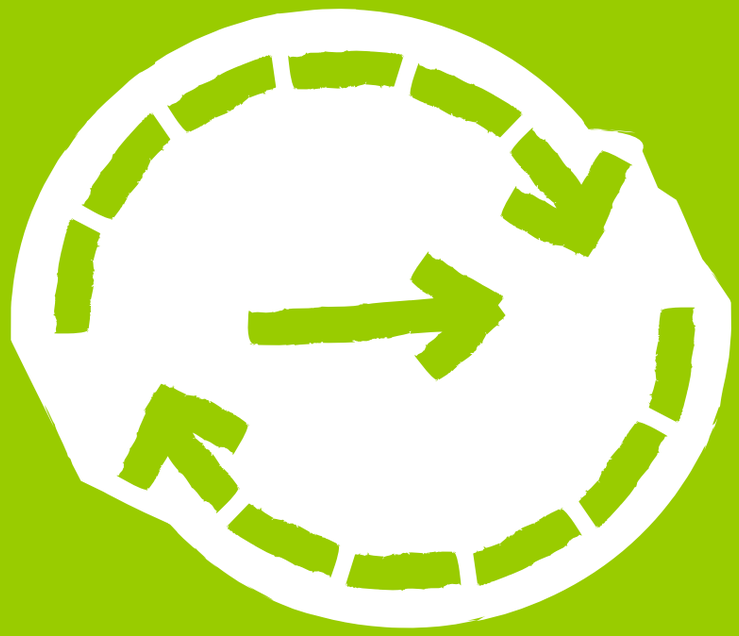


LÖSUNGSBEISPIELE ZUM THEMA

REDOXREAKTION

Autor: Katrin Schüßler
Herausgeber: Katrin Schüßler, Markus Emden und Elke Sumfleth

» **TEIL I:** Oxidation mit Sauerstoff .....
» **TEIL II:** Redoxreaktion mit Eisenoxid.....
» **TEIL III:** Redoxreaktion mit Silbersulfid .....

UNIVERSITÄT DUISBURG ESSEN
Offen im Denken

Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd
University of Education

Müller-Reitz-Stiftung

REDOXREAKTION

TEIL I: Oxidation mit Sauerstoff

Das erwartet dich hier

Mithilfe des folgenden Textes kannst du lernen, dass beim Rosten Eisen mit Sauerstoff zu Eisenoxid reagiert. Eine solche Reaktion mit Sauerstoff wird als Oxidation bezeichnet; ihre Produkte werden als Oxide bezeichnet. Ein weiteres Beispiel für eine Oxidation ist die Reaktion von Kohlenstoff und Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid. Außerdem lernst du, dass bei chemischen Reaktionen die Anzahl der Atome und damit die Masse aller Reaktionspartner vor und nach der Reaktion gleich bleibt.

Zur Arbeit mit dem Material

Es ist wichtig, dass du dir den folgenden Text aufmerksam durchliest, so dass du möglichst viel lernst. Wenn du zwischendurch zurückblättern möchtest, um etwas noch einmal nachzuschauen oder eine Textstelle noch einmal zu lesen, kannst du dies jederzeit machen.

Der Text besteht aus Abschnitten. Um erfolgreich mit dem Text lernen zu können, solltest du dir am Ende jedes Abschnitts überlegen:

1. Was habe ich in diesem Abschnitt Neues erfahren?
2. Wie passt das, was ich neu erfahren habe, zu dem, was ich vorher schon wusste oder bereits gelesen habe?
3. Welche Fragen habe ich noch?

Lies erst danach den nächsten Abschnitt.

Zum Aufbau des Materials

Am Ende einiger Abschnitte wirst du kleine Aufgaben finden. Schätze zunächst wieder ein, ob du den vorangegangenen Abschnitt verstanden hast und bearbeite danach die Aufgabe. Blättere um, wenn du die Aufgabe so gut wie möglich bearbeitet hast.

Einige Aufgaben kannst du direkt am Bildschirm bearbeiten und deine Lösungen abspeichern. Dieses Symbol verdeutlicht dir, dass du die Lösung direkt in das pdf in das vorgesehene Kästchen schreiben und abspeichern kannst.

Du kannst dir aber auch natürlich einen normalen Schreibblock und einen Stift an die Seite legen und dort all das notieren, was für dein Lernen hilfreich ist. Dann kannst du auch solche Aufgaben bearbeiten, bei denen du etwas zeichnen musst.

Schreib dir am besten immer oben auf die Seite im Schreibblock, welchen Text du dort gerade bearbeitest.

Am Ende jedes Textes erwarten dich zusammenfassende Aufgaben, mit denen du überprüfen kannst, was du gelernt hast. Außerdem gibt es am Ende jedes Textes noch einmal eine Übersicht, in der die wichtigsten neuen Begriffe kurz erklärt werden. Diese Übersicht kannst du auch nutzen, um zu überprüfen, ob du die letzte Aufgabe richtig gelöst hast.

Jetzt geht es los mit

TEIL I: Oxidation mit Sauerstoff

Gut gelaunt laufen Lia und Lennart durch den riesigen Garten ihrer Großeltern. Besonders bei schönem Wetter sind Lia und Lennart oft hier. Am liebsten klettern sie in den großen Apfelbaum hinten im Garten. Leider sind vor kurzem bei einem Sturm einige Äste des Baumes abgebrochen und auf Opas alten Schuppen gestürzt. Lias und Lennarts Opa will den alten Schuppen deswegen abreißen. Er hat sich im Baumarkt schon ein neues Gartenhäuschen gekauft, das er zusammen mit Lias und Lennarts Vater am letzten Wochenende aufgebaut hat. Jetzt müssen nur noch all die Werkzeuge und Gartengeräte, die noch immer im alten Schuppen stehen, in das neue Gartenhäuschen geräumt werden. Dabei wollen Lia und Lennart heute helfen.

Lia liebt es in dem alten Schuppen rumzustöbern, weil es dort immer jede Menge alte, vergessene Sachen zu entdecken gibt.

Begeistert machen Lennart und sie sich daran, Harken, Schaufeln, einige andere Gartengeräte und Gartenstühle aus dem alten Schuppen zu räumen. Als sie damit fertig sind, räumen sie noch das Regal aus, in dem ihr Opa immer sein Werkzeug aufbewahrt hat. Dort gibt es eine riesige Sammlung an Schrauben, Nägeln, Muttern und Dübeln, die ordentlich in Gläsern und Dosen sortiert sind. Lia hat aber auch ein paar Schrauben und Muttern gefunden, die einzeln zwischen den Sammelbehältern im Regal lagen. Während sie auf den Gartenstühlen in der Sonne eine Pause machen, versuchen Lennart und Lia die losen Schrauben in die richtigen Dosen und Gläser einzusortieren.

„Vielleicht hier!“, sagt Lia und öffnet die nächste Dose. „Ach nee, das sind Nägel“, stellt sie dann enttäuscht fest. „Und bei dir?“, fragt sie ihren kleinen Bruder.

„Dübel“, antwortet Lennart und schließt seine Dose wieder.

„Opa hat wirklich ganz schön viel Werkzeug“, sagt Lia und öffnet die nächste Dose.

„Aber er kann auch alles reparieren“, sagt Lennart fast schon ehrfürchtig.

„Ich glaube, ich hab die richtige Dose gefunden!“, ruft Lia in dem Moment. „Auf jeden Fall sind hier Schrauben und Muttern drin und die Größe stimmt auch … in etwa.“

Neugierig blickt Lennart in die Dose, die Lia ihm hinhält, dann kramt er die gefundenen Schrauben aus der Hosentasche. „Von der Größe her passt es“, stimmt er zu und prüft dann fachmännisch den Kopf der Schrauben, „und der Kopf sieht auch gleich aus.“

„Aber die, die wir gefunden haben, sind ganz braun“, sagt Lia zweifelnd. „Und die hier in der Dose sind alle silbern und glänzend. Unsere Schrauben scheinen doch nicht hier rein zu gehören.“

„Die Schrauben, die wir gefunden haben, sind halt ein bisschen älter und ein bisschen dreckig geworden“, erwidert Lennart.

„Du meinst, sie sahen auch mal so silbern glänzend aus, wie die anderen Schrauben?“, fragt Lia ungläubig.

Lennart nickt.

„Dann müssen wir sie erstmal sauber machen, bevor wir sie zu den anderen Schrauben tun“, sagt Lia und kratzt mit dem Fingernagel über den Kopf einer Schraube. Die Schraube wird davon zwar nicht wieder silbern, aber Lia entdeckt anschließend etwas Braunes an ihrem Fingernagel.

„Man kann die Schraube bestimmt auch so noch benutzen, ohne sie sauber zu machen“, antwortet Lennart und kramt in seiner Hosentasche nach weiteren Fundstücken.

„Glaubst du wirklich?“, fragt Lia unsicher. So ganz sicher scheint Lennart nicht zu sein, denn er betrachtet erst einmal eingehend die braunen Schrauben in seiner Hand, bevor er antwortet: „Es kommt doch nur darauf an, dass die Schraube etwas festmacht. Ob die jetzt braun oder silbern ist, ist doch egal.

… und vielleicht ist die Schraube ja auch extra so braun“, vermutet Lennart, „ … damit sie nicht auffällt, wenn man sie zum Beispiel in Holz reindreht.“

„Du meinst, man kann die Schraube so braun kaufen?“, fragt Lia ungläubig. „Gerade hast du noch behauptet, die Schraube wäre alt!“, fügt sie dann vorwurfsvoll hinzu.

„Keine Ahnung“, sagt Lennart und zuckt mit den Schultern. „Aber es könnte doch auch sein, dass es braun lackierte Schrauben gibt, damit sie nicht so auffallen.“

„Aber die Schraube sieht gar nicht aus, als ob sie lackiert wäre“, erwidert Lia. „Wenn das brauner Lack wäre, müsste der doch glatt und glänzend sein“, mit dem Fingernagel fährt sie erneut über die Schraube, „aber das ist irgendwie so bröselig … und geht voll leicht ab“, stellt sie nach einem Blick auf ihre Finger fest, die sich bereits braun gefärbt haben.

„Keine Ahnung“, sagt Lennart noch mal und kramt wieder in seiner Hosentasche.

Beschreibe das Problem, das Lia und Lennart entdeckt haben, bevor du weiter liest.

Unentschlossen betrachtet Lia einen Moment die silbernen Schrauben in der Dose und die braune Schraube in ihrer Hand. Gedankenverloren versucht sie noch mal mit dem Fingernagel das Braune von der Schraube abzukratzen, als sie Schritte hört. Einen Moment lang vergisst Lia die Schrauben und begrüßt ihren Opa. Stolz zeigen sie ihm, wie viel sie bereits aus dem alten Schuppen ausgeräumt haben.

„Und jetzt“, berichtet Lia, „versuchen wir gerade die losen Schrauben, die wir hinten im Schrank gefunden haben, hier einzusortieren. Allerdings“, fügt sie nach kurzem Zögern hinzu, „sind die Schrauben aus dem Schrank ganz braun und die hier in der Dose sind alle ganz silbern.“

„Erst haben wir gedacht, dass die vielleicht alt und deswegen ein bisschen schmutzig sind“, berichtet Lennart.

„Aber irgendwie sehen die nicht schmutzig aus“, erwidert Lia, die mittlerweile mit einem Taschentuch an der Schraube reibt, „und das Rotbraune lässt sich auch nicht richtig abwischen.“

„Dann dachten wir, dass die vielleicht braun lackiert ist“, fährt Lennart fort.

„Aber Lack müsste doch ganz anders aussehen und dürfte nicht so leicht abfärben“, gibt Lia zu bedenken.

„Aber wenn es kein Schmutz und kein Lack ist, was ist das Braune denn dann?“, fragt Lennart und betrachtet wieder die Schraube.

REDOXREAKTION

TEIL I: Oxidation mit Sauerstoff

„Auch diese Schraube war mal silbern“, stellt Lias und Lennarts Opa fest und nimmt Lia die Schraube aus der Hand.

„Aber warum ist die Schraube denn dann jetzt braun?“, fragt Lia noch mal.

Lias und Lennarts Opa setzt sich auf einen der herumstehenden Gartenstühle. Als er die neugierigen Blicke von Lia und Lennart sieht, erklärt er: „Schrauben bestehen aus Stahl. Stahl ist ein Gemisch aus mehreren Stoffen, das aber überwiegend aus **Eisen** besteht. Wie alle anderen Stoffe auch hat Eisen ganz bestimmte, charakteristische Eigenschaften.

Wenn ihr euch die silbernen Schrauben in der Dose anseht, seht ihr zum Beispiel, dass der Aggregatzustand von Eisen bei Raumtemperatur fest ist“, fährt Lias und Lennarts Opa fort.

„Können so Metalle wie Eisen nicht auch Wärme leiten?“, fragt Lennart.

Sein Opa nickt zustimmend: „Die gute Wärmeleitfähigkeit ist eine weitere Eigenschaft von Eisen.“

Lia fischt eine Schraube aus der Dose und betrachtet sie genauer: „Ist, dass sie silbern sind und glänzen, nicht auch so eine Eigenschaft?“, fragt sie dann.

„Das sind sogar zwei Eigenschaften“, antwortet ihr Opa. „Die Farbe und der Glanz.“

Nutze die Eigenschaften Aggregatzustand bei Raumtemperatur, Farbe und Glanz, um die Schraube, die Lia und Lennart gefunden haben, zu beschreiben, bevor du weiter liest.

„Aber die braune Schraube ist doch braun und gar nicht silbern“, antwortet Lennart. „Und sie glänzt auch gar nicht … “

„Also ist die gar nicht aus Eisen!“, schlussfolgert Lia. „Denn die hat ja gar nicht die richtigen Eigenschaften.“

Lennart überlegt einen Moment. Was Lia sagt, klingt einleuchtend: Weil die braunen Schrauben sich in Bezug auf zwei Eigenschaften von Eisen unterscheiden, nämlich in Farbe und Glanz, können sie eigentlich auch nicht aus Eisen bestehen.

„Also ist das so eine Spezialschraube“, vermutet Lennart, „die aus einem speziellen Material ist?“

Sein Opa schüttelt den Kopf: „Ich zeig euch mal was“, antwortet er und kramt in einer der vielen Werkzeugkisten. Nach kurzer Zeit hat er ein Stück Schmirgelpapier gefunden, das er über den Kopf der Schraube reibt. Lia und Lennart sehen neugierig zu. Nach einer Minute wirft ihr Opa einen prüfenden Blick auf die Schraube und zeigt sie dann Lennart und Lia. Dort, wo er mit dem Schmirgelpapier über die Schraube gerieben hat, ist sie plötzlich silbern und glänzend.

„Cool“, ruft Lia begeistert. Sie würde das Schmirgelpapier gerne selbst mal ausprobieren.

„Die Schraube ist ja doch aus Eisen!“, sagt Lennart überrascht und betrachtet den silbernen Kopf der Schraube, der sich jetzt fast nicht mehr von dem der Schrauben in der Box unterscheidet. „Aber“, überlegt Lennart dann, „wenn die Schraube innen doch aus Eisen ist … und das Braune nur so eine Schicht darüber ist … “

„ … dieses Braune scheint so eine Art Pulver zu sein … “, sagt Lia, die sich das Schmirgelpapier geschnappt hat und es jetzt eingehend untersucht. Dort, wo ihr Opa mit dem Papier über die Schraube gerieben hat, haftet ein braunes Pulver. „Aber warum macht man dieses braune Pulver über das Eisen auf die Schraube drauf?“, fragt Lia.

Ratlos sehen Lennart und Lia ihren Opa an. „Die Schrauben, die ihr gefunden habt, waren mal ganz gewöhnliche Schrauben“, erklärt er. „Genau wie die anderen Schrauben bestehen sie überwiegend aus Eisen. Die braune Schicht, die die Schrauben überzieht, ist nicht absichtlich aufgetragen worden, sondern hat sich erst mit der Zeit dort gebildet.“

„Dann sind die Schrauben also doch alt“, murmelt Lennart.

„So alt müssen die Schrauben gar nicht sein“, korrigiert ihn sein Opa. „Die braune Schicht entsteht durch eine chemische Reaktion“, fährt er dann fort. „Das kann unter den richtigen Bedingungen sogar ziemlich schnell gehen.“

„Sind die Schrauben etwa in Chemikalien gefallen?“, fragt Lia erschrocken und wischt sich schnell die Hände in ihrem Taschentuch ab.

„Und dabei sind die so verätzt worden?“, setzt Lennart den Gedanken fort.

„Mit Chemikalien, wie ihr sie euch jetzt vorstellt, hat das nichts zu tun“, beruhigt ihr Opa sie. Lia hört erleichtert auf ihre Hände abzuwischen. „Von einer chemischen Reaktion spricht man immer, wenn Stoffe miteinander reagieren und dabei neue Stoffe mit neuen Eigenschaften entstehen.

In unserem Fall“, fährt Lias und Lennarts Opa fort, „hat das Eisen, aus dem die Schrauben überwiegend bestehen, zu **Eisenoxid** reagiert. Eisenoxid ist der braune Stoff, den ihr außen an den Schrauben sehen könnt.“

„Womit hat das Eisen denn diese Reaktion gemacht?“, fragt Lennart, der sich immer noch verkrustete Behälter vorstellt, die mit Gefahrenhinweisen übersät und mit stinkenden, blubbernden, grün dampfenden, giftigen Flüssigkeiten gefüllt sind.

„Eisenoxid bildet sich, wenn Eisen mit Sauerstoff reagiert, zum Beispiel aus der Luft“, erklärt sein Opa zu seiner Überraschung. „Das passiert besonders leicht, wenn Eisen feucht wird, weil die Reaktion durch Wasser unterstützt wird.“

Gib an, welche Stoffe an der chemischen Reaktion beteiligt sind, bevor du weiter liest.

„Ist das gar nicht gefährlich?“, fragt Lennart ein bisschen enttäuscht. „Wenn Eisen mit diesem Sauerstoff zu … eh Eisendings … “

„ … Eisenoxid“, korrigiert Lia.

„Eisenoxid reagiert“, greift Lennart dankbar auf.

„Nein, das ist gar nicht gefährlich“, erklärt sein Opa und schmunzelt ein bisschen, versteckt hinter seinem Bart. „Die Reaktion von Eisen und Sauerstoff wird oft auch als **Rosten** bezeichnet und findet ununterbrochen an unzähligen Orten auf der Welt statt, ohne dass wir uns deswegen Sorgen machen müssen.

Allerdings können verrostete Eisenteile mit der Zeit Probleme verursachen, weil Eisenoxid nicht so stabil ist wie Eisen und beispielsweise relativ leicht zerbricht.“

„Also wird das Eisen durch dieses Rosten zerstört?“, fragt Lennart.

„Bei einer chemischen Reaktion werden Stoffe nicht zerstört“, korrigiert sein Opa ihn „sondern es reagieren Stoffe miteinander und es entstehen neue Stoffe. Die Stoffe, die miteinander reagieren, werden Edukte genannt. Die Stoffe, die bei der chemischen Reaktion entstehen, werden Produkte genannt. Edukte und Produkte unterscheiden sich in ihren Eigenschaften.“

Lia nickt.

Entscheide, welche Stoffe bei der Reaktion von Eisen und Sauerstoff zu Eisenoxid Edukte und welche Produkte sind, bevor du weiter liest.

„In unserem Fall reagiert Eisen mit Sauerstoff zu Eisenoxid“, fährt ihr Opa fort.

„Dann sind Eisen und Sauerstoff die Edukte und Eisenoxid ist das Produkt“, sagt Lia.

Ihr Opa nickt, während Lennart beeindruckt guckt.

„Schreiben Chemiker dann nicht immer so Gleichungen?“, fragt Lia neugierig. Sie hat seit Kurzem Chemie in der Schule und findet das ziemlich spannend.

Ihr Opa nickt: „Chemiker gehen davon aus, dass alle Stoffe aus Atomen oder Molekülen aufgebaut sind. Eisen besteht aus Eisenatomen und Sauerstoff besteht aus Sauerstoffatomen, die immer zu zweit ein Sauerstoffmolekül bilden.

In der Chemie ist das Symbol für Eisen *Fe* und das Symbol für Sauerstoff ist *O*“, erklärt Lias und Lennarts Opa weiter.

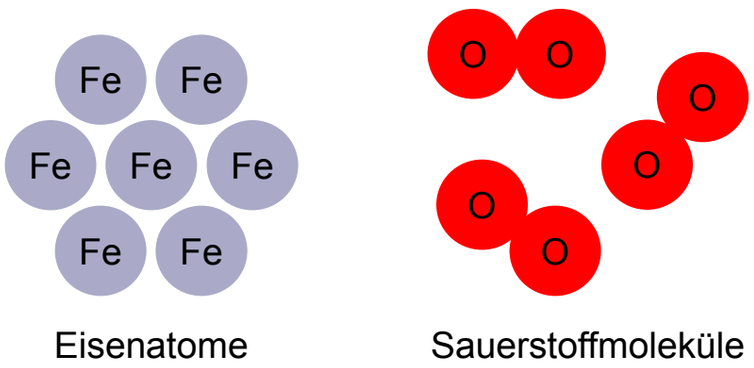


Bild 1: Eisenatome und Sauerstoffmoleküle

„Die Kugeln, die mit *Fe* gekennzeichnet sind, stehen also für die **Eisenatome** und die Kugeln mit *O* stehen für die **Sauerstoffatome**.

Wenn Eisen rostet, verbinden sich die **Eisenatome** mit den **Sauerstoffatomen** zu Eisenoxid-teilchen“, fährt Lias und Lennarts Opa fort.

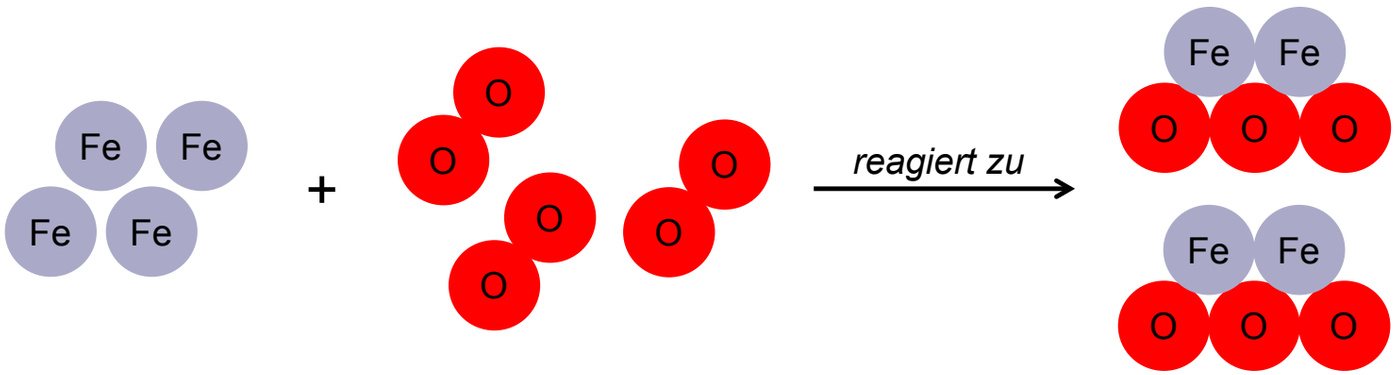


Bild 2: Chemische Reaktion von Eisen und Sauerstoff zu Eisenoxid

„Und diese Eisenoxidteilchen bestehen aus zwei Eisenatomen und drei **Sauerstoffatomen**, die fest miteinander verbunden sind?“, fragt Lia.

Ihr Opa nickt.

„Diese Reaktion mit Sauerstoff wird von Chemikern als **Oxidation** bezeichnet“, erklärt Lias und Lennarts Opa.

„Heißt es deswegen dann auch Eisen-*oxid*?“, fragt Lia sofort neugierig nach.

Ihr Opa nickt zustimmend. „Ganz genau. Die Stoffe, die durch die Reaktion mit Sauerstoff entstehen, werden als **Oxide** bezeichnet.“

„Ich dachte die heißen Produkte?“, fragt Lennart irritiert nach.

„Alle Stoffe, die bei einer chemischen Reaktion entstehen, sind Produkte der chemischen Reaktion“, erklärt Lia. „Aber ich glaube, nur die Stoffe, die bei einer Reaktion mit Sauerstoff entstehen, werden Oxide genannt.“

Opa nickt, während Lennart „Hmhm“ macht.

„Es gibt nicht nur unser Eisenoxid, sondern noch viele andere Oxide“, fährt Lias und Lennarts Opa fort.

„Zum Beispiel **Kohlenstoffdi-*oxid***?“, ruft Lia aufgeregt. Den Begriff hat sie letzte Woche im Biologieunterricht gelernt, als es um die Atmung ging. Die Luft, die Menschen ausatmen, enthält mehr Kohlenstoffdioxid als die Luft, die sie zuvor eingeatmet haben.

Ihr Opa nickt wieder zustimmend. „Richtig. Kohlenstoffdioxidmoleküle entstehen, wenn **Kohlenstoffatome** mit **Sauerstoffatomen** reagieren.“

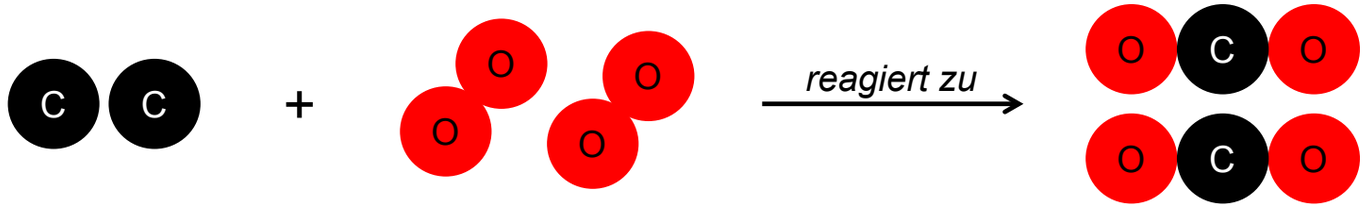


Bild 3: Oxidation von Kohlenstoff

„Und das ist dann auch so eine Oxidation?“, fragt Lennart noch mal nach.

Sein Opa nickt erneut.

Fasse zusammen, was eine Oxidation kennzeichnet und was ein Oxid ist, bevor du weiter liest.

„Also wenn irgendein Stoff mit Sauerstoff reagiert“, fasst Lia noch mal zusammen, „dann heißt das Oxidation.“

„Und die Stoffe, die bei dieser Oxidation entstehen, heißen Oxide“, fügt Lennart stolz hinzu.

„Zum Beispiel Eisenoxid aus Eisen und Sauerstoff“, sagt Lia, „oder Kohlenstoffdioxid aus Kohlenstoff und Sauerstoff.“

„Aber wenn dieser Sauerstoff aus der Luft kommt“, überlegt Lia, „dann ist das doch ein Gas?“

„Klar ist der ein Gas“, antwortet Lennart sofort. „Sonst könnte der doch nicht in der Luft sein.“

„Aber wenn der ein Gas ist … und durchsichtig und so … “, überlegt Lia immer noch, „kann der dann überhaupt so braun und fest werden, wie beim Eisenoxid?“

„Genau wie Eisen hat auch Sauerstoff seine eigenen Eigenschaften. Die sind sowohl für Eisen als auch für Sauerstoff wiederum ganz anders als die Eigenschaften von Eisenoxid“, erklärt Lias Opa ihr. „Reiner Sauerstoff ist gasförmig.“

„Und bei dem Rosten wird der Sauerstoff dann fest?“, fragt Lia etwas verzweifelt, weil sie sich immer noch nicht vorstellen kann, wie aus einem Gas ein Feststoff entstehen kann.

„Der Sauerstoff wird nicht fest“, korrigiert ihr Opa sie. „Die Sauerstoffatome verbinden sich mit den Eisenatomen zu Eisenoxid. Eisenoxid unterscheidet sich in seinen Eigenschaften deutlich von den beiden Ausgangsstoffen; daher können wir erkennen, dass es ein anderer Stoff ist als Eisen oder Sauerstoff“, erklärt Lias Opa.

„Eisen ist silbern, glänzend, gut wärmeleitfähig und fest“, berichtet Lennart. „Sauerstoff ist gasförmig.“

„Und Eisenoxid ist braun, nicht glänzend, irgendwie bröselig und … das mit der Wärme weiß ich nicht“, überlegt Lia.

„Bröselig ist zwar kein Aggregatzustand“, korrigiert ihr Opa und schmunzelt schon wieder, „beschreibt aber das Problem ganz gut. Eisenoxid ist weniger gut verformbar als Eisen.

Wenn ein Gegenstand wie unsere Schraube also rostet, reagiert ein Teil des Eisens mit Sauerstoff zu Eisenoxid“, erklärt Lias und Lennarts Opa.

„Also ist die Schraube dann immer weniger aus Eisen und immer mehr aus Eisenoxid“, überlegt Lia. „Weil immer mehr Eisen mit Sauerstoff zu Eisenoxid reagiert.“

„Und dann“, setzt Lennart den Gedanken fort, „ist die Schraube irgendwann nicht mehr aus Eisen, sondern nur noch aus Eisenoxid.“

„Richtig“, bestätigt Lias und Lennarts Opa und nickt. „Ein Gegenstand, der immer weiter rostet und deswegen immer weniger aus Eisen und immer mehr aus Eisenoxid besteht, ist allerdings auch weniger stabil.“

„Also kann man die Schraube gar nicht mehr benutzen?“, fragt Lia.

„Unsere Schraube ist zwar noch nicht komplett verrostet und würde deswegen nicht so schnell durchbrechen“, antwortet ihr Opa, „aber mit rostigen Schrauben, wie dieser, gibt es noch ein anderes Problem.“

„Was denn?“, fragt Lia sofort.

„Versuch doch mal die Mutter, die ihr gefunden habt, auf die Schraube zu drehen“, fordert ihr Opa sie auf.

Lia nimmt die rostige Schraube und die rostige Mutter und versucht sie zusammenzuschrauben. Lennart, der nicht nur zugucken will, schnappt sich aus der Dose mit den glänzenden Schrauben ebenfalls eine Schraube und eine Mutter und dreht diese zusammen.

„Das geht gar nicht!“, beschwert Lia sich nach kurzer Zeit.

„Klar geht das!“, ruft Lennart und will Lia die Schraube und die Mutter abnehmen. „Guck!“, fügt er hinzu und zeigt ihr die silbrige Schraube aus der Dose, auf die er eine ebenfalls silbrige Mutter gedreht hat.

„Aber bei der rostigen geht das nicht“, beharrt Lia und reicht Lennart zögernd die Schraube.

Nach einigem Probieren gibt Lennart zu: „Das geht ja echt nicht.“

Beschreibe das Problem, das Lia und Lennart entdeckt haben, bevor du weiter liest.

Erwartungsvoll sieht Lia ihren Opa an: „Warum passt die rostige Mutter nicht mehr auf die rostige Schraube?“, fragt sie.

„Das hat auch etwas mit der Reaktion mit Sauerstoff zu tun“, setzt ihr Opa an. „Normalerweise besteht eine Schraube vor allem aus Eisen. Wenn sie rostet, kommen zu den Eisenatomen aus, denen die Schraube besteht, noch Sauerstoffatome aus der Luft dazu. Dadurch nimmt die Anzahl der Atome an der Schraube insgesamt zu.“

„Du meinst die Schraube wird größer?“, fragt Lia aufgeregt.

„Das geht doch gar nicht“, erwidert Lennart sofort.

Doch sein Opa nickt Lia zustimmend zu: „Richtig. Während der Oxidation nimmt jedes Mal, wenn **Eisenatome** mit **Sauerstoffatomen** zu Eisenoxid reagieren, die Anzahl der Atome, aus denen die Schraube besteht, zu."

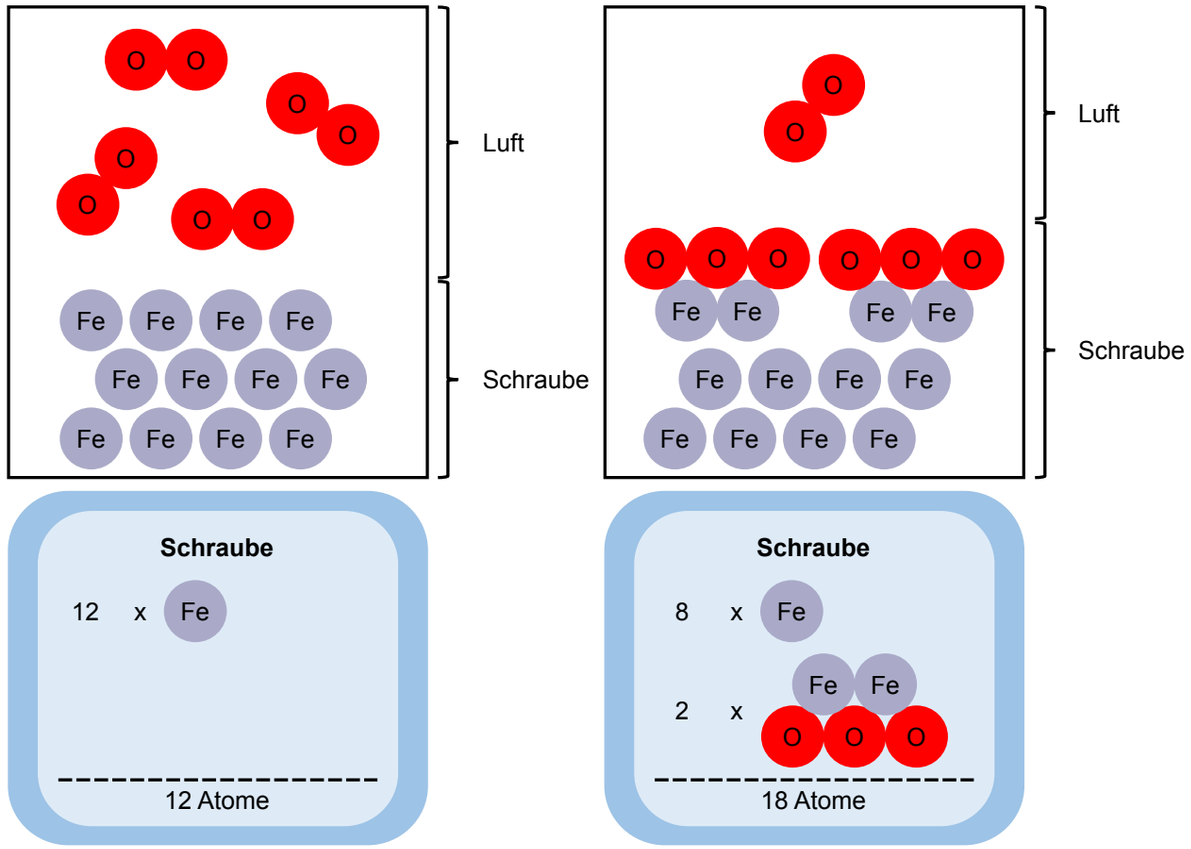


Bild 4: Oxidation von Eisen

„Also wird die Schraube immer mehr ... und die Luft wird immer weniger“, überlegt Lennart und schaut ein bisschen beunruhigt auf die Schraube in seiner Hand.

„Bei der Oxidation reagieren zwar Sauerstoffmoleküle aus der Luft zu Eisenoxid, aber du musst dir keine Sorgen machen, dass deswegen die Luft knapp wird“, antwortet sein Opa und schmunzelt schon wieder in seinen Bart. „Anders als in unserer Darstellung enthält die Luft unzählig viele Sauerstoffmoleküle, so dass es gar nicht auffällt, wenn ein paar davon zu Eisenoxid reagieren.“

„In der Darstellung fehlen ja auch die anderen Gase, aus denen die Luft besteht“, gibt Lia zu bedenken.

Ihr Opa nickt zustimmend.

REDOXREAKTION

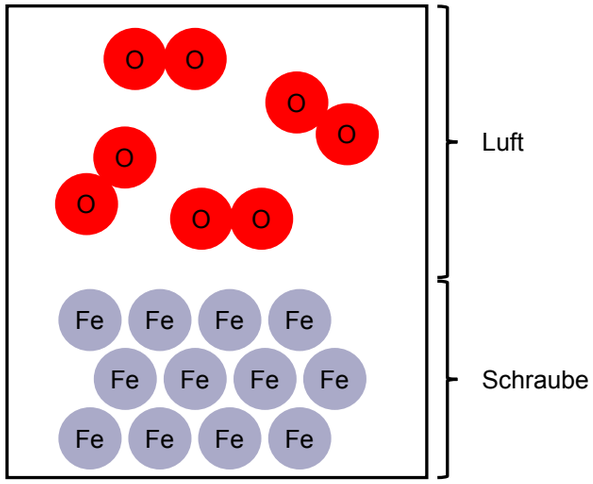
TEIL I: Oxidation mit Sauerstoff

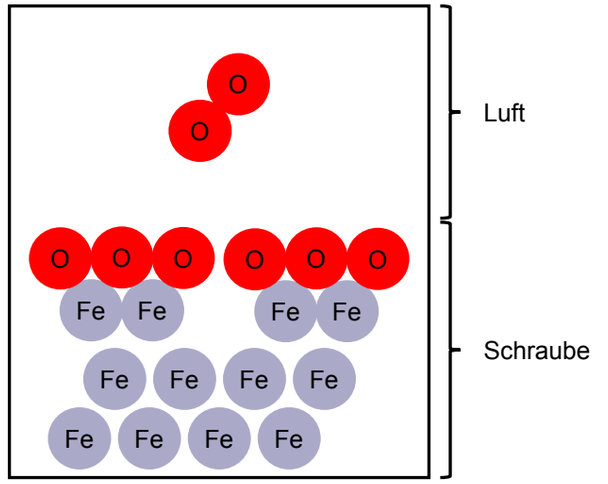
„Aber“, überlegt Lia, während sie noch mal die Darstellung der Oxidation betrachtet, „wenn bei der Oxidation die Schraube mehr wird, wird sie ja eigentlich gar nicht zerstört, wenn sie rostet.“

„Stimmt“, sagt Lennart überrascht. „Ich hatte auch gedacht, dass die Schraube irgendwie weniger wird.“

„Bei chemischen Reaktionen werden die Atome nie mehr oder weniger“, erklärt sein Opa. „Die Anzahl der Atome bleibt insgesamt immer gleich, sie ordnen sich nur anders an.

Bestimme die Anzahl der Atome in beiden Abbildungen, bevor du weiter liest.





Während der Oxidation nimmt die Zahl der Atome, aus denen die Luft besteht, zwar ab, dafür steigt aber gleichzeitig die Zahl der Atome, aus denen die Schraube besteht“, erklärt Lias und Lennarts Opa weiter, „so dass die Zahl der Atome insgesamt gleich bleibt.“

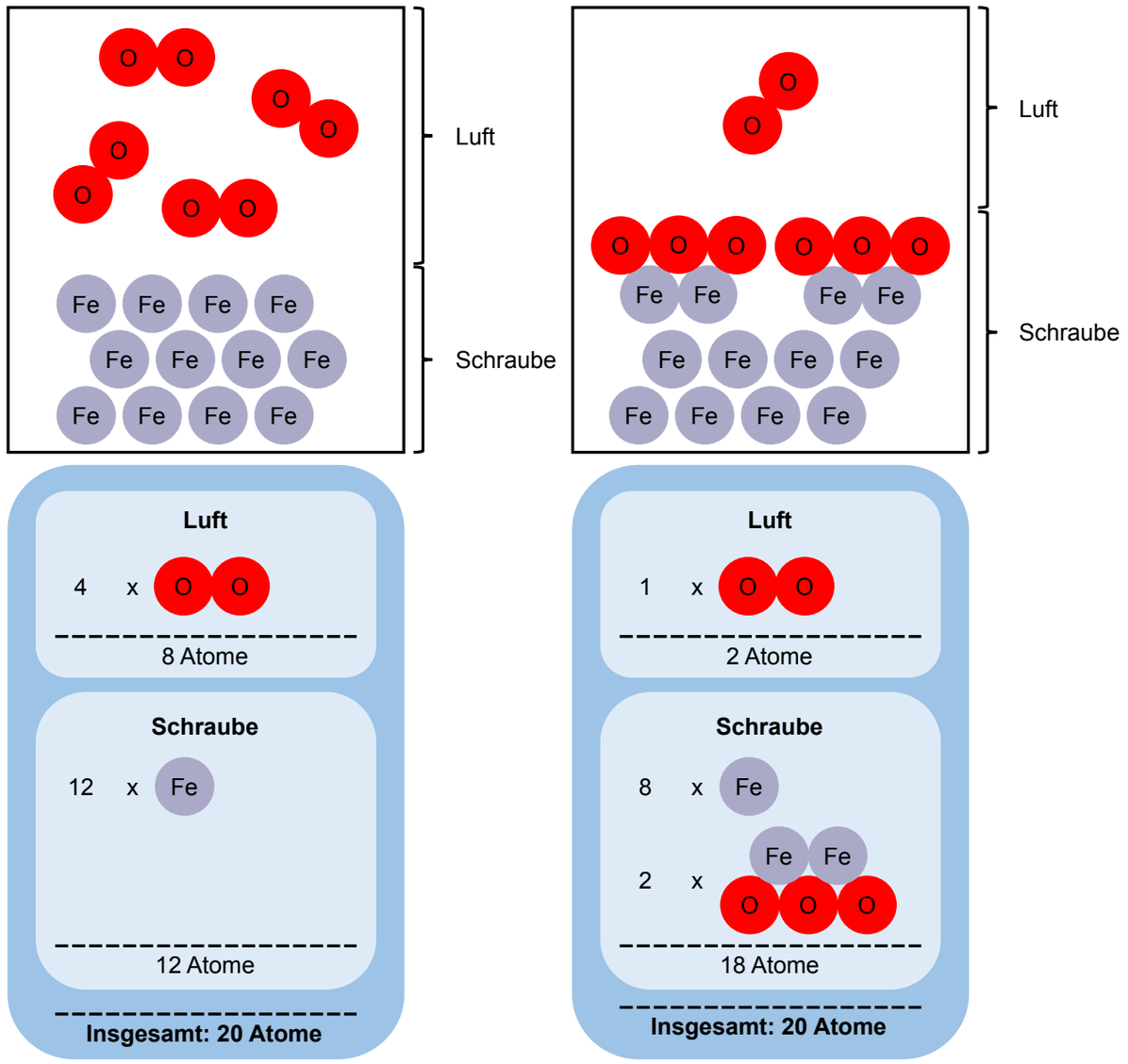


Bild 5: Anzahl der Atome bei der Oxidation

Chemiker nutzen den Begriff der **Massenerhaltung**, um zu verdeutlichen, dass bei chemischen Reaktionen die Anzahl der Atome, insgesamt immer gleich bleibt. Da jedes Atom eine bestimmte Masse hat, verändert sich auch die gesamte Masse aller Reaktionspartner durch die Reaktion nicht.

„Also können bei chemischen Reaktionen keine Atome vernichtet oder zerstört werden?“, fragt Lia nach.

Ihr Opa nickt zustimmend.

„Auch nicht mit ganz gefährlichen Chemikalien?“, fragt Lennart.

„Auch dann nicht“, antwortet sein Opa.

„Wenn wir uns vorstellen“, fährt Lias und Lennarts Opa fort, „wir hätten unsere Schraube mit einer sehr, sehr genauen Waage gewogen, bevor sie gerostet ist, und würden sie jetzt erneut wiegen, könnten wir wahrscheinlich sogar feststellen, dass die verrostete Schraube schwerer ist, da sie ja nun aus mehr Atomen besteht. Denn mit jedem Sauerstoffatom, das hinzukommt, kommt schließlich auch etwas Masse hinzu. Und die kann man irgendwann auch mithilfe einer Waage bestimmen.“

„Aber Sauerstoff ist doch ein Gas!“, protestiert Lennart. „Das wiegt doch nichts!“

„Jedes Atom hat eine bestimmte Masse“, korrigiert sein Opa ihn. „Auch die Atome von gasförmigen Stoffen. Daher nimmt die Masse der Schraube zu, je mehr Eisenoxid entsteht.“

„Und das kann man wirklich wiegen?“, fragt Lia fasziniert und stellt sich schon vor, wie sie die Schrauben auf Omas alter Küchenwaage wiegt.

Als hätte er ihre Gedanken erraten, antwortet ihr Opa: „Mit Omas alter Küchenwaage kann man das mit Sicherheit nicht wiegen, dafür ist der Unterschied viel zu gering, aber mit einer sehr feinen Waage könnte es gehen.

Allerdings“, schränkt er dann ein, „müsste man dafür verhindern, dass Teile des Eisenoxids abbröseln, wenn man die Schraube berührt.“

Lia ist ein bisschen enttäuscht: „Schade“, murmelt sie.

„Also ist die Schraube jetzt so braun wegen des Sauerstoffs?“, versucht Lennart noch mal zusammenzufassen.

„Die Schraube ist braun wegen des Eisenoxids, das aus dem Sauerstoff und dem Eisen entstanden ist“, korrigiert sein Opa ihn.

„Wenn Sauerstoff mit einem anderen Stoff reagiert, zum Beispiel Eisen, nennt man das Oxidation“, fasst Lia zusammen. „Und die Produkte der Reaktion mit Sauerstoff sind Oxide.“

„Und der Sauerstoff, der da mit dem Eisen reagiert, kommt aus der Luft“, fügt Lennart hinzu.

„Und weil der Sauerstoff aus der Luft zu dem Eisen, aus dem die Schraube besteht, hinzu kommt, nimmt die Masse der Schraube zu“, ergänzt Lia.

„Kann man denn die Schraube jetzt noch benutzen?“, fragt Lennart seinen Opa. „Wir könnten sie ja vielleicht abschmirgeln“, überlegt er.

„So wie sie jetzt ist, können wir sie auf jeden Fall nicht benutzen“, antwortet sein Opa, „weil sie ja nicht mehr in die Mutter passt.

Da die Schraube nur ein bisschen rostig ist, könnten wir, wenn wir die Schraube jetzt unbedingt bräuchten, versuchen, die Eisenoxidschicht zu entfernen.“

„Aber dann wird die Schraube doch kleiner, oder?“, fragt Lia.

Ihr Opa nickt. „Ich glaube auch, ich habe genug Schrauben. Da kommt es auf diese eine nicht unbedingt an.“

„Kann ich die Schraube dann behalten?“, fragt Lia.

Ihr Opa guckt ein bisschen erstaunt, nickt dann aber. Schnell lässt Lia die rostige Schraube in ihrer Hosentasche verschwinden – irgendwie mag sie rostige Dinge. Danach hilft sie, zusammen mit Lennart, den Rest des Nachmittages ihrem Opa, sein Werkzeug in dem neuen Gartenhäuschen zu verstauen.

TESTE DEIN WISSEN

TEIL I: Oxidation mit Sauerstoff

Erkläre die folgenden Begriffe kurz in eigenen Worten, bevor du weiter liest:

1) Eisen

2) Oxidation

3) Oxid

4) Eisenoxid

5) Kohlenstoffdioxid

6) Kohlenstoff

7) Rosten

8) Massenerhaltung

TESTE DEIN WISSEN

TEIL I: Oxidation mit Sauerstoff

1) **Eisen**:
   Stoff, der bei Raumtemperatur fest ist, silbrig glänzend aussieht und gut Wärme leitet.

2) **Oxidation:**
   Reaktion, bei der ein Stoff mit Sauerstoff reagiert.

3) **Oxid:**
   Reaktionsprodukt einer Oxidation (einer Reaktion mit Sauerstoff).

4) **Eisenoxid:**
   Reaktionsprodukt einer Reaktion von Eisen und Sauerstoff.

5) **Kohlenstoffdioxid:**
   Reaktionsprodukt einer Reaktion von Kohlenstoff und Sauerstoff; entsteht auch bei der Atmung.

6) **Kohlenstoff:**
   Stoff, der bei Raumtemperatur fest ist, er sieht schwarz aus und glänzt nicht.

7) **Rosten:**
   Umgangssprachliche Bezeichnung für die Reaktion von Metallen mit Sauerstoff zu Metalloxiden.

8) **Massenerhaltung:**
   Beschreibt, dass bei chemischen Reaktionen die Anzahl der Atome insgesamt immer gleich bleibt. Da jedes Atom eine bestimmte Masse hat, verändert sich auch die gesamte Masse aller Reaktionspartner durch die Reaktion nicht.

SUPER, DAS WAR TEIL I

Zum nächsten Teil:

- **TEIL II:** Redoxreaktion mit Eisenoxid .....
- **TEIL III:** Redoxreaktion mit Silbersulfid .....

REDOXREAKTION

TEIL II: Redoxreaktion mit Eisenoxid

Das erwartet dich hier

Mithilfe des folgenden Textes wiederholst du, dass die Reaktion von Eisen und Sauerstoff zu Eisenoxid und die Reaktion von Kohlenstoff und Sauerstoff zu Kohlenstoffdioxid Beispiele für Oxidationen sind. Die Produkte dieser Reaktionen mit Sauerstoff werden als Oxide bezeichnet. Du wiederholst außerdem, dass bei chemischen Reaktionen die Anzahl der Atome und damit die Masse aller Reaktionspartner vor und nach der Reaktion gleich bleibt.

Außerdem lernst du, dass Reaktionen, bei denen Sauerstoff abgegeben wird, als Reduktion bezeichnet werden. Reaktionen, bei denen Reduktion und Oxidation gleichzeitig ablaufen, weil Sauerstoff von einem Stoff auf einen anderen übertragen wird, werden als Redoxreaktionen bezeichnet.

Zur Arbeit mit dem Material

Es ist wichtig, dass du dir den folgenden Text aufmerksam durchliest, so dass du möglichst viel lernst. Wenn du zwischendurch zurückblättern möchtest, um etwas noch einmal nachzuschauen oder eine Textstelle noch einmal zu lesen, kannst du dies jederzeit machen.

Der Text besteht aus Abschnitten. Um erfolgreich mit dem Text lernen zu können, solltest du dir am Ende jedes Abschnitts überlegen:

1. Was habe ich in diesem Abschnitt Neues erfahren?
2. Wie passt das, was ich neu erfahren habe, zu dem, was ich vorher schon wusste oder bereits gelesen habe?
3. Welche Fragen habe ich noch?

Lies erst danach den nächsten Abschnitt.

EINFÜHRUNG

BEVOR DU LOSLEGST, BITTE LESEN

TEIL II: Redoxreaktion mit Eisenoxid

Zum Aufbau des Materials

Am Ende einiger Abschnitte wirst du kleine Aufgaben finden. Schätze zunächst wieder ein, ob du den vorangegangenen Abschnitt verstanden hast und bearbeite danach die Aufgabe. Blättere um, wenn du die Aufgabe so gut wie möglich bearbeitet hast.

Einige Aufgaben kannst du direkt am Bildschirm bearbeiten und deine Lösungen abspeichern. Dieses Symbol verdeutlicht dir, dass du die Lösung direkt in das pdf in das vorgesehene Kästchen schreiben und abspeichern kannst.

Du kannst dir aber auch natürlich einen normalen Schreibblock und einen Stift an die Seite legen und dort all das notieren, was für dein Lernen hilfreich ist. Dann kannst du auch solche Aufgaben bearbeiten, bei denen du etwas zeichnen musst.

Schreib dir am besten immer oben auf die Seite im Schreibblock, welchen Text du dort gerade bearbeitest.

Am Ende jedes Textes erwarten dich zusammenfassende Aufgaben, mit denen du überprüfen kannst, was du gelernt hast. Außerdem gibt es am Ende jedes Textes noch einmal eine Übersicht, in der die wichtigsten neuen Begriffe kurz erklärt werden. Diese Übersicht kannst du auch nutzen, um zu überprüfen, ob du die letzte Aufgabe richtig gelöst hast.

Jetzt geht es los mit

TEIL II: Redoxreaktion mit Eisenoxid

Am Abend sitzen Lia und Lennart zusammen mit ihrem Opa auf einer Bank im Garten. Den ganzen Nachmittag lang haben sie Gartenmöbel, Opas Werkzeug und Gartengeräte aus dem alten kaputten Schuppen in das neue Gartenhäuschen getragen. Jetzt haben sie es endlich geschafft. Fast alle Dinge, die in dem alten Schuppen waren, haben einen neuen Platz gefunden. Nur eine alte Harke mit morschem Stiel, ein alter Spaten und ein paar rostige Dosen, in denen Lias und Lennarts Oma immer Blumensamen für den nächsten Frühling aufbewahrt, liegen noch vor ihnen auf dem Boden. Lias und Lennarts Opa hat entschieden, dass diese Dinge dringend aussortiert werden müssen.

Während Lennart und sein Opa Omas Blumensamen in kleine Gläser umfüllen, holt Lia die rostige Schraube aus ihrer Tasche und betrachtet sie. Dabei erinnert sie sich an alles, was Opa ihr über **Rosten** erzählt hat:

REDOXREAKTION

TEIL II: Redoxreaktion mit Eisenoxid

Schrauben bestehen überwiegend aus **Eisen**; jedenfalls die, die silbrig glänzend aussehen. Bei Lias Schraube hat das Eisen allerdings mit Sauerstoff aus der Luft zu **Eisenoxid** reagiert. Daher sieht die Schraube jetzt rotbraun aus.

Bei der Reaktion verbinden sich die **Eisenatome** – das sind in der Abbildung die Kugeln, die mit *Fe* gekennzeichnet sind – mit **Sauerstoffatomen**. Die Sauerstoffatome werden in der Abbildung durch rote Kugeln dargestellt, die mit *O* beschriftet sind. Die Kugelhäufchen aus **Eisenatomen** und **Sauerstoffatomen**, rechts im Bild, stehen für das Eisenoxid, das bei der Reaktion entsteht.

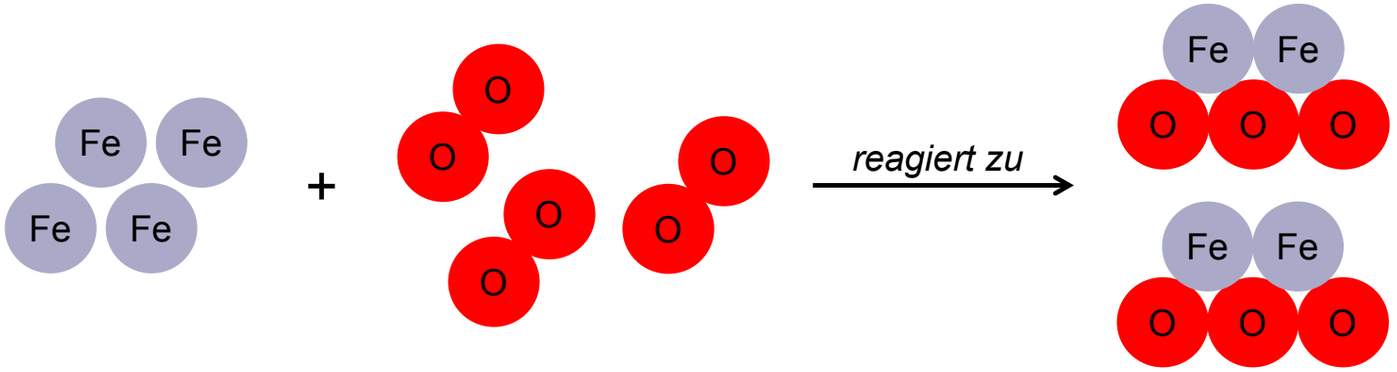


Bild 1: Chemische Reaktion von Eisen und Sauerstoff zu Eisenoxid

Diese Reaktion von Eisen und Sauerstoff wird als **Oxidation** bezeichnet und Stoffe, die durch die Reaktion mit Sauerstoff entstehen, werden **Oxide** genannt.

Die Bausteine des Eisenoxids, aus zwei Eisenatomen und drei Sauerstoffatomen, können wir daher als Eisenoxidteilchen betrachten.

Ein weiteres Beispiel für ein Oxid ist **Kohlenstoffdioxid**, das bei der Reaktion von Kohlenstoff mit Sauerstoff entsteht, wenn sich die **Kohlenstoffatome** mit den **Sauerstoffatomen** verbinden. Dabei entstehen Kohlenstoffdioxidmoleküle, die je aus zwei **Sauerstoffatomen** und einem **Kohlenstoffatom** bestehen.

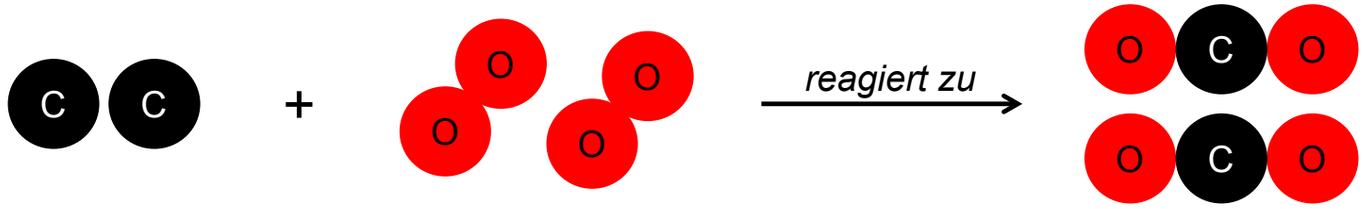


Bild 2: Oxidation von Kohlenstoff zu Kohlenstoffdioxid

„Du, Opa“, sagt Lennart und reißt Lia dadurch aus ihren Gedanken. „Soll ich die ganzen Sachen da in die Mülltonne bringen?“, fragt er und deutet auf den Haufen mit den aussortierten Gegenständen.

Sein Opa schüttelt allerdings den Kopf. „Lass das mal liegen, das bringe ich morgen zum Schrotthändler“, antwortet er.

Lennart sieht ihn verständnislos an.

„Gegenstände aus Stahl oder Eisen, die man nicht mehr benötigt, gehören nicht in den normalen Mülleimer“, erklärt Lias und Lennarts Opa seinen Enkeln.

„Aber den alten Spaten und die kaputte Harke kann doch selbst der Schrotthändler nicht mehr benutzen“, erwidert Lennart. „Was will der denn damit?“

„Vielleicht kann er das irgendwie reparieren“, überlegt Lia und betrachtet den alten Spaten, von dem an einigen Stellen der Rost abblättert. „Bei dem Spaten müsste man ja eigentlich nur den Rost loswerden … “

„Macht der Schrotthändler den ganzen Rost dann mit Schmirgelpapier oder so ab?“, fragt Lennart verblüfft.

„Nein“, antwortet sein Opa und schmunzelt in seinen Bart, „das wäre viel zu aufwändig … “

„Außerdem würde der Spaten ja dann dünner werden“, gibt Lia zu bedenken. „Das Eisen, aus dem der Spaten besteht, ist ja zum Teil schon zu Eisenoxid, also zu Rost, geworden. Wenn man das Eisenoxid jetzt abkratzt, wird der Spaten ja immer dünner, weil nur noch ein Teil des Eisens übrig ist, und dann ist er vielleicht gar nicht mehr zu gebrauchen.“

„Ach ja“, erinnert Lennart sich. „Ein Teil von den Eisenatomen geht ja weg beim Rosten.“

„Sie gehen nicht weg“, korrigiert Lia ihn.

Lennart wirft ihr einen bösen Blick zu.

„Zunächst besteht der Spaten nur aus Eisen“, mischt sein Opa sich ein, bevor Lennart etwas sagen kann. „Ein Teil der **Eisenatome** reagiert mit der Zeit mit **Sauerstoffatomen** aus der Luft zu Eisenoxid.“

„Sie sind aber immer noch da, nur eben fest verbunden im Eisenoxid“, fährt Lia fort. „Das ist das mit der **Massenerhaltung**, was Opa erklärt hat. Die Atome verschwinden nicht.“

„Bei chemischen Reaktionen verändert sich nur die Anordnung der Atome, aber ihre Anzahl bleibt immer gleich“, erläutert Lennarts Opa.

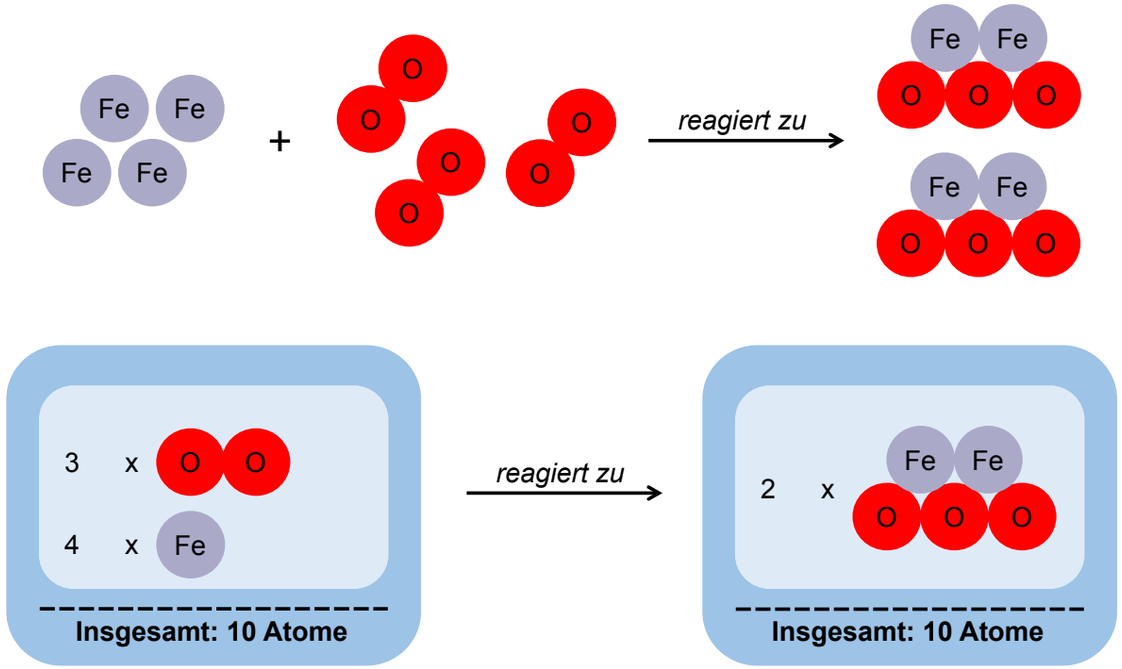


Bild 3: Massenerhaltung

„Mein‘ ich doch“, nuschelt Lennart. Er hasst es, wenn Lia mehr weiß als er.

„Aber was macht der Schrotthändler denn mit den alten Sachen, wenn er den Rost nicht abschmirgelt?“, fragt Lia ungeduldig. „Kann er sie irgendwie anders wieder ganz machen?“

Ihr Opa nickt und schmunzelt dabei erneut. „Es ist möglich die Sauerstoffatome wieder von den Eisenatomen zu trennen“, erklärt er.

„Cool!“, ruft Lia begeistert. „ ... wenn es dann nicht mehr Rost, sondern wieder Eisen ist, kann man den Spaten ja einfach wieder benutzen!“

„Naja so einfach ist es nun auch wieder nicht“, schränkt ihr Opa ein.

„Und auch, wenn man den Spaten so reparieren könnte, wäre der Stil von der Harke ja dann auch immer noch morsch und abgebrochen“, gibt Lennart zu bedenken und freut sich, dass ihm das von selbst aufgefallen ist, „und keiner will mit so einer Harke harken, selbst wenn sie nicht mehr rostig ist.“

„Stimmt“, murmelt Lia und macht ein nachdenkliches Gesicht.

„Um die Sauerstoffatome von den Eisenatomen trennen zu können, werden die alten Gegenstände so stark erhitzt, bis sie flüssig werden“, erklärt ihr Opa. „Die Form des Spatens und der Harke gibt es dann also eh‘ nicht mehr.“

„Hmhm“, macht Lia nachdenklich. „Aber wie funktioniert das denn jetzt genau?“, fragt sie noch einmal nach.

„Der Schrotthändler sammelt erstmal ganz viele Gegenstände aus Stahl oder Eisen, die wir nicht mehr brauchen“, erklärt ihr Opa. „Weil er nur am Eisen interessiert ist, trennt er es von anderen Stoffen. Bei unserer Harke muss der morsche Holzstiel also erst noch entfernt werden.“

REDOXREAKTION

TEIL II: Redoxreaktion mit Eisenoxid

„Und dann macht er alles so heiß, dass es schmilzt und der Rost wird einfach wieder zu Eisen?“, fragt Lennart.

„Erhitzen allein genügt leider nicht, um die Sauerstoffatome und die Eisenatome des Eisenoxids wieder voneinander zu trennen“, antwortet sein Opa ihm. „Weil die Sauerstoffatome sich nicht einfach so wieder von den Eisenatomen trennen, benötigt man zusätzlich noch einen Stoff, dessen Atome den Eisenatomen die Sauerstoffatome abnehmen können.“

Beschreibe das Problem, das Lia und Lennart entdeckt haben, bevor du weiter liest.

„Also werden die Eisenatome die Sauerstoffatome nur wieder los, wenn die Atome eines anderen Stoffes sie aufnehmen?“, fragt Lia nach.

„So könnte man es beschreiben“, sagt ihr Opa und nickt. „Chemiker sagen, dass die Sauerstoffatome von den Eisenatomen auf die Atome eines anderen Stoffes übertragen werden müssen.“

„Dann braucht man also einen anderen Stoff, auf dessen Atome die Sauerstoffatome übertragen werden können“, überlegt Lia.

„Aber wer will die denn haben?“, fragt Lennart.

„Der einzige andere Stoff, von dem ich weiß, dass er Oxide mit Sauerstoff macht, ist Kohlenstoff“, überlegt Lia weiter.

„Stimmt“, sagt Lennart. „Es gibt ja dieses Kohlenstoffdioxid.“

„Könnte man also Kohlenstoff zu dem geschmolzenen Eisen und dem Eisenoxid geben?“, fragt Lia ihren Opa.

Der nickt zustimmend: „Ganz genau. Wenn wir zu dem geschmolzenen Eisen, das immer noch das Eisenoxid enthält, Kohlenstoff hinzufügen, werden die **Sauerstoffatome** von den **Eisenatomen** auf die **Kohlenstoffatome** übertragen und es entsteht Eisen, das nur noch aus **Eisenatomen** besteht, und Kohlenstoffdioxid, das aus **Kohlenstoffatomen** und **Sauerstoffatomen** aufgebaut ist.“

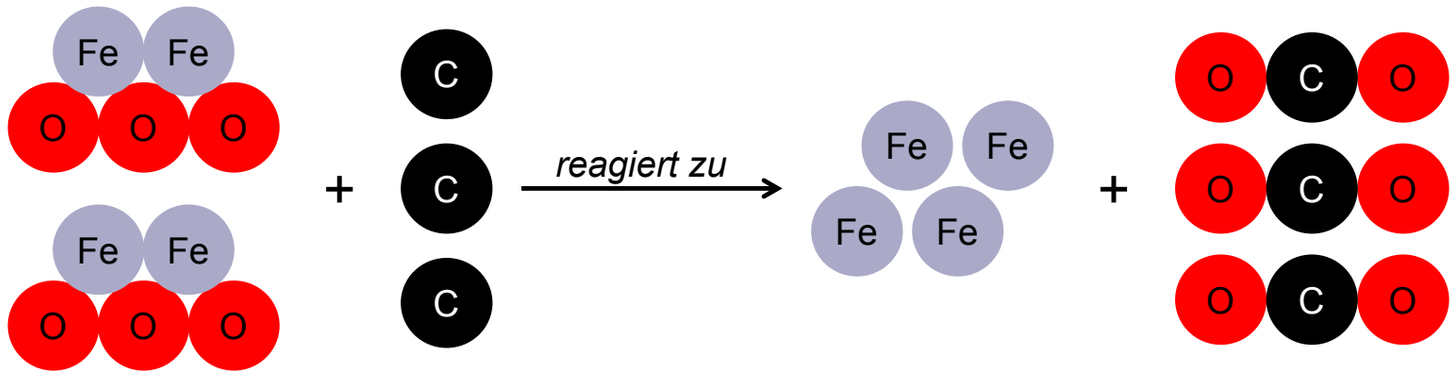


Bild 4: Reaktion von Eisenoxid mit Kohlenstoff

„Ist das dann auch so eine chemische Reaktion?“, fragt Lia neugierig.

Ihr Opa nickt erneut zustimmend: „Richtig. Eisenoxid reagiert mit Kohlenstoff und es entstehen Eisen und Kohlenstoffdioxid.

Reaktionen, bei denen Sauerstoffatome abgegeben werden, bezeichnen wir als **Reduktion.**“

„Aber ich dachte, es ist eine Oxidation, wenn Kohlenstoffdioxid entsteht“, beschwert Lennart sich.

Sein Opa schmunzelt mal wieder in seinen Bart. „Die Reaktion der **Kohlenstoffatome** mit den **Sauerstoffatomen**, die im Rost gebunden waren, zu Kohlenstoffdioxid ist eine Oxidation, da hast du recht.

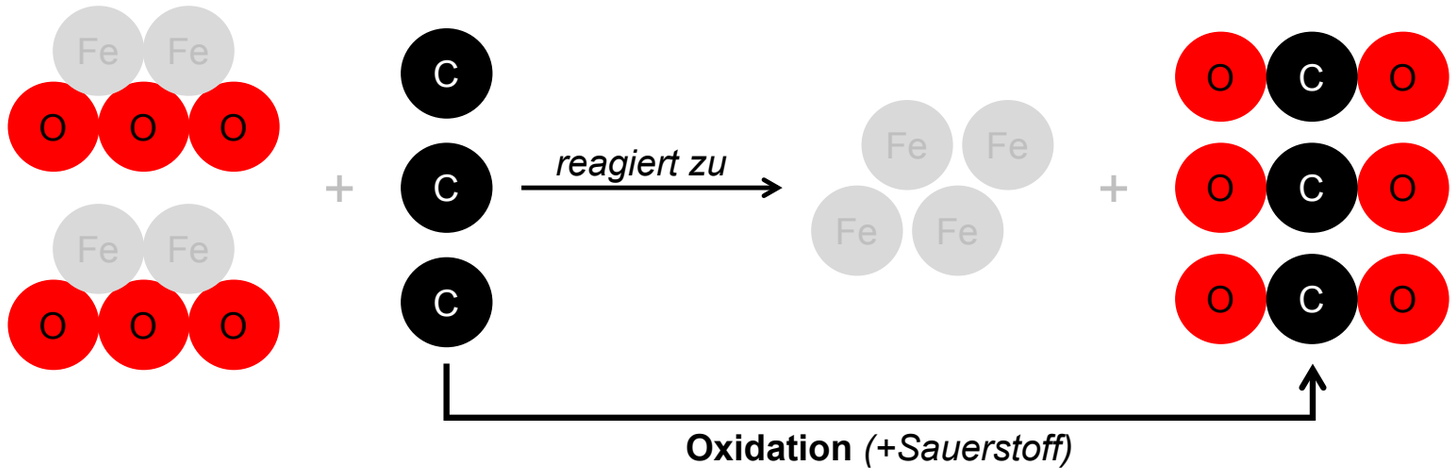


Bild 5: Oxidation

Aber die Reaktion des Eisenoxids zu reinem Eisen, das nur noch aus **Eisenatomen** besteht, wird als Reduktion bezeichnet“, erklärt Lennarts Opa weiter.

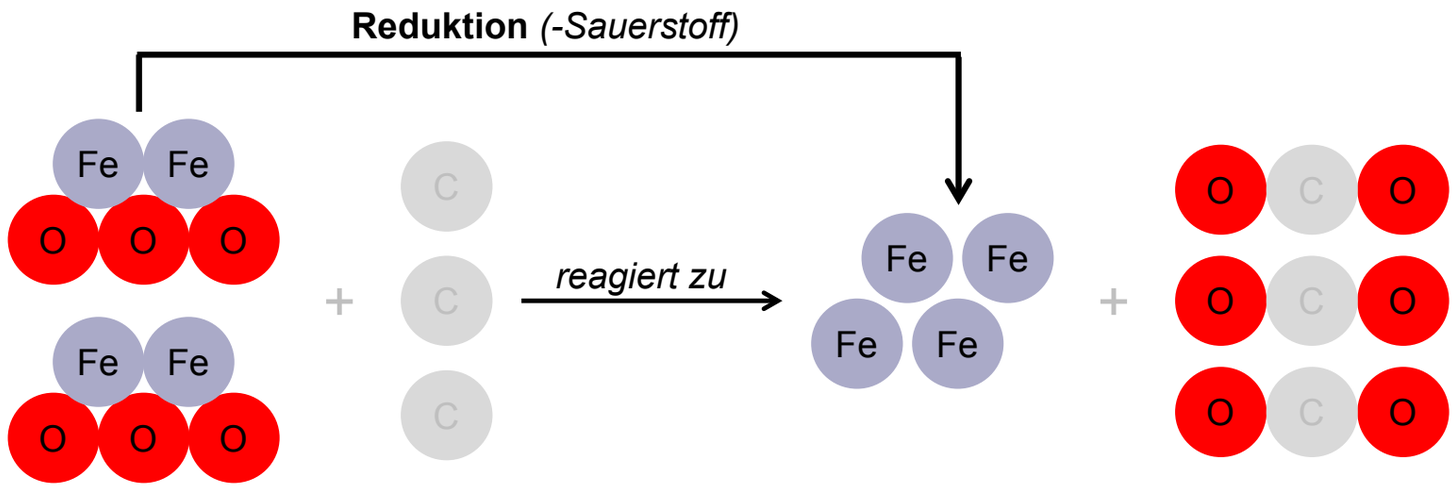


Bild 6: Reduktion

Erkläre, was für eine Reduktion und was für eine Oxidation charakteristisch ist, bevor du weiter liest.

„Also ist es für einen Stoff, der Sauerstoff aufnimmt, eine Oxidation. Und wenn ein anderer Stoff Sauerstoff wieder abgibt, nennt man das eine Reduktion?“, fragt Lia nach.

„Aber dann ist es ja für den Stoff, der hinterher diesen Sauerstoff nehmen muss, wieder eine Oxidation!“, ruft Lennart dazwischen.

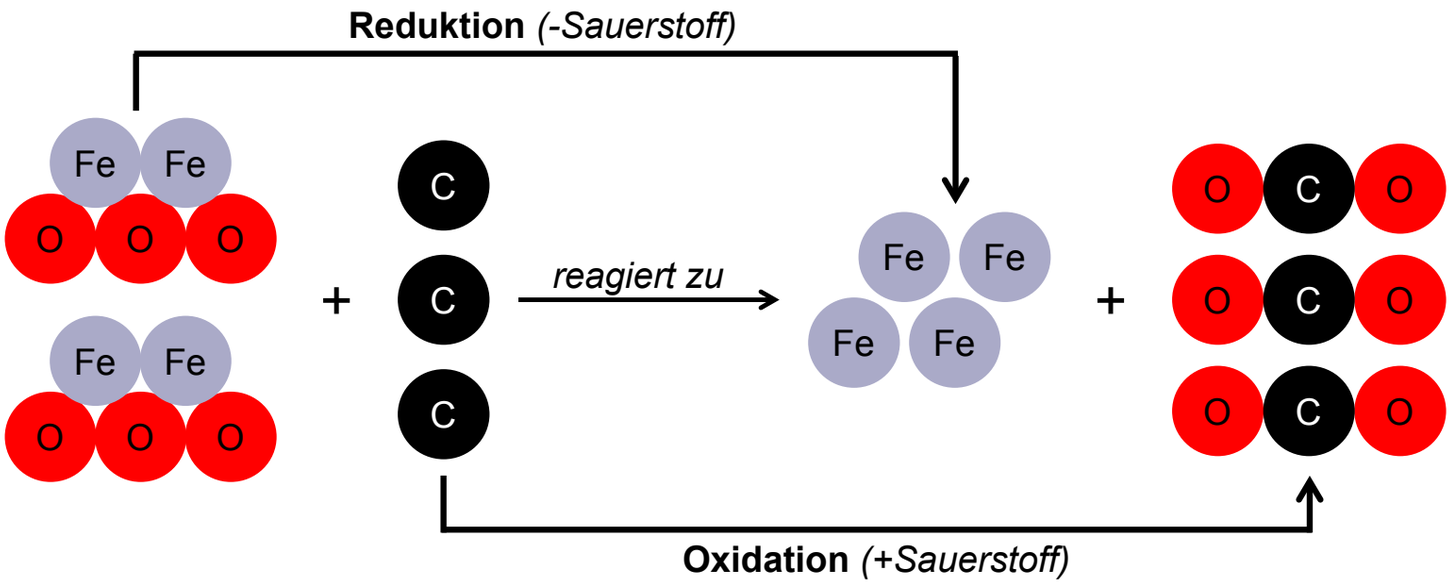


Bild 7: Reduktion und Oxidation

„Richtig“, bestätigt ihr Opa. „Die **Eisenatome**, die im Eisenoxid gebunden sind und die von den **Sauerstoffatomen** getrennt werden, werden reduziert. Und die **Kohlenstoffatome** werden durch die Verbindung mit den **Sauerstoffatomen** oxidiert.“

REDOXREAKTION

TEIL II: Redoxreaktion mit Eisenoxid

„Eine Reaktion, wie die von Kohlenstoff und Eisenoxid, bei der ein Stoff oxidiert wird und der andere reduziert wird, wird als **Redoxreaktion** bezeichnet."

„*Red* wie Reduktion und *Ox* wie Oxidation?", fragt Lennart nach.

Sein Opa nickt zustimmend.

„Hmhm“, macht Lia. „Also schmilzt der Schrotthändler die alten Gegenstände und gibt dann Kohlenstoff dazu, damit der Sauerstoff vom Eisen auf den Kohlenstoff übertragen wird“, fasst sie nochmal zusammen.

„In der Regel wird der Schrotthändler das nicht selbst machen“, korrigiert ihr Opa sie. „Er sammelt lediglich alte Gegenstände aus Eisen und verkauft diese dann an ein Unternehmen, das Eisen herstellt.“

„Und die schmelzen das dann?“, fragt Lennart.

„Diese Unternehmen mischen dann die alten Gegenstände mit frisch hergestelltem, noch flüssigen Eisen“, erklärt sein Opa weiter.

„Warum machen die *das* denn?“, fragt Lia erstaunt.

„Frisch hergestelltes Eisen, sogenanntes Roheisen, enthält nicht nur **Eisenatome**, sondern immer auch ein paar **Kohlenstoffatome**. Der Kohlenstoff wird bei der Herstellung des Eisens hinzugefügt … “, erklärt ihr Opa.

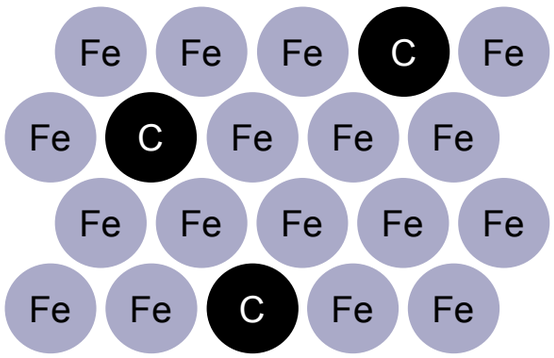


Bild 8: Roheisen

„Für die Weiterverarbeitung des Roheisens ist es aber wichtig, dass wieder möglichst viel dieses Kohlenstoffs aus dem Roheisen entfernt wird, sonst ist das Eisen nicht so gut verformbar“, fährt ihr Opa fort. „Man mischt daher das heiße, flüssige Roheisen mit dem rostigen Eisen, so dass der restliche Kohlenstoff im Roheisen mit dem Sauerstoff aus dem Eisenoxid reagieren kann.“

„Dann verbinden sich die **Sauerstoffatome** aus dem Eisenoxid mit den **Kohlenstoffatomen** aus dem Roheisen“, überlegt Lennart.

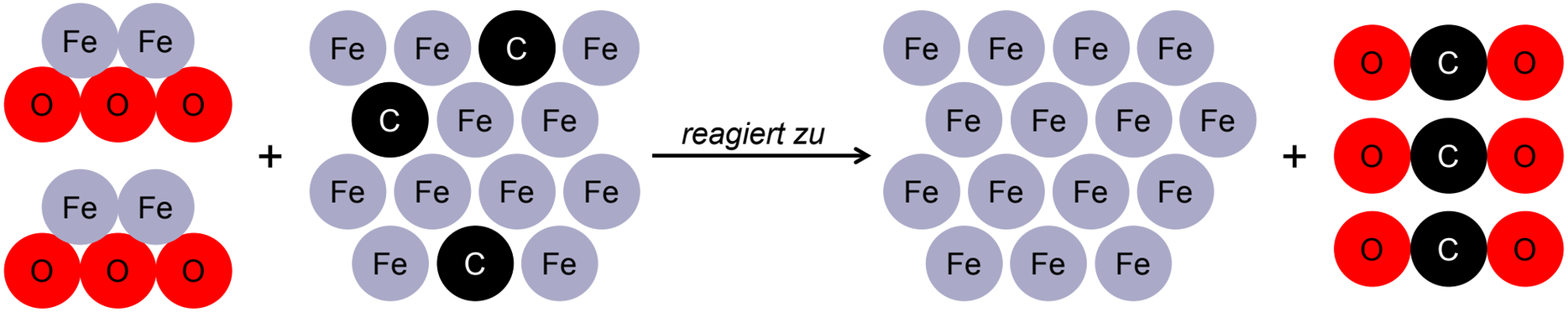


Bild 9: Reaktion beim Vermischen von Roheisen und Alteisen

„Dann werden die **Kohlenstoffatome** im Roheisen weniger und die **Sauerstoffatome** aus dem Eisenoxid ist man auch direkt los!“, ruft Lia begeistert. „Das ist ja voll praktisch.“

„Aber ich dachte, die Stoffe werden nicht weniger“, beschwert Lennart sich. „Wegen dieser Massensache.“

„Ich meine ja nicht, dass der Kohlenstoff verschwindet und plötzlich weg ist, aber wenn er zu Kohlenstoffdioxid reagiert hat, liegt er ja nicht mehr als Kohlenstoff vor“, verteidigt Lia sich.

„Aber dann ist da voll viel von dem Kohlenstoffdioxid in diesem Eisen drin“, überlegt Lennart weiter. „Ist das dann egal?“

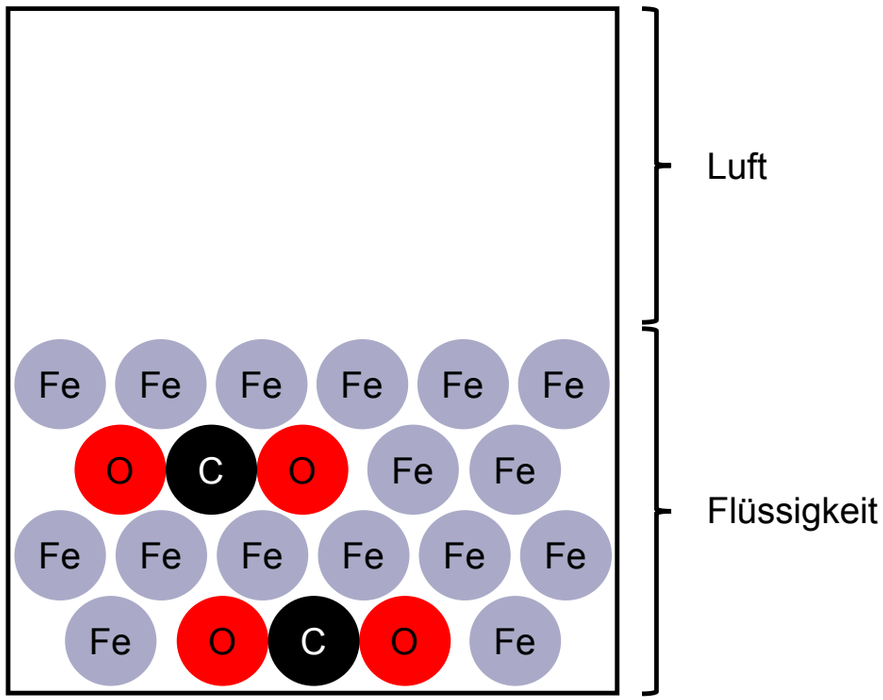


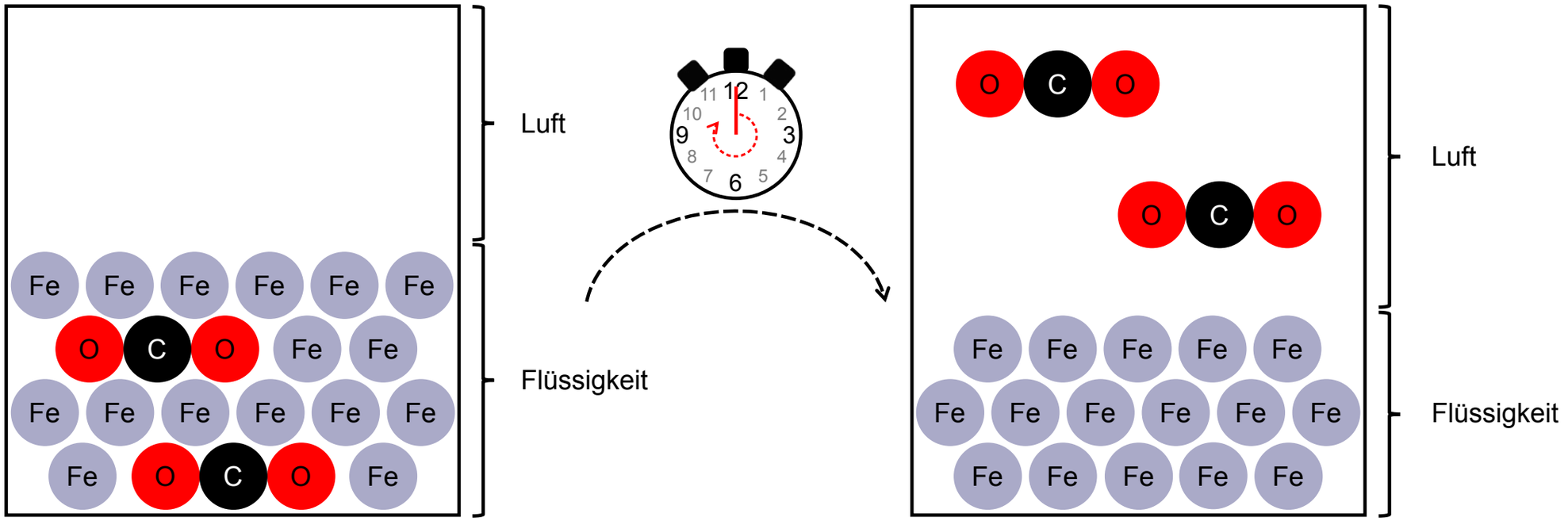
Bild 10: Eisenatome mit Kohlenstoffdioxidmolekülen

REDOXREAKTION

TEIL II: Redoxreaktion mit Eisenoxid

Einen Moment macht Lia ein nachdenkliches Gesicht, dann scheint sie eine Idee zu haben: „Kohlenstoffdioxid ist doch ein Gas!“, ruft sie begeistert, „also blubbert das vielleicht von selbst aus dem flüssigen Eisen raus.“

Gib die Anzahl der Atome in den beiden Abbildungen an, bevor du weiter liest.



„Stimmt!“, sagt Lennart. „Das ist ja echt voll praktisch. Weil das Kohlenstoffdioxid ein Gas ist, geht es dann aus der Flüssigkeit raus in die Luft und die Flüssigkeit besteht dann nur noch aus **Eisenatomen**. Trotzdem bleibt insgesamt die Anzahl der Atome gleich. Nur dass jetzt weniger Atome in der Flüssigkeit sind, aber dafür sind mehr Atome in der Luft.“

Lia nickt zustimmend.

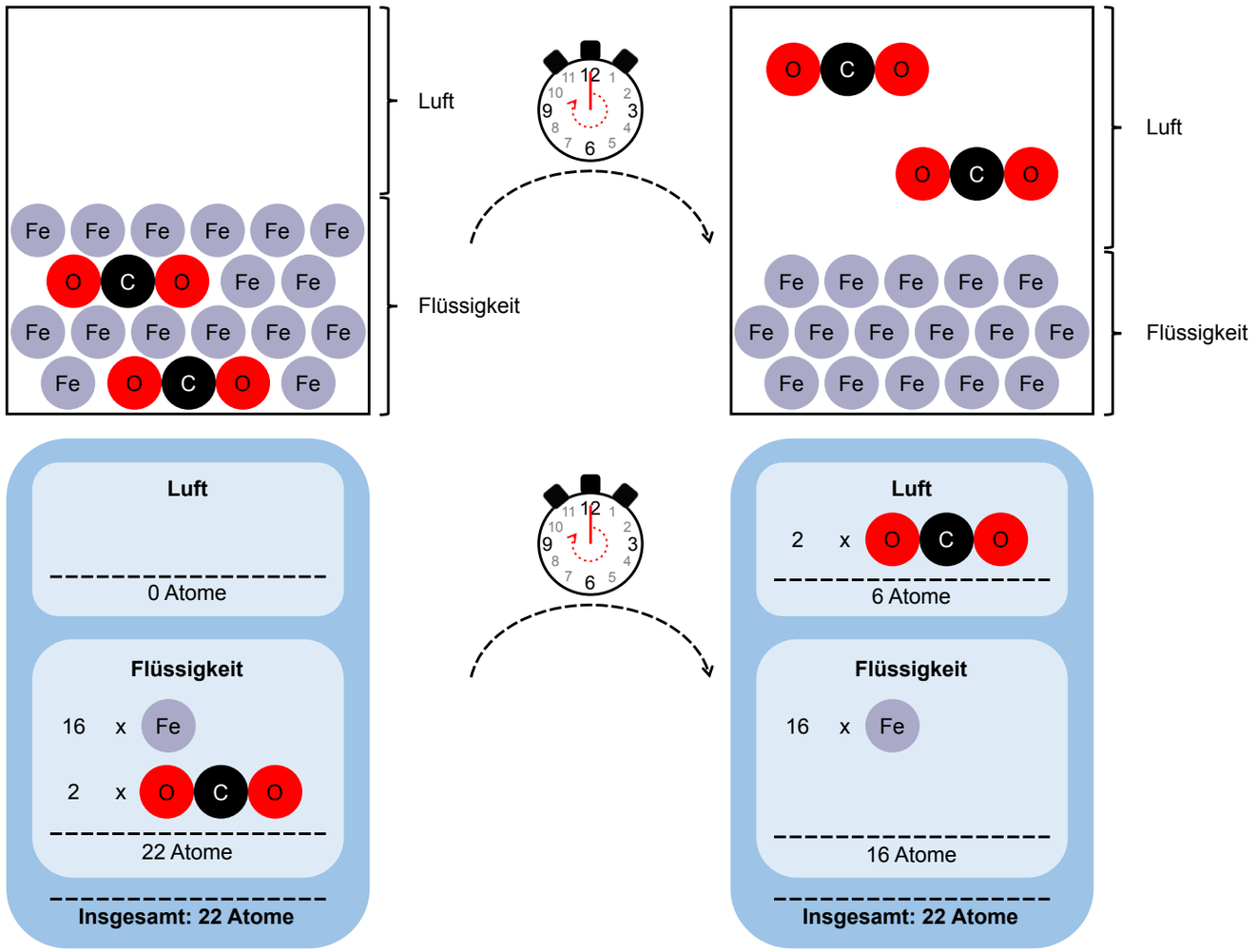


Bild 11: Trennung von Eisenatomen und Kohlenstoffdioxidmolekülen

„Dann ist das Roheisen den Kohlenstoff los und das Eisenoxid den Sauerstoff, so dass man wieder ganz viel Eisen hat, aus dem man neue Gegenstände herstellen kann“, schließt Lennart beeindruckt.

„Zum Beispiel einen neuen Spaten oder eine neue Dose für Omas Blumensamen!“, schlägt Lia vor.

Lias und Lennarts Opa nickt zustimmend.

„Ich find, das aber ganz schön kompliziert“, fügt Lennart nach einem Moment hinzu.

Erläutere, was während einer Reduktion und was während einer Oxidation passiert und was eine Redoxreaktion kennzeichnet, bevor du weiter liest.

REDOXREAKTION

TEIL II: Redoxreaktion mit Eisenoxid

„Wieso?“, fragt Lia, „Es ist doch ganz einfach: Der Kohlenstoff aus dem Roheisen reagiert mit dem Sauerstoff aus dem Eisenoxid zu Kohlenstoffdioxid. Und das nennt man Oxidation. Das Eisenoxid gibt den Sauerstoff ab und wird dadurch zu Eisen. Das nennt man Reduktion. Und weil beides gleichzeitig passiert, nennt man das ganze Redoxreaktion.“

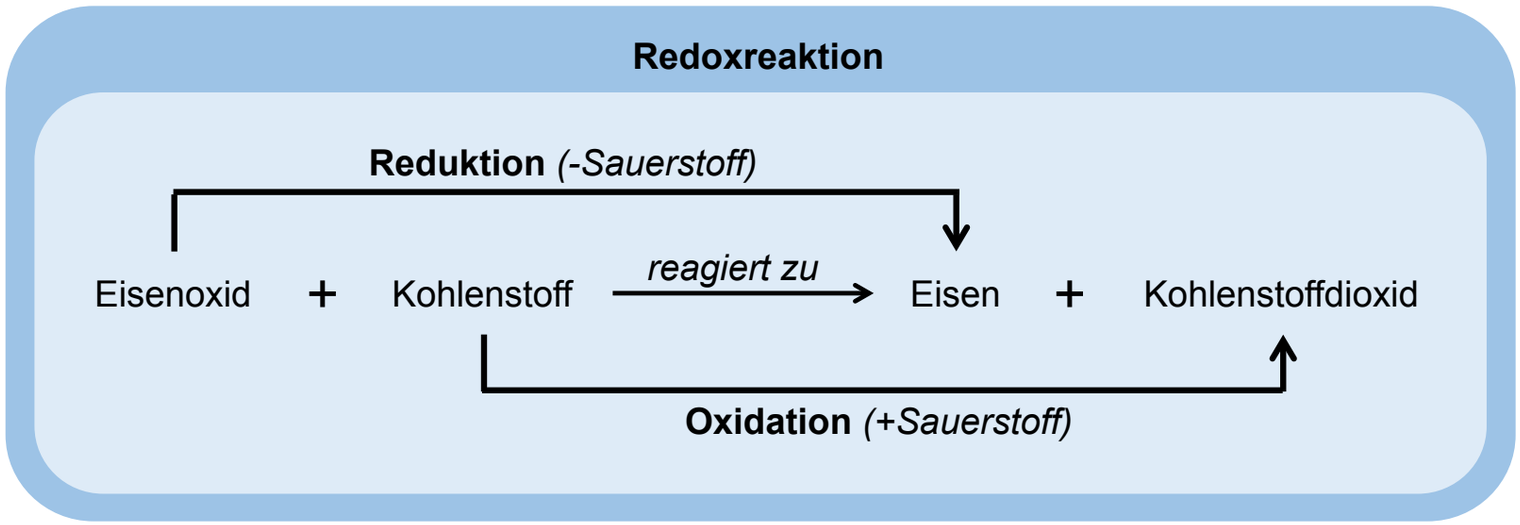


Bild 12: Redoxreaktion

„Also heißt es immer Oxidation, wenn Sauerstoff aufgenommen wird“, fasst Lennart zusammen.

Bild 13: Oxidation

„Und Reduktion, wenn Sauerstoff abgegeben wird“, fährt Lennart fort.

Bild 14: Reduktion

Lia und ihr Opa nicken.

„Und wenn beides passiert, der Sauerstoff also von einem Stoff an einen anderen weitergegeben wird, wie bei unserer Reaktion, dann sagt man Redoxreaktion“, fährt Lennart fort. „*Red* wie Reduktion und *Ox* wie Oxidation.“

Sein Opa nickt wieder.

„Nimmst du uns mit, wenn du morgen zum Schrotthändler fährst?“, fragt Lia ihren Opa.

„Ich fürchte, dort gibt es nicht so viel zu sehen, wie du glaubst“, antwortet er und lächelt. „Oder willst du etwa versuchen ihm deine rostige Schraube zu verkaufen?“, fragt er dann.

„Nein, die behalte ich“, sagt Lia und steckt die Schraube in ihre Tasche. „Aber der Schrotthändler hat bestimmt noch viel mehr rostige Sachen … “, sagt sie begeistert.

„Wenn ihr wollt, nehme ich euch natürlich gerne mit“, bietet ihr Opa an.

Lia nickt und stellt sich bereits vor, was sie auf einem Schrottplatz alles entdecken könnte. Lennart nickt auch, wenn auch weniger begeistert.

TESTE DEIN WISSEN

TEIL II: Redoxreaktion mit Eisenoxid

Erkläre die folgenden Begriffe kurz in eigenen Worten, bevor du weiter liest:

1) Reduktion

2) Redoxreaktion

TESTE DEIN WISSEN

TEIL II: Redoxreaktion mit Eisenoxid

1) **Reduktion:**
   Chemische Reaktion, bei der Sauerstoff abgegeben wird.

2) **Redoxreaktion:**
   Reaktion, bei der Reduktion und Oxidation gleichzeitig ablaufen, indem zum Beispiel Sauerstoffatome von einem Edukt auf das andere Edukt übertragen werden.

SUPER, DAS WAR TEIL II

Zum nächsten Teil:

» **TEIL III:** Redoxreaktion mit Silbersulfid

Das erwartet dich hier

Mithilfe des folgenden Textes wiederholst du, dass Reaktionen, bei denen Reduktion (Sauerstoffabgabe) und Oxidation (Sauerstoffaufnahme) gleichzeitig ablaufen, weil Sauerstoff von einem Stoff auf einen anderen übertragen wird, als Redoxreaktionen bezeichnet werden. Du wiederholst außerdem, dass bei chemischen Reaktionen die Anzahl der Atome und damit die Masse aller Reaktionspartner vor und nach der Reaktion gleich bleibt.

Außerdem lernst du, dass Redoxreaktionen auch als Elektronenübertragungen betrachtet werden können. Eine Oxidation stellt eine Elektronenabgabe, eine Reduktion eine Elektronenaufnahme dar. Durch die Aufnahme und Abgabe von Elektronen können sich positive und negative Ladungen in den Atomen nicht mehr ausgleichen, so dass Ionen entstehen.

Zur Arbeit mit dem Material

Es ist wichtig, dass du dir den folgenden Text aufmerksam durchliest, so dass du möglichst viel lernst. Wenn du zwischendurch zurückblättern möchtest, um etwas noch einmal nachzuschauen oder eine Textstelle noch einmal zu lesen, kannst du dies jederzeit machen.

Der Text besteht aus Abschnitten. Um erfolgreich mit dem Text lernen zu können, solltest du dir am Ende jedes Abschnitts überlegen:

1. Was habe ich in diesem Abschnitt Neues erfahren?
2. Wie passt das, was ich neu erfahren habe, zu dem, was ich vorher schon wusste oder bereits gelesen habe?
3. Welche Fragen habe ich noch?

Lies erst danach den nächsten Abschnitt.

EINFÜHRUNG

BEVOR DU LOSLEGST, BITTE LESEN

TEIL III: Redoxreaktion mit Silbersulfid

Zum Aufbau des Materials

Am Ende einiger Abschnitte wirst du kleine Aufgaben finden. Schätze zunächst wieder ein, ob du den vorangegangenen Abschnitt verstanden hast und bearbeite danach die Aufgabe. Blättere um, wenn du die Aufgabe so gut wie möglich bearbeitet hast.

Einige Aufgaben kannst du direkt am Bildschirm bearbeiten und deine Lösungen abspeichern. Dieses Symbol verdeutlicht dir, dass du die Lösung direkt in das pdf in das vorgesehene Kästchen schreiben und abspeichern kannst.

Du kannst dir aber auch natürlich einen normalen Schreibblock und einen Stift an die Seite legen und dort all das notieren, was für dein Lernen hilfreich ist. Dann kannst du auch solche Aufgaben bearbeiten, bei denen du etwas zeichnen musst.

Schreib dir am besten immer oben auf die Seite im Schreibblock, welchen Text du dort gerade bearbeitest.

Am Ende jedes Textes erwarten dich zusammenfassende Aufgaben, mit denen du überprüfen kannst, was du gelernt hast. Außerdem gibt es am Ende jedes Textes noch einmal eine Übersicht, in der die wichtigsten neuen Begriffe kurz erklärt werden. Diese Übersicht kannst du auch nutzen, um zu überprüfen, ob du die letzte Aufgabe richtig gelöst hast.

Jetzt geht es los mit

TEIL III: Redoxreaktion mit Silbersulfid

Schon den ganzen Nachmittag stöbern Lia und ihr Bruder Lennart auf dem Dachboden ihrer Großeltern herum. Eigentlich sollten sie nur einen ausrangierten Mantel von Opa für ihre Oma hier hochbringen, aber dann waren die beiden so begeistert von dem Dachboden und den alten Sachen, die hier lagern, dass sie angefangen haben sich genauer umzusehen. Lia hat bereits ein altes Muschelkästchen, das sie gerne mitnehmen möchte, und ein paar Kinderbücher, die früher einmal ihrem Vater gehört haben und ganz spannend aussehen, gefunden. Lennart hat währenddessen einen lustigen Hut gefunden, den er seitdem trägt, obwohl er ihm ein bisschen zu groß ist. Während Lennart unter der Dachluke sitzt und abwechselnd in den Büchern blättert und den Staubflocken im Sonnenlicht beim Tanzen zusieht, stöbert Lia, in der Hoffnung weitere Schätze zu entdecken, weiter hinten in einer Kommode.

REDOXREAKTION

TEIL III: Redoxreaktion mit Silbersulfid

„Hey Lennart“, ruft Lia plötzlich aufgeregt. „Guck mal, was ich gefunden habe!“

Aufgeregt schlängelt sie sich zwischen einem alten Kleiderständer und einer riesigen Stehlampe hindurch, um ihrem Bruder ihre Entdeckung zu präsentieren.

„Was denn?“, fragt Lennart mäßig interessiert. Er hatte gerade angefangen im nächsten Buch zu lesen.

„Diese Taschenuhr hier“, sagt Lia und legt die Uhr auf die aufgeschlagene Buchseite.

„Die ist ja ganz schwarz“, stellt Lennart eher gelangweilt fest und betrachtet die Uhr.

„Wahrscheinlich, weil sie so alt ist“, überlegt Lia. „Meinst du, Opa weiß, dass die Uhr hier oben liegt? Vielleicht hat er sie irgendwann mal in der Kommode vergessen und dann jahrelang nach ihr gesucht … “

„Wir können ihn ja fragen“, schlägt Lennart noch immer mäßig begeistert vor und rappelt sich vom Fußboden auf. „Aber so, wie die Uhr jetzt aussieht, will Opa sie bestimmt nicht wieder haben“, überlegt er, während er die Bücher einsammelt.

„Das kann man doch bestimmt saubermachen“, winkt Lia ab und klemmt sich auf dem Weg zur Treppe das Muschelkästchen unter den Arm, „und dann sieht sie wieder super aus.“

REDOXREAKTION

TEIL III: Redoxreaktion mit Silbersulfid

Im Wohnzimmer treffen Lia und Lennart ihren Opa.

„Guck mal, was wir gefunden haben!“, ruft Lia aufgeregt und präsentiert ihrem Opa die Uhr.

„Leider ist die ganz schwarz“, fügt Lennart hinzu.

„Das kann man aber doch bestimmt sauber machen“, erwidert Lia und rubbelt ein bisschen an der Uhr. „Gehört die Uhr dir?“

Lias und Lennarts Opa betrachtet die Uhr genauer und nickt dann: „Das ist die silberne Taschenuhr, die ich zur Kommunion geschenkt bekommen habe. Allerdings habe ich sie schon sehr, sehr lange nicht mehr getragen“, antwortet er dann. „Wo habt ihr die denn gefunden?“

„Auf dem Dachboden“, antwortet Lennart und Lia fragt überrascht: „Silber?!“

„Das sieht gar nicht aus wie Silber“, stellt Lennart fest. „Warum ist das denn so schwarz?“

„Weil das Silber oxidiert ist“, erklärt Lias Opa.

„So wie meine rostige Schraube?“, fragt Lia und erinnert sich an alles, was ihr Opa ihr und Lennart über **Rost** erzählt hat:

Rost entsteht, wenn **Eisen** mit Sauerstoff aus der Luft reagiert. Dabei verbinden sich die Eisenatome, das sind in der Abbildung die Kugeln, die mit *Fe* gekennzeichnet sind, mit den **Sauerstoffatomen**, für die die Kugeln mit dem *O* darin stehen.

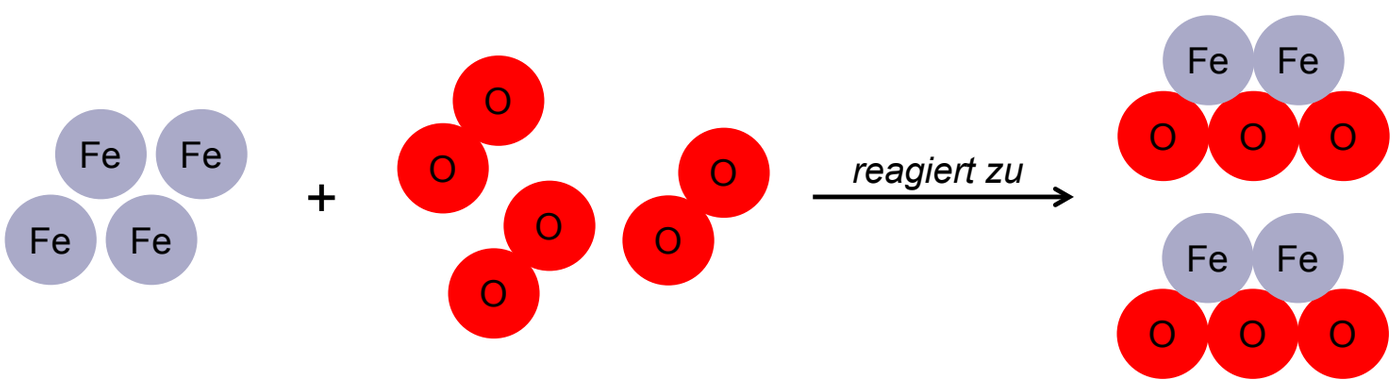


Bild 1: Chemische Reaktion von Eisen und Sauerstoff zu Eisenoxid

Diese Reaktion von Eisen und Sauerstoff wird **Oxidation** genannt. Die Stoffe, die durch die Reaktion mit Sauerstoff entstehen, werden daher als **Oxide** bezeichnet. Rost, der durch die Oxidation von Eisen entsteht, wird deswegen auch **Eisenoxid** genannt.

Eisenoxid reagiert unter großer Hitze zusammen mit Kohlenstoff wieder zu Eisen und Kohlenstoffdioxid. Dabei werden die Sauerstoffatome von den Eisenatomen auf die Kohlenstoffatome übertragen.

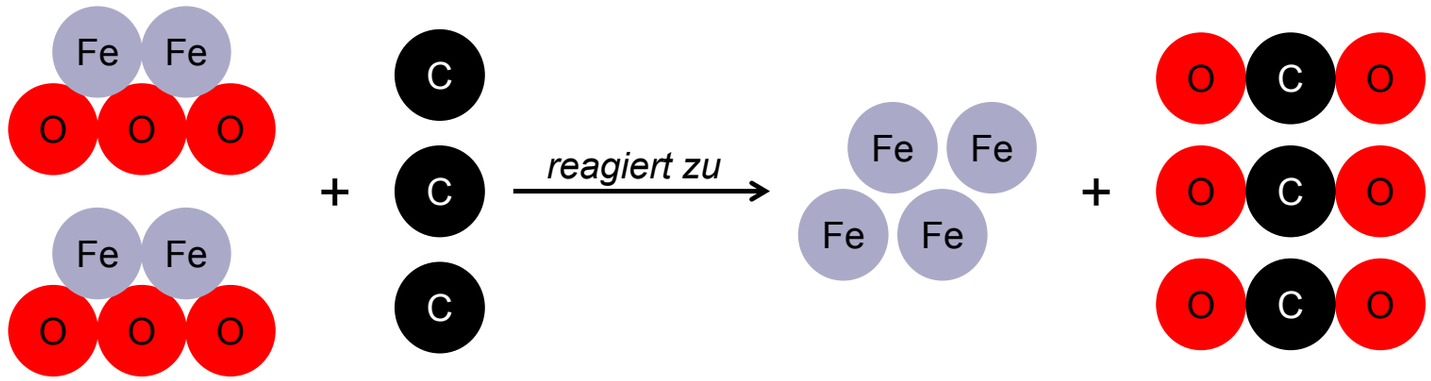


Bild 2: Reaktion von Eisenoxid mit Kohlenstoff

REDOXREAKTION

TEIL III: Redoxreaktion mit Silbersulfid

Wenn die **Kohlenstoffatome** sich mit den **Sauerstoffatomen** verbinden, wird der Kohlenstoff zu **Kohlenstoffdioxid** oxidiert. Die Reaktion von Eisenoxid zu Eisen, bei der Sauerstoff entfernt wird, wird als **Reduktion** bezeichnet.

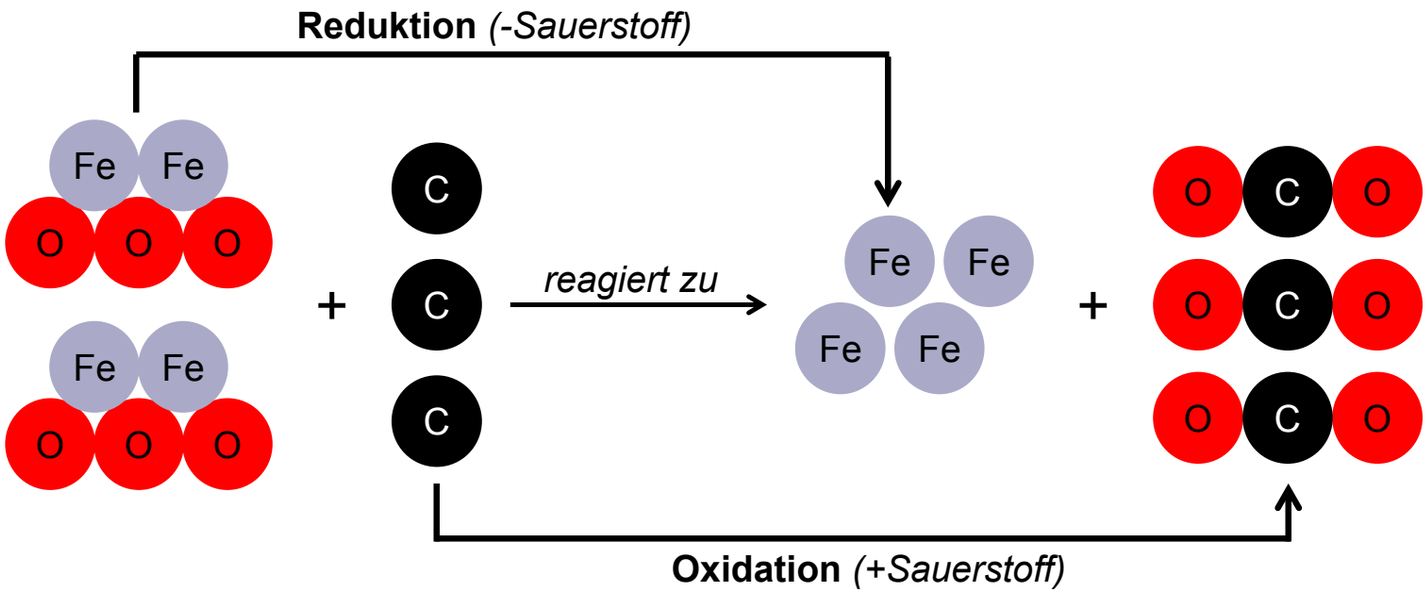


Bild 3: Reduktion und Oxidation

Da bei der Reaktion von Eisenoxid mit Kohlenstoff gleichzeitig eine Reduktions- und eine Oxidationsreaktion ablaufen, spricht man von einer **Redoxreaktion**.

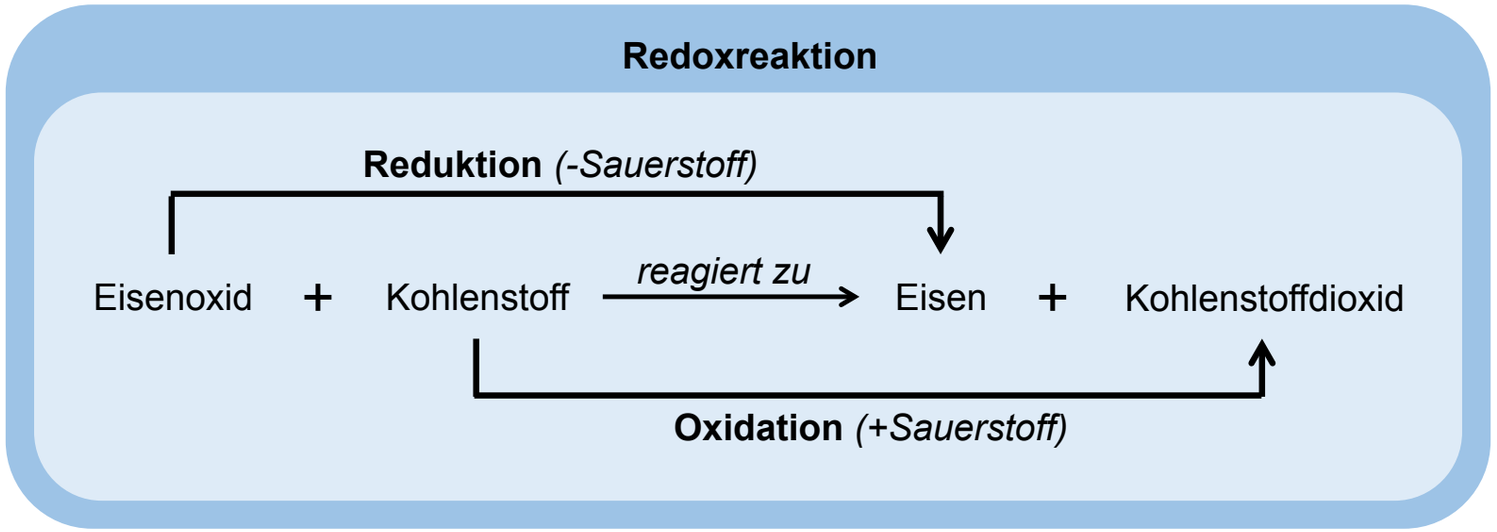


Bild 4: Redoxreaktion

„Also hat das Silber von der Uhr, wenn es oxidiert ist, auch mit Sauerstoff reagiert?“, fragt Lennart, der sich auch an das zu erinnern scheint, was sein Opa Lia und ihm über Rost erklärt hat. „Und deswegen ist es jetzt so schwarz?“

Zu Lennarts und Lias Überraschung schüttelt ihr Opa den Kopf. „Diese Schwarzfärbung entsteht nicht durch Silberoxid“, setzt er zu einer Erklärung an.

„Aber du hast doch gerade gesagt, dass das Silber oxidiert wurde!“, beschwert Lia sich. „Und ich dachte, es heißt Oxidation, wenn etwas mit Sauerstoff reagiert“, fährt sie fort. „Dann muss das Silber also, wenn es oxidiert worden ist, mit Sauerstoff reagiert haben und es muss Silberoxid entstanden sein.“

Lennart nickt zur Unterstützung.

Beschreibe das Problem, das Lia und Lennart entdeckt haben, bevor du weiter liest.

„Das ist nur *eine* Erklärung von Oxidation“, schränkt Lias Opa ein. „Da das Silber der Uhr in Wirklichkeit aber nicht mit Sauerstoff, sondern mit Schwefel reagiert hat, passt diese Erklärung hier nicht.“

„Mit Schwefel?“, fragt Lia erstaunt. „Wo kommt der denn her?“

„Stinkt das nicht?“, fragt Lennart und schnuppert misstrauisch an der Uhr.

„Schwefel selbst stinkt nicht. Schwefel stinkt nur in Verbindung mit einigen anderen Stoffen“, erklärt Lennarts Opa ihm und wendet sich dann Lia zu: „In der Luft sind immer einige Schwefelverbindungen enthalten, die zum Beispiel bei der Verdauung oder Verrottung entstehen.“ Lennart verzieht angeekelt das Gesicht, legt die Uhr schnell wieder zur Seite und wischt sich unauffällig die Hand an der Hose ab. „Wenn ein Gegenstand aus Silber lange genug liegt, genügen selbst geringste Mengen Schwefel, die in diesen schwefelhaltigen Verbindungen enthalten sind, um den Gegenstand zu verfärben“, erklärt Lias und Lennarts Opa. „Das Silber reagiert mit dem Schwefel aus diesen Verbindungen zu **Silbersulfid**, das die Schwarzfärbung verursacht.

Um es uns ein bisschen einfacher zu machen, stellen wir uns mal vor, dass nur die **Schwefelatome** und die **Silberatome** miteinander reagieren. In Wirklichkeit ist das ein bisschen komplizierter, weil der Schwefel in der Luft nicht als Reinstoff vorliegt, aber um das Prinzip zu verstehen, reicht auch diese Vereinfachung gut aus."

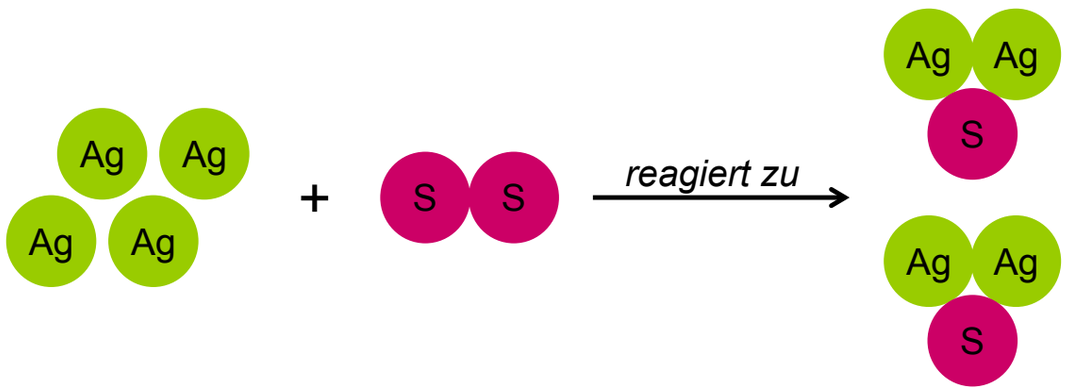


Bild 5: Reaktion von Silber und Schwefel zu Silbersulfid

„Aber was hat das denn mit Oxidation zu tun?", fragt Lia ungeduldig. „Da ist ja gar kein Sauerstoff!"

„Das stimmt", bestätigt Lias Opa, „trotzdem bezeichnen Chemiker auch diese Reaktion als Oxidation."

„Das verstehe ich nicht!", beschwert Lennart sich.

„Vielleicht gibt es auch Oxidationen, bei denen Schwefel aufgenommen wird", überlegt Lia währenddessen.

„Ihr wisst doch sicher, wie Atome aufgebaut sind“, sagt Opa zu ihrer Überraschung.

„Klar!“, ruft sie sofort. „Aus Protonen und Neutronen und Elektronen! Das habe ich im Chemieunterricht gelernt. In der Mitte ist der Atomkern, da sind die Protonen und die Neutronen drin. Die **Protonen** sind positiv geladen und werden mit **p^+** abgekürzt und die **Neutronen** sind ungeladen und werden mit **n^0** abgekürzt.

Außerdem gibt es noch die **Elektronen**. Die sind negativ geladen und werden deswegen mit **e^-** abgekürzt. Die Elektronen sind um den Atomkern drum herum auf Elektronenschalen verteilt.“

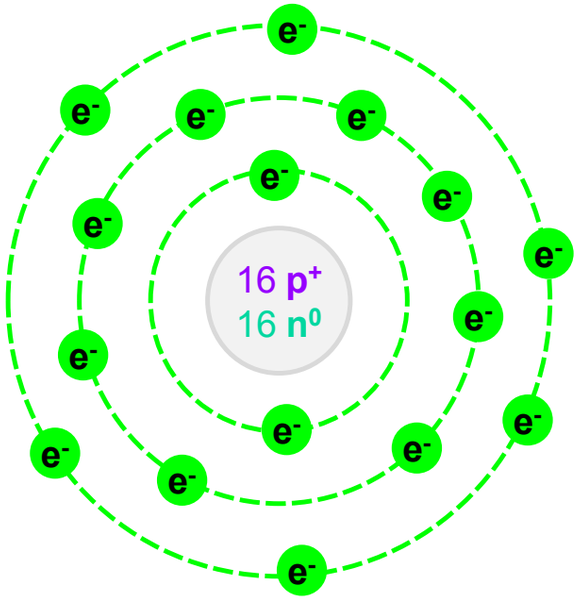
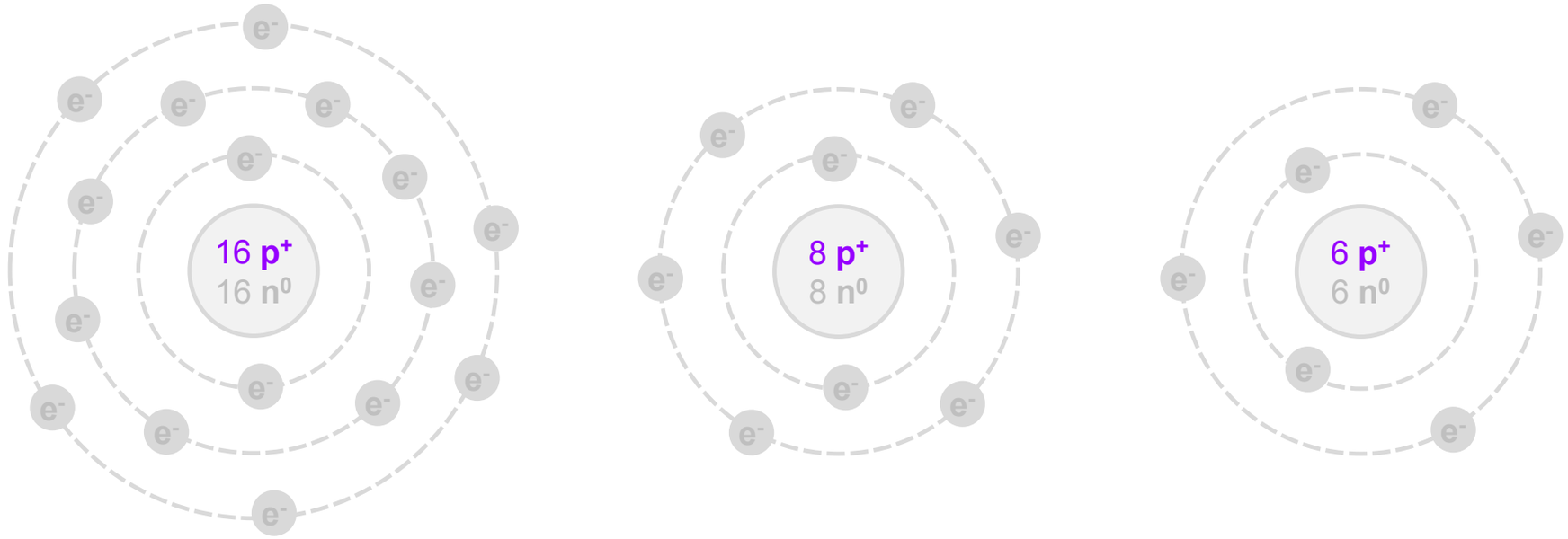


Bild 6: Aufbau eines Schwefelatoms

„Je nachdem, wie viele **Protonen** sich in den Kernen der Atome befinden, gehören sie zu unterschiedlichen Elementen“, quasselt Lia weiter.



Schwefelatom | Sauerstoffatom | Kohlenstoffatom

Bild 7: Atome unterschiedlicher Elemente

„Aber egal zu welchem Element sie gehören“, fährt Lia fort, „haben alle Atome immer genauso viele **Protonen** wie **Elektronen**, so dass sich die **positiven Ladungen** und die **negativen Ladungen** ausgleichen und das Atom insgesamt ungeladen ist.“

„Ich stelle das hier mal durch diese Waage dar“, sagt Lias Opa. „Unsere Waage zeigt allerdings nicht an, wie schwer etwas ist, sondern sie zeigt, ob die Ladungen von **Protonen** und **Elektronen** im Gleichgewicht sind.“

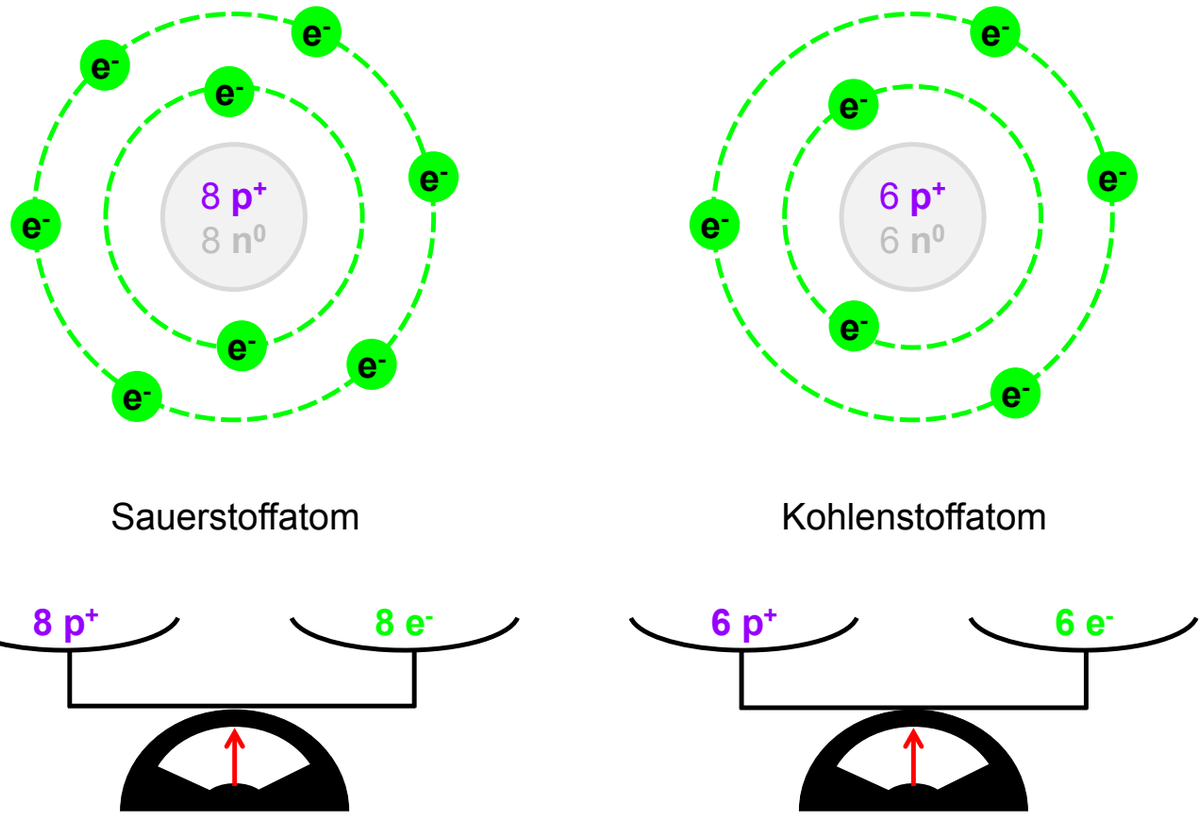


Bild 8: ausgeglichene positive und negative Ladungen im Atom

Für Lennarts Geschmack sind das ein paar Informationen und komische Begriffe zu viel auf einmal, deswegen sieht er sich Lias Skizze noch mal genau an: Diese **Protonen**, für die das p^+ steht, sind immer in der Mitte. Die e^-, mit denen die **Elektronen** abgekürzt werden, verteilen sich darum herum. Und es scheint wirklich immer genauso viele p^+ wie e^- zu geben.

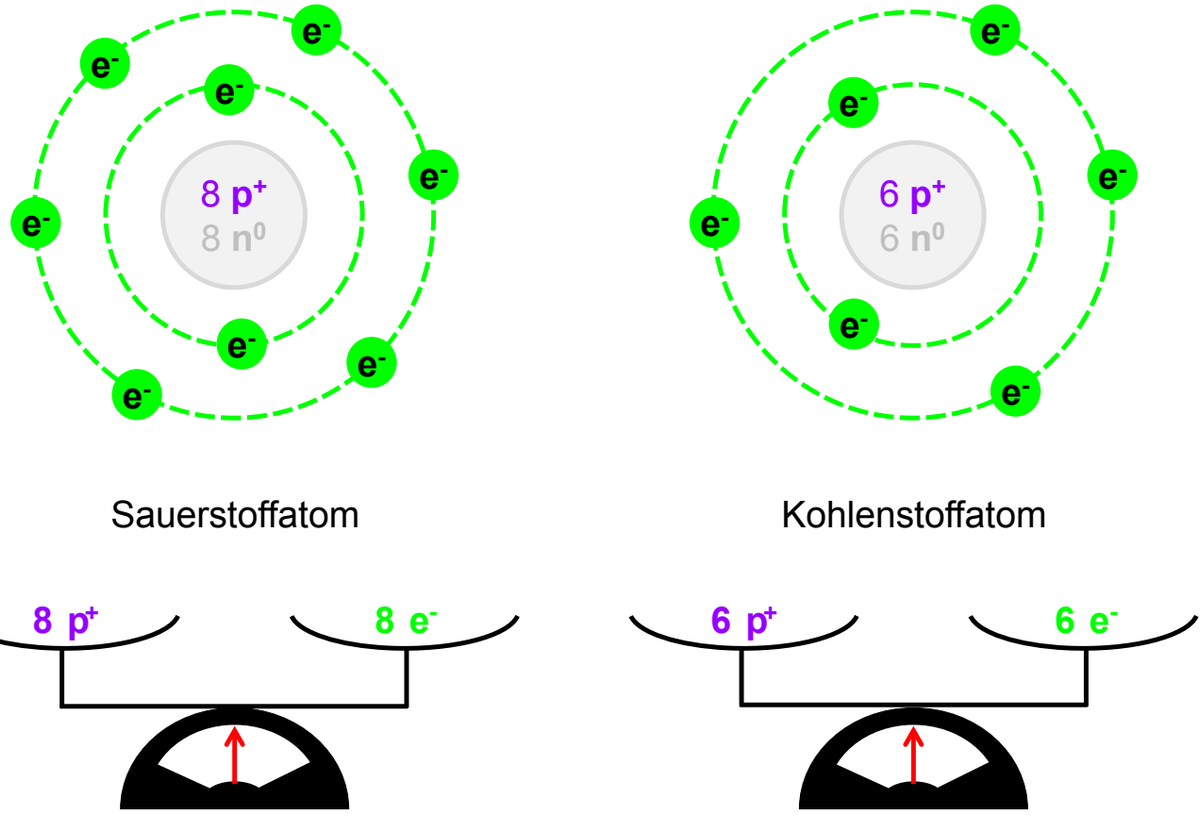


Bild 9: Atomaufbau

„Ganz genau“, bestätigt Lias Opa. „Für chemische Reaktionen sind normalerweise nur die Elektronen auf der äußersten Elektronenschale von Interesse. Chemiker fassen daher häufig den Atomkern und alle weiter innen liegenden Schalen als **Atomrumpf** zusammen. Für das Sauerstoffatom von gerade sieht das dann so aus:“

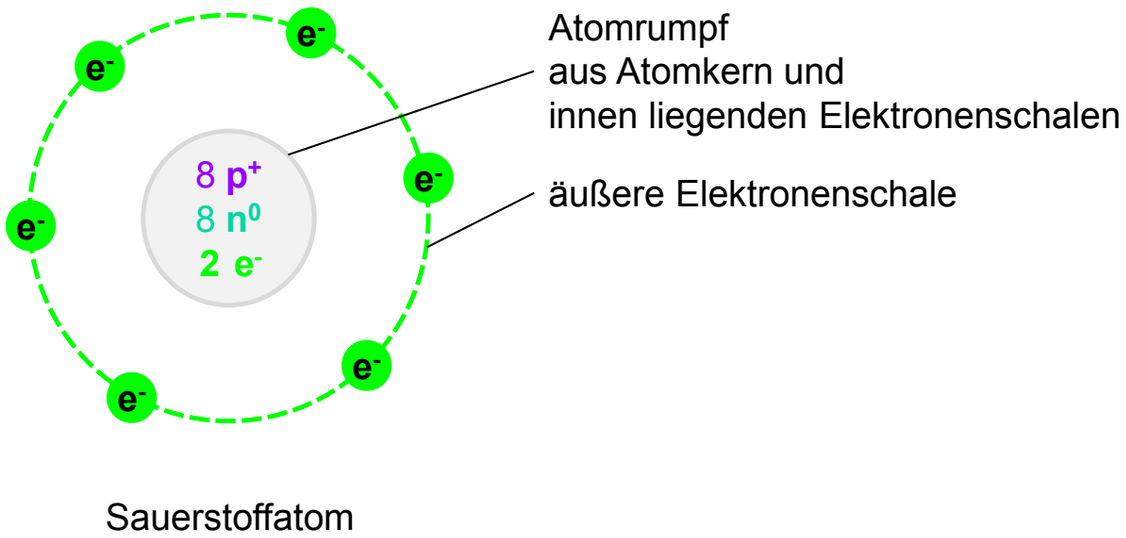


Bild 10: Sauerstoffatom

„Warum sind denn gerade die Elektronen auf der äußersten Elektronenschale für Chemiker so interessant“, fragt Lia.

„Bisher haben wir die Atome immer als Kugeln dargestellt, die sich bei chemischen Reaktionen umgruppieren“, erinnert Lias Opa. „Aber wir haben uns nie gefragt, ob mit dem Atom noch mehr passiert, um diese Neuanordnung zu bewirken.“

„Oder mit seinen Elektronen?“, fragt Lia neugierig nach.

Ihr Opa schmunzelt mal wieder in seinen Bart. „Wenn Stoffe miteinander reagieren, verändert sich meistens auch etwas in der Elektronenhülle der Atome“, erklärt er dann. „Manche Atome geben beispielsweise Elektronen von der äußeren Elektronenschale ab, andere wiederum nehmen Elektronen in ihre äußere Elektronenschale auf.“

Gespannt hört Lia ihrem Opa zu.

„Bei unserer Reaktion von Schwefel und Silber zu Silbersulfid geben beispielsweise die **Silberatome** jeweils ein Elektron ab“, fährt Lias und Lennarts Opa fort und zeichnet schon wieder etwas auf. „Eigentlich sind Silberatome und ihre Elektronen natürlich nicht grün. Aber für uns ist es einfacher, wenn wir die Atome und ihre Elektronen farbig markieren, damit wir leichter den Überblick behalten können.“

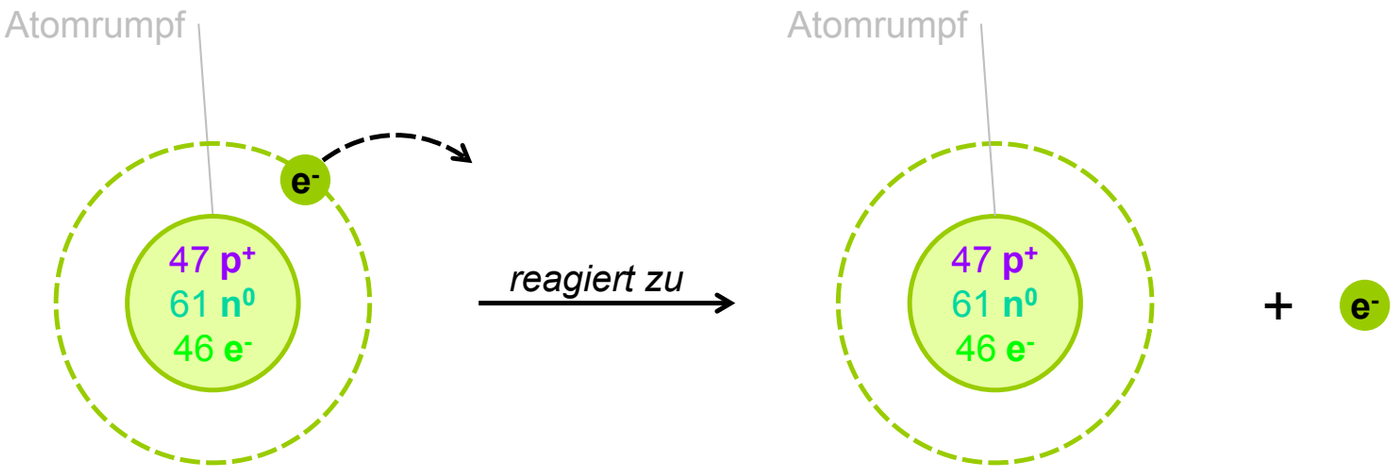


Bild 11: Elektronenabgabe eines Silberatoms

„Aber ist das dann überhaupt noch Silber, wenn ihm ein Elektron fehlt??“, fragt Lennart irritiert.

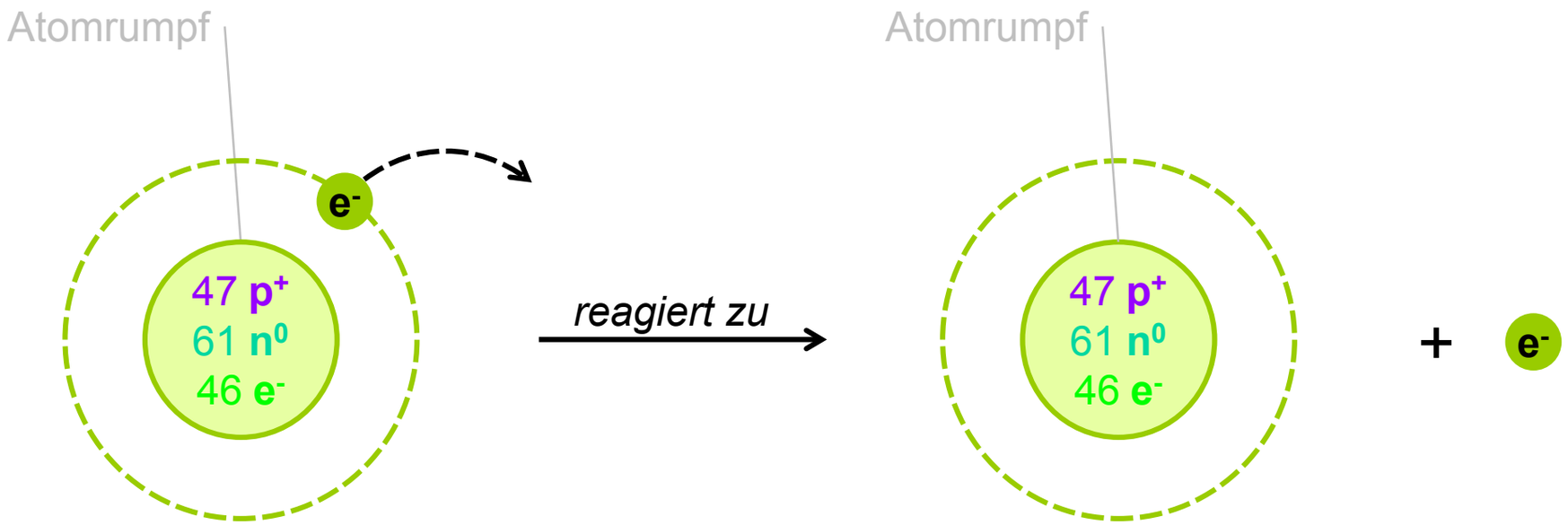
„Der Atomkern entspricht immer noch dem eines **Silberatoms**“, erklärt Lennarts Opa ihm, „weil die Anzahl der **Protonen** sich ja nicht verändert hat.“

„Ach ja“, murmelt Lennart.

REDOXREAKTION

TEIL III: Redoxreaktion mit Silbersulfid

Gib an, wie viele Elektronen das Silberatom auf der linken Seite vom Pfeil und wie viele das auf der rechten Seite vom Pfeil hat, bevor du weiter liest.



□ p^+ □ e^-

□ p^+ □ e^-

„Aber, weil jetzt ein Elektron fehlt“, erklärt Lennarts Opa weiter, „kann die **positive Ladung der Protonen** nicht mehr vollständig durch die **negative Ladung der Elektronen** ausgeglichen werden.“

„Stimmt, es gibt jetzt ein p^+ mehr als es e^- gibt“, überlegt Lennart.

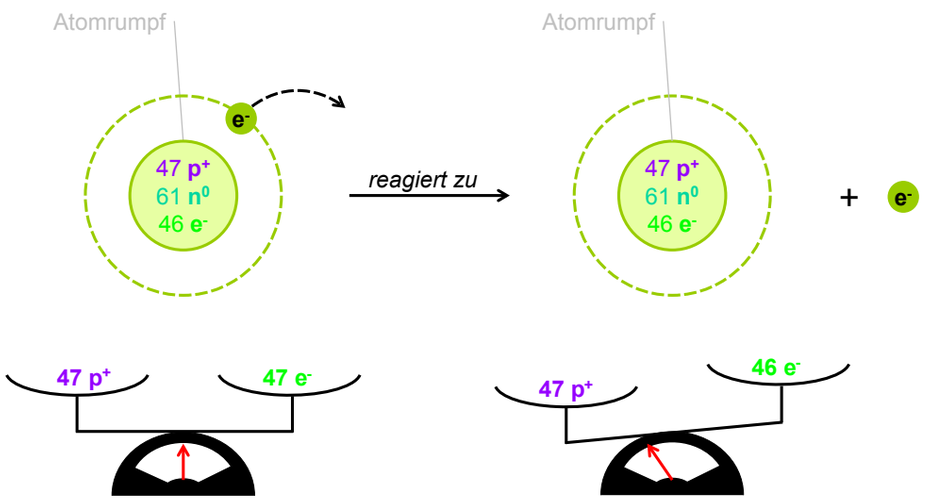


Bild 12: Ladungsbilanz

„Dann ist das Atom insgesamt also nicht mehr ungeladen“, schlussfolgert Lia.

„Richtig“, bestätigt ihr Opa. „Weil ein Elektron fehlt … “

Entscheide, ob das Atom durch das fehlende Elektron positiv oder negativ geladen ist, bevor du weiter liest.

„Ah, dann ist es negativ geladen!“, ruft Lennart.

„Ich dachte, es ist positiv geladen“, entgegnet Lia überrascht.

Fragend sehen die beiden ihren Opa an. „Es fehlt doch was!“, beschwert sich Lennart. „Dann muss es doch negativ geladen sein!“

„Aber es fehlt doch ein Minus!“, argumentiert Lia und zeichnet drauf los. „Deswegen ist unsere Waage ja auch nicht mehr im Gleichgewicht!“

„Hä?!“, macht Lennart verwirrt.

„Weil ein **Elektron** fehlt, gibt es ein **Proton**, dessen **positive Ladung** nicht durch eine **negative Ladung** ausgeglichen wird“, erklärt sein Opa und deutet auf Lias Zeichnung.

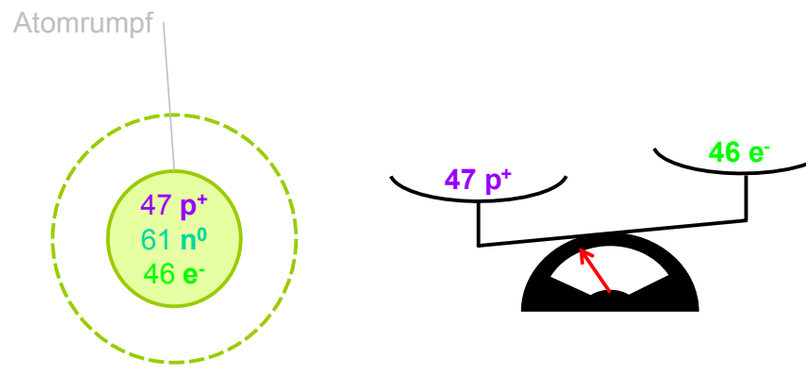


Bild 13: Ladungsbilanz für das Silberatom nachdem es ein Elektron abgegeben hat

„Also ist es **positiv geladen**“, wiederholt Lia.

„ … es fehlt also ein Minus … und deswegen ist ein Plus übrig … “, überlegt Lennart.

„Atome, in denen die Zahl der Elektronen nicht der Anzahl der Protonen entspricht, bezeichnet man als **Ionen**.

Weil dem Silberatom ein Elektron fehlt, ist es jetzt kein Silberatom mehr, sondern ein Silber-Ion“, fährt Lias und Lennarts Opa fort. „Damit man direkt weiß, dass das Silber-Ion ein Elektron zu wenig hat und daher positiv geladen ist, nennt man es **Silber-Kation**.

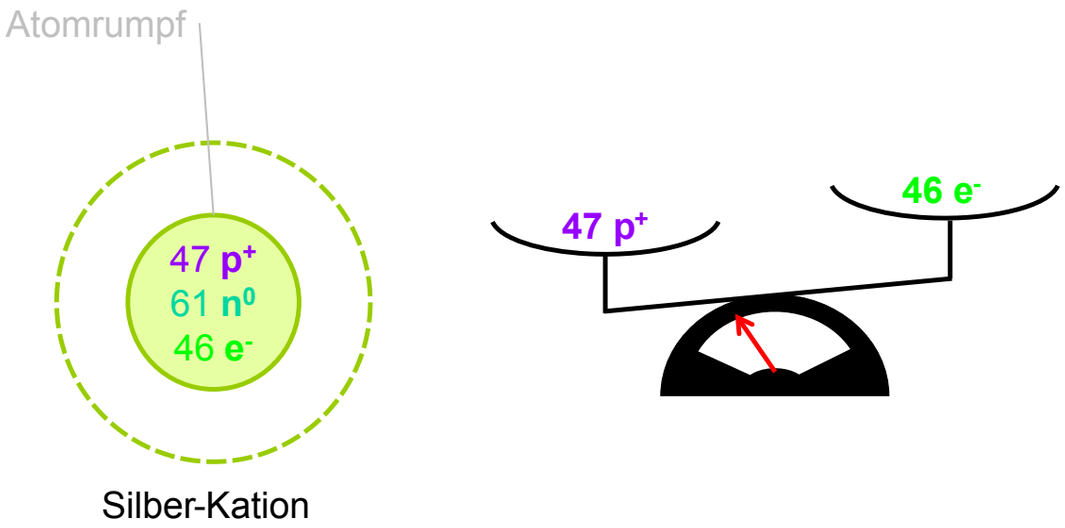


Bild 14: Silber-Kation

„Und **Kation** heißt es, weil es positiv geladen ist?“, fragt Lennart nach.

Sein Opa nickt bestätigend.

„Und was passiert mit den Elektronen?“, fragt Lia. „Bei so chemischen Reaktionen darf doch nie was wegkommen, wegen dieser **Massenerhaltung**“, überlegt Lia und erinnert sich, dass ihr Opa ihr erklärt hat, dass bei chemischen Reaktionen die Anzahl der Teilchen, und daher auch die Masse, vor und nach der Reaktion insgesamt gleich bleibt.

„Die Elektronen werden auf die Schwefelatome übertragen“, erklärt Lias Opa ihr. „Ein **Schwefelatom** nimmt **zwei Elektronen** auf und wird dadurch zu einem Schwefel-Ion. Atome, die Elektronen aufgenommen haben und daher negativ geladen sind, werden **Anionen** genannt. Chemiker haben für viele Anionen eigene Namen. Anionen aus Schwefelatomen werden **Sulfid-Anionen** genannt.

Unser Sulfid-Anion ist also zweifach negativ geladen, weil es zwei Elektronen von den Silberatomen aufgenommen hat.“

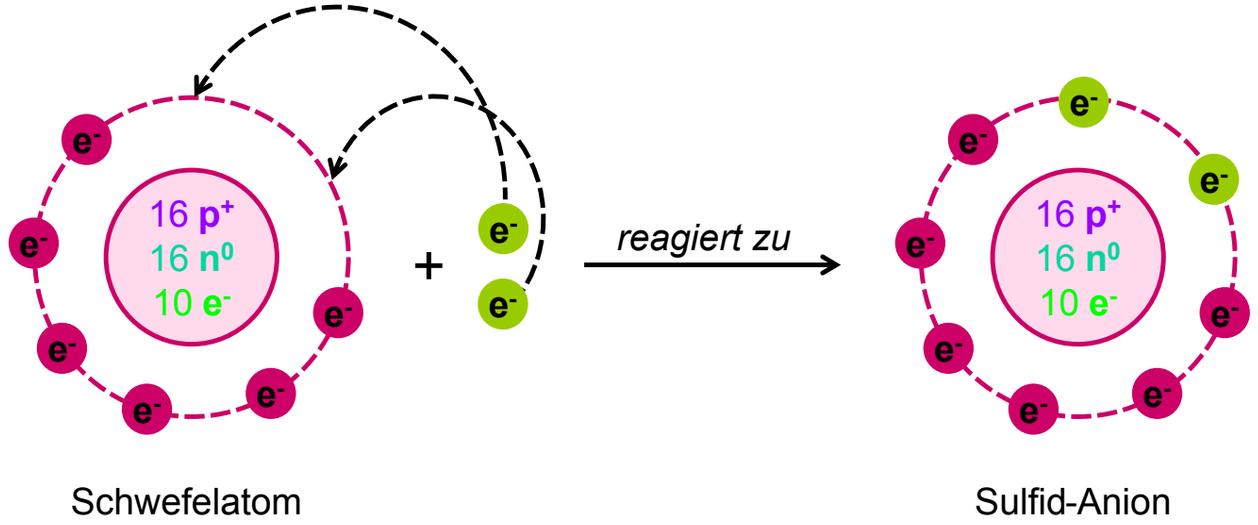
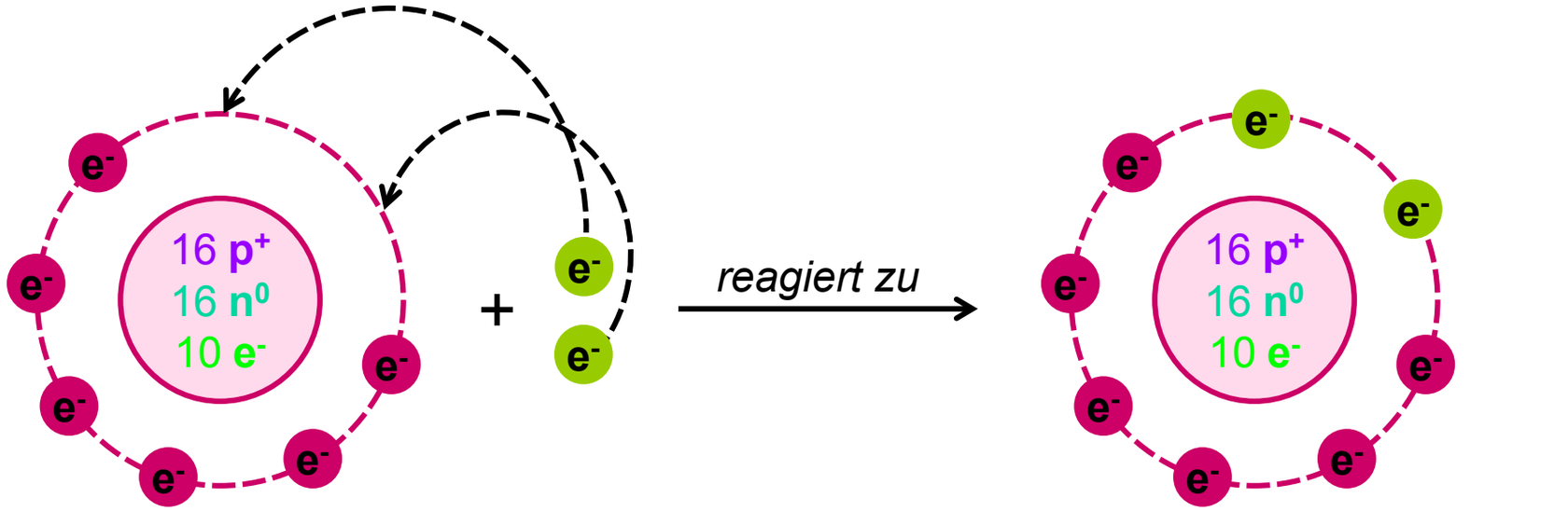


Bild 15: Elektronenaufnahme eines Schwefelatoms

REDOXREAKTION

TEIL III: Redoxreaktion mit Silbersulfid

Gib an, wie viele Elektronen das Schwefelatom auf der linken Seiten vom Pfeil und wie viele das Sulfid-Anion auf der rechten Seite vom Pfeil hat, bevor du weiter liest.



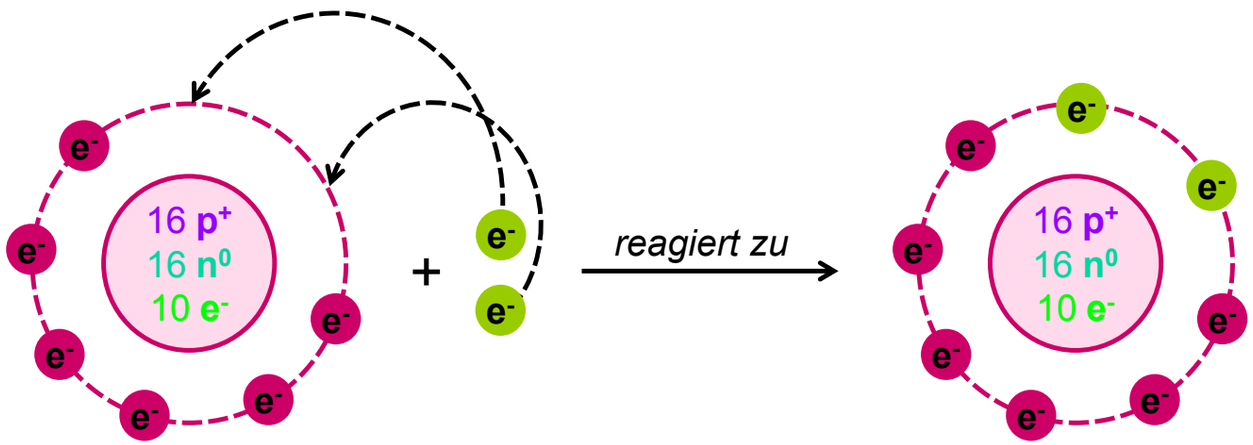
Schwefelatom

Sulfid-Anion

p+ e-

p+ e-

Lennart zählt hektisch die **Elektronen** und **Protonen** im **Sulfid-Anion**.



Schwefelatom Sulfid-Anion

Bild 16: Ladungsbilanz des Schwefelatoms

„Es sind tatsächlich zwei **Elektronen** mehr als **Protonen**. Also zweimal Minus zu viel, dann ist das Atom jetzt … eh … zweifach negativ geladen."

„Also geben die Silberatome Elektronen ab und die Sulfid … ach nee … die Schwefelatome nehmen Elektronen auf“, fasst Lia zusammen. „Also werden die **Elektronen von den Silberatomen** auf die **Schwefelatome** übertragen.“

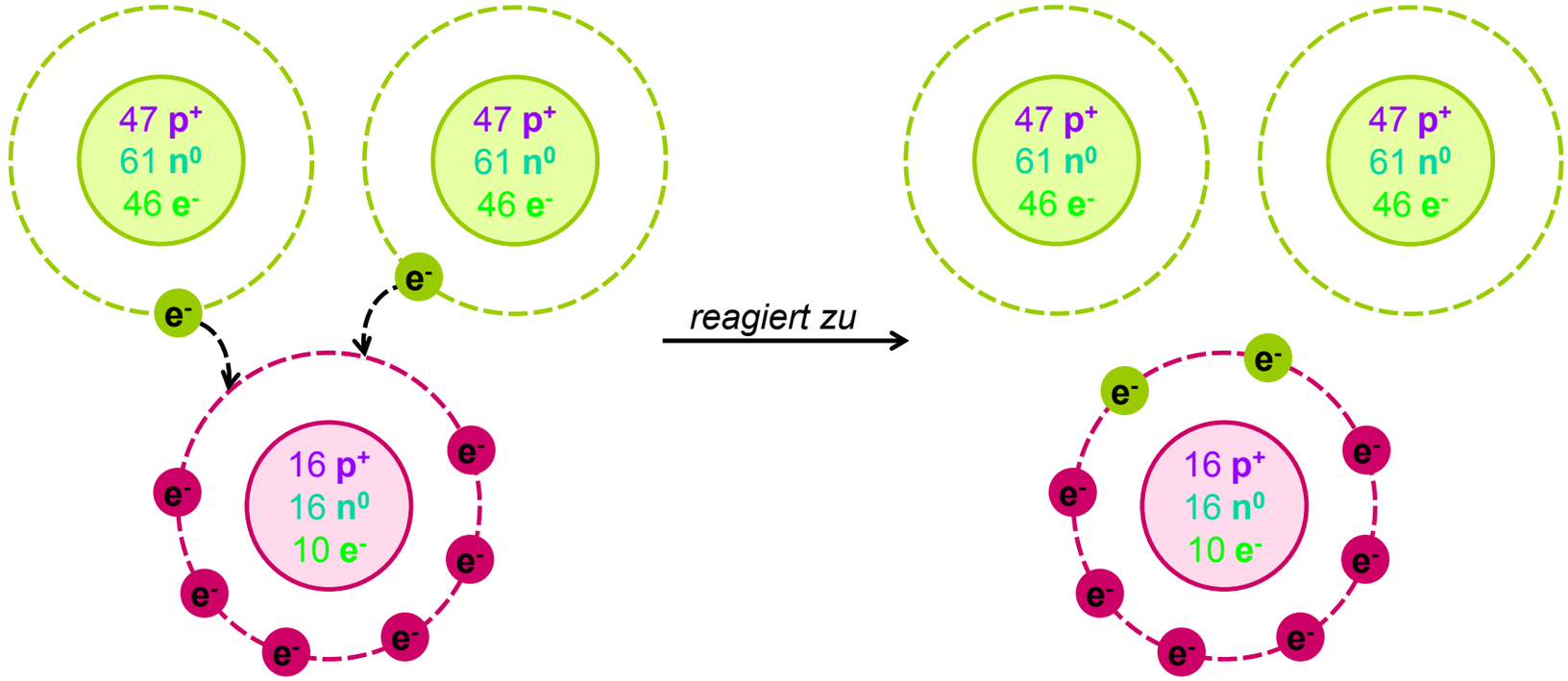


Bild 17: Elektronenübertragung von zwei Silberatomen auf ein Schwefelatom

„Aber was hat das denn jetzt mit Oxidation zu tun?“

„Wenn wir uns die Reaktion von Eisen mit Sauerstoff genauer anschauen, können wir sehen, dass auch dort Elektronen übertragen werden“, erklärt Lias Opa.

„Wenn Eisenatome mit Sauerstoffatomen reagieren, geben nämlich die **Eisenatome** jeweils **drei Elektronen** ab – so wie das Silber vorhin auch Elektronen abgegeben hat“, fährt Lias Opa fort.

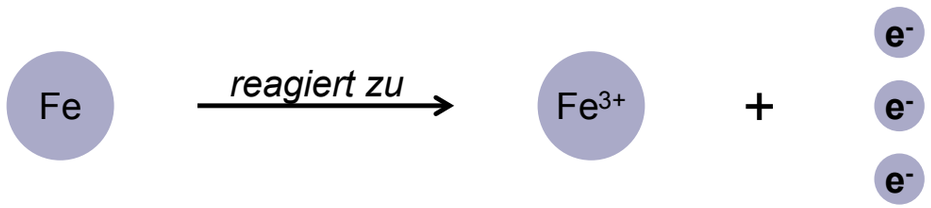


Bild 18: Elektronenabgabe eines Eisenatoms

„Dann sind sie dreifach positiv geladene **Eisen-Kationen**, oder?“, fragt Lia.

Ihr Opa nickt zustimmend, „Das kennzeichnen Chemiker dann, indem sie rechts über das Elementsymbol die Ladung notieren … drei positive Ladungen werden durch *3+* ausgedrückt.“

„Die Elektronen, die von den Eisenatomen abgegeben worden sind, werden von den Sauerstoffatomen aufgenommen“, erklärt Lias Opa weiter.

„Jedes **Sauerstoffatom** nimmt dabei **zwei Elektronen** auf.“

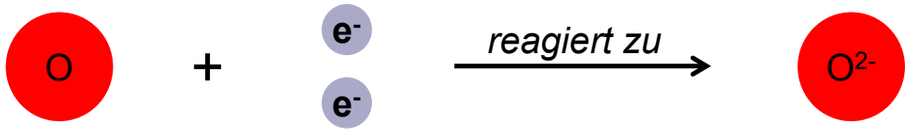


Bild 19: Elektronenaufnahme eines Sauerstoffatoms

„Dann sind sie zweifach negativ geladene Sauerstoff-Anionen“, überlegt Lia. „Und weil sie zweifach negativ sind, steht da oben rechts am Elementsymbol ein *2-*.“

„Für die Sauerstoff-Anionen haben Chemiker auch einen eigenen Namen“, erklärt Lias Opa. „Sie werden **Oxid-Anionen** genannt.“

„Aber eigentlich ist es doch so, dass immer zwei Eisenatome mit drei Sauerstoffatomen zu Eisenoxid reagieren. Woher wissen die denn, mit wie vielen Atomen sie reagieren sollen“, überlegt Lia.

Lennart zählt währenddessen die Elektronen: „Wenn zwei **Eisenatome** jeweils drei **Elektronen** abgeben, sind das insgesamt **sechs** … “

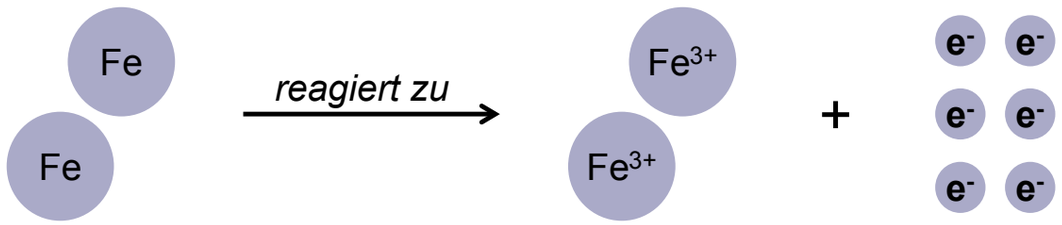


Bild 20: Elektronenabgabe der Eisenatome

„ … und wenn drei **Sauerstoffatome** jeweils zwei **Elektronen** aufnehmen … sind das auch **sechs** … “, rechnet Lennart.

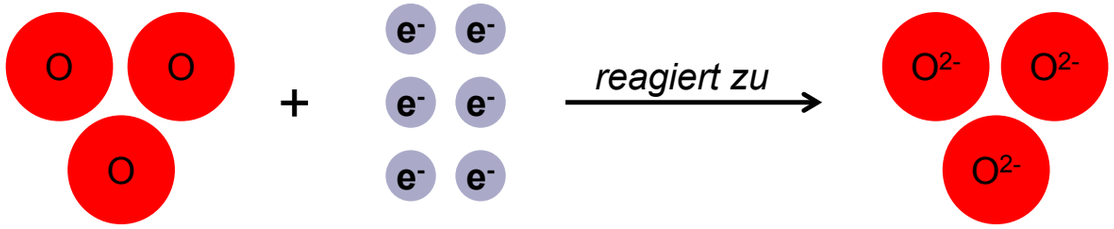


Bild 21: Elektronenaufnahme der Sauerstoffatome

„Dann sind alle weg!“, stellt Lennart erleichtert fest.

„Du meinst, es werden genauso viele Elektronen aufgenommen wie abgegeben, so dass keine Elektronen übrig bleiben“, korrigiert Lia ihn.

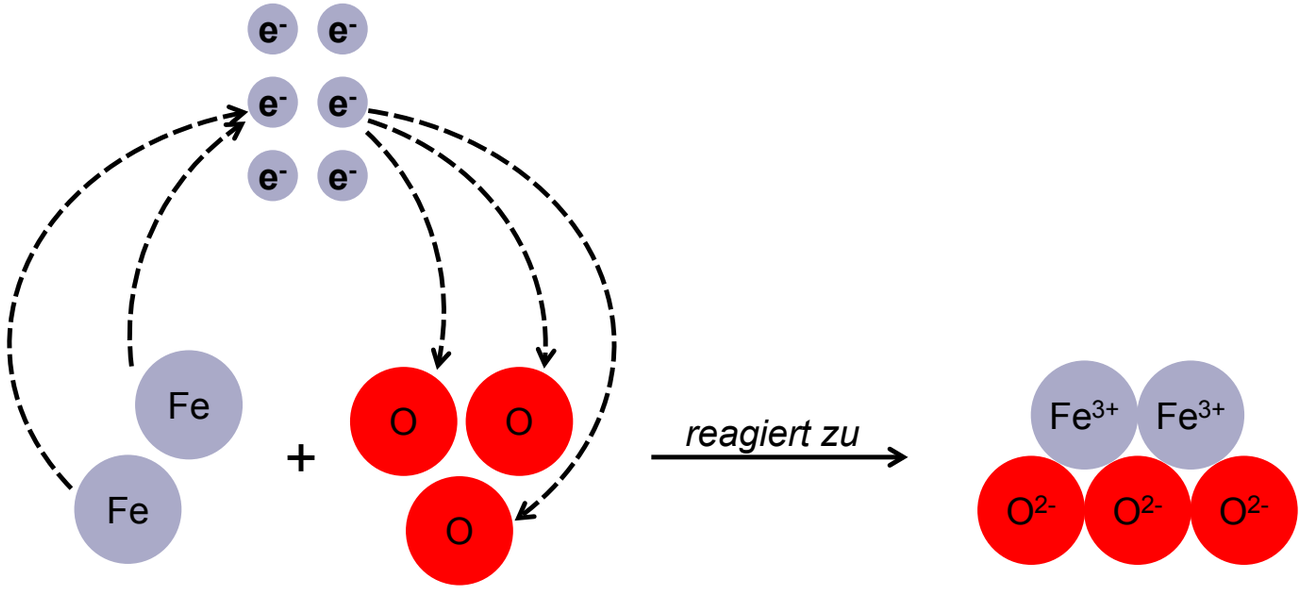


Bild 22: Elektronenübertragung von Eisenatome auf Sauerstoffatome

„Sag‘ ich doch“, nuschelt Lennart und schmollt ein bisschen.

„Und bei der Reaktion von Eisenoxid und Kohlenstoff?“, fragt Lia nach einem Moment.

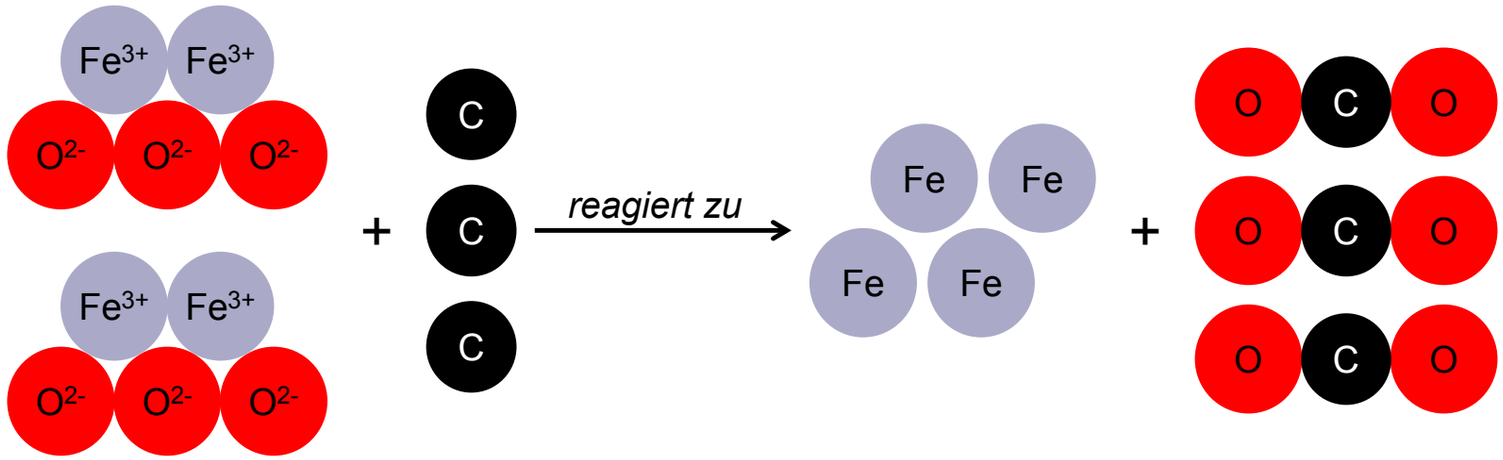


Bild 23: Reaktion von Eisenoxid und Kohlenstoff

„Bekommen die **Eisen-Kationen** dann etwa ihre Elektronen zurück?“

Ihr Opa nickt zustimmend: „Ganz genau. Die **Eisen-Kationen** nehmen jeweils wieder **drei Elektronen** auf, so dass sie zu ungeladenen **Eisenatomen** werden; so wie ich es hier mal für ein **Eisen-Kation** dargestellt habe."

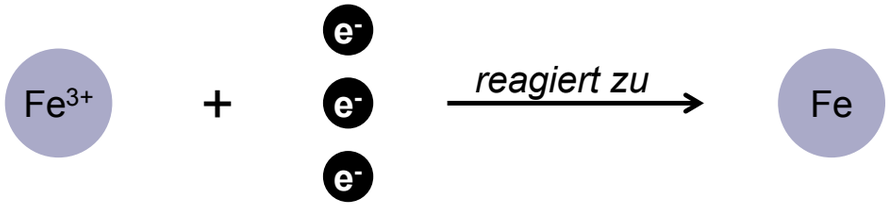


Bild 24: Elektronenaufnahme eines Eisen-Kations

„Und wo kommen die Elektronen her?“, fragt Lennart. „Gibt der Sauerstoff die etwa wieder zurück?“

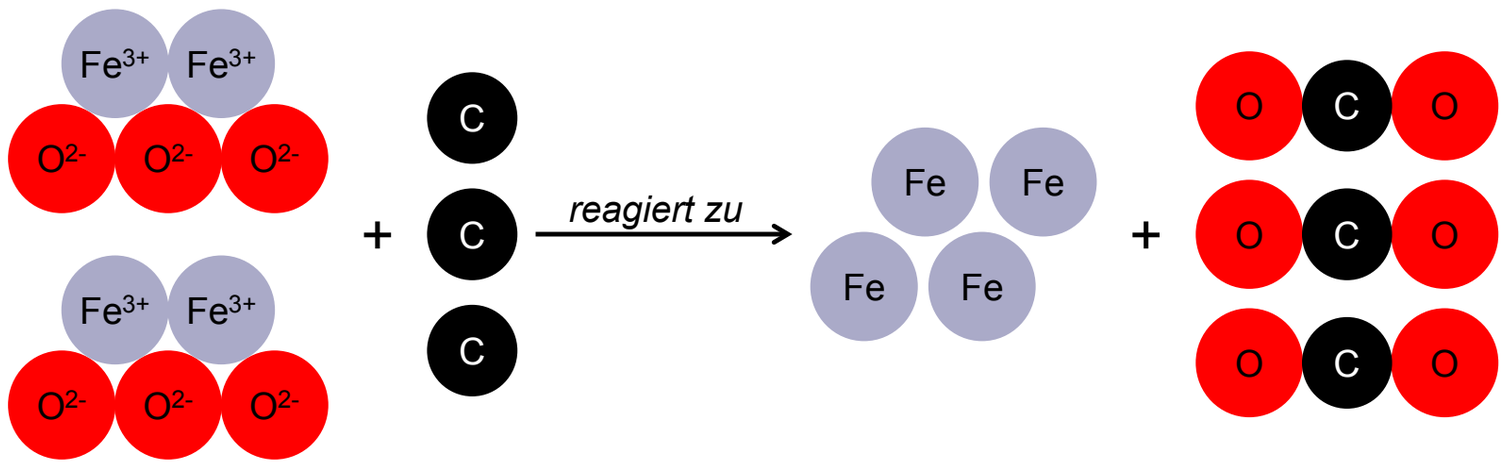


Bild 25: Reaktion von Eisenoxid mit Kohlenstoff

„Nein, die **Elektronen** kommen von den **Kohlenstoffatome**“, erklärt Lennarts Opa.

„Damit jedes von den vier Eisen-Kationen drei Elektronen aufnehmen kann, braucht man … eh … zwölf Elektronen“, rechnet Lia.

„Damit man zwölf Elektronen für die Eisenatome hat, müsste jedes der drei Kohlenstoffatome also … vier Elektronen abgeben“, fährt Lia fort und zeichnet dabei die Elektronenabgabe eines **Kohlenstoffatoms** dar.

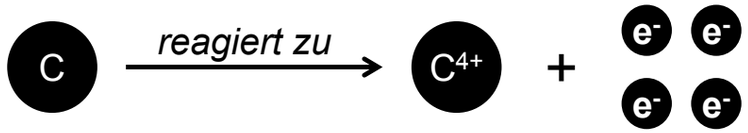


Bild 26: Elektronenabgabe eines Kohlenstoffatoms

„Richtig“, bestätigt ihr Opa.

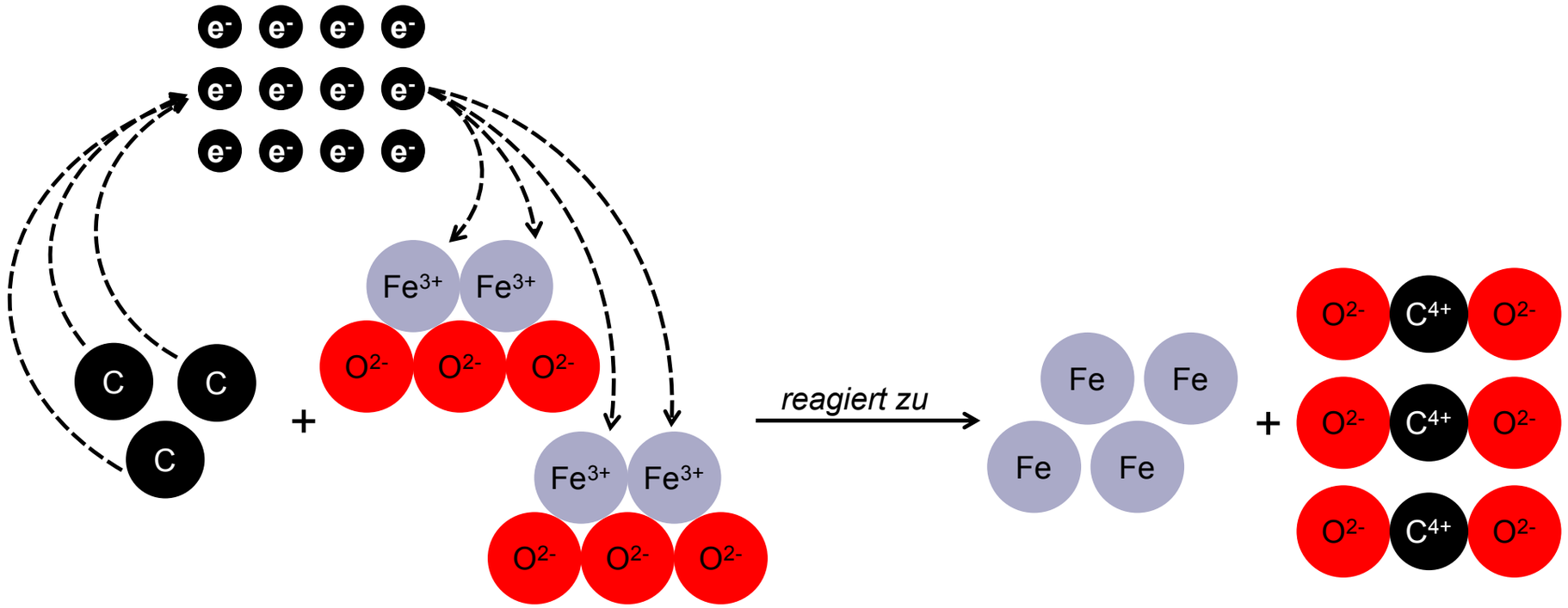


Bild 27: Elektronenübertragung zwischen Eisenoxid und Kohlenstoff

„Und mit dem Sauerstoff … also den Oxid-Anionen passiert nix?“, fragt Lennart nach.

„Naja“, antwortet Opa zögernd. „Im Kohlenstoffdioxidmolekül sind die Elektronen schon ein bisschen anders verteilt, als wir es gerade dargestellt haben. Dort liegen Kohlenstoff und Sauerstoff nicht als Ionen vor. Deswegen markiere ich mal die Ladung, die wir für Kohlenstoff- und Sauerstoffatome im Kohlenstoffdioxidmolekül formulieren müssten, durch Anführungszeichen. So werden wir daran erinnert, dass es in Wirklichkeit keine Ionen sind.

Aber da wir uns im Moment ja eigentlich für die Elektronenübertragung von den **Kohlenstoffatomen** auf die **Eisen-Kationen** interessieren, ist das Kohlenstoffdioxidmolekül für uns auch gar nicht so wichtig.“

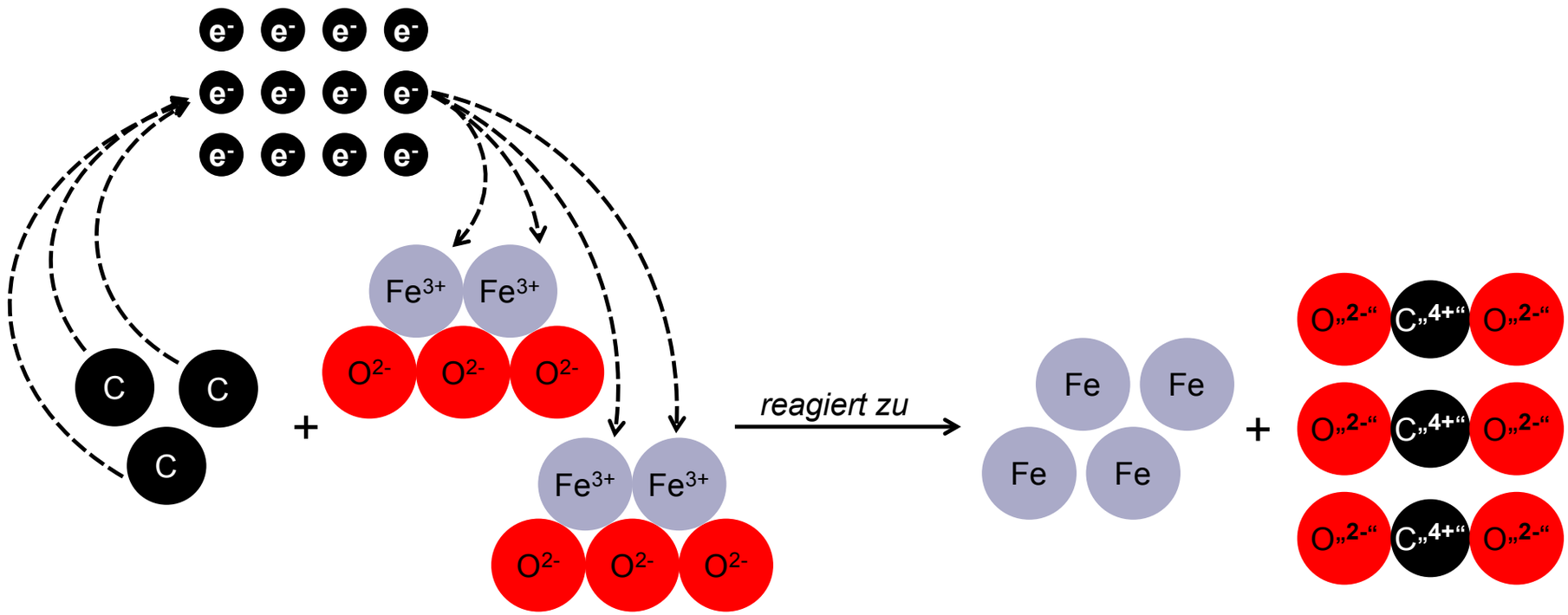


Bild 28: Elektronenübertragung zwischen Eisenoxid und Kohlenstoff

„Ihr seht also, dass auch beim Rosten und der Reduktion des Eisenoxids Elektronen übertragen wurden“, fährt Lias und Lennarts Opa fort.

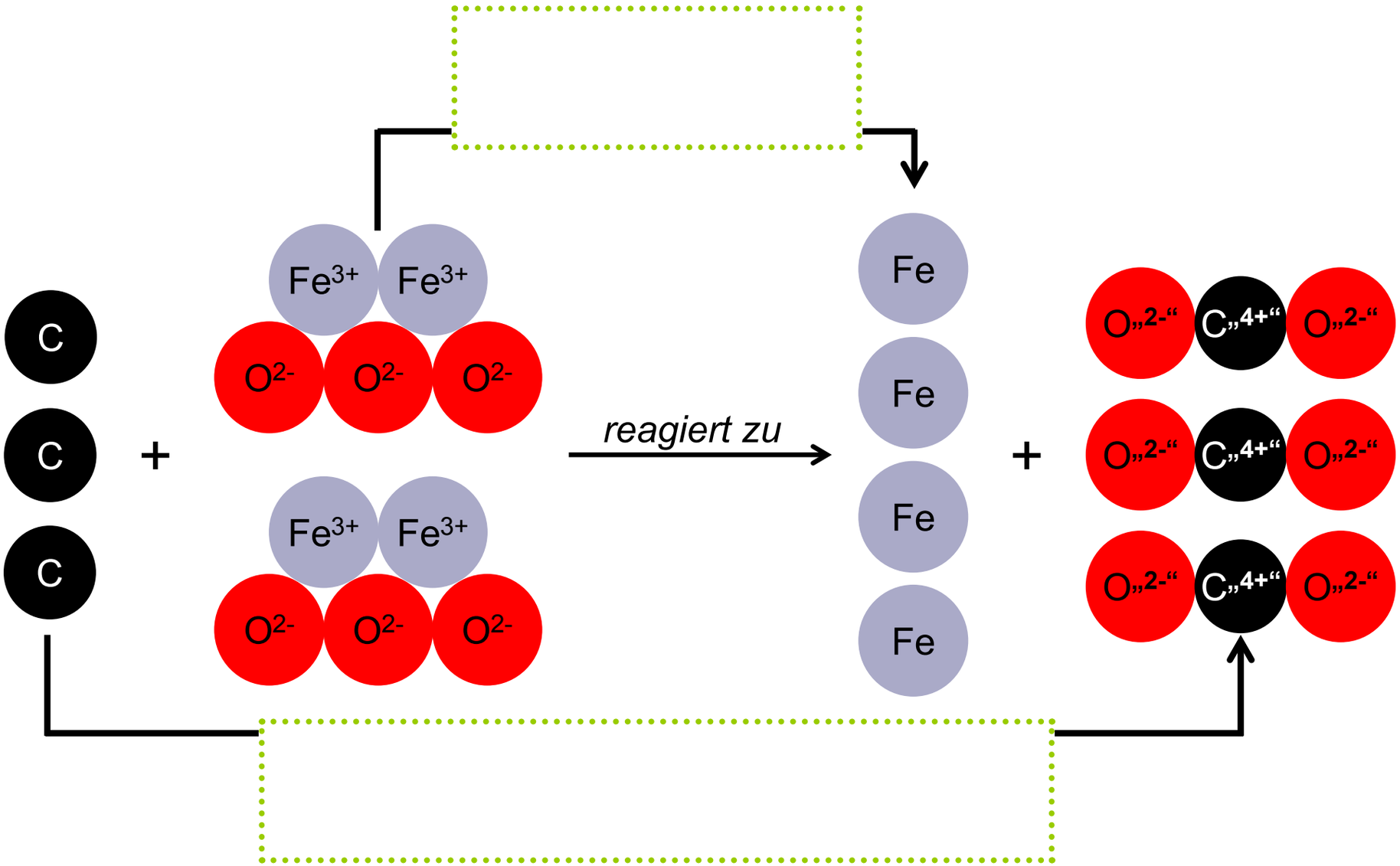
„Aber nicht bei allen wurde Sauerstoff übertragen!“, beschwert Lia sich. „Bei der Reaktion von dem Silber und dem Schwefel gibt es ja gar keinen Sauerstoff in der Gleichung.“

„Neben der Erklärung, dass bei einer Oxidation Sauerstoff übertragen wird, gibt es noch eine zweite Erklärung für Oxidation, die ein bisschen weiter greift“, erklärt sein Opa. „Dort heißt es, dass wir immer dann von einer Oxidation reden, wenn Elektronen abgegeben werden, und von einer Reduktion, wenn Elektronen aufgenommen werden.“

REDOXREAKTION

TEIL III: Redoxreaktion mit Silbersulfid

Entscheide für die Reaktion von Kohlenstoff und Eisenoxid, welcher Stoff reduziert und welcher oxidiert wird, bevor du weiter liest.



„Aha!“, ruft Lia. „Dann werden bei der Reaktion von Eisenoxid und Kohlenstoff die **Eisen-Kationen** vom Eisenoxid also … reduziert, weil sie Elektronen aufnehmen … und dadurch werden sie zu **Eisenatomen** … und die **Kohlenstoffatome** werden oxidiert, weil sie Elektronen abgeben.

… aber dann sind die Reduktion und die Oxidation immer noch da, wo sie vorher, bei der anderen Erklärung, auch schon waren.“

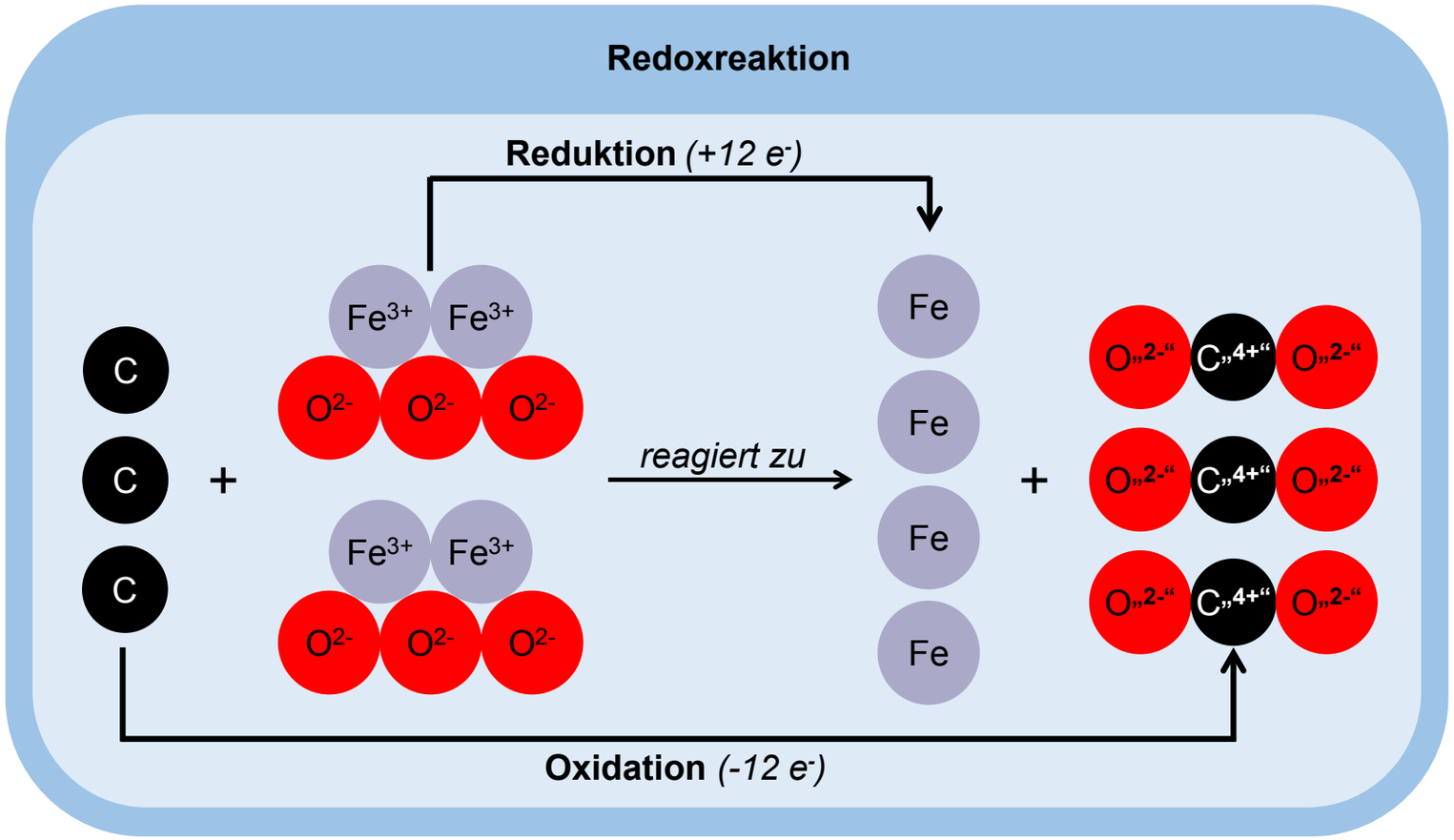


Bild 29: Redoxreaktion

„Stimmt“, überlegt Lennart. „Vorher haben wir gesagt, dass das Eisen reduziert wird, weil es den Sauerstoff loswird, und wir haben gesagt, dass der Kohlenstoff oxidiert wird, weil er den Sauerstoff nehmen musste.“

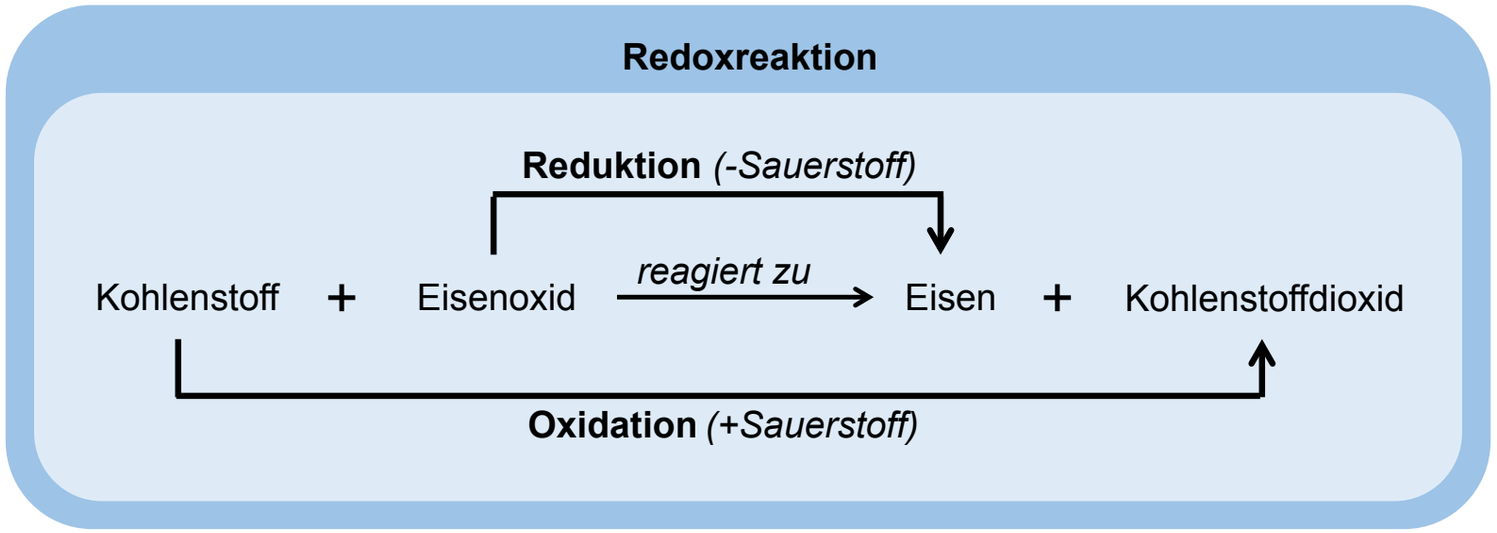


Bild 30: Redoxreaktion als Sauerstoffübertragung

„Nur dass man bei der einen Erklärung guckt, wie der Sauerstoff übertragen wird, und bei der anderen, wie die Elektronen übertragen werden“, überlegt Lia.

„Aber dann macht das doch gar keinen Unterschied mit diesen verschiedenen Erklärungen“, überlegt Lennart. „Die Oxidation ist trotzdem immer die Oxidation und die Reduktion die Reduktion. Was man da anguckt … Elektronen oder Sauerstoff … ist doch egal.“

„Aber weil es in der Reaktion mit dem Silber ja gar keinen Sauerstoff gibt“, erinnert Lia, „kann man da ja dann nur darauf schauen, von wo nach wo die Elektronen übertragen werden.“

„Die beiden Erklärungen von Oxidation und Reduktion widersprechen sich nicht“, erklärt Lias Opa. „Die Erklärung mithilfe der Elektronenübertragung ist nur weiter gefasst, so dass man mit ihr auch solche Fälle beschreiben kann, bei denen gar kein Sauerstoff an der Reaktion beteiligt ist.“

„Wie bei dem Silber?“, drängelt Lia nach.

„Richtig“, bestätigt ihr Opa. „Im Falle des Silbersulfids werden die **Silberatome** im Lauf der Reaktion oxidiert, weil sie Elektronen abgeben … und dadurch werden sie dann zu **Silber-Kationen**.“

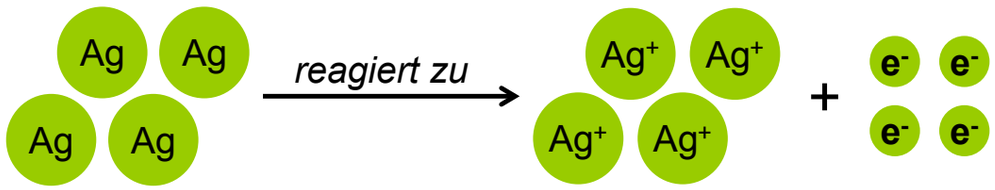


Bild 31: Oxidation von Silber

„Und der Schwefel wird reduziert, weil die **Schwefelatome** die **Elektronen** aufnehmen und **Sulfid-Anionen** bilden!“, ruft Lia.

Bild 32: Reduktion von Schwefel

„Ist das dann auch so eine Redoxreaktion?“, fragt Lennart nach. „Da gibt es ja auch eine Reduktions- und eine Oxidationsreaktion.“

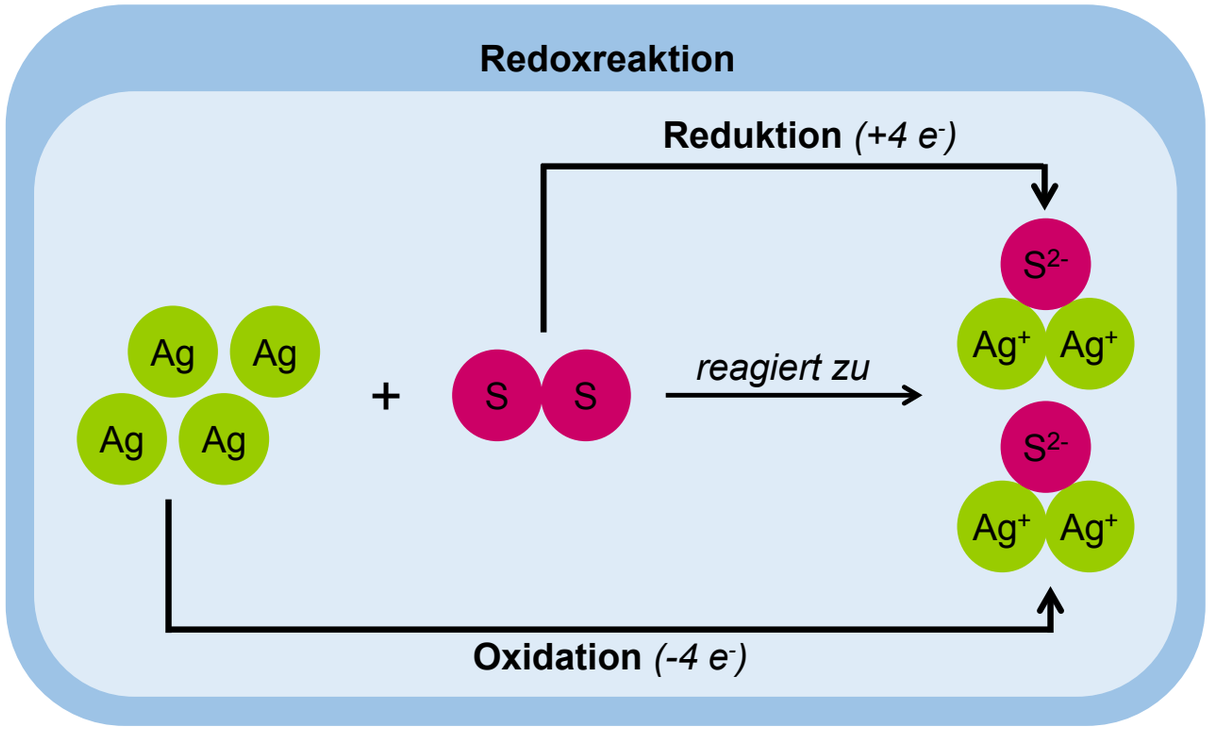


Bild 33: Redoxreaktion

Sein Opa nickt zustimmend.

„Also kann man Oxidation und Reduktion mit dem Übertragen von Sauerstoff erklären“, fasst Lia zusammen, „aber man kann Redoxreaktionen auch mit Elektronenübertragung erklären. Und mit der Elektronenübertragung kann man dann auch die Fälle erklären, bei denen kein Sauerstoff beteiligt ist.“

„So wie bei dem Schwefel und dem Silber von der Uhr“, fügt Lennart hinzu.

Opa nickt zustimmend.

„Funktioniert die Uhr eigentlich noch?“, fragt Lia neugierig und beugt sich über die Uhr.

„Lass mich mal sehen“, antwortet Opa und dreht an einem kleinen Knopf.

„Vielleicht ist die Batterie leer“, vermutet Lennart.

„Die Uhr hat gar keine Batterie“, erklärt Opa schmunzelnd, „sondern muss jeden Tag aufgezogen werden.“

„Oh“, macht Lennart überrascht. „Dann ist die Uhr aber bestimmt schon ganz schön alt.“

„Aber sie funktioniert noch“, stellt sein Opa triumphierend fest.

„Cool!“, ruft Lia und betrachtet begeistert die Uhr. „Kann ich mir die vielleicht mal ausleihen?“

Lias Opa guckt zwar ein bisschen überrascht, nickt aber dann. „Du weißt doch, dass ich so alte Sachen sammele“, fügt Lia hinzu. „Und vielleicht kann man das Silbersulfid ja sogar wieder irgendwie zurück reduzieren, so dass das Silber wieder Silber ist … “, überlegt sie dann. „ … bei dem Eisen ging das ja auch … “

„Und du?“, fragt Lennarts Opa ihn, „willst du dir den Hut, den du da trägst, auch mal ausleihen?“

Lennart guckt ein bisschen irritiert, weil er gar nicht mehr daran gedacht hat, dass er immer noch den Hut trägt, den er auf dem Dachboden gefunden hat. „Lieber nicht“, nuschelt er dann und nimmt schnell den Hut ab.

TESTE DEIN WISSEN

TEIL III: Redoxreaktion mit Silbersulfid

Erkläre die folgenden Begriffe kurz in eigenen Worten, bevor du weiter liest:

1) Ion

2) Kation

3) Anion

4) Elektronenübertragung

5) Oxidation

6) Reduktion

7) Redoxreaktion

TESTE DEIN WISSEN

TEIL III: Redoxreaktion mit Silbersulfid

1) **Ion:**
   Atom, bei dem sich, durch die Abgabe oder Aufnahme von Elektronen, positive (Protonen) und negative Ladungen (Elektronen) nicht mehr gegenseitig ausgleichen, so dass das Atom eine Ladung trägt.

2) **Kation:**
   Atom, dem mindestens ein Elektron fehlt, so dass es positiv geladen ist.

3) **Anion:**
   Atom, das mindestens ein Elektron aufgenommen hat, so dass es negativ geladen ist.

4) **Oxidation:**
   Reaktion, bei der Elektronen abgegeben werden (beziehungsweise Sauerstoff aufgenommen wird).

5) **Reduktion:**
   Reaktion, bei der Elektronen aufgenommen werden (beziehungsweise Sauerstoff abgegeben wird).

6) **Redoxreaktion:**
   Reaktion bei der Reduktion (Elektronenaufnahme) und Oxidation (Elektronenabgabe) gleichzeitig ablaufen, es also zu einer Elektronenübertragung kommt (kann auch durch eine Übertragung von Sauerstoffatomen geschehen, indem Oxidation (Sauerstoffaufnahme) und Reduktion (Sauerstoffabgabe) gleichzeitig ablaufen).

SUPER, DAS WAR TEIL III

Weitere THEMENBEREICHE:

- STOFFE
- ALKANE
- WASSER
- ATOMBAU
- SALZE
- SÄUREN
- MODELL-VORSTELLUNGEN
- ERKENNTNIS-GEWINNUNG