Grundlegende Reaktionsmechanismen

Die radikalische Substitution



Substitutionsreaktionen
Bei Substitutionsreaktionen werden Teile an bestehenden Verbindungen durch andere **ersetzt**. Dadurch gibt es immer mindestens ein zweites Produkt.

Kurzschreibweise

X: beliebiges Halogen (z.B. Cl_2)
R: beliebiger Alkylrest (z.B. Methylgruppe -CH_3)

Startreaktion

Die Startreaktion erfordert eine Form von Aktivierungsenergie. Brom und Chlor reagieren z.B. bei Raumtemperatur nur, wenn zusätzlich energiereicheres Licht vorhanden ist. Das Iodmolekül kann bei Raumtemperatur nicht gespalten werden. Das Bindungselektronenpaar wird homolytisch gespalten, so dass zwei Radikale entstehen.

R a d i k a

le sind Verbindungen mit ungepaarten Elektronen.

Folgereaktion (Propagation, Kettenfortpflanzung)

Ein Radikal reagiert unter Übertragung seiner radikalischen Eigenschaften mit einem weiteren Molekül, z.B. einem Alkan. Dabei entstehen z.B. eine Halogen-Wasserstoffverbindung und ein Alkylradikal:

D a

s Akylradikal kann nun seinerseits unter Übertragung seiner radikalischen Eigenschaften mit einem bisher unveränderten Halogenmolekül reagieren:

Ni

cht dargestellt ist die Möglichkeit, dass bei einem bereits substituierten Halogenkohlenwasserstoffmolekül ein weiteres Wasserstoffatom substituiert werden kann (Mehrfachsubstitution) - ein Molekül trägt dann mehrere Halogenatome. Man erhält also in diesem Schritt u.U. schon ein Stoffgemisch mit u.U. unerwünschten Nebenprodukten.



Das Prinzip der Kettenreaktion
Du kennst das Prinzip aus der Kettenreaktion schon aus der Physik bei der Kernspaltung. Im Gegensatz zu der Kettenreaktion bei der radikalischen Substitution entstehen hier aber bei diesem Schritt mehrere reaktionsfähige Teilchen, was den Vorgang deutlich schwieriger beherrschbar macht.

Abbruchreaktion (Termination)

Zwei Radikale können unter Verlust ihrer radikalischen Eigenschaften miteinander reagieren. Dabei entsteht eine gewöhnliche kovalente Bindung.

D

amit endet einerseits die Kettenreaktion, andererseits entstehen Nebenprodukte, die u.U. unerwünscht sind und durch Trennverfahren voneinander separiert werden müssen.

Die elektrophile Addition

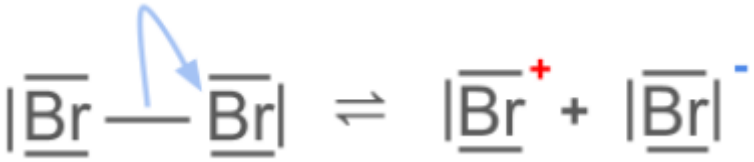


Additionsreaktionen
Bei Additionsreaktionen werden Teilchen wie Moleküle, Ionen oder Atome an bestehende Moleküle angelagert. Es kommt zu ihnen damit etwas hinzu. Die Anzahl der Produkte ist gegenüber der der Edukte vermindert. Damit begründet sich der Name dieses Reaktionstyps.

Addition von Brom an Doppelbindungen

Schritt 1

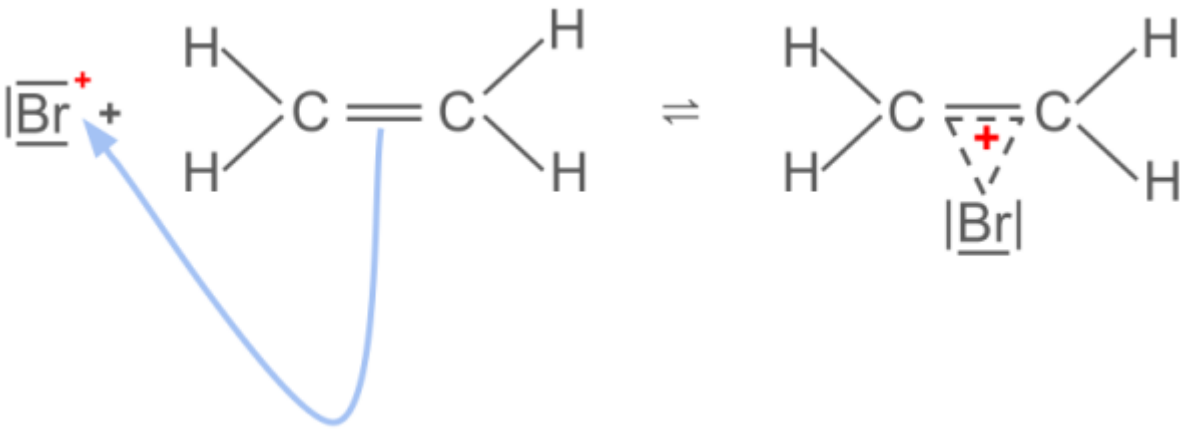
Im ersten Schritt erfolgt eine heterolytische Spaltung des Bindungselektronenpaares im Brommolekül. Die heterolytische Spaltung wird mit einem vollständigen Pfeil symbolisiert. Das Elektronenpaar verlagert sich vollständig.



Es entstehen ein einfach positiv geladenes Bromoniumion und ein einfach negativ geladenes Bromidion.

Schritt 2

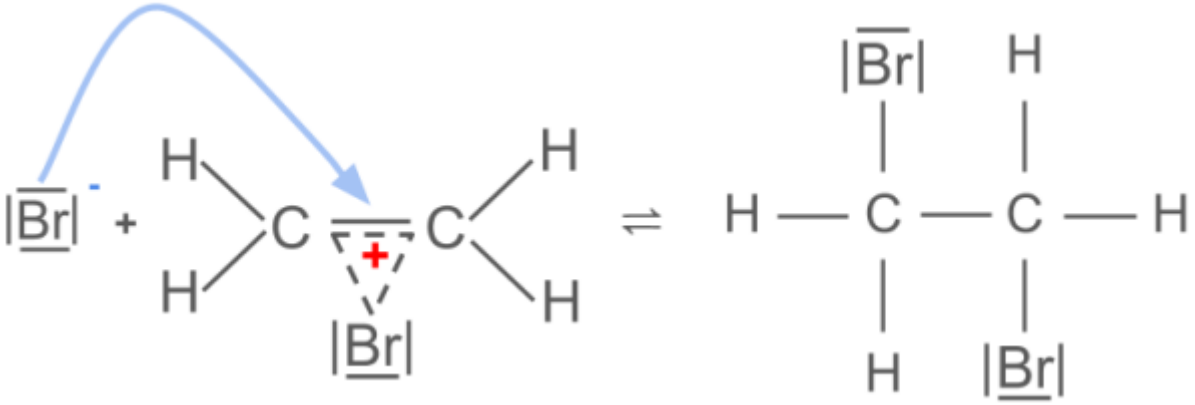
Das Bromoniumion lagert sich an die Doppelbindung an. Der Angriff geht dabei immer vom Elektronenpaar aus.



Es bildet sich eine Art Carbeniumion aus, dessen positive einfache Ladung letztlich auf drei Atome verteilt ist.

Schritt 3

Im letzten Schritt erfolgt der Angriff des Bromidions auf der gegenüberliegenden Seite der Doppelbindung. Ein freies Elektronenpaar lagert sich an die positivierte Region an.



Allgemein

Die elekrophile Addition von Brom verläuft quantitativ, d.h. solange ausreichend Edukte vorhanden sind, läuft die Reaktion weiter. Daher ist diese Reaktion auch zum **quantitativen Nachweis von Doppelbindungen** geeignet. Zudem läuft die Reaktion **regioselektiv**, d.h. immer an der Position der Doppelbindung.

From:
https://schule.riecken.de/ - **Unterrichtswiki**

Permanent link:
https://schule.riecken.de/doku.php?id=chemie:organic:mechanics&rev=1757064025

Last update: **2025/09/05 09:20**