

Abitur

**MEHR  
ERFAHREN**

Chemie

Gymnasium · Gesamthochschule  
Hessen

*Das musst du können!*

**STARK**

# Abitur **MEHR ERFAHREN**

## Chemie

Gymnasium · Gesamthochschule  
Hessen

*Das musst du können!*



**STARK**

# Inhalt

Vorwort

## Grundlagen

---

1	Periodensystem der Elemente (PSE) .....	1
2	Orbitalmodell und Elektronenkonfiguration .....	3
3	Reaktionsgleichungen aufstellen .....	7
4	Stöchiometrisches Rechnen .....	9

## Organische Stoffklassen

---

1	Aliphatische Kohlenwasserstoffe .....	11
1.1	Formelarten .....	12
1.2	IUPAC-Nomenklatur .....	12
1.3	Struktur-Eigenschafts-Beziehungen.....	14
2	Aromatische Kohlenwasserstoffe .....	17
3	Sauerstoffhaltige Kohlenwasserstoffe .....	21
3.1	IUPAC-Nomenklatur .....	22
3.2	Struktur-Eigenschafts-Beziehungen .....	22

## Elektronische Effekte

---

1	Auswirkungen in der organischen Chemie .....	25
2	Der I-Effekt .....	25
3	Der M-Effekt .....	27

## Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen

---

1	Additionsreaktionen .....	29
1.1	Elektrophile Addition .....	29
1.2	Nukleophile Addition .....	30
1.3	Radikalische Addition .....	31
1.4	Zusammenfassung der Additionsreaktionen .....	31

2	Substitutionsreaktionen .....	32
2.1	Elektrophile aromatische Substitution .....	32
2.2	Nukleophile Substitution .....	34
2.3	Radikalische Substitution .....	36
2.4	Zusammenfassung der Substitutionsreaktionen .....	37
3	Eliminierungsreaktionen .....	37
4	Kondensationsreaktionen .....	38
5	Redoxreaktionen .....	38
5.1	Elektronenübergänge .....	38
5.2	Oxidationszahlen .....	39
5.3	Aufstellen von Redoxgleichungen .....	40
5.4	Zusammenfassung der Redoxreaktionen .....	41

## **Naturstoffe**

---

1	Fette .....	42
1.1	Triacylglyceride .....	42
1.2	Physikalische Eigenschaften .....	43
1.3	Bedeutung .....	44
2	Kohlenhydrate und Stereoisomerie .....	45
2.1	Formen der Isomerie .....	45
2.2	Molekülchiralität .....	46
2.3	Chemische Eigenschaften .....	47
2.4	Di- und Polysaccharide .....	50
3	Aminosäuren und Proteine .....	54
3.1	Grundstruktur der $\alpha$ -Aminocarbonsäuren .....	54
3.2	Chemische Eigenschaften .....	57
3.3	Peptide und Proteine .....	57
3.4	Proteinstruktur .....	59

## **Synthetische Makromoleküle**

---

1	Synthese von Polymeren .....	62
1.1	Radikalische Polymerisation .....	62
1.2	Polykondensation .....	66
1.3	Polyaddition .....	69

2	Struktur und Eigenschaften von Kunststoffen .....	70
3	Kunststoffabfall .....	72

## **Antrieb und Steuerung chemischer Reaktionen**

---

1	Geschwindigkeit chemischer Reaktionen .....	73
1.1	Unterschiedliche Reaktionsgeschwindigkeiten .....	73
1.2	Aktivierungsenergie und Katalyse .....	74
2	Chemische Energetik .....	76

## **Chemisches Gleichgewicht**

---

1	Umkehrbare Reaktionen .....	81
2	Das Massenwirkungsgesetz .....	82
3	Prinzip vom Zwang .....	84
4	Protolysegleichgewichte .....	86
4.1	Säure-Base-Reaktionen .....	86
4.2	Ionenprodukt des Wassers und pH-Wert .....	88
4.3	Säure- und Basenstärke: $pK_S$ und $pK_B$ -Wert .....	89
4.4	pH-Wert wässriger Lösungen von starken und schwachen Säuren und Basen .....	91
	Stichwortverzeichnis .....	93

**Autoren:** Birgit Schulze, Thomas Gerl

# Vorwort

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

dieses handliche Buch bietet Ihnen einen systematischen **Leitfaden** zu allen Lehrplaninhalten, die Sie im Chemie-Abitur in Hessen benötigen. Durch seinen klar strukturierten Aufbau eignet sich der Band besonders zur Auffrischung und Wiederholung des Prüfungsstoffs kurz vor dem Abitur bzw. als Ergänzung während der intensiven Vorbereitung auf die Prüfung.

- Zu Beginn jedes Kapitels finden Sie für das Stoffgebiet wichtige **Schlagsätze**.
-  Passgenaue **Beispiele** sind durch eine Glühbirne gekennzeichnet und veranschaulichen die Theorie.
- Wichtige **Regeln, Tipps** und **Berechnungsformeln** sind in einem grauen Kasten aufgeführt.
- Nur für den **Leistungskurs** relevante Inhalte sind durch eine Linie am linken Seitenrand gekennzeichnet.
-  Anschauliche **Übersichten** fassen ausgewählte Themen grafisch oder tabellarisch zusammen.
- Das **Stichwortverzeichnis** führt schnell und treffsicher zum gesuchten Lernstoff.

Viel Erfolg bei der Abiturprüfung!



Birgit Schulze



Thomas Gerl

Ausführliche Erläuterungen sowie viele Übungsaufgaben finden Sie in unseren Abitur-Trainingsbänden mit Lernvideos:

- **Abitur-Training Chemie 1** (Bestell-Nr. 947418V)
- **Abitur-Training Chemie 2** (Bestell-Nr. 947428V)

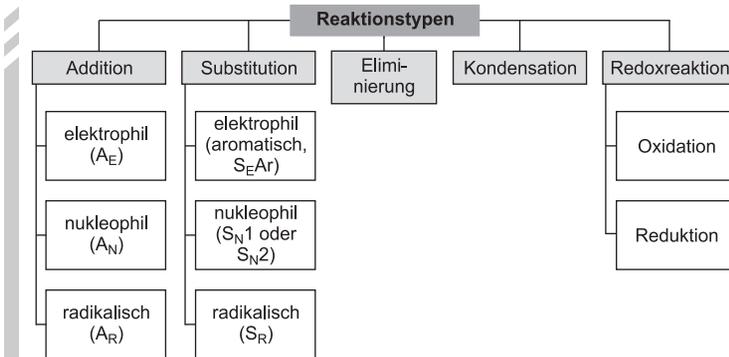
Die offiziellen Prüfungsaufgaben der letzten Jahre mit Lösungen und vielen nützlichen Hinweisen zu Ablauf und Anforderungen des Zentralabiturs enthält der Band **Abiturprüfung Chemie Hessen** (Bestell-Nr. 65731).



# Reaktionstypen und Reaktionsmechanismen

## Schon gewusst?

- ❶ Bei der Addition werden zwei Moleküle aneinander angelagert.
- ❷ Bei der Substitution wird ein(e) Atom/Atomgruppe ausgetauscht.
- ❸ Bei der Eliminierung wird ein(e) Atom/Atomgruppe abgespalten.
- ❹ Bei der Kondensation verbinden sich zwei Moleküle unter Abspaltung einer niedermolekularen Verbindung.
- ❺ Bei der Redoxreaktion werden zwischen den Reaktanden Elektronen ausgetauscht.



Die verschiedenen Reaktionstypen können z.B. anhand der Art des angreifenden Teilchens unterschieden werden:

- **Elektrophil:** Teilchen mit einem Elektronenmangel (positiv geladen oder Lewis-Säure)
- **Nukleophil:** Teilchen mit mindestens einem freien Elektronenpaar oder einer Mehrfachbindung
- **Radikal:** Teilchen mit mindestens einem ungepaarten Elektron

Der detaillierte Ablauf einer chemischen Reaktion (mit allen Teilschritten sowie Strukturen der Übergangszustände) wird als Reaktionsmechanismus bezeichnet.

# 1 Additionsreaktionen

Bei Additionsreaktionen werden mindestens zwei Moleküle vereinigt und dabei eine oder zwei **Mehrfachbindungen** aufgespalten. Eine typische Additionsreaktion stellt die Anlagerung von Wasserstoff-Atomen an die  $\pi$ -Bindung der ungesättigten Kohlenwasserstoffe (**Hydrierung**) dar. Die **Geschwindigkeit** einer Additionsreaktion ist abhängig von der Ladungsdichte an der Mehrfachbindung (I-Effekt). Additionen stellen die **Umkehrung der Eliminierung** dar.

## 1.1 Elektrophile Addition

Typische Edukte	Elektrophile	Typische Additionen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ungesättigter Kohlenwasserstoff</li> <li>• Carbonsäurederivat</li> <li>• Aldehyd oder Keton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Halogene</li> <li>• Wasserstoffchlorid</li> <li>• Schwefeltrioxid und Schwefelsäure</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Halogenierung</li> <li>• Hydrohalogenierung</li> <li>• Hydratisierung</li> <li>• Sulfonierung</li> </ul>

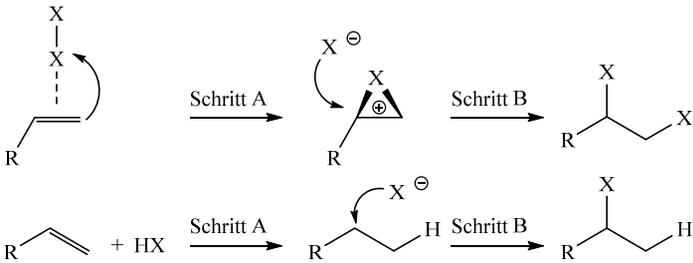
Die elektrophile Addition verläuft in zwei Schritten:

**Schritt A:** Das elektrophile Teilchen wird durch die hohe Elektronendichte der Mehrfachbindung polarisiert ( $\pi$ -Komplex) und dann heterolytisch gespalten. Das entstandene Kation lagert sich an die Mehrfachbindung an.

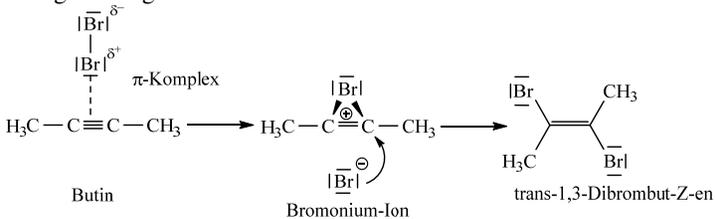
- Bei der Addition von **Halogenen** ( $X-X$ ) bildet sich ein positiv geladener cyclischer Übergangszustand (sehr kurzlebiger  $\sigma$ -Komplex).
- Bei der Addition von **Halogenwasserstoff** ( $H-X$ ) dagegen bildet sich ein positiv geladenes sowie mesomeriestabilisiertes Carbo-Kation als Zwischenstufe.

**Schritt B:** Das nukleophile Anion wird an das positiv geladene C-Atom addiert.

- Bei der Addition von **Halogenen** kommt es dabei zum rückseitigen Angriff.
- Bei der Addition von **Halogenwasserstoffen** sind theoretisch 2 Produkte möglich, meist wird das Proton im Schritt A jedoch an das „wasserstoffreichere“ C-Atom addiert (MARKOWNIKOW-Regel).



### Halogenierung von Alkinen



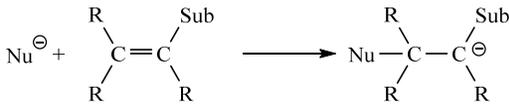
**Hinweis:** Das Dihalogenalkan kann weiter zum entsprechenden Tetrahalogenalkan reagieren.

## 1.2 Nukleophile Addition

Typische Edukte	Elektrophile	Typische Additionen
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ungesättigter Kohlenwasserstoff</li> <li>• konjugierte C-C-Mehrfachbindung</li> <li>• C-X-Mehrfachbindung (Aldehyde, Ketone)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ammoniak</li> <li>• Amine</li> <li>• Cyanwasserstoff</li> <li>• Hydroxylamin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydratisierung</li> <li>• Acetalbildung</li> <li>• Halbaminbildung</li> <li>• Enaminbildung</li> </ul>

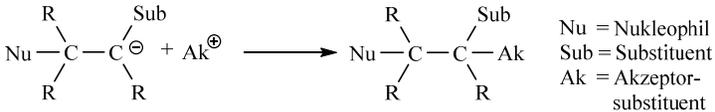
Die nukleophile Addition verläuft in zwei Schritten:

**Schritt A:** Das Nukleophil greift am stark polarisierten Kohlenstoff-Atom an (elektronegative Substituenten setzen durch  $-I/-M$ -Effekt die Elektronendichte der Mehrfachbindung an einem Ende herab). Es bildet sich ein negativ geladenes Carb-Anion.



**Hinweis:** Es gibt primäre, sekundäre und tertiäre Carb-Anionen (negativ geladenes Kohlenstoff-Atom mit einem oder mehreren gebundenen Alkylresten). Die Stabilität nimmt in dieser Reihenfolge ab.

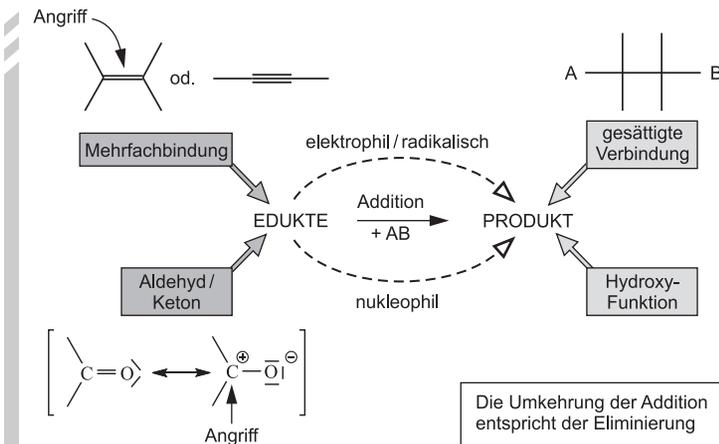
**Schritt B:** Das Carb-Anion reagiert mit dem Elektronenakzeptor.



### 1.3 Radikalische Addition

Ein Molekül mit einer C=C-Doppelbindung addiert Atome/Atomgruppen in einer Kettenreaktion. Dafür werden Initiatoren wie Peroxide, Licht oder hohe Temperaturen benötigt. Der Mechanismus verläuft analog zu dem der radikalischen Substitution (siehe S. 36).

### 1.4 Zusammenfassung der Additionsreaktionen





© **STARK Verlag**

[www.stark-verlag.de](http://www.stark-verlag.de)  
[info@stark-verlag.de](mailto:info@stark-verlag.de)

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH  
ist urheberrechtlich international geschützt.  
Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung  
des Rechteinhabers in irgendeiner Form  
verwertet werden.

**STARK**



© **STARK Verlag**

[www.stark-verlag.de](http://www.stark-verlag.de)  
[info@stark-verlag.de](mailto:info@stark-verlag.de)

Der Datenbestand der STARK Verlag GmbH ist urheberrechtlich international geschützt. Kein Teil dieser Daten darf ohne Zustimmung des Rechteinhabers in irgendeiner Form verwertet werden.

**STARK**