

2021

# Abitur

Original-Prüfungen  
mit Lösungen

**MEHR  
ERFAHREN**

Sachsen

Chemie

ActiveBook  
Interaktives  
Training

Original-Prüfungsaufgaben  
**2020** zum Download



**STARK**

# Inhalt

Vorwort  
Stichwortverzeichnis

## Hinweise und Tipps für das Zentralabitur im Fach Chemie

---

1	Hinweise zur Nutzung dieses Buches . . . . .	I
2	Inhaltliche Einschränkungen für die Prüfung wegen des Coronavirus . . . . .	I
3	Tipps zum Ablauf der schriftlichen Prüfung . . . . .	II
4	Die Anforderungsbereiche in den Prüfungsaufgaben . . . . .	IV
<b>Anhang</b>		VIII

## Grundkurs Abiturprüfung 2013

---

Aufgabe A:	Edelmetalle, Silber, Kupfer, Zink . . . . .	G 2013-1
Aufgabe B:	Schwefelsäure, Ammoniumnitrat, Estergleichgewicht, organische Säuren . . . . .	G 2013-1
Aufgabe C 1:	Hirschhornsalz . . . . .	G 2013-2
Aufgabe C 2:	Identifizierung verschiedener Stoffproben . . . . .	G 2013-3

## Leistungskurs Abiturprüfung 2013

---

Aufgabe A:	Redoxreaktionen, Aminosäuren, Elektronenkonfiguration . . . . .	2013-1
Aufgabe B:	Chlor, Chloramine, Gleichgewicht, Titration, Milchsäure, Farbigkeit, Elektrolyse . . . . .	2013-2
Aufgabe C 1:	Natriumhydroxid, Kalorimetrie . . . . .	2013-4
Aufgabe C 2:	Oral Rehydration Salt (ORS) . . . . .	2013-5

## Grundkurs Abiturprüfung 2014

---

Aufgabe A:	Kohlenstoffverbindungen . . . . .	G 2014-1
Aufgabe B:	Stickoxide, schweflige Säure, Verbrennungsenthalpie, chemisches Gleichgewicht, Elektrolyse, Ester . . . . .	G 2014-1
Aufgabe C 1:	Identifizieren organischer Stoffe, Sulfite . . . . .	G 2014-3
Aufgabe C 2:	Herstellung und Reaktionen von Kohlenstoff . . . . .	G 2014-3

## Leistungskurs Abiturprüfung 2014

---

Aufgabe A:	Organische Säuren . . . . .	2014-1
Aufgabe B:	Kupferverbindungen . . . . .	2014-1
Aufgabe C 1:	Magnesiumsulfat und Magnesiumcarbonat . . . . .	2014-3
Aufgabe C 2:	Maltose und Saccharose . . . . .	2014-4

*Fortsetzung siehe nächste Seite*

## **Grundkurs Abiturprüfung 2015**

Aufgabe A:	Halogenchemie . . . . .	G 2015-1
Aufgabe B:	Essigsäure, Ester, Galvanische Zellen . . . . .	G 2015-1
Aufgabe C 1:	Identifizieren von Stoffen, Petrischalenexperimente . . . . .	G 2015-3
Aufgabe C 2:	Ammoniumchlorid . . . . .	G 2015-3

## **Leistungskurs Abiturprüfung 2015**

Aufgabe A:	Milchsäure, Reaktionen mit Eisenverbindungen . . . . .	2015-1
Aufgabe B:	Stickstoffverbindungen . . . . .	2015-2
Aufgabe C 1:	Identifizieren von Stoffen . . . . .	2015-4
Aufgabe C 2:	Redoxtitration . . . . .	2015-4

## **Grundkurs Abiturprüfung 2016**

Aufgabe A:	Schwefel und seine Verbindungen . . . . .	G 2016-1
Aufgabe B:	Lithium- und Chlorverbindungen . . . . .	G 2016-2
Aufgabe C 1:	Zusammensetzung von Gummibärchen . . . . .	G 2016-4
Aufgabe C 2:	Harnstoff . . . . .	G 2016-4

## **Leistungskurs Abiturprüfung 2016**

Aufgabe A:	Allgemeine Chemie, Molybdän- und Molybdän-verbindungen . . . . .	2016-1
Aufgabe B:	Asparaginsäure, Phosgen, Silber, Natriumhydrogensulfat, Indigo . . . . .	2016-2
Aufgabe C 1:	Salicylsäure und Acetylsalicylsäure . . . . .	2016-4
Aufgabe C 2:	Reaktionen von Silbernitrat- mit Kaliumiodidlösungen . . . . .	2016-4

## **Grundkurs Abiturprüfung 2017**

Aufgabe A:	Eisen, chemisches Gleichgewicht, Ester . . . . .	G 2017-1
Aufgabe B:	Aluminium, BOUDOUARD-Gleichgewicht, Säure-Base-Theorie, Polymere . . . . .	G 2017-1
Aufgabe C 1:	Reaktion und Nachweise mit BULLRICH-Salz . . . . .	G 2017-3
Aufgabe C 2:	Metalle und ihre Reaktionen . . . . .	G 2017-3

## **Leistungskurs Abiturprüfung 2017**

Aufgabe A:	Silicium und Siliciumverbindungen . . . . .	2017-1
Aufgabe B:	Chemisches Gleichgewicht; Lösungsvorgänge; Säure-Base-Reaktionen, Farbstoffe . . . . .	2017-1
Aufgabe C 1:	Analyse einer Natriumacetatlösung . . . . .	2017-2
Aufgabe C 2:	Wirkung von Entfärbern . . . . .	2017-3

## **Grundkurs Abiturprüfung 2018**

Aufgabe A:	Stickstoffverbindungen . . . . .	G 2018-1
Aufgabe B:	Selenverbindungen, Galvanische Elemente . . . . .	G 2018-2
Aufgabe C 1:	Isotonische Getränke . . . . .	G 2018-3
Aufgabe C 2:	Struktur einer organischen Verbindung . . . . .	G 2018-4

## **Leistungskurs Abiturprüfung 2018**

Aufgabe A:	Chrom und seine Verbindungen . . . . .	2018-1
Aufgabe B:	Allgemeine Chemie . . . . .	2018-2
Aufgabe C 1:	Ammoniumchlorid . . . . .	2018-4
Aufgabe C 2:	Ascorbinsäure (Vitamin C) . . . . .	2018-4

## **Grundkurs Abiturprüfung 2019**

Aufgabe A:	Modellvorstellungen und Eigenschaften	.....	G 2019-1
Aufgabe B:	Stoffe und chemische Reaktionen	.....	G 2019-2
Aufgabe C 1:	Ammoniumsalze	.....	G 2019-3
Aufgabe C 2:	Redox- und Fällungsreaktionen	.....	G 2019-4

## **Leistungskurs Abiturprüfung 2019**

Aufgabe A:	Aromatische Verbindungen	.....	2019-1
Aufgabe B:	Chemie und Mobilität	.....	2019-2
Aufgabe C 1:	Identifizieren anorganischer Verbindungen	.....	2019-4
Aufgabe C 2:	Konduktometrische Fällungstitration	.....	2019-4

## **Grundkurs und Leistungskurs Abiturprüfung 2020**

Alle Aufgaben ..... [www.stark-verlag.de/mystark](http://www.stark-verlag.de/mystark)

Das Corona-Virus hat im vergangenen Schuljahr auch die Prüfungsabläufe durcheinandergebracht und manches verzögert. Daher sind die Aufgaben und Lösungen zur Prüfung 2020 in diesem Jahr nicht im Buch abgedruckt, sondern erscheinen in digitaler Form. Sobald die Original-Prüfungsaufgaben 2020 zur Veröffentlichung freigegeben sind, können Sie sie als PDF auf der Plattform MyStark herunterladen.

## **Lösungen der Aufgaben:**

Claas Riedel und Steffen Schäfer

# Vorwort

Liebe Schülerinnen und Schüler,

das vorliegende Buch bietet Ihnen die Möglichkeit, sich optimal auf die schriftliche Abiturprüfung im Fach Chemie vorzubereiten.

Im Abschnitt „**Hinweise und Tipps für das Zentralabitur im Fach Chemie**“ bieten wir Ihnen ausführliche Hinweise zum **Ablauf und den Anforderungen der schriftlichen Prüfung** in Sachsen. Zusätzlich werden die Anforderungsbereiche der Abiturprüfung genau erläutert und die Unterteilung der Prüfungsaufgaben in Reproduktions-, Transfer- und problemlösende Aufgaben an Beispielen erklärt.

Das Buch enthält die Aufgaben des sächsischen Zentralabiturs für den Grund- und den Leistungskurs der **Jahrgänge 2013 – 2020**. Sobald die **Abschlussprüfungen 2020** des LK und des GK zur Veröffentlichung freigegeben sind, können sie auf der Plattform MyStark heruntergeladen werden.

Zu allen Abituraufgaben bieten wir Ihnen von unseren Autoren erstellte **ausführliche, kommentierte Lösungsvorschläge**, z. T. mit Tipps und Hinweisen zur Lösungsstrategie, die eine effektive Vorbereitung auf die Prüfung ermöglichen.

Lernen Sie gerne am **PC** oder **Tablet**? Nutzen Sie das **ActiveBook**, um mithilfe von interaktiven Aufgaben Ihr chemisches Fachwissen effektiv zu trainieren (vgl. Farbseiten zu Beginn des Buches).



Sollten nach Erscheinen dieses Bandes noch wichtige Änderungen in der Abitur-Prüfung 2021 vom Kultusministerium bekannt gegeben werden, sind aktuelle Informationen dazu online auf der Plattform MyStark abrufbar.

Viel Erfolg wünschen Ihnen Verlag und Autoren!



- Auswertung von Diagrammen, Tabellen und Experimenten,
- Deutung von Graphen und Versuchsergebnissen,
- Entwicklung von Hypothesen und
- Einordnung von Sachverhalten in größere Zusammenhänge.

### Bearbeitung der praktischen Aufgaben

Lesen Sie sich vor der Durchführung der Experimente die Versuchsanleitung vollständig und genau durch. Überlegen Sie, welche Geräte und Chemikalien benötigt werden und fordern Sie diese bei der Aufsicht führenden Lehrkraft an. Achten Sie dabei auf die Hinweise zu den Gefahrstoffen. Notieren Sie sich während der Durchführung des Experiments alle Beobachtungen auf Konzeptpapier. Sind die Beobachtungen nicht eindeutig, dann wiederholen Sie das Experiment. Beziehen Sie in die Auswertung von quantitativen Experimenten eine Fehlerbetrachtung ein.

## 4 Die Anforderungsbereiche in den Prüfungsaufgaben

---

Die Prüfungsaufgaben im Fach Chemie kann man drei **Anforderungsbereichen** zuordnen, die ein unterschiedliches Maß an Selbstständigkeit und Abstraktionsvermögen bei der Bearbeitung erfordern. Alle drei Bereiche werden in Abfragen, Tests und Klausuren sowie den Abituraufgaben berücksichtigt. Bei diesen Anforderungsbereichen handelt es sich um

- die reine Wiedergabe erlernten Unterrichtsstoffes („Reproduktion“).
- die Übertragung des Gelernten auf vergleichbare, aber neue Zusammenhänge („Reorganisation“ und „Transfer“).
- „problemlösendes Denken“ mit Beurteilung und Bewertung eines unbekannten Sachverhaltes.

Nicht immer lassen sich die drei Anforderungsbereiche scharf gegeneinander abgrenzen. Auch kann die zur Beantwortung einer Prüfungsaufgabe erforderliche Leistung nicht in jedem Fall eindeutig einem bestimmten Bereich zugeordnet werden. Trotzdem ist es für Sie hilfreich, diese Anforderungsbereiche zu kennen, da Sie hierdurch leichter nachvollziehen können, wie die Verteilung der Bewertungseinheiten und die unterschiedliche Gewichtung der (Teil-)Aufgaben zustande kommt.

Vor jeder Prüfung sollten Sie sich Gedanken über die in Fragen immer wieder gebrauchten Formulierungen („Schlüsselbegriffe“, „Signalwörter“) machen. Diese Begriffe haben auffordernden Charakter. Im Folgenden wird erläutert, welche Begriffe dies sind und welche Erwartungen damit verbunden sind.

### Anforderungsbereich I: Inhalte und Fakten reproduzieren

Von **Reproduktion** spricht man, wenn erlerntes Wissen wiedergegeben oder eine erworbene Fertigkeit in einem bekannten Zusammenhang gezeigt werden soll. Dabei kann es sich um einen theoretischen Sachverhalt oder um ein im Praktikum eingeübtes Vorgehen handeln.

Schätzen Sie die Bedeutung des „nur“ Gelernten nicht gering ein. Dieses Grundlagenwissen ist die Basis für die Lösung von Aufgaben, die den beiden im Folgenden dargestellten Anforderungsbereichen zuzuordnen sind.

Die Formulierung einer (Teil-)Aufgabe mit dem Begriff „nennen“ kann Ihnen zeigen, dass eine Aufzählung der Fakten ohne weitere Erläuterungen verlangt ist. Auch der Begriff „beschreiben“ verlangt oft die Reproduktion des Erlernten, allerdings mit einer detaillierteren Darstellung von Zusammenhängen und Prinzipien.

Die folgende Tabelle fasst Schlüsselbegriffe zusammen, die häufig verwendet werden, wenn die Reproduktion erlernten Wissens verlangt ist:

Schlüsselbegriff	Bedeutung	Beispiel
nennen, aufzählen	Elemente, Sachverhalte, Begriffe, Daten ohne nähere Erläuterungen aufzählen	Nennen Sie drei Beispiele für Säure-Base-Indikatoren.
angeben (bei Berechnungen)	Ergebnis nennen, ohne den Lösungsweg angeben zu müssen	Geben Sie den pH-Wert einer 0,1 molaren Eisen(III)-chloridlösung an.
bezeichnen, benennen, beschriften	Bestandteile chemischer Apparaturen, Gleichungen oder Reaktionsmechanismen angeben und durch Zeichen kennlich machen	Benennen Sie die an der Reaktion beteiligten organischen Verbindungen.
beschreiben	Strukturen, Sachverhalte oder Zusammenhänge angeben	Beschreiben Sie Ihr experimentelles Vorgehen.
darstellen	Sachverhalte, Zusammenhänge, Methoden und Bezüge in angemessenen Kommunikationsformen strukturiert wiedergeben	Stellen Sie anhand einer beschrifteten Skizze dar, wie sich der pH-Wert in Abhängigkeit von der Menge der zugetropften Lösung ändert.
definieren	einen Begriff durch Angabe seiner wesentlichen Merkmale eindeutig bestimmen	Definieren Sie die Begriffe „pH-Wert“ und „ $K_S$ -Wert“.

Tab. 1: Häufig verwendete Schlüsselbegriffe des Anforderungsbereiches I „Reproduktion“

## Anforderungsbereich II:

### Zusammenhänge und Strukturen erkennen und darstellen

Höhere Anforderungen als die der reinen Reproduktion stellt eine Prüfungsaufgabe, die **Reorganisation** bzw. eine **Transferleistung** von Ihnen verlangt. In der Regel geht damit auch eine höhere Bewertung einher. Eine Prüfungsaufgabe ist dieser zweiten Anforderungsebene zuzuordnen, wenn ein bekannter Sachverhalt, etwa das typische Reaktionsverhalten einer Verbindungsklasse, auf andere chemische Verbindungen übertragen („transferiert“), richtig benannt und in diesen neuen Zusammenhang ein- und zugeordnet („reorganisiert“) werden soll. Auch die selbstständige Übertragung („Verbalisierung“) von Grafiken oder Versuchsaufbauten in die korrekte Fachsprache gehört zu diesem Anforderungsbereich.

Begriffe wie „erklären“ oder „erläutern“ können Aufgabenstellungen signalisieren, die von Ihnen dieses Maß an Abstraktionsfähigkeit und Selbstständigkeit bei der Beantwortung der Frage verlangen. Auch wenn es die weitere Aufgabenstellung nicht explizit verlangt, Reaktionsgleichungen zu formulieren, so sollte man bei der Aufgabenstellung „Erläutern Sie ...“ Reaktionsgleichungen mit einbeziehen, die mit dem Problem in der Aufgabenstellung in Zusammenhang stehen.

Weitere Signalwörter hierfür sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Schlüsselbegriff	Bedeutung	Beispiel
begründen	Sachverhalte auf Regeln, Gesetzmäßigkeiten bzw. kausale Zusammenhänge zurückführen	Begründen Sie den höheren pH-Wert einer 1 molaren Essigsäurelösung im Vergleich zu 1 molarer Salzsäure.



**Grundkurs Chemie (Sachsen)**  
**Abiturprüfung 2017**

BE

---

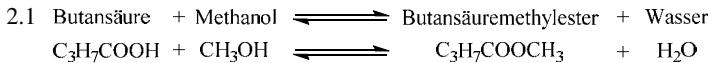
### Aufgabe A

- 1 Eisen ist eines der ältesten Gebrauchsmetalle.
- 1.1 Begründen Sie anhand der Elektronenkonfiguration des Eisenatoms die Stellung dieses Elements im Periodensystem der Elemente. 4
- 1.2 Nennen und beschreiben Sie die chemische Bindung im Eisen. 2
- 1.3 Leiten Sie aus dem Bau zwei charakteristische Eigenschaften ab. 2
- 2 Natürliche Aromastoffe enthalten viele Fruchterster.
- 2.1 Die Bildung von Butansäuremethylester ist eine Gleichgewichtsreaktion. Entwickeln Sie die Reaktionsgleichung. 1
- 2.2 Veranschaulichen Sie den Reaktionsverlauf einer Gleichgewichtsreaktion in einem Konzentrations-Zeit-Diagramm.  
Leiten Sie ein Merkmal des Gleichgewichtszustands daraus ab. 3
- 3 Ein Ausgangsstoff zur Herstellung des unter 2.1 genannten Esters ist Butansäure.
- 3.1 Entwickeln Sie für eine weitere typische Reaktion der Butansäure die Reaktionsgleichung. 1
- 3.2 Begründen Sie die unterschiedlichen Siedetemperaturen von Butansäure und Methanol. 2
- 

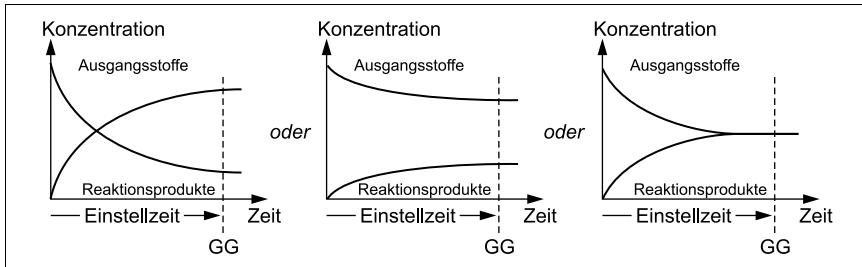
### Aufgabe B

- 1 Aluminium findet im Fahrzeug- und Flugzeugbau vielseitige Verwendung. Die Herstellung von Aluminium erfolgt aus Aluminiumoxid durch Schmelzflusselektrolyse.
- 1.1 Berechnen Sie den Massenanteil von Aluminium im Aluminiumoxid. 2
- 1.2 Die Reaktionen bei der Schmelzflusselektrolyse können vereinfacht durch folgende Reaktionsgleichungen beschrieben werden:
- (1)  $\text{Al}^{3+} + 3\text{e}^- \rightleftharpoons \text{Al}$
- (2)  $2\text{O}^{2-} \rightleftharpoons \text{O}_2 + 4\text{e}^-$
- Ordnen Sie den Teilreaktionen die Begriffe Kathodenreaktion und Anodenreaktion zu. Entwickeln Sie die Gesamtgleichung aus den Teigleichungen. 2
- 1.3 Berechnen Sie die Masse an Aluminium, die pro Tag in einer Elektrolysezelle abgeschieden wird. Die Schmelzflusselektrolyse wird mit einer Stromstärke  $I = 150 \text{ kA}$  durchgeführt. 2
- 1.4 Bei den hohen Temperaturen in der Elektrolysezelle reagiert Sauerstoff mit den Kohleelektroden zu Kohlenstoffdioxid und Kohlenstoffmonoxid. Diese Gase müssen abgesaugt werden und dürfen nicht in die Umwelt abgegeben werden.  
Begründen Sie diese Maßnahme. 2
-





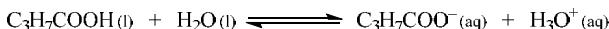
- 2.2 Für die Veranschaulichung des Verlaufs von Gleichgewichtsreaktionen in einem Konzentrations-Zeit-Diagramm sind drei Zustände möglich, die die unterschiedlichen Verhältnisse von Ausgangsstoffen und Reaktionsprodukten im Gleichgewicht darstellen. Eine Möglichkeit dieser Abbildungen sollte für die Lösung der Aufgabe gewählt werden.



Das Erreichen des chemischen Gleichgewichtszustandes (GG) einer Reaktion ist an der sich nicht mehr ändernden Konzentrationen der beteiligten Stoffe erkennbar ( $\Delta c = 0$ ). Im Konzentrations-Zeit-Diagramm ist dies am annähernd **waagerechten Kurvenverlauf** der Stoffkonzentrationen erkennbar.

- 3.1 Eine typische Reaktion von Butansäure ist die saure Reaktion in Wasser, wobei eine Protolyse stattfindet.

Säure-Base-Reaktion (**Protolyse**) von Butansäure:



- 3.2 Für den Vergleich der Siedetemperaturen der organischen Stoffe Methanol und Butansäure spielen die Molekülgroßen und Molekülmassen eine große Rolle. Sie beeinflussen die Anziehungskräfte zwischen den Teilchen der Flüssigkeit untereinander und bestimmen die Siedetemperatur, bei der diese Kräfte überwunden werden.

Methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) besitzt eine geringere Siedetemperatur als Butansäure ( $\text{C}_3\text{H}_7\text{COOH}$ ). Die geringere Molekülmasse sowie die kleinere Molekülgroße von Methanol bedingen eine kleineren Einfluss der Wechselwirkungen (**VAN-DER-WAALS-KRÄFTE**) der Teilchen in der Flüssigkeit. Damit wechseln die Methanol-Moleküle bereits bei niedrigeren Temperaturen in den gasförmigen Aggregatzustand als Butansäure-Moleküle, die erst bei höheren Temperaturen die zwischenmolekularen Anziehungskräfte überwinden können.

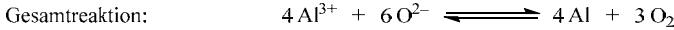
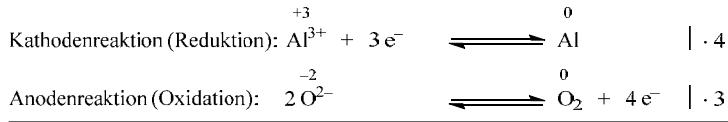
## Aufgabe B

- 1.1 Der Massenanteil ist der Anteil eines Elementes in einer Verbindung und wird im Verhältnis der Elemente zueinander durch die chemische Formel ausgedrückt. Aluminiumoxid hat die Summenformel  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . In einem Mol Aluminiumoxid sind also zwei Mol Aluminium enthalten.

$$\omega(\text{Al}) = \frac{2 M(\text{Al})}{M(\text{Al}_2\text{O}_3)} = \frac{2 \cdot 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}}{102 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}} = 0,529 \approx 0,53 \text{ bzw. } \approx 53\%$$

Im Aluminiumoxid sind rund 53 % Aluminium enthalten.

- 1.2 Bei der Elektrolyse findet an der Kathode eine Elektronenaufnahme (Reduktion), an der Anode eine Elektronenabgabe (Oxidation) statt.



- 1.3 Die abgeschiedene Masse bzw. umgesetzte Stoffmenge einer Elektrolyse lässt sich mithilfe einer abgeleiteten Gleichung aus den **FARADAY'schen Gesetzen** berechnen.

$$I \cdot t = F \cdot z \cdot n; \quad z = 3$$

$$n_{\text{Al}} = \frac{I \cdot t}{F \cdot z} = \frac{150000 \text{ A} \cdot 86400 \text{ s}}{96485 \text{ As} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot 3} = 44773,8 \text{ mol}$$

$$m_{\text{Al}} = n_{\text{Al}} \cdot M_{\text{Al}} = 44773,8 \text{ mol} \cdot 27 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} = 1208892,6 \text{ g} \approx 1,2 \text{ t}$$

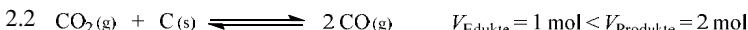
Rund 1,2 t Aluminium können an einem Tag bei einer Schmelzflusselektrolyse aus Aluminiumoxid mit einer Stromstärke von 150 kA abgeschieden werden.

- 1.4 Kohlenstoffmonooxid (CO) ist giftig, während Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) erstickend wirkt und ein Treibhausgas ist. Deshalb dürfen diese Gase nicht in die Umwelt gelangen.

- 2.1 Mit der Gleichgewichtskonstante  $K_c$  wird das Verhältnis von Produkten zu Edukten beschrieben. Je größer  $K_c$  ist, desto mehr liegt das Gleichgewicht auf der Seite der Produkte. Nach dem Prinzip von LE CHATELIER und BRAUN lässt sich die Ausbeute mithilfe des „Prinzips vom kleinsten Zwang“ über die Temperatur bzw. den Druck bei chemischen Reaktionen im Gleichgewicht beeinflussen.

Aus der Tabelle lässt sich ableiten, dass die Gleichgewichtskonstante  $K_c$  für die Reaktion bei 500 K deutlich kleiner als die entsprechende Konstante für die Reaktion bei 1 100 K ist:  $K_c$  (bei 500 K) <  $K_c$  (bei 1 100 K).

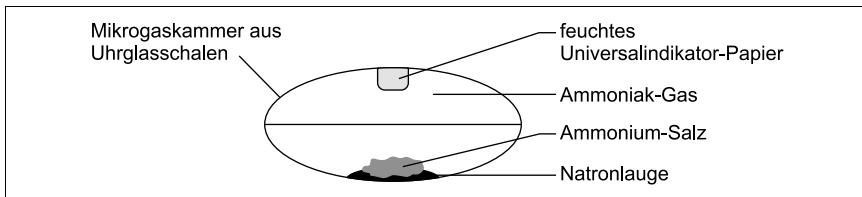
Das chemische Gleichgewicht bei 1 100 K liegt also auf der Seite von Kohlenstoffmonooxid. Im BOUDOUARD-Gleichgewicht muss die Bildung von Kohlenstoffmonooxid deshalb **endotherm** sein, da Reaktionen mit Wärmebedarf bei höheren Temperaturen besser ablaufen.



Bei der Bildung von Kohlenstoffmonooxid im BOUDOUARD-Gleichgewicht kommt es zur Volumenzunahme der reagierenden Gase, deshalb ist die Hinreaktion im Gleichgewicht durch Drucksenkung bzw. umgekehrt die Rückreaktion durch Druckerhöhung begünstigt.

- 3.1 Ammonium-Ionen lassen sich indirekt als Ammoniak-Gas nachweisen, das dann alkalisch mit einem Säure-Base-Indikator reagiert.

### Versuchsaufbau:



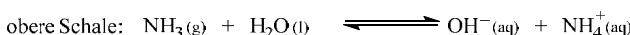
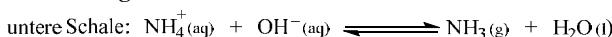
### Durchführung:

Etwas Ammonium-Salz wird in die untere Uhrglasschale gegeben und Natronlauge zuge tropft. In der oberen Uhrglasschale wird ein feuchter Universalindikator-Papierstreifen angebracht. Durch Aufsetzen der oberen auf die untere Uhrglasschale wird die Mikrogaskammer geschlossen.

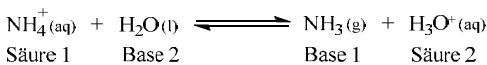
### Beobachtung:

Es ist eine Gasentwicklung am Ammonium-Salz beobachtbar. Das Indikator-Papier färbt sich blau. Beim Öffnen der Schalen tritt ein stechender Ammoniak-Geruch auf.

### Auswertung:



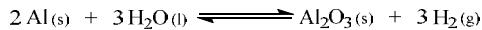
- 3.2 Nach der Säure-Base-Theorie von BRÖNSTED ist eine Säure ein Protonenspender (Protонendonator) und eine Base ein Protonenempfänger (Protоненакzeptор).



Säure-Base-Reaktionen nach BRÖNSTED sind durch **Protonenübergange** gekennzeichnet. In der gegebenen Reaktion findet ein Protonenübergang vom Ammonium-Ion zum Wasser-Molekül statt. Ammonium-Ionen geben Protonen ab und reagieren als Säure; sie sind also **Protонendonatoren**. Wasser-Moleküle nehmen Protonen auf und reagieren als Base. Sie fungieren in dieser Reaktion als **Protоненакzeptoren**.

- 4.1 Die molare Standardreaktionsenthalpie  $\Delta_R H_m$  ist als Differenz der Bildungsenthalpien der Reaktionsprodukte und der Bildungsenthalpien der Ausgangsstoffe definiert: Dabei betragen die Bildungsenthalpien für Elemente null.

$$\Delta_R H_m = \sum [v(Rp) \cdot \Delta_f H_m(Rp)] - \sum [v(AS) \cdot \Delta_f H_m(AS)]$$



$$\begin{aligned} \Delta_R H &= \Delta_f H(\text{Al}_2\text{O}_3) + 3 \Delta_f H(\text{H}_2) - 2 \Delta_f H(\text{Al}) - 3 \Delta_f H(\text{H}_2\text{O}) \\ &= ((-1676) + 3 \cdot 0 - 2 \cdot 0 - 3 \cdot (-286)) \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \\ &= -818 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1} \end{aligned}$$

Die molare Reaktionsenthalpie für das Elokal-Verfahren beträgt  $-818 \text{ kJ} \cdot \text{mol}^{-1}$ , die Reaktion ist somit **exotherm**. Damit sich eine hochwertige, schützende Oxidschicht ausbildet.



© **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**