

# **Clara-Schumann-Gymnasium Gymnasium der Stadt Bonn für Jungen und Mädchen**

## **Interner Lehrplan Chemie**

### **Sekundarstufe II**

#### **Qualifikationsphase (Q1)**

- **Grundkurs (GK)**
- **Leistungskurs (LK)**

**Allgemeine Hinweise:**

Dieser Lehrplan versteht sich als „WORK IN PROGRESS“ und soll besonders in der Anfangszeit regelmäßig überprüft werden.

Alle Kolleginnen und Kollegen des Fachbereichs Chemie evaluieren die Praktikabilität des Plans. Mittels eines kollegialen Erfahrungsaustausches soll das Curriculum optimiert werden.

In jeder Stufe wird am Anfang eines jeden Halbjahres eine Sicherheitsüberprüfung durchgeführt, die sich an den Richtlinien zur Sicherheit im Unterricht an allgemeinbildenden Schulen in Nordrhein-Westfalen (RISUNRW) orientiert.

**Hinweise zum Buch:**

Buch für die Qualifikationsphase: Elemente Chemie 2 – Gesamtband, Verlag: Klett

**Hinweise zu den angegebenen Stundenzahlen:**

Für das Curriculum wurde von einem Gesamtstundenkontingent von 35 Schulwochen/Schuljahr ausgegangen. Die Reduzierung um 5 Schulwochen (gegenüber der rechnerischen Gesamtwochenzahl von 40 Wochen) berücksichtigt in angemessener Weise die Schulrealität (u.a. Wanderfahrten, Projektstage, u.Ä.). Bezogen auf **Dreistündigkeit/Woche im Grundkurs** bedeutet dies 105 Stunden/Jahr, bezogen auf **Fünfstündigkeit/Woche im Leistungskurs** bedeutet dies 175 Stunden/Jahr. Die für Unterrichtsreihen angegebenen Stundenzahlen verstehen sich als Richtwerte. Abweichungen davon liegen im Ermessen der Lehrkraft.

**Hinweis zu den Entscheidungen zum Unterricht:**

Die nachfolgend dargestellte Umsetzung der verbindlichen Kompetenzerwartungen des Kernlehrplans findet auf zwei Ebenen statt. Das Übersichtsraaster gibt den Lehrkräften einen raschen Überblick über die laut Fachkonferenz verbindlichen Unterrichtsvorhaben pro Schuljahr. In dem Raster sind außer dem Thema des jeweiligen Vorhabens das schwerpunktmäßig damit verknüpfte Inhaltsfeld bzw. die Inhaltsfelder, inhaltliche Schwerpunkte des Vorhabens sowie Schwerpunktkompetenzen ausgewiesen. Die Konkretisierung von Unterrichtsvorhaben führt weitere Kompetenzerwartungen auf und verdeutlicht vorhabenbezogene Absprachen, z.B. zur Festlegung auf einen Aufgabentyp bei der Lernerfolgsüberprüfung durch eine Klausur. Von den vorgeschlagenen Vorgehensweisen bezüglich der konkretisierten Unterrichtsvorhaben sind im Rahmen der pädagogischen Freiheit der Lehrkräfte Abweichungen jederzeit möglich.

Sicherzustellen bleibt allerdings auch hier, dass sämtliche im Kernlehrplan angeführten Kompetenzen abgedeckt werden.

## Übersichtsraster Unterrichtsvorhaben

<b>Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS</b>	
<p><b>Unterrichtsvorhaben I Kontext:</b> Säuren und Basen in Alltagsprodukten: Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> UF1 Wiedergabe E2 Wahrnehmung und Messung E4 Untersuchungen und Experimente E5 Auswertung K1 Dokumentation K2 Recherche</p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>• Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen</li> <li>• Erstellung von Titrationskurven mit Excel</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 19 Std. à 45 Minuten</p>	<p><b>Unterrichtsvorhaben II Kontext:</b> Säuren und Basen in Alltagsprodukten und im Labor: Starke und schwache Säuren und Basen</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> UF2 Auswahl UF3 Systematisierung E1 Probleme und Fragestellungen B1 Kriterien</p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>• Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 17 Std. à 45 Minuten</p>
<p><b>Unterrichtsvorhaben III Kontext:</b> Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> UF3 Systematisierung UF4 Vernetzung E2 Wahrnehmung und Messung E4 Untersuchungen und Experimente E6 Modelle K2 Recherche B2 Entscheidungen</p>	<p><b>Unterrichtsvorhaben IV Kontext:</b> Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> UF2 Auswahl E6 Modelle E7 Vernetzung K1 Dokumentation K4 Argumentation B1 Kriterien B3 Werte und Normen</p>

<p><b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile Energiequellen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 24 Stunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile Energiequellen</li> <li>• Elektrochemische Gewinnung von Stoffen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 17 Stunden à 45 Minuten</p>
<p><b>Unterrichtsvorhaben V Kontext:</b> Korrosion vernichtet Werte</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> UF1 Wiedergabe UF3 Systematisierung E6 Modelle B2 Entscheidungen</p> <p><b>Inhaltsfeld:</b> Elektrochemie</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosion</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 10 Stunden à 45 Minuten</p>	

**Summe Qualifikationsphase (Q1) – GRUNDKURS: 87 Stunden**

<b>Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS</b>	
<p><b>Unterrichtsvorhaben I Kontext:</b> Säuren und Basen in Alltagsprodukten und im Labor</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> UF1 Wiedergabe UF3 Systematisierung E3 Hypothesen E4 Untersuchungen und Experimente E5 Auswertung K1 Dokumentation B2 Entscheidungen</p> <p><b>Inhaltsfelder:</b> Säuren, Basen und analytische Verfahren</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>• Konzentrationsbestimmungen von Säuren und Basen</li> <li>• Titrationsmethoden im Vergleich</li> <li>• Erstellung von Titrationskurven mit Excel</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 47 Std. à 45 Minuten</p>	<p><b>Unterrichtsvorhaben II Kontext:</b> Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> UF1 Wiedergabe UF3 Systematisierung E1 Probleme und Fragestellungen E2 Wahrnehmung und Messung E4 Untersuchungen und Experimente K2 Recherche B1 Kriterien</p> <p><b>Inhaltsfelder:</b> Elektrochemie</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile Energiequellen</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 42 Stunden à 45 Minuten</p>
<p><b>Unterrichtsvorhaben III Kontext:</b> Elektroautos - Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> UF2 Auswahl UF4 Vernetzung E1 Probleme und Fragestellungen E5 Auswertung K2 Recherche K4 Argumentation B1 Kriterien B4 Möglichkeiten und Grenzen</p>	<p><b>Unterrichtsvorhaben IV Kontext:</b> Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen</p> <p><b>Schwerpunkte übergeordneter Kompetenzerwartungen:</b> UF3 Systematisierung E6 Modelle K2 Recherche B2 Entscheidungen</p> <p><b>Inhaltsfelder:</b> Elektrochemie</p>

<p><b>Inhaltsfelder:</b> Elektrochemie</p> <p><b>Inhaltliche Schwerpunkte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mobile Energiequellen</li> <li>• Elektrochemische Gewinnung von Stoffen</li> <li>• Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 30 Stunden à 45 Minuten</p>	<p><b>Inhaltsfelder:</b> Elektrochemie</p> <p><b>Inhaltlicher Schwerpunkt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrosion und Korrosionsschutz</li> </ul> <p><b>Zeitbedarf:</b> ca. 17 Std. à 45 Minuten</p>
---	--

**Summe Qualifikationsphase (Q1) – LEISTUNGSKURS: 136 Stunden**

## Grundkurs

Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen der Behandlung der nachfolgenden, für die in der Qualifikationsphase Q1 obligatorischen Inhaltsfelder entwickelt werden:

1. Säuren, Basen und analytische Verfahren
2. Elektrochemie

Bezieht man die übergeordneten Kompetenzerwartungen sowie die unten aufgeführten inhaltlichen Schwerpunkte aufeinander, so ergeben sich die nachfolgenden konkretisierten Kompetenzerwartungen:

### **Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren**

<b>Inhaltliche Schwerpunkte</b>	<b>Unterrichtsvorhaben (Kontext)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li><li>• Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen durch Titration</li><li>• Erstellung von Titrationskurven mit Excel</li></ul>	Säuren und Basen in Alltagsprodukten und im Labor: <ul style="list-style-type: none"><li>• Konzentrationsbestimmungen von Essigsäure in Lebensmitteln</li><li>• Starke und schwache Säuren und Basen</li></ul>
<b>Basiskonzept Struktur-Eigenschaft</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Merkmale von Säuren bzw. Basen</li><li>• Leitfähigkeit</li></ul> <b>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Autoprotolyse des Wassers</li><li>• pH-Wert</li><li>• Stärke von Säuren</li></ul> <b>Basiskonzept Donator-Akzeptor</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Säure-Base-Konzept von Brønsted</li><li>• Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen</li></ul>	

## Umgang mit Fachwissen

Die Schülerinnen und Schüler...

- identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und im Labor und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted, interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des  $K_S$ -Wertes,
- erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers,
- berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (z.B. Hydroxide),
- klassifizieren Säuren mithilfe von  $K_S$ - und  $pK_S$ -Werten,
- berechnen pH-Werte wässriger Lösungen schwacher einprotoniger Säuren mithilfe des Massenwirkungsgesetzes.

## Erkenntnisgewinnung:

Die Schülerinnen und Schüler...

- zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat,
- planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig,
- erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus,
- erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen,
- beschreiben das Verfahren einer Leitfähigkeitstitration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus,
- machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von  $K_S$ - und  $pK_S$ -Werten,
- bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen).



**Kommunikation:**

Die Schülerinnen und Schüler...

- stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip,
- dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration mithilfe graphischer Darstellungen,
- erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts, recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht.

**Bewertung:**

Die Schülerinnen und Schüler...

- beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten,
- bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen.

## Inhaltsfeld: Elektrochemie

Inhaltliche Schwerpunkte	Unterrichtsvorhaben (Kontexte)
<ul style="list-style-type: none"><li>• Elektrochemische Gewinnung von Stoffen</li><li>• Mobile Energiequellen</li><li>• Korrosion</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon</li><li>• Von der Wasserelektrolyse zur Brennstoffzelle</li><li>• Korrosion vernichtet Werte</li></ul>
<b>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen</li></ul> <b>Basiskonzept Donator-Akzeptor</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle</li><li>• Elektrolyse</li><li>• Galvanische Zellen</li><li>• Elektrochemische Korrosion</li></ul> <b>Basiskonzept Energie</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Faraday-Gesetze</li><li>• elektrochemische Energieumwandlungen Standardelektrodenpotentiale</li></ul>	

### Umgang mit Fachwissen:

Die Schülerinnen und Schüler...

- erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (u.a. Daniell-Element),
- beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle, berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen, erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen),
- beschreiben und erklären Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen),
- deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements,
- erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung,

- erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen, erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge.

### **Erkenntnisgewinnung:**

Die Schülerinnen und Schüler...

- erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren,
- entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallatomen und Metallionen,
- planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab,
- erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung,
- analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten.

### **Kommunikation:**

Die Schülerinnen und Schüler...

- dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar,
- stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt,
- recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge, argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus.

### **Bewertung:**

Die Schülerinnen und Schüler...

- erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive,

- vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (z.B. Wasserstoff-Brennstoffzelle), diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie,
- diskutieren Folgen von Korrosionsvorgängen unter ökologischen und ökonomischen Aspekten.

### Leistungskurs

Die Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler sollen im Rahmen der Behandlung der nachfolgenden, für die in der Qualifikationsphase Q1 obligatorischen Inhaltsfelder entwickelt werden:

1. Säuren, Basen und analytische Verfahren
2. Elektrochemie

Bezieht man die zu Beginn beschriebenen übergeordneten Kompetenzerwartungen sowie die unten aufgeführten inhaltlichen Schwerpunkte aufeinander, so ergeben sich die nachfolgenden konkretisierten Kompetenzerwartungen:

#### Inhaltsfeld: Säuren, Basen und analytische Verfahren

<b>Inhaltliche Schwerpunkte</b>	<b>Unterrichtsvorhaben (Kontexte)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eigenschaften und Struktur von Säuren und Basen</li> <li>• Konzentrationsbestimmung von Säuren und Basen</li> <li>• Titrationsmethoden im Vergleich</li> <li>• Erstellung von Titrationskurven mit Excel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Säuren und Basen in Alltagsprodukten und im Labor</li> </ul>

**Basiskonzept Struktur-Eigenschaft**

- Merkmale von Säuren bzw. Basen
- Leitfähigkeit

**Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht**

- Autoprotolyse des Wassers
- pH-Wert
- Stärke von Säuren und Basen

**Basiskonzept Donator-Akzeptor**

- Säure-Base-Konzept von Brønsted
- Protonenübergänge bei Säure-Base-Reaktionen
- pH-metrische Titration

**Basiskonzept Energie**

- Neutralisationswärme

**Umgang mit Fachwissen:**

Die Schülerinnen und Schüler...

- identifizieren Säuren und Basen in Produkten des Alltags und in Laboren und beschreiben diese mithilfe des Säure-Base-Konzepts von Brønsted,
- interpretieren Protolysen als Gleichgewichtsreaktionen und beschreiben das Gleichgewicht unter Nutzung des  $K_S$ -Wertes,
- erläutern die Autoprotolyse und das Ionenprodukt des Wassers,
- berechnen pH-Werte wässriger Lösungen starker Säuren und starker Basen (Hydroxide),
- klassifizieren Säuren und Basen mithilfe von  $K_S$ -,  $K_B$ - und  $pK_S$ -,  $pK_B$ -Werten,
- berechnen pH-Werte wässriger Lösungen einprotoniger schwacher Säuren und entsprechender schwacher Basen mithilfe des Massenwirkungsgesetzes.

**Erkenntnisgewinnung:**

Die Schülerinnen und Schüler ...

- zeigen an Protolysereaktionen auf, wie sich der Säure-Base-Begriff durch das Konzept von Brønsted verändert hat,
- planen Experimente zur Bestimmung der Konzentration von Säuren und Basen in Alltagsprodukten bzw. Proben aus der Umwelt angeleitet und selbstständig,
- erläutern das Verfahren einer Säure-Base-Titration mit Endpunktsbestimmung über einen Indikator, führen diese zielgerichtet durch und werten sie aus,

- beschreiben eine pH-metrische Titration, interpretieren charakteristische Punkte der Titrationskurve (u.a. Äquivalenzpunkt, Halbäquivalenzpunkt) und erklären den Verlauf mithilfe des Protolysekonzepts,
- erklären das Phänomen der elektrischen Leitfähigkeit in wässrigen Lösungen mit dem Vorliegen frei beweglicher Ionen,
- erläutern die unterschiedlichen Leitfähigkeiten von sauren und alkalischen Lösungen sowie von Salzlösungen gleicher Stoffmengenkonzentration,
- beschreiben das Verfahren der Leitfähigkeitstiteration (als Messgröße genügt die Stromstärke) zur Konzentrationsbestimmung von Säuren bzw. Basen in Proben aus Alltagsprodukten oder der Umwelt und werten vorhandene Messdaten aus,
- machen Vorhersagen zu Säure-Base-Reaktionen anhand von  $K_S$ - und  $K_B$ -Werten und von  $pK_S$ - und  $pK_B$ -Werten,
- bewerten durch eigene Experimente gewonnene Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen im Hinblick auf ihre Aussagekraft (u.a. Nennen und Gewichten von Fehlerquellen),
- vergleichen unterschiedliche Titrationsmethoden (u.a. Säure-Base-Titration mit einem Indikator, Leitfähigkeitstiteration, pH-metrische Titration) hinsichtlich ihrer Aussagekraft für ausgewählte Fragestellungen,
- erklären die Reaktionswärme bei Neutralisationen mit der zugrundeliegenden Protolyse.

### **Kommunikation:**

Die Schülerinnen und Schüler...

- stellen eine Säure-Base-Reaktion in einem Funktionsschema dar und erklären daran das Donator-Akzeptor-Prinzip,
- dokumentieren die Ergebnisse einer Leitfähigkeitstiteration und einer pH-metrischen Titration mithilfe graphischer Darstellungen,
- erklären fachsprachlich angemessen und mithilfe von Reaktionsgleichungen den Unterschied zwischen einer schwachen und einer starken Säure bzw. einer schwachen und einer starken Base unter Einbeziehung des Gleichgewichtskonzepts,
- recherchieren zu Alltagsprodukten, in denen Säuren und Basen enthalten sind, und diskutieren unterschiedliche Aussagen zu deren Verwendung adressatengerecht,
- beschreiben und erläutern Titrationskurven starker und schwacher Säuren,
- nutzen chemiespezifische Tabellen und Nachschlagewerke zur Auswahl eines geeigneten Indikators für eine Titration mit Endpunktsbestimmung.

**Bewertung:**

Die Schülerinnen und Schüler...

- beurteilen den Einsatz, die Wirksamkeit und das Gefahrenpotenzial von Säuren und Basen in Alltagsprodukten,
- bewerten die Qualität von Produkten und Umweltparametern auf der Grundlage von Analyseergebnissen zu Säure-Base-Reaktionen,
- bewerten durch eigene Experimente gewonnene oder recherchierte Analyseergebnisse zu Säure-Base-Reaktionen auf der Grundlage von Kriterien der Produktqualität oder des Umweltschutzes,
- beschreiben den Einfluss von Säuren und Basen auf die Umwelt an Beispielen und bewerten mögliche Folgen.

**Inhaltsfeld: Elektrochemie**

<b>Inhaltliche Schwerpunkte</b>	<b>Unterrichtsvorhaben (Kontexte)</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elektrochemische Gewinnung von Stoffen</li> <li>• Mobile Energiequellen</li> <li>• Quantitative Aspekte elektrochemischer Prozesse</li> <li>• Korrosion und Korrosionsschutz</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Strom für Taschenlampe und Mobiltelefon</li> <li>• Elektroautos - Fortbewegung mithilfe elektrochemischer Prozesse</li> <li>• Entstehung von Korrosion und Schutzmaßnahmen</li> </ul>
<p><b>Basiskonzept Chemisches Gleichgewicht</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umkehrbarkeit von Redoxreaktionen</li> </ul> <p><b>Basiskonzept Donator-Akzeptor</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Spannungsreihe der Metalle und Nichtmetalle</li> <li>• Elektrolyse</li> <li>• Galvanische Zellen</li> <li>• Elektrochemische Korrosion</li> <li>• Korrosionsschutz</li> </ul> <p><b>Basiskonzept Energie</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Faraday-Gesetze</li> <li>• elektrochemische Energieumwandlungen</li> <li>• Standardelektrodenpotentiale</li> <li>• Nernst-Gleichung</li> <li>• Kenndaten von Batterien und Akkumulatoren</li> </ul>	

### **Umgang mit Fachwissen:**

Die Schülerinnen und Schüler...

- erklären den Aufbau und die Funktionsweise einer galvanischen Zelle (z.B. Leclanché-Element, Daniell-Element),
- beschreiben den Aufbau einer Standard-Wasserstoff-Halbzelle,
- berechnen Potentialdifferenzen unter Nutzung der Standardelektrodenpotentiale und schließen auf die möglichen Redoxreaktionen,
- berechnen Potentiale und Potentialdifferenzen mithilfe der Nernst-Gleichung und ermitteln Ionenkonzentrationen von Metallen und Nichtmetallen (u.a. Wasserstoff und Sauerstoff),
- erklären Aufbau und Funktion elektrochemischer Spannungsquellen aus Alltag und Technik (Batterie, Akkumulator, Brennstoffzelle) unter Zuhilfenahme grundlegender Aspekte galvanischer Zellen (u.a. Zuordnung der Pole, elektrochemische Redoxreaktion, Trennung der Halbzellen),
- beschreiben und erläutern Vorgänge bei einer Elektrolyse (u.a. von Elektrolyten in wässrigen Lösungen),
- deuten die Reaktionen einer Elektrolyse als Umkehr der Reaktionen eines galvanischen Elements,
- erläutern den Aufbau und die Funktionsweise einer Wasserstoff-Brennstoffzelle,
- erläutern die bei der Elektrolyse notwendige Zersetzungsspannung unter Berücksichtigung des Phänomens der Überspannung,
- erläutern und berechnen mit den Faraday-Gesetzen Stoff- und Energieumsätze bei elektrochemischen Prozessen,
- erläutern elektrochemische Korrosionsvorgänge und Maßnahmen zum Korrosionsschutz (u.a. galvanischer Überzug, Opferanode).

### **Erkenntnisgewinnung:**

Die Schülerinnen und Schüler...

- erweitern die Vorstellung von Redoxreaktionen, indem sie Oxidationen/Reduktionen auf der Teilchenebene als Elektronen-Donator-Akzeptor-Reaktionen interpretieren,
- entwickeln Hypothesen zum Auftreten von Redoxreaktionen zwischen Metallen/Metallionen und Nichtmetallen/Nichtmetallionen,
- planen Experimente zum Aufbau galvanischer Zellen, ziehen Schlussfolgerungen aus den Messergebnissen und leiten daraus eine Spannungsreihe ab,



- planen Versuche zur quantitativen Bestimmung einer Metallionen-Konzentration mithilfe der Nernst-Gleichung,
- erläutern die Umwandlung von chemischer Energie in elektrische Energie und deren Umkehrung,
- analysieren und vergleichen galvanische Zellen bzw. Elektrolysen unter energetischen und stofflichen Aspekten,
- entwickeln aus vorgegebenen Materialien galvanische Zellen und treffen Vorhersagen über die zu erwartende Spannung unter Standardbedingungen,
- werten Daten elektrochemischer Untersuchungen mithilfe der Nernst-Gleichung und der Faraday-Gesetze aus,
- schließen aus experimentellen Daten auf elektrochemische Gesetzmäßigkeiten (u.a. Faraday-Gesetze).

### **Kommunikation:**

Die Schülerinnen und Schüler...

- dokumentieren Versuche zum Aufbau von galvanischen Zellen und Elektrolysezellen übersichtlich und nachvollziehbar,
- stellen Oxidation und Reduktion als Teilreaktionen und die Redoxreaktion als Gesamtreaktion übersichtlich dar und beschreiben und erläutern die Reaktionen fachsprachlich korrekt,
- recherchieren Informationen zum Aufbau mobiler Energiequellen und präsentieren mithilfe adressatengerechter Skizzen die Funktion wesentlicher Teile sowie Lade- und Entladevorgänge,
- argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig über Vorzüge und Nachteile unterschiedlicher mobiler Energiequellen und wählen dazu gezielt Informationen aus,
- recherchieren Beispiele für elektrochemische Korrosion und Möglichkeiten des Korrosionsschutzes (K2, K3).

### **Bewertung:**

Die Schülerinnen und Schüler...

- erläutern und beurteilen die elektrolytische Gewinnung eines Stoffes aus ökonomischer und ökologischer Perspektive,
- vergleichen und bewerten innovative und herkömmliche elektrochemische Energiequellen (u.a. Wasserstoff-Brennstoffzelle, Alkaline-Zelle),

- diskutieren die gesellschaftliche Relevanz und Bedeutung der Gewinnung, Speicherung und Nutzung elektrischer Energie in der Chemie,
- diskutieren Möglichkeiten der elektrochemischen Energiespeicherung als Voraussetzung für die zukünftige Energieversorgung,
- diskutieren ökologische Aspekte und wirtschaftliche Schäden, die durch Korrosionsvorgänge entstehen können,
- bewerten für konkrete Situationen ausgewählte Methoden des Korrosionsschutzes bezüglich ihres Aufwandes und Nutzens.