

# Unterrichtsgang Hormone der Schilddrüse

## Vorbemerkungen

Der Unterrichtsgang deckt die Standards der inhaltsbezogenen Kompetenzen zum Hormonsystem ab. Am Beispiel eines Strumapatienten erarbeiten sich die Schülerinnen und Schüler in fünf aufeinander aufbauenden Gruppenarbeiten das Fachwissen, das für eine abschließende Diagnose notwendig ist. Im Mittelpunkt der Problematisierung stehen die vermeintlichen Widersprüche, dass sowohl Hyper- als auch Hypothyreose mit Strumabildung einhergehen können, als auch Jodmangel und Jodüberschuss mit der Strumaentstehung in Verbindung gebracht werden.

## Sachanalyse und didaktische Reduktion

### Schilddrüsenhormone

Die Schilddrüse (Glandula thyroidea) ist die größte endokrine Drüse des Menschen. Sie produziert unter Verwendung von Jodid die Hormone Thyroxin (T<sub>4</sub>) und Trijodthyronin (T<sub>3</sub>). Die Schilddrüsenzellen produzieren vorwiegend das langlebigere T<sub>4</sub> (Halbwertszeit bis 7 Tage), welches in den Zielzellen zum kurzlebigeren T<sub>3</sub> (Halbwertszeit bis 18 Stunden) umgewandelt (dejodiert) wird. Im Blutserum sind sie größtenteils an das Thyroxin-bindende Globulin (TBG) und weitere Transportproteine gebunden. Thyroxin (T<sub>4</sub>) und Trijodthyronin (T<sub>3</sub>) spielen eine wichtige Rolle bei der Regulation von Stoffwechsel, Wachstum und Herzfunktion. Im Gegensatz zu anderen Hormonen (bspw. Insulin), die als extrazelluläre Liganden von Rezeptoren in der Zellmembran wirken, passieren T<sub>4</sub> und T<sub>3</sub> die Zell- und Kernmembran und binden im Zellkern an ihren spezifischen Rezeptor. Ohne Bindung des Hormons binden diese Rezeptoren an die DNA und unterbinden dadurch die Expression ihrer Zielgene. Diese Hemmung wird durch Hormonbindung aufgehoben. T<sub>3</sub> ist hierbei um ein Vielfaches wirksamer als T<sub>4</sub>. Obwohl die eukaryotische Genregulation über die Bildungsstandards nicht abgedeckt ist (lediglich die Behandlung prokaryotischer Genregulation) wird die Hemmung und Aktivierung der Transkription durch Transkriptionsfaktoren zum vollständigen Verständnis der Hormonwirkungsmechanismen im Material modellhaft aufgegriffen.

### Schilddrüsenhormone im Hypothalamus-Hypophysen-System

Das hypothalamisch-hypophysäre System ist die zentrale Kontrollinstanz und bestimmt in einem Feedbackmechanismus (negative Rückkopplung) die Konzentration der Hormone im Blut. Hierbei induziert der Hypothalamus über die Freisetzung des Thyreotropin-releasing-Hormons (TRH) die Freisetzung des thyreoideastimulierenden Hormons (TSH) aus der Adenohypophyse. Dieses stimuliert die Sekretion der Schilddrüsenhormone. Dabei bewirkt TRH über einen G-Protein-gekoppelten Rezeptor an den thyreotropen Zellen der Hypophyse über Stimulation von Phospholipase C und Protein-Kinase-C eine vermehrte Transkription und Translation von TSH. Dieses wiederum aktiviert den membranständigen G-Protein-gekoppelten Rezeptor auf den Epithelzellen des Schilddrüsenfollikels und stimuliert über die Bildung von cAMP und der Proteinkinase-A die Synthese und Freisetzung von T<sub>4</sub> und T<sub>3</sub>. Die Schilddrüse erhält, im Gegensatz zur Freisetzung von Insulin, keine Signale aus dem vegetativen peripheren Nervensystem.

Zur didaktischen Reduktion wurden im Material einige Vereinfachungen vorgenommen, die vor allem den Zustand von T<sub>3</sub> und T<sub>4</sub> im Blut und im Cytoplasma und die Prozesse nach Bindung am Rezeptor betreffen. Weitere Details dazu finden sich in den Hintergrundinformationen in den Materialien der Gruppenarbeiten.

## Didaktisch-methodische Schwerpunkte

### Induktive, kompetenz- und problemorientierte Vorgehensweise

Die Arbeit in den möglichst durchgängig gleichen Dreiergruppen fördert eigenverantwortliches, sorgfältiges und konsequentes Denken und Arbeiten im Team. Das kleinschrittige Vorgehen ermöglicht dadurch, dass nach und nach zur Erkenntnis geführt wird, komplexe Prozesse und Zusammenhänge

selbst zu vollziehen, den Stoff zu durchdringen und sich einzuprägen. Ergebnisse aus vorhergehenden Gruppenarbeiten dienen in den folgenden Gruppenarbeiten als Hilfen, wodurch die Eigenverantwortlichkeit für sorgfältige Ergebnissicherung eingefordert wird.

### Kooperatives Lernen

Einzelarbeitsphasen zu Beginn jeder Gruppenarbeit übergeben die Verantwortung an jedes einzelne Gruppenmitglied, da nur durch das Zusammenfügen aller Einzelergebnisse die Aufgaben der sich anschließenden Gruppenarbeitsphase erfolgreich zu lösen sind. Die Gruppenarbeitsaufgaben verdeutlichen den Schülerinnen und Schülern, dass komplexe Vorgänge im Team oft leichter zu erarbeiten und damit auch zu verstehen sind. Das Teilen der Materialien und das gemeinsame Erstellen der Ergebnisse, die dann kopiert jedem Gruppenmitglied zur Verfügung gestellt werden, erhöhen den Teamcharakter und die gemeinsame Verantwortung.

### Differenzierung

Für schnelle Gruppen stehen Aufgaben zur Verfügung, die weitere Aspekte der Themen hinterfragen oder vertiefen oder das bereits erworbene Wissen zur Unterstützung anderer Gruppen anwenden. Zur Lösung komplexer Aufgaben stehen Tipps zur Verfügung. Die Aufgabenvorschläge Text in Bild können auch in Bild in Text Umsetzungen umgestaltet werden und binnendifferenziert eingesetzt werden.

### Umgang mit unterschiedlichen Darstellungsformen

Der Umgang mit unterschiedlichen Darstellungsformen ist eine zentrale Fähigkeit im naturwissenschaftlichen Unterricht. Das Zusammenführen von Informationen aus unterschiedlichen Darstellungsformen in eine neue Darstellungsform wird im Unterricht vorrangig durch Entnahme von Informationen aus beispielsweise Tabellen, Diagrammen und Graphiken mit textbasierter Antwort oder durch Zusammenfassungen von Texten in Flussdiagrammen geübt. In diesem Unterrichtsgang werden zusätzlich auch die Darstellung von Textinformationen in komplexeren Bildern zur Verbesserung von Textverständnis, Erschließen komplexer Zusammenhänge und Verwenden von Fachbegriffen geübt.

### Materialien

Material	Anmerkungen
Materialordner: 30200_hormone_schilddruese	
30200_dok_unterrichtsgang_hormone_schilddruese	Vorbemerkungen zu den Materialien „Hormone der Schilddrüse“
30201_p_begleitung_unterricht_hormone_schilddruese	Begleitende Präsentation zu den fünf Gruppenarbeiten
30202_dok_material_ga1_kropfentstehung	Aufgabenblatt, Informationstexte 1-3, Tipps 1-2, Lösungen, Hintergrundinformationen
30203_dok_material_ga2_thyroxinregelung_und_symptome	Aufgabenblatt, Material 1-6, Tipps 1-3, Lösungen, Hintergrundinformationen
30204_dok_material_ga3_wirkungsmechanismen	Aufgabenblatt, Material 1+2, Tipps 1+2, Lösungen, Hintergrundinformationen
30206_dok_material_ga4_blutwerte_bei_schilddruesendysfunktionen	Aufgabenblatt, Material 1-4, Tipps 1-2, Lösungen, Hintergrundinformationen
30206_dok_material_ga5_patientenanalyse	Aufgabenblatt, Material 1-2, Lösungen, Hintergrundinformationen

## Unterrichtsgang-Hormone der Schilddrüse

- Der gesamte Unterrichtsgang kann durch die begleitende Präsentation (30202\_p\_unterrichtsgang\_hormone\_schilddruese) unterstützt und durch die darin enthaltenen problemorientierten Impulse strukturiert werden.
- Die Inhalte der fünf Gruppenarbeiten bauen aufeinander auf, Ergebnisse aus den vorherigen Arbeiten werden in den folgenden unmittelbar zur Lösung oder als Tipps benötigt.
- Im hier vorgeschlagenen Ablauf des Unterrichtsgangs werden die Gruppenarbeiten 3 Doppel- und 2 Einzelstunden zugeordnet. Der Zeitbedarf für die einzelnen Erarbeitungsphasen kann jedoch, je nach Leistungsstand und Kompetenzen der Gruppe, stark variieren, der Zeitbedarf für die Sicherungsphasen, je nach Vertiefung mit zusätzlichen Materialien und Medien durch die Lehrkraft, auch.
- Die Gruppenarbeiten sind so aufgebaut, dass nach jeder Sicherungsphase ein Stundenende stattfinden könnte. Somit kann der Verlauf auch auf mehrere Einzelstunden verteilt werden. Einzelerbeitsaufträge der nächsten Gruppenarbeit können auch unmittelbar an die vorherige Gruppenarbeit angeschlossen werden, wenn noch Zeit in einer Doppelstunde zur Verfügung steht. Auch können sie als Hausaufgaben aus dem eigentlichen Unterrichtsgeschehen ausgelagert werden.
- Das Material kann auch relativ unaufwändig zur Stamm- und Expertengruppenarbeit umgestaltet werden.
- In die Sicherungsphasen können zusätzliche Materialien, Modelle, Abbildungen oder Graphiken aus den Sammlungen und Fachschaften zur Veranschaulichung und Vertiefung hinzugenommen werden. Vorschläge dazu finden sich in den Hintergrundinformationen bei den Materialien der fünf Gruppenarbeiten, sie sind diesem Material jedoch nicht als Dateien zugefügt.
- Die Lösungen zu den Aufgaben können den SuS zur selbständigen Kontrolle und Verbesserung jeweils vor dem Plenum bereitgestellt werden und die Hilfen teilweise auch alternativ als „Arbeitsblätter“ für alle eingesetzt werden.

Phase	Inhalte	Sozialform, Medien
<b>Stunden 1+2: GA1 Kropfentstehung</b> (Folien 1-16, 30201_p_begleitung_unterricht_hormone_schilddruese)		
Einstieg 5´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung Strumapatient</li> <li>• Gedanken, Kommentare? (→ sammeln)</li> <li>• Aktivierung Vorwissen Hormone, Schilddrüse, ...</li> </ul>	UG, TA
Erarbeitung 1 30´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 Möglichkeiten der Kropfentstehung (Aufgaben 1-6)</li> <li>• Ursachen und Folgen Jodmangelstruma, Hashimoto Thyreoiditis, Morbus Basedow</li> </ul>	EA, GA, TA Aufgabenblatt Informationstexte 1-3, Hilfe 1
Sicherung 1 15´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse (Aufgaben 1-5)</li> <li>• Kropf bei Hyper- und Hypothyreose</li> <li>• Kropf bei Jodmangel und Jodüberschuss</li> </ul>	UG, TA, Dokumenten- kamera
Erarbeitung 2 20´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Details Schilddrüsenhormonsystem (Aufgaben 7 und 8)</li> </ul>	GA, Hilfe 2
Sicherung 2 20´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse/ Fakten Schilddrüsenhormonsystem (Aufgabe 7) und ggf. weiteres benötigtes Wissen und Untersuchungsmöglichkeiten (Aufgabe 8)</li> <li>• Sammlung noch offener Fragen</li> </ul>	UG, TA, Dokumenten- kamera
<b>Stunde 3+4: GA2 Thyroxinregelung und Symptome</b> (Folien 17-2, 30201_p_begleitung_unterricht_hormone_schilddruese)		
Einleitung/ Problemstellung 1 5´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ausschüttung von T3/T4 wird verstärkt, wenn Spiegel im Blutplasma zu stark absinkt (und umgekehrt).</li> <li>• Reaktion Körper auf äußere Einflüsse wie Stress, Kälte, sowie auf körperliche Veränderungen</li> </ul>	UG, LV
Erarbeitung 1 30´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufgaben, Funktion Hypothalamus, Hypophyse, Schilddrüse</li> </ul>	EA, GA, Aufgabenblatt

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regelung Thyroxinspiegel (Aufgaben 1-6)</li> </ul>	Material 1-3, Hilfen 1+2
Sicherung 1 20´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• negative Rückkopplung</li> <li>• Regelung bei viel, wenig T3/T4 im Blutplasma und bei Reaktion auf äußere Einflüsse</li> </ul>	UG, TA Dokumenten- kamera
Einstieg 2 5´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Patienten mit Kropf zeigen sehr unterschiedliche Symptome</li> </ul>	UG
Erarbeitung 2 20´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Symptome durch 3 physiologische Reaktionen auf T3 von unterschiedlichen Geweben und Organen.</li> <li>• beispielhaft je eine molekulare Änderung bei viel T3 in einer spezifischen Zelle. (Aufgaben 6-9)</li> </ul>	EA, GA Material 4-6 Hilfe 3
Sicherung 2 10´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Symptome der Über- und Unterfunktion</li> <li>• Ursache: Transkription von Genen für Schlüsselenzyme</li> </ul>	UG Dokumenten- kamera
<b>Stunden 5+6: GA3 Wirkungsmechanismen</b> <i>(Folien 28-38, 30201_p_begleitung_unterricht_hormone_schilddruese)</i>		
Einstieg 5´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie bewirkt die TSH-Bindung an den TSH-Rezeptor der Schilddrüsenzelle die T3/T4-Synthese und Ausschüttung?</li> </ul>	UG
Erarbeitung 20´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wirkmechanismus TSH extrazelluläre Bindung</li> <li>• Bindung Antikörper Morbus Basedow</li> <li>• Hashimoto- Antikörper (Aufgaben 1-5)</li> </ul>	EA, GA Aufgabenblatt Material 1, Hilfe 1
Sicherung 20	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Molekularer Wirkmechanismus TSH</li> <li>• Extrazelluläre Rezeptorbindung- intrazelluläre Signaltransduktion- Genaktivierung über Transkriptionsfaktor</li> <li>• Antikörperbindung an TSH-Rezeptor führt zu Daueraktivierung, da nicht (eingeschränkt) regelbar</li> </ul>	UG, TA Dokumenten- kamera
Problemstellung 2 5´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wie funktioniert die transkriptionale Regulation?</li> </ul>	UG
Erarbeitung 2 20´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intrazellulärer Wirkmechanismus T3 (Aufgaben 6-8)</li> </ul>	GA Material 2 Hilfe 2
Sicherung 2 20´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intrazelluläre Induktion durch Bindung an nucleären Rezeptor</li> <li>• Extrazelluläre und intrazelluläre Hormonvermittlung</li> <li>• Regulation über T3-Menge in Zelle</li> </ul>	UG Dokumenten- kamera
<b>Stunde 7: GA4 Blutwerte bei Schilddrüsendysfunktionen</b> <i>(Folien 39-43, 30201_p_begleitung_unterricht_hormone_schilddruese)</i>		
Problemstellung 5´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diagnosemöglichkeiten</li> <li>• Blutwerte</li> </ul>	
Erarbeitung 25´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material Blutuntersuchungen</li> <li>• Analyse Blutwerte bei Hashimoto, Basedow und Jodmangel (Aufgaben 1-5)</li> </ul>	EA, GA Aufgabenblatt, Material 1-3 Hilfen 1+2
Sicherung 15´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zuordnung Blutwerte zu Jodmangelstruma, Hashimoto Thyreoiditis und Morbus Basedow</li> </ul>	UG, TA Dokumenten- kamera
<b>Stunde 8: GA5 Patientenanalyse (Folien 44-53)</b> <i>(Folien 44-53, 30201_p_begleitung_unterricht_hormone_schilddruese)</i>		
Einstieg 5´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Was genau ist nun mit dem Patienten los? Bezug zur Ausgangsfragestellungen des Unterrichtsgangs</li> <li>• Vorstellung der 3 (4) Patienten</li> </ul>	UG
Erarbeitung 25´	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GA5 Patientenanalyse: 4 Patienten mit unterschiedlichen Symptomen und Untersuchungsergebnissen. 1-3 können den bekannten Krankheiten zugeordnet werden, Patient 4 leidet an einer den SuS noch unbekanntem Krankheit.</li> </ul>	EA, GA Aufgabenblatt Patientenakten 1-3 und ggf.4 Material 2

Sicherung, Lösung und Vertiefung 15'	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SuS stellen Ergebnisse im Plenum vor: körperliche Symptome abgeleitet aus der Wirkung von T3/T4 in den Zielzellen, Medikamentierung.</li> <li>• Besprechung Patientenakte 4</li> </ul>	UG Dokumenten- kamera Patientenakte 4
---	---	--

## Lernvoraussetzungen

Die SuS benötigen als Lernvoraussetzung folgende Inhalte anderer inhaltsbezogener Kompetenzen der Kursstufe (Leistungsfach):

- Biomembran
- Transportmechanismen
- Osmose
- Proteine
- Enzyme
- Genregulation

## Verwendete Abkürzungen

- AB: Arbeitsblatt
- EA: Einzelarbeit
- GA: Gruppenarbeit
- P: Präsentation
- PA: Partnerarbeit
- SuS: Schülerinnen und Schüler
- TA: Tafelanschrieb
- UG: Unterrichtsgespräch