



Rheinland-Pfalz

PÄDAGOGISCHES  
LANDESINSTITUT

# INDIVIDUALITÄT UND ENTWICKLUNG

Handreichung zur Umsetzung des Lehrplans Biologie – Themenfeld 10



In den PL-Informationen werden Ergebnisse veröffentlicht, die von Lehrerinnen und Lehrern aller Schularten unter Einbeziehung weiterer Experten erarbeitet und auf der Grundlage der aktuellen pädagogischen oder fachdidaktischen Diskussion für den Unterricht oder die Schulentwicklung aufbereitet wurden. Mit ihnen werden Anregungen gegeben, wie Schulen bildungspolitische Vorgaben und aktuelle Entwicklungen umsetzen können.

Die PL-Informationen erscheinen unregelmäßig. Unser Materialangebot finden Sie im Internet auf dem Landesbildungsserver unter folgender Adresse:

<https://pl.bildung-rp.de/publikationen>

Die vorliegende Veröffentlichung wird gegen eine Schutzgebühr von 6,00 Euro zzgl. Versandkosten abgegeben. Bestellungen richten Sie bitte an das Pädagogische Landesinstitut:

[bestellung@pl.rlp.de](mailto:bestellung@pl.rlp.de)

---

# IMPRESSUM

## **Herausgeber:**

Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz  
Standort Bad Kreuznach  
Röntgenstraße 32  
55543 Bad Kreuznach  
[pl@pl.rlp.de](mailto:pl@pl.rlp.de)

## **Redaktion:**

Dr. Stefanie Böhm, Barbara Dolch, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

## **Skriptbearbeitung:**

Ute Nagelschmitt, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

## **Titelbild:**

Andrea Bürgin, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Erscheinungstermin: November 2020

ISSN 2190-9148



Soweit nicht anders gekennzeichnet, ist die Weiternutzung als OER ausdrücklich erlaubt:  
Dieses Werk und dessen Inhalte sind - sofern nicht anders angegeben – lizenziert unter CC BY 4.0. „Individualität und Entwicklung“ von Pädagogisches Landesinstitut, Lizenz: CC BY 4.0.

Der Lizenzvertrag ist hier abrufbar: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>

# INHALT

<b>1</b>	<b>Themenfeld 10: Individualität und Entwicklung</b>	<b>3</b>
1.1	Vorüberlegungen	3
1.2	Die Themenfeld-Doppelseite	4
1.3	Von der Themenfeld-Doppelseite zur Unterrichtsplanung	6
<b>2</b>	<b>Exemplarische Reihenplanung</b>	<b>17</b>
2.1	Übersicht zu den Reihenplanungen	17
2.2	Kontext 1: Dem Täter auf der Spur	19
2.3	Kontext 2: Typisch männlich, typisch weiblich?	24
2.4	Kontext 3: Verwandtschaft – wie funktioniert Vererbung?	31
<b>3</b>	<b>Kompetenzorientierung der Unterrichtsmaterialien</b>	<b>37</b>
<b>4</b>	<b>Methodenkoffer</b>	<b>39</b>
4.1	Advance-Organizer	39
4.2	Glossar mit Strukturlegetechnik	40
4.3	Modelleinsatz im Biologieunterricht	42
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>46</b>
	<b>Autorinnen und Autoren</b>	<b>47</b>



# 1 THEMENFELD 10: INDIVIDUALITÄT UND ENTWICKLUNG

## 1.1 Vorüberlegungen

Der neue Lehrplan im Fach Biologie für die Klassen 7 bis 9/10 der weiterführenden Schulen des Landes Rheinland-Pfalz schließt konzeptionell an den Lehrplan des Faches Naturwissenschaften in der Orientierungsstufe an.

Die drei Säulen des naturwissenschaftlichen Unterrichts Kompetenzen, Basiskonzepte und Kontexte bilden auch die Stützpfeiler des Biologieunterrichts und erfordern eine darauf aufbauende unterrichtliche Umsetzung.

In dieser Handreichung geht es um die Ausgestaltung des Unterrichts zum Themenfeld 10 „Individualität und Entwicklung“. Dazu wird zunächst die Themenfeld-Doppelseite vorgestellt.

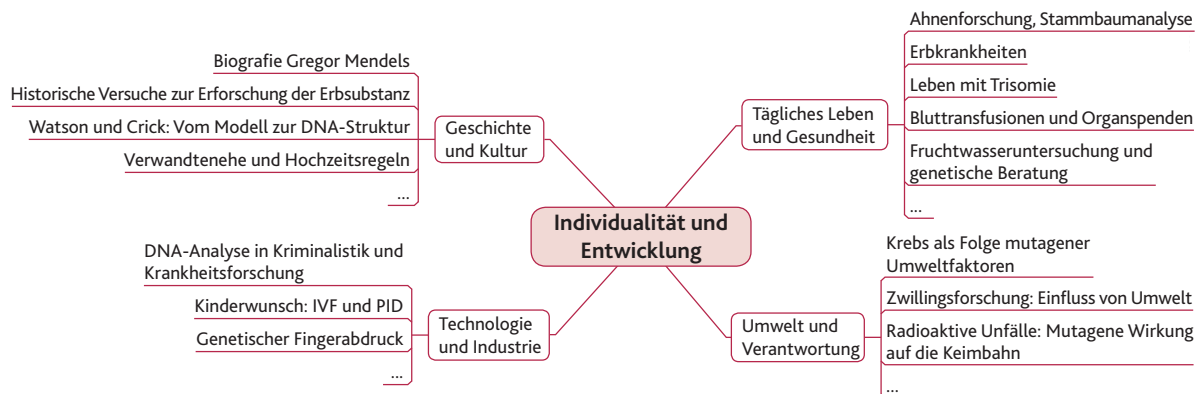
Die Leitfragen lauten: Was ist die Intention des Themenfeldes (TF)? Welche Stellung hat das Themenfeld im Gesamtlehrplan? Wie kann das Themenfeld entsprechend der Lehrplananforderungen konkret im Unterricht umgesetzt werden?

Aus ökologischen und ökonomischen Gründen werden die in dieser PL-Information vorgestellten Materialien (z. B. Arbeitsblätter) nicht 1:1 abgedruckt. Handreichung und Materialien (in editierbarer Form) stehen deshalb zum kostenlosen Download auf dem Bildungsserver Rheinland-Pfalz bereit unter: <https://naturwissenschaften.bildung-rp.de/faecher/biologie/unterricht.html>

## 1.2 Die Themenfeld-Doppelseite

<b>TF 10: Individualität und Entwicklung</b>	
<p>Warum bin ich so, wie ich bin? Was wurde mir vererbt? Fachbegriffe und Modelle der (molekularen) Genetik begegnen den Schülerinnen und Schülern täglich in multimedialer Form und erzeugen verschiedene Vorstellungen und Unsicherheiten.</p> <p>Die Schülerinnen und Schüler lernen Individualität als biologisches Prinzip kennen. Individualität entsteht in der wechselseitigen Beeinflussung von Genen und Umwelt. Das pädagogische Anliegen des Themenfeldes ist es, die eigene Individualität zu reflektieren und Akzeptanz für die eigene und die Individualität anderer zu schaffen.</p> <p>Ziel ist es, die Grundlagen der Genetik in einem humanzentrierten Strukturierungsansatz zu vermitteln. Vererbungsphänomene sind erklärbar, dabei werden zytologische Untersuchungsergebnisse und molekularbiologische Modelle genutzt. Ein präziser Sprachgebrauch ist der Schlüssel zum Verständnis der unterschiedlichen Organisationsebenen der Genetik.</p>	
<p><b>Kompetenzen:</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• wenden einfache Modelle an, um den Weg vom Gen zum Merkmal zu erklären,</li> <li>• erschließen die Ursachen der Individualität durch modellhafte Darstellung von Meiose und Befruchtung,</li> <li>• beschreiben Individualität auf verschiedenen Organisationsebenen,</li> <li>• nutzen kombinatorische Methoden (Kreuzungsschemata), um Wahrscheinlichkeit für Geno- und Phänotypen vorauszusagen.</li> </ul>	
<p><b>Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:</b></p> <p><i>Entwicklung</i> Das Individuum entsteht aus der Zygote durch Zellteilung. Die Ontogenese verläuft in definierten Phasen. Individualität entsteht durch Sexualität (Miose und Befruchtung). Die Neukombination von Genen führt zu neuen Eigenschaften..</p> <p><i>Struktur-Eigenschaft-Funktion</i> Zelluläre Ebene: Das Chromosom ist die Transportform der DNA. Bei der Verteilung der mütterlichen und väterlichen Chromosomen während der Meiose entstehen neue Kombinationen.</p> <p>Molekulare Ebene: Komplementäre Basenpaare bilden die molekularen Funktionseinheiten, sowohl für die Replikationsfunktion als auch für die Übersetzungsfunktion (Transkription und Translation) der DNA.</p>	<p><b>Fachbegriffe:</b></p> <p>Keimzelle Zygote (befruchtete Eizelle) Befruchtung Miose (Keimzellbildung) Genotyp, Phänotyp DNA Gen-Protein-Merkmal genetische Vielfalt</p>

**Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:**



**Differenzierungsmöglichkeiten:**

Genetische Untersuchungen (Schwangerschaftsvorsorgeuntersuchung, Vaterschaftstest, ...) sind Teil des Alltags oder öffentlicher Diskussion. Das Themenfeld soll mindestens dazu befähigen, der Diskussion fachlich korrekt zu folgen. An lebensnahen Fallbeispielen kann die Anwendung von Fachwissen geübt werden: Trisomien können erklärt und durch Karyogramme diagnostiziert werden. Erbkrankheiten lassen sich über Stammbäume verfolgen und statistisch vorhersagen. Der Biologieunterricht wird dabei auch Fragen zur PID und Eugenik berühren.

Das Anforderungsniveau des Unterrichts steigert sich mit der Erklärungstiefe genetischer Phänomene. Das Themenfeld fokussiert die lebensweltliche Perspektive und zielt auf ein Grundverständnis der für die Entwicklung und Vererbung relevanten Vorgänge. In Abgrenzung zur Oberstufe wird das zytologische (z. B. zum Ablauf von Meiose oder Mitose) oder molekularbiologische Detailwissen (DNA-Replikation, Proteinbiosynthese) auf das unbedingt Notwendige beschränkt.

Wird ein besonderer Schwerpunkt im Bereich der Erkenntnisgewinnung gesetzt, bietet sich der historische Erkenntnisweg an. Hier reicht das Differenzierungsspektrum vom einfachen Nachvollziehen ausgewählter Versuche bis hin zur selbstständigen Auswertung.

**Bezüge:**

<p><b>NaWi</b>          TF 2 Zellen          TF 4 Zuchtwahl, Entwicklung          TF 8 Keimzellen, Befruchtung</p>	<p><b>Biologie</b>          TF 1 Vielfalt          TF 2 Variabilität, Mutation          TF 6 Erwachsen werden          TF 11 moderne Biowissenschaften          TF 12 Humanevolution, Reproduktionsmedizin</p>
<p><b>Chemie</b>          TF 7 Makromoleküle</p>	<p><b>Physik</b>          TF 5 Radioaktivität</p>

Abb. 1: Themenfeld-Doppelseite des Themenfeldes 10, Auszug aus „Lehrpläne für die naturwissenschaftlichen Fächer – Biologie“, S. 42-43

### 1.3 Von der Themenfeld-Doppelseite zur Unterrichtsplanung

Das Themenfeld 10 wird, wie jedes Themenfeld des Lehrplanes, in Form einer Themenfeld-Doppelseite dargestellt. In den einzelnen Rubriken finden sich neben den verbindlichen auch fakultative Elemente.

Themenfeld-Titel		Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung
Intention		
Kompetenzen		Differenzierungsmöglichkeit
Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte	Fachbegriffe	Bezüge

#### Intention

Die Intention des Themenfeldes bildet den ersten Abschnitt der Themenfeld-Doppelseite, gibt Aufschluss über die Bildungsabsicht und berücksichtigt pädagogische, didaktische und methodische Aspekte. Die Intention ist ein verbindlicher Teil des Themenfeldes.

„Jedes Lebewesen ist ein Unikat.“

Was für Pflanzen und Tiere gilt, gilt auch für Menschen. Menschen unterscheiden sich nicht nur in ihrem Aussehen und ihrem Verhalten, sondern auch in nicht direkt sichtbaren Merkmalen wie Blutgruppen oder dem individuellen Zellstoffwechsel. Das pädagogische Anliegen ist es, die eigene Individualität zu reflektieren und Akzeptanz für die eigene und die Individualität anderer zu schaffen.

Die Inhalte des Themenfeldes legen die didaktische Basis für die

- das Verständnis von Individualität als Ergebnis von Sexualität, d. h. Keimzellbildung und Befruchtung (Entwicklung),
- die Beschreibung von Individualmerkmalen und die Erklärung der biologischen Ursachen, z. B. der Blutgruppe, der Hautfarbe oder einer Erbkrankheit, auf verschiedenen Systemebenen (System),
- das Verständnis von Individualität als das Zusammenspiel genetischer (epigenetischer) und umweltbedingter Entwicklungsfaktoren (Entwicklung),
- die Individualität als Grundlage für Vielfalt und als notwendige Bedingung von Entwicklung (Evolution).



Das Piktogramm (Abb. 2) stellt die pädagogische Absicht bildlich dar, dient der Lehrkraft als Übersicht und sollte von den Schülerinnen und Schülern zum Ende des Themenfeldes inhaltlich verstanden werden.

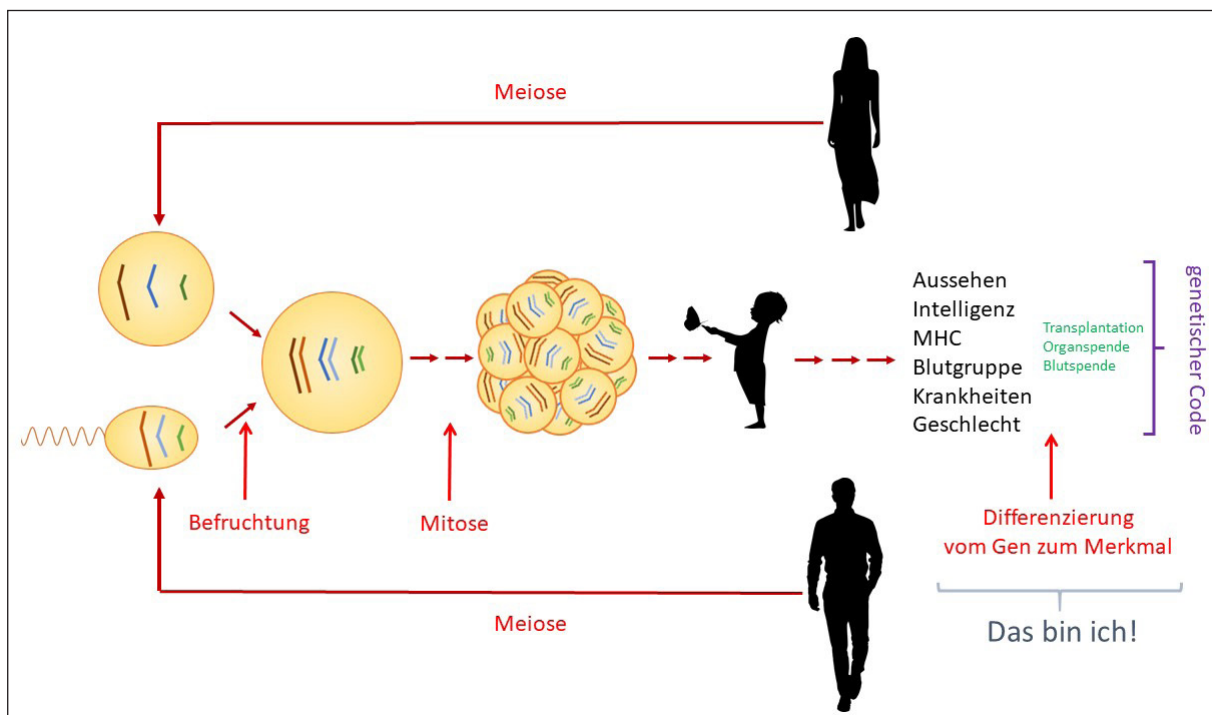


Abb. 2: Piktogramm – Intention des Themenfeldes 10

Am Ende des Themenfeldes können Schülerinnen und Schüler folgende Zusammenhänge wiedergeben:

Jedes Individuum ist über die Keimbahn mit seinen Vorfahren „verbunden“. Von Generation zu Generation werden Chromosomen weitergegeben. Chromosomen sind die Träger der Erbinformation (Erbanlagen, Gene).

In den Keimdrüsen erfolgt die Keimzellbildung, hierbei entstehen Keimzellen mit neuen Chromosomenkombinationen. Bei der Befruchtung entsteht ein Individuum mit einer neuen Merkmalskombination. Die dabei entstandene Zygote enthält die individuellen Eigenschaften durch die Neukombination von Chromosomen. Diese Neukombination ist die Ursache für die Individualität.

Die Individualentwicklung geschieht durch Zellteilung und Differenzierung der Zellen in einzelnen Geweben und Organen. Durch die Proteinbiosynthese (bestehend aus Transkription und Translation) laufen die grundlegenden Prozesse ab.

Genetisch bedingte Merkmale (z. B. die Blutgruppe, das Geschlecht, eine Erbkrankheit) lassen sich über die Kombination der Keimzelltypen erklären oder voraussagen (Vaterschaftstest über Blutgruppenanalyse, Stammbaumanalyse). Diese individuellen Merkmale sind mehr oder weniger genetisch determiniert (Zwillingsforschung: Individualmerkmale als Zusammenspiel genetischer und umweltbedingter Entwicklungsfaktoren). An verschiedenen Beispielen, z. B. der individuellen Blutgruppe, lässt sich der Weg vom Gen zum Merkmal mithilfe von Modellvorstellungen nachvollziehen.

## Kompetenzen

In der Rubrik „Kompetenzen“ werden konkrete Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler an (zum Teil alternativ wählbare) Fachinhalte gekoppelt. Diese sind verbindlich und ermöglichen eine gezielte Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler.

Die Schülerinnen und Schüler können ...		TF 10	Schülerinnen und Schüler ...
... naturwissenschaftliche Konzepte zur Problemlösung nutzen.	Umgang mit Fachwissen		... wenden einfache Modelle an, um den Weg vom Gen zum Merkmal zu erklären.
... mit Geräten, Stoffen, Verfahren umgehen.			
... Fachwissen strukturieren und Erklärungszusammenhänge herstellen.		■	
... naturwissenschaftlich untersuchen, experimentieren.	Erkenntnisgewinnung		... erschließen die Ursachen der Individualität durch modellhafte Darstellung von Meiose und Befruchtung.
... modellieren.		■	
... naturwissenschaftliche Erkenntnisse bzw. den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess reflektieren.		■	
... Informationen sachgerecht entnehmen.	Kommunikation		... beschreiben Individualität auf verschiedenen Organisationsebenen.
... sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren.			
... naturwissenschaftlich argumentieren und diskutieren.			
... Bewertungskriterien festlegen und anwenden.	Bewertung		... nutzen kombinatorische Methoden (Kreuzungsschemata), um Wahrscheinlichkeit für Geno- und Phänotypen vorauszusagen.
... Handlungsoptionen erkennen und aufzeigen.			
... Sachverhalte naturwissenschaftlich einordnen und (multiperspektivisch) bewerten.			

Abb. 3: Zuordnung der Kompetenzen zu den Kompetenzbereichen

Der Schwerpunkt der Kompetenzentwicklung liegt in diesem Themenfeld in der Arbeit mit Modellen. Um Individualität zu beschreiben oder zu erklären, müssen die Schülerinnen und Schüler Vorstellungen zu zellulären Strukturen und Prozessen entwickeln. Dazu brauchen sie Modelle (siehe dazu Methodenkoffer, Kapitel 4.3 Modelleinsatz im Biologieunterricht).

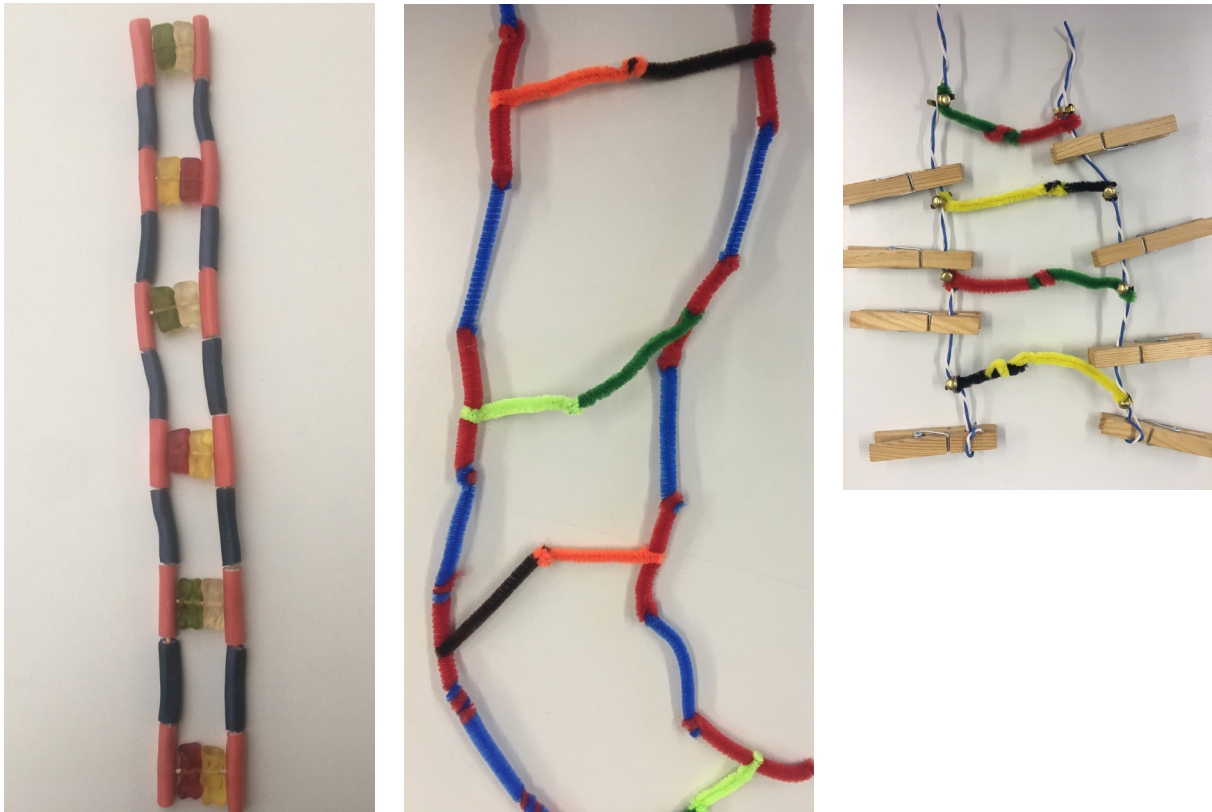


Abb. 4: Schülermodelle zur Struktur der DNA

Unterricht mit Modelleinsatz berührt immer mehrere Kompetenzbereiche. Deshalb sprechen Fachdidaktiker von „Modellkompetenz“, obwohl dies nicht in den Bildungsstandards oder Lehrplänen explizit genannt wird. Darunter wird auch das Wissen über Modelle und Modellierung und die Reflexion zu Modellgrenzen gefasst.

Lerneinheiten mit Modelleinsatz dienen entweder der Erkenntnisgewinnung oder der Entwicklung fachgerechter Kommunikation (s. Methodenkoffer, Kapitel 4.3 Modelleinsatz im Biologieunterricht).

### Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte sowie Fachbegriffe

Die beiden Rubriken „Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte“ und „Fachbegriffe“ geben verbindliche Hinweise darauf, mit welcher Schwerpunktsetzung die Fachinhalte unterrichtet werden sollen, um das angestrebte Konzeptverständnis zu erreichen und welche Fachbegriffe von den Schülerinnen und Schülern im Unterricht benutzt werden. Eine Überfrachtung des Unterrichts mit Begriffen, die der reinen Beschreibung von Phänomenen dienen und weder zur pädagogischen Absicht noch zum Aufbau von Konzepten gebraucht werden, ist dringend zu vermeiden.

Fachwissen wird im neuen Lehrplan nicht losgelöst betrachtet, sondern ist in Basiskonzepten (Abb. 5) und Kontexte eingebunden, um den Schülerinnen und Schülern über die Jahre hinweg einen systematischen Aufbau biologischer Konzepte zu ermöglichen.

Basiskonzept System												
<p><b>Konkretisierung in der Biologie</b>                      Leben ist auf verschiedenen Systemebenen (Organismen, Organe, Zellen und Ökosysteme) organisiert. Lebewesen besitzen Funktionseinheiten, zwischen denen Materie, Energie und Informationen ausgetauscht werden. Das kleinste Kompartiment, das alle Kennzeichen des Lebendigen trägt, ist die Zelle.</p>												
Basiskonzept Teilchen-Materie/Stoff	Themenfelder											
<p><b>Teilkonzept</b>                      Materie/Stoffe bestehen aus Teilchen, die sich bewegen und miteinander wechselwirken.</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			x	x			x		x	x	x	
<p><b>Konkretisierung in der Biologie:</b> Stoffwechselreaktionen werden durch Wechselwirkung zwischen Eiweißen und deren Substraten gesteuert. <b>TF 10/11:</b> Eiweiße sind Funktionsmoleküle, die mit ihren Substraten über das Schlüssel-Schloss-Prinzip in Wechselwirkung treten können: DNA-Replikation und Proteinbiosynthese.</p>												
<p><b>Teilkonzept</b>                      Durch die unterschiedliche Kombination von Teilchen, ihre Anordnung und die Wechselwirkungen zwischen ihnen, ergibt sich die Vielfalt der Stoffe.</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			x	x			x		x	x	x	
<p><b>Konkretisierung in der Biologie:</b> Lebewesen bestehen aus verschiedenen Stoffen, die das Element Kohlenstoff enthalten. Aus den Elementen COHNSP wird Biomasse aufgebaut. Die Anordnung von Molekülbausteinen in Proteinen oder Nukleinsäuren bestimmt deren Funktionen. <b>TF 10/11:</b> Die Aminosäuresequenz bestimmt Struktur und Funktion eines Eiweißes. Die Nukleotidsequenz bestimmt die Aminosäuresequenz.</p>												
Basiskonzept Chemische Reaktion	Themenfelder											
<p><b>Teilkonzept</b>                      Chemische Reaktionen werden mit Reaktionsgleichungen beschrieben.</p>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
			x	x	x			x	x	x	x	

<p><b>Konkretisierung in der Biologie</b>                  Reaktionsschemata erlauben Bilanzierungen. Kohlenstoffverbindungen lassen sich durch verschiedene Formeln und Symbole beschreiben. Die Symbolik dient der Erklärung von Stoffwechselreaktionen.  <b>TF 10/11:</b> Der Aufbau der DNA und der Aufbau von Eiweißen lässt sich mit Symbolen beschreiben.</p>															
<b>Basiskonzept</b> Struktur-Eigenschaft-Funktion				<b>Themenfelder</b>											
<b>Teilkonzept</b> Die Struktur bestimmt die Funktion.				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
						x	x			x	x	x	x	x	
<p><b>Konkretisierung in der Biologie:</b> An eine Funktion angepasste Strukturen finden sich auf der Ebene von Organen, Zellen und Molekülen. Lebenswichtige Funktionen sind unter anderem der Austausch von Stoffen, Energie und Informationen mit der Umgebung.  <b>TF 10:</b> Das Chromosom ist die Transportform der DNA. Bei der Verteilung der mütterlichen und väterlichen Chromosomen während der Meiose entstehen neue Kombinationen (Zelluläre Ebene).  <b>TF 10/11:</b> Komplementäre Basenpaare bilden die molekularen Funktionseinheiten für die Replikationsfunktion und auch für die Übersetzungsfunktion (Transkription und Translation) der DNA (Molekulare Ebene).</p>															
<b>Teilkonzept</b> Die Struktur bestimmt die Eigenschaft von Stoffen.				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
														x	
<p><b>Konkretisierung in der Biologie: TF 11:</b> Strukturveränderung der DNA führt zur Veränderung der genetischen Information (Mutation). Differenzierung: Strukturveränderung der DNA führt zu veränderter Proteinstruktur mit Auswirkungen für deren Funktionsfähigkeit.</p>															
<b>Basiskonzept Entwicklung</b>				<b>Themenfelder</b>											
<b>Teilkonzept</b> Entwicklung ist an Vielfalt, Selektion und Vervielfältigung gebunden.				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									x				x	x	
<p><b>Konkretisierung in der Biologie:</b> Voraussetzung für die Evolution ist die Variabilität von Lebewesen. Selektionsfaktoren beeinflussen die Fitness von Lebewesen. Die besser angepassten Lebewesen haben den größeren Fortpflanzungserfolg.  <b>TF 11:</b> Reproduktionsmedizin beeinflusst Entwicklung.</p>															
<b>Teilkonzept</b> Die Veränderbarkeit von Strukturen ist Voraussetzung für Vielfalt.				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
									x				x	x	
<p><b>Konkretisierung in der Biologie:</b> Veränderung entsteht durch Mutation oder Neukombination von Erbanlagen. Dies ist Voraussetzung für Individualität und Vielfalt innerhalb von Populationen.  <b>TF 10:</b> Sexualität (Meiose, Befruchtung) ist Ursache für Individualität.  <b>TF 11:</b> Veränderungen von Lebewesen lassen sich gentechnisch herbeiführen</p>															

Abb. 5: Entwicklung der Basiskonzepte in den Themenfeldern des Lehrplans Biologie

Die Schülerinnen und Schüler begegnen dem Thema „Individualität und Entwicklung“ bereits mit ausgeprägten Präkonzepten. Sie wissen, dass menschliche, tierische oder pflanzliche Populationen aus Individuen bestehen, die sich in körperlichen Merkmalen und im Verhalten unterscheiden.

Im Themenfeld 10 „Vielfalt und Veränderung“ wird die Diversität als Grundvoraussetzung der **Evolution** kennengelernt. Diversität innerhalb menschlicher Populationen schafft Selektionsvorteile und vermehrt die Gesamtfitness der Gruppe. In Vorwegnahme von Themenfeld 12 (biologische Anthropologie) kann die Entwicklungsdynamik einer „Offenen Gesellschaft“ (hohe Diversität/Heterogenität) und die geringe Entwicklungsdynamik der „Geschlossenen Gesellschaft“ (hohe Homogenität) mithilfe der soziobiologischen Hintergründe erklärt werden. Der Transfer des biologischen **Entwicklungskonzeptes** auf soziologische Phänomene kann ein Beitrag für die politische Diskussion zur Entwicklung der Gesellschaft sein (siehe Themenfeld 12). In dem Themenfeld 10 steht aber die Individualentwicklung im Vordergrund und nicht die Populationsentwicklung.

Das Individuum entwickelt sich aus der Zygote mittels Zellteilung und Zelldifferenzierung. In jeder Zelle befinden sich alle Gene des Organismus. Die unterschiedliche Genaktivität in den embryonalen Entwicklungsphasen und in den verschiedenen Organen bewirkt die Ausprägung organotypischer **Strukturen und deren Funktion**.

Individualität zeigt sich auf allen **Systemebenen**. Menschen unterscheiden sich durch bestimmte Merkmale, die in der Varianz von Genen (Genvariationen, Allele) begründet sind. Gene bestehen aus DNA. Die DNA-Moleküle befinden sich in den Chromosomen, die Chromosomen wiederum im Zellkern jeder Zelle (**Kompartimentierung**). Die Gesamtheit der DNA einer Zelle wird als Genom bezeichnet. Das Genom enthält Gene für die Ausprägung individueller Merkmale, z. B. der Hautfarbe. Das Genom enthält den genetischen Code für das individuelle Proteom (Gesamtheit der Proteine). Die Proteine dienen als Botenstoffe oder als Rezeptoren für zelluläre Kommunikation (siehe Themenfeld 7), als Enzyme für den Stoffwechsel oder als Baustoffe für die Zellorganellen und Zellstrukturen (siehe Themenfeld 8). Die individuellen Merkmale lassen sich auf individuelle Körperstrukturen (z. B. pigmentierte Hautzellen, Hautfarbe), die Körperstrukturen auf individuelle Zellstrukturen (z. B. Melanosomen), die individuellen Zellstrukturen auf bestimmte Proteine (z. B. Enzyme für die Pigmentsynthese) und diese auf bestimmte Gene zurückführen.

Der Weg vom Gen zum Merkmal bietet die Möglichkeit zur Entwicklung des **Informationskonzeptes**, z. B. durch Übertragung auf analoge Prozesse wie dem Hausbau oder der Verwendung eines Rezeptes (siehe Onlinematerial TF10\_U1\_M5 und TF10\_U3\_M5).

Die Expression der Gene wird durch die Umwelt beeinflusst. So wird in den Hautzellen die Enzymsynthese für Melanin durch Licht gesteigert, was als Hautbräunung sichtbar wird. Dies ist ein Beispiel für **Regulation**.

Die Ausprägung individueller Merkmale lässt sich verstehen, wenn die Strukturen und Vorgänge auf allen Systemebenen betrachtet und miteinander in Beziehung gebracht werden können. Der **Wechsel der Systemebenen** ist unabdingbar für das Verständnis genetischer Phänomene. Eine Trennung von klassischer Genetik und Molekulargenetik schafft Lernhindernisse und bietet keine Chance für die Ent-

wicklung transferfähiger Konzepte. Die Mendel'schen Regeln hatten im 19. Jahrhundert Erkenntniswert, sie beschreiben anhand statistischer Daten gewonnene Evidenzen, klären aber nicht die Frage, welche Strukturen und Vorgänge zu den Vererbungsphänomenen führen. Eine ganzheitliche Genetik integriert Teile der klassischen Genetik mit der Zyto- und Molekulargenetik. Jede der drei Teildisziplinen bedient sich ihrer spezifischen Fachsprache. Die Überfrachtung mit z. T. Synonymen oder rein beschreibenden Begriffen schafft gleichfalls Lernhindernisse und verhindert eine transparente Wissensvermittlung.

Schülerinnen und Schüler kennen genetische Phänomene. Mithilfe einer eindeutigen Begrifflichkeit können genetische Phänomene widerspruchlos beschrieben werden (Abb. 6).

Zur Erklärung der Phänomene existieren vielfältige **Präkonzepte**. Durch den Wechsel von der Phänomen-Ebene auf die molekulare Ebene und umgekehrt können genetische Phänomene erklärt oder vorausgesagt werden (Abb. 7).

<b>Metaphorische Ebene</b> Alltagsvorstellungen	<b>Genetische Fachbegriffe</b>
Erbanlage	Gene
Erbmerkmal	Genetisch bedingtes Merkmal
Erbgut	Genom
Erblichkeit	Genetisch bedingte Varianz
Erbkrankheit	Erblich bedingte Krankheit

Abb. 6: Überführung gängiger Alltagsvorstellungen in transferfähige Fachbegriffe

<b>Phänomen-Ebene</b> Wahrnehmungs- und Beschreibungsebene	<b>Gen-Ebene, Protein-Ebene</b> Kausale Ebene, Erklärungsebene
Merkmale: Farbe, Größe usw.	Strukturen: Gen, Genvariation (Allel), Genprodukt
Eigenschaften der Merkmale: vorhanden/nicht vorhanden krank/gesund	quantitative Genwirkung: Genaktivität, daraus folgend Proteinbiosynthese  qualitative Genwirkung: Genvarianten, veränderte Sequenz (durch Mutation)

Abb. 7: Erklärung der Phänomene auf der Gen-Ebene

## **Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung**

Im Mittelpunkt des Unterrichts steht ein lebensweltlicher Problemkontext. Ziel ist es, die Lebenswelt unter Einbezug von Fachwissen differenzierter zu betrachten und somit zur Bildung mündiger Bürgerinnen und Bürger sowie aufgeklärter Verbraucherinnen und Verbraucher beizutragen.

Kontextorientierter Unterricht löst die Fachsystematik auf. Vielmehr zielen die Auswahl eines Kontextes und das damit verbundene Fachwissen auf die Weiterentwicklung der Basiskonzepte (siehe Kapitel 2 Exemplarische Reihenplanungen).

Möglichkeiten für Kontexte im Themenfeld 10 „Individualität und Entwicklung“ sind vielfältig. Geeignete Themen werden innerhalb der Themenfeld-Doppelseite als Mindmap dargestellt. Die Mindmap regt zur Ideenfindung an und kann ergänzt werden.

Lebensweltliche Bezüge können in einer Reihenplanung als Kontext, „Dem Täter auf der Spur“, „Typisch männlich, typisch weiblich?“, „Verwandtschaft – wie funktioniert Vererbung?“ bearbeitet werden.

Sie können auch als Einzelaspekte oder Aufgaben in eine Unterrichtsaktivität, in den Modellbau oder die Anwendung von Modellen wie z. B. in TF10\_U3\_M8\_M9 in den Unterricht integriert werden.

Der Kontext „Typisch männlich, typisch weiblich?“ ist eine gendersensible Unterrichtsreihe. Er hat eine innere Logik und enthält bewertende Anteile.

Das Herausnehmen von einzelnen Materialien birgt die Gefahr, dass die pädagogische Intention der Unterrichtsreihe verloren geht. Im Gegenteil, einzelne Materialien könnten bestehende Denkmuster, Vorurteile oder unreflektierte Meinungen, die sich in eingefahrenen Haltungen äußern, verstärken, während die gesamte Reihe eine andere Intention verfolgt.

Ziel der Unterrichtsreihe ist es, die naturwissenschaftliche Basis zu der individuellen Verschiedenheit von Menschen zu vermitteln.

Entscheidet sich die Lehrkraft für diesen Kontext, stehen ergänzende Hinweise für die Vorbereitung (BIO\_TF10\_U2\_Lehrerinfo) zur Verfügung.



## Differenzierungsmöglichkeiten

Ausschlaggebend für das Anforderungsniveau ist die Erklärungstiefe der genetischen Themen. So können die molekularen Prozesse im einfachen Fall nur modellhaft behandelt werden oder bei leistungsstarken Gruppen im Hinblick auf die Oberstufe chemische Formeln enthalten.

Auch die Wahl des Kontextes ermöglicht eine Differenzierung. So eignet sich insbesondere der Kontext „Verwandtschaft – wie funktioniert Vererbung?“ bei leistungsschwächeren Gruppen. Der Kontext „Dem Täter auf der Spur“ dringt deutlich tiefer in die zytologische und molekulare Ebene ein und ist daher für eher leistungsstarke Lerngruppen geeignet.

Für eine konkrete Umsetzung mit der individuellen Lerngruppe sind die Materialien so gestaltet, dass die Elemente der unterschiedlichen Kontexte austauschbar sind oder zur Differenzierung und Vertiefung genutzt werden können (siehe 3.1 Kompetenzorientierte Unterrichtsmaterialien zur Reihenplanung, Tabelle).

## Bezüge

Direkte Verbindungen zu anderen Themenfeldern sowohl des jeweiligen Faches, den anderen naturwissenschaftlichen Fächern sowie zum Rahmenlehrplan der Orientierungsstufe werden aufgezeigt. Die Vernetzungen sind wichtig, um den kumulativen Aufbau von Basiskonzepten und die kontinuierliche Kompetenzentwicklung zu ermöglichen. Dies gilt sowohl für die innerfachliche Vernetzung als auch für die lernwirksame Verbindung der Fächer. Vertiefungen und Konkretisierungen erfolgen im Sinne eines Spiralcurriculums im weiteren Verlauf der Themenfelder in der Mittelstufe.

Aus dem Fach Naturwissenschaften in der Orientierungsstufe, Themenfeld 2 „Vom ganz Kleinen und ganz Großen“, sollte der Zellbegriff und Aufbau der Zelle bekannt sein. Diese Kenntnisse wurden im Fach Biologie erneut aufgegriffen.

Im Fach Naturwissenschaften in der Orientierungsstufe, Themenfeld 4 „Pflanzen – Tiere – Lebensräume“, wurden bezüglich Züchtung und Entwicklung Grundlagen gelegt. Darauf aufbauend wurde in Biologie in der Mittelstufe im Rahmen des Themenfeld 2 „Vielfalt und Veränderung“ auch auf Variabilität und Mutation eingegangen. Der Physikunterricht kann bei sinnvoller Absprache in dem Kollegium im Themenfeld 5 „Radioaktivität“ Aspekte der Biologie fächerübergreifend aufgreifen.

Bezugnehmend auf die Meiose und die Befruchtung kann an das Vorwissen aus dem Fach Naturwissenschaften in der Orientierungsstufe, Themenfeld 8 „Körper und Gesundheit“ und Biologie in der Mittelstufe, Themenfeld 6 „Erwachsen werden“, angeschlossen werden.

Aufbauend auf das Themenfeld 10 in dieser Handreichung werden die Grundlagen für das anschließende Themenfeld 11 „Biowissenschaften und Gesellschaft“ gelegt. Beide Themenfelder sind stark verzahnt.

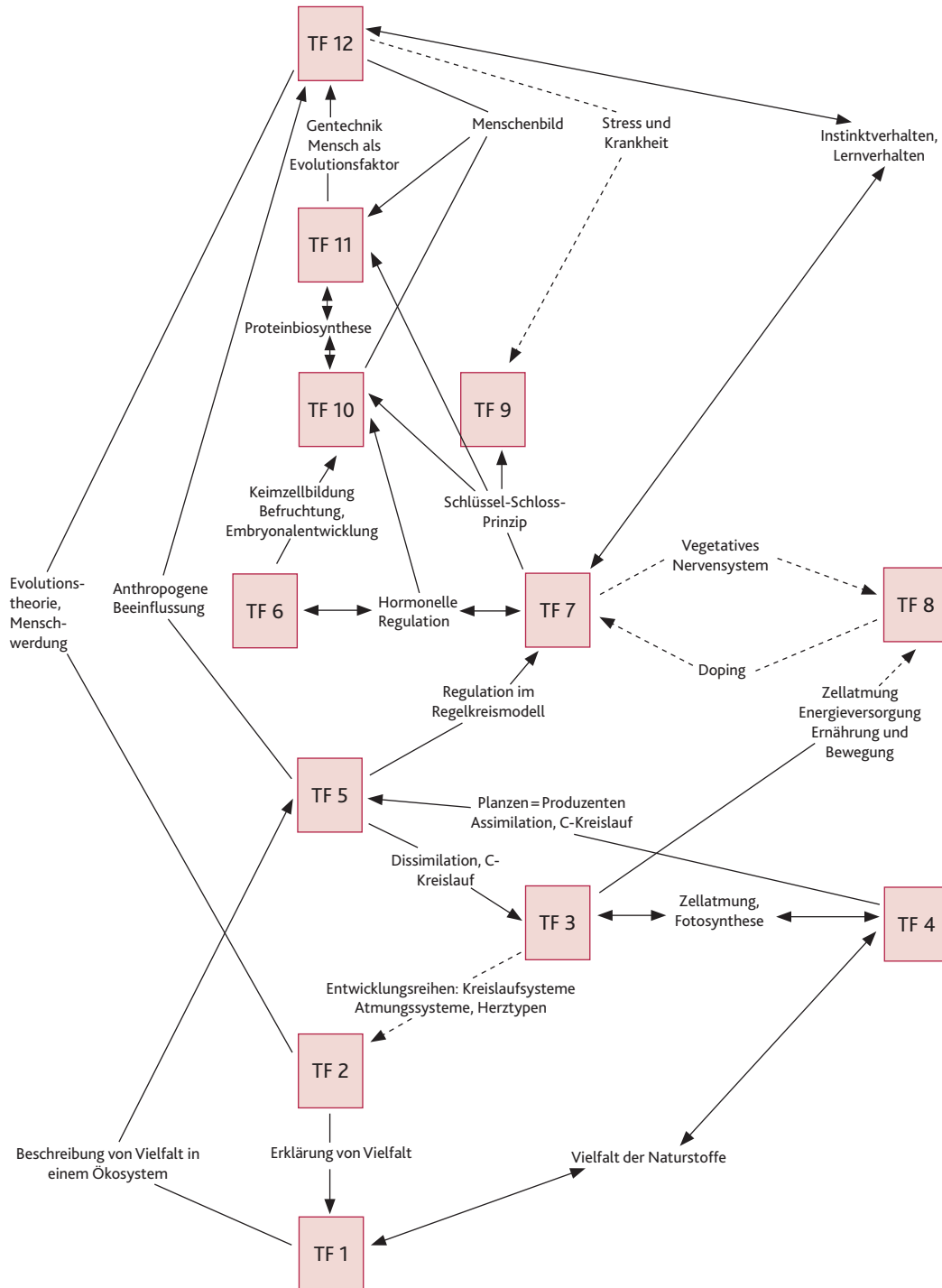


Abb. 8: Bezüge zwischen den Themenfeldern, Auszug aus „Lehrpläne für die naturwissenschaftlichen Fächer – Biologie“, S. 149

**Legende:**

- unverzichtbare Vernetzung
- - - sinnvolle differenzierende Vernetzung
- Pfeilrichtung aufsteigend = TF ist Voraussetzung
- ← Pfeilrichtung absteigend = TF schafft Anwendungs- und Vernetzungsmöglichkeiten
- ↔ Die so verknüpften Themenfelder können in hinführender oder anwendender Vernetzung stehen.

## 2 EXEMPLARISCHE REIHENPLANUNG

Drei exemplarische Reihenplanungen zeigen Planungsstrukturen, um die im Themenfeld verbindlich ausgewiesene Kompetenzentwicklung zu ermöglichen.

Das Themenfeld lässt sich in verschiedene thematische Zusammenhänge oder Kontexte gliedern, die in Lerneinheiten (LE) münden.

Lerneinheiten von ein bis drei Stunden sind die kleinsten Planungsstrukturen von Unterricht und verstehen sich als Lernzeit, die notwendig ist, um ein Lernprodukt zu erstellen. Sie sind über den Lehrplan definiert und ermöglichen Kompetenzentwicklung und den Aufbau konzeptbezogenen Fachwissens.

### 2.1 Übersicht zu den Reihenplanungen

Nachfolgend sind drei exemplarische Kontexte aufgeführt.

Die Kontexte unterscheiden sich, ihre Materialien sind modular und z. T. untereinander austauschbar.

Eine Tabelle unter Kapitel 3 „Kompetenzorientierung der Unterrichtsmaterialien“ dient dem Überblick über die variablen Einsatzmöglichkeiten der Materialien.

Die beiden ersten Kontexte sind eher für leistungsstarke Lerngruppen geeignet.

Variabel einsetzbare Materialien für schwächere Schülerinnen oder Schüler innerhalb der Lerngruppe oder eine gesamte Lerngruppe enthält der dritte Kontext „Verwandtschaft – wie funktioniert Vererbung?“

Für alle Kontexte gilt: Die Ausprägung individueller Merkmale lässt sich nur verstehen, wenn die Strukturen und Vorgänge auf allen Systemebenen betrachtet und miteinander in Beziehung gebracht werden können. Der **Wechsel der Systemebenen** ist unabdingbar für das Verständnis genetischer Phänomene und wird hier in allen drei vorgestellten Kontexten umgesetzt (Abb. 9).

Die Kontexte werden durch exemplarische Unterrichtsmaterialien konkretisiert. Zusätzlich zu dem ausgearbeiteten Material wird auf entsprechende Quellen (z. B. Internetseiten) hingewiesen.



Abb. 9: Übersicht über die Kontexte

Die Verweise in der Handreichung sind auf die Onlinematerialien abgestimmt.

Das gesamte Material ist zu finden unter:

<https://naturwissenschaften.bildung-rp.de/faecher/biologie/unterricht.html>.

Es ist nicht intendiert, alle Materialien einzusetzen, da dies die zeitlichen Vorgaben des Themenfeldes von ca. 15 Stunden weit überschreiten würde. Im Bewusstsein der Vielfalt von individuellen Lernzugängen und Lernvoraussetzungen sowie schulischen Besonderheiten illustrieren sowohl die Handreichung als auch die Onlinematerialien eine Vielzahl von Möglichkeiten für die eigene Unterrichtsplanung.

## 2.2 Kontext 1: Dem Täter auf der Spur



Abb. 10: Kontext 1: Zuordnung der Fachbegriffe und der zu übenden Kompetenzen entsprechend der Systemebenen

Unterrichtsphase	Kontextorientierte Reihenplanung	Fachwissen	Material
Begegnungs- und Neugierphase	Ein Tatort wird aufgefunden, die Täterin oder der Täter haben Spuren hinterlassen: Blut, Fingerabdrücke und Speichel.	Fachaspekte sind nur ein Teil des Gesamtkontextes. Der Ausschnitt der Biologie wird deutlich.	
Planungsphase	Verdächtig wird ein männliches Zwillingsspaar, deren Schwester und ihr Freund. Die Beweismittel müssen untersucht werden.	Planung weiteren Vorgehens führt tiefer in den Kontext hinein und legt den Grundstein für die fachliche Durchdringung.	
Erarbeitungsphase  Jeder Baustein führt zur Progression von Fachwissen.  Die Steuerung erfolgt über Lernmaterial	LE 1: Speichelprobe Aufbau tierischer Zellen	Verdeutlichung der Systemebenen, Struktur und Funktion tierischer Zellen	U1_M1
	LE 2: Speichelprobe Genetische Information im Zellkern	Aufbau und Organisation des Erbguts	U3_M4
	LE 3: Speichelprobe Auswertung von Karyogrammen	Analyse von Karyogrammen zur Geschlechtsbestimmung	U1_M3
	LE 4: Blutprobe Blutgruppen im Modell	Verständnis von Schlüssel-Schloss-Prinzip	U1_M4
	LE 5: Blutprobe Entstehung von Blutgruppen	Proteinbiosynthese als Erklärung zur Entstehung von Blutgruppen	U1_M5
	LE 6: Blutprobe Auswertung der Blutuntersuchung	Analyse von exemplarischen Bluttests zur Blutgruppenbestimmung	U1_M6
	LE 7: Identifizierung der Täterin oder des Täters anhand von Fingerabdrücken Embryonalentwicklung und Vorgänge der Zellteilung	Zelldifferenzierung ausgehend vom vorher behandelten Wissen über den Aufbau tierischer Zellen und Zellteilungen	U1_M7

Unterrichtsphase	Kontextorientierte Reihenplanung	Fachwissen	Material
Anwendungsphase	<p>Anhand des erworbenen Fachwissens wird eine Täterin oder ein Täter überführt. Zunächst werden die Blutzellen und Speichelproben analysiert: Das aus den Zellen der Mundschleimhaut gewonnene Karyogramm schließt die weibliche Verdächtige aus.</p> <p>Das Blut wird getestet. Die potenzielle Täterin bzw. der Täter trägt die Blutgruppe 0. Die Zwillinge besitzen beide die Blutgruppe 0, der Freund der Schwester die Blutgruppe A.</p> <p>Um letztlich jemanden zu überführen, werden die Fingerabdrücke der Zwillinge untersucht.</p>	<p>Fachwissen wird durch Rekontextualisierung in den Eingangskontext überführt und angewendet.</p>	
Vernetzungsphase Transfer	<p>Das Wissen über die Entstehung der Blutgruppen kann vernetzt werden.</p> <p>Die Vererbung der Blutgruppen wird im Anschluss aufgegriffen.</p>	<p>Vertieftes Konzeptverständnis (Basiskonzepte)</p>	

Abb. 11: Erste Reihenplanung „Dem Täter auf der Spur“

Exemplarisches Onlinematerial: TF10\_U1\_M5\_AN1

**TF10\_U1\_M5: Entstehung von Blutgruppen – Grundlagen der Proteinbiosynthese  
(Anforderungsniveau I)**

**Informationstext - Vom Gen zum Protein**

Die DNA (Information für die Proteine) befindet sich im Zellkern, die Herstellung (Synthese) der Proteine findet aber an den Ribosomen im Zytoplasma der Zelle statt.

Die Übersetzung der Information kann daher nicht direkt erfolgen. Es ist notwendig, dass zunächst eine Kopie der DNA, die Boten-RNA (messenger RNA, mRNA), angefertigt wird. Diesen Vorgang nennt man Transkription.

Die mRNA gelangt durch die Poren des Zellkerns in das Zytoplasma. An den Ribosomen wird dann die Information übersetzt. Diesen Vorgang nennt man Translation. Transkription und Translation sind die beiden Vorgänge, die für die Herstellung neuer Proteine (Proteinbiosynthese) verantwortlich sind.

Die Bausteine der Proteine sind die Aminosäuren. Es gibt 20 verschiedene Aminosäuren. Sie werden je nach „Bauanleitung“ (Abfolge der Nukleotide in der DNA bzw. mRNA) zu unterschiedlich langen Ketten zusammengefügt. Die Reihenfolge der Aminosäuren in einem Protein ist also letztlich in der DNA festgelegt. Proteine wirken zum Beispiel als Enzyme, haben Transportfunktion, sind Bestandteile von Zellmembranen, spielen eine Rolle bei der Muskelkontraktion und als Antikörper bei der Immunabwehr.

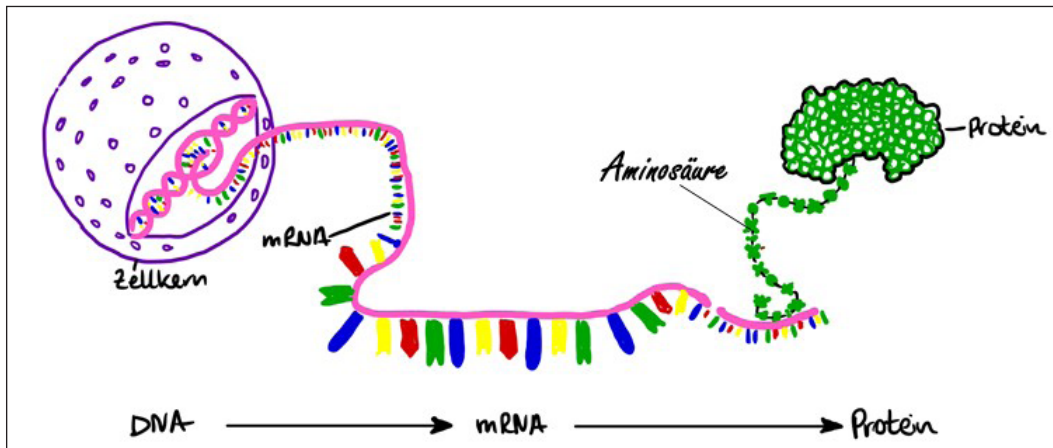
**Arbeitsaufträge:**

Vergleiche die Proteinbiosynthese mit dem Kochen eines Gerichtes nach einem Rezept. Gehe so vor:

1. Lies den Informationstext und stelle in einer Tabelle die beteiligten Organellen/Strukturen und Vorgänge der Proteinbiosynthese zusammen.
2. Vergleiche bzw. analogisiere die Vorgänge der Proteinbiosynthese mit den Schritten beim Kochen eines Gerichtes nach einem Rezept (siehe Abbildungen).
3. Beschrifte die Gedankenblasen mit vergleichbaren Strukturen beim Kochen nach einem Rezept (siehe Abbildung).



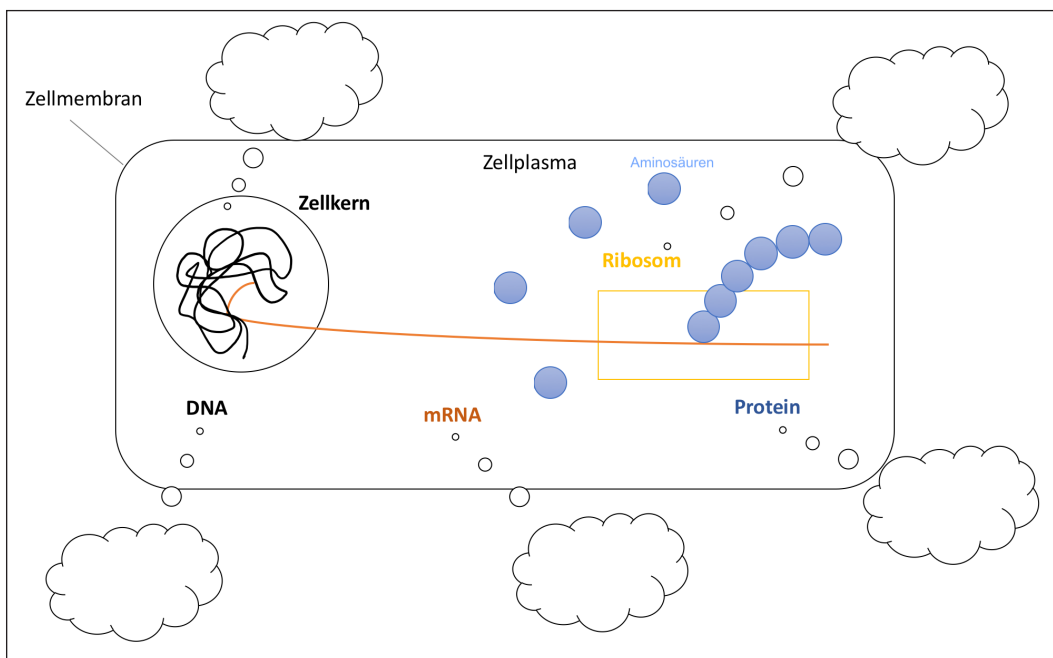
Exemplarische Abbildungen aus dem Onlinematerial



Ablauf der Proteinbiosynthese



Kochen eines Gerichtes nach Rezept (Analogisierung)



Vereinfachtes Schema der Proteinbiosynthese

## 2.3 Kontext 2: Typisch männlich, typisch weiblich?

Der zweite Kontext „Typisch männlich, typisch weiblich?“ ist eine gendersensible Unterrichtsreihe. Er hat eine innere Logik und enthält bewertende Anteile.

Das Herausnehmen von einzelnen Materialien birgt die Gefahr, dass die pädagogische Intention der Unterrichtsreihe verloren geht. Im Gegenteil, einzelne Materialien könnten bestehende Denkmuster, Vorurteile oder unreflektierte Meinungen, die sich in eingefahrenen Haltungen äußern, verstärken, während die gesamte Reihe eine andere Intention verfolgt.

Ziel der Unterrichtsreihe ist es, die naturwissenschaftliche Basis zu der individuellen Verschiedenheit von Menschen zu vermitteln. Entscheidet sich die Lehrkraft für diesen Kontext, stehen ergänzende Hinweise für die Vorbereitung (BIO\_TF10\_U2\_Lehrerinfo) zur Verfügung.

Dieser Kontext verbindet Wissen aus der Genetik (genotypische Geschlechtsbestimmung, Meiose, Neukombination und Kombinationsquadrat), der Neurobiologie (hormonelle Einflüsse auf die Geschlechtsentwicklung, Testosteron-Rezeptoren), der Verhaltensbiologie (Ethogramme) und der Evolution (Geschlechtsdimorphismus und Sexualverhalten als Ergebnis von Selektion).

Der Kontext „Typisch männlich, typisch weiblich?“ ist geeignet, am Beispiel der Geschlechtsentwicklung den Zusammenhang von Struktur und Funktion auf verschiedenen Systemebenen zu erarbeiten. Der Kontext erweitert Vorstellungen zur menschlichen Embryonalentwicklung auf der zellulären Ebene.

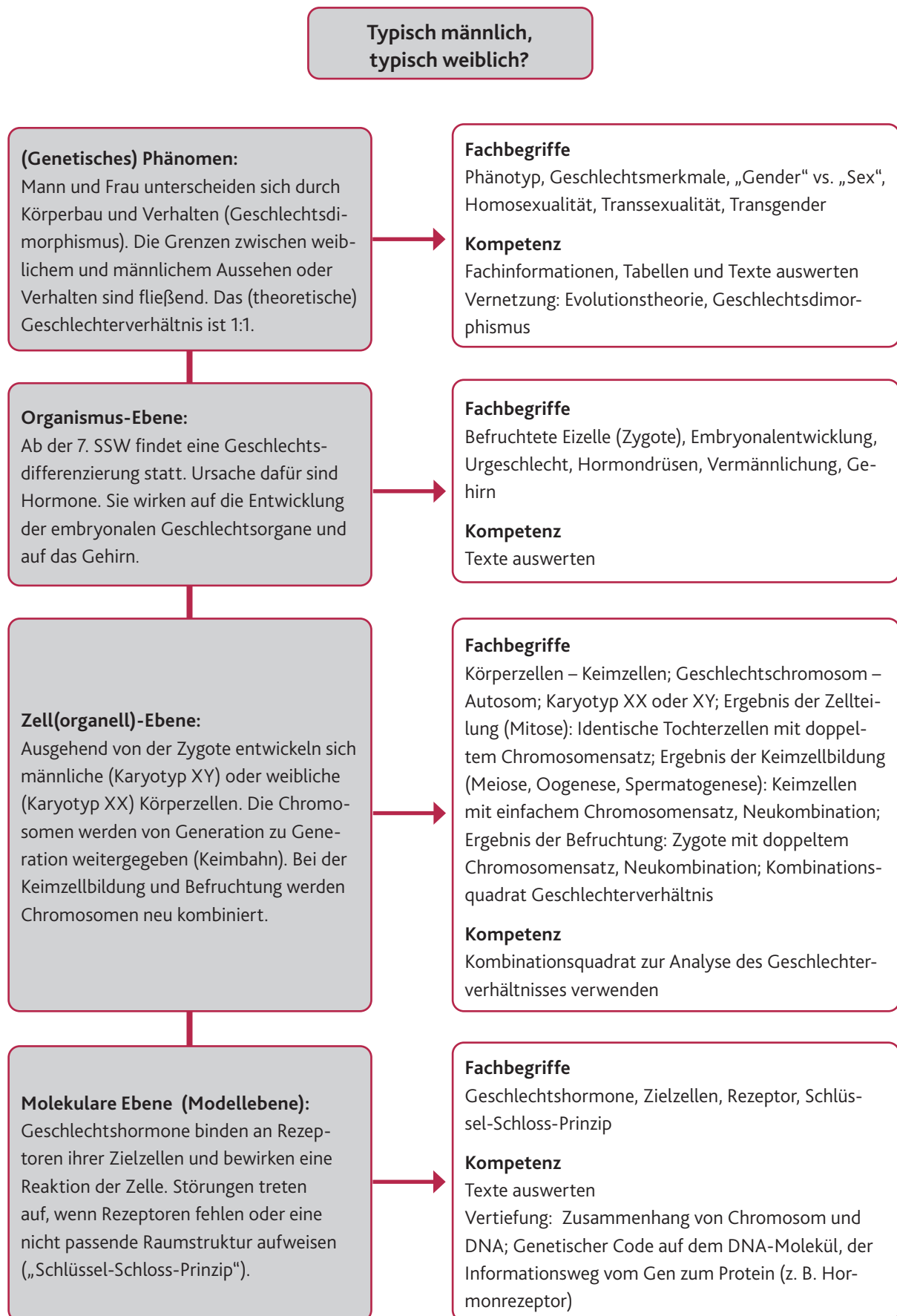


Abb. 12: Kontext 2: Zuordnung der Fachbegriffe und der zu übenden Kompetenzen entsprechend der Systemebenen

Unterrichtsphase	Kontextorientierte Reihenplanung	Fachwissen	Material
Begegnungs- und Neugierphase	<p>LE 1: Ein Spiel gibt Anlass, Vorurteile zu typisch männlichem oder typisch weiblichem Verhalten zu formulieren.</p> <p>Verteilungskurven der Körpergrößen von Mann und Frau (M1b) zeigen, dass die Wahrnehmung typisch männlicher und typisch weiblicher Körper- und Verhaltensmerkmale das Produkt der eigenen Erfahrung und nicht vorurteilsfrei ist.</p> <p>Nicht eindeutige Zuordnungen zu einem Geschlecht lösen Irritationen aus, die z. B. in Verwechslungskomödien oder in Travestie-Shows bewusst eingesetzt werden und Lachen provozieren.</p>	<p>Angeborene Unterschiede werden kulturell abgemildert oder verstärkt, das soziale Geschlecht (Gender) wird vom biologischen Geschlecht (Sex) unterschieden. Das biologische Geschlechterverhältnis ist ungefähr 1:1.</p> <p>Das biologische Geschlecht wird bei Zeugung eines Menschen genetisch festgelegt (Genotyp). Die Übergänge zwischen männlicher und weiblicher Erscheinung (Phänotyp) sind fließend. Soziologisch wird das individuelle Geschlecht in die Kategorien männlich, weiblich oder divers eingeteilt.</p> <p>Die Mustererkennung im Gehirn bestimmt die Wahrnehmung. Unklare Muster führen zur Übersprungshandlung, z. B. Lachen.</p>	U2_M1
Planungsphase	<p>Austausch von (Vor-) Wissen und Stellen von Fachfragen.</p> <p>Mindmap: Sammlung, Gewichtung, Kategorisierung</p>	<p>Im laufenden Unterricht wird immer wieder Bezug auf den Fragenkatalog genommen. Der Fragenkatalog wird dabei präzisiert und ggf. erweitert.</p>	U2_M1c

Erarbeitungsphase	<p>LE 2: Ist geschlechtsspezifisches Verhalten angeboren oder erlernt?</p> <p>Kommunikation wissenschaftlicher Erkenntnisse im Gruppenpuzzle durch Auswertung verschiedener Informationskarten (Schwerpunkt Kommunikation)</p> <p>Durch Auswertung empirischer Versuche und Anwendung der naturwissenschaftlichen Methoden (Schwerpunkt Erkenntnisgewinnung)</p>	<p>Forscherkongress:</p> <p>Empirische Forschung ermöglicht Erkenntnisse zum Verhalten (Methodenwissen). Säugetiere sind verwandt und verfügen über Ähnlichkeiten im Instinktverhalten und dem Aufbau ihres Gehirns (Evolution).</p> <p>Das Tierschutzgesetz regelt den Einsatz von Modelltieren zum Zwecke neurobiologischer Forschung.</p> <p>Geschlechtsspezifisches Verhalten lässt sich durch elektrische Reizung von Gehirnarealen oder durch Hormongaben beeinflussen.</p>	U2_M2
	<p>LE 3: Junge oder Mädchen?</p> <p>Auswertung der Geburtenstatistik in Deutschland</p>	<p>Statistische Aussagen über das Geschlechterverhältnis</p>	U2_M3
	<p>LE 4: Junge oder Mädchen?</p> <p>Wissenstest mithilfe Triple-Multiple-Choice</p>	<p>Vorwissen reaktivieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verortung der Keimzellbildung, Befruchtung und Embryonalentwicklung</li> <li>- Zelluläre Vorgänge und Strukturen</li> </ul> <p>Molekulare Vorgänge und Strukturen</p>	U2_M4

	<p>LE 5: Junge oder Mädchen? Wie entsteht das Geschlecht?</p> <p>Bildertisch und (differenzierte) Sachtexte</p> <p>Arbeitsblatt mit gestufter Aufgabenstellung und Erschließungshilfen</p>	<p>Strukturen und Vorgänge auf verschiedenen Systemebenen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Oogenese, Befruchtung im Eileiter, Entwicklungsstadien des Embryos</li> <li>- Spermatogenese und Spermienreifung im Hoden, Spermienbeweglichkeit</li> <li>- Reduktionsteilung und Neukombination, Keimzellreifung (Meiose)</li> <li>- Neukombination elterlicher Chromosomen bei der Befruchtung</li> <li>- Bau eines Chromosoms und Zusammenhang von Gen und Chromosom</li> <li>- Schlüssel-Schloss-Prinzip zur Erklärung der Wirkung von Testosteron</li> </ul>	U2_M5
	<p>LE 6: Junge oder Mädchen? - Kombinationschema zur Erklärung des Geschlechterverhältnisses</p>	<p>Klassische Genetik: Wahrscheinlichkeitsberechnung durch Kombinationsquadrat</p>	U2_M6
Anwendungsphase	<p>Eingangsfragen (M1c) und erneute Durchführung des Multiple Choice (M4) (individuelle) Mindmap als Post-Organizer</p>	<p>Das Fachwissen wird durch Rekontextualisierung in den Eingangskontext überführt und angewendet.</p>	U2_M4

Vernetzungsphase Transfer	<p>LE 7: Vernetzungskontext: Mann oder Frau? – Sex- tests im Sport</p> <p>Sportlerinnen Caster Semenya und Maria Patino</p> <p>Erklärung der Testosteronüberproduktion bei Caster Semenya</p>	<p>Weibliche Zellen besitzen ein Barr-Körperchen.</p> <p>Enzyme bewirken die Testosteronproduktion und Vermännlichung.</p> <p>Gene bewirken die Herstellung von Enzymen.</p> <p>Hormone wirken durch Bindung an Rezeptoren. Die Bindung erfolgt über das Schlüssel-Schloss-Prinzip. Die Raumstruktur der Rezeptoren ist genetisch codiert.</p>	U2_M7
	<p>LE 8: Erklärung der Androgenresistenz bei Maria Patino</p>	<p>Ein häufiger Grund für die Androgenresistenz liegt darin, dass die Rezeptoren für die Androgene fehlen oder eine falsche Molekülstruktur aufweisen.</p>	U2_M8
	<p>LE 9: Vererbung der Androgenresistenz</p>	<p>Das Kombinationsschema zeigt, dass eine Frau, die Überträgerin ist, zu 50 % Eizellen mit dem mutierten Gen bildet.</p>	U2_M9

Abb. 13: Zweite Reihenplanung „Typisch männlich, typisch weiblich?“

Exemplarisches Onlinematerial: TF10\_U2\_M6

**TF10\_U2\_M6: Junge oder Mädchen? – Kombinationschema zur Erklärung des Geschlechterverhältnisses**

Arthur und Eva haben zwei Töchter. Nun ist Eva wieder schwanger, sie glaubt, dass die Wahrscheinlichkeit, diesmal einen Jungen zu bekommen, groß ist.

**Arbeitsauftrag:**

Berechne die Wahrscheinlichkeit für ein männliches Baby. Erstelle dazu ein Kombinationsquadrat.

Gestufte Anforderungen:

1. Erstelle ein Kombinationsquadrat, das die möglichen Kombinationen von Eizelle und Samenzelle zeigt.
2. Fülle das Kombinationsquadrat, das die möglichen Kombinationen von Eizelle und Samenzelle zeigt.

Mögliche Keimzellen	Genotyp des Spermiums	Genotyp des Spermiums
Genotyp der Eizelle		
Genotyp der Eizelle		

3. Nutze das Kombinationsquadrat um zu erklären, dass die Chance für ein männliches Baby genauso groß ist wie die für ein weibliches Baby.

Mögliche Keimzellen	Spermium mit dem Geschlechtschromosom X	Spermium mit dem Geschlechtschromosom Y
Eizelle mit dem Geschlechtschromosom X	Frau XX	Mann XY
Eizelle mit dem Geschlechtschromosom X	Frau XX	Mann XY



## 2.4 Kontext 3: Verwandtschaft – wie funktioniert Vererbung?

Der Kontext „Verwandtschaft – wie funktioniert Vererbung? (Warum bin ich so wie ich bin?)“ beginnt mit Stammbäumen (Erblichkeit als genetisches Phänomen) und hat eine ausgedehnte Begegnungs- und Neugierphase. Es werden Phänomene gesammelt und Vorwissen über Genetik zusammengetragen.

Als Kontext (im Sinne der didaktischen Definition) wird am Beispiel des „Albinismus“ das Phänomen der vererbaren Pigmentlosigkeit auf allen Systemebenen erklärt:

- Haut und Haar enthalten kein Melanin (Makroskopische Ebene, Organismusebene).
- Hautzellen können kein Melanin bilden (Zytologische Ebene).
- Für die Melaninsynthese werden Enzyme benötigt. Fehlt ein Enzym, wird der Stoffwechsel für die Synthese blockiert.
- Der Aufbau von Enzymen ist auf den Genen (DNA-Abschnitt) codiert. Fehlt ein Enzym, weil ein Gen defekt ist, so fehlt auch der Stoffwechselweg.

Diese Unterrichtsstruktur ist in besonderem Maße geeignet, um die Systemebenen zu verstehen (siehe nachfolgende Übersicht).

Ausgehend vom Aufbau der DNA und der Chromosomen werden die Replikation, die Mitose und das Wachstum, sowie die dafür notwendige Proteinbiosynthese mit Modellen erarbeitet.

Rückblickend zum Thema Albinismus zeigen die Meiose und die Neukombination, dass diese verantwortlich sind für individuelle Erscheinungsbilder innerhalb einer Familie.

Dieser Kontext ist besonders geeignet, an Modellen

- den DNA-Aufbau (TF10\_U3\_M4 mit 2-dimensionalem und 3-dimensionalem Modell),
- den Aufbau der Chromosomen (TF10\_U3\_M6 mit Pfeifenputzermodell für Meiose) und
- die Proteinbiosynthese (TF10\_U3\_M5 mit Gedankenmodell) kennenzulernen.

Die verantwortlichen Prozesse vom Gen zum Protein werden dabei vermittelt.

Die Lerneinheiten sind insbesondere für leistungsschwächere Lerngruppen geeignet.

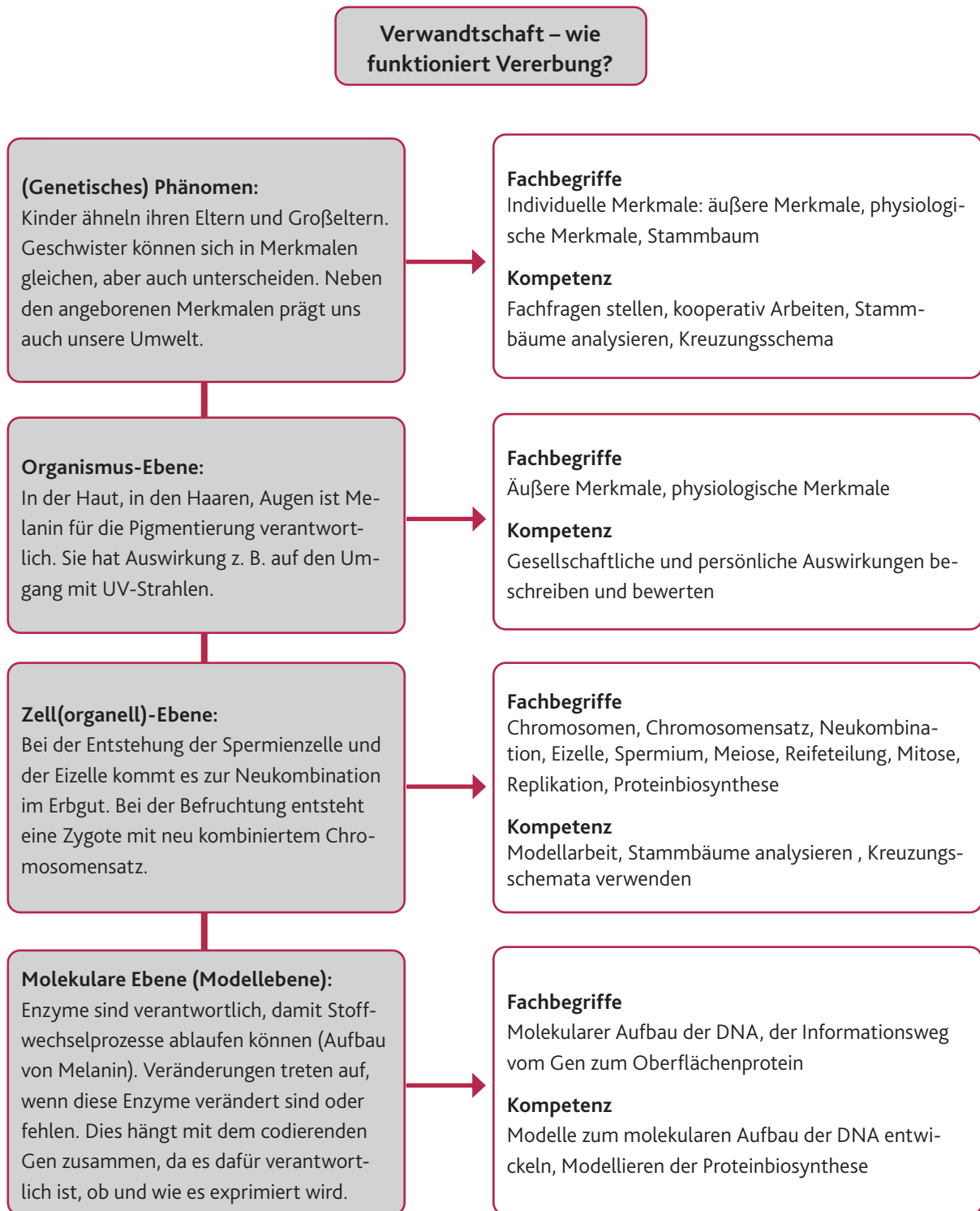


Abb. 14: Kontext 3: Zuordnung der Fachbegriffe und der zu übenden Kompetenzen entsprechend der Systemebenen.

Unterrichtsphase	Kontextorientierte Reihenplanung	Fachwissen	Material
Begegnungs- und Neugierphase	LE 1.1: Genetische Phänomene sammeln mithilfe von Placemat: Beobachtung von Vererbung, z. B. Zungenrollen, Haarfarbe, Ähnlichkeitsphänomene ... LE 1.2: Zungenrollen	Fachaspekte sind nur ein Teil des Gesamtkontextes. Der Ausschnitt der Biologie wird deutlich.	U3_M1.1 U3_M1.2
	LE 2: Albinismus in Afrika. Informationen (Internet, Film, Bilder), Überblick schaffen	Individualität hängt von den Vorfahren ab, kann gleich sein oder sich unterscheiden. Verdeutlichung der Systemebenen ist wichtig.	Internetrecherche
Planungsphase	LE 3: Die Sammlung von Vorwissen führt zum Advance-Organizer, der im Laufe des Themenfeldes weiter gefüllt wird.	Die Planung weiteren Vorgehens führt tiefer in den Kontext hinein und legt den Grundstein für die fachliche Durchdringung des Kontextes.	U3_M3
Erarbeitungsphase  Jeder Baustein führt zur Progression von Fachwissen.  Die Steuerung erfolgt über Lernmaterialien.	LE 4: Struktur der DNA – Lösung des Rätsels  Modellarbeit	Aufbau und Struktur des Erbguts	U3_M4
	LE 5: Melaninsynthese ist verantwortlich für die Hautfärbung  Der Weg vom Gen zum Merkmal (Proteinbiosynthese)  Modellarbeit	Proteinbiosynthese als Erklärung zum Aufbau und Wachstum des Körpers	U3_M5
	LE 6: Vererbung von Albinismus  Meiose und Befruchtung (Pfeifenputzer-)Modell  Filmstreifen erstellen und beschriften	Die Ursache für unsere Individualität befindet sich in den Keimzellen  Ablauf der Meiose	U3_M6

<p>Erarbeitungsphase</p> <p>Jeder Baustein führt zur Progression von Fachwissen.</p> <p>Die Steuerung erfolgt über Lernmaterialien.</p>	<p>LE 7: Stammbaum einer Familie mit Albinismus</p> <p>Kreuzungsschema</p>	<p>Stammbaumanalyse auf zellulärer Ebene</p>	<p>U3_M7</p>
	<p>LE 8: Wachstum benötigt Mitose</p> <p>Lerntempoduett</p> <p>Modellierung</p>	<p>Gründe für die Notwendigkeit der Mitose sind z. B. Körperwachstum und Regeneration von Geweben durch Zellerneuerung.</p> <p>Mitose ist mit Replikation des Erbguts gekoppelt.</p>	<p>U3_M8</p> <p>U3_M9</p>
	<p>LE 9: Wachstum benötigt Replikation des Erbguts</p>		
<p>Anwendungsphase</p>	<p>LE 10: Entstehung von Trisomie 21</p> <p>Anwendung der Meiose:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chromosomen-Modell, z. B. Pfeifenputzer</li> <li>- Filmstreifen</li> </ul>	<p>Ausblick auf bzw. Verknüpfung mit Themenfeld 11.</p>	<p>U3_M6</p> <p>U3_M10</p>
<p>Vernetzungsphase</p> <p>Transfer</p>	<p>Erworbenes Wissen wird in „Mini-Kontexten“ vernetzt, z. B. Kreuzungsschema für den Zungenroller</p> <p>Erstellung oder Lesen von Stammbäumen, z. B. Kurzfingerigkeit ...</p>	<p>Vertieftes Konzeptverständnis (Basiskonzepte)</p>	<p>Kreuzungsschema</p> <p>Stammbäume</p>

Abb. 15: Dritte Reihenplanung „Verwandtschaft – wie funktioniert Vererbung?“

Exemplarisches Onlinematerial: TF10\_ U3\_M7

### TF10\_ U3\_M7: Albinismus – Stammbaum und Kreuzungsschema

In dem Stammbaum ist eine Familie mit Albinismus zu sehen.

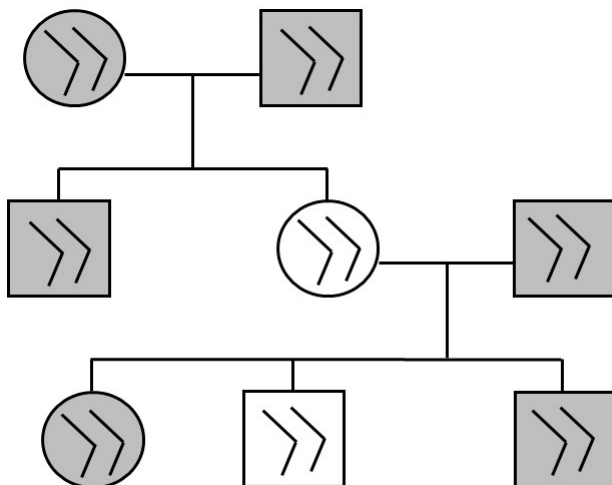
Die Kreise sind die Frauen, die Vierecke sind die Männer. Grau markierte Symbole haben Melanin in ihrer Haut. Weiße Symbole stehen für die Familienmitglieder mit Albinismus, ihnen fehlt das Melanin.

Hat ein Mensch ein Gen, das dafür verantwortlich ist, dass Melanin hergestellt wird, hat er pigmentierte Haut.

Du hast gelernt, dass Gene dafür verantwortlich sind, dass Proteine gebildet werden (Proteinbiosynthese). Die Gene liegen auf den Chromosomen.

Jede Körperzelle eines Menschen enthält 46 Chromosomen, 23 vom Vater und 23 von der Mutter.

In dem nachfolgenden Stammbaum werden nur 2 Chromosomen betrachtet, ursprünglich je eines vom Vater und eines von der Mutter.














#### Arbeitsauftrag:

- 1) Zeichne in jedes Chromosom ein, ob es ein „funktionierendes“ Gen für Melanin enthält. Kreuze immer den gleichen Genort an. Enthält das Chromosom kein „funktionierendes“ Gen für Melanin, zeichnest du nichts ein.
- 2) Erkläre, wie die Erkrankung Albinismus vererbt wird.










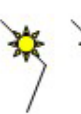

**Tipp:**

Mit einem Kreuzungsschema überlegst du dir, welche möglichen Chromosomen von Vater und Mutter kommen. Ergänze das Kreuzungsschema für den angegebenen Stammbaum.

Mutter	Vater	
		
	<b>Mögliche Kinder</b>	
	 	 
	???	???
	 	 
	???	???

**Differenzierung:**

In dem Kreuzungsschema sind die möglichen Chromosomen von Vater und Mutter und alle Kombinationsmöglichkeiten eingezeichnet. Mit der „Sonne“ ist an diesem Beispiel markiert, wenn das Chromosom das „funktionierende“ Gen für die Bildung von Melanin hat. Ergänze, wie die Haut jedes Kindes aussehen würde.

Mutter	Vater	
		
	<b>Mögliche Kinder</b>	
	 	 
	???	???
	 	 
	???	???

## 3 KOMPETENZORIENTIERUNG DER UNTERRICHTSMATERIALIEN

In der nachfolgenden Tabelle sind die zu entwickelnden Kompetenzen aufgeführt. Ihnen können die Materialien zugeordnet werden. Ihre Nummerierung entspricht den oben aufgeführten Reihenplanungen, z. B. Material TF10\_U1\_M1 gehört zur Lerneinheit 1. Die Zahl hinter dem U entspricht dem der Reihenplanung. Das zugehörige Material ist chronologisch nummeriert (passt in die entsprechende Lerneinheit). Es wird deutlich, dass die Materialien modularen Charakter haben und z. T. flexibel in verschiedenen Reihenplanungen genutzt werden können.

Kompetenzen Schülerinnen und Schüler ...	Beispielmaterial zu TF 10	einsetzbar in
... wenden einfache Modelle an, um den Weg vom Gen zum Merkmal zu erklären.	U1_M5: Entstehung von Blutgruppen – Grundlagen der Proteinbiosynthese (in den Niveaustufen I und II)	U1_LE5 U3_LE5
	U1_M6: Auswertung der Blutuntersuchung	U1_LE6
	U3_M5: Proteinbiosynthese (Gedankenmodell)	U3_LE5 U1_LE5
... erschließen die Ursachen der Individualität durch modellhafte Darstellung von Meiose und Befruchtung.	U1_M7: Zellteilung während der Embryonalentwicklung	U1_LE7 U3_LE6
	U2_M4: Junge oder Mädchen? – Wissenstest	U2_LE4
	U2_M5: Junge oder Mädchen? – Wie entsteht das Geschlecht?	U2_LE5
	U3_M6: Meiose und Befruchtung (PfeifenputzermodeLL, Filmstreifen)	U3_LE6 U1_LE7
	U2_M8: Genotypisch Mann – Phänotypisch Frau: die Androgenresistenz als Form von Intersexualität	U2_LE8
	U2_M9: Androgenresistenz kann vererbt werden	U2_LE9
	U3_M10: Meiose und Befruchtung (PfeifenputzermodeLL, Filmstreifen) Vertiefung: Trisomie 21	U3_LE10
	Meiose	U1_LE7 U3_LE6 U3_LE10
	Modellbilder_Meiose_Mitose	U1_LE7 U3_LE6 U3_LE10

... beschreiben Individualität auf verschiedenen Organisationsebenen.	U1_M1: Aufbau tierischer Zellen, Mikroskopieren	U1_LE1
	U1_M3: Auswertung eines Karyogramms	U1_LE3
	U1_M6: Auswertung der Blutuntersuchung	U1_LE6
	U1_M7: Zellteilung während der Embryonalentwicklung	U1_LE7 U3_LE8 U3_LE9
	U2_M1.a: Männliche und weibliche Bewegungsmuster	U2_LE1
	U2_M1.b: Stimmt es, dass Männer größer als Frauen sind?	U2_LE1
	U2_M1.c: Männer können nicht zuhören, Frauen nicht einparken.	U2_LE1
	U2_M2: Ist geschlechtsspezifisches Verhalten angeboren oder erlernt?	U2_LE2
	U2_M3: Geburtenstatistik in Deutschland: Junge oder Mädchen?	U2_LE3
	U2_M4: Junge oder Mädchen? – Wissenstest	U2_LE4
	U2_M5: Junge oder Mädchen? – Wie entsteht das Geschlecht?	U2_LE5
	U2_M7: Mann oder Frau? – Sextests im Sport	U2_LE7
	U2_M8: Genotypisch Mann – Phänotypisch Frau: Androgenresistenz als Form von Intersexualität	U2_LE8
	U2_M9: Androgenresistenz kann vererbt werden	U2_LE8
	U3_M4: Struktur der DNA – Lösung des Rätsels (Modelle)	U3_LE4 U1_LE2
	U3_M8: Mitose – Lerntempoduett	U3_LE8 U1_LE7
	U3_M9: Replikation – Lerntempoduett	U3_LE9 U1_LE7
	Modellbilder_Meiose_Mitose	U1_LE7 U3_LE8 U3_LE9
... nutzen kombinatorische Methoden (Kreuzungsschemata), um Wahrscheinlichkeit für Geno- und Phänotypen vorauszusagen.	U1_M4: Blutgruppen im Modell	U1_LE4
	U2_M6: Junge oder Mädchen? – Kombinationsschema zur Erklärung des Geschlechterverhältnisses	U2_LE6 U3_LE7
	U3_M1.2: „Vom Vater hab ich die Statur“	U3_LE1.2 U3_LE7 U2_LE6
	U3_M7: Albinismus – Stammbaum und Kreuzungsschema	U3_LE7 U3_LE1.2 U2_LE6

Abb. 16: Zuordnung der Onlinematerialien zur Entwicklung der Kompetenzen



# 4 METHODENKOFFER

## 4.1 Advance-Organizer

Mithilfe eines Advance-Organizer wird zu Beginn eines Themas ein visueller Überblick gegeben. In diesem sind erste Verknüpfungen bereits dargestellt. Dabei finden Begriffe, Bilder, Grafiken u. v. m. Verwendung.

Während der Unterrichtseinheit begleitet der Advance-Organizer Schülerinnen und Schüler. Immer wieder kann darauf Bezug genommen werden und in die Unterthemen bzw. Begriffe „hineingezoomt“ werden. Dabei entsteht eine Lernlandkarte.

Hierzu können Programme wie z. B. Prezi, Padlet, Microsoft Powerpoint u. a. eingesetzt werden.

The image shows a Padlet board titled "Individualität und Entwicklung" for "Stefanie B." created 3 minutes ago. The board is a network of interconnected cards on a red-to-orange gradient background. The cards include:

- Bausteine der DNA** (yellow card)
- DNA-Modelle** (yellow card with a photo of a DNA model)
- DNA-Aufbau** (yellow card)
- Chromosomen** (pink card)
- Chromosomenmodell** (pink card with a photo of chromosomes)
- Mitose** (pink card)
- Meiose** (pink card)
- Replikation** (pink card)
- Transkription** (green card)
- Translation** (green card)
- Proteinbiosynthese** (green card with a diagram of protein synthesis)
- Phänotyp** (white card)
- Individualität** (white card with the text "Warum bin ich so wie ich bin?")
- Albinismus** (blue card with a link to <https://de.wikipedia.org/wiki/Albinismus> and a photo of a person in a boat)
- Stammbaumanalyse** (blue card with a pedigree chart and the text "Stammbaum einer Familie mit ... Word document padlet drive")

Abb. 17: „Verwandschaft – wie funktioniert Vererbung?“ – Advance-Organizer mit dem Padlet

## 4.2 Glossar mit Strukturlegetechnik

Ein Glossar in Form einer Strukturlegetechnik (Onlinematerial „Strukturlegetechnik“) ermöglicht es Schülerinnen und Schülern, ihre Wissensbausteine zu strukturieren, Begriffe mit dem dahinterstehenden Inhalt zu ordnen und Verknüpfungen zwischen ihnen herzustellen.

Hierzu erstellt die Lehrkraft im Vorfeld ein Arbeitsblatt mit zehn bis 30 Begriffen, die zum Verständnis des aktuellen Themas notwendig sind. Schülerinnen und Schüler schneiden diese Begriffe aus, um diese im Laufe der Reihe auf verschiedene Weise zu nutzen.

Im ersten Schritt dienen die Begriffskarten der Vorbereitung. Schülerinnen und Schülern können in einer „Sortieraufgabe“ die Begriffe zur Seite legen, die sie bereits kennen bzw. von deren Bedeutung sie eine klare Vorstellung haben. Die übrigen Begriffe werden von den Lernenden nachgeschlagen. Am Ende dieser Phase sollte jede Schülerin bzw. jeder Schüler ein eigenes Verständnis der Begriffe erlangt haben.

Im zweiten Schritt werden Schülerinnen und Schüler aufgefordert, die Begriffe in Beziehung zueinander zu setzen, indem sie die Kärtchen auf dem Tisch oder einem großen Bogen Papier miteinander in Verbindung bringen. Im Anschluss erklären sie sich gegenseitig die gelegten Strukturen. Schülerinnen und Schüler erhalten damit die Möglichkeit, ihr Verständnis der Begriffe zu hinterfragen, zu überdenken und gegebenenfalls ihre Begriffsanordnung zu überarbeiten. Im Plenum erklären wiederum Schülerinnen und Schüler ihre „gelegte Struktur“. Fachlich falsche Verbindungen können geklärt werden. Dieser Prozess begleitet den Unterricht.

Abschließend fixieren Schülerinnen und Schüler ihre Strukturen auf einem individuellen Papier. Durch die Gruppierung von Begriffen, dem Einfügen von Pfeilen, zusätzlichen Stichpunkten und Bildern erzeugen sich die Lernenden eine individuelle Lernhilfe.

**Strukturlegetechnik**

Adenin	Aminosäure	Autosom
Basen	Chromosom	Chromosomensatz
Cytosin	DNA	Doppelchromosom
Eizelle	Gen	Genvariante
Gonosom	Guanin	Individualität
Karyogramm	Merkmal	Merkmalsausprägung
Meiose	Mitose	Mutation
Proteinbiosynthese	Protein	Spermienzelle
Transkription	Translation	Thymin
Vererbung	X-Chromosom	Y-Chromosom
Zellkern	Zucker-Phosphat-Rückgrat	Zygote

### 4.3 Modelleinsatz im Biologieunterricht

Modelle prägen den Biologieunterricht maßgeblich und helfen dabei, biologische Konzepte zugänglicher zu gestalten und zu erschließen.

Oftmals überwiegt jedoch im Biologieunterricht beim Modelleinsatz die Absicht, Modelle als Medien zur Veranschaulichung zu nutzen.

Um jedoch das Wissenschaftsverständnis bei den Schülerinnen und Schülern zu fördern, bedarf es eines Perspektivenwechsels hinsichtlich des Modelleinsatzes im Biologieunterricht. Modelle sollten zunehmend als Möglichkeiten zur wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung und Kommunikation ins Bewusstsein rücken.

Modelle oder auch Modellversuche werden genutzt, um Wissen zu generieren (Erkenntnisgewinnung), Wissen zu kommunizieren (Kommunikation) oder Wissen zu abstrahieren (Fachwissen anwenden, Entwicklung von Basiskonzepten).

Nachfolgende Tabelle vergleicht die Strukturierung einer Lerneinheit im Bereich Erkenntnisgewinnung mit einer Lerneinheit zur Kommunikationskompetenz mit den für die Kompetenzbereiche typischen Aufgabenstellungen und dazu passenden Advance- oder Post-Organizern.

Strukturierung einer Lerneinheit im Kompetenzbereich ...	
... Erkenntnisgewinnung	... Kommunikation
Modelle als Erkenntnismittel entwickeln oder einsetzen.	Modelle als Kommunikationsmittel entwickeln oder einsetzen.
1. Lernphase: Im Lernkontext ankommen	
Das Original wird erkundet, beobachtet, beschrieben. Ein biologisches Phänomen wird beschrieben, die Lernenden entwickeln (eine) Problemfrage(n). Für die Beschreibung des Phänomens werden ggf. Begriffe eingeführt. Beispiel einer Problemfrage: Entstehen bei einer Zellteilung identische Tochterzellen?	Die Aufgabe bzw. Fragestellung ist vorgegeben: Ein biologischer Sachverhalt soll veranschaulicht werden. Beispiel einer Kommunikationsaufgabe: Erkläre einer Mitschülerin bzw. einem Mitschüler, wie ... funktioniert oder wie ... abläuft. Entwickle dazu ein Modell bzw. nutze dazu ein vorgegebenes Modell X.

<b>2. Lernphase: Vorstellungen entwickeln</b>													
<p>Hypothesen werden entwickelt. Vorwissen wird aktiviert. Die Erkenntnislücke wird deutlich.</p> <p>Beispiel einer Leitfrage:</p> <p>Warum gehen bei der Zellteilung keine Gene verloren?</p> <p>Mit einem Modell können die Fragen gelöst werden, hilfreich ist eine Tabelle.</p>													
<p>Wie muss das Modell gebaut oder beschrieben werden, damit der Adressat den biologischen Sachverhalt versteht?</p> <p>Sammlung der Fragen: Mein Modell soll folgende Fragen klären: ...</p> <p>Vorschläge zur Modellierung werden gesammelt, z. B. in einer Tabelle.</p>													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Modell-Element (Bauteil, Vorgang)</th> <th>Biologische(r) Struktur/ Vorgang</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Klingeldraht</td> <td>Chromosom</td> </tr> <tr> <td>Farbe des Klingeldrahtes</td> <td>Väterliches Chromosom</td> </tr> </tbody> </table>	Modell-Element (Bauteil, Vorgang)	Biologische(r) Struktur/ Vorgang	Klingeldraht	Chromosom	Farbe des Klingeldrahtes	Väterliches Chromosom	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Welche Strukturen müssen dargestellt werden?</th> <th>Welche Vorgänge müssen beschrieben werden?</th> <th>Welche eigene Modellierungs-idee haben wir?</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	Welche Strukturen müssen dargestellt werden?	Welche Vorgänge müssen beschrieben werden?	Welche eigene Modellierungs-idee haben wir?			
Modell-Element (Bauteil, Vorgang)	Biologische(r) Struktur/ Vorgang												
Klingeldraht	Chromosom												
Farbe des Klingeldrahtes	Väterliches Chromosom												
Welche Strukturen müssen dargestellt werden?	Welche Vorgänge müssen beschrieben werden?	Welche eigene Modellierungs-idee haben wir?											
<b>3. Lernphase: Lernprodukt erstellen</b>													
<p>Ein Modell wird entwickelt oder angewendet.</p> <p>Im Zentrum der Überlegungen steht die Analogisierung.</p> <p>Die eigene Erkenntnis steht im Vordergrund der Modellierung.</p> <p>Die Lernenden arbeiten mit dem Modell. Sie entwickeln ggf. das Modell oder Teile des Modells selbst.</p> <p>Das Modell soll geeignet sein, die Fachfragen zu klären.</p> <p>Die Fortführung eines Advance-Organizers kann dabei als Erschließungshilfe dienen.</p>													
<p>Auf der Basis sicheren Wissens wird das Modell erstellt. Die Anschauung und der Adressat stehen im Vordergrund der Modellierung.</p> <p>Um das Fachwissen zu sichern und um den Lernprozess während der Arbeitsphase diagnostizierbar zu machen, können Erschließungsaufträge, z. B. Lesestrategien gegeben werden.</p> <p>Beispiel: Benutze oder entwickle ein Modell der Mitose, das einer Partnerin bzw. einem Partner veranschaulicht, wie aus einer befruchteten Eizelle (eineiige) Zwillinge entstehen können.</p> <p>So kannst du vorgehen:</p> <p>Lies noch einmal nach. Fülle nun die Tabelle aus.</p>													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Struktur/Vorgang</th> <th>Modell-Material</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>befruchtete Eizelle</td> <td>Karton mit kreisförmig gelegtem Wollfaden</td> </tr> <tr> <td>mütterliches Chromosom</td> <td>gelber Pfeifenputzer</td> </tr> </tbody> </table>	Struktur/Vorgang	Modell-Material	befruchtete Eizelle	Karton mit kreisförmig gelegtem Wollfaden	mütterliches Chromosom	gelber Pfeifenputzer							
Struktur/Vorgang	Modell-Material												
befruchtete Eizelle	Karton mit kreisförmig gelegtem Wollfaden												
mütterliches Chromosom	gelber Pfeifenputzer												

<b>4. Lernphase: Lernprodukt diskutieren</b>										
<p>Je nach Aufgabenstellung ergibt sich ein anderes diskursives Potential.</p> <p>Haben die Lernenden verschiedene Modelle erstellt (z. B. Mitose-Modell als Zeichnung, mit Pfeifenputzern, Wollfäden, Klingeldraht usw.), ergibt sich die Diskursivität von selbst.</p> <p>Haben alle mit dem gleichen Modell gearbeitet, wird vermutlich die Diskursivität darin bestehen, dass ...</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Lernenden bei der Versprachlichung Modellebene und Wirklichkeit vermischen,</li> <li>- das Modell mehrere richtige Interpretationen/ Analogien zulässt,</li> <li>- nicht alle Hypothesen mit dem Modell geprüft werden können (Modellgrenze 1: Aussagefähigkeit),</li> <li>- die biologische Struktur komplexer ist und sich der Grad der Vereinfachung unterscheidet (Modellgrenze 2: Grad der Vereinfachung).</li> <li>- ...</li> </ul> <p>Metakognition:</p> <p>Die Diskussion zur Modellgrenze ist immer ein Ergebnis dieser Phase. Am Ende verfügen alle Lernenden über ein Fachverständnis und können die Analogisierung leisten.</p>	<p>Je nach Kommunikationsaufgabe ergibt sich ein anderes diskursives Potential.</p> <p>Wenn eigene Modelle hergestellt werden, ist diese Phase hoch diskursiv, denn die Modellierung besteht darin, dass sehr unterschiedliche Vorstellungen der Wirklichkeit einfließen und jede einzelne Modellierung einen Wert für sich darstellt.</p> <p>Folgende Sachverhalte sollten den Schülerinnen und Schülern deutlich werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Es gibt keine falschen Modelle.</li> <li>- Modelle erklären die Wirklichkeit, sie sind aber nicht Abbild der Wirklichkeit.</li> </ul> <p>Wenn die Modelle verglichen werden, bieten sich Vergleichsinstrumente und Post-Organizer an:</p> <p>Beispiele für den Vergleich von Modellen:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Gruppe</th> <th style="width: 40%;">Das Modell erklärt ...</th> <th style="width: 35%;">Modellgrenze</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Metakognition:</p> <p>Am Ende der Diskussion haben die Lernenden ihr Fachwissen gesichert und das Wesen einer Modellierung verstanden.</p>	Gruppe	Das Modell erklärt ...	Modellgrenze	1			2		
Gruppe	Das Modell erklärt ...	Modellgrenze								
1										
2										
<b>5. Lernphase: Lernzugewinn definieren</b>										
<p>Es erfolgt der Rückbezug vom Modell auf das Original.</p> <p>Z. B.: Bringe die Fotografien verschiedener Mitosestadien in eine zeitliche Reihenfolge. Erkläre die Stadien mithilfe deines Modells.</p>	<p>Die Aufgabe zeigt, ob der biologische Sachverhalt sprachlich exakt oder symbolisch eindeutig beschrieben werden kann. Dazu wechselt der Lernende seine Rolle vom Modellierer zum Modellanwender.</p> <p>Z. B.: Versprachliche das Modell einer Mitschülerin oder eines Mitschülers. Ordne „Sprechblasen“ zu.</p>									

<b>6. Lernphase: Vernetzen und Transferieren</b>	
<p>Die Erkenntnisse kommen zur Anwendung in Bezug auf</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- die Erweiterung der Modellgrenze.</li> </ul> <p>Z. B.: Verändere das Modell, so dass es die Spiralisierung der Chromosomen verdeutlicht.</p> <p>Die Erkenntnisse kommen zur Anwendung in Bezug auf</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- eine neue Frage.</li> </ul> <p>Z. B.: Überlege, wie du dein Modell nutzen kannst, um die Meiose zu erklären.</p>	<p>Es wurde Fachsprache oder Fachsymbolik erlernt, die in neuen Zusammenhängen wiederverwendet wird.</p> <p>Außerdem werden allgemeingültige Modelldarstellungen und Modellzeichnungen erlernt, die später erneut für die Kommunikation eingesetzt werden können.</p> <p>Z. B.: Meiose oder Genetik-Kreuzungsquadrat</p>

*Abb. 18: Modelleinsatz im Biologieunterricht*

# LITERATURVERZEICHNIS

Haas, Ulrich. (2015). Selbstorganisiertes Lernen im Unterricht. Beltz Verlag.

Hammann, Markus. (2006). In: Kompetenzförderung und Aufgabenentwicklung. MNU 59/2, S. 85-95.

Herold, Cindy; Herold, Martin. (2017). Selbstorganisiertes Lernen in Schule und Beruf. 3. Auflage, Beltz Verlag.

Kattmann, Ulrich et al. „Gene sind charakterlos“. In: MNU 58/6

Kattmann, Ulrich. „Entfernt die klassische Genetik aus dem Zentrum des Unterrichtes“. In: MNU Journal, Ausgabe 01/2018.

Ministerium für Bildung, Wissenschaft, Weiterbildung und Kultur. (Hrsg.) (2016). Lehrplan für die gesellschaftswissenschaftlichen Fächer Erdkunde, Geschichte, Sozialkunde. Rheinland-Pfalz. S. 42-43.

Neuhaus, Birgit et al. In: Basiskonzepte zur Planung von Biologieunterricht. MNU Heft 3. (2014.) S. 160-165.

Suwelack, Waltraud. (2016). Von der Aufgabe zur Lerneinheit: Der Weg zur Unterrichtsstruktur. In: Studienseminar Koblenz (Hrsg.): Guter Unterricht schafft Lerngelegenheiten. Ein Lehr-Lern-Modell für die Lehrerbildung und das Lehrercoaching. Norderstedt: BoD 2016. 240 S. Von der Aufgabe zur Lerneinheit: Der Weg zur Unterrichtsstruktur. Das Lehr-Lern-Modell als Strukturierungshilfe für die Unterrichtskonzeption (BIOLOGIE.)

<https://studienseminar.rlp.de/gym/koblenz/ausbildung/berufspraxis/guter-unterricht.html>



# AUTORINNEN UND AUTOREN

**Bianca Bender**

Integrierte Gesamtschule Nastätten, Nastätten

**Dr. Stefanie Böhm**

Realschule plus Bobenheim-Roxheim, Bobenheim-Roxheim

**Sandra Diederichs**

Integrierte Gesamtschule Rülzheim, Rülzheim

**Christian Haag**

Realschule plus Adolf-Diesterweg, Ludwigshafen

**Ursula Loewen**

Sebastian-Münster-Gymnasium Ingelheim, Ingelheim

**Annette Modl-Chalwatzis**

Gauß-Gymnasium, Worms

**Nicole Paulus**

Integrierte Gesamtschule Deidesheim/Wachenheim, Deidesheim

**Dr. Miriam Repplinger**

Regino-Gymnasium, Prüm

**Ulrike Richter-Grönblad**

Integrierte Gesamtschule Anna Seghers, Mainz

**Dr. Myriam Rupp**

Bischöfliches Willigis-Gymnasium Mainz, Mainz

**Waltraud Suwelack**

Staatliches Studienseminar für das Lehramt an Gymnasien Koblenz, Koblenz

**Dorothea Weiß**

Mons-Tabor-Gymnasium, Montabaur

Sofern in der Bildunterschrift nicht anders deklariert, liegen die Urheberrechte beim Pädagogischen Landesinstitut Rheinland-Pfalz oder bei den mitwirkenden Autorinnen und Autoren selbst.



# BITTE UM EVALUATION

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

wir freuen uns sehr, dass Sie uns dabei helfen, unsere Reihe der PL-Informationen – Handreichungen für Lehrkräfte zu evaluieren. Sie geben uns damit wertvolle Hinweise für die weitere qualitätsorientierte Weiterentwicklung.

Die Befragung wird anonym durchgeführt. Bis Sie die digitale Befragung abschließen, können Sie im Fragebogen vor- und zurückblättern. Die Beantwortung der Fragen wird voraussichtlich zwischen 5 und 10 Minuten dauern.

Vielen Dank für Ihre Mitwirkung!

Mit freundlichen Grüßen  
Im Auftrag

Claudia Nittl  
Öffentlichkeitsarbeit und Mediendesign, Stabsstelle Steuerung  
Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Link zur Onlinebefragung:  
<https://evaluation.bildung-rp.de/befragung.aspx?Code=gdgn>

Beziehungsweise:  
<https://evaluation.bildung-rp.de/> aufrufen und den Zugangscode eingeben: gdgn





Rheinland-Pfalz

PÄDAGOGISCHES  
LANDESINSTITUT

Butenschönstr. 2  
67346 Speyer

[pl@pl.rlp.de](mailto:pl@pl.rlp.de)  
[www.pl.rlp.de](http://www.pl.rlp.de)