



Rheinland-Pfalz

PÄDAGOGISCHES  
LANDESINSTITUT

# ÖKOSYSTEME IM WANDEL

Handreichung zur Umsetzung des Lehrplans Biologie – Themenfeld 5



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:

<http://bildung-rp.de/pl/publikationen.html>

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, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

## **Skriptbearbeitung:**

Dagmar Illgen, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

## **Titelbild:**

Andrea Bürgin, Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz

Erscheinungstermin: Oktober 2016

© Pädagogisches Landesinstitut Rheinland-Pfalz 2016

ISSN 2190-9148

Soweit die vorliegende Handreichung Nachdrucke enthält, wurden dafür nach bestem Wissen und Gewissen Lizenzen eingeholt. Sollten dennoch in einigen Fällen Urheberrechte nicht berücksichtigt worden sein, wenden Sie sich bitte an das Pädagogische Landesinstitut Rheinland-Pfalz.

# INHALT

<b>1</b>	<b>Themenfeld 5: Ökosysteme im Wandel</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 Reihenplanungen</b>	<b>13</b>
2.1	Strukturierungsprinzipien für die Reihenplanungen	13
2.2	Übersicht zu den Reihenplanungen	15
2.3	Unterrichtsplanung und Kompetenzentwicklung	18
<b>3</b>	<b>Exemplarische Unterrichtsmaterialien</b>	<b>19</b>
3.1	Kompetenzorientierte Unterrichtsmaterialien zu den Reihenplanungen	19
<b>4</b>	<b>Methodenkoffer</b>	<b>49</b>
4.1	Vier-Schritt-Methode	49
4.2	Mystery-Methode	50
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>52</b>
	<b>Autorinnen und Autoren</b>	<b>55</b>



# 1 THEMENFELD 5: ÖKOSYSTEME IM WANDEL

## 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 Stützpfiler des Biologieunterrichts und erfordern eine darauf aufbauende unterrichtliche Umsetzung.

In dieser Handreichung geht es um die Ausgestaltung des Unterrichts zum Themenfeld 5 „Ökosysteme im Wandel“. Dazu werden die Themenfeld-Doppelseite vorgestellt und exemplarisch mögliche Kontexte und Lerneinheiten beschrieben.

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?

Da aus ökologischen und ökonomischen Gründen nur ein kleiner Teil der Materialien abgedruckt wird, gibt es die Möglichkeit, die gesamten Materialien auch auf verschiedenen Niveaustufen und mögliche Lösungen sowie die gesamte Handreichung über den Link

<http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/biologie/unterricht/themenfeld-5.html> herunterzuladen.

## 1.2 Die Themenfeld-Doppelseite

<b>TF 5: Ökosysteme im Wandel</b>	
<p>In der Orientierungsstufe haben die Schülerinnen und Schüler die Bedeutung der Fotosynthese kennengelernt. Der Bedarf an Nahrung, Werkstoffen und Energie wird durch Nutzung von Ökosystemen gedeckt. Natur- und Kulturräume sind, auch durch menschliche Einflüsse, einer ständigen Veränderung unterworfen.</p> <p>Das Themenfeld motiviert für den bewussten Umgang mit Ressourcen und fördert das Engagement für nachhaltiges Handeln. Die Lernenden werden angeregt, global zu denken und lokal zu handeln. Dazu bietet sich fächerverbindender Projektunterricht an.</p> <p>Die Kenntnis über Wechselwirkungen in natürlichen Systemen befähigt die Schülerinnen und Schüler, die Folgen menschlichen Handelns für die Umwelt an einem aktuellen Beispiel abzuschätzen. In Ansätzen können Zukunftsszenarien modelliert werden, die sich aus einer nachhaltigen Nutzung einerseits und einer nicht nachhaltigen andererseits ergeben. Biodiversität fördert die Stabilität von Ökosystemen und ist ein zentrales Anliegen von Naturschutz.</p>	
<p><b>Kompetenzen:</b></p> <p>Die Schülerinnen und Schüler</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• erschließen die Komplexität von Ökosystemen mithilfe von Modellen,</li> <li>• stellen Wechselwirkungen im Ökosystem schematisch dar,</li> <li>• bilanzieren Stoff- und Energieflüsse, um Auswirkungen des eigenen Handelns abzuschätzen, z. B. CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, ökologischer Rucksack, virtuelles Wasser,</li> <li>• wenden Dimensionen der Nachhaltigkeit (z. B. Drei-Säulen-Modell) an, um (anthropogene) Einflüsse auf Ökosysteme zu bewerten.</li> </ul>	
<p><b>Beitrag zur Entwicklung der Basiskonzepte:</b></p> <p><i>Energie</i> Durch die Fotosynthese wird Energie für das Ökosystem nutzbar und in Form von Biomasse von Trophiestufe zu Trophiestufe übertragen. Dabei geht Energie als Wärme für den Organismus/das Ökosystem verloren.</p> <p><i>System</i> Ökosysteme sind offene Systeme, in denen Organismen untereinander und mit abiotischen Faktoren in Wechselwirkung stehen. Ökosysteme reagieren auf Störung mit Selbstregulation. Dadurch verändert sich das System. Ein Ökosystem ist gegenüber Störungen umso stabiler, je mehr Arten in Wechselwirkung stehen.</p> <p><i>Entwicklung</i> Lebensräume sind sich entwickelnde Systeme. Menschliche Einflüsse können zu unumkehrbaren Veränderungen von Ökosystemen führen.</p>	<p><b>Fachbegriffe:</b></p> <p>Umweltfaktoren Produzenten/Konsumenten/ Destruenten Stoffkreislauf Energiefluss Nachhaltigkeit Ökosystem Artenvielfalt</p>

**Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung:**

**Geschichte und Kultur**

- Vom Urwald zum Nutzwald und vom Nutzwald zum Naturpark
- Einführung von Mineraldünger
- Meine Stadt in der Zukunft
- Nomaden oder Ackerbauern; Die Lebensweise verändert Naturräume
- Lebensräume im Wandel
- Flurbereinigung und Artenvielfalt
- ...

**Technologie und Industrie**

- Kompostieranlage
- Kläranlage
- Kraftwerke im Vergleich
- Müllentsorgung
- ...

**Tägliches Leben und Gesundheit**

- Umwelt als Erholungsraum
- Trinkwasserschutzgebiete
- ...

**Umwelt und Verantwortung**

- Ökologische Schulhofgestaltung
- Schulnahes Ökosystem untersuchen: Wald, See, Stadtpark
- Renaturierungsprojekte
- Virtuelles Wasser
- Ökobilanzen (Kohlenstoffdioxidabdruck, ökologischer Rucksack)
- Klimawandel und seine Folgen für die Tier- und Pflanzenwelt
- Überfischung
- Massentierhaltung
- ...

**Ökosysteme im Wandel**

**Differenzierungsmöglichkeiten:**

Ein Grundverständnis zum Aufbau und zur Regulation von Ökosystemen kann durch wenig komplexe Systeme wie z. B. Aquarium, Flaschengarten o. Ä. erreicht werden. Das Anforderungsniveau steigert sich mit der Anzahl der betrachteten Wechselwirkungen. Regulation kann sowohl in einfachen als auch in komplexen Modellen dargestellt werden.

**Bezüge:**

<p><b>NaWi</b></p> <p>TF 4 Nahrungsketten</p> <p>TF 5 Wasserkreislauf</p>	<p><b>Biologie</b></p> <p>TF 1 Systematik, Artenkenntnis</p> <p>TF 2 Entwicklung als Lebensprinzip</p> <p>TF 3 Atmung</p> <p>TF 4 Fotosynthese</p> <p>TF 12 fakultativ: grüne Gentechnik, Umwelttechnologien</p>
<p><b>Chemie</b></p> <p>TF 1 Stoffe in Luft, Wasser, Boden</p> <p>TF 2 Salze, Mineralstoffe im Bodenwasser</p> <p>TF 3 Biomasse und Brennwert</p> <p>TF 5 Wasserlöslichkeit, Fettlöslichkeit</p> <p>TF 6 pH-Wert</p> <p>TF 9 (Trink-)Wasseranalysen, Nachweisgrenzen</p> <p>TF 10 Toxische Stoffe in der Umwelt</p> <p>TF 11 Stoffkreisläufe, Verantwortung</p> <p>TF 12 mobile Energieträger</p>	<p><b>Physik</b></p> <p>TF 8 Energieströme</p>

Abb. 1: Auszug aus „Lehrpläne für die naturwissenschaftlichen Fächer – Biologie“, S. 32-33

### 1.3 Von der Themenfeld-Doppelseite zur Unterrichtsplanung

Das TF 5 wird, wie jedes Themenfeld des Lehrplans, 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. Der Unterricht ist so zu gestalten, dass die Intention verbindlich umgesetzt werden kann.

Natur- und Kulturräume sind ständiger Veränderung – besonders durch den Menschen – unterworfen. Die **pädagogische** Absicht besteht darin, das lokale Handeln durch globales Denken anzuregen. Nachhaltiger Umgang mit der Umwelt/Natur ermöglicht Biodiversität und damit die Stabilität eines Ökosystems. Dieser bewusste Umgang mit den Ressourcen soll gefördert werden, denn nur intakte Ökosysteme decken auf lange Sicht den Bedarf an Nahrung, Werkstoffen und Energie. Die Folgen menschlichen Handelns sollen eingeschätzt werden.

Das Themenfeld setzt folgende **didaktische** Schwerpunkte:

- Erfassen und Darstellen von Komplexität durch Modellieren
- Folgenreflexion zu menschlichem Handeln
- Bewertung von Handlungsoptionen

Der Zusammenhang zwischen Mensch und Umwelt innerhalb des Ökosystems soll zum Ende des Themenfeldes verstanden sein. Das menschliche Verhalten nimmt einen permanenten Einfluss auf das Ökosystem. Durch Nutzung der Ressourcen wie Tiere, Pflanzen, Energie, usw. werden Ökosysteme ständig verändert. Im Wesentlichen wird Einfluss auf den Boden, die Luft, das Wasser und damit auf das Klima und die Arten genommen.



## Kompetenzen

In der Rubrik „Kompetenzen“ werden konkrete Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler aufgeführt, die im Rahmen des Themenfeldes zu ermöglichen sind und die zur Kompetenzentwicklung beitragen (siehe Abb. 2). Das TF 5 stellt dabei eine Weiterentwicklung von TF 3 und TF 4 dar. Die Fähigkeit, naturwissenschaftliche Vorgehensweisen zu nutzen, um Sachverhalte zu analysieren, wird weiterentwickelt.

Die Schülerinnen und Schüler können ...		TF 5	Schülerinnen und Schüler ...
... naturwissenschaftliche Konzepte zur Problemlösung nutzen.	Umgang mit Fachwissen		... erschließen die Komplexität von Ökosystemen mithilfe von Modellen.
... mit Geräten, Stoffen, Verfahren umgehen.			
... Fachwissen strukturieren und Erklärungszusammenhänge herstellen.		■	... stellen Wechselwirkungen im Ökosystem schematisch dar.
... naturwissenschaftlich untersuchen, experimentieren.	Erkenntnisgewinnung	■	
... modellieren.		■	
... naturwissenschaftliche Erkenntnisse bzw. den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess reflektieren.	Erkenntnisgewinnung		... bilanzieren Stoff- und Energieflüsse, um Auswirkungen des eigenen Handelns abzuschätzen, z. B. CO <sub>2</sub> -Fußabdruck, ökologischer Rucksack, virtuelles Wasser.
... Informationen sachgerecht entnehmen.	Kommunikation	■	
... sach- und adressatengerecht präsentieren und dokumentieren.		■	
... naturwissenschaftlich argumentieren und diskutieren.			
... Bewertungskriterien festlegen und anwenden.	Bewertung	■	... wenden Dimensionen der Nachhaltigkeit (z. B. Drei-Säulen-Modell) an, um (anthropogene) Einflüsse auf Ökosysteme zu bewerten.
... Handlungsoptionen erkennen und aufzeigen.			
... Sachverhalte naturwissenschaftlich einordnen und (multiperspektivisch) bewerten.		■	

Abb. 2: Zuordnung der Kompetenzen zu den Kompetenzbereichen

Die Abb. 3 zeigt, dass neben der Kompetenzentwicklung in der Handhabung von Modellen der Schwerpunkt bei der Bewertung liegt, welche in diesem TF geübt wird. Detaillierter aufgeführt ist dies im Lehrplan auf Seite 165.

Schülerinnen und Schüler können ...	Bewertung	<b>Kompetenzformulierung im Themenfeld und Umsetzungsbeispiel</b> Schülerinnen und Schüler ...
... Bewertungskriterien festlegen und anwenden		TF 5 ... wenden Dimensionen der Nachhaltigkeit (z. B. Drei-Säulen-Modell) an, um die Beeinflussung von Ökosystemen zu bewerten. <i>Die Lernenden erstellen eine Pro- und Contra-Liste zur Etablierung eines Naturparks in der Region Nahe-Hunsrück und ordnen die Punkte den Rubriken Ökologie, Ökonomie und Soziales zu. Abschließend ordnen sie die Maßnahme in ein Nachhaltigkeitsdreieck ein.</i>
... Handlungsoptionen erkennen und aufzeigen		TF 5 ... bilanzieren Stoff- und Energieflüsse, um Auswirkungen des eigenen Handelns abzuschätzen. <i>Die Lernenden bestimmen (unter Zuhilfenahme externer Daten) ihren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck. Sie entwickeln Maßnahmen, ihren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck zu verringern.</i>
... Sachverhalte naturwissenschaftlich einordnen und (multiperspektivisch) bewerten		TF 5 ... wenden Dimensionen der Nachhaltigkeit (z. B. Drei-Säulen-Modell) an, um die Beeinflussung von Ökosystemen zu bewerten. <i>Die Lernenden bewerten den Bau einer Moselbrücke aus der Sicht eines Pendlers, Naturschützers, Weinbauern, des Besitzers eines gastronomischen Betriebs ... Die Lernenden simulieren die Diskussion in einem politischen Entscheidungsgremium.</i>

Abb. 3: Auszug aus „Lehrpläne für die naturwissenschaftlichen Fächer – Biologie“, S. 165

### 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 aufbereitet 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 immer in Basiskonzepte eingebunden (siehe Abb. 4), um den Schülerinnen und Schülern über die Jahre hinweg einen systematischen Aufbau biologischer Konzepte zu ermöglichen.

Bei den Basiskonzepten „Energie“, „Teilchen-Materie/Stoff“ und „Chemische Reaktion“ kann direkt an die beiden vorangegangenen TF 3 und TF 4 angeknüpft werden. Das Basiskonzept „Entwicklung“ wird aus TF 2 hier wieder aufgegriffen.

Basiskonzept Energie	Themenfelder											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Teilkonzepte												
Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden.			x	x	x			x				
Die Energie wird mithilfe von Energieträgern transportiert.			x	x	x			x				
Energie kann den Träger wechseln.			x	x	x			x				
Der Wirkungsgrad gibt an, welcher Anteil der Energie auf den gewünschten Träger wechselt.					x							
<b>Basiskonzept Teilchen-Materie/Stoff</b>												
Stoffe werden durch ihre Eigenschaften charakterisiert.			x	x	x			x				
Materie/Stoff besteht aus Teilchen, die sich bewegen und miteinander wechselwirken.			x	x			x		x	x	x	
Durch die unterschiedliche Kombination von Teilchen, ihre Anordnung und die Wechselwirkungen zwischen ihnen ergibt sich die Vielfalt der Stoffe.			x	x					x		x	
<b>Basiskonzept Chemische Reaktion</b>												
Bei chemischen Reaktionen wandeln sich Stoffe um.			x	x				x				
Chemische Reaktionen werden mit Reaktionsgleichungen beschrieben.			x	x	x			x	x	x	x	
Chemische Reaktionen werden durch Variation der Reaktionsbedingungen gesteuert.				x	x				x		x	
Die Atome bleiben erhalten. Es gilt das Gesetz von der Erhaltung der Masse.			x	x	x							
Stoffumwandlungen werden modellhaft auf Veränderungen von Teilchen und Bindungen zurückgeführt.			x									
<b>Basiskonzept Entwicklung</b>												
Entwicklung ist eine systemimmanente Eigenschaft komplexer Systeme und führt zu ständiger Veränderung.	x	x			x	x						x
Die Entwicklung komplexer Systeme ist ein unumkehrbarer Prozess.		x			x	x						
Entwicklung ist an Vielfalt, Selektion und Veränderung gebunden.	x	x			x						x	
Die Veränderbarkeit von Strukturen ist Voraussetzung für Vielfalt.						x				x	x	
Durch das Zusammenspiel einzelner Veränderungen treten spontan neue Systemeigenschaften auf (Emergenz).		x			x							x

Abb. 4: Entwicklung der Basiskonzepte in den Themenfeldern des Lehrplanes Biologie

## **Erschließung des Themenfeldes durch Kontextorientierung**

Biologieunterricht erweitert die Perspektive der Schülerinnen und Schüler auf ihre Lebenswelt, wenn es gelingt, Unterrichtsinhalte in lebensweltliche Zusammenhänge einzubinden. Geeignete Themen werden innerhalb der Themenfeld-Doppelseite als Mindmap dargestellt.

Die Mindmap regt zur Ideenfindung an und kann ergänzt werden. Lebensweltliche Bezüge können als Kontext (z. B. Projekt „Rheinaue mit Kanutour“), als Lerneinheit in Form von Unterrichtsaktivitäten (z. B. LE 9 „CO<sub>2</sub>-Bilanz verschiedener Nahrungsmittel ermitteln und bewerten.“) oder Aufgaben (z. B. LE 3 Das künstliche Ökosystem „Ecosphere“) in den Unterricht integriert werden.

## **Differenzierungsmöglichkeiten**

Aufbauend auf einem Grundverständnis für die Regulation eines einfachen Ökosystems können komplexe Systeme untersucht werden. Mit Zunahme der Anzahl an Faktoren steigen auch die Komplexität des Systems und die Problematik des Bewertens.

## **Bezüge**

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

Die Unterrichtsplanung berücksichtigt deshalb den Lernstand aus der Orientierungsstufe und knüpft direkt an TF 1 (Vielfalt), TF 3 (Organismus, Organe, Zellen – Versorgung mit Stoffen und Energie) und TF 4 (Pflanzen, Pflanzenorgane, Pflanzenzellen – Licht ermöglicht Stoffaufbau) an. Anknüpfungspunkte sind:

- Nahrungsketten (NaWi TF 4)
- Wasserkreislauf (NaWi TF 5)
- Systematik und Artenkenntnis (LP Biologie TF 1)
- Entwicklung als Lebensprinzip (LP Biologie TF 2)
- Atmung (LP Biologie TF 3)
- Fotosynthese (LP Biologie TF 4)
- Grüne Gentechnik, Umwelttechnologien (LP Biologie TF 12)

Die Vielfalt in den Ökosystemen knüpft direkt an TF 1 an. Auf TF 3 und TF 4 aufbauend werden die Themen Atmung und Fotosynthese weiter entwickelt (siehe Abb. 5).

Das Fach Biologie kann Lerninhalte aus dem Fach Chemie oder Physik propädeutisch einführen. So findet man Anknüpfungspunkte in den Bereichen „Stoffe und ihre Eigenschaften“ (LP Chemie TF 1, 2, 5, 6) sowie „Energieübertragung“ (LP Chemie TF 3, 12 und LP Physik TF 8). Vernetzungen zwischen den naturwissenschaftlichen Fächern können im Bereich „Analyse“ und „Stoffkreisläufe“ (LP Chemie TF 9, 11) hergestellt werden.

Je besser die Vernetzung zwischen den Fächern erfolgt, desto kontinuierlicher werden Kompetenzen entwickelt und desto besser gelingt ein kumulativer Aufbau der Basiskonzepte.

### **Lernbereich Globale Entwicklung in der Schule**

Der „Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung“ hilft, Bildung für nachhaltige Entwicklung mit globaler Perspektive fest in Schule und Unterricht zu verankern.

Das Augenmerk liegt auf komplexen Fragen globaler Entwicklung und der Schulung des Bewusstseins für die eigene Verantwortung. Dies sind wichtige Voraussetzungen für eine nachhaltige weltweite Entwicklung. Der „Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung“ der Kultusministerkonferenz bietet hierbei Unterstützung. Es wird ausgeführt, welche Rolle jedes Unterrichtsfach beim globalen Lernen hat. Im Zentrum dieses Unterrichts steht ein fachübergreifendes Konzept. Es werden Impulse gegeben, wie wesentliche Kompetenzen und Inhalte vermittelt werden können.

Bezogen auf den „Orientierungsrahmen für den Lernbereich Globale Entwicklung“ bietet es sich in TF 5 an, z. B. das Projekt „Rheinaue mit Kanutour“ mit dem Fach Erdkunde zu kombinieren.

Weitere Informationen sind zu finden unter <http://www.engagement-global.de/rheinland-pfalz.html> und <http://www.globaleslernen.de/de/orientierungsrahmen-globale-entwicklung-or>.

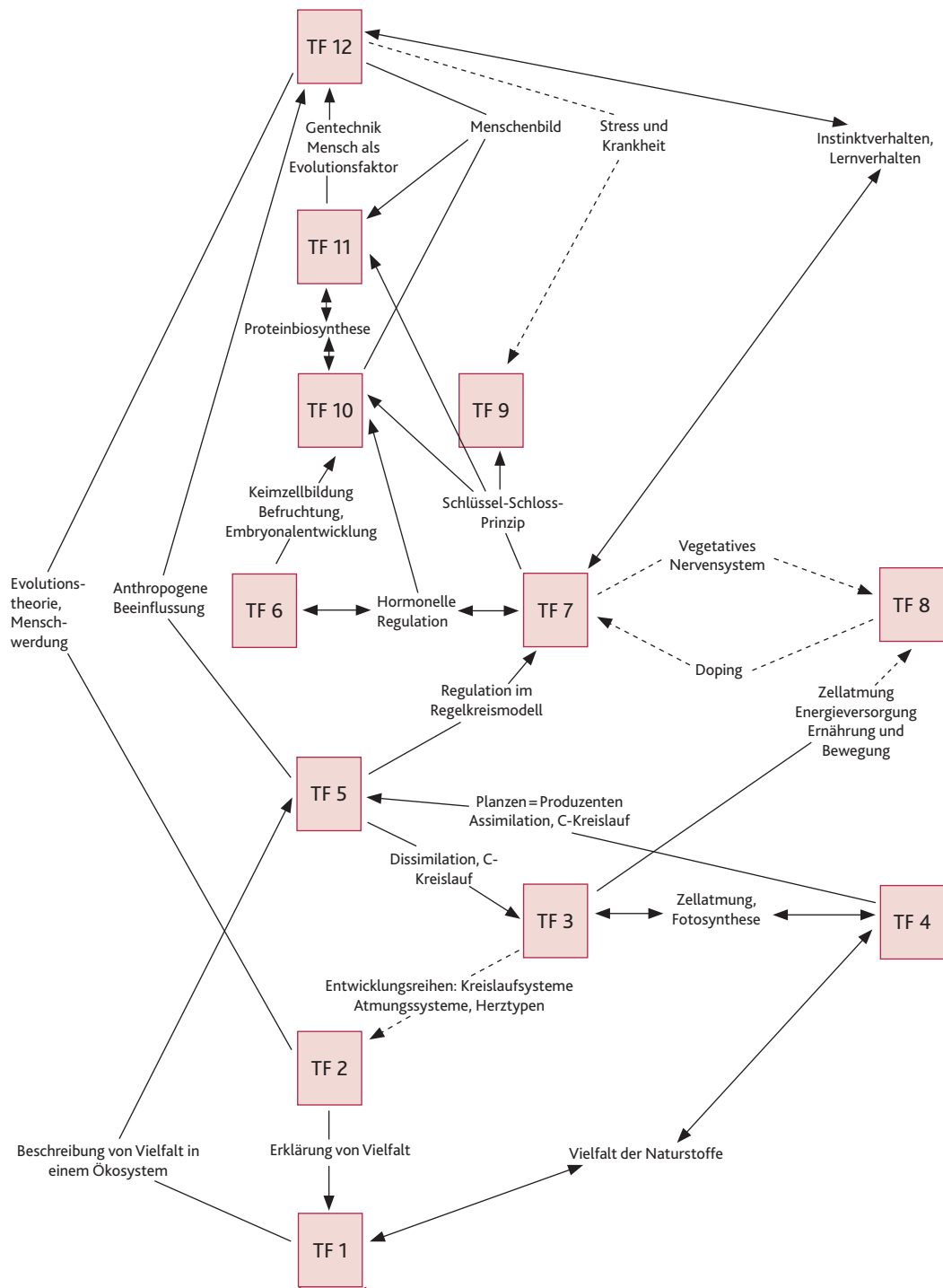


Abb. 5: Bezüge zwischen den Themenfeldern, Auszug aus „Lehrpläne für die naturwissenschaftlichen Fächer – Biologie“, S. 149

**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 REIHENPLANUNGEN

Die Beispiele für Reihenplanungen (Abb. 6 und 7) zeigen verschiedene Planungsstrukturen, um die im Themenfeld verbindlich ausgewiesene Kompetenzentwicklung zu ermöglichen. Das Themenfeld lässt sich in verschiedene thematische Zusammenhänge oder Kontexte gliedern, die in Lerneinheiten 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 Strukturierungsprinzipien für die Reihenplanungen

Die exemplarischen Reihenplanungen (erstes Beispiel: LE 1 bis LE 10 und zweites Beispiel: LE 11 bis LE 17 und folgend LE 5 bis LE 10) kombinieren fachsystematische, kontextorientierte und projektorientierte Strukturierungen.

LE 1 bis LE 4 und LE 15 und LE 17 sind fachsystematisch strukturiert. Ausgehend von einfachen künstlichen Systemen werden immer komplexer werdende Systeme betrachtet. Notwendige „Werkzeuge“ zur Beschreibung der Wechselwirkungen in Ökosystemen werden eingeführt.

Die Planungen „Produkte aus dem Regenwald“, „Klima im Wandel“ und „Was soll ich kaufen? – Lebensmittel bewerten“ sind kontextorientiert angelegt.

Beide didaktischen Modelle – fachsystematische oder kontextorientierte Strukturierung – sind in den Handreichungen zu den TF 3 und TF 4 erläutert.

Mit den Planungen „Rheinaue mit Kanutour“ und „Mit den Gummistiefeln am Fließgewässer“ kann die Projektmethode eingeführt werden.

#### **Projektmethode: „Von den Dingen lernen und an den Dingen handeln“**

Nach **FREY (1998)** beinhaltet die Projektmethode folgende Elemente:

Die Lernenden

- nehmen sich ein Betätigungsfeld vor,
- verständigen sich über die darin geplanten Betätigungen,
- entwickeln das Betätigungsgebiet,
- führen die daran anschließenden Aktivitäten im Betätigungsgebiet zu einem sinnvollen Ende.

Nach **GUDJONS (1997)** ist Projektarbeit durch folgende 10 Merkmale gekennzeichnet:

- Situationsbezug und Lebensweltorientierung: Gegenstand der Projektarbeit sind Aufgaben oder Probleme, die sich aus dem „Leben“ ergeben.
- Orientierung an den Interessen der Beteiligten: Thema der Projektarbeit sind Lerngegenstände, die für die Lernenden interessant sind, weil sie Bedeutung für ihre aktuelle Lebenssituation haben.
- Selbstorganisation und Selbstverantwortung: Eine offene Planung, welche auf die Eigenverantwortung und die Organisation durch die Lernenden baut, ist eines der zentralen Merkmale der Projektarbeit.
- Gesellschaftliche Praxisrelevanz: Im Idealfall greift die Projektarbeit in die lokale oder regionale Entwicklung ein und verändert damit ein Stück der gesellschaftlichen Wirklichkeit, d. h. Schulen werden durch die Projektarbeit zu „Werkstätten“, in denen etwas produziert wird, das einen konkreten Gebrauchswert hat.
- Zielgerichtete Projektplanung: Projektarbeit hat Ziele, ist also zielgerichtetes Tun, d. h. das im Zentrum stehende Endprodukt steuert die Planung der einzelnen Arbeitsschritte.
- Produktorientierung: Nicht die „Lernbestandsveränderung“, sondern ein Produkt (ein Gegenstand, eine sich im Handeln niederschlagende Einstellungsänderung) ist Gegenstand der Projektarbeit.
- Einbeziehung vieler Sinne: In einem Projekt sollen geistige und körperliche Arbeit „wiedervereinigt“ werden. Theorie und Praxis werden im Idealfall ganzheitlich erlebt.
- Soziales Lernen: Die Lernenden lernen nicht von der Lehrkraft, sondern in erster Linie voneinander und miteinander. Die Projektarbeit will demokratische Verkehrsformen anstelle von traditionellen Unterrichtsritualen fördern.
- Interdisziplinarität: Projektunterricht überschreitet Fächergrenzen, komplexe Lebenszusammenhänge stehen im Vordergrund.
- Grenzen: Dem Projektunterricht und damit der Projektarbeit sind Grenzen gesetzt, da gewisse in der Schule behandelte Lerngegenstände nur schwer oder auf wenig effiziente Weise in die vorgestellte Lernform umgesetzt werden können.

Phasen des Projektunterrichts:

1. Initiierung
2. Einstieg mit der Formulierung der konkreten Projektaufgabe
3. Vorbereitung mit Gliederung des Vorhabens (Meilensteine) und Bildung von Gruppen
4. Planung
5. Durchführung
6. Präsentation
7. Auswertung (Reflexion)



Das Projekt „Rheinaue mit Kanutour“ enthält viele Elemente der Methode, wie sie Gudjons (1997) beschreibt.

Im Unterrichtsalldag lassen sich aber nicht immer alle Kriterien, die Frey oder Gudjons in ihrer Definition der Projektmethode definieren, umsetzen. Korrekterweise müsste man dann von „Projektartigem Lernen“ sprechen.

Einschränkungen findet man z. B. in der offenen Planung. Schülerinnen und Schüler untersuchen bei einer Freilandexkursion ein durch die Lehrkraft ausgewähltes, geeignetes Ökosystem. Aus den Beobachtungen und Messdaten entwickeln sie weitere Fragen und planen ihr weiteres Vorgehen.

Die Planung wird fächerübergreifend im Geografie- und Biologieunterricht umgesetzt.

Nach dem Projekt können Schülerinnen und Schüler anhand eines Fragebogens reflektieren, welchen Zugang sie zu dieser Methode gefunden haben. Dies kann der Lehrkraft auch als Diagnosemittel dienen.

## 2.2 Übersicht zu den Reihenplanungen

Nachfolgend sind zwei exemplarische Reihenplanungen aufgeführt.

In Kapitel 3 werden die Lerneinheiten durch exemplarische Umsetzungsbeispiele und Lernmaterial konkretisiert. Die kompetenzorientierten Lerneinheiten lassen sich je nach Reihenplanung verschieden kombinieren. Sie verdeutlichen den modularen Charakter des Lehrplans.

Zusätzlich zu dem ausgearbeiteten Material wird auf entsprechende Quellen (z. B. Internetseiten) hingewiesen.

Das Onlinematerial ist mit den Verweisen in der Handreichung abgestimmt.

Das gesamte Material ist zu finden auf <http://naturwissenschaften.bildung-rp.de/biologie/unterricht/themenfeld-5.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 die Handreichung und das Onlinematerial eine Vielzahl von Möglichkeiten für die eigene Unterrichtsplanung. Die Menge der Beispiele bringt dies zum Ausdruck.

### Erste exemplarische Reihenplanung

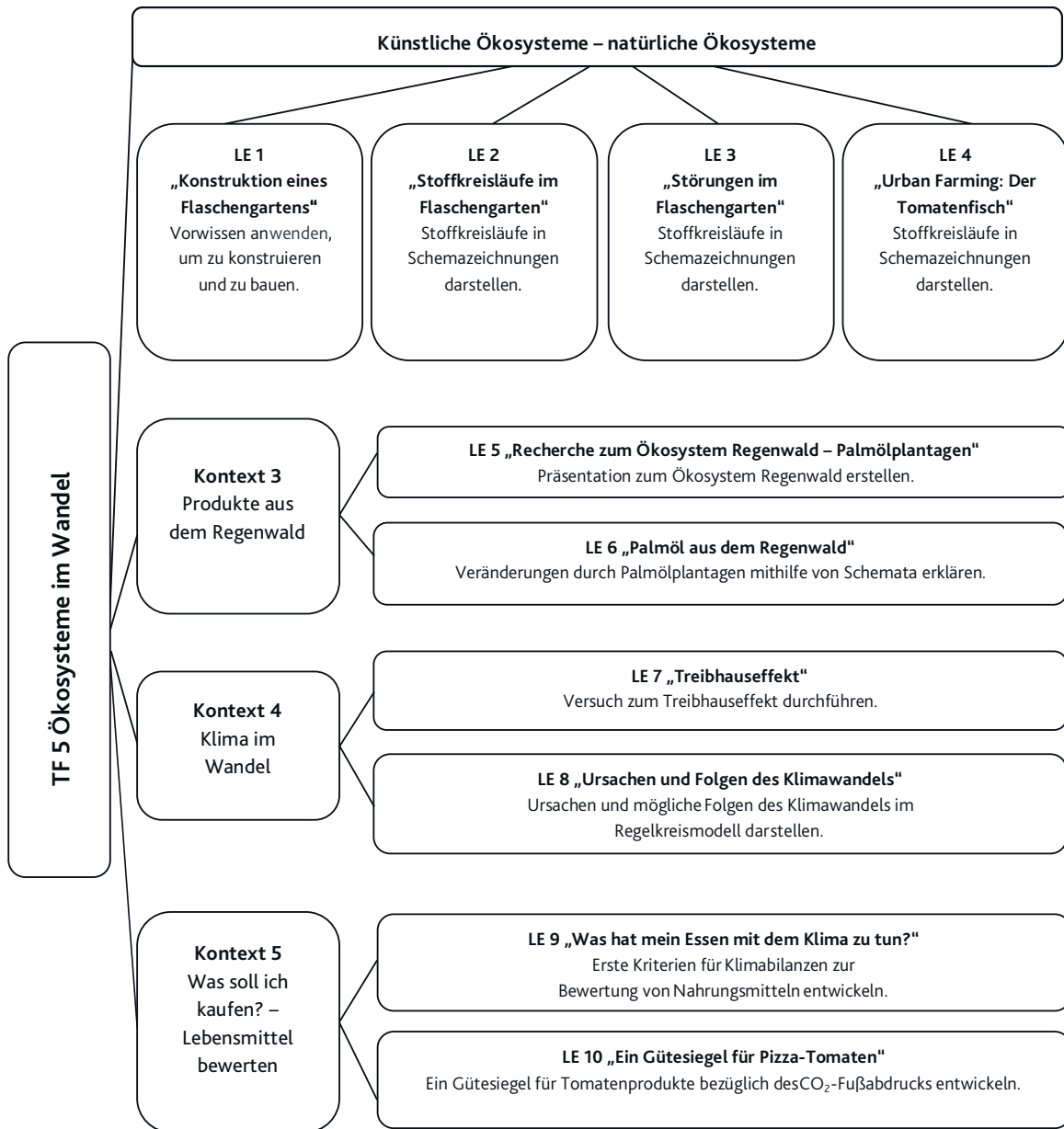


Abb. 6: Erste Reihenplanung (LE 1 bis LE 10)

Zweite exemplarische Reihenplanung

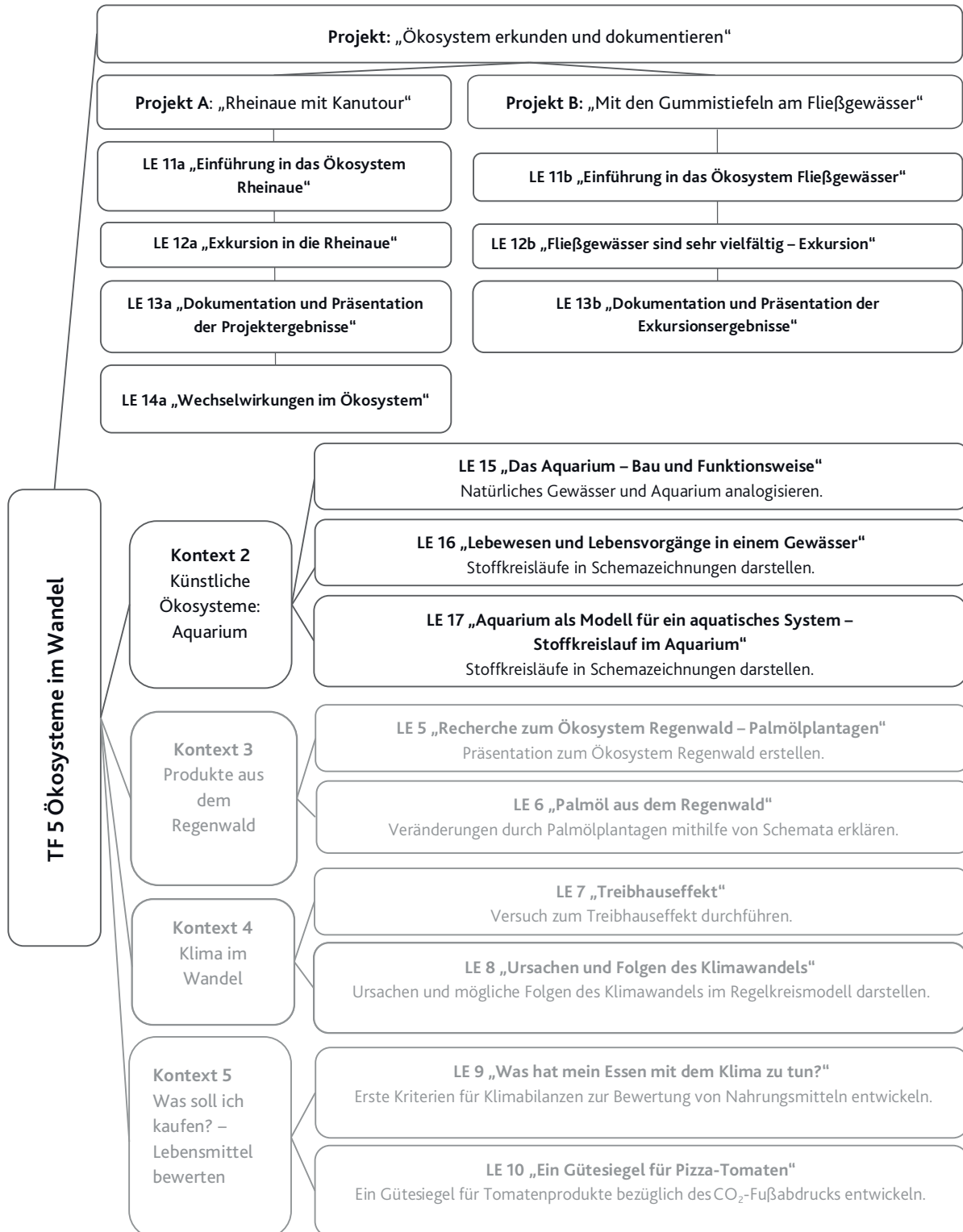


Abb. 7: Zweite Reihenplanung (LE 11 bis LE 17 und LE 5 bis LE 10)

### 2.3 Unterrichtsplanung und Kompetenzentwicklung

In der nachfolgenden Tabelle sind die zu entwickelnden Kompetenzen den beschriebenen LE zugeordnet. Es soll pro LE in der Regel eine Kompetenz im Fokus stehen. Darüber hinausgehend zu üübende Kompetenzen sind auch vermerkt.

Erste Reihenplanung													
					K3		K4		K5				
Schülerinnen und Schüler ...	LE 1	LE 2	LE 3	LE 4	LE 5	LE 6	LE 7	LE 8	LE 9	LE 10			
... erschließen die Komplexität von Ökosystemen mithilfe von Modellen.	X		X		... recherchieren zum Aufbau des Regenwaldes.		... experimentieren hypothesengeleitet.	X					
... stellen Wechselwirkungen im Ökosystem schematisch dar.	X	X	X	X				X					
... bilanzieren Stoff- und Energieflüsse, um Auswirkungen des eigenen Handelns abzuschätzen, z. B. CO <sub>2</sub> -Fußabdruck, ökologischer Rucksack, virtuelles Wasser.									X	X			
... wenden Dimensionen der Nachhaltigkeit (z. B. Drei-Säulen-Modell) an, um anthropogene Einflüsse auf Ökosysteme zu bewerten.						X				X			
Zweite Reihenplanung													
Schülerinnen und Schüler ...	Projekt				K2			K3		K4		K5	
	LE 11	LE 12	LE 13	LE 14a	LE 15	LE 16	LE 17	LE 5	LE 6	LE 7	LE 8	LE 9	LE 10
... erschließen die Komplexität von Ökosystemen mithilfe von Modellen.	... entwickeln materialgestützt Fragen zum Ökosystem.	... untersuchen das Ökosystem.	... dokumentieren und präsentieren ihre Exkursionsergebnisse.		X			... recherchieren zum Aufbau des Regenwaldes.		... experimentieren hypothesengeleitet.	X		
... stellen Wechselwirkungen im Ökosystem schematisch dar.				X		X	X				X		
... bilanzieren Stoff- und Energieflüsse, um Auswirkungen des eigenen Handelns abzuschätzen, z. B. CO <sub>2</sub> -Fußabdruck, ökologischer Rucksack, virtuelles Wasser.												X	X
... wenden Dimensionen der Nachhaltigkeit (z. B. Drei-Säulen-Modell) an, um anthropogene Einflüsse auf Ökosysteme zu bewerten.												X	

## 3 EXEMPLARISCHE UNTERRICHTSMATERIALIEN

### 3.1 Kompetenzorientierte Unterrichtsmaterialien zu den Reihenplanungen

Den in TF 5 zu entwickelnden Kompetenzen ist Beispielmaterial und die passende LE zugeordnet. Abb. 8 weist Material aus, das sich für das Grundverständnis und auch für leistungsschwächere Lerngruppen eignet. Für ein vertieftes Verständnis kann alternativ oder zusätzlich das Material aus der Abb. 9 eingesetzt werden.

Kompetenzen Schülerinnen und Schüler ...	Beispielmaterial	Einsetzbar in
... erschließen die Komplexität von Ökosystemen mithilfe von Modellen.	M 1.2 bis M 1.6 Material zum Flaschengarten	■ LE 1
	M 3.1 Übungsaufgaben zum Flaschengarten (nur Aufgaben 1 und 2)	■ LE 3
	Bio_HR_TF5_Vier-Schritt-Methode	■ LE 3
	M 15.1 Bildcollage: Aquarium – See	■ LE 15
	M 15.2 Aufbau des Aquariums	■ LE 15
... stellen Wechselwirkungen im Ökosystem schematisch dar.	M 1.2 bis 1.4 Material zum Flaschengarten	■ LE 1
	M 2.1 Stoffkreislauf im Flaschengarten (nur Aufgaben 1 bis 3)	■ LE 2 ■ LE 4 ■ LE 16 ■ LE 17
	M 2.1 Informationstext: Stoffkreisläufe im Mini-Ökosystem (ohne den kursiv gedruckten Text)	■ LE 2
	M 2.2 Stoffkreisläufe im Flaschengarten	■ LE 2 ■ LE 4 ■ LE 16
	M 2.3 Lösung für die Lesestrategie „Tabelle“	■ LE 2
	M 3.1 Übungsaufgaben zum Flaschengarten (nur Aufgaben 1 und 2)	■ LE 3
	M 4.1 und M 4.2 „Wie funktioniert die Tomatenfischanlage?“	■ LE 2 ■ LE 4 ■ LE 16 ■ LE 17

Kompetenzen Schülerinnen und Schüler ...	Beispielmaterial	Einsetzbar in
... stellen Wechselwirkungen im Ökosystem schematisch dar.	M 14a Wechselwirkungen im Lebensraum Fluss	■ LE 14
	M 16.1 Lebewesen im Gewässer	■ LE 16
	M 17.1 bis M 17.3 Aquarium	■ LE 2 ■ LE 4 ■ LE 16 ■ LE 17
... bilanzieren Stoff- und Energieflüsse, um Auswirkungen des eigenen Handelns abzuschätzen, z. B. CO <sub>2</sub> -Fußabdruck, ökologischer Rucksack, virtuelles Wasser.	M 9.1 bis M 9.3 Klima und meine Ernährung	■ LE 9
... wenden Dimensionen der Nachhaltigkeit (z. B. Drei-Säulen-Modell) an, um (anthropogene) Einflüsse auf Ökosysteme zu bewerten.	M 6.1 bis M 6.4 Palmölplantagen und Nachhaltigkeitsdreieck	■ LE 6

Abb. 8: Den zu fördernden Kompetenzen aus TF 5 zugeordnetes exemplarisches Unterrichtsmaterial.

Kompetenzen Schülerinnen und Schüler ...	Beispielmaterial	Einsetzbar in
... recherchieren zum Aufbau des Regenwaldes.	M 5.1 bis M 5.3 Rund um den Regenwald (ohne Aufgabe 4a)	■ LE 5
... experimentieren hypothesengeleitet.	M 7.1 und M 7.2 Treibhauseffekt	■ LE 7
	Bio_HR_TF5_Vier-Schritt-Methode	■ LE 7
... entwickeln materialgestützt Fragen zum Ökosystem.	M 11a Ökosystem Rheinaue	■ LE 11
	M 11b Untersuchungsaufträge für ein Fließgewässer	■ LE 11
... untersuchen das Ökosystem.	M 12a Exkursion mit dem Kanu in die Rheinaue	■ LE 12
... dokumentieren und präsentieren ihre Exkursionsergebnisse.	M 13a Auswertungen zur Exkursion mit dem Kanu in die Rheinaue	■ LE 13

Abb. 9: Material einzelner LE zur vertiefenden Kompetenzentwicklung über den LP hinaus.

## **Unterrichtsmaterial**

Die Unterrichtsmaterialien sind chronologisch nach den oben aufgeführten Reihenplanungen aufgeführt, die modulare Verwendung ist ausgewiesen (siehe Abb. 11).

Der Aufbau einzelner Lerneinheiten und die Einbindung der Materialien in den Lernprozess werden gezeigt.

Nummerierte Materialien sind in den entsprechenden Lerneinheiten zu finden, z. B. Material M 1.2 und M 1.3 gehören zur LE 1. Die erste Zahl hinter dem Material entspricht der Nummerierung der Lerneinheit.

Lerneinheiten, bei denen kein Material aufgeführt ist, sind inhaltlich beschrieben und enthalten Verweise.

### **Erste exemplarische Reihenplanung**

LE 1, LE 2 und LE 3 sind eng miteinander gekoppelt.

An dem Tag, an dem die Flaschengärten angesetzt werden (LE 1), beginnt die Beobachtung (LE 2).

Im folgenden Unterricht sind schon die ersten Veränderungen bemerkbar; diese lassen sich diskutieren (LE 3). Zu Beginn jeder Stunde wird protokolliert. In den ersten Stunden sind Störungen im Wasserkreislauf häufig.

Anstelle der LE 1 bis LE 3 „Flaschengarten“ können auch LE 15 bis LE 17 „Aquarium“ verwendet werden.

## LE 1 „Konstruktion eines Flaschengartens“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE1

Mögliche Strukturierung der Lerneinheit:

**Im Lernkontext ankommen:** Bilder der Erde aus dem Weltall, Zukunftsprojekte wie z. B. „KEO“ ([www.keo.org](http://www.keo.org)) oder Science-Fiction-Ideen führen zu einem Gespräch über die Erde als geschlossenes System. Die Erde nimmt Licht auf und strahlt Wärme ab. Sie steht im Energieaustausch mit dem Weltall, aber es findet kein Materieaustausch statt (der Eintrag durch Meteoriten ist vernachlässigbar). Die Erde scheint einem „Flaschengarten“ ähnlich – die Schülerinnen und Schüler können erste Analogien vornehmen. Sie erhalten die Aufgabe, einen Flaschengarten zu konstruieren und zu bauen. Dabei wenden sie Vorwissen über biotische und abiotische Faktoren an.

**Vorstellungen entwickeln:** Schülerinnen und Schüler bekommen eine Materialauswahl für den Bau ihres Flaschengartens (Bildertisch oder Realobjekte) oder können alternative Materialien verwenden. Es entwickelt sich ein Gespräch über die Bedürfnisse von Pflanzen und Tieren in einem geschlossenen System. Daraus entstehen Fragen zur Konstruktion des Flaschengartens: „Welche Organismen sollen eingesetzt werden?“, „Wie soll der Boden beschaffen sein?“, „Soll der Flaschengarten aus Glas oder Kunststoff sein?“, usw.

**Lernprodukt herstellen:** Sie setzen sich mit der Konstruktion des Flaschengartens auseinander. Das Material enthält Möglichkeiten der Differenzierung (M 1.1 und M 1.2).

	Vernetzung	Sozialform	Lernprodukt	Präsentationsform	Lösungswege/ Offenheit der Aufgabe
<b>M 1.1</b>	Hohe inhaltliche Vernetzung zu TF 3 und TF 4	PA oder Think-Pair-Share in Vierergruppen	Flaschengarten als Skizze darstellen und begründen, Bau eines Flaschengartens	Skizze und Kurzvortrag	Verschiedene Bauprinzipien, Erklärungen auf verschiedenen Niveaustufen möglich/offenere Aufgabenstellung
<b>M 1.2</b>	Vernetzung nicht angelegt	EA oder PA	Flaschengarten als Skizze darstellen und Konstruktion erklären	Skizze und Kurzvortrag	Ähnliche Bauprinzipien, Erklärungen weniger komplex

EA = Einzelarbeit; PA = Partnerarbeit

Die Lernmaterialien regen zum Nachdenken über die Materialauswahl und über Wechselwirkungen zwischen Pflanzen und Tieren (z. B. Regenwürmern, Asseln) an. Die Aufgabenstellung in M 1.1 fordert von der Schülerin oder vom Schüler eine begründete Materialauswahl und eine Skizze zum Flaschengarten. Die Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, ihre Konstruktion zu erklären.



Hinweise zur Konstruktion:

Es ist zu beachten, dass die Regenwürmer oft keine lange Lebensdauer haben. Über mögliche Ursachen kann diskutiert werden. Bessere Überlebenschancen haben Asseln, da sie weniger anspruchsvoll sind. Sie sind den Schülerinnen und Schülern allerdings nicht so bekannt wie Regenwürmer. Temperatur- und Luftfeuchtmessungen sind problematisch. Entweder wird schon beim Bau jeweils ein Thermometer und Hygrometer mit eingesetzt oder die Temperatur wird nur außen gemessen. Die erste Variante ist die bessere, bedeutet aber einen höheren Einsatz an Material.

Schülerinnen und Schüler arbeiten als „Ingenieure“. Sie wählen Material aus, wägen Vor- und Nachteile ab und die Auseinandersetzung damit soll zu vielfältigen Lösungen führen. Die Aufgabe bietet die Möglichkeit, Fachwissen aus dem TF 3 (Zellatmung) und TF 4 (Fotosynthese) zu vernetzen. Schülerinnen und Schüler werden ggf. den Energiegedanken (Lichtenergie, Fotosynthese, chemische Energie) in die Lösung aufnehmen. Die Skizze kann erweitert werden, wenn in der nächsten Lerneinheit Wechselwirkungen zwischen den Organismen oder Organismengruppen schematisch dargestellt werden.

Die Aufgabenstellung in M 1.2 oder M 1.3 fordert eine Beschreibung der Vorgänge im Flaschengarten. Die Wechselwirkungen zwischen Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen werden zur Beschreibung der Funktionsweise des Flaschengartens herangezogen.

Das Material 1.4 zeigt ein Beispiel für Sprachhilfen, die der Lernumgebung zugefügt werden können, um die Präsentation zu unterstützen und zu erleichtern.

**Lernprodukte diskutieren:** Schülerinnen und Schüler stellen ihre Skizzen vor. Die Lernprodukte (Skizzen und Vorträge) werden diskutiert. Es entsteht eine gemeinsame Lösung, die durch einen Post-Organizer, der nach der Diskussion der Lernprodukte z. B. interaktiv erstellt wird, gesichert wird (M 1.5).

**Lernzugewinn definieren:** Schülerinnen und Schüler ergänzen den Post-Organizer. Gegebenenfalls überarbeiten sie ihre Skizze. Sie sind jetzt in der Lage, einen Flaschengarten zu bauen und ihn bestimmungsgemäß zu pflegen, wobei sie Temperatur- und Sonnenlichtexposition beachten.

**Vernetzen und transferieren:** Die Lerneinheit mündet in eine Langzeitbeobachtung über drei bis vier Wochen. Die Flaschengärten können im Klassenraum auf der Fensterbank platziert werden. Dadurch ergeben sich für alle Gärten gleiche Bedingungen. Schülerinnen und Schüler sind angehalten, den Zustand ihres Gartens in diesen Wochen weiter zu protokollieren (M 1.6). Das Beobachtungsprotokoll kann von ihnen selbst entwickelt werden. Die Skizzen der Flaschengärten werden für die nächste Lerneinheit 2 „Stoffkreisläufe im Flaschengarten“ benötigt.

Das Material M 1.7 enthält zwei Vernetzungsaufgaben, das Vorwissen aus dem TF 3 aktiviert. Diese Aufgaben sind für leistungsstarke Gruppen geeignet.

**Exemplarisches Material aus LE 1:**

**M 1.2: Anlegen eines Flaschengarten**

**Informationstext zum Anlegen eines Flaschengartens:** Der Flaschengarten soll über Monate ohne Gießen und Düngen wachsen. In dem geschlossenen Glas entsteht ein geschlossenes Mini-Ökosystem.

Damit ein solches System stabil ist, muss beim Anlegen des Flaschengartens sauber und sorgfältig gearbeitet werden.

**Materialien:**

- Eine Flasche oder ein großes Einmachglas
- Sauberer Zierkies oder Blähton (für Hydrokulturen)
- Blumenerde
- Zerkleinerte Holzkohle
- Trichter (evtl. auch selbst hergestellter Papiertrichter)
- Lange Gabel oder Löffel als Pflanzhilfe
- Frischhaltefolie/Haushaltsgummi oder Glasdeckel bzw. Korken
- Wasser
- Pflanzen
- Je nach Verfügbarkeit: Tiere,  
z. B. einige Asseln oder 1-2 Regenwürmer



**Anleitung für den Aufbau:**

1. Säubere die Flasche/das Glas sehr sorgfältig.
2. Fülle mithilfe des Trichters je nach Größe des Gefäßes 2-4 cm Zierkies oder Blähton hinein.
3. Nun vorsichtig auf diese erste Schicht eine dünne Lage Holzkohle aufbringen. Diese soll das Schimmeln verhindern.
4. Darüber wird eine etwa 3-5 cm dicke Schicht Blumenerde aufgebracht. Dabei dürfen die Innenseiten des Gefäßes nicht schmutzig werden.
5. Jetzt können die Pflanzen mithilfe der langen Gabel oder des Löffels eingepflanzt werden.
6. Am Ende mit wenig Wasser angießen.
7. Gefäß verschließen und an einen hellen, nicht zu heißen Platz auf die Fensterbank stellen.
8. In den ersten Tagen die Wassermenge kontrollieren.

In Anlehnung an: Franz, Anja; Hügler, Judith. „Flaschengarten – Ein geschlossenes Ökosystem. Wie kann eine Pflanze in einer geschlossenen Flasche überleben?“

## LE 2 „Stoffkreisläufe im Flaschengarten“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE2

Mögliche Strukturierung der Lerneinheit:

**Im Lernkontext ankommen:** Schülerinnen und Schüler haben ihre Flaschengärten gebaut. Sie beschreiben die darin ablaufenden Vorgänge. Die Leitfrage aus der LE 1 wird wieder aufgegriffen: „Wie funktioniert der Flaschengarten?“

**Vorstellungen entwickeln:** Schülerinnen und Schüler konkretisieren Nahrungsbeziehungen zwischen den Organismen und erläutern den Zusammenhang zwischen Atmung und Fotosynthese. Als Gesprächsergebnis entsteht die Anlage einer dreispaltigen Tabelle, die Organismen, Stoffe und Vorgänge gegenüberstellt (M 2.3). Diese Tabelle wird im Arbeitsauftrag aufgegriffen (M 2.1).

**Lernprodukt herstellen:** Die Lernenden lesen einen Text (M 2.1 oder M 2.2) und „übersetzen“ ihn in eine Schemazeichnung. Als Lesestrategie zur Texterschließung bietet sich eine Tabelle an. Die Tabelle kann von den Schülerinnen und Schülern selbst erstellt werden, leer zur Verfügung stehen oder teilweise ausgefüllt sein (M 2.3).

**Lernprodukte diskutieren:** Schülerinnen und Schüler nutzen ihre Schemazeichnungen, um die Stoffkreisläufe zu beschreiben und die wechselseitige Abhängigkeit der Organismen oder Organismengruppen zu erklären (M 2.4).

**Lernzugewinn definieren:** Im Peer-Review-Verfahren (siehe TF 3, Methodenkoffer) kommentieren sie die Skizze einer Mitschülerin oder eines Mitschülers. Sie tragen Verbesserungen ein. Die Skizze (M 2.4) wird benutzt, um Ursachen für Störungen im Flaschengarten zu erklären und ggf. Maßnahmen zu seiner Pflege abzuleiten (M 2.5).

**Vernetzen und transferieren:** Die Fähigkeit, Stoffkreisläufe als Schemazeichnung darzustellen, wird in neuen Kontexten angewendet, z. B.

- LE 3: Mini-Ökosystem „Ecosphere“,
- LE 4: Urban Farming: Der Tomatenfisch,
- LE 15 und LE 17: Aquarium,
- LE 16: Lebewesen in Fließgewässern.

### LE 3 „Störungen im Flaschengarten“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE3

Bio\_HR\_TF5\_Vier-Schritt-Methode

Mögliche Strukturierung der Lerneinheit:

**Im Lernkontext ankommen:** Schülerinnen und Schüler haben ihre Flaschengärten beobachtet (M 1.6). Dabei haben sie z. B. Trockenheit, Feuchtigkeit, Schimmelbildung oder Veränderung an den eingesetzten Organismen dokumentiert. Die Leitfrage wird entwickelt: „Wie kommt es zu den Störungen und wie können sie verhindert werden?“.

**Vorstellungen entwickeln:** Mithilfe ihrer Schemazeichnungen (Lernprodukte M 2.4) stellen sie Überlegungen zu den Ursachen der Störungen an. Die Gedanken lassen sich als Regelkreisschema darstellen. Dieses wird von der Lehrkraft an einem einfachen Beispiel eingeführt.

**Lernprodukt herstellen:** Jeder Flaschengarten wird einer Lernenden oder einem Lernenden zur Betrachtung gegeben, dabei ist die Zuordnung zufällig. Sie/er stellt in der Rolle einer Gutachterin/eines Gutachters den Zustand des Flaschengartens fest. Mithilfe eines Regelkreisschemas wird das Gutachten erklärt. Alternativ kann die Schemazeichnung aus LE 2 für die Erklärung genutzt werden. Dann entfällt der Wechsel der Darstellungsform von Schemazeichnung zum Regelkreismodell.

**Lernprodukte diskutieren:** Schülerinnen und Schüler stellen ihre Gutachten mithilfe der Schemazeichnungen im Kurzvortrag vor. Die Vorträge ergänzen einander, Ergebnisse werden an der Tafel oder auf Folie notiert. Es entsteht – als Post-Organizer – ein immer komplexer werdendes Regelkreisschema.

**Lernzugewinn definieren:** Mithilfe der Zeichnung können die Beobachtungen an den Flaschengärten erklärt werden. Jede Schülerin und jeder Schüler bekommt die Aufgabe, mindestens eine Beobachtung zu erklären. Alternativ können „Zitate“ im Regelkreisschema dargestellt werden (M 3.1).

**Vernetzen und transferieren:** Schülerinnen und Schüler sind nun in der Lage, andere Ökosysteme zu verstehen und das Regelkreisschema für Stoffkreisläufe und Regulation zu verwenden, z. B.

- LE 4: Urban Farming: Der Tomatenfisch,
- LE 15 und LE 17: Aquarium.

Zur inneren Differenzierung, für sehr leistungsstarke Lerngruppen oder zur Leistungsüberprüfung geeignet ist z. B.

- LE 3: Mini-Ökosystem „Ecosphere“ mit Bio\_HR\_TF5\_Vier-Schritt-Methode.

## Exemplarisches Material aus LE 3:

## M 3.1: Übungsaufgaben zum Flaschengarten

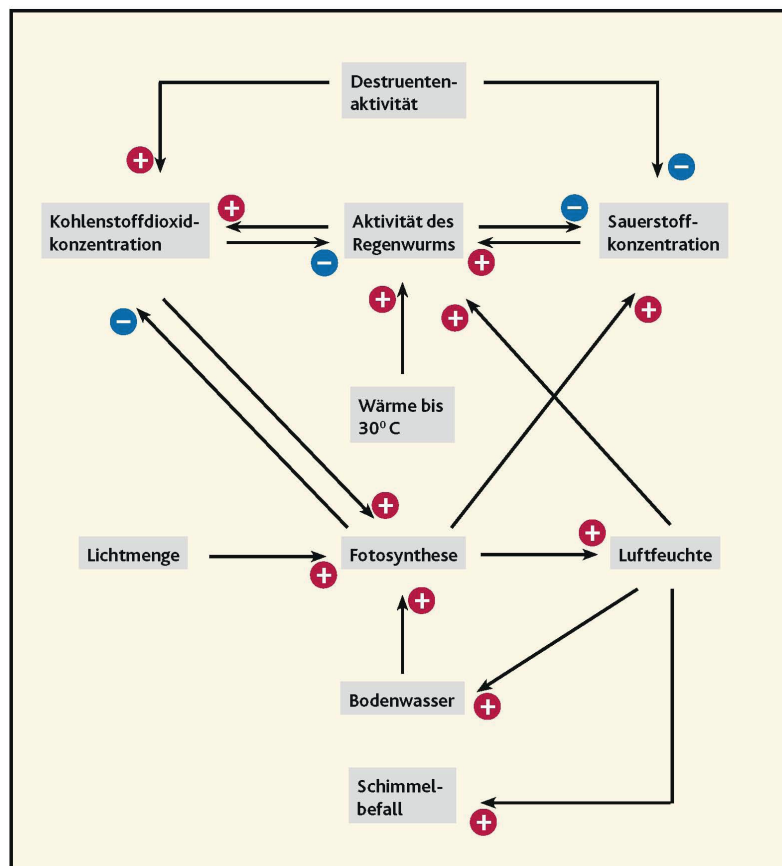
**Aufgabe:**

Erstelle ein Regelkreisschema, das die Zusammenhänge im Flaschengarten erklärt.

Beachte:

- Pfeile stellen Beziehungen zwischen den Begriffen dar.
- Die Pfeilspitze stellt die Richtung des kausalen Zusammenhangs dar (Proportionalität, Antiproportionalität).
- Plus (+) bedeutet: „Je mehr desto mehr“ oder „Je weniger desto weniger“.
- Minus (-) bedeutet: „Je mehr desto weniger“ oder „Je weniger desto mehr“.

Mögliche Lösung:



#### LE 4: „Urban Farming: Der Tomatenfisch“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE4

Mögliche Strukturierung der Lerneinheit:

**Im Lernkontext ankommen:** Der „Tomatenfisch“ wird vorgestellt:

<https://www.youtube.com/watch?v=5RP0rGDCE5M>. Es handelt sich um ein Projekt aus dem Bereich „Urban Farming“. Der Film regt die Lerngruppe an, Fragen zu stellen und daraus eine Leitfrage zu gewinnen: „Wie muss die Tomatenfischanlage konstruiert sein, um möglichst produktiv zu sein?“

**Vorstellungen entwickeln:** Schülerinnen und Schüler wenden ihr Wissen an, das sie in der LE 1 zum Flaschengarten erworben haben. Sie sammeln Vorschläge für eine Konstruktion, dabei nennen sie analog zur LE 1 Bauteile, Stoffe und Vorgänge.

**Lernprodukt herstellen:** Sie skizzieren eine Tomatenfischanlage und erläutern deren Funktionsweise (M 4.1). Die in der Lernumgebung vorhandenen Informationen werden durch Mystery-Karten (siehe Methodenkoffer) ergänzt (M 4.2).

**Lernprodukte diskutieren:** Die Skizzen werden präsentiert. Die Reihenfolge der Präsentationen wird so gewählt, dass eine Progression deutlich wird, Ergebnisse werden dokumentiert. Schülerinnen und Schüler vervollständigen ihre Skizzen.

**Lernzugewinn definieren:** Als Post-Organizer können fertige Skizzen aus der Kindergeschichte „Nina und der Tomatenfisch“ oder aus der Broschüre „Tomatenfisch“ beschrieben oder mit einem Kommentar ergänzt werden:

<http://www.tomatenfisch.igb-berlin.de/downloads/articles/downloads.html>.

Alternativ könnten leistungsstarke Schülerinnen und Schüler eine Buchrezension zu „Nina und der Tomatenfisch“ schreiben. Dazu müssen Kriterien für die Beurteilung der Kindergeschichte bereitgestellt oder zuvor gesammelt werden.

**Vernetzen und transferieren:** Die Weltbevölkerung wächst und mit ihr die Städte. „Urban Farming“ wird zum Thema für die Landwirtschaft der Zukunft. Die Ozeane sind bereits überfischt und Aquakulturen (z. B. Lachsfarmen) sind eine Alternative mit dem Nachteil, dass die Massentierhaltung neue (ethische) Probleme aufwirft. Die Lerneinheit „Urban Farming: Der Tomatenfisch“ ist geeignet, diese Problemstellung vorzubereiten und in einen Bewertungskontext zu überführen. Die Internetseite zum „Tomatenfisch“ ist dazu geeignet und geht auf das Thema Nachhaltigkeit ein:

<http://www.tomatenfisch.igb-berlin.de/nachhaltigkeit.html>.

Ähnliche Informationen sind zu finden unter:

<http://www1.wdr.de/mediathek/video/sendungen/quarks-und-co/video-aquakultur-im-gewaechshaus-100.html>.

## Exemplarisches Material aus LE 4:

## M 4.1: Wie funktioniert die Tomatenfischanlage?

**Der Tomatenfisch**

Am Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) lebt der „Tomatenfisch“. In einem warmen Gewächshaus leben Fische (Tilapia, afrikanische Buntbarsche) in großen Wassertanks. Daneben wachsen Tomaten in Wasserrinnen, sie wurzeln in einer Schicht Steinwolle. Zusätzlich gibt es auch Filtertanks, in denen nützliche Bakterien die Ausscheidungsprodukte der Fische in Pflanzendünger (Nitrat) umwandeln.

**Arbeitsauftrag:**

Erkläre Bau und Funktion der Tomatenfischanlage. Erstelle dazu eine Schemazeichnung, die du für die Präsentation nutzen kannst. Deine Erklärung soll von deinen Mitschülerinnen und Mitschülern verstanden werden.

Gehe so vor:

1. Du siehst ein Bild aus dem Pixi-Buch „Nina und der Tomatenfisch“. Erstelle eine Schemazeichnung, die den Stoffkreislauf zwischen Tomaten und Tilapia-Fischen beschreibt.
2. Wie muss das Gewächshaus konstruiert sein, damit alle diese Stoffkreisläufe funktionieren? Erweitere deine Schemazeichnung mithilfe der Karten (M 4.2).
3. Welche Störungen könnten aufgetreten sein, wenn ...
  - a) nur kleine Tomaten wachsen?
  - b) es plötzlich tote Fische gibt?
  - c) die Tomaten welken?
  - d) die Tomaten (wegen zu hoher Luftfeuchtigkeit) schimmeln?



© Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB), Berlin, <http://www.igb-berlin.de>.

## LE 5 „Recherche zum Ökosystem Regenwald – Palmölplantagen“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE5

Mögliche Strukturierung der Lerneinheit:

**Im Lernkontext ankommen:** Als Einstieg eignet sich eine fiktive Geschichte aus dem Regenwald auf Sumatra: „Der Orang-Utan erzählt seinem Enkel ...“ (M 5.1). Unterstützend können Bilder eines Orang-Utans und einer Palmölplantage sowie eine Landkarte von Sumatra gezeigt werden. Im Wirkgespräch wird der Aspekt „Artenvielfalt“ deutlich. Es entwickelt sich die Aufgabenstellung, die Wechselwirkungen zwischen Arten (biotische Faktoren) und zwischen Arten und Umweltfaktoren (abiotische Faktoren) genauer zu untersuchen.

**Vorstellungen entwickeln:** Schülerinnen und Schüler tragen Vorwissen z. B. in Form einer Zeichnung zusammen und stellen Recherchefragen in Form von Fachfragen. Die Fragen werden auf Karten geschrieben. Es sollten etwa so viele sinnvolle Fragen gestellt werden, wie Schülerinnen und Schüler in der Klasse sind.

**Lernprodukt herstellen:** Die Fragen werden auf Vierergruppen verteilt. Jede Gruppe widmet sich einem anderen Themenschwerpunkt, z. B. Menschen im Regenwald, klimatische Bedingungen im tropischen Regenwald, Bedeutung des Regenwaldes für das Erdklima, Stoffkreisläufe im Regenwald, Artenvielfalt, Stockwerkaufbau usw. Jede Lernende/jeder Lernende erhält maximal zwei Fragekarten und geht diesen Fragen durch eine Internetrecherche nach. Eine geeignete Methode ist das Webquest (Link-Liste, M 5.3), der Start wird durch einen von der Lehrkraft vorgegebenen Link festgelegt. Aufgabe ist es, ein bis zwei aussagefähige Bilder zu finden, die ihre/seine Frage beantworten können (M 5.2).

**Lernprodukte diskutieren:** Schülerinnen und Schüler tragen die Rechercheergebnisse in ihrer Gruppe zusammen. Die Bilder und Antworten werden zusammengeführt und als PowerPoint-Vortrag der Klasse präsentiert. Als Post-Organizer eignet sich eine Schemazeichnung zu den Wechselwirkungen von abiotischen und biotischen Faktoren im Regenwald, die mit jedem Vortrag ergänzt wird.

**Lernzugewinn definieren:** Die Einstiegsgeschichte wird aufgelöst. Schülerinnen und Schüler erhalten Informationen zu Palmölplantagen (M 5.3). Mithilfe der im Anschluss an die Präsentationen erstellten Schemazeichnungen können Folgen einer Rodung des Regenwaldes vorausgesagt werden. Die Schülerinnen und Schüler werden dabei regionale Folgen (z. B. Leben der Menschen im Regenwald, Zerstörung der regenwaldtypischen Umweltbedingungen, Artensterben) und möglicherweise globale Aspekte (z. B. Regenwald als Klimaanlage der Erde) nennen. Sie sind in der Lage, ihre Überlegungen in Form eines Regelkreisschemas darzustellen (M 5.4).

**Vernetzen und transferieren:** Die Lerneinheit stellt eine Vernetzung zum Thema „Künstliche Ökosysteme“ (LE 1 bis LE 4) dar und bereitet den Kontext „Klima im Wandel“ (LE 7 bis LE 8) vor.



## LE 6 „Palmöl aus dem Regenwald“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE6

Mögliche Strukturierung der Lerneinheit:

**Im Lernkontext ankommen:** Schülerinnen und Schüler tauschen sich über den Zusammenhang zwischen einem Schokoladenkuchen und Palmölplantagen im tropischen Regenwald (M 6.1) aus. Sie positionieren sich auf einer Skala hinsichtlich ihrer Tendenz zur Nutzung von Palmölprodukten.

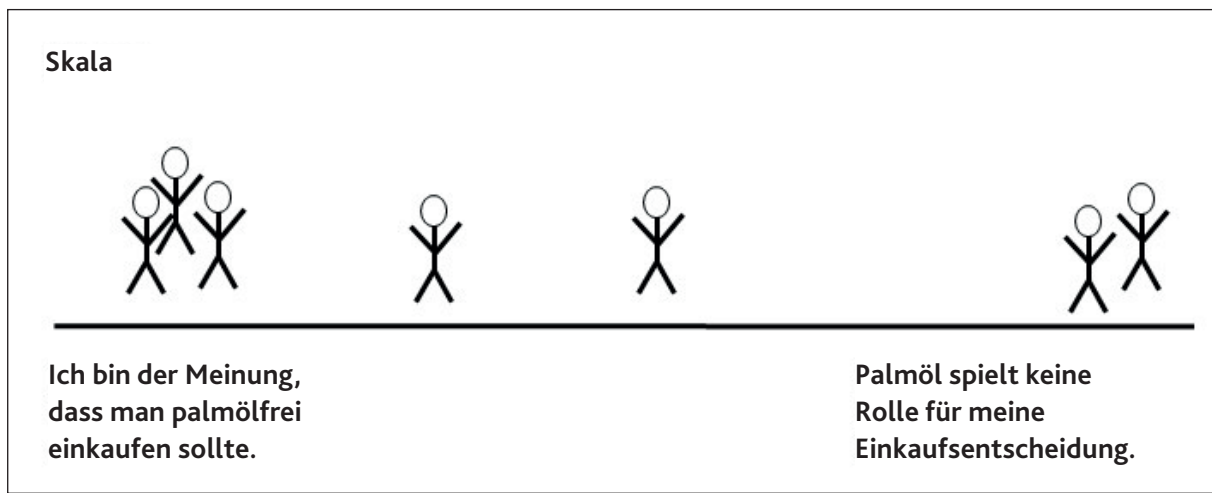


Abb. 10: Pro- und Kontra-Skala

Schülerinnen und Schüler erkennen, dass sie zwar eine „Bauchentscheidung“ treffen können, aber nicht genug wissen, um den Sachverhalt wirklich zu bewerten.

**Vorstellungen entwickeln:** Ein Szenario wird entwickelt, an dessen Ende eine Entscheidung steht, wie z. B. in der Familie mit dem Konsum von Palmölprodukten umgegangen werden soll. Dazu brauchen die Schülerinnen und Schüler Wissen aus verschiedenen verlässlichen Quellen mit unterschiedlichen Blickwinkeln. Die Entscheidung kann z. B. journalistisch aufbereitet und für die Website der Schule verwendet werden.

**Lernprodukt herstellen:** In Vierergruppen werden Rollenkarten auf der Basis von Informationen erstellt. Das zu bearbeitende Lernmaterial beinhaltet einen für alle Rollen gleichen Teil und einen rollenspezifischen Teil (M 6.2).

Die Placemat-Methode ist für diese Phase eine geeignete Organisationsform (siehe HR TF 2, Methodenköffer).

**Lernprodukte diskutieren:** Ausgewählte Rollenvertreterinnen und -vertreter führen eine Podiumsdiskussion durch. Ziel der Diskussion ist es, die Zuschauer für den Umgang mit Palmölprodukten zu sensibilisieren und die eigene Perspektive zu erweitern. Als Post-Organizer können Argumente in einer Tabelle zusammengeführt werden (M 6.3).

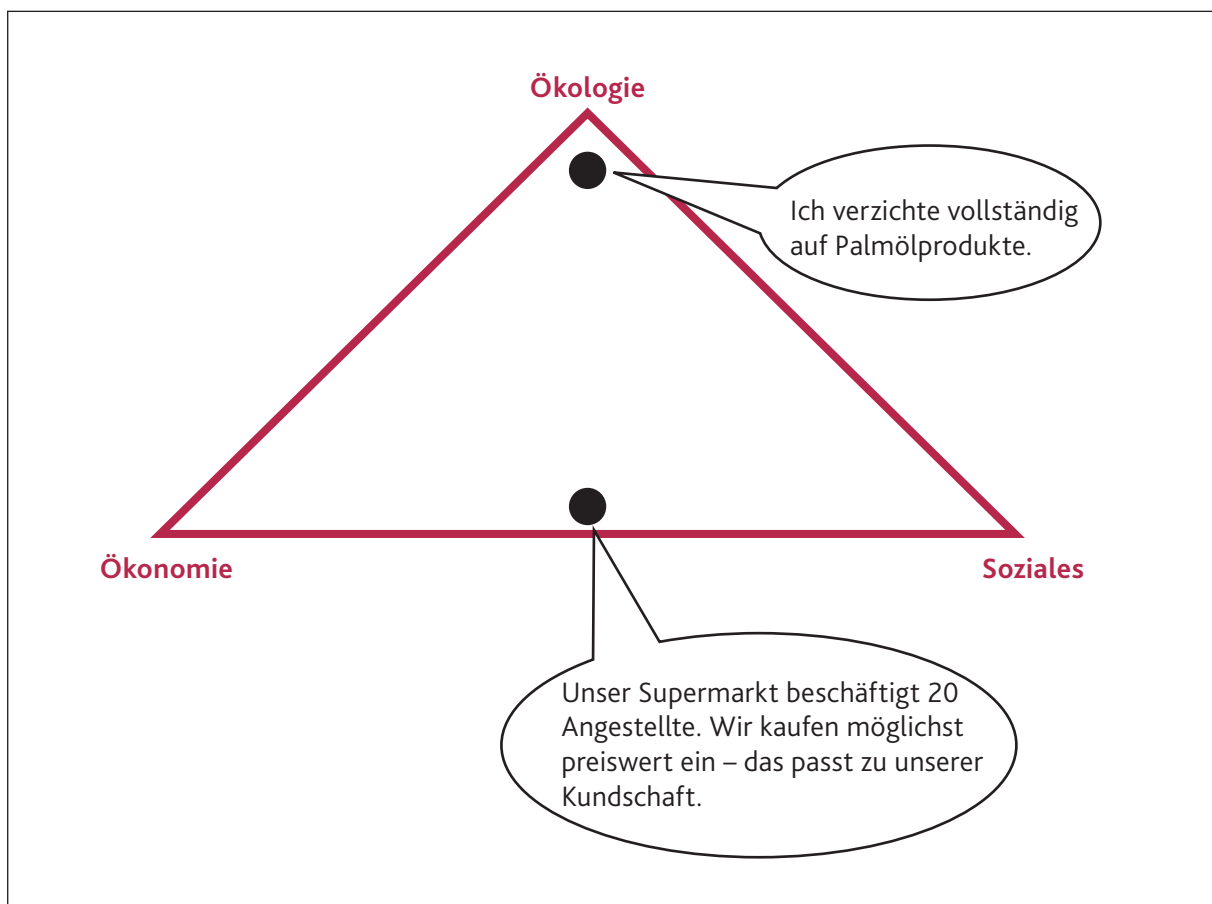
**Lernzugewinn definieren:** Die Tabelle (M 6.3) wird genutzt, um eigene Meinungen zu Palmölprodukten zu verfassen. Schülerinnen und Schüler tragen ihre Statements z. B. zum Szenario „Palmölfreie Woche“ oder „Kaufentscheidung für Produkte mit Palmöl“ vor und werden von ihren Mitschülerinnen und Mitschülern bewertet. Die Bewertungspositionen werden als Punkte im Nachhaltigkeitsdreieck festgehalten (M 6.4).

Bei einem alternativen Vorgehen sind Schülerinnen und Schüler kritische Verbraucherinnen und Verbraucher und suchen nach einem vorgegebenen Einkaufszettel Produkte aus dem Supermarkt aus. Sie begründen, warum sie sich für eine bestimmte Marke oder Firma entschieden haben und ordnen Fotos oder Etiketten von ihnen in das Nachhaltigkeitsdreieck ein. Dabei können auch Alternativ-Produkte vorgeschlagen werden (statt Kartoffelchips sollen beispielsweise luftgetrocknete Apfelchips eingekauft werden).

**Vernetzen und transferieren:** Die Lerneinheit steht exemplarisch für die Entwicklung von Bewertungskompetenz. Das hier eingeführte Verfahren (Rollenkarten – Podiumsdiskussion – Einordnen von Standpunkten) kommt in verschiedenen Themen oder Kontexten zur Anwendung und kann fächerübergreifend genutzt werden.

#### Exemplarisches Material aus LE 6:

##### M 6.4: Darstellung von Meinungen im Nachhaltigkeitsdreieck



## LE 7 „Klima im Wandel – Versuche zum Treibhauseffekt“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE7

Bio\_HR\_TF5\_Vier-Schritt-Methode

Mögliche Strukturierung der Lerneinheit:

**Im Lernkontext ankommen:** Ein aktueller journalistischer Beitrag zum Klimawandel führt in die Diskussion ein. Auch eine vorbereitende Recherche ist geeignet und bietet Gelegenheit, die Komplexität der Thematik zu begreifen.

Der Begriff Treibhauseffekt (M 7.1) sowie die Differenzierung zwischen natürlichen und anthropogenen Effekten sollte geklärt werden. Die Rolle der Treibhausgase Wasserdampf, Methan und Kohlenstoffdioxid für das Leben auf der Erde (Entstehung und Stabilität der lebensfreundlichen Temperatur auf der Erde) wird mit den Schülerinnen und Schülern erörtert (siehe HR TF 2 „Vielfalt und Veränderung“).

Es werden Messergebnisse gezeigt, die aus der Untersuchung von tiefen Eisbohrkernen aus den Polargebieten gewonnen wurden. Diese lassen einen Zusammenhang zwischen der Kohlenstoffdioxidkonzentration und steigenden Temperatur der Atmosphäre vermuten.

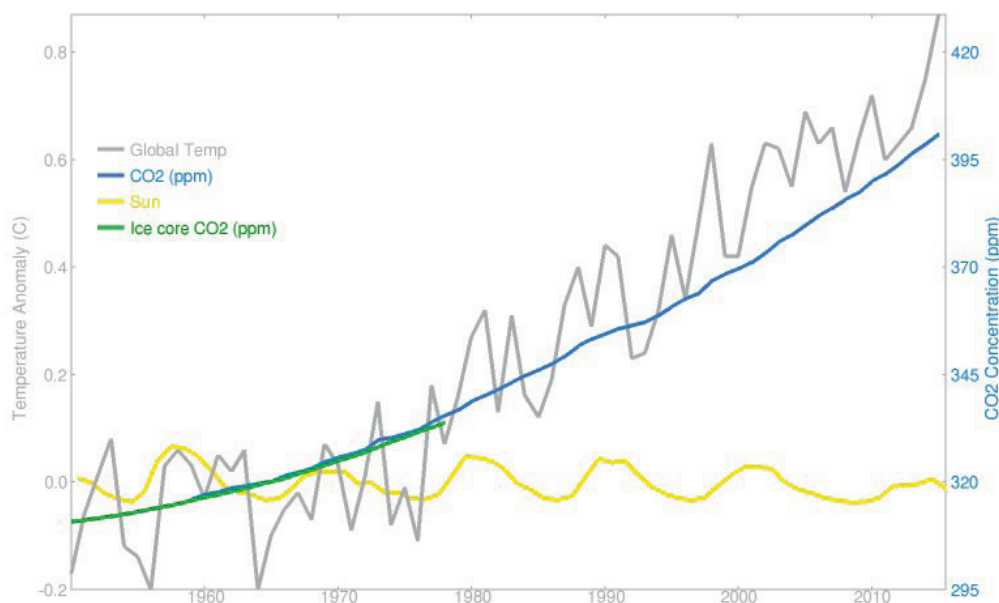


Abb. 11: Klimadiagramm

© <http://herdsoft.com/climate/widget/image.php?width=800&height=460&titl=>

- „Kohlenstoffdioxid und Wasserdampf bewirken eine Temperaturerhöhung“.
- „Je höher die Konzentration an Kohlenstoffdioxid ist, desto höher steigt die Temperatur“.

Schülerinnen und Schüler erhalten die Aufgabe, einen Modellversuch für diesen Zusammenhang zu entwickeln.

**Vorstellungen entwickeln:** Der Zusammenhang lässt sich durch einen Modellversuch klären (M 7.2). Der Modellversuch kann von den Schülerinnen und Schülern selbst entwickelt werden. Es ist auch möglich, die Versuchsanleitung auszuteilen und den Zusammenhang zur Fragestellung zu klären. Noch einfacher wird es, wenn der Versuch als Demonstrationsversuch gezeigt wird und die Aufgabe darin besteht, die Messwerte vorauszusagen und während der Versuchsdurchführung in einem Diagramm oder einer Tabelle zu dokumentieren.

**Lernprodukt herstellen:** Schülerinnen und Schüler führen den Versuch durch und erstellen z. B. ein Forschungsprotokoll (siehe HR TF 3, Methodenkoffer). Sie stellen die Messwerte tabellarisch oder grafisch dar.

**Lernprodukte diskutieren:** Während des Versuchs ist eine Temperaturerhöhung in beiden Gefäßen zu verzeichnen, wobei die Temperatur in der CO<sub>2</sub>-haltigen Atmosphäre schneller steigt. Am Ende des Versuchs wird ein Temperaturunterschied von drei bis vier Grad Celsius gegenüber dem Versuchsgefäß mit Umgebungsluft festgestellt (M 7.2 Beobachtungen). Damit kann bestätigt werden, dass die Kohlenstoffdioxidkonzentration der Atmosphäre einen Einfluss auf das Schmelzen von Eis hat. Die Lernprodukte werden in ein Szenario „Besprechung in einer Forschungsgruppe“ eingebunden. Schülerinnen und Schüler stellen Erkenntnisgang und Messwerte vor und diskutieren diese.

**Lernzugewinn definieren:** Die experimentelle Bestätigung des Zusammenhangs ist Ausgangspunkt für weitere Fragestellungen und Verknüpfungen. Diesen kann mit Filmen zu Treibhausexperimenten nachgegangen werden:

<https://www.youtube.com/watch?v=kwtt51gvaIQ>

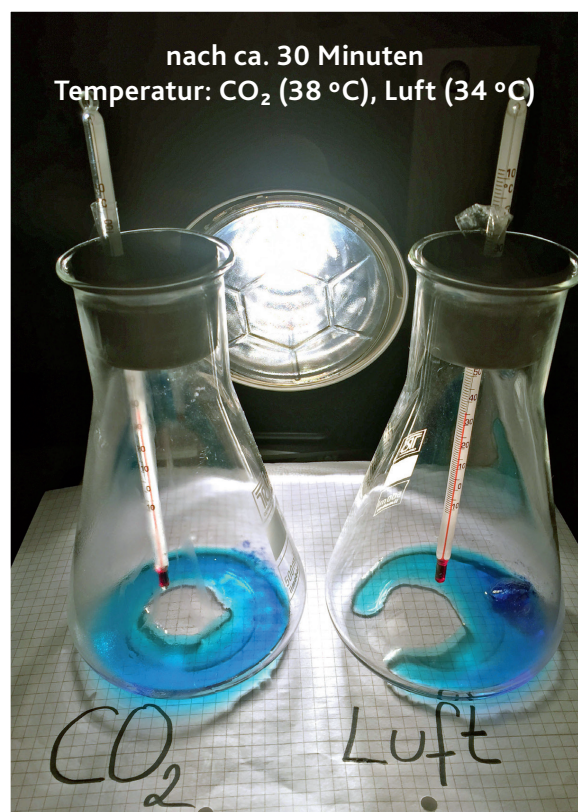
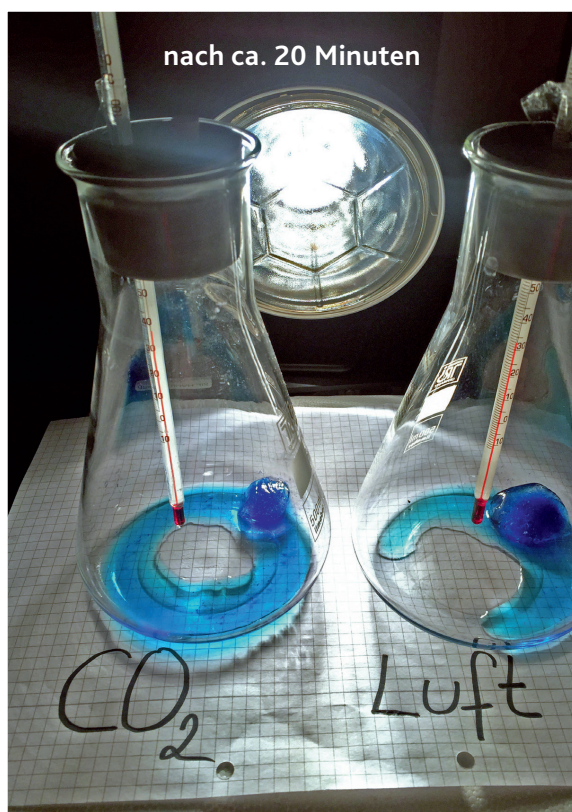
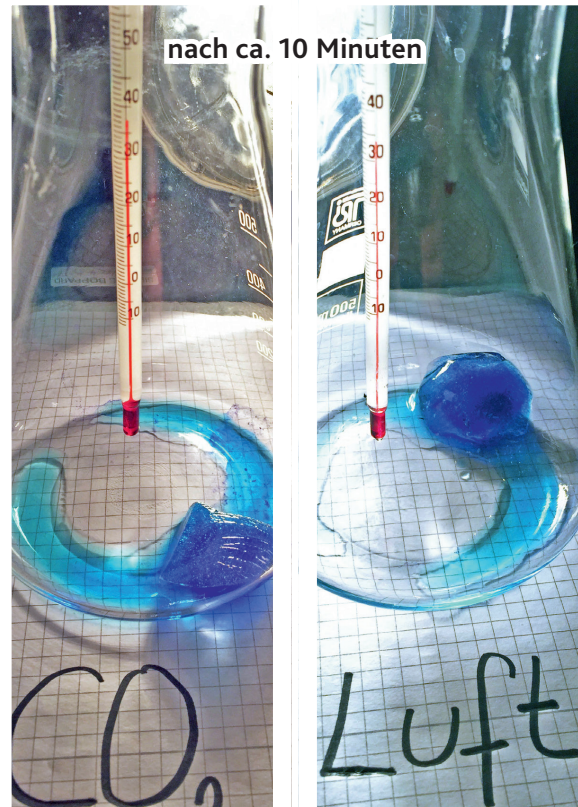
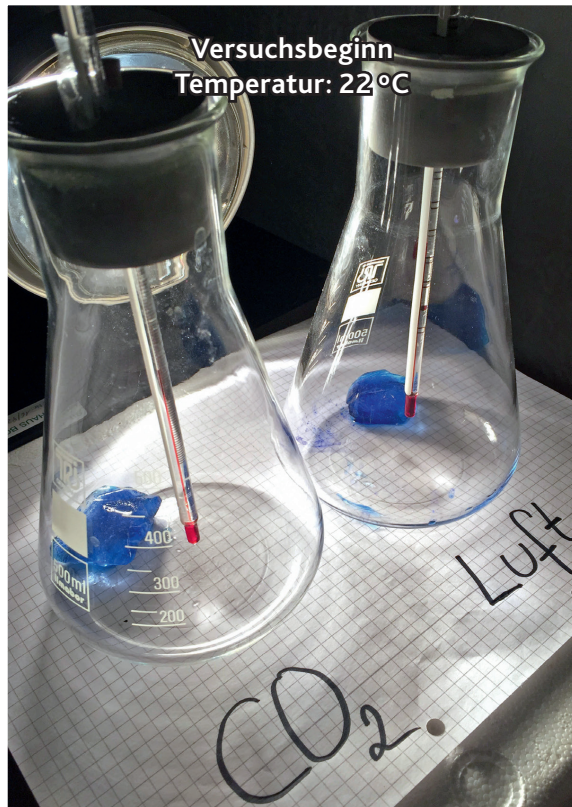
<https://www.youtube.com/watch?v=pPRd5GT0v0I&ebc=ANyPxKprNjo75lhmuBQxtpJLolf4DboqL-0Do06eTUdvsSa1j1fHvZkCUZfHtiblv8tWPXcvnZkNpDdeaR2YNI4UoTqLlxYOgg>

**Vernetzen und transferieren:** Mit besonders leistungsfähigen und interessierten Schülerinnen und Schülern können weitere Folgen angesprochen werden:

- Zusammenhang zwischen dem steigenden CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre und dem pH-Wert der Ozeane (siehe HR Chemie TF 6 „Säuren und Laugen“),
- Veränderung von Fauna und Flora Europas,
- Abschmelzen der Polkappen und Folgen auf den Wasserspiegel und das Klima,
- vermehrtes Pflanzenwachstum in bestimmten Regionen,
- Folgen von Abholzung und Brandrodungen im Regenwald,
- Einfluss von Massentierhaltung und steigendem Fleischverbrauch auf das Klima.

Exemplarisches Material aus LE 7:

M 7.2: Treibhausgas Kohlenstoffdioxid – Beobachtungen



## LE 8 „Ursachen und Folgen des Klimawandels“

Mögliche Strukturierung der Lerneinheit:

**Im Lernkontext ankommen:** Der Film „Übrigens, der Klimawandel“ von Harald Lesch regt zur Beschäftigung mit den verschiedenen Wechselwirkungen zwischen Gasen der Atmosphäre, den Ozeanen und Temperaturveränderungen an. Schülerinnen und Schüler erfassen das Thema „Ursachen und Folgen des Klimawandels“, werden den Film aber nur in Teilen verstehen und stellen Fragen zum Thema:

<https://www.youtube.com/watch?v=TG-Wu36-G7g>

**Vorstellungen entwickeln:** Schülerinnen und Schüler tragen zur Lösung der Fragen ihr Vorwissen zum Film zusammen. Sie beginnen ein Regelkreisschema, das aber zahlreiche Lücken aufweist.

**Lernprodukt herstellen:** Die Lerngruppe erweitert gemeinsam oder in Kleingruppen ein Regelkreisschema. Es ist sinnvoll, die Begriffe auf Moderationskarten zu schreiben und im ersten Schritt kleinere Zusammenhänge zu legen.

**Lernprodukte diskutieren:** Schülerinnen und Schüler erklären mithilfe ihrer Produkte Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge. Die einzelnen Regelkreisschemata wachsen zu einer Gesamtlösung zusammen.

**Lernzugewinn definieren:** Der Einstiegsfilm wird noch einmal gezeigt und darin erläuterte Faktoren werden im Regelkreisschema ergänzt. Deren Wirkung auf den Treibhauseffekt wird sichtbar.

**Vernetzen und transferieren:** Schülerinnen und Schüler unterscheiden natürliche und anthropogene Treibhauseffekte. Sie informieren sich über den anthropogenen Treibhauseffekt. Dabei verbindet geeignetes Filmmaterial die Lerneinheit mit dem nächsten Kontext:

<https://www.youtube.com/watch?v=COiCdy9opLw>

<https://www.youtube.com/watch?v=xjqBGwnW9P0>

## LE 9 „Was hat mein Essen mit dem Klima zu tun?“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE9

Mögliche Strukturierung der Lerneinheit:

**Im Lernkontext ankommen:** Bilder von Supermarktprodukten regen zum Gespräch an.

**Vorstellungen entwickeln:** Schülerinnen und Schüler stellen Überlegungen zur Herstellung, zum Transport, zu Lagerungs- und Konservierungsbedingungen von Lebensmitteln an. Sie stellen Verbindungen zum Treibhauseffekt, zum Flächenverbrauch und zum Artenrückgang oder zur Gewässerökologie her. Das Gas Kohlenstoffdioxid wird für die Bearbeitung der Leitfrage ausgewählt und genauer betrachtet.

**Lernprodukt herstellen:** Schülerinnen und Schüler informieren sich mithilfe des Textes über Treibhausgase (M 9.1). Mit diesem Wissen ordnen sie den dargestellten Produkten einen CO<sub>2</sub>-Emissionswert zu (M 9.2).

Differenzierungsmöglichkeiten:

- Um die Bearbeitung zu erleichtern, werden nach dem Ampelprinzip die sechs niedrigsten Emissionswerte auf grünes Papier, die folgenden fünf auf gelbes und die höchsten fünf Werte auf rotes Papier gedruckt.
- Die Anzahl der Produkte kann verringert werden.

**Lernprodukte diskutieren:** Schülerinnen und Schüler ordnen ihre Produkte den Werten an der Tafel zu. Produktbilder und Werte können auf DIN A6 gedruckt (M 9.2) als „Produktampel“ zusammengeführt werden. Die Ergebnisse werden diskutiert, offene Fragen gesammelt und notiert.

**Lernzugewinn definieren:** Bezogen auf die Einstiegsfrage werden nun die ausgewählten Supermarktprodukte nach ihrem CO<sub>2</sub>-Fußabdruck bewertet.

**Vernetzen und transferieren:** Die direkte Vernetzung erfolgt in der nächsten Lerneinheit „Ein Gütesiegel für Pizza-Tomaten“. Schülerinnen und Schüler werden angeregt zu diskutieren, ob „jede Tomate“ denselben CO<sub>2</sub>-Emissionswert hat. Dazu ist die vorbereitende Hausaufgabe geeignet, verschiedene Tomatenprodukte (Frischware verschiedener Herkunft, Dosen, Gläser, Tuben ...) zu vergleichen. Die Vergleichskriterien können von den Schülerinnen und Schülern selbst entwickelt werden, alternativ kann entsprechendes Material zur Verfügung stehen (M 9.3).

Nicht nur die Wahl der Lebensmittel, sondern das gesamte Konsumverhalten hat Einfluss auf die CO<sub>2</sub>-Konzentration der Atmosphäre. Der CO<sub>2</sub>-Rechner der Bundesregierung zeigt anschaulich den Zusammenhang zwischen moderner Lebensweise und dem persönlichen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck:

[http://uba.klimaktiv-co2-rechner.de/de\\_DE/page/](http://uba.klimaktiv-co2-rechner.de/de_DE/page/).

## LE 10 „Ein Gütesiegel für Pizza-Tomaten“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE10\_Gütesiegel für Tomaten

Mögliche Strukturierung der Lerneinheit:

**Im Lernkontext ankommen:** Die Vorstellung der Hausaufgabe (M 9.3) endet mit der Frage, wie man den Verbraucherinnen und Verbrauchern helfen kann, eine nachhaltige Kaufentscheidung zu treffen. Schülerinnen und Schüler erkennen die Vielfalt an Kriterien, die für die Beurteilung der CO<sub>2</sub>-Bilanz herangezogen werden können. Sie wählen Kriterien aus, die als Entscheidungshilfe beim Einkauf dienen können.

**Vorstellungen entwickeln:** Schülerinnen und Schüler entwickeln W-Fragen wie: a) „Woher stammt das Produkt?“, b) „Welche Transportart wurde verwendet?“, c) „Womit wurde gedüngt?“, d) „Wie wurde das Produkt verpackt?“, e) „Wurde die Tomate im Gewächshaus angebaut?“.

**Lernprodukt herstellen:** Schülerinnen und Schüler bearbeiten den Arbeitsauftrag: „Erstellt ein Gütesiegel für Tomaten, mit dem der Kunde die CO<sub>2</sub>-Emissionen, die bei der Produktion entstehen, erkennen kann. Wählt zuvor Kriterien aus, die ihr in eurem Gütesiegel berücksichtigen wollt.“ Durch Auswahl geeigneten Materials aus der Link-Liste oder arbeitsteilige Bearbeitung der Quellen kann differenziert werden.

<http://berichte.bmelv-statistik.de/AHT-0033455-0000.pdf>

<http://www.oekosystem-erde.de/html/treibhausgase.html>

<http://academy.edulabs.org/mod/page/view.php?id=186>

<https://www.vcd.org/themen/klimafreundliche-mobilitaet/verkehrsmittel-im-vergleich/>

<http://www.regional-saisonal.de/saisonkalender-gemuese>

<http://www.umweltdialog.de/de/verbraucher/lebensmittel/2015/Klimakiller-Tomaten-.php>

**Lernprodukte diskutieren:** Schülerinnen und Schüler präsentieren ihre selbsterstellten Gütesiegel. Dabei werden realistische Kriterien gesammelt, die man beim Einkauf tatsächlich berücksichtigen kann, z. B. der Einkaufsweg. Die Differenzierung besteht in der Anzahl der Kriterien oder der Argumentationstiefe.

**Lernzugewinn definieren:** Schülerinnen und Schüler übertragen die Kriterien auf andere Produkte. Dabei erfolgt eine Sensibilisierung für die Problematik der Bestimmung der tatsächlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen (zu viele Kriterien, einige sind dem Verbraucher nicht zugänglich, fehlende Deklaration auf den Produkten).

**Vernetzen und transferieren:** Das eigene Handeln kann konkret reflektiert werden, z. B. beim Einkaufen von Brot.

[http://www.ifeu.de/landwirtschaft/pdf/Langfassung\\_Lebensmittel\\_IFEU\\_2009.pdf](http://www.ifeu.de/landwirtschaft/pdf/Langfassung_Lebensmittel_IFEU_2009.pdf)



Exemplarisches Material aus LE 10:

## Gütesiegel zu Tomaten

**Kriterien:**

- Transportmittel
- Herkunftsland
- Bioanbau
- Konventioneller Anbau
- Treibhaus
- Freiland

1. Bio-Tomate aus Marokko mit Treibhausanbau, Flugzeug
2. Tomate aus Deutschland mit Freilandanbau, LKW
3. Tomate aus Spanien mit Freilandanbau, Binnenschiff
4. Tomate aus Niederlande mit Treibhausanbau, Bahn
5. Bio-Tomate aus Türkei mit Treibhausanbau, Hochseeschiff

1.

2.

3.

4.

5.

## Die Idee

Unser Logo besteht aus einem „0“, das einen Kreis um ein „C“ bildet, und einer „2“ als Haken (✓). Zur Verdeutlichung befindet sich nun noch ein Dreieck in der Mitte. Das Dreieck und der Haken passen sich farblich aneinander an: @

### Die Gütesiegel

sehr gut  
↳ 0-700 CO<sub>2</sub>/kg

befriedigend  
↳ 700-2000 CO<sub>2</sub>/kg

Kriterien

- Transportmittel
- Heizmittel
- Anbau (Ort, Bio?, ...)
- Abfall
- Verpackung

ungenügend  
↳ 2000-... CO<sub>2</sub>/kg

Abb. 12: Lernprodukte „Ein Gütesiegel für Pizza-Tomaten“

## Zweite exemplarische Reihenplanung

### LE 11a bis LE 14a: Projekt „Rheinaue mit Kanutour“

### LE 11b bis LE 13b: Projekt „Mit den Gummistiefeln am Fließgewässer“

Natur- und Kulturräume sind, auch durch menschliche Einflüsse, einer ständigen Veränderung unterworfen. Der hier vorgestellte Kontext der zweiten Reihenplanung „Rheinaue mit Kanutour“ ist auf die Pfälzer Rheinaue ausgerichtet. Er zeigt Möglichkeiten für originale Begegnung im Gelände, für eigenständiges Erforschen und für das Anwenden wissenschaftlicher Untersuchungsmethoden, um den Wandel von Ökosystemen zu erfassen.

Auch Schulen aus dem weiteren Umfeld können dieses Lern- und Lehrangebot umsetzen, da die hier vorgestellten Untersuchungsstellen am Rhein (Maxau) gut mit öffentlichen Verkehrsmitteln erreichbar sind und es viele Kanuverleihangebote gibt.

Unterstützung in der didaktischen und organisatorischen Vorbereitung findet man u. a. bei Forstamt Pfälzer Rheinauen – Außenstelle für forstliche Umweltbildung, Speyer:  
<http://www.wald-rlp.de/index.php?id=3802>. Dieses Angebot kann von allen Schulen im Rahmen des Kooperationsvertrages „Wald macht Schule“ genutzt werden. Die Programme der Landesforsten orientieren sich grundsätzlich an dem Bildungsauftrag der Schulen. Sie werden mit den Lehrkräften entwickelt oder abgestimmt:  
<http://www.wald-rlp.de/lernen-erleben/wald-macht-schule/wald-macht-schule-die-kooperations-partner.htm>.

Diese Planung ist mit regionalen Anpassungen auch auf andere Auengebiete des Rheins oder andere Flüsse übertragbar.

Anstelle des Kontextes „Rheinaue mit Kanutour“ auf dem Fluss und der damit verbundenen Auswertung kann alternativ eine Gewässeruntersuchung mit dem Kontext „Mit den Gummistiefeln am Fließgewässer“ am Fluss durchgeführt werden.

Ausgehend vom Ökosystem „Rheinaue“ oder „Fließgewässer“ wenden Schülerinnen und Schüler im weiteren Unterrichtsverlauf ihre Erkenntnisse über Wechselwirkungen auf einfache Modellsysteme wie z. B. das Aquarium (Kontext 2) oder den Flaschengarten (LE 1 bis LE 3) an.

Kapitel 2.1 enthält Informationen zur Projektmethode und wird nachfolgend in beiden beschriebenen Projekten konkretisiert.

## LE 11a „Einführung in das Ökosystem Rheinaue“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE11a

Bio\_HR\_TF5\_LE11a\_Baumarten im Auwald\_Bilder

**Initiierung/Einstieg:** Bei dem Kontext „Rheinaue mit Kanutour“ muss sich die Lehrkraft bei der Auswahl des Projektes und den nachfolgenden Vorbereitungen steuernd beteiligen. Schülerinnen und Schüler kennen aus dem Unterricht im Fach Naturwissenschaften oder dem TF 1 „Vielfalt“ der Sekundarstufe I verschiedene Baumarten und haben Unterscheidungskriterien kennengelernt. Mittels Brainstorming wird auf das Vorwissen zurückgegriffen. Darauf aufbauend lernen Schülerinnen und Schüler die Baumarten der Auwälder kennen. Mit der Libelle als typischer tierischer Vertreter der Rheinaue wird mit den Schülerinnen und Schülern die Anpassung dieses Insektes zu Lande, zu Wasser und in der Luft thematisiert. Die Fragestellung wird entwickelt: „Wie zeigen sich Anpassungen von Pflanzen- und Tierarten an den Lebensraum Aue?“. Dies kann mit dem Material zum Hochwasser bearbeitet werden. Für leistungsstarke Lerngruppen stehen weiterführende Informationen bereit.

**Vorbereitung:** Die Lerngruppe einigt sich auf die Themen, die von ihnen bearbeitet werden, Exkursionsgruppen werden gebildet.

**Planung:** Es werden Ziele festgelegt, dazu gehört auch die Entscheidung über die Lernprodukte. Im Falle des „Rheinauenprojektes“ ist eine Vielfalt an Lernprodukten denkbar (Plakate mit Fotografien, Filme, Berichte, Geländeskizzen, z. B. M 13a ...). Unter der Anleitung der Lehrkraft organisieren sich Kleingruppen, die arbeitsteilig oder auch arbeitsgleich verschiedene Aufgaben bei der Exkursion übernehmen. Ein zeitlicher Rahmen wird festgelegt, um nach der Exkursion an den Lernprodukten arbeiten zu können.

Es kann praktikabel sein, die Planung grafisch oder tabellarisch darzustellen. Im Vorfeld der Exkursion sollte die Handhabung des Materials geklärt und Fertigkeiten erweitert werden, damit die Untersuchungen von den Schülerinnen und Schülern vor Ort eigenständig durchgeführt werden können.

## LE 12a „Exkursion in die Rheinaue“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE12a

**Durchführung:** Während der Exkursion muss immer wieder kontrolliert werden, ob Teilziele erreicht wurden, um weiterarbeiten zu können. Dies dient der Gruppe, das bisher Erreichte zu reflektieren und eventuelle Probleme zu beheben. Es kann z. B. nötig sein, die Organisation oder den Ablauf der Exkursion anzupassen. Ein wichtiger Bestandteil von Projekten ist das soziale Lernen, welches gerade während einer Exkursion geübt werden kann.

**Auswertung:** Im Anschluss an die Exkursion werden die Ergebnisse in den Gruppen für eine Präsentation ausgewertet und vorbereitet.

### LE 13a „Dokumentation und Präsentation der Projektergebnisse“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE13a

**Präsentation:** Die Projektergebnisse (auch fächerübergreifend mit dem Fach Erdkunde und unter Berücksichtigung des Orientierungsrahmens für den Lernbereich „Globale Entwicklung“) sollen der Öffentlichkeit präsentiert werden wie z. B. beim „Tag der offenen Tür“. Dadurch ist ein Feedback über die geleistete Arbeit und Wertschätzung von anderen möglich. Eine anschauliche Gestaltung der Geländeskizzen (M 13a) ist geeignet, einen guten Überblick über die Projektergebnisse zu geben.

**Auswertung und Reflexion:** In der Auswertung des Projektes soll für zukünftige Planungen und Durchführungen festgehalten werden, was verbessert werden kann. Pro- und Kontra-Argumente werden gegenübergestellt und ein Fazit gezogen.

### LE 14a „Wechselwirkungen im Ökosystem“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE14a

Diese Lerneinheit dient der Vernetzung und dem Transfer. Schülerinnen und Schüler erklären Wechselwirkungen im Ökosystem anhand eines Nahrungsnetzes.

Innerhalb der Exkursionsgruppe erstellt jede/jeder für eines der betrachteten Lebewesen einen Steckbrief. Die Steckbriefe werden im Klassensaal ausgestellt.

Schülerinnen und Schüler aktivieren ihr Vorwissen, die Begriffe Nahrungskette und Nahrungsnetz werden wiederholt. Mithilfe eines Flussquerschnittes mit einigen Lebewesen wird der Fokus auf Nahrungsbeziehungen im Gewässer gelenkt.

In Einzelarbeit wird eine Nahrungskette aus mindestens drei der vorhandenen Steckbriefe erstellt. In Partnerarbeit werden Korrekturen und mögliche Verknüpfungen vorgenommen. In Gruppenarbeit werden Nahrungsnetze erstellt (Think-Pair-Share-Methode).

Schülerinnen und Schüler nutzen ihre Nahrungsnetze, um die Nahrungsbeziehungen in einem Fließgewässer zu beschreiben und die Abhängigkeit von Organismen untereinander zu begründen. Sie erkennen, dass das erstellte Nahrungsnetz nur einen begrenzten Ausschnitt der Nahrungsbeziehungen im Fließgewässer darstellt.

**Vernetzen und transferieren:** Von der Lehrkraft präsentierte Lebewesen aus den Rheinauen werden von den Lernenden im Nahrungsnetz verortet. Auch die Folgen des „Herausnehmens“ von Lebewesen aus dem Nahrungsnetz bzw. die Auswirkungen von Neobiota auf ein Ökosystem können thematisiert werden.

## LE 11b „Einführung in das Ökosystem Fließgewässer“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_M11b

**Initiierung/Einstieg:** Schülerinnen und Schüler sehen Bilder von verschiedenen Gewässern, naturnahe und naturferne, Wasserstraßen und Lebensräume, mit verschiedenen Wasserständen, zu verschiedenen Jahreszeiten, mit verschiedenen Gewässerstrukturen u. ä. m. Ziel ist es, die Lernenden zum Austausch über Fließgewässer anzuregen. Aussagekräftige Bilder werden ausgewählt, Schülerinnen und Schüler notieren dazu W-Fragen. Ein Katalog von Fragen zum Gewässer, zu den Lebewesen am und im Gewässer, zum Einfluss des Menschen auf die Gewässer und seiner Abhängigkeit von den Gewässern entsteht, der in der Idee zum Projekt „Mit den Gummistiefeln am Fließgewässer“ mündet.

**Vorbereitung:** Im Unterrichtsgespräch werden zwei verschiedene Betrachtungsweisen des Fließgewässers herausgearbeitet.

1. Blick auf die Lebewesen an und im Gewässer und ihre Anpasstheit an den Lebensraum (Verknüpfung zu TF 4).
2. Blick auf die Gewässer und ihre Veränderungen durch den Menschen.

Die W-Fragen werden diesen beiden Betrachtungsweisen zugeordnet. Fragen, die beide Betrachtungsweisen betreffen wie z. B. „Wie haben sich die Lebensbedingungen durch den Einfluss des Menschen verändert?“ werden hervorgehoben, gesammelt und als Entscheidungsfragen an das Ende der Unterrichtsreihe verortet, da für deren Beantwortung Informationen fehlen.

Zur Vorbereitung einer Exkursion gehört die Planung der Gewässeruntersuchung. Unterstützendes Material ist zu finden bei:

- Abenteuer Auen – Bach- und Flussauen, Bd. 72, Tabelle 01 a-c von VDG, Bonn, [www.vdg-online.de](http://www.vdg-online.de),
- Ökologische Bewertung von Fließgewässern, Bd. 64, S. 43-46 von VDG, Bonn, [www.vdg-online.de](http://www.vdg-online.de),
- <https://www.planet-schule.de/wissenspool/lebensraeume-im-bach/inhalt/hintergrund/wasserqualitaet.html>,
- [www.raabe.de](http://www.raabe.de) (Realschule Biologie: Sensation im Wassertropfen – Gewässeruntersuchung am Beispiel des Schulteichs).

**Planung:** Die Lernenden sollen erkennen, ob ein Gewässer natürlich oder von Menschen verändert, unbelastet oder stark verschmutzt ist. Dazu müssen geeignete Kriterien und messbare Parameter ausgewählt werden. Gruppenweise erstellen sie je einen Untersuchungsplan. Differenzierend können bei der Planung auch Experten entstehen, die die biologische, chemische oder geografische Untersuchung des Fließgewässers vorbereiten. Die Untersuchungspläne werden anschließend in den Gruppen diskutiert, ggf. korrigiert und ergänzt. Je nach Lerngruppe sind in dieser Phase eine Übersicht wichtiger Kriterien und Strukturmerkmale oder Unterstützung durch die Lehrkraft notwendig.

## LE 12b „Fließgewässer – Exkursion“

**Durchführung:** Die Lernenden untersuchen und bewerten ein Fließgewässer mithilfe der erarbeiteten Kriterien. Sie schließen auf die Natürlichkeit eines Baches, einer Aue oder eines anderen Gewässers.

Sie dokumentieren das Fließgewässer und sein Umfeld mithilfe von Fotos. Sie „sammeln“ oder fotografieren Lebewesen, z. B. Pflanzen und Tiere im Wasser, am Gewässerrand oder in der nur zeitweise überschwemmten Aue. Leistungsstärkere Schülerinnen und Schüler können in jedem Lebensbereich des Gewässers mindestens zwei Pflanzen mithilfe eines Bestimmungsbuches benennen.

Mithilfe der Zeigerorganismen prüfen sie die Gewässergüte. Hilfreiche Bestimmungshilfen neben einem Bestimmungsbuch sind zu finden unter:

- Abenteuer Auen – Bach- und Flussauen, Bd. 72, Arbeitsblatt 18b von VDG, Bonn, [www.vdg-online.de](http://www.vdg-online.de),
- Ökologische Bewertung von Fließgewässern, Bd. 64, S. 47-49 von VDG, Bonn, [www.vdg-online.de](http://www.vdg-online.de),
- <http://www.sn.schule.de/~biologie/methode/projekt/gewassergute.PDF>,
- [http://www.av-ostritz.de/images/stories/PDF/gewaessertiere\\_ostritzer\\_steinbruch.pdf](http://www.av-ostritz.de/images/stories/PDF/gewaessertiere_ostritzer_steinbruch.pdf).

Die chemische Gewässergüte kann mit einfachen Teststäbchen durchgeführt werden und sollte auf wenige aussagekräftige Parameter beschränkt werden. Hierfür eignen sich Wasseruntersuchungskoffer wie z. B. Aquamerk Kompaktlabor, Visocolor School Analysenkoffer. Damit kann u. a. Temperatur, pH-Wert, Wasserhärte, Ammonium-, Phosphat- und Nitrat-Gehalt bestimmt werden. Die Untersuchung mit Chemikalien muss unter direkter Aufsicht der Lehrkraft durchgeführt werden.

**Auswertung:** Im Anschluss an die Exkursion werden die Ergebnisse der Gruppen für eine Präsentation ausgewertet und vorbereitet. Ein „Gutachten“ stellt die Qualität des Gewässers oder Gewässerabschnitts vor. Das kann in Form eines schriftlichen Gutachtens, einer PowerPoint-Präsentation oder eines Plakates erfolgen. Absprachen zur Gliederung des Lernproduktes helfen und sichern die Vergleichbarkeit.

- Beschreibung des Gewässers
- Darstellung der Bewertungsergebnisse
- Mögliche Probleme dieses Gewässers
- Mögliche Ursachen und Lösungsansätze

## LE 13b „Dokumentation und Präsentation der Exkursionsergebnisse“

**Präsentation:** Je nach Form des Lernproduktes erfolgt die Präsentation der Lernprodukte als Gallerywalk, an Computern/Tablets oder als Vortrag vor der Lerngruppe. Schülerinnen und Schüler sind in der Lage, die Qualität eines Fließgewässers mithilfe der verwendeten Kriterien zu beurteilen.

Abschließend werden eingangs formulierte Entscheidungsfragen diskutiert, z. B. wie die Gewässergüte die Qualität des Lebensraums und damit die Lebewesen beeinflusst. Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler vergleichen und diskutieren eigene Messergebnisse eines Gewässers mit amtlichen Daten und Beurteilungen auf der Website des Rheinland-Pfälzischen Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung und Forsten: <http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/is/2025/>.

**Auswertung (Reflexion):** Um zukünftige Projekte zu optimieren, findet eine Reflexion statt (s. LE 13a).

## LE 15 „Das Aquarium – Bau und Funktionsweise“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE15

Alternativ kann auch das Ökosystem „Flaschengarten“ verwendet werden (LE 1 bis LE 3).

Mögliche Strukturierung der Lerneinheit:

**Im Lernkontext ankommen:** Eine Bildcollage (M 15.1) lädt zum Vergleich ein. Informationsmaterialien zur Einrichtung eines Aquariums lassen sich in vielen Zoohandlungen oder Baumärkten mit zoologischem Bereich auch in größerer Stückzahl kostenlos beschaffen. Weitere Informationen sind z. B. unter <http://www.aquarium-ratgeber.com> zu finden. Schülerinnen und Schüler erkennen, dass ein Aquarium ein künstliches Ökosystem „im Kleinen“ darstellt und erfassen seinen Modellcharakter.

**Vorstellungen entwickeln:** Sie tragen ihr Vorwissen zu Fotosynthese, Atmung, Ernährung, Hygiene, Wasserqualität usw. zusammen.

**Lernprodukt herstellen:** Schülerinnen und Schüler erschließen den funktionalen Zusammenhang der Bauteile. Dabei unterstützt die Tabelle (M 15.2), welche auch als Diagnoseinstrument geeignet ist. Es ist zu erwarten, dass die Spalte „See“ viele Lücken aufweist. Diese können in der nächsten Lerneinheit aufgegriffen und bearbeitet werden.

**Lernprodukte diskutieren:** Die Lernenden tragen ihre Ergebnisse zu Bau, Funktion und Pflege eines Aquariums mithilfe ihrer Tabelle vor. Als Präsentationshilfen können Gliederung des Vortrags und Satzanfänge dienen. Für den Post-Organizer bietet sich eine vorbereitete Skizze an, in der Ergebnisse gesammelt werden. Die Skizze bereitet Regelkreisschemata zu Stoffkreisläufen in aquatischen Systemen (LE 17) vor.

**Lernzugewinn definieren:** Jede Schülerin und jeder Schüler erstellt eine beschriftete Schemazeichnung zum Aquarium.

**Vernetzen und transferieren:** Die Lerneinheit dient der Modellbildung, die Arbeitsweise einer vergleichenden Tabelle hat ein hohes Vernetzungspotential.

## Exemplarisches Material aus LE 15:

## M 15.2: Aufbau des Aquariums

**Arbeitsauftrag:**

Deine Freundin Anna möchte sich ein Aquarium einrichten. Berate sie.

Gehe so vor:

- Betrachte den Aufbau des Aquariums und lies die Pflegeanleitung.
- Benenne die Bauteile und deren Funktion, nutze die Tabelle.
- Vergleiche das Aquarium mit einem natürlichen Gewässer – trage deine Überlegungen in die dritte Spalte der Tabelle ein.

Aquarium		See/Bach
Bauteil für das Aquarium	Funktion	Kompartiment in einem See/Bach
Lampe	... spendet Licht für die Fotosynthese.	Sonne
Volumen (Wassermenge) des Aquariums	... stellt den Lebensraum für Pflanzen und Tiere dar.	Wasserfläche und Wassertiefe
Pumpe	... ermöglicht durch Strömung Sauerstoffzufuhr.	Wasserbewegung
Pflanzen	... dienen der Sauerstoffproduktion, als Versteck für Tiere; sind Oberflächen für Algen, betreiben Nährstoffaufbau.	Algen, Wasserpflanzen
Futterpulver	... ist Nahrung für Fische.	Algen, Zooplankton, Organismen in der Nahrungskette, z. B. Mückenlarven, Schnecken, ...
Test-Kit für Wasserqualität	... dient der Regulation der Wasserqualität.	Selbstregulation durch Beziehungen zwischen den Organismen
Heizung	... reguliert die Wassertemperatur.	Sonne
Steine und Kiesboden	... dient der Hygiene (Abbau von Fischkot).	Untergrund des Baches oder Sees mit Mineralstoff (z. B. Phosphat)
Glaswand	... ist die Begrenzung.	Bach-/Flussbett, Ufer



## LE 16 „Lebewesen und Lebensvorgänge in einem Gewässer“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE15

Bio\_HR\_TF5\_LE16

Mögliche Strukturierung der Lerneinheit:

**Im Lernkontext ankommen:** Die Bildcollage (M 15.1) und Schemazeichnung zum Aquarium (M 15.2) führen zu der Aufgabe, die Kenntnisse auf ein stehendes oder fließendes Gewässer zu übertragen.

**Vorstellungen entwickeln:** Schülerinnen und Schüler nutzen die Tabelle (M 15.2), stellen ihr Vorwissen und bzw. oder ihre Erkenntnislücken fest und beginnen eine Schemazeichnung.

**Lernprodukt herstellen:** Sie entnehmen einem Text (M 16.1) zu Lebewesen und Lebensvorgängen in einem See Informationen für die Aufgabe.

Stoff- und Energieflüsse im Ökosystem sollen in der Zeichnung durch Pfeile verdeutlicht werden.

Eine Binnendifferenzierung kann durch die Lesestrategie, unterschiedliche Texte oder durch eine Schemazeichnung mit Lösungsansätzen erfolgen.

Offener Arbeitsauftrag: Erstelle ein Regelkreisschema, das die Beziehungen zwischen Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen beschreibt. Vergleiche die Lebensvorgänge mit denen im Aquarium.

Geschlossener Arbeitsauftrag: Das Regelkreisschema zeigt die Beziehungen zwischen Pflanzen, Tieren und Mikroorganismen. Vervollständige die Zeichnung. Vergleiche die Lebensvorgänge mit denen im Aquarium.

**Lernprodukte diskutieren:** Schülerinnen und Schüler präsentieren und diskutieren ihre Zeichnungen.

**Lernzugewinn definieren:** Schülerinnen und Schüler korrigieren und ergänzen ihre Zeichnungen, z. B. im Peer-Review-Verfahren.

**Vernetzen und transferieren:** Das Lernprodukt bereitet die Lerneinheit zu Störungen im Aquarium und zur Selbstregulation in Gewässern vor.

## LE 17 „Aquarium als Modell für ein aquatisches System – Stoffkreislauf im Aquarium“

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE17

Mögliche Strukturierung der Lerneinheit:

**Im Lernkontext ankommen:** Im Internet finden sich Blogs, die über Störungen im Gleichgewicht eines Aquariums berichten, z. B. <http://www.aquariumforum.de/forum.php>. Alternativ kann ein Concept-Cartoon zur Diskussion über Störungen im Gleichgewicht eines Aquariums anregen (M 17.1).

**Vorstellungen entwickeln:** Schülerinnen und Schüler nutzen die Tabelle aus LE 15, um Stoffkreisläufe und Regulationen im Aquarium zu erarbeiten. Die Kriterien für Regelkreisschemata werden angewendet (siehe LE 2, LE 4 und LE 14a).

**Lernprodukt herstellen:** Die Lernenden „übersetzen“ einen Text (M 17.1, M 17.2) in ein Regelkreisschema. Die Texterschließung kann mit der „Lesestrategie“ unterstützt werden. Diese Tabelle kann von den Schülerinnen und Schülern selbst entwickelt oder als Arbeitsblatt zur Verfügung gestellt werden.

**Lernprodukte diskutieren:** Schülerinnen und Schüler nutzen ihre Schemazeichnungen, um die Stoffkreisläufe und die wechselseitige Abhängigkeit der Organismen und Organismengruppen zu beschreiben. Dabei gehen sie auch auf Störung(en) ein.

**Lernzugewinn definieren:** Im Peer-Review-Verfahren kommentieren und korrigieren sie die Schemazeichnung einer Partnerin oder eines Partners. Sie nutzen das Regelkreisschema, um Ursachen für Störungen im Aquarium und ggf. Maßnahmen zur Pflege des Aquariums zu erklären (siehe LE 2 und LE 3).

**Vernetzen und transferieren:** Schülerinnen und Schüler übertragen ihr Wissen über Stoffkreisläufe und Wechselwirkungen zwischen abiotischen und biotischen Faktoren auf die Vorgänge in einem See (z. B. Badeverbot in einem See) oder die Selbstreinigung eines Gewässers. Hier kann mit dem Schulbuch gearbeitet werden, ein möglicher Arbeitsauftrag lautet: „Übersetze die Aussage der Abbildung in einen Text“.

# 4 METHODENKOFFER

## 4.1 Vier-Schritt-Methode

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_Vier-Schritt-Methode

Zahlen und Tabellen sind die Grundlage für jedes Diagramm. Die Zahlen werden durch ein Diagramm in eine Grafik „übersetzt“, die es einfacher machen soll, den Sachverhalt zu verstehen. Die Vorteile eines Diagramms gegenüber Tabellen liegen zum einen in der größeren Anschaulichkeit (das Auge nimmt optische Darstellungen besser wahr als abstrakte Zahlenreihen) und zum anderen ermöglichen sie es, komplexe Zusammenhänge herauszustellen oder mehrere Sachverhalte vergleichend überschaubar zu machen.

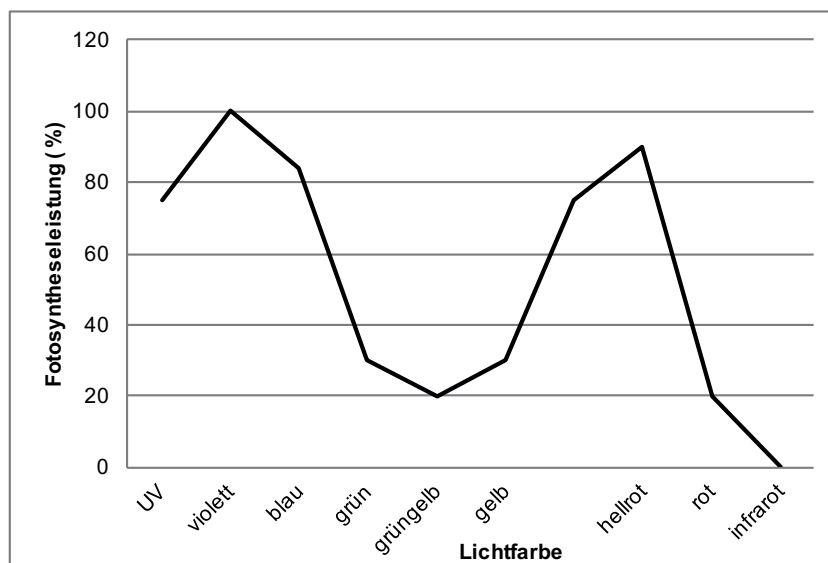
### Vier-Schritt-Methode

#### Arbeitsauftrag:

Diagramme und Grafiken begegnen uns häufig und überall: in der Schule, in Zeitschriften und im Fernsehen u. v. m. Mit ein paar Hilfen kannst du lernen, wie man sie richtig liest und richtig auswertet. Beantworte dazu nacheinander die folgenden Fragen:

1. In welchem Zusammenhang/Kontext steht die Grafik? Welche Überschrift würdest du der Grafik geben?
2. Welcher Versuch/welche Untersuchung wurde durchgeführt, um die Grafik zu erstellen?
3. Welche Messergebnisse kannst du ablesen?
4. Welche Aussagen kannst du aus dem Diagramm ableiten? Interpretiere die Grafik.

Beispiel LE 3:



## 4.2 Mystery-Methode

Onlinematerial:

Bio\_HR\_TF5\_LE4

„Mystery“ ist eine didaktische Methode zur Erarbeitung von Zusammenhängen. Sie unterstützt das kooperative Lernen, indem eine Aufgabe und dabei auftretende Konflikte gemeinsam gelöst werden.

Schülerinnen und Schüler erhalten zu einer Thematik eine Leitfrage und passende Einzelinformationen auf Karten. Die Informationen können widersprüchlich oder auch irrelevant sein. Bei der Auswahl der Thematik ist es wichtig, dass sie vielschichtig ist und von verschiedenen Perspektiven betrachtet werden kann.

Indem Kombinationen und Zusammenhänge gefunden werden, konstruieren die Schülerinnen und Schüler ihr Wissen neu. Damit puzzeln sie aus den einzelnen Informationen ein Gesamtbild und erschließen sich neue, komplexere Sachverhalte.

Die Leitfrage kann von verschiedenen Perspektiven und damit kontrovers beantwortet werden. Schülerinnen und Schüler lernen dabei unterschiedliche Argumentationen kennen.

In diesem Beispiel wird eine Themenverbindung von ökologischem Fachwissen und nachhaltiger Entwicklung mithilfe der Mystery-Methode aufgezeigt. Kenntnisse über Zusammenhänge in Ökosystemen werden genutzt, um für nachhaltiges Denken und Handeln zu sensibilisieren.

Die Methode läuft in vier Phasen ab:

### 1. Einstieg: Ausgangsgeschichte mit Leitfrage

Mithilfe einer spannenden und motivierenden Ausgangsgeschichte erhalten Schülerinnen und Schüler Informationen über einen Sachverhalt, ähnlich einem mysteriösen Kriminalfall. Es wird eine Leitfrage genannt. Die Lernenden können bereits Hypothesen bilden.

### 2. Erarbeitungsphase: themengleiche Gruppenarbeit zur Erstellung einer Präsentation

Schülerinnen und Schüler erhalten eine bestimmte Anzahl Mystery-Karten mit relevanten, irrelevanten sowie weiteren Informationen zum angegebenen Sachverhalt. Weiteres Material in Form von Fotos, Tabellen, Statistiken, Buchseiten etc. kann zur Verfügung gestellt werden.

Schülerinnen und Schüler gruppieren die Karten, setzen sie zueinander in Beziehung oder vernetzen sie, diskutieren Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge, Verifizieren oder Falsifizieren ihre gemachten Hypothesen oder wechseln die Perspektive. Am Ende haben sie mithilfe der Karten eine Präsentation erstellt und können die Leitfrage beantworten.

Differenzierungsmöglichkeiten:

- Reduktion der Kartenanzahl,
- Eliminierung irrelevanter Karten,
- Reduktion der Textinformationen auf den Karten,
- Darstellungsart der Informationen (z. B. Text, Schaubild, Tabelle o. a.),
- Hilfekarten.

Der Schwierigkeitsgrad kann erhöht werden, indem leistungsstarke Schülerinnen und Schüler am Ende der Gruppenarbeit vertiefende Fragestellungen erhalten oder ein Kreuzworträtsel zum Thema erstellen.

3. Präsentation und Diskussion:

Auf die Leitfrage gibt es verschiedene Lösungsmöglichkeiten, die mittels einer Folie, eines Plakates oder eines Arbeitsblattes bei einer Gruppenpräsentation im Klassenplenum dargestellt und besprochen werden. Offene und weitere Fragen werden gestellt und diskutiert.

4. Metakognitive Reflexion:

Auf der metakognitiven Ebene vergleichen die Schülerinnen und Schüler ihre verschiedenen Lösungswege sowie Strategien, die sie zur Lösung des Problems angewendet haben. Fragen, die die Reflexion unterstützen, sind z. B.:

- „Wie sind wir vorgegangen?“
- „Wie haben wir das Thema analysiert?“
- „Was war die Grundlage für unsere Urteile?“
- „Welche Problemlösestrategien haben wir angewendet?“
- „Welche Lerneffekte haben wir erzielt?“

# LITERATURVERZEICHNIS

Franz, Anja; Hügl, Judith (NWA-Tag 11.07.2007). Flaschengarten – Ein geschlossenes Ökosystem. Wie kann eine Pflanze in einer geschlossenen Flasche überleben?

Frey, Karl (1998). Die Projektmethode. 8. Auflage. S. 14. Weinheim. Beltz Verlag.

Gudjons, Herbert (1997). Handlungsorientiert lehren und lernen: Schüleraktivierung – Selbsttätigkeit – Projektarbeit. 5. Auflage. S. 74-86. Bad Heilbrunn. Klinkhardt Verlag.

Industrieverband Heimtierbedarf (IVH) e. V. Faszination Schulaquarium, Arbeitsmaterial für den Biologieunterricht ab der 5. Klasse. Düsseldorf.  
[www.ivh-online.de](http://www.ivh-online.de)

Landesverbände Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V. (BUND) Berlin und Alsace Nature (Association Fédérative Régionale pour la Protection de la Nature en Alsace) v.i.S.d.P.: Paul Kröfges BUND LV NRW e. V., Merowingerstraße 88, 40225 Düsseldorf, Tel.: 0211-30 20 05-0, Text: Nikolaus Geiler. Hochwasserrückhalt durch Auenrevitalisierung, Mit Deichrückverlegungen und Auenrevitalisierungen zu mehr Hochwasserschutz an Rhein und Main. Freiburg.

Leat, David (Ed.) (1998). Thinking through Geography. Cambridge. Chris Kington Publishing.

Ministerium für Umwelt, Forsten und Verbraucherschutz, Rheinland-Pfalz (2010). Wasser-Erlebnis-Koffer. Mainz.  
<http://www.aktion-blau-plus.rlp.de>

Vereinigung Deutscher Gewässerschutz (VDG) e. V. (2007). Abenteuer Auen – Bach- und Flussauen. Bd. 71 und Bd. 72. Bonn.  
[www.vdg-online.de](http://www.vdg-online.de)

Vereinigung Deutscher Gewässerschutz (VDG) e. V. (2007). Ökologische Bewertung von Fließgewässern. Bd. 64. Bonn.  
[www.vdg-online.de](http://www.vdg-online.de)

<http://academy.edulabs.org/mod/page/view.php?id=186>

<http://berichte.bmelv-statistik.de/AHT-0033455-0000.pdf>

<http://de.statista.com/statistik/daten/studie/198465/umfrage/weltweite-nutzung-von-palmoel/>

[http://uba.klimaktiv-co2-rechner.de/de\\_DE/page/](http://uba.klimaktiv-co2-rechner.de/de_DE/page/)

<http://www.aquariumforum.de/forum.php>

<http://www.aquarium-ratgeber.com>

<http://www.eike-klima-energie.eu/lesezeichen-anzeige/eisbohrkerne-und-pflanzenstomata-der-historische-co2-gehalt-der-atmosphaere-war-oft-deutlich-hoehere-als-280-ppm/>

<http://www.engagement-global.de/rheinland-pfalz.html>

<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/global.html>

<http://www.faszination-regenwald.de/info-center/zerstoerung/palmoel.htm>

<http://www.ferrero.de/nachhaltige-landwirtschaftliche-praktiken>

<http://www.geoportal-wasser.rlp.de/servlet/is/2025/>

<http://www.globaleslernen.de/de/orientierungsrahmen-globale-entwicklung-or>

[http://www.ifeu.de/landwirtschaft/pdf/Langfassung\\_Lebensmittel\\_IFEU\\_2009.pdf](http://www.ifeu.de/landwirtschaft/pdf/Langfassung_Lebensmittel_IFEU_2009.pdf)

<http://www.jagemann-net.de/biologie/bio12/fotosynthese/fotosynthese.php>

<http://www.killikeller.de/ein-wenig-chemie.html>

<http://www.oekosystem-erde.de/html/treibhausgase.html>

<http://www.regional-saisonal.de/saisonkalender-gemuese>

<http://www.scilogs.de/klimalounge/die-populaerste-trickgrafik-der-klimaskeptiker-vahrenholt/>

<http://www.seilnacht.com/projekt.html>

<http://www.spektrum.de/lexikon/geographie/auenvegetation/567>

<http://www.tomatenfisch.igb-berlin.de/downloads/articles/downloads.html>

<http://www.tomatenfisch.igb-berlin.de/kontakt.html>

<http://www.tomatenfisch.igb-berlin.de/nachhaltigkeit.html>

<http://www.umweltdialog.de/de/verbraucher/lebensmittel/2015/Klimakiller-Tomaten-.php>

[http://www.vdg-online.de/uploads/media/bd64\\_bestimmungsschluessel20050119.pdf](http://www.vdg-online.de/uploads/media/bd64_bestimmungsschluessel20050119.pdf)

<http://www.wald-rlp.de/lernen-erleben/wald-macht-schule/wald-macht-schule-die-kooperations-partner.html>

<http://www.wwf.de/themen-projekte/landwirtschaft/produkte-aus-der-landwirtschaft/palmoel/>

<http://www.wwf.de/themen-projekte/landwirtschaft/produkte-aus-der-landwirtschaft/runde-tische/runder-tisch-palmoel/>

<http://www1.wdr.de/mediathek/video/sendungen/quarks-und-co/video-aquakultur-im-gewaechshaus-100.html>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Auwald>

<https://de.wikipedia.org/wiki/Hartholzau>

<https://epic.awi.de/19661/1/Oer2008i.pdf>

<https://www.giz.de/de/downloads/2011giz-de-nachhaltige-palmoelproduktion.pdf>

<https://www.vcd.org/themen/klimafreundliche-mobilitaet/verkehrsmittel-im-vergleich/>

[https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Dossier\\_Palmoel\\_WWF\\_Kurzfassung.pdf](https://www.wwf.de/fileadmin/fm-wwf/Publikationen-PDF/Dossier_Palmoel_WWF_Kurzfassung.pdf)

<https://www.youtube.com/watch?v=5RP0rGDCE5M>

<https://www.youtube.com/watch?v=8NRFmpTGX4E>

<https://www.youtube.com/watch?v=c9-0KYHmAHA>

<https://www.youtube.com/watch?v=kwt51gvalQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=pPRd5GT0v0I&ebc=ANyPxKprNjo75lhmuBQxtpJLolF4DboqL-0Do06eTUdVbSa1j1fHvZkCUZfHtiblv8tWPXcVnZkNpDdeaR2YNI4UoTqLlxYOgg>

<https://www.youtube.com/watch?v=TG-Wu36-G7g>

<https://www.youtube.com/watch?v=W5gimZlFY6lv>

[www.keo.org](http://www.keo.org)



# AUTORINNEN UND AUTOREN

**Frank Beßler**

Freiherr-vom-Stein Realschule plus, Nentershausen

**Dr. Stefanie Böhm**

Realschule plus Bobenheim-Roxheim, Bobenheim-Roxheim

**Sandra Diederichs**

Integrierte Gesamtschule Rülzheim, Rülzheim

**Christian Haag**

Kooperative Realschule plus Adolf-Diesterweg, Ludwigshafen

**Eugen Herrmann**

Konrad-Adenauer Schule, Realschule plus, Treis-Karden

**Dirk Hofmann**

Max-Planck-Gymnasium, Trier

**Peter Klöcker**

Johann-Wolfgang-Goethe-Gymnasium, Germersheim

**Ursula Loewen**

Sebastian-Münster-Gymnasium, Ingelheim

**Gabriele Merk**

Elisabeth-Langgässer-Gymnasium, Alzey

**Nicole Paulus**

Integrierte Gesamtschule Deidesheim/Wachenheim, Deidesheim

**Dr. Miriam Repplinger**

Regino-Gymnasium, Prüm

**Ulrike Richter-Grönblad**

Integrierte Gesamtschule Anna Seghers Mainz, Mainz

**Dr. Myriam Rupp-Dillinger**

Bischöfliches Willigis-Gymnasium, Mainz

**Kathrin Scholz**

PAMINA-Schulzentrum Kooperative Gesamtschule Herxheim – Gymnasium, Herxheim

**Thorsten Scholz**

Eduard-Spranger-Gymnasium Landau, Landau

**Dagmar Schöttler-Baur**

Realschule plus Adenau, Adenau

**Waltraud Suwelack**

Staatliches Studienseminar für das Lehramt an Gymnasien, Koblenz

**Dr. Gunnar Weisheit**

Geschwister-Scholl-Gymnasium, Daun

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





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)