

# Biologische Phänomene durch Zoomen und Jojo-Lernen auf allen Ebenen erklären

## Darstellung einer exemplarischen Unterrichtsankregung mit der Zoom Map

Niklas Schneeweiß, Harald Gropengießer

Leibniz Universität Hannover, Am Kleinen Felde 30, 30167, Hannover,  
[schneeweiss@idn.uni-hannover.de](mailto:schneeweiss@idn.uni-hannover.de)

Bei der Erklärung komplexer biologischer Phänomene fällt es Lernenden in der Regel schwer, die Organisationsebenen des Lebendigen angemessen zu berücksichtigen und zu vernetzen. Daher bedarf es einer entsprechenden Unterstützung. Wenn der Unterricht anhand des Jojo-Lernens strukturiert wird, können die verschiedenen Ebenen bewusst durchschritten werden. Außerdem sollten die Organisationsebenen explizit formuliert und eingebunden werden. Dies kann mithilfe der Zoom Map umgesetzt werden. Im vorliegenden Beitrag wird das Vorgehen am Beispiel des Unterrichtsgangs zur Zellbiologie im 11. Jahrgang skizziert.

**Stichwörter:** Organisationsebenen, Jojo-Lernen, Zoom Map, Zellbiologie, Unterrichtspraxis

## 1 Einleitung

Lernenden fällt es in der Regel schwer, komplexe biologische Phänomene angemessen zu erklären. In allen biologischen Themen (von Genetik bis Ökologie) zeigen sich dabei ähnliche Lernschwierigkeiten in Bezug auf die Organisationsebenen (Hamann, 2019; Schneeweiß & Gropengießer, 2019). Aus diesem Grund sollten die Organisationsebenen bei der Planung und Durchführung von Unterricht berücksichtigt werden. Mit dem Jojo-Lernen gibt es bereits eine Strategie, die es Lernenden ermöglichen soll, die Organisationsebenen besser zu verknüpfen (Knippels, 2002). Bei dieser Lernstrategie wird der Unterrichtsgang entlang der Organisationsebenen ausgerichtet und die Ebenen werden von oben nach unten und wieder nach oben durchschritten – wie beim Spielen mit einem Jojo. Dennoch müssen die Inhalte und Ebenen explizit ausformuliert und vernetzt werden. Dabei kann die Zoom Map ein geeignetes Werkzeug sein. Eine Zoom Map basiert auf den Regeln der Concept Map und wurde speziell für die Reflexion und Vernetzung von biologischen Organisationsebenen konzipiert (Schneeweiß & Gropengießer, 2021). Am Beispiel der Zellbiologie der 11. Jahrgangsstufe wird in diesem Beitrag der Einsatz in einer Unterrichtsreihe vorgestellt.

Für interessierte Leser\*innen werden dazu zunächst die theoretischen Hintergründe erläutert. Im Anschluss werden Unterrichtseinheit und Unterrichtsstunde dargestellt.

## 2 Theoretischer Hintergrund

### 2.1 Lernschwierigkeiten im Zusammenhang mit Organisationsebenen

In mehreren empirischen Untersuchungen wurden Lernschwierigkeiten beobachtet, die sich auf drei grundlegende Fehler im Zusammenhang mit den Organisationsebenen zurückführen lassen (Hammann (2019); Schneeweiß and Gropengießer (2019):

- **Lernende erklären nur auf einer Organisationsebene**  
Beispiel: Bei der Erklärung des Phänomens *Welken* verweisen Lernende nur darauf, dass dem Organismus Wasser fehlt (Torkar et al., 2018).
- **Lernende vernetzen die Organisationsebenen nicht**  
Beispiel: Bei der Erklärung des *Kohlenstoffkreislaufs* vernetzen Lernende die Ebene der Atome nicht mit der Ebene der Organismen (Düsing et al., 2018).
- **Lernende verwechseln die Organisationsebenen**  
Beispiel: Bei der Erklärung von *Anpassung* weisen Lernende Veränderungen von Merkmalshäufigkeiten nicht der Ebene der Population sondern den Individuen zu (Bishop & Anderson, 1990).

Die aufgeführten Lernschwierigkeiten erfordern im Unterricht eine besondere Berücksichtigung der Organisationsebenen. Ansätze für den Unterricht werden im nächsten Abschnitt vorgestellt.

### 2.2 Lernstrategien zur Vernetzung von Organisationsebenen

#### 2.2.1 Die Jojo-Lernstrategie

Jojo-Lernen wurde ursprünglich für den Bereich der Genetik entwickelt (Knippels, 2002), mittlerweile aber auch für andere Themen wie Evolution adaptiert (Jördens et al., 2016). Den Leitlinien des Jojo-Lernens zufolge sollte eine Unterrichtseinheit auf der Ebene des Phänomens beginnen. Häufig ist dies die Ebene der Organismen oder Organe. Im Verlauf des Unterrichts soll dann das Phänomen auf der jeweils niedrigeren Organisationsebenen untersucht werden, also zum Beispiel Organismus, Organ, Gewebe, Zellen und Moleküle. Anschließend sollten die Organisationsebenen wieder nach oben durchlaufen und jeweils erklärt werden, welche Auswirkungen die Prozesse auf die jeweils höhere Ebene haben. Eine Metareflexion, welche Ebenen die Lernenden durchschritten haben, schärft dabei das Bewusstsein für die Relevanz der Erklärungsebenen.

#### 2.2.2 Zoomen als Darstellungsmöglichkeit des Ebenenwechsels

Das Jojo-Lernen erfordert im Unterricht einen regelmäßigen Ebenenwechsel und Darstellungen der Phänomene auf verschiedenen Organisationsebenen. Als lernförderliche Analogie bietet sich aus mehreren Gründen das Zoomen an. Zoomen ist den Lernenden aus dem Alltag bekannt. Beim Reinzoomen wird der Fokus auf einen Bestandteil gerichtet, der damit vergrößert wird. Beim Rauszoomen wird der Fokus von der Einzelheit auf den gesamten Kontext gerichtet. Analog nimmt der

Ebenenwechsel auf eine tiefere Ebene Bestandteile in den Blick, während der Wechsel auf höhere Ebenen das System als Kontext betrachtet (s. Abb. 1).

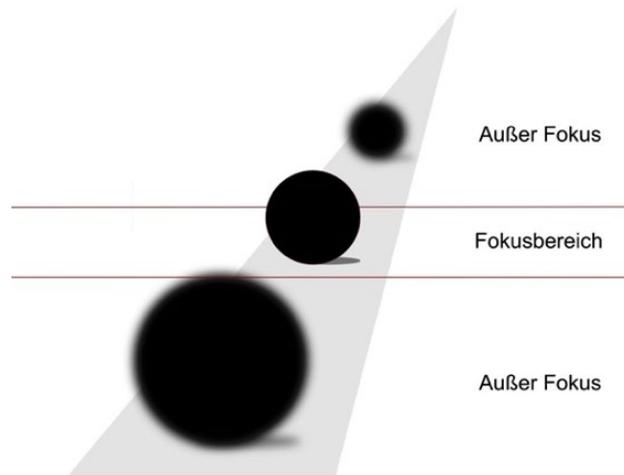


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Analogie des Zoomens (eigene Darstellung).

Wie die Zoomstufe kann auch die Organisationsebene je nach Bedarf durch den Betrachter gewählt werden. Welche Ebenen betrachtet werden müssen, ist abhängig von der biologischen Fragestellung. Um diesen Aspekt zu stärken, könnten die Organisationsebenen auch Betrachtungsebenen genannt werden.

Eine Darstellungsmöglichkeit des Zoomens sind z.B. Vergrößerungsringe (s. Abb. 2). Die Analogie des Zoomens findet auch bei dem Lernwerkzeug Zoom Map Anwendung. Dieses wird im nächsten Abschnitt vorgestellt.

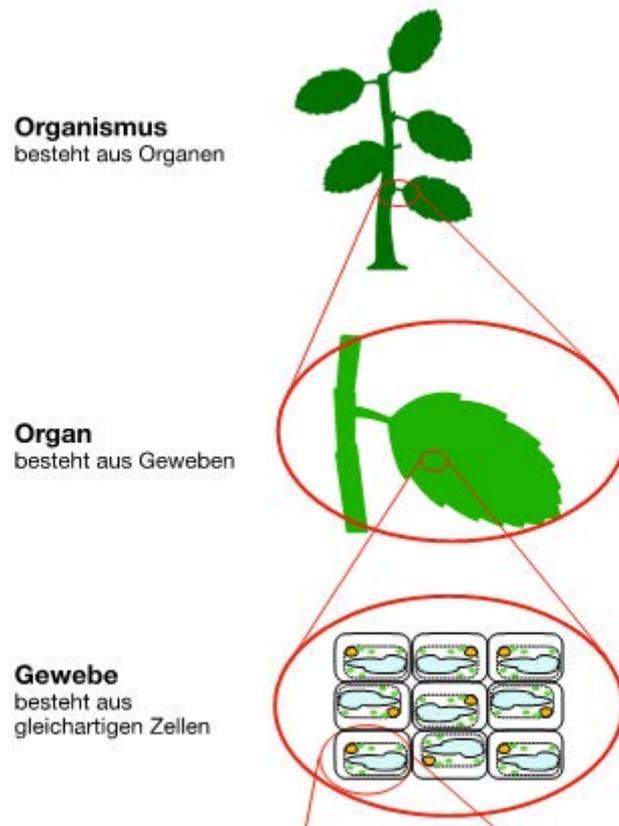


Abbildung 2: Darstellungsmöglichkeit des Zoomens (eigene Darstellung).

### 2.2.3 Die Zoom Map als Lernwerkzeug

Die Zoom Map vereint die Analogie des Zoomens mit den Regeln und Prinzipien der Concept Map (s. Abb. 3) (Cañas & Novak, 2006). Dadurch werden die Organisationsebenen explizit gemacht und Lernende können Strukturen über die Organisationsebenen hinweg vernetzen.

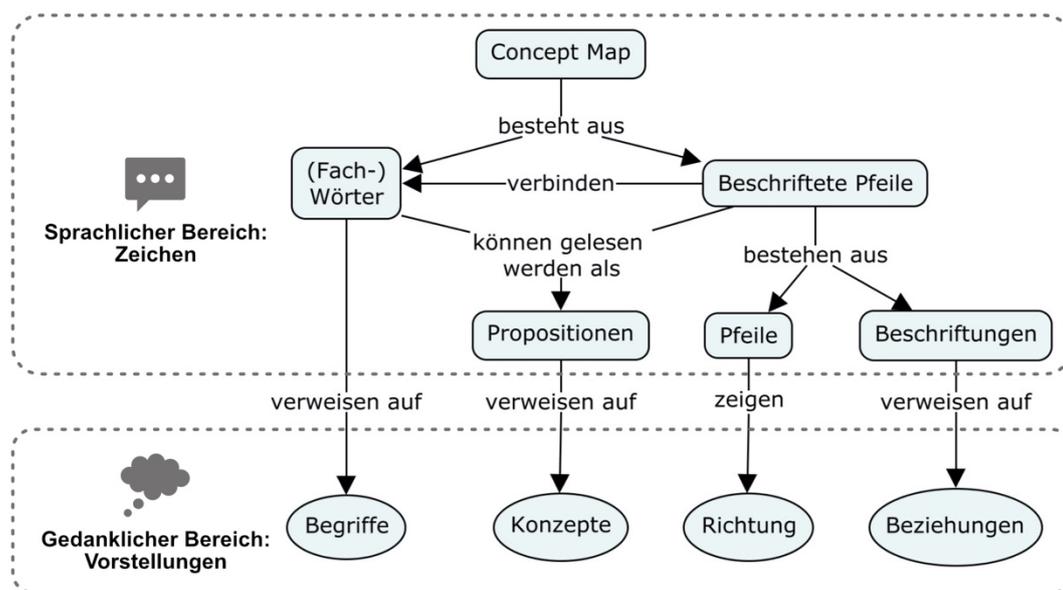


Abbildung 3: Concept Map über Concept Maps (eigene Darstellung).

Die Prinzipien der Zoom Map sind:

- Die Organisationsebenen werden als Ellipsen dargestellt. Wenn man eine Struktur auf einer Ebene heranzoomt, erreicht man eine niedrigere Ebene. Wenn man herauszoomt, gelangt man auf eine höhere Ebene.
- Jede Ellipse enthält die (Fach-)Wörter, die für bestimmte (gedankliche) Begriffe stehen.
- Linien können die (Fach-)Wörter oder die Ebenen mit Verbindungswörtern (Relationen) verbinden. Wenn man die Verbindungen liest, sollten die verbundenen Wörter einen Sinn ergeben. Wird so ein Begriff mit einem oder mehreren Begriffen in Beziehung gesetzt, denkt man ein Konzept. Dies lässt sich durch einen Satz oder eine Behauptung wie „Kartoffeln bestehen aus Zellen“ aussagen (Gropengießer & Marohn, 2018).

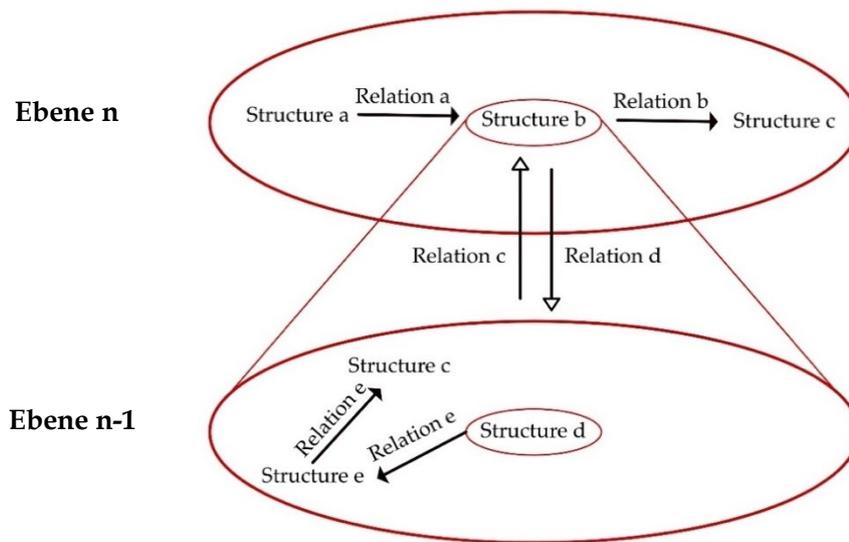


Abbildung 4: Allgemeine Darstellung des Funktionsprinzips einer Zoom Map. Dargestellt werden zwei Ebenen, Ebene n und die darunter liegende Ebene n-1 (Schneeweiß & Gropengießer, 2021).

Durch die Darstellungsweise der Zoom Map lässt sich das Jojo-Lernen unterstützen (s. Tab. 1). Die Zoom Map kann darüber hinaus, wie Concept Maps, zur Diagnose von Vorstellungen genutzt werden, da in ihnen die individuellen Wissensnetzwerke explizit dargestellt werden (Plotz, 2019). Durch die explizite Darstellung wird für Lernende und Lehrende greifbar, welche Verknüpfung die Lernenden bereits ziehen und wo Lernbedarfe bestehen (Schneeweiß & Gropengießer, 2021).

Tabelle 1: Unterstützung der Prinzipien des Jojo-Lernens (Jördens et al., 2016; Knippels, 2002) durch die Zoom Map.

Prinzipien des Jojo-Lernens	Beitrag der Zoom Map
<b>Organisationsebenen unterscheiden</b>	Die Zoom Map stellt die verschiedenen Ebenen als breite, übereinander gestapelte Ellipsenformen dar.
<b>Systemelemente identifizieren und Organisationsebenen zuordnen</b>	Systemelemente können einer Systemebene zugeordnet werden, indem sie in die Ellipsenformen geschrieben werden.
<b>Horizontale Vernetzung</b>	In der Zoom Map können Systemelemente, die sich auf der gleichen Organisationsebene befinden, verknüpft werden. Die Systemelemente einer Ebene werden durch Pfeile verbunden, die mit einer Relation beschriftet werden.
<b>Vertikale Vernetzung</b>	In der Zoom Map können Systemelemente, die sich auf verschiedenen Organisationsebene befinden, verknüpft werden. Die Systemelemente unterschiedlicher Ebenen werden durch Pfeile verbunden, die mit einer Relation beschriftet werden.
<b>Organisationsebenen wechseln</b>	Durch die Zoom Map kann explizit zwischen Ebenen gewechselt werden (Jojo-Lernen).

## 3 Didaktische Konzeption

### 3.1 Beispielhafte Unterrichtseinheit

Ein Lerninhalt, der von der Unterstützung der Zoom Map profitieren kann, ist die Zellbiologie in der Jahrgangsstufe 11. Die vorgestellte Reihe ist dabei als beispielhafte Unterrichtsangereicherung zu verstehen.

#### Diagnose der Lernausgangslage

Bei der Planung und Durchführung des Biologieunterrichts sollten Schüler\*innenvorstellungen als individuelle Voraussetzungen der Lernenden berücksichtigt werden. Dies gelingt beispielsweise durch eine Diagnose zu Beginn der Stunde oder Einheit und anschließende Reflexion der eigenen Vorstellungen, nachdem ein Thema erarbeitet wurde (Gropengießer et al., 2013). In der vorliegenden Einheit wird über mehrere Doppelstunden hinweg das Phänomen welcher Pflanzen (vgl. Wessel & Hammann, 2012) erarbeitet. Daher genügt es, wenn Lernende zu Beginn der Einheit einmal ihre Vorstellungen äußern. Methodisch lässt sich die Diagnose durch die Einführung der Zoom Map sichtbar machen. Indem bereits die Lernausgangslage als Zoom Map dargestellt wird, kann im Verlauf der Einheit immer wieder darauf zurückgegriffen und die eigenen Erklärungen ergänzt oder verändert werden. Die Umsetzung wird in Kapitel 3.2 erläutert.

#### Strukturierung der Einheit nach den Prinzipien des Jojo-Lernens

Den Leitlinien des Jojo-Lernens entsprechend beginnt die Einheit auf der Ebene des Phänomens (s. Kapitel 2.2.1). Die erste Stunde dient dabei einerseits zur Diagnose der Lernausgangslage und andererseits als Einführung der Zoom Map. In den Folgestunden erarbeiten sich die Lernenden immer niedrigere Organisationsebenen. Nach jeder Stunde wird die Zoom Map überarbeitet und neue Erkenntnisse werden ergänzt. In der letzten Stunde wird das Phänomen abschließend erklärt und das Vorgehen reflektiert (s. Tab. 2).

Tabelle 2: Verlauf der Unterrichtseinheit

Stunden	Thema und Leitfrage	Kurzbeschreibung	Lernziele (Niedersächsisches Kultusministerium, 2017)
1/2	<b>Einstieg und Diagnose</b> Warum hängen die Blätter der Pflanze? (Ebene des Organismus)	Die SuS stellen ihre Erklärung des Phänomens als Zoom Map dar.  siehe Verlaufsplan (Tab. 3)	Die SuS strukturieren komplexe biologische Zusammenhänge KK 2.3.
3/4	<b>Salat Experiment</b> Warum wird Salat mit Dressing welk? (Ebene des Organs)	Die SuS planen Versuche mit Salat und Zutaten für Dressing und führen diese durch.	Die SuS wenden den naturwissenschaftlichen Gang der Erkenntnisgewinnung auf neue Probleme an. EG 4.1

Stunden	Thema und Leitfrage	Kurzbeschreibung	Lernziele (Niedersächsisches Kultusministerium, 2017)
5/6	<b>Zwiebelzelle</b> Warum wird Salat mit Dressing welk? (Ebene der Gewebe und Zellen)	Die SuS führen Versuche zu Plasmolyse und Deplasmolyse von Zwiebelzellen unter dem Mikroskop durch und beschreiben die Veränderungen der Vakuole.	Die SuS mikroskopieren und skizzieren biologische Präparate (Plasmolyse) (EG. 2.2)
7/8	<b>Aufbau der Biomembran 1</b> Woraus besteht die Biomembran? (Ebene der Moleküle)	Die SuS führen Versuche mit Rotkohl durch und begründen anhand des Experiments, aus welchen Grundbausteinen Biomembranen bestehen.	Die SuS erläutern Struktur-Funktionsbeziehungen auf der Ebene von Molekülen modellhaft (Phospholipide). FW 1.2
9/10	<b>Aufbau der Biomembran 2</b> Wie ist die Biomembran aufgebaut? (Ebene der Moleküle)	Die SuS analysieren die Befunde von Gorter und Grendel und zeichnen eine Zellmembran, die zu den Versuchsergebnissen passt.	Die SuS erläutern modellhaft den Aufbau von Biomembranen (Flüssig-Mosaik-Modell). FW 2.2
11/12	<b>Aufbau der Biomembran 3</b> Mit welchen Modellen kann man den Aufbau der Biomembran darstellen? (Ebene der Moleküle)	Die SuS vergleichen Sandwich-Modell und Fluid-Mosaik-Modell und überprüfen diese anhand von empirischen Befunden	Die SuS erläutern biologische Sachverhalte mithilfe von Modellen EG 3.1  Die SuS wenden Modelle an, erweitern sie und beurteilen die Aussagekraft und Gültigkeit (Flüssig-Mosaik-Modell). EG 3.2
13/14	<b>Osmose</b> Wie kommt das Wasser durch die Biomembran? (Ebene der Moleküle)	Die SuS erläutern Osmose als Stoffaustausch durch eine permeable Membran auf Stoffebene und Teilchenebene anhand eines Versuchs und einer Simulation	Die SuS unterscheiden bei der Erläuterung physiologischer Sachverhalte zwischen Stoff- und Teilchenebene (Diffusion, Osmose). KK 2.4  Die SuS erläutern verschiedene Arten von Stofftransport zwischen Kompartimenten (Diffusion, Osmose, aktiver Transport). FW 2.3

### 3.2 Verlauf der ersten Doppelstunde

Die erste Doppelstunde dient der Diagnose, der Einführung der Ebenen sowie der Einführung der Zoom Map.

Als **Einstieg** wird Abb. 5 gezeigt. Die **Abbildung 5** zeigt das Phänomen, das in der folgenden Unterrichtseinheit untersucht werden soll. Zu sehen ist eine Buntnessel mit turgeszenten und welken Blättern. Die Lerngruppe wird aufgefordert, die Abbildung zu beschreiben. Falls die Schüler\*innen dabei nicht auf die Stellung der Blätter (abgespreizt und hängend) eingehen, wird mit dem Impuls: „Vergleicht die Stellung der Blätter.“, die Aufmerksamkeit fokussiert. Falls die Lernenden äußern, dass es sich um zwei verschiedene Pflanzen handele, erhalten sie die Information durch die Lehrkraft, dass es sich hier um ein und dieselbe Pflanze handelt.

Anhand der Bildbeschreibung sollen die Lernenden eine Forschungsfrage formulieren, zum Beispiel „Warum sehen die Blätter unterschiedlich aus?“.



Abbildung 5: Einstiegsabbildung mit einer Buntnessel im turgeszenten und im welken Zustand (eigene Darstellung).

In der **Diagnose 1** sollen die Lernenden ihre Erklärung des Phänomens schriftlich festhalten. Sofern Lernende bereits mit den Methoden des Concept-Mappings oder des Zoom Mappings vertraut sind, kann dieser Zwischenschritt übersprungen werden. Andernfalls ist es sicherlich sinnvoll, dass die Lernenden die Erklärungen zunächst formlos aufschreiben und erst nach der Einführung der Methoden noch einmal in Form einer Zoom Map darstellen. Falls die Lerngruppe die Diagnose von Lernausgangslagen noch nicht gewohnt ist, sollte die Lehrkraft dieses Vorgehen einordnen: z.B. „*Mich interessiert, wie ihr euch das vorstellt. Es geht hierbei nicht darum, dass ihr das Phänomen schon vollständig erklären könnt.*“

Nach der Diagnose werden in **Erarbeitung 1** die Organisationsebenen eingeführt und dabei, falls nötig, die Methode des Concept-Mappings geübt. Dazu erhalten die Lernenden das Arbeitsmaterial ( **Organisationsebenen Pflanze**). Lernende, die noch nicht mit Concept Maps gearbeitet haben, erhalten zusätzlich eine Anleitung ( **Methode: Concept Map**).

In einer **Zwischensicherung 1** werden einige Concept-Maps beispielhaft vorgestellt. Falls die Methode zum ersten Mal durchgeführt wird, sollte zusätzlich das Vorgehen der Lernenden bei der Erstellung thematisiert werden.

Mit dem neuen Wissen, dass biologische Phänomene anhand der Organisationsebenen strukturiert werden können, überarbeiten die Lernenden in **Diagnose 2** ihr Erklärung. Dazu tragen sie ihre schriftliche Erklärung in Arbeitsmaterial ( **Zoom Map**) ein, nachdem sie die Anleitung ( **Methode Zoom Map**) gelesen haben. Um Lernende nicht zu demotivieren, sollte auch an dieser Stelle wieder auf die Diagnosefunktion hingewiesen werden: „*Es ist weiterhin kein Problem, wenn die Erklärung für euch noch nicht zufriedenstellend ist. Wir werden das Phänomen weiter untersuchen und die Erklärung immer weiter ausbauen.*“

Da die Zoom Map im weiteren Verlauf immer wieder erweitert und überarbeitet werden soll, sollte ein Format gewählt werden, welches Veränderungen erlaubt. Die Lernenden könnten dazu beispielsweise mit Bleistift arbeiten. Alternativ könnte die Zoom Map laminiert werden und von den Lernenden mit Folienstiften beschrieben werden. In Tabletklassen könnten die Lernenden das Arbeitsmaterial digital erhalten und so später noch Änderungen vornehmen.

Bei der **Zwischensicherung 2** liegt der Fokus vor allem auf der Umsetzung der Methode. Im erstmaligen Umgang mit dem Lernwerkzeug Zoom Map sind einige Schwierigkeiten zu erwarten. Lernende ordnen eventuell nur Strukturen den Ebenen zu, ohne sie durch Relationen zu vernetzen oder beschriften nicht. In solchen Fällen sollte nachgefragt werden, ob sie die Vernetzung vergessen haben, oder nicht wussten, wie die Strukturen zusammenhängen. Letzteres kann als Anknüpfungspunkt für weitere Erarbeitungen genutzt werden: „Hier haben wir also einen Aspekt gefunden, den wir in kommenden Stunden noch weiter untersuchen müssen.“

In der zweiten Stunde kann mit der **Planung** der weiteren Erarbeitung begonnen werden. Lernende sollen dabei eigene Ideen äußern, wie die Fragestellung weiter untersucht werden kann. Zu erwarten ist, dass die Lernenden Experimente oder die Untersuchung der Pflanze fordern. Sofern umsetzbar, kann die weitere Abfolge auf die Aspekte angepasst werden, die die Lernenden hier nennen. Beispielsweise könnte das Experiment aus der folgenden Doppelstunde vorgezogen werden. Falls die Abfolge beibehalten wird, erhalten die Lernenden Material, um die Pflanze auf allen (relevanten) Ebenen zu untersuchen.

Die **Erarbeitung 2** erfolgt anhand des Arbeitsmaterials ( **Grafischer Zoom Buntnessel**,

 **Fotografischer Zoom Buntnessel**). Die Materialien stellen das Phänomen auf den Ebenen des Organismus bis zu Zellen bzw. Zellorganellen dar. Sie ermöglichen es den Lernenden einen Zusammenhang zwischen der vollen oder mäßig gefüllten Vakuole auf Ebene der Zellorganellen und der Festigkeit der Blätter auf der Ebene der Organe herzustellen. Diese Erkenntnisse sollen in der Zoom Map festgehalten werden.

In der **Sicherung 3** werden die Erkenntnisse anhand des Materials und der Zoom Map präsentiert. Dabei können Anschlussfragen aufgestellt werden, zum Beispiel, welchen Weg das Wasser durch die Pflanze nimmt.

### 3.3 Verlaufsplan

Tabelle 3: Verlaufsplan der ersten Doppelstunde.

Zeit [min]	Lehrer*innenverhalten  und antizipiertes Schüler*innenverhalten 
<b>Einstieg</b>	
	 Beschreibt die <u>Abbildung</u> (Abb. 4)
5	 <i>Eine Pflanze ist welk/krank/schlaff die andere Pflanze normal/gesund/straff</i>
	 Formuliert eine <u>Fragestellung</u> für die Stunde
	 <i>Warum sind die Blätter schlaff / Warum sehen die Blätter unterschiedlich aus?</i>
<b>Diagnose 1</b>	
5	 Mich interessiert, wie ihr euch das vorstellt. <u>Erklärt schriftlich, warum die Blätter rechts herabhängen und links stabil abstehen.</u> Diese Erklärung nutzen wir später nochmal.
<b>Erarbeitung 1</b>	
	 Um die Fragestellung zu beantworten, sollten wir uns erstmal damit beschäftigen, welche Organisationsebenen für unser Phänomen relevant sind. <u>Informiert euch anhand des AB und erstellt eine Concept Map zu den Organisationsebenen</u>
10	 <b>Organisationsebenen Pflanze</b>
	 <b>Alternativer Lernweg:</b> SuS erhalten zusätzlich eine Anleitung (+ 10 min)
	 <b>Methode: Concept Map</b>
<b>Zwischensicherung 1</b>	
5	 Stellt eure Concept Map vor.
	 <b>Alternativer Lernweg:</b> Wie seid ihr vorgegangen, um diese Concept Map zu erstellen?
<b>Diagnose 2</b>	
	 Jetzt wisst ihr, dass man biologische Phänomene häufig auf mehreren Ebenen erklären muss. Da das Schüler*innen häufig schwerfällt, wurde die Zoom Map als Unterstützung entwickelt. <u>Erklärt, warum die Blätter rechts herabhängen und links stabil abstehen. Tragt eure bisherige Erklärung in die Zoom Map ein.</u>
10	 <b>Methode Zoom Map</b>
	 <b>Zoom Map</b>
10	<b>Zwischensicherung 2</b>

Zeit [min]	Lehrer*innenverhalten  und antizipiertes Schüler*innenverhalten 
	<p> <u>Beschreibt wie ihr vorgegangen seid, um eure Zoom Map zu erstellen.</u></p> <p>Auf typische Fehler hinweisen (fehlende Verknüpfungen, unbeschriftete Relationen) -&gt; Schüler*innen zum aktiven Umgang mit fehlendem Wissen anleiten, z.B. Fragezeichen an Relationen schreiben. Offene Fragen markieren.</p>
<b>Planung</b>	<p> <u>Beschreibt, wie wir vorgehen müssten, um das Phänomen weiter zu betrachten.</u></p> <p>5  <i>Pflanze auf allen Organisationsebenen betrachten. Experimente durchführen, um herauszufinden, woran es liegt.</i></p> <p>ggf. Kann das Experiment vorgezogen werden  <b>Alternative: Experiment</b></p>
<b>Erarbeitung 2</b>	<p>15  <u>Untersucht die Pflanzen auf allen Organisationsebenen. Erweitert eure Zoom Map um die neuen Erkenntnisse.</u></p> <p> <b>Grafischer Zoom Buntnessel</b></p> <p> <b>Fotografischer Zoom Buntnessel</b></p>
<b>Sicherung 3</b>	<p>10  Eine Gruppe präsentiert ihr Ergebnis, die anderen ergänzen / verbessern.</p>
<b>Reflexion</b>	<p>10  Stellt anhand eurer Zoom Map dar, was ihr bereits gelernt habt und welche Fragen noch offen bleiben.</p>
Ende der Unterrichtsstunde	
<b>Alternative: Experiment</b>	<p> <b>Alternative: Experiment</b></p> <p>10  Da wir nicht genügend Blätter der Buntnessel haben, nutzen wir als Modellorganismus Salatblätter. <u>Plant ein Experiment, um herauszufinden, unter welchen Bedingungen Salatblätter weich werden.</u></p>
<b>Sicherung 4</b>	<p>10 Eine Gruppe präsentiert ihre Planung, die anderen ergänzen / verbessern.</p>

## 4 Literaturverzeichnis

- Bishop, B. A., & Anderson, C. W. (1990, May). Student Conceptions of Natural-Selection and Its Role in Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 415-427. <https://doi.org/DOI.10.1002/tea.3660270503>
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2006). Concept maps: theory, methodology, technology. International Conference of Concept Mapping, San José, Costa Rica.
- Düsing, K., Asshoff, R., & Hammann, M. (2018). Students' conceptions of the carbon cycle: identifying and interrelating components of the carbon cycle and tracing carbon atoms across the levels of biological organisation. *Journal of Biological Education*, 53(1), 110-125. <https://doi.org/10.1080/00219266.2018.1447002>
- Gropengießer, H., Harms, U., & Kattmann, U. (Eds.). (2013). *Fachdidaktik Biologie*. Aulis Verlag.
- Gropengießer, H., & Marohn, A. (2018). Schülervorstellungen und Conceptual Change. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Eds.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (pp. 49-67). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_4)
- Hammann, M. (2019). Organisationsebenen biologischer Systeme unterscheiden und vernetzen: Empirische Befunde und Empfehlungen für die Praxis. In J. Groß, M. Hammann, P. Schmiemann, & J. Zabel (Eds.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis* (pp. 1-19). Springer Spektrum.
- Jördens, J., Asshoff, R., Kullmann, H., & Hammann, M. (2016). Providing vertical coherence in explanations and promoting reasoning across levels of biological organization when teaching evolution. *International Journal of Science Education*, 38(6), 960-992. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1174790>
- Knippels, M. C. P. J. (2002). *Coping with the abstract and complex nature of genetics in biology education - The yoyo teaching and learning strategy* (Vol. 43). CD-β Press.
- Niedersächsisches Kultusministerium. (2017). Kerncurriculum für das Gymnasium - gymnasiale Oberstufe.
- Plotz, T. (2019). Are Concept Maps a Valid Measurement Tool for Conceptual Learning? A Cross-case Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(1). <https://doi.org/10.29333/ejmste/110174>
- Schneeweiß, N., & Gropengießer, H. (2019). Organising Levels of Organisation for Biology Education: A Systematic Review of Literature. *Education Sciences*, 9(3). <https://doi.org/10.3390/educsci9030207>
- Schneeweiß, N., & Gropengießer, H. (2021). The Zoom Map: A New Graphic Organizer to Guide Student's Explanations Across the Levels of Biological Organization. *Bioscene*, 47(1), 3-14.
- Torkar, G., Veldin, M., Glažar, S. A., & Podlesek, A. (2018). Why do Plants Wilt? Investigating Students' Understanding of Water Balance in Plants with External Representations at the Macroscopic and Submicroscopic Levels. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2265-2276. <https://doi.org/10.29333/ejmste/87119>

Wessel, L., & Hammann, M. (2012). Warum welken Pflanzen? *Unterricht Biologie*, 35(380), 16-20.