

*GoScience*

# Verständnis verbessern

M E T H O D O L O G I E

**GoScience Projekt:** Kreativität und besseres  
Verständnis im naturwissenschaftlichen  
Lehren und Lernen

2017-1-BG01-KA201-036209

# INHALT

Über die Methodik..... Seite 3

## Methodischer Inhalt

Allgemeiner Überblick ..... Seite 4

### 1. Methodischer Rahmen zur Verbesserung des Verständnisses im naturwissenschaftlichen Unterricht

1.1. Notwendigkeit der Kohärenz der Bildungsinhalte mit dem Verständnismodell der Schüler .....	Seite 5
1.2. Definition von Verständnis .....	Seite 7
1.3. Verständnis-Arten .....	Seite 12
1.3.1. Leseverständnis .....	Seite 12
1.3.2. Hörverständnis .....	Seite 14
1.4. Verständnisstufen und Kreativitätslevel .....	Seite 16
1.4.1. Verständnisstufen beim Lesen .....	Seite 16
1.4.2. Verständnisstufen beim Zuhören .....	Seite 17
1.4.3. Ebenen der Kreativität .....	Seite 18

### 2. Ansätze zur Verbesserung des Verständnisses

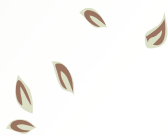
2.1. Verwendung von Analogien und Metaphern.....	Seite 21
2.2. Verwendung von Modellen.....	Seite 22
2.3. Verwendung von Illustration, Erklärung und Umgangssprache .....	Seite 23
2.4. Gebrauch von Kunst und Drama .....	Seite 24
2.5. Verwendung von wissenschaftlichen Konzept-Karten.....	Seite 25

### 3. Pädagogische Instrumente und Ressourcen zur Verbesserung des Verständnisses

3.1. Effektive Analogien entwickeln .....	Seite 28
3.2. Modellentwicklung.....	Seite 32
3.3. Kunstspiele und Installationen.....	Seite 34
3.4. Entwicklung wissenschaftlicher Konzeptkarten .....	Seite 37

Weitere Anmerkungen .....Seite 40

## ÜBER DIE METHODIK



Die Methodik zielt darauf ab, den Lehrern Wissen, Fähigkeiten und Werkzeuge zur Verfügung zu stellen, um ihren Unterricht auf verbessertes Verstehen aufzubauen, das im Mittelpunkt des Projektes GoScience steht.

Die Methodik zeigt den Lehrern, wie sie die Schüler aktiv in den Bildungsprozess einbeziehen und ihre Kreativität fördern können. Die Methodik basiert auf dem Konzept eines schülerzentrierten Unterrichts.

Mit dieser Methodik möchten wir Lehrern dabei helfen, mit den Schülern so zusammenzuarbeiten, dass die Schüler ihr Wissen aktiv aufbauen, ihr bisheriges Wissen aktivieren und neue Strukturen mit den vorhandenen verknüpfen können.

# METHODISCHER INHALT



## Methodischer Rahmen zur Verbesserung des Verständnisses im naturwissenschaftlichen Unterricht an Gymnasien

---



Ansätze  
zur Verbesserung  
des Verständnisses

Pädagogische Instrumente  
zur Verbesserung  
des Verständnisses

# 1. METHODOLOGISCHER RAHMEN ZUR VERBESSERUNG DES VERSTÄNDNISSES IM WISSENSCHAFTLICHEN UNTERRICHT AN GYMNASIEN



Fehlendes Verständnis ist das Hauptproblem der unzureichenden Leistungen in Schulen, insbesondere in naturwissenschaftlichen Fächern. Und dies führt sowohl für Schüler als auch für Lehrer zu vielen Problemen. Für die Schülerinnen und Schüler behindert sie die Fähigkeit, Wissen im Alltag zu nutzen, verringert ihre funktionale Kompetenz und begrenzt dadurch ihre Fähigkeit, an ihren fächerübergreifenden Kompetenzen zu arbeiten.

## 1.1. Notwendigkeit der Kohärenz der Bildungsinhalte mit dem Verständnismodell der Schüler

Die Fähigkeit zu verstehen ist wahrscheinlich eine der wichtigsten menschlichen Fähigkeiten. Das Verstehen kann wie jede andere Fähigkeit, die wir haben, bearbeitet, entwickelt und verbessert werden. Für den Bildungsprozess ist sie von entscheidender Bedeutung. Bildung ist dafür verantwortlich, bestimmte Vereinbarungen, unterschiedliche Begriffe, Prozesse und Konzepte nicht als formalen Text, sondern auf eine Weise weiterzugeben, die im Alltag weiter angewendet werden können. Das Verständnis gibt uns Zugang zu Wissen über die Welt um uns herum. Unser Verhalten und Sein ist stark von unserer Wahrnehmung und davon abhängig, wie wir die Informationen verstehen, die uns umgeben.

Wissenschaft ist eine Disziplin, die stark von der Fähigkeit der Schüler abhängt, neue Begriffe und Konzepte zu verstehen. Darüber hinaus können die Schüler Schwierigkeiten haben, zu verstehen, wie

wissenschaftliche Informationen dargestellt und organisiert werden (z. B. in Abbildungen, Diagrammen und Zeichnungen).

Das Problem ist, dass die Lehrer, egal wie nahe sie an den bewussten, kognitiven und denkenden Modellen von Kindern sind, in der Regel versagen, weil die neurologischen Verbindungen in ihrem Gehirn, ihre Erfahrung und ihr Wissen sich sehr von denen der Kinder unterscheiden. Die Einführung einer neuen wissenschaftlichen Sprache für Studierende kann zu erheblichen Verwirrungen führen, insbesondere wenn die Studierenden ein anderes Verständnis der Begriffe als im alltäglichen Gebrauch festgestellt haben. Es muss sorgfältig über die Auswahl neuer wissenschaftlicher Begriffe, die Wahl der in den Definitionen verwendeten Sprache und die Auswirkungen früherer, auf den alltäglichen Gebrauch basierender Absprachen nachgedacht werden.<sup>1</sup>

Mit der aktuellen, im Rahmen des **GoScience-Projekts** entwickelten Methodik wird den Studierenden dabei geholfen, ihr Wissen aktiv aufzubauen, ihr bisheriges Wissen zu aktivieren und neue Strukturen mit den vorhandenen zu verknüpfen. Die Lehrer müssen das individuelle Denken und Handeln der Schüler erkennen und beurteilen, wie sie ihr vorhandenes Wissen sinnvoll einsetzen. Die Kommunikation zwischen Lehrern und Schülern erfolgt hauptsächlich verbal. Und anders als bei privaten Gesprächen werden Diskussionen an Schulen in wissenschaftlicher Sprache geführt. Forschungen im naturwissenschaftlichen Unterricht in Europa zeigen, dass das Verständnis in der Kommunikation zwischen Lehrern und Schülern ein großes Problem darstellt. Und es sollte direkt als Grund für unzureichende Leistungen angegangen werden, auch wenn zusätzliche Faktoren wie mangelnde Motivation der Schüler, veraltete Unterrichtspraktiken, fehlende Laborausstattung usw. auftreten.

Der naturwissenschaftliche Unterricht in Europa beginnt normalerweise mit einem allgemein integrierten Fach in der Grundschulbildung. Im Sekundarbereich wird der naturwissenschaftliche Unterricht in der Regel in Fächer aufgeteilt. Die Verbindungen zwischen den verschiedenen

---

<sup>1</sup><https://www.education.vic.gov.au/school/teachers/teachingresources/discipline/science/continuum/Pages/scilang.aspx>

Themen werden jedoch selten hervorgehoben. Nicht nur das, aber in den naturwissenschaftlichen Lehrplänen an Schulen werden häufig unterschiedliche wissenschaftliche Konzepte in unklarer Weise auf die Schulnoten verteilt, was sowohl das Lehren als auch das Lernen schwierig macht. Und dies ist auch ein ernstes Problem für das Verständnis. Die derzeitige Methodik und die Ergebnisse des **GoScience-Projektes** im Allgemeinen umfassen pädagogische Instrumente, um unterschiedliche Konzepte zwischen naturwissenschaftlichen Fächern in der Schule miteinander in Beziehung zu setzen.

## 1.2. Definition von Verständnis

Wenn wir die lateinische Wurzel des Wortverständnisses untersuchen, werden wir sehen, dass es "zusammennehmen" bedeutet.

Was ist das, was zusammengenommen wird - es geht um alle Ideen, Bedeutungen und Konzepte, mit denen eine Person umgeben ist, um die Welt, in der sich eine Person befindet, zu verstehen.

In frühen Studien war das Verständnis eng mit Vorkenntnissen verbunden: Wir wissen, dass Personen mit hohem Vorkenntnisgrad Texte besser verstehen (siehe Anderson & Pearson, 1984). Wir wissen auch, dass Personen, die mehr Wortbedeutungen kennen, Texte besser verstehen als diejenigen, die weniger wissen (vgl. Graves, 1986, zur Übersicht). Anderson und Pearson (1984) schlugen drei Wege vor, auf denen Vorwissen das Verständnis beeinflussen kann. Vorkenntnisse können:

- den Schülern die Möglichkeit geben, Rückschlüsse auf ihr Lesen zu ziehen,
  - ihre Aufmerksamkeit auf Informationen lenken, die in einem Wissensbereich wichtig sind,
- und / oder
- einen Plan für den Wiedererkennungseffekt/Rückruf bereitstellen.

„Verständnis ist der Prozess des simultanen Extrahierens und Konstruierens von Bedeutung durch Interaktion und Einbeziehung der Schriftsprache“ (Lesekompetenz, Rand Corporation, Reading Study Group, 2002)<sup>2</sup>.

„Verständnis ist der Akt oder die Tatsache des Erfassens der Bedeutung, der Natur oder der Wichtigkeit eines bestimmten Objekts oder einer bestimmten Information“.<sup>3</sup> (über das Verständnis von mündlich oder schriftlich offengelegten Informationen durch ein Forschungsthema).

Es geht auch darum, wie erfolgreich wir im Umgang mit anderen sind: „Verständnis ist die Fähigkeit, die erhaltenen Informationen zu finden, zu bewerten, zu vergleichen, zu verwalten und an andere weiterzugeben“ (Weber und Johnson, 2000).

Es ist wichtig darauf hinzuweisen, dass der Prozess des Verstehens kein einzelner Prozess ist. Er bezieht sich auf alle neuropsychologischen Prozesse, die im Gehirn eines Menschen aktiv sind. Tatsächlich ist das Verständnis eng mit dem Gedächtnis verbunden. In der Tat kann das Gedächtnis als unvermeidliches, wenn auch unvollkommenes Nebenprodukt des normalen Verständnisses betrachtet werden (Craik & Lockhart, 1972). Wie wir etwas verstehen, hat Auswirkungen darauf, wie es erinnert wird, und was erinnert wird, hängt weitgehend von dem ab, was anfangs verstanden wurde.

Das Gedächtnis ist einer der wichtigsten kognitiven Prozesse. Wenn das Lernen weiterentwickelt werden soll, ist das Erinnern an das Gelernte unabdingbar. Ansonsten müsste der Lernende jedes Mal von vorne beginnen.

Wir haben die Vorstellung, dass das Gedächtnis ein einzelner Prozess ist, aber eine Analyse zeigt, dass verschiedene Aktivitäten involviert sind:

**Lernen:** Dies ist die erste Stufe des Gedächtnisses. Das Lernen kann durch eine der Methoden wie Nachahmung, verbal, motorisch, konzeptuell, Versuch und Irrtum, Einsicht usw. erfolgen. Was auch immer die Art des

---

<sup>2</sup> <https://edu.glogster.com/glog/defining-comprehension-strategies-and-instruction-strategies/28xipnvreb6?=&glogpedia-source>

<sup>3</sup> American Heritage Dictionary, 4th ed



Lernens sein mag; Wir müssen unser Augenmerk darauf richten, das Gelernte beizubehalten.

**Retention:** Retention ist der Prozess der Erinnerung an das Gelernte oder Erlebte in der Vergangenheit. Das Lernmaterial muss gespeichert werden, um Fortschritte beim Lernen zu erzielen. Psychologen sind der Meinung, dass das gelernte Material in Form neuronaler Spuren, die als „Gedächtnisspuren“ oder „Engramme“ oder „Neurogramme“ bezeichnet werden, im Gehirn gespeichert wird. Wenn gutes Lernen stattfindet, werden klare Engramme gebildet, so dass sie lange Zeit bleiben und durch Aktivierung dieser Spuren bei Bedarf zurück erinnert werden können.

**Erinnern:** Es ist der Prozess, die gespeicherten Informationen auf die bewusste Ebene zurückzubringen. Dies kann unter Aktivitäten wie Abrufen, Erkennen, Umlernen und Wiederaufbau verstanden werden.

**Erkennen:** Dies ist das Erkennen einer zuvor gesehenen Person oder der zuvor gesehenen Originalgegenstände.

**Umlernen:** Das Umlernen wird auch als Speichermethode bezeichnet. Denn wir messen die Aufbewahrung im Hinblick auf die Einsparung von Wiederholungen oder die Zeit, die erforderlich ist, um den Auftrag neu zu lernen. Die Differenz zwischen der für das ursprüngliche Lernen erforderlichen Zeit oder den für das erneute Lernen erforderlichen Zeiten und der für das erneute Lernen erforderlichen Zeitdauer gibt den Umfang der Aufbewahrung an.

**Rekonstruktion:** Rekonstruktion wird ansonsten Umlagerung genannt. Hier wird das zu lernende Material in einer bestimmten Reihenfolge präsentiert und dann werden die Gegenstände durcheinandergebracht oder sorgfältig gemischt und der Person präsentiert, um sie in der ursprünglichen Reihenfolge, in der sie präsentiert wurden, neu anzuordnen.

Das Gedächtnis wird definiert als „die Fähigkeit, Erfahrungen zu speichern und sie irgendwann, nachdem die Erfahrung stattgefunden hat, in das Bewusstseinsfeld zu bringen“. Es hat die Fähigkeit, Erfahrungen zu

bewahren und geistig zu empfangen, wann immer eine solche Tätigkeit den weiteren Fortschritt des Lebenszyklus fördert. Die konservierte Erfahrung ist eine Einheit, eine eigene Organisation und färbt unsere gegenwärtige Erfahrung.

Während des Verständnisprozesses kommt Gedächtnis ins Spiel, immer dann, wenn eingehende perzeptionelle Eingaben mit Wissen oder Erfahrung der Vergangenheit verknüpft werden, um ein Verständnis der eingehenden Informationen zu schaffen. Diese konstruierte Speicherdarstellung kann dann als Referenz für die Interpretation zukünftiger Erfahrungen verwendet werden. Diese fortwährende Interaktion von Verständnis und Gedächtnis beeinflusst viele Erfahrungen, darunter das Gedächtnis für Ereignisse, das Erinnern, ob etwas, das wir kennen, aus einem Buch oder aus dem wirklichen Leben stammt, und das Erstellen von Weltbildern, die auf den Eingaben basieren.

**Verständnis umfasst die folgenden grundlegenden Phasen:**

- Kodierung von Informationen
- Transfer
- Einprägung
- Speicherung
- Abruf
- Konsolidierung

Es geht um die Aktivierung von Hintergrundwissen und die Konstruktion kognitiver Repräsentationen (Situationsmodelle).

Die Fähigkeit, kognitive Repräsentationen zu konstruieren, zeigt sich schon früh im Leben:

Vierjährige können „räumliche Perspektiven der Charaktere und ihrer Handlungen bilden.“<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Ziegler, Mitchell, & Curie, 2005; Rall & Harris, 2000

Kinder zwischen 7 und 13 Jahren bauen Situationsmodelle beim Lesen von Texten schneller auf als beim Zuhören.<sup>5</sup>

Verständnis bezieht sich auch auf die emotionale Entwicklung von Informationen. Erinnerung beinhaltet das Erinnern und Vergessen. Das Erinnern an die angenehmen Erlebnisse macht das Leben glücklich und das Erinnern an unangenehme Erlebnisse dagegen macht das Leben unglücklich. Das Vergessen hilft also dem Einzelnen, ungewollte und unangenehme Erfahrungen und Erinnerungen zu vergessen und macht ihn glücklicher. Auf diese Weise ist es für ein normales Leben unerlässlich, sich an das Angenehme zu erinnern und das Unangenehme zu vergessen. Bei Lernenden ist das Erinnern sehr wichtig, denn ohne Gedächtnis gibt es kein Lernen. Wenn wir dies auf den Bildungsprozess im Allgemeinen und den naturwissenschaftlichen Unterricht im Besonderen beziehen, ist es sehr wichtig, ein Umfeld für „glückliches“ Lernen für Schüler zu schaffen - auch weil naturwissenschaftliche Fächer häufig mit etwas Schwierigem, Unangenehmem und Unnötigem in Verbindung stehen.

Basierend auf dem obigen Sachverhalt ist die Definition des Verständnisses, mit der wir im **GoScience-Projekt** arbeiten, die folgende:

**"Verständnis ist der Prozess des gleichzeitigen Extrahierens und Konstruierens von Bedeutung durch Interaktion mit visuellen / mündlichen und / oder schriftlichen Informationen, wobei diese so bewertet und verarbeitet werden, dass die Person diese Informationen an andere weitergeben kann."**

### 1.3. Arten des Verständnisses

In der Methodik werden zwei Haupttypen des Verstehens betrachtet - **Leseverständnis und Hörverstehen**, weil dies in der naturwissenschaftlichen Ausbildung in Schulen die gebräuchlichsten Unterrichtsmethoden und -materialien sind.

#### 1.3.1. Leseverständnis

---

<sup>5</sup> Engelen, Bouwmeester, Bruin, & Zwaan, 2011

Beim Lesen werden kognitive Prozesse verwendet, die es dem Leser ermöglichen, die Bedeutung eines Textes zu verstehen, indem er gedruckte Symbole decodiert. Diese multiplen kognitiven Prozesse sind nicht immer aktiv. Es gibt zwei Arten von mentalen Prozessen unterer und übergeordneter Prozesse, die abhängig von der Art der Leseaktivität verwendet werden. Auf Wortebene fokussierte Prozesse auf untergeordneter Ebene sind Fertigkeiten, die während der frühen Bildung automatisiert und anschließend unbewusst ausgeführt werden sollten. Übergeordnete Prozesse, die auf der Gesamtdeutung des Textes basieren, werden während des gesamten Lebens des Lesers entwickelt.

Leseverständnis ist „absichtliches Denken, bei dem Sinn durch Interaktionen zwischen Text und Leser konstruiert wird. . . . Der Inhalt der Bedeutung wird durch den Text sowie durch das Vorwissen und die Erfahrungen des Lesers beeinflusst“ (Reutzel & Cooter, 2011). Die RAND Reading Study Group (2002) stellte fest, dass das Leseverstehen vier Komponenten umfasst:

- den Leser
- den Text
- die Aktivität (z. B. Entdeckung der Hauptidee des Autors, Verstehen einer Abfolge von Ereignissen, Nachdenken über die Absicht eines Charakters in einer Geschichte usw.)
- den situativen Kontext oder das tatsächliche Umfeld, in dem das Lesen stattfindet (Einzellesung oder eine soziale Aktivität, in der die Personen den Text gemeinsam lesen)

Laut Pressley (2005) ist die Entwicklung des Leseverständnisses ein zweistufiger Prozess:

- Die erste Phase (die Bauphase) beginnt mit „niedrigeren Prozessen“, die sich auf die Wortebene konzentrieren: Worterkennung (Phonetik, Sichtwörter), Fließfähigkeit (Geschwindigkeit, Genauigkeit und Ausdruck) und Wortschatz (Wortbedeutungen).

- Die zweite Phase (die Integrationsphase) umfasst übergeordnete Prozesse und konzentriert sich auf die Gesamtinterpretation des Textes (Bezug von Vorwissen auf Textinhalt und bewusstes Lernen, Auswählen und Steuern der Verwendung mehrerer kognitiver Strategien zum Erinnern und Lernen aus Text). In der zweiten Phase der Bedeutungsverarbeitung werden Ideen aus dem Text mit dem, was wir bereits wissen, verbunden. Neue Konzepten, die nicht zur Bedeutung des Textes passen, werden aus unserem Netzwerkwissen gelöscht.

Ein anderes Konzept, das wir bei der Analyse des Leseverständnisses berücksichtigen sollten, ist die Schematheorie.

Beim Lesen nutzt man Vorwissen, um Texte zu verstehen und daraus zu lernen. Unser gesamtes Wissen wird organisiert und in erlernten Wissensstrukturen (Schemata / Schemata) wie Ordner in einem Computer gespeichert. Solche Schemata (oder Schemata) werden wie ein **mentales Rahmenwerk / Netzwerk** zur Darstellung und **Organisation von Informationen** verwendet. Die Bedeutung der Schematheorie für das Leseverständnis liegt auch darin, wie der Leser Schemata verwendet.

Mithilfe von Schemata können wir uns daran **erinnern**, Erinnerungen zu organisieren, Aufmerksamkeit zu fokussieren, Erfahrungen zu interpretieren oder **die wahrscheinlichsten Ergebnisse von Ereignissen vorherzusagen**. Ein Text gibt den Lesern Anweisungen, wie sie aus ihrem eigenen, zuvor erworbenen Wissen Bedeutungen abrufen oder konstruieren sollten. Nach der Schematheorie ist das Verstehen eines Textes ein interaktiver Prozess zwischen dem Hintergrundwissen des Lesers und dem Text. Effizientes Verstehen setzt die Fähigkeit voraus, den Text mit dem eigenen Wissen zu verbinden. Die Aufgabe des Lehrers besteht darin, **den Schülern zu helfen, neue Schemata zu entwickeln und Verbindungen zwischen ihnen herzustellen**.

### 1.3.2. Hörverständnis

Hörverständnis ist nur ein Teil des gesamten Systems der kognitiven Erkennung und des Verständnisses von Informationen, die in einem

bestimmten Kontext bereitgestellt werden. Wenn wir über naturwissenschaftliche Bildung in Schulen und über die Entwicklung des Hörverständnisses sprechen, müssen wir bedenken, dass derzeit wissenschaftliche Themen durch wissenschaftliche Sprache erklärt werden, die das Verständnis von Kindern behindert. Ihr pädagogischer Erfolg in den Wissenschaften hängt hauptsächlich mit den Wortfähigkeiten der Lehrer und ihrer Erklärungsfähigkeit zusammen. Sprache spielt eine entscheidende Rolle bei der Entstehung und Entwicklung von Konzepten. Dies legt nahe, dass die Sprache eines Lehrers für den Wissenschaftsunterricht unerlässlich ist und die Voraussetzung für ein sinnvolles Lernen schafft.<sup>6</sup>

Hörverständnis umfasst die vielfältigen Prozesse, die für das Verständnis und das Verstehen der gesprochenen Sprache erforderlich sind. Dazu gehören das Erkennen von Sprachlauten, das Verständnis der Bedeutung einzelner Wörter und / oder das Verständnis der Syntax von Sätzen, in denen sie dargestellt werden.<sup>7</sup>

Ein gutes Hörverständnis ermöglicht es dem Hörer, die Informationen, die er präsentiert, zu verstehen, sich daran zu erinnern, sie zu diskutieren und sogar mit eigenen Worten zu erzählen.

Hörverstehen bezieht sich auch auf das Erkennen der rhythmisch-melodischen Elemente der Sprache - die Betonung, die Intonation, die Länge des Vokals. Für längere Sprach- oder Diskursstrecken erfordert das Hörverständnis auch ein erhebliches Erinnerungsvermögen, um die im Diskurs ausgedrückten kausalen Zusammenhänge zu verfolgen.<sup>8</sup>

**Zuhören** ist die Fähigkeit, eine Botschaft vollständig zu verstehen, die eine sprechende oder laut lesende Person geben möchte. Zuhören ist ein wichtiger Teil des Kommunikations- und Bildungsprozesses. Zuhören ist die Gesamtheit der mentalen Aktivitäten, um zu verstehen, was gehört wird.

---

<sup>6</sup> <https://www.weforum.org/agenda/2015/06/why-language-is-so-important-in-science-teaching/>

<sup>7</sup> Nadig A. (2013) Listening Comprehension. In: Volkmar F.R. (eds) Encyclopedia of Autism Spectrum Disorders. Springer, New York, NY

<sup>8</sup> There again.

Zuhören in der pädagogischen Kommunikation umfasst das sorgfältige Verfolgen und Wahrnehmen von Nachrichten, die der Sprecher an den Hörer sendet, und das Erkennen von ihnen, indem relevante Erfahrungen aus dem Speicher abgerufen werden. Da der größte Teil des Unterrichts auf verbalen Erklärungen basiert, ist die Fähigkeit, eigenständig zuzuhören, eine Kommunikationsfähigkeit sowohl für den Lehrer als auch für den Schüler (Başaran, 2005: 433).

#### 1.4. Verständnisstufen und Kreativitäts-Level

**Warum sollten die Ebenen des Verstehens und der Kreativität miteinander verbunden werden?** Das **GoScience-Projekt** zielt darauf ab, das Verständnis in der naturwissenschaftlichen Ausbildung zu verbessern, indem Lehrkräften nicht nur neue Fähigkeiten und Kenntnisse für pädagogische Ansätze und Instrumente vermittelt werden, die auf Verständnis ausgerichtet sind, sondern auch die Kreativität der Schüler gefördert wird. Wenn Lehrer wissen, wie sie die Kreativität der Schüler fördern können, wird dies auch dazu beitragen, dass sie ihr Verständnis für das wissenschaftliche Thema verbessern. Die Punkte 2 und 3 in der Methodik sprechen darüber genauer. Auch die Verbindung von Verständnis und Kreativitätsniveau kann den Lehrern helfen, beides zu messen, da sie miteinander verknüpft sind: Ein höheres Maß an Kreativität zeigt ein höheres Maß an Verständnis und umgekehrt; Durch die Verknüpfung von Verständnis- und Kreativitätsebenen können Lehrkräfte auch das Vorwissen, auf das die Schüler zugreifen können, sowie den kulturellen Hintergrund und den Kontext dieses Wissens besser verstehen.

##### 1.4.1. Verständnisstufen beim Lesen

Wenn wir lesen, lernen wir zu denken.

Denn:

Leser schaffen Sinn durch **wörtliches Verstehen**. Wir zeigen Verständnis für das, was wir gelesen haben, indem wir das, was explizit gemacht wurde - die Tatsachen - wiedergeben und in eigenen Worten zusammenfassen.

Leser schaffen Bedeutung durch **inferentielles Verständnis**. Wir zeigen, was wir gelesen haben, indem wir Rückschlüsse, Interpretationen und Überlegungen darüber anstellen, was im Text enthalten ist. Wir tun dies unterstützt durch Beweise aus dem Text oder indem wir Verbindungen zu Hintergrundwissen und persönlichen Erfahrungen herstellen.

Leser schaffen Sinn durch **analytisches Verstehen**; Wir sehen durch die Augen eines Schriftstellers, analysieren und bewerten die Qualität des Schreibens. Wir zeigen Verständnis, indem wir Merkmale des guten Schreibens identifizieren. Damit verbessern wir unsere Schreibfähigkeit.<sup>9</sup>

### 1.4.2. Verständnisstufen beim Zuhören

Um zu verstehen, wie man das Zuhören lehren kann, müssen die verschiedenen Arten des Zuhörens verstanden werden, die die Schüler entwickeln sollen. Jeder Level verfügt über entsprechende Fähigkeiten.

**Differenziertes Zuhören** ist für die anderen Ebenen von grundlegender Bedeutung. Differenziertes Hören bedeutet, relevante Klänge zu hören sowie zwischen verbalen und nonverbalen Hinweisen zu unterscheiden. Indem Schüler die Verhaltensweisen des Sprechers interpretieren (z. B. Lächeln, verschränkte Arme, geballte Fäuste), können Sie lernen, wie nichtverbale Signale die Botschaft des Sprechers vermitteln.

Wenn Sie mit differenziertem Hören vertraut sind, können Sie zum Beispiel besser auf spezifische Details hören (z. B. präzises Hören), Vokalausdrücke und nonverbale Signale verwenden, um Entscheidungen über die Botschaft des Sprechers zu treffen (d.h. strategisches Hören), nonverbale Signale. Zusätzlich bestimmen Sie die Perspektive eines Sprechers (kritisches Zuhören) und verwenden Sie Klänge, um zu verstehen, was Sie hören (d.h. wertschätzendes Zuhören). Auf diese Weise kommen grundlegende differenzierte Hörfähigkeiten in anderen Hörstufen zum Tragen. Allerdings ist eine Ebene nicht unbedingt eine Voraussetzung für die nächste. Die Schüler können sich mit einer Art des Zuhörens

---

<sup>9</sup> <https://www.linkedin.com/pulse/three-types-comprehension-make-simple-clear-brian-kissman>



auskennen, aber nicht mit einer anderen, und sie können auf allen Ebenen gleichzeitig Hörfähigkeiten entwickeln.

**Genaueres Zuhören** hilft, bestimmte Informationen zu ermitteln. Den Kindern beibringen, wie man sich an Details erinnert, wie man Informationen umschreibt und wie man gesprochene Anweisungen befolgt

**Strategisches Zuhören** hilft den Schülern grundsätzlich, auf Verständnis zu hören. Den Schülern beizubringen, wie sie ihre Vorstellungen mit ihrem Vorwissen über das Thema verbinden, Informationen zusammenfassen, Informationen vergleichen und Schlussfolgerungen ziehen können, sind Fähigkeiten, die mit strategischem Zuhören verbunden sind. Diese Stufe fordert die Zuhörer auf, sich auf die beabsichtigte Bedeutung zu konzentrieren.

Beim **kritischen Zuhören** geht es darum, den Lernenden zu helfen, die gesprochene Botschaft nicht nur zu verstehen, sondern auch, wie sie bewertet werden kann. Sie sind in der Lage, die Nachricht zu hinterfragen und zu analysieren, indem sie nach Logik und Anweisungen suchen, die die angegebene Nachricht entweder unterstützen oder negieren, um überzeugt zu sein, dass der Sprecher glaubwürdig ist. Den Schülern beibringen, Vorurteile zu erkennen, zwischen Tatsachen und Meinungen zu unterscheiden und Propagandatechniken zu erkennen, sind Fähigkeiten, mit denen sie kritisch zuhören können.

**Wertschätzendes Hören** schätzt den Gesamtstil des Sprechers. Deshalb hören wir manche Arten von Gedichten, Liedern und Partituren lieber als andere. Wenn Sie den Schülern beibringen, die Macht der Sprache zu erkennen, mündliche Interpretationen zu schätzen und die Vorstellungskraft zu verstehen, können Sie den Lernenden helfen, dankbare Zuhörer zu werden.

Zusammenfassend gibt es fünf Hörstufen und jede hat unterschiedliche Fähigkeiten. Diese sind in der nachstehenden Tabelle aufgeführt. Wenn

Sie den Schülern Hörfähigkeiten beibringen, müssen Sie ihnen zeigen, wie sie zuhören, anstatt ihnen zu sagen, dass sie zuhören sollen.<sup>10</sup>

### 1.4.3. Ebenen der Kreativität

Große Erneuerer von Archimedes bis zu Einstein haben Analogien verwendet, um komplexe Probleme kreativ zu lösen.

**Analoge Kreativität** ist die erste erkannte Art von Kreativität. Zum Beispiel war das Design von Staubsaugern fast ein Jahrhundert lang weitgehend unverändert, bis der Erfinder James Dyson eine andere Analogie, die Zyklone, verwendete, um einen neuen Weg zu finden, Partikel durch die Spinnkraft einer Zentrifuge abzuscheiden. Trotz der Unterschiede zwischen Ähnlichkeiten, Metaphern und Analogien sind dies alles Funktionen des analogen Denkens. Im Wesentlichen sind Analogien Brücken, die es unseren kognitiven Prozessen ermöglichen, Informationscluster vom Unbekannten zum Bekannten und wieder zurück zu transportieren. Analogien können sowohl rational als auch emotional sein. Zum Beispiel „Glück ist wie ein warmer Welpen“. Es ist nicht ungewöhnlich, dass analoge Kreativität in Werbespots am Werk ist, bei denen wir sicher sind, dass das Trinken dieses Getränks wie das Springen an einem heißen Sommernachmittag in einen kühlen Pool oder das Probieren dieser neuen Gourmet-Schokolade einem ersten Kuss ähnelt. Erfrischt und geliebt fühlen wir uns und nehmen die Kalorien auf, weil wir uns auf die Analogie beziehen.

Im **GoScience-Projekt** bauen wir sehr auf die analoge Kreativität von Kindern, um ihnen zu helfen, die wissenschaftlichen Konzepte besser zu verstehen (siehe Punkt 2, 2.1 und 2.2 - Verwendung von Analogien, Metaphern und Modellen als Ansatz in der wissenschaftlichen Ausbildung).

Eine der Herausforderungen der analogen Kreativität besteht darin, dass die Quelle der Analogie oft technisch und kulturspezifisch ist. Stellen Sie sich eine Gruppe von Computerhardware-Entwicklern vor, die gefragt

---

<sup>10</sup> Michael F. Opitz, Teaching levels of listening, 2017, <http://blog.listenwise.com/2017/03/teaching-levels-listening/>

wird: „Wie entsteht ein neuer Mikroprozessor wie ein NASCAR-Rennen?“. Wahrscheinlich wissen alle, wie ein integrierter Schaltkreis funktioniert, sie waren jedoch noch nie an einem Stock-Car-Rennen oder haben einen negativen Eindruck davon. Daher ist es unerlässlich, dass Sie Analogien verwenden, die in verschiedenen Fachgebieten und Kulturen tiefgreifend verstanden werden können, wenn Sie in einer unterschiedlichen Gruppe arbeiten. Der Schweizer Psychologe Carl Jung schlug vor, Archetypen, universell verstandene Prototypen, von symbolischen Ereignissen, die kulturübergreifend eingesetzt werden können, weil sie gemeinsame Erfahrungen darstellen - Sonnenaufgang, Geburt und Ernte, um nur einige zu nennen. Diese archetypischen Ereignisse können verwendet werden, um kulturelle Unterschiede bei der Verwendung analoger Kreativität zu überwinden.<sup>11</sup>

**Narrative Kreativität:** Haben Sie jemals gehört, dass ein Kind versucht hat, seine Geschichte stringent zu erzählen? Oder vielleicht haben Sie einen lieben Freund, der immer die Pointe eines guten Witzes kaputt macht. Beide sind Beispiele dafür, wie schwer es ist, eine zusammenhängende, bedeutungsvolle und überzeugende Geschichte zu erzählen. Geschichten sind eine komplexe Mischung aus Zeichen, Aktionen, Plots, Beschreibung, Grammatik und Sequenz. Am wichtigsten ist, dass sie eine erzählerische Stimme haben - authentisch oder personifiziert. Wie wir sagen, kann die Geschichte entweder die banalste Anekdote mit Energie versorgen oder sogar den mitreißendsten Redner dämpfen. Der Philosoph Platon verstand die überzeugende Kraft des Geschichtenerzählers und war so besorgt, dass er sie aus seiner Republik verbannte und die Athener dazu drängte, die Lehre der Rhetorik einzuschränken, weil sie das mangelnde Wissen eines Einzelnen vertuscht. Was würde er von politischen Anzeigen oder Werbespots für Beauty-Produkte halten?

Erzählung ist eine Geschichte, die nacheinander kommuniziert wird. So wird die Geschichte erzählt. Geschichten lassen sich leicht dekonstruieren und rekonstruieren, um verschiedene Versionen oder neue Zusammenstellungen zu erstellen.<sup>12</sup>

---

<sup>11</sup> [https://www.huffingtonpost.com/jeff-degraff/mastering-the-five-levels\\_2\\_b\\_4848308.html](https://www.huffingtonpost.com/jeff-degraff/mastering-the-five-levels_2_b_4848308.html)

<sup>12</sup> [https://www.huffingtonpost.com/jeff-degraff/mastering-the-five-levels\\_3\\_b\\_4890363.html](https://www.huffingtonpost.com/jeff-degraff/mastering-the-five-levels_3_b_4890363.html)

Die Förderung der narrativen Kreativität ist Teil des **GoScience-Ansatzes** zur Verbesserung des Verständnisses (mehr dazu in Punkt 2, Punkt 2.3 und 2.4).

**Intuitive Kreativität:** Diese letzte und herausforderndste Stufe der Kreativität wurde häufig verwendet, um Spiritualität und Weisheit zu befördern. Hier wird Kreativität größer und möglicherweise jenseits von uns - sie geht über unsere Individualität hinaus. Wenn wir von Intuition, Träumen oder Zeichen sprechen, deutet dies darauf hin, dass wir Ideen genauso formulieren können, wie wir sie generieren. Wo kreative Ideen herkommen, bestimmt möglicherweise deren Bedeutung und ob wir sie verfolgen sollen oder nicht. Wenn Sie beispielsweise die Vorstellung haben, nach Hause zu gehen und diese einfach als Rest des Tages interpretieren, hat diese für Sie möglicherweise eine geringe Bedeutung. Aber was wäre, wenn Sie dächten, dass dieselbe Vorstellung von einem Engel geliefert würde und dass es eine Vorahnung wäre, um Sie in Sicherheit zu bringen? Wir alle haben Momente der Einsicht, die scheinbar direkt an den Grenzen unseres rationalen Denkens liegen. Diese können tiefe Quellen fließender Kreativität oder ein bodenloser Abgrund von Aberglauben und Täuschung sein.<sup>13</sup>

---

<sup>13</sup> [https://www.huffingtonpost.com/jeff-degraff/mastering-the-five-levels\\_b\\_4934652.html](https://www.huffingtonpost.com/jeff-degraff/mastering-the-five-levels_b_4934652.html)

## 2. ANSÄTZE ZUR VERBESSERUNG DES VERSTÄNDNISSSES



Die Methodik berücksichtigt mehrere Ansätze zur Verbesserung des Verständnisses, die auf der Grundlage von Bedarfsanalysen, Forschung und Pilotversuchen im Bereich der naturwissenschaftlichen Bildung in Schulen ihre Effizienz und Anpassungsfähigkeit an unterschiedliche Bildungskontexte, Lehrpläne und sozioökonomische Hintergründe der Bildungssysteme unter Beweis gestellt haben.

### 2.1. Verwendung von Analogien und Metaphern

**Eine Analogie ist eine Ähnlichkeit zwischen Begriffen.** Analogien können Schülern dabei helfen, konzeptuelle Brücken zwischen Bekanntem und Neuem zu bauen. Häufig stellen neue Konzepte komplexe, schwer zu visualisierende Systeme mit interagierenden Teilen dar (z. B. eine Zelle, ein Ökosystem, Photosynthese).

Analogien können als frühe „mentale Modelle“ dienen, mit denen die Schüler ein begrenztes, aber aussagekräftiges Verständnis komplexer Konzepte bilden können. Analogien können eine wichtige Rolle dabei spielen, den Schülern zu helfen, ihr eigenes Wissen aufzubauen, ein Prozess, der in den Standards gefördert wird und einer konstruktivistischen Sichtweise des Lernens entspricht. Wenn sich die Schüler kognitiv entwickeln und mehr Wissenschaft lernen, werden sie sich über diese einfachen Analogien hinaus entwickeln und anspruchsvollere und leistungsfähigere Denkmodelle übernehmen.

Wenn Studierende neue Konzepte studieren, wird sinnvolles Lernen durchgeführt, wenn sie Verbindungen zwischen einem neu gelernten Kontext und dem, was sie bereits wissen, erkennen und visualisieren. Dies ist besonders wichtig beim Lernen in der Forschung, wo Verbindungen zwischen vertrauten und nicht-intuitiven wissenschaftlichen Kontexten hergestellt werden. Wenn die Analogien angemessen sind, fördern sie das Konzeptlernen, da sie die Schüler dazu anregen, Verbindungen zwischen altem Wissen und Erfahrungen der Vergangenheit und neuen Kontexten und Problemen herzustellen.

Eine Analogie ist ein Vergleich der Ähnlichkeiten zweier Konzepte. Das bekannte Konzept wird als analoges Konzept und das unbekannte als Zielkonzept bezeichnet. Sowohl das Analog als auch das Ziel verfügen über Merkmale (auch Attribute genannt). Wenn das Analog und das Ziel ähnliche Merkmale aufweisen, kann zwischen ihnen eine Analogie gezogen werden. Ein systematischer, verbaler oder visueller Vergleich zwischen den Merkmalen des Analogons und des Ziels wird als Mapping bezeichnet. Eine konzeptuelle Darstellung einer Analogie mit ihren Bestandteilen ist in Abbildung 1 dargestellt.

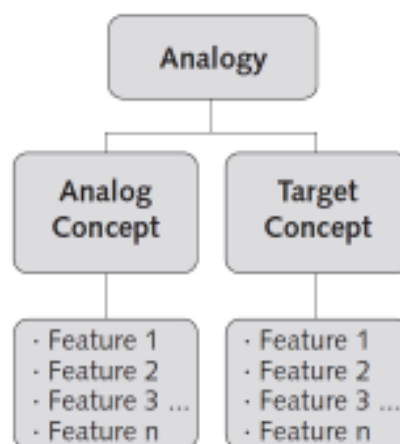


Abbildung 1. Eine konzeptuelle Darstellung einer Analogie mit ihren Bestandteilen.

Sowohl Analogien als auch Metaphern drücken Vergleiche aus und heben Ähnlichkeiten hervor, aber dies geschieht auf unterschiedliche Weise. Eine Analogie vergleicht explizit die Strukturen zweier Bereiche. Es gibt die Identität von Teilen von Strukturen an. Eine Metapher vergleicht

implizit die Hervorhebung von Merkmalen oder Beziehungsqualitäten, die in zwei Bereichen nicht zusammenfallen.

Trotz der Argumente gegen die figurative Sprache ist die **Metapher** manchmal hilfreich, um drei Funktionen auszuführen: Terminologien erstellen, abstrakte Begriffe ausdrücken und Hypothesen entwickeln. Analogien und Metaphern können neue Informationen konkreter und leichter vorstellbar machen.

## 2.2. Verwendung von Modellen

Das Wort „Modell“ bedeutet die Interpretation von Begriffen oder Beziehungen. **Modelle werden durch bekannte Phänomene und vertraute, herkömmliche Beziehungen ausgedrückt und schaffen eine schnelle, intuitive Vorstellung, ein Bild. Es kann sich um eine Zeichnung, eine Animation, ein Schema usw. handeln.** Es sollte betont werden, dass Modelle von den Schülern erstellt werden., Der Lehrer fungiert jedoch als Organisator und Leitfaden für den Prozess der Modellherstellung.

Die Modelle erfordern die Angleichung komplizierter wissenschaftlicher Systeme an einen bestimmten Prozess oder ein Phänomen, das man im Alltag beobachten kann. Mit Modellen wird es einem Schüler möglich, eine Wechselbeziehung zwischen seinem zuvor erworbenen Wissen über die Weltordnung und den komplexen Informationen der Wissenschaft herzustellen, indem nur die vorkommenden Assoziationen verwendet werden. Eine auf diese Weise entstandene Assoziation wird im Rahmen des genannten Ansatzes als Verständnismodell bezeichnet.

## 2.3. Verwendung von Illustration, Erklärung und Alltagssprache

Zusammen mit Analogien sind Illustration, Erklärung und Alltagssprache Strategien, um den Studierenden die wissenschaftliche Bedeutung so zu vermitteln, dass sie sie leichter verstehen und mit dem bereits vorhandenen Wissen in Beziehung setzen können.

<b>Illustration</b>	Der Sprecher gibt mehrere Beispiele, um ein Konzept zu veranschaulichen.
<b>Erklärungen</b>	Versuch des Redners, ein wissenschaftliches Fachwort zu definieren, das er verwendet.
<b>Alltagssprache</b>	Eine Vereinfachung eines wissenschaftlichen Begriffs in der Alltagssprache, der keine genaue wissenschaftliche Bedeutung hat.

**Quelle:** Hinko, K., Seneca, J., Finkelstein, N., Use of Scientific Language by University Physics Students Communicating to the Public

**Illustration:** Der Sprecher erläutert ein disziplinspezifisches Wissenschaftswort, indem er ein oder mehrere Beispiele bekannter Szenarien anführt, die hinsichtlich Umfang oder Ausmaß miteinander verglichen werden können. Illustrative Ausdrücke unterscheiden sich von Analogien darin, dass es sich um direkte Vergleiche handelt und dieselben Eigenschaften wie der ursprüngliche Ausdruck aufweisen - zum Beispiel wird beschrieben, wie kalt etwas ist, indem andere kalte Objekte aufgelistet werden. Beispiele beinhalten:

"Mit winzig meine ich viel kleiner als nicht einmal ein menschliches Haar, aber weniger als ein Tausendstel eines menschlichen Haares oder noch kleiner."

"[...] wenn Sie zehn Antarktis nehmen, sie alle zusammenpressen und in Ihr Gefrierfach stecken würden, wären Sie nicht einmal in der Nähe dieser Kälte.."

**Erläuterung:** Der Sprecher versucht, eine Beschreibung der Merkmale oder Mechanismen eines disziplinspezifischen Konzeptes bereitzustellen. Die Erklärung wird oft als Definition des Wortes oder Satzes angegeben. Erklärungen unterscheiden sich von Analogien und Darstellungen dadurch, dass sie nicht explizit vergleichend sind. Beispiele beinhalten:

"Ein Vakuum ist im Wesentlichen ein Ort, der keine Luft hat"

"Ich nehme Moleküle, die nur kleine (...) Atomgruppen sind"



**Alltagssprache:** Der Sprecher verwendet eine informelle Sprache, um einen disziplinspezifischen Wissenschaftssatz anstelle einer präziseren Terminologie zu beschreiben. Stattdessen werden Verben oder Adjektive verwendet, die dem Publikum bekannt sind. Beispiele sind:

"[...] Das ist wirklich nur ein großes Wort, wenn wir sagen, dass wir Laser auf Dinge schießen und sehen, was passiert."

"[...] diese Atome werden in diesem Material herumwackeln."

## 2.4. Verwendung von Kunst und Drama

Durch die Kombination der Standardlehrpläne mit Kunst und Theater können Schüler, die glauben, dass das Lernen im Unterricht langweilig ist, eine umfassendere und dauerhaftere Lernerfahrung bieten. Theater und Kunst sind für sich ein Bildungsbereich, in dem ein Kind entwickelt und trainiert wird, und gleichzeitig eine effektive Methode, um Kreativität zu entwickeln. Der Einsatz von Kunst und Theater in der Klasse ist eine großartige Strategie, um die Verständnissfähigkeiten der Schüler zu verbessern.

Das Hauptziel der Implementierung von Kunst im naturwissenschaftlichen Unterricht besteht darin, den Schülern die Möglichkeit zu geben, ihre Gedanken und Gefühle im Kontext ihrer unterschiedlichen Kulturen und Hintergründe zum Ausdruck zu bringen und Wissenschaft auch über die Linse ihrer kreativen Tätigkeit in der Kunst zu verstehen.

Kunst und Theater erfordern die aktive Beteiligung der Schüler und helfen ihnen dabei, die konzeptionellen Informationen, die der naturwissenschaftliche Unterricht anbietet, in persönliche Erfahrungen umzuwandeln und sich so leichter daran zu erinnern. Beispiele für Kunst- und Schauspielaktivitäten und wie sie im Unterricht umgesetzt werden sollen, finden Sie in Punkt 3.

## 2.5. Einsatz wissenschaftlicher Konzept-Maps

**Ein Konzept-Map ist eine grafische Darstellung der Beziehung zwischen Begriffen.** Obwohl es viele Variationen bei der Gestaltung von Maps gibt, sind offene Aktivitäten, bei denen Schüler ihre eigene Kartenstruktur erstellen können, am aufschlussreichsten.

Während die Schüler in neue wissenschaftliche Konzepte eingeführt werden, beginnen sie mit einem kognitiven Prozess der Konstruktion von Sinn, indem sie diese neuen Ideen bewusst oder unbewusst in ihr vorhandenes Wissen integrieren. Maps bieten eine einzigartige grafische Ansicht, wie Schüler Informationen organisieren, verbinden und zusammenstellen. Folglich bietet das Map sowohl für Schüler als auch für Lehrer Vorteile. Maps geben Schülern die Möglichkeit:

- über die Zusammenhänge zwischen den erlernten wissenschaftlichen Begriffen nachzudenken
- ihre Gedanken zu organisieren und die Zusammenhänge zwischen Schlüsselbegriffen systematisch zu visualisieren
- über ihr Verständnis nachzudenken.

Die Studierenden artikulieren und fordern ihre Gedanken über die Wissenschaft heraus, wenn sie ihre Maps miteinander besprechen.

Maps sind normalerweise hierarchisch, wobei die untergeordneten Konzepte vom Hauptkonzept oder der Hauptidee stammen. Diese Art der grafischen Gestaltung ermöglicht es jedoch immer, Änderungen vorzunehmen und neue Konzepte hinzuzufügen. Üblicherweise werden Maps in zwei Hauptgruppen definiert:

- hierarchisch - Informationen in absteigender Reihenfolge nach Wichtigkeit darstellen
- Nicht hierarchisch: Repräsentiert Informationen in Cluster- oder Netzwerkstruktur.



### 3. PÄDAGOGISCHE WERKZEUGE UND RESSOURCEN ZUR VERBESSERUNG DES VERSTÄNDNISSES

Dieser Teil wurde entwickelt, um Lehrern Beispiele und praktische Hilfsmittel für den Unterricht zu geben, sowie Fähigkeiten und Kenntnisse zu vermitteln, damit sie selbst pädagogische Werkzeuge für den Unterricht einsetzen können.

## 3.1. Effektive Analogien entwickeln

### **Beispiel 1: Woraus wir gemacht sind (Biologie)**

Die Schüler sahen einen Superman-Film und stritten darüber, ob der Mann aus Stahl wirklich aus Stahl besteht. Die Studenten waren sich schnell einig, dass Superman nicht aus Stahl besteht, aber sie haben darüber nachgedacht, woraus echte Menschen bestehen.

Bevor die Schüler tatsächlich in das Sachgebiet Zelle einsteigen, kann der Lehrer Legosteine verwenden, um eine Analogie zu erstellen und Fragen zu stellen wie: „Was sind diese kleinen Steine und was können Sie damit machen?“ Abschließend können wir feststellen, dass Lego-Steine zu größeren Dingen zusammengefügt werden. In ähnlicher Weise werden Zellen zusammengefügt, z. B. zu Menschen, Hunden, Katzen, Eichenbäumen oder Rosenbüschen. Diese Lebewesen bestehen aus Zellen - vielen, vielen winzigen Zellen. Wir können dieses Beispiel verwenden, um Zellen zu erklären. Dies ist eine Analogie zwischen Legosteinen und Zellen. Wenn Sie eine Analogie erstellen, können die Schüler etwas Neues verstehen, indem Sie es mit etwas vergleichen, das Sie bereits verstehen.

Wenn Sie also die Methode des Unterrichtens mit Analogien verwenden, wird der Lehrer:

- Das Zielkonzept, die Zelle, den Schülern vorstellen.
- Die Schüler daran erinnern, was sie über das analoge Konzept, ein Legostein, wissen.
- Relevante Merkmale der Zelle und eines Legosteins identifizieren.
- ähnliche Funktionen der Zelle und eines Legosteins aufzeigen.
- Anzeigen, wo die Analogie zwischen der Zelle und einer Legosteins nicht zutrifft.
- Rückschlüsse auf die Zelle ziehen.

Darüber hinaus können wir mit anhand von Zelldiagrammen, Fotos und Videos die verschiedenen Arten von Zellen beschreiben. Die Schüler lernen, dass sich die Zellen in ihren Knochen von den Zellen in ihrem Herzen oder Gehirn unterscheiden und dass ihr Körper aus etwa 200 verschiedenen Zelltypen besteht, die alle zusammenarbeiten. Schließlich lernen die Schüler, dass jede Zelle diejenigen Moleküle bilden muss, die sie zum Überleben, zum Wachstum und zur Vermehrung benötigt und, dass jede Zelle aus Teilen mit wichtigen Funktionen, einschließlich Organellen, besteht.

Wenn die Schüler etwas über die Teile der Zellen und die Funktion dieser Teile erfahren, können wir weitere Aktivitäten vorschlagen, die auf einer Analogie basieren, beispielsweise die Herstellung einer „essbaren Zelle“ aus Gelatine, Früchten und Süßigkeiten.

Wir können Analogien im Unterricht mit folgenden Schritten verlässlich einsetzen:

- Stellen Sie den Schülern das Zielkonzept, die Tierzelle und ihre Teile vor.
- Erinnern Sie die Schüler an das, was sie über das analoge Konzept, die Gelatineform und ihre Teile wissen.
- Identifizieren Sie relevante Merkmale der Zelle und der Gelatineform.
- Verbinden Sie die ähnlichen Merkmale der Zelle und der Gelatineform: z. B. Kern (Pflaume), Mitochondrien (Rosinen), Lysosomen (M & M-Süßigkeiten), endoplasmatisches Retikulum (Gummiwürmer), Ribosomen (Candy Sprinkles), Golgi-Komplex (gefaltetes Hartbonbonband), Zytoplasma (Gelatine) und Zellmembran (Gelatineoberfläche).
- Geben Sie an, wo die Analogie zwischen Zelle und Gelatineform nicht zutrifft (z. B. ist die Zelle lebendig und winzig, wobei Teile nur oberflächlich den Früchten und Süßigkeiten in der Gelatineform ähneln).
- Ziehen Sie Rückschlüsse auf die Zelle (z. B. sind Zellen die Bausteine von Organismen und alle Funktionen, die das Leben erhalten, treten in einer einzigen Zelle auf).

## **Beispiel 2: Analogie Kochen und Chemie**

Die folgende Aktivität (für die Sekundarstufe II) soll die Inhalte der allgemeinen Eigenschaften von Materie, Masse und Volumen untersuchen. Massen- und Volumenmessungen werden direkt und indirekt von festen und flüssigen Lebensmitteln im Rahmen eines Kochrezepts durchgeführt, während ein Biskuitkuchen zubereitet wird.

Die Schüler werden in Gruppen von 3 oder 4 Personen aufgeteilt, um einen Kuchen pro Gruppe zu machen. Vor der Herstellung des Kuchens werden sie gebeten, den Verpackungstext der verschiedenen Zutaten zu studieren, um heraus zu finden, in welchen Einheiten die darin enthaltenen Mengen ausgedrückt werden, ob es Unterschiede zwischen festen und flüssigen Lebensmitteln gibt.

Sie müssen lernen und sich vertraut machen, die Umrechnungsfaktoren angemessen anzuwenden, da sie sie in der Sekundarstufe und an der Universität benötigen. Dieses Thema ist für die Studenten, die sich weigern, es zu verwenden, schwer zu verstehen und ebenso deren Nutzen. Daher ist mit dieser Erfahrung beabsichtigt, sie auf anschaulichere und deduktivere Weise einzuführen. Obwohl die Menge der flüssigen Produkte normalerweise in L oder mL ausgedrückt wird, werden diese in dem von den Schülern zu verwendenden Rezept in  $\text{dm}^3$  ausgedrückt. Da sowohl das volumetrische Labor als auch das volumetrische Material zur Bestimmung des Volumens in L oder mL kalibriert werden, werden sie aufgefordert, vor dem Beginn des Rezeptes einen  $\text{dm}^3$  mit Kartonbehältern zu bauen, um deren Kapazität zu überprüfen. Von dort aus können sie die notwendigen Äquivalenzen zwischen  $\text{dm}^3$  und L oder mL herstellen und die erforderlichen Messungen mit dem verfügbaren Material durchführen.

Nach den Schrittfolgen eines Rezeptes werden sie die angegebenen Mengen der verschiedenen Zutaten mit einer Waage (Labor und Küche) und einem volumetrischen Labor oder sogar Küchengeräten (Messbecher) wiegen und messen. Die Schüler werden angeleitet, zu bestimmen, ob Massen verschiedener fester Bestandteile das gleiche Volumen haben und ob gleiche Volumen verschiedener flüssiger Bestandteile die gleiche Masse haben. Um auch eine indirekte Messung des Volumens eines Festkörpers durch Eintauchen in eine Flüssigkeit durchzuführen, überprüfen die Schüler anhand dieser Methode, ob das in

einer Butterpackung angegebene Volumen beispielsweise der durch diese Methode ermittelten Menge entspricht, und führen die Berechnung durch seines Volumens basiert auf seinen Messungen, die in  $\text{dm}^3$  umgewandelt werden, um diese Beziehung grafischer darzustellen.

An diesem Beispiel werden folgende Schritte ausgeführt:

- Die Lehrkraft stellt das Thema vor, das sie zuvor im Unterricht studiert haben: die Begriffe Masse und Volumen und die Methoden zur Bestimmung der Masse und des Volumens von Feststoffen und Flüssigkeiten.
- Anschließend stellt der Lehrer die analogen Lebensmittel vor, deren Mengen (Massen und Volumen) zur Herstellung eines Biskuitkuchens gemessen werden sollen. Bevor sie beginnen, werden sie aufgefordert, auf die Verpackung der verschiedenen Zutaten zu schauen, in welchen Einheiten die darin enthaltenen Mengen ausgedrückt werden, und auf Unterschiede zwischen festen und flüssigen Lebensmitteln hinzuweisen.
- Der Lehrer gibt auch das Rezept für den Kuchen. Die Schüler sollten überprüfen, ob sie alle notwendigen Zutaten und alle Labor- oder Kücheninstrumente haben. An diesem Punkt werden die Schüler feststellen, dass in der Rezeptur die erforderlichen Mengen an flüssigen Zutaten in  $\text{dm}^3$  ausgedrückt werden. Der Lehrer wird sie dann mit Kartonbehältern ausstatten und sie anweisen, mit ihnen eine  $\text{dm}^3$  (Würfel 10 cm auf jeder Seite) zu bauen, um ihre Kapazität zu überprüfen. Mit dieser Gleichwertigkeit können sie die notwendigen Umwandlungen zwischen  $\text{dm}^3$  und L oder mL durchführen, um die flüssigen Bestandteile mit dem verfügbaren Material zu messen.
- Der Lehrer wird die Beziehungen zwischen den Messungen, die während der Zubereitung der Kuchen- und Labortechniken gemacht werden, und zwischen den für die Durchführung geeigneten Küchen- und Laborinstrumenten hervorheben. Wie bereits erwähnt, werden die Schüler aufgefordert, das Volumen eines Feststoffs durch Eintauchen in eine Flüssigkeit auch indirekt zu messen, indem sie das in einer Packung Butter angegebene Volumen überprüfen.

- Der Lehrer wird den Schülern Fragen stellen, um sich ein Bild zu machen, ob das Thema jetzt leichter verständlich ist, das Gesamtkonzept gut aufgenommen wurde oder Zweifel bestehen.
- Schließlich sollten die Schüler Rückschlüsse auf das Thema und seine Beziehung zum Alltag ziehen. Um diese Sequenz abzuschließen, ist eine 55-minütige Sitzung geplant.

**Beispiel 3: "Erweiterung des Universums nach dem Urknall" (Physik):**

unter Verwendung bildlicher verbaler Analogien<sup>14</sup>

"Expansion des Universums nach dem Urknall kann mit der Inflation eines Ballons verglichen werden"



**Beispiel 4: Verwenden von Analogien in der Mathematik**

Um den Schülern leichter zu erklären, wie Subtraktion und Addition negativer Zahlen durchgeführt werden, kann ein Lehrer die folgende Analogie verwenden: „Nehmen wir an, Sie haben Geld. Wenn Sie 88 Cent verloren haben und dann 5 Cent mehr verloren haben, würden Sie dann den Gesamtbetrag, den Sie verloren haben, addieren oder subtrahieren?“ (Mathematisches Schema: „Wenn Sie eine negative Zahl minus einer anderen Zahl haben, addieren oder subtrahieren Sie“)<sup>15</sup>

### 3.2. Modellentwicklung

Unter Verwendung von Verständnismodellen bildet die Anpassung komplizierter Wissenschaftssysteme an einen bestimmten Prozess oder an ein Phänomen, die der Mensch im Alltag beobachten kann, den Boden des erwähnten Ansatzes. Für einen Schüler wird es möglich, eine Wechselbeziehung zwischen seinem zuvor erworbenen Wissen über die Weltordnung und den komplexen Informationen der Wissenschaft

<sup>14</sup> [https://www.eduhk.hk/apfslt/v13\\_issue1/yener/page5.htm](https://www.eduhk.hk/apfslt/v13_issue1/yener/page5.htm)

<sup>15</sup> [http://reasoninglab.psych.ucla.edu/KH%20pdfs/Richand\\_etal.2004.pdf](http://reasoninglab.psych.ucla.edu/KH%20pdfs/Richand_etal.2004.pdf)



herzustellen, indem nur die vorkommenden Assoziationen verwendet werden. Es sollte betont werden, dass Modelle von den Schülern erstellt werden, der Lehrer fungiert jedoch als Organisator und Leitfaden für den Prozess der Modellherstellung.

**Die wichtigsten Merkmale des Verständnismodells** können auf der Grundlage der gewonnenen Erfahrungen formuliert werden und lauten wie folgt.

- **Die theoretische Genauigkeit** der Informationen, die in der Beschreibung des Modells enthalten ist. Beispielsweise hat ein Student ein Verständnismodell für das Konzept des „chemischen Gleichgewichts“ erstellt. Es ist ein Zustand des Systems, in dem die direkten und umgekehrten Reaktionen mit gleicher Geschwindigkeit ablaufen. Folglich sollten zwei gleichzeitig ablaufende Prozesse mit gleichen Geschwindigkeiten und entgegengesetzten Richtungen im gewählten assoziativen Modell des Schülers dargestellt werden. Ein Student hatte ein Bild als assoziatives Modell mit einem Boot gewählt und zwei Leute ruderten es, aber jeder von ihnen machte es in die entgegengesetzte Richtung.
- **Einfachheit.** Ein erfolgreiches Verständnismodell wird ein solches assoziatives Bild sein, bei dem ein einfacher, selbstverständlicher Prozess oder ein Phänomen aus dem Alltag für die Entstehung einer Assoziation mit den diskutierten wissenschaftlichen Informationen verwendet wird. Der Schlüssel zum Erfolg erfordert, dass der Prozess oder das Ereignis, das im Modell verwendet wird, sich stark von dem wissenschaftlichen Prozess unterscheidet, den er zu erklären versucht, und in keiner Weise mit dem letzten verbunden ist.
- **Visuelle Wahrnehmbarkeit.** Das Modell muss optisch ansprechend sein. Es sollte jedoch nicht mit unnötigen Verzierungen übersättigt werden. Der Text sollte kurz und prägnant sein.

Der Lernprozess unter Verwendung der Modelle kann in folgende Stufen unterteilt werden:



Es versteht sich, dass Modelle niemals die Erstellung aller Konzepte der Naturwissenschaften und der Mathematik erreichen können. Daher muss der Lehrer den Lerninhalt des jeweiligen Themas und die Eignung der enthaltenen Konzepte zur Erstellung von Assoziationen mit einem täglichen Prozess oder Phänomen in der Vorbereitungsphase sorgfältig prüfen.

Table 1. Models made by students correctly






<p><b>Model 1. Theoretical justification.</b> Bodies are called absolutely transparent or diathermic if they let pass through themselves all the received energy.</p> <p><i>Description of the model.</i> Heat radiation can be imagined as flour which is sifted through a sieve, and the sieve is the transparent body which lets the flour (radiation) through itself.</p>	
<p><b>Model 2. Theoretical justification.</b> A diamagnetic is a substance which magnetizes in the opposite way to the direction of the applied magnetic field. The magnetization of diamagnetic materials usually is so weak that these substances are considered as non-magnetic in many cases. A magnet pushes off diamagnetic materials.</p> <p><i>Description of the model.</i> The small animals – skunks have a method of self-defense. Skunks discharge a very unpleasant aroma when they are approached which scares away anyone who comes close to them. The skunk is an associative image of the magnet in this context but the possible enemy – the diamagnetic which is rejected.</p>	
<p><b>Model 3. Theoretical justification.</b> A reflex is the response of a body to an irritation.</p> <p><i>Description of the model.</i> The rainbow is the response of the Sun or sunny weather to the rain. In this case, the rain works as an irritant but the rainbow is the response.</p>	

Table 2. Models made by students incorrectly

<p><b>Model 1. Theoretical justification.</b> Pressure is a perpendicular force which affects the unit of the surface area.</p> <p><i>Description of the model.</i> The body is pushed against a certain surface with its own mass thus creating a pressure.</p>	
<p><b>Model 2. Theoretical justification.</b> Sliding friction is created by one body sliding along the surface of another body. The force which delays the movement is called the force of sliding friction in this case.</p> <p><i>Description of the model.</i> A box is sliding down from the hill. A friction force is arising that is delaying the movement of the box (decreasing its speed).</p>	

**Quelle:** "Die Verwendung von assoziativen Bildern (Modellen) für die Entwicklung des Verständnisses in der naturwissenschaftlichen Bildung", Aiva Gaidule, Uldis Heidingers, American Journal of Educational Research, 2015, Vol. 2, No. 10, 1305-1310

### 3.3. Kunstspiele und Installationen

Hier finden Lehrer eine Reihe von Quellen, die zur Entwicklung von Spielen im naturwissenschaftlichen Lehrplan verwendet werden können, sowie Richtlinien und Beispiele, wie Theater- und Spielansätze verwendet werden können, um das Verständnis der Schüler zu verbessern.

<https://www.csun.edu/science/ref/games/> - das Grundlagenbuch für den naturwissenschaftlichen Unterricht - bietet fertige Vorlagen für Spiele in naturwissenschaftlichen Fächern in englischer Sprache, die die Lehrer in ihren Klassenräumen verwenden können;

<https://www.legendsoflearning.com/teachers/> - Legends of Learning bietet mehr als 1200 wissenschaftliche Spiele an.

<https://store.teachergaming.com/blog/5-great-educational-science-games-for-the-classroom-n7> - Fünf Beispiele für hervorragende Lernspiele, die die Wissenschaft im Unterricht voranbringen!

<https://www.bbc.com/bitesize/subjects/z2pfb9q> - über 25 kostenlose wissenschaftliche Spiele zu allem, von Nahrungsketten bis zu Feststoffen, Flüssigkeiten und Gasen. Zu jedem Thema gibt es ein Spiel, einen Studienführer und ein Quiz, um zu testen, was Sie gelernt haben.

<https://www.sciencemuseum.org.uk/games-and-apps> - bietet sechzehn kostenlose Online-Wissenschaftsspiele für Schüler in Grundschulen an, zu den Themen Energie, Genetik und Umweltwissenschaften. Jedes Spiel wird von einer Reihe von Links begleitet, die den Inhalt unterstützen, den das Spiel anspricht.

<http://www.le-math.eu/assets/files/MATHeatre%20Guidelines%20-%20EN%20-%20Internet.pdf> – Richtlinien, wie man Theater im Mathematikunterricht einführt.

Hier sind einige aktive Übungen, die der naturwissenschaftliche Lehrer verwenden kann:

- **Modellieren:** Lassen Sie einen Schüler nach vorne kommen und weisen Sie ihn an, ein Gespräch mit Ihnen zu einem beliebigen Thema zu beginnen. Es könnte hilfreich sein, ihm ein Thema zu geben: Was haben Sie in Ihrem früheren naturwissenschaftlichen Unterricht gemacht? Was ist dein Lieblingsfach und warum? Bauen Sie beim Sprechen den Unterschied zwischen einem abgelenkten Hörer und einem aktiven Hörer (unter Verwendung der nonverbalen und verbalen Hinweise) auf. Bitten Sie den Schüler danach, zu vergleichen, wie es war, mit jemandem zu sprechen, der abgelenkt war und mit jemandem, der aktiv zuhörte.
- **Story Share:** Dies kann als große Gruppendiskussion durchgeführt werden oder Sie können die Schüler in Vierergruppen unterteilen, um das Risiko zu verringern. Bitten Sie die Schüler, eine Gegebenheit mitzuteilen, wann sie das Gefühl hatten, dass ihnen nicht gehört wurde. Wie war die Situation? Was war das Ergebnis? Wie hat es sich angefühlt, nicht gehört zu werden?
  - **Variation:** Teilen Sie die Schüler in Paare auf. Eine Person erzählt ihre Geschichte, die andere hört zu. Halten Sie nach einer Minute die Gruppen an und bitten Sie ein paar Zuhörer, die Geschichte des Sprechers zu formulieren. Wie genau hörten sie wirklich zu?
  - **Variation:** Tun Sie dies als Gruppenszene. Teilen Sie die Schüler in Gruppen ein und lassen Sie sie eine Szene erstellen, in der ein Charakter gehört werden möchte und ein anderer Charakter nicht zuhört. Wenn Schüler Schwierigkeiten haben, eine Situation zu finden, schlagen Sie ein Elternteil / Teenager oder Lehrer / Schüler-Szenario vor.
  - **Variation:** Bitten Sie eine Gruppe von Freiwilligen, eine Improvisationsszene zu machen. Ziehen Sie einen der Freiwilligen beiseite und weisen Sie ihn an, nicht auf seine Mitschauspieler zu hören und entsprechend zu reagieren.

Besprechen Sie anschließend mit der Klasse, wie es ist, mit jemandem zusammen zu sein, der nicht zuhört.

- **Erfahren Sie mehr:** Die Schüler hören einander in Gruppen zu und erinnern sich dann, was sie gelernt haben.

Teilen Sie die Schüler in Dreiergruppen auf. Jede Gruppe entscheidet, wer A, B und C ist. Er / Sie hat 30 Sekunden Zeit, um mit B über seine / ihre Erklärungen über die wissenschaftlichen Konzepte zu sprechen, die er / sie am interessantesten findet: Tiergruppen, Physik-Experimente, die er / sie mag, chemische Verbindungen, die zu Hause verwendet werden usw. Am Ende von 30 Sekunden, B dreht sich zu C und erzählt C, woran er / sie sich über A's interessanteste Dinge erinnerte. B spricht dann 30 Sekunden lang mit C über ihre Lieblingssachen. Nach 30 Sekunden dreht sich C zu A und sagt A, woran sie sich über Bs Lieblingssachen erinnern. Der Zyklus wird wiederholt, wobei C zu A und A dann B sagt.

- **Das Ende des Wortes:** Stehen Sie im Kreis. Beginnen Sie mit einem Wort - "Zelle". Die Person neben Ihnen muss mit einem Wort beginnen, das mit dem letzten Buchstaben des ersten Wortes beginnt - „Laser“. Die nächste Person macht dasselbe - „Reaktion“. Die Schüler müssen zuhören und antworten. Beginnen Sie langsam und erhöhen Sie die Geschwindigkeit schrittweise. Stellen Sie einen Timer (1 oder 2 Minuten) ein und sehen Sie, wie viele Wörter Sie in dieser Zeit erhalten können. Sie können diese Übung auch mit kleineren Gruppen von 4 oder 5 Personen beginnen, was ein geringeres Risiko für Anfänger darstellt.
- **Erzählen Sie eine Geschichte:** Das Ziel ist es, eine zusammenhängende Geschichte zwischen verschiedenen Spielern zu erstellen. Stellen Sie eine Gruppe von 6 bis 10 Schülern in einer Reihe auf. Beginnen Sie, indem Sie einen Vorschlag vom Publikum erhalten. ("Darf ich den Titel einer Geschichte haben, die noch nie geschrieben wurde ... ???") Nachdem Sie den Vorschlag erhalten haben (d. h. "The Best Science Class"), wiederholen Sie den Titel, um sicherzustellen, dass die Spieler ihn gehört haben. Der „Dirigent“

zeigt auf einen Spieler, der die Geschichte erzählt und so lange spricht, bis der „Dirigent“ auf einen anderen Spieler zeigt. Lassen Sie den nächsten Spieler dort weitermachen, wo der letzte aufgehört hat. Lassen Sie ihn so nahtlos wie möglich anschließen können (auch wenn es sich um Mittel- oder Zwischensätze handelt). Hören Sie auf, wenn Sie das Gefühl haben, die Geschichte ist zu Ende erzählt.

### 3.4. Gestaltung von Maps („Landkarten“) mit wissenschaftlichen Konzepten

Um eine Map zu gestalten:

- **Beginnen Sie mit einer Hauptidee, einem Thema oder Thema, auf das Sie sich konzentrieren möchten.**

Eine hilfreiche Methode zur Bestimmung von Maps ist die Auswahl einer Fokusfrage, die gelöst werden muss oder eine Schlussfolgerung, die gezogen werden muss. Sobald ein Thema oder eine Frage entschieden wurde, hilft dies bei der hierarchischen Struktur.

- **Bestimmen Sie dann die Schlüsselkonzepte**

Finden Sie die Schlüsselkonzepte, die mit Ihrer Hauptidee in Verbindung stehen, und ordnen Sie sie ein. Die meisten allgemeinen, inklusiven Konzepte stehen an erster Stelle und verknüpfen sich dann mit kleineren, spezifischeren Konzepten.

- **Beenden Sie, indem Sie Konzepte miteinander verbinden. Erstellen Sie Verknüpfungssätze und -wörter**

Sobald die grundlegenden Verbindungen zwischen den Konzepten erstellt wurden, fügen Sie Querverweise hinzu, die Konzepte in verschiedenen Bereichen verbinden, um die Beziehungen weiter zu veranschaulichen und das Verständnis und das Wissen der Schüler über das Thema zu stärken.<sup>16</sup>

---

<sup>16</sup> <http://www.inspiration.com/visual-learning/concept-mapping>

Unter folgendem Link können Sie Beispiele für wissenschaftliche Konzepte herunterladen, die im Klassenzimmer verwendet werden können:

<http://www.inspiration.com/inspiration-science-examples>

Dies ist eine zusätzliche Informationsquelle, um zu erfahren, wie Konzeptkarten in der naturwissenschaftlichen Bildung eingesetzt werden können: <https://www.slideshare.net/biotechvictor1950/teaching-science-using-concept-maps>





METHODIK ZUR VERBESSERUNG  
DES VERSTÄNDNISSES IM  
NATURWISSENSCHAFTLICHEN  
UNTERRICHT IN GYMNASIEN



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



### **Weitere Anmerkungen:**

Methodik, die zusammen mit den entwickelten Materialien für die Lehrerbildung im Rahmen des Projekts verwendet werden kann

<http://goscience.eu>

### **Bildnachweise:**

dennis-buchner-592120-unsplash

nadim-merrikh-307897-unsplash

sebas-ribas-310260-unsplash

### **Authorship:**

Alise Betina, Riga State Technical School, Latvia

Anais Colibaba, EuroEd Foundation, Romania

Andrea Anzanello, Pixel Associazione, Italy

Andreea Ionel, EuroEd Foundation, Romania

Carmen Antonita, EuroEd Foundation, Romania

Dragos Zamosteanu, EuroEd Foundation, Romania

Elza Gheorghiu, EuroEd Foundation, Romania

Enric Gimenez Ribes, Associació L'Alqueria Projectes Educatius, Spain

Eng. Marieta Georgieva, Vocational High School "Prof. Dr. Assen Zlatarov, Vidin, Bulgaria

Dr. Miglena Molhova, Zinev Art Technologies, Bulgaria

Romans Vitkovskis, Uldis Heidingers, Latvian Education Foundation, Latvia

Ulla Theisling, Ulrich Diermann, Equalita, Germany

Undinė Diana Tumavičienė, Kauno Juozo Grušo meno gimnazija, Lithuania



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

The European Commission support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents which reflects the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.