

Plastizität des Gehirns und Lernen

Eine problemorientierte Unterrichtsreihe in der SII, differenziert für den Grund- und Leistungskurs

DAGMAR FRIEDRICHS, ISABEL EDELER

Der aktuelle Kernlehrplan für das Fach Biologie der Sekundarstufe II (Gymnasium/Gesamtschule) benennt die Hirnforschung als Spezialgebiet der Neurobiologie, mit deren Hilfe neue Erkenntnisse über Lernvorgänge gewonnen werden können. Dementsprechend weist das Inhaltsfeld Neurobiologie den inhaltlichen Schwerpunkt „Plastizität und Lernen“ auf. Durch die erfolgte Priorisierung der konkretisierten Kompetenzerwartungen zum Inhaltsfeld Neurobiologie, die für den reproduktiven Teil einer zentralen Überprüfung geeignet sind, erfolgt eine weniger starke Gewichtung der Kompetenzerwartungen und Kompetenzbereiche, die z. B. Gedächtnismodelle und Methoden der bildgebenden Verfahren zum Inhalt haben.

Die vorliegende Unterrichtsreihe bietet einen Lösungsansatz, wie Biologielehrkräfte schülerorientiert im Kontext des Neuroenhancement Aspekte der Modellbildung, der Neuroplastizität und der bildgebenden neurobiologischen Verfahren für den Unterricht berücksichtigen können. Er tangiert alle vier Kompetenzbereiche und differenziert zwischen Grund- und Leistungskurs. Das Wissen um Modelle, deren Grenzen und Aussagekraft ist im Hinblick auf das schriftliche und mündliche Abitur sowie wissenschaftspropädeutisch von hohem Wert. Die Unterrichtsreihe ist so angelegt, dass die Schülerinnen und Schüler ihren Kompetenzerwerb in allen Bereichen weitgehend selbstständig organisieren können. Hierzu wurde eine BrainMap-Vorlage konstruiert, die als Lernbegleiter und Lernorganisator den Schülerinnen und Schülern ihre individuellen Lernfortschritte und Denkprozesse visualisiert. Die Unterrichtsreihe hält daher nicht nur theoretische Lerninhalte über Plastizität des Gehirns und die Hirnforschung bereit, sondern lässt die Schülerinnen und Schüler ihren eigenen Lernzuwachs und ihre Lernprozesse selbst erfahren. Der Kontext Neuroenhancer ist mit seinem Lebensweltbezug für die Schülerinnen und Schüler von hoher Relevanz und befähigt sie abschließend zu einer fundierten Bewertung von stimulierenden Substanzen.

1 Projektbeschreibung und Zielsetzung

Motivation für das Projekt

Der inhaltliche Schwerpunkt „Plastizität und Lernen“ weist konkretisierte Kompetenzerwartungen auf, die neuere wissenschaftliche Erkenntnisse zur Plastizität des Gehirns und neue neurobiologische Untersuchungs- und Darstellungsmethoden thematisieren. Da jedoch die zahlreichen Erkenntnisse in der Hirnforschung auf bildgebenden Verfahren und Modelldarstellungen von Gehirn- bzw. Gedächtnisvorgängen basieren, ist eine fundierte Methoden- und Modellkompetenz im Rahmen der Erkenntnisgewinnung bei den Schülerinnen und Schülern unverzichtbar. Erschwerend für den Kompetenzerwerb der Schülerinnen und Schüler und die Aufarbeitung durch die Lehrkraft kommen je-

doch unterschiedliche Darstellungsweisen und unterschiedliche Definitionen in den gängigen Schulbuchlehrwerken über Gedächtnismodelle hinzu. Umfassende Fertigkeiten im Umgang mit Modellen, der Modellkritik und die Fähigkeit, selbstständig Modelle zu erstellen, sind in diesem Zusammenhang von großem Vorteil.

Dass jedoch genau bei der Modellarbeit Defizite im Kompetenzerwerb liegen können, wird auch durch die Ergebnisse der aktuellen Ländervergleichsstudie des Instituts für Qualitätsentwicklung im Bildungswesen (IQB) ersichtlich. Die Studie zeigt für den mittleren Schulabschluss auf der Grundlage der Bildungsstandards für das Fach Biologie für die Kompetenz der Erkenntnisgewinnung Optimierungsbedarf. Dabei hat die Modellarbeit einen großen Anteil an der Erkenntnisgewinnung, basieren naturwissenschaftliche Erkenntnisse doch im Wesentlichen auf einer Modellierung der Wirklichkeit. Dabei dienen die Modelle, von einfachen Analogien bis hin zu mathematisch-formalen Modellen und Theorien, im Rahmen der Erkenntnisgewinnung zur Veranschaulichung, Erklärung und Vorhersage.

Folgender Befund (siehe Tabelle 1) ergibt sich für das Fach Biologie in Nordrhein-Westfalen bei der Erkenntnisgewinnung von Schülerinnen und Schülern der Jahrgangsstufe 9 für das Gymnasium: Zwischen den beiden Untersuchungen von 2012 und 2018 zeigen sich keine signifikanten Veränderungen. Für 2018 zeigt sich, dass am Gymnasium ca. ein Drittel der Lernenden einen gehobenen Regelstandard (Stufe IV) erreicht; lediglich 2% erreichen Stufe V, also den Optimalstandard.

Tabelle 1: Kompetenzstufenverteilung für Schülerinnen und Schüler der 9. Jahrgangsstufe (Gymnasium), die den MSA anstreben für den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung (prozentuale Angaben), nach Stanat et al. (2019)

Kompetenzstufen		I	II	III	IV	V
Gymnasium	2018	1.8	16.1	52.6	27.5	2.0
	2012	1.1	14.4	53.5	29.1	1.9
	Differenz	0.7	1.6	-0.9	-1.6	0.1

Anmerkungen: MSA = Mittlerer Schulabschluss; Kompetenzstufen II = Mindeststandard, III = Regelstandard, IV = Regelstandard plus, V = Optimalstandard

Da der Kompetenzerwerb in der Sekundarstufe I die Grundlage für das weitere Lernen in der Sekundarstufe II darstellt, sollte man aufbauend auf diesen Erkenntnissen den Oberstufenunterricht gestalten. Es ist davon auszugehen, dass die Defizite auch in der Sekundarstufe II noch vorliegen. Wie Schülerinnen und Schüler in der Sekundarstufe II ihre Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung weiterentwickeln und fundieren können, ist ausführlich in unserem SINUS-Beitrag (Friedrichs & Edeler, 2018) dargestellt. Hieran anknüpfend beschäftigt sich auch der vorliegende Artikel intensiv mit der Kompetenzentwicklung im Bereich der Modelle, die als Rahmengerüst für den erfolgreichen Kompetenzerwerb in den Bereichen „Kommunikation und Bewertung“ für den inhaltlichen Schwerpunkt „Plastizität und Lernen“ anzusehen ist.

In dieser SINUS-Projektgruppe wurden Lösungsansätze für die oben genannten Herausforderungen entwickelt, die in Form einer detailliert ausgearbeiteten Unterrichtsreihe in diesem Artikel dargeboten werden.

Zielsetzung und Sachlage

Die ausgearbeitete Unterrichtsreihe berücksichtigt die Förderung aller ausgewiesenen konkretisierten Kompetenzerwartungen im Bereich „Plastizität und Lernen“. Angesichts der genannten Herausforderungen liegt der Schwerpunkt auf der Modellbildung. Entscheidend bei der Konzeption war darüber hinaus ein zeitlich umsetzbarer Rahmen für den Grund- und Leistungskurs. Daher wurde bei der Konzeption des Unterrichtsmaterials eine Differenzierung zwischen dem Leistungskurs und dem Grundkurs vorgenommen, die sowohl in der inhaltlichen Erarbeitungstiefe als auch im Umfang bemerkbar ist: 6 bzw. 7 Stunden. So werden im Leistungskurs z. B. Arbeits- und Fachmethoden stärker selbstständig angewendet und reflektiert. Darüber hinaus werden optionale Stunden bzw. weiterführende Aufgaben angeboten. Im Anschluss an die Thematik „Plastizität und Lernen“ fügt sich der Themenbereich „Degenerative Krankheiten“, den wir hier ebenfalls differenziert ausgearbeitet haben, an.

Abgesehen von den curricularen Vorgaben hat das vorliegende Unterrichtsvorhaben eine sehr hohe Relevanz für die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler sowohl in der Gegenwart als auch für ihre zukünftige universitäre Ausbildung bzw. ihr Arbeitsleben. Unter den Begriffen „Doping fürs Gehirn“ oder „Smartdrugs“ wird es auch für Schülerinnen und Schüler und Studierende verlockend, die illegale Einnahme der verschreibungspflichtigen Medikamente auszuprobieren. In unserer heutigen leistungsorientierten Gesellschaft im Zeitalter der Technologie und Wissenschaft, in der wir die Vorgänge im Gehirn immer besser kennenlernen, ist dies ein attraktives Angebot: schnelle und bessere Lernerfolge durch eine Pille. Studien zur Verbreitung der Einnahme unter Studierenden, Schülerinnen und Schülern und in verschiedenen Berufsgruppen, gepaart mit den steigenden Absatzzahlen der Medikamente, weisen auf eine steigende Zahl von Konsumenten hin (Dodou & Nazar, 2013).

Neuroenhancer sind verschreibungspflichtige oder illegale Substanzen, die ursprünglich zur Linderung von Symptomen von Krankheiten wie ADHS, Alzheimer oder Narkolepsie entwickelt wurden. Die Medikamente werden missbräuchlich zur Steigerung der Aufmerksamkeit, der Motivation, zur Stressbewältigung und für einen damit verbundenen besseren Lernerfolg von gesunden Personen eingenommen (Mohamed & Sahakian, 2012). Studien zur Wirksamkeit der Medikamente als Neuroenhancer bei gesunden Personen zeigen, dass die Effekte sehr individuell sind, dafür aber eine Reihe von Nebenwirkungen auftreten. Das Suchtpotenzial dieser Präparate sollte nicht unterschätzt werden. Es mangelt an Studien zu den Langzeitfolgen. Neben diesen Gesundheitsaspekten stehen auch ethische Argumente für oder gegen den Einsatz von Neuroenhancern im Vordergrund der Diskussion (Metzinger, 2013).

Am Beispiel des Wirkstoffs Methylphenidat (Markenname Ritalin) werden die Schülerinnen und Schüler problemorientiert zunächst ein umfassendes Verständnis neuronaler Lernprozesse basierend auf der Plastizität des Gehirns aufbauen, um anschließend eine fachlich fundierte und reflektierte ethische Bewertung zum Einsatz von Neuroenhancern vorzunehmen.

Das Wissen um die Lernprozesse im Gehirn basiert auf Modellen. Daher ist die Arbeit mit Modellen in diesem Unterrichtsvorhaben unumgänglich. Vielmehr bietet dieses Unterrichtsvorhaben eine hervorragende Möglichkeit, die Bedeutung von Modellen, deren Möglichkeiten und Grenzen sowie deren Aussagekraft zu erarbeiten und zu verstehen. Modellkritik auf der Metaebene führt zu einem vertieften Verständnis von Modellen und deren Darstellungsmöglichkeiten. Die Dekontextualisierung des Wissens wird hier angeregt,

Transferwissen angelegt und das Abstraktionsvermögen der Schülerinnen und Schüler geschult. Dies stellt die höchste Reflexionsebene in der Modellkompetenz dar und knüpft somit an unser Unterrichtsvorhaben zur Biomembran und den Umgang mit Modellen (Friedrichs & Edeler, 2018) an. Die Modellarbeit wird in dem vorliegenden Unterrichtsvorhaben gefördert, indem die Schülerinnen und Schüler

- Bilder der Gehirnaktivitäten durch fMRT bzw. PET als indirekte Darstellungen verstehen (UE2),
- eigene Modelle zu den verschiedenen Gedächtnisstrukturen entwerfen (UE3; UE4 (LK)),
- die Aussagekraft und die Grenzen bereits bestehender Modelle kritisch bewerten (UE3),
- anhand von Modellen, deren Grenzen sie einordnen können, die Plastizität des Gehirns erläutern (UE4),
- verschiedene Modelle zu den Gehirnabläufen miteinander in Beziehung setzen, um eine ethische Bewertung des Einsatzes von Neuroenhancern vorzunehmen (bekannter Kontext) (UE6),
- verschiedene Modelle und Darstellungen von Gehirnabläufen miteinander in Beziehung setzen, um das Mystery zum Thema Alzheimer zu lösen (unbekannter Kontext) (UE7).

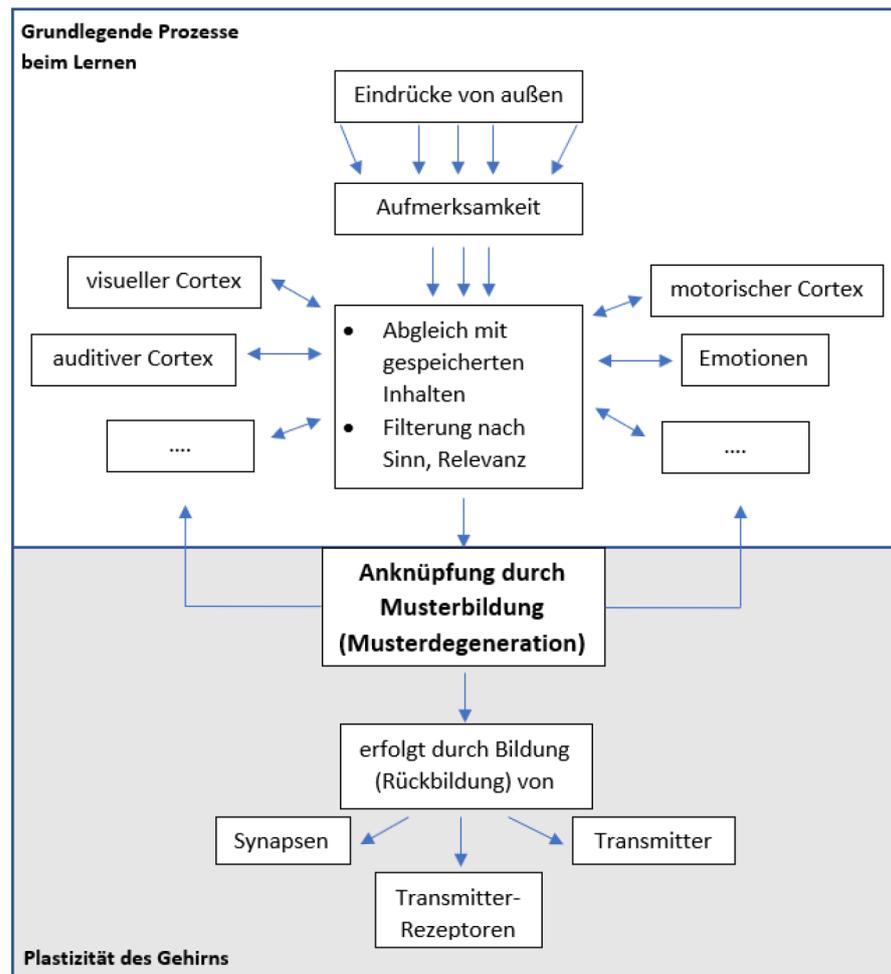


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Vorgänge im Gehirn beim Lernen: erste Aufnahme der Eindrücke von außen und die ersten Verarbeitungsschritte (oben) sowie die Anknüpfung in Mustern durch physische Umbauprozesse (Plastizität des Gehirns)

Die Problemorientierung und Kontextualisierung der Lerngegenstände durch die Fragestellung: „Neuroenhancer: ja oder nein?“ ermöglichen in besonderem Maße gehirngerechtes Lernen, indem Emotionen, Sinnhaftigkeit und Relevanz angesprochen werden. Die Unterrichtsreihe ist im Sinne des gehirngerechten Lernens so angelegt, dass die Inhalte der Unterrichtsstunden miteinander verknüpft und wiederholt sowie Bezüge zu anderen Inhaltsfeldern hergestellt werden. Ebenfalls Berücksichtigung finden soziale Interaktion und Raum für individuelle Gestaltungs- und Erarbeitungswege. Somit ist die Zielsetzung des Unterrichtsvorhabens nicht nur die Vermittlung der Lernprozesse im Gehirn, sondern auch die unmittelbare Umsetzung der Erkenntnisse in einer gehirngerechten Erarbeitung (Schirp, 2007).

Dies wird besonders durch den Einsatz einer lernbegleitenden BrainMap unterstützt, die eigens für diese Unterrichtsreihe konzipiert worden ist. Sie ist eine Kombination der Concept Map und eines Advance Organizers. Darüber hinaus dient sie der Lehrperson sowie der Schülerin bzw. dem Schüler als (Selbst-)Evaluationswerkzeug. Auf einer Metaebene erfassen die Schülerinnen und Schüler begleitend zur Unterrichtsreihe ihre eigenen neuronalen Anknüpfungspunkte und visualisieren sie in einer individuellen Form, z. B. in einer Concept Map oder in einer Tabelle. Hiermit werden die Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung auf einer weiteren Ebene vertieft und es wird den Lernenden ermöglicht, ihre zukünftigen Lernwege kritischer zu reflektieren, Wissen zu vernetzen und neue persönliche Lernstrategien zu entwickeln.

In diesem Kontext ist auch die Methode des Mysterys (Schuler, 2005) einzuordnen, welche in der letzten Einheit eingesetzt wird, in der alle Kompetenzen am Beispiel von Alzheimer wiederholt und vertieft werden. Mysterys sind problemorientierte Rätsel und eine besonders motivierende Methode für die Erarbeitung von Sachinformationen, da sie oftmals eine persönliche Geschichte beinhalten. Neben dem motivierenden Aspekt zeigen die Rätsel eine deutliche Schülerorientierung, da sie entdeckendes und offenes mit vernetztem Lernen verbinden. Der Ansatz verfolgt das Ziel der Förderung von schlussfolgerndem und vernetzendem Denken in Alltagszusammenhängen (Schuler, 2005), welches auch Gültigkeit für den Biologieunterricht hat (Mühlhausen & Pütz, 2013).

2 Dokumentation des Reihenkonzepts und exemplarischer Materialien

In der vorgestellten Reihenplanung zur Plastizität des Gehirns und zum Lernen sind sieben Unterrichtseinheiten mit Stunden ausgearbeitet. Dabei gibt es vier Unterrichtseinheiten mit einem strukturierten Überblick und Tipps zur Durchführung. Darüber hinaus findet man drei Unterrichtseinheiten mit detaillierter Stundenausarbeitung. Für alle Unterrichtseinheiten sind zahlreiche Materialbeigaben verfügbar. In der gesamten Planung wird die curriculare Differenzierung für Grund- und Leistungskurse aufgezeigt und einzelne Stunden sind von vornherein entsprechend anders konzipiert.

Da die Reihe bislang in acht verschiedenen Lerngruppen an unterschiedlichen Gymnasien und Standorten von sechs Lehrkräften erprobt wurde, konnten die dabei gewonnenen Erfahrungen bereits in der vorliegenden Version/ Veröffentlichung berücksichtigt werden. Die Reihenplanung und die zugehörigen Materialien können auf den SINUS-Seiten des Projekts heruntergeladen werden.

Überblick über die Unterrichtsreihe

Zu Beginn der Unterrichtsreihe wird den Lernenden eine kurze Filmsequenz zum Kontext „Einsatz von Neuroenhancern“ gezeigt. Die Schülerinnen und Schüler erstellen gemeinsam mit der Lehrkraft in dieser ersten Unterrichtseinheit die inhaltlichen Aspekte der Unterrichtsreihe.

In den Unterrichtseinheiten zwei bis fünf werden thematische Grundlagen der Plastizität des Gehirns und der Lernprozesse erarbeitet, sodass in Unterrichtseinheit sechs eine fundierte ausführliche Bewertung des Einsatzes von Neuroenhancern stattfinden kann. Die Unterrichtseinheit sieben vertieft zahlreiche methodische und inhaltliche Aspekte der gesamten Unterrichtseinheit und führt diese in einem neuen inhaltlichen Rahmen (degenerative Erkrankung) zusammen.

In den tabellarischen Übersichten zum Kompetenzerwerb (Tabelle 2 und 3) ist eine Zuordnung der vorhandenen Kompetenzen zu den jeweiligen Unterrichtseinheiten ersichtlich.

Tabelle 2: Übersicht Leistungskurs zum Kompetenzerwerb mit Zuordnung zu den jeweiligen Unterrichtseinheiten

Kompetenzbereich	Konkretisierte Kompetenzerwartung Die Schülerinnen und Schüler ...	Unterrichtseinheit
<i>Umgang mit Fachwissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> stellen Möglichkeiten und Grenzen bildgebender Verfahren zur Anatomie und zur Funktion des Gehirns (PET und fMRT) gegenüber und bringen diese mit der Erforschung von Gehirnbäufen in Verbindung (UF4, UF1, B4). 	2
<i>Erkenntnisgewinnung</i>	<ul style="list-style-type: none"> erklären den Begriff der Plastizität anhand geeigneter Modelle und leiten die Bedeutung für ein lebenslanges Lernen ab (E6, UF4). 	4 und 5
<i>Kommunikation</i>	<ul style="list-style-type: none"> dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2). stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1). recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3). 	4, 6 und 7 3 7
<i>Bewertung</i>	<ul style="list-style-type: none"> leiten Wirkungen von endo- und exogenen Substanzen (u. a. von Neuroenhancern) auf die Gesundheit ab und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF2, UF4). 	1 und 6

Tabelle 3: Übersicht Grundkurs zum Kompetenzerwerb mit Zuordnung zu den jeweiligen Unterrichtseinheiten

Kompetenzbereich	Konkretisierte Kompetenzerwartung Die Schülerinnen und Schüler ...	Unterrichtseinheit
<i>Umgang mit Fachwissen</i>	<ul style="list-style-type: none"> erklären die Bedeutung der Plastizität des Gehirns für ein lebenslanges Lernen (UF 4). 	2
<i>Erkenntnisgewinnung</i>	<ul style="list-style-type: none"> ermitteln mithilfe von Aufnahmen eines bildgebenden Verfahrens Aktivitäten verschiedener Gehirnareale (E5, UF4). 	4 und 5
<i>Kommunikation</i>	<ul style="list-style-type: none"> dokumentieren und präsentieren die Wirkung von endo- und exogenen Stoffen auf Vorgänge am Axon, der Synapse und auf Gehirnareale an konkreten Beispielen (K1, K3, UF2). 	4, 6 und 7

(Fortsetzung Tabelle 3)

Kompetenzbereich	Konkretisierte Kompetenzerwartung Die Schülerinnen und Schüler ...	Unterrichtseinheit
	<ul style="list-style-type: none"> stellen aktuelle Modellvorstellungen zum Gedächtnis auf anatomisch-physiologischer Ebene dar (K3, B1). recherchieren und präsentieren aktuelle wissenschaftliche Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung (K2, K3). 	3 7
Bewertung	<ul style="list-style-type: none"> erklären Wirkungen von exogenen Substanzen auf den Körper und bewerten mögliche Folgen für Individuum und Gesellschaft (B3, B4, B2, UF4). 	1 und 6

Im Bereich der Modellbildung werden die Kompetenzen sukzessive im Laufe der Unterrichtsreihe angebahnt. Eine Übersicht ist im Abschnitt 1 „Projektbeschreibung und Zielsetzung“ ausführlich dargestellt.

Als Vorwissen zu dieser Reihe wird Folgendes vorausgesetzt:

- grundlegende Kenntnisse zur Modellbildung z. B. unter Zuhilfenahme des Arbeitsblattes 1 „Grundlagen zur Modellarbeit“ (Friedrichs & Edeler, 2018),
- Aufbau und Funktion des Neurons,
- Aufbau und Vorgänge an der Synapse.

Hinweis: Die degenerative Krankheit Alzheimer kann in Unterrichtseinheit 7 erarbeitet werden und wird nicht vorausgesetzt.

Detaillierte Reihenplanung mit Differenzierung von GK und LK

In diesem Kapitel werden die einzelnen Stunden im Detail vorgestellt und Erläuterungen zur Durchführung gegeben. Sofern PP angegeben ist, finden Sie entsprechende Folien hierzu in der online bereitgestellten PowerPoint-Präsentation, die Sie selbstverständlich noch erweitern oder individualisieren können. Gleiches gilt für alle angeführten Medien (Film, AB etc.). Allgemein gelten folgende Abkürzungen:

EA = Einzelarbeit; PA = Partnerarbeit; GA = Gruppenarbeit; SV = Schüler Vortrag; TPS = Think (EA) – Pair (PA) – Share (Plenum); PP = Präsentation am PC; AB = Arbeitsblatt / exemplarische Materialien; GK = Grundkurs; LK = Leistungskurs

Tabelle 4: Unterrichtseinheit 1 (Einzelstunde): Nutzung von Neuroenhancern – Spontanurteil und Überblick über Unterrichtssequenz

Phase	Unterrichtsgeschehen	Sozialform	Medium
Einstieg	Film: Kontext Neuroenhancer – Ritalin Spontanurteil: „Neuroenhancer – wie würden Sie sich entscheiden? Füllen Sie ein Spontanurteil!“	UG	Film PP
Erarbeitung I	Lehrerin/Lehrer: „Was müssen wir wissen, um den Konflikt ‚Einnahme von Neuroenhancern‘ fundiert zu bewerten? Formulieren Sie Fragen, die sich für uns daraus für die nächsten Stunden ergeben.“ Schülerantworten werden gesammelt und geordnet.		PP

(Fortsetzung Tabelle 4)

Phase	Unterrichtsgeschehen	Sozialform	Medium
	„Begleitend erstellt jeder von Ihnen fortlaufend eine „BrainMap“, in der Sie die jeweiligen Unterrichtsinhalte der Stunden visualisieren. Die neuen Unterrichtsinhalte werden darin mit den bisherigen verknüpft. Sie können dabei eigene individuelle Darstellungsformen wählen. Darstellungsformen könnten z. B. Bilder, Tabellen, Pfeile, Fließdiagramme, SketchNotes sein.“		PP Beispiele Darstellungsformen
Sicherung I	Gliederung der Reihe: Welche Gehirnareale gibt es (Methoden der Hirnforschung)? Wie funktioniert das Gedächtnis? Lebenslanges Lernen/Plastizität Welche Lernstrategien gibt es? Welche Wirkung haben Neuroenhancer?		
Erarbeitung II	Überleitung: Welche Gehirnareale gibt es? – erstes Thema „Jeder schreibt mindestens drei Antworten aus seinem Vorwissen auf.“ (EA) Lehrer notiert von möglichst vielen Schülerinnen und Schülern eine Antwort auf Zetteln, Folienschnipseln oder Textfeldern am PC „Teilen Sie die genannten Strukturen in zwei mögliche inhaltliche Kategorien ein.“ Lösung: Gehirnareale nach Funktionen, Gehirnareale nach Verortung (Struktur) Lehrer fügt Überschrift hinzu und ordnet die notierten Schnipsel o. Ä. nach Schüleranweisungen	UG	PP/Tafel
Sicherung II	Gehirnareale (die Fachbegriffe werden vom Lehrer zugeordnet): Kleinhirn, Langzeitgedächtnis, Großhirnrinde, Kurzzeitgedächtnis, Hirnstamm, Hippocampus Motorcortex, visueller Cortex etc. Mögliche inhaltliche Kategorien: 1. Verortung (Struktur): z. B. Kleinhirn, Großhirnrinde, Hirnstamm, Hippocampus 2. Funktion: Motorcortex, Kurzzeitgedächtnis, Langzeitgedächtnis, visueller Cortex	UG SV	PP/Tafel

Erläuterungen/Hinweise:

- Obwohl es im Curriculum nicht vorgeschrieben ist, wird hier das Thema Neuroenhancer als Kontext auch für den Grundkurs eingesetzt, da es sehr motivierend und lebensnah ist und eine kritische Auseinandersetzung mit den Folgen für das Individuum aus gesundheitserzieherischer Sicht sehr wichtig erscheint.
- Die Folgen für die Gesellschaft von exogenen Substanzen (Gifte, Neurotoxine) sind im Rahmen des Grundkursunterrichts schwieriger zu erfassen als die Wirkung von Neuroenhancern auf eine Gesellschaft.

- Um in der Einstiegsphase die Aktivität aller Schülerinnen und Schüler zu steigern, bietet es sich an, das Spontanurteil aller zu erfassen (je nach Kursatmosphäre durch eine anonymisierte Abfrage oder durch das Aufstellen entlang einer imaginären „Ja“- und „Nein“-Linie).
- Da sich die Inhalte der Reihe aus der gemeinsamen Sammlung und Ordnung der Fragen (siehe Einstieg in PowerPoint-Präsentation) ergeben, hat es sich als hilfreich erwiesen, diese in einem digitalen Medium (z. B. einer PowerPoint-Präsentation) festzuhalten und diese in den Folgestunden immer wieder aufzuführen. So ergibt sich für die Schülerinnen und Schüler eine fortlaufende Transparenz und Orientierung.
- Lernbegleiter „BrainMap“: Wie sich in den erprobten Unterrichtsstunden herausgestellt hat, ist die sukzessive Visualisierung der verschiedenen Lerninhalte für die Schülerinnen und Schüler sehr hilfreich, um die Plastizität des Gehirns selbst nachzuempfinden. Die Anknüpfung neuer Lerninhalte an die bekannten neuronalen Netze (visualisiert durch die individuellen BrainMaps) hat die Schülerinnen und Schüler befähigt, die Inhalte der bereits gelaufenen Unterrichtsstunden sinnvoll in die aktuellen Stunden einfließen zu lassen. In dieser Stunde wird das Arbeiten mit der BrainMap eingeführt, in den folgenden Stunden ist die Erweiterung jeweils Hausaufgabe. Dabei können die Schülerinnen und Schüler als Hilfestellung auf beiliegende Vorlagen zurückgreifen oder – je nach Erfahrung – selbstständig ihre Lernbegleiter erstellen. Zwei Schülerbeispiele sind online einsehbar.¹
- Ob die Erstellung einer eigenen BrainMap obligatorisch für alle gilt oder nur freiwillig von einigen Schülerinnen und Schülern angefertigt wird, kann vom Lehrer, abhängig von der Kursart und der Lerngruppe, entschieden werden.
- Es ist auch möglich, dass Schülerinnen und Schüler ihre BrainMaps digital erstellen und somit neben Notizen auch Fotos, QR-Codes und/oder Links zu Videos bzw. Audio-Dateien einfügen können.
- Am Ende der Stunde (Übersicht der Gehirnareale) bietet es sich an, geeignete 3D-Abbildungen von einem Gehirn zu zeigen.

Unterrichtseinheit 2 (Einzelstunde): Erfassung von Gehirnarealen anhand bildgebender Verfahren

Es bietet sich an, jeweils ein Bild PET und fMRT hinsichtlich ihrer Aussagekraft und Darstellungskraft zu analysieren und gegenüberzustellen. Anschließend können im Leistungskurs die bildgebenden Verfahren z. B. mit den Themen Sprachverständnis und Spracherzeugung der Gehirnabläufe in Verbindung gebracht werden. Abbildungen und Aufgaben finden sich in einschlägigen Lehrwerken. Hintergrundinformationen zu den Verfahren sollten sehr kurz gehalten werden, z. B. in Form eines kurzen Schülerreferats zu Beginn der Stunde oder einer Kurztabelle, z. B.:

¹ www.sinus.nrw.de.

Tabelle 5: Kriteriengeleiteter Vergleich zweier bildgebender Verfahren der Hirnforschung (Neurobiologie)

Kriterium	PET	fMRT
vollständige Bezeichnung	Positronen-Emissions-Tomographie	funktionelle Magnetresonanztomographie
nachweisbare Stoffe	Stoffwechselprodukte (z. B. Glucose)	Sauerstoffkonzentration im Blut (Desoxy-/Oxyhämoglobin), regionale Durchblutung
Messmethode	künstlich hergestellte Tracer (z. B. radioaktive Isotope), die an spezifische Stoffwechselprodukte binden; die radioaktiven Tracer senden beim Zerfall energiereiche Gammastrahlung ins Gewebe, die dann per Software zu einem 3D-Bild ausgewertet werden	künstlich hergestelltes Magnetfeld und Radiowellen, welche dazu führen, dass das durchblutete Gewebe mit aktiven Neuronen (Sauerstoffbedarf) Signale aussendet, die per Computerprogramm zu einem 3D-Bild ausgewertet werden
Einsatzmöglichkeiten	Orte von Stoffwechselprodukten erfassen	aktuelle Durchblutung und damit Aktivität von Neuronen darstellen

Erläuterungen/Hinweise:

- Die Schülerinnen und Schüler werten, wie es auch in Klausuren verlangt wird, anhand materialbasierter Informationen Bilder aus.
- Man kann ggf. auch ein zusätzliches Referat zum Thema Hirntod im Leistungskurs verteilen.
- Ein vertiefender Artikel für den Leistungskurs findet sich hier <http://sz-magazin.sueddeutsche.de/texte/anzeigen/38063> [03.01.2020].
- Aus zeitlichen Gründen sollte als Hausaufgabe zur Vorbereitung auf die kommende Stunde das AB Gedächtnismodelle (für die nachfolgende Unterrichtseinheit) gelesen und wichtige Informationen unterstrichen werden.

Tabelle 6: Unterrichtseinheit 3 (Doppelstunde): Modellvorstellungen zum Gedächtnis

Phase	Inhalt	Sozialform	Medium
Einstieg	Hinweis: AB Gedächtnismodelle sollte als Hausaufgabe der vorherigen Stunde gelesen worden sein. Schülerinnen und Schüler lesen Gedankenblasen im Kopf vor (PP-Folie) und assoziieren damit Gedächtnisvorgänge. Lehrerin bzw. Lehrer informiert über heutiges Stundenthema: „Wie funktioniert das Gedächtnis? Gedächtnismodelle“ (siehe auch Gliederung der Reihe (vgl. Stunde 1) „Kontext Neuroenhancer“)	UG	PP
Erarbeitung I	Aufgabe: Erstellen Sie mithilfe des Textes eine eigene Abbildung, die die Gedächtnisarten und ihre zeitliche Dimension beinhaltet. Fügen Sie den Gedächtnisarten auch Beispiele zum besseren Verständnis zu.	EA	AB Gedächtnismodelle

(Fortsetzung Tabelle 6)

Phase	Inhalt	Sozialform	Medium
Sicherung I	Vorstellen der erstellten Abbildungen und Erklärung der Gedächtnismodelle. Modellkritik: z. B. Verständlichkeit, Übersichtlichkeit, Vollständigkeit, Visualisierung/Gestaltung, fachliche Richtigkeit, Abstraktionsgrad (Was wurde weggelassen?)	UG	Dokumentenkamera Beamer
Erarbeitung II Vertiefung	Aufgabe 1: Markieren Sie die Gedächtnismodelle Ihrer Abbildungen farblich entsprechend der Legende. Aufgabe 2: Unterscheiden Sie durch Markierungen, ob es sich jeweils um anatomische oder physiologische Merkmale handelt.	Think Pair	PP (inklusive Legende)
Sicherung II	Die zeitlichen Gedächtniskomponenten (Kurzzeit und Langzeit) beruhen auf physiologischen Prozessen, wohingegen die inhaltlichen Komponenten mit anatomischen Strukturen im Gehirn verknüpft sind.	Share	Dokumentenkamera Beamer
Erarbeitung III Transfer	verschiedene Schulbuchmodelle kritisch hinterfragen: Kriterien: siehe Modellkritik Sicherung I	PA	PP/Schulbuch
Sicherung III	individuell nach Schulbuchbeispiel	UG	PP

Erläuterungen/Hinweise:

- Aus zeitlichen Gründen sollte als Hausaufgabe zur Vorbereitung auf die kommende Stunde das AB Gedächtnismodelle (für die nachfolgende Unterrichtseinheit) gelesen und wichtige Informationen unterstrichen werden.
- Für einen erfolgreichen Kompetenzerwerb im Bereich der Kommunikation ist jedoch eine explizite Modellarbeit grundlegend. Diese ist in dem Bereich der Erkenntnisgewinnung zu verorten.
- Der Grundlagentext „Bildung braucht Persönlichkeit – Wie Lernen gelingt“ vom Neurowissenschaftler Gerhard Roth zur Erstellung der eigenen Gedächtnismodelle ist bewusst ausgesucht und auf didaktische Eignung geprüft worden. Die Auseinandersetzung mit einem wissenschaftlichen Exzerpt ist für die angehenden Abiturientinnen und Abiturienten eine besonders motivierende und wissenschaftspropädeutisch wichtige Aufgabe. Auf dieser Basis lässt sich ein wissenschaftlich fundiertes eigenes Schülermodell erstellen, welches nicht durch didaktisierte Schulbuchtexte gelenkt ist.
- Der anschließende Vergleich mit Modellen aus Schulbüchern und deren Modellkritik erlaubt einen sehr weitgehenden Kompetenzerwerb im Rahmen der Erkenntnisgewinnung, sodass ein Transfer der Erkenntnisse über Modelle im Alltag sowie in wissenschaftlichen Kontexten angebahnt wird.
- Nach der intensiven Modellarbeit im Rahmen der Erkenntnisgewinnung sind die Schülerinnen und Schüler sehr gut auf den Erwerb der daran anschließenden Kommunikationskompetenz vorbereitet.
- Erfahrungen bei der Erprobung haben gezeigt, dass sowohl im Grund- als auch im Leistungskurs hervorragende Darstellungen der Gedächtnismodelle erzielt wurden. Die Diskussionen über individuelle Ausführungen er-

weiteren zudem auf der Metaebene das Verständnis über Gedächtnisleistungen bzw. Denkprozesse.

- Erarbeitung III kann sowohl im Unterrichtsgespräch als auch in Partner- oder Einzelarbeit erfolgen. Für eine PA oder EA kann mit dem gängigen Schulbuch gearbeitet werden. Es bietet sich jedoch an, in der PP noch ein weiteres Modell zur Kritik heranzuziehen.

Tabelle 7: Unterrichtseinheit 4 (Einzelstunde GK): Die Plastizität des Gehirns für lebenslanges Lernen

Phase	Inhalt	Sozialform	Medium
Einstieg	Schülerinnen und/oder Schüler erhalten zu Beginn Textschnipsel mit Beispielen zu unterschiedlichen Phänomenen der Plastizität aus dem Leben und lesen diese vor. „Was zeigen diese Beispiele über das Gehirn und im Speziellen über das Lernen?“ Überleitung: „Die Wandelbarkeit des Gehirns nennt man auch Plastizität , mit dieser beschäftigen wir uns heute.“	UG	Textschnipsel
Erarbeitung I	Plastizität des Gehirns auf unterschiedlichen Ebenen 1. EA: Stellen Sie die Vorgänge bzw. Veränderungen dar, die die Plastizität des Gehirns ausmachen, indem Sie auf dem Sicherungsarbeitsblatt stichwortartig die Musterbildung auf Ebene 1 beschreiben. 2. PA: Vervollständigen Sie gemeinsam die Abbildung. 3. PA: Erstellen Sie eine Kurzpräsentation zur Plastizität des Gehirns mithilfe des Sicherungsarbeitsblattes.	TPS	AB Plastizität Ebene 1 AB Plastizität Ebene 2 + 3 AB Sicherung (Abbildung) Hilfekarte
Sicherung I	Mögliche Lösung Gehirnnareale – Ebene 1 Abbildung 1: <ul style="list-style-type: none"> • Reize werden aufgenommen: elektrische Erregungen • Aktivierung der Aufmerksamkeit auf Neues durch Thalamus • Hemmung störender Erregungen im Frontalcortex Abbildung 2: <ul style="list-style-type: none"> • neue Eindrücke werden bekannten zugeordnet: Aktivierung von Erregungsmustern • emotionale Zuordnung im limbischen System • Hippocampus filtert sinnhafte Inhalte und knüpft sie an bekannte • nur eine Anknüpfung an Bekanntes ist möglich Abbildung 3: <ul style="list-style-type: none"> • spezifische Verbindungen zwischen Hirnarealen werden aktiviert und angepasst → Musterbildung • Informationen sind verarbeitet (unbewusst) • Erinnerung nun durch Aktivierung des Netzwerkes möglich 	SV/UG	PP/Projektion Schülerergebnis

(Fortsetzung Tabelle 7)

Phase	Inhalt	Sozialform	Medium
	<p>Mögliche Lösung Synapsen – Ebene 2 + 3</p> <p>Abbildung 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> • geringe Effektivität der Erregung aufgrund geringer Rezeptoren (Glutamat) in postsynaptischer Membran • häufige Erregung bewirkt Signalkaskade in postsynaptischem Neuron, wodurch weitere Rezeptoren in die Membran eingebaut werden <p>Abbildung 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> • starke Erregungen im präsynaptischen Neuron führen zur Ausschüttung von Transmittern • bei häufiger Erregung produziert die postsynaptische Zelle Botenstoffe, die in der Präsynapse die Synthese und Ausschüttung von Transmittern verstärken <p>Abbildung 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> • durch die häufige Erregung der Neurone wird eine spezifische Proteinbiosynthese in Gang gesetzt, wodurch sich zusätzlich Synapsen bilden 		
Erarbeitung II	<p>Lebenslanges Lernen</p> <p>Aufgabe: Nehmen Sie basierend auf Ihrem Wissen zur Plastizität des Gehirns kritisch Stellung zur Aussage „Was Fritzchen nicht lernt, lernt Fritz nimmer mehr“.</p> <p>Eine Schülerin oder ein Schüler liest den Text „Was Fritzchen nicht lernt, lernt Fritz nimmer mehr“ vor.</p>	UG	AB Lebenslanges Lernen
Sicherung II	<p>Mögliche Argumente:</p> <p>Die Aussage trifft zu, z. B.: neuronale Fenster bestehen nur in jungen Jahren; große Umbauphasen des Gehirns in jungen Jahren; schnelleres und effektiveres Lernen in jungen Jahren; keine Nervenzellneubildungen im Alter.</p> <p>Die Aussage trifft nicht zu, z. B.: lebenslanger Auf-, Ab- und Umbau von Synapsen; die Anzahl und Stärke der Verknüpfungen zwischen Neuronen ist für das Lernen entscheidend; Lernen baut auf bestehendem Wissen auf.</p>	Murmelfase UG	PP
Hausaufgabe	Vertiefende Übung: Analogie Totempfad bzw. Trampelpfad		AB Totempfad/Trampelpfad

Biologie Q2 SINUS



Sicherungsarbeitsblatt UE4

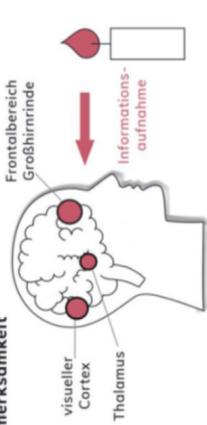
Neuroenhancer? – Plastizität und Lernen

Plastizität und Lernen. Links werden modellhaft die Lernvorgänge dargestellt. Rechts wird die Plastizität des Gehirns, d. h. die Umbaufähigkeit auf neuronaler Ebene, gezeigt.



Lernvorgänge

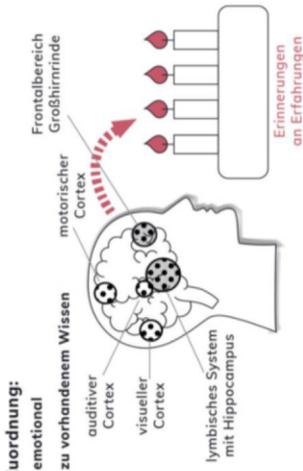
1. Aufmerksamkeit



Erläuterungen:

2. Zuordnung:

- emotional
- zu vorhandenem Wissen



Erläuterungen:

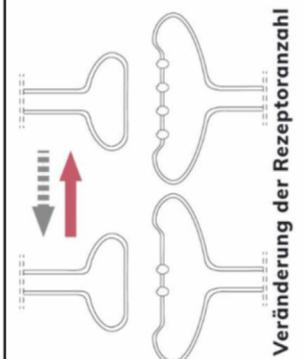
3. Musterbildung



Erläuterungen:

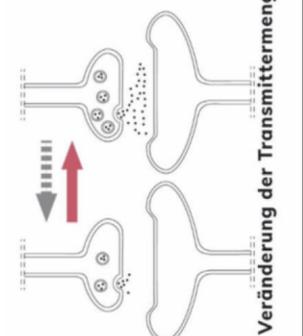


a: Veränderung der Rezeptoranzahl



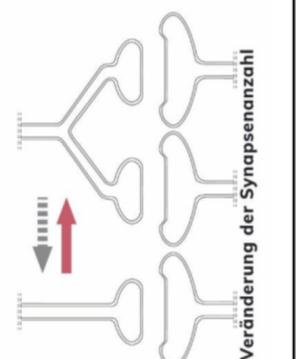
Erläuterungen:

b: Veränderung der Transmittermenge



Erläuterungen:

c: Veränderung der Synapsenanzahl



Erläuterungen:

Abbildung 2: Sicherungsarbeitsblatt (erstellt von Schnassdesign)

Erläuterungen/Hinweise:

- Bei der Sicherung I bietet es sich an, die Schülerergebnisse zu fotografieren und zu projizieren oder eine Dokumentenkamera zu verwenden.
- Bei der Erarbeitung II kann der Text entweder von der Lehrerin / dem Lehrer vorgelesen oder durch die Schülerinnen und Schüler in Einzelarbeit gelesen werden.
- Eine kurze Murmelphase zu Beginn der Sicherung II ist sinnvoll, damit die Schülerinnen und Schüler ihre gerade erarbeiteten Erkenntnisse reorganisieren können.
- Als Hausaufgabe kann man zur Vertiefung die Analogie des Totempfahls (etwas anspruchsvoller) bzw. des Trampelpfads (leichter) von den Schülerinnen und Schülern hinsichtlich der Übertragbarkeit auf die Plastizität des Gehirns analysieren lassen.

Tabelle 8: Unterrichtseinheit 4 (Doppelstunde LK): Die Plastizität des Gehirns für lebenslanges Lernen

Phase	Inhalt	Sozialform	Medium
Einstieg	Schülerinnen und Schüler erhalten zu Beginn Textschnipsel mit Beispielen zu unterschiedlichen Phänomenen der Plastizität aus dem Leben und lesen diese vor. „Was zeigen diese Beispiele über das Gehirn und im Speziellen über das Lernen?“ Überleitung: „Die Wandelbarkeit des Gehirns nennt man auch Plastizität , mit dieser beschäftigen wir uns heute.“	UG	Textschnipsel
Erarbeitung I	Plastizität des Gehirns auf unterschiedlichen Ebenen 1. EA: Stellen Sie die Vorgänge bzw. Veränderungen dar, die die Plastizität des Gehirns ausmachen, indem Sie auf dem Sicherungsarbeitsblatt stichwortartig die Musterbildung auf Ebene 1 beschreiben. 2. PA: Vervollständigen Sie gemeinsam die Abbildung. 3. Zeichnen Sie zu den jeweiligen Schritten entsprechend der Legende neben den jeweiligen Text schematisch die Bildung eines neuronalen Netzes.	TPS	AB Plastizität Ebene 1 AB Plastizität Ebene 2 + 3 AB Sicherung (Abbildung) Hilfeskarte
Sicherung I	Mögliche Lösungen Gehirnareale – Ebene 1, 2, 3 siehe GK Lösung Aufgabe 3: Die Modelldarstellungen sind individuell. Wichtig ist, dass sichtbar wird, dass zunächst Muster aufgebaut werden, die dann bei erneutem Eintreffen aktiviert werden.	SV/UG	PP/Projektion Schülerergebnis
Erarbeitung II	Lebenslanges Lernen Aufgabe: Nehmen Sie basierend auf Ihrem Wissen zur Plastizität des Gehirns kritisch Stellung zur Aussage „Was Fritzchen nicht lernt, lernt Fritz nimmer mehr“. Eine Schülerin oder ein Schüler liest den Text „Was Fritzchen nicht lernt, lernt Fritz nimmer mehr“ vor.	UG	AB Lebenslanges Lernen

(Fortsetzung Tabelle 8)

Phase	Inhalt	Sozialform	Medium
Sicherung II	<p>Mögliche Argumente:</p> <p>Die Aussage trifft zu, z. B.: neuronale Fenster bestehen nur in jungen Jahren; große Umbauphasen des Gehirns in jungen Jahren; schnelles und effektiveres Lernen in jungen Jahren; keine Nervenzellneubildungen im Alter.</p> <p>Die Aussage trifft nicht zu, z. B.: lebenslanger Auf-, Ab- und Umbau von Synapsen; die Anzahl und Stärke der Verknüpfungen zwischen Neuronen ist für das Lernen entscheidend; Lernen baut auf bestehendem Wissen auf.</p>	Murmelfase UG	PP

Erläuterungen/Hinweise:

- Die oben aufgeführten Erläuterungen und Hinweise beim Grundkurs gelten ebenso beim Leistungskurs.
- Der Leistungskurs unterscheidet sich vom Grundkurs vornehmlich durch die Modellarbeit in der Erarbeitung I: Hier wird deutlich, dass der Leistungskurs – im Gegensatz zum Grundkurs – die Plastizität des Gehirns anhand geeigneter Modelle vertiefend erklären kann, wohingegen der Grundkurs keine konkrete Modellarbeit leisten muss. Dieser vertieften und umfänglicheren Erarbeitung sollte eine weitere Unterrichtsstunde zur Verfügung stehen. Hierbei wird die Konzeption der Stunden den unterschiedlichen Kompetenzerwartungen des Grund- und Leistungskurses entsprechend dem Kernlehrplan gerecht.

Unterrichtseinheit 5 (Einzelstunde optional): Wie funktioniert Lernen – Entwicklung individueller Lernstrategien

Erläuterungen/Hinweise:

- Zum Einstieg bietet es sich an, die Schülerinnen und Schüler kurz nach ihren individuellen Lernstrategien (z. B. für Klausuren) zu fragen. In Form einer Meldekette können hierbei viele Schülerinnen und Schüler aktiviert werden und über ihre Lernwege reflektieren.
- In der Erarbeitungsphase können Informationen zum Lernen z. B. aus einem Film gewonnen werden (z. B. aus Planet Schule: <https://www.planet-schule.de/wissenspool/dein-gehirn/inhalt/sendungen/erinnere-dich.html> [03.01.2020] – hier werden u. a. von dem bekannten Neurobiologen Manfred Spitzer Erklärungen zu den Lernstrategien gegeben). Ein Arbeitsauftrag könnte lauten: „Notieren Sie kurz Informationen zu Lernformen, Emotionen und Schlaf.“ (Erwähnung im Film finden Lernformen (Ausprobieren, Nachahmung, Abfragen mit Bewegung, Lernen mit Bildern), Emotionen (Angsteinfluss) und die Reorganisation von Gelerntem im Schlaf im Langzeitgedächtnis (LZG)).
- Alternativ bzw. ergänzend können in einer weiteren Erarbeitungsphase die Schülerinnen und Schüler in arbeitsteiliger Partnerarbeit weitere Informationen sammeln und in einer anschließenden Share-Phase Ratschläge und Tipps für Lernstrategien als Ratgeber formulieren.
- Diese Ratgeber für Lernstrategien werden in der Sicherungsphase von verschiedenen Teams vorgestellt und im Plenum/Unterrichtsgespräch gemeinsam besprochen.

- Hierbei kann der Leistungskurs nochmals konkret die Relevanz der Plastizität des Gehirns für das Lernen ableiten.
- Da diese Stunde sehr lebensweltbezogen für die Schülerinnen und Schüler ist, empfehlen wir sie für den Grundkurs. Im Rahmen des Kernlehrplans ist diese Unterrichtseinheit jedoch nicht dringend erforderlich.

Unterrichtseinheit 6 (Einzelstunde): Bewertung Neuroenhancer

Erläuterungen/Hinweise:

- Aufgrund der beiden recht umfassenden Erarbeitungsphasen sollte eine kurze informative Einstiegsphase erfolgen, in der die Lehrkraft den Rückbezug auf den Reihenkontext und die Problematisierung der Einnahme von Neuroenhancern vornimmt.
- Die Einzelstunde ist in zwei Erarbeitungsphasen unterteilt, wobei in einer ersten Phase die Schülerinnen und Schüler die sachlichen Grundlagen zur Wirkungsweise von Neuroenhancern erarbeiten. In einer zweiten Erarbeitungsphase können die Schülerinnen und Schüler nun aufgrund ihrer fundierten Kenntnislage zum Themenbereich „Plastizität des Gehirns und Lernen“ eine umfassende Bewertung zur Ausgangsfrage „Einnahme von Neuroenhancern?“ vornehmen.
- Die vorgeschlagene Vorgehensweise der Bewertung ist angelehnt an Methodenseiten der gängigen Lehrwerke. Hier können auch ethische Theorien nachgelesen werden. Es hat sich daher bewährt, dass die Schülerinnen und Schüler auch die Schulbücher zur Erarbeitung heranziehen.
- Auf dem Arbeitsblatt zur Bewertung sind bereits Beispiele für Handlungsoptionen und Werte genannt, sodass Hilfen für eine zielführende Erarbeitung gegeben sind.

Unterrichtseinheit 7 (Doppelstunde): Alzheimer Mystery

Aufgabenblatt...

Warum braucht Herr Müller einen Stadtplan?



Hintergrund

Herr Müller ist 72 Jahre alt. Er lebt mit seiner Frau Susanne in einem schönen Reihenhaus am Stadtrand von Düsseldorf. Früher hatte er viele Hobbys und ging viel wandern. Auch traf er sich oft mit ehemaligen Arbeitskollegen. Er hat in einem Aluminium-Werk als Schweißer gearbeitet. Doch die Kontakte sind weniger geworden. Herr Müller zieht sich mehr und mehr zurück. Jetzt geht er meist mit seiner Frau raus. Wenn seine Frau verhindert ist, nimmt er einen Stadtplan, in den seine Frau alle wichtigen Orte aus seinem Alltag eingezeichnet hat. Oft geht er aber auch gar nicht mehr aus dem Haus, sondern sitzt niedergeschlagen in seinem Sessel.

Aufgabenstellung

- 🔍 Lesen Sie das Arbeitsmaterial (die Mystery-Karten) durch. Klären Sie Verständnisprobleme untereinander.
- 🔍 Lösen Sie das Rätsel, indem Sie die Mystery-Karten nach einer logischen Reihenfolge sortieren.
- 🔍 Erstellen Sie ein Fließdiagramm zur Beantwortung der Frage nach folgender Gliederung: *Frage, Hypothese, Hinweise aus den Karten (geordnet nach Relevanz), Beantwortung der Frage*. Begründen Sie Ihre Wahl der Hinweise und Ihre Antwort.

Abbildung 3: Unterrichtseinheit 7

Erläuterungen/Hinweise und Unterschiede Grundkurs und Leistungskurs:

- Der eigentliche Rahmen der Unterrichtsreihe „Plastizität des Gehirns und Lernen“ ist in der vorherigen Stunde durch die Bewertung der Einnahme abgeschlossen. Es bietet sich allerdings an, die inhaltliche Erarbeitung der degenerativen Erkrankung hier direkt anzuschließen, da die Schülerinnen und Schüler die neurobiologischen Grundlagen und den Umgang mit bildgebenden Verfahren präsent haben und diese sogar hier vertiefen können.
- Diese Stunde ist insofern optional, als dass die Kompetenz („recherchieren und präsentieren aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse zu einer degenerativen Erkrankung“) auch in einem anderen Stundenkontext bereits angebahnt wurde. Es bietet sich aber besonders im Kontext von Neuroenhancern an, diese Kompetenz zu integrieren, da hier alle in dieser Reihe erworbenen Kompetenzen zusammengeführt, vertieft und angewandt werden, z. B. Zeichnungen von fMRT-Bildern und PET-Scans.

- Es erfolgt eine Differenzierung zwischen Leistungs- und Grundkurs, indem der Leistungskurs die degenerative Krankheit Alzheimer mit den Symptomen einer Depression vergleicht, der Grundkurs hingegen auf die Recherche zu Alzheimer fokussiert ist.
- Die Methode Mystery eignet sich besonders gut, um die wissenschaftlichen Erkenntnisse zu recherchieren und zu präsentieren (Kommunikationskompetenz).
- Die vierte Aufgabenstellung kann ggf. auch im Anschluss in einer zweiten Erarbeitungsphase oder als Hausaufgabe erfolgen. Sie nimmt hier aber auch erfahrungsgemäß nichts vorweg, da die Karteninhalte die Krankheit Alzheimer direkt offenlegen. Die Bearbeitung der Schülerinnen und Schüler soll vielmehr einerseits das wissenschaftliche Vorgehen schulen, andererseits eine Erklärung auf molekularbiologischer Ebene beinhalten.

3 Zusammenfassung, Schlussfolgerungen und Perspektiven

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass die erstellte Unterrichtsreihe die Erarbeitung des inhaltlichen Schwerpunktes „Plastizität und Lernen“ effektiv ermöglicht und eine mögliche Grundlage für eine Klausur darstellt, wobei die einzelnen Unterrichtseinheiten auch losgelöst von der dargestellten Reihe in eine individuelle Planung integriert werden können. Die Differenzierungsmaterialien sowie die flexible Handhabung der Materialien ermöglichen die Übertragung auf verschiedene Lerngruppen. Die Schülerinnen und Schüler berichten über eine hohe Lernmotivation aufgrund des realen Lebensweltbezugs. Sie bewerten die selbst erstellten BrainMaps als gute Grundlage für ihren Lernprozess und damit auch als sinnvolle Unterstützung im Rahmen der Abiturvorbereitungen. Die Unterrichtsreihe bietet eine sinnvolle nachhaltige Aneignung von Fähigkeiten zur Modellarbeit – vor allem auch auf der Metaebene.

Perspektivisch können kontextualisierte Unterrichtseinheiten besonders für den gesamten Themenbereich Neurobiologie erstellt werden, um den Schülerinnen und Schülern einen motivierenden Rahmen für die sehr abstrakten Unterrichtsinhalte zu schaffen. Insbesondere die Grundkurse können hierdurch eine höhere Lernmotivation erhalten. Auch die Entwicklung der Brain-Map kann auf andere Unterrichtssequenzen – nicht nur in der Neurobiologie – übertragen werden.

Literatur

- Dodou, K. & Nazar, H. (2013). Cognitive enhancers: what they are, how they work and what is in the pipeline. *The Pharmaceutical Journal* 290, 205. Verfügbar unter <https://www.pharmaceutical-journal.com/news-and-analysis/cognitive-enhancers-what-they-are-how-they-work-and-what-is-in-the-pipeline/11117394.fullarticle?firstPass=false> [10.01.2020].
- Friedrichs, D. & Edeler, I. (2018). Erkenntnisgewinnung im Biologieunterricht. Eine Unterrichtsreihe zur Entwicklung des Biomembran-Modells im historischen Erkenntnisweg. In G. Trendel & J. Roß (Hrsg.), *SINUS.NRW: Verständnis fördern – Lernprozesse gestalten. Mathematik und Naturwissenschaften weiterdenken* (Beiträge zur Schulentwicklung | Praxis, 1. Auflage) (S. 175–192). Münster: Waxmann.

- Metzinger, T. (2013). *Zehn Jahre Neuroethik des pharmazeutischen kognitiven Enhancements*. Verfügbar unter <http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/bioethik/160497/neuroethik-des-pharmazeutischen-kognitiven-enhancements#footnode22-22> [10.01.2020].
- Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (2014). *Kernlehrplan für die Sekundarstufe II Gymnasium, Gesamtschule in Nordrhein-Westfalen*. Biologie. Düsseldorf.
- Mohamed, A. D. & Sahakian, B. J. (2012). The ethics of elective psychopharmacology. *International Journal of Neuropsychopharmacology* 15, 559–571.
- Mühlhausen, J. & Pütz, N. (Hrsg.) (2013). *Mysterys im Biologieunterricht* (3. Aufl.). Hallbergmoos: Aulis.
- Roth, G. (2015). *Bildung braucht Persönlichkeit – Wie Lernen gelingt*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Schirp, H. (2007). Dem Lernen auf der Spur. Neurobiologische Modellvorstellungen und neurodidaktische Zugänge zur Lern- und Unterrichtsgestaltung. In Ministerium für Schule und Weiterbildung des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), *Unterrichtsgestaltung in naturwissenschaftlichen Fächern* (S. 8–22). Stuttgart: Klett.
- Schuler, S. (2005). Mysterys als Lernmethode für globales Denken. *Praxis Geographie* 4, 22–27.
- Stanat, P., Schipolowski, S., Mahler N., Weirich, S. & Henschel, S. (Hrsg.) (2019). *IQB-Bildungstrend 2018. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen am Ende der Sekundarstufe I im zweiten Ländervergleich*. Münster: Waxmann.

Projektgruppe

Isabel Edeler, Theodor-Heuss-Gymnasium Essen

Dr. Dagmar Friedrichs, Albertus-Magnus-Gymnasium Bensberg