

Pädagogisches Rahmenwerk

Natural Entrepreneurs - Mit MINT und der Natur nachhaltige Lösungen in der Schule schaffen

unter Leitung der Bernu Vides Skola, Lettland
angepasst auf die deutsche Bildungslandschaft, Sept 2023

Nachhaltige Lösungen gemäß der Nachhaltigkeitsziele der UN ("SDGs") lassen sich von jedem mit Hilfe eines geeigneten Prozesses und der Natur als Inspirationsquelle entwickeln. Dies ist die Philosophie von Natural Entrepreneurs ("NatEnt"). Das Herzstück von Biomimicry, dem "Nachahmen der Natur", ist die Fähigkeit, die Natur zu beobachten, zu erkennen, wie sie funktioniert, und die Lehren aus der Natur auf die Herausforderungen des menschlichen Designs anzuwenden. Biomimicry bietet hervorragende Möglichkeiten für SchülerInnen hervorragende Möglichkeiten, MINT-Kompetenzen zu entwickeln und eine Verbindung zur Betriebswirtschaftslehre herzustellen.

I.) Der pädagogische Ansatz

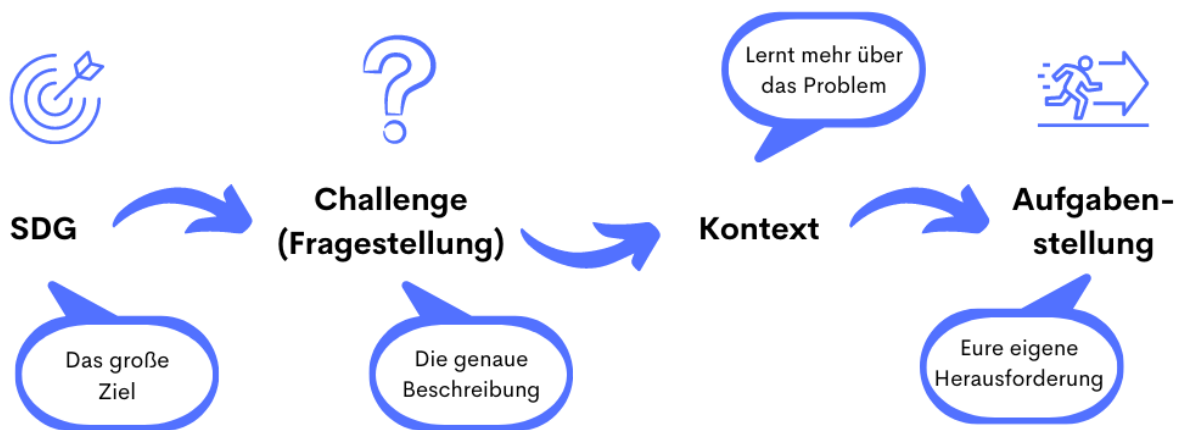
Klimawandel, Zerstörung und Verlust der biologischen Vielfalt sind nur einige der ökologischen Herausforderungen, denen unser Planet gegenübersteht. Die Europäische Umweltagentur (EUA) räumt ein, dass Europa seine Ziele für nachhaltige Entwicklung bis 2030 ohne dringende Maßnahmen nicht erreichen wird. Der Ansatz mit Biomimikry ist dafür eine vielversprechende Möglichkeit, die sich auf 3,8 Milliarden Jahre Forschung in der Natur stützt.

Biomimikry-Innovationen sind weltweit ein Treiber von Innovation in Wirtschaft und Gesellschaft. Eine beträchtliche Anzahl von Arbeitgebern setzt bereits auf Biomimikry-Ansätze, um den Erfolg und die Weiterentwicklung ihrer Produkte und Dienstleistungen zu fördern. Natural Entrepreneurs hilft jungen Menschen, darüber nachzudenken, welche Art von Zukunft sie sich wünschen. Wie können sie zu dieser Zukunft beitragen? Kann sie Wirklichkeit werden?

Der Biomimikry-Design-Prozess

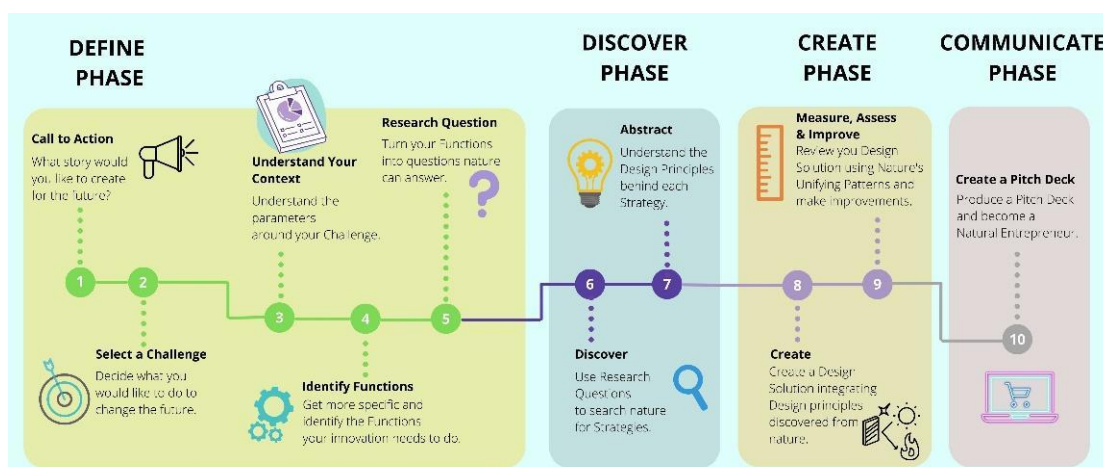
Der pädagogische Rahmen von Natural Entrepreneurs befasst sich mit der Wechselbeziehung zwischen Wissenschaft, Unternehmertum und digitalen Kompetenzen unter Verwendung des Biomimikry-Designs und stützt sich auf die UN-Ziele für nachhaltige Entwicklung.

Natural Entrepreneurs schlägt den integrierten Biomimikry-Designprozess vor, der aus vier Hauptphasen besteht: DEFINIEREN, ENTWICKELN, ENTDECKEN, UMSETZEN - mit angeleiteten Aktivitäten und Aufgaben zur Zusammenarbeit in jeder Phase; diese sind in der NatEnt-Plattform detailliert beschrieben.



Der Prozess ist eine Lernreise, die so konzipiert ist, dass sie durch eine Mischung aus Präsenzunterricht und Online-Lernen vermittelt wird. Das Lernen im Klassenzimmer dient dazu, Recherchen durchzuführen und Informationen aufzubereiten. Die NatEnt-Plattform wird für den Austausch von Forschungsergebnissen und Daten sowie für die Interaktion mit anderen Teams, die die Plattform nutzen, genutzt, um die Zusammenarbeit anstelle des Wettbewerbs zu fördern.

Der Original-Prozess des Natural Entrepreneur-Projektes



Verbindungen von Biomimikry mit schulischen Prozessen

Im Anhang 1 befindet sich die formale Referenz des Biomimikry-Prozesses im Natural Entrepreneur-Projekt zum schulischen Curriculum; Anhang 2 zeigt die Verwendung im Rahmen des "Middle Year Programme"-Konzepts. Der Rahmen beinhaltet eine Reihe von Schlüsselideen, die forschendes Lernen, lösungs-orientiertes Design und nachhaltige Entwicklung unterstützen.

Das Projekt kann im Unterricht, während einer Projektwoche oder als außerschulische Aktivität durchgeführt werden. Es eignet sich für 14- bis 18-jährige SchülerInnen, kann aber auch an andere Altersgruppen angepasst werden - der Umfang der Unterstützung, die die Lehrkraft den SchülerInnen bietet, wird variieren.

Doppeldiamant-Designmodell

Der Doppeldiamant ist ein häufig verwendetes Modell innerhalb des Design Thinking, das den meisten Designprozessen zugrunde liegt. Das NatEnt-Modell integriert den doppelten Diamanten. Der entscheidende Unterschied liegt darin, dass sich die Forschung auf die Inspiration durch die Natur konzentriert und die natürlichen Funktionen in menschliche Designprinzipien übersetzt.

TPACK

NatEnt mischt forschungsbasiertes Lernen durch Online- und Klassenraumaufgaben. Das TPACK-Konzept, "Technological Pedagogical And Content Knowledge", bietet einen guten Rahmen, um zu verstehen, wie die Online-Plattform am besten genutzt werden kann, um das Erlernen von Inhalten und Prozesswissen zu unterstützen, so dass die Plattform die Lernerfahrung verbessert und nicht davon ablenkt.

SDGs - Ziele für nachhaltige Entwicklung

jede Aufgabe auf der NatEnt-Plattform bezieht sich eindeutig auf eines der SDGs, wobei die SDGs auch genutzt werden, um die Lernenden in das Konzept und die Notwendigkeit einer nachhaltigen Entwicklung einzuführen.

Lernen im Freien

In der Entdeckungsphase des Rahmenprogramms werden die Lernenden ermutigt, direkt von der natürlichen Welt in ihrer Umgebung zu lernen, erfolgreiche Organismen zu erforschen und zu untersuchen, wie erfolgreiche Strategien in der Natur angepasst werden können.

Forschungsbasiertes Lernen

der gesamte NatEnt-Rahmen basiert auf einem Forschungsansatz. In allen Phasen werden die Lernenden dazu angehalten, ihre eigenen Recherchen durchzuführen und darüber nachzudenken, wie diese im Rahmen ihrer Aufgabe genutzt werden können. Außerdem werden die Lernenden ermutigt, die Arbeit anderer Teams auf der Plattform zu untersuchen und sich zu fragen, wie sie die Arbeit anderer sinnvoll nutzen können, um ihre eigene zu verbessern.

MINT

NatEnt wird am besten als Teil eines fächerübergreifenden Programms angeboten. Die Naturwissenschaften (Biologie, Physik, Chemie) spielen eine wichtige Rolle beim Verständnis der Funktionsweise der Natur. Design und Technologie tragen dazu bei, Ideen in praktikable Lösungen umzuwandeln, unterstützt durch die entsprechende Wissenschaft. Die sogenannten MINT-Fächer (mehr Informationen in Anhang 3), Wirtschaft und Unternehmertum unterstützen die Umsetzung von Ideen in potenzielle Umsetzungsmöglichkeiten.

II.) Einflussnahme auf Ideen und Prozesse

Der erste Teil bot einen kurzen Überblick über die wichtigsten Einflüsse, die dem NatEnt-Rahmen zugrunde liegen. Nachfolgend finden Sie eine detailliertere Übersicht über diese Einflüsse, die für Pädagogen und Forscher von Interesse sein werden, die verstehen wollen, wie NatEnt Lernende unterstützt.

Die Ziele für nachhaltige Entwicklung (Sustainable Development Goals, SDGs) wurden 2015 von der internationalen Gemeinschaft als Teil der UN-Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung festgelegt, mit der sich die Länder der Welt gemeinsam verpflichtet haben, die Armut zu beseitigen, nachhaltige und integrative Entwicklungslösungen zu finden, die Menschenrechte für alle zu gewährleisten und generell sicherzustellen, dass bis 2030 niemand zurückgelassen wird.

Die Nachhaltigkeitsziele der UN übernommen von der [deutschen Bundesregierung](#)



Es wurden 17 SDGs mit 169 zugehörigen Zielen festgelegt, die bis 2030 erreicht werden sollen. Sie befassen sich mit den globalen Herausforderungen, vor denen die Welt steht, und gehen alle Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung auf ausgewogene und integrierte Weise an.

Im Projekt Natural Entrepreneurs konzentrieren wir uns auf 6 (8) Ziele, aber die Plattform ist flexibel, um Herausforderungen im Zusammenhang mit jedem SDG zu bewältigen.





Der Europäische Green Deal ist eine EU-Strategie zur Umsetzung der Agenda 2030 der Vereinten Nationen und der Ziele für nachhaltige Entwicklung.

Diese Strategie zielt darauf ab, die EU in eine gerechte und wohlhabende Gesellschaft mit einer modernen, ressourceneffizienten und wettbewerbsfähigen Wirtschaft zu verwandeln, in der die EU bis 2050 kohlenstoffneutral ist.

Und wie? Der Übergang muss gerecht und integrativ sein. Da er erhebliche Veränderungen mit sich bringen wird, sind die aktive Beteiligung der Öffentlichkeit und das Vertrauen in den Übergang von entscheidender Bedeutung, wenn die Maßnahmen funktionieren und akzeptiert werden sollen.

Alle Bürger in ihrer ganzen Vielfalt, nationale, regionale und lokale Behörden, die Zivilgesellschaft und die Industrie, die eng mit den EU-Institutionen und beratenden Gremien zusammenarbeiten. Europäischer Klimapakt zur Einbindung der Bürger und aller Teile der Gesellschaft in Klimaschutzmaßnahmen.

Rechts: EU-Politik zur Erreichung des Green Deals gemäß der Europäischen Kommission

	Nationale Vorgaben und Beiträge	Jüngste verfügbare Daten	2020	2030	Bewertung des Ambitionsniveaus für 2030
	Verbindliches Ziel für die Verringerung der Treibhausgasemissionen gegenüber 2005 gemäß der Lastenteilungsverordnung (ESR) (in %)	-8 %	-14 %	-38 %	Wie in ESR
	Nationale Vorgabe/nationaler Beitrag für erneuerbare Energie: Anteil der Energie aus erneuerbaren Quellen am Bruttoendenergieverbrauch (in %)	16,5 (2018)	18	30	Angemessen (30 % ist das Ergebnis der Formel für erneuerbare Energie)
	Nationaler Beitrag zum Energieeffizienzziel Primärenergieverbrauch (Mio. t RÖE) Endenergieverbrauch (Mio. t RÖE)	291,7 215,4	276,6 194,3	216 185	Ausreichend Mäßig
	Stromverbundgrad (in %)	11,4 %	11,4 %	Keine Angabe	Nicht verfügbar

Quelle: Europäische Kommission, Energiestatistiken, Energiedatenblätter: EU-Mitgliedstaaten; Europäisches Semester nach Ländern; endgültiger nationaler Energie- und Klimaplan Deutschlands.

Um den europäischen "Green Deal" zu verwirklichen, muss die Politik für die Versorgung mit sauberer Energie in allen Bereichen der Wirtschaft, der Industrie, der Produktion und des Verbrauchs, der großen Infrastrukturen, des Verkehrs, der Lebensmittel und der Landwirtschaft, des Bauwesens, der Besteuerung und der Sozialleistungen überdacht werden. Um diese Ziele zu erreichen, muss dem Schutz und der Wiederherstellung natürlicher Ökosysteme, der nachhaltigen Nutzung von Ressourcen und der Verbesserung der menschlichen Gesundheit mehr Bedeutung beigemessen werden. Die EU sollte auch den notwendigen digitalen Wandel und die entsprechenden Instrumente fördern und in sie investieren, da diese für den Wandel unerlässlich sind.

Biomimikry ist ein starker Ansatz zur Erreichung der recht groben Ziele der EU, indem SchülerInnen einbezogen werden, ihre Zukunft auf der Grundlage der von der Natur verwendeten Strategien neu

zu gestalten, und ausgewählte Herausforderungen alle wichtigen Aspekte des Europäischen Green Deal abdecken.

Biomimikry

Biomimikry ist eine Designmethode, die Erkenntnisse aus der Natur als Inspiration für nachhaltiges Design nutzt. Es handelt sich um einen interdisziplinären Ansatz, der Natur, Biologie, Design und Technologie zusammenbringt. Biomimikry hat das Potenzial, nicht nur für Design eingesetzt zu werden - eines ihrer Potenziale liegt in der Bildung.

Der Reichtum der Natur bietet der Menschheit eine Fülle von Wissen, um die größten Herausforderungen unserer Zeit zu bewältigen, wenn wir uns nur dafür entscheiden, hinzusehen. Janine Benyus verwendete den Begriff Biomimikry erstmals in ihrem Buch "Biomimicry: Innovation Inspired by Nature" (1997). Von den griechischen Wörtern "bios" für Leben und "mimesis" für Nachahmung abgeleitet, bedeutet Biomimikry die Nutzung von Wissen aus der Natur als Inspiration für nachhaltiges Design.

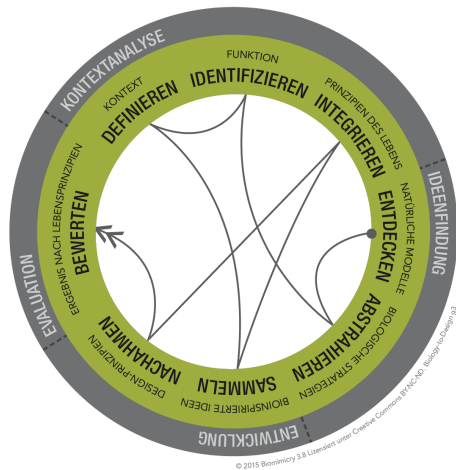
Die drei Elemente von Biomimikry: Ethos, Verbindung und Nachahmung.

- Das Ethos-Element inspiriert die ethischen Absichten und erklärt die zugrunde liegende Philosophie, warum und zu welchem Zweck Biomimikry praktiziert werden sollte. Ethos steht für unseren Respekt, unsere Verantwortung und unsere Dankbarkeit gegenüber unseren Artgenossen und dem Planeten Erde, unserem Zuhause.
- Das Element Verbindung (englisch: (re)connect) bringt das Verständnis zum Ausdruck, dass wir als Menschen die Natur sind. Laut Benyus werden Natur und Mensch heute oft als getrennte Teile gesehen. Das Ziel der Biomimikry ist es, diese beiden wieder zu vereinen. (Re)connecting ist eine Praxis und eine Denkweise, die diese Beziehung zwischen Menschen und dem Rest der Natur erforscht und vertieft.
- Das Element der Nachahmung (englisch: emulate) bringt Biomimikry in ihrer praktischsten Form zum Ausdruck: die Suche nach nachhaltigen Lösungen durch das Verständnis von Prinzipien, Mustern, Strategien und Funktionen der Natur.

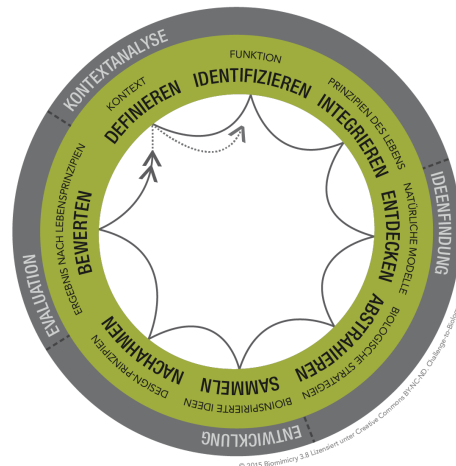
Biomimikry-Denken liefert den Kontext dafür, wo, wie, was und warum Biomimikry in den Prozess einer beliebigen Disziplin oder eines beliebigen Maßstabs von Design passt. Biomimikry-Denken ist ein Rahmen, der den Menschen helfen soll, Biomimikry bei der Gestaltung von allem zu praktizieren. Es gibt vier Bereiche, in denen die Biomimikry den größten Nutzen für den Designprozess bringt (unabhängig von der Disziplin, in die sie integriert wird): Scoping, Entdecken, Gestalten und Bewerten. Die Befolgung der spezifischen Schritte innerhalb jeder Phase trägt dazu bei, die erfolgreiche Integration der Strategien des Lebens in menschliche Entwürfe sicherzustellen.

Für die Anwendung des biomimetischen Denkens gibt es zwei mögliche Wege. Man kann entweder von der Biologie ausgehen oder von einer (technischen oder sozialen) Herausforderung. Der erste Weg (von der Biologie zum Design) beginnt mit einem Organismus, einem Ökosystem oder einem natürlichen Phänomen. Wenn ein Designer oder Ingenieur beispielsweise ein natürliches Objekt (z.B. einen Baum) beobachtet, kann er sich die Frage stellen: "Was können wir von dem Baum

darüber lernen, wie die Blätter auf den Ästen angeordnet sind? Der zweite Weg (Herausforderung an die Biologie) beginnt mit einer gegebenen Herausforderung. Dabei kann es sich um eine Aufgabe wie "Kühlung der Nachbarschaft im Sommer" oder "Fliegen über große Entfernungen" handeln. Die beiden möglichen Wege sind in der folgenden Tabelle dargestellt.



BIOMIMICRY THINKING
 Biomimicry DesignPerspektive
BIOLOGY-TO-DESIGN
 Biomimicry 3.8 | Biomimicry.net



BIOMIMICRY THINKING
 Biomimicry DesignPerspektive
CHALLENGE-TO-BIOLOGY
 Biomimicry 3.8 | Biomimicry.net

<p>Schauen Sie sich einen Baum an. Welche Merkmale kannst du entdecken, und was können wir von diesem Baum oder von Bäumen im Allgemeinen lernen?</p>	<p>Der Klimawandel stellt eine große Herausforderung dar, und es könnte interessant sein, sich von der Natur inspirieren zu lassen, wie man dieses Problem angehen kann.</p>
<p>Wie kommt es, dass es unter den Bäumen kühler ist als einen Kilometer entfernt an der Straße?</p>	<p>Reduzierung der CO2-Emissionen im Luftverkehr/Flugzeuge.</p>
<p>Was können wir von einem Baum über die "Abkühlung der Umgebung" lernen?</p>	<p>Wie fliegen Lebewesen in der Natur über große Entfernungen, ohne viel Energie zu verbrauchen?</p>
<p>Die Verdunstung von Wasser und die Erzeugung von Schatten tragen beide zur Abkühlung der Umgebung bei.</p>	<p>Schauen Sie sich die Samen von Bäumen und anderen Pflanzen an, und betrachten Sie "weit entfernte" Vögel wie den Albatros.</p>

Wie können wir dieses Prinzip auf Gebäude in der Stadt anwenden?	Die Verwendung einer bestimmten Form (Albatrosflügel, Samen eines Ahornbaums) und eines bestimmten Materials (porös, leicht).
Legen Sie flache Wasserreservoirs auf den Dächern hoher Gebäude an, die sich bei Regen füllen und bei einer bestimmten Temperatur zu verdunsten beginnen.	Herstellung von Flugzeugflügeln aus leichten Materialien in Kombination mit einer Struktur/Form, die das Prinzip des Auftriebs nutzt.

Im Projekt Natural Entrepreneurs beginnen wir mit der Herausforderung, die die Schüler lösen wollen, und alle Herausforderungen sind mit den SDGs verbunden.

Muster und Prinzipien der Natur

Mit den "Nature's Unifying Patterns" ("NUP") wird versucht, die 10 wichtigsten Lehren aus der natürlichen Welt zu identifizieren, die in einem Designprozess berücksichtigt werden sollten. Wir nennen sie "Nature's Unifying Patterns", weil Beispiele für diese Muster in der Mehrheit des Lebens auf der Erde zu finden sind.

10 verbindende Muster der Natur, die es zu beachten gilt

- Die Natur nutzt nur die Energie, die sie braucht, und stützt sich auf frei verfügbare Energie.
- Die Natur recycelt alle Materialien.
- Die Natur ist widerstandsfähig gegenüber Störungen.
- Die Natur neigt dazu, zu optimieren statt zu maximieren.
- Die Natur bietet gegenseitigen Nutzen.
- Die Natur arbeitet mit Informationen.
- Die Natur verwendet Chemikalien und Materialien, die für Lebewesen sicher sind.
- Die Natur baut mit reichlich vorhandenen Ressourcen und setzt seltene Ressourcen nur sparsam ein.
- Die Natur ist lokal abgestimmt und reaktionsfähig.

Die Natur nutzt die Form, um die Funktionalität zu bestimmen. Wir sprechen die NUPs schon früh im Entwurfsprozess an, um sicherzustellen, dass die Ideen der Schüler auf diesen Mustern beruhen, und nutzen sie auch zur Bewertung von Entwurfslösungen.

Weiterführende Referenzen und Quellen finden sich in Anhang 4.

Wissen und Kompetenzen

Bei dem Projekt handelt es sich um eine Synergie zwischen Natur und Wirtschaft (und nicht um sich gegenseitig ausschließende Gegner, wie es derzeit wahrgenommen wird). In unserer Vision arbeiten die Unternehmer mit der Natur zusammen, anstatt sie zu benutzen. Die Entwicklung von

Biomimikry-Ideen gibt den Schülern die Möglichkeit, das erworbene Wissen in realen Produkten anzuwenden.

Die hier präsentierten Fähigkeiten richten sich nach dem Rahmenwerk der EU "Key competences for lifelong learning – a European reference framework: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/297a33c8-a1f3-11e9-9d01-01aa75ed71a1/language-en>".

MINT-Fächer bieten die grundlegenden **Kenntnisse und Kompetenzen**, die in der Biomimikry genutzt werden können. Die Biologie lehrt uns z. B., wie der Nährstoffkreislauf im Wald funktioniert, und kann uns dabei helfen, zu erkennen, wie technische Nährstoffe im Produktdesign zirkulieren können. Die Chemie zeigt uns, wie die Natur mit einfachen Formeln unendlich viele Formen schafft, die sich wieder in harmlose Elemente auflösen. Die Physik zeigt, wie Kräfte genutzt werden können, um den Energieverbrauch zu senken. Und schließlich kann die Technik die Wissenschaft der Natur nutzen, um neue Produkte, Verfahren und Systeme zu entwickeln, die die Natur widerspiegeln. Die Biomimikry gibt uns die Werkzeuge an die Hand, um die Welt zum Besseren zu verändern, und das Unternehmertum lehrt uns, wie wir dies in unserer sozioökonomischen Realität umsetzen können.

Naturwissenschaftliche Kompetenz bezieht sich auf die Fähigkeit und Bereitschaft, die natürliche Welt zu erklären, indem man den Wissensbestand und die angewandte Methodik, einschließlich Beobachtung und Experiment, nutzt, um Fragen zu ermitteln und evidenzbasierte Schlussfolgerungen zu ziehen. Kompetenzen in den Bereichen Technologie und Ingenieurwesen sind Anwendungen dieses Wissens und dieser Methodik als Antwort auf erkannte menschliche Wünsche oder Bedürfnisse. Kompetenzen in den Bereichen Wissenschaft, Technologie und Ingenieurwesen beinhalten ein Verständnis für die durch menschliches Handeln verursachten Veränderungen und die Verantwortung des einzelnen Bürgers.

In den Bereichen **Wissenschaft, Technologie und Ingenieurwesen** umfassen die wesentlichen Kenntnisse die Grundprinzipien der natürlichen Welt, die grundlegenden wissenschaftlichen Konzepte, Theorien, Prinzipien und Methoden, die Technologie und die technologischen Produkte und Prozesse sowie das Verständnis der Auswirkungen von Wissenschaft, Technologie, Ingenieurwesen und menschlichen Tätigkeiten im Allgemeinen auf die natürliche Welt. Diese Kompetenzen sollten den Einzelnen in die Lage versetzen, die Fortschritte, Grenzen und Risiken wissenschaftlicher Theorien, Anwendungen und Technologien in der Gesellschaft als Ganzes besser zu verstehen (in Bezug auf Entscheidungsfindung, Werte, moralische Fragen, Kultur usw.).

Zu den **Fähigkeiten** gehören das Verständnis der Wissenschaft als Prozess der Untersuchung durch spezifische Methoden, einschließlich Beobachtungen und kontrollierter Experimente, die Fähigkeit, logisches und rationales Denken zur Überprüfung einer Hypothese einzusetzen, und die Bereitschaft, die eigenen Überzeugungen zu verwerfen, wenn sie im Widerspruch zu neuen experimentellen Erkenntnissen stehen. Dazu gehört auch die Abi

Unternehmerische Kompetenz bezieht sich auf die Fähigkeit, Chancen und Ideen zu nutzen und sie in Werte für andere umzuwandeln. Sie beruht auf Kreativität, kritischem Denken und Problemlösung, Eigeninitiative und Ausdauer sowie auf der Zusammenarbeit bei der Planung und Verwaltung von Projekten mit kulturellem, sozialem oder finanziellem Wert.

Der EU-Rahmen für unternehmerische Kompetenz definiert Unternehmertum als eine bereichsübergreifende Kompetenz, die für alle Lebensbereiche gilt: von der Förderung der persönlichen Entwicklung über die aktive Teilnahme an der Gesellschaft bis hin zum (Wieder-)Einstieg in den Arbeitsmarkt als Angestellter oder als Selbständiger und auch zur Gründung von (kulturellen, sozialen oder kommerziellen) Unternehmen. Es baut auf einer weit gefassten Definition von Unternehmertum auf, die sich auf die Schaffung kultureller, sozialer oder wirtschaftlicher Werte bezieht. Er umfasst daher verschiedene Arten von Unternehmertum, darunter Intrapreneurship, soziales Unternehmertum, grünes Unternehmertum und digitales Unternehmertum.

Biomimikry-Kompetenzen sind spezifische Kompetenzen, die im Rahmen des NatEnt-Projekts entwickelt werden sollen:

- Die Schüler können funktionales Design in der Natur erkennen, ein größeres Bewusstsein und eine größere Wertschätzung für herausragendes Design in der Natur entwickeln und erkennen, wie die Natur als elegantes und eng miteinander verbundenes System funktioniert.
- Die Schüler können wesentliche Bedürfnisse und Möglichkeiten erkennen, die durch Designinnovationen für Produkte, Prozesse und Systeme angesprochen werden können.
- Die Studierenden können die Folgen der Anwendung von Biomimikry-Lösungen abschätzen.
- Die Schüler können Prinzipien der Nachhaltigkeit aus der Funktionsweise der natürlichen Welt ableiten.
- Die Schüler können analoge Kreativität für Innovationen nutzen, indem sie biologische Modelle als Inspiration für Lösungen von Designherausforderungen verwenden.

Der Lernansatz

Die Biomimikry nimmt uns mit auf eine Reise zur Entdeckung der Prinzipien, die die Natur zu einem Modell der Nachhaltigkeit machen. Sie bietet die Möglichkeit zu erforschen, wie diese Prinzipien dazu beitragen können, einige der größten Herausforderungen zu bewältigen, vor denen die Menschheit heute steht, wie z. B. der Klimawandel und die zunehmende Abfallmenge und Verschmutzung. Es befähigt die Schülerinnen und Schüler, ihre neuen Kompetenzen anzuwenden, um echte, funktionierende Lösungen zu schaffen. Biomimikry ist eine einzigartig wertvolle pädagogische Unterrichtspraxis, weil sie das Interesse der SchülerInnen wecken und Begeisterung erzeugen kann (Stier, 2021) und weil sie in der Lage ist, das Dogma, das mit Nachhaltigkeitsdebatten verbunden ist, zu durchbrechen und eine praktische Nachhaltigkeit in Aktion zu vermitteln.

Das **forschende Lernen** ist ein Lernansatz, der die Rolle des Schülers im Lernprozess betont. Die Schüler werden ermutigt, den Stoff zu erforschen, Fragen zu stellen und Ideen auszutauschen. Beim forschenden Lernen werden verschiedene Lernansätze verwendet, darunter Diskussionen in Kleingruppen und angeleitetes Lernen. Anstatt Fakten und Material auswendig zu lernen, lernen die Schüler durch Handeln. Dies ermöglicht es ihnen, Wissen durch Erkundung, Erfahrung und Diskussion aufzubauen.

Aus der Sicht der Schüler konzentriert sich das forschende Lernen auf die Untersuchung einer offenen Frage oder eines Problems. Sie müssen auf der Grundlage von Fakten argumentieren und kreative Problemlösungen finden, um zu einer Schlussfolgerung zu gelangen, die sie verteidigen oder präsentieren müssen.

Aus der Sicht des Lehrers konzentriert sich der forschende Unterricht darauf, die Schüler über die allgemeine Neugier hinaus in den Bereich des kritischen Denkens und Verstehens zu bringen. Die Lehrkräfte ermutigen die Schülerinnen und Schüler, Fragen zu stellen, und unterstützen sie während des Untersuchungsprozesses, indem sie wissen, wann sie beginnen und wie sie eine Untersuchungsaktivität strukturieren sollen.

Designbasiertes Lernen (DBL) ist eine forschungsbasierte Form des Lernens, die auf der Integration von Design Thinking und dem Designprozess im Klassenzimmer basiert. Designbasierte Lernumgebungen finden sich in vielen Disziplinen, einschließlich derjenigen, die traditionell mit Design in Verbindung gebracht werden (z. B. Kunst, Architektur, Ingenieurwesen, Innenarchitektur, Grafikdesign), aber auch in anderen, die normalerweise nicht als designbezogen gelten (Naturwissenschaften, Technik, Wirtschaft, Geisteswissenschaften). DBL wird ebenso wie projektbasiertes Lernen und problembasiertes Lernen eingesetzt, um Fähigkeiten des 21. Jahrhunderts wie Kommunikation und Zusammenarbeit zu vermitteln und tiefergehendes Lernen zu fördern. Unter Berücksichtigung aller oben erwähnten forschungsbasierten und speziell designbasierten Lernmethoden ist DBL eine geeignete Pädagogik für die Vermittlung von Biomimikry.

Lernen im Freien

Lernen im Freien ist eine hervorragende Organisationsform, um von der Natur zu lernen und sie in verschiedenen Phasen des Biomimikry-Entwurfszyklus anzuwenden, vor allem aber in der Entdeckungsphase.

Lernen im Freien ist ein weit gefasster Begriff, der Entdeckungen, Experimente, das Lernen über und die Verbindung mit der natürlichen Welt und die Teilnahme an Umwelt- und Abenteueraktivitäten umfasst. Lernen im Freien beinhaltet die Veränderung von Wissen, Fähigkeiten, Einstellungen und Verhaltensweisen durch die direkte Auseinandersetzung mit der Umwelt im Freien zum persönlichen und sozialen Nutzen des Einzelnen, der Familie, der Gesellschaft und des Planeten. Gezielte Erfahrungen in der freien Natur können ein Katalysator für wirkungsvolles und unvergessliches Lernen sein.

Vorteile des Lernens im Freien

Die Forschung zeigt, dass Menschen in allen Lebensbereichen vom Lernen im Freien profitieren. Darüber hinaus bietet das Lernen im Freien eine äußerst effektive Möglichkeit, einige der wichtigsten Herausforderungen der Gesellschaft anzugehen:

- Auf globaler Ebene: Förderung einer Verbindung, die zu Respekt und Sorge für die natürliche Welt, einer Wertschätzung der biologischen Vielfalt und der Nachhaltigkeit sowie zu umweltfreundlichen Verhaltensweisen führt (siehe Re-connect in Biomimicry).

- Auf gesellschaftlicher Ebene: Entwicklung eines Ortssinns, der zu einer stärkeren Bindung an die Gemeinschaft und zu einer Wertschätzung der Möglichkeiten führt, die sich zum Leben, Lernen und Arbeiten in der lokalen Umgebung bieten.
- Auf der zwischenmenschlichen Ebene: Bereitstellung eines sicheren und unterstützenden Umfelds, um soziale Fähigkeiten zu verbessern und Unterschiede zu schätzen und zu würdigen. Ermutigung zu liebevollen und bedeutungsvollen Beziehungen zwischen den Generationen, die Toleranz, Respekt und Freundlichkeit fördern.
- Auf der intrapersonellen Ebene: Beschäftigung mit der Natur und der Umwelt für Gesundheit, Wohlbefinden und Naturverbundenheit, was zu lebenslanger Teilnahme und Outdoor-Kompetenz führt. Entwicklung von Charakter, Widerstandsfähigkeit und positiver Risikobereitschaft.

Alle Formen des Lernens im Freien legen Wert auf direkte Erfahrungen, sind aktives Lernen in der freien Natur (außerhalb des Schulgebäudes) und finden in der natürlichen Umgebung statt, wo die Teilnehmer die realen Gegebenheiten sehen, hören, berühren und riechen können.

Die Rolle des Lehrers

Um Schüler durch die Lernreise der Biomimikry zu führen, müssen Lehrer einige spezifische Kompetenzen entwickeln.

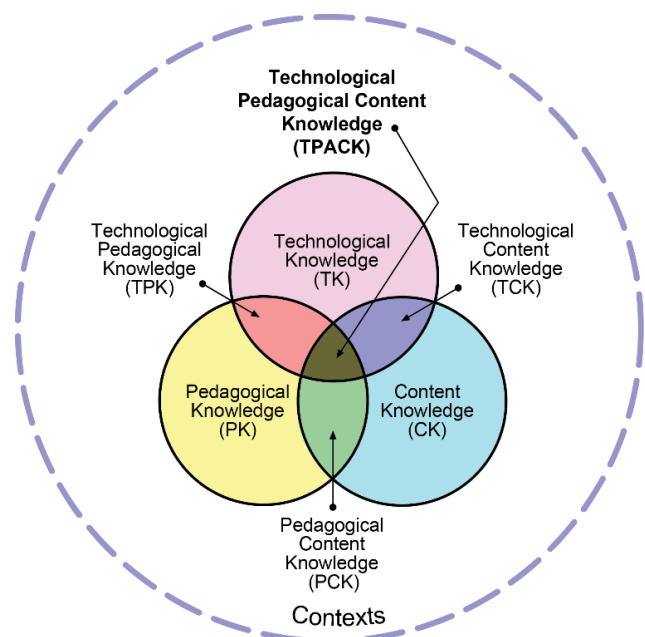
TPACK (technologisch-pädagogisch-inhaltliches Wissen)

Ein Großteil dieses Abschnittes Arbeit wurde von Daniela Conti (CREDA onlus) und dem Projekt Change the Story übernommen.

Der TPACK-Rahmen wurde 2006 von Punya Mishra und Matthew J. Koehler von der Michigan State University eingeführt, von denen auch die folgenden Original-Bilder stammen. Sie identifizierten damit drei primäre Formen von Wissen, die Lehrer, Erzieher und Lehrplanexperten für eine erfolgreiche Integration von Edtech entwickeln müssen: Inhaltliches Wissen (CK), Pädagogisches Wissen (PK) und Technologisches Wissen (TK).

Die drei primären Formen des Wissens sind nicht völlig voneinander getrennt. Vielmehr sind die Überschneidungen zwischen ihnen von entscheidender Bedeutung, da sie tiefere Ebenen des Verständnisses für den Unterricht darstellen.

Die Mitte des Diagramms, auch bekannt als TPACK, steht für ein umfassendes Verständnis des Unterrichtens mit Technologie, was darauf hindeutet, dass dies nicht dasselbe ist wie das Wissen über jedes der drei primären Konzepte einzeln. Stattdessen geht es bei TPACK darum, zu verstehen, wie man Technologie einsetzt, um



Konzepte so zu lehren, dass die Lernerfahrungen der Schüler verbessert werden.

Es impliziert, dass der durchdachte pädagogische Einsatz von Technologie die Entwicklung einer komplexen Form von Wissen erfordert, das sich nicht aus der Summe einiger Kenntnisse über Inhalte oder Pädagogik und einiger netter digitaler Tools, die wir vielleicht gerne verwenden, zusammensetzen lässt.

Eine wirksame Technologieintegration für die Pädagogik rund um ein bestimmtes Thema erfordert die Entwicklung einer Sensibilität für die dynamische Beziehung zwischen diesen Wissenskomponenten in einem einzigartigen Kontext.

Einzelne Lehrer, Klassenstufen, schulspezifische Faktoren, demografische Gegebenheiten, Kultur und andere Faktoren sorgen dafür, dass jede Situation einzigartig ist und keine einzelne Kombination aus Inhalt, Technologie und Pädagogik für jeden Lehrer, jeden Kurs oder jede Sichtweise des Unterrichts geeignet ist.

Arbeiten mit TPACK

SCHRITT 1

Die 3 Kenntnisse - Meine Kompetenzen und Ausgangskontexte

In Natural Entrepreneurs fördern wir die Zusammenarbeit mit Hilfe von Online-Tools zur Entwicklung und zum Austausch von Biomimikry-Designlösungen. Wir ermutigen auch dazu, dass das Lernen sowohl online als auch durch persönlichen Unterricht stattfindet.

Dabei müssen wir die Kompetenzen von Lehrern und Schülern in Bezug auf den Inhalt, die pädagogischen Ansätze, mit denen die Lehrer bereits in ähnlichen Kontexten Erfahrungen gesammelt haben, die Art der (digitalen) Werkzeuge, mit denen sie zu arbeiten gewohnt sind, und die Dinge, die sie innerhalb der Projektdimensionen besser verstehen müssen, berücksichtigen, um festzustellen, was sie entwickeln möchten.

SCHRITT 2

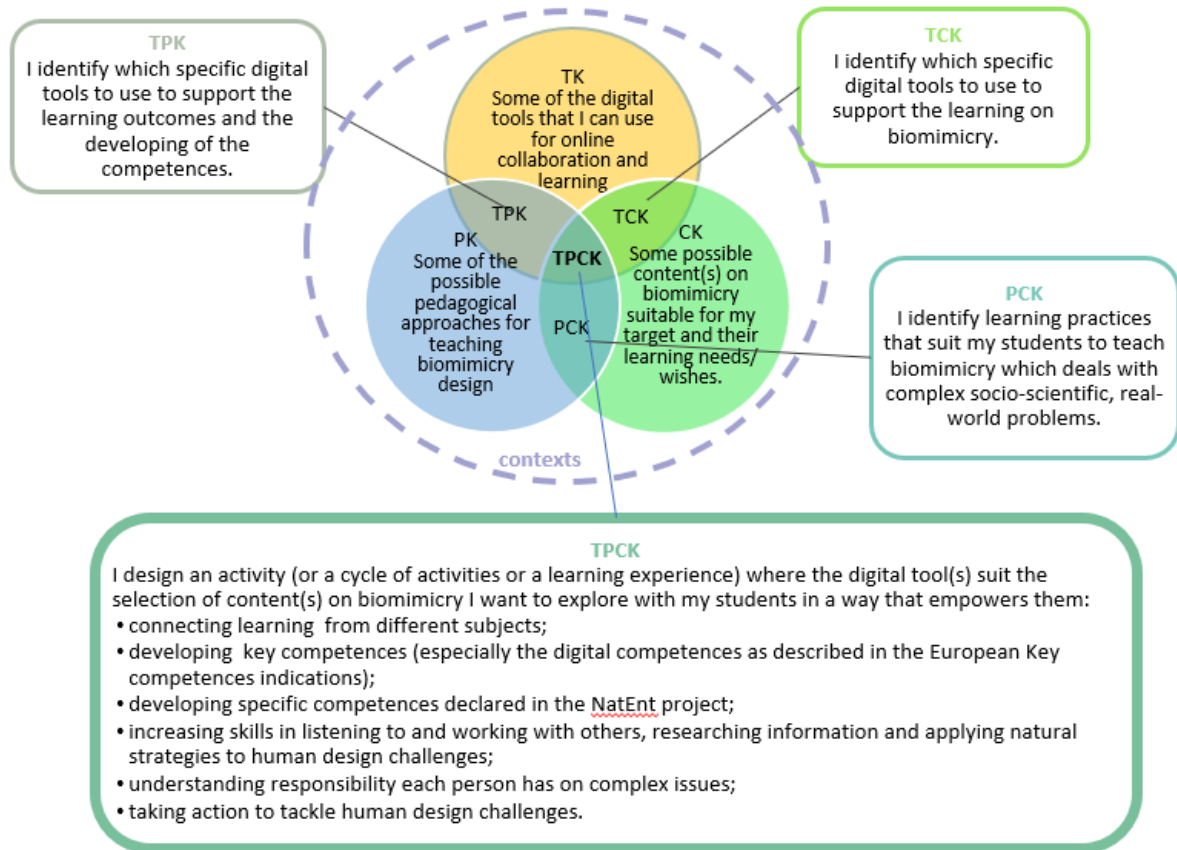
Planung: Suche nach Überschneidungen - Ich entwickle neues Wissen während der Planung

Nach der Analyse der Ressourcen und Bedürfnisse in Bezug auf Wissen und Kontext können die Lehrkräfte nun verstehen, wie sie mit Natural Entrepreneurs Learning arbeiten können.

Das bedeutet, mit diesem Rahmen auf einer anderen Ebene zu arbeiten und ihn zu nutzen, um spezifische Inhalte, digitale Werkzeuge und pädagogische Ansätze (für eine Lerneinheit oder eine einzelne Aktivität) zu identifizieren, die in den Überschneidungen funktionieren.

Dieser Rahmen ermöglicht es, die Gestaltung von jedem der 3 verschiedenen Bereiche aus zu unterstützen. Er ermutigt dazu, nach den Elementen von Inhalt, Pädagogik, Technologie und Kontext zu suchen, die zusammen passen und den Unterschied ausmachen, und mit ihnen

weiterzuarbeiten. Die Linse, durch die man die Schnittmenge betrachtet, sind die Spezifikationen und Merkmale des Natural Entrepreneurs-Projekts.



Tipps für Lehrer zur Umsetzung von Natural Entrepreneurs im Unterricht

Ausgewählte Tipps basierend auf den deutschen Erfahrungen bei der Implementierung von NatEnt

- Bringen Sie Ihren Schülern die Präsentation von Medien bei: Erklären und zeigen Sie Ihren Schülern, wie sie PowerPoints, PDFs, Videos, Podcasts usw. erstellen und auf die Plattform hochladen können.
- Eine der wichtigsten Fähigkeiten ist es, tiefgehende Fragen zu stellen und datenbasierte Lösungen zu finden. Gehen Sie den Antworten der Teams auf den Grund, indem Sie fragen: Warum ist etwas so, wie es beobachtet wird? Wozu ist das gut? Wie macht die Natur das?
- Erklären Sie Fachbegriffe: Auf der Plattform gibt es ein Glossar, in dem die verwendeten Begriffe erklärt werden, z. B. Biomimikry, Funktion, Design usw. Helfen Sie den Teams, diese zu verstehen und zu verwenden.

- Machen Sie es greifbar: Nutzen Sie Einrichtungen und natürliche Artefakte, gehen Sie nach draußen und nutzen Sie praktisches Lernen, um den "Aha"-Moment zu erleben, wenn ein solches Projekt Sinn macht.
- Machen Sie es selbst: Als Lehrkraft sollten Sie den gesamten Prozess selbst durchlaufen, bevor Sie unterrichten, um sich über Aufgaben, Ergebnisse und nützliches Material klar zu werden.
- Führen Sie die Plattform frühzeitig in den Prozess ein: Nutzen Sie die Plattform für die Berichterstattung, die Benotung, als Fortschritts- oder Qualitätskontrolle und als Repository. Es ist hilfreich, den Studierenden gleich nach der ersten Einführung Zugang zu gewähren, um Begeisterung zu wecken. Erlauben Sie den Schülern gegebenenfalls, ihr eigenes Telefon für die Recherche zu verwenden.
- Beziehen Sie sich auf das Lehrerhandbuch: Verwenden Sie vorgefertigte Inhalte und vorbereitete Formate - Sie müssen das Rad nicht neu erfinden; es ist alles für Sie da und macht Ihnen das Leben leichter.
- Wählen Sie ein Thema, mit dem die SchülerInnen etwas anfangen können: Beginnen Sie den Prozess mit einer Lektion, die einen Bezug zum MINT-Lehrplan und/oder zu alltäglichen Herausforderungen hat. Der Prozess ist gar nicht so schwierig, wenn man sich erst einmal mit einer realen und nicht mit einer theoretischen Aufgabe beschäftigt hat.

III.) Anhang

Anhang 1: Einbindung des Biomimikry-Prozesses in das schulische Curriculum

MINT-Kompetenzen in deutschen Lehrplänen

Bereiche

- Subatomar
- Materie
- Molekulare
- Organische Produkte
- Zelluläre
- Natur und Leben
- Universum
- Bionik
- Angewandte Ökologie

Grundlegende Konzepte

- Struktur und Funktion
- Entwicklung und Veränderung
- Energie
- Abstraktion
- Zusammenhänge
- Daten
- Systeme

Zuständigkeiten

Wissen erlangen:

- Die Welt erforschen und verstehen
- Die Welt erleben und wahrnehmen
- Erkennen von Forschungsfragen
- Arbeitsweisen, Werkzeuge und Forschungsstile
- Modelle und Mathematisierung
- Anwendung, Prüfung, Umsetzung

Kommunikation:

- Informationen bereitstellen, extrapolieren, verbalisieren
- Dokumentieren, Darstellen und Präsentieren
- Austauschen (Fremdsprachen, Forschungsgebiete)

Auszug aus dem Lehrplan

"Im Sinne der Schüleraktivierung, der individuellen Förderung und des ganzheitlichen naturwissenschaftlichen Lernens sollen Inhalte und Methoden des regulären Chemie-, Physik- und Biologieunterrichts vorweggenommen, vertieft, verknüpft oder wiederholt werden. Das Abstraktionsniveau der naturwissenschaftlichen Fragestellungen soll an die Klassenstufe und die individuellen Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler angepasst werden. Die in diesem Curriculum enthaltenen Bezüge zu den Inhaltsbereichen und Basiskonzepten der Kerncurricula der einzelnen naturwissenschaftlichen Fächer wurden aufgenommen, um Vernetzungsmöglichkeiten und fächerübergreifende Aspekte zwischen den einzelnen Naturwissenschaften und den jeweiligen Fächern aufzuzeigen."

Fach- richtung	Grundlegendes Konzept	Kontext	Inhalt	Verbindung und Lehrpläne von Subjekten	Methode- oder Pädagog.-Fokus
	Chemische Reaktion, Energie	Kleine Explosionen	Zustandsänderung und Umwandlung von CH: Verbrennung - Energieumwandlungen bei Substanzen/Materialänderungen (2) exotherme und endotherme chemische Reaktionen Reaktionsgleichungen Verbrennungsdreieck Zersetzungsgrad	Ordnern halten	
	Struktur, Chem. Reaktionen	Lebensmittelchemie: Trennung von Substanzen und Vorbereitung von Lebensmitteln	Trennungprozesse (Filtration, Desorption, CH: Substanzen und Substanzeigenschaften (1) CH: Adsorption, Absorption, Dekantation, Extraktion, Verbrennung - Energieumwandlung während Zentrifugation) Substanzeigenschaften (2) Emulsionen, homogene und heterogene Mischungen von Substanzen Kalte Mischung Eigenschaften und Wirkungsweise von Gelatine Fettgehalt von Lebensmitteln Lebensmittelfarbe Kohlensäure in Getränken Trennmethoden (z. B. Extraktion) CH: Substanzen und Substanzeigenschaften (1) BI: Chromatographie/Sonne, Klima, Leben (2) Säuren und Basen Verdünnungsreihe pH Wert Pflanzenfarbstoffe	Portfolioerstellung	Portfoliomerstellung
	Struktur	Synthese von pH - Indikatoren aus Pflanzenfarbstoffen	Trennmethoden (z. B. Extraktion) CH: Substanzen und Substanzeigenschaften (1) BI: Chromatographie/Sonne, Klima, Leben (2) Säuren und Basen Verdünnungsreihe pH Wert Pflanzenfarbstoffe	Konsolidierung des Schreibens experimenteller Protokolle (Fokussierung auf Beobachtung und Interpretation).	
	Struktur	Kristallzucht	Trennmethoden, CH: Substanzen und Substanzeigenschaften (1) Lösungen (ungesättigt, gesättigt, übersättigt, Sediment), Wachsende Kristalle: Verdunstungsmethode, Kühlmethode, natürliche und synthetische Kristalle, Kristallformen, Edelsteine (insbesondere Diamanten), Süßigkeiten, Alaun, Kupfersulfat, rotes Blut -Alkohol -Salz, häufiges Salz, Schneekristalle, farbige Kristalle Kristallgitter Partikelmodell		
	Struktur, Chem. reaktionen	Projekt Schwarz-Weiß - Fotografie	Chem. Reaktionen durch Licht aktiviert CH: Substanzänderungen (2), LochkameraPH: Sensorische Wahrnehmung mit Licht (2) Positives / negatives BildPH: Optische Instrumente (4) Exposition, Entwicklung, FixierungBI: Sinne und Wahrnehmung (4)		

Chemie

Fach- richtung	Grundlegendes Konzept	Kontext	Inhalt	Verbindung und Lehrpläne von Subjekten	Methode, oder Pedagog. Fokus
	Energie, Systeme	Energie, Energieumwandlung, Energieerzeugung	Exotherme Reaktionen Konzept der Energie, Energieformen, Energieveränderungen und Wandler, Arten von Kraftwerken und Motoren.	CH: Verbrennung - Energieumwandlungen in Lernschalter, Materialänderungen (2)Gruppenarbeit PH: Energieverbrauch (7)Stationsarbeit an Studentenexperimenten PH: Future-Proof- Energieversorgung (9)Internachforschung PH: Radioaktivität und Kernenergie (10)	
	Struktur, Interaktionen	Astronomie und Kosmologie	Erweiterung der Astronomie in Klasse 8: Leichte und leichte Eigenschaften, Arten von Teleskopen, von Struktur des Linsensystemen, Struktur des Sonnensystems, Ursprung des Universums, Sternentstehung, Lebensbedingungen auf Erden.	PH: Solarenergie und Wärme (1)Stationsarbeit PH: Sensorische Wahrnehmungen mit Licht und Gruppenarbeit Klang (2)Studentenpräsentationen PH: Erde und Raum (6)Verwendung und Demonstration des PH: Bewegung und seine Ursachen (5)Schulteleskops PH: Radioaktivität und Kernenergie (10) BI: Sonne, Klima, Leben (2) BI: Ökosysteme und ihre Veränderung (5) BI: Sinne und Wahrnehmung (4) CH: Luft und Wasser (3)	
	Energie, Systeme	Thermodynamik	Hitze und Entropie, Wärmeleitung, Wärmekonvektion und Wärmestrahlung; Wärmeausdehnung von Feststoffen, Flüssigkeiten und Gasen. Erfindung des Dampfmotors und des Stirling- Motors (allgemeine Gasgleichung).	CH: Verbrennung - Energieumwandlung in Stationsarbeit Materialänderungen (2)Studentenpräsentationen BI: Tiere und Pflanzen in ihren Lebensräumen (1) BI: Gruppenarbeit Sonne, Klima, Leben (2)Bau von Motormodellen PH: Solarenergie und Wärme (1) PH: Energieverbrauch (7)	
	Interaktionen, Systeme und Elektrotechnik	Elektronik- und Elektrotechnik	Verlängerung der Elektrik der Klasse 8: Vertiefung der Schaltungskonstruktion Gleichstrom- und Wechselstrom Elektrische Leistung und Arbeit Widerstand und Leitfähigkeit Diodenkonstruktion, Typen und Funktionen von Dioden Anwendungssituationen	PH: Geräte und Werkzeuge (3) PH: Energieverbrauch (7) CH: Elektrische Energie aus chemischen Reaktionen (7)	Themenunabhängig
		Bauen und demonstrieren Sie selbst Experimente	Richten Sie eine Ausstellung von Freihand- Experimenten zu verschiedenen physikalischen Phänomenen ein.		

Physik

Anhang 2: Verwendung von NatEnt im Rahmen des “Middle Year Programme”-Konzepts

Fachgruppe und Disziplin:	Design (Gestaltung, digitales Design, Produktdesign) Dauer der Einheit:	ca. 20 Stunden
Titel der Einheit:	Förderung der Produktivität durch kreatives Design	
Globaler Kontext:	Fairness und Entwicklung	
Schlüsselbegriff:	Systeme	
Verwandtes Konzept:	Funktion	
Aussage der Untersuchung:	Konstruktionen, die Struktur und Kreativität wirksam miteinander verbinden, können die Produktivität verbessern.	

Untersuchungsfragen wie diese sollten von Lehrern und Schülern entwickelt werden

Sachlich:	Was sind die Ursachen für mangelnde Produktivität? Was sind die positiven und negativen Auswirkungen einer Umgebung? Wie können Entspannung und Spiel die Kreativität verbessern?
Konzeptuell:	Wie kann Ihre Umgebung Ihr Denken beeinflussen? Wie kann ein Designer die Produktivität beeinflussen?
Umstritten:	Sollten Arbeitsplätze, Schulen und/oder Gemeinden Kreativität, Entspannung und Spiel fördern?
Zielsetzungen:	Alle Teilbereiche aller Ziele (A, B, C und D)

Summative Bewertung

Die Studierenden erstellen ein E-Portfolio, das dem Designzyklus folgt, um eine Lösung (oder eine Reihe von Lösungen) zu entwickeln, die die Produktivität durch Kreativität fördern.

Die Studierenden müssen eine der folgenden Zielgruppen/Kunden ansprechen:

- Erwachsene an einem Arbeitsplatz
- Studenten in Prüfungsjahren
- Lokale Gemeindegruppen

Vorgeschlagene Lösungen können die folgenden Ideen o.a.:

- Mehrzweck-Arbeitsbereich
- Thematische Lebensmittelpakete für eine Veranstaltung
- Snacks zur Förderung der Produktivität bei Aktivitäten, Studiengruppen oder Sitzungen
- Interaktives Display, das die Menschen dazu einlädt, ihre Ideen mitzuteilen
- CAD oder Modell eines inspirierenden Ortes der Begegnung
- Strukturiertes Wandbild, das zur Interaktion einlädt
- Kuschedecke oder Stressspielzeug
- Kreative Sitzgelegenheiten zur Entspannung
- Umnutzung eines Gemeinschaftsraums zum Spielen

- Eine App mit Achtsamkeitsaktivitäten
- Sound- und Grafikvideos zur Unterstützung der Entspannung
- Anti-Angst-Aktivitätsbuch

Summative Bewertungsaufgaben, einschließlich Bewertungskriterien:	Beziehung zwischen summativen Bewertungsaufgaben und Erklärung der Untersuchung:
<p>Kriterium a</p> <p>Erklären und rechtfertigen die Notwendigkeit einer Lösung für ein Problem für eine bestimmte Kunden-/Zielgruppe</p> <p>Identifizieren und Priorisierung der Primär- und Sekundärforschung, die erforderlich ist, um eine Lösung für das Problem zu entwickeln</p> <p>Analysieren Sie eine Reihe vorhandener Produkte, die eine Lösung für das Problem inspirieren</p> <p>Entwickeln Sie einen detaillierten Design -Brief, der die Analyse der relevanten Forschung zusammenfasst.</p>	<p>Innerhalb des Kriteriums A wählt der Student eine Zielgruppe/Kunden aus den obigen Optionen aus und demonstriert durch eingereichte Beweise: die Notwendigkeit einer Lösung</p> <p>Identifizierung und Priorisierung geeigneter primärer und sekundärer Forschung</p> <p>Bestehende Produkte im Zusammenhang mit ihrer beabsichtigten Lösung</p> <p>Ein Entwurfsauftrag für die beabsichtigte Lösung, die die Analyse ihrer Forschung in Bezug auf den globalen Kontext und die Erklärung der Untersuchung widerspiegelt.</p>
<p>Kriterium b</p> <p>Entwickeln</p> <p>Entwickeln Sie eine Reihe realisierbarer Designideen, die von anderen korrekt interpretiert werden können</p> <p>Präsentieren Sie das gewählte Design und rechtfertigen seine Auswahl</p> <p>Entwickeln Sie genaue und detaillierte Planungszeichnungen/-diagramme und skizzieren Sie die Anforderungen für die Erstellung der ausgewählten Lösung.</p>	<p>Innerhalb des Kriteriums B gibt der Schüler ein: Eine detaillierte Entwurfsspezifikation für die beabsichtigte Lösung mit Erfolgskriterien</p> <p>eine Reihe von Ideen oder Designs, die die Spezifikationen berücksichtigen. Beispiele für die Planung dieser Lösungen können kommentierte Skizzen, Storyboards, genaue Zeichnungen, Diagramme und ästhetische Überlegungen umfassen</p> <p>Das ausgewählte endgültige Design zusammen mit Rechtfertigungen</p> <p>Genau und detaillierte Zeichnungen, Diagramme und Anforderungen.</p>

<p>Kriterium c</p> <p>Erstellen Sie einen logischen Plan, der den effizienten Einsatz von Zeit und Ressourcen beschreibt, und ausreicht, damit die Peers folgen können, um die Lösung zu erstellen</p> <p>Demonstrieren Sie hervorragende technische Fähigkeiten bei der Lösung</p> <p>Befolgen Sie den Plan, um die Lösung zu erstellen, die wie beabsichtigt funktioniert</p> <p>Die vollständigen Begründung von Änderungen an dem ausgewählten Design und Planen bei der Erstellung der Lösung</p>	<p>Innerhalb des Kriteriums C gibt der Schüler ein: Schritt -für -Schritt -Anweisungen, einschließlich Zeit und Ressourcen, auf die Kollegen folgen, um die Lösung genau zu erstellen</p> <p>Nachweis von hervorragenden technischen Fähigkeiten, die den Schülern der MYP -Schüler angemessen sind, indem Sie dem Plan befolgen, ein Endprodukt zu erstellen, zu verfeinern und zu präsentieren</p> <p>Rechtfertigung aller vorgenommenen Änderungen.</p> <p>Der Nachweis der technischen Fähigkeiten und der Entwicklung der Lösung ist einer oder mehrere der folgenden: Audio- Annotierte Fotos (einschließlich Screenshots) Video (einschließlich Screencasts) geschrieben. Bitte beachten Sie, dass URLs nicht eingereicht werden dürfen.</p>
<p>Kriterium d</p> <p>Entwerfen Sie detaillierte und relevante Testmethoden, die Daten generieren, um den Erfolg der Lösung zu messen</p> <p>Bewerten Sie kritisch den Erfolg der Lösung anhand der Entwurfsspezifikation</p> <p>Erklären Sie, wie die Lösung verbessert werden kann</p> <p>Erläutern Sie die Auswirkungen der Lösung auf die Kunden-/Zielgruppe.</p>	<p>Innerhalb des Kriteriums d gibt der Schüler Beweise für: Authentische Tests (Benutzerversuch/Beobachtung, Feld/Leistung, Expertenbewertung), um Daten zu generieren, um den Erfolg der Lösung zu messen</p> <p>Kritische Bewertung unter Verwendung von Daten aus den authentischen Tests gegen die Erfolgskriterien innerhalb der Entwurfsspezifikation</p> <p>Eine detaillierte Darstellung der möglichen Verbesserungen der Lösung einschließlich Gründen oder Ursachen</p> <p>Eine detaillierte Berücksichtigung der Auswirkungen der Lösung für die ausgewählte Kunden-/Zielgruppe einschließlich Gründen oder Ursachen.</p>

Anhang 3: MINT

- <https://www.mint-regionen.de/mint-regionen/mint-regionen-in-deutschland>
- <https://mintzukunftschaffen.de>
- <https://www.nationalesmintforum.de/ueber-uns>
- <https://www.kmk.org/themen/allgemeinbildende-schulen.html>

Anhang 4: Mehr Information und Referenzen zu Biomimikry

- **Ref 1.3.1*, What is biomimicry, Fast Company (2015).**
In this short video, Janine Benyus explains what biomimicry is.
- **Ref 1.3.2*, Biomimicry, Tree TV (2015).**
“Biomimicry, the practice of looking deeply into nature for solutions to engineering, design and other challenges, has inspired a film about its ground-breaking vision for creating a long-term, sustainable world. This film covers how mimicking nature solves some of our most pressing problems, from reducing carbon emissions to saving water. “
- **Ref 1.3.3*, The world is poorly designed, but coping nature helps, VOX (2017).**
In this video, Janine Benyus explores the power of biomimicry as a design tool.
- **Ref 1.3.4*, Innovation inspired by nature , Video of presentation by D. Baumeister, D. @ InnoTown (2016).**
Abstract: “Dr. Dayna Baumeister is co-founder of Biomimicry 3.8, the only innovation company in the world to use a deep knowledge of biological adaptations to help designers, engineers, architects, and business leaders solve design and engineering challenges sustainably. Doing it nature’s way has the potential to change the way we grow food, make materials, harness energy, heal ourselves, store information, and conduct business. The Biomimicry Guild’s list of past and current clients include the American Institute of Chemical Engineers, Boeing, Coca-Cola Company, Dupont, General Electric, Global Business Network, Herman Miller, Hewlett-Packard, Johnsen & Johnsen, Levi’s, NASA, Nike, Procter & Gamble, Rocky Mountain Institute, Shell, United States Green Building Society, and the Wharton School of Business. Biomimicry takes us beyond the conservation message to look at nature as a teacher and guide for the future.”
- **Ref 1.3.5*, Biomimetic innovation, CE100 Annual Summit 2014, Video of presentation by M. Pawlyn, @ Ellen MacArthur Foundation (2014).**
- **Ref 1.3.6*, Design at the intersection of technology and biology, Oxman, N. @ TED2015 (2015).**

Abstract: “Designer and architect Neri Oxman is leading the search for ways in which digital fabrication technologies can interact with the biological world. Working at the intersection of computational design, additive manufacturing, materials engineering and synthetic biology, her lab is pioneering a new age of symbiosis between microorganisms, our bodies, our products and even our buildings.”

- **Ref 1.3.7*, Is human cleverness the key to living well?, Video of presentation by D. & T. Baumeister @ University of Applied Sciences Dornbirn, Austria**
Abstract: “Dr. Dayna Baumeister (biologist and co-founder of Biomimicry 3.8) talks for the first time together with her partner Dr. Thomas Baumeister (biologist) on stage. Her first Biomimicry lecture in Austria is a special event of the research and exhibition project „Alphabet of Life—Nature’s Learning Lab“ of Werkraum Bregenzerwald, and Dayna brings most recent examples of biomimetic innovation to the audience.”
- **Ref 1.3.8*, 9 wonderful biomimicry innovation examples, each just 1.5 minutes long on WIRED, <https://www.youtube.com/user/wired/search?query=biomimicry>**
Through this set of biomimicry examples, Janine presents how looking to nature can help solve major global crises like drought and climate change. For new and long-time followers of biomimicry, this video series offers a great synopsis of classic biomimicry examples to watch and share.
- **Ref 1.3.9*, Biological strategies on Asknature.org, https://asknature.org/?s=case%20studies&page=0&hFR%5Bpost_type_label%5D%5B0%5D=Biological%20Strategies&is_v=1#.WxwdCql9h-X**
This resource offers a set of biological strategies to learn from.
- **Ref 1.3.10*, What are the essential elements of biomimicry?, Repository in Biomimicry 3.8 Synapse**
Intro: “The practice of biomimicry embodies three interconnected, but unique core values that represent the foundation of what biomimicry is all about. By combining the essential elements together, bio-inspired design becomes biomimicry.”
- **Ref 1.3.11*, Nature-Inspired Design - a practical guide towards positive impact products, Nature-Inspired Design, TU Delft 2015.**
Great, high-level introduction to values and process of Nature-Inspired Design.
- **Ref 2.6.1, Classical Biomimicry Process by Biomimicry 3.8, <https://biomimicry.net/what-is-biomimicry>**
- **Ref 2.6.2, Classical Biomimicry Process by the Biomimicry Institute, <https://toolbox.biomimicry.org/methods/process>**
- **Ref 2.6.3, Case Study Audi Urban Future Initiative, <https://www.archdaily.com/583601/audi-urban-future-award-2014-team-berlin-s-fly-wheel-could-revolutionize-personal-mobility>
<https://www.youtube.com/watch?v=5NgpleMOiQA>**

- Ref 2.6.4, Case Study Whalepower, <https://whalepowercorp.wordpress.com>
- Ref 2.6.5, Case Study Vitalis Logoplaste, <https://www.logoplaste.com/case-studies/vitalis-case-study>
- Ref 2.6.6, Case Study Ecover, <https://ocean-plastic.com>
- Ref 2.6.7, Case Study Harare Eastgate Center, <https://inhabitat.com/building-modelled-on-termites-eastgate-centre-in-zimbabwe>
- Ref 2.6.8, Case Study Interface Mission Zero, https://www.interface.com/US/en-US/sustainability/our-journey-en_US, <https://timreview.ca/article/624>
- Ref 2.6.9, Ecosystem Services, World Resource Institute, IFC Performance Standards on Environmental and Social Sustainability; Setting the bar: Standards for ecosystem services, Polasky et al, PNAS 2015