MINT Zirkel

Zeitung für Mathematik | Informatik | Naturwissenschaften | Technik

www.mint-zirkel.de

9. Jahrgang
Ausgabe 1
März 2020

Klett MINT

Physik
Eine neue Ära der Astrophysik
Wissenschafts-News S. 3

Mathematik
Dornröschen und die Wahrscheinlichkeitstheorie
Wissenschafts-News S. 4

Digitale Medien
Interaktiv lernen mit H5P
Unterrichts-Praxis S. 7

Schulrecht
Wer zahlt für den Schaden am Messgerät?
Unterrichts-Praxis S. 10

Gesunde Schule
Mit psychischer Gesundheit gute Schule entwickeln
MINT-Markt S. 13

Extrapoliert

Große Veränderungen stehen an: Wo auch immer man hinschaut, das Thema der Digitalisierung der Arbeitswelt steht auf der Tagesordnung. Stichworte wie Industrie 4.0, Big Data, Cloud Computing, digitale Kompetenzen haben Konjunktur.

Mittlerweile ist allen klar, dass Digitalisierung mehr ist, als nur ein Notebook vor sich stehen zu haben. Und das macht vielen Menschen Angst. Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer in Industrie, im Handwerk und im Dienstleistungsgewerbe fürchten, über kurz oder lang ihre Arbeitsplätze zu verlieren. Viele (noch) unbekannte Technologien wie Künstliche Intelligenz (KI), Big Data oder das Internet der Dinge stürzen auf sie ein und verändern die Anforderungen im Beruf sowie die Berufsbilder selbst. In nicht wenigen Branchen werden Roboter und intelligente Software Arbeitsplätze und auch ganze Tätigkeiten komplett obsolet machen. Einige Berufe stehen mittelfristig vor dem Nichts – so schaut es jedenfalls momentan aus. Das Tempo des Wandels nimmt Fahrt auf, die Tendenz scheint unumkehrbar zu sein.

Wie auch immer man zu diesem großen Umbruch – nicht wenige sprechen von einer Disruption – stehen mag, es gilt zu ihr eine Haltung zu finden. Die „Vogel-Strauß-Taktik“ wäre sicher die falsche Antwort auf die Herausforderungen, denen sich Lehrerinnen und Lehrer aber relativ entspannt stellen können. Denn Angst, dass Arbeitsplätze durch die Digitalisierung in ihrem Bereich verloren gehen werden, muss keine Lehrkraft haben. Und ob Roboter tatsächlich einmal als Lehrerassistenten fungieren werden, mag dahingestellt bleiben.

Die Situation in Schulen unterscheidet sich deutlich von der in anderen Branchen. Und dennoch wird die Digitalisierung mittelfristig auch das schulische Leben entscheidend verändern. Umso mehr gilt es, aktiv diesen Wandel zu nutzen, den die Digitalisierung mit sich bringt. Ob in der Lehrerrolle oder im Unterricht, ob bei der Schulorganisation oder der Unterrichtsvor- und -nachbereitung – viele eingeschliffene Muster im pädagogischen Alltag könnten auf diese Weise neu angeschaut und ggfs. hinterfragt werden.

Die Veränderungen als Chance begreifen, dem Neuen aufgeschlossen begegnen und einen Aufbruch wagen, das scheint das Gebot der Stunde zu sein, denn es ist eindeutig, dass Digitalisierung viel mehr umfasst als den DigitalPakt Schule. Und dabei bleibt klar: Gute Lehrerinnen und Lehrer machen auch ohne neueste Technik guten Unterricht – aber mit ihr wird er vielleicht noch besser. *(js)*

einurfreepik – Freepik

Auch wenn die neuesten Studien zeigen, dass das Elektroauto schon heute in Bezug auf die Umweltbelastung (insbesondere die CO_2-Bilanz) einen Vorteil gegenüber der konventionellen Technologie hat, und aufgrund des hohen Potenzials erhebliche Vorteile für die Zukunft zu erwarten sind, haben sich in der Öffentlichkeit Mythen festgesetzt. Im Folgenden sollen hier einige dieser zentralen Gegenargumente genauer angeschaut werden.

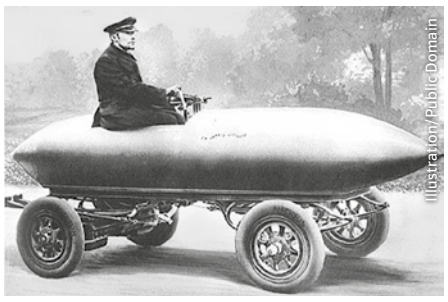
Unsere heutigen Fragestellungen und Reaktionen auf die anstehende Technologieumstellung ähneln sehr denen vor 100 Jahren. Ausgangspunkt damals waren ebenfalls ein Umweltproblem und die Verkehrsdichte. So sollen sich Ende 1900 in New York permanent 150.000 Pferde aufgehalten haben. Dies führte täglich zu über 1,5 Millionen Kilogramm festen und 150.000 Liter flüssigen Stoffwechselprodukten. Alternativen zur Kutsche mussten entwickelt werden. Ab Mitte der 1880er-Jahre entstanden viele Ideen, um dieses Problem zu lösen. Neben Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor (1886) wurde auch schon 1888 ein erstes elektrisch angetriebenes Auto durch die Firma Flocken vorgestellt. Die ersten Elektrofahrzeuge waren sehr langsam, aber schon 1899 wurde die Geschwindigkeit von 100 Stundenkilometern erreicht.

Doch die Technologie hatte nicht nur Freunde. Der Widerstand in der Bevölkerung und der Industrie war groß. Zudem galten Autofahrer als arrogant und neureich. Die Argumente gegen den Wandel waren: zu teuer, zu gefährlich, zu wenig Benzin, kein Tanknetz vorhanden, zu wenig Reichweite. Fällt etwas auf? In den Städten überwogen damals übrigens elektrisch angetriebene Fahrzeuge. Stromanschlüsse gab es genug. Der Verbrennungsmotor begann sich erst langsam gegen das Elektroauto durchzusetzen. Eine verbesserte Infrastruktur der Benzinversorgung und die Erfindung des Anlassers sowie das hohe Gewicht der damaligen Batterien mit geringer Kapazität führten zu seinem Siegeszug. In den folgenden acht Jahrzehnten dominierte nun der Verbrennungsmotor. Erst 1990 kam es durch strenge Abgasgesetze Kaliforniens zu einer Renaissance des Elektroautos. General Motors entwickelte ein hochmodernes Auto, den EV1, der mit einer Metallhydrid-Batterie bereits eine maximale Reichweite von 225 Kilometern hatte. Ein politischer Machtwechsel und die damit verbundene Zurücknahme der Abgasgesetze führte dann aber bald zur erzwungenen Verschrottung der Fahrzeuge durch General Motors – oft gegen den Willen der Besitzer.

20 Jahre später steht das Verbrennungsauto nun aus umweltpolitischen Gründen in der Kritik. Und die Argumente seiner Verteidiger gegen die Elektromobilität ähneln frappierend denen um 1900: Diese sei zu teuer, zu gefährlich, es gäbe nicht genug Strom, es sei kein Stromtanknetz vorhanden, sie habe zu wenig Reichweite.

➔ Lesen Sie weiter auf Seite 2

ANZEIGE



Elektro-Rekordfahrzeug *La Jamais Contente*, das erste Auto, das über 100 Stundenkilometer schnell war (1899)

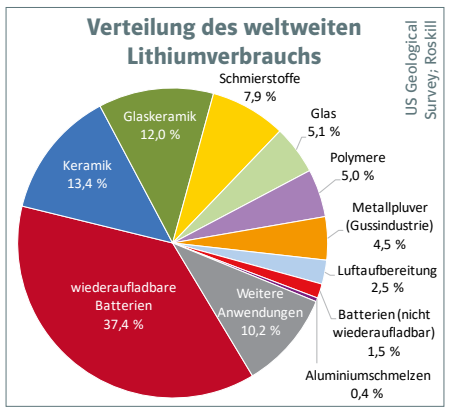
Sind die Batterien zuverlässig?

Die von Tesla verwendeten Batterien erreichen bei einer Restkapazität von ca. 90 Prozent bereits eine Laufleistung von über 300.000 Kilometern. Tesla stuft die Batterien erst bei einer Restkapazität von 70 Prozent für den Elektroantrieb als defekt ein. Zudem zeigen Statistiken, dass die reine Batteriealterung keinen wesentlichen Einfluss auf die Gesamtalterung hat. Bei Elektrofahrzeugen kann also von einer wesentlich höheren Lebensdauer ausgegangen werden, als in vielen Studien bisher angenommen. Das batteriebetriebene Elektroauto hat eine Haltbarkeit von mindestens 600.000 Kilometern. Tesla zielt bis Ende 2020 auf eine Haltbarkeit von 1,6 Millionen Kilometern.

Reichen die Rohstoffe für die Batterien aus?

Reichen die benötigten Rohstoffvorkommen auf der Erde? Die für Elektroantriebe üblichen Batterietypen sind sogenannte NCA- oder NMC-Akkus ($LiNi_xCo_yAl_zO_4$ oder $LiNi_xCo_yMn_zO_2$). Die kritischen Materialien sind hier Lithium und Kobalt. Der Lithiumanteil beträgt drei Prozent, der Kobaltgehalt wurde von Tesla/Panasonic auf 2,8 Prozent reduziert, während er bei anderen Herstellern noch bis zu 14 Prozent beträgt. Der Anteil von Lithium für die Elektromobilität ist momentan gemessen am weltweiten Gesamtverbrauch jedoch noch sehr gering und trägt nur teilweise zu den insgesamt 37 Prozent bei, die für die weltweite Batterieproduktion gebraucht werden.

Können die Lithiumressourcen der Erde ausreichen? Weltweit wird das Vorkommen an Lithium auf ca. 54 Millionen Tonnen geschätzt. Für eine 70-Kilowatt-Batterie werden mit heutiger Technik ca. zehn Kilogramm Lithium verbraucht. Der weltweite Fahrzeugbestand beträgt ca. $1{,}5\times10^9$. Mit den vorhandenen Vorkommen könnte also ein Vielfaches an Batterien produziert werden. Kritischer könnte bei schnellem Wachstum der Elektromobilität aber die Frage der Abbaukapazitäten werden. Allerdings wird langfristig die Nachfrage nach neu abgebautem Lithium nachlassen. Zusätzlich ist durch intensive Forschung zu erwarten, dass Lithium durch andere Metalle, wie zum Beispiel Natrium, ersetzt wird.



Wofür wird Lithium verwendet?

Auch der Anteil am Kobaltverbrauch fällt für die Elektromobilität mit acht Prozent gering aus und wird bis 2026 die 30-Prozent-Marke nicht erreicht haben. Die Kobaltvorkommen werden derzeit auf 7,4 Millionen Tonnen geschätzt. Man vermutet unter dem Meeresspiegel weitere 94 Millionen Tonnen. Für 2026 wird ein Verbrauch von 223.000 Tonnen geschätzt. Auch bei einer weiteren Steigerung des Verbrauchs würden die Kobaltvorräte also noch viele Jahrzehnte reichen.

Wie umweltschädlich ist der Abbau der Rohstoffe?

Der Anteil der Elektromobilität beim Abbau dieser Rohstoffe ist sehr gering. Zudem wird man Kobalt, das im Wesentlichen ein Abfallprodukt beim Kupfer- und Nickelabbau ist, in naher Zukunft nicht mehr benötigen. Ziel von Panasonic ist es zum Beispiel, die Lithium-Ionen-Akkus innerhalb von zwei Jahren ohne Kobalt herzustellen. Lithium wird man vermutlich noch länger verwenden, bis es in der Serienproduktion durch andere Alkalimetalle ersetzt werden kann, die eine erhebliche Steigerung der Energiedichte bis zu einem Faktor 5 erwarten lassen. Die Forschung an den Akkus kommt erst jetzt richtig ins Rollen. Deshalb sind hier in den nächsten zehn bis 20 Jahren erhebliche technische Änderungen zu erwarten.

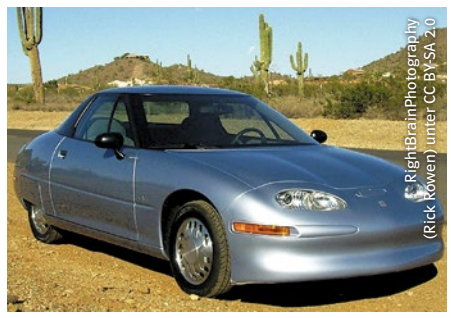
Bei der Rohstoffdiskussion darf zudem nicht vergessen werden, dass die Verbrennertechnologie die Rohstoffe unwiederbringlich vernichtet. Das Öl wird verbrannt und auch nicht unerhebliche Menge an Seltenen Erden im Katalysator werden hochverdünnt in die Luft „geblasen“ und können keinem Recyclingprozess mehr zugeführt werden.

Reicht der Strom aus?

Wie viel Strom würde benötigt, wenn der Verkehr ab morgen komplett auf batteriebetriebene Elektrofahrzeuge umgestellt würde? Dazu muss man von einem Nettoenergiebedarf der jetzigen Fahrzeugflotte von 46,5 Millionen Liter Treibstoff ausgehen. Im Jahr 2016 belief sich der Kraftstoffverbrauch auf $20{,}817\times10^9$ Liter Diesel und $25{,}309\times10^9$ Liter Benzin. Daraus ergibt sich ein Gesamtenergieinhalt der verbrauchten Kraftstoffe von 429×10^9 Kilowattstunden. Gehen wir von einem optimistischen mittleren Wirkungsgrad für Verbrennerfahrzeuge von 20 Prozent aus (für einen gemischten Fahrzyklus) sowie von 80 Prozent für Elektrofahrzeuge mit Batterie, dann benötigt man für batteriegetriebene Elektrofahrzeuge 120 Terawattstunden elektrische Energie. 2016 lag der elektrische Energieverbrauch in Deutschland bei 516 Terawattstunden. Dies würde einen Mehrbedarf von 23 Prozent für eine vollständige Elektromobilität bedeuten. Einen Teil davon könnte schon jetzt mit dem in Deutschland jährlich produzierten Überschussstrom von 50 Terawattstunden ausgleichen.

Bricht das Stromnetz zusammen?

Ein häufiges Argument von Kritikern der Elektromobilität ist, dass eine Million Elektroautos, die gleichzeitig mit 350 Kilowatt laden, das Stromnetz zusammenbrechen lassen würden. Was wird hierbei übersehen? 1. Es existieren fast keine Ladestationen mit einer Ladeleistung von 350 Kilowatt und es wird auch in Zukunft nur wenige geben, da diese hohe Ladeleistungen zu einer schnelleren Akkualterung führen. 2. Auch das gleichzeitige Tanken von einer Million Verbrennerfahrzeugen würde zum Zusammenbruch des Tankstellennetzes führen, da dann an jeder der 14.000 Tankstellen in Deutschland über 70 Fahrzeuge gleichzeitig tanken würden.



In den 1990er-Jahren von GM entwickeltes und auf den Markt gebrachtes Elektromobil

Die Energieversorgung lebt von der Verteilung der Verbraucher. Würden zum Beispiel alle Einwohner Deutschlands gleichzeitig ihren Haarföhn einschalten, hätte dies zur Folge, dass nicht nur die Stromversorgung in Deutschland, sondern die in ganz Europa zusammenbrechen würde. Das Gleiche gilt auch für die Elektromobilität. Es geht vor allem um die Nutzungsverteilung. Und auch hier sieht man, dass Auto meistens parken.

Die mittlere Wegstrecke eines Autos am Tag beträgt ca. 35 Kilometer. Nur ein geringer Prozentsatz fährt mehr als 100 Kilometer täglich, 97 Prozent aller Fahrzeuge am Tag deutlich kürzere Strecken. Diese Fahrzeuge lassen sich über Nacht zu Hause oder am Tag beim Arbeitgeber an einer 220-Volt-Steckdose laden. Stresstests der Energieversorger in Wohngebieten mit Einfamilienhäusern haben ergeben, dass dies bereits heute möglich ist, da die Niederspannungsnetze pro Haushalt für eine gleichzeitige Leistung von zwei bis drei Kilowatt ausgelegt sind. Langfristig wird man aber die Leitungen verstärken müssen, wenn alle Elektroautos fahren. Vor allem in den Städten müssen aber Möglichkeiten geschaffen werden, dass jeder Haushalt in der Lage ist, ein Elektrofahrzeug über Nacht zu laden. Die restlichen Fahrzeuge, die deutlich mehr als 100 Kilometer fahren, werden Schnellladesäulen an den Autobahnen benötigen. Die öffentliche Infrastruktur muss hier verbessert und mindestens auf das bereits vorhandene Niveau in den Niederlanden gebracht werden, wo fast jede Tankstelle auch eine Ladestelle mit mehreren Ladesäulen besitzt. Zudem wird häufig auch nicht berücksichtigt, dass eine Batterie nach ihrer Nutzung als Antriebsbatterie für die Speicherung von regenerativer Energie eingesetzt werden kann. Hier wird zusätzlich eine Lebensdauer von ca. zehn Jahren angenommen, sodass sich im Mittel eine Gesamtlebensdauer von mindestens 16 Jahren ergibt. Wenn man langfristig die Mobilität CO_2-frei gestalten will, bleibt nur der Elektroantrieb.

Dr. Thomas Müssig-Pabst

Download

Umfangreiche Literaturliste zum Thema.
www.mint-zirkel.de/2020/03/zukunft-elektromobilitaet/

ANZEIGE

Unterrichten im Ausland

Wir suchen für einen weltweiten Einsatz an den mehr als 140 Deutschen Auslandsschulen Lehrerinnen und Lehrer der Fächer Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik (MINT). Weitere Informationen und Bewerbungsunterlagen finden Sie unter:

www.auslandsschulwesen.de

Tel.: 022899 358-3666 oder E-Mail: ZfA.Bewerbung@bva.bund.de

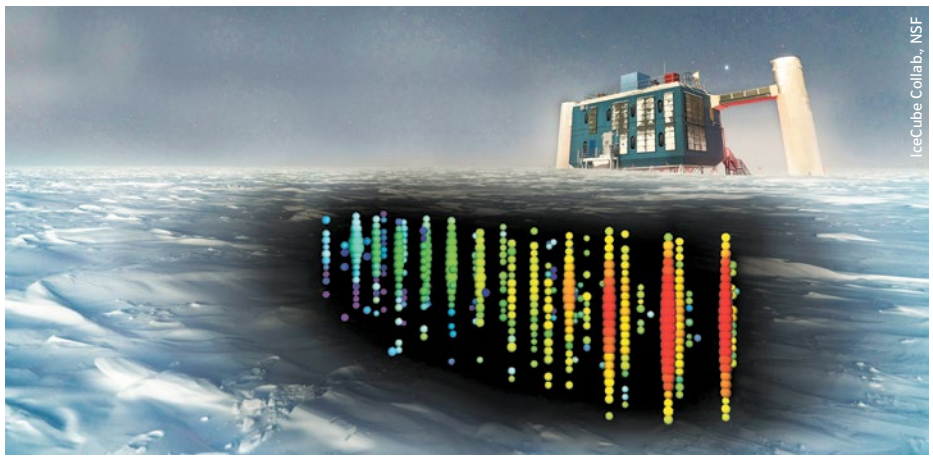
Bundesverwaltungsamt
– Zentralstelle für das Auslandsschulwesen –

ZfA
Deutsche Auslandsschularbeit International

Physik

Eine neue Ära der Astrophysik

Astronomen erforschen das Universum mit verschiedenen „Sinnen" – und entdecken dabei eine gewaltige Quelle der kosmischen Strahlung.



Der IceCube-Detektor befindet sich unter dem Südpol. Auf der Oberfläche steht nur das IceCube Lab mit den Computern, die die Daten der über 5.000 Lichtsensoren verarbeiten, die 1,5 bis 2,5 Kilometer tief ins Antarktiseis versenkt worden sind. Fliegen energiereiche Neutrinos daran vorbei, erzeugen sie eine charakteristische Lichtspur. Unten dargestellt ist die Visualisierung des Signals 170922A.

Manchmal genügt ein einziges Teilchen, um mehr als 1.000 Wissenschaftler über Monate zu beschäftigen. So geschah es beim Neutrino 170922A, das eine Spur im IceCube-Detektor unter dem Südpol erzeugte. Daraufhin wurden Astronomen in aller Welt alarmiert, um nach der Quelle am Himmel zu fahnden. Sie entdeckten dabei die erste extragalaktische Ursache der bereits seit über einem Jahrhundert bekannten kosmischen Strahlung. Mit dieser Messung hat ein neues Paradigma der Himmelskunde begonnen: die Multi-Messenger-Astronomie. Das ist die Beobachtung eines Vorgangs mithilfe mindestens zwei der grundverschiedenen kosmischen Botschaften. Es ist, als würden sie erstmals dieselben Quellen zugleich sehen, hören und riechen können – mit dem Unterschied, dass die Wirkungen des Weltalls den menschlichen Sinnen nur indirekt zugänglich sind. Der Vorteil: Mehrere unabhängige Informationsüberträger vermitteln ein neues und wesentlich tieferes Verständnis.

Das Quintett kosmischer Botschaften

Man kann fünf Arten von Signalen aus dem Weltraum unterscheiden, wobei sich zwei davon erst seit wenigen Jahren nachweisen lassen. Eine Analogie zu den sprichwörtlichen fünf menschlichen Sinnen ist hilfreich – aber irreführend, wenn sie überstrapaziert wird.

- **Elektromagnetische Strahlung:** Sie ist die wichtigste Informationsquelle, entspricht den Reizen für den Gesichtssinn, besteht physikalisch aber nicht nur aus dem sichtbaren Licht, sondern aus dem ganzen Spektrum – von der langwelligen Radio-, Mikrowellen- und Infrarotstrahlung bis zum Bereich mit höheren Frequenzen als Licht, der Ultraviolett-, Röntgen- und Gammastrahlung.
- **Festkörper:** Meteoriten, die sich betasten lassen, wenn sie beim Flug durch die Erdatmosphäre nicht völlig verglühen und zerfallen. Die meisten stammen von zerbrochenen Kometenkernen und aus der Kollision von Planetoiden, doch einige wurden auch bei Einschlägen auf dem Mars und Mond ins All geschleudert und haben sich im Lauf von Jahrmillionen zur Erde verirrt. Außerdem rieseln gegenwärtig mehrere Tausend Tonnen Staub im Jahr auf die Erde. Die bis zu 0,0001 Millimeter messenden Teilchen stammen ebenfalls überwiegend von Kometen und Planetoiden – oder aus der primordialen Wolke, aus der sich das Sonnensystem vor rund 4,6 Milliarden Jahren gebildet hat.
- **Kosmische Strahlung:** Sie ist am ehesten mit den Stimulanzien des Geruchssinns vergleichbar, denn die Detektoren entdecken Stoffe aus dem All – vor allem energiereiche Protonen und Elektronen, aber auch Ionen, schwerere Atomkerne und zuweilen Antimaterie-Teilchen (Positronen und Antiprotonen) sowie viele kurzlebige Partikel wie Myonen und Mesonen. Aus historischen Gründen wird ein Teil der Gammastrahlung oft ebenfalls zur kosmischen Strahlung gerechnet.
- **Neutrinos:** Auch sie sind „materiell", aber auf eine besondere Weise. Die flüchtigen, fast masselosen und daher beinahe lichtschnellen Elementarteilchen wechselwirken nämlich nur äußerst schwach mit gewöhnlicher Materie – elektromagnetisch sogar überhaupt nicht –, weshalb sie selbst große Himmelskörper ungestört durchdringen können. Sie legen daher Milliarden Lichtjahre im All zurück, ohne von Magnetfeldern und Materie abgelenkt oder behindert zu werden. Neutrinos wurden zunächst aus dem All nur von der Sonne nachgewiesen, dann von der Supernova 1987A, inzwischen auch in der kosmischen Strahlung und indirekt in der Hintergrundstrahlung vom Urknall.
- **Gravitationswellen:** Sie lassen sich mit Schallwellen vergleichen, also mit Luftdruck-Schwingungen. Doch ihr Übertragungsmedium ist nicht Gas, sondern die Raumzeit selbst. Deren periodische Stauchungen und Dehnungen können raffinierte riesige Laser-Detektoren gleichwohl hörbar machen – eine geradezu unerhörte Leistung seit Albert Einsteins Voraussage 1916. Gravitationswellen wurden zunächst aus der Bewegung von Neutronenstern-Paaren indirekt erschlossen und ab 2015 direkt gemessen.

Kräuselungen der Raumzeit

Das Jahr 2017 wird in die Wissenschaftsgeschichte eingehen, weil es zum ersten Mal völlig verschiedene Betrachtungsweisen derselben Vorgänge weit außerhalb der Milchstraße eröffnet hat. Angefangen hat es mit einem wahren Paukenschlag: der erstmals beobachteten Kollision zweier Neutronensterne. Dieses Inferno machte sich sowohl durch ein Energiegewitter quer durch das elektromagnetische Spektrum bemerkbar als auch durch das Erzittern der Raumzeit selbst – in Form von Gravitationswellen. Bei der Karambolage der beiden ultrakompakten Sternleichen am 17. August 2017 wurde Strahlung frei: am Rand der 144 Millionen Lichtjahre fernen Galaxie NGC 4993.

Ein Geisterteilchen aus vier Milliarden Lichtjahren Distanz

Genauso spektakulär war ein zweites Ereignis. Es ist ebenfalls ein Multi-Messenger-Paradebeispiel und der erste klare Hinweis auf eine gemeinsame Quelle von Neutrinos und Gammastrahlung. Am 22. September 2017 um 20:54:30 Uhr Weltzeit stieß ein fast lichtschnelles Neutrino zufällig mit einem Atomkern im Eis der Antarktis zusammen. Dabei entstand ein bläulicher Lichtblitz. Diese Tscherenkow-Strahlung erhaschte der IceCube-Detektor, der seit 2008 kontinuierlich den gesamten Himmel überwacht. Das Neutrino, des nach seinem Datum benannten Ereignisses 170922A, brachte es auf etwa 290 Teraelektronenvolt. Es ist das erste, dessen Herkunftsort ermittelt werden konnte. Es stammt aus dem Zentrum der vier Milliarden Lichtjahre fernen Galaxie TXS 0506+056, wo sich ein supermassereiches Schwarzes Loch befindet. Von dort haben das Weltraumobservatorium Fermi und das MAGIC-Teleskop auf La Palma zur selben Zeit einen enormen Ausbruch von Gammastrahlen festgestellt. 170922A war nur die Spitze des Neutrino-Eisbergs. Es müssen Millionen solcher Partikel unbemerkt durch IceCube geschossen sein. Die Messungen sind der erste Hinweis, dass ein Teil der Gammaquanten der kosmischen Strahlung aus der unmittelbaren Umgebung Schwarzer Löcher stammt.

Rüdiger Vaas ist Philosoph, Publizist, Dozent sowie Astronomie- und Physik-Redakteur beim Monatsmagazin *bild der wissenschaft* und Autor von 14 Büchern.

Literatur

Bücher zum Thema von Rüdiger Vaas (alle KOSMOS Verlag, Stuttgart):

Signale der Schwerkraft. Gravitationswellen: Von Einsteins Erkenntnis zur neuen Ära der Astrophysik. (2017)

Jenseits von Einsteins Universum. Von der Relativitätstheorie zur Quantengravitation. (2017, 4. Aufl.)

Download

Höchste Energien aus dem All
www.mint-zirkel.de/2020/03/astrophysik/

ANZEIGE

Mathematik

Dornröschen und die Wahrscheinlichkeitstheorie

Ein fiktives Experiment beleuchtet die vertrackte Beziehung zwischen objektiven und subjektiven Wahrscheinlichkeiten.

Was wartet auf Dornröschen?

Vergessen Sie das romantische Märchen, in dem der Prinz das schöne Dornröschen mit einem Kuss aus hundertjährigem Schlaf erweckt. In der aktuellen Kontroverse um „sleeping beauty“ (so der englische Titel des Grimm'schen Märchens) geht es um eine Versuchsperson in einem merkwürdigen Gedankenexperiment.

Das Experiment

Am Sonntagabend geht Dornröschen zu Bett. Vor ihr verborgen wirft der Versuchsleiter eine faire Münze. Ist das Ergebnis „Kopf“, so weckt er sie am Montag, stellt ihr eine Frage und verabreicht ihr eine Droge, die sie nicht nur wieder in den Schlaf versetzt, sondern auch ihre Erinnerung an die Erweckung samt Befragung auslöscht. Fällt die Münze so, dass „Zahl“ oben liegt, führt er das Protokoll aus Aufwecken, Befragen und Löschen der Erinnerung am Montag und am Dienstag durch. Mit dem Aufwachen am Mittwoch ist das Experiment beendet. Das Vertrackte an der Geschichte ist die Frage, die der Versuchsleiter ihr während der kurzen Wachphasen stellt: „Mit welcher Wahrscheinlichkeit, glaubst du, zeigt die Münze Kopf?“

Es gibt nämlich zwei Antworten. Die erste Antwort lautet: „Selbstverständlich ein halb!“ Dornröschen – die man sich als voll informierte und rationale Denkerin vorstellen muss – hat nämlich vor Beginn des Experiments erfahren, dass die Münze fair ist. Also war ihre subjektive Wahrscheinlichkeit für „Kopf“ am Sonntag noch gleich ½, und durch das Aufwecken hat sie keine neue Information erworben, die das revidieren könnte. Schließlich hat sie schon am Sonntag gewusst, dass sie geweckt werden würde, und auch das hat an ihrer Einschätzung nichts geändert.

Die zweite Antwort aber lautet: „Selbstverständlich ein drittel!“ Im Moment ihrer Erweckung befindet sich Dornröschen, wie sie weiß, nämlich in einem von drei Szenarien: Es ist Montag und die Münze zeigt Kopf, kurz (M, K); Montag und Zahl (M, Z); Dienstag und Zahl (D, Z). Die drei Szenarien sind für sie ununterscheidbar, denn sie bekommt weder einen Kalender noch die Münze zu sehen. Also bleibt ihr nichts anderes übrig, als jedem Ereignis die gleiche Wahrscheinlichkeit zuzuweisen. In nur einem der drei Szenarien zeigt die Münze Kopf, also …

Konzepte der Wahrscheinlichkeit

Wie kann es sein, dass es zu einer einfachen mathematischen Fragestellung zwei widersprechende Antworten gibt, zwischen denen man nicht durch schlichtes Nachrechnen entscheiden kann? Antwort: Das Problem ist nicht in erster Linie ein mathematisches. Aber das merkt man erst nach einer Weile. Das Konzept der Wahrscheinlichkeit im Allgemeinen und das der „subjektiven Wahrscheinlichkeit“ (in Dornröschens Kopf) im Besonderen sind problematischer, als es zunächst den Anschein hat.

In der Schulmathematik sind Wahrscheinlichkeiten in der Regel naturgegeben: Die Münze ist fair, und es wird nicht gefragt, wie man zu dieser Aussage kommt, sondern nur, was aus ihr folgt. Die Experimentalphysiker neigen dazu, Wahrscheinlichkeit als den Grenzwert der relativen Häufigkeit bei oftmaliger Wiederholung des Experiments zu verstehen (die „frequentistische“ Interpretation). Und Dornröschens Situation wird am ehesten durch die Bayes'sche Interpretation beschrieben, nach der Wahrscheinlichkeiten die unvollständige Kenntnis des Subjekts über das Objekt des Interesses widerspiegeln. In dieser Interpretation ist es auch sinnvoll, vergangenen Ereignissen Wahrscheinlichkeiten (ungleich 0 oder 1) zuzuschreiben. Subjektive Wahrscheinlichkeiten ändern sich mit jeder neuen Erkenntnis über das Objekt; und wenn alles mit rechten Dingen zugeht, streben sie mit jeder neuen Beobachtung (man denke an einen wiederholten Münzwurf) ganz frequentistisch gegen die „echten“ Wahrscheinlichkeiten. Was soll sich nun das arme Dornröschen denken?

In der Schule wäre jetzt ein Entscheidungsbaum angesagt. Zunächst fällt die Münze. Der linke Zweig „Kopf“ hat eine Wahrscheinlichkeit von ½ für sich und ist damit erledigt. An den rechten Zweig („Zahl“) muss man eine weitere Astgabel anhängen, deren Zweige heißen „Montag“ und „Dienstag“ und sind ebenfalls gleich wahrscheinlich. Also sind die Wahrscheinlichkeiten ½ für (M, K) und jeweils ¼ für (M, Z) und (D, Z), woraus für Dornröschen die Antwort ½ folgen würde. Das klingt einleuchtend, ist aber falsch. Es gibt zwar einen Zufallsprozess, der darüber entscheidet, ob Kopf oder Zahl fällt, aber keinen, der darüber entscheidet, ob heute Montag oder Dienstag ist. Das Argument wirft objektive Wahrscheinlichkeiten (für den Münzwurf) und subjektive (nur in Dornröschens Kopf sind Montag und Dienstag gleich wahrscheinlich) durcheinander und liefert deswegen für keine der beiden eine brauchbare Aussage.

Für die Vertreter der Antwort ⅓ (die „Drittler“) spricht auch ein Argument der Wirtschaftswissenschaftler: Dornröschen ist eine rationale Nutzenmaximiererin. Jedes Mal, wenn sie aufwacht, wird ihr angeboten, auf Kopf oder Zahl zu wetten. Die richtige Einschätzung ihrer subjektiven Wahrscheinlichkeiten ist diejenige, die ihre erwartete Auszahlung maximiert. Mit diesem Argument findet das berüchtigte Ziegenproblem („Monty Hall problem“) eine allgemein anerkannte Lösung.

Download

Das Ziegenproblem
www.mint-zirkel.de/2020/03/dornroeschen/

Hypothetisches Vergessen und subjektive Wahrscheinlichkeiten

Gleichwohl bleibt ein Unbehagen. Immerhin müsste Dornröschen eine Wahrscheinlichkeitsaussage treffen, die – wie sie weiß – objektiv falsch ist. Die „Halbierer“ interpretieren die Dornröschenfrage als die Frage nach der „objektiven“ Wahrscheinlichkeit. Die „Drittler“ verstehen sie laut dem Computerexperten Roland Stuckard so: „Mit welcher Wahrscheinlichkeit, glaubst du, erlebst du gerade eine Erweckung innerhalb des durch den Münzwurf ‚Kopf‘ induzierten Zweigs des Experiments?“

Und es bleibt das Argument der „Halbierer“, dass Dornröschen zwischen dem Einschlafen am Sonntag und dem Erwecken am Montag keine Information erworben haben kann, die ihre subjektiven Wahrscheinlichkeiten revidieren könnte. Was einem nur mühsam in den Kopf geht: Dieses Argument ist falsch, allerdings arbeitet das richtige mit dem umgekehrten Vorzeichen. Dornröschen erwirbt Information nicht, sondern verliert sie. Beim Aufwecken am Montag weiß sie nämlich nicht mehr, ob sie nicht schon einmal geweckt worden ist, in welchem Falle es schon Dienstag wäre. Aber beim Erwecken am Montag hat sie die Vergessensdroge noch gar nicht genommen, also auch noch nichts vergessen! Richtig, aber das hilft nicht. Sie muss damit rechnen, dass sie vergessen hat. Also ändert nicht nur echtes, sondern bereits hypothetisches Vergessen die subjektiven Wahrscheinlichkeiten – ein in der Tat gewöhnungsbedürftiger Gedanke.

Literatur und Links

Adam Elga: Self-locating belief and the Sleeping Beauty problem.
www.t1p.de/dornroeschen1

David Lewis: Sleeping Beauty: reply to Elga.
www.t1p.de/dornroeschen2

Pradeep Mutalik: Sleeping Beauty's Necker Cube Dilemma.
www.t1p.de/mutalik1

Pete Newbon: #MeToo, Sleeping Beauty and the often controversial history of fairy tales, 17. Januar 2018.
www.t1p.de/smzf

Christoph Pöppe: Dornröschen und die Wahrscheinlichkeitsrechnung. Spektrum der Wissenschaft 11/2019, S. 80–85.

Dr. Christoph Pöppe, Jahrgang 1953, hat Mathematik und Physik studiert. Von 1989 bis 2018 war er (der einzige) Redakteur für Mathematik und verwandte Gebiete bei der Zeitschrift „Spektrum der Wissenschaft“.

ANZEIGE

AUSBILDUNG MIT MARKENZEICHEN
Flad
Institut Dr. Flad
Staatlich anerkanntes Berufskolleg
Breitscheidstraße 127, 70176 Stuttgart
Tel.: (0711) 63 74 60, Fax: (0711) 63 74 618
Email: flad@chf.de, www.chf.de

Berufe mit Zukunft: CTA/PTA/UTA

- Ausbildung in zwei Jahren mit staatlicher Prüfung
- CTA mit Schwerpunkt Umwelt oder Biotechnologie möglich
- Gleichzeitig Erwerb der Fachhochschulreife (FHR) möglich
- Freiwillige Arbeitsgemeinschaften und Förderkurse
- Eigenes Wohnheim und Mensa
- Stipendien und zinslose Darlehen (BAföG)
- Bei entsprechend guter Leistung Ausbildung kostenlos
- BORS und BOGY, Experimentiersamstage
- Schnuppertage, Berufsinformationstage

Biologie

Erklärende Naturgeschichte

Kann der Ablauf der Stammesgeschichte narrativ erklärt werden? Welche Vorteile bietet eine erklärende Naturgeschichte zur Einführung in evolutionäres Denken?

Evolution ist an Gymnasien lange Zeit nur als krönendes Thema zum Abschluss der Sekundarstufe II behandelt worden.

Zunehmend wird heute erkannt, dass man Evolutionsaspekte aber bei möglichst vielen biologischen Themen ansprechen und diese so sinnvoll miteinander verknüpfen sollte. Biologie ist eine **historische Naturwissenschaft** und historische Erklärungen sind zu aktualen theoretisch und methodisch gleichwertig. Mit dem historischen Charakter der Biologie ist es geboten, das Thema schon früh, also auch in unteren Klassenstufen der Sekundarstufe I, zu unterrichten. Allerdings eignet sich als Einführung in evolutionäres Denken nicht so sehr die Theorie der Ursachen (Selektionstheorie) als vielmehr die der Naturgeschichte, die den Ablauf der Stammesgeschichte narrativ erklärt. Dieser Aspekt der Evolutionsbiologie kann als **erklärende Naturgeschichte** bezeichnet werden (Gerd von Wahlert). Sie eignet sich wegen der Anschaulichkeit besonders für junge Lernende.

Es ist angebracht, dabei auf die bei Schülerinnen und Schülern verbreiteten Alltagsvorstellungen einzugehen und diese durch fachliche Klärungen zu revidieren.

Anpassung an die Umwelt?

Bei den Vorstellungen zur Anpassung genügt es nicht, auf passive Wendungen zu achten, nach denen Organismen sich nicht (aktiv) anpassen, sondern angepasst werden. Der Schlüssel zum Verständnis des Anpassungsprozesses ist: **Lebewesen und Umwelt beeinflussen sich gegenseitig.** Lebewesen werden zwar einerseits an die Umwelt angepasst, andererseits verändern sie aber auch ihre Umwelt. Charles Darwin spricht deshalb stets von der Anpassung der Organismen an die Lebensbedingungen. Damit verknüpft er beide Seiten des Anpassungsprozesses – Umweltfaktoren und Lebensweise der Organismen – gleichwertig miteinander.

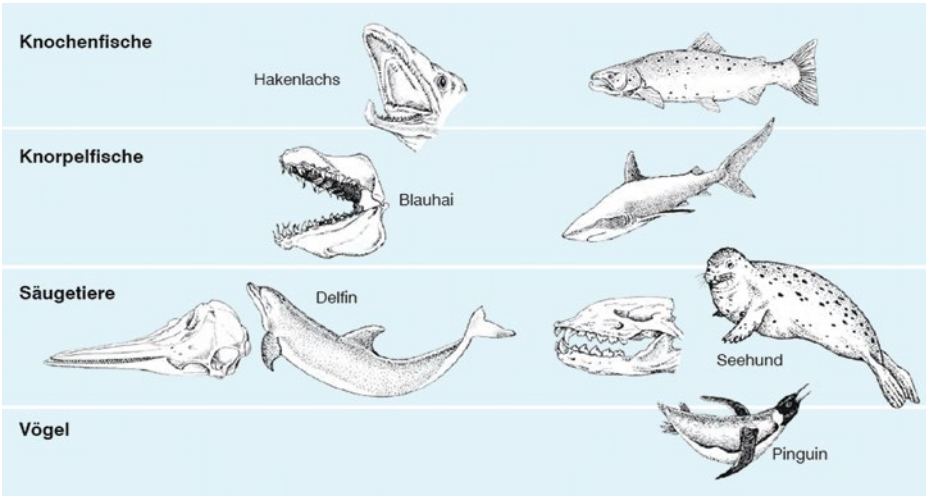
So sind Spechte nicht einfach an Baumstämme angepasst. Vielmehr verändern sie die Baumstämme, indem sie Höhlen in sie bauen, die wiederum die Umwelt für andere Lebewesen verändern, die sie nachfolgend für sich nutzen, wie die Hohltaube. Das Vorkommen der Hohltaube ist daher an die Verbreitung des Schwarzspechts gebunden.

Höherentwicklung?

Mit Evolution wird gern von Höherentwicklung gesprochen. Innerhalb der Wirbeltiere stellt man gern eine aufsteigende Reihe von Fischen über Amphibien und Reptilien zu den Säugetieren auf. Spätestens beim Einbeziehen der Vögel wird diese Reihung fragwürdig: Was könnte die Säugetiere über die in mancher Hinsicht leistungsfähigeren Vögel stellen? Man beachte das Fliegen und die gegenüber Säugern differenziertere Lunge.

Sogenannte niedere Tiere leben nicht schlechter, sondern anders als die sogenannten höheren. Höherentwicklung ist ein durch subjektive Urteile biologisch untaugliches Konzept.

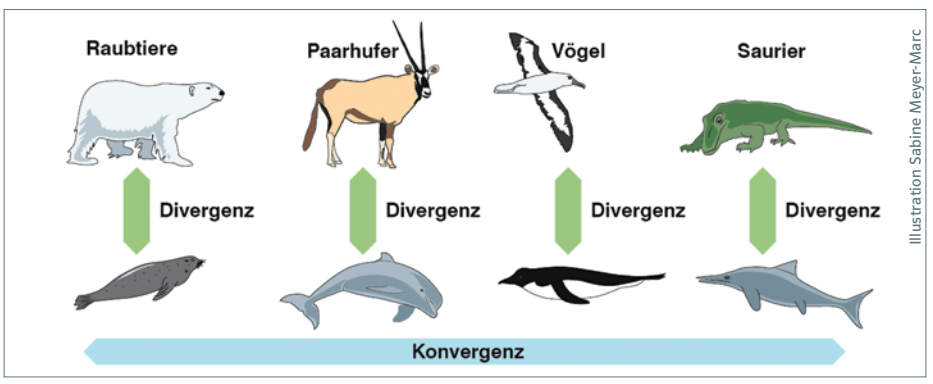
Ein zentrales Thema ist die Evolution der Wirbeltiere vom Wasser ans Land – und zurück. Dabei zeigt sich, dass die sogenannten Höheren die Niederen nicht verdrängt haben, sondern mit ihnen in Koexistenz zusammenleben.



Koexistenz von Vertretern stammesgeschichtlich verschiedener Gruppen: Fischfresser im Meer (aus Kattmann: Naturgeschichte der Wirbeltiere)

Gerade Stammeslinien?

Der Eindruck der Höherentwicklung wird besonders dann erweckt, wenn man die Stammesgeschichte einer Art unverzweigt zurückverfolgt. Das ist naheliegend, wenn in der Evolution nur eine Gattung oder nur eine Art bis heute übrig geblieben ist. So redet man beim Pferd und beim Menschen gern von einer Höherentwicklung, aber niemand redet von einer Höherentwicklung von Wiederkäuern oder gar von Mäusen, bei denen eine Vielzahl von Arten existiert. Dabei zeigt die Naturgeschichte von Pferden und Menschen, dass es ehemals viele Arten von ihnen gab und ihre Stammeslinien daher ebenso verzweigt sind wie bei Wiederkäuern und Mäusen.



Konvergenz und Divergenz bei vier Wirbeltiergruppen. Konvergenz: schnell schwimmende Fischfresser (aus Kattmann: Naturgeschichte der Wirbeltiere)

Das Prinzip der Evolution ist Verzweigung: Evolution geht in alle Richtungen, sodass alle Lebensmöglichkeiten der Lebewesen einer Verwandtschaftsgruppe genutzt werden (adaptive Radiation).

Ähnlichkeit bestimmt Verwandtschaft?

Kann man Verwandtschaft daran erkennen, dass sich Organismen ähnlich sind? Verwandte sind sich häufig ähnlich: Geschwister sind sich ähnlich (wenn sie es denn sind), weil sie verwandt sind. Gemeinsame Abstammung (stammesgeschichtliche Verwandtschaft) ist die Ursache von Ähnlichkeit. Umdrehen lässt sich der Satz nicht: Ähnlichkeit ist nicht Ursache von Verwandtschaft, denn sie kann unabhängig voneinander durch ähnliche Lebensbedingungen entstehen. Evolutionsbiologisch heißt sie **Konvergenz**. Andererseits können nah verwandte Lebewesen sich stark voneinander unterscheiden, weil sie in ihrer Evolution gegenüber den Verwandten stark abgewandelt sind. Diese Erscheinung heißt **Divergenz**.

Gleichförmige Arten?

Jeder Mensch glaubt, dass er einzigartig ist. Das gilt aber auch für alle anderen Menschen. Häufig stellt man sich jedoch vor, dass die Individuen derselben Tierart sich kaum voneinander unterscheiden. Darüber hinaus stellt man sich vor, dass die Angehörigen derselben Art in der Evolution alle gleichzeitig und gleichförmig abgeändert werden. Demgegenüber ist zu betonen, dass die Individuen einer Art sich unterscheiden. Diese **Variation** ist eine Voraussetzung für die Evolution der Arten, indem bestimmte Varianten sich vermehrt fortpflanzen.

Prof. Dr. Ulrich Kattmann

Zum Weiterlesen

Der hier vorliegende Beitrag basiert auf dem Buch von Ulrich Kattmann: Naturgeschichte der Wirbeltiere. Das Buch ist in der Reihe **„Neue Wege in die Biologie“** Hannover: Friedrich Verlag erschienen. Die Bücher können neben und im Unterricht verwendet werden, sie sind als Lernbücher zum Selbststudium konzipiert.

Weitere Themen der Reihe sind „Energienutzung durch Organismen“; „Leben mit Tieren“; „Naturwissenschaftliche Erkenntnis“, 2020; in Vorbereitung: „Wahrnehmung“ und „Mit Modellen lernen“.

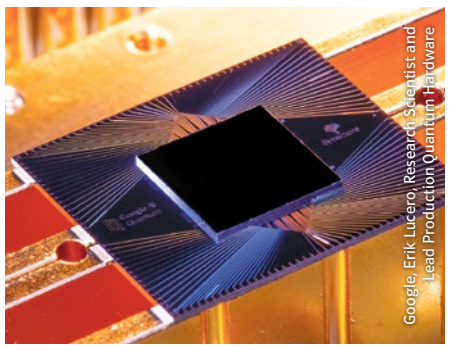
ANZEIGE

Informatik

Quantum Supremacy und der Weg zum universellen Quantencomputer

Quantencomputer versprechen vieles: die Simulation komplexer Moleküle in chemischen Reaktionen, effiziente Primfaktorzerlegung und rasante Fortschritte bei der Künstlichen Intelligenz. All das ist hochrelevant, beispielsweise für die Medizin, Datensicherheit und Automatisierung. Doch wie unterscheiden sich Quantencomputer von herkömmlichen Computern?

Die Überlegenheit von Quantencomputern kommt daher, dass sie anders arbeiten als klassische Computer. Diese führen Berechnungen auf der Basis von Bits durch, die die Werte 0 oder 1 annehmen können. Quantencomputer verwenden stattdessen sogenannte **Quanten-Bits**, kurz **Qubits**. Anstelle der Werte 0 und 1 können diese auch einen quantenmechanischen Überlagerungszustand aus beiden Werten annehmen. Diese Überlagerung erlaubt es, verschiedene Lösungen eines Problems gleichzeitig zu erkunden. Ein Algorithmus, der diesen Vorteil ausnutzt, kann so Rechenzeit sparen. Ein Beispiel für einen solchen Algorithmus ist der Shor-Algorithmus, mit dem sich Zahlen in ihre Primfaktoren zerlegen lassen. Es kann mathematisch gezeigt werden, dass er dies effizienter tut als jeder bekannte Algorithmus für klassische Computer. Das heißt jedoch nicht, dass Quantencomputer klassische Computer komplett ersetzen werden. Im Gegenteil: Quantencomputer sind Spezialisten. Sie eignen sich dafür, ganz bestimmte Probleme zu lösen.



Sycamore-Prozessor

Hat Google den Durchbruch geschafft?

Algorithmen, die den Vorteil der Qubits ausnutzen, existieren bereits, und es kann mathematisch gezeigt werden, dass einige effizienter sind als bekannte Algorithmen für klassische Computer. Dass Quantencomputer noch nicht im Einsatz sind, obwohl bereits Algorithmen existieren, liegt an der experimentellen Umsetzung. Jedes Qubit ist ein eigenes Quantensystem, das gezielt manipuliert werden muss. Das ist eine große Herausforderung, da Quantenzustände extrem fragil sind. So waren Quantencomputer lange Zeit kaum mehr als bessere Taschenrechner.

Vergangenen Herbst ist Google-Forschern jedoch ein Durchbruch gelungen. Ihr Quantenprozessor Sycamore arbeitet mit 53 funktionsfähigen Qubits und hat in 200 Sekunden ein Problem gelöst, das den leistungsstärksten Computer der Welt – laut Google – knapp 10.000 Jahre beschäftigt hätte. Google behauptet damit, die sogenannte „Quantum Supremacy“ (=Quantenüberlegenheit) gezeigt zu haben. Das bedeutet, dass ein Quantencomputer erstmalig eine Berechnung gemacht hat, die auf klassischen Computern praktisch nicht durchführbar ist. Doch was heißt „praktisch nicht durchführbar“? Laut IBM, Googles größtem Konkurrenten, bräuchte der beste Supercomputer lediglich zweieinhalb Tage für diese Berechnung. Das ist zwar immer noch wesentlich länger als die 200 Sekunden, macht dies aber die Berechnung „praktisch nicht durchführbar“? Zu dieser Problematik kommt hinzu, dass klassische Supercomputer stetig verbessert werden. Der Vergleich der Rechenzeiten kann also nur eine Momentaufnahme sein. Auch wenn „Quantum Supremacy“ nicht scharf definiert werden kann, markiert der Begriff einen wichtigen Meilenstein. Er hilft einzuordnen, wie weit Quantencomputer sind.

Google Quantencomputer

Quantum Circuit Sampling

Leider kann Googles Sycamore momentan weder Primzahlen effizient zerlegen noch das Verhalten komplexer Moleküle berechnen. In der Tat hat Google auch die Berechnung speziell ausgewählt, um die „Quantum Supremacy“ mit Sycamore zu zeigen. Konkret war die Aufgabe das sogenannte „Quantum Circuit Sampling“. Dabei startet ein quantenmechanisches System in einem zufälligen Zustand, in dem eine Reihe von festgelegten Operationen durchgeführt wird. Dann wird eine Messung vorgenommen. Die Frage lautet: Mit welchen Wahrscheinlichkeiten erhält man welche Endzustände? Als Analogie kann man einen Würfel betrachten, der in einem zufälligen Zustand, also mit einer zufälligen Seite nach oben, startet. Nun werden die Operationen durchgeführt, z. B. „Drehe die Oberseite nach unten, wenn die Augenzahl größer als drei ist. Drehe danach den Würfel um 90 Grad nach links, wenn die Augenzahl ungerade ist.“. In dieser Analogie lautet die Frage: Mit welcher Wahrscheinlichkeit zeigt der Würfel am Ende eine Eins, Zwei, Drei, Vier, Fünf bzw. Sechs? Erhöht man die Anzahl der Würfel und Operationen, gehen klassische Computer schnell in die Knie. Quantencomputer hingegen nicht, wie Google im Herbst gezeigt hat.

Auch wenn es keine Anwendung für Quantum Circuit Sampling gibt und kritisch debattiert wird, was genau „Quantum Supremacy“ bedeutet – Google hat mit dem Quantenprozessor Sycamore einen großen Schritt auf dem Weg zum universellen Quantencomputer geschafft.

Lucia Härer
juFORUM e. V.

Links zum Weiterlesen

Citizen-Science-Projekt und Allgemeines zum Thema Quantencomputer:
www.scienceathome.org/games/quantum-moves/

Ausführlicher Überblick über Quantum Supremacy:
www.quantamagazine.org/quantum-supremacy-is-coming-heres-what-you-should-know-20190718/

Original-Veröffentlichung von Google:
www.nature.com/articles/s41586-019-1666-5

Deutsches Jungforschernetzwerk

Das Deutsche Jungforschernetzwerk – juFORUM e. V. ist ein Verein, der den produktiven Austausch zwischen wissenschaftlich interessierten jungen Menschen fördert. In ihm engagieren sich Jungforscher für Jungforscher.
www.juforum.de

ANZEIGE

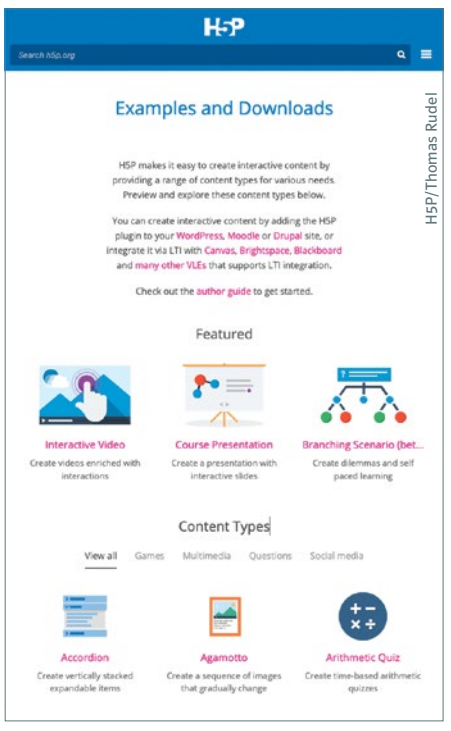
Digitale Medien

Interaktiv lernen mit H5P

Multimediale Lernbausteine sind für viele Lehrkräfte aus einem zeitgemäßen Unterrichtsszenario nicht mehr wegzudenken. LearningApps.org bietet dafür einen niederschwelligen Einstieg. Wer über die Möglichkeiten dieses Tools hinausgehen möchte und den etwas größeren Aufwand nicht scheut, kommt über kurz oder lang an H5P nicht vorbei.

H5P ist eine quelloffene Software, die 2013 unter Open-Source-Lizenz veröffentlicht und seitdem ständig weiterentwickelt wurde. Sie ermöglicht das Erstellen multimedialer Lehr- und Lerninhalte. H5P läuft plattformunabhängig, aber nicht eigenständig, das heißt, die Software muss als Plug-in in bestehende Content-Management-Systeme wie Moodle oder WordPress integriert werden.

Die Möglichkeiten sind vielfältig: So lassen sich neben Quizaufgaben, Lückentexten und Zuordnungsübungen auch Spracheingaben und interaktive Zeitleisten erstellen. Ebenso können Bilder, Videos oder Präsentationen um multimediale Zusatzinformationen ergänzt werden. Die verschiedenen Aufgabentypen lassen sich miteinander kombinieren. Besonders interessant für den unterrichtlichen Einsatz ist die Unterstützung der Tin Can API, einer Schnittstelle, mit der Lernaktivitäten verfolgt und Lernfortschritte gespeichert werden können.



Anwendungsbeispiele von H5P

Wie funktioniert's?

Um die Möglichkeiten der Software voll ausreizen zu können, bietet sich eine Integration in ein schuleigenes Learning-Management-System (LMS) an. Wer sich zunächst nur einen Überblick über die Software verschaffen möchte, findet auf der offiziellen Entwicklerseite h5p.org eine gute Übersicht sowie einige Anwendungsbeispiele. Um das Tool produktiv nutzen zu können, ist das Anlegen eines Accounts auf der Seite h5p.com notwendig, der nach einer Testphase von 30 Tagen kostenpflichtig wird.

Konkrete Unterrichtsbeispiele und aktuelle Handreichungen auf Deutsch finden sich unter anderem auf den Seiten des Landesbildungsservers Baden-Württemberg, www.schule-bw.de. Sie sind dort ein wenig versteckt, lassen sich aber schnell aufrufen, wenn man „H5P" in die Suchmaske der Startseite eingibt. Die hier vorgestellten Beispiele können – wie alle H5P-Module – heruntergeladen und (unter Berücksichtigung des Urheberrechts) in eigene Lernumgebungen eingebunden werden. Die unkomplizierte Weitergabe von Inhalten ist sicher eine der Stärken des Programms. Die Möglichkeit, die Inhalte auf eigenen Systemen bereitzustellen, dürfte jeden Datenschützer erfreuen.

Was bringt's?

Bei der Vermittlung von Informationen besteht stets die Problematik, dass Schülerinnen und Schüler in die Rolle von passiven Konsumenten gedrängt werden. Interaktive Module fördern die kognitive Aktivierung und ermöglichen es der Lehrkraft, formativ Feedback zu geben.

Am Beispiel der interaktiven Videos lässt sich das gut demonstrieren: Während der Film läuft, können Buttons in das Filmbild gesetzt werden, hinter denen sich Zusatzinformationen verbergen. Entweder klickt der Lernende bei Bedarf auf diese Buttons oder die Autorin bzw. der Autor stellt den Hauptfilm so ein, dass er an einer definierten Stelle stoppt und erst dann fortgesetzt werden kann, wenn z. B. Fragen zum Inhalt der vorhergehenden Filmsequenz richtig beantwortet wurden. Die Schwierigkeit der Übungen kann so gestaltet werden, dass sich die richtigen Antworten nicht einfach erraten lassen. Zu jeder Antwort, egal ob richtig oder falsch, können dem Lernenden weitere Informationen im Sinne eines formativen Feedbacks mit auf den (Lern-)Weg gegeben werden.

Beispiel für ein interaktives Video: Links oben besteht die Möglichkeit, ein Foto einzublenden. In der Timeline unter dem Video zeigen die weißen Punkte, an welchen Stellen der Hauptfilm mit H5P-Elementen ergänzt wurde. Diese können auch direkt angewählt werden.
© IWM Tübingen: P. Gerjets, K. Scheiter, A. Schüler, T. Huk, S. Gemballa

Neben der Möglichkeit, die dargebotenen Inhalte durch weitere multimediale Angebote zu erweitern, besteht natürlich auch bei H5P die Möglichkeit, dass Schülerinnen und Schüler selbst tätig werden und Lerninhalte multimedial anreichern und ergänzen.

Da die Bedienung des sehr leistungsstarken Tools nicht ganz selbsterklärend ist, sollte die Einarbeitungszeit sowohl für Lehrkräfte als auch für Lernende nicht unterschätzt werden.

Weitere Informationen

H5P ist eine quelloffene Lernumgebung, die als Plug-in in ein bestehendes CMS integriert werden kann. Eine Übersicht über die Funktionen der Software findet sich unter h5p.org. Nach einer Registrierung unter h5p.com kann die Software 30 Tage lang kostenlos getestet werden. Betreiberin beider Webseiten ist die norwegische Firma Joubel. Nach dem Ende der Testperiode belaufen sich die Kosten auf 19 $ pro Monat und Autor; ab dem elften Nutzer oder bei jährlicher Zahlweise gibt es Rabatt. Für die detaillierte Auswertung der Lernaktivitäten fallen weitere Kosten von einigen Cent pro Lernendem und Monat an. Die Kosten entstehen für Support und Hosting; die Software selbst steht unter freier Lizenz (MIT License) und kann bei Einbindung in das eigene System kostenfrei genutzt werden.

Bei der Datenspeicherung außerhalb des eigenen Systems sind die entsprechenden Vorgaben des Datenschutzes besonders sorgfältig zu beachten, da ja explizit die Aktivitäten der Schülerinnen und Schüler aufgezeichnet werden.

Thomas Rudel ist Lehrer an einem Tübinger Gymnasium und Leiter des dortigen Kreismedienzentrums. Er ist Autor verschiedener Unterrichtswerke und engagiert sich sowohl im Landesarbeitskreis Medien Baden-Württemberg als auch im Bundesarbeitskreis der Leiterinnen und Leiter kommunaler Medienzentren.

ANZEIGE

Informatik und Wirtschaftsinformatik

Informatiktag 2020 der HFT Stuttgart – spannende Vorträge zu aktuellen Themen der Digitalisierung

Am 7. Mai 2020 findet der 16. Informatiktag der Hochschule für Technik Stuttgart (HFT Stuttgart) statt. Spannende Vorträge zum Themenfeld Informatik/Wirtschaftsinformatik/Digitalisierung von Referentinnen und Referenten aus der Praxis erwarten die Besucherinnen und Besucher.

Wie bei allen Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW) steht auch bei den IT-Studiengängen der HFT Stuttgart (siehe Kasten) neben aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen die spätere Anwendung des Lehrstoffes in der Praxis im Mittelpunkt.

Anwendungsorientiertes Studium an der HFT Stuttgart

Neben dem obligatorischen Praxissemester – offiziell Betreutes Praktisches Studienprojekt (BPS) genannt –, bei dem die Studierenden im fünften Fachsemester sechs Monate lang in einem Unternehmen praktische Kenntnisse erwerben, ist eine Reihe von weiteren Elementen im Gesamtkonzept sowie im Curriculum enthalten, die den Praxisbezug stärken.

So haben alle Professorinnen und Professoren praktische Erfahrungen außerhalb der Hochschullandschaft vorzuweisen. Außerdem werden Lehrbeauftragte aus der Praxis in den Lehrbetrieb integriert, die den Studierenden aktuelle Themen und Entwicklungen aus den jeweiligen Unternehmen vermitteln.

Aufgrund der spannenden Herausforderungen, mit denen sich die Unternehmen aktuell im Bereich der Digitalisierung konfrontiert sehen, werden in den IT-orientierten Studiengängen der HFT Stuttgart fast alle Abschlussarbeiten in Kooperation mit Unternehmen aus unterschiedlichen Branchen durchgeführt. Darunter sind weltweit bekannte Unternehmen wie Daimler, Bosch und Porsche, Hidden Champions wie Würth, Trumpf und Vector, aber auch eine Vielzahl kleiner und mittelständischer Unternehmen, z. B. aus dem Bereich der IT-Dienstleister. Gerade in diesem Umfeld hat die Region Stuttgart einiges zu bieten, und so starten viele Studierende ihre Karriere nach dem Studium bei einem KMU.

Bachelor-Studiengänge der Fakultät Vermessung, Informatik und Mathematik der HFT Stuttgart

Bachelor-Studiengang **Informatik**

Bachelor-Studiengang **Wirtschaftsinformatik**

Bachelor-Studiengang **Informationslogistik**

Bachelor-Studiengang **Mathematik**

Bachelor-Studiengang **Vermessung und Geoinformatik**

Volles Haus beim Informatiktag der HFT Stuttgart

KITT & Informatiktag als Höhepunkte des Jahres

Die Höhepunkte des Studienbereichs Informatik sind der jährlich stattfindende und immer sehr früh ausgebuchte Kontakt- und Informationstag Wirtschaft – Hochschule (KITT), bei dem sich eine Vielzahl von Unternehmen den Studierenden der HFT Stuttgart präsentiert, sowie der traditionell im Anschluss daran stattfindende Informatiktag, bei dem es spannende Vorträge aus der Unternehmenspraxis gibt.

In der 15-jährigen Historie des Informatiktags gab es u. a. Vorträge von namhaften Unternehmen wie z. B. SAP, IBM, Daimler, Accenture, Vector, Oracle, Capgemini sd&m, T-Systems, MHP, GFT, Philips, Fujitsu und Logica/CGI, aber auch von kleineren Unternehmen und innovativen Start-ups.

Traditionell wird ein Vortrag des Informatiktags von einer Absolventin oder einem Absolventen der IT-Studiengänge der HFT Stuttgart gehalten. Denn die HFT-Absolventinnen und -Absolventen sind inzwischen oftmals in verantwortungsvollen Positionen und bearbeiten und leiten eine Vielzahl von spannenden Projekten.

Außerdem wird im Rahmen des Informatiktags der Novatec-Förderpreis für besonders erfolgreiche Studierende verliehen.

Im Folgenden soll ein Rückblick auf 15 Jahre Informatiktag anhand von ausgewählten Beispielen gegeben werden. Aus Platzgründen können wir hier nicht alle Themen aufzählen, die Homepage des Informatiktags hält jedoch die gesamte Historie abrufbereit (siehe Kasten).

Die Premiere: der erste Informatiktag 2005

Der 1. Informatiktag der HFT Stuttgart fand vor 15 Jahren am 10. Juni 2005 statt und hatte zu diesem Zeitpunkt brandaktuelle Themen auf der Agenda, wie z. B. Service-orientierte Architekturen (SOA) und Standards zur Prozessautomatisierung (BPEL, Business Process Execution Language).

Die Jahre 2006 bis 2015

Auch in den Jahren 2006 bis 2015 gab es innovative Vorträge zu einem breiten Spektrum an Themen, z. B. Softwarearchitekturen, modellbasierte Softwareentwicklung, Geoinformationssysteme (GIS), verteilte und internationale Softwareentwicklung, sichere und zuverlässige Softwaresysteme, Krisenmanagement, IT-Sicherheit & Live-Hacking, Projektmanagement, IT im Automobil, Cybercrime, Robotik, Compliance, Big Data, Elektromobilität, IT in der Medizin, Virtualisierung u. v. m.

Informatiktag 2016: BPM und 3-D-Lernwelten

Beim 12. Informatiktag gab es einen tollen Vortrag von einem der erfolgreichsten HFT-Absolventen. Bernd Rücker, Co-Gründer von Camunda, berichtete, wie sich sein Unternehmen von einem Start-up zu einem internationalen Software-Unternehmen im Umfeld Business Process Management (BPM) mit Standorten in Berlin, San Francisco und Denver entwickeln konnte.

Zudem begeisterte ein Vortrag zum Thema virtuelle 3-D-Lern- und -Arbeitswelten, der zeigte, wie mit 3-D-Technologien in der Ausbildung eindrucksvolle Ergebnisse erzielt werden können.

Informatiktag 2017: DevOps, IT im Automobil und Cloud

Der Informatiktag 2017 überzeugte mit drei Schwerpunktthemen: DevOps, d. h. die Integration der Entwicklung und des Betriebs von softwarebasierten IT-Lösungen, aktuelle IT-Architekturen im Automobil – ein besonders wichtiges Thema für die Region Stuttgart – sowie das Megathema Cloud-Technologien.

Informatiktag 2018: Open Source, Sicherheit und Datenschutz

2018 berichtete Stefan Siegl von der Novatec GmbH, ein Absolvent der HFT Stuttgart, auf dem Informatiktag über die Chancen und Herausforderungen bei der Transformation eines proprietären Softwareprodukts in eine Open-Source-Lösung.

Zudem wurden der relevante Komplex der IT-Sicherheit in Unternehmen sowie Aspekte des Datenschutzes thematisiert, insbesondere in Verbindung mit Social-Media-Plattformen wie z. B. Facebook und WhatsApp.

Informatiktag 2019: Künstliche Intelligenz (KI) im Fokus

Der Informatiktag 2019 stand ganz im Zeichen der aktuellen Topthemen Künstliche Intelligenz (KI), maschinelles Lernen (ML) und Data Science.

Expertinnen und Experten von Daimler, EvoBus sowie ScatterBlogs zeigten, wie mit intelligenten Verfahren und Algorithmen die Produktionsprozesse optimiert werden oder wie aus Social-Media-Daten brandaktuelle News zu weltweit verteilten Ereignissen extrahiert werden können.

Spannendes Programm beim Informatiktag 2020

Auch beim 16. Informatiktag, der am 7. Mai 2020 an der HFT Stuttgart stattfindet, erwarten die Besucherinnen und Besucher wieder spannende Vorträge zum Themenfeld Informatik/Wirtschaftsinformatik/Digitalisierung. Die detaillierte Agenda finden Interessierte unter der Webadresse www.hft-stuttgart.de/Informatiktag ab ca. Ende März. Die Teilnahme ist kostenfrei, eine Anmeldung ist aus organisatorischen Gründen notwendig.

Wir würden uns freuen, beim Informatiktag 2020 auch Besucherinnen und Besucher aus Schulen (Lehrerinnen und Lehrer sowie interessierte Schülerinnen und Schüler) begrüßen zu dürfen.

Prof. Dr. Oliver Höß
oliver.hoess@hft-stuttgart.de
Prof. Dr. Peter Heusch
peter.heusch@hft-stuttgart.de

Prof. Peter Heusch, Dekan der Fakultät C (Vermessung, Informatik und Mathematik) der HFT Stuttgart, verkündet das Datum des 16. Informatiktags (binär 10000 = dezimal 16).

Weitere Informationen

Die Teilnahme ist kostenfrei und Besuch aus dem schulischen Bereich ist gerne gesehen.

Informationen und kostenfreie Anmeldung unter:
www.hft-stuttgart.de/Informatiktag

Didaktik

Können innovative Unterrichtsansätze in den MINT-Fächern die Motivation und Leistung fördern?

Während Grundschulkinder häufig noch reges Interesse an MINT-Fächern zeigen, nimmt diese Begeisterung im Laufe der Schulzeit oft ab. Dieser Trend ist durch die empirische Bildungsforschung aktuell gut belegt. Welche Möglichkeiten gibt es für Lehrkräfte, diesem negativen Trend entgegenzuwirken? Bildungsforscherinnen und -forscher vermuten besonders hinter innovativen Wegen der Unterrichtsgestaltung – wie Forschendem Lernen, außerschulischem Lernen oder Lernen mit digitalen Medien – ein großes Potenzial, um Schülerinnen und Schüler für die MINT-Fächer stärker zu begeistern.

In einer Metaanalyse aus dem Jahr 2016 untersuchte Elwin Savelsbergh deshalb gemeinsam mit seinen Mitautorinnen und -autoren empirisch, ob innovative Ansätze die Einstellung und das Interesse von Schülerinnen und Schülern gegenüber naturwissenschaftlich-mathematischen Inhalten tatsächlich besser fördern als regulärer Unterricht. Weil mehr Interesse aber nicht automatisch bedeutet, dass Schülerinnen und Schüler auch mehr lernen oder bessere Leistungen bringen, untersuchten die Autorinnen und Autoren auch, wie sich die Leistungen von Heranwachsenden durch innovative Ansätze entwickeln. Die für die Metaanalyse ausgewählten Studien beschäftigten sich dabei mit fünf verschiedenen Arten innovativer Unterrichtsansätze:

- **Kontextbasierte Ansätze:** Unterrichtsansätze, die MINT-Inhalte bewusst in spezifischen Anwendungskontexten darstellen und an die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler anknüpfen
- **Forschendes Lernen:** Unterricht, bei dem Schülerinnen und Schüler von naturwissenschaftlichen Fragestellungen ausgehend Daten sammeln, auswerten und interpretieren
- **Lernen mit digitalen Medien:** Lehrkräfte gestalten Unterricht mithilfe von Computern und digitalen Medien, zum Beispiel setzen sie Simulationen, Quiz, Lernspiele oder Lehrvideos ein.
- **Kollaboratives Lernen:** Schülerinnen und Schüler arbeiten in flexiblen Gruppen an gemeinsamen Aufgaben. Dazu gehören auch Peer-Feedback-Aktivitäten und Diskussionen.
- **Extracurriculare Aktivitäten:** unterrichtsbezogene Aktivitäten, die meist außerhalb des Klassenzimmers stattfinden, wie Museumsbesuche, Exkursionen oder Expertenvorträge

Bessere Leistungen und mehr Interesse – aber nicht in jedem Alter

Die Analysen zeigen, dass innovative Unterrichtsansätze signifikant **positivere** Ergebnisse erzielen als Unterricht, der nicht mit diesen Methoden gestaltet wurde. Dies betrifft sowohl die positivere Einstellung gegenüber MINT-Inhalten als auch ein höheres generelles Interesse an MINT-Themen sowie bessere Lernleistungen. Für die Ergebnisse der Analysen spielt es keine Rolle, welcher der genannten Ansätze dabei eingesetzt wurde, wie lange Schülerinnen und Schüler mit innovativen Ansätzen unterrichtet wurden, in welchem MINT-Fach die Untersuchung stattfand oder ob Lehrkräfte spezifisch auf die Gestaltung des Unterrichts vorbereitet wurden.

Ein Einflussfaktor zeigte sich allerdings: Für die Jahrgangsstufe der Schülerinnen und Schüler ergab sich ein signifikant negativer **Zusammenhang** mit der Förderung einer positiven Einstellung. Das deutet darauf hin, dass es in höheren Jahrgangsstufen schwieriger wird, positive Einstellungen durch innovatives Unterrichten zu fördern.

Studienbeispiel: innovativer MINT-Unterricht digital

Wie MINT-Unterricht mithilfe digitaler Medien innovativ und effektiv gestaltet werden und dabei sowohl Leistungen als auch Interesse fördern kann, zeigt eine experimentelle Studie von Rosen (2009) mit 418 israelischen Fünft- und Siebtklässlern, die Teil der Metaanalyse ist: Schülerinnen und Schüler der Experimentalgruppe nutzten während des naturwissenschaftlichen Unterrichts zwei bis drei Monate lang regelmäßig mindestens einmal pro Woche die **Online-Plattform** BrainPOP (www.brainpop.com). Diese Plattform bietet Zugang zu einer Fülle von kurzen Videoclips, die unterschiedliche Unterrichtsinhalte anschaulich mithilfe von Zeichentrickanimationen erklären.

Die Studie konzentriert sich auf die beiden Inhaltsbereiche „Erde und Weltall“ sowie „Materialien und deren Eigenschaften“, die im Curriculum der jeweiligen Jahrgangsstufe verankert sind und zu denen jeweils ca. 20 Videoclips bereitstehen. Während in den Parallelklassen – der sogenannten Kontrollgruppe ohne Zugang zur Plattform – das Interesse im Laufe der Zeit abnahm, berichteten die Teilnehmenden der Experimentalgruppe ein deutlich **höheres Interesse** an Themen im Bereich der Naturwissenschaft und Technik. Auch ihre Fähigkeiten, das gewonnene Wissen in neuen Situationen einzusetzen, konnten sie deutlich **steigern**. Die Kontrollgruppe erzielte hier hingegen nur einen sehr geringen Zuwachs.

Fazit für die Unterrichtspraxis

Diese Metaanalyse unterstreicht bisherige Befunde zum Potenzial innovativer Unterrichtsansätze in den MINT-Fächern. Standen bisher ausschließlich positive Effekte hinsichtlich der Leistungsentwicklung im Vordergrund, so lässt sich auf Basis dieser Befunde feststellen, dass innovatives Unterrichten auch die **Einstellung** und das **Interesse** von Lernenden gegenüber MINT-Inhalten positiv beeinflusst. Dies bedeutet auch, dass die mancherorts geäußerte Befürchtung so nicht bestätigt werden kann, dass Schülerinnen und Schüler zwar mehr Begeisterung und Interesse zum Beispiel für außerschulischen Unterricht hätten, dabei aber nicht so effektiv lernten wie durch regulären Unterricht. Im Gegenteil: Sie profitieren auch in ihrer Leistungsentwicklung von innovativen Ansätzen.

Insgesamt scheint es nicht so entscheidend zu sein, welchen Ansatz man wählt oder in welchem Schulfach man ihn einsetzt. Vielmehr ist es wichtig, dass Lehrkräfte überhaupt innovativ unterrichten und dabei auf die Qualität der Inhalte und der **Umsetzung** achten. Es lohnt sich, bereits bei jungen Schülerinnen und Schülern anzusetzen und das große Interesse, das diese zu Beginn ihrer Schullaufbahn mehrheitlich mitbringen, weiter zu fördern, um später nicht mühsam Defizite ausgleichen zu müssen.

Dr. Maximilian Knogler, Annika Schneeweiss

Astrid Eckert/TU München

Innovative Ansätze im MINT-Unterricht können sowohl das Interesse als auch die Leistung von Schülerinnen und Schülern fördern

Weitere Informationen

Das Clearing House Unterricht (TU München) wird im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung vom Ministerium für Bildung und Forschung gefördert. Das Modellprojekt bereitet die aktuell beste wissenschaftliche Evidenz zu Themen des MINT-Unterrichts für die Lehrerbildung auf.
www.clearinghouse-unterricht.de

Kurzreview Innovativer MINT-Unterricht
www.t1p.de/innovativer-mint-unterricht

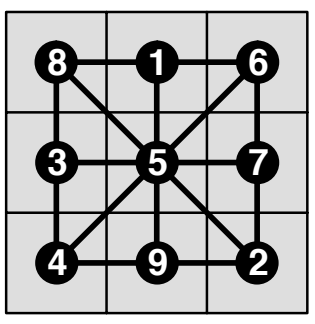
Rätsel

Loh-Shus Bruder

von Heinrich Hemme

Der 1944 in Hertfordshire geborene englische Elektroingenieur Lee Sallows ist ein weltweit anerkannter Experte für magische Figuren aller Art und der Erfinder der geomagischen Quadrate. Die folgende Aufgabe hat er am 7. Juni 2019 auf Greg Ross' Internetseite „Futility Closet“ veröffentlicht.

Acht Spielsteine, die von 1 bis 9 nummeriert sind, liegen so in einem Raster von 3 × 3 Quadraten, wie es die Abbildung zeigt. In dem Raster gibt es acht gerade Linien, auf denen jeweils drei Steine mit ihren Mittelpunkten liegen. Auf jeder Linie ist die Summe der Spielsteinzahlen genau 15. Ein solches Zahlenmuster nennt man magisches Quadrat 3. Ordnung und es war bereits im 4. Jahrhundert v. Chr. in China unter dem Namen Loh-Shu bekannt.

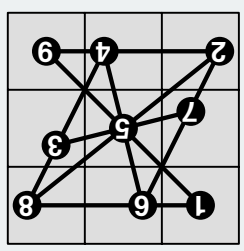


Ordnen Sie die Spielsteine so um, dass der Stein mit der 1 in einem Eckfeld zu liegen kommt. Es muss aber weiterhin acht gerade Linien geben, auf denen jeweils drei Steine mit ihren Mittelpunkten liegen, und die Summe der Zahlen auf jeder Linie muss immer noch genau 15 betragen. Natürlich darf in jedem Quadrat des Rasters nur ein Spielstein liegen.

LÖSUNG DES RÄTSELS:

Nehmen wir zunächst einmal an, die Mittelpunkte der Spielsteine würden mit den Mittelpunkten der Quadrate des Rasters zusammenfallen. Die Summe der Zahlen von 1 bis 9 beträgt 45. Da sich diese Zahlen auf drei Reihen verteilen, muss die Summe in jeder Reihe 45/3 = 15 ergeben. Es gibt insgesamt acht Möglichkeiten, mit drei verschiedenen Zahlen aus dem Bereich von 1 bis 9 die Summe 15 zu erhalten: 9 + 5 + 1; 9 + 4 + 2; 8 + 6 + 1; 8 + 5 + 2; 8 + 4 + 3; 7 + 6 + 2; 7 + 5 + 3; 6 + 5 + 4

Da das Raster drei Zeilen, drei Spalten und zwei Diagonalen, also insgesamt acht Reihen hat, kommen diese acht Möglichkeiten auch vor. Die vier Eckfelder des Rasters gehören zu jeweils drei Reihen. Die 1 kommt bei den acht Möglichkeiten nur zweimal vor und kann deshalb kein Eckfeld besetzen. Weil aber genau dies die Aufgabe fordert, können nicht alle Steine auf Quadratmittelpunkten liegen. Das wird aber auch nicht verlangt. Verzichtet man darauf, ist das Problem leicht zu lösen, siehe die Abbildung.



Schulrecht

Wer zahlt für den Schaden am Messgerät?

Müssen Lehrkräfte für jeden Schaden, den sie verursachen, aufkommen? Kann der Schulträger oder das Land den Schaden gegenüber Lehrerinnen oder Lehrern geltend machen? Haften Schülerinnen und Schüler für von ihnen verursachte Sachschäden im Unterricht?

Ein klassischer Fall: Im Physikunterricht setzt ein Lehrer ein teures Messgerät ein. Bei einer ungeschickten Bewegung stößt er das Gerät vom Tisch. Durch den Fall auf den Boden wird es beschädigt. Muss die Lehrkraft das Gerät ersetzen?

Grundsätzliche Haftung

Lehrkräfte haften bei ihrer dienstlichen Tätigkeit nicht für einfache Fahrlässigkeit. Ihre Haftung wird durch das Grundgesetz auf den Dienstherrn übergeleitet (§ 839 Abs. 1 Satz 1 BGB i.V.m. Art. 34 Satz 1 GG). Auch bei grober Fahrlässigkeit können Lehrerinnen und Lehrer nicht unmittelbar in Anspruch genommen werden. Zunächst haftet das Land als Dienstherr oder Arbeitgeber. Wichtig: Ein Rückgriff bei der Lehrkraft ist aber möglich (Art. 34 Satz 2 GG, § 48 Satz 1 Beamtenstatusgesetz) bei vorsätzlichem oder grob fahrlässigem Handeln.

Vorsatz

Bei vorsätzlichem Handeln ist der Schaden selbstverständlich zu ersetzen. Der Geschädigte – im Falle eines Lehrmittels wie des Messgerätes ist das der Schulträger – könnte unmittelbar von der Lehrkraft Schadensersatz fordern. Der Vorsatz der Lehrerin oder des Lehrers muss sich dabei nicht auf den Schaden beziehen, es reicht, bewusst und gewollt gegen Pflichten verstoßen zu haben und sich der Pflichtwidrigkeit des eigenen Verhaltens bewusst gewesen zu sein. Im geschilderten Fall ist ebenso wie in anderen Schadensfällen davon auszugehen, dass Lehrkräfte beim Umgang mit dem Eigentum des Schulträgers nicht vorsätzlich gegen eine Dienstpflicht verstoßen und sich dieses Pflichtverstoßes auch bewusst sind. Das würde im Falle eines Experimentes im naturwissenschaftlichen Unterricht bedeuten, dass die Lehrkräfte wissen, wie ein Experiment sachgerecht durchzuführen ist, und es **bewusst unsachgemäß** durchführen wollen.

Grobe Fahrlässigkeit

Grobe Fahrlässigkeit setzt voraus, die erforderliche Sorgfalt in besonders schwerem Maße verletzt zu haben, also selbst einfachste, ganz naheliegende und offensichtliche Überlegungen nicht angestellt zu haben. Der Lehrer hatte im obigen Fall weder vorsätzlich noch grob fahrlässig gehandelt. Es handelt sich um ein Missgeschick. Er hat die erforderliche Sorgfalt nicht beachtet und daher leicht fahrlässig gehandelt.

Wer haftet bei Schäden an Geräten?

Hätte der Lehrer das Messgerät durch ein unsachgemäß durchgeführtes Experiment beschädigt, hinge es von der Art des fachlichen Fehlers ab, ob er grob fahrlässig gehandelt hätte. Dabei sind auch subjektive Gesichtspunkte wie die Berufserfahrung zu berücksichtigen. Bei einer Referendarin oder einem Referendar könnte daher nur fahrlässig sein, was bei einer erfahrenen Lehrkraft als grob fahrlässig anzusehen wäre. Bei Lehrerinnen und Lehrern mit langjähriger Erfahrung käme es darauf an, ob es sich um einen Fehler handelt, der als solcher offensichtlich ist, oder um einen Fehler, der auch grundsätzlich sorgfältigen Lehrkräften unterlaufen kann. Zu berücksichtigen könnten auch die Rahmenbedingungen wie beispielsweise massive Ablenkungen und erhebliche Störungen durch Schülerinnen und Schüler sein.

Land und Schulträger

Hätte der Lehrer grob fahrlässig gehandelt, wäre das Land verpflichtet, den Schaden des Schulträgers ihm gegenüber geltend zu machen (z. B. OVG Rheinland-Pfalz, Az.: 2 A 12079/03). Der Schulträger könnte den Anspruch nicht unmittelbar geltend machen, da er nicht Dienstherr oder Arbeitgeber des Lehrers ist, aber auch nicht „Dritter“, der in keinerlei rechtlicher Beziehung zum Land steht. Der kommunale Schulträger und das Land stehen im Hinblick auf die öffentlichen Schulen in einem Gemeinschaftsverhältnis, aus dem sich ein Anspruch des Schulträgers gegen das Land ergibt, den Schadensersatz stellvertretend für den Schulträger gegenüber dem Lehrer geltend zu machen. Das gilt aber nur für grob fahrlässig verursachte Schäden, da Lehrkräfte von der Haftung für einfache Fahrlässigkeit im Verhältnis zum Land freigestellt sind.

Fahrlässigkeit

Der Schulträger kann allerdings bei einer leicht fahrlässigen Schädigung durch Lehrkräfte vom Land Schadensersatz fordern, da Lehrerinnen und Lehrer im Unterricht eine Tätigkeit für das Land ausüben und das Land daher für einen fahrlässig verursachten Schaden aufkommen muss. Sollte der Schulträger tatsächlich Schadensersatz vom Land fordern, hätte das für die Lehrkraft keinerlei Konsequenzen, da sie für einfache Fahrlässigkeit nicht haftet und ein Rückgriff des Landes ausgeschlossen ist.

Können auch Schülerinnen und Schüler haften?

Schülerinnen und Schüler haften für Sachschäden, die sie verursacht haben, nach den Regeln des Bürgerlichen Gesetzbuches. Sie müssen das 7. Lebensjahr vollendet sowie rechtswidrig und schuldhaft gehandelt haben (§§ 823 ff. BGB). Beschädigen Schülerinnen und Schüler Geräte oder Inventar mutwillig oder bei „Scherzen“, müssen sie für den Schaden aufkommen. Eigentümer des beschädigten oder zerstörten Gegenstandes können Schadensersatz fordern.

Wird zum Beispiel der Taschenrechner einer Mitschülerin oder eines Mitschülers zerstört, hat sie bzw. er einen Schadensersatzanspruch. Das gilt auch für Lehrkräfte, deren Eigentum von Schülerinnen oder Schülern beschädigt oder zerstört wird. Bei Lehrmitteln und Inventar ist der Schulträger der Eigentümer und kann daher Ansprüche geltend machen. Eine Haftungseinschränkung gibt es nicht. Schülerinnen und Schüler **haften** daher **auch für leichte Fahrlässigkeit**. Der Haftungsausschluss für leichte Fahrlässigkeit durch die gesetzliche Unfallversicherung bezieht sich nur auf Körperschäden, nicht auf Sachschäden.

Hat den Schaden nicht eine Schülerin oder ein Schüler, sondern haben ihn mehrere Kinder oder Jugendliche verursacht, kann der Eigentümer von jedem Beteiligten Schadensersatz für den gesamten Schaden fordern (§ 830 BGB). Schubsen sich im Physikraum mehrere Schülerinnen oder Schüler und beschädigen dabei ein Gerät, kann der Schulträger von jedem Einzelnen der Beteiligten den Ersatz des gesamten Schadens fordern. Einzelne zum Schadensersatz herangezogene Schülerinnen oder Schüler können dann anteiligen Ersatz von den anderen beteiligten Kindern und Jugendlichen verlangen.

Fazit

Beschädigen oder zerstören Lehrkräfte das Eigentum des Schulträgers, haften sie für leicht fahrlässig verursachte Schäden nicht. Das gilt auch, wenn der Schulträger Schadensersatz vom Land fordern sollte. Bei grober Fahrlässigkeit ist das Land verpflichtet, den Schadensersatzanspruch des Schulträgers gegenüber der Lehrkraft geltend zu machen. Bei Vorsatz haftet die Lehrerin oder der Lehrer in jedem Fall dem Land und auch unmittelbar dem Schulträger gegenüber.

Schülerinnen und Schüler haften für schuldhaft verursachte Sachschäden in jedem Fall, auch bei leichter Fahrlässigkeit. Verursachen mehrere Kinder oder Jugendliche einen Schaden in der Schule, kann der Geschädigte von einer einzelnen Schülerin oder einem einzelnen Schüler den Ersatz des gesamten Schadens fordern.

Dr. Thomas Böhm hat Rechtswissenschaft, Anglistik und Pädagogik für das Lehramt Sekundarstufe II studiert und ist als Dozent für Schulrecht am Institut für Lehrerfortbildung in Essen-Werden tätig. Er ist Herausgeber und Autor zahlreicher Veröffentlichungen zum Schulrecht, zuletzt „Diese Note akzeptieren wir nicht! Welche Rechte Eltern in der Schule haben.“

ANZEIGE

Außerschulische Lernorte

Faszination Technik im Porsche Museum

Außerschulische Lernorte besitzen das Potenzial, Lernangebote jenseits von Leistungsdruck zu inszenieren, um nachhaltige Lernprozesse zu initiieren. Das Porsche Museum bietet daher verschiedene Programme speziell für Schulklassen aller Altersstufen an – die Teamspirits.

Automobile Welt hautnah erleben

Je nach Unterrichtsplanung kann die Lehrkraft zwischen den Themenschwerpunkten „Automobildesign“, „Motortechnik“, „Aerodynamik & Leichtbau“ und „Elektromobilität“ wählen. Bei den, von Guides geführten, thematischen Rundgängen geht es nicht allein um das Vermitteln von Wissen. Vielmehr ist das Konzept der Teamspirits darauf ausgerichtet, die automobile Welt hautnah zu erleben. So werden Neugierde, Faszination und Lust auf Technik, aber auch der Teamgeist der Schülerinnen und Schüler geweckt.

Altersspezifisch werden die Teamspirits in zwei Schwierigkeitsstufen angeboten – „leicht“ für die Klassen 5–7 und „schwer“ für die Klassen 8–12. Lehrkräften stehen zudem für die Vorbereitung des Besuches kostenfreie Handreichungen inklusive skizzierter Lehrplananbindungen zur Verfügung.

Ergänzt wird dieses Angebot durch interaktive Apps. Diese sind bewusst modular aufgebaut, sodass die Guides unterschiedliche Themen fokussieren können. Ihr didaktisches Prinzip spiegelt das Motto von Porsche wider: Die Technik ergänzt den Menschen! Daher unterstützen die Apps den Austausch zwischen dem Guide und den Schülerinnen und Schülern und bieten zugleich die Möglichkeit, Erkenntnisse mit dem digitalen Medium zu vertiefen.

Tipp: Vom 24. bis zum 28. März 2020 können Lehrkräfte auf der Didacta 2020 in Stuttgart am Stand des Porsche Museums (Halle 8, Stand C31) die Teamspirits „live“ erleben und dort natürlich auch die Apps ausprobieren. *(js)*

Weitere Informationen

Porsche Museum, Porscheplatz,
70435 Stuttgart-Zuffenhausen
www.porsche.com/museum/de

KLETT SENSAVIS

Das visuelle Lerntool für zeitgemäßes Unterrichten

Sie möchten komplexe Sachverhalte visuell darstellen und einfach erklären?

Mit Klett Sensavis vermitteln Sie Lerninhalte lebendig und anschaulich in Form von 3D-Modellen.

Mehr Informationen finden Sie unter
www.klett.de/klett-sensavis

© Weccard | Ludwigsburg, Sensavis | Kista

Sensavis

Klett

Bildung Nachhaltige Entwicklung

Thema Plastikmüll im Unterricht

Plastik dominiert unseren Alltag. Mit Zerfallszeiten von 450 Jahren und mehr bedroht unser Konsum nicht nur uns und unsere Umwelt, sondern auch zukünftige Generationen. Die Einbindung der Thematik in den Schulunterricht und insbesondere in die MINT-Fächer kann zur Lösung des Problems beitragen. Der Bundesverband Meeresmüll stellt hierfür ab März 2020 eine Materialsammlung auf seiner Internetseite bereit.

Es ist ein Spitzenplatz, auf den Deutschland alles andere als stolz sein kann. Mit 38 Kilogramm pro Kopf gehört die Bundesrepublik zu den größten Plastikmüll-Verursachern in Europa. Mit dramatischen Folgen für unsere Umwelt – und uns Menschen. Besonders im Meer ist Kunststoff eine tödliche Gefahr für viele Lebewesen, die die Partikel als Nahrung aufnehmen. Mikroplastik dringt in die Nahrungsketten ein und wurde sogar schon im Blut von Menschen nachgewiesen.

Unterrichtsmaterialien zum Thema

Es ist also Zeit, aufzuklären und gegenzusteuern, insbesondere auch im Unterricht. Zwar gibt es zahlreiche Unterrichtsmaterialien zum Thema Umweltschutz und Nachhaltigkeit, aber bisher existiert keine eingängige zentrale Stelle, wo Lehrerinnen und Lehrer Unterrichtsmaterialien zur Plastikproblematik finden können. Hier setzt das Projekt des in Hamburg ansässigen Bundesverbandes Meeresmüll (BVMM) an, der sich 2014 auf Wunsch der Vereinten Nationen (ENAP) gegründet hat. Mittelfristig sollen alle im deutschsprachigen Raum verfügbaren Lehr- und Lernmaterialien rund um das Thema Plastik und Meeresmüll auf dem Portal gebündelt werden.

Plastik – alltäglicher Stoff mit Gefahren für uns, die Umwelt und zukünftige Generationen

Beispiel: PlasticSchool

Ein gutes Beispiel dafür sind die Arbeitsblätter und Lehrerinformationen des Projekts PlasticSchool (www.plasticschool.de), die von Meeresforscherinnen und -forschern sowie Museumspädagoginnen und -pädagogen für vier Schulstufen entwickelt wurden. Sie eignen sich besonders für die Anwendung in den Fächern Chemie, Biologie sowie Physik und können direkt in den Unterricht eingebunden werden. Sie bieten Informationen und Anleitungen zu spannenden Experimenten und vermitteln dabei wichtige naturwissenschaftliche Konzepte und Kompetenzen. In der Sekundarstufe I können Schülerinnen und Schüler zum Beispiel mithilfe von Filtermethoden und Mikroskopie untersuchen, wie viel Mikroplastik in einer Kosmetikprobe ist. Und Untersuchungen zu Sink- und Schwimmverhalten von Kunststoffen machen sie mit der physikalischen Größe Dichte vertraut und damit, welchen Einfluss die Dichte auf die Verteilung von Meeresmüll in der Wassersäule und am Meeresgrund hat. Die MINT-Fächer bieten die Gelegenheit, den Werkstoff Kunststoff mit seinen besonderen Eigenheiten zu untersuchen und Einflüsse auf die Ökosysteme zu problematisieren. PlasticSchool stellt für jede Altersgruppe Informationen für die Lehrkräfte sowie Arbeits- und Lösungsblätter zur Verfügung. Das Ozeaneum Stralsund entwickelte die Materialien für die Klassenstufen 3 bis 6, das Leibniz-Institut für Ostseeforschung Warnemünde konzentrierte sich auf die Entwicklung der Materialien für die Klassenstufen 7 bis 12.

Qualität durch Expertennetzwerk

Alle Unterrichtsmaterialien, die per Link über die Onlineplattform des Bundesverbandes Meeresmüll zur Verfügung gestellt werden, sind gesichtet und nach Altersgruppen, Themenschwerpunkten und Fachbezug kategorisiert. Dabei greift der Bundesverband Meeresmüll auf ein Netzwerk von Expertinnen und Experten zurück. Ziel ist, es allen Lehrerinnen und Lehrern so einfach wie möglich zu machen, das Thema Plastik und Meeresmüll in all seinen Facetten im Unterricht aufzugreifen. Dafür werden die Materialien in einem übersichtlichen Online-Baukastensystem systematisiert. Lehrerinnen und Lehrer können sich so zum gewählten Thema und entsprechend dem Wissenstand und Alter ihrer Schülerinnen und Schüler das Unterrichtsmaterial passgenau und individuell zusammenstellen. Die Lehrmittelsammlung steht ab März 2020 über die Seite des Bundesverbandes Meeresmüll frei zur Verfügung: www.bundesverband-meeresmuell.de/bildungsmaterialien.

Carla Wichmann

Vom arktischen Eis bis in die tiefsten Gräben der Tiefsee – Plastik findet sich mittlerweile selbst in den entlegensten Winkeln der Erde

Weitere Informationen

Der Bundesverband Meeresmüll ist ein Zusammenschluss von Privatpersonen, Unternehmen, Organisationen, Forschungseinrichtungen und Vereinen, die sich im Kampf gegen die Meeresverschmutzung zusammengetan haben:
www.bundesverband-meeresmuell.de

ANZEIGE

SOZIALPOLITIK

Die Unterrichtsmaterialien „Sozialpolitik“ erstrahlen in neuem Glanz! Das aktualisierte Schüler*innenmagazin und das dazugehörige Begleitheft für Lehrkräfte mit allen wissenswerten Fakten zu den Themen

ARBEITSWELT VON MORGEN
SOZIALE SICHERHEIT UND GERECHTIGKEIT
LEBEN UND ARBEITEN MIT BEHINDERUNG
AUSBILDUNG UND STUDIUM

können auf **www.sozialpolitik.com** heruntergeladen oder auf **www.sozialpolitik.com/bestellung** kostenfrei bestellt werden.

A999 – Schüler*innenmagazin
A999 L – Schüler*innenmagazin (Leichte Sprache)
A999 LH – Lehrerheft

Herausgeber:

Bundesministerium für Arbeit und Soziales

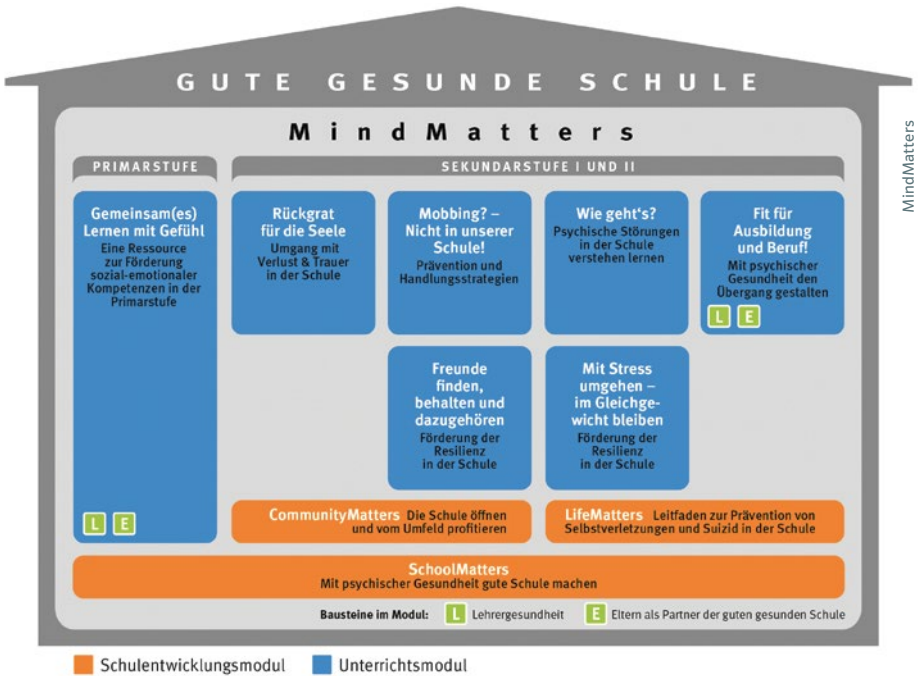
Klett MINT

Auf der Internetplattform **www.sozialpolitik.com** finden Sie Arbeitsblätter für den Unterricht, digitale Wissenstests und eine umfangreiche Materialsammlung.

Gesunde Schule

Mit psychischer Gesundheit gute Schule entwickeln

Die psychische Gesundheit von Schülerinnen und Schülern ist eine wichtige Ressource für die Entwicklung und Leistungsfähigkeit, aber auch bei Lehrkräften, Schulleitungen sowie bei der Schulsozialarbeit fördert sie die Unterrichtsqualität. Das modulare präventive Programm MindMatters zeigt, wie die Förderung von psychischer Gesundheit einen Beitrag zur Entwicklung von guter Schule leistet.



Das MindMatters-Haus: Übersicht über die Unterrichtsmodule und die Schulentwicklungsmodule

MindMatters basiert auf dem Konzept der „guten, gesunden Schule". Das Programm geht davon aus, dass Gesundheit als Triebkraft für Bildung substanziell ist. Es liefert daher neben konkreten Unterrichtsmodulen für alle Jahrgangsstufen und Schulformen auch solche für die umfassende Schulentwicklung.

Inhalte des Programms

Es liegen **drei Schulentwicklungsmodule** zu den Themen „SchoolMatters", „LifeMatters" und „CommunityMatters" vor, mithilfe derer ein systematischer Blick auf die Schulkultur sowie die Arbeits- und Lernbedingungen aller Akteurinnen und Akteure innerhalb einer Schule ermöglicht wird.

MindMatters umfasst zudem **sieben Unterrichtsmodule** mit Themen wie „Freunde finden, behalten und dazugehören", „Mit Stress umgehen – im Gleichgewicht bleiben" oder „Fit für Ausbildung und Beruf". Anhand von Checklisten können z. B. die Stärken der Schule identifiziert und Bereiche sichtbar gemacht werden, die noch etwas mehr Aufmerksamkeit erfordern. Die Unterrichtsmaterialien sind praxiserprobte und thematisch abgestimmte Übungen, u. a. zum Umgang mit Gefühlen und zum Stresserleben sowie zur Stärkung des Wohlbefindens und der Widerstandskraft.

Die gute, gesunde Schule – eine lernende Organisation

Ein gutes Schulklima, gegenseitige Anerkennung und Respekt sind wichtig für die Entwicklung hin zu einer guten, gesunden Schule. Kooperatives Lernen, Teamarbeit und partizipativ erarbeitete Regeln für den Schulalltag begünstigen die psychische Entlastung und stärken die Verbindlichkeit. Förderlich ist eine Institution, in der sich neben den Schülerinnen und Schülern auch die Lehrkräfte als Lernende begreifen und sich das gesamte Kollegium mit Unterstützung der Schulleitung auf gemeinsame Ziele und Werte verständigt. Wie dies unter Anwendung von MindMatters gelingen kann, wird an nachfolgendem Beispiel deutlich.

Eine Koblenzer Schule macht sich auf den Weg

An der Julius-Wegeler-Schule (JWS), einem Beruflichen Gymnasium in Koblenz, wurde ein Team innerhalb des Kollegiums gegründet, um ein Konzept zur Gesundheitsförderung unter Zuhilfenahme von MindMatters zu erarbeiten. Das von der Schulleitung unterstützte Pilotprojekt startete in einer 11. Klasse. Bei der Erarbeitung, Einführung und Durchführung wurde Wert auf Transparenz und Erfahrungsaustausch innerhalb des Kollegiums gelegt und es wurden frühzeitig Schlüsselpersonen aus den verschiedenen Bereichen integriert (z. B. Schulleitung, Schulsozialarbeit, interessierte Kolleginnen und Kollegen).

Im Kollegium wurden Unterteams gegründet, sodass z. B. Yoga und andere Fitnessangebote für die Lehrkräfte sowie Schülerinnen und Schüler entstanden sind. Außerdem wurde für die Lehrkräfte Obst bereitgestellt und es konnte kurzzeitig durch eine regionale Kooperation ein Massagestuhl ausgeliehen werden, den die Lehrkräfte in den Pausen nutzen konnten. Für die neu gebildeten 11. Klassen der Berufsschule wurde ein Konzept mit dem Schwerpunkt „Freunde finden" für die Kennenlern-Segelfahrt konzipiert, die den Zusammenhalt der Klassengemeinschaft und die Bereitschaft zur Offenheit innerhalb dieser Gemeinschaft spürbar gefördert hat.

Veränderungen im Schulalltag …

Entsprechende Materialien für den Unterricht wurden in der Bibliothek bereitgestellt und gemeinsame Planungen für Raumumgestaltungen wurden aufgenommen, bei denen auch die Lernenden einbezogen wurden. So entstanden beispielsweise mehr Sitzmöglichkeiten in den Pausenräumen. Externe Partnerschaften wurden auf- und ausgebaut, sodass inzwischen Expertinnen und Experten aus den Bereichen Sport, Wirtschaft und Gesundheit den Unterricht begleiten und somit für die Schülerinnen und Schüler deutlicher wird, wofür Unterrichtsinhalte später wertvoll sind und wie in der Praxis gearbeitet wird.

Download

Anregung zur Unterrichtseinheit „Menschen in meinem Leben"
www.mint-zirkel.de/2020/03/mindmatters/

… und im Unterricht

Auf der Ebene des Unterrichts hat das Konzept der JWS vielfältige Verknüpfungsmöglichkeiten identifiziert. Mithilfe des Moduls „Mit Stress umgehen" wurden Inhalte aus verschiedenen Fächern wie Biologie, Deutsch, Religion, Ethik, Pädagogik, Mathematik, Gesundheit etc. aufgegriffen und verbunden. Wenn im Biologieunterricht behandelt wird, was Stress auf biologischer Ebene auslöst, gehen die Lehrkräfte im Fach Gesundheit Salutogenese und Stressoren mit ihren Schülerinnen und Schülern durch und in Deutsch wird ein Sachtext zum Thema bearbeitet. Zu Beginn erforderte das vermehrte Absprachen und Anpassungen des Unterrichts – ein Aufwand, der sich aber ausgezahlt hat.

Natalie Schwarz

Informationen und Modulbestellungen

MindMatters ist ein Programm der BARMER und der Leuphana Universität Lüneburg. Die wissenschaftliche Begleitung, das Programmmanagement und die Weiterentwicklung erfolgen durch das Programmzentrum unter der Programmleitung von Prof. Dr. Paulus. Weitere Herausgeber der Module sind die Unfallkasse Nordrhein-Westfalen, der Gemeinde-Unfallversicherungsverband Hannover und die Landesunfallkasse Niedersachsen.

Die MindMatters-Module können von Schulen, Lehrkräften und Multiplikatoren kostenfrei bezogen werden. In einigen Bundesländern werden zusätzlich entsprechende Fortbildungen angeboten, das regionale Angebot befindet sich im Ausbau. Weitere Informationen und Hinweise zur Bestellung unter **www.mindmatters-schule.de**.

ANZEIGE

ANZEIGE

Außerschulische Lernorte

Die Faszination des Fliegens

Einblicke in die Arbeitswelt der Branche, faszinierende Fluggeräte, Probesitzen in Cockpits, Drohnen und jede Menge wissenswerte Fakten rund um die Luft- und Raumfahrt: Alle zwei Jahre begeistert die Internationale Luft- und Raumfahrtmesse in Berlin knapp 180.000 Besucherinnen und Besucher.

Im Mai 2020 öffnet die ILA Berlin, die zu den führenden Messen der Luft- und Raumfahrtbranche zählt, wieder ihre Pforten auf dem Messegelände in Berlin-Schönefeld. In diesem Jahr stehen neuartige Technologien, innovative Materialien, hybrid-elektrische Antriebe sowie Nachhaltigkeit und Klimaschutz im Fokus.

Karriere in der Luft- und Raumfahrtbranche

Ob Ingenieurin, Fluggerätmechaniker oder Mechatroniker – die Branche ermöglicht eine Vielfalt an Ausbildungs- und Karrieremöglichkeiten. Mit dem ILA CareerCenter bietet die ILA Berlin **vom 15. bis 17. Mai 2020** einen Treffpunkt für Schülerinnen, Schüler, Young Professionals und alle Karriereinteressierten sowie Vertreter der Luft- und Raumfahrtbranche. Über 40 Unternehmen und Institutionen geben spannende Einblicke in die Arbeitswelt, stellen Einstiegsangebote sowie Karrierechancen vor und unterstützen mit Bewerbungstipps. Zahlreiche weitere Aktionen, wie etwa kostenlose Bewerbungsfotos, erwarten die Besucherinnen und Besucher.

Spannende Karrieremöglichkeiten im ILA CareerCenter

Das **Offene Forum** im ILA CareerCenter bietet allen Interessierten die Chance, mit Expertinnen und Experten zu diskutieren. In Vorträgen oder Diskussionsrunden stellen sich Unternehmen vor, beantworten Fragen und präsentieren aktuelle Themen der Branche.

Größte Raumfahrtausstellung Europas

Die Präsentation der Raumfahrt auf der ILA Berlin ist einzigartig: Agenturen, Wissenschaft, etablierte Raumfahrtunternehmen ebenso wie New-Space-Start-ups präsentieren Innovationen und Entwicklungen zum Nutzen der Menschheit – allumfassend und länderübergreifend. Die interaktive Ausstellung im **ILA Space Pavilion** macht Raumfahrt erlebbar.

Autonomes Fliegen hebt ab

Für zahlreiche Wirtschaftsbereiche eröffnen Drohnen neue Möglichkeiten – von Precision Farming in der Landwirtschaft über die Wartung von Brücken oder Staudämmen bis hin zur Auslieferung von Medikamenten in entlegene Gebiete und Krisenregionen. Die ILA Berlin zeigt unter anderem im Ausstellungsbereich **UAS Innovation Hub** neueste Visionen und Innovationen.

Kostenlose Angebote für Schulen

Schülergruppen bietet die ILA Berlin ein ganz besonderes Programm: Im Rahmen des **Schülertags am Freitag, 15. Mai 2020** haben interessierte Klassen ab Jahrgangsstufe 8 die Möglichkeit, exklusiv über das Messegelände geführt zu werden. Während der 60-minütigen Führung erhalten sie einen Überblick zu Einstiegsmöglichkeiten in der Branche und bestaunen zahlreiche Fluggeräte am Boden und in der Luft.

Zur Vorbereitung des Messebesuchs stellen wir den Schulklassen **kostenfrei Unterrichtsmaterial** zur Verfügung. Darin werden die Berufsfelder der Luft- und Raumfahrt, die Technik und Physik rund ums Fliegen sowie das Nachhaltigkeitsverständnis der Luft- und Raumfahrtbranche anschaulich behandelt. Die Lehrerhandreichung besteht aus Arbeitsblättern (Kopiervorlagen) und didaktischen Hinweisen, deren Inhalte unter pädagogischer Leitung von Klett MINT ausgearbeitet wurden.

Impressionen der ILA Berlin 2018

Messe Berlin GmbH/BDLI e. V.

Anmeldung Schülertag

Das Kontingent an kostenlosen Eintrittskarten für Schulklassen sowie die Teilnahme an den Führungen sind begrenzt. Bitte melden Sie sich schnellstmöglich verbindlich per E-Mail unter Angabe von Schulname, Schuladresse, Anzahl der Schüler/-innen und Begleitpersonen, Klassenstufe und Fach an: ILA2020@klett-mint.de

Bestellung von Unterrichtsmaterial
Bestellen Sie Ihre Lehrerhandreichung kostenfrei per E-Mail mit Angabe Ihrer Kontaktdaten unter: ILA2020@klett-mint.de

ANZEIGE

In Mecklenburg-Vorpommern
finden Lehrer/innen beste Aussichten fürs Leben und Lehren auf einer Wellenlänge. Das Land zwischen Ostsee und Seenplatte bietet:

- **Sicherheit durch Verbeamtung und sehr gutes Gehalt**
- **beste Karrierechancen und attraktives Arbeitsumfeld**
- **gut ausgebaute Kinderbetreuung**
- **1.900 km Küste und 2.000 Seen**
- **wilde Natur und weite Landschaften**

Freie Stellen finden
und direkt online bewerben auf:

Lehrer-in-MV.de

Willkommen
im Land zum Leben.

Mecklenburg Vorpommern
MV tut gut.

Kolumne

Gute-Laune-Wissenschaft: die Top Drei für den Frühling

BECKS ECKE

Tobias Beck geht als Lehrer, Wissenschaftsjournalist und unerschrockener Freizeitwissenschaftler für den **MINT** *Zirkel* schon seit Längerem Alltagsmythen auf den Grund. Für seine Kolumne schaut er sich regelmäßig auf dem Jahrmarkt der wissenschaftlichen Durchbrüche um und stößt dabei mal auf Sonderbares, mal auf Skurriles – oder auch auf schlichtweg Erstaunliches.

Das weiß jeder: In der Zeit nach dem Winter hat der Klamauk Konjunktur. Zuerst werden Büttenreden geschwungen und anschließend steigt frühlingsbedingt der Hormonspiegel. Kurzum: alle recht fidel drauf dieser Tage. Dieses Phänomen konnte man in den letzten Wochen auch in der Wissenschaft beobachten. Einiges, was da publiziert wurde, hatte das Potenzial zum Lachen. Aus diesem Grund liefere ich Ihnen dieses Mal die Top Drei der freudigsten und unterhaltsamsten Wissenschafts-News. Völlig exklusiv und subjektiv. Was soll man auch immer so miesepetern?

Auf Platz drei: Biologen auf der Galapagosinsel Isabella. Sie entdeckten gleich zwei ausgestorben geglaubte Arten Riesenschildkröten wieder. Auf einer Reise in ein Gebiet rund um den Wolf-Vulkan trauten sie ihren Augen nicht, als sie auf die behäbigen Tiere stießen. Elf Männchen und Weibchen tummelten sich dort. Ein Weibchen war die direkte Verwandte einer Art, die man seit 2012 ausgestorben glaubte. Damals war der hundertjährige „Lonesome George“ in einer Forschungsstation an einem Herzleiden verendet. Die Pinta-Riesenschildkröte schien damit Geschichte – bis heute. Es waren wohl übrigens Piraten, die vor vielen Jahren diesen Freudenmoment vorbereitet hatten. Vermutlich hatten sie die Tiere auf den anderen Inseln im Galapagos-Archipel gefangen und beim Vulkan zurückgelassen – ein echter, vielleicht der erste menschliche Live-Hack eines Ökosystems.

Auf Platz zwei liegt eine Ideenskizze, die im Fachblatt *Science Advances* zu lesen war. Dort beschreiben Wissenschaftler aus Kalifornien, wie sie es geschafft hatten, Quallen mit einer Art elektrischem Quallenschrittmacher einen Turbo zu verpassen. Sie hatten Ohrenquallen einen elektronischen Regler in den Körper implantiert, der mithilfe elektrischer Spannung die pulsierenden Bewegungen der Quallen stimulierte.

Der Effekt: Mit Regler erhöhte sich die Schwimmgeschwindigkeit der Quallen von zwei auf sechs Zentimeter pro Sekunde, also eine Steigerung auf das Dreifache. Die Forscher beteuern in der Studie, dass der Turboantrieb für die Tiere nicht schädlich sei.

Effizient ist der Quallenturbo obendrein: Obwohl sich die Geschwindigkeit verdreifacht, wird die nötige Energie der Tiere nur verdoppelt. Die Idee der Forscher: die Vermessung der Ozeane mithilfe der glitschigen Tierchen.

Und schließlich Platz eins: die statistische Untersuchung des Zusammenhangs von Verkehrsunfällen mit der Umstellung auf die Sommerzeit. Im Fachblatt *Current Biology* sind US-Forscher der Frage nachgegangen, welche negativen Folgen die Zeitumstellung auf die Zahl der Verkehrstoten hat. Ihr Fazit: Die Umstellung ist tödlich – in der Woche danach häufen sich die Unfälle. Eine Hochrechnung haben die Autoren gleich mitgeliefert: 28 Verkehrstote gehen in den USA demnach aufs Sommerzeit-Konto. Was die Autoren nur kleinlaut eingestehen: Verkehrstote und der Zeitpunkt der Zeitumstellung korrelieren zwar statistisch eindeutig – es könnte aber natürlich auch vieles andere die Ursache für die Unfälle sein: Wetterbedingungen, Lichtverhältnisse, Verkehrsaufkommen.

Aber korreliert ist nun mal schnell, und mit 28 Toten lässt sich gut Politik machen. Fest steht jetzt schon, dass die Studie auch bei uns Wasser auf die Mühlen in der nun wieder anstehenden Zeitumstellungsdebatte sein wird.

Wer wissenschaftlich sauber mitdiskutieren will, sollte einmal einen Blick auf die Webseite www.tylervigen.com werfen, die dem statistischen Phänomen der Scheinkausalität auf den Grund geht. Dort trägt ein eifriger Blogger seltsame Korrelationen zusammen, aus denen man Schlüsse ziehen könnte, die aber derart absurd sind, dass auch der Letzte versteht, wie unmöglich sie sind.

Der Zusammenhang von zwei Größen bedeutet eben noch längst nicht, dass sie auch in einem direkten Ursache-Wirkungs-Zusammenhang stehen, doch in diese Falle tappen viele – sogar Wissenschaftler bei der Betrachtung der Sommerzeit. Den ersten Platz der Schmunzel-News haben sie sich damit mehr als verdient.

Impressum

Herausgeber
Dr. Benny Pock

Redaktion
Linda Wiese (V.i.S.d.P.),
Jörg Schmidt (Das Verlagsbüro), Andernach

Satz, Gestaltung
Tanja Bregulla, Aachen

Autorinnen und Autoren der Ausgabe
Tobias Beck, Dr. Thomas Böhm, Lucia Härer, Prof. Dr. Heinrich Hemme, Prof. Dr. Peter Heusch, Prof. Dr. Oliver Höß, Prof. Dr. Ulrich Kattmann, Dr. Maximilian Knogler, Dr. Thomas Müssig-Pabst, Dr. Christoph Pöppe, Thomas Rudel, Jörg Schmidt (js), Annika Schneeweiss, Natalie Schwarz, Rüdiger Vaas, Carla Wichmann

Wissenschaftlicher Beirat
Jürgen Böhm (Verband deutscher Realschullehrer), Prof. Dr. Helmut von Eiff (Hochschule Esslingen), Petra Evanschitzky (Transferzentrum für Neurowissenschaften und Lernen Ulm), Prof. Dr.-Ing. Peter Eyerer (TheoPrax-Zentrum), Elisabeth Frank (Otto-Hahn-Gymnasium Ostfildern), Prof. Dr. Johanna Heitzer (RWTH Aachen), Prof. Franz Kranzinger (Staatliches Seminar für Didaktik Stuttgart), Dr. Stefan Kruse (Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd), Prof. Dr. Martin Lindner (Universität Halle-Wittenberg), Prof. Dr. Peter Menzel (Universität Hohenheim), Dr. Niki Sarantidou (MINT-EC), Dr. Marco Spurk (Universität Stuttgart/Fehling-Lab), Prof. Dr. Roland Stalder (Universität Innsbruck), Dr. Dierk Suhr (Verein zur MINT-Talentförderung e.V.), Klaus Trimborn (Innovationszentrum Schule-Technik. Bochum.NRW.)

Verlag
Klett MINT GmbH
Stöckachstr. 11, 70190 Stuttgart
Tel.: 07 11 / 89 462-242
Fax: 07 11 / 89 462-259

Geschäftsführung
Dr. David Klett, Dr. Benny Pock

Anzeigenleitung
Claudia Betz
Tel.: 07 11 / 89 462-255, c.betz@klett-mint.de

Bezugsbedingungen
Lehrkräfte im Bundesgebiet können den **MINT** *Zirkel* in 20er-Sätzen fürs Lehrerzimmer an ihre Schuladresse abonnieren. Pro 20er-Satz wird eine Versandkostenpauschale von 5 Euro pro Ausgabe erhoben.

Erscheinungsweise
4 x jährlich

Druck
Frankfurter Societäts-Druckerei GmbH & Co. KG

Auflage
80.000

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, Aufnahme in elektronische Datenbanken, Mailboxen sowie sonstige Vervielfältigungen nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags. Für unverlangt eingesendetes Text- und Bildmaterial wird keine Haftung übernommen. Die Autoren und Redakteure des **MINT** *Zirkels* recherchieren und prüfen jeden Artikel sorgfältig auf seine inhaltliche Richtigkeit. Dennoch kann es passieren, dass sich Fehler in die Texte oder Bilder schleichen. Wir übernehmen daher keine Garantie für die Angaben. Mit Anzeige gekennzeichnete Advertorials erscheinen außerhalb der Verantwortung des Herausgebers nach Angaben der in den Advertorials genannten Unternehmen.

ISSN 2193-9845

Kooperationspartner

Deutsche Mathematiker-Vereinigung · MNU · DGTB · ijf Initiative junger Forscherinnen und Forscher e.V. · komm mach MINT Nationaler Pakt für Frauen in MINT-Berufen · +MINT Talentförderung · Lernort Labor Bundesverband der Schülerlabore · SCIENCE ON STAGE Deutschland · TheoPrax · m:nt Zukunft schaffen · VBIO Verband Biologie, Biowissenschaften & Biomedizin in Deutschland · MINTec Das nationale Excellence-Schulnetzwerk · Wissensfabrik Unternehmen für Deutschland

In den nächsten Ausgaben

Geheimnis Erdmagnetfeld
Das Magnetfeld der Erde umgibt uns wie ein mächtiger, unsichtbarer Schutzschild. Ohne es wäre Leben auf der Erde gar nicht möglich. Anke Wilde geht der Frage nach, „was die Welt im Äußersten zusammenhält“.

Achtsamkeit im Biologieunterricht
Wie kann die Achtsamkeitspraxis in den naturwissenschaftlichen Unterricht integriert werden? Der Beitrag hat dabei nicht nur das Lernen der Schülerinnen und Schüler im Fokus, sondern auch die Entwicklung eines prosozialen Klassenzimmers, in dem das Wohlergehen der Lernenden und der Lehrenden begünstigt wird.

Farben und Quadratzahlen
Was haben Farben mit Quadratzahlen zu tun? Prof. Rudolf Taschner nimmt die Leserinnen und Leser mit auf eine Exkursion in die faszinierende Welt der Zahlen.

Abo-Coupon

Ja, wir möchten für unser Lehrerzimmer den **MINT** *Zirkel* bestellen.

Bitte senden Sie uns **regelmäßig** je (Zutreffendes bitte ankreuzen)

☐ 20 Exemplare ☐ 40 Exemplare ☐ 60 Exemplare

Pro Paket (à 20 Exemplare) entsteht eine Versandkostenpauschale von 5 Euro (Jahresgebühr bei 4 Ausgaben: 20 Euro). Die Bezahlung erfolgt auf Rechnung. Das Abonnement gilt zuerst für ein Jahr (4 Ausgaben) und kann 4 Wochen nach Erhalt der letzten Ausgabe gekündigt werden. Danach verlängert es sich automatisch.

Lieferung bitte z. Hd.: _____ Telefon: _____

Schule:* _____ Fax: _____

Straße:* _____ E-Mail: _____

PLZ, Ort:* _____ Datum / Unterschrift:* _____

Bei Angabe Ihrer E-Mail-Adresse erhalten Sie unseren monatlichen **MINT** *Zirkel*-Newsletter. *Pflichtfelder

Fax-Antwort an: 07 11 / 89 462 - 259 – **Online unter:** www.mint-zirkel.de/abo
Per Post: Klett MINT Zirkel, Stöckachstr. 11, 70190 Stuttgart

EDUCATION

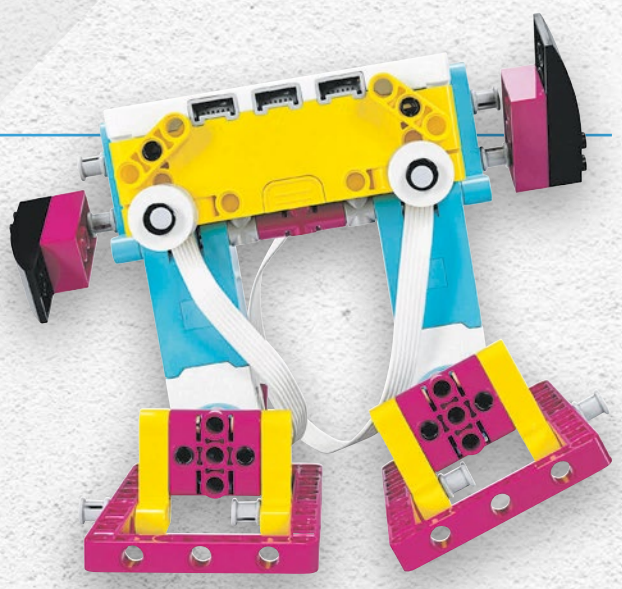
start next level

Conrad – Ihr Partner für die Digitalisierung Ihrer Bildungseinrichtung

Mit fachlicher Kompetenz und innovativen Lösungen bietet Conrad ein umfangreiches Spezialsortiment mit markenunabhängiger Beratung, didaktisches Material für die Unterrichtsgestaltung, spezielle Services und zahlreiche Weiterbildungsangebote.

Unser neuer Service für Sie: Um Mittel aus dem sogenannten DigitalPakt von Bund und Ländern beantragen zu können, müssen Schulen ein technisch-pädagogisches Medienkonzept entwickeln. Genau hier setzen wir mit unserem DigitalPakt-Service an und unterstützen Sie aktiv bei der Konzeption und Erstellung von Medienentwicklungsplänen.

Entdecken Sie die Plattform für Ihren Unterricht unter **conrad.de/education**



LEGO® Education SPIKE™ Prime macht Schüler fit für die Zukunft und stärkt das Selbstvertrauen

LEGO education

LEGO® Education MINT Basis-Set SPIKE™ Prime
Praxisorientiertes Lernkonzept für den MINT-Unterricht · 29 Lerneinheiten für 45-minütige Unterrichtsstunden in der 5. bis 8. Klasse · 528 Bauteile inkl. eines programmierbaren Hubs.

Art.-Nr. 2108467

Ein Angebot der Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Str. 1, 92240 Hirschau.
Irrtümer und Druckfehler vorbehalten.
Die AGB finden Sie unter conrad.de.

CONRAD | BESCHAFFUNG. EINFACH. SCHNELL. UMFASSEND.