



UNTERRICHTSMATERIALIEN ZUR VOR- UND NACHBEREITUNG

DISCOVER INDUSTRY

CHANCEN | BERUFE | ZUKUNFT

SEHR GEEHRTE LEHRKRÄFTE,

ob Automobilindustrie, Maschinen- und Anlagenbau oder Umwelttechnologie – Baden-Württemberg ist heute in vielen Branchen führend. Damit diese Spitzenposition auch in Zukunft gesichert werden kann, sind Industrieunternehmen auf qualifizierte und motivierte MINT-Fachkräfte, insbesondere aber Ingenieurinnen und Ingenieure, angewiesen. Mit **DISCOVER INDUSTRY – CHANCEN | BERUFE | ZUKUNFT** bündeln die Baden-Württemberg Stiftung, der Arbeitgeberverband SÜDWESTMETALL und die Regionaldirektion Baden-Württemberg der Bundesagentur für Arbeit im Rahmen des erfolgreichen Programms **COACHING4FUTURE** deshalb ihre Aktivitäten bei der MINT-Nachwuchssicherung für den Innovationsstandort Baden-Württemberg.

DISCOVER INDUSTRY lädt Schülerinnen und Schüler zu einer spannenden Entdeckungsreise ein: Fünf Arbeitsstationen bilden Meilensteine des industriellen Produktentstehungsprozesses ab. An jeder Station wartet ein Arbeitsauftrag, den die Schülerinnen und Schüler in kleinen Gruppen ausführen sollen. Die Aufträge sind dabei inhaltlich speziell auf verschiedene Altersstufen der Jugendlichen zugeschnitten. Um einen nachhaltigen Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler sicherzustellen, sollte der Besuch der mobilen Industrielwelt im Unterricht vor- und nachbereitet werden.

Die Unterrichtsmaterialien zur Vor- und Nachbereitung sind in Anlehnung an die Leitprinzipien des neuen Bildungsplans entwickelt worden. In diesem leisten mehrere Fächer einen adäquaten Beitrag zur Berufs- und Studienorientierung. Deshalb ermöglichen die Inhalte einen Einstieg in die Thematik an Hand unterschiedlicher Fragestellungen.

Ausgehend von den Erfahrungen, die die Schülerinnen und Schüler im Ausstellungsfahrzeug sammeln, greifen auch die Unterrichtsmaterialien die Leitfragen „Wie viel MINT steckt drin?“ und „Wie denken Ingenieurinnen und Ingenieure?“ auf. Erweitert wird das Angebot durch Übungen zur Stärkung der Präsentationskompetenzen der Schülerinnen und Schüler im naturwissenschaftlich-technischen Bereich. Das Besondere daran ist: Die Inhalte und der Einsatz der Materialien sind variabel. Sie können neben dem verpflichtenden Modul zur Vorbereitung weitere Module frei auswählen und den Bedürfnissen der jeweiligen Klasse anpassen.

Wir freuen uns, wenn Sie und Ihre Schülerinnen und Schüler die Unterrichtsmaterialien nutzen, gut vorbereitet **DISCOVER INDUSTRY** besuchen und anschließend in der Nachbereitung die Faszination für Technik auch im Klassenzimmer nachhaltig erleben können.

Nun wünschen wir Ihnen sowie Ihren Schülerinnen und Schülern anregende Unterrichtsstunden und viel Spaß bei der Beschäftigung mit der Welt der Industrie und ihren beruflichen Perspektiven.

Ihr **DISCOVER INDUSTRY**-Team

DAS ZIEL DER DISCOVER INDUSTRY-UNTERRICHTSMATERIALIEN

Mit den Unterrichtsmaterialien zur Vor- und Nachbereitung eines Besuches von **DISCOVER INDUSTRY**, möchten wir Sie unterstützen, einen nachhaltigen Lernerfolg Ihrer Schüler sicherzustellen sowie spannende und zukunftsweisende Themen der Industrie in den Unterricht einzuführen. Gleichzeitig können Sie die damit verbundenen beruflichen Perspektiven aufzeigen und die Präsentationskompetenz Ihrer Schüler im naturwissenschaftlich-technischen Bereich stärken. Hierzu finden Sie zahlreiche Arbeitsaufträge und Übungen, die so aufbereitet sind, dass sie von Ihnen zum direkten Einsatz im fachkundlichen (naturwissenschaftlichen) und/oder berufsorientierenden Unterricht genutzt werden können. Die Arbeitsaufträge und Übungen können ab Klassenstufe 7 eingesetzt werden und der modulare Aufbau ermöglicht Ihnen das Verwenden mit unterschiedlichen Schwierigkeits- und Vertiefungsgraden.

AUFBAU DER DISCOVER INDUSTRY-UNTERRICHTSMATERIALIEN

Um Ihnen den optimalen Einsatz im fachkundlichen und berufsorientierenden Unterricht zu ermöglichen, wurden die Lehrpläne und Curricula aller naturwissenschaftlich-technischen Fächer und Fächerverbünde im Sekundarbereich I und II analysiert. Dabei wurden alle Hintergrundinformationen, Arbeitsaufträge und Übungen auf die Kompetenzen und Leitperspektiven des neuen Bildungsplans abgestimmt. Die Materialien liegen in Form dieses PDF-Dokuments mit Arbeitsaufträgen, Übungen und Hintergrundinformationen vor und werden durch eine begleitende PowerPoint-Präsentation ergänzt. Dieses Dokument ist für Sie als Lehrkraft konzipiert worden und sollte als Vorbereitung für den Besuch von **DISCOVER INDUSTRY** erarbeitet werden. Es steht Ihnen auf unserer Webseite www.coaching4future.de auch als Download zur Verfügung. Um dieses herunterzuladen, registrieren Sie sich bitte mit Ihren persönlichen Daten als Lehrkraft. Sobald Ihr Profil freigeschaltet wurde, können Sie auf das Dokument im Downloadbereich zugreifen.

Die Materialien gliedern sich in drei Bereiche:

DOS & DON'TS	Wichtige Informationen zum Ablauf der Veranstaltungen im Ausstellungsfahrzeug (mit Sicherheitsvorkehrungen, -anweisungen und Verhaltensregeln)
VORBEREITUNG	Hintergrundinformationen, Arbeitsaufträge und Übungen vor dem Tourstopp an Ihrer Schule
NACHBEREITUNG	Übungen, Arbeitsaufträge und Hintergrundinformationen, um einen nachhaltigen Lernerfolg nach dem Tourstopp sicherzustellen

Zusätzlich zum verpflichtenden Modul Dos & Don'ts sollen Sie bitte vor dem Besuch ein weiteres Modul vorbereiten und den Schülern vorstellen. Die begleitende PowerPoint-Präsentation ergänzt die in diesem Dokument enthaltenen Hintergrundinformationen. Diese gliedert sich wie das PDF-Dokument in drei Bereiche: Dos & Don'ts, Vorbereitung und Nachbereitung. Die Präsentation ist für eine digitale Nutzung optimiert. Im Präsentationsmodus können Sie durch das Verwenden der Hyperlinks die gewünschte Folie erreichen.

WIE KÖNNEN DIE DISCOVER INDUSTRY-LERNMATERIALIEN EINGESETZT WERDEN?

Für die Vor- und Nachbereitung des Besuches an Ihrer Schule empfehlen wir Ihnen, je ein bis zwei Schulstunden einzuplanen. Die Matrix auf der folgenden Seite unterstützt Sie bei der Entscheidung, wie Sie das Material in Ihren Unterricht integrieren wollen. Die Lernmaterialien sind für Sie als Lehrkraft konzipiert worden, selbstverständlich besteht auch die Möglichkeit einzelne Themen zur Vorstellung durch eine Schülerin oder einen Schüler (z. B. Leistungsbeurteilung) als Arbeitsauftrag (z. B. Hausaufgabe) oder als Gruppenarbeit zu vergeben. Die Beurteilung/Klassifizierung nach „Besonders geeignet“/„Geeignet“ erfolgt aufgrund der Abschätzung des Arbeitsaufwandes (für Lehrkräfte/Schüler) und ist abhängig vom Wissensstand der Klasse.

	PowerPoint-Präsentation (Lehrkraft)	PowerPoint-Präsentation (Schüler; z. B. Leistungsbeurteilung)	Arbeitsauftrag für Schüler (z. B. Hausaufgabe)	Gruppenarbeit (z.B. Übungen und Spiele)
Vorbereitungsmodul				
Für alle: Die Geschichte der Industrie	■	■	■	■
Für alle: Der Produktentstehungsprozess	■	■	■	■
Nachbereitungsmodul				
Speziell ab Klasse 7: Wie viel MINT steckt drin?	■	■	■	■
Speziell für Kursstufe: Wie denken Ingenieure?	■	■	■	■



Besonders geeignet



Geeignet

POWERPOINT-PRÄSENTATION (SCHÜLER)

Die Präsentation hilft Ihren Schülern, Kompetenzen zu stärken sowie eigene Lern- und Arbeitsergebnisse sach-, situations-, funktions- und adressatengerecht vorzustellen. Dies fördert die Bereitschaft und die Fähigkeit, sich mit komplexen Zusammenhängen der Naturwissenschaften auseinanderzusetzen und diese verständlich zu kommunizieren.

ARBEITSAUFTRÄGE FÜR SCHÜLER

Die Arbeitsaufträge eignen sich sowohl zur Vor- als auch zur Nachbereitung einer Unterrichtsstunde. In der Regel sollen die Schüler die Arbeitsaufträge eigenverantwortlich bearbeiten.

GRUPPENARBEIT

Angedacht ist eine auf ca. 20 Minuten befristete Zusammenarbeit. Pro Gruppe versuchen maximal fünf Schüler eine Aufgabe oder ein Problem zu lösen. Sie erläutern vorab den Arbeitsauftrag, der ggfs. auch schriftlich vorliegt, und teilen weiteres vorbereitetes Arbeitsmaterial aus. Im Anschluss an die Gruppenarbeit sollen vor der Klasse Präsentationen der Ergebnisse und Lösungen stattfinden.

DISCOVER INDUSTRY-FACTSHEET

Um den wissenschaftlichen Begleitern (Coaches) einen Überblick über die durchgeführte Vorbereitung und den Wissensstand der Schulklasse geben zu können, finden Sie in den Unterlagen zum Tourstopp an Ihrer Schule, die Ihnen per E-Mail zugeschickt werden, das beschreibbare PDF „DISCOVER_INDUSTRY_Factsheet“. Hier sollen Sie bitte für jede Veranstaltung die erforderlichen Informationen ergänzen und die Module ankreuzen, die Teil der Vorbereitung jeder einzelnen Klasse waren. Das ausgefüllte Dokument sollte die begleitende Lehrkraft zum Termin mitbringen und den Coaches übergeben. Damit helfen Sie uns bei der laufenden Evaluierung der Termine.

DOS & DON'TS

Zusammengefasst finden Sie hier alle wichtigen Informationen, wie Sicherheitsvorkehrungen, -anweisungen und Verhaltensregeln.

DER BESUCH IN DER MOBILEN INDUSTRIEWELT

- ▶ Nachdem die Schüler das Ausstellungsfahrzeug betreten haben, bringen sie bitte zuerst ihre Taschen und Jacken in das Obergeschoss.
- ▶ Danach sammeln sie sich vor dem großen Wandmonitor im Erdgeschoss.
- ▶ Nach einer Begrüßung und Einführung durch die **DISCOVER INDUSTRY**-Coaches teilen sich die Schüler in 5 Kleingruppen auf (maximal 6 Schüler) und bestimmen für jede Gruppe eine Gruppensprecherin bzw. einen Gruppensprecher. Hier empfiehlt es sich die Einteilung der Gruppen mit den Schülern vorab zu besprechen und durchzuführen.
- ▶ An den Stationen gilt: Eigenständiges Arbeiten – aber: Teamwork ist angesagt!
- ▶ Zu einer abschließenden gemeinsamen Besprechung versammeln sich alle noch einmal. Achten Sie dazu bitte gemeinsam mit Ihren Schülern auf die Anweisungen der Coaches.

DIE STATIONEN IM ÜBERBLICK

- ▶ Konstruktion und Design
- ▶ Versuch und Optimierung
- ▶ Robotik
- ▶ Intelligente Produktion
- ▶ Logistik und Materialfluss

AN DEN STATIONEN

- ▶ Die Schüler sollen sich die Arbeitsanweisungen an den Touch-Monitoren der einzelnen Stationen durchlesen, bevor sie starten.
- ▶ Bei „Los geht's“ starten die Schüler mit dem praktischen Teil der Arbeitsstation.
- ▶ Wurde die Aufgabe erfüllt, klickt man am Touch-Monitor auf WEITER: Es folgen weitere Informationen und Videos.
- ▶ Sind die Schüler schon vor den anderen mit ihrer Aufgabe fertig, laden vier rote Wände mit zahlreichen Exponaten und Multimediaanwendungen zum Erkunden ein.

STATIONENWECHSEL

- ▶ An jeder Station haben die Schüler 10-15 Minuten Zeit. Anschließend wechseln sie zur nächsten Station.
- ▶ Der Wechsel erfolgt im Uhrzeigersinn: Gruppe 1 geht an Station 2, Gruppe 2 an Station 3, usw.
- ▶ Wann der Wechsel stattfindet, kündigen die Coaches an.

SICHERHEITSHINWEISE

- ▶ Während der Veranstaltung darf im Unter- und Obergeschoss nicht gegessen und getrunken werden. Gerne dürfen die Schüler nach Rücksprache mit Ihnen und den Coaches dafür aus dem Fahrzeug gehen.

- ▶ Die Ausstattung sollte mit Vorsicht und Respekt behandelt werden: Es darf alles ausprobiert werden, aber die Einrichtung im Ausstellungsfahrzeug ist einzigartig und wertvoll.
- ▶ Sollte etwas nicht auf Anhieb funktionieren oder etwas unklar sein, stehen die Coaches für Fragen zur Verfügung.

AM ENDE DER VERANSTALTUNG

- ▶ Wissen testen: Nachdem alle Gruppen die Arbeitsstationen durchlaufen haben, findet am Ende an den Tablets eine „Challenge“ für alle statt. Eines der sechs Tablets ist dabei für Lehrkräfte reserviert. Sie können unsere Homepage besuchen, sowie alle relevanten Seiten der Auftraggeber und weiterer Kooperationspartner.
- ▶ Nach Aufforderung der Coaches begeben sich die jeweiligen Gruppensprecher an eines der fünf Tablets, geben den jeweiligen Gruppennamen ein und beantworten die fünf Fragen. Der Rest der Gruppe darf den Gruppensprecher dabei unterstützen. Die Siegergruppe wird belohnt und bekommt von den Coaches ein kleines Präsent überreicht.
- ▶ Obwohl das Ausstellungsfahrzeug und die Coaches empfindlich auf Störungen durch Mobiltelefone reagieren, dürfen diese benutzt werden: zum Fotografieren! Das ist erlaubt und ausdrücklich erwünscht.

DIE GESCHICHTE DER INDUSTRIE

INDUSTRIE 0.0 – AGRARGESELLSCHAFT UND SELBSTVERSORGUNG

Das vorindustrielle Zeitalter war stark von Landwirtschaft und Handwerk geprägt. Über 90 Prozent der Bevölkerung lebten zu Beginn des 18. Jahrhunderts auf dem Land. Die meisten Bauern bauten Nahrungsmittel hauptsächlich zur Deckung des Eigenbedarfs an. Nur wenn es Überschüsse gab, wurden diese auf dem Markt verkauft. Nur wenige Bauern produzierten von vorneherein auch für die regionalen Märkte.

In den bäuerlichen Haushalten wohnten mehrere Generationen unter einem Dach zusammen. Dort wurde neben Nahrungsmitteln auch alles andere, was zum Leben notwendig war, wie Kleidung, Möbel aber auch Werkzeuge, selbst hergestellt. Die Geräte, die bei der Herstellung zum Einsatz kamen, waren sehr simpel und meist aus Holz – zum Beispiel Pflugkarren, die von Nutztieren gezogen wurden oder einfache Webstühle, mit denen in mühevoller Handarbeit Textilien für den eigenen Bedarf angefertigt wurden.

In Gebieten, die für die Landwirtschaft weniger gut geeignet waren, entstanden sogenannte Gewerbelandschaften. Hier wurden vor allem Textilwaren im „Verlagssystem“ produziert: Ein „Verleger“ stellte Handwerkern Rohmaterial zur Verfügung, das diese in Heimarbeit verarbeiteten. Die fertigen Produkte holte er wieder ab, um sie weiter zu verkaufen. Diese als Protoindustrialisierung bezeichnete Entwicklung legte bereits den Grundstein für die später folgende Industrialisierung, die auf Handel und Massenfertigung basierte.

Die Städte waren ebenfalls noch eher ländlich geprägt. Die meisten waren klein, wirkliche Großstädte gab es nur wenige. Das städtische Handwerk wurde durch Zünfte organisiert. Jede Berufsgruppe hatte seine eigene Zunft, durch die die Interessen des Einzelnen vertreten wurden. Kennzeichnend für die städtischen Handwerker war, dass sie hauptsächlich für den lokalen Bedarf produzierten, da überwiegend Einzelpersonen zu ihnen kamen, um ihre individuellen Bestellungen aufzugeben. Außerdem war an der Fertigung des Produkts meist nur eine einzige Person beteiligt, die alle Arbeitsschritte in Handarbeit ausführte. Dabei

verwendete sie eher einfache Werkzeuge wie Sägen, Hämmer und Bohrer. Die notwendigen Kenntnisse über die Herstellung hatte der Handwerker zuvor über einen langen Zeitraum von seinem Lehrmeister erlernt.

Schon in der vorindustriellen Zeit haben Handwerker durch die Bereitstellung von Werkzeugen, mechanischen Hilfskonstruktionen und ersten Automaten versucht, handwerkliche Arbeiten zu vereinfachen, zum Beispiel durch Wind- und Wassermühlen, Walzen, Pressen oder Webstühle. Dabei dienten natürliche Ressourcen wie Wind- und Wasserkraft, aber auch die Zugkraft von Tieren als Energiequelle. Der Energieertrag fiel dabei jedoch noch sehr gering aus. Dem Erhalt der Umwelt galt noch keine Aufmerksamkeit.

INDUSTRIE 1.0 – MASCHINEN VERÄNDERN DIE ARBEIT UND DAS LEBEN

Gegen Mitte des 18. Jahrhunderts änderten sich die wirtschaftlichen und sozialen Umstände radikal: Die industrielle Revolution begann in England und breitete sich schon bald in ganz Westeuropa aus. Den Startschuss dafür gaben vor allem zwei technische Erfindungen. Zum einen die Dampfmaschine: Erstmals von Thomas Newcomen im Jahre 1712 konstruiert und später von James Watts entscheidend weiterentwickelt, veränderte sie das Arbeiten grundlegend – denn waren Menschen bis dato ausschließlich auf ihre eigene körperliche Kraft oder die von Wasser, Wind und Nutztieren angewiesen, wurde nun die komplette Kraft von einer Maschine erzeugt. Man trieb mit ihr beispielsweise Pumpen, Hämmer oder Walzen an, wodurch sich die Herstellungszeit von vielen Produkten wesentlich verkürzte. Außerdem wurde mit der Entwicklung der Dampfmaschine der Abbau von Kohle sowie die Eisen- und Stahlgewinnung immer fortschrittlicher und effizienter. Durch die Dampfmaschine konnte man beispielsweise wesentlich tiefer in die Bergwerke vordringen, da nun das Grubenwasser aus größerer Tiefe abgepumpt werden konnte als zuvor.

Eine weitere bahnbrechende Erfindung war die Spinnmaschine „Spinning Jenny“, die 1764 von James Hargreaves entwickelt wurde. Da die Spinner nun nicht mehr mit nur einer einzigen Spindel arbeiteten, sondern bis zu 100 Spindeln gleichzeitig bedienen konnten, erhöhte sich die Produktivität in der Textilindustrie enorm. Anfang des 19. Jahrhunderts konnte ein Spinner so viel Garn erzeugen wie 200 Arbeiter vor der Entwicklung der „Spinning Jenny“. Fortan entstanden in ganz Europa Spinnfabriken, die das Ende der Heimindustrie besiegelten.

Durch den gesteigerten Einsatz von Maschinen in der Produktion veränderte sich natürlich auch das Tätigkeitsfeld und damit die Ansprüche an die Qualifikationen der Arbeiter. Waren zuvor Muskelkraft und handwerkliches Können gefragt, standen nun technisches Verständnis, Reaktionsfähigkeit und Zuverlässigkeit im Umgang mit den teuren Maschinen im Vordergrund. Die Arbeiter spezialisierten sich meist auf die Bedienung nur einer Maschine, wodurch allmählich der Berufsstand des Facharbeiters entstand. Um aber überhaupt in den Fabriken arbeiten zu können, zog es immer mehr Menschen in die Städte. Viele Bauern verkauften ihr Land und arbeiteten nun bis zu 16 Stunden am Tag in den Fabriken. Dadurch war es ihnen aber nicht mehr möglich selber Nahrungsmittel zur Deckung des Eigenbedarfs herzustellen. Der in der Fabrik arbeitenden Stadtbevölkerung blieb nichts anderes übrig als ihre Lebensmittel, aber auch andere lebensnotwendige Gegenstände, auf Märkten zu kaufen. Aufgrund der steigenden Nachfrage begannen die Bauern, die immer noch auf dem Land lebten, gezielt Nahrungsmittel für die Märkte zu produzieren und spezialisierten sich dabei häufig nur auf einzelne Produkte. Dadurch mussten sie selbst aber auch all das hinzukaufen, was sie nicht mehr selbst erzeugen konnten.

Die Lebens- und Arbeitsbedingungen in den Städten waren sehr schlecht. Zwar mussten durch die Mechanisierung körperlich anstrengende Arbeiten nicht mehr von Menschen erledigt werden, der Großteil der Industriearbeiter war dennoch elenden Arbeitsbedingungen ausgesetzt. Auch die steigende Umweltbelastung durch Verbrennung und industrielle Abwässer kümmerte kaum.

INDUSTRIE 2.0 – PRODUKTION UNTER STROM: AUFSTIEG DER NEUEN INDUSTRIEN

In der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts änderten sich die Verhältnisse in der Industrie erneut. In Folge der raschen Fortschritte in der Chemie- und Physikforschung lösten die neuen Industrien schon bald die Textil- und Schwerindustrie als Leitbranchen ab. Insbesondere die chemische Industrie und die Elektrotechnik, aber auch der Maschinenbau und die optische Industrie, erlebten einen rasanten Aufschwung. Erdöl wurde zu einem der wichtigsten Rohstoffe und ermöglichte den Antrieb von Explosionsmotoren – die Motorisierung der Menschen und der damit verbundene Aufstieg der Automobilindustrie nahmen ihren Lauf.

Im Gegensatz zur ersten industriellen Revolution war die deutsche Wirtschaft jetzt führend. Technologien mussten nicht mehr aus England importiert werden, sondern die deutsche Ingenieurskunst wurde zum Exportschlager. In ihrem Bestreben immer wieder neue Produkte zu entwickeln, die Produktion zu erhöhen sowie die Produktionsabläufe weiter zu verbessern, um sie damit kostengünstiger zu gestalten, arbeiteten die Unternehmer nun immer enger mit den Universitäten zusammen. Dies führte allmählich zu einer Verbindung von Forschung und industrieller Produktion. Um nicht von den universitären Forschungseinrichtungen abhängig zu sein, eröffneten viele Unternehmen eigene Forschungs- und Entwicklungsabteilungen, in denen sie selbst angewandte Forschung betrieben.

Zur ersten Phase der industriellen Revolution gab es zudem eine weitere entscheidende Veränderung: Wurde die Energie bisher mechanisch erzeugt und umgewandelt, hielt mit der Erfindung des Elektrogenerators 1866 die Elektrizität Einzug in Fabriken und das tägliche Leben. All dies befeuerte die Entwicklung vom einfachen Fabrikssystem hin zur Großindustrie. Spätestens mit der Erfindung des Fließbandes 1920 in den USA wurde das Zeitalter der Massenproduktion eingeläutet. Von nun an wurden gleichartige Güter in Serie gefertigt, wodurch die Produktivität um ein Vielfaches gesteigert werden konnte. Dies hatte wiederum zur Folge, dass die Preise für die einzelnen Produkte gesenkt und gleichzeitig die Löhne der an der Produktion beteiligten Arbeiter erhöht werden konnten.

Auch die Lebensbedingungen der verarmten Arbeiterschaft verbesserten sich allmählich: So wurde die wöchentliche Arbeitszeit von bis zu 82 Stunden in der frühen industriellen Zeit schrittweise reduziert sowie die Kinderarbeit stark einschränkt und letztendlich ganz aufgehoben. Außerdem führte der damalige deutsche Reichskanzler Otto von Bismarck in den 1880er Jahren die Kranken-, Unfall- und Rentenversicherung ein. Mit diesen „Sozialgesetzen“ legte Bismarck den Grundstein für die bis heute in Deutschland praktizierte soziale Marktwirtschaft. Zudem gewannen Ende des 19. Jahrhunderts die Gewerkschaften zunehmend an Bedeutung und kämpften für die Rechte ihrer Mitglieder.

INDUSTRIE 3.0 – DAS ZEITALTER DER ROBOTER: VON DER MIKROELEKTRONIK ZUR DIGITALISIERUNG

In den 1970er Jahren begann die dritte große Phase der Industrialisierung, in der wir uns bis heute befinden. Sie brachte erneut massive Veränderungen mit sich: Die Arbeit wurde „human“, Arbeitnehmerrechte, Ergonomie am Arbeitsplatz und Work-Life-Balance gewannen immer mehr an Bedeutung. Die zivile Nutzung der Kernenergie wurde stark forciert, überall in den Industrienationen entstanden Kernkraftwerke. Gleichzeitig wurde die Produktion in der Industrie zunehmend automatisiert – es begann das Zeitalter der Roboter.

1969 stellte der Amerikaner Richard Moley das erste SPS-System der Welt vor. Es war die Geburtsstunde der speicherprogrammierbaren Steuerung. Mit ihr konnten nun Produktionsmaschinen und große Anlagen automatisch überwacht und gesteuert werden. Dabei erfassen die SPS-Systeme mithilfe von Sensoren wichtige Daten von den Fertigungsmaschinen, wie beispielsweise Temperatur, Druck oder Drehmoment. Anschließend werden diese Daten durch einen leistungsstarken Rechner analysiert. Dieser gibt dann auch die entsprechenden Befehle und Signale an die Produktionsanlage zurück, so dass der Fertigungsprozess automatisch und störungsfrei weiterlaufen kann. Da für die Erfassung und Analyse der Daten sehr leistungsstarke Rechner benötigt werden, beschleunigte die Entwicklung der ersten Mikroprozessoren und der rapide Fortschritt der Computersysteme Anfang der 1970er Jahre den Prozess der Automatisierung erheblich. Roboter hielten Einzug in Produktionsstätten und Arbeitsabläufe wurden vollautomatisch ausgeführt. Der Mensch bediente die Maschinen nicht mehr

selbst, sondern überwachte die Steuerungsprozesse. Ohne Informatik und aufwändige Programmierungen ging nichts mehr. In Folge dessen entwickelten sich die Informations- und Kommunikationstechnologien zu einer der stärksten Branchen in Baden-Württemberg – und auch die klassischen Leitbranchen der Südwestwirtschaft, wie die optische Industrie, die Automobilindustrie oder der Maschinen- und Anlagenbau, profitierten erheblich von den neuen Produktionssystemen. In den 1990er Jahren wurden Computer so leistungsfähig, dass sie immer komplexere Aufgaben erledigen konnten. Das Internet erlebte seinen großen Durchbruch und veränderte die Kommunikation grundlegend. Alles wurde mehr und mehr digitalisiert, so auch die Industrie. Design, Konstruktion, Simulation – Produkte entstanden jetzt erst virtuell am Computer bevor sie in Produktion gingen. Und die betrieblichen Abläufe wurden immer effizienter. Auch die Art des Wirtschaftens änderte sich: Ressourcenschutz, Nachhaltigkeit und Umweltschutz rückten zunehmend in den Fokus. Spätestens mit dem beschlossenen Ausstieg aus der Atomenergie legte Deutschland 2011 den Grundstein für die Energiewende und den Umstieg auf Erneuerbare Energien – beste Aussichten also für die starke Energietechnik-Branche in Baden-Württemberg.

Heute ist nahezu die gesamte technologische Informationskapazität digital. Die Welt ist vernetzt, das Internet hält Einzug in alle Lebensbereiche – und wir stehen kurz vor einer neuen industriellen Revolution.

INDUSTRIE 4.0 – DIE INTELLIGENTE FABRIK VON MORGEN

Die vierte industrielle Revolution steht in den Startlöchern: Wir sind auf dem Weg in die Industrie 4.0. Die Fabrik des 21. Jahrhunderts wird „online“ und „intelligent“ sein. Die Smart Factory wird energie- und ressourceneffizient arbeiten und modernen Umweltstandards entsprechen. Produktionsstätten werden ergonomisch gestaltet sein und attraktive Arbeitsplätze bieten. Und die virtuelle Welt wird mit der realen Welt verschmelzen – es entsteht das „Internet der Dinge“, bei dem zu jedem realen Gegenstand Informationen virtuell hinterlegt sind.

Die Fertigung der Zukunft wird auf sogenannten „cyber-physischen Produktionssystemen“ (CPS) basieren, das heißt Produkt, Maschine und Mensch interagieren voll vernetzt miteinander. Das intelligente Produkt kennt seine Auftrags- und Fertigungsdaten,

kommuniziert mit den Maschinen um sich herum und steuert sich selbst durch den Produktionsprozess. Es fordert Material und Herstellungsprozesse autonom an. Smarte Produkte sollen sich künftig durch ihren gesamten Lebenslauf steuern: von ihrer Logistik über den Service bis hin zur Entsorgung.

Auch Maschinen kommunizieren untereinander und planen selbstständig die Produktionsreihenfolge oder Wartungszeiten. Die Maschinen erfassen die Informationen der physischen Fertigungswelt, zum Beispiel mithilfe von Kameras, Sensoren und RFID-Chips, kombinieren sie mit vorliegenden Datensätzen und setzen entsprechende Aktionen in Gang. Der menschliche Bediener wird schließlich vom System informiert, wie die Montage zu erfolgen hat.

Dies eröffnet völlig neue Möglichkeiten: In der Smart Factory können individualisierte Produkte genauso effizient hergestellt werden wie Massenprodukte. Kunden werden sie nach ihren genauen Wünschen konfigurieren können, beispielsweise zu Hause am Laptop, und die Daten mit der Bestellung an die intelligente Fabrik senden, wo das Produkt beginnt „sich selbst“ zu fertigen. Diese Individualisierung ist theoretisch bis hin zur „Losgröße 1“ möglich, also bis zu einem Produkt, das es nur ein einziges Mal gibt.

Durch die völlig neuen Bedingungen werden sich auch die Anforderungen an Ingenieure grundlegend ändern. Tablets und Computer werden ihr ständiges Handwerkszeug sein. Planung, Überwachung, Steuerung und Analyse werden zu zentralen Aufgabengebieten – und bisher weitgehend unabhängig arbeitende Berufsfelder werden zunehmend miteinander verschmelzen. Ausgeprägte IT-Kenntnisse sowie die Fähigkeit zum vernetzten Arbeiten werden zu Grundvoraussetzungen für Ingenieure des 21. Jahrhunderts. Eines steht fest: Die Zukunft der Industrie wird spannend und bietet viele Chancen die vierte industrielle Revolution mitzugestalten.

DER PRODUKTENTSTEHUNGSPROZESS BEI DISCOVER INDUSTRY

ÜBERBLICK

DISCOVER INDUSTRY nimmt Schüler mit auf eine Entdeckungsreise in die Welt der Industrie. Dabei lernen sie verschiedene Phasen des industriellen Produktentstehungsprozesses von der Idee bis zum Serienprodukt kennen. Zu jeder Phase gibt es eine interaktive Arbeitsstation, an denen die Jugendlichen selbst Hand anlegen können und nicht nur einiges lernen, sondern auch Spaß haben.

Die folgenden zwei Piktogramme tauchen immer wieder auf und helfen, die zwei Leitfragen zu beantworten:

	<p>Wie viel MINT steckt drin? An jeder Station wird im Anschluss an den praktischen Teil ein Zusammenhang zwischen den theoretischen Lerninhalten in der Schule und der industriellen Praxis hergestellt. Dafür wird ein mathematisches, technisches oder naturwissenschaftliches Prinzip, welches im Unterricht behandelt wird, anhand der Thematik der Station erklärt.</p>
	<p>Wie denken Ingenieure? Um den Schülern zu vermitteln, was die Aufgaben von Ingenieuren in der Industrie sind, endet jede Station mit der Antwort auf die Frage: Wie denken Ingenieure? Dazu wird passend zur Thematik der einzelnen Stationen beschrieben, was genau Ingenieure bei der jeweiligen Aufgabe in der Praxis beachten müssen.</p>

ARBEITSSTATION 1: KONSTRUKTION UND DESIGN

Am Anfang der Produktentwicklung steht die Idee für ein neues Produkt. In dieser Phase arbeiten Mitarbeiter aus den Bereichen Design, Forschung und Entwicklung, Produktion, Vertrieb und Marketing eng zusammen. Gemeinsam werden Fragen diskutiert, die den Kundenwunsch, die Situation am Absatzmarkt und

die Funktionen des Produkts betreffen. Am Ende der ersten Phase des Entstehungsprozesses eines Produkts muss die Idee als ausführliches theoretisches Konzept unter Berücksichtigung aller wichtigen Fragestellungen ausgearbeitet sein.

Die im Konzept erarbeitete Lösung dient als Grundlage für die zweite Phase des Entstehungsprozesses: die Entwicklung eines Prototyps. Bei einem Prototyp handelt es sich in der Regel um ein handwerklich gefertigtes Einzelstück, welches dem Endprodukt in Form, Gestaltung, Funktion und Herstellung weitgehend entspricht. Die Entwicklung eines Prototyps erfolgt in der Industrie in mehreren Schritten. Zu Beginn steht kein materielles Objekt zur Verfügung, sondern es wird mit einem digitalen dreidimensionalen Modell gearbeitet.

Dieser erste Schritt wird an der Arbeitsstation 1 von **DISCOVER INDUSTRY** abgebildet. Hier lernen die Schüler die beiden Möglichkeiten kennen, die in der Industrie verwendet werden, um solche virtuellen dreidimensionalen Modelle zu erzeugen. Bei der ersten Möglichkeit entstehen, mithilfe einer speziellen CAD-Software, ausgehend von einfachen geometrischen Formen, komplexe digitale Modelle und Prototypen. CAD steht für computer-aided design, was übersetzt so viel bedeutet wie rechnergestütztes Konstruieren. Die zweite Möglichkeit, ein dreidimensionales Modell eines Prototyps zu entwickeln, wird als „Reverse Engineering“ bezeichnet. Dabei wird das digitale Modell durch dreidimensionales Scannen eines bereits bestehenden Bauteils erzeugt. Die digitalen Modelle, die auf eine der beiden Arten und Weisen erstellt wurden, können anschließend zum Beispiel für virtuelle Funktionstests, Berechnungen der Festigkeit und Überprüfungen der Aerodynamik verwendet werden.

Nachdem beide Methoden theoretisch erklärt wurden, führen die Schüler das Reverse Engineering selbst durch. Mit einem handgeführten 3D Scanner, wie er auch von Ingenieuren in der Produktentwicklung verwendet wird, wird ein weißer Plastikopf möglichst lückenlos gescannt. Anschließend werden die gescannten Daten in ein digitales Modell umgerechnet.



WIE VIEL MINT STECKT DRIN?

Im Anschluss wird die Funktion des Scanners genauer beschrieben. Dafür sind die Eigenschaften von Licht und dessen Reflexion, welche im Physikunterricht behandelt werden, von zentraler Bedeutung.



WIE DENKEN INGENIEURE?

In der Praxis verwenden Ingenieure den 3D Scanner auch in der Qualitätskontrolle. Am Ende der Testphase, vor Beginn der Serienproduktion, werden die realen Prototypen abschließend noch einmal gescannt und mit hinterlegten 3D-Daten verglichen, um Produktionsfehler zu vermeiden. Die Schüler lernen an dieser Station eine Anwendung kennen, wie sie für viele Ingenieure zur täglichen Arbeit gehört.

ARBEITSSTATION 2: SPANNUNGSOPTIK

TEIL A: KRÄFTE WERDEN SICHTBAR

Nachdem der virtuelle Prototyp mit einem CAD-Programm bzw. mit der Methode des Reverse Engineering erstellt wurde und erste Tests sowie Berechnungen am PC durchgeführt und ausgewertet wurden, wird ein realer Prototyp gebaut.

Obwohl die Versuche, die am PC mit virtuellen Prototypen durchgeführt werden, immer mehr an Bedeutung gewinnen, kann auf die Tests mit realen Prototypen nicht verzichtet werden. Die aus der Industrie bekanntesten Tests sind Crashtests oder Messungen von Autos im Windkanal. Ein weiterer Test, der im Laufe der Produktentwicklung eine wichtige Rolle spielt, ist unter anderem auch der Dauerbelastungstest. Im Rahmen solcher Tests wird zum Beispiel die Stabilität und Funktion eines Fahrradbremshelms nach der 10.000. Betätigung getestet oder es wird überprüft, wie oft der Arm eines Playmobilmännchens gedreht werden kann, bis dieser abfällt.

An der Arbeitsstation 2 lernen die Schüler zwei Methoden kennen, die in der Industrie weit verbreitet sind, um Prototypen zu testen. Im ersten Teil wird gezeigt, wie mithilfe von Spannungsoptik Kräfte sichtbar gemacht werden können. Dies wird anhand eines Beispiels illustriert, mit dem die Jugendlichen im Alltag regelmäßig zu tun haben: dem Bremsvorgang am Mountainbike.

Eine Fahrradbremse drückt beim Bremsen mit einer gewissen Kraft die Bremsklötze auf die Felge. Eine Gegenkraft drückt dabei nach außen auf die Fahrradgabel. Damit die Fahrradgabel maximale Stabilität bei minimalem Materialverbrauch aufweist, werden ver-

schiedene Prototypen in einer speziellen Versuchsanlage getestet. Verschiedene Plexiglasmodelle werden dazu nacheinander in die Vorrichtung eingespannt. Durch Betätigen des Bremshebels wird dann Kraft auf sie ausgeübt. Die Spannung wird mittels Licht und optischer Filter sichtbar gemacht. Damit sie im Material ohne weitere Hilfsmittel direkt zu erkennen ist, bestehen die verwendeten Prototypen aus Plexiglas. Je näher die sichtbaren, bunten Linien an einer Stelle im Material beieinander liegen, desto höher ist die Spannung an dieser Stelle. Hier droht das Material auch als erstes zu brechen.

Die Aufgabe für die Jugendlichen besteht darin, anhand des Linienmusters den optimalen Prototypen zu finden. Voraussetzung für den optimalen Prototypen ist eine gleichmäßige Spannungsverteilung, große Stabilität und ein möglichst geringes Gewicht.



WIE VIEL MINT STECKT DRIN?

Aus dem Physikunterricht wissen die Schüler bereits, wie sie Kräfte berechnen und auswerten können. Um die Kräfte hier sichtbar zu machen, müssen spezielle Eigenschaften des Lichts genutzt werden, welche die Schüler auch aus dem Physikunterricht kennen.



WIE DENKEN INGENIEURE?

Ingenieure werden regelmäßig mit der Anforderung konfrontiert, Bauteile bei maximaler Festigkeit und Stabilität immer leichter herzustellen, um Energie und Ressourcen einzusparen. Die Art und Weise, wie sie an solch eine Aufgabe herangehen, läuft nach demselben Prinzip ab, wie es die Schüler an der Arbeitsstation 2 kennenlernen.

TEIL B: AERODYNAMIK-PRÜFUNG

Im zweiten Teil der Arbeitsstation 2 lernen die Schüler den Windkanal besser kennen. Viele der Jugendlichen bringen Messungen in einem Windkanal sofort mit der Automobilindustrie in Verbindung. Um diese Verknüpfung zu nutzen, werden auch an dieser Station verschiedene Autoformen im Windkanal getestet.

Tatsächlich sind Messungen im Windkanal bei der Entwicklung von Autos von zentraler Bedeutung, denn auf diese Weise kann der Strömungswiderstand der Autos ermittelt werden. Dafür wird durch das Erzeugen einer starken Luftströmung der Fahrtwind simuliert. Die Ergebnisse dieser Messungen sind die Grundlagen für die Ermittlung des Kraftstoffverbrauchs. Schließlich verbrauchen Autos mit einem geringeren Luftwiderstand weniger Kraftstoff.

Die Schüler haben mehrere Automodelle zur Auswahl und können diese auf ihr Strömungsverhalten untersuchen. Im Miniatur-Windkanal werden keine Daten erfasst, aber die Schüler können durch Beobachten herausfinden, welche Eigenschaften der Automobilform das Strömungsverhalten beeinflussen und woran ein gutes Strömungsverhalten erkennbar ist. Das Strömungsverhalten von Autos wird zum einen durch die Querschnittsfläche des Autos bestimmt: Je geringer die Fläche, desto geringer ist der Luftwiderstand. Zum anderen wird es von der Außenkontur des Autos bestimmt: Je besser die Strömung der Außenkontur des Autos folgen kann, desto weniger Verwirbelungen entstehen und der Luftwiderstand sinkt.



WIE VIEL MINT STECKT DRIN?

Auch im Windkanal kann über die Kraft bzw. die Energie, den Druck und die Geschwindigkeit eine Verbindung zum Physikunterricht hergestellt werden. Denn je besser das Strömungsverhalten ist, desto weniger Kraft bzw. Energie muss für die Fortbewegung aufgebracht werden.



WIE DENKEN INGENIEURE?

In der Forschung und Entwicklung spielt die optische Untersuchung der Strömung, wie die Schüler sie an dieser Arbeitsstation durchführen, tatsächlich eine wichtige Rolle. Aber für die vollständige Beurteilung der Aerodynamik müssen auch die auftretenden Drücke, Kräfte und Geschwindigkeiten mittels Sensoren an der Ober- und Unterseite der Modelle gemessen werden.

ÜBERLEITUNG

Nach der erfolgreichen Durchführung der Versuche mit den virtuellen und anschließend mit den realen Prototypen kann die Produktion in großer Stückzahl beginnen. Wichtig sind hierbei möglichst kostengünstige, effektive und energiesparende Verfahren, die gleichzeitig ein qualitativ hochwertiges Produkt erzeugen können. Diese Phase des Produktentstehungsprozesses wird bei **DISCOVER INDUSTRY** an den Arbeitsstationen 3 und 4 aufgegriffen.

ARBEITSSTATION 3: ROBOTIK

DAS ARBEITEN MIT ROBOTERN

Unter dem Begriff Roboter werden alle universell programmierbaren Maschinen zusammengefasst.

In der Industrie werden immer mehr Arbeitsschritte von Robotern übernommen, denn sie arbeiten millimetergenau, schnell und zuverlässig. Dabei werden sie meist für monotone oder für den Menschen schwere und gefährliche Arbeiten eingesetzt. Doch bevor ein Roboter loslegen kann, muss er genau programmiert werden.

An Arbeitsstation 3 ist ein Industrieroboter der Firma ABB aufgebaut, wie er auch in der industriellen Fertigung zum Einsatz kommt. Der einzige Unterschied liegt in dem Effektor, also dem Werkzeug, das am Ende des Roboterarms befestigt ist. Effektoren können zum Beispiel verschiedenartige Greifer, Schweißvorrichtungen oder Schraubendreher sein. In diesem Fall ist es ein für **DISCOVER INDUSTRY** angefertigter Leuchtstab („Leuchtpin“).

Die Aufgabe der Schüler ist es, den Roboter so zu programmieren, dass er sechs Punkte auf einem Aktionsfeld nacheinander ansteuert und so zum Leuchten bringt. Dabei sollen sie den schnellstmöglichen Weg herausfinden. Das Aktionsfeld ist mit einem Koordinatensystem (x,y-Achsen bzw. x,y,z-Achsen) gekennzeichnet. Um den Roboter zu programmieren, müssen die entsprechenden Koordinaten jedes einzelnen Punktes, den der Roboter abfahren soll, in die Robotersteuerung eingegeben werden. Anschließend kann das Programm gestartet werden. Die Zeit wird gestoppt und die Schülerinnen und Schüler erfahren, ob sie den schnellsten Weg herausgefunden haben oder ob sie noch einmal nachbessern müssen.



WIE VIEL MINT STECKT DRIN?

Der Zusammenhang zum Schulunterricht wird über das Koordinatensystem hergestellt, welches aus dem Mathematikunterricht bekannt ist. Tatsächlich ist das kartesische Koordinatensystem die Grundlage einer jeden Programmierung von Robotern in der Industrie.



WIE DENKEN INGENIEURE?

Für die Programmierung von Industrierobotern stehen den Ingenieuren verschiedene Arten zur Verfügung. Zum einen ist das Teach-In-Verfahren weit verbreitet, also jenes Verfahren, dass die Schüler in vereinfachter Form an dieser Arbeitsstation angewendet haben. Eine weitere Methode ist das Playback-Verfahren, bei dem der Programmierer den Robo-

terarm direkt führt und die vorgesehene Bahn abfährt. Grundlage jeder Programmierung bleibt jedoch die Orientierung des Roboters im kartesischen Koordinatensystem.

ARBEITSSTATION 4: INTELLIGENTE PRODUKTION

EIN BLICK IN DIE ZUKUNFT

In der intelligenten Fabrik (Smart Factory) der Zukunft sollen auf einer einzigen Produktionsanlage, verschiedene, individualisierbare Produkte nach Kundenwunsch gefertigt werden. Damit auf einer Produktionsanlage personalisierte Produkte gefertigt werden können, muss das entstehende Produkt vollautomatisch mit der produzierenden Maschine kommunizieren. Die Kommunikation gelingt über Funketiketten, sogenannten RFID-Tags, auf denen RFID-Chips sitzen. Im Alltag werden sie unter anderem verwendet, um den Diebstahl von Waren zu verhindern oder die Ware für einen Dieb unbrauchbar zu machen. In der intelligenten Fabrik kann jedes entstehende Produkt anhand seines RFID-Chips an jeder Stelle im Produktionsprozess seinen Bearbeitungszustand erkennen. Die Maschine wiederum erkennt über Sensoren das Produkt, liest die auf dem RFID-Chip gespeicherten Informationen aus und führt dann die vom Produkt vorgegebenen Arbeitsschritte durch. Vor allem in der Automobilindustrie oder in der Mode- und Textilbranche sind Produktionsstraßen, die an den Kundenwunsch angepasste Produkte fertigen, überaus interessant.

Um den Schülern die „intelligente Produktion“ zu veranschaulichen, ist an der Arbeitsstation 4 eine intelligente und vollautomatische Produktionsstraße aufgebaut. Hier werden jedoch keine Autos oder Turnschuhe gefertigt, sondern Glasperlen in drei unterschiedlichen Farben in kleine Döschen abgefüllt. An der Eingabestation können die Schüler über ein fest installiertes Smartphone selbst festlegen, wie viel Prozent einer bestimmten Farbe in die Döschen gefüllt werden soll. Diese Informationen werden dann auf den RFID-Chip geschrieben, der auf dem Döschen klebt. Das beschriebene Döschen wird in einen Warenträger auf das Fließband gestellt und durchläuft vollautomatisch die intelligente Perlenbefüllungsanlage. Nach dem Befüllen bekommt das Döschen einen Deckel, wird noch einmal überprüft und dann von den Schülern

vom Band genommen.

Auf den ersten Blick unterscheidet sich diese Anlage nicht wesentlich von anderen Industrieanlagen. Sehr wichtige Schritte – besonders in der Qualitätssicherung – werden auch in der Fabrik der Zukunft noch von Menschen durchgeführt werden müssen. Aber bestimmte Fehler können bereits von den intelligenten Fertigungsstraßen selbst erkannt werden. So detektiert die Perlenbefüllungsanlage zum Beispiel zu Beginn der Produktion mittels eines Füllstand-Sensors, ob das zu befüllende Döschen leer ist. Wenn die Anlage erkennt, dass das Döschen nicht leer ist, wird es selbstständig von der Maschine aussortiert. Hinter der Verwirklichung einer solchen komplexen Anlage stecken alle Fächer aus dem MINT-Bereich.



WIE VIEL MINT STECKT DRIN?

Die Grundlagen für die gesamte Sensorik, die elektromagnetischen Wellen und die elektrischen Schaltungen kommen aus der Physik und werden sehr vereinfacht im Unterricht behandelt. Die gesammelten Daten werden mithilfe der Mathematik umgerechnet und ausgewertet, die Informatik sorgt dann für die richtige Datenverarbeitung und die Ausgabe der Daten auf Bildschirm und Mobiltelefon.



WIE DENKEN INGENIEURE?

Für Ingenieure ist eine der größten Herausforderungen in der Entwicklung der intelligenten Fabrik die Übertragung und Speicherung der Informationen vom Mobiltelefon auf das Döschen und weiter zur Anlage. Auf der Anlage, mit der die Jugendlichen hier arbeiten, funktioniert die Datenübertragung mithilfe von Nahfeldkommunikation (Near Field Communication, Abkürzung NFC). RFID steht für „radio-frequency identification“, also die automatische Identifizierung und Übertragung von Informationen über elektromagnetische Wellen.

ARBEITSSTATION 5: MATERIALFLUSS UND LOGISTIK

ZUR RICHTIGEN ZEIT AM RICHTIGEN ORT

Zwei außerordentlich wichtige Faktoren in der industriellen Produktion sind der Materialfluss und die Logistik. Die zentralen Schnittstellen sind dabei Lagerstätten: Hier werden sowohl Werkzeuge und Produktionsmittel als auch fertige Produkte bereitgehalten und je nach Bedarf in den betrieblichen Materialfluss integriert. Damit können Lager eine Ausgleichs-, Sor-

timents- oder auch Sicherungsfunktion für die Produktion übernehmen. Eine höchst effiziente Strategie für die Lagerung ist das „Just in time“-Prinzip: Dazu muss die richtige Menge an Produktionsmitteln bzw. Produkten zur richtigen Zeit am richtigen Ort sein. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, müssen alle Prozesse schnell, sicher und perfekt aufeinander abgestimmt ablaufen.

An Arbeitsstation 5 bekommt man einen ersten Eindruck davon, wie Lagerhaltung funktioniert. Dazu soll ein sehr vereinfacht dargestelltes Lager organisiert werden. Das Ganze funktioniert wie ein Spiel: Plexiglastaler in drei verschiedenen Ausführungen (= Produkte) treffen in zufälliger Reihenfolge im Lager ein. Diese müssen nun so eingelagert werden, dass sie möglichst schnell verfügbar bleiben – denn parallel treffen am Warenausgang immer neue Aufträge ein, die ein spezifisches Produkt anfragen. Werden die Produkte also falsch eingelagert, kann nicht geliefert werden und es kommt zum Produktionsstillstand. Erschwerend kommt hinzu, dass auf Zeit gespielt wird.

Um diese Aufgabe meistern zu können, ist echtes Teamwork gefragt. Dazu müssen drei Personen zusammenarbeiten: Die erste Person muss den Wareneingang kontrollieren und bestimmt die Geschwindigkeit des Lagerzuflusses. Die zweite Person lagert die Produkte ein und je nach Auftrag wieder aus. Und die dritte Person kontrolliert den Warenausgang, in dem sie die Aufträge entgegen nimmt und quittiert. Es gilt fünfzig Aufträge in einer möglichst kurzen Zeit zu erfüllen.

Was den Schülern an dieser Station bewusst werden soll ist, dass die Ein- und Auslagerungsprozesse durch Zeitdruck und Aspekte wie die Reihenfolge der Auslagerung erschwert werden können. Deshalb ist es eine sehr wichtige Voraussetzung für effiziente Lager, dass sie in einer vorausschauenden Handlungsweise geführt werden. Aber auch die Prozesse innerhalb eines Lagers werden sich im Zuge der Industrie 4.0 verändern. Denn in Zukunft werden den Lagerprozessen sehr komplexe Algorithmen zu Grunde liegen und sie so noch effizienter machen.



WIE VIEL MINT STECKT DRIN?

Den Umgang mit mathematischen Formeln und Gleichungen lernen die Schüler im Unterricht, der Umgang mit komplexen Algorithmen folgt erst im Studium. Auf dem Prinzip der kombinatorischen Optimierung, also dem modellhaften Verhalten von Ameisen bei der Futtersuche, basieren sogenannte Ameisenalgorithmen. Mit Ameisenalgorithmen lassen sich unterschiedliche Optimierungsprobleme lösen, beispielsweise Probleme der Logistik („der kürzeste Weg hin und zurück“).



WIE DENKEN INGENIEURE?

Eine innovative Lösung, die bereits von Ingenieuren umgesetzt wurde, basiert auf dem Prinzip der Schwarmintelligenz: Dieses ermöglicht Lagerroboter, die sich frei bewegen und miteinander kommunizieren. Eine weitere Möglichkeit um reibungsfreie und effiziente Lagerungsprozesse zu erreichen, ist die Einführung von intelligenten Produkten, die die Informationen über ihren Produktions- und Transportweg selbst kennen.

ABSCHLUSS

Angefangen mit Konstruktion und Design, über Spannungsoptik, Robotik und intelligenter Produktion kommt man mit dem Thema Materialfluss und Logistik am Ende des Produktentstehungsprozesses an. Mit der Inbetriebnahme, die je nach Produkt auch eine Montage sein kann, beginnt direkt nach dem Verkauf bzw. der Auslieferung die Nutzung. Fast alle Produkte müssen gewartet werden oder bei Störungen und Defekten repariert werden. Und natürlich gibt es für Produkte am Ende jedes einzelnen Produktlebenslaufes unterschiedliche Arten des Recyclings: Manche werden direkt wiederverwertet, andere werden stofflich verwertet. Dabei werden definierte Abfallstoffe oder Teile davon aufbereitet, um daraus wieder vermarktungsfähige Sekundärrohstoffe zu gewinnen.

ÜBUNG: FIVE EXPERTS

Hinweis: Diese Aufgabe ist für die ganze Klasse gedacht
Gesamtzeit: 25-30 Minuten
Teilnehmerkreis: 25-30 Schüler; 5 Schüler pro Kleingruppe
Altersstufe: 7. Klasse/Kurstufe

Tipp:
Wie bei den meisten Gruppentechniken ist eine Moderation ange-
raten. Insbesondere, wenn Gruppenmitglieder sich stark in Tempe-
rament und Orientierung unterscheiden, könnten Blickwinkel
überbetont werden, weil deren Rolle überstark repräsentiert wird.

AUFGABENBESCHREIBUNG UND ZIEL DER AUFGABE

In dieser Gruppendiskussion nehmen die Schüler die Rolle eines Experten ein. Jeder Experte entspricht einer Denkweise oder einem Blickwinkel. Dadurch soll ein effizienter Diskurs über ein Thema, in diesem Fall eine neue Produktidee, erreicht werden und gleichzeitig möglichst viele Perspektiven betrachtet werden. Die Schüler sollen innovative und kreative Lösungen und Ideen zu einer von vier Produktgruppen (siehe Power-Point-Präsentation) finden.

BEDEUTUNG/PRAxisRELEVANZ

Diese Methode eignet sich zur Verbesserung der Kommunikation in einer Gruppe und hilft den Schülern, Wissen und Ideen verständlich zu vermitteln. Es soll, wie im beruflichen Alltag oft gefordert, interdisziplinäres Denken fördern, damit Konflikte vermieden und alle Positionen berücksichtigt werden, um zu einem gemeinsamen Ergebnis zu kommen.

MATERIALIEN, METHODIK UND ABLAUF

Material

Tischkärtchen für Schüler (in der Farbe des jeweiligen Experten)

Notizzettel um Ergebnisse zu notieren

Methode

Kleingruppenarbeit, mit anschließender Diskussion. Teilen Sie bitte Notizzettel und Tischkärtchen mit den Expertenfarben aus und regen Sie ihre Schüler an, ihre Ideen als kurze Textnotizen zu visualisieren. Wichtig ist es zu vermitteln, dass alles was denkbar ist auch realisiert werden kann. Um die unterschiedlichen Denkkarten für die Gruppe leichter zugänglich

zu machen, werden den Schülern zusätzlich Tischkärtchen in den fünf Farben der fünf Experten zur Verfügung gestellt. Damit können sie sich bei jedem Diskussionsbeitrag auf die geforderten Eigenschaften einstellen, und es fällt ihnen leichter „in der Farbe“ zu bleiben. In der anschließenden Diskussion kann der Moderator die Teilnehmer zum Beispiel auffordern: „Jetzt bitte ein paar gelbe Beiträge“.

Die einzelnen Experten stehen für:

- ▶ **Weiß (objektiv) → Analytisches Denken:** Konzentration auf Tatsachen und Anforderungen sowie deren Erreichbarkeit.
Leitfrage: Kann ich die Idee technisch umsetzen?
- ▶ **Rot (subjektiv) → Emotionales Denken, Empfinden:** Konzentration auf Gefühle und Meinungen.
Leitfrage: Ist das Produkt gesellschaftlich relevant?
- ▶ **Grün (kritisch) → Risikobetrachtung, Probleme, Skepsis, Kritik und Ängste**
Leitfrage I: Kann man energie- und ressourcenschonend produzieren?
Leitfrage II: Kann man umweltschonend produzieren und ist das Produkt recyclebar?
- ▶ **Schwarz (kreativ) → Kreatives Denken:** Neue Ideen in Bezug auf Form, Farbe, Größe und Ergonomie.
Leitfrage: Wird das Produkt so vom Kunden angenommen? Ist es leicht bedienbar/nutzbar? Ist es ansprechend gestaltet?

- ▶ **Blau (strukturiert) → Ordnendes, moderieren-des Denken:** Abwägung/Prüfung der Faktoren Wirtschaftlichkeit, Produktionskosten, Marktanalyse, Marktbeobachtung und Marketing.
Leitfrage: Kann ich mit diesem Produkt etwas verdienen?

Zeitlicher Ablauf im Überblick

Kleingruppenarbeit: 15-20 Minuten

Kurze Diskussion: 10 Minuten

Aufgabenvariation

Schüler können im Vorfeld, passend zu Ihrer Farbe, selbständig Quellen, Texte und Literatur zu einem Thema recherchieren und somit vorbereitet in eine moderierte Diskussion starten.

ÜBUNG: EXPERTS-MIND-MAP

Hinweis: Diese Aufgabe ist für die ganze Klasse gedacht

Gesamtzeit: 45 Minuten

Teilnehmerkreis: 25-30 Schüler; in drei Gruppen aufgeteilt

Altersstufe: 9. Klasse/Kurststufe

Tipp:

Wie bei den meisten Gruppentechniken ist eine Moderation angebracht. Insbesondere, wenn Gruppenmitglieder sich stark in Temperament und Orientierung unterscheiden, könnten Blickwinkel überbetont werden, weil deren Rolle überstark repräsentiert wird.

AUFGABENBESCHREIBUNG UND ZIEL DER AUFGABE

Bei dieser Übung ist das Ziel, ähnlich wie bei Five Experts, die Schüler dazu zu bewegen, ihre üblichen Denkpfade zu verlassen und einen anderen Blickwinkel einzunehmen. Die Schüler sollen in drei Phasen über die Umsetzung eines Produkts diskutieren.

BEDEUTUNG/PRAxisRELEVANZ

Diese Methode eignet sich, ebenso wie Five Experts, zur Verbesserung der Kommunikation in einer Gruppe und hilft den Schülern Wissen und Ideen verständlich zu vermitteln. Es soll, wie im beruflichen Alltag oft gefordert, interdisziplinäres Denken fördern, damit Konflikte vermieden und alle Positionen berücksichtigt werden, um zu einem gemeinsamen Ergebnis zu kommen. Zusätzlich ermöglicht diese Aufgabe Schülern in kurzer Zeit mehrere Perspektivenwechsel durchzuführen (vom Individuum zu Klein- und Großgruppen, vom lokalen Handeln zu globalen Auswirkungen). Die Produktgruppen können aus der Übung Five Experts übernommen werden (siehe PowerPoint-Präsentation).

MATERIALIEN, METHODIK UND ABLAUF

Material

DIN A3-Blätter für das Erstellen von Mind-Maps

Methode

Kleingruppenarbeit mit anschließender Diskussion.

Die drei Diskussionsrunden sind folgendermaßen gegliedert:

► Stufe 1: KREATIVITÄT/DESIGN

In der ersten Diskussionsrunde nehmen alle Schüler die Rolle eines „Visionärs“ ein. Mithilfe der Fragenstellung „Was ist möglich, was kann man erreichen und realisieren?“ werden alle aufgefordert über den Tellerrand zu schauen und innovative, kreative Lösungen und Ideen zu liefern. Diese werden in einer Mind-Map festgehalten.

► Stufe 2: TECHNISCHE MACHBARKEIT/WIRTSCHAFTLICHKEIT

In der nächsten Stufe der Diskussion nehmen die Schüler eine rationale Betrachtungsweise ein und liefern Vorschläge zur Umsetzung der Ideen. Diese Vorschläge werden in einer anderen Farbe zu der jeweiligen Idee in der Mind-Map ergänzt.

► Stufe 3: ENERGIE/UMWELT/GESELLSCHAFTLICHE RELEVANZ

Zuletzt wird die Mind-Map kritisch betrachtet. Zu allen Ideen und Lösungsansätzen sollen die Fragen „Warum könnte die Idee scheitern?“ und „Wie lässt sich das Risiko minimieren?“ beantwortet werden. Die Antworten werden jeweils in einer anderen Farbe in der Mind-Map ergänzt.

Zeitlicher Ablauf im Überblick

Kleingruppenarbeit: 30 Minuten

(3 Runden zu je 10 Minuten)

Kurze Diskussion: 15 Minuten

Aufgabenvariation

Die Schüler finden sich nach jeder Diskussionsrunde neu zusammen und haben so die Möglichkeit, zu drei verschiedenen Produktideen jeweils an einer Diskussionsrunde teilzunehmen.

NACHBEREITUNG – ÜBUNGEN & ARBEITSAUFTRÄGE

Auf den folgenden Seiten finden Sie Arbeitsblätter, Übungen und Arbeitsaufgaben zur Nachbereitung eines Besuchs bei **DISCOVER INDUSTRY**.

ARBEITSBLATT WIE VIEL MINT STECKT DRIN?

Welche Arbeitsstation oder welches Exponat hat dir am besten gefallen? Wenn du dich festgelegt hast, versuche folgende Fragen zu beantworten:

WELCHES MINT-PRINZIP (MATHEMATIK, INFORMATIK, PHYSIK ODER CHEMIE) LIEGT VOR?
SIND ES SOGAR MEHRERE MINT-DISZIPLINEN?

BESCHREIBE DAS PRINZIP KURZ MIT DEINEN EIGENEN WORTEN.

FINDEST DU WEITERE TECHNISCHE BEISPIELE ODER ÄHNLICHE ANWENDUNGEN
IN ANDEREN BEREICHEN DER INDUSTRIE?

ARBEITSBLATT WIE DENKEN INGENIEURE?

Welche Arbeitsstation oder welches Exponat hat dir am besten gefallen? Wenn du dich festgelegt hast, versuche folgende Fragen zu beantworten:

VOR WELCHER HERAUSFORDERUNG STANDEN INGENIEURE BEI DER ENTWICKLUNG DIESER TECHNOLOGIE ODER DIESES PRODUKTS?

MIT WELCHEM STUDIENFACH ODER AUSBILDUNGSBERUF KÖNNTEST DU DARAN MITARBEITEN?

RECHERCHIERE DAZU STUDIEN- ODER AUSBILDUNGSINHALTE. WIE KÖNNTEN KONKRETE ANFORDERUNGEN UND TÄTIGKEITEN DEINES GEWÄHLTEN BERUFSBILDES AUSSEHEN?

SPIEL: REVERS-TABU

Hinweis: Dieses Spiel ist für die ganze Klasse gedacht
Gesamtzeit: 30 Minuten
Teilnehmerkreis: 25-30 Schüler; in zwei Gruppen aufgeteilt
Altersstufe: 7. Klasse/Kurstufe

Tipp:
Achten Sie darauf, dass jeder Schüler einmal an der Reihe ist.

AUFGABENBESCHREIBUNG UND ZIEL DES SPIELS

Dieses Spiel hat zum Ziel das freie, verständliche und anschauliche Formulieren anhand technischer und naturwissenschaftlicher Begriffe zu trainieren. Dabei lernen die Schüler den richtigen Umgang mit Fachbegriffen und vertiefen ihr Wissen. Im Rahmen der Ergebnissicherung eignet sich das Spiel besonders als Zusammenfassung des Besuchs bei **DISCOVER INDUSTRY**.

BEDEUTUNG/PRAxisRELEVANZ

Besonders bei komplexen Zusammenhängen sind Zuhörer auf anschauliche und eindeutige Erklärungen angewiesen. Der Umgang mit Fachbegriffen gestaltet sich für Schüler oft schwierig. Doch es gehört zur Kompetenz eines Präsentierenden egal welcher Fachrichtung, sinnvoll mit Fach- und Fremdwörtern umzugehen und diese richtig einzusetzen.

MATERIALIEN, METHODIK UND ABLAUF

Material

Kopierte und ausgeschnittene Spielkarten „Revers-Tabu“

Methode

Ratespiel in zwei Gruppen; anschließende Diskussion optional.

Teilen Sie die Klasse in zwei Gruppen und lassen Sie diese gegeneinander antreten. Abwechselnd zieht ein Schüler aus jeder Gruppe eine Karte, auf der oben ein Begriff steht, den es zu erklären gilt. Die drei assoziierten Begriffe müssen jetzt bei der Erklärung des Begriffes unbedingt verwendet werden. Ein Schüler zieht zum Beispiel eine Karte mit dem Begriff „Indus-

trie 4.0“. Diesen Begriff muss er seiner Gruppe erklären und dabei die drei folgenden Begriffe verwenden: Smart Factory (Intelligente Fabrik), Internet der Dinge und Cyberphysische Systeme.

Die Gruppe des erklärenden Schülers muss erraten, welcher Begriff gesucht ist und erhält einen Punkt, wenn sie richtig liegt. Sie (die Lehrkraft) werden in diesem Spiel zum Schiedsrichter, der an der Tafel – für alle sichtbar – die Punkte in einer Strichliste festhält. Bei Begriffen, die nicht erraten werden, unzureichend oder gar nicht erklärt wurden, können Sie die Lücke schließen und das Gelernte ins Gedächtnis zurückrufen.

Zeitlicher Ablauf im Überblick

Ratespiel: 25 Minuten

Kurze Diskussion: 5 Minuten

Aufgabenvariation

Bei einer Variante mit höherem Schwierigkeitsgrad wählen Sie vorab drei Begriffe so aus, dass der zu beschreibende Begriff in einen größeren Kontext eingefügt werden muss.

Beispiel: „Industrie 4.0“ mit den Begriffen industrielle Revolution, RFID und Digitalisierung

SPIELKARTEN

CAD-PROGRAMM

- ▶ Rechnergestütztes Konstruieren
- ▶ Virtuelles 3D-Modell
- ▶ Technisches Zeichnen

3D-DRUCKER

- ▶ Rapid Prototyping
- ▶ Fertigungsverfahren
- ▶ CAD

PROTOTYP

- ▶ Versuchsmodell
- ▶ Funktionsfähigkeit
- ▶ Tauglichkeitsprüfung

RFID

- ▶ Funketikett (Transponder)
- ▶ Sender-Empfänger-System
- ▶ Elektromagnetische Wellen

BARCODE

- ▶ Binäre Symbole
- ▶ Scanner (Lesegerät)
- ▶ optoelektronisch lesbare Schrift

ZÜNDKERZE

- ▶ Ottomotor (Benziner)
- ▶ Keramik
- ▶ Kraftstoff-Luft-Gemisch

ENDOSKOP

- ▶ Minimal-invasive Eingriffe
- ▶ Medizintechnik
- ▶ Kaltlichtquelle

WINDKANAL

- ▶ Strömungssimulationen
- ▶ Luftwiderstand
- ▶ Aerodynamik

INDUSTRIE 4.0

- ▶ Smart Factory (Intelligente Fabrik)
- ▶ Cyberphysische Systeme
- ▶ Internet der Dinge



SPIELKARTEN

CARBONFASER VERSTÄRKTER KUNSTSTOFF (CFK)

- ▶ Geringe Masse und hohe Steifigkeit
- ▶ Faserverbundwerkstoff
- ▶ Epoxidharz

INDUKTIVES LADEN

- ▶ Drahtlose Energieübertragung
- ▶ Elektrisches Feld
- ▶ Magnetische Flussdichte

SPEICHERPROGRAMMIERBARE STEUERUNG (SPS)

- ▶ Steuerung von Maschinen/Anlagen
- ▶ Sensoren und Aktoren
- ▶ 3. industrielle Revolution

ORGANISCHE LED (OLED)

- ▶ Biegsamer Bildschirm
- ▶ Halbleitermaterialien
- ▶ Dünnschichttechnik

SERIENFERTIGUNG

- ▶ Herstellung gleichartiger Produkte
- ▶ Fließband
- ▶ Hohe Stückzahlen

BIONIK

- ▶ Naturphänomene auf Technik übertragen
- ▶ Analogien
- ▶ top-down und bottom-up

INDUSTRIALISIERUNG

- ▶ Mechanisierung
- ▶ Massenfertigung
- ▶ Automatisierung

AERODYNAMIK

- ▶ Strömungslehre (Fluidodynamik)
- ▶ Simulation
- ▶ Fahrzeugbau

INDUSTRIEROBOTER

- ▶ Computergesteuerte Maschine
- ▶ Sensorik
- ▶ Gelenke



SPIELKARTEN

SPANNUNGSOPTIK

- ▶ Polarisiertes Licht
- ▶ Mechanische Belastung
- ▶ Konstruktionslehre

THERMODYNAMIK

- ▶ Gleichgewicht
- ▶ Zustandsgrößen
- ▶ Energieumverteilung

HOCHLEISTUNGS- KERAMIK

- ▶ Hitzebeständigkeit
- ▶ Zündkerze
- ▶ Medizintechnik

DIESELMOTOR

- ▶ Kraftstoff-Luft-Gemisch
- ▶ Kompression
- ▶ Selbstzündung

OTTOMOTOR

- ▶ Zündkerze
- ▶ Benzin
- ▶ Verbrennung

CRASHTEST

- ▶ Fahrzeugsicherheit
- ▶ Sensoren
- ▶ Finite-Elemente-Methode

SENSOR

- ▶ Technisches Bauteil
- ▶ Signal
- ▶ Messtechnik

ELEKTROMOTOR

- ▶ Magnetfeld
- ▶ Wirkungsgrad
- ▶ Spule



ÜBUNG: TELLING A STORY

Hinweis: Diese Übung eignet sich für die gesamte Klasse

Gesamtzeit: 45 Minuten

Teilnehmerkreis: 25-30 Schüler; 2 Schüler pro Gruppe

Altersstufe: 7. Klasse/Kurststufe

Tipp:

Achten Sie auf die Größe der Gruppe. Je kleiner die Gruppe, desto mehr Zeit bleibt zum Reflektieren und Diskutieren. Eine große Zahl von Erzählern kann zu Unaufmerksamkeit führen.

AUFGABENBESCHREIBUNG UND ZIEL DER ÜBUNG

Diese Übung hat das Ziel, den Blick für verschiedene Zielgruppen zu schärfen. Die Übung ist spielerisch angelegt und kommt mit einer kurzen theoretischen Einführung aus. Die Schüler haben die Aufgabe, sich genau zu überlegen, wie sie ihrem Gegenüber (Adressaten) die Geschichte bzw. den Inhalt des Fachtextes erzählen und erklären wollen. Die Mitschüler können danach raten, für wen die Geschichte gewesen sein könnte.

BEDEUTUNG/PRAKISRELEVANZ

Spielerisch reflektieren die Schüler, dass sie mit verschiedenen Zielgruppen anders sprechen und Inhalte anders vermitteln. Sie verfolgen nicht nur das Ziel Wissen darzustellen, sondern dieses auch zu erklären – in einem gewissen Maß sich auch der Sprechweise des Zuhörers nähern, für dessen Ohren sprechen. Vorgeschaltet ist diesem Sprachhandeln aber immer das Hineinversetzen in den Zuhörer/die Zielgruppe.

MATERIALIEN, METHODIK UND ABLAUF

Material

Einen Beispieltext, den Sie als Kopiervorlage verwenden können, finden Sie direkt nach der Übungsbeschreibung auf der nächsten Seite. Es eignen sich aber auch andere Texte mit technischem oder mathematisch-naturwissenschaftlichem Hintergrund.

Methode

Die Basis dieser Übung ist ein naturwissenschaftlicher Text (z. B. aus der Physik), eine Geschichte oder ein Fachtext (technisch geprägt). Nachdem die Schüler den Text gelesen haben, zieht jeder Schüler eine Zielgruppenkarte. Diese gibt dem Schüler vor, an wen er den Text richten soll.

Die Schwierigkeit beim Lesen eines Fachtextes besteht sicherlich darin, dass die Schüler sich nicht nur mit der Vermittlung des konkreten Inhalts beschäftigen müssen, sondern auch damit, selbst den Inhalt des Fachtextes nachzuvollziehen.

Die Schüler haben die Aufgabe, sich nun genau zu überlegen, wie sie ihrem Adressaten die Geschichte bzw. den Inhalt des Fachtextes erzählen und erklären wollen. Nachdem sich jeder Schüler kurz Gedanken gemacht hat, darf jeder seine individuelle Geschichte erzählen (in Kleingruppen). Die Mitschüler können danach raten, für wen diese Geschichte gewesen sein könnte. Erst danach löst der Schüler auf und teilt seiner Klasse mit, wem er eben berichtet hat.

Zeitlicher Ablauf im Überblick

Einführung und Austeilen: 5 Minuten

Vorlesen und Vorbereitung: 10 Minuten

Vortragen: 20 Minuten

Zusammenfassung und Zeitpuffer: 10 Minuten

Aufgabenvariation

Interessanter kann die Übung für Sie als Lehrkraft gestaltet werden, wenn sie sich ebenfalls am Spiel beteiligen, eine Zielgruppenkarte ziehen und die Geschichte erzählen.

Den Schwierigkeitsgrad können Sie steigern, indem die Schüler zusätzlich noch eine Situationskarte ziehen. Dadurch fließt ein weiterer Faktor, der wesentlich an der Konzeption der sprachlichen Handlung beteiligt ist, als Baustein mit ein.

BEISPIELTEXT

SCHWARMVERHALTEN AM BEISPIEL VON AQUAPENGUIN UND AQUAJELLY

„Was nicht gut ist für den Schwarm, ist nicht gut für die Biene“, erkannte schon der römische Kaiser Mark Aurel. Daher kann ein Schwarm nur dann gut funktionieren, wenn jedes Individuum sein Verhalten auf das der anderen abstimmt. Das heißt für die Produktionsautomatisierung, dass sie immer flexibler werden und in Zukunft mechatronischen Komponenten ermöglichen muss, sich am besten eigenständig zusammenzuschließen. Hier stehen Pinguin und Co. Pate: Waren die ersten Roboter-Pinguine und -Fische des Unternehmens FESTO noch funkferngesteuert, schwimmen beide heute dank intelligenter Sensorik und Steuerelektronik wie in einem Schwarm. Sie stimmen ihre Bewegungen aufeinander ab und gehen einander auf diese Weise selbstständig geschickt aus dem Weg. Bionische Systeme sind beim Thema Energieeffizienz ganz weit vorn, denn die Natur hat während der Evolution und ohne Konkurrenz energieeffiziente Antriebe entwickelt. Bei den Pinguinen und Quallen des Unternehmens FESTO kann man sogar eine Art „Sozialverhalten“ erkennen: Das Tier mit dem schwächsten Ladezustand kann als erstes an die Lade- station schwimmen und den Akku wieder aufladen.

AQUAPENGUIN

Der elegante Flügelantrieb und der in alle Richtungen bewegliche Kopf und Schwanz ermöglichen es dem Roboter-Pinguin, auf engstem Raum zu manövrieren, auf der Stelle zu wenden und anders als sein biologisches Vorbild, sogar rückwärts zu schwimmen. Die Kraft liefert ein einziger starker Elektromotor, über dessen Drehzahl zugleich die Flügelschlagfrequenz geregelt wird. Über breitbandige Ultraschall-Signale kommunizieren die Pinguine untereinander: Ein 3D-Sonar ermöglicht hier ähnlich wie bei Delfinen, die Kommunikation mit der Umwelt und anderen Roboter-Pinguinen. Dieses Prinzip der Kommunikation ist auch auf die Robotertechnik übertragbar. Es wird ein künstliches Schwarmverhalten simuliert und die Pinguine können kollisionsfrei in der Gruppe schwim-

men – inklusive der Möglichkeit der Höhenregelung, des Druckausgleichs, der Temperaturkompensation und der Lagestabilität.

AQUAJELLY

AquaJelly ist eine künstliche autonome Qualle mit elektrischem Antrieb und einer intelligenten, adaptiven Mechanik, die ein Schwarmverhalten ermöglicht. Die teilweise durchsichtige Halbkugel ist mit einer ringförmigen Steuerplatine mit integrierten Licht-, Druck- und Funksensoren ausgestattet. Ein Prozessor überwacht permanent die Stellung des Antriebssystems. Jede Qualle entscheidet autonom aufgrund ihres Zustands, der beispielsweise vom Ladezustand, der Stellung des Antriebs sowie der Nachbarschaft einer Qualle zu anderen abhängt, welche Aktion sie ausführt.

Quelle: Aus [Berufsorientierung]^{MINT} – Lehr- und Lernmaterialien zur berufsorientierenden Bildung von COACHING4FUTURE, Arbeitspaket „Roboter in der Lagerlogistik“.

ZIELGRUPPENKARTEN

KÜNSTLER/IN	GROSSMUTTER/ -VATER	MATHEMATIKER/IN
INGENIEUR/IN	INFORMATIKER/IN	ELTERN
ROBOTIK- EXPERTE/-IN	ZOOLOGE/IN	KAMERA- HERSTELLER
LEHRER/IN	BIOLOGE/-IN	BOTANIKER/IN
FACHKRAFT FÜR LAGERLOGISTIK	KINDERGARTENKIND	ELEKTRO- TECHNIKER/IN



ÜBUNG: WISSENSALAT

Hinweis: Diese Übung eignet sich für die gesamte Klasse

Gesamtzeit: 45 Minuten

Teilnehmerkreis: 25-30 Schüler, 2-3 Schüler pro Gruppe

Altersstufe: 7. Klasse/Kurstufe

Tipp:

Diese Übung kann auch auf andere Schulfächer übertragen werden (evtl. in Zusammenarbeit mit dem Deutschunterricht oder bei englischen Texten im Englischunterricht).

AUFGABENBESCHREIBUNG UND ZIEL DER ÜBUNG

Ziel dieser Übung ist es, eine gegebene Argumentation in eine sinnvolle Ordnung zu bringen und sie dadurch anschaulicher zu gestalten.

BEDEUTUNG/PRAxisRELEVANZ

In kleinen Gruppen reflektieren die Schüler über die Wirkung von Argumentationen. Diese entfalten ihre volle Wirkung, wenn ihre Auswahl, Anordnung und sprachliche Ausgestaltung gewissen Regeln folgt. Argumentationen müssen z. B. angemessen sein und dem Adressaten einleuchten.

MATERIALIEN, METHODIK UND ABLAUF

Material

Der Beispieltext für die Übung Telling a Story eignet sich auch für diese Übung. Sie können aber auch andere Texte mit technischem oder mathematisch-naturwissenschaftlichem Hintergrund verwenden. Verwenden Sie für Methode A die Textbausteine und für Methode B den Text, der neu arrangiert werden muss.

Methode

Bei dieser Übung ist alles erlaubt: Umstellen, völlige Neuordnung oder auch Streichungen. Die Schüler sollten sich über ihre Ideen austauschen können, daher ist es sinnvoller, bei dieser Übung in Zweier- oder Dreiergruppen zu arbeiten. Die Schülerteams bekommen nun einen sogenannten Wissenssalat, den sie so nahe wie möglich der Musterlösung annähern sollen.

Sie sollen nach folgenden Leitfragen agieren:

- ▶ Was ist logisch stringent?
- ▶ Welche Logik (und damit Anordnung) trägt zur Steigerung der Anschaulichkeit bei?

Version A:

Die einzelnen Wissensbausteine (Textbausteine) erhalten die Schüler auf Moderationskarten. Diese Karten sollen nun von ihnen angeordnet werden. Die fertige Version wird am Ende in der richtigen Reihenfolge präsentiert und mit der Musterlösung verglichen.

Version B:

Ausgestattet mit Schere und Klebstift können Schüler den Text bearbeiten und neu arrangieren. Auch hier wird am Ende das Ergebnis präsentiert und mit der Musterlösung verglichen.

Zeitlicher Ablauf im Überblick

Einführung und Austeilen der Texte oder Textbausteine; inklusive Gruppeneinteilung: 10 Minuten

Textbearbeitung: 20 Minuten

Präsentation und Zusammenfassung: 10 Minuten

Zusammenfassung und Zeitpuffer: 5 Minuten

TEXTBAUSTEINE FÜR VERSION A

SCHWARMVERHALTEN AM BEISPIEL VON AQUAPENGUIN UND AQUAJELLY

„Was nicht gut ist für den Schwarm, ist nicht gut für die Biene“, erkannte schon der römische Kaiser Mark Aurel. Daher kann ein Schwarm nur dann gut funktionieren, wenn jedes Individuum sein Verhalten auf das der anderen abstimmt.

Das heißt für die Produktionsautomatisierung, dass sie immer flexibler werden und in Zukunft mechatrischen Komponenten ermöglichen muss, sich am besten eigenständig zusammenzuschließen.

Hier stehen Pinguin und Co. Pate: Waren die ersten Roboter-Pinguine und -Fische des Unternehmens FESTO noch funkferngesteuert, schwimmen beide heute dank intelligenter Sensorik und Steuerelektronik wie in einem Schwarm. Sie stimmen ihre Bewegungen aufeinander ab und gehen einander auf diese Weise selbstständig geschickt aus dem Weg.

Bionische Systeme sind beim Thema Energieeffizienz ganz weit vorn, denn die Natur hat während der Evolution und ohne Konkurrenz energieeffiziente Antriebe entwickelt. Bei den Pinguinen und Quallen des Unternehmens FESTO kann man sogar eine Art „Sozialverhalten“ erkennen: Das Tier mit dem schwächsten Ladezustand kann als erstes an die Ladestation schwimmen und den Akku wieder aufladen.

AQUAPENGUIN

Der elegante Flügelantrieb und der in alle Richtungen bewegliche Kopf und Schwanz ermöglichen es dem Roboter-Pinguin, auf engstem Raum zu manövrieren, auf der Stelle zu wenden und anders als sein biologisches Vorbild, sogar rückwärts zu schwimmen. Die Kraft liefert ein einziger starker Elektromotor, über dessen Drehzahl zugleich die Flügelschlagfrequenz geregelt wird.

Über breitbandige Ultraschall-Signale kommunizieren die Pinguine untereinander: Ein 3D-Sonar ermöglicht hier ähnlich wie bei Delfinen, die Kommunikation mit der Umwelt und anderen Roboter-Pinguinen.

Dieses Prinzip der Kommunikation ist auch auf die Robotertechnik übertragbar. Es wird ein künstliches Schwarmverhalten simuliert und die Pinguine können kollisionsfrei in der Gruppe schwimmen – inklusive der Möglichkeit der Höhenregelung, des Druckausgleichs, der Temperaturkompensation und der Lagestabilität.

AQUAJELLY

AquaJelly ist eine künstliche autonome Qualle mit elektrischem Antrieb und einer intelligenten, adaptiven Mechanik, die ein Schwarmverhalten ermöglicht.

Die teilweise durchsichtige Halbkugel ist mit einer ringförmigen Steuerplatine mit integrierten Licht-, Druck- und Funksensoren ausgestattet. Ein Prozessor überwacht permanent die Stellung des Antriebssystems.

Jede Qualle entscheidet autonom aufgrund ihres Zustands, der beispielsweise vom Ladezustand, der Stellung des Antriebs sowie der Nachbarschaft einer Qualle zu anderen abhängt, welche Aktion sie ausführt.



FREMDE TEXTBAUSTEINE

Thema: Definition von Ameisenalgorithmen

Quelle: Aus [Berufsorientierung]^{MINT} – Lehr- und Lernmaterialien zur berufsorientierenden Bildung von COACHING4FUTURE, Arbeitspaket „Roboter in der Lagerlogistik“.

Die erste Ameise findet eine Futterquelle und benutzt einen bestimmten Weg. Dann kehrt sie wieder zurück in das Nest, und hinterlässt dabei eine Duftspur (Pheromonspur). Andere Ameisen folgen, erproben alle anderen möglichen Pfade, entscheiden sich aber aufgrund der „intensiveren“ Pheromonspur für den kürzesten Weg. Auf den längeren Spuren ist der größte Teil des von den übrigen Ameisen gelegten Pheromonduftes verfliegen. Kurz danach folgen fast alle Ameisen dem kürzesten Weg.



Thema: Taxonomie der Pinguine

Quelle: www.wikipedia.de

Die Pinguine sind eine Gruppe flugunfähiger Seevögel der Südhalbkugel und bilden die einzige Familie in der Ordnung Sphenisciformes. Ihre stammesgeschichtliche Schwestergruppe bilden wahrscheinlich die Seetaucher (Gaviiformes) und Röhrennasen (Procellariiformes).



TEXT FÜR VERSION B

AQUAPENGUIN

Die Pinguine sind eine Gruppe flugunfähiger Seevögel der Südhalbkugel und bilden die einzige Familie in der Ordnung Sphenisciformes. Ihre stammesgeschichtliche Schwestergruppe bilden wahrscheinlich die Seetaucher (Gaviiformes) und Röhrennasen (Procellariiformes). Der elegante Flügelantrieb und der in alle Richtungen bewegliche Kopf und Schwanz ermöglichen es dem Roboter-Pinguin, auf engstem Raum zu manövrieren, auf der Stelle zu wenden und anders als sein biologisches Vorbild, sogar rückwärts zu schwimmen. Die Kraft liefert ein einziger starker Elektromotor, über dessen Drehzahl zugleich die Flügelschlagfrequenz geregelt wird. Dieses Prinzip der Kommunikation ist auch auf die Robotertechnik übertragbar. Es wird ein künstliches Schwarmverhalten simuliert und die Pinguine können kollisionsfrei in der Gruppe schwimmen – inklusive der Möglichkeit der Höhenregelung, des Druckausgleichs, der Temperaturkompensation und der Lagestabilität.

Bionische Systeme sind beim Thema Energieeffizienz ganz weit vorn, denn die Natur hat während der Evolution und ohne Konkurrenz energieeffiziente Antriebe entwickelt. Bei den Pinguinen und Quallen des Unternehmens FESTO kann man sogar eine Art „Sozialverhalten“ erkennen: Das Tier mit dem schwächsten Ladezustand kann als erstes an die Ladestation schwimmen und den Akku wieder aufladen.

Über breitbandige Ultraschall-Signale kommunizieren die Pinguine untereinander: Ein 3D-Sonar ermöglicht hier ähnlich wie bei Delfinen, die Kommunikation mit der Umwelt und anderen Roboter-Pinguinen.

AQUAJELLY

AquaJelly ist eine künstliche autonome Qualle mit elektrischem Antrieb und einer intelligenten, adaptiven Mechanik, die ein Schwarmverhalten ermöglicht. Die teilweise durchsichtige Halbkugel ist mit einer ringförmigen Steuerplatine mit integrierten Licht-, Druck- und Funksensoren ausgestattet. Ein Prozessor überwacht permanent die Stellung des Antriebssystems. Die erste Ameise findet eine Futterquelle und benutzt einen bestimmten Weg. Dann kehrt sie wieder zurück in das Nest, und hinterlässt dabei eine Duftspur (Pheromonspur). Andere Ameisen folgen, erproben alle anderen möglichen Pfade, entscheiden sich aber aufgrund der „intensiveren“ Pheromonspur für den kürzesten Weg. Auf den längeren Spuren ist der größte Teil des von den übrigen Ameisen gelegten Pheromonduftes verfliegen. Kurz danach folgen fast alle Ameisen dem kürzesten Weg.

Jede Qualle entscheidet autonom aufgrund ihres Zustands, der beispielsweise vom Ladezustand, der Stellung des Antriebs sowie der Nachbarschaft einer Qualle zu anderen abhängt, welche Aktion sie ausführt.

SCHWARMVERHALTEN AM BEISPIEL VON AQUAPENGUIN UND AQUAJELLY

Über breitbandige Ultraschall-Signale kommunizieren die Pinguine untereinander: Ein 3D-Sonar ermöglicht hier ähnlich wie bei Delfinen, die Kommunikation mit der Umwelt und anderen Roboter-Pinguinen. Hier stehen Pinguin und Co. Pate: Waren die ersten Roboter-Pinguine und -Fische des Unternehmens FESTO noch funkfern-gesteuert, schwimmen beide heute dank intelligenter Sensorik und Steuerelektronik wie in einem Schwarm. Sie stimmen ihre Bewegungen aufeinander ab und gehen einander auf diese Weise selbstständig geschickt aus dem Weg. „Was nicht gut ist für den Schwarm, ist nicht gut für die Biene“, erkannte schon der römische Kaiser Mark Aurel. Daher kann ein Schwarm nur dann gut funktionieren, wenn jedes Individuum sein Verhalten auf das der anderen abstimmt. Das heißt für die Produktionsautomatisierung, dass sie immer flexibler werden und in Zukunft mechatronischen Komponenten ermöglichen muss, sich am besten eigenständig zusammenschließen. Bionische Systeme sind beim Thema Energieeffizienz ganz weit vorn, denn die Natur hat während der Evolution und ohne Konkurrenz energieeffiziente Antriebe entwickelt. Bei den Pinguinen und Quallen des Unternehmens FESTO kann man sogar eine Art „Sozialverhalten“ erkennen: Das Tier mit dem schwächsten Ladezustand kann als erstes an die Ladestation schwimmen und den Akku wieder aufladen.

Quelle: Adaptierter Text aus [Berufsorientierung]^{MINT} – Lehr- und Lernmaterialien zur berufsorientierenden Bildung von COACHING4FUTURE, Arbeitspaket „Roboter in der Lagerlogistik“.

HERAUSGEBER

Baden-Württemberg Stiftung gGmbH

SÜDWESTMETALL

Regionaldirektion Baden-Württemberg der Bundesagentur für Arbeit

PROJEKTAGENTUR (KONZEPTION, REDAKTION UND GESTALTUNG):

FLAD & FLAD Communications GmbH

Thomas-Flad-Weg 1

90562 Heroldsberg

info@coaching4future.de

www.coaching4future.de

Dieses PDF-Dokument ist Teil der Vor- und Nachbereitung eines Besuches von **DICOVER INDUSTRY** und steht Lehrkräften kostenlos zur Verfügung. Alle Texte und Bilder sind geschützt.

Die Rechte liegen bei der FLAD & FLAD Communication GmbH.

HINWEIS

Zugunsten einer besseren Verständlichkeit wird teilweise auf die weibliche bzw. männliche Sprachform verzichtet oder es wurde eine geschlechtsneutrale Formulierung gewählt.

Die Unterschiede in der Lebenswirklichkeit von Frauen und Männern sind jedoch durchgängig berücksichtigt. Im Sinne der Gender Mainstreaming-Strategie der Bundesregierung wird ausdrücklich eine Politik der gleichstellungssensiblen Informationsvermittlung vertreten.

DIE BADEN-WÜRTTEMBERG STIFTUNG setzt sich für ein lebendiges und lebenswertes Baden-Württemberg ein. Sie ebnet den Weg für Spitzenforschung, vielfältige Bildungsmaßnahmen und den verantwortungsbewussten Umgang mit unseren Mitmenschen. Die Baden-Württemberg Stiftung ist eine der großen operativen Stiftungen in Deutschland. Sie ist die einzige, die ausschließlich und überparteilich in die Zukunft Baden-Württembergs investiert – und damit in die Zukunft seiner Bürgerinnen und Bürger.

Baden-Württemberg Stiftung GmbH

Kriegsbergstraße 42, 70174 Stuttgart
Tel +49 (0) 711 248 476-0 · Fax +49 (0) 711 248 476-50
info@bwstiftung.de · www.bwstiftung.de



Der Arbeitgeberverband **SÜDWESTMETALL** mit rund 1.000 tarifgebundenen Betrieben ist der starke Partner für die Metall- und Elektroindustrie in Baden-Württemberg. In dieser Industrie arbeiten 900.000 Menschen im Land. Es gibt also 900.000 Berufs- und Karrierechancen. Bildung ist eine wichtige Säule der Verbandspolitik. SÜDWESTMETALL engagiert sich deshalb für die „Stärkung von Naturwissenschaft und Technik“ mit einer Fülle von Projekten in den Bereichen Kindergarten, Schule, Hochschule und Lehrerweiterbildung.

Südwestmetall

Verband der Metall- und Elektroindustrie Baden-Württemberg e. V.
Löffelstraße 22–24, 70597 Stuttgart
Tel +49 (0) 711 76 82-0 · Fax +49 (0) 711 765 16 75
info@suedwestmetall.de · www.suedwestmetall.de



Die **BUNDESAGENTUR FÜR ARBEIT** (BA) erfüllt für die Bürgerinnen und Bürger sowie für Unternehmen und Institutionen umfassende Dienstleistungsaufgaben für den Arbeits- und Ausbildungsmarkt. Zur Erfüllung dieser Dienstleistungsaufgaben steht bundesweit ein flächendeckendes Netz von Arbeitsagenturen und Geschäftsstellen zur Verfügung. Zu den wesentlichen Aufgaben der Bundesagentur für Arbeit gehören unter anderem die Berufsorientierung, die Berufsberatung sowie die Vermittlung in Ausbildungs- und Arbeitsstellen.

Bundesagentur für Arbeit

Regionaldirektion Baden-Württemberg
Hölderlinstraße 36, 70025 Stuttgart
Tel +49 (0) 711 941-0 · Fax +49 (0) 711 941-1640
Baden-Wuerttemberg@bundesagentur.de · www.arbeitsagentur.de

