

ENDLICH BE-GREIFBAR: PRODUKTION DER ZUKUNFT

**Fortbildung für Lehrkräfte aller Fächer im Rahmen des BMVIT-
Jahresthemas 2016/2017**

Weiterführende Unterlagen



„Sag es mir und ich werde es vergessen,
zeige es mir und ich werde mich erinnern,
beteilige mich und ich werde es verstehen“

ReferentInnen:

DI Daniel Wieser, RHI AG

Dr. Kathrin Unterleitner, Verein ScienceCenter-Netzwerk

Mag. Alina Natmessnig, Verein ScienceCenter-Netzwerk

Weyregg am Attersee, 18. Mai 2017

Inhalt

1	Produktion der Zukunft – Industrie 4.0 / was ist das?	2
2	Die vier industriellen Revolutionen	3
3	Produktion der Zukunft in Österreich	4
4	Linksammlung „Aktivitäten“ und weiterführende Informationen.....	4
4.1	Aktivitäten (analog/digital)	4
4.2	Sets: Robotik / Programmieren.....	5
4.3	Plattformen.....	5
4.4	Themenverwandte Videos / Filme etc.....	5
4.5	Zum Weiterlesen	7
4.6	Ausbildungszweige.....	12
5	Fördermöglichkeiten für Schulen	13
5.1	TALENTE - Der Förderschwerpunkt des BMVIT	13
5.2	Sparkling Science	13
5.3	Jugend Innovativ	13
5.4	Young Science	13
6	Forschend Lernen	14
6.1	Überblick	14
6.2	Literatur: Science-Center-Didaktik und Forschendes Lernen.....	15
7	PartnerInnen im ScienceCenter-Netzwerk (Stand 05/2017)	17
8	Anhang.....	25

1 Produktion der Zukunft – Industrie 4.0 / was ist das?



Wordcloud erstellt mit <https://www.jasondavies.com/wordcloud/#> (Stand 04.01.2016)

“Was verbinden Sie mit den Begriffen „Produktion der Zukunft / Industrie 4.0“ - Befragung von über 60 Lehrkräften im Herbst 2015.

Im Anhang Seiten finden Sie je einen Beitrag von Anita Staudacher, Kurier (Juli 2015) sowie vom Institut für Technikfolgenabschätzung / Austrian Institute of Technology (April 2015), die sich mit den Begrifflichkeiten und den Charakteristiken von Industrie 4.0 auseinander setzen.

Was heißt eigentlich ...? Industrie 4.0



Der KURIER erklärt in loser Folge den ganzen Sommer lang gängige Begriffe aus der Finanz- und Wirtschaftswelt.

Anita Staudacher
04.07.2015, 08:00

Die vierte industrielle Revolution findet längst statt – sogar am stillsten Ort. Die Salzburger Sanitär-Firma Hagleitner hat ihre WC-Anlagen mit internetfähigen Sensoren ausgestattet. Diese registrieren, ob noch genug Seife in den Spendern ist oder wie es um die Handtücher bestellt ist. Die Daten werden direkt an die Basis-Station weitergeschickt, wo der Einsatz des Reinigungspersonals optimal geplant werden kann.

2 Charakteristika von Industrie 4.0

Industrie 4.0 bezeichnet die vierte industrielle Revolution. Nach der Mechanisierung der Produktion durch Dampf- und Wasserkraft (Industrie 1.0) folgten die Elektrifizierung mit dem Ausbau der tayloristischen Fließbandproduktion (Industrie 2.0) und schließlich die automatisierte Massenfertigung mit Hilfe von Elektronik und numerischer Kontrolle (Industrie 3.0). Der vierte Schritt zu Industrie 4.0 wird durch die digitale, intelligente, durchgängig vernetzte und selbststeuernde Produktion definiert. Ermöglicht wird dies durch die Verschmelzung von Produktionstechniken mit Informationstechnologien (IT) und Internet. Dies soll eine neue Phase der Industrialisierung und Automation einläuten, mit großen Chancen wie auch Herausforderungen.

Der Begriff „Industrie 4.0“ wurde in Deutschland geprägt und im Rahmen der Formulierung der deutschen High-tech-Strategie im Jahr 2012 als Zukunftsprojekt definiert. Die deutsche Plattform Industrie 4.0, welche das Projekt vorantreibt wurde bis Anfang 2015 von den drei Unternehmensverbänden BITKOM, VDMA und ZVEI getragen und nun auf eine breitere politische und gesellschaftliche Basis gestellt (vgl. Kap. 5.2). Im Lenkungskreis der Plattform sind 14 namhafte deutsche Leitbetriebe vertreten.

Das Konzept einer durchgängigen und selbststeuernden Vernetzung industrieller Wertschöpfungsketten auf Basis des „Internet der Dinge und Dienste“ wurzelt nicht zufällig in Deutschland, bezeichnet sich Deutschland doch selbst als „Fabrikasstatler für die Welt“ und hat einen starken Industriesektor, der neueste Produktionstechnologien entwickelt, anwendet und weltweit zum Einsatz bringt.

Die vierte industrielle Revolution

Verschmelzung von Produktionstechnik mit Informationstechnologie und Internet

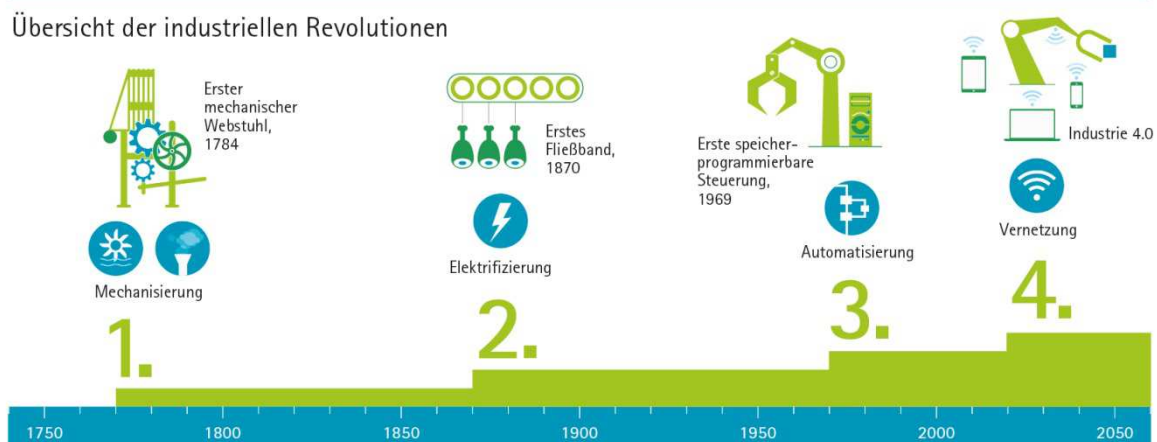
Industrie 4.0 – deutscher Begriff für weltweiten Trend

Promotoren der ersten Stunde: Verbände und Leitbetriebe

2 Die vier industriellen Revolutionen

Industrie 4.0 – Zukunft der Produktion

Übersicht der industriellen Revolutionen



Grafik: BMVIT, https://www.bmvit.gv.at/innovation/produktion/fabrik_der_zukunft.html

Der Beitrag im Anhang „Die Geschichte der Industrie – von der Dampfmaschine zum „Internet der Dinge““ erschienen im *future* Magazin der Steirischen Industrie (Oktober 2015) gibt einen kurzen historischen Abriss zur industriellen Revolution.



Die Geschichte der Industrie

VON DER DAMPFMASCHINE ZUM „INTERNET DER DINGE“

Als Revolutionen bezeichnet man grundlegende Umbrüche, die in relativ kurzer Zeit für eine große Veränderung der Gesellschaft sorgen. Wie Revolutionen ablaufen und welche Folgen sie wirklich haben, kann man eigentlich erst mit dem Blick zurück in die Geschichte beschreiben. Drei große industrielle Revolutionen haben wir bereits hinter uns, zwei davon haben unsere Großeltern selbst miterlebt.

3 Produktion der Zukunft in Österreich

Auf der Website des BMVIT finden sich unter dem Schlagwort „Produktion der Zukunft“ zahlreiche Links, Publikationen, Stichworte, Facts und Diskussionsthemen, die in der österreichischen Innovations-Landschaft relevant sind. Siehe <https://www.bmvit.gv.at/innovation/produktion/index.html>.

Ebenfalls bietet die Plattform Industrie 4.0 unter <http://plattformindustrie40.at/> einen Überblick über Initiativen, Begriffe und Stakeholder, die im Bereich Industrie 4.0 aktiv sind. Der Verein „Industrie 4.0 Österreich – die Plattform für intelligente Produktion“ wurde 2015 gegründet. In einem breiten Schulterschluss wirken gesellschaftliche, politische, wirtschaftliche und wissenschaftliche Akteure an der Gestaltung der zukünftigen Produktions- und Arbeitswelt aktiv mit. Damit soll ein Beitrag zur Steigerung des zukünftigen Wohlstandes für alle Menschen in Österreich geleistet werden. Das Ziel ist, die neuen technologischen Entwicklungen und Innovationen der Digitalisierung bestmöglich für Unternehmen und Beschäftigte zu nutzen und den Wandel für die Gesellschaft sozialverträglich zu gestalten.

IoT Austria – The Austrian Internet of Things Network – bietet als unabhängiger non-profit Verein Menschen und Organisationen eine Plattform, um Wissen, Erfahrungen, Kontakte und Ressourcen zu teilen und gemeinsam zu nutzen, um das Thema der Digitalen Transformation in Europa zu fördern und für einen verantwortungsbewussten Umgang zu werben. Mehr unter: www.iot-austria.at

4 Linksammlung „Aktivitäten“ und weiterführende Informationen

Unter den Schlagworten: Robotik, Coding, Programmieren, Fablab etc. finden Sie im Internet zahlreiche Ressourcen, Sets und Links. Hier eine erste Auswahl zum Weiterschmökern.

4.1 Aktivitäten (analog/digital)

- CodyRoby: <http://codeweek.it/cody-roby-en/diy-starter-kit/> – unplugged coding
- The Internet of Trees <http://thinkphysics.org/activity/internet-of-trees/> – ein tweetfähiger, Farben veränderbarer Weihnachtsbaum zum Nachbauen.
- <http://csunplugged.org/activities/> – Programmieren und Computerwissenschaften ohne Computer
- App „Pocket Code“ <http://www.catrobat.org/de/> bzw. <https://www.youtube.com/watch?v=xWz41wY2k18>, – eigene Applikationen (z.B. eine Wasserwaage) können einfach auf dem Smartphone erstellt werden.
- AnDi: <http://www.3ders.org/articles/20150807-andi-a-hand-powered-low-tech-3d-printer-designed-to-teach-kids-how-3d-printers-work.html> – 3D-Drucker mit Salzteig, für die jüngeren by Irene Ródenas
- <http://robocupjunior.at/> RoboCup Junior – SchülerInnen lassen ihre Roboter in unterschiedlichen Disziplinen (Tanzen, Fußball, Erste Hilfe) gegeneinander antreten.

- Wie ein Computer „denken“: <http://www.dieindustrie.at/ausbildung/kooperation-industrie/future/> im aktuellen Futur-Magazin (01/2017) wird eine Sortierspiel vorgestellt.

4.2 Sets: Robotik / Programmieren

- <http://www.picocricket.com/whatisit.html> – Invention Kit
- <http://robowunderkind.com/> – der einfache Bausteinroboter, auch für jüngere Kinder
- <http://makeymakey.com/> – Kreatives Arbeiten am PC
- <https://www.lego.com/de-de/mindstorms> – Robotik, bauen und programmieren für Kinder/Jugendliche
- <http://littlebits.cc/> – mithilfe kleiner modularer elektronischer Module können die Funktionen von Maschinen nachgebaut werden

4.3 Plattformen

- <http://codeweek.eu/resources/austria/> - Coding Ressourcen Österreich / International
- www.fac.cba.mit.edu – Fablab Plattform vom MIT – Massachusetts Institute of Technology. Literaturtipp: [How to Make Almost Anything – The Digital Fabrication Revolution](#) by Neil Gershenfeld
- <https://www.werdedigital.at/> - zahlreiche Ansätze Rund um die Nutzung von digitalen Medien im Unterricht
- <https://www.meine-technik.at/cyber-mobile-girls-camp/> Plattform mit den Fokus: Mädchen / Frauen in der Technik
- <https://www.flickr.com/photos/zukunftindustrie> (Bilddatenbank)
- <http://www.coding4you.at/index.php?id=60> eine Plattform für Coder & Maker, Lehrende und Lernende auf der u.a. Initiativen und Ressourcen vorgestellt werden

4.4 Themenverwandte Videos / Filme etc.

- Tomorrow – <http://www.tomorrow-derfilm.at/>
- Ex Machina <https://www.youtube.com/watch?v=XYGzRB4Png8> – Film über künstliche Intelligenz
- Real Humans - Echte Menschen
https://de.wikipedia.org/wiki/Real_Humans_%E2%80%93_Echte_Menschen – Serie über humanoide Roboter und ihr Platz in der Gesellschaft
- A Day Made of Glass 1&2 – <https://www.youtube.com/watch?v=wk146eGRUtl>,
<https://www.youtube.com/watch?v=v-Hd9kip1wA> – Videos, die den digitalisierten Alltag skizzieren
- HoloLense: <https://www.youtube.com/watch?v=gym11JnFQBM> – mittels Augmented-Reality-Brille werden interaktive 3D-Projektionen in der direkten Umgebung dargestellt
- <https://www.youtube.com/watch?v=ptUj8JRAYu8> — Wüstensand 3D-Druck mit Unterstützung durch Solarenergie
- <https://youtu.be/fFEVLeR-BXk> – Oribotics - aus Papier gefaltete Robotik Skulpturen
- <https://www.youtube.com/watch?v=mkt52Utz2Gk&feature=youtu.be> – NAO Roboter, mit Robotern lernen

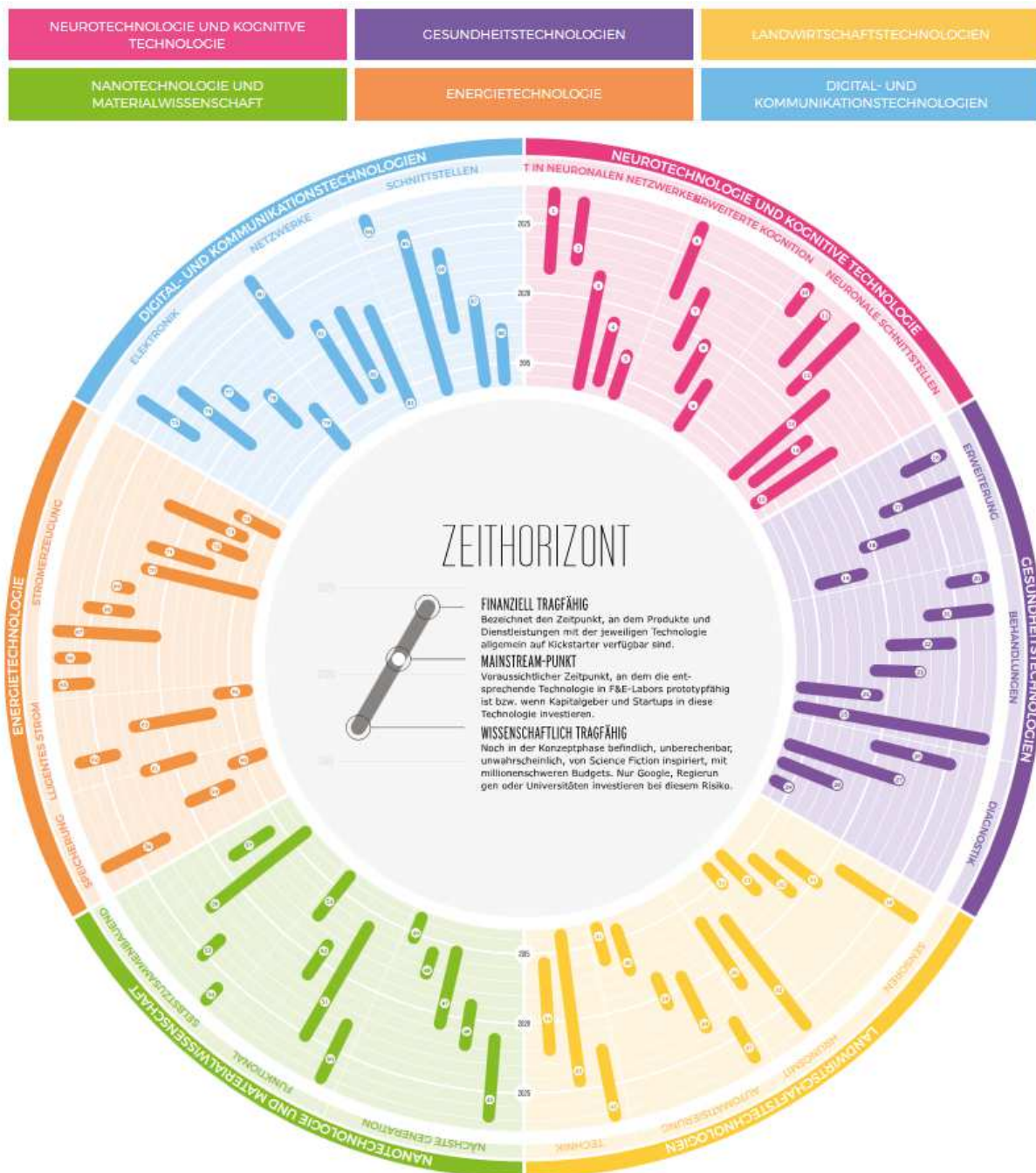
- Pepper: <https://www.youtube.com/watch?v=lqlyxg1-gE0> – der humanoide Roboter als Lehrer, als Einkaufsassistent, als Freund für zu Hause etc.
- Jibo: <https://www.youtube.com/watch?v=3N1Q8oFpX1Y> – der soziale Roboter für zu Hause
- iOS Today: <https://www.youtube.com/watch?v=8tKfOCC1h9Q> – Google Übersetzungsapp, die Kamera des Smartphones kann die Umgebung z.B.: Schilder übersetzen.
- Roombots: https://www.youtube.com/watch?v=v5Yh9PUO_8I – Selbstorganisierte / modulare Möbel aus der Schweiz

4.5 Zum Weiterlesen

Forschungsatlas des BMWFW (Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft), Juni 2016

Zukunftstechnologien – Wissenschaft, Forschung und Entwicklung gestalten unsere technologische Zukunft in den nächsten 15 Jahren maßgeblich. Die Übersichtskarte des BMWFW zeigt eine kleine Auswahl von 88 Zukunftstechnologien, die unser Leben, unsere Wirtschaft und unsere Arbeitsweisen komplett verändern könnten.

<http://www.forschungsatlas.at/zukunftstechnologien/>



Überblickspapier zu Industrie 4.0 in Österreich, Mai 2015

Institut für Technikfolgen-Abschätzung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften / Austrian Institute of Technology GmbH (2015): Industrie 4.0 – Projektbericht.

http://epub.oew.ac.at/Oxc1aa500e_0x00324013.pdf



Internet der Dinge – Chancen, Gefahren und Best-Practice, September 2016

http://its.fh-salzburg.ac.at/fileadmin/user_upload/downloads/Aktuelles/itsmagazin/its_Magazin_Ausgabe_September2016.pdf



Broschüre „Produktion der Zukunft“, BMVIT und FFG

Die Broschüre enthält eine Auswahl von Projekten, die im Rahmen der Forschungsinitiative „Produktion der Zukunft“ in der Zeit von 2011 bis 2014 in Österreich gefördert wurden. Sie bietet eine Übersicht über die technologische Leistungsfähigkeit der österreichischen Unternehmen aus der Sachgüterindustrie und ihrer Partner aus der Wissenschaft. Erhältlich auf Deutsch und Englisch.

https://www.ffg.at/sites/default/files/downloads/page/ffg_broschuere_production_der_zukunft_endversion_07052015_0.pdf



Future – Industrie 4.0

LehrerInnen-Information der Steirischen Industrie, Ausgabe 02/2015

http://www.dieindustrie.at/uploads/2011/03/Zeitungen_Future_Okt2015_WEB.pdf



Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim deutschen Bundestag

Schwerpunktpapier: Digitaler Wandel der Bildungs- und Arbeitswelten

<http://www.tab-beim-bundestag.de/de/pdf/publikationen/tab-brief/TAB-Brief-047.pdf>

BRIEF NR. 47	
Editorial	3
Schwerpunkt: Digitaler Wandel der Bildungs- und Arbeitswelten	
› Digitalisierung der Gesellschaft - Einführung in das Schwerpunktthema	7
› Veränderung von Bildung durch neue digitale Medien	11
› Digitale Arbeitswelten in Produktion und Dienstleistung - zwischen Euphorie und Pessimismus	19
› Flexible neue Arbeitswelt. Eine Bestandsaufnahme auf gesellschaftlicher und volkswirtschaftlicher Ebene	25
› Industrie 4.0: Perspektiven für Arbeit und Beschäftigung	29
› Data Mining - Imagewandel der Statistik?	34
Neue Projekte	
› Im Überblick	42
Innovationsanalyse	
› Umwelt- und Nachhaltigkeitspotenziale der industriellen Biotechnologie	49
Monitoring	
› Wie flexibel können Kernkraftwerke betrieben werden?	52
TA International	
› EPTA-Herbstkonferenz zur »Zukunft der Arbeit«	54
Neue Veröffentlichungen	
	55

Juli 2016
Brief Nr. 47

digi TALENTE

Informationsplattform der Industriellen Vereinigung, Schwerpunkte: Chancen der Digitalisierung, wirtschaftlicher Nutzen, Aus- und Weiterbildung und Forderungen an die Politik

www.digi-talente.at



Und noch mehr...

Wirtschaft / Arbeitsplätze

Profil: Zukunft der Technik: Industrie 4.0

<http://www.profil.at/portfolio/zukunft-technik-industrie-5585644> (zuletzt aufgerufen am, 10.05.2017)

OTS-Presseaussendung: Innovationsmotor Industrie 4.0 für Standort Österreich?

http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20151008_OTSO119/mitterlehner-industrie-40-ist-innovationsmotor-fuer-standort-oesterreich?utm_source=2015-10-08&utm_medium=email&utm_content=html&utm_campaign=mailabodigest (zuletzt aufgerufen am, 10.05.2017)

Zeit.de: Braucht man die duale Ausbildung in der digitalen Wirtschaft?

http://www.zeit.de/karriere/beruf/2016-06/duale-ausbildung-digitalisierung-zukunft?utm_content=zeitde_redpost_link_sf&utm_campaign=ref&utm_source=facebook&utm_medium=social&utm_term=facebook_zonaudev_int&wt_zmc=sm.int.zonaudev.facebook.ref.zeitde_redpost.link.sf (zuletzt aufgerufen am, 10.05.2017)

Der Standard: Industrie 4.0 – viel Lärm um nichts?

<http://derstandard.at/2000042066282/Industrie-4-0-viel-Laerm-um-nichts> (zuletzt aufgerufen am, 10.05.2017)

Welt.de: Wie verändert Digitalisierung die Arbeitswelt?

<https://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article150856398/Droht-mit-Digitalisierung-jedem-zweiten-Job-das-Aus.html> bzw. <https://www.welt.de/wirtschaft/article151947650/Das-Maerchen-vom-digitalen-Tod-der-Arbeitswelt.html> (gesehen am, 30.03.2017)

Handelsblatt.com: Berufe der Zukunft

<http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/berufe-der-zukunft-so-veraendert-die-digitalisierung-die-berufe/12241702.html> (gesehen am, 31.03.2017)

BMFWF: Moderne Lehrberufe für die Fachkräfte der Zukunft

https://www.bmfwf.gv.at/Presse/Documents/Digitalisierung_Lehre.pdf (gesehen am, 31.03.2017)

Roboter / Gesellschaft

Der Standard: Die Frau der Träume als Roboter

<http://derstandard.at/2000034202246/Die-Frau-der-Traeume-Als-Roboter-zum-Objekt-degradiert> (zuletzt aufgerufen am, 10.05.2017)

ORF: Ein Roboter, der fast alles kann

<http://science.orf.at/stories/2781499/> (zuletzt aufgerufen am, 10.05.2017)

Die Presse: Eine weiche Haut für Roboter

<http://diepresse.com/home/science/4758716/Eine-weiche-Haut-fur-Roboter?from=suche.intern.portal> (zuletzt aufgerufen am, 10.05.2017)

BBC.com: Will a robot take your job?

<http://www.bbc.com/news/technology-34066941> (gesehen am, 18.01.2017)

Neue Technologien / Smart Living

Presseportal.de: Grafik: Das Auto der Zukunft fährt selbst

<http://www.presseportal.de/pm/43612/3165487> (zuletzt aufgerufen am, 10.05.2017)

Vision Zero Initiative: <http://visionzeroinitiative.se/en/Concept/The-human-factor/> (zuletzt aufgerufen am, 10.05.2017)

Welt.de: Das können die Handys der Zukunft

<http://www.welt.de/wirtschaft/webwelt/article138010092/Das-werden-das-iPhone-10-und-das-Galaxy-S9-koennen.htm> (zuletzt aufgerufen am, 10.05.2017)

OTS-Presseaussendung: Wie wird das „Internet der Dinge“ unser Leben verändern?

http://www.ots.at/presseaussendung/OTS_20161005_OTS0100/wie-wird-das-internet-der-dinge-unser-leben-veraendern-bild?utm_source=2016-10-05&utm_medium=email&utm_content=html&utm_campaign=mailabodigest (zuletzt aufgerufen am, 10.05.2017)

Der Standard > Lifestyle > Smart Home: <http://derstandard.at/r2000045049549/Smart-Home> (zuletzt aufgerufen am, 10.05.2017)

4.6 Ausbildungszweige

Folgende Fachhochschulen / Universitäten haben u.a. themenbezogene Schwerpunkte:

- FH St. Pölten, z.B.: Smart Engineering of Production Technologies and Processes <https://www.fhstp.ac.at/de/studium-weiterbildung/medien-digitale-technologien/smart-engineering>
- FH Salzburg z.B.: Informationstechnik & System-Management (ITS) <http://its.fh-salzburg.ac.at/>
- FH Technikum Wien, z.B.: Industrielle Elektronik, Mechatronik/Robotik <https://www.technikum-wien.at/>
- Johannes Kepler Universität Linz, z.B.: Institut für Pervasive Computing <https://www.pervasive.jku.at/>
- TU Wien, z.B.: Institut für Automatisierung und Regelungstechnik <http://www.acin.tuwien.ac.at/>, Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung <http://igw.tuwien.ac.at/>
- TU Graz, z.B.: Institut für Softwaretechnologie <http://www.ist.tugraz.at/>
- Spezielle Weiterbildungen des WIFI Oberösterreich <https://www.wifi-ooe.at/industrie-4.0>
- Donau-Universität Krems, z.B.: Zentrum für Angewandte Spieleforschung http://www.donau-uni.ac.at/de/departament/artsmanagement/zentrum/angewandte_spieleforschung/index.php

5 Fördermöglichkeiten für Schulen

5.1 TALENTE - Der Förderschwerpunkt des BMVIT

<https://www.ffg.at/talente-regional>

Förderung von Österreichs (Nachwuchs-)Talenten in Forschung und Entwicklung. Österreich braucht Top-Talente in Forschung und Technik. Denn in den technischen Berufen sind die Jobs der Zukunft zu finden. Und wie könnte man diese besser kennenlernen, als sie einfach auszuprobieren? Mit dem Talente-Schwerpunkt des bmvit gibt es ein maßgeschneidertes Paket für technik- und forschungsbegeisterte Jugendliche und junge Erwachsene. Derzeit laufen die Projekte der 4. und 5. Ausschreibungen.

- Talente regional – Kinder, Unternehmen und die Welt der Forschung
- Kooperationszuschüsse für Kindergärten und Schulen für Projektumsetzung mit Partnern aus Wirtschaft und Forschung (<https://www.ffg.at/talente-regional/kooperationszuschuss>)
- Praktika für Schülerinnen und Schüler – Vier Wochen Technik und Naturwissenschaft

5.2 Sparkling Science

<http://www.sparklingscience.at/>

In 260 großen Forschungsprojekten übernehmen junge KollegInnen aktiv Teilbereiche der Forschung und bearbeiten diese eigenständig. Sie bringen dabei Anregungen in den Forschungsansatz ein, wirken an der Konzeption und Durchführung von Untersuchungen mit, machen Befragungen, erheben Daten, interpretieren diese gemeinsam mit WissenschaftlerInnen und stellen die Ergebnisse vor.

5.3 Jugend Innovativ

<http://www.jugendinnovativ.at>

Jugend Innovativ ist der größte österreichweite Schulwettbewerb für innovative Ideen. Der Wettbewerb ermöglicht jungen Menschen, ihre eigenen Ideen weiterzuentwickeln, zu verwirklichen und der Öffentlichkeit zu präsentieren.

5.4 Young Science

<http://www.youngscience.at/lehrerinnen/>

Die Anforderungen an Lehrkräfte werden zusehends komplexer, das Berufsbild immer vielschichtiger. Um LehrerInnen der Erfüllung dieser zahlreichen neuen Aufgaben bestmöglich zu unterstützen, hat Young Science in diesem Bereich Informationen zu den neuen Herausforderungen sowie einige Tipps und Hilfestellungen für die Umsetzung im Unterricht zusammengestellt.

6 Forschend Lernen

6.1 Überblick¹

Oft steht das Vermitteln von Fakten im Vordergrund, der naturwissenschaftliche Unterricht ist ein „Wissenserwerbsunterricht“. Dies spiegelt sich auch in den Leistungen österreichischer SchülerInnen bei internationalen Vergleichsstudien wie TIMSS wieder. Was den Umgang mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen betrifft, zeigten sich österreichische SchülerInnen im Vergleich mit dem internationalen Mittel deutlich kompetenter beim Wiedergeben naturwissenschaftlicher Fakten. Beim Erkennen von wissenschaftlichen Fragestellungen und dem Heranziehen von wissenschaftlichen Belegen liegen Österreichs SchülerInnen jedoch unter dem internationalen Mittel. Dies entspricht einer Tradition des naturwissenschaftlichen Unterrichts, in der es vor allem darauf ankommt, sich Beschreibungen und Erklärungen bestimmter Phänomene einzuprägen, und weniger darauf, selbstständig Untersuchungen durchzuführen oder sich mit Fragestellungen forschend auseinanderzusetzen. Um dies zu ändern bedarf es eines Umdenkprozesses, eines „reversal of school science teaching from mainly deductive to inquiry based methods“ (Rochard et al. 2007, S. 2).

Viele Reformbemühungen im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht der letzten Jahre haben sich der Förderung eines Forschenden Unterrichtes verschrieben. Eine einheitliche Definition, was unter Forschendem Lernen zu verstehen ist, ist jedoch noch ausständig. Ein forschender Unterricht orientiert sich stark am wissenschaftlichen Forschungsprozess und lässt sich genau wie dieser nur schwer definieren. WissenschaftlerInnen arbeiten mit verschiedensten Methoden der Datenerhebung und Datenanalyse. Eine zentrale Gemeinsamkeit jeglicher empirischer Forschung ist jedoch, dass auf Basis der gesammelten Daten – egal ob diese mit Experimenten, Beobachtungen oder Fragebögen erhoben worden sind – Schlussfolgerungen gezogen werden (Ledermann 2008).

Ähnliches gilt für Forschendes Lernen. Dieses beinhaltet im naturwissenschaftlich-technischen Unterricht verschiedenste Aspekte. Das Formulieren von Fragen, Aufstellen von Vermutungen, Planen und Hinterfragen von Experimenten, Recherchieren, Konstruieren von Modellen, Diskutieren und Argumentieren sind nur einige davon. Analog zum Forschungsprozess im Wissenschaftsbereich ist auch beim Forschenden Lernen das Ziel, auf den eigenen Daten basierende Schlussfolgerungen zu ziehen. Unabhängig davon, ob die Daten durch das selbständige Planen von Experimenten, Recherchen oder das Befragen von ExpertInnen generiert wurden (Bertsch et al. 2014).

¹ Bertsch, Christian. SQA-Modellhafter Entwicklungsplan. Im Auftrag des Vereins Science-Center-Netzwerk. www.science-center-net.at/sq

Forschendes Lernen ist evidenzbasiertes Lernen. Die aktive Mitarbeit der SchülerInnen und direktes Erfahren sind der Ausgangspunkt des Lernprozesses. Die SchülerInnen lösen Fragestellungen oder Probleme aus dem Alltag auf der Basis von direkten Beobachtungen und einfachen Experimenten. Gruppenarbeit, soziale Interaktion, Diskutieren und Argumentieren sind zentrale Bestandteile Forschenden Lernens.

Das übergeordnete Ziel eines Forschenden Unterrichtes ist das Verständnis altersadäquater naturwissenschaftlich-technischer Konzepte. Dabei geht es weder um das Wiedergeben von Faktenwissen wie die Namen der Planeten im Sonnensystem noch um das rein handlungsorientierte Nachkochen von Experimentieranleitungen, um zu sehen welche Objekte in einem Wasserbehälter schwimmen oder sinken. Ziel von Forschendem Lernen ist vielmehr, dass die Schüler/innen verstehen, warum Objekte sinken oder schwimmen oder wie Jahreszeiten und Tag und Nacht entstehen.

Der Umdenkprozess von einem faktenorientierten Wissenserwerbsunterricht zu einem Forschenden Unterricht muss an den Schulen eingeleitet werden. Der modellhafte Entwicklungsplan soll Schulen dabei unterstützen.

6.2 Literatur: Science-Center-Didaktik und Forschendes Lernen

Bertsch, Christian (2008): Forschend-begründendes Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Dissertation, Universität Innsbruck.

Bertsch Christian, Kapelari Suzanne, Unterbruner Ulrike (2014). From cookbook experiments to inquiry based primary science: influence of inquiry based lessons on interest and conceptual understanding. Inquiry in primary science education 1/2014, S. 20-32.

Bell, P. et.al. (Hg.): Learning Science in Informal Environments: People, Places and Pursuits. National Academies Press, can be ordered at:

http://books.nap.edu/catalog.php?record_id=12190

Borda-Carulla, Susana (2012). Tools for enhancing inquiry in science education. Abrufbar unter www.fibonacci-project.eu

Cole, K.C.(2009): Something incredible wonderful happens. Frank Oppenheimer and the World He Made Up. Bosten, u.a.

Elstgeest, Jos: The right question at the right rime. In: Primary science... taking the plunge.

How to teach primary science more effectively. Edited by. Wynna Harlen. London:

Heinemann Education (3), 1987, S. 36-46. <http://www.entdeckendes->

[lernen.de/3biblio/praxis/richtigefrage.htm](http://www.entdeckendes-lernen.de/3biblio/praxis/richtigefrage.htm)

- Frantz-Pittner**, Andrea; Grabner, Silvia; Bachmann, Gerhild (2011): Science Center Didaktik. Forschendes Lernen in der Elementarpädagogik. Schneider Verlag Hohengehren GmbH. Baltmannsweiler
- Fridrich**, Christian, Gerber, Andrea & Paulinger, Gerhard (2012): Ergebnisse des 1. Projektabschnitts: Fragebogenbefragung von Wiener Volksschullehrer/innen. In: Christian Fridrich (Hg.): Zum Ist-Stand des naturwissenschaftlichen und mathematischen Unterrichts an Volksschulen und den daraus resultierenden Konsequenzen für die Lehrer/innenaus und –fortbildung Wien:Österreichisches Gesellschafts- und Wirtschaftsmuseum, S. 27-120.
- Lederman**, Norman (2008): Nature of Science: Past, Present, and Future. In: Sandra Abell & Norman Lederman (Hg.): Handbook of Research on Science Education. Routledge, Taylor & Francis Group, New York, London, S. 831-880.
- OECD** (2006): Evolution of Student Interest in Science and Technology Studies Policy Report. Abrufbar unter <http://www.oecd.org/science/sci-tech/36645825.pdf>
- Pietsch**, Alice (2009): Science Museum. Naturwissenschaft und Technik zum Angreifen. Experimente und Projekte. Pädagogische Hochschule Steiermark
- Rocard**, Michel; Csemerly, Peter; Jorde, Doris; Lenzen, Dieter; Walber-Henriksson, Harriett & Hemmo, Valerie (2007): Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe. Brussels: Directorate General for Research, Science, Economy and Society.
- Sobey**, Ed (2005): Loco Motion. Physics Models for the Classroom. 25+ Hands-on-Science Projects. Zephyr Press. Chicago
- Sobey**, Ed (2014): Coole Flitzer selbst gebaut. Vom Segelmobil zum Solarauto. Kreativität in Bewegung.
- The Fibonacci Project** (2012): Implementing Inquiry Beyond the School. Companion Resources for implementing Inquiry in Science and Mathematics at School. ISBN 978-952-10-8520-8 (PDF)
- Weingartner**, Bernhard (2011): Schlaue Tricks mit Physik. Perlen-Reihe. Wien.

7 PartnerInnen im ScienceCenter-Netzwerk (Stand 05/2017)

Wissenschaft auf leicht zugängliche Weise unmittelbar erlebbar und begreifbar machen, das ist das Ziel des österreichischen ScienceCenter-Netzwerks, einem Zusammenschluss von derzeit über 170 PartnerInnen aus den Bereichen Bildung, Wissenschaft und Forschung, Ausstellungsdesign, Kunst, Medien und Wirtschaft.

Unsere vielseitigen Angebote laden zum selbstbestimmten Lernen, Experimentieren und Weiterdenken ein - unabhängig von Vorwissen und für alle Altersstufen. Mehr zum Netzwerk und alle Links zu den PartnerInnen gibt's unter: www.science-center-net.at

Vermittlung	
Anna Hillbrand	St. Florian / OÖ
Arge KIWI	Graz /Stmk
Astronomisches Büro Wien	Wien
Aula der Wissenschaften	Wien
Botanischer Garten der Universität Innsbruck, Grüne Schule	Innsbruck / T
Biofaction	Wien
Brainobic	Wien
Echophysics	Pöllau / Stmk
energie:autark	Kötschach-Mauthen / Ktn
Experimentierwerkstatt Wien	Wien
Monika Fiby	Wien
Förderkreis Astronomie und Raumfahrt – „Der Orion“	Wien
Fun Science	Wien
Haus der Mathematik	Wien
IFAU – Institut für angewandte Umweltbildung	Steyr / OÖ
InnoC HappyLab	Wien
Internationale Akademie Traunkirchen	Traunkirchen / OÖ
Junge Uni FH Krems	Krems / NÖ
Junge Uni Innsbruck	Innsbruck / T
KinderBOKU	Wien
Kinderbüro Uni Wien	Wien
KinderUni Graz	Graz / Stmk

Vermittlung	
Verein klasse!forschung	Innsbruck / T
Kultur.GUT.natur – Das Umweltbildungszentrum Wiener Neustadt	Wiener Neustadt / NÖ
Laber´s Lab	Wien
math.space	Wien
MATHE – Cool!	Innsbruck / T
Harald Mattenberger	Wien
Monika Mayer	Stattegg / Stmk
Nationalpark Neusiedler See	Apleton / Bgld
Österreichischer Astronomischer Verein	Wien
NaturErlebnisPark Science Education Center	Graz / Stmk
Open Science	Wien
PHAROS Int.	Wien
Planetarium, Kuffner- und Urania Sternwarte	Wien
Quantensprung	Markt Piesting / NÖ
Science Pool	Wien
Science Labs Wels (FH Oberösterreich)	Wels / OÖ
SCI.E.S.COM	Hernstein / NÖ
sf2 Science Film Festival	Wien
Technische Universität Wien – Technik im Kindergarten	Wien
Technologykids	Tulln / NÖ
Teenage Think Tank	Wien
TiRoLab	Wattens / T
UmweltBildungAustria – Grüne Insel	Groß Enzersdorf / NÖ
Urban Care – Achtsamkeit in der Stadt	Bruck an der Leitha / NÖ
VIFKIDS Kinderakademie	St. Pölten / NÖ
Viktor-Franz-Hess-Gesellschaft	Pölla / Stmk
Wanderklasse - Verein für BauKulturVermittlung	Wien

Vermittlung	
Wetterwerkstatt.at	Wien
Wiener Arbeitsgemeinschaft für Astronomie	Wien
Wissensfabrik Österreich	Wien
wissens.wert.welt	Klagenfurt / Ktn
WWF Österreich	Wien

Bildung	
Barbara Wenk	
Begabungsförderungszentrum Stadtschulrat Wien	Wien
BildungGrenzenlos	Wien
BORG Vereinsgasse	Wien
Büchereien Wien	Wien
Christa Koenne	Wien
Förderverein Technische Bildung & Förderverein Technische Bildung Wien	Wien
Future Wings Privatstiftung/ CAP	Wels / OÖ
Gerald Grois	Wien
Günther Vormayr	Linz / OÖ
AHS Rahlgasse	Wien
Ida Regl	Lichtenberg / OÖ
IMST	Klagenfurt / Ktn
IMST3 Kärnten	Klagenfurt / Ktn
Kindergarten Sonnenschein	Klagenfurt / Ktn
Kirchliche Pädagogische Hochschule Wien/Krems	Wien
Leo Ludick	Wels / OÖ
OVS 15 Friedrichsplatz	Wien
NÖ Forschungs- und Bildungsges.m.b.H.	St. Pölten / NÖ
PH Burgenland	Eisenstadt / Bgld

Bildung	
PH Wien	Wien
Science on Stage	Lichtenberg / OÖ
Schule im Aufbruch	Wien
Sylvia Mertz	Perchtoldsdorf / NÖ
talentify.me	Wien
Teach for Austria	Wien
Theodor Duenbostl	Wien
Verband der Chemielehrer Österreichs	Seeham / Sbg
Young Science – Zentrum für die Zusammenarbeit von Wissenschaft und Schule	Wien
Wiener Volkshochschulen	Wien

Kunst & Medien	
Claudia Weinzierl	Wien
Eva Obermüller	Wien
Hansjörg Mikesch (szenenbild.at)	Wien
heureka (Falter)	Wien
Institut für Neue Kulturtechnologien	Wien
Jeanette Müller	Wien
Leopard Wasserkunst	Wien
Michael Knopp	Wien
Martin Kunze	Wien
Rapp & Wimberger Kultur- und Medienprojekte	Wien
Renate Quehenberger	Wien
ScienceClip.at	Graz / Stmk
Universität für angewandte Kunst Wien	Wien
Werner Hollunder	Wien

Kunst & Medien	
Wolfgang Renner	Wien
AVL Cultural Foundation	Graz / Stmk

Wirtschaft	
AustriaTech	Wien
biolution	Wien
Cox Orange	Wien
Event Marketing Services	Wien
Faszination Technik	Graz / Stmk
FFG – Die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft	Wien
Imagination Computer Services	Wien
Kraftwerk Living Technologies	Wels / OÖ
Kultur & Gut Unternehmensberatung e.U.	Wien
Martin Herfurt (toothR)	Wals / Sbg
oekopark Hartberg	Hartberg / Stmk
OTELO eGen	Vorchdorf / OÖ
OVE Österreichischer Verband für Elektrotechnik	Graz / Stmk.
Plattform St. Pölten 2020	St. Pölten / NÖ
RIC - Regionales Innovations Centrum	Gunskirchen / OÖ
Technologiezentrum Attnang	Attnang / OÖ
Technologiezentrum Salzkammergut	Gmunden / OÖ
uma information technology	Wien
Verdandi GmbH	Salzburg / Sbg
zaehlwert solutions KG	Wien
Zukunftsakademie Mostviertel	Amstetten / NÖ

Forschung	
AECC Physik (Österreichisches Kompetenzzentrum für Didaktik der Physik)	Wien
AECC Bio (Österreichisches Kompetenzzentrum für Didaktik der Biologie)	Wien
AIT / Innovation Systems Department	Wien
Alpen-Adria-Universität Klagenfurt	Klagenfurt / Ktn
Bettina Ruttensteiner-Poller	Wien
Biologische Station Marchegg	Marchegg / NÖ
Carmen Wageneder-Schmid	Salzburg / Sbg
Christiane Losert-Valiente Kroon	Wien
Zentrum für Citizen Science	Wien
Erich Grießler	Wien
FH Joanneum, Digitale Medientechnologien	Graz / Stmk
FH Salzburg, Informationstechnik & Systemmanagement	Puch / Sbg
FH St. Pölten	St. Pölten / NÖ
FH Technikum Kärnten	Villach / Ktn
Forschungszentrum für historische Minderheiten	Wien
Frank Amort	Bad Gleichenberg / Stmk
FWF – Der Wissenschaftsfonds	Wien
Gender & Diversity Management, Johannes Kepler Universität Linz	Linz / OÖ
HEPHY Institut für Hochenergiephysik	Wien
International Institute for Applied Systemns (IIASA)	Laxenburg / NÖ
IST Austria	Klosterneuburg / NÖ
Koordinationsstelle für Gleichstellung, Frauenförderung und Geschlechterforschung (Med. Uni Innsbruck)	Innsbruck / T
Max F. Perutz Laboratories	Wien
Michaela Topolnik	Wien
ÖAW – Österreichische Akademie der Wissenschaften	Wien
OCG – Österreichische Computer Gesellschaft	Wien

Forschung	
SERI – Sustainable Europe Research Institute	Wien
Sonja Gruber	Wifleinsdorf / NÖ
St. Anna Kinderkrebsforschung	Wien
Stefan-Meyer-Institut für subatomare Physik	Wien
Technische Universität Graz	Graz / Stmk.
teilchen.at	Wien
Ulrike Plettenbacher	Wien
Universität für Bodenkultur	Wien
Universität Salzburg, Vizerektorat für Forschung, Forschungsmarketing und Citizen Science	Salzburg
WasserCluster Lunz	Lunz am See / NÖ
ZSI – Zentrum für Soziale Innovation	Wien

Museen	
Ars Electronica Center Linz	Linz / OÖ
Audioversum Innsbruck	Innsbruck / T
AzW Architekturzentrum Wien	Wien
EXPI (Science Center Gotschuchen)	St. Margareten / Ktn
FRida & freD Kindermuseum Graz	Graz / Stmk
Haus der Musik Wien	Wien
Haus der Natur Salzburg	Salzburg / Sbg
Haus der Wissenschaft Graz	Graz / Stmk
Inatura Erlebnis Naturschau Dornbirn	Dornbirn / Vbg
Nationalpark Hohe Tauern	Mittersill / Sbg
Naturhistorisches Museum Wien	Wien
Österreichisches Museum für Volkskunde	Wien
Sonnenwelt Großschönau	Großschönau / NÖ
Technisches Museum Wien	Wien

Museen	
Universalmuseum Joanneum Graz	Graz / Stmk
UnterWasserReich Naturpark Schrems	Schrems / NÖ
Welios Wels	Wels / OÖ
Wien Museum	Wien
ZOOM Kindermuseum Wien	Wien

8 Anhang

Ablauf „*Endlich be-greifbar: Produktion der Zukunft*“

„**Blickwinkel**“/Robochain

- Infoblätter
- Zusatzinformation / Literaturtipps „Zum Weiterlesen“

Was heißt eigentlich..? Industrie 4.0

Kurierartikel erschienen am 04.07.2015, Anita Staudacher

Grafik: Industrie 4.0 – Zukunft der Produktion

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Die Geschichte der Industrie – von der Dampfmaschine zum „Internet der Dinge“

erschienen im *future* Magazin der Steirischen Industrie (Oktober 2015)

Kapitel 2. Charakteristika von Industrie 4.0

Austrain Insutite of Technolgy, Hintergrundpapier 04.05.2015. Projektbericht Nr. ITA-AIT-1

Talente Regional: Infoblatt Kooperationszuschüsse für PädagogInnen

Die richtige Frage zur richtigen Zeit

Artikel zum Thema Fragenstellen von Jos Elstgeest

Was heißt eigentlich ..? Industrie 4.0



Der KURIER erklärt in loser Folge den ganzen Sommer lang gängige Begriffe aus der Finanz- und Wirtschaftswelt.



Anita Staudacher
04.07.2015, 08:00



7 Shares

Die vierte industrielle Revolution findet längst statt – sogar am stillsten Ort. Die Salzburger Sanitär-Firma Hagleitner hat ihre WC-Anlagen mit internetfähigen Sensoren ausgestattet. Diese registrieren, ob noch genug Seife in den Spendern ist oder wie es um die Handtücher bestellt ist. Die Daten werden direkt an die Basis-Station weitergeschickt, wo der Einsatz des Reinigungspersonals optimal geplant werden kann.

Der US-Motorradhersteller Harley-Davidson wiederum hat seine Fertigung so individualisiert, dass jeder Kunde ein auf seine persönlichen Wünsche zugeschnittenes Motorrad ordern kann. Es reicht, wenn die Kundenwünsche erst ein paar Stunden vorher online eingegeben werden. Die neue digitalisierte Fabrik kann 1300 unterschiedliche Varianten der Basismodellreihe bauen.

Zwei simple Beispiele für "Internet der Dinge" oder "Industrie 4.0". Begriffe, die sich zum Leitthema vieler Volkswirtschaften aufgeschwungen haben. Aber was genau heißt "Industrie 4.0"?

Marketingname

Die Bezeichnung gibt es ausschließlich im deutschsprachigen Raum. Sie geht auf eine Marketingaktion der deutschen IT-Industrie Anfang 2013 zurück, die später mit viel Steuergeld angereichert als "Zukunftsprojekt" von der deutschen Regierung übernommen wurde. Eine genaue, geschweige denn einheitliche Definition gibt es nicht. Während die einen auf den nächsten, vierten Schritt in der industriellen Fertigung abzielen (siehe Grafik), fassen andere den Begriff weiter und meinen damit auch die Kommunikation zwischen Maschinen – "Internet der Dinge" – oder generell die

Digitalisierung vieler Lebensbereiche im Sinne einer engen Daten-Vernetzung zwischen Mensch, Maschine, Produkt oder Dienstleistung.

Laut Gabler Wirtschaftslexikon zeichnet sich die vierte industrielle Revolution durch Individualisierung, Hybridisierung (Kopplung von Produktion und Dienstleistung) sowie Integration von Kunden und Geschäftspartnern in die Geschäftsprozesse aus.

Klingt sperrig, lässt sich aber einfacher erklären: Die einzelnen Arbeitsschritte in der Fabrik werden nicht mehr von vorprogrammierten Maschinen erledigt, sondern das Werkstück organisiert selbst seine Herstellung und alle Abläufe rundherum. In die einzelnen Fertigungsschritte werden zugleich kaufmännische Aufgaben und Prozesse integriert. Neben der Fertigung gehören Mobilität, Gesundheit sowie Klima und Energie zu den strategisch wichtigsten Anwendungsfeldern von Industrie 4.0 (siehe Praxisbeispiele).

Wie jedes neue Schlagwort weckt es Erwartungen und Ängste zugleich. Die wichtigsten Chancen und Risiken im Überblick:

+ **Innovationstreiber** Durch die Digitalisierung entstehen sowohl neue Produkte und Dienstleistungen als auch neue, vor allem hochwertige Berufsbilder. Die Forschung wird kräftig angekurbelt. Betriebe wagen wieder Neues, auch weil es der Mitbewerber schon tut. Die Beraterbranche blüht jetzt schon auf.

+ **Investitionen** Die Berater von PwC und Strategy& rechnen allein für Österreich mit zusätzlichen Investitionen in Industrie-4.0-Lösungen in Höhe von vier Milliarden Euro jährlich.

+ **Effizienzsteigerung** Industriebetriebe können die Entwicklungszyklen neuer Produkte sowie deren Markteinführung deutlich verkürzen und die Fehlerquote senken. Die Maschine-zu-Maschine-Kommunikation ermöglicht es, Ersatzteile rascher auszutauschen. Eine Fraunhofer-Studie prognostiziert, dass Industrie 4.0 bis 2025 zu einem Produktivitätssprung von 20 bis 30 Prozent führen kann.

+ **Individualisierung** Hersteller sind direkt mit Endkunden vernetzt, die Einbeziehung sozialer Netzwerke wie Facebook ermöglicht eine bedarfsorientierte, personalisierte Fertigung einer Ware zu den Kosten einer Großproduktion.

- **Datenschutz** Gewaltige Mengen an personenbezogenen Daten werden gesammelt, analysiert und miteinander vernetzt. Der Kunde wird gläsern, sich dagegen zu wehren schwieriger. Fertigungsbetriebe fürchten Industriespionage. Hacker, die sich in die Maschine-zu-Maschine-Kommunikation einschleusen, können Firmen-Know-how absaugen oder ganze Versorgungssysteme (Strom etc.) lahmlegen.

- **Monopole** "Big Data"-Konzerne wie Google oder Facebook, die Unmengen an Daten sammeln, nutzen ihre Marktmacht, um globale Standards zu setzen. Wenn Google künftig auch das Betriebssystem für Autos dominiert, drohen Industriebetriebe zu reinen Zulieferern für Multis zu verkommen.

- **Jobkiller** Optimisten glauben, dass in Summe mehr Jobs entstehen als vernichtet werden. Pessimisten rechnen mit einem negativen Saldo, weil in der Fertigung schlicht weniger Menschen benötigt werden. Kein Zweifel besteht, dass es zu einem Strukturwandel kommt und neue Fähigkeiten/Fertigkeiten gebraucht werden. Entscheidende Frage ist, wie rasch der Wandel erfolgt.

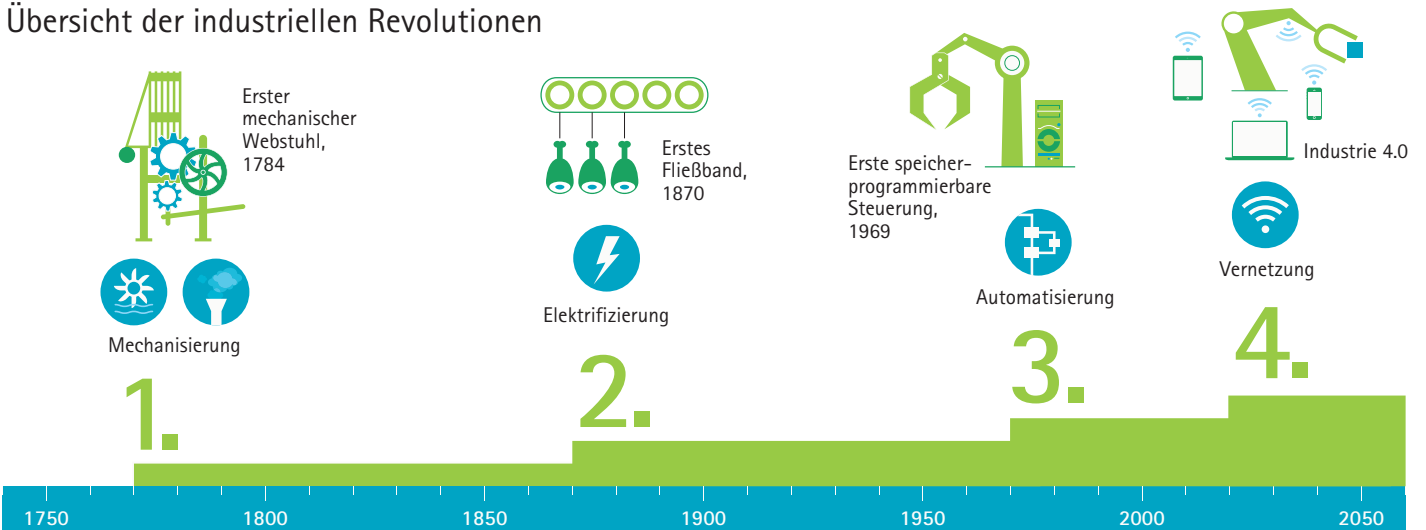
- **Rechtsunsicherheit** Wenn Maschinen Entscheidungen für Menschen treffen und z. B. Autos selbst steuern, entstehen neue Risiken und es stellt sich die Frage nach der Verantwortung neu. Wem gehören die Daten? Wer haftet in vernetzten Wertschöpfungsketten?

Letztlich sind neue Technologien nur dann erfolgreich, wenn sie vom Kunden akzeptiert werden und sich diese mit smarten Stromzählern oder denkenden Kühlschränken nicht überfordert oder entmündigt fühlen.

Nach: Staudacher Anna, Kurier 2015 (online gesehen unter: <https://kurier.at/wirtschaft/was-heisst-eigentlich-industrie-4-0/139.626.631>, abgerufen am 24.10.2016).

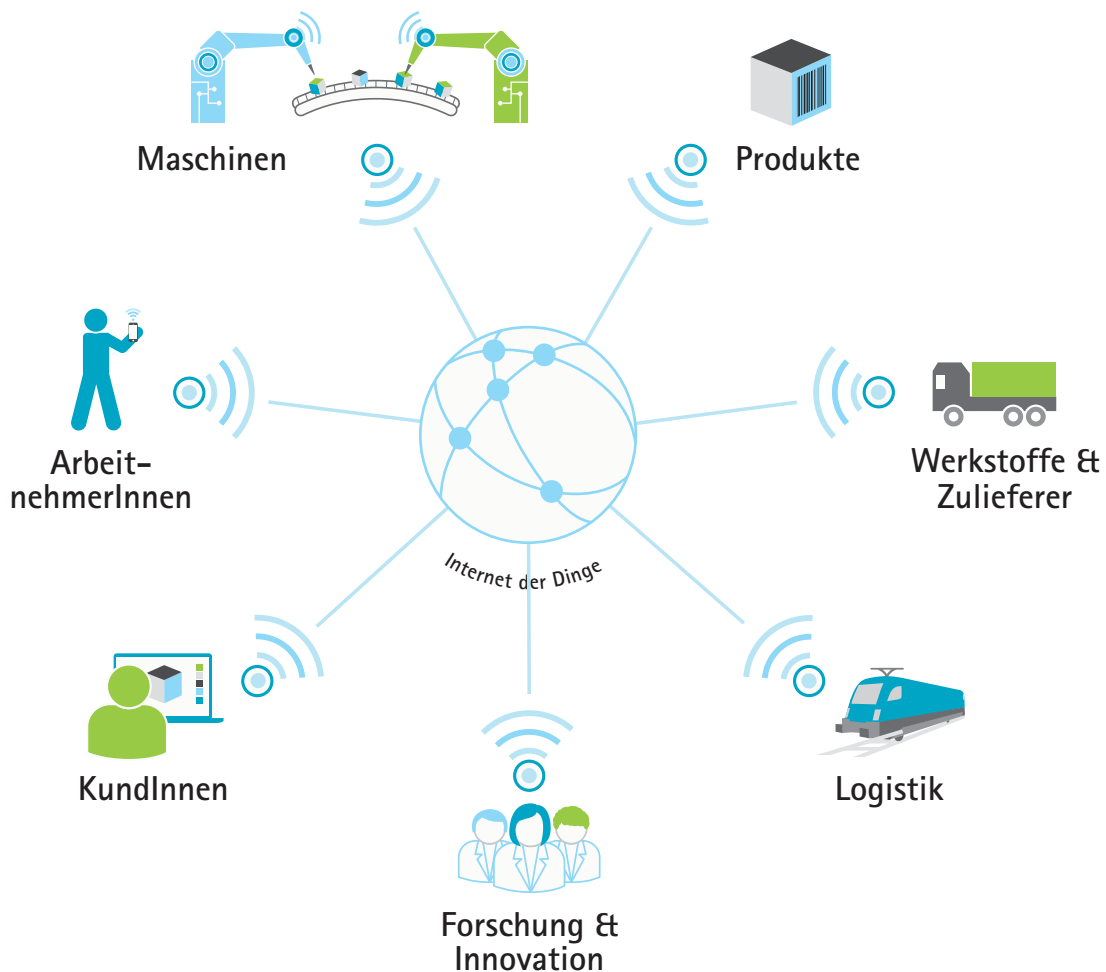
Industrie 4.0 – Zukunft der Produktion

Übersicht der industriellen Revolutionen



Die vierte industrielle Revolution

Vernetzung physischer und digitaler Systeme

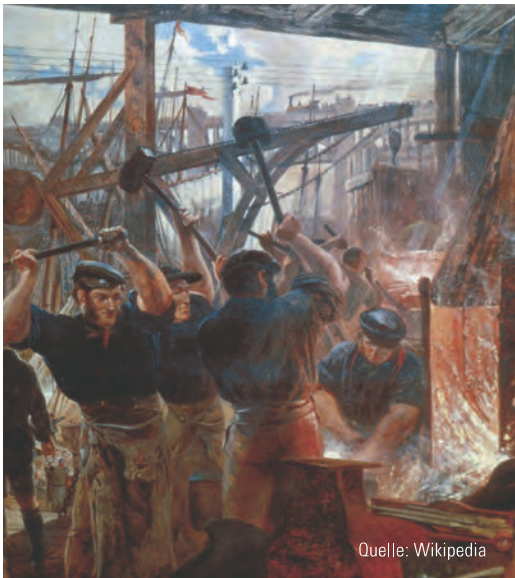


250 Mio. €

Fördergelder bringt das bmvit in den nächsten zwei Jahren für die Wende zur Industrie 4.0 auf.

Im Jahr 2015

startet die erste Pilotfabrik, in Zusammenarbeit mit der TU Wien, in der neue Produktionsprozesse entwickelt und getestet werden.



Die Geschichte der Industrie

VON DER DAMPFMASCHINE ZUM „INTERNET DER DINGE“

Als Revolutionen bezeichnet man grundlegende Umbrüche, die in relativ kurzer Zeit für eine große Veränderung der Gesellschaft sorgen. Wie Revolutionen ablaufen und welche Folgen sie wirklich haben, kann man eigentlich erst mit dem Blick zurück in die Geschichte beschreiben. Drei große industrielle Revolutionen haben wir bereits hinter uns, zwei davon haben unsere Großeltern selbst miterlebt.

1.0



Die **erste industrielle Revolution** entwickelte sich im Laufe des 18. Jahrhunderts in England auf Basis von zwei Erfindungen: dem mechanischen Webstuhl und der Dampfmaschine. Die Mechanisierung von Arbeit bedeutete, dass Arbeiten, die vorher von Menschen ausgeführt worden waren, nun von Maschinen erledigt wurden. Die Dampfmaschine machte Fabriken unabhängig von Wind und Wasserläufen und ermöglichte als Antrieb von Lokomotiven und Schiffen den wesentlich schnelleren und effizienteren Transport von Gütern über große Strecken. Diese industrielle Revolution veränderte unsere Gesellschaft grundlegend: Aus einer großen Masse von Lohnarbeitern entstand die Arbeiterbewegung, billige Massenproduktion ermöglichte Wohlstand für Viele, die Wirtschaft änderte sich grundlegend.

2.0



Die **zweite industrielle Revolution** setzt in den 1870/1880ern ein. Die Elektrifizierung und damit die Möglichkeiten der Elektrotechnik steigert die Leistungsfähigkeit der Maschinen und ermöglicht die weitere Industrialisierung etwa der chemischen (Kunst- und Farbstoffe) und der Elektroindustrie. Erdöl und Gas werden als Alternative zu Kohle, Wasser- und Windkraft genutzt, mit dem Verbrennungsmotor beginnt bald die Mobilisierung der Gesellschaft. Henry Ford führt in den USA das Fließband ein, das die Möglichkeiten billiger Massenproduktion – und so weiterer Wohlstandsgewinne für die Gesamtbevölkerung – auf ein neues Niveau hebt.

3.0



Die **dritte industrielle Revolution** steht für die Digitalisierung der Gesellschaft und die Automatisierung von Produktionsabläufen. Der erste Computer wurde in den 1940er Jahren erfunden. Seine Weiterentwicklung war die Grundlage des Beginns der Raumfahrt in den 1960er Jahren. Mit dem ersten Taschenrechner 1967 begann die private Nutzung digitaler Rechenleistung. Ab den 1970er Jahren wurde der Computer als PC für jedermann erschwinglich. GPS, Internet, Handy, Roboter, ... es gibt unendlich viele Beispiele, wie diese digitale Revolution das Leben und die Wirtschaft auf der ganzen Welt binnen weniger Jahrzehnte veränderte.



Quelle: Wikipedia



3

Quelle: focus.de



4

4.0



Die **vierte industrielle Revolution** oder Industrie 4.0, auch Smart Production and Services, steht dafür, dass die Maschinen selbstständig sind, in gewisser Weise selbst denken

und miteinander bzw. auch mit dem Menschen interagieren. Darauf bezieht sich auch das Stichwort „Internet der Dinge“. Industrie 4.0 führt dazu, dass auch in der Massenfertigung Einzelstücke zu niedrigen Kosten hergestellt werden. Die Produktion wird in Echtzeit am Bedarf ausgerichtet, was Lagerhaltung und Logistik massiv verändert. Die Maschinen sind intelligenter, kön-

nen sich selbst optimieren, konfigurieren und diagnostizieren. Die Arbeitsplätze verlangen zunehmend mehr IT-Kenntnisse, denn es geht vermehrt darum, Maschinen und Roboter zu bedienen, gemeinsam mit diesen zu arbeiten und diese weiterzuentwickeln. Es profitieren jene, die bereit sind, sich fortzubilden. Der Bedarf an niedrig qualifizierten ArbeitnehmerInnen sinkt weiter.

WUSSTEN SIE, ...



... dass 90% der weltweit vorhandenen Daten in den letzten 2 Jahren entstanden sind? Bis 2020 soll das digitale Universum 44 Zettabyte umfassen. Ein Zettabyte ist eine Zahl mit 21 Nullen bzw. 1.000.000.000.000 Gigabyte.

(Quelle: <http://www.think-progress.com/de/blog/consideration/von-terabytes-zu-zettabytes-das-wachstum-der-weltweiten-datenmenge/>)

... dass „es für jeden Menschen der Welt eine ganze Galaxie an Informationen gibt? Dies ist trotzdem weniger als ein Prozent der Informationen, die in der menschlichen DNA gespeichert sind.“

(Quelle: Studie der University of Southern California, in Science 2011)

... dass das Material Center Leoben zum Koordinator eines Innovationsprojektes der EU auserkoren wurde, um die Entwicklung von Produktionstechnologien für Nanosensoren voranzutreiben?

www.mcl.at

Begriffelexikon – Was bedeutet ...

Industrie 4.0

Entwicklung neuer Geschäftsmodelle unter Nutzung einer „Smart Factory“ und daraus entstehender „Smart Products“. Ziele sind die Realisierung von Wettbewerbsvorteilen durch effizientere Produktion bzw. neue oder bessere Leistungen für den Kunden, etwa durch kundenspezifische Massenfertigung.

Smart Factory

Die Automatisierung komplexer Abläufe einer Fabrik. Durch die Bestückung von Maschinen mit Sensoren „weiß“ die gesamte Fabrik, in welchem Zustand sich jede Maschine zu jeder Zeit befindet. So werden Arbeitsabläufe und Wartungsintervalle optimiert und bislang unbekanntes Wissen über Prozessschritte ermöglicht.

Smart Services

Produkte und internetbasierte Dienste verschmelzen im Zeitalter der Industrie 4.0 zunehmend zu Smart Services. Wenn man ein Produkt wie etwa ein Auto kauft, bekommt man dazu auch „Smart Services“ – also beispielsweise die Technik und das Datennetz für selbstfahrende Fahrzeuge. Damit ist am Produkt „Auto“ nicht nur der Hersteller beteiligt, sondern eine Fülle weiterer Unternehmen.

Interoperabilität

An Smart Services sind meist mehrere Unternehmen beteiligt, deren Leistungen gemeinsam angeboten werden. Interoperabilität ist die Voraussetzung für die Fähigkeit zur aktiven Zusammenarbeit verschiedener Komponenten, Systeme, Techniken oder Organisationen. Jeder, der einen Teil des Gesamtpaketes leistet, muss diesen Teil so gestalten, dass er wie in einem Puzzle mit den anderen zusammenpasst und kommunizieren kann.

Internet der Dinge

Menschen greifen auf das Internet zu, um Informationen zu beschaffen und miteinander zu kommunizieren. Im „Internet der Dinge“ können das auch Maschinen: Sie tauschen Daten und können aufeinander reagieren, ohne dass der Mensch unmittelbar darauf Einfluss nehmen muss.

Big Data

Durch die Digitalisierung der Kommunikation bis hin zu Abermillionen Produktionsdaten etwa einer Smart Factory entstehen immense Datenmengen – Big Data. Die Herausforderung besteht darin, diese Datenmenge zu verwalten, für ein bestimmtes Thema relevante Daten herauszufiltern und neue Zusammenhänge zu erkennen.

2 Charakteristika von Industrie 4.0

Industrie 4.0 bezeichnet die vierte industrielle Revolution. Nach der Mechanisierung der Produktion durch Dampf- und Wasserkraft (Industrie 1.0) folgten die Elektrifizierung mit dem Ausbau der tayloristischen Fließbandproduktion (Industrie 2.0) und schließlich die automatisierte Massenfertigung mit Hilfe von Elektronik und numerischer Kontrolle (Industrie 3.0). Der vierte Schritt zu Industrie 4.0 wird durch die digitale, intelligente, durchgängig vernetzte und selbststeuernde Produktion definiert. Ermöglicht wird dies durch die Verschmelzung von Produktionstechniken mit Informationstechnologien (IT) und Internet. Dies soll eine neue Phase der Industrialisierung und Automation einläuten, mit großen Chancen wie auch Herausforderungen.

Der Begriff „Industrie 4.0“ wurde in Deutschland geprägt und im Rahmen der Formulierung der deutschen High-tech-Strategie im Jahr 2012 als Zukunftsprojekt definiert. Die deutsche Plattform Industrie 4.0, welche das Projekt vorantreibt wurde bis Anfang 2015 von den drei Unternehmensverbänden BITKOM, VDMA und ZVEI getragen und nun auf eine breitere politische und gesellschaftliche Basis gestellt (vgl. Kap. 5.2). Im Lenkungs-kreis der Plattform sind 14 namhafte deutsche Leitbetriebe vertreten.

Das Konzept einer durchgängigen und selbststeuernden Vernetzung industrieller Wertschöpfungsketten auf Basis des „Internet der Dinge und Dienste“ wurzelt nicht zufällig in Deutschland, bezeichnet sich Deutschland doch selbst als „Fabrikusstatter für die Welt“ und hat einen starken Industrie-sektor, der neueste Produktionstechnologien entwickelt, anwendet und weltweit zum Einsatz bringt.

Neben Deutschland sehen aber auch andere europäische und außereuropäische Industrieländer sowie die Europäische Kommission die Entwicklung und den Einsatz von neuen, zusehends vernetzten Produktions- und Prozesstechnologien als strategische Herausforderung für die Zukunft der industriellen Fertigung. International werden daher auch Begriffe wie „Advanced Manufacturing“, „Digital Manufacturing“, „Industrial Internet“, „Les Usines du Futur“ oder „Smart Industries“ gebraucht, die allesamt wie „Industrie 4.0“ Technologiepfade bezeichnen, die eine neue Form der Industrialisierung auf Basis von intelligenten, digitalen Netzwerken und neuen Produktionstechniken ermöglichen sollen.

Im Kern geht es bei Industrie 4.0 darum, dass sich die Produktionstechnologie und die Informations- und Kommunikationstechnologie in neuer Qualität verbinden. IT Systeme sind auch schon gegenwärtig ein Herzstück eines jeden Produktionssystems. Jedoch werden diese in Zukunft über das Internet bei weitem stärker vernetzt sein als bisher. Maschine-zu-Maschine-Kommunikation kann in globalen Netzwerken autonom Informationen austauschen, Aktionen auslösen und Systeme steuern.

Die vierte industrielle Revolution

Verschmelzung von Produktionstechnik mit Informationstechnologie und Internet

Industrie 4.0 – deutscher Begriff für weltweiten Trend

Promotoren der ersten Stunde: Verbände und Leitbetriebe

Strategische Herausforderung für die industrielle Fertigung

Maschinen lernen miteinander zu sprechen

*Produktionssysteme
werden autonom*

Industrie 4.0 in seiner endgültigen Ausprägung bedeutet ein in hohem Maße autonomes, sich selbst konfigurierendes, sensorgestütztes Produktionssystem. In diesem Produktionssystem kommunizieren Menschen, Maschinen, Anlagen, Roboter, Logistiksysteme, Werkstücke und Materialien mittels eingebauter Hard- und Software, internetbasierter Funktechnologien sowie neuer Schnittstellen mit- bzw. untereinander. Maschinen und Anlagen sollen durch geschickte Selbstorganisation dafür sorgen, dass individuelle Kundenwünsche effizient erfüllt werden können. Arbeitsabläufe verketteten sich selbstständig und steuern das dazu benötigte Material an die richtigen Stellen.

*Wertschöpfung in
intelligenten Fabriken
und im Netzwerk*

Industrie 4.0 findet in so genannten „Smart Factories“, in intelligenten Fabriken statt, welche in eng verzahnten und hochkomplexen Wertschöpfungsnetzwerken mit anderen Produzenten, Lieferanten, Dienstleistern und Kunden zusammenarbeiten.

Sowohl die durchgehende vertikale Integration sämtlicher Prozessschritte und Prozesshierarchien innerhalb der „Smart Factory“ als auch die horizontale Integration im Wertschöpfungsnetzwerk selbst wird über sogenannte „Cyber-Physical Systems“ (CPS) organisiert. Diese virtuellen Systeme unterstützen die Echtzeit-Interaktion und Kommunikation und „verschmelzen“ physische und digitale Systeme zu einem kohärenten, durchgängigen und flexiblen Netzwerk.

*Zunehmende
Automatisierung –
Weniger Menschen in
Fabriken?*

Fabriken werden digitaler, möglicherweise menschenärmer, sind elektronisch vernetzt und weisen einen zunehmend hohen Automatisierungsgrad auf. Die Kooperationsintensität nimmt in solchen Produktionsnetzwerken stark zu. Das „Internet der Dinge und Dienste“ ist dafür die infrastrukturelle Voraussetzung.

Damit kommt es zu einem Paradigmenwechsel in der Interaktion von Mensch und Maschine, eine neue Qualität und Intensität sozio-technischer Interaktion entsteht. Mensch und Maschine sollen in diesen Wertschöpfungsnetzwerken gemeinsam zu Entscheidungen kommen. Zugleich sollen Beschäftigte bei höherer Komplexität mehr Steuerungskompetenz und Flexibilität erhalten.

*„Intelligente“ Produkte
helfen bei ihrer eigenen
Herstellung*

Neben „Smart Factories“ entstehen auch „Smart Products“ die über das Wissen ihres Herstellungsprozesses und künftigen Einsatzes verfügen und den Produktionsprozess aktiv unterstützen. Sie selbst informieren die Maschinen über ihren aktuellen Zustand und bekommen eine künstliche Biografie, d. h. sie kennen ihre Vergangenheit, ihren aktuellen Zustand und ihren Zielzustand.

Die Modellierung und Ausgestaltung solcher CPS und deren Systemarchitekturen sind entscheidend dafür, wie Industrie 4.0-Netzwerklösungen in der Praxis tatsächlich umgesetzt werden und welche Konsequenzen sich daraus nicht zuletzt auch für die Beschäftigten und deren Arbeit ergeben.

Die technologische Basis für die Entwicklung von CPS wurde in den letzten Jahren entscheidend verbessert. Die wichtigsten zehn Eckpunkte, welche diese Konvergenz von Technologien antreiben, sind:

- Miniaturisierung und Performancezuwachs bei Prozessoren, Speichern und Sensoren
- Automatisierung und Steuerung von Prozessen und Maschinen mittels Sensorik, Aktorik, Prozessoren
- Autonome Systeme wie lernfähige Industrieroboter und Software-Agenten
- Identifikation von Objekten, Maschinen, Menschen mittels Radio-Frequency Identification (RFID) etc.
- Erweiterung des Internets der Dienste um das Internet der Dinge zu einem „Internet der Dinge und Dienste“⁴ dank eines neuen Internetprotokolls (Version 6 – IPv6)
- Nahezu grenzenlose Kommunikation von intelligenten Objekten, Maschinen und Menschen unter- bzw. miteinander über Mobilfunknetze mittels SIM Technologie
- Verarbeitung unterschiedlicher Daten in der „Cloud“ mit Big-Data Verfahren, um bspw. Zustand von Maschinen und Verhalten von Menschen vorherzusehen
- Zugriff auf Daten mit Hilfe neuer, mobiler Schnittstellen und Augmented-Reality-Anwendungen
- Virtuelles Design und digitale Modellierung von Produkten und Prozessen entlang der gesamten Wertschöpfungskette (Durchgängiges Engineering)
- Weiterentwicklung des 3D-Drucks und anderer dezentraler Produktionstechnologien, welche den Weg vom virtuellen Design hin zur physischen Realisierung verkürzen

*Technologische
Grundlagen für die
Entwicklung von CPS
und Industrie 4.0*

Produktionssysteme und Wertschöpfungsnetzwerke, in denen intelligente Produkte, Maschinen, Betriebsmittel und Vernetzungstechnik eigenständig Informationen austauschen, Aktionen auslösen und sich gegenseitig selbstständig steuern, werden sicher nicht von heute auf morgen Realität werden, sind aber auch keine ferne Vision mehr, wie existierende Beispiele aus der Produktionspraxis zeigen (vgl. Bauernhansl et al. 2014).

⁴ Die Nutzung des Internets der Dinge und Dienste wird nicht nur die Produktion verändern sondern auch viele andere Bereiche der Wirtschaft, insbesondere Dienstleistungs- und Versorgungssysteme: hier wird dann nicht von Smart Factory sondern von Smart Mobility, Smart Grids, Smart Buildings und Smart Health gesprochen.

Kooperationszuschuss

Geförderte innovative Unterrichtsprojekte im Rahmen von Talente regional

Informationen für PädagogInnen

Ein Kooperationszuschuss ist eine Pauschalförderung in Höhe von EUR 1.000,-, die es Kindern und Jugendlichen ermöglichen soll, sich im Rahmen des Unterrichts mit spannenden Themen in Naturwissenschaft und Technik zu beschäftigen und kleine Forschungsprojekte durchzuführen. Jedem Kindergarten, jeder Schule in ganz Österreich ist es dadurch möglich, Unterrichtsprojekte durchzuführen, für die unter Umständen keine Mittel in der eigenen Einrichtung zur Verfügung stehen.

Warum einen Kooperationszuschuss beantragen?

Viele Kindergärten und Schulen behandeln spannende Themen in Naturwissenschaft und Technik, die praktisch zum Experimentieren und Forschen einladen. Manches ist mit den Möglichkeiten des normalen Rahmenunterrichts nicht leicht vermittelbar bzw. schlummern vielleicht bereits viele gute Projektideen in Ihrem Kopf, aber in Ihrer Einrichtung stehen dafür keine Mittel zur Verfügung. Genau hier setzen Kooperationszuschüsse an und bieten die Möglichkeit einer einfachen und wirksamen Förderung.

Wer kann einen Kooperationszuschuss beantragen?

PädagogInnen, die an einer der folgenden Bildungseinrichtungen in Österreich tätig sind:

- Kindergarten
- Primarstufe: Volksschule
- Sekundarstufe I: HS/NMS/Kooperative Mittelschule, AHS Unterstufe
- Sekundarstufe II: AHS Oberstufe, Berufsbildende mittlere und höhere Schule, Polytechnische Schule

Welche Projekte werden gefördert?

Unterrichtsprojekte mit **naturwissenschaftlich-technischem Schwerpunkt** und einem **Bezug zu Forschung**. Kinder und Jugendliche haben dadurch die Möglichkeit, selbst in die Rolle junger

ForscherInnen zu schlüpfen und Experimente durchzuführen. So lernen sie Tätigkeiten und **Berufsbilder** aus Forschung, Technologie und Innovation kennen.

Um eine nachhaltige Auseinandersetzung mit dem gewählten Thema sicher zu stellen, soll folgendes Gesamtausmaß an **Unterrichtseinheiten (UE)** für die Projektdurchführung angestrebt werden:

- Kindergarten, Primarstufe: 25 UE
- Sekundarstufe I + II: 30 UE

Welche Kosten sind mit der Förderung abgedeckt?

- Sachkosten: Materialien, Geräte und Unterrichtsmittel, z.B. zum Aufbau einer ForscherInnen-Ecke
- Reisekosten für SchülerInnen und Lehrkräfte: z.B. für den Besuch eines Labors oder Unternehmens
- Reisekosten und Honorare für externe ExpertInnen: z.B. für einen Vortrag oder Workshop in der Schule

Sind meine Personalkosten auch förderbar?

Personalkosten von PädagogInnen sind **nicht** förderbar. Die Projekte sollen im Rahmenunterricht stattfinden, ergänzt durch neue Methoden, Inhalte etc., die durch die Förderung möglich werden. Personalkosten von anderen (externen) ExpertInnen sind förderbar, z.B. als Honorar für Workshops.

Wie beantrage ich einen Kooperationszuschuss?

Kooperationszuschüsse sind **Teil der Förderung Talente regional** (www.ffg.at/talente-regional). Zentrale Ansprechpersonen für einen Kooperationszuschuss sind daher die **Projektleitungen** der geförderten Talente regional-Projekte.

Aktuell können Sie Kooperationszuschüsse bei **folgenden** geförderten **Talente regional Projekten** beantragen:

[4. Ausschreibung Talente regional](#)

[5. Ausschreibung Talente regional](#)

Das Vorhaben, für das der Kooperationszuschuss verwendet werden soll, **muss inhaltlich zum Thema des jeweiligen Talente regional-Projekt passen**.

Die Unterlagen für die Antragsstellung finden Sie im Download Center unter: www.ffg.at/talente-regional/kooperationszuschuss

Was muss ich sonst noch wissen?

- Die **Antragstellung** erfolgt mittels standardisierter Unterlagen **direkt bei der Projektleitung eines Talente regional Projekts**.
- Bei der Förderung handelt es sich um einen Pauschalbetrag von EUR 1.000.- nach dem Prinzip „first come first served“, d.h. die Anträge werden immer in der Reihenfolge ihres Einlangens behandelt.
- Pauschal bedeutet, dass die FFG keine IST-Kostenabrechnung über die Kooperationszuschüsse verlangt, sich allerdings stichprobenartige Prüfungen vorbehält. Bewahren Sie daher bitte alle Belege zehn Jahre auf und bedenken Sie dies bei der Planung Ihres Projekts. Förderbar sind grundsätzlich nur Kosten, die nach der Antragstellung anfallen und direkt dem Projekt zugeordnet werden können.

- Nach Abschluss Ihres Unterrichtsprojekts verfassen Sie einen kurzen standardisierten Abschlussbericht und übermitteln ihn der Talente regional-Projektleitung, von der Sie auch die Förderung erhalten haben.
- Alle notwendigen Unterlagen bekommen Sie direkt bei jeder Projektleitung eines Talente regional-Projekts. Die Projektleitungen sind die zentralen Ansprechpersonen für alle Fragen rund um einen Kooperationszuschuss.

Woher kommt die Förderung?

Kooperationszuschüsse sind Teil der Förderung Talente regional, die Kinder, Unternehmen und die Welt der Forschung zusammen bringen. Talente regional ist eine Förderung des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) und wird von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) abgewickelt.

Weitere Informationen zum Kooperationszuschuss...

...finden Sie auf der FFG-Website unter: www.ffg.at/talente-regional/kooperationszuschuss sowie in folgendem Video:



<https://www.youtube.com/watch?v=S5EYBjZm9IQ>

Weitere Informationen und Kontakt:

FFG - Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH

Claudia Wolfik: 05 77 55 – 2713, claudia.wolfik@ffg.at

Beate Weinbauer: 05 77 55 – 2718, beate.weinbauer@ffg.at

Christine Kreuter: 05 77 55 – 2709, christine.kreuter@ffg.at

Website: www.ffg.at/talente

Ein Diskussionsspiel zum Thema „Produktion der Zukunft“

BLICKWINKEL + ROBOCHAIN

Robochain – vom Fließband zu vernetzter Produktion

Als Produktionsroboter fertigen SchülerInnen Ketten aus Büroklammern. Die Herausforderung: Es gilt für jeden Auftrag die beste Methode zu finden, wie innerhalb einer Minute die meisten korrekten Ketten hergestellt werden können. Geschick und Kreativität sind gefragt!

Der Ablauf in aller Kürze:

1. Einleitung / Einstimmung / Gruppenbildung
2. Auftrag „Fließband“ – produziert ein Produkt so oft wie möglich
3. Auftrag „Losgröße 1“ – produziert so viele Produkte wie möglich. Aber Achtung: die Auftraggeber haben Sonderwünsche, die Aufträge kommen in unvorhersehbarer Reihenfolge.
4. Diskussion der Ergebnisse

Zielgruppe: Jugendliche ab 12 Jahren. Das Spiel ist geeignet für bis zu 5 Gruppen à 4-6 Personen.

Spieldauer: 45-50 min

Blickwinkel – Zukunftstechnologien für eine „Gesellschaft 4.0“

Nicht nur Produktion wird durch Zukunftstechnologien weiterentwickelt, unsere Gesellschaft insgesamt ist mit neuen Erfindungen und Entwicklungen konfrontiert: Manche davon klingen ziemlich vielversprechend, manche vielleicht eher beängstigend. Wer hat die überzeugendsten Argumente? Es bleibt jedenfalls spannend...

Zielgruppe: Jugendliche ab 12 Jahren

Spieldauer: 30-50 min

Mehr dazu gibt's im Web unter: www.science-center-net.at/produktion-der-zukunft/tool

Credits:

Idee und Konzept: Kathrin Unterleitner, Alina Natmessnig, Paul-Reza Klein. Unter Mitarbeit von:

Wilfried Lepuschitz, Felix Schneider. Grafik und Produktion: Paul-Reza Klein

Herausgeber: Verein ScienceCenter-Netzwerk

Gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Mit herzlichem Dank an SAX für die materielle Unterstützung.



Dieses Werk ist lizenziert unter einer Creative Commons Lizenz.

TV-SERIE "REAL HUMANS"

Leben aus der Steckdose

Die TV-Serie "Real Humans" erzählt von der Normalität der Computermenschenwelt



WISSENSCHAFT
ROBOTER
Japanische Forscher bauen Mensch-Maschine
Veröffentlicht am 04.04.2010

VORHERSAGE

Audi prophezeit selbstfahrende Autos

Japan: Wenn der Lehrer ein Roboter ist



Zukunft & Visionen mit 3D-Drucker
Zukunftskonzept
3D-Drucker drucken

Brain-Info

Sie sind hier: Startseite / Entdecken / Brain-Computer-Interface / Mensch-Maschine-Kommunikation - so geht's
Mensch-Maschine-Kommunikation - so geht's
Menschen können lernen, ihre Hirnaktivität durch Vorstellungen zu lenken. Computer
von Menschen in diesen Versuchsphasen zu steuern. Bild: G. B. Computer

„Mit solchen Maschinen werden wir leben“

WISSENSCHAFT HUMANOIDE ROBOTER
Von Norbert Demuth | Veröffentlicht am 27.08.2013 | Lesedauer: 4 Minuten

Zukunftstechnologien -
Digitale Zeitungsausschnitte als Lektüre zum Weiterlesen als Ergänzung für das Diskussionspiel "Blickwinkel"
www.science-center-net.at/produktion-der-zukunft/tool

Bild der Wissenschaft online
Seite: 9/2008, Seite 99 - Technik & Kommunikation

FERISCHER SCHWARZ
Auto, morgen...

cker statt vom

Währung, reale Sch...

Plätzen der Bitcoin-Bla...

8. Jänner 2015, 09:00
SIMON MOSEER
WERKSTOFFKUNDE

CHINA
Badminton-Roboter schlägt menschliche Gegner

In wenigen Wochen soll in China ein Roboter auf den Markt kommen, der Hobby-Spieler in Badminton das Fürchten lehren wird. Der Roboter bewegt sich vollautomatisch am F...

Selbstheilende Materie

Wenn Werkstoffe versagen, müssen sie kostengünstig repariert werden. Wäre es da nicht besser, sie könnten sich selbst heilen?

Die richtige Frage zur richtigen Zeit

Originaltext:

Jos Elstgeest: The right question at the right time. In: Primary science. . . taking the plunge. How to teach primary science more effectively. Edited by Wynne Harlen. London: Heinemann Educational (3)1987, p. 36 - 46.

Aus dem Englischen von Ilka Wentzcke

© Ilka Wentzcke für die Übersetzung 1987, 2001.

Ein Kind warf mit einem Spiegel Sonnenlicht an die Wand. Die Lehrerin fragte: "Warum reflektiert ein Spiegel Sonnenlicht?" Das Kind wußte es nicht, schämte sich und lernte nichts. Hätte die Lehrerin gefragt: "Was geschieht, wenn du doppelt so weit von der Wand weg stehst?", hätte das Kind ihr antworten können, indem es genau dies ausprobiert hätte, und das Ergebnis an die Wand gespiegelt gesehen.

Ein anderer Lehrer ging mit seiner Klasse nach draußen, um die Umgebung zu erkunden. Sie kamen zu einem Beet mit Blumen, die er "Vier-Uhr-Blumen" nannte. Er fragte: "Warum schließen sich diese Blumen am frühen Abend und öffnen sich morgens wieder?" Niemand wußte es, auch nicht der Lehrer. Die Frage entstand durch den 'Testreflex', mit dem wir alle zu kämpfen haben. Der Lehrer hätte auch fragen können, ob sich dieselbe Blume, die sich nachts schließt, morgens wieder öffnet. Und die Kinder hätten einige Blumen markiert und beobachtet und wären dadurch zu einer Antwort gekommen.

Einmal war ich dabei, wie eine großartige Physikstunde praktisch baden ging. Es war eine Klasse junger Oberschülerinnen, die zum ersten Mal frei mit Batterien, Glühlampen und Kabeln hantierten. Sie waren völlig vertieft und jubelten manchmal vor Überraschung und Freude. Behauptungen wurden gestützt mit "Seht ihr?", und Probleme wurden mit "Laßt es uns ausprobieren!" gelöst. Kaum eine nur denkbare Kombination von Batterien, Glühlampen und Kabeln blieb unversucht. Dann, inmitten des Tumultes, klatschte die Lehrerin in die Hände und kündigte mit erhobener Kreide an: "Nun, Mädchen, laßt uns zusammenfassen, was wir heute gelernt haben. Emmy, was ist eine Batterie?" - "Joyce, was ist der positive Pol?" - "Lucy, wie schließt du richtig einen Stromkreislauf?" Und das "richtige" Schema wurde geschickt skizziert und beschriftet, die "richtigen" Symbole wurden hinzugefügt, und die "richtigen" Definitionen wurden hingekritzelt. Und Emmy, Joyce, Lucy und alle anderen fielen hörbar in Schweigen und schrieben gehorsam und ergeben das Schema und die Zusammenfassung ab. Was sie vorher getan hatten, schien nicht wichtig zu sein. Die Fragen standen in keinem Zusammenhang mit ihrer Arbeit. Die vielen praktischen Erfahrungen mit den Batterien und den anderen Materialien, die ihnen genügend Gesprächsstoff und Anlaß zum Denken und Fragen geliefert hatten, wurden nicht dazu benutzt, eine systematische Ordnung in die Kenntnisse, die sie gerade erworben hatten, zu bringen.

Diese LehrerInnen stellten die "falschen" Fragen, Fragen, die das Lernen der Kinder nicht voranbrachten. Aber wie erkennt ein Lehrer eine solche Frage?

Was ist eine "falsche" Frage?

Falsche Fragen neigen dazu, mit solchen harmlosen Fragewörtern wie "warum", "wie" oder "was" anzufangen. Doch das ist trügerisch, auch viele gute Fragen beginnen mit diesen Ausdrücken. Der tatsächliche Charakter der falschen Fragen liegt in ihrer Weitschweifigkeit. Es sind verbale Fragen, denen man mit vielen Worten, am besten mit gelehrten Phrasen ausgeschmückt, antworten muß. Meistens existieren die Antworten schon vor den Fragen und sind in Schulbüchern zu finden. Man kann sie außerdem von der Wandtafel abschreiben und in Übungsheften konservieren. Wenn demzufolge eine wortreiche Frage gestellt wird, suchen die Kinder nach den Worten, mit denen man sie beantworten muß, und sind absolut verloren, wenn sie sie nicht finden können. Diese Fragen sind keine Probleme, die zu lösen sind. Sie führen vom (natur)wissenschaftlichen Problemlösen weg.

Wie auch immer, eine "falsche" Frage zu bemerken, ist die eine Sache; eine "richtige" Frage zu stellen, eine ganz andere. Doch was ist eine gute Frage? Eine gute Frage ist der erste Schritt zu einer Antwort; sie ist ein Problem, für das es eine Lösung gibt. Eine gute Frage ist eine anregende Frage, die einlädt zu einer näheren Betrachtung, zu einem neuen Versuch oder zu einem neuerlichen Üben. Die richtige Frage führt dahin, wo eine Antwort gefunden werden kann: zu den realen Dingen oder Ereignissen, die untersucht werden, dorthin, wo sich die Lösung des Problems versteckt.

Die richtige Frage fordert Kinder dazu auf, die richtige Antwort lieber zu zeigen als zu sagen: sie können losgehen und sich selbst vergewissern.

Ich möchte diese Art von Fragen als produktive Fragen bezeichnen, denn sie regen zu produktiver Aktivität an. Es gibt produktive Fragen verschiedener Art. Im Laufe einer naturwissenschaftlichen Untersuchung folgen sie gewöhnlich einem bestimmten Schema, weil die "Beantwortbarkeit" eines Fragentyps von der Erfahrung abhängt, die durch das Bemühen, Fragen anderer Art zu beantworten, erworben worden ist.

Aufmerksamkeit weckende Fragen

Die einfachste Art einer produktiven Frage ist das direkte "Habt ihr gesehen?" oder "Habt ihr bemerkt?". Diese Fragen ist manchmal unverzichtbar, um die Aufmerksamkeit auf irgendein bedeutsames Detail zu richten, das leicht übersehen werden kann. Kinder achten häufig von sich aus auf diese Fragen durch ihre ständigen Ausrufe "Guck' mal!", so daß sich der Lehrer darum nicht groß kümmern muß. Kinder stellen diese Fragen jederzeit, allerdings besonders bei der Einführung neuer Unterrichtsgegenstände. Die notwendige anfängliche Untersuchung neuer Materialien, das "Herummurksen" und das "Dir werd' ich's zeigen"- Stadium der Erforschung ist sehr stark eine "Könnt ihr sehen und bemerkt ihr..."-Situation. Die "was"-Fragen folgen natürlich dicht darauf. "Was ist es?" - "Was macht es?" - "Was sagt es über sich selbst aus?" - "Was geschieht?" - "Was finde ich innen (außen)?" - "Was sehe, höre, fühle ich?" Und einfaches Beobachten ist der Weg zu den ersten einfachen Antworten, aus denen kompliziertere Fragen erwachsen.

Fragen zum Messen und Zählen

Fragen wie "wieviel?", "wie lang?" und "wie oft?" sind Fragen zum Messen und Zählen, deren Antworten die Kinder selbst nachprüfen können. Sie können neue Kenntnisse anwenden, sie lernen, neue Geräte zu benutzen, und entwickeln Selbstvertrauen, da kein Lehrer ihre Meßmethode anzweifeln kann. Es gibt viele Situationen, in denen diese Fragen entstehen, und sie führen auf natürlichem Wege zur nächsten Kategorie von Fragen: "Vergleichende" Fragen. "Ist es länger, stärker, schwerer, mehr?" Dies sind vergleichende

Fragen, und es gibt viele Arten, sie zu formulieren. Sie werden oft durch "wieviel?" eingeleitet, was einen quantitativen Aspekt hinzufügt und größere Genauigkeit verlangt.

Vergleichende Fragen

Andere, eher qualitativ-vergleichende Fragen führen zu genaueren Beobachtungen. Zum Beispiel: "In wie vielen Eigenschaften gleichen sich deine Samen und wie unterscheiden sie sich?" - Dinge können sich in vieler Hinsicht unterscheiden, wie etwa Gestalt, Farbe, Größe, Beschaffenheit, Aufbau, Markierungen und so weiter. Vorsichtig formuliert, helfen vergleichende Fragen Kindern, Ordnung in das Chaos und System in die Vielfalt zu bringen. Klassifizieren, Merkmale zuordnen, Identifizierungsschlüssel oder Tabellen mit gesammelten Daten erstellen, sind verkleidete vergleichende Fragen. Diese Fragen führen logischerweise zu einer anderen Klasse von Fragen, die Kinder veranlassen, eine abweichende Situation oder Umgebung zu schaffen, so daß sie erwarten können, ein anderes Ergebnis zu erhalten.

Handlungsfragen

Dieses sind die "was-geschieht-wenn"-Fragen, die immer wahrheitsgemäß beantwortet werden können. Sie haben einfaches Experimentieren zur Folge und versäumen niemals, ein Ergebnis zu liefern. Sie sind produktive Fragen von großem Wert und besonders geeignet für den Beginn eines Untersuchungsvorhabens im Sachunterricht. Mit ihnen kann man die Eigenschaften unvertrauter Materialien untersuchen, sowohl aus der belebten, als auch aus der un belebten Natur, die wirksamen Kräfte herausfinden, und auf kleine Ereignisse, die stattfinden, aufmerksam werden.

- Was geschieht, wenn du deinen Ameisenlöwen in feuchten Sand setzt?
- Was geschieht, wenn du die Keimblätter einer jungen, noch wachsenden Pflanze abkneifst?
- Was geschieht, wenn du einen Ableger oder Zweig ins Wasser stellst?
- Was geschieht, wenn du deinen Zweig mit der Spitze nach unten hineinstellst?
- Was geschieht, wenn du einen Magneten in die Nähe eines Streichholzes hältst?
- Was geschieht, wenn du ein winziges Stück Papier in ein Spinnennetz wirfst?

Unzählige, gute Beispiele für "was geschieht, wenn ..." -Probleme können gegeben werden, die zu genauso unzähligen Ergebnissen führen, zur Zufriedenheit von Kindern und ihren Lehrern. An "was geschieht, wenn..." -Problemen arbeitend, entdecken Kinder zwangsläufig irgendeine Art von Beziehung zwischen dem, was sie tun und der Reaktion der Sache, mit der sie sich beschäftigen. Dies trägt sehr zu dem Reichtum an Erfahrungen bei, den kleine Kinder brauchen. Als Erwachsene setzen wir oft voraus, daß Kinder die Generalisierungen und Abstraktionen, mit denen wir so gleichgültig um uns werfen, mit Inhalt füllen können.

Anfangs werden Kinder nur raten und ihre eigene Methode in ihren Vorhersagen herausfinden, aber mit zunehmenden Erfahrungen werden sie gescheiter. Die Fähigkeit des Vorhersagens ist eine Voraussetzung für die Fähigkeit, mit realen oder, besser gesagt, komplizierteren problemlösenden Fragen fertigzuwerden.

Problemaufwerfende Fragen

Nach genügend Aktivitäten, die durch den gerade beschriebenen Fragentyp provoziert wurden, werden Kinder für eine neue Art von Fragen bereit sein: die anspruchsvollere "kannst du eine Methode finden, um..." -Frage. Eine solche Frage wird immer zu einer realen,

problemlösenden Situation führen, auf die Kinder begeistert reagieren, vorausgesetzt, es macht für sie Sinn.

Einmal fragte ich eine Gruppe von Kindern: "Könnt ihr eure Pflanzen seitwärts wachsen lassen?" Sie hatten sich für kurze Zeit damit beschäftigt, Pflanzen in Dosen, Töpfen und anderen, seltsamen Behältnissen, hergestellt aus Plastiktüten, wachsen zu lassen. Ich war ein bißchen zu nervös und zu hastig und, ganz richtig, ich bekam die Antwort: "Nein, können wir nicht." So machten wir geduldig mit einer Menge von "was passiert, wenn..."-Experimenten weiter.

Pflanzen wurden im Nassen und im Trockenen gezogen. Sie wurden in dunkle und helle Ecken, in große Kisten und Schränke mit weißer oder schwarzer Auskleidung gestellt - verkehrt herum, auf ihre Seiten und in verschiedenen Kombinationen dieser Möglichkeiten. Mit anderen Worten, die Kinder machten es wirklich "schwer und verwirrend" für die Pflanzen. Ihre Pflanzen jedoch versäumten nie, auf irgendeine Weise zu reagieren, und ganz langsam begannen die Kinder zu realisieren, daß es eine Beziehung zwischen der Pflanze und ihrer Umgebung, die sie kontrollierten, gab. Je mehr sie die vielfältigen Wege wahrnahmen, mit denen die Pflanzen reagierten, desto mehr wurde den Kindern bewußt, daß sie mit bestimmten Methoden irgendwie das Wachstum der Pflanzen kontrollieren konnten. Die Reaktionen der Pflanzen wurden an der Art und Weise, wie sie wuchsen, sichtbar. Spitzen bogen sich nach oben, Stengel krümmten sich, Pflanzen wuchsen hoch und gerade oder verdorrten manchmal ganz und gar. Die Kinder entdeckten, daß Feuchtigkeit genauso wichtig ist wie Licht, und daß der Standort Einfluß auf das Wachstum der Pflanzen hat.

Als die Frage "Findet ihr einen Weg, um eure Pflanze seitwärts wachsen zu lassen?" später noch einmal gestellt wurde, reagierten die Kinder darauf nicht nur voller Selbstvertrauen, sondern entwickelten auch eine Vielzahl von Möglichkeiten, die alle vernünftig und originell waren und auf den neu erworbenen Erfahrungen basierten. Einige Kinder legten ihre Pflanzen auf die Seite und rollten eine Zeitung wie ein Rohr um den Topf und die Pflanze. Andere stellten einen Ständer zum Halten eines Rohres in horizontaler Lage her, in den sie die Spitze ihrer Pflanze schoben, (diese bog sich zurück). Eine Gruppe verschloß ihre Pflanze in einer Schachtel mit einem Loch, befestigte aber ein Röhrchen in dem Loch und richteten es in das durch das Klassenzimmerfenster fallende Licht. Einige banden ihre Pflanzen seitlich an einem Kreuzstab fest und befestigten sie, sobald sich die wachsende Pflanzenspitze nach oben drehte, weiter in der erwünschten Richtung.

Es ist offensichtlich, daß den "Kannst du eine Methode finden, um ..." - Fragen eine ausreichende Erkundung der Materialien, mit denen die Kinder arbeiten sollen, vorangehen muß. Die Kinder müssen erst untersuchen, welche Möglichkeiten und Grenzen es gibt, und müssen mit wichtigen Eigenschaften des Gegenstandes, den sie untersuchen, vertraut werden, besonders mit solchen Eigenschaften, die sich erst in der Interaktion mit (Sachen aus) der Umgebung zeigen. Schulbücher und Lehrerhandbücher können niemals die richtigen Hinweise darauf geben, wann Kinder in der Lage sind, sich mit formaleren, komplizierteren Problemlösungen zu beschäftigen. Dies entscheiden entweder die Kinder, wenn sie anfangen, solche Probleme von selbst anzugehen, oder der Lehrer, wenn er genügend Hinweise darauf hat, daß die Kinder zu anspruchsvolleren Aktivitäten übergehen können. Es ist wichtig, auf solche Hinweise zu achten, denn wenn sich ein Lehrer streng an eine (notwendigerweise begrenzte) Ablaufskizze in einem Lehrbuch hält, ist die Chance groß, daß die Kinder konfus werden und der Unterricht im Chaos endet.

Die "Kannst du eine Methode finden, ..." -Frage erscheint in vielen Gestalten. "Kannst du einen Mehlwurm sich um sich selbst drehen lassen?" - "Kannst du einen Gegenstand, der sinkt, zum Schwimmen bringen?" - "Kannst du Salz von Wasser trennen?" Es ist in ihrem Kern eine voraussagende Frage - eine umgedrehte, viel kompliziertere "Was geschieht, wenn..." -Frage. Eine Lösung zu finden, erfordert das Aufstellen einer einfachen Hypothese und konsequentes Nachprüfen in einer sehr direkten Art. Die Erkenntnis, daß es nötig ist, veränderliche Größen wiederzuerkennen und diese Erscheinungen zu kontrollieren, wächst ganz natürlich. Und an diesem Punkt fängt kindliche Wissenschaft an, echte Fortschritte zu machen.

"Wie" und "Warum"- Fragen der Lehrer

Schließlich folgt eine Kategorie von Fragen, der wir uns mit Vorsicht nähern sollten, da eine ernsthafte Gefahr besteht, sie zu mißbrauchen. Sie sind das, was ich "begründende" Fragen nenne, und die oft nach irgendeiner Erklärung fragen. Normalerweise neigen diese Fragen dazu, mit "wie" und "warum" zu beginnen - und darin liegt auch die Gefahr. Der ängstliche Lehrer mag sich in schlechten, aber wortreichen Erklärungen verlieren, die jedoch nicht in den Erfahrungen der Kinder verwurzelt sind. Ängstliche Kinder mißverstehen sie leicht als Testfragen, auf die sie, wie sie oft meinen, vorgefertigte Antworten geben müssen. Das Fehlen einer vorgefertigten Antwort ängstigt Kinder, wenn sie sich irren. Aber Fragen, die zum Nachdenken anregen, sind im Sachunterricht sehr wichtig, und man sollte sie niemals ausschließen. Denn schließlich ist jedes Kind als "wie"- und "warum"-Frager geboren, und wir können solche Fragen nicht vermeiden. Was wir vermeiden sollten, ist, den Eindruck zu erwecken, daß zu jeder Frage dieser Art eine richtige Antwort existiert. Fragen, die zum Nachdenken anregen, sind nicht dazu bestimmt, nur auf eine Weise beantwortet zu werden. Sie sind dazu bestimmt, Kinder zum Denken und zum unabhängigen Urteilen über ihre eigenen Erfahrungen zu bringen. Sie sind dazu bestimmt, sie zum Nachdenken über die Beziehungen, die sie entdeckt oder (wieder-)erkannt haben, zu veranlassen, so daß vorsichtig damit begonnen werden kann, Zusammenhänge darzustellen oder Verallgemeinerungen, aufgrund der tatsächlichen Ergebnisse, die sie gesammelt oder aufgedeckt haben, zu bilden.

Diese Fragen sind erwünscht, um eine Diskussion zu eröffnen, um Kinder zwanglos ausdrücken zu lassen, was und wie sie über ihre Beobachtungen und Entdeckungen denken. Die Diskussion, der Dialog, das Austauschen von Ideen helfen, neue Beziehungen zu erkennen, und sie fördern das Verstehen. Es ist wichtig, daß die Kinder offen sprechen, daß sie nicht von irgendeinem Warnsignal der Angst zurückgehalten werden, denn sogar das widersinnigste Statement kann eine Auseinandersetzung hervorrufen, und eine Auseinandersetzung führt zu einer Korrektur, vorausgesetzt, sie basiert auf begründetem und nachweisbarem Augenschein. Ein Kind kann leichter Verantwortung für seine Antwort übernehmen, wenn die Frage mit einem kleinen Zusatz präsentiert wird: "Warum, denkst du ...?"

Obwohl gerade in diesem Fall das Denken falsch und die Meinung von leidenschaftlicher Auseinandersetzung abhängig sein kann, wird die Antwort auf die Frage immer richtig sein. Das Kind weiß schließlich am besten, was es denkt. (Der gleiche Rat und mehr wird in Harlen, Darwin and Murphy, 1977 gegeben.) Vorsicht ist nicht nur dabei geboten, wie diese Fragen ausgedrückt sind, sondern auch bei der Art, wie sie präsentiert werden. Kinder, die das erste Mal mit Mückenlarven arbeiten, können wirkungsvoll von weiteren Erkundungen und Gedanken abgebracht werden mit einem verfrühten "Warum kommen die Larven an die Wasseroberfläche?" - Wie sollen sie das wissen? Vielleicht hätten sie die Frage selbst

entwickelt, was ein Zeichen dafür gewesen wäre, daß sie es nicht wissen; also, warum sie fragen?

Wie auch immer, es kann gut geschehen, daß Kinder bei Mückenlarven beobachtet haben, wie sie sich immer, wenn sie von einer winkenden Hand oder einer Erschütterung des Behälters oder von einem Schütteln oder Rühren des Wassers, in dem sie sich befanden, gestört wurden, langsam nach unten zum Grund geschlängelt haben. Diese Kinder konnten auch sehen, daß die Larven immer wieder hoch kamen; sie konnten bemerkt haben, daß ihre Schwanzröhrchen direkt oberhalb der Wasseroberfläche herausragten. Sie konnten zeitlich festlegen, wie lange die Larven unter der Wasseroberfläche bleiben konnten. Immer dann, wenn die Larven hoch kamen, konnten die Kinder sie davon abhalten, indem sie den Behälter schüttelten oder an seine Seiten klopfen. Und was würden die Larven tun, wenn man die Wasseroberfläche mit Papierschnipseln oder einem Stück Zellophan bedeckte? Die Kinder mußte zwangsläufig die Beharrlichkeit der Larven, die Wasseroberfläche zu erreichen, gewahr werden. Nur nach diesen und ähnlichen Erfahrungen können Kinder in eine sensible Auseinandersetzung verwickelt werden, wenn gefragt wird: "Warum, denkst du, kommen diese Larven an die Wasseroberfläche?" Erstens ist das "warum" hier leicht in "weshalb" zu übersetzen. Zweitens können die Kinder nun ihre Gedanken selbstsicher ausdrücken, denn sie haben nun etwas zum Denken und etwas, worüber sie reden können - alles auf einer Reihe von gemeinsamen Erfahrungen basierend, auf die sie verweisen können. Sie können relevantes Beweismaterial produzieren. Innerhalb desselben Rahmens von Hinweisen kann der Lehrer nun als ein Gleichberechtigter teilnehmen. Das ist wichtig, denn die Antwort "sie kommen hoch, um zu atmen" ist keineswegs eine offensichtliche. Viele Wasserlebewesen kommen niemals zum Atmen hoch, und ein Schwanz ist nicht unbedingt mit dem Vorgang des Atmens zu assoziieren. Doch der Lehrer kann auf die Notwendigkeit, Luft zu holen, hinweisen, ohne daß es für die Kinder zu einem Akt des Glaubens wird.

Es gibt einige "wie"- und "warum"-Fragen der Kinder, die hier zu berücksichtigen nützlich sind. Wir können uns den Fragen der Kinder nicht entziehen, und sie fragen häufig "warum?". Die falsche, wenn auch schmeichelhafte Erwartungshaltung vieler Eltern und Kinder gegenüber ihrem Wissen bringt Lehrer oft dazu, sich dann in unklare, exaltierte, eindrucksvoll klingende "Antworten" zu flüchten, doch den Kindern hilft das nicht weiter. Natürlich könnte man ihnen in ihrem Erfahrungsbereich Antworten geben, die sie damit verknüpfen können, aber nicht immer haben sie die entsprechenden Erfahrungen. Die Frage in leicht zu handhabende "was geschieht, wenn..."-Fragen und "laßt uns sehen, wie..."-Beobachtungen zu zerlegen, stellt zwar die Geduld der Kinder auf die Probe, bringt ihnen aber notwendige Erfahrungen, die das Verstehen ermöglichen. Auf jeden Fall ist es guter Sachunterricht.

Nichtsdestotrotz können echte Schwierigkeiten auftreten, denn es gibt viele "warum"-Fragen, die bisher einfach nicht beantwortet worden sind; andere können selbst durch die Wissenschaft nicht beantwortet werden. Zum Beispiel führen uns Fragen darüber, warum die Dinge so sind, wie sie sind, schnell ins Reich der Metaphysik oder der Theologie oder der Mythologie. Man kann hier zwar wortreiche Antworten erhalten, aber diese liegen jenseits der Grenzen der Wissenschaft, und das sollte man sich klarmachen. Doch auch im Bereich der menschlichen Wissenschaft bleiben noch viele Fragen unbeantwortet, und es gibt sogar noch mehr, bei denen der bescheidene, aber ehrliche Lehrer zugeben muß: "Ich weiß es nicht". Gut, gibt es zu, denn das ist eine förderliche Lektion für die Kinder. Wissenschaft ist mehr die Suche nach dem "warum" und "wie", als die Antwort darauf. Außerdem sind beide, "warum" und "wie"-Fragen, trügerisch. Sobald wir eine befriedigende Antwort erhalten haben, bemerken wir ein neues Problem, und ein frischer "warum"- oder "wie"-Schimmer erscheint über dem Horizont. Wir haben immer noch nicht die endgültige Antwort zu einem einzelnen,

letzten "warum?" oder "wie?" erreicht, und so geht die Suche weiter. Und zu dieser Suche führen wir die Kinder hin. Eine große Anzahl "warum"-Fragen ist von ihrer Natur her eine Suche nach dem "wofür?", "zu welchem Zweck?" oder "wodurch?", und diese verweisen auf Beziehungen zwischen Struktur und Funktion. Andere "warum"-Fragen suchen nach Beziehungen zwischen Ursache und Wirkung oder fragen danach, warum Dinge sich so verhalten, wie sie es tun. Die Bemühungen der Lehrer, diese Fragen in einfachere Fragen zu zerlegen, läßt ihre wahre Natur erkennen, und die Suche nach Ergebnissen kann nun zwischen Tun und Denken abwechseln.

Das einfache "weil", von den Kindern anhand der Stärke ihrer eigenen Beweismittel und ihrer eigenen Erfahrung gut durchdacht, ist weit nützlicher und wichtiger als jeder der Gründe, die durch Erwachsene geliefert und fehlerlos zitiert werden, ohne verstanden zu sein. Auch das Verstehen eines Erwachsenen hängt von seiner "Schritt-für-Schritt"-Entwicklung ab, hervorgerufen durch eine Unmenge von Erfahrungen. Und viele von uns haben Dinge erst Jahre, nachdem wir die Freiheit zur Selbstbildung erlangt hatten, verstanden, von denen wir glaubten, daß wir sie in der Schule gelernt haben.

Erklärungen der Lehrer

Kinder können Interesse daran haben, Probleme zu lösen, die über ihren Horizont hinausgehen, entweder weil die benötigte technische Ausrüstung ungenügend ist (oder dem Zweck nicht entspricht), oder weil das erforderliche Experimentieren einfach zu schwierig oder zu kompliziert ist. Ein kluger Lehrer ist dann ein großer Gewinn und kann erheblich dazu beitragen, den Horizont des kindlichen Lernens und Wissens zu erweitern, denn dieser Lehrer kann den Umfang der kindlichen Möglichkeiten ergründen und somit die Qualität und Quantität der zu gebenden Information oder Erklärung abwägen. Wenn Kinder fragen, zeigen sie, daß sie etwas wissen wollen, und wenn sie etwas wissen wollen, sind sie interessiert. Interesse ist ein produktives Motiv, bei dem die Erklärung des Lehrers dankbar und erfolgreich aufgenommen wird. Der kluge Lehrer bemerkt auch, daß, wo Fragen auftauchen und Interesse vorhanden ist, sachbezogene Lesefähigkeit von Wert ist. Kinder werden in gute Bücher eingeführt. Sie werden dort nicht nur eine Antwort für ihr Problem suchen und finden, sie werden auch entdecken, daß andere Wissenschaftler ein solches Problem in Angriff genommen haben, und oft werden sie zu würdigen wissen, wieviel Mühe und Forschung erforderlich waren, um ein Ergebnis zu finden.

Zusammenfassung der wichtigsten Aspekte

Eine Frage enthält immer die Art von Antwort, die auf sie gegeben werden kann, schon bevor sie ausgesprochen ist. Es gibt viele verschiedene Sorten von Fragen, und ihre unterschiedliche Wirkung auf Kinder ist verblüffend. Der Zweck von Lehrerfragen sollte die Förderung der Aktivität und des Denkens der Kinder sein. Fragen, die das nicht tun (unproduktive Fragen), sind solche, die nur nach Bedeutungen von Wörtern fragen, oft nach Wiederholungen von Wörtern, die schon vom Lehrer vorgegeben worden sind, oder die in Büchern gefunden werden können.

Fragen, die zu Aktivität ermutigen (produktive Fragen), erscheinen in mehreren Arten und bilden eine Hierarchie, die die Erfahrung der Kinder widerspiegelt.

Fragen, die das Denken fördern, beginnen oft mit "warum" oder "wie" und können von beiden Seiten gestellt werden, vom Lehrer und von der Klasse. Es ist empfehlenswert, daß "warum"-Fragen von Lehrern die Phrase "warum, denkst du..." mit einschließen sollten und daß sie

sorgfältig, zum richtigen Zeitpunkt, ausgewählt werden sollten, so daß Kinder die notwendige Erfahrung haben, um sich ein Urteil zu bilden, das wirklich ihr eigenes ist.

Die "warum"-Fragen der Kinder zeigen dem Lehrer oft Probleme, die nicht alle beantwortet werden können und die nicht alle beantwortet werden sollten. Einige fragen nach Beziehungen, die Kinder diskutieren können; diese können in produktive Fragen umgewandelt werden. Die bis hierhin entwickelten Aspekte führen zu den folgenden Richtlinien:

Richtlinien für "produktive" Fragen

- Studiere bei Kindern die Wirkung, die durch das Stellen verschiedener Arten einer Frage erzielt wird, so daß du die "produktive" von der "unproduktiven" Frage unterscheiden kannst.
- Benutze in der Anfangsphase einer Erkundung die einfachste Form einer produktiven Frage (die Aufmerksamkeit weckende), um Kindern zu helfen, von Details Notiz zu nehmen, die sie sonst vielleicht übersehen würden.
- Benutze Fragen, die zum Messen und Zählen anregen, um Kindern einen Anstoß zu geben, von qualitativer zu quantitativer Beobachtung überzugehen.
- Benutze vergleichende Fragen, um Kindern zu helfen, ihre Beobachtungen und Daten zu ordnen.
- Benutze Handlungsfragen, um zum Experimentieren und zur Untersuchung von Beziehungen zu ermutigen.
- Benutze problemaufwerfende Fragen, wenn Kinder fähig sind, sich selbst Hypothesen aufzustellen und Situationen zu erfinden, um diese zu prüfen.
- Wähle die Art von Fragen, die der Erfahrung der Kinder in Bezug auf das spezielle Thema der Untersuchung am besten entspricht.

Richtlinien für "warum-" und "wie"- Fragen

- Immer wenn Fragen gestellt werden, um das Denken der Kinder anzuregen, sollten sie zur Sicherheit "was denkst du darüber" oder "warum, denkst du, ..." mit einschließen.
- Stelle keine Fragen dieser Art, bevor Kinder nicht die notwendige Erfahrung gewonnen haben, die sie brauchen, um aus den Ergebnissen logische Schlußfolgerungen ziehen zu können.
- Wenn Kinder "warum"-Fragen stellen, überlege, ob sie die Erfahrung haben, um die Antwort zu verstehen.
- Habe keine Angst, zuzugeben, daß du eine Antwort nicht weißt, oder daß niemand sie kennt, (wenn es eine philosophische Frage ist).
- Unterteile Fragen, deren Antworten zu komplex sein könnten, in solche, die Beziehungen betreffen, die die Kinder selbst herausfinden und verstehen können.
- Nimm Fragen von Kindern ernst als einen Ausdruck dessen, was sie interessiert; auch wenn es keine Antwort gibt - verhindere nicht das Fragen.



Entdeckendes Lernen e.V.

Digitale Bibliothek

www.entdeckendes-lernen.de