

Technische Allgemeinbildung und Berufsbildung in der Schweiz
Skript



Vorwort

Das vorliegende Skript wurde für die Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen in der Schweiz konzipiert und soll in den nächsten Jahren stetig weiterentwickelt werden. Das übergeordnete Ziel der Publikation ist es, dass angehende und amtierende Fachlehrpersonen die Ziele der technischen Allgemeinbildung sowie den Beitrag, den verschiedene Fächer dazu leisten können, kennen. Darüber hinaus sollten sie diesen Beitrag mit ihrer persönlichen Aufgabe als Lehrperson verbinden können.

Am Skript wirkten Vertreter*innen der verschiedenen Schulfächer mit, die einen Auftrag in der technischen Allgemeinbildung haben, namentlich «Textiles und Technisches Gestalten» TTG, «Natur, Mensch, Gesellschaft» NMG, «Natur und Technik» NT, «Räume, Zeiten, Gesellschaft» RZG, «Wirtschaft, Arbeit, Haushalt» WAH und «Medien und Informatik» MI. Zusätzlich brachten Expert*innen der MINT-Hochschulen der FHNW ihre Expertise in der technischen Ausbildung auf Tertiärstufe ein.

Die technische Allgemeinbildung ist eine fächerübergreifende Disziplin, die an der Volksschule von verschiedenen (Fach-)Lehrpersonen umgesetzt wird. Aktuell wird diese zwar vereinzelt in verschiedenen Fächern gefördert. Es wäre aber wünschenswert, wenn es mehr Absprache und Kooperation über Fachgrenzen hinaus gäbe, um technische Allgemeinbildung als echte Zusammenarbeit von verschiedenen Lehrpersonen und Fächern zu vermitteln.

Mit dem Lehrplan 21, der zum Teil die Förderung ähnlicher Kompetenzen in verschiedenen Fachbereichen vorsieht, drängen sich fächerübergreifende Absprache und Koordination nicht nur auf der Primarstufe zwischen NMG und TTG auf, sondern auch auf der Sekundarstufe I zwischen TTG und NT sowie – in geringerem Mass – RZG und WAH.

Zusätzlich ist die Integration des überfachlichen Moduls «Medien und Informatik» in den Fachunterricht eine wichtige und neue Aufgabe an der Schule. Dadurch ergeben sich besonders in den oben genannten Fachbereichen mit Bezug zur technischen Allgemeinbildung gute Möglichkeiten. Um diese fächerübergreifenden Möglichkeiten in der Praxis nutzen zu können, müssen sie einerseits in der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen geübt und andererseits an den Schulen gefördert werden.

Lernziele dieses Skripts

- › *Sie entwickeln eine Vorstellung von technischer Allgemeinbildung (engl. «technological literacy») und kennen die Basiskonzepte, Kompetenzbereiche, Handlungsfelder und «21. Century Skills» einer technischen Allgemeinbildung (Kapitel 1).*
- › *Sie können die Beiträge und Zugänge der verschiedenen Schulfächer zur technischen Bildung einordnen und mögliche Verbindungen in der Unterrichtsplanung einbeziehen (Kapitel 2).*
- › *Sie überblicken die technische Berufsbildung und können Schüler*innen im Zusammenhang mit einer technischen Berufswahl beraten (Kapitel 3).*
- › *Als Lehrperson der Fächer TTG oder NT der Sek I können Sie drei konkrete Beispiele fächerübergreifender technischer Bildung in Ihrem Unterricht nutzen (Kapitel 4).*

Inhalt

1.	Technische Allgemeinbildung	4	4.	Technische Allgemeinbildung und Geschlecht	47
1.1.	Einleitung	5	4.1.	Einleitung	48
1.2.	Basiskonzepte der technischen Allgemeinbildung	7	4.2.	Technikinteressen und Geschlecht	48
1.3.	Lehrpläne und Standards der technischen Allgemeinbildung	9	4.3.	Selbstwirksamkeitserwartungen und Geschlecht	51
1.4.	Themen- und Handlungsfelder der technischen Bildung	11	4.4.	Technikkompetenzen und Geschlecht	53
1.5.	«21 st Century Skills» für eine technische Allgemeinbildung	12	4.5.	Erklärungszugänge zum Verhältnis von Geschlecht und Technik	55
1.6.	Literatur	14	4.6.	Geschlechterstereotype und ihre Wirkung	57
2.	Technische Allgemeinbildung im Lehrplan 21	15	4.7.	Genderkompetenzen von Lehrpersonen für die technische Allgemeinbildung	59
2.1.	Einleitung	16	4.8.	Literatur	62
2.2.	Technische Bildung im Fachbereich «Textiles und Technisches Gestalten»	17	5.	Fächerübergreifender Unterricht in der Praxis	64
2.3.	Technische Bildung im Fachbereich «Natur, Mensch, Gesellschaft»	20	5.1.	Einleitung	65
2.4.	Technische Bildung im Fachbereich «Medien und Informatik»	23	5.2.	Fächerverbindung NT und TTG	65
2.5.	Überblick über alle fünf Fachbereiche	25	5.3.	Lehreinheit «Beton»	67
2.6.	Ansätze für eine fächerübergreifende technische Bildung	27	5.4.	Lehreinheit «Bionik»	69
2.7.	Literatur	28	5.5.	Lehreinheit «Hightech-Textilien»	71
3.	Von der Schule ins Studium oder Berufsleben	29	5.6.	Erfolgsfaktoren und Stolpersteine fächerübergreifender technischer Allgemeinbildung	73
3.1.	Einleitung	30	5.7.	Literatur	75
3.2.	Ziele der technischen Allgemeinbildung an Gymnasien	30		Anhang	76
3.3.	Anforderungen und Ziele der technischen Berufsbildung in Berufsschulen und Lehrwerkstätten	34			
3.4.	Anforderungen und Ziele der technischen Ausbildung auf Tertiärstufe	40			
3.5.	Technologischer Wandel und Curriculumsentwicklung in der technischen Berufsbildung	44			
3.6.	Literatur	46			

Verwendete Abkürzungen

NMG	Natur, Mensch, Gesellschaft	WAH	Wirtschaft, Arbeit, Haushalt
NT	Natur und Technik	RZG	Räume, Zeiten, Gesellschaft
TTG	Textiles und Technisches Gestalten	LP21	Lehrplan 21
MI	Medien und Informatik	BNE	Bildung für Nachhaltige Entwicklung

Hinweis: Dieses Skript sowie sämtliche Unterlagen zu den Lehreinheiten und zu den benötigten Materialien finden sich unter www.technikdidaktik.ch > Projekte > Tebisio.

1. Technische Allgemeinbildung

Karin Güdel, Manuel Haselhofer und Claudia Stübi



Ziele dieses Kapitels

- › *Sie können das Modell der technischen Allgemeinbildung anhand von konkreten Charakteristiken einem Kollegen oder einer Kollegin erklären.*
- › *Sie kennen Basiskonzepte einer technischen Allgemeinbildung und können diese mit Basiskonzepten anderer Fächer (bspw. Naturwissenschaften) vergleichen.*
- › *Sie können anhand eines Technik-Lehrplans aus einem Land mit einem Schulfach Technik die Unterschiede und Gemeinsamkeiten mit Ihrem Fach (TTG, NT, MI) erkennen.*
- › *Sie kennen verschiedene Themenbereiche einer technischen Allgemeinbildung und können die «21st Century Skills» in Beziehung zur technischen Allgemeinbildung setzen.*

1.1. Einleitung

Mit «technischer Allgemeinbildung» ist im gesamten Skript die technische Bildung im Rahmen der obligatorischen Schule gemeint und nicht die technische Bildung im Tertiär- oder Berufsbereich.

Das Ziel technischer Allgemeinbildung ist es generell, jungen Menschen technisches Wissen zu vermitteln und mit ihnen Kompetenzen des Handelns und Bewertens aufzubauen, die ihnen helfen, sich in Alltag, Beruf (technische oder nicht technische Berufszweige) und Gesellschaft oder Politik autonom und verantwortungsvoll bewegen zu können.

Im englischsprachigen Raum ist im Zusammenhang mit technischer Allgemeinbildung auch die Rede von «technological literacy». Der Begriff tauchte in den letzten Jahren insbesondere im Zusammenhang mit der Digitalisierung auf, welche die Menschen im Alltag laufend vor neue technische Herausforderungen stellt. Im gesamten Skript wird davon ausgegangen, dass Informations- und Kommunikationstechnologie einen wichtigen Bestandteil der technischen Allgemeinbildung darstellt, jedoch nicht den einzigen.

Die amerikanischen «Standards for technological and engineering literacy», umschreiben technische Allgemeinbildung wie folgt:

«People need to understand technology's impacts on their lives, society, and the environment, as well as how to use and develop technological products, systems, and processes to extend human capabilities. These understandings are all important elements of technological and engineering literacy.» (ITEEA, 2020)

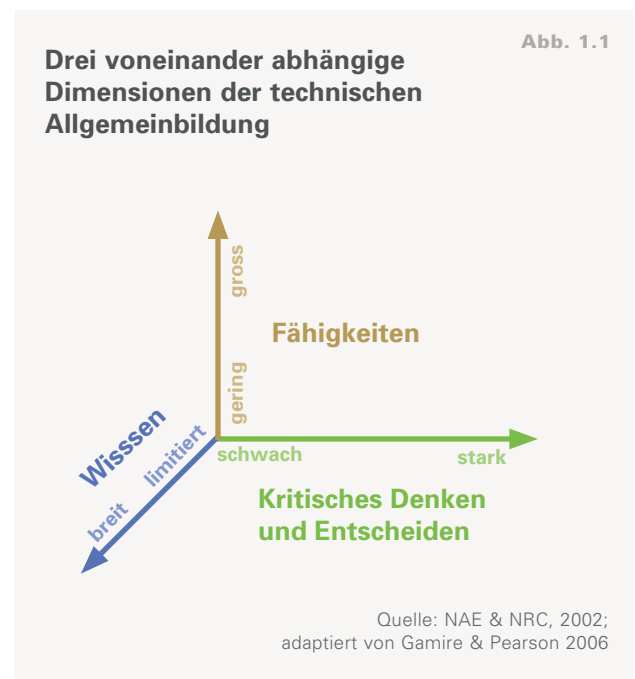
Bereits vor etwa 20 Jahren entwickelten die National Academy of Engineering und der National Research Council in den USA ein anschauliches Modell der technischen Allgemeinbildung (NAE, NRC, 2002), das die drei Dimensionen «Wissen», «Können» sowie «Kritisches Denken und Entscheiden» umfasst (siehe Abbildung 1.1).

Die drei Dimensionen sind voneinander abhängig und müssen bis zu einem gewissen Grad ausgeprägt sein, damit von technischer Allgemeinbildung die Rede sein kann. Wenn jemand beispielsweise in der Schule besonders gut und präzise Holz bearbeiten gelernt hat, hat diese Person noch keine gute und umfassende technische Allgemeinbildung erworben. Wissen über verschiedene Materialien, Prozesse und Technologien und kritisches Denk- und Entscheidungsvermögen im Zusammenhang mit Technik sind ebenso wichtig wie praktische Fähigkeiten.

In Tabelle 1.1 auf der nächsten Seite sind Charakteristiken einer Person aufgeführt, die über eine gute technische Allgemeinbildung verfügt (Garmire 2006, S. 34).

Die Ausführungen in den folgenden Unterkapiteln widmen sich der Frage, wie die Volksschule dazu beitragen kann, dass ihre Abgänger*innen die Charakteristiken einer «technologically literate» Person ausweisen. Dazu werden...

- › in Kapitel 1.2 bis 1.4 Lehrpläne anderer Länder sowie relevante Konzepte, Kompetenzen und Inhalte des Fachs «Technik» analysiert,
- › in Kapitel 1.5 werden die «21st Century skills» für eine technische Allgemeinbildung zusammengefasst und
- › in Kapitel 2 verschiedene Fächer des Lehrplans 21 aufgrund ihrer Beiträge zur technischen Allgemeinbildung analysiert.



Charakteristiken einer «technologically literate» Person

Wissen

- Erkennt die Allgegenwärtigkeit von Technologie im täglichen Leben.
- Versteht grundlegende technische Konzepte und Begriffe, wie z. B. System, Rahmenbedingung und Kompromiss.
- Ist vertraut mit dem Wesen und den Grenzen des technischen Entwicklungsprozesses.
- Kennt einige Beispiele dafür, wie die Technik die Geschichte der Menschheit beeinflusste und wie Menschen die technische Entwicklung prägten.
- Weiss, dass alle Technologien Risiken in sich bergen, von denen nur ein Teil vorhergesehen werden kann.
- Anerkennt, dass die Entwicklung und der Einsatz von Technologie mit Kompromissen und Kosten-/Nutzen-Abwägungen verbunden ist.
- Versteht, dass Technologie die Werte und die Kultur der Gesellschaft widerspiegelt.

Fähigkeiten

- Verfügt über eine Reihe von praktischen Fertigkeiten, wie z. B. die Beherrschung von Geräten in Haushalt und Büro sowie die Verwendung eines Computers zur Textverarbeitung und zum Surfen im Internet.
- Kann einfache mechanische oder technische Probleme im Haushalt oder bei der Arbeit erkennen und beheben.
- Kann grundlegende mathematische Konzepte in Bezug auf Wahrscheinlichkeiten, Grössenordnungen und Schätzungen anwenden, um sich fundierte Urteile über technologische Risiken und Nutzen zu bilden.
- Verwendet einen systematischen Planungsansatz, um Probleme zu lösen, die im Alltag auftreten.
- Kann Informationen über technische Probleme aus einer Vielzahl von Quellen beschaffen.

Kritisches Denken und Entscheiden

- Stellt relevante Fragen zu den Nutzen und Risiken von Technologien.
- Bewertet systematisch verfügbare Informationen über Nutzen, Kosten und Kompromisse von Technologien.
- Beteiligt sich in angemessener Weise an Entscheidungen über die Entwicklung und den Einsatz von Technologien.

Quelle: Adaptiert von NAE und NRC, 2002

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › Würden Sie sich selbst als eine Person mit guter technischer Allgemeinbildung bezeichnen? Nennen Sie ein Beispiel, das Ihre technische Allgemeinbildung illustriert.
- › Erfüllen Sie die Kriterien in Tabelle 1.1? Beantworten Sie die Frage, indem Sie die einzelnen Kriterien durchgehen.

Anstösse zum Weiterdenken

- › Wen würden Sie in Ihrem Umfeld als Person/en mit guter oder schlechter technischer Allgemeinbildung bezeichnen? Weshalb? Was können erstere und was können letztere nicht? Gruppieren Sie diese Fähigkeiten und erstellen Sie ein eigenes Modell für technische Allgemeinbildung. Vergleichen Sie das Modell mit Abbildung 1.1.

1.2. Basiskonzepte der technischen Allgemeinbildung

Es ist nicht einfach, die wichtigsten Kompetenzen und Inhalte einer technischen Allgemeinbildung zu definieren. Dies hat einerseits damit zu tun, dass das Verständnis des Begriffs «Technik» sehr weit gefasst und stark im Wandel ist.

Andererseits spielt es eine Rolle, dass von Seiten der Wirtschaft und Politik Rufe nach einer verstärkten technischen Allgemeinbildung in den letzten Jahrzehnten immer eindringlicher werden (Stichwort MINT-Förderung). Ein Teil der Bildungsfachleute setzt sich entsprechend für eine Technikförderung im Unterricht ein. Ein anderer Teil lehnt jedoch die Ansprüche von Wirtschaft und Politik ab und wehrt sich gegen eine «Instrumentalisierung» der Volksschule.

Entsprechend vielgestaltig sind heute die Bildungskonzepte und Schwerpunkte der Lehrpläne in verschiedenen Ländern. Was allen Lehrplänen gemeinsam ist: Die technische Allgemeinbildung kann der Komplexität und Vielschichtigkeit der Bezugsdisziplinen der Technik nicht gerecht werden. Umso wichtiger ist deshalb das Festlegen von Basiskonzepten, um sicherzustellen, dass den Schüler*innen die zentralen, übergeordneten Prinzipien der Technik vermittelt werden.

Bei der Definition von Basiskonzepten für die technische Allgemeinbildung gibt es – wie bei der Definition von Technik – unterschiedliche Modelle in der Literatur. Tabelle 1.2 vermittelt einen Einblick in Auflistungen von Basiskonzepten aus drei unterschiedlichen Quellen:

- › eine internationale Delphi-Studie, an der 32 Technikexpert*innen aus unterschiedlichen Ländern teilgenommen haben (Rossouw et al., 2011),
- › die «Standards for Technological and Engineering Literacy» der US-amerikanischen Vereinigung für technische Allgemeinbildung (ITEEA, 2020),
- › die «Bildungsstandards im Fach Technik für den mittleren Schulabschluss» des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI, 2007).

Ein gemeinsamer Nenner, trotz unterschiedlicher Wortwahl und Reihenfolge, findet sich in den folgenden vier Bereichen:

- › Design(ing): Innovation, Kreativität, Modellieren, Optimieren und Abstimmen
- › Systeme: Artefakte, Strukturen und Funktionen
- › Ressourcen: Stoff, Energie und Information
- › Wert und Sinn: Soziale Interaktion, Risiko, Nachhaltigkeit, Bedingungen und Folgen von Technik

Verschiedene Basiskonzepte der technischen Allgemeinbildung, zum Beispiel «Modellieren», «Strukturen und Funktionen», «Ressourcen» oder «Systeme» hängen eng mit naturwissenschaftlichen Basiskonzepten zusammen, wie sie etwa im Fachbereich «Natur und Technik» zu finden sind. Andere wie «Designing», «Innovation», «Optimieren» und «Nachhaltigkeit» lehnen sich eher an Konzepte der Fachbereiche «Textiles und Technisches Gestalten» oder «Wirtschaft, Arbeit, Haushalt» an.

Basiskonzepte technischer Allgemeinbildung

Tab. 1.2

Delphi-Studie (Rossouw et al., 2011)

- Designprozess: modellieren, optimieren, abstimmen
- Systeme: Artefakte (Design als Substantiv), Struktur
- Ressourcen: Materialien, Energie, Information
- Funktion
- Werte: Innovation, Nachhaltigkeit, Risiko, soziale Interaktion, Technikbewertung

USA (ITEEA 2020, S. 27/28)

- Designprozess: modellieren, Management, Assessment
- Systemdenken im Kleinen wie im Grossen
- Ressourcen: Geräte, Maschinen, Material, Geld, Wissen, Energie, Zeit, Menschen
- Anforderungen an neue Produkte: Sicherheit, Qualität etc.
- Kompromisse
- Optimierungen
- Kontrolle

Deutschland (VDI, 2007)

- Kreativität im technischen Problemlöseprozess
- Stoff-, Energie- und Informationsumsatz
- Strukturen, Funktionen technischer Sachsysteme und Prozesse
- Bedingungen und Folgen von Technik; Anforderungen heutiger Technik im privaten, beruflichen und öffentlichen Leben

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › *Studieren Sie die Core Concepts der ITEEA Standards auf Seite 28/29: www.iteea.org/File.aspx?id=177416&v=90d1fc43*
- › *Welche Basiskonzepte würden Sie spontan welchen Schulfächern der Schweiz zuweisen? Welche Konzepte kommen im Lehrplan 21 vor, welche nicht?*

Anstösse zum Weiterdenken

- › *Kennen Sie die Basiskonzepte Ihres eigenen Fachs? Welche theoretischen Konzepte sind in Ihrem Fach besonders wichtig? Oder sind theoretische Konzepte gar nicht wichtig?*

1.3. Lehrpläne und Standards der technischen Allgemeinbildung

Länder, in denen es ein Schulfach «Technik» gibt, entwickelten in den letzten Jahren Standards oder Kompetenzmodelle für die technische Bildung. Dieses Kapitel vermittelt einen Überblick dazu. Wenn Lehrpläne verschiedener Länder beigezogen und miteinander verglichen werden, sind allerdings die beiden folgenden Aspekte zu beachten:

- › Entwicklungen im Bildungsbereich verlaufen generell relativ langsam. Auch wenn neue Lehrpläne erstellt werden (wie in der Schweiz der Lehrplan 21), haben die Tradition und die Geschichte von Schulfächern noch über Jahrzehnte einen Einfluss auf das, was tatsächlich an den Schulen unterrichtet wird. Mit anderen Worten: Was in den Curricula steht, deckt sich nicht zwingend mit der Realität an den Schulen.
- › In Bezug auf die technische Allgemeinbildung macht sich die Trägheit des Bildungssystems besonders bemerkbar, denn die technologische Entwicklung verläuft sehr rasch und ist deutlich schneller als die Entwicklung und Umsetzung von Bildungsplänen.

Weil das Fach «Technik» in jedem Land, das ein solches Fach kennt, eine eigene Tradition und Ausprägung hat, werden in Tabelle 1.3 Lehrpläne bzw. Bildungsstandards von verschiedenen Ländern miteinander verglichen. Um Verständnis für die Unterschiede zu schaffen, finden sich im Folgenden einige wichtige Hintergrundinformationen zu den vier Ländern:

In den USA gibt es seit mehr als einem Jahrzehnt die «Standards for Technological Literacy». 2020 erschien

eine Neuauflage unter dem Titel «Standards for Technological and Engineering Literacy». Die Standards dienen in einigen Bundesstaaten als Grundlage für die Lehrpläne des Fachs «Technology & Engineering». Verglichen mit anderen Ländern ist der Einfluss der Ingenieurwissenschaften in den USA gross; dies zeigt sich insbesondere bei der Bezeichnung des Fachs. Mehr Informationen unter:

www.iteea.org/File.aspx?id=177416&v=90d1fc43

In Neuseeland gibt es ein nationales Curriculum für das Fach «Technology», das seit einigen Jahren einen Fokus auf digitale Technologien legt, aber daneben Biotechnologie genauso wie Design, Materialkunde und Innovation vermittelt. Mehr Informationen unter: nzcurriculum.tki.org.nz/The-New-Zealand-Curriculum/Technology

Schweden hat vor einigen Jahren ein nationales Curriculum für das Fach «Teknik» erstellt. Ähnlich wie der Werkunterricht in der Schweiz, hatte das Fach früher einen starken handwerklichen Bezug. Im letzten Jahrzehnt wurde es in Richtung technische Systeme, Infrastruktur und moderne Technologien (insbesondere ICT) erweitert. Das Curriculum ist in der englischen Version nicht öffentlich zugänglich. Im Folgenden die schwedische Version, die per Google-Translator übersetzt werden kann: www.skolverket.se/undervisning/sameskolan/laroplan-och-kursplaner-i-sameskolan/laroplan-lsam11-for-sameskolan-samt-for-forskoleklassen-och-fritidshemmet-i-vissafall?url=1530314731%2Fcompulsorycw%2Fjsp%2Fsubject.htm%3FsubjectCode%3DGRGRTEK01%26tos%3Dgrsam&sv.url=12.5dfce44715d35a5cdfa8d39

Kompetenzbereiche der technischen Allgemeinbildung in anderen Ländern

Tab. 1.3

USA (ITEEA, 2020)

- Merkmale von Technik und Ingenieurwesen
- Basiskonzepte der Technik
- Technikfolgen
- Einfluss von Gesellschaft auf technische Entwicklung
- Technikgeschichte
- Design
- Anwenden, unterhalten und bewerten von Technik

Neuseeland (National Curriculum 2014)

- Technisches und technologisches Wissen
- Technische und technologische Praxis
- Die Natur der Technik

Schweden (Curriculum 2017)

- Technische Lösungen verstehen
- Arbeitsweisen der Technik selber anwenden (machen, konstruieren)
- Technik, Mensch, Gesellschaft und Umwelt

Deutschland (VDI, 2007)

- Technik verstehen (Basis-konzepte)
- Technik konstruieren und herstellen
- Technik nutzen
- Technik kommunizieren
- Technik bewerten

In Deutschland wurden vor mehr als zehn Jahren Bildungsstandards für das Fach «Technik» verfasst – und zwar vom Verein Deutscher Ingenieure. Die Standards dienen in einigen Bundesländern als Grundlage für den Lehrplan im Fach «Technik». Mehr Informationen unter: www.edugroup.at/fileadmin/DAM/eduhi/data_inhalt_eduhatdl/Bildungsstandards_VDI_Technik_Sek_I_2007.pdf

Die Analogie der Standards und Kompetenzmodelle der vier Länder zum Modell der Technischen Allgemeinbildung (Abbildung 1.1) ist offensichtlich. Eine technische Allgemeinbildung soll technisches Wissen – dieses wird in den erwähnten Basiskonzepten konkretisiert –, technische Fähigkeiten oder Arbeits-

weisen und das Beurteilen oder kritische Denken und Entscheiden fördern. Diese Aspekte sind in allen vier Lehrplänen bzw. Standards vorhanden – allerdings mit unterschiedlichen Schwerpunkten. In den amerikanischen Standards für technische und ingenieurwissenschaftliche Bildung werden den Wechselwirkungen zwischen Technik und Gesellschaft in Vergangenheit und in Zukunft ein besonderes Gewicht gegeben.

Für die Systematisierung der technischen Allgemeinbildung in der Schweiz (Kapitel 2) werden die in Tabelle 1.4 dargestellten Kompetenzbereiche der technischen Allgemeinbildung verwendet.

Kurzbeschreibung der vier Kompetenzbereiche				Tab. 1.4
<p>Technik verstehen</p> <p>Basiskonzepte der Technik verstehen und anwenden, Funktionsweise von technischen Geräten, Prozessen und Systemen verstehen und erklären können.</p> 	<p>Technik nutzen</p> <p>Geräte, Maschinen und Systeme sach- und sicherheitsgerecht anwenden und entsorgen.</p> 	<p>Technik konstruieren und herstellen</p> <p>Technische Lösungen planen, entwerfen, fertigen, optimieren, prüfen und testen.</p> 	<p>Technik bewerten und BNE</p> <p>Technik unter historischer, ökologischer, wirtschaftlicher, sozialer sowie humaner Perspektive einschätzen und technikrelevante Informationen austauschen.</p> 	

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › Wählen Sie eines der vier in Tabelle 1.3 aufgeführten Länder und studieren Sie die erwähnten Lehrpläne bzw. Standards. Welches Schulfach (oder welche Schulfächer) in der Schweiz entspricht am ehesten den Anforderungen, die dort beschrieben sind?
- › Studieren Sie das neuseeländische nationale Curriculum. Könnten Sie dieses Fach unterrichten? Welche Fachleute müssten Ihnen in welchen Bereichen Unterstützung bieten?

Anstösse zum Weiterdenken

- › Sie kennen den Lehrplan 21 Ihres eigenen Fachs: Welche Aspekte des Fachs «Technik» in den USA, Deutschland oder Neuseeland werden mit Ihrem Fach abgedeckt? Welche nicht? Werden diese Aspekte von einem anderen Schulfach in der Schweiz abgedeckt oder fehlen sie?

1.4. Themen- und Handlungsfelder der technischen Bildung

Für die Vermittlung der verschiedenen Aspekte der technischen Allgemeinbildung bieten sich diverse Themen- und Handlungsfelder bzw. Kontexte an. Einen Überblick über das breite Spektrum von Themenbereichen der technischen Allgemeinbildung gibt Tabelle 1.5.

Tabelle 1.5 zeigt, dass die betrachteten Publikationen bis auf einige wenige Ausnahmen dieselben Themenbereiche definieren. Die Delphi-Studie von Rossouw (2011) erwähnt unter anderem Lebensmittel, Wasser, Medizintechnik und Sicherheit. An dieser Studie

waren Expert*innen der ganzen Welt beteiligt – auch aus Regionen, wo eine Wohnung oder der Zugang zu sauberem Wasser, Lebensmitteln und medizinischer Versorgung nicht selbstverständlich ist. In diesen Ländern werden in einer technischen Allgemeinbildung andere Schwerpunkte gesetzt als in Deutschland oder in den USA. In den USA wird dagegen Automation, künstliche Intelligenz und Robotik separat ausgewiesen. Dieses Feld hat sich in den letzten zehn Jahren (seit der Verfassung der deutschen Bildungsstandards) stark entwickelt und sollte heute in der technischen Allgemeinbildung nicht fehlen.

Delphi-Studie (Rossouw, 2011)	ITEEA, 2020	Deutschland (VDI, 2007)
<ul style="list-style-type: none">■ Produktion■ Haus / Schutz■ Transport■ Energie■ Lebensmittel, Wasser■ Medizintechnik■ Sicherheit■ Kommunikation	<ul style="list-style-type: none">■ Material Conversion and Processing■ The Built Environment■ Transportation and Logistics■ Energy and Power■ Medical and Health-Related Technologies■ Agricultural and Biological Technologies■ Information and Communication■ Computation, Automation, Artificial Intelligence, and Robotics	<ul style="list-style-type: none">■ Arbeit & Produktion■ Bauen & Wohnen■ Transport & Verkehr■ Versorgung & Entsorgung■ Haushalt & Freizeit■ Information & Kommunikation

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › Fehlt aus Ihrer Sicht ein wichtiger Themenbereich in den aufgeführten Publikationen? Falls ja, betrachten Sie eines der Grundlagendokumente (Rossouw 2011, ITEEA 2020, VDI 2007) genauer und lesen Sie die Beschreibung der verschiedenen Themenbereiche im Detail. Ist der Themenbereich, der Ihrer Meinung nach fehlt, tatsächlich vergessen gegangen?

Anstösse zum Weiterdenken

- › Welche Themenfelder wären für die technische Allgemeinbildung in der Schweiz besonders relevant?
- › Die US-amerikanische ITEEA entwickelte ein Modell zu ihren Standards, das Sie unter folgendem Link finden: www.iteea.org/STEL.aspx. Im äussersten Ring sind die Themenbereiche (Contexts) aufgeführt, im mittleren Ring die Tätigkeiten (Practices) und innen die Kompetenzbereiche. Fasst dieses Modell Ihres Erachtens das bisher Gesagte über technische Allgemeinbildung gut zusammen? Oder fehlen gewisse Aspekte, die Sie mit technischer Allgemeinbildung in Verbindung bringen?

1.5. «21st Century Skills» für eine technische Allgemeinbildung

Die allgemeinbildenden Schulen haben die herausfordernde Aufgabe, Schüler*innen auf eine ungewisse Zukunft vorzubereiten. Die immer schneller werdende technologische und gesellschaftliche Entwicklung verstärkt diese Ungewissheit. Inhalte und Kompetenzen, die an bestimmte Technologien oder Technologiefelder geknüpft sind, sind schnell überholt.

Gleichzeitig geht es bei der technischen Allgemeinbildung nicht allein darum, den Schüler*innen die Nutzung von möglichst vielen heutigen und künftigen Technologien zu ermöglichen. Die jungen Menschen sollen vielmehr in der Lage sein, technische Entwicklungen und die zugrunde liegenden gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Strukturen zu hinterfragen und mitzugestalten, damit sie als mündige Anwender*innen souverän und auch kritisch auf die Strukturen, Zwänge und Folgen reagieren können, die mit einer Technik einhergehen, die in immer mehr Lebensbereiche vordringt.

Es gibt zahlreiche Studien und Szenarien darüber, wie Gesellschaft und Arbeitswelt (z.B. Arbeit 4.0) dereinst aussehen und welche Kompetenzen in Zukunft erforderlich sein könnten (u.a. Ashoka Deutschland GmbH und McKinsey & Company, Inc. 2018; Europäische Kommission 2019; GDI Gottlieb Duttweiler Institute 2020; OECD 2018; Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft 2018). Daraus abgeleitet wurden Modelle und Kataloge für «Future Skills» und «Future learning».

Die Modelle haben unterschiedliche Flughöhen und Schwerpunkte. Es lässt sich daraus jedoch ein Gesamtbild skizzieren, das erkennen lässt, welche Kompetenzen in einer technologiegeprägten Zukunft wichtig bzw. noch wichtiger werden und wie sich dies auf die Ziele, Inhalte und den Stellenwert der technischen Allgemeinbildung als fachübergreifende Disziplin auswirkt.

Grosse Bedeutung erhalten in Zukunft Kompetenzen, die in der Terminologie des Lehrplans 21 in den Bereich der überfachlichen Kompetenzen – also der personalen, sozialen und methodischen Kompetenzen – gehören:

1. Kreativität, Innovation, Ideenfindung, Unternehmertum, Wertschaffung
2. Kritisches Denken, Zukunftsorientierung und -verantwortung, langfristige Ziele formulieren
3. Problemlösen, Analysieren
4. Vernetztes Denken, Prozesse erkennen

5. Lebenslanges Lernen, selbstständiges (digitales) Aneignen von Wissen, Verstehen und Verarbeiten von Informationen
6. Wirken in der Gruppe, Partizipation, Bewusstsein von Wirksamkeit
7. Kooperieren, interdisziplinär arbeiten, interkulturelle Kompetenzen wie Sprachen, Verständnis von globalen Märkten, unterschiedlichen Kulturen und internationalen gesellschaftlichen Herausforderungen
8. Kommunizieren, Argumentieren, Überzeugen
9. Flexibilität, Adaption, Agilität, Durchhaltevermögen, Verantwortung
10. Abgrenzung, Balance, Regeneration von digitaler Gesellschaft, Reflexion, Identität

Für die technische Allgemeinbildung sind insbesondere zwei Felder von grossem Interesse:

Die digitalen Kompetenzen der Zukunft: Diese umfassen das digitale Lernen, Kooperieren und Kommunizieren; Problemlösen; Nutzen und Erstellen von digitalen Produkten; Lesen, Verarbeiten, Bewerten und Darstellen von Daten; Kenntnisse von digitaler Ethik und Sicherheit. Der Anspruch an digitale Kompetenzen ist hoch, aber mehrere Modelle differenzieren klar zwischen Schlüsselqualifikationen für alle und solchen für Technologie-Spezialist*innen wie bspw. Analyst*innen, Informatiker*innen, Designer*innen und Software-Entwickler*innen.

Die praktischen Fähigkeiten: Damit sind handwerkliche Fähigkeiten wie «Survival skills» und Kompetenzen für Produktion, Unterhalt, Reparatur und Recycling gemeint, verbunden mit sozialen und organisatorischen Kompetenzen. Insbesondere der Bericht des Gottlieb Duttweiler Instituts (GDI) zu «Future skills» räumt den praktischen Fähigkeiten in Zukunft einen hohen Stellenwert ein:

«(...) um die Diskrepanz zwischen der Gegenwart und formulierten Zielen zu verringern, ist konkretes Verhalten gefragt. Dafür ist Selbstwirksamkeit notwendig, der Glaube daran, mit eigenen Kompetenzen etwas verändern zu können und den Mut zu haben, Fehler zu machen. [...] Um die Zukunft zu gestalten, braucht es neue Ideen, die man als Gemeinschaft umsetzt. Dazu ist kein gesamtgesellschaftlicher Konsens notwendig. Eine hochkomplexe Welt kann nicht zentral organisiert werden. Kleine Gemeinschaften, welche neue Ideen ausprobieren und voneinander lernen können, sind der Weg zu einer resilienten Gesellschaft. Durch selbstgewählte prakti-

sche Gruppenprojekte können Kinder und Jugendliche die Fähigkeiten sammeln, um innerhalb von kleinen Gemeinschaften solche Experimente zu wagen.»

Neben gesellschaftlichen Veränderungen prognostizieren die Studien auch berufliche Umwälzungen. So würden neue Berufsfelder entstehen, die seltene kognitive, emotionale, künstlerische und handwerkliche Kompetenzen erfordern. Zudem würden jedes Jahr

neue Tätigkeitsfelder und Berufsprofile in der Informatik entstehen, dies insbesondere im Zusammenhang mit künstlicher Intelligenz, Automation, digitaler Sicherheit und Datenanalyse. Auch die Wirtschafts- und Medizininformatik würde weiterwachsen. Und immer mehr Menschen, so sagen die Studien voraus, würden sich beruflich mit den Auswirkungen von alten und neuen Technologien (Recycling, Nachhaltigkeit) auseinandersetzen.

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › *Welche Fähigkeiten und Fertigkeiten sind Ihres Erachtens in Zukunft absolut zentral?*
- › *Wählen Sie drei «Future skills» aus. Können Sie diese in Ihrem Fach fördern? Falls ja, machen Sie je ein konkretes Beispiel!*

Anstöße zum Weiterdenken

- › *Diskutieren Sie mit einer Kollegin, einem Kollegen, inwiefern sich die genannten «Future skills» von Kompetenzen unterscheiden, die in den vergangenen Dekaden an Bedeutung gewannen?*
- › *Laden Sie sich eines der Grundlagendokumente zu «Future skills» oder «Future learning» herunter (siehe Links unter Literatur). Wer hat dieses Dokument aus welcher Perspektive und mit welchen Interessen geschrieben? Gibt es Aussagen, die Sie besonders überrascht haben oder die für Sie neu waren?*
- › *Skizzieren Sie, wie Ihre Schule der Zukunft aussehen würde. Sie können frei assoziieren oder aber sich an eines der Modelle von «Future Skills» beziehen. Sie finden Links auf die Modelle in der Literaturliste.*

1.6. Literatur

- › Ashoka Deutschland GmbH und McKinsey & Company, Inc. (2018). The skilling challenge. O.A. Download am 17.02.2021 von www.ashoka.org/de/files/2018theskillingchallengeashokamckinsey.pdf
- › Europäische Kommission (Hrsg.) (2019). Eurydice Brief - Digitale Bildung an den Schulen in Europa. Download am 17.02.2021 von Luxemburg op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/8bc1dd11-e8ea-11e9-9c4e-01aa75ed71a1/language-de
- › Garmire, E. M., Pearson, G., & National Academy of Engineering (2006). Tech tally: approaches to assessing technological literacy. Washington, DC: National Academies Press, 2006. Print. Freier Download am 10.6.201 von www.nap.edu/catalog/11691/tech-tally-approaches-to-assessing-technological-literacy
- › GDI Gottlieb Duttweiler Institute (Hrsg.) (2020). FUTURE SKILLS - Vier Szenarien für morgen und was man dafür können muss. Zürich. Download am 17.02.2021 von www.gdi.ch/de/publikationen/studien-buecher/future-skills
- › ITEEA – International Technology and Engineering Educators Association (2020). Standards for technological and engineering literacy: The role of technology and engineering in STEM education. Download am 17.02.2021 von www.iteea.org/STEL.aspx
- › Nationaler Lehrplan Schweden für das Fach Technik. Download am 17.02.2021 von: www.skolverket.se/undervisning/sameskolan/laroplan-och-kursplaner-i-sameskolan/laroplan-lsam11-for-sameskolan-samt-for-forskoleklassen-och-fritidshemmet-i-vissa-fall?url=1530314731%2Fcompulsorycw%2Fjsp%2Fsubject.htm%3FsubjectCode%3DGRRGRTEK01%26tos%3Dgrsam&sv.url=12.5dfce44715d35a5cdfa8d39
- › National Academy of Engineering (NAE) & National Research Council (NRC) (2002). Technically Speaking: Why All Americans Need to Know More About Technology. Washington, DC: National Academies Press.
- › New Zealand National Government. National Curriculum. Download am 17.02.2021 von nzcurriculum.tki.org.nz/The-New-Zealand-Curriculum/Learning-areas/Technology
- › OECD (2018), the future of education and skills - Education 2030. O.A. Download am 17.02.2021 von www.oecd.org/education/2030-project/
- › Rossouw, A., Hacker, M., de Vries, M.J. (2011). Concepts and contexts in engineering and technology education: an international and interdisciplinary Delphi study. International Journal of Technology and Design Education, 21/4, S. 409-424. Download am 17.02.2021 von link.springer.com/article/10.1007%2Fs10798-010-9129-1
- › Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. (Hrsg.) (o.A.). FUTURE SKILLS: WELCHE KOMPETENZEN IN DEUTSCHLAND FEHLEN. Essen. Download am 17.02.2021 von www.stifterverband.org/medien/future-skills-welche-kompetenzen-in-deutschland-fehlen
- › Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e.V. (Hrsg.) (2018). FUTURE SKILLS FÜR DIE GLOBALISIERUNG, MINT IM FOKUS. Essen. Download am 17.02.2021 von www.stifterverband.org/mediathek/future-skills-fuer-die-globalisierung
- › VDI – Verein Deutscher Ingenieure. (Hrsg.) (2007). Bildungsstandards Technik für den Mittleren Schulabschluss. Düsseldorf: VDI. Download am 17.02.2021 von www.edugroup.at/fileadmin/DAM/eduhi/data_inhalt_eduhiatdl/Bildungsstandards_VDI_Technik_Sek_I_2007.pdf

2. Technische Allgemeinbildung im Lehrplan 21

Karin Güdel, Ernest Hägni, Lorenz Möschler und Svantje Schuhmann



Ziele dieses Kapitels

- › Sie können anhand der in Kapitel 1 aufgeführten Ziele einer technischen Allgemeinbildung die Situation in der Schweiz mit dem Lehrplan 21 analysieren.
- › Sie kennen die Beiträge der Fachbereiche TTG, MI und NMG mit NT, RZG und WAH zur technischen Allgemeinbildung und können diese anhand der Kompetenzziele des Lehrplan 21 und der Kompetenzziele einer technischen Allgemeinbildung analysieren.
- › Sie können die Überschneidungen Ihres Fachbereiches mit einem der anderen Fachbereiche in der technischen Allgemeinbildung identifizieren und erkennen Möglichkeiten der sinnvollen Verbindung der Fächer.

2.1. Einleitung

In der Schweiz existiert an der Volksschule kein einzelnes Fach, in dem ausschliesslich technische Allgemeinbildung gefördert wird. Es gibt indes verschiedene Fächer, die mit unterschiedlichen Perspektiven und Zugängen zur technischen Allgemeinbildung beitragen.

Der Lehrplan 21 (D-EDK, 2014) sieht vor, dass Schüler*innen in ihrer obligatorischen Schulzeit in mindestens fünf verschiedenen Fachbereichen technische Kompetenzen erwerben. Die Frage ist, welcher Stellenwert die technische Allgemeinbildung in den einzelnen Fachbereichen hat und aus welcher Perspektive die Technik betrachtet und vermittelt wird. Weil es keine empirischen Studien dazu gibt – unter anderem, weil einige Kantone erst seit kurzer Zeit mit dem Lehrplan 21 arbeiten – wurde für das vorliegende Skript eine theoretische Analyse am Lehrplan 21 vorgenommen.

Im Rahmen der Analyse wurde für jeden Fachbereich die Anzahl Kompetenzstufen ermittelt, die zu einer der im vorigen Kapitel beschriebenen vier Kompetenzbereiche der technischen Allgemeinbildung beitragen. Die Resultate der Untersuchung sind im Folgenden in Form von Kuchendiagrammen dargestellt, welche die Anteile der vier Kompetenzbereiche am jeweiligen Fachbereich verdeutlichen (z. B. Abbildung 2.2). In

Anhang A-C findet sich eine Auflistung der angesprochenen Kompetenzstufen für jeden Fachbereich.

Die Diagramme lassen in groben Zügen erkennen, welches Gewicht der Lehrplan 21 den vier Kompetenzbereichen der technischen Allgemeinbildung beimisst. Sie lassen jedoch keine Rückschlüsse zu, wie viel Unterrichtszeit für das Fördern der einzelnen Kompetenzstufen aufgewendet werden muss. Die Grafiken geben zudem keine Hinweise darauf, welche technischen Kompetenzen an den Schulen tatsächlich vermittelt werden.

Auf die Arbeitsweisen sowie die Lehr- und Lernmethoden, die sich in der technischen Allgemeinbildung eignen, wird in diesem Skript nicht eingegangen – dazu steht in den Fachbereichen relativ viel Literatur zur Verfügung. Im Folgenden geht es in erster Linie darum, die Schwerpunkte, Grenzen und Überschneidungen der verschiedenen Fachbereiche zu identifizieren. In Anhang D sind aus diesem Grund auch noch die Querverweise zwischen den Fachbereichen aufgeführt, die zu einer technischen Allgemeinbildung beitragen.

2.2. Technische Bildung im Fachbereich «Textiles und Technisches Gestalten»

Struktur des Fachbereichs

Der Fachbereich «Textiles und Technisches Gestalten» (TTG) ist im Lehrplan 21 in drei übergeordnete Kompetenzbereiche aufgeteilt: «Wahrnehmung und Kommunikation», «Kontexte und Orientierung» und «Prozesse und Produkte». Die Bezeichnung der drei Bereiche und auch die weiterführenden Informationen in Abbildung 2.1 geben Hinweise, zu welchen der vier Kompetenzbereiche einer technischen Allgemeinbildung (siehe Kapitel 1) diese beitragen könnten. «Kontexte und Orientierung» deckt eher den Bereich «Technik verstehen» ab, «Prozesse und Produkte» die Bereiche «Technik nutzen» und «Technik konstruieren». Die Teilbereiche «Wahrnehmung» und «Gestaltungselemente» in der Übersicht verdeutlichen, dass das TTG über die technische Bildung hinaus die Wahrnehmung schulen will und der Produktgestaltung ein starkes Gewicht beimisst.

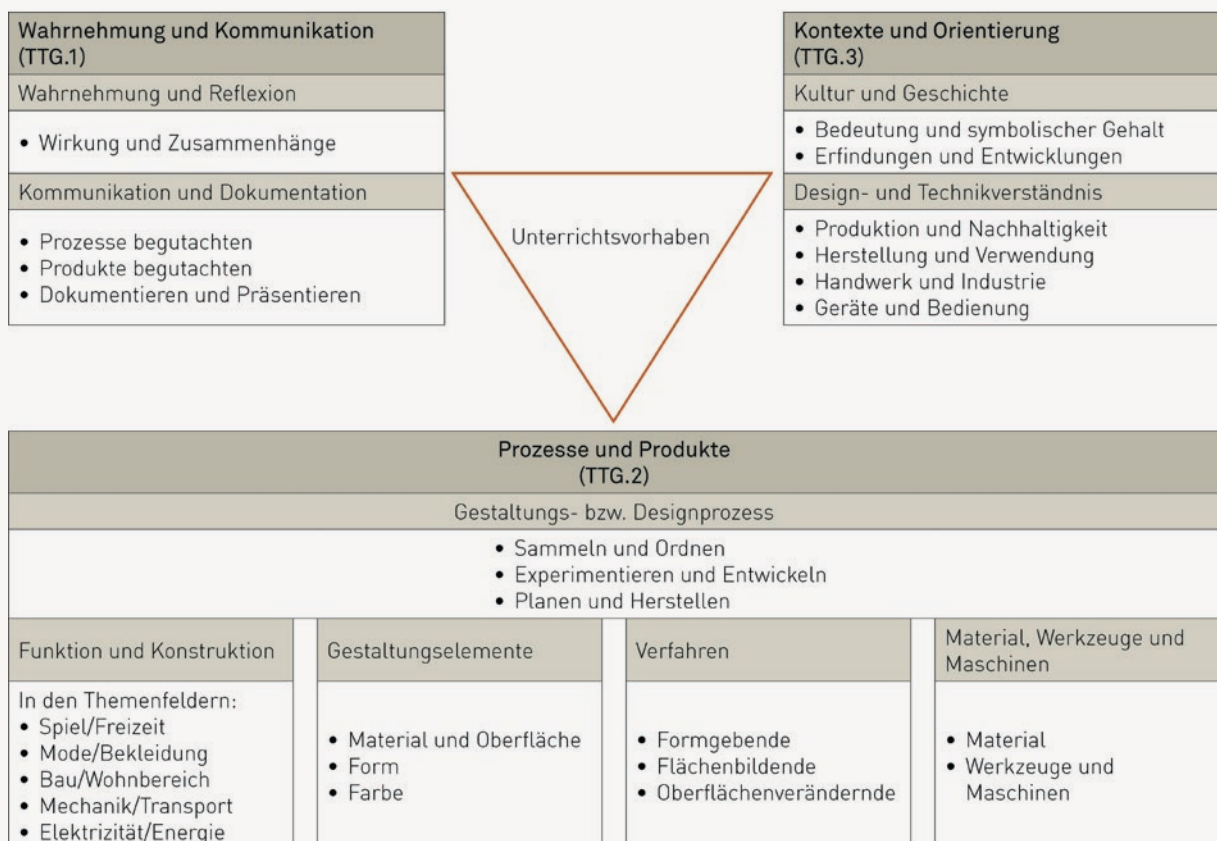
Beitrag des Fachbereichs zur technischen Allgemeinbildung

In der Form, wie der Fachbereich TTG im Lehrplan 21 angelegt ist, zeichnet er sich durch einen mehrschichtigen Beitrag an der technischen Allgemeinbildung für Schüler*innen der Zyklen 1, 2 und 3 aus.

In einem Alltag, in dem zunehmend technisch geprägte Anwendungen eine Rolle spielen, und einer Alltagsumgebung, die von rasanter technischer Entwicklung geprägt ist, schafft TTG Orientierungspunkte für die Schüler*innen. Dies sowohl auf Ebene des Verständnisses und der Benennung der Beschaffenheit der Umwelt als auch auf der Ebene der Anwendung von technischen Geräten und Maschinen. Alleinstellungsmerkmal des TTG-Unterrichts ist die handlungsorientierte Herangehensweise in Verbindung mit der Aktivierung kreativer Potenziale bei Prozessen der Problemlösung und Gestaltung.

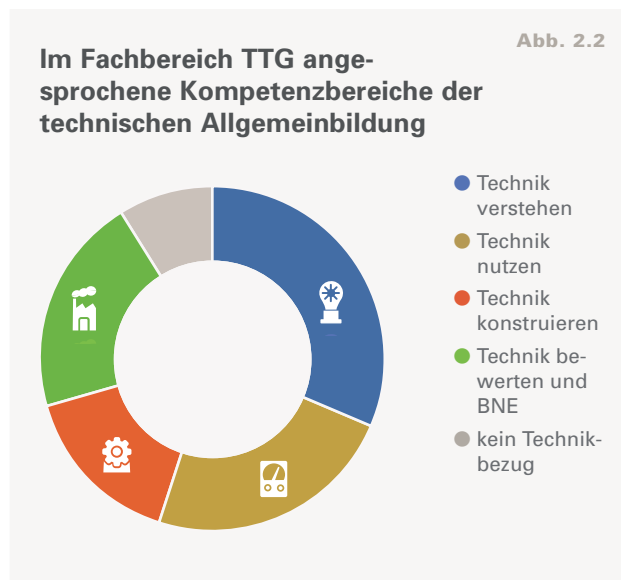
Struktur des Fachbereichs «Textiles und Technisches Gestalten»

Abb. 2.1



(Auszug aus LP21 v-fe.lehrplan.ch/index.php?code=e|7|5)

Die systematische Analyse aller Kompetenzstufen des Lehrplan 21 ergibt, dass nahezu alle Kompetenzstufen des Fachbereichs TTG zur technischen Allgemeinbildung, wie sie in Kapitel 1 beschrieben sind, beitragen. Wie Abbildung 2.2 zeigt, sind alle vier Kompetenzbereiche in beträchtlichem Umfang vertreten. Detaillierte Angaben finden sich im Anhang.



Die Auseinandersetzung mit verschiedenen Werkstoffen wie Papier, Holz, Keramik, Metall sowie Kunststoff, Garnen, Fäden, Stoffen und vielen weiteren, ermöglicht Einblicke in Materialeigenschaften, Produktionsverfahren und Anwendungsgebiete. Dazu gehören auch Aspekte der Nachhaltigkeit: Fragen wie «Was sind die Ausgangsstoffe, und wie werden die Materialien nach Gebrauch sinnvoll verwertet?» werden im Kontext der handlungsorientierten Aufgaben aufgeworfen und bilden eine Basis für die Wertschätzung der Materialien und einen umsichtigen Umgang damit.

Bei der Bearbeitung der Materialien laufen vielfältige Koordinationsvorgänge ab, die zahlreiche Sinneswahrnehmungen und ihr Zusammenwirken stimulieren. Motorische Fähigkeiten werden geschult. Das räumliche Vorstellungsvermögen wird gefördert – neben der unmittelbaren Umsetzung zusätzlich durch das Lesen von Plänen oder Schnittmustern, das Zeichnen und das Herstellen von Modellen.

Die Neugier der Schüler*innen soll sich über den schulischen Kontext hinaus auf die Umwelt ausdehnen, indem der Blick durch die Auseinandersetzungen mit Materialien und Produktionsprozessen auf die Beschaffenheit der materiellen Umwelt gelenkt wird und die Schüler*innen in dieser Hinsicht sensibilisiert oder mit einem Grundverständnis ausgerüstet werden.

In Phasen der Materialbearbeitung können die Schüler*innen zudem Neigungen entdecken und entwickeln, die als mögliche Anknüpfungspunkte für spätere berufliche Werdegänge dienen.

Durch den Einbezug der kreativen Gestaltung in die handwerklichen und technischen Unterrichtsinhalte grenzt sich der Fachbereich von einer reinen Heranführung an die Arbeitswelt ab. Über die drei Zyklen aufgebaute Handlungs- und Entscheidungskompetenzen ermöglichen es den Schüler*innen, zunehmend eigene Ideen und Lösungswege zu verfolgen und diese in einem physischen Objekt zu konkretisieren. Diese Form der individuellen Einflussnahme wirkt sich auf alle Schüler*innen im Sinne einer Erfahrung von Selbstwirksamkeit und Autonomieentfaltung fördernd und motivierend aus. Interessant ist diese Erfahrung insbesondere auch im Zusammenhang mit «21st Century Skills» (siehe Kapitel 1.5).

Die Aufgabenstellungen im Fachbereich TTG verfolgen das Ziel, das Wissen der Schüler*innen im Bereich der Gestaltung mit technischen Anwendungen zu verknüpfen. Knobeln, Tüfteln, Gestalten, Bewerten, Erproben sind Arbeitsschritte, die den Jungen und Mädchen im Prozess auf eine natürliche Weise bewusst werden, denn die Materialien, ihre Bearbeitung und Formgebung geben ihnen eine direkte Rückmeldung. Beharrlichkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Rückschläge werden trainiert und tragen zur Entwicklung der Persönlichkeit bei.

Der Einbezug digitaler Gestaltungs-, Steuerungs- und Fertigungsmethoden erfolgt noch nicht an allen Schulen in gleichem Mass. Für die Durchführung von Aufgaben mit digitalen Inhalten ist eine gewisse Infrastruktur notwendig – und vor allem Zeit für die Einführung sowie ein entsprechendes Engagement der Lehrperson, sich einzuarbeiten. Zeichenprogramme, Stickmaschinen, Schneidplotter und 3D-Drucker ermöglichen es den Schüler*innen, moderne Fertigungsprozesse der Industrie nachzuvollziehen. Zusammen mit dem neuen Fachbereich «Medien und Informatik» besteht hier grosses Potenzial.

Nicht zuletzt werden die Schüler*innen im Rahmen von TTG mit der grundlegenden Erkenntnis konfrontiert, dass neben der Möglichkeit des Konsumierens von Gütern auch jene des selber Herstellens existiert – und dass diese durchaus attraktiv und befriedigend sein kann.

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › *Beschreiben Sie in 2 bis 3 Sätzen das Besondere des Fachbereichs TTG im Zusammenhang mit technischer Allgemeinbildung. Inwiefern hebt sich der Fachbereich von den anderen Fachbereichen (Kapitel 2.3 & 2.4) ab?*
- › *Betrachten Sie die vorgestellte Analyse etwas genauer: Welche Kompetenzstufen wurden im Rahmen der vorgestellten Analyse dem Kompetenzbereich «Technik verstehen» zugeteilt? Notieren Sie mithilfe der Tabelle in Anhang A und dem Lehrplan 21 ein paar typische Kompetenzstufen in diesem Kompetenzbereich!*

Anstösse zum Weiterdenken

- › *Welche Unterrichtsinhalte oder Kompetenzen haben Ihres Erachtens im Fach «Textiles und Technisches Gestalten» nichts mit Technik zu tun? Wurden sie der Kategorie «Kein Technikbezug» zugeteilt? Falls nein – können Sie sich vorstellen, weshalb?*

2.3. Technische Bildung im Fachbereich «Natur, Mensch, Gesellschaft»

Struktur des Fachbereichs

Der Fachbereich «Natur, Mensch, Gesellschaft» (NMG) ist interdisziplinär angelegt und dadurch prädestiniert für die technische Allgemeinbildung, die ebenso interdisziplinär ist. Der Fachbereich wird ab dem 3. Zyklus (7. Schuljahr) in vier Unterfachbereiche aufgeteilt. Drei von den vier Fachbereichen der Sekundarstufe I tragen ebenfalls zur technischen Allgemeinbildung bei. Es sind dies «Natur und Technik» (NT), «Wirtschaft, Arbeit, Haushalt» (WAH) sowie «Räume, Zeiten, Gesellschaft» (RZG), wobei der Anteil der

Zyklus (7. Schuljahr) in vier Unterfachbereiche aufgeteilt. Drei von den vier Fachbereichen der Sekundarstufe I tragen ebenfalls zur technischen Allgemeinbildung bei. Es sind dies «Natur und Technik» (NT), «Wirtschaft, Arbeit, Haushalt» (WAH) sowie «Räume, Zeiten, Gesellschaft» (RZG), wobei der Anteil der

Kompetenzbereiche des Fachbereichs «Natur, Mensch, Gesellschaft»

Abb. 2.3

Kompetenzbereiche 1./2. Zyklus	Übergang zu	Kompetenzbereiche 3. Zyklus
1. Identität, Körper, Gesundheit - sich kennen und sich Sorge tragen	NT 7 WAH 4 ERG 5	Natur und Technik (NT): 1. Wesen und Bedeutung von Naturwissenschaften und Technik verstehen 2. Stoffe untersuchen und gewinnen 3. Chemische Reaktionen erforschen 4. Energieumwandlungen analysieren und reflektieren 5. Mechanische und elektrische Phänomene untersuchen 6. Sinne und Signale erforschen 7. Körperfunktionen verstehen 8. Fortpflanzung und Entwicklung analysieren 9. Ökosysteme erkunden
2. Tiere, Pflanzen und Lebensräume erkunden und erhalten	NT 8, 9 RZG 1, 3	Wirtschaft, Arbeit, Haushalt (WAH): 1. Produktions- und Arbeitswelten erkunden 2. Märkte und Handel verstehen - über Geld nachdenken 3. Konsum gestalten 4. Ernährung und Gesundheit - Zusammenhänge verstehen und reflektiert handeln 5. Haushalten und Zusammenleben gestalten
3. Stoffe, Energie und Bewegungen beschreiben, untersuchen und nutzen	NT 2, 3, 4 RZG 1	Räume, Zeiten, Gesellschaften (RZG): 1. Natürliche Grundlagen der Erde untersuchen 2. Lebensweisen und Lebensräume charakterisieren 3. Mensch-Umwelt-Beziehungen analysieren 4. Sich in Räumen orientieren 5. Schweiz in Tradition und Wandel verstehen 6. Weltgeschichtliche Kontinuitäten und Umbrüche erklären 7. Geschichtskultur analysieren und nutzen 8. Demokratie und Menschenrechte verstehen und sich dafür engagieren
4. Phänomene der belebten und unbelebten Natur erforschen und erklären	NT 6 RZG 1	Ethik, Religionen, Gemeinschaft (ERG): 1. Existenzielle Grunderfahrungen reflektieren 2. Werte und Normen klären und Entscheidungen verantworten 3. Spuren und Einfluss von Religionen in Kultur und Gesellschaft erkennen 4. Sich mit Religionen und Weltansichten auseinandersetzen 5. Ich und die Gemeinschaft - Leben und Zusammenleben gestalten
5. Technische Entwicklungen und Umsetzungen erschliessen, einschätzen und anwenden	NT 1, 5	
6. Arbeit, Produktion und Konsum - Situationen erschliessen	WAH 1, 2, 3	
7. Lebensweisen und Lebensräume von Menschen erschliessen und vergleichen	RZG 2 ERG 5 WAH 2	
8. Menschen nutzen Räume - sich orientieren und mitgestalten	RZG 2, 3, 4	
9. Zeit, Dauer und Wandel verstehen - Geschichte und Geschichten unterscheiden	RZG 5, 6, 7	
10. Gemeinschaft und Gesellschaft - Zusammenleben gestalten und sich engagieren	RZG 3 ERG 5	
11. Grunderfahrungen, Werte und Normen erkunden und reflektieren	ERG 1, 2	
12. Religionen und Weltansichten begegnen	ERG 3, 4	

(Auszug aus LP21 v-fe.lehrplan.ch/index.php?code=e%7C6%7C4)

technischen Allgemeinbildung in der genannten Reihenfolge abnimmt.

In der Abbildung 2.3 sind die Kompetenzbereiche des Fachbereichs NMG und die der Unterfachbereiche aufgeführt. Es sind folgende (wissenschaftliche) Disziplinen vertreten: Biologie, Chemie, Technik, Physik, Wirtschaft, Arbeit & Produktion, Geografie, Geschichte, Ethik und Religionen.

Beitrag des Fachbereichs zur technischen Allgemeinbildung

Die Sachunterrichts- bzw. NMG-Didaktik ist nicht nach wissenschaftlichen Disziplinen strukturiert, sondern in fünf Perspektiven gegliedert, aus denen die Themenbereiche des Sachunterrichts beleuchtet werden sollen (GDSU, 2014). Eine der fünf Perspektiven ist die «technische Perspektive». Die darin formulierten Zielsetzungen und Arbeitsweisen entsprechen in weiten Teilen den Zielsetzungen der technischen Allgemeinbildung (vgl. Kapitel 1).

Es stellt sich die Frage, welchen Stellenwert die technische Perspektive im Sachunterricht auf der Primarstufe und auf der Sekundarstufe I in NT, WAH und RZG hat. Die Lehrplananalyse gibt dazu Hinweise: Mit nahezu einem Viertel (vgl. Abbildung 2.4) entspricht der Anteil der technischen Perspektive etwas mehr als dem Fünftel, der jeder Perspektive bei einer gleichmässigen Aufteilung zustehen würde. Wobei die technische Perspektive auch naturwissenschaftliche, geografische, historische und sozialwissenschaftliche Aspekte umfasst.

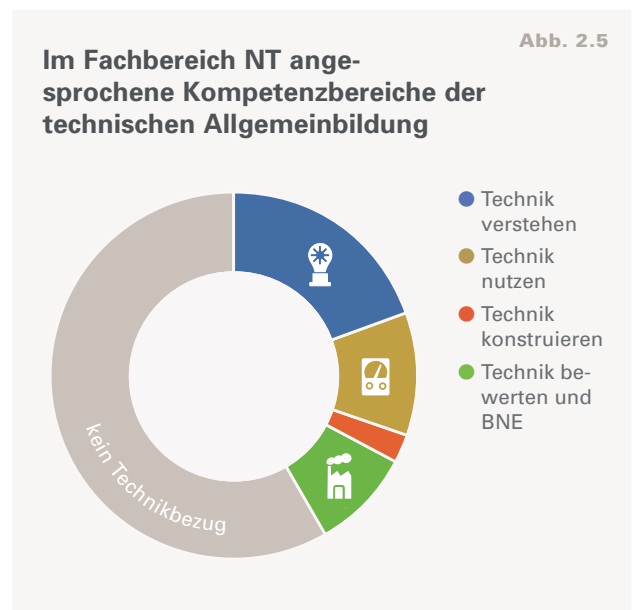
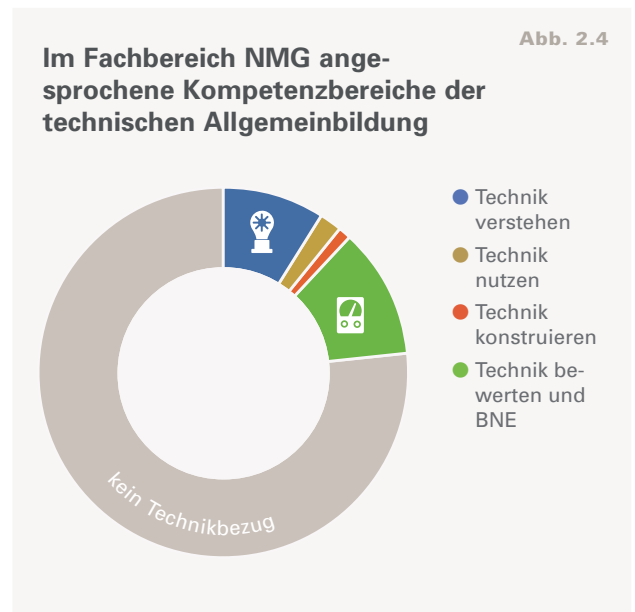
Im Kontext der technischen Allgemeinbildung haben die technisch, physikalisch und chemisch ausgerichteten Kompetenzbereiche des Fachbereichs NMG (NMG 3, 4, und 5) eine besondere Bedeutung. Insbesondere auch, weil der Stellenwert der Naturwissenschaften in der technischen Allgemeinbildung umstritten ist. Manche Technikdidaktiker*innen legen grossen Wert darauf, dass ihr Fach von den Naturwissenschaften abgegrenzt wird und dass auf die unterschiedlichen Zielsetzungen (Erkenntnisgewinn vs. Produktorientierung) hingewiesen wird.

Das Fach «Natur und Technik» des Lehrplan 21 führt die beiden Bereiche zusammen, wobei die Naturwissenschaften ein deutlich grösseres Gewicht haben. Dennoch können einige der typisch naturwissenschaftlichen Tätigkeiten und Zugänge aus Sicht des Autor*innenteams auch der technischen Allgemeinbildung zugeordnet werden – so etwa das Arbeiten im Labor, das mit der Nutzung von Technik einhergeht.

Auch der Kompetenzbereich «Technik verstehen» ist mit Inhalten des klassischen Physik- und Chemieunter-

richts untrennbar verbunden. Kann beispielsweise die Funktion eines Elektromotors erklärt werden, ohne elektromagnetische Phänomene zu erwähnen? Oder – anders gefragt: Welche Art von Verständnis brauchen Techniker*innen, damit sie etwas reparieren, entwickeln, nachbauen oder optimieren zu können? Diese Fragen lassen sich nicht eindeutig beantworten. Gerade dadurch zeigen sie auf, wie fließend die Grenze zwischen Technik und Naturwissenschaft verläuft.

In der vorliegenden Analyse des Lehrplans 21 wurden diverse Laborfertigkeiten und das Bedienen von speziellen Geräten im Labor (Mikroskop, Spannungsmesser, etc.) zum Kompetenzbereich «Technik nutzen» gezählt und es wurden naturwissenschaftliche Kompetenzen miteinbezogen, die eng mit technischen Anwendungen wie beispielsweise Stromkreis, Elektromotor, Energietransport und -speicherung etc. verknüpft sind.

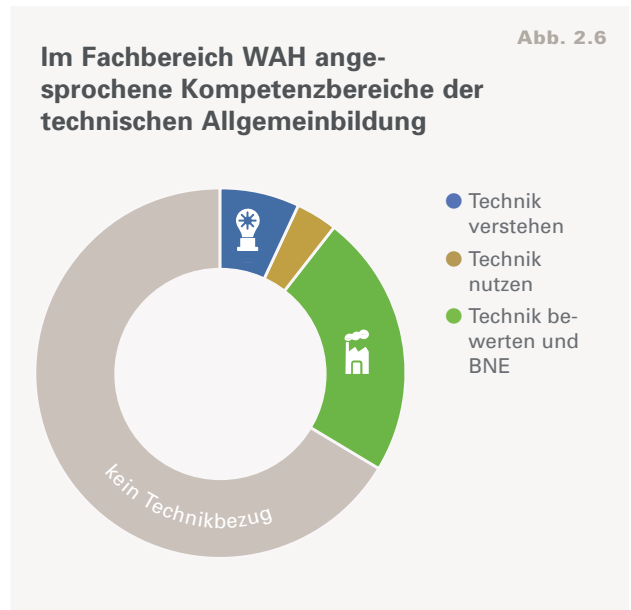


Dadurch ergibt sich ein relativ optimistisches Bild davon, wie viele technische Kompetenzen in NT gefördert werden: Mehr als 40 Prozent des gesamten Fachbereichs beinhalten technische Kompetenzen (vgl. Abbildung 2.5). Allerdings könnten diese technischen Kompetenzen im Labor noch expliziter angesprochen und in einen technischen Kontext gesetzt werden. Denn: Ohne Technik gibt es keine Naturwissenschaft!

Der Lehrplan 21 benutzt die Begriffe «Technik» oder «technisch» in den Fachbereichen WAH und RZG der Sekundarstufe I nicht explizit – bis auf einige wenige Ausnahmen (RZG 2.4 Nachrichtentechnik; 5.2 technischer Fortschritt, Technisierung). Das heisst aber nicht, dass dort keine technischen Kompetenzen gefördert werden. Die Bezüge zur technischen Allgemeinbildung werden unter anderem über die Themenbereiche (Kapitel 1.5) und über die Basiskonzepte (Kapitel 1.2) der technischen Allgemeinbildung deutlich:

- › WAH: Arbeit, Produktion, Güter, Handel & Konsum, Nahrungsmitteltechnologie
- › RZG: Ressourcen, Energie, Stadt-Land Dynamik, Mobilität, Transport, Mensch-Umwelt-Beziehung, Technikgeschichte (Industrialisierung)

Dabei stehen in den Fachbereichen WAH und RZG Wissens-, Bewertungs- und BNE-Aspekte der entsprechenden Themenbereiche im Fokus. Diese fallen unter «Technik verstehen» sowie «Technik bewerten und BNE» (vgl. Abbildung 2.6 und 2.7). Die beiden anderen Kompetenzbereiche «Technik nutzen» und «Technik konstruieren und herstellen» spielen in WAH und RZG, wie auch im NMG, kaum eine Rolle. Der kleine Anteil von «Technik nutzen» in WAH hängt zusammen mit dem sachgerechten Umgang mit Ressourcen, Geräten und Werkzeugen (insbesondere in Küche und Waschküche sowie im Textilbereich) und mit der Berücksichtigung von Sicherheitsaspekten.



Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › Beschreiben Sie in 2 bis 3 Sätzen das Besondere des Fachbereichs NMG (mit NT, RZG und WAH) im Zusammenhang mit technischer Allgemeinbildung. Inwiefern hebt sich der Fachbereich von den anderen Fachbereichen (Kapitel 2.2 & 2.4) ab?
- › Betrachten Sie die vorgestellte Analyse etwas genauer: Welche Kompetenzen wurden im Fachbereich NMG dem Kompetenzbereich «Technik verstehen» zugeteilt? Notieren Sie mithilfe der Tabelle im Anhang B und dem Lehrplan 21 einige typische Kompetenzen! Vergleichen Sie diese mit den Kompetenzen zu «Technik verstehen» im TTG.

Anstösse zum Weiterdenken

- › Welche Tätigkeiten haben Ihres Erachtens im Fach NT nichts mit Technik zu tun? Wurden sie im Rahmen der vorgestellten Analyse der Kategorie «Kein Technikbezug» zugeteilt? Falls nein – können Sie sich vorstellen, weshalb?

2.4. Technische Bildung im Fachbereich «Medien und Informatik»

Das überfachliche Modul «Medien und Informatik» wurde mit dem Lehrplan 21 neu eingeführt und stellt eine wichtige Komponente der technischen Allgemeinbildung dar. Die Kantone legen fest, wie die im Lehrplan 21 festgehaltenen Kompetenzziele von MI an ihren Schulen erreicht werden sollen. Manche führen ein eigenes Fach «Medien und Informatik» ein, wobei die Stundendotierung uneinheitlich ist. Andere Kantone integrieren das Fach in bestehende Fächer. Die nachfolgend beschriebenen Grundsätze sind noch nicht an allen Schulen realisiert, sondern sind in den nächsten Jahren erst noch umzusetzen.

Struktur des Fachbereichs

Expertinnen und Experten aus der Informatik- (didaktik), der Medienbildung/-pädagogik und der Wirtschaft trafen sich 2016 im Leibniz-Zentrum für Informatik Schloss Dagstuhl (D) zu einer Tagung zum Thema «Digitale Bildung». Zentrales Element des Abschlussdokuments (GI, 2016) ist das so genannte Dagstuhl-Dreieck, das visualisiert, dass digitale Bildung aus drei Perspektiven betrachtet werden sollte: aus einer technischen, einer anwendungsbezogenen sowie aus einer gesellschaftlich-kulturellen Perspektive (siehe Abbildung 2.8).

Der Lehrplan 21 benutzt die drei «Dagstuhl-Perspektiven» nicht explizit, unterteilt jedoch den Fachbereich in die drei Kompetenzbereiche Medien, Informatik und Anwendungskompetenzen (siehe Abbildung 2.9), die den Dagstuhl-Perspektiven zugeordnet werden können:

- › Medien – Gesellschaftlich-kulturelle Perspektive
- › Informatik – Technische Perspektive
- › Anwendungskompetenzen – Anwendungsbezogene Perspektive

Es empfiehlt sich, die Themen des Fachbereichs MI wann immer möglich bereichsübergreifend bzw. unter Berücksichtigung der drei Dagstuhl-Perspektiven zu beleuchten, um eine ganzheitliche informatische Bildung zu gewährleisten.

Beitrag des Fachbereichs zur technischen Allgemeinbildung

Im Hinblick auf die technische Allgemeinbildung ist die technologische Perspektive (Informatik) die wohl bedeutendste, da es dabei um die Funktion von digitalen Geräten geht. Bezogen auf die Kompetenzen im Lehrplan 21 geht es vor allem im Kompetenzbereich «Informatik» um das Verständnis von informati-



onsverarbeitenden Systemen. Unter anderem wird dabei drei Fragen nachgegangen:

- › Wie sind informationsverarbeitende Systeme aufgebaut und wie funktionieren sie?
- › Wie verarbeiten sie Daten?
- › Wie werden sie durch Algorithmen gesteuert?

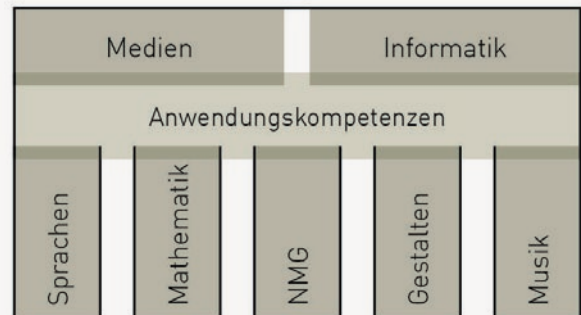
Weiter finden sich im ganzen Modul MI, vornehmlich in den separat formulierten Anwendungskompetenzen, immer wieder Forderungen nach der Nutzung bzw. Anwendung von digitalen Geräten.

Auch das überfachliche Modul MI wurde einer systematischen Analyse in Bezug auf die angesprochenen Kompetenzen unterzogen. Ähnlich wie in TTG werden sämtliche Kompetenzbereiche relativ ausgewogen berücksichtigt (vgl. Abbildung 2.10). Der Unterricht spricht jedoch auch viele Inhalte an, die mit technischer Allgemeinbildung nichts zu tun haben. Die alltägliche Nutzung von Medien ohne technischen Anspruch (kommunizieren, dokumentieren, präsentieren) wurde im Rahmen dieser Untersuchung nicht dem Bereich «Technik nutzen» zugeordnet.

Die grössten Anteile erreichen die Kompetenzbereiche «Technik nutzen» und «Technik verstehen». Dabei geht es in erster Linie um die sachgerechte Nutzung und das Verstehen des Computers sowie spezifischer Applikationen. Im Kompetenzbereich «Technik bewerten und BNE» werden in MI auch diverse Kompetenzen gefördert, insbesondere indem der reflektierte Umgang mit Medien und die Folgen medialer Handlungen thematisiert werden. Auch die Relevanz von informationsverarbeitenden Systemen oder die Unterschiede verschiedener Systeme spielen eine Rolle.

Struktur des Modullehrplans MI

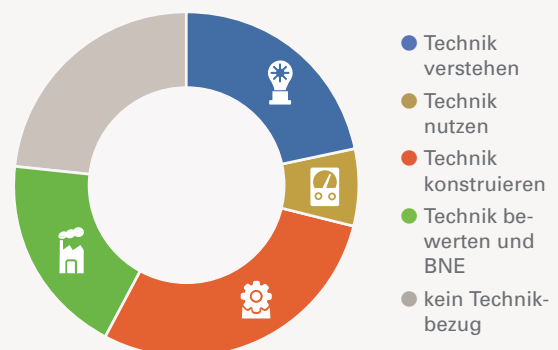
Abb. 2.9



Auszug aus LP21 <https://v-fe.lehrplan.ch/index.php?code=e|10|4>

Im überfachlichen Modul MI angesprochene Kompetenzbereiche der technischen Allgemeinbildung

Abb. 2.10



Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › Beschreiben Sie in 2 bis 3 Sätzen das Besondere des Moduls MI im Zusammenhang mit technischer Allgemeinbildung. Inwiefern hebt sich das Modul von den anderen Fachbereichen (Kapitel 2.2 & 2.3) ab?
- › Betrachten Sie die vorgestellte Analyse etwas genauer: Welche Kompetenzen wurden im Rahmen der vorgestellten Analyse dem «Technik nutzen» zugeteilt? Notieren Sie mithilfe der Tabelle im Anhang C und dem Lehrplan 21 ein paar typische Kompetenzen in diesem Kompetenzbereich. Vergleichen Sie diese mit den Kompetenzen zu «Technik verstehen» im TTG. Gibt es Gemeinsamkeiten oder Unterschiede?

Anstösse zum Weiterdenken

- › Welche Tätigkeiten im Modul «Medien und Informatik» haben Ihres Erachtens nichts mit Technik zu tun? Wurden sie der Kategorie «Kein Technikbezug» zugeteilt? Falls nein – können Sie sich vorstellen, weshalb?




















2.5. Überblick über alle fünf Fachbereiche

Die vorangegangenen Unterkapitel beschrieben die Beiträge von fünf Fachbereichen zur technischen Allgemeinbildung einerseits in Textform und andererseits in visueller Form der Kuchendiagramme. In diesem Unterkapitel werden die verschiedenen Fachbereiche einander gegenübergestellt, wobei Gemeinsamkeiten und Unterschiede deutlich werden.

Es zeigt sich, dass die beiden eher «theoretischen» Kompetenzbereiche «Technik verstehen» und «Technik bewerten und BNE» in allen Fachbereichen gefördert werden. Im WAH und RZG ist «Technik bewerten und BNE» sogar der zentrale Kompetenzbereich im Zusammenhang mit technischer Allgemeinbildung (vgl. Tabelle 2.1). Alle Fachbereiche setzen jedoch andere thematische Schwerpunkte, wobei es erhebliche Überschneidungen gibt, wie Tabelle 2.2 zeigt.

Die praktischen technischen Kompetenzen – «Technik nutzen» sowie «Technik konstruieren und herstellen» – werden dagegen nicht in allen Fachbereichen gefördert und sind stärker fachabhängig. Der Bereich «Technik nutzen» ist geprägt von den fachspezifischen Geräten und Maschinen der Fachräume. Im TTG wird mit handwerklichen Hilfsmitteln gearbeitet, im NT mit Laborgeräten, in Chemie und Physik mit mechanischen und elektrischen Messgeräten. Im MI wird hauptsächlich mit dem Computer gearbeitet. Der Kompetenzbereich «Technik konstruieren» wird in erster Linie im TTG gefördert, wo Gebrauchsgegenstände hergestellt werden. Der Anteil an «Technik konstruieren» in MI bezieht sich auf kleine Programme, die geschrieben werden. Und im NT werden gewisse physikalische Gesetzmässigkeiten mithilfe einer Konstruktion nachvollzogen (z. B. Elektromotor).

Tab. 2.1

Zusammenfassung der Lehrplan-21-Analyse					
TTG	NMG	NT	WAH	RZG	MI
					
					
(Maschinen, Geräte, Verfahren)		(Laborgeräte, Messmethoden)	(Küchen-/Haushaltsgeräte)		(Computer)
					
(Gebrauchsgegenstände)					(digitale Produkte)
					

Beiträge der einzelnen Fachbereiche des LP 21 zu den Kompetenzbereichen der technischen Allgemeinbildung: Die Grösse der Symbole entspricht etwa dem Gewicht des jeweiligen Kompetenzbereichs im entsprechenden Fachbereich. Dort, wo es kein Symbol gibt, leistet der Fachbereich keinen Beitrag.

Themenbereiche der technischen Allgemeinbildung und 5 Fachbereiche

Tab. 2.2

	TTG	NMG - NT	NMG - WAH	NMG - RZG	MI
Arbeit & Produktion	●	●	●		▶
Haushalt & Freizeit	●	●	●		▶
Bauen & Wohnen	●	●	●	●	▶
Transport & Verkehr	●	●		●	▶
Versorgung & Entsorgung	●	●	●	●	▶
Energietechnik	●	●		●	▶
Biotechnologie & Medizinaltechnik		●	●		▶
Sicherheit	●	●			▶
Information & Kommunikation		▶		▶	●
Automation, Künstliche Intelligenz und Robotik	▶				▶

Die ganzen Punkte sind als verbindliche Inhalte im LP21 ausgewiesen; die halben Punkte sind mögliche inhaltliche Ausrichtungen.

Mithilfe der in Kapitel 1.4 beschriebenen Themenbereiche der technischen Allgemeinbildung lässt sich ein weiterer Vergleich der Fachbereiche des Lehrplan 21 ziehen. Tabelle 2.2 zeigt, dass viele Themenbereiche der technischen Allgemeinbildung in mehreren Fachbereichen behandelt werden. Die schwarzen

Punkte bedeuten jedoch nicht alle dasselbe. Jedes Fach hat seinen eigenen Zugang zu den Themenbereichen der Technik. In Bereichen, wo sich mehrere Punkte auf derselben Zeile befinden, sind offensichtliche (thematische) Möglichkeiten der Zusammenarbeit über die Fächergrenzen hinweg angelegt.

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › Wählen Sie je ein Icon oder einen Punkt aus Ihrem Fachbereich in den Tabellen 2.1 und 2.2 und notieren Sie, was die ganzen bzw. halben Punkte bedeuten.
- › Überlegen Sie sich eine konkrete Aufgabenstellung für den Unterricht, die beiden Kreuzchen gerecht wird. Also eine Aufgabenstellung, die im gewählten Kompetenzbereich Kompetenzen fördert UND die thematisch im gewählten Themenbereich angesiedelt ist.
- › Wählen Sie einen Aspekt im Themenbereich «Bauen und Wohnen» und notieren Sie für jeden Fachbereich ein Kompetenzziel (aus LP21 oder frei erfunden), das zur technischen Allgemeinbildung beiträgt.

Anstösse zum Weiterdenken

- › Skizzieren Sie eine fächerübergreifende Technikwoche zum Thema «Transport und Verkehr» auf der Primarstufe. Versuchen Sie, alle Fachbereiche (TTG, NMG & MI) mit ihren Spezialitäten mit einzubeziehen.
- › Überlegen Sie sich, welche Aspekte des Themas «Robotik» den drei Dagstuhl-Perspektiven zugeordnet werden können.

2.6. Ansätze für eine fächerübergreifende technische Bildung

Zusammenarbeit zwischen TTG und NMG und speziell NT

Bei der Umsetzung von Unterrichtsvorhaben des Fachbereichs NMG werden zwangsläufig zahlreiche physikalische Gesetzmässigkeiten tangiert. Der Fachbereich TTG wiederum bietet sich dafür an, naturwissenschaftliche Erkenntnisse in einer intuitiven Weise begreifbar zu machen. Hebelgesetz, Statik, Mechanik, Elektronik, chemische Prozesse, etc. können in Experimenten, die in Anwendungen münden, unmittelbar erlebbar werden. Auf diese Weise können die Schüler*innen ein Gespür im Umgang mit technischen Anwendungen entwickeln, etwa bei der Beurteilung von Materialien oder Gewichtsverteilungen. Durch eine theoretische Unterfütterung im Unterricht – sei es im Fach selber oder in einem anderen Fach – wird eine ganzheitliche Lernerfahrung möglich. In Kapitel 4 werden drei Beispiele für einen fächerübergreifenden Ansatz zwischen TTG und NT auf Sekundarstufe I vorgestellt.

Zusammenarbeit zwischen TTG und MI

Im Making-Ansatz ist die Zusammenarbeit von TTG und MI Programm: «Making» heisst Gestalten, Herstellen, Basteln, Konstruieren und auch Reparieren mit analogen und insbesondere mit digitalen Technologien. Das kann eine einfache LED-Taschenlampe, ein T-Shirt mit temperaturabhängiger LED-Beleuchtung oder ein Roboter sein, welcher dank Sensoren Hindernisse umfahren kann. Beim «Making» werden digitale Werkzeuge wie 3D-Drucker, Lasercutter oder Schneideplotter, aber auch Sägen, Feilen und Zangen eingesetzt. Und mit unterschiedlichen Materialien, mit elektrischen Bauteilen und mit Microcontrollern entstehen digitale Produkte.

Zusammenarbeit zwischen MI und NMG und speziell NT

Mit Microcontrollerboards mit Sensoren und Aktoren können auf Volksschulstufe naturwissenschaftliche Themen aus einer interdisziplinären Perspektive angegangen werden: Der Sonarsensor eines selbst gebauten Roboters führt zu Fragen nach Schallausbreitung und -reflexion und kann Anknüpfungspunkt für Analogien bei Fledermäusen sein oder eine mit zwei Lichtschranken verwirklichte Geschwindigkeitsmessanlage verlangt für die Programmierung Kennt-

nisse über Geschwindigkeitsberechnungen. So fliessen naturwissenschaftliche Erkenntnisse in die Gestaltung von technisch-digitalen Artefakten ein oder die Artefakte führen zu naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen und Erkenntnissen.

Anwendungen von MI in anderen Fachbereichen

Im Rahmen des überfachlichen Moduls MI werden die sogenannten Anwendungskompetenzen formuliert, die als überfachliche Kompetenzen in allen Fachbereichen zum Tragen kommen, also auch in NMG und TTG:

- › Handhabung von Programmen und digitalen Geräten, Recherche von Informationen und Lernunterstützung, Präsentation von Inhalten und Produktion von digital-medialen Beiträgen. So können Erklärfilme, Animationen und Simulationen schwierig zu erschliessende Inhalte einfacher und anschaulicher zugänglich machen und individualisierte Lernwege ermöglichen.
- › Mit Smartphones und Tablets können Lernende einfach selbst Erklärfilme aufnehmen, welche nicht nur zur Verarbeitung von Inhalten oder als attraktive Präsentationsform dienen, sondern welche auch die Möglichkeit bieten, Wissen zu teilen und die als Beurteilungsanlass eingesetzt werden können.
- › Weiter kann der Einsatz von Kameras, mit oder ohne Slow-Motion- oder Zeitrafferfunktion, Beobachtungen bei Versuchen und Experimenten im Rahmen naturwissenschaftlich-technischem Unterricht unterstützen. Ausserdem können mithilfe der Sensoren von Smartphones im Unterricht verschiedenste Daten gesammelt und durch geeignete Apps visualisiert und ausgewertet werden.

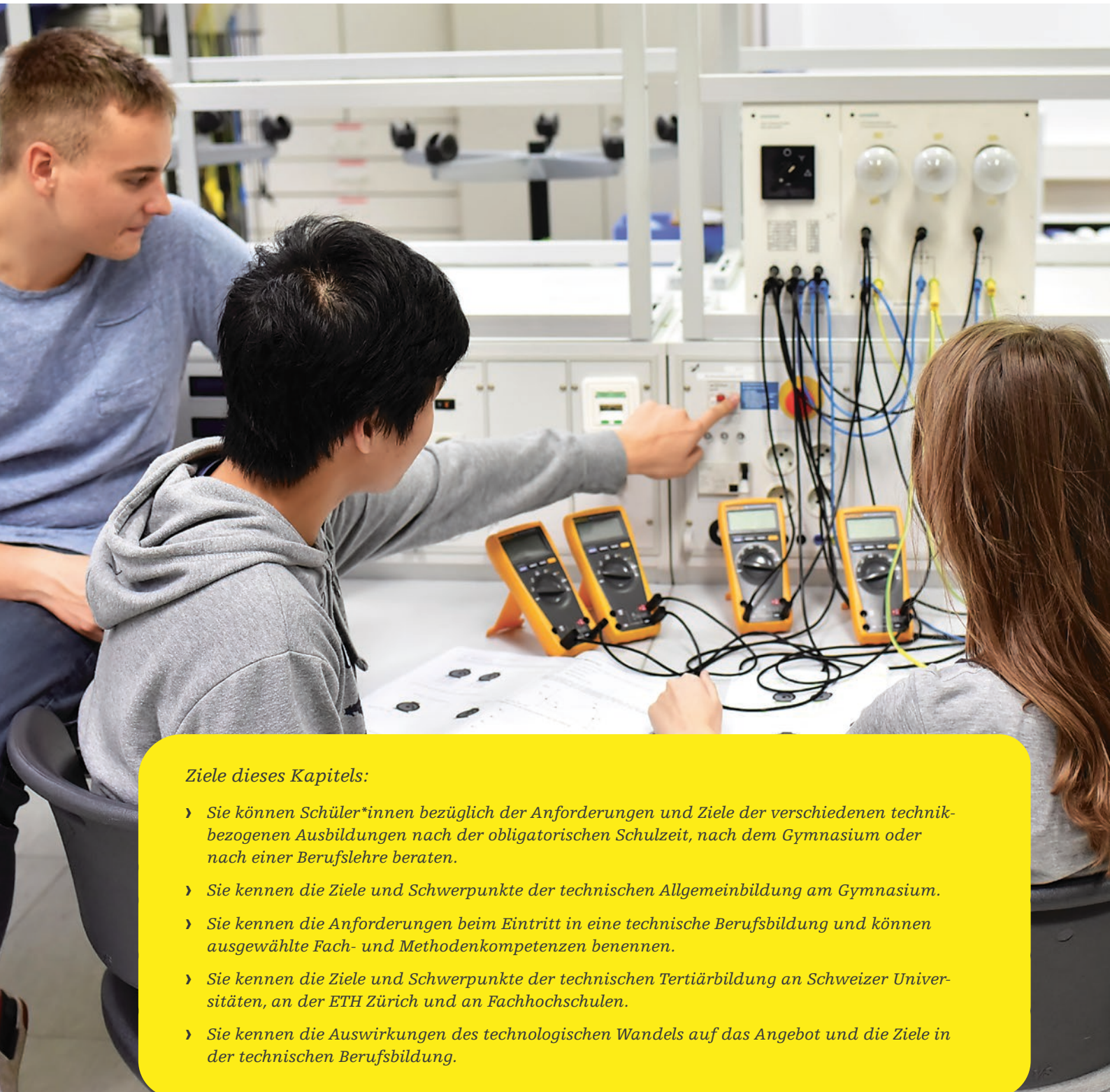
Darüber hinaus bieten Beschreibungen des Kompetenzbereichs «Informatik» weitere wertvolle Möglichkeiten, fächerverbindend zu arbeiten.

2.7. **Literatur**

- › D-EDK – Deutschschweizer Erziehungsdirektorenkonferenz (2014). Lehrplan 21. Download am 4.12.2020: www.lehrplan21.ch
- › GDSU – Gesellschaft der Didaktik des Sachunterrichts (2014). Perspektivrahmen Sachunterricht. Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts. Download am 17.02.2021 von <https://gdsu.de/content/perspektivrahmen-sachunterricht-0>
- › GI – Deutsche Gesellschaft für Informatik (2016). GI – Deutsche Gesellschaft für Informatik. Abgerufen am 2.4.2021: <http://gi.de/themen/beitrag/dagstuhl-erklaerung-bildung-in-der-digital-vernetzten-welt>

3. **Von der Schule ins Studium oder Berufsleben**

Claudia Stübi und Rainer Roth



Ziele dieses Kapitels:

- › *Sie können Schüler*innen bezüglich der Anforderungen und Ziele der verschiedenen technikbezogenen Ausbildungen nach der obligatorischen Schulzeit, nach dem Gymnasium oder nach einer Berufslehre beraten.*
- › *Sie kennen die Ziele und Schwerpunkte der technischen Allgemeinbildung am Gymnasium.*
- › *Sie kennen die Anforderungen beim Eintritt in eine technische Berufsbildung und können ausgewählte Fach- und Methodenkompetenzen benennen.*
- › *Sie kennen die Ziele und Schwerpunkte der technischen Tertiärbildung an Schweizer Universitäten, an der ETH Zürich und an Fachhochschulen.*
- › *Sie kennen die Auswirkungen des technologischen Wandels auf das Angebot und die Ziele in der technischen Berufsbildung.*

3.1. **Einleitung**

Im Lauf der Sekundarstufe I entscheiden sich die meisten Schüler*innen für eine Berufslehre oder für eine Mittelschule und dort meistens für ein inhaltliches Profil. Die technische Allgemeinbildung an der Volksschule erhält mit der Vorbereitung auf die Berufsbildung eine zusätzliche Bedeutung und Ausrichtung. Im Lehrplan 21 wird diese Vorbereitung im überfachlichen Modul «Berufliche Orientierung» konkretisiert.

Anknüpfungspunkte für technische Berufe gibt es insbesondere in den Fächern TTG, NT und MI. Auch wenn die technische Allgemeinbildung in diesen Fächern nicht in erster Linie auf eine technische Berufsbildung vorbereiten soll, ist es wünschenswert, wenn Lehrpersonen über die Möglichkeiten, Anforderungen und Ziele verschiedener technischer Ausbildungswege Bescheid wissen. Damit sind sie in der

Lage, mit technisch interessierten Mädchen und Jungen über die vielfältigen Möglichkeiten in der weiteren Ausbildung zu diskutieren.

Dieses Kapitel fasst zunächst die Anforderungen und Ziele des Gymnasiums, der technischen Berufsbildung und der technischen Tertiärbildung anhand ausgewählter Beispiele zusammen. Abschliessend wird erörtert, wie sich der technische Wandel auf alle Ausbildungsgänge auswirken wird.

3.2. **Ziele der technischen Allgemeinbildung an Gymnasien**

Gymnasien sind allgemeinbildende Schulen auf Sekundarstufe II. Absolvent*innen mit einer gymnasialen Maturität können ohne Zugangsprüfung ein Studium an einer universitären oder pädagogischen Hochschule aufnehmen. Nach Absolvierung eines Berufspraktikums steht auch das Studium an einer Fachhochschule offen (siehe Kapitel 4.2.2).

In den akademischen Grunddisziplinen sind Vertiefungen und Spezialisierungen möglich. Als Schwerpunktfächer stehen Gymnasiast*innen zwei Richtungen zur Auswahl, die einen direkten Bezug zu Technik- und Ingenieurwissenschaften haben: «Physik und Anwendungen der Mathematik» sowie «Biologie und Chemie». Design und Architektur werden im Rahmen des Schwerpunkts «Bildnerisches Gestalten» unterrichtet. An einzelnen Gymnasien können Studierende dieses Schwerpunkts zusätzlich das Fach «Textiles und Technisches Gestalten» (TTG) als Fakultativfach belegen.

Gemäss dem Rahmenlehrplan für die Maturitätsschulen von 1994 (EDK 1994, S. 6) kann und darf das Gymnasium aber nicht...

«Propädeutik für einzelne Wissenschaftszweige betreiben; vielmehr müssen die Schülerinnen und Schüler zur allgemeinen Hochschulreife bzw. Studierfähigkeit geführt werden; sie sollen in der Wahl ihres Studiums bzw. einer anspruchsvollen höheren Berufs- oder Fachausbildung frei sein.»

Entsprechend gehören zu den obligatorischen Grundlagenfächern unter anderem Mathematik, Biologie, Chemie, Physik. In diesen Fächern erwerben sämtliche Gymnasiast*innen grundlegende Kompetenzen, unabhängig von ihrer Schwerpunktwahl.

An Gymnasien angestrebte Technikkompetenzen

Im Rahmenlehrplan für die Maturitätsschulen wird unter anderem das folgende allgemeine Ziel aufgeführt:

«Nutzen und Risiken der neuen Technologien verstehen mit Überlegungen zu Berechtigung, Bedeutung,

Wert, aber auch Grenzen und Risiken von Technologien und Technik.»

Technische Allgemeinbildung findet – wie an der Volksschule – in verschiedenen Fächern statt, verteilt auf mehrere Grundlagenfächer und fokussiert in Schwerpunkt- oder Ergänzungsfächern. Die Tabelle 3.1 zeigt eine exemplarische Auswahl von technischen Kompetenzen aus dem Rahmenlehrplan. Es werden primär Kompetenzen genannt, die den fächerübergreifenden Charakter und die umfassende Definition der technischen Allgemeinbildung verdeutlichen.

Die Schweizer Gymnasien führen Informatik als obligatorisches Fach auf das Schuljahr 2022/2023 ein. Bisher ist es Ergänzungsfach und zudem in den einzelnen Fachunterricht integriert, beispielsweise als «Methoden und Medien» in Geografie: Geografische Informationssysteme (GIS) werden eingesetzt und vermitteln einen Einblick in die Anwendung elektronisch gestützter Raumanalysen.

Fachübergreifende und projektorientierte Formate der technischen Allgemeinbildung an Gymnasien bieten beispielsweise die «Technikwochen» an der Kantonsschule Kollegium in Schwyz oder die «Summerschools» des Gymnasiums Lerbermatt (Köniz, BE) an der EPFL in Lausanne (VD). Die Kantonsschule Wohlen (AG) bietet das Fach «ENATECH» (Experimentelle Naturwissenschaften und Technologie) an, um einzelne Teilbereiche der Biologie, Chemie, Informatik, Mathematik und Physik in konkreten Projekten miteinander zu verknüpfen. Die Kantonsschule Wettingen (AG) hat mit dem Fach «ETNA» (Experimentelle Technik und Naturwissenschaften) ein vergleichbares Angebot geschaffen.

Der Kanton Zug bietet beispielsweise technikbezogene Ergänzungsfächer an: «Angewandte Gestaltung», «Geometrisches Praktikum», «Programmieren und Technik» (mit Aspekten aus den Fächern «Angewandtes Gestalten», Physik und Informatik), «Naturwissenschaftliches Propädeutikum».

Tab. 3.1

Ziele und Kompetenzen, die zur technischen Allgemeinbildung am Gymnasium beitragen

	Allgemeine Ziele	Grundkenntnisse, Grundfertigkeiten, Grundhaltungen
Physik	<ul style="list-style-type: none"> Der Physikunterricht zeigt, dass sich physikalisches Verstehen dauernd entwickelt und wandelt. Physikalische Bildung erlaubt, zwischen blindem Glauben an das technisch Machbare und unkritischer Technikfeindlichkeit zu vermitteln. 	<ul style="list-style-type: none"> Physikalische Grunderscheinungen und wichtige technische Anwendungen kennen, ihre Zusammenhänge verstehen sowie über die zu ihrer Beschreibung notwendigen Begriffe verfügen. Probleme erfassen, formulieren, analysieren und lösen. Einfache Experimente planen, aufbauen, durchführen, auswerten und interpretieren. Verantwortlich handeln und sich das nötige Wissen aneignen. Die Folgen der Anwendungen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse auf Natur, Wirtschaft und Gesellschaft in Betracht ziehen.
Chemie	<ul style="list-style-type: none"> Der Chemieunterricht macht deutlich, was die Folgen von Produktion und Verbrauch von Gütern bezüglich Umweltbelastung sind und zeigt die Notwendigkeit, den Einfluss des Menschen auf die Umwelt einzuschränken. 	<ul style="list-style-type: none"> Klarheit gewinnen darüber, dass die Chemie mit den anderen Naturwissenschaften eng verknüpft ist und dass naturwissenschaftliche Erkenntnis nur in transdisziplinärer Zusammenarbeit mit Technik und Geisteswissenschaften zur Lösung der Probleme unserer Zivilisation beitragen kann.
Biologie		<ul style="list-style-type: none"> Optische, elektronische und andere Hilfsgeräte anwenden.
Geografie		<ul style="list-style-type: none"> Die Wechselwirkungen zwischen den Daseinsfunktionen des Menschen (Wohnen, Arbeiten, Freizeit) und der Umwelt verstehen und beurteilen.
Geschichte		<ul style="list-style-type: none"> Die wichtigsten Epochen der Geschichte, mit Einbezug der Schweiz und im Hinblick auf die Gegenwart, in folgenden Bereichen kennen: kulturelle Prägungen (Kunst, Religion, Wissenschaft, Technik).

Philosophie	<ul style="list-style-type: none"> (...) Auseinandersetzung mit der eigenen Identität, mit Wissenschaft und Technik oder Gesellschaft und Umwelt. 	<ul style="list-style-type: none"> An Denk- und Verhaltenssysteme, Techniken und Sozialstrukturen den Anspruch stellen, dem Menschen angemessen und in Bezug auf die Folgen verantwortbar zu sein.
Wirtschaft und Recht	<ul style="list-style-type: none"> Wirtschaft und Recht wirken auch auf andere Gebiete wie z. B. Technik und Kunst ein. Diese Wechselwirkungen zwingen zu vernetztem und interdisziplinärem Denken. Die Jugendlichen erkennen, dass Wirtschaften zum Selbstzweck werden kann. Dabei stossen sie auf die Fragestellung, ob alles technisch und ökonomisch Machbare auch wirklich durchgeführt werden soll. 	<ul style="list-style-type: none"> Einfachere wirtschaftliche und rechtliche Sachverhalte mit ihren Zielkonflikten und mit ihren Wechselwirkungen auf die technologische, ökonomische, natürliche, kulturelle und soziale Umwelt beschreiben und beurteilen. Sich der Endlichkeit natürlicher Ressourcen bewusst sein.
Bildnerisches Gestalten	<ul style="list-style-type: none"> Der Unterricht soll die Jugendlichen im visuellen und gestalterischen Bereich zu kompetenten, kritischen und für ästhetische Fragen sensibilisierte Menschen heranbilden. 	<ul style="list-style-type: none"> Gestalterische Probleme erkennen und selbstständige Lösungen finden. Verschiedene Medien und Techniken in den Gestaltungsprozess integrieren. Mit Experimentierfreude und Risikobereitschaft gestalten. Die eigenen kreativen Möglichkeiten ergründen und entfalten. Im eigenen Schaffen Intensität und Ausdauer entwickeln. Mit Materialien angemessen und sorgfältig umgehen.
Informatik (als Ergänzungsfach)		<ul style="list-style-type: none"> Menschliches Denken mit Denkmodellen in künstlichen Systemen vergleichen. Informatikkenntnisse praktisch in einem Projekt anwenden können. Den Sinn für die Problemanalyse, für logische Abläufe sowie für Beziehungen und Strukturen entwickeln (z. B. einfache Algorithmen interpretieren bzw. entwerfen, Programme lesen und erklären oder Abläufe bei der Benutzung von Anwenderprogrammen erfassen). Mit den neuen Informationstechniken verantwortungsvoll umgehen. Eine Einstellung zu den Problemen der Informatik aus der Sicht ethischer Grundnormen entwickeln.
Anwendungen der Mathematik	<ul style="list-style-type: none"> Der Unterricht in Anwendungen der Mathematik möchte das Interesse an der Entwicklung von effektiven Problemlösestrategien in verschiedenen Gebieten wecken und dabei Erfahrung und Erfolgserlebnisse vermitteln. 	<ul style="list-style-type: none"> Anwendungsgebiete der Mathematik in Wissenschaft und Technik an Beispielen kennen. Datenstrukturen aufbauen und analysieren. Dynamische Systeme und Prozesse erkennen und bearbeiten. Mit den Arbeitsmethoden der modularen Problemlösung vertraut werden. Simulationsmodelle entwickeln und anwenden. Technische Hilfsmittel einsetzen. Realisierbare Lösungen anstreben und prüfen.

Maturitätsquoten und Eintritt in ein MINT-Studium

Der 2020 erschienene Bericht des Bundesamtes für Statistik BFS (BFS, 2020) zu den Bildungsabschlüssen zeigt, dass 2019 21 Prozent der Maturitätszeugnisse im Schwerpunktfach «Biologie und Chemie» erworben wurden und 12 Prozent der Maturand*innen in «Physik und Anwendungen der Mathematik» abschlossen. Insgesamt verfügen also ein Drittel der Maturand*innen über einen mathematisch-naturwis-

senschaftlich und damit auch technisch geprägten Abschluss.

Betrachtet man die Herkunft der Studierenden in einem MINT-Studienfach an einer Universität oder an der ETH, zeigt sich, dass rund 60 Prozent von ihnen schon im Gymnasium einen MINT-Schwerpunkt gewählt hatten (SKBF, 2018). Die Untervertretung der Frauen in MINT-Fächern auf Gymnasialstufe überträgt sich an die Hochschulen: Der geringe Frauenanteil in den exakten Wissenschaften mit dem Schwer-

punkt «Physik und Anwendungen der Mathematik» am Gymnasium (2019 weniger als ein Viertel) bedeutet, dass auch wenig Frauen an MINT-Hochschulen studieren.

Übertrittsmöglichkeiten in die Berufsbildung

Für Maturand*innen, die nach dem Gymnasium eine Berufslehre anhängen, verkürzt sich die reguläre Ausbildungszeit in der Regel um ein Jahr. Ein besonderes Angebot für sie sind ausserdem die um zwei Jahre verkürzten sogenannten Way-up-Lehren in den Berufen Automatiker*in, Elektroniker*in, Informatiker*in, Konstrukteur*in, Polymechaniker*in, Mediamatiker*in sowie Zeichner*in in den Fachrichtungen Architektur oder Ingenieurbau.

Die Ausbildungen an Fachhochschulen erfordern von Interessierten mit Maturität aber ohne Berufslehre in

der Regel ein Praktikum oder mindestens ein Jahr Berufserfahrung in einem bestimmten Gebiet. Allenfalls sind Aufnahmeprüfungen zu bestehen. Eine Ausnahme findet sich beispielsweise an der FHNW: Dank umfangreichen Industriephasen steht das Studium «Mechatronik trinational» auch Maturand*innen ohne vorgängiges Praktikum offen (vgl. Hochschule für Technik FHNW, 2020a).

Einige Fachhochschulen bieten Vorkurse in Technik und Informatik, Architektur sowie Bauingenieurwesen an, die sich gezielt an Gymnasiast*innen richten. An der FHNW beispielsweise sind dies der «Vorbereitungskurs Programmieren» und der «Crashkurs Engineering». Der Crashkurs führt Teilnehmende in das vielfältige Tätigkeitsfeld einer Ingenieurin oder eines Ingenieurs ein. Dazu gehören das Planen, Entwerfen, Berechnen, Konstruieren, Herstellen oder Testen von Produkten im Rahmen von Werkstatt- und CAD-Kursen und solchen zu Elektronik, Robotik und Systemtechnik (Hochschule für Technik FHNW, 2020b).

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › *Welches Schwerpunktfach am Gymnasium empfehlen Sie einer/einem technisch interessierten und schulisch starken Schüler*in?*
- › *In welchem oder welchen der in Tabelle 3.1 aufgeführten Fächer werden am meisten Technikkompetenzen gemäss Kapitel 2 gefördert?*

Anstösse zum Weiterdenken

- › *Stellen Sie sich vor, am Gymnasium gibt es ein Fach «Technik». Wie müsste dieses Fach ausgerichtet sein, um die allgemeine Maturitätsbildung sinnvoll zu erweitern? Skizzieren Sie die Schwerpunkte eines Fachs «Technik» und nennen Sie je drei Argumente für und gegen ein solches Fach.*

3.3. Anforderungen und Ziele der technischen Berufsbildung in Berufsschulen und Lehrwerkstätten

Die berufliche Grundbildung vermittelt die zur Ausübung eines Berufes notwendigen Fertigkeiten und Kenntnisse. Sie erfolgt in der Schweiz in einer zweijährigen Grundbildung mit eidgenössischem Berufsattest (EBA) oder einer drei- bis vierjährigen Grundbildung mit eidgenössischem Fähigkeitszeugnis (EFZ).

Absolvent*innen der drei- bis vierjährigen Grundbildung können die eidgenössische Berufsmaturität erlangen, welche die berufliche Ausbildung mit erweiterter Allgemeinbildung ergänzt. Inhaber*innen eines eidgenössischen Berufsmaturitätszeugnisses verfügen dadurch über eine doppelte Qualifikation: Sie haben einen Beruf – sind also qualifiziert, um sich auf dem Arbeitsmarkt zu bewerben – und sind berechtigt, ein Fachhochschulstudium aufzunehmen.

Die berufliche Grundbildung in der Schweiz erfolgt mehrheitlich nach einem dualen System: Die berufspraktische Ausbildung an drei bis vier Tagen in einem Lehrbetrieb wird ergänzt durch den theoretischen Unterricht (berufsbildende und allgemeinbildende Fächer) an einem bis zwei Tagen an der Berufsfachschule. Zusätzlich besuchen die Lernenden überbetriebliche Kurse, in denen sie spezifische berufspraktische Fertigkeiten und Arbeitsmethoden vertiefen.

Anforderungen beim Eintritt in die Berufsbildung

In der Schweiz werden rund 250 Berufe in der beruflichen Grundbildung angeboten. Eine grosse Anzahl davon sind Berufe, in denen es um «Technik konstruieren, herstellen und nutzen» geht, aber auch um «Technik verstehen und bewerten». Viele Berufsausbildungen verfügen also über einen Zugang zum Fachbereich Technik – sei es abstrakt, analytisch, logisch, handwerklich, praktisch, gestalterisch oder kreativ.

Tabelle 3.2 zeigt exemplarisch anhand einer Auswahl von Berufen, welche Anforderungen an die Technikkompetenzen der Lehrstellensuchenden gestellt werden. Dazu wurden einzelne, in den Anforderungsprofilen (Schweizerischer Gewerbeverband sgV, 2020) aufgeführte und technikbezogene Kompetenzen identifiziert und überprüft, bei welchen Berufen sie als relevant eingestuft werden.

In Tabelle 3.3 sind die Inhalte von drei Berufseignungstests des kommerziellen Anbieters Multicheck für die Berufsrichtungen «Technisch», «ICT» und «Gewerbe» dargestellt. Die Stichwörter verdeutlichen, welche Kompetenzen von Bewerber*innen erwartet werden. Fett ausgezeichnet sind die Inhalte mit Technikbezug, die sich je nach Berufsbereich unterscheiden: Technisches Verständnis, IT-Grundwissen, praktisches Grundwissen. Beim technischen Verständ-

Auswahl an Kompetenzen in beruflichen Anforderungsprofilen

Tab. 3.2

	Mathematisch-naturwissenschaftlich			Handwerklich, praktisch			gestalterisch, kreativ		
	Einschätzen und beurteilen	Entwickeln und umsetzen	genaue, sorgfältige Arbeitsweise	handwerkliches Geschick	systematische Arbeitsweise	praktisches Verständnis	Kreativität bei der Lösungssuche	zeichnerische Begabung	Sinn für Formen und Farben
Laborant*in (Chemie)	●	●	●	●					
Architekturmodellbauer*in	●	●	●	●				●	●
Maurer*in				●		●			
Medientechnolog*in							●		
Zeichner*in		●	●					●	
Logistiker*in	●			●		●			
Elektroinstallateur*in	●		●	●					
Informatiker*in					●		●		

Multichecks aus den Berufsbereichen «Technisch», «ICT» und «Gewerbe»

Tab. 3.3

Multicheck® Technisch	Multicheck® ICT	Multicheck® Gewerbe
■ Deutsch	■ Deutsch	■ Deutsch
■ Englisch	■ Englisch	■ Mathematik
■ Mathematik	■ Mathematik	■ Logik
■ Logik	■ Logik	■ Konzentration
■ Konzentration	■ Konzentration	■ Merkfähigkeit
■ Kurzzeitgedächtnis	■ Kurzzeitgedächtnis	■ Vorstellungsvermögen
■ Merkfähigkeit	■ Merkfähigkeit	■ Praktisches Grundwissen
■ Vorstellungsvermögen	■ Vorstellungsvermögen	■ Textschreiben
■ Technisches Verständnis	■ IT-Grundwissen	
■ Organisationsfähigkeit	■ Organisationsfähigkeit	
■ Textschreiben	■ Textschreiben	

nis wird beispielsweise abgefragt, welche alltäglichen, technischen Artefakte Linsen oder Hebel enthalten.

Ausgebildete Fachkompetenzen

Ein Blick in die Anforderungsprofile verschiedener Berufsausbildungen zeigt, dass je nach Beruf sehr unterschiedliche technische Kompetenzen ausgebildet werden. Dies gilt bereits beim Vergleich von klassisch technischen Berufen wie Sanitärinstallateur*in, Elektroinstallateur*in und Informatiker*in (vgl. Berufe mit vielen in Fettschrift ausgezeichneten Verben in Tabelle 3.4). Weiter würden Berufe wie Augenoptiker*in oder Zeichner*in von vielen vermutlich nicht auf Anhieb zu den technischen Berufen gezählt. Deren Profile zeigen indes diverse Anforderungen, die Technikkompetenzen erfordern: schleifen, einpassen, reparieren, vermessen, planen etc.

Die Kompetenzen, die Lernende während ihrer beruflichen Grundbildung erwerben sollen, sind in den Bildungsplänen der zuständigen Organisation der Arbeitswelt (Oda) als Handlungskompetenzen aufgeführt. Die Abbildungen aus den Bildungsplänen der Berufe Elektroinstallateur*in (Abbildung 3.1), Laborant*in (Abbildung 3.2) und Architekturmodellbauer*in (Abbildung 3.3) zeigen, wie Handlungskompetenzen jeweils strukturiert und welche Fachkompetenzen ausgebildet werden.

In den Bildungsplänen der Berufe werden die formulierten Fachkompetenzen mit Kompetenzstufen von K1 bis K6 ergänzt, die zu erreichen sind (Tabelle 3.5).

Mehrheitlich fordern die Bildungspläne der genannten Berufe Kompetenzen bis zu Stufe K3 und gehen selten darüber hinaus. Dabei wird eine Kompetenz an den verschiedenen Lernorten bis zu unterschiedlichen Stufen ausgebildet. Dies verdeutlicht das Potenzial der

Typische Tätigkeiten einer Berufsausbildung

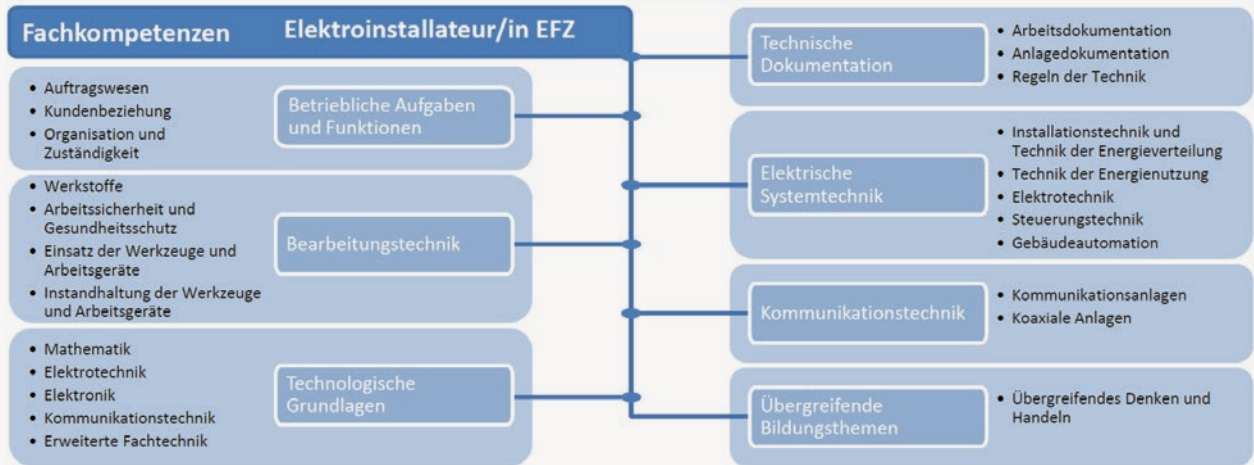
Tab. 3.4

Laborant*in (Chemie)	planen, berechnen, aufbauen, beobachten , protokollieren, analysieren
Maurer*in	mauern, schalen, betonieren, versetzen, verputzen, ausheben
Medientechnolog*in	layouten, zusammenführen, einstellen, drucken, prüfen , wählen, einfüllen, stapeln
Zeichner*in	vermessen , zeichnen, planen , kontrollieren, besprechen, berechnen
Logistiker*in	kontrollieren, verbuchen, bereitstellen, lagern, verladen, zustellen
Elektroinstallateur*in	installieren, verdrahten, messen, prüfen, reparieren, programmieren
Informatiker*in	planen, entwickeln, installieren, testen, warten, instruieren
Augenoptiker*in	beraten, verkaufen, schleifen, einpassen, beurteilen , begründen, reparieren

Fett markiert sind Tätigkeiten, welche technische Kompetenzen gemäss Kapitel 1 erfordern.

Kompetenzen im Bildungsplan für Elektroinstallateur*in EFZ

Abb. 3.1



Aus dem Bildungsplan Elektroinstallateur*in (Verband Schweizerischer Elektro-Installationsfirmen VSEI, 2015)

Fachkompetenzen im Bildungsplan für Architekturmodellbauer*in EFZ

Abb. 3.2

Handlungskompetenzbereiche		Berufliche Handlungskompetenzen		
1	Planen der Aufträge und Organisieren der Arbeiten	1.1 Aufträge analysieren und Offerten erstellen	1.2 Arbeiten vorbereiten und organisieren	
		2.1 Werkstoffe verarbeiten und bearbeiten	2.2 Bauelemente entwickeln und konstruieren	2.3 Komplexe Modelle erstellen
2	Entwerfen und Gestalten von Architekturmodellen	2.4 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sicherstellen	2.5 Umweltschutz sicherstellen	2.6 Werkzeuge, Geräte und Anlagen instand halten

Aus dem Bildungsplan Architekturmodellbauer*in (Verband Architekturmodellbau, 2017)

Fachkompetenzen im Bildungsplan für Laborant*in EFZ

Abb. 3.3



Adaptiert aus dem Bildungsplan Laborant*in (Fachverband Laborberufe, 2013)

unterschiedlichen Umgebungen und Methoden an den drei Lernorten «Betrieb», «Berufsfachschule» und «überbetriebliche Kurse». Die beiden Beispiele in den Tabellen 3.6 und 3.7 sollen dies erläutern.

Die im Beispiel in Tabelle 3.7 genannte Stufe K6 (und auch K5) findet sich in den Bildungsplänen eher selten. Wie auch in diesem Fall, lässt sich nicht erkennen, ob eine Bewertung tatsächlich stattfindet bzw. ausgebildet oder eingefordert wird. Es bleibt genauer zu untersuchen, ob in der Praxis diese Stufe selten angestrebt wird – oder ob sie einfach in den Bildungsplänen nicht entsprechend ausgewiesen wird. Im Hinblick auf den angestrebten durchgehenden Kompetenzaufbau in Bereichen wie «Technik bewerten» und «Technik optimieren» wäre dies aufschlussreich.

Mehr Gewicht bekommt «bewerten und optimieren» in den Methodenkompetenzen, wie der folgende Abschnitt zu den ausgebildeten Methodenkompetenzen zeigt.

Taxonomie Kompetenzstufen K1 bis K6

Tab. 3.5

K-Stufe	Bedeutung
K1 (Wissen)	Informationen wiedergeben und in gleichartigen Situationen abrufen.
K2 (Verstehen)	Informationen nicht nur wiedergeben, sondern auch verstehen.
K3 (Anwenden)	Informationen über Sachverhalte in verschiedenen Situationen anwenden.
K4 (Analyse)	Sachverhalte in Einzelelemente gliedern, die Beziehung zwischen Elementen aufdecken und Zusammenhänge erkennen.
K5 (Synthese)	Einzelne Elemente eines Sachverhalts kombinieren und zu einem Ganzen zusammenfügen oder eine Lösung für ein Problem entwerfen.
K6 (Bewertung)	Bestimmte Informationen und Sachverhalte nach Kriterien beurteilen.

Beispiel Kompetenzen Laborant*in

Tab. 3.6

Richtziel 1.5.5: Laborant*innen erkennen die Funktionsweise von Laborgeräten, bedienen diese fachgerecht und führen einfache Wartungsarbeiten nach Vorschrift durch.

Berufsfachschule	K2	Laborantinnen und Laboranten erläutern Prinzipien gängiger Mess- und Analysegeräte. Sie sind fähig, deren Funktionsweise schematisch darzustellen und die wichtigsten Elemente fachgerecht zu bezeichnen.
Betrieb	K4	Laborantinnen und Laboranten nehmen Laborgeräte den Vorschriften entsprechend in Betrieb und bedienen sie fachgerecht. Sie erkennen allfällige Fehlfunktionen und lokalisieren diese systematisch.
Überbetrieblicher Kurs	K3	Laborantinnen und Laboranten führen notwendige Wartungsarbeiten von Apparaturen und Geräten gemäss Vorgaben durch.

Aus dem Bildungsplan Laborant*in (Fachverband Laborberufe, 2013)

Beispiel Kompetenzen Architekturmodellbauer*in

Tab. 3.7

Handlungskompetenz 2.3 – Komplexe Modelle erstellen: Architekturmodellbauer*in EFZ stellen komplexe Modelle für verschiedene Objekte mit den spezifischen Funktionen selbstständig her.

Berufsfachschule	K4	Komplexe Modelle (z. B. Städtebau- oder Gebäudemodelle) analysieren und dokumentieren
Betrieb	K6	Komplexe Modelle (z. B. Städtebau- oder Gebäudemodelle) planen und herstellen

Aus dem Bildungsplan Architekturmodellbauer*in (Verband Architekturmodellbau, 2017)

Ausgebildete Methodenkompetenzen

In den Bildungsplänen sind neben den Fachkompetenzen auch Sozial-, Selbst- und Methodenkompetenzen festgehalten. Insbesondere die drei Methodenkompetenzen «Arbeitstechniken», «innovatives Problemlösen» und «ökologisches Verhalten» geben Hinweise auf die Ziele, welche den Bereich der technischen Bildung betreffen.

Arbeitstechniken

Elektroinstallateur*in (Berufsorganisation der schweizerischen Elektrobranche, 2015): Zur Lösung ihrer Aufgaben setzen Elektroinstallateur*innen Methoden und Hilfsmittel ein, die ihnen erlauben, Ordnung zu halten, Prioritäten zu setzen, kundenabhängige von kundenunabhängigen Tätigkeiten zu unterscheiden und Abläufe systematisch sowie rationell zu gestalten. Sie planen ihre Arbeitsschritte, arbeiten zielorientiert und effizient und bewerten ihre Arbeitsschritte systematisch. Dabei beachten sie die Regeln und Prinzipien der Qualitätssicherung und halten die Vorgaben der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes konsequent ein.

Architekturmodellbauer*in (Verband Architekturmodellbau, 2017): Zur Lösung von beruflichen Aufgaben setzen Architekturmodellbauer*innen geeignete Methoden, Anlagen, technischen Einrichtungen und Hilfsmittel ein. Diese ermöglichen es ihnen, Ordnung zu halten, Prioritäten zu setzen, Abläufe systematisch und rationell zu gestalten, die Arbeitssicherheit zu gewährleisten und die Hygienevorschriften einzuhalten. Sie planen ihre Arbeitsschritte, arbeiten zielorientiert, effizient und bewerten ihre Arbeitsschritte systematisch.

Laborant*in (Fachverband Laborberufe, 2013): Unterschiedliche Versuche erfordern von den Laborant*innen den gezielten Einsatz verschiedener Arbeitstechniken. Sie wählen jeweils der Situation angemessene Verfahren und Methoden aus und setzen

diese fachgerecht ein. Laborant*innen zeichnen sich aus durch gute Beobachtungsgabe und ständige Aufmerksamkeit.

Innovatives Problemlösen

Elektroinstallateur*in: Offenheit für Neues und für neuartige Vorgehensweisen sind wichtige Kompetenzen von Elektroinstallateur*innen. Deshalb sind sie fähig, bei Problemen herkömmliche Denkmuster zu verlassen und mit Kreativitätstechniken zu innovativen Lösungen beizutragen. Elektroinstallateur*innen zeichnen sich durch Wachsamkeit und eine offene Haltung gegenüber Neuerungen und Trends in der Elektro- und Telekommunikations-Installationsbranche aus.

Architekturmodellbauer*in: Diese Methodenkompetenz ist nicht erwähnt.

Laborant*in: Offenheit für Neues und für flexible Vorgehensweisen sind wichtige Kompetenzen von Laborant*innen. Sie sind fähig, zu neuen und innovativen Lösungen beizutragen. Sie erkennen Unregelmässigkeiten im Arbeitsverlauf, analysieren deren Ursachen, leiten die erforderlichen Massnahmen ein und erarbeiten geeignete Lösungen. Sie wenden dabei strukturierte Problemlöseverfahren an.

Ökologisches Verhalten

Elektroinstallateur*in: Ökologisches Verhalten, wie beispielsweise die fachgerechte Entsorgung von Abfällen und Sondermüll oder der sparsame und sorgsame Umgang mit Materialien und Energieeinsatz ist aus dem heutigen Arbeitsalltag nicht mehr wegzudenken. Elektroinstallateur*innen sind bereit, das betriebliche Umweltmanagementsystem pflichtbewusst anzuwenden und Verbesserungspotenziale zu erkennen.

Architekturmodellbauer*in:

Architekturmodellbauer*innen sind sich der begrenzten Verfügbarkeit der natürlichen Ressourcen bewusst. Sie pflegen einen sparsamen Umgang mit Rohstoffen, Wasser und Energie und setzen Ressourcen schonende Technologien, Strategien und Arbeitstechniken ein.

Laborant*in: Umweltschonendes Arbeitsverhalten ist wichtig, um Menschen und die Umwelt zu schonen. Arbeitsabläufe werden unter Berücksichtigung der ökologischen Aspekte geplant und umgesetzt. Laborantinnen und Laboranten halten die gesetzlichen und betrieblichen Umweltschutzmassnahmen ein, erkennen allfällige Mängel und machen Vorschläge zur Verbesserung.

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › Wählen Sie drei Berufe, die in unterschiedlicher Weise technische Kompetenzen erfordern. Suchen Sie die entsprechenden Berufsprofile im Internet, beispielsweise unter www.gateway.one/de-CH/multicheck-eignungsanalyse.html. In welchen Fächern erwerben Ihre Schüler*innen die geforderten technischen Kompetenzen? Welche Kompetenzen werden an der Schule kaum gefördert?

Anstösse zum Weiterdenken

- › Es gibt sehr viele technische Berufe und Berufe, in denen zu einem grossen Teil technische Kompetenzen gefordert sind. Schreiben Sie 20 Berufe auf, die technische Kompetenzen verlangen. Gruppieren Sie die Berufe anschliessend und benennen Sie diese Gruppen. Ergänzen Sie weitere Berufe in den Gruppen oder fügen Sie weitere Gruppen hinzu.

3.4. **Anforderungen und Ziele der technischen Ausbildung auf Tertiärstufe**

Zulassungsbedingungen an Schweizer Hochschulen und Fachhochschulen

Universitäre Hochschulen

Die universitären Hochschulen sind die traditionellen akademischen Ausbildungsstätten. Zu ihnen gehören die zehn kantonalen Universitäten und die beiden vom Bund betriebenen Eidgenössischen Technischen Hochschulen (ETHZ sowie EPFL). An den kantonalen Universitäten werden Mathematik, Naturwissenschaften und Informatik angeboten, jedoch – bis auf eine einzige Ausnahme – keine Technik- und Ingenieurwissenschaften. Die Ausbildung erfolgt wissenschaftszentriert. Ein Doktoratsstudium oder ein PhD-Studienprogramm kann nur an einer universitären Hochschule absolviert werden.

Die kantonalen Universitäten und Eidgenössischen Technischen Hochschulen (ETH) verlangen als Zulassungsbedingung zu einem Bachelorstudium ein gymnasiales Maturitätszeugnis oder ein gleichwertiges Zeugnis sowie die Beherrschung der Unterrichtssprache. Besondere Kenntnisse oder Zulassungsprüfungen sind mit wenigen Ausnahmen (Numerus Clausus in Medizin und Chiropraktik) nicht Voraussetzung.

Fachhochschulen

Zurzeit gibt es in der Schweiz acht öffentlich-rechtliche sowie eine private Fachhochschule. Diese erweitern das Hochschulangebot durch berufsorientierte Ausbildungsgänge. Die Masterausbildungen bieten den Studierenden Kompetenzen im Bereich der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung. Durch den Eintritt der Absolvent*innen in das Arbeitsleben soll sich ein breit abgestützter Transfer von Know-how und Technologie aus den Hochschulen in die Wirtschaft ergeben.

Die Zulassung an eine Fachhochschule erfolgt in der Regel über ein eidgenössisches Berufsmaturitätszeugnis. Es sind auch andere Zugänge möglich. Eine prüfungsfreie Zulassung zum Bachelorstudium setzt sowohl eine Berufsmaturität voraus als auch eine Grundausbildung in einem Beruf, der mit der Studienrichtung verwandt ist. Ist letzteres nicht gegeben, verlangen die Fachhochschulen zusätzlich den Nachweis einer mindestens einjährigen Arbeitswelterfahrung in einem vergleichbaren Gebiet.

Übersicht über die technischen Studiengänge

Die klassischen technischen Studienrichtungen wie Maschineningenieurwissenschaften (Maschinenbau) oder Elektrotechnik sind in einen Bachelor- und einen Masterstudiengang gegliedert. Die Bachelorstufe legt relativ breite Grundlagen in den naturwissenschaftlichen und technischen Bezugsdisziplinen. Spätestens ab Masterstufe werden verschiedene Vertiefungsrichtungen in neueren Gebieten (z. B. Mikroelektronik und Kommunikationssysteme oder Klima- und Umweltphysik) angeboten. In diesen Vertiefungen, aber auch in neueren Studiengängen, zeigen sich kombinierte Themenbereiche mit interdisziplinären Fachkombinationen, die den Bedarf des Arbeitsmarktes nach interdisziplinären Fähigkeiten abdecken sollen. Entsprechend sind der Bezug zur Praxis und praktische Ausbildungsformate (Praktika, Projektarbeiten etc.) in der Ausbildung eingeschlossen.

In interdisziplinären Studiengängen wie beispielsweise in der Systemtechnik oder Geomatik werden zu Beginn des Studiums Grundlagen aus verschiedenen klassischen Disziplinen gelegt, so etwa aus den Naturwissenschaften, aus der Mathematik, aus der Informatik und aus der Ökonomie.

Der nachfolgende Überblick über die Studien- und Ausbildungsziele der drei Studiengänge Physik, Geomatik und Industriedesign zeigt auf, wo die verschiedenen Kompetenzen der technischen Allgemeinbildung vorangehender Schulstufen, von abstrakt, analytisch, logisch zu handwerklich, praktisch und gestalterisch auf Tertiärstufe abgerufen und vertieft werden. Zudem wird deutlich, dass technisch orientierte Fachbereiche und Berufsfelder von stark monodisziplinär bis zu hochgradig fächervernetzend angelegt sind.

Master-Studienprogramm Physik (Mono 90 ECTS-Punkte), Auszug aus den Studieninhalten (Universität Bern, 2020)

Die Absolventinnen und Absolventen des Studienschwerpunkts Experimentalphysik, Angewandte Physik und Astronomie haben ihre, im Bachelorstudium erworbenen, mathematisch-naturwissenschaftlichen Kenntnisse vertieft und den Überblick über physikalische Zusammenhänge erweitert. Sie sind in der Lage, Experimente zur Lösung physikalischer Probleme zu planen, aufzubauen, durchzuführen und die Ergebnisse im Kontext bestehenden Wissens zu interpretieren.

Sie haben sich auf einem Gebiet der Experimentellen Physik spezialisiert und sind in der Lage zur aktuellen internationalen Forschung beizutragen.

Die Absolventinnen und Absolventen sind sich ihrer Verantwortung gegenüber der Wissenschaft und möglicher Folgen ihrer Tätigkeit für Umwelt und Gesellschaft bewusst und handeln gemäss den Grundsätzen guter wissenschaftlicher Praxis.

Aufbauend auf den im Bachelorstudium erworbenen Kenntnissen begreifen die Absolventinnen und Absolventen des Studienschwerpunkts Theoretische Physik die Physik als einheitliche Struktur zum Verständnis aller fundamentalen Naturvorgänge, vom kleinsten Elementarteilchen bis zum Universum als Ganzes. Sie sind in der Lage, Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Wissensgebieten herzustellen und zu erklären.

Masterstudiengang Geomatik an der ETH Zürich (ETH Zürich, 2013)

Der Studiengang bietet eine breitgefächerte, wissenschaftlich fundierte universitäre Ausbildung an, welche die Absolventinnen und Absolventen zu selbständiger praktischer oder wissenschaftlicher Berufstätigkeit als Geomatikingenieurin/ Geomatikingenieur befähigt. Das Master-Studium vermittelt vertiefte fachspezifische Kenntnisse in den Kerndisziplinen der Geomatik. (...) Eine grosse Anzahl Wahlfächer erlaubt es den Studierenden zudem, sich entweder in den gewählten Vertiefungen weiter zu spezialisieren, ihre Ausbildung zu verbreitern und/oder sich auf die Prüfung zum Erwerb des Eidgenössischen Geometerpatents vorzubereiten. Das ingenieurwissenschaftliche Lehrangebot wird ergänzt durch frei wählbare Angebote allgemeinbildenden Inhalts.

Auszug aus der Ausschreibung zum BSc Geomatik an einer Fachhochschule (HABG FHNW, 2020)

Der Studiengang in Geomatik bietet eine einzigartige Kombination von Theorie und Praxis drinnen und draussen und ein spannendes Wechselspiel von Technik, Mensch und Umwelt sowie von Realwelt und digitaler Realität. Während des Studiums erarbeiten Sie sich solides Wissen in der Erfassung, Modellierung, Analyse und Visualisierung von räumlichen und umweltrelevanten Prozessen. (...) Sie lernen nicht nur die grundlegende Theorie, sondern auch ihre fachgerechte Anwendung. (...) In allen Semestern wird der Unterricht durch Praktika ergänzt. Während den Projektwochen bearbeiten Sie jeweils im Team praxisbezogene Projektarbeiten zu aktuellen Fragestellungen.

Ausbildungskonzept Bachelor of Arts in Design, Ausbildungsziel Industrial Design (ZHDK, 2019)

Die Studienvertiefung Industrial Design vermittelt Kernkompetenzen in einem vielfältigen Berufsfeld. Materialwissen, Formgebung, Darstellungstechniken oder die Kenntnis unterschiedlichster Produktionsverfahren gehören ebenso dazu wie die Fähigkeit, gesellschaftliche Veränderungen zu reflektieren und zu analysieren und im Entwurf innovative Lösungen zu finden. In der breit angelegten Ausbildung stehen drei Lernziele im Vordergrund: Die Fähigkeit, konzeptionell zu denken und handeln, die Entwicklung eigenständiger Ideen sowie Sicherheit im formal-ästhetischen Ausdruck. Die bearbeiteten Themenfelder berücksichtigen gesellschaftliche, kulturelle und ökonomische Bedürfnisse, dies oft in Zusammenarbeit mit anderen Hochschulen, Industrie- und Forschungspartnern und stets am Puls der Zeit und unter Einbezug neuester technologischer Möglichkeiten.

Übersicht über technisch orientierte Studiengänge und deren Studieninhalte

Die Zusammenstellung von technisch orientierten Studiengängen an Universitäten und Fachhochschulen in Tabelle 3.8 enthält eine Auswahl der in diesen Studiengängen unterrichteten Studieninhalte. Sie verdeutlicht die Interdisziplinarität gewisser Studiengänge und die thematischen Überschneidungen.

Tab. 3.8

Übersicht über technisch orientierte Studiengänge und deren Studieninhalte

Legende:
 ✕ Hochschultyp mit diesem Studiengang
 ● Fachgebiet als Schwerpunkt
 ▶ Weitere unterrichtete Fachgebiete

	Universitäten	ETH/EPFL	FH (Bsp. FHNW)	Mathematik	Informatik	Physik	Chemie	Biologie	Ökologie und Nachhaltigkeit	Elektrotechnik	Maschinentechnik	Verfahrenstechnik	Energetechnik	Umwelttechnik	Automationstechnik	Mess- und Regeltechnik	Mess- und Bildtechnik	Handwerkliche Technik	Informationstechnologie	Robotics
				M	I	N	N	N	N	T	T	T	T	T	T	T	T	T	I	I, T
Mathematik (BA)	✕	✕		●	▶															
Mathematik (MA)	✕	✕		●	▶															
Informatik (BA)	✕	✕	✕	▶	●															
Informatik (MA)	✕	✕	✕	▶	●															
Physik (BA)	✕	✕		●	▶	●				▶										
Physik (MA)	✕	✕		●	▶	●			▶	▶										
Chemie (BA)	✕	✕	✕	▶	▶		●													
Chemie (MA)	✕	✕	✕	▶	▶		●													
Biologie (BA)	✕	✕		▶	▶	▶	▶	●	▶											
Biologie (MA) – je nach Fachrichtung!	✕	✕		▶	▶	▶	▶	●	▶											
Maschinenbau (BA)		✕	✕	▶	▶	●				▶	●	●				▶	▶			
Biomedical Engineering (MA)	✕	✕		▶	●	●		●		▶	●	●				▶	▶			
Elektrotechnik		✕	✕	●	●	●				●			●		●	●				
Umwelt-technologie (BA)		✕	✕	▶	▶				●					●						
Energie- und Umwelttechnik (z.B. FHNW)			✕	▶	▶	▶			●	▶	▶	▶	●	●						
Systemtechnik (z.B. FHNW)			✕	●	●	▶				▶	▶				●	●				
Mechatronik Trinational (z.B. FHNW)			✕	▶	▶					▶	▶									
Elektro- und Informationstechnik (z.B. FHNW)			✕	▶	●	▶				●	▶		●		▶	▶				
Geomatik (z.B. FHNW)			✕	●	●												●			
Industriedesign (z.B. FHNW)			✕						▶	▶	▶	▶	▶	▶				●		
Architektur (BA)		✕	✕	●	▶	●									▶					
Architektur (MA)		✕	✕											▶						
Coputational Sciences (BA) (z.B. Uni Basel)	✕			●	●	●	●	●												
Nanowissenschaften (BA) (z.B. Uni Basel)	✕			●		●	●	●												
Nanophysik (MA) (z.B. Uni Basel)	✕					●														
Nanobiologie (MA) (z.B. Uni Basel)	✕							●												
Nanochemie (MA) (z.B. Uni Basel)	✕							●												
Mikro- und Nanosysteme (MA)		✕			●	●	●	●		●	●									
Hochenergiephysik (MA)		✕		▶		●														
Quantum Engineering (MA)		✕			▶	●				●									●	
Rechnergestützte Wissenschaften		✕		●	●	▶	▶			▶										▶

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › Wählen Sie zwei Studiengänge aus Tabelle 3.8 aus, einen Studiengang mit wenigen und einen mit vielen Punkten ● oder halben Punkten ◐. Listen Sie die Fachdisziplinen untereinander auf. Was fällt auf?

Anstösse zum Weiterdenken

- › Lässt sich basierend auf der Tabelle 3.8 eine Aussage über die Hierarchie der Fächer machen? Welches Fach würden Sie als Grundlage der Technik bezeichnen?
- › Welche Vor- und welche Nachteile hat ein technisches Hochschulstudium? Was sollte eine begabte Elektronik-Bastlerin oder ein Elektronik-Bastler im 8. Schuljahr wissen, damit sie sich für einen passenden Weg entscheiden kann?

3.5. **Technologischer Wandel und Curriculumsentwicklung in der technischen Berufsbildung**

Technik, Wirtschaft und Gesellschaft entwickeln und verändern sich laufend. Deshalb befinden sich Berufe und Berufsbilder in einem steten Wandel, was auch Auswirkungen auf die Palette von Berufen, auf die Ziele technischer Bildung auf den einzelnen Schulstufen und auf Kompetenzen hat, die für die Ausübung eines Berufes notwendig sind. Die folgenden Unterkapitel zeigen auf, wie die u.a. technisch orientierten Berufsausbildungen auf Sekundarstufe II und auf Tertiärstufe laufend überprüft und weiterentwickelt werden.

Berufsentwicklung auf Sekundarstufe II

Die Berufsbildung ist grundsätzlich eine Verbundaufgabe von Bund, Kantonen und Organisationen der Arbeitswelt (OaA). Gemeinsam setzen sie sich für eine qualitativ hochstehende Berufsbildung ein und streben ein ausreichendes Angebot an Ausbildungsplätzen und Bildungsgängen an. Der Grundsatz der Verbundpartnerschaft und die Zuständigkeiten der Partner sind im Berufsbildungsgesetz und in der Berufsbildungsverordnung geregelt.

Für die Berufsentwicklung sowie für die Schaffung von neuen beruflichen Grundbildungen sind die OaA zuständig. Für jede berufliche Grundbildung gibt es indes eine verbundpartnerschaftlich zusammengestellte Kommission für Berufsentwicklung und Qualität. Zudem begleitet das Zentrum für Berufsentwicklung am Eidgenössischen Hochschulinstitut für Berufsbildung diesen Prozess.

Die (Weiter-)Entwicklung eines Berufs beinhaltet auch seine Ausrichtung auf zukünftige Erfordernisse. Zukunftsperspektiven und aktuelle Tendenzen werden berücksichtigt, um die Lernenden möglichst gut auf ihre künftigen beruflichen Herausforderungen vorzubereiten.

In Workshops identifizieren Fachpersonen des Berufs die aktuellen und zukünftig relevanten Tätigkeiten. Auf dieser Grundlage entsteht ein aussagekräftiges Qualifikationsprofil, aus welchem anschliessend der Bildungsplan und Teile der Bildungsverordnung bzw. Prüfungsordnung formuliert werden.

Curriculumsentwicklung auf Tertiärstufe

Am Beispiel von zwei Fachhochschulen wird im Folgenden erläutert, wie der stete Wandel der Berufsfelder im Ausbildungssystem berücksichtigt wird. Sowohl die Hochschule für Technik der FHNW als auch die Eidgenössische Technische Hochschule Zürich verfügen über Prozesse zur Studiengangentwicklung. An der Hochschule für Technik fällt dies in den Zuständigkeitsbereich des «Leiters Ausbildung an der Hochschule für Technik FHNW» während an der ETHZ eine eigens eingerichtete Abteilung «Lehrentwicklung und -technologie» dafür zuständig ist.

Obwohl zwischen beiden Hochschulen administrative Unterschiede bestehen, gibt es Gemeinsamkeiten im prozessualen Ablauf. So werden in beiden Hochschulen Kontakte mit Professuren, Expert*innen und Vertreter*innen abnehmender Institutionen, wie etwa der Industrie, gepflegt. So soll gewährleistet werden, dass die Lerninhalte eines Studienganges auf der Höhe der Zeit sind.

An der Hochschule für Technik FHNW bildet der Staatsvertrag der FHNW mit den Trägerkantonen die Basis für die Curriculumsentwicklung. In dieser Vereinbarung sind die wichtigsten Herausforderungen festgehalten, aus denen sich die Entwicklung und stetige Anpassung der Studiengänge ableiten lassen. Ein Blick auf aktuell formulierte Herausforderungen zeigt, wie stark gerade technische Studiengänge von Veränderungen betroffen sind.

Strategische Herausforderungen

Digitaler Wandel und Automatisierung

Produktionsprozesse werden automatisiert und virtualisiert, entsprechend werden die Geschäftsprozesse angepasst. Der digitale Wandel beschäftigt alle Fachbereiche der Technik.

Energie- und Ressourceneffizienz

Die zunehmende Nutzung von neuen erneuerbaren Energien aus Sonne und Wind führt zu verschiedenen Herausforderungen: Wie soll die Energie gespeichert werden? Mit dem weltweit zunehmenden Ressourcenverbrauch steigt der Druck auf geschlossene Stoffkreisläufe.

Internationalisierung der Wertschöpfungsketten

Die wirtschaftliche Realität der Schweiz verlangt eine internationale Ausrichtung von Lehre und Forschung.

Fachkräftemangel im MINT-Bereich

Aufgrund der demographischen Entwicklung treten derzeit doppelt so viele Ingenieurinnen und Ingenieure aus dem Berufsleben, wie neue in der Schweiz ausgebildet werden. Die Hochschule für Technik FHNW versucht, alternative Zugangswege zu einem technischen FH-Studium zu erschliessen, beispielsweise durch das Praxisjahr nach dem Gymnasium. Durch die gezielte Nachwuchsförderung soll ein attraktives Bild des Ingenieurstudiums vermittelt werden.

An der Hochschule für Technik FHNW startet der Prozess der Studiengangentwicklung mit der Definition eines kompetenzorientierten Absolventenprofils. In dieses Absolventenprofil fliessen die Erwartungen verschiedener Anspruchsgruppen ein. Diese lassen sich grob in zwei Gruppen unterteilen:

- › Erwartungen aus der Scientific Community (Lehre und Forschung)
- › Erwartungen der Abnehmer (Industrie und Wirtschaft)

Die Erwartungen der Scientific Community kann die Hochschule für Technik ohne Rückgriff auf externe Spezialisten mit ihren eigenen Professorinnen und Professoren abklären und definieren. Um die Erwartungen der Abnehmer in Erfahrung zu bringen, greift

die Hochschule für Technik zusätzlich auf Stakeholder Panels mit Vertretungen der Abnehmer und Projektpartnern zurück. Dies sind Personen aus dem Netzwerk der Professorinnen und Professoren, wie zum Beispiel externe Expert*innen für Bachelor- und Masterarbeiten.

Die ETH Zürich setzt an den Beginn ihrer Curriculumsentwicklungen eine Bedarfsanalyse mit Professoren*innen, Dozierenden, Studierenden, Alumni und Experten*innen aus dem Berufsfeld. Das Beispiel des im Jahr 2015 neu entwickelten Studiengangs «MSc Integrated Building Systems» zeigt, wie ein solcher Prozess aufgrund eines konkreten Bedarfs ins Rollen kommen kann: Vertreter*innen von Industrie und Verwaltung machten den Präsidenten und den Rektor auf den wachsenden Bedarf nach Ingenieur*innen mit einer Qualifikation im Bereich der integrierten Gebäudesysteme und -technologien aufmerksam. Die ETH entwickelte daraufhin innerhalb eines Jahres unter Beteiligung von fünf Departementen einen Studiengang, der das Potenzial hat, diese Nachfrage zu decken. Um den unterschiedlichen Vorbildungen der Studierenden gerecht zu werden, wurden eine Reihe von «Fundamentals» konzipiert und ein Zulassungsausschuss eingesetzt, der für jede Studentin und jeden Studenten entschied, welche Fundamentals im ersten Jahr besucht werden müssen.

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › *Gehen Sie von einem technischen Beruf Ihrer Wahl aus und beschreiben Sie, wie sich dieser im Laufe der Zeit verändert hat und sich in Zukunft weiter verändern könnte. Beschreiben Sie auch, welche Faktoren diese Veränderungen erzwungen haben bzw. erzwingen werden.*

Anstösse zum Weiterdenken

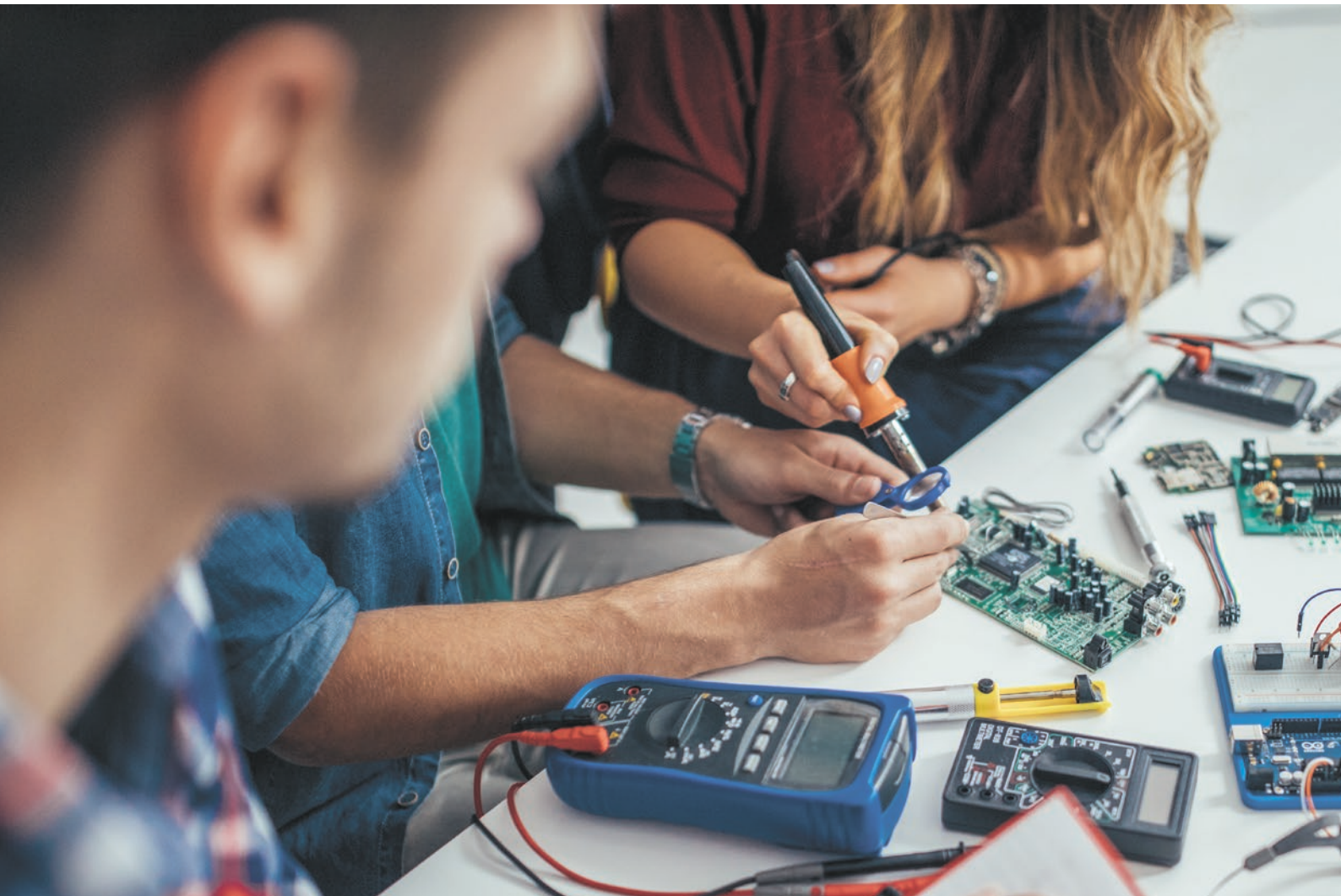
- › *Welche Vor- und Nachteile ergeben sich für Schüler*innen, die eine Ausbildung bzw. eine Berufslehre absolvieren, die stark dem Wandel der Zeit unterliegt?*
- › *Welche technischen Kompetenzen oder Kompetenzbereiche gemäss Kapitel 1 erachten Sie als grundlegend und beständig – unabhängig von den Veränderungen in der Berufsbildung und dem Berufsfeld? Welche technischen Kompetenzen bedürfen im Gegensatz dazu in den nächsten Jahren einer Überprüfung?*
- › *Mit welchen technischen und methodischen Kompetenzen müssen Ihre Schüler*innen insbesondere ausgestattet sein, um dem Wandel der Zeit erfolgreich begegnen zu können?*

3.6. Literatur

- › Berufsorganisation der schweizerischen Elektrobranche (2015): Bildungsplan Grundbildung Elektroinstallateurin / Elektroinstallateur. Zürich: o.A. www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/publikationen.assetdetail.14836488.html zuletzt eingesehen am 17.7.2021
- › Bundesamt für Statistik (BFS) (2020). Bildungsabschlüsse: Ausgabe 2020. Neuchâtel: o.A.
- › Eidgenössische Technische Hochschule Zürich (2013): Studienreglement 2013 für den Master-Studiengang Geomatik. rechtssammlung.sp.ethz.ch/Dokumente/324.1.0200.31.pdf
- › Fachverband Laborberufe (2013): Bildungsplan zur Verordnung über die berufliche Grundbildung für Laborantin EFZ / Laborant EFZ. Bern: o.A.
- › Gateway.one (2020): www.gateway.one/de-CH/, zuletzt eingesehen am 29.11.2020
- › Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik FHNW (2020): www.fhnw.ch/de/studium/architektur-bau-geomatik/bachelor-studiengang-geomatik
- › Hochschule für Technik FHNW (2020 a): www.fhnw.ch/de/studium/technik/mechatronik-trinational, zuletzt eingesehen am 20.11.2020
- › Hochschule für Technik FHNW (2020 b): www.fhnw.ch/de/studium/technik/vorbereitung-auf-das-studium, zuletzt eingesehen am 20.11.2020
- › Schweizerische Konferenz der kantonalen Erziehungsdirektoren (EDK) (1994). Rahmenlehrplan für Maturitätsschulen. Einsiedeln: Marcel Kürzi AG
- › Schweizerische Koordinationsstelle für Bildungsforschung (SKBF) (2018). Bildungsbericht Schweiz 2018. Zürich: GDZ
- › Schweizerischer Gewerbeverband (sgv) (2020): www.anforderungsprofile.ch, zuletzt eingesehen am 29.11.2020
- › Universität Bern, philosophisch-naturwissenschaftliche Fakultät (2017): Studienplan für die Studienprogramme in Physik/Astronomie. www.unibe.ch/e152701/e154048/e191232/e205337/e701400/phil_nat_sp_ba_ma_phd_physik_astronomie_final_ger.pdf
- › Verband Architekturmodellbau (2017): Bildungsplan für Verordnung des SBFJ über die berufliche Grundbildung für Architekturmodellbauerin/Architekturmodellbauer mit eidgenössischem Fähigkeitszeugnis (EFZ). O.A.
- › Zürcher Hochschule der Künste (2019): Ausbildungskonzept Bachelor of Arts in Design, Ausbildungsziel Industrial Design. www.zhdk.ch/file/live/03/033c32d00b954ea42c830eeb92d98869605108d9/ak_ba_in_design.pdf

4. Technische Allgemeinbildung und Geschlecht

Karin Güdel und Swaantje Brinkmann (Kapitel 4.1–4.4), Anne-Françoise Gilbert (Kapitel 4.5–4.7)



Ziele dieses Kapitels:

- › *Sie kennen die Bedeutung von Technikinteressen und Selbstwirksamkeitserwartungen im Kontext der technischen Allgemeinbildung.*
- › *Sie entwickeln Ihre Sensibilität für die unterschiedlichen Voraussetzungen, die Schülerinnen und Schüler in den Unterricht einbringen, insbesondere in Bezug auf ihr Interesse an Technik und ihre Erwartungen im Umgang damit.*
- › *Sie verstehen die Bedeutung von Stereotypen zu Technik und Geschlecht und sind in der Lage, diese Erkenntnisse auf die Situationen in Ihrer Klasse zu übertragen.*
- › *Sie kennen die wichtigsten Grundsätze zur geschlechtersensiblen Gestaltung der technischen Allgemeinbildung und sind in der Lage, Ihren Unterricht nach diesen Grundsätzen auszurichten.*

4.1. Einleitung

Wir leben in einer zunehmend technologisierten und digitalisierten Welt. Während Erwachsene nachträglich lernen, mit teils tiefgreifenden Veränderungen im Alltag zurechtzukommen und sich der technischen Entwicklung anzupassen, wachsen Kinder und Jugendliche in eine stark technikgeprägte Welt hinein (Prensky, 2001). Daher lässt sich vermuten, dass die Technikkompetenzen von jungen Menschen stark ausgebildet sind und sich kaum Unterschiede zwischen verschiedenen Gruppen finden. Doch diese

Vermutung entspricht nicht der Realität. Insbesondere zwischen den Geschlechtern bestehen in der Schweiz grosse Differenzen. Anhand von empirischen Studien beleuchtet dieses Kapitel die geschlechtsspezifischen Unterschiede im Bereich der Technik und zeigt konkrete Handlungsmöglichkeiten auf zum Umgang damit im Technikunterricht.

4.2. Technikinteressen und Geschlecht

Situation im deutschsprachigen Raum

Kindergarten- und Primarschulkinder können für vieles begeistert werden, insbesondere für die aktive Auseinandersetzung mit einem Lerngegenstand – zum Beispiel beim Bauen, Experimentieren oder Basteln. Gleichwohl zeigen sich bereits im Primarschulalter zwischen Mädchen und Jungen Unterschiede im Technikinteresse, die sich mit zunehmendem Alter erhalten oder gar noch verstärken.

Das Technikinteresse von Schüler*innen der Sekundarstufe I ist durch Erfahrungen im Elternhaus, in der Freizeit mit Peers und in der Schule bereits stark geprägt. Schlüsselerlebnisse und die wiederholte Auseinandersetzung mit Technik können die Interessen jedoch auch jetzt noch beeinflussen (acatech & VDI, 2009).

Verschiedene Studien weisen darauf hin, dass Jugendliche gegenüber Technik grösstenteils positiv eingestellt sind: Sie sind der Meinung, dass Technik nützlich ist für die Gesellschaft und technischer Fortschritt die Lebensbedingungen der Menschen verbessert und die Wirtschaft antreibt. Die meisten Jugendlichen, sowohl Mädchen als auch Jungen, nutzen diverse technische Geräte wie Handys, Computer, Spielkonsolen und Fahrräder intensiv in der

Freizeit. Dabei sind Geräte zur Unterhaltung und Kommunikation am beliebtesten (acatech & VDI, 2009).

Allerdings interessieren sich bloss wenige Jugendliche dafür, wie diese Geräte hergestellt werden und wie sie funktionieren. Die einfache Anwendung und Benutzerfreundlichkeit stehen im Vordergrund, was aufgrund der Komplexität vieler Hightech-Geräte kaum erstaunt. Wenn sich Jugendliche für die Funktionsweise von Technik interessieren, dann sind dies mehrheitlich Jungen. Mädchen zeigen meistens deutlich weniger Interesse an Technik (Güdel, 2014).

Güdel (2014) hat in einer Fragebogenstudie 480 Schüler*innen des 7. und 8. Schuljahres (13- bis 14-jährig) in der Schweiz zu ihrem Interesse an Technik in den Bereichen Schule, Freizeit und Beruf befragt. Es zeigte sich, dass im Durchschnitt das Interesse an Technik in der Freizeit am stärksten und im Beruf am schwächsten ausgeprägt ist. Während sich in der Freizeit und bezüglich Beruf deutliche Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen beobachten lassen, ist das Interesse an Technik in der Schule weniger geschlechtstypisch (siehe Abbildung 4.1).

Im Schulkontext untersuchte Güdel (2014) das Technikinteresse noch detaillierter: Den Schüler*innen wurden 23 Fragen zu ihrem Interesse

an bestimmten Tätigkeiten im Technikunterricht gestellt. Daraus liessen sich fünf Gruppen von Tätigkeiten unterscheiden. Während sich das Interesse von Mädchen und Jungen bei einigen Tätigkeiten deutlich unterscheiden, ist es bei anderen gleich ausgeprägt (siehe Abbildung 4.2).

Beide Geschlechter sind gleichermaßen am «Entwerfen und Gestalten» von Produkten und auch an einer Produktentwicklung «mit Umweltbezug» interessiert. Die Jungen interessieren sich am stärksten für das «Erfinden, Entwickeln und Herstellen» sowie für das «Nutzen und Reparieren» von Maschinen. Für Letzteres interessieren sich die Mädchen deutlich weniger als die Jungen, doch zeigen sie für das «Erfinden, Entwickeln und Herstellen» gleich viel Interesse wie für das «Entwerfen und Gestalten». Das «Verstehen und Beurteilen» von Technik stösst bei beiden Geschlechtern auf das geringste Interesse.

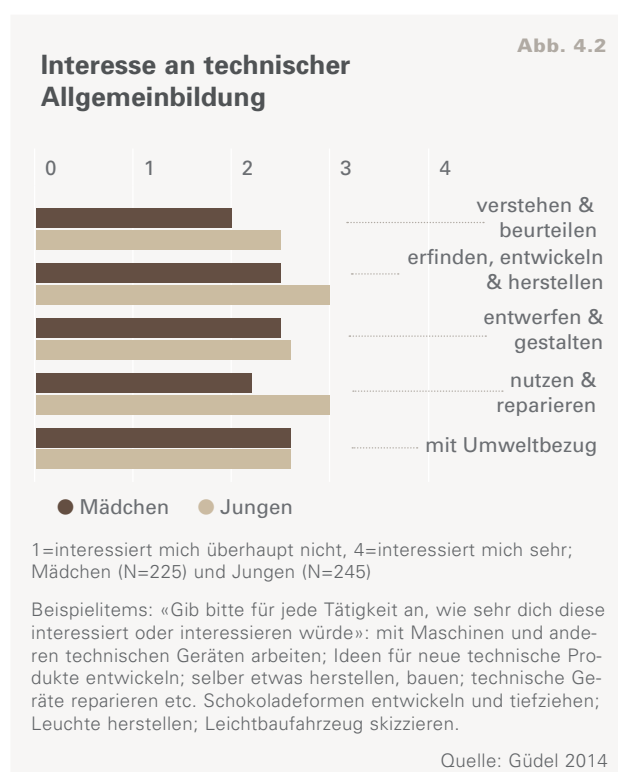
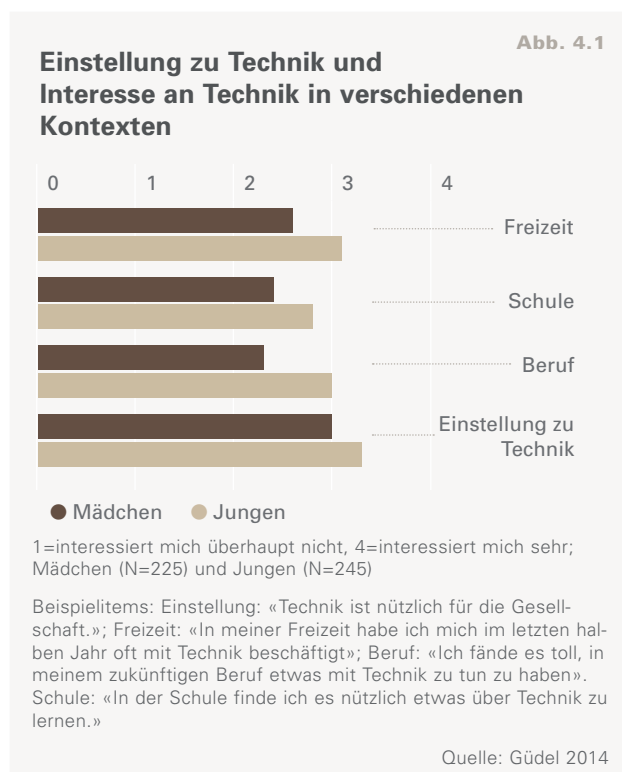
Darüber hinaus ermittelte Güdel (2014) auch das Interesse für bestimmte Themen im Technikunterricht. Bei der Frage, wie interessant die Schüler*innen das «Erfinden, Entwickeln und Herstellen» von einzigartigen Schokoladestücken, Leuchten oder Leichtbaufahrzeugen finden, zeigten sich wenig Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen. Die Geschlechterunterschiede fallen bei diesen drei konkret erfragten Themen deutlich geringer aus als beim allgemeinen Interesse an Technik in verschiedenen Kontexten oder beim Interesse an bestimmten Tätigkeiten. Für das Thema Schokolade interessieren sich Mädchen sogar

stärker als Jungen. Die drei genannten Themen sind wenig geschlechtlich codiert. Die Mädchen können mit solchen Themen ebenso angesprochen werden wie die Jungen (siehe auch Kapitel 4.7). Die Ergebnisse von Güdel (2014) zeigen, dass der Wahl des thematischen Kontextes für den Unterricht und der Art der Tätigkeit eine zentrale Bedeutung zukommt.

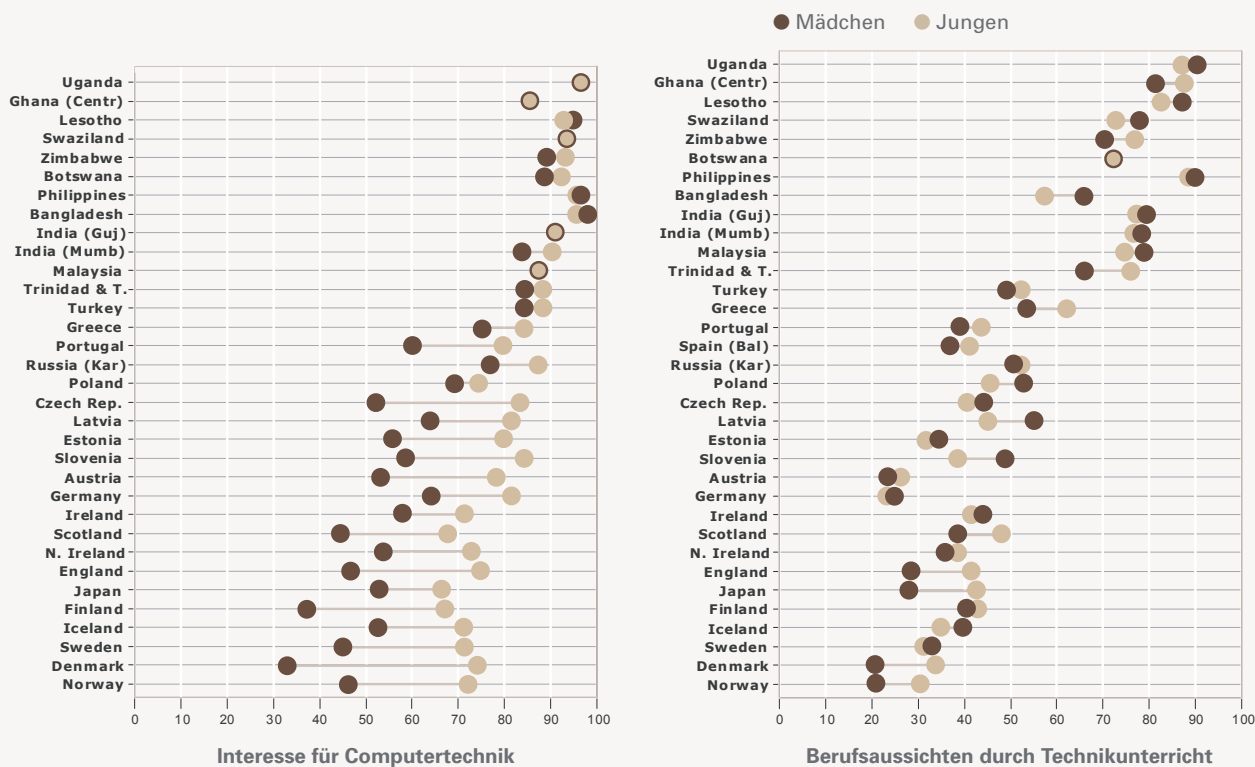
Ziefle und Jakobs (2009) konnten zeigen, dass die Grundeinstellung gegenüber Technik und das Selbstvertrauen im Umgang mit Technik bereits bei 10- bis 11-Jährigen grundsätzlich angelegt sind. Diese Haltungen scheinen zudem bis ins Studierendentalter stabil zu sein.

Situation im internationalen Vergleich

Eine grosse internationale Studie zeigt, dass das Interesse von Jugendlichen an Technik in verschiedenen Ländern unterschiedlich stark ausgeprägt ist (Sjøberg & Schreiner, 2010). In vielen Ländern mit tiefem «Human Development Index» wie etwa Uganda, Bangladesch und Indien ist bei Jungen und Mädchen die Technikakzeptanz und das Interesse an der Funktionsweise von Computern sehr hoch, wobei sich kaum Unterschiede zwischen den Geschlechtern zeigen (siehe Abbildung 4.3, linker Teil). Der «Human Development Index» (abgekürzt HDI) ist ein statistischer Indikator der Vereinten Nationen, der den Wohlstand eines Landes ausdrückt.



Interesse an Computer und Berufsaussichten



Länder nach Human Development Index sortiert. Quelle: Sjøberg & Schreiner, 2010

In Ländern mit höherem HDI ist das Interesse an Technik insgesamt weniger hoch und die Geschlechterunterschiede sind deutlich grösser. Auch der Wunsch, später einen technischen Beruf zu ergreifen, weil der Unterricht in Natur und Technik neue Perspektiven eröffnet, scheint länder- und geschlechtsabhängig zu sein.

Besonders interessant ist, dass Unterricht in Natur und Technik in osteuropäischen Ländern wie etwa Lettland, Polen und Slowenien in Bezug auf berufliche Perspektiven stärkeren Einfluss auf die Mädchen ausübt als auf die Jungen (siehe Abbildung 4.3, rechter Teil). Das Technikinteresse ist also nicht «naturegeben», sondern steht in einem Zusammenhang mit dem «Modernisierungsgrad» oder dem «Entwicklungsbedarf» einer Gesellschaft (Pfenning & Schulz, 2012) sowie mit den vorherrschenden Geschlechterstereotypen.

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › Beobachten Sie bei Ihren Schüler*innen Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen in Bezug auf das Interesse an Technik? Wenn ja, ab welchem Alter? In welchen Fach- oder Tätigkeitsbereichen sind die Unterschiede besonders gross?
- › Welche Auswirkung können die Tätigkeiten und Themen des Technikunterrichts auf das Interesse der Schüler*innen haben?
- › Betrachten Sie Abbildung 4.3 genauer. Wie erklären Sie sich die grossen Unterschiede im Interesse an der Funktionsweise von Computern zwischen verschiedenen Ländern? Tauschen Sie sich mit verschiedenen Personen dazu aus!

4.3. Selbstwirksamkeitserwartungen und Geschlecht

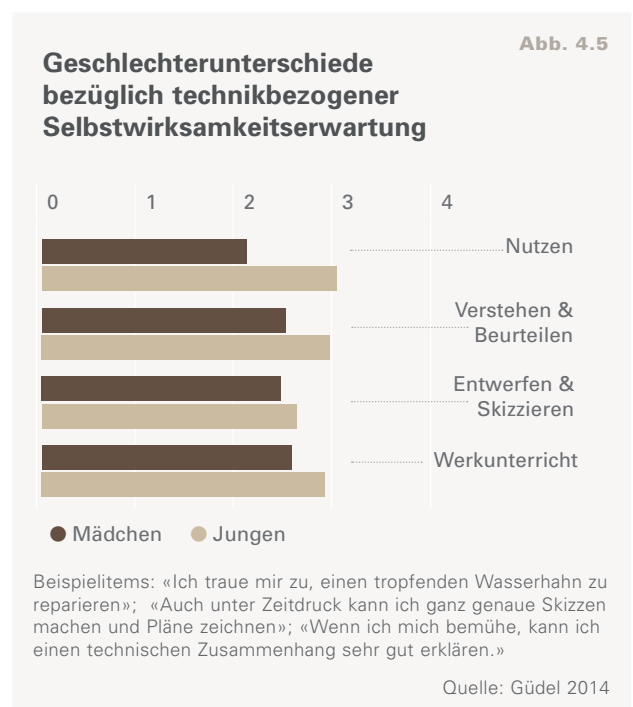
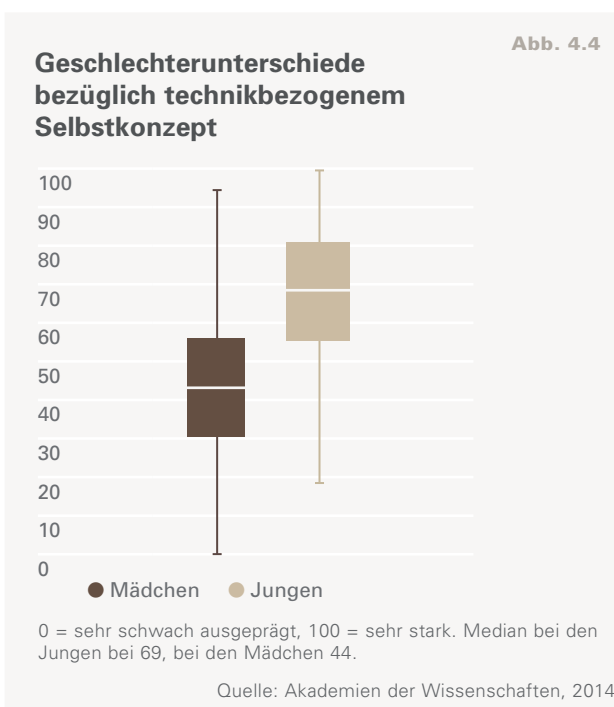
Neben dem Interesse an einem Gebiet ist auch das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten, die sogenannte Selbstwirksamkeitserwartung, ein wichtiger Faktor im Zusammenhang mit Lernen und Berufswahl. Die Selbstwirksamkeitserwartung bezeichnet das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten, Probleme selbstständig lösen zu können.

Es gibt sowohl eine allgemeine als auch eine fachspezifische Selbstwirksamkeitserwartung. Die technikbezogene Selbstwirksamkeitserwartung gibt an, wie sehr eine Person daran glaubt, selbstständig technische Probleme lösen zu können. Dabei muss die Selbstwirksamkeitserwartung nicht mit den tatsächlichen Fähigkeiten übereinstimmen, es handelt sich um eine subjektive Einschätzung der eigenen Fähigkeiten.

Ziefle und Jakobs (2009) untersuchten in einem Mixed-Methods-Design technikrelevante Fähigkeiten, technikbezogene Einstellungen und Sozialisationsfaktoren von Kindern und Jugendlichen in Deutschland. Von besonderem Interesse sind die geschlechterspezifischen Ergebnisse der Studie: In Bezug auf ihre kognitiven und technikrelevanten Leistungen bestehen keine bedeutsamen Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen, wohl aber in Bezug auf ihre Einstellungen. So zeigen 10- bis 11-jährige Mädchen nicht nur weniger Interesse an Technik als gleichaltrige Jungen, sie haben im Umgang mit Technik auch signifikant geringere Selbstwirksamkeitserwartungen als die Jungen.

Auch im MINT-Nachwuchsbarometer für die Schweiz (Akademien der Wissenschaften, 2014) zeigen sich deutliche Unterschiede im technikbezogenen Selbstkonzept. Das Selbstkonzept beschreibt, wie man sich selbst wahrnimmt, zum Beispiel in Bezug auf technische Fähigkeiten. Jungen haben in Bezug auf Technik ein stärkeres Selbstkonzept als Mädchen. Auf einer Punkteskala von 0 (äusserst schwach) bis 100 (äusserst stark) beträgt der Median bei den Jungen 69, bei den Mädchen dagegen nur 44 (siehe Abbildung 4.4).

Güdel (2014) untersuchte das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten anhand der Tätigkeiten des Technikunterrichts. Dabei zeigen sich interessante Gemeinsamkeiten und Unterschiede, die stark mit den Gemeinsamkeiten und Unterschieden im Technikinteresse korrelieren (siehe Abbildung 4.5): Beim «Entwerfen und Skizzieren» haben Mädchen und Jungen ein etwa gleich grosses Vertrauen in ihre eigenen Fähigkeiten. Hingegen lassen sich sowohl beim Interesse an Technik als auch bei der technikbezogenen Selbstwirksamkeitserwartung die grössten Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen im «Nutzen» beobachten. Auch das Selbstvertrauen bezüglich «Verstehen und Beurteilen» unterscheidet sich nach Geschlecht. Am meisten trauen sich Mädchen im Werkunterricht zu, Jungen hingegen im «Nutzen».



Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › *Wie würden Sie einem Kollegen oder einer Kollegin erklären, was Selbstwirksamkeitserwartung ist? Und was ist «technikbezogene Selbstwirksamkeitserwartung»?*
- › *Haben Sie in Ihren Klassen Schüler*innen, deren Selbstwirksamkeitserwartung im Bereich Technik nicht mit ihren tatsächlichen Fähigkeiten übereinstimmt? Über- oder unterschätzen sie sich? Sind das eher Mädchen oder eher Jungen? Wie gehen Sie mit diesen Schüler*innen um?*

4.4. Technikkompetenzen und Geschlecht

Leider sind die Kompetenzen von Kindern und Jugendlichen im Zusammenhang mit Technik bislang deutlich weniger gut erforscht als die Interessen und Selbstwirksamkeitserwartungen. Ein Grund dafür ist, dass die Messung von praktischen Fähigkeiten und Fertigkeiten aufwändig und komplex ist.

Verschiedene grosse Studien in den USA (DeWaters & Power, 2011; NAEP, 2014, 2018) und den Niederlanden (Fletcher, DeVries & Max, 2018) kommen zum Ergebnis, dass die Technikkompetenzen bei einer Mehrheit der Schüler*innen der Sekundarstufe I nicht besonders stark ausgeprägt sind. Im Gegensatz zu den Interessen gibt es bei den Kompetenzen jedoch kaum Geschlechterunterschiede.

In obigen Studien wurden die Technikkompetenzen mit Multiple Choice-Fragen und digitalen Fallbeispielen getestet. Der Vorteil solcher Tests ist, dass sie in einem ganzen Land oder in verschiedenen Ländern zu

unterschiedlichen Zeiten an vielen Schulen durchgeführt und die Ergebnisse miteinander verglichen werden können. Die Einschränkung ist jedoch, dass sie am Computer erfolgen und dadurch in den Kompetenzbereichen «Technik nutzen» und «Technik konstruieren» keine praktischen Fähigkeiten getestet werden können. Die Tests versuchen diesem Manko entgegenzuwirken, indem sie verschiedene Handlungsmöglichkeiten zur Auswahl stellen (siehe Tabelle 4.1) oder mit Fallbeispielen und Bild- und Videomaterial arbeiten (siehe Abbildung 4.6 und weitere Beispiele unter www.nationsreportcard.gov/tel/tasks/). Solche Aufgaben und Fragen können zwar Handlungsabsichten erfragen, geben aber keine Auskunft darüber, ob Schüler*innen tatsächlich in der Lage sind, diese Handlungen selbst auszuführen. Trotz dieser methodischen Vorbehalte lassen sich mit diesen Studien aufschlussreiche Vergleiche anstellen. Mit einem Vor- und Nachtest kann beispielsweise gezeigt werden, wie

Tab. 4.1

Beispielaufgabe aus der slowenischen Studie zum fach- und sicherheitsgerechten Schneiden von Karton («Technik nutzen»)

Aufgabenstellung

You want to cut in half a thick piece of cardboard measuring 600 mm x 400 mm x 5 mm. How would you cut it without tearing the edges?

- A. Cutting using a knife for cardboard.
- B. Cutting using a knife for a paper.
- C. Shearing using a bench shear.
- D. Using a vibrating saw.
- E. Using a jigsaw.

Begründung

- 1. Cardboard thickness exceeding 6 mm must be cut with a vibrating saw.
- 2. It is the fastest and more precise way.
- 3. It is safer and economical.
- 4. It is strong/solid enough to perform the cut.
- 5. It does not consume electricity and is time-efficient.

Quelle: Avsec & Jamšek, 2018

Abb. 4.6

Beispielaufgaben des Assessment of technology and engineering literacy (USA)



Design a safe bike lane.
Content Area: Design and Systems
Practice: Developing Solutions and Achieving Goals
Task Time: 18 minutes | Assessment Year Used: 2014

EXPLORE



Create website content to promote a teen recreation center.
Content Area: Information and Communication Technology
Practice: Communicating and Collaborating
Task Time: 19 minutes | Assessment Year Used: 2014

EXPLORE



Evaluate and explain how to fix the habitat of a classroom iguana.
Content Area: Design and Systems
Practice: Developing Solutions and Achieving Goals
Task Time: 30 minutes | Assessment Year Used: 2014

EXPLORE



Develop an online exhibit about Chicago's water pollution problem in the 1800s.
Content Areas: Technology and Society, Design and Systems
Practices: Understanding Technological Principles, Developing Solutions and Achieving Goals, Communicating and Collaborating

EXPLORE

Screenshots NAEP, www.nationsreportcard.gov/tel/tasks/, 2.2022

sich der Technikunterricht auf die Technikkompetenzen von Schüler*innen auswirkt.

So belegt beispielsweise eine slowenische Studie mit 400 Schüler*innen der Sekundarstufe I, dass die Teilnahme an einem von vier Fächern – Werken mit Holz, Werken mit künstlichen Materialien, Robotik und Elektronik – bei den Mädchen und Jungen zu einer signifikanten Verbesserung der Technikkompetenzen führte (Avsec & Jamšek, 2018). Der grösste Kompetenzgewinn wurde in den Bereichen «Technik nutzen» und «Technik konstruieren» gemessen. In «Technik verstehen» wurde nur ein kleiner Zuwachs erzielt. Dies wird auf die Gestaltung des Unterrichts zurückgeführt, der einen hohen Anteil an aktivem und selbstorganisiertem Lernen aufwies.

In den USA wurden 2014 und 2018 im Rahmen von nationalen Assessments bei mehr als 15000 Schüler*innen Technikkompetenzen gemessen (NAEP, 2014, 2018). Sie erbrachten ähnliche Ergebnisse wie die slowenische Studie: Schüler*innen, die den Technikunterricht besuchten, erzielten eindeutig bessere Ergebnisse im Test als Schüler*innen, die keinen hatten. Zusätzlich zeigten sich interessante Gruppeneffekte: In beiden Jahren erreichten die Schülerinnen eine höhere Punktzahl als die Schüler, wobei der Unterschied im Jahr 2018 signifikant war. Ebenso erreichten Jugendliche mit afrikanischem und asiati-

chem Migrationshintergrund 2018 signifikant höhere Punktzahlen als 2014. Auch für Schüler*innen, deren Eltern keinen Schulabschluss besaßen, hatte der Technikunterricht einen förderlichen Einfluss auf die Technikkompetenzen.

Diese Studien lassen darauf schliessen, dass der Besuch von Technikunterricht bei allen Schüler*innen zur Stärkung von technischen Kompetenzen führt. Insbesondere profitieren Mädchen und Kinder mit Migrationshintergrund. Entsprechend ist von schulischen Angeboten eine positive Wirkung auf die Technikinteressen und Selbstwirksamkeitserwartungen der Mädchen zu erwarten (siehe Kapitel 4.2 und 4.3).

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › Wählen Sie eine Aufgabe der amerikanischen Tests zu Technikkompetenzen: <https://www.nationsreportcard.gov/tel/tasks/>
- › Welche Technikkompetenzen (siehe Kapitel 1.3) können mit dieser Aufgabe überprüft werden? Welche können nicht überprüft werden? Könnte die Aufgabe von Ihren Schüler*innen Ende 9. Schuljahr gelöst werden? Falls ja: Wo haben sie die Kompetenzen erworben, die sie für das Lösen der Aufgabe brauchen?
- › Wie könnten «Technik nutzen» und «Technik konstruieren» in gross angelegten Tests (z. B. Checks, Stellwerk etc.) besser überprüft werden als mit theoretischen Fallbeispielen und einer Auswahl von Handlungsoptionen? Warum wird dies kaum gemacht?

4.5. Erklärungs Zugänge zum Verhältnis von Geschlecht und Technik

Wie lassen sich die geschilderten Geschlechterunterschiede bezüglich Technikinteresse, Selbstwirksamkeitserwartungen und Technikkompetenzen erklären? Oder, mit anderen Worten: Wie hängen Geschlecht und Technik zusammen? Im Folgenden wird dargelegt, dass es durchaus verschiedene Möglichkeiten gibt, diese Unterschiede zu verstehen – je nachdem, wie wir uns das Verhältnis von Geschlecht und Technik vorstellen.

Differenzmodell

In einem ersten Gedankenexperiment gehen wir davon aus, dass es zwischen Mädchen und Jungen Unterschiede gibt, die mehr oder weniger gegeben sind und sich auch nicht grundsätzlich ändern lassen. Aus dieser Perspektive erscheint es selbstverständlich, dass sich Jungen mehr für Technik interessieren als Mädchen und dass sie darin auch kompetenter sind. Mädchen interessieren sich stärker für andere Bereiche und sind in diesen kompetenter. Dieses Differenzmodell geht von der Komplementarität der Geschlechter aus und begründet damit die vorgefundenen empirischen Unterschiede. Sowohl Geschlecht als auch Technik werden dabei als feste Grössen betrachtet.

Gegen diesen Erklärungszugang sprechen allerdings wichtige empirische Befunde. So zeigt sich im internationalen Vergleich zum einen, dass Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen beim Interesse an Technik keineswegs überall gegeben sind. Diese hängen vielmehr von kulturellen und gesellschaftlichen Faktoren ab und unterliegen dem sozialen Wandel (siehe Abbildung 4.3). Zum anderen stellen verschiedene Studien bei den Technikkompetenzen – im Gegensatz zu den Technikinteressen – kaum Geschlechterunterschiede fest (siehe Kapitel 4.4)

Defizitmodell

In einem zweiten Gedankenexperiment gehen wir nun davon aus, dass die Unterschiede bezüglich Technikinteresse und technikbezogenem Selbstkonzept von Mädchen und Jungen mit ihrer unterschiedlichen Sozialisation in Familie und Schule zusammenhängen. Demnach setzen sich Mädchen in Familie und Freizeit weniger mit technischen Artefakten auseinander als Jungen. Von klein an erhalten Jungen und Mädchen unterschiedliches Spielzeug und werden Jungen im technischen Bereich stärker gefördert als Mädchen. In diesem Defizitmodell sind Mädchen technisch nicht

grundsätzlich weniger begabt als Jungen, sie erhalten aber zu wenig Gelegenheit, Interesse und Kompetenzen zu entwickeln.

In dieser Sichtweise haben Mädchen ein Defizit, das durch spezielle Förderung aufgeholt werden muss. Geschlecht wird hier als wandelbar verstanden, Technik aber weiterhin als fixe Grösse betrachtet. Das Modell ist in der Lage, Geschlechterunterschiede bezüglich Technikinteresse zu erklären, es kann jedoch nicht begründen, warum die technikbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen von Mädchen tiefer sind als ihre effektiven Leistungen.

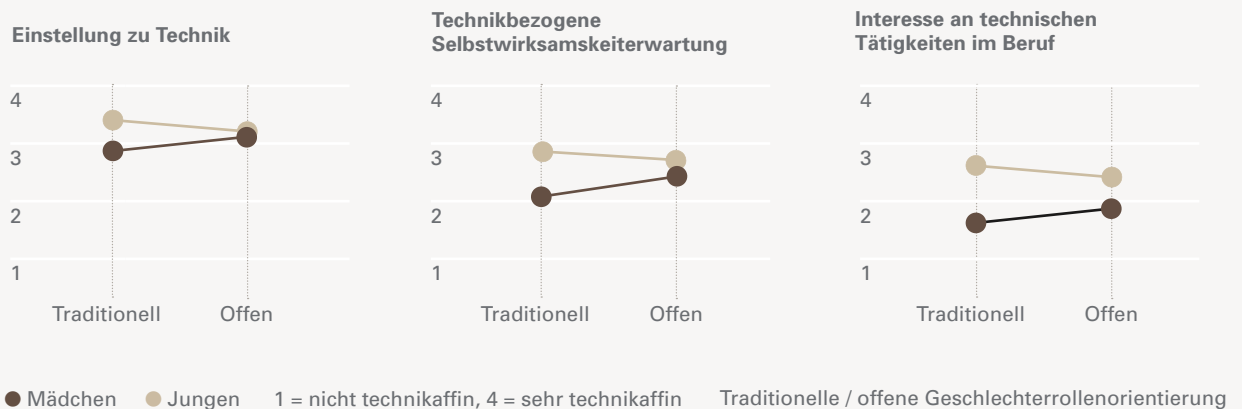
Konstruktivistisches Modell

Schliesslich gehen wir in einem dritten Gedankenexperiment davon aus, dass weder Technik noch Geschlecht als feste Grössen verstanden werden können, vielmehr beide in sozialen Prozessen hergestellt werden, wobei diese Herstellungsprozesse miteinander verknüpft sind. Dieses konstruktivistische Modell ist von unserem Alltagsverständnis weiter entfernt als die ersten beiden. Wie können wir uns diesen Konstruktionsprozess bezüglich Geschlecht konkret vorstellen?

Es ist zum Beispiel keineswegs eindeutig, welche Bereiche, Tätigkeiten oder Eigenschaften als männlich oder weiblich gelten. Vielmehr sind diese Zuschreibungen dem historischen Wandel unterworfen und unterscheiden sich je nach Kultur. So war der Lehrerberuf lange ein männlich geprägtes Feld, gilt heute aber als Frauendomäne. Sogar die Zugehörigkeit eines Menschen zum einen oder anderen Geschlecht ist nicht einfach gegeben. Vielmehr sind Menschen in sozialen Interaktionen immer auch darum bemüht, sich als männlich oder weiblich darzustellen und vom anderen Geschlecht abzugrenzen – oder aber sich dieser binären Klassifikation zu entziehen. In der Fachsprache werden dafür die Begriffe «doing gender» und «undoing gender» benutzt.

Welche Bedeutung spielt nun Technik in der Konstruktion von Geschlecht? Im konstruktivistischen Modell wirkt technisches Wissen und Können als männliches Merkmal oder Attribut. Es wird zur Inszenierung des männlichen Geschlechts und zur Abgrenzung vom weiblichen benutzt. Umgekehrt können Desinteresse und die Abgrenzung von technischem Wissen und Können zur Inszenierung des weiblichen Geschlechts eingesetzt werden.

Technikaffinität in Abhängigkeit von der Geschlechterrollenorientierung bei der Berufswahl



Die Items der Erhebung beziehen sich auf die Berufswahl. Beispielitems: Mir wäre es unangenehm, in einem für mein Geschlecht untypischen Beruf zu arbeiten; Ich bin überzeugt, dass ich mich auch in einem für mein Geschlecht nicht typischen Beruf durchsetze.

Quelle: Güdel 2014

Und was bedeutet es, wenn wir auch Technik als variable, konstruierte Grösse verstehen, also den Technikbegriff als solchen hinterfragen? Es ist keineswegs einfach, Technik zu definieren und dabei abzugrenzen, welche Bereiche dazu gehören und welche nicht. Warum wird beispielsweise das Bearbeiten von Holz oder Metall spontan als Technik begriffen, während dies beim Herstellen und Bearbeiten von Stoffen schwerfällt? Ist das Benutzen eines Hammers «technischer» als der Einsatz einer Nähmaschine? Bei diesen Beispielen fällt auf, dass die jeweiligen Tätigkeiten geschlechtlich konnotiert (oder vergeschlechtlicht) sind. Das bedeutet, dass bestimmte Bereiche als weiblich gelten, andere aber als männlich. Hier spielt also die Zuordnung der Tätigkeit zum einen oder anderen Geschlecht eine Rolle bei der Definition dessen, was unter Technik fällt.

Die konstruktivistische Perspektive auf Geschlecht und Technik kann am Beispiel einer Erhebung zur Berufswahl von Sekundarschüler*innen illustriert werden (Güdel, 2014). Die Studie zeigt, dass Mädchen, die sich an traditionellen Geschlechterrollen orientieren, weniger technikaffin sind als Mädchen, die in ihrer Rollenorientierung offener sind. Umgekehrt sind Jungen mit einer traditionellen Geschlechterrollenorientierung technikaffiner als Jungen mit einer offenen Rollenorientierung (siehe Abbildung 4.7). Die Technikaffinität von Schüler*innen hängt also direkt mit ihrem eigenen Verständnis von Geschlecht zusammen.

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › Welches Erklärungsmodell favorisieren Sie, wenn Sie im Technikunterricht Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen in Bezug auf Interesse, Verhalten oder Kompetenzen beobachten?
- › Und welches Erklärungsmodell haben Ihre Schüler*innen wohl internalisiert?
- › Wie würden Sie (für Ihren Unterricht) «Technik» definieren? Welche Bereiche gehören dazu? Sind diese Bereiche geschlechtlich konnotiert?

4.6. Geschlechterstereotype und ihre Wirkung

Eine zentrale Rolle im Prozess der Verknüpfung von Männlichkeit und Technik spielen Geschlechterstereotype. Die Wirkung von Geschlechter- und Rassenstereotypen im Lehr-/Lernkontext ist insbesondere im angelsächsischen Raum breit erforscht. Aus dieser Forschungsliteratur werden im Folgenden ausgewählte Ergebnisse vorgestellt. Eine ausführliche Darstellung dazu findet sich in Gilbert (2021).

Stereotype sind sozial geteilte Vorstellungen über Eigenschaften und Verhaltensweisen von sozialen Gruppen. In unserer Gesellschaft existiert ein hartnäckiges Geschlechterstereotyp, das den Männern und Jungen rationales Verhalten, mathematisch-naturwissenschaftliches Interesse und technisches Können zuordnet und diese Merkmale den Frauen und Mädchen im Gegenzug abspricht. Als weibliche Eigenschaften gelten demgegenüber emotionales Verhalten, sprachlich-musisches Interesse und Sorgekompetenz im Umgang mit Menschen. Wenn die Wahrnehmung von Situationen aufgrund von stereotypen Annahmen systematisch verzerrt wird, sprechen Fachleute von einem «Bias» (engl. für Voreingenommenheit). Meistens ist ein solcher Bias unbewusst. Im Zusammenhang mit Geschlechterstereotypen spricht man von einem Genderbias.

Geschlechterstereotype wirken sich sowohl auf die Wahrnehmung als auch auf das Verhalten aus:

(1) Stereotype beeinflussen unsere *Wahrnehmung* anderer Menschen, die Einschätzung ihres Verhaltens und die Beurteilung ihrer Leistungen. Dieser Zusammenhang ist vielfach belegt und wird im folgenden mit zwei Beispielen illustriert. So zeigt eine US-amerikanische Studie zur Besetzung einer Nachwuchsstelle in einem naturwissenschaftlichen Labor, wie ein Genderbias wirkt (Moss-Racusin et al., 2012). Professor*innen (Frauen und Männer) beurteilten denselben Lebenslauf unterschiedlich – je nachdem, ob er mit einem weiblichen oder männlichen Namen versehen war. Bei der weiblichen Kandidatin wurde das wissenschaftliche Potenzial als geringer eingestuft als beim männlichen Kollegen. Die Bereitschaft, eine Frau einzustellen und zu fördern, war geringer. Zudem wurde der Kandidatin ein tieferer Lohn angeboten.

Ein zweites Beispiel stammt aus dem schulischen Kontext und untersucht den Genderbias bei der Bewertung von Physikaufgaben auf der Sekundarstufe im deutschsprachigen Raum (Hofer, 2015). Den Lehrpersonen wurde im Rahmen dieser Studie genau dieselbe Lösung einer Mechanik-Aufgabe

vorgelegt – entweder mit einem männlichen oder mit einem weiblichen Vornamen versehen. Mädchen wurden von Lehrpersonen, die in der ersten Phase ihrer Laufbahn standen, schlechter benotet als Jungen. Dieser Befund traf auf Physiklehrende in der Schweiz und in Österreich sowie auf Physiklehrerinnen in Deutschland zu. Einzig Physiklehrer in Deutschland wiesen in der ersten Karrierephase keinen Genderbias auf. Bei Lehrpersonen mit mindestens zehn Jahren Erfahrung verschwand der Bias.

(2) Geschlechterstereotype wirken sich aber auch auf das *Verhalten* der von einem Stereotyp betroffenen sozialen Gruppen aus. Insbesondere kann die von einem Stereotyp negativ betroffene Gruppe in ihren Leistungen tatsächlich eingeschränkt werden. Dieser Effekt wird in der Fachsprache «Stereotype threat» genannt (Rydell & Boucher, 2017; Schmader et al., 2008; Steele, 1997). Der Begriff bezieht sich auf die Befürchtung einer Person, in einer Situation, in der sie von einem negativen Stereotyp betroffen ist, tatsächlich zu scheitern und damit dem negativen Stereotyp zu entsprechen. Die von einem Stereotyp positiv betroffene Gruppe hingegen kann einen Leistungsauftrieb erfahren, einen «Stereotype lift» (Walton & Cohen, 2003). Diese Personen werden durch die positive stereotype Erwartung in ihren Selbstwirksamkeitserwartungen gestärkt.

Dieser Einfluss von Stereotypen auf das Verhalten wird im folgenden wiederum mit zwei Beispielen illustriert. In einer frühen Studie haben Eccles und Jacobs (1986) aufgezeigt, dass geschlechtsspezifisch unterschiedliche Erwartungen der Eltern am meisten zur Erklärung der Leistungsunterschiede zwischen Jungen und Mädchen im Fach Mathematik beitragen. Insbesondere wenn Mütter dachten, dass Mädchen in Mathematik weniger begabt seien oder Mathematik für Mädchen weniger wichtig sei als für Jungen, waren die Leistungen ihrer Töchter tatsächlich schwächer.

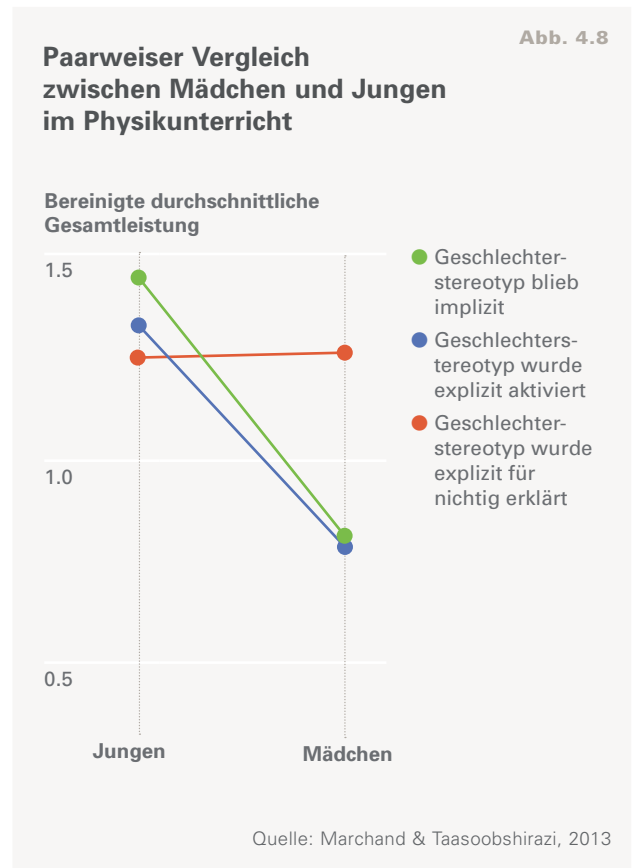
Eine neuere Studie untersucht die Wirkung von Geschlechterstereotypen auf die Leistungen von Schüler*innen in Physik an einer US-amerikanischen Highschool (Sekundarstufe I & II) (Marchand & Taasoobshirazi, 2013). Für das Lösen von Physikaufgaben wurden die Schulklassen drei verschiedenen Studienbedingungen zugeordnet: 1. Das Geschlechterstereotyp blieb implizit. 2. Das Geschlechterstereotyp wurde explizit aktiviert. 3. Das Geschlechterstereotyp wurde explizit für nichtig erklärt («nullified»). Während die Schüler in allen drei Gruppen gleich gut abschnitten, hatten die unterschiedlichen Bedingun-

gen einen Einfluss auf die Leistungen der Schülerinnen. In der ersten und zweiten Gruppe schnitten die Schülerinnen signifikant schlechter ab als in der dritten Gruppe, in der das Stereotyp für nichtig erklärt worden war. Nachdem das Geschlechterstereotyp im Physikunterricht entkräftet worden war, verschwanden auch die Leistungsunterschiede zwischen Mädchen und Jungen (siehe Abbildung 4.8). Die Studie zeigt, dass ein negatives Stereotyp auch dann wirkt, wenn es nicht explizit aktiviert wird. Die Ergebnisse machen aber auch deutlich, dass gezielte Interventionen die negativen Effekte von Geschlechterstereotypen vermindern oder ganz aufheben können.

Die Wirkung von Stereotypen ist bisher vor allem im US-amerikanischen Kontext und bezüglich der Leistung von Studierenden in Mathematik breit erforscht worden. Erst wenige Studien beziehen sich auf Kinder und Jugendliche sowie auf andere Kontexte (Ambady et al., 2001; Huguet & Régner, 2007; Keller, 2007; Muzzatti & Agnoli, 2007). Die Befunde weisen allgemein darauf hin, dass sich bereits früh – also im Alter von 5 bis 7 Jahren – Effekte von Geschlechterstereotypen aufzeigen lassen und dass sich geschlechterstereotype Vorstellungen bei Kindern im Alter von 11 bis 13 Jahren gefestigt haben.

Leider befassen sich nur wenige Forschende mit dem Gebiet der Technik. Während einzelne Studien die Wirkung von Geschlechterstereotypen auf die Leistungen von Frauen in Ingenieur-Studiengängen untersuchen (Bell et al., 2003; Cadaret et al., 2017), lassen sich keine Studien zum Feld der technischen Bildung finden. Dennoch ist anzunehmen, dass Geschlechterstereotype auch im Technikunterricht zum Tragen kommen und unwillkürlich aktiviert werden.

So können selbst unscheinbare Signale im Lehr-/Lernumfeld Stereotype aktivieren oder aber neutrali-



sieren. Die Studie von Good et al. (2010) zeigt, dass Schülerinnen der Sekundarstufe ein besseres Verständnis einer anspruchsvollen Chemiektion hatten, wenn diese mit Bildern einer Wissenschaftlerin illustriert war (Gegen-Stereotyp) als wenn dieselbe Lektion mit Bildern eines Wissenschaftlers (Stereotyp) versehen war.

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › Überprüfen Sie Ihre eigenen geschlechtsspezifischen Erwartungen und Einschätzungen gegenüber einzelnen Schüler*innen, indem Sie die Umkehrprobe machen: Wie würden Sie reagieren, wenn es sich nicht um einen Jungen, sondern um ein Mädchen handeln würde – oder umgekehrt?
- › Sind auf den Bildern Ihrer Lehr-/Lernunterlagen Mädchen oder Frauen ebenso präsent wie Jungen oder Männer? Und vor allem: Sind sie dabei ebenso eigenständig aktiv und technikkundig dargestellt?
- › Formulieren Sie explizit Ihre Kriterien zur Evaluation der Arbeiten von Schüler*innen und diskutieren Sie diese mit Ihren Kolleg*innen!

4.7. Genderkompetenzen von Lehrpersonen für die technische Allgemeinbildung

Als Lehrpersonen sind wir im Umgang mit Schülerinnen und Schülern also nicht vor Stereotypen und Bias gefeit. Doch wenn wir deren Wirkungsmechanismen kennen, können wir Stereotypen abschwächen oder sogar neutralisieren. Daher bildet die systematische Reflexion der eigenen Haltung als Lehrperson und der Interaktionen mit Schüler*innen im Unterricht eine wichtige Grundlage beim Aufbau von Genderkompetenz für die technische Allgemeinbildung.

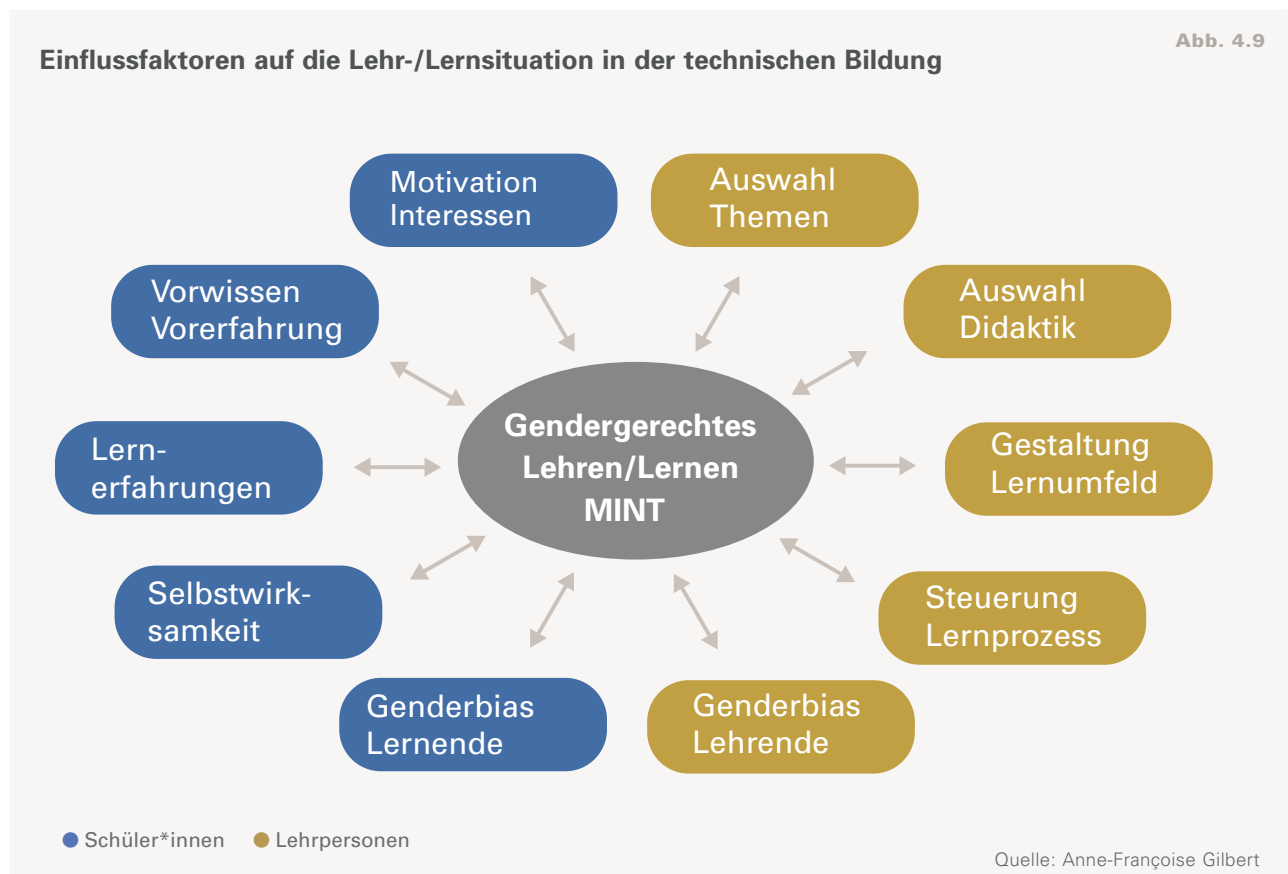
Für die gendersensible Gestaltung des Unterrichts sind zwei Prinzipien von zentraler Bedeutung:

- › Das Vermeiden von Geschlechterstereotypen im Lehr-/Lernumfeld und in jeder Phase des Unterrichts.
- › Das Berücksichtigen von ungleichen Voraussetzungen der Schülerinnen und Schüler in Bezug auf Technikinteresse und technikbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen.

Diese beiden Prinzipien stehen in einem gewissen Spannungsfeld zueinander: Es geht darum, unter-

schiedliche Voraussetzungen zu berücksichtigen und dabei gleichzeitig Geschlechterstereotype zu vermeiden. Der Umgang mit diesem Spannungsfeld in der Unterrichtssituation verlangt also ein bewusstes Vorgehen und situationsbezogenes Abwägen. Im Folgenden werden die einzelnen Faktoren ausführlicher betrachtet, die in der Lehr-/Lernsituation auf Seiten der Schülerinnen und Schüler und auf Seiten der Lehrpersonen zum Tragen kommen (siehe Abbildung 4.9).

Die Schüler*innen kommen mit vielfältigen *Motivationen und Interessen* in den technischen Unterricht. Diese können sich auch nach Geschlecht unterscheiden. Entsprechend sollten wir als Lehrperson für unterschiedliche Motivationen und Interessen Anknüpfungsmöglichkeiten bieten. Dies kann über die *Auswahl der Themen* und insbesondere der thematischen Kontexte geschehen, in die technische Konzepte und Aufgaben zur besseren Anschauung eingebettet werden. Dabei ist es wichtig, in Bezug auf ihre geschlechtliche Konnotation vielfältige oder neutrale Kontexte heranzuziehen und stark männlich konno-



tierte Kontexte zu vermeiden (siehe Kapitel 4.2). Damit können neue Zugänge zu Technik erschlossen und ihre Stereotypisierung als männliche Domäne aufgeweicht werden. Und warum nicht mit den Schüler*innen direkt über den Technikbegriff und die unterschiedliche geschlechtliche Zuordnung von Tätigkeitsbereichen nachdenken?

Es ist wahrscheinlich, dass sich auch *Vorwissen und Vorerfahrung* der Schüler*innen nach Geschlecht unterscheiden. Wenn es uns der Schulkontext erlaubt, ist es ideal, an den individuellen Kenntnis- und Erfahrungsstand anknüpfende Aufgabenstellungen anzubieten. Wenn für eine Lektion gewisse Konzepte vorausgesetzt werden sollen, können wir für diejenigen Schüler*innen, die diese Voraussetzung nicht mitbringen, gezielt Unterstützung anbieten, z. B. mit der Erklärung eines Konzeptes. Als Lehrpersonen sollten wir den Schüler*innen die Lernziele auf jeden Fall explizit kommunizieren und den Bezug dazu im Lauf des Unterrichts immer wieder herstellen. Damit versetzen wir sie in die Lage, das, was sie tun, sinnvoll einzuordnen und den Bezug zum Ganzen zu sehen. Auf diese Weise orientiert sich der Unterricht stärker an jenen, die weniger Vorwissen mitbringen. Und wir vermeiden es, implizites Wissen und Können als selbstverständlich vorauszusetzen, das ein Teil der Schüler*innen ausserhalb der Schule erlangt haben, zum Beispiel als Teil männlicher Sozialisation.

Bei der *Auswahl der Didaktik* empfehlen sich projekt- oder problembasierte Zugänge, die das eigene Entwickeln und Entwerfen, Konstruieren und Experimentieren unterstützen und es erlauben, Interesse für einen Zusammenhang zu entwickeln. Dazu im Folgenden nochmals ein Beispiel aus der Forschung.

In dänischen Sekundarschulklassen wurde das situative Interesse der Schüler*innen bei der Entwicklung eines Verfahrens oder Artefakts in einem offenen Designprozess untersucht (Dohn, 2013). Dabei wurden folgende vier Erfahrungen als Auslöser von Interesse identifiziert:

1. Erfindungen machen. Auslösende Faktoren: Neuheit, Wahlfreiheit/Autonomie
2. Trial-and-Error-Experimente. Auslösende Faktoren: Autonomie, selbst generiertes Interesse
3. Funktionierendes Endprodukt. Auslösende Faktoren: Zielerreichung, Kompetenzerleben
4. Zusammenarbeit. Auslösende Faktoren: Soziale Einbindung, Mitwirkung

Diese Ergebnisse zeigen, dass ein ergebnisoffener und selbständig gestalteter Lernprozess das Entwickeln von Interesse begünstigt. Ebenso wird Interesse durch das erfolgreiche Bewältigen der Aufgabe gestärkt,

umgekehrt aber verschwindet das Interesse bei fehlendem Erfolg.

Schüler*innen bringen frühere *Lernerfahrungen*, die ihre Selbstwirksamkeitserwartungen geprägt haben, in die aktuelle Situation ein. Es geht also um die Frage, welche neuen Erfahrungen wir den Schülerinnen und Schülern im Unterricht ermöglichen. Eine Lehr-/Lernsituation kann so gestaltet sein, dass sie das Kompetenzerleben und die Erfahrung der eigenen *Selbstwirksamkeit* stärkt. Sie kann aber auch zum Verlust von Interesse und zur Schwächung der technikbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen beitragen. Für Lehrpersonen ist es gerade im Bereich der technischen Allgemeinbildung entscheidend, ein Spannungsfeld zu beachten, das sich hier auftut: Das Abwägen zwischen offener Problemstellung und selbstbestimmter Gestaltung des Lernprozesses durch die Schüler*innen auf der einen Seite und der *Steuerung des Lernprozesses* durch strukturiertes Anleiten und durch entsprechende Lernumgebungen («Scaffolding») auf der anderen Seite. Das Lernsetting sollte allen Schüler*innen das Erlebnis der eigenen Kompetenz ermöglichen.

Schliesslich weist die Forschung darauf hin, dass sowohl Lernende wie auch Lehrende einen *Genderbias* in die Lehr-/Lernsituation hineinbringen. Als Lehrpersonen müssen wir uns also mit eigenen stereotypen Vorstellungen und Erwartungen auseinandersetzen. Eine Möglichkeit dazu bietet die Selbstevaluation der eigenen Lehrpraxis aus der Geschlechterperspektive, beispielsweise mit dem Online-Tool der Universität Freiburg (siehe Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels). Das Tool wurde für die Hochschullehre entwickelt, eignet sich aber auch sehr gut für die Sekundarstufe. Es bietet zudem ein Glossar und vielfältige Ressourcen. Generell zu empfehlen sind auch der regelmässige Austausch und die Hospitation unter Kolleginnen und Kollegen. Darüber hinaus ist es die Aufgabe der Lehrperson, für ein *Lernumfeld* zu sorgen, das frei von Geschlechterstereotypen ist. Dazu gehört etwa die Gestaltung des Klassenzimmers und, wie bereits oben erwähnt, die Gestaltung von Unterrichtsunterlagen (siehe Kapitel 4.6). Wie Studien zeigen, können gegen-stereotype Darstellungen für Mädchen unterstützend sein.

Eine grössere Herausforderung stellen jene Geschlechterstereotype dar, die in den Interaktionen unter Schülerinnen und Schülern in Szene gesetzt werden. Gerade im Kontext der technischen Bildung kommt es oft vor, dass sich Jungen als kompetenter darstellen als Mädchen, bei Gruppenarbeiten die Initiative ergreifen und sich Mädchen in die Rolle der Zuschauerinnen drängen lassen. Solche Dynamiken können die jeweiligen Lernerfahrungen nachhaltig beeinflussen. Als Lehrperson haben wir verschiedene Möglichkeiten, dies zu verhindern: Zum einen können für die

Bearbeitung von bestimmten Aufgaben geschlechtergetrennte Gruppen gebildet werden. Dabei sollten die jeweiligen Lernerfahrungen auch gemeinsam reflektiert werden. Alternativ können die Schüler*innen selber auswählen, mit wem sie zusammenarbeiten möchten. Dabei bilden sich oft spontan geschlechterhomogene Gruppen. Zum andern kann einer solchen Dynamik mit Anweisungen zur Gruppenarbeit begegnet werden, beispielsweise indem verschiedene Arbeitsrollen definiert werden, die von den Schüler*innen abwechselnd eingenommen werden sollen. Für die Gruppenarbeit können auch klare Spielregeln aufgestellt werden wie etwa diese: Jedes Gruppenmitglied bringt eine Idee zum Vorgehen ein oder experimentiert einmal selbständig am Gerät. Solche Regeln kommen ohne Hinweis auf die Geschlechterdimension aus und vermeiden es entsprechend, Stereotype zu aktivieren. Eine ausführliche Diskussion zur Gestaltung der Gruppendynamik im technischen Unterricht findet sich in Gilbert (2020).

Wenn wir nun die Lehr-/Lernsituation als Ganzes nochmals in den Blick nehmen (siehe Abbildung 4.9), wird deutlich, dass das Lerngeschehen mit den einzelnen Einflussfaktoren in Wechselwirkung steht. Mit anderen Worten, Lernprozesse und -erfahrungen in der aktuellen Unterrichtssituation wirken auf die Schülerinnen und Schüler zurück: Sie beeinflussen deren Motivation und Interessen für technische Sachverhalte, ihren Fundus an Wissen und Erfahrungen im technischen Bereich und, nicht zuletzt, die technikbezogenen Selbstwirksamkeitserwartungen und genderbezogenen Vorstellungen, die sie für künftige Lernsituationen mitbringen. Auf der anderen Seite können Lehrpersonen mit der Entwicklung der eigenen Genderkompetenzen ihren Fundus an Gestaltungs- und Steuerungsmöglichkeiten in der technischen Allgemeinbildung massgeblich erweitern und dadurch den Zugang von Mädchen und Jungen zu Technik gleichermaßen fördern.

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › *Evaluieren Sie Ihre eigene Lehrpraxis aus der Genderperspektive mit dem Online-Tool der Universität Freiburg: unifr.ch/go/equal. Wählen Sie zum Einstieg «Selbstevaluation Lehre» und anschliessend «impliziter Ansatz».*
- › *Überlegen Sie, zu welchen Aspekten Ihrer Unterrichtspraxis Sie gerne ein kollegiales Feedback einholen möchten. Verständigen Sie sich mit einer Kollegin oder einem Kollegen über eine gegenseitige Hospitation und legen Sie das Vorgehen gemeinsam fest.*

4.8. Literatur

- › acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften & VDI (Hrsg.). (2009). *Nachwuchsbarometer Technikwissenschaften*. München Düsseldorf.
- › Akademien der Wissenschaften Schweiz. (2014). *MINT-Nachwuchsbarometer Schweiz – Das Interesse von Kindern und Jugendlichen an naturwissenschaftlich-technischer Bildung*. *Swiss Academies Reports*, 9(6).
- › Ambady, Nalini; Shih, Margaret; Kim, Amy & Pittinsky, Todd L. (2001): «Stereotype Susceptibility in Children: Effects of Identity Activation on Quantitative Performance.» *Psychological Science*, 12(5), 385-390.
- › Avsec, S., & Jamšek, J. (2018). A path model of factors affecting secondary school students' technological literacy. *International Journal of Technology and Design Education*, 28(1), 145–168. doi.org/10.1007/s10798-016-9382-z
- › Bell, Amy E.; Spencer, Steven J.; Iserman, Emma & Logel, Christine E. R. (2003): «Stereotype Threat and Women's Performance in Engineering.» *Journal of Engineering Education*, 92(4), 307-312.
- › Cadaret, Michael C.; Hartung, Paul J.; Subich, Linda M. & Weigold, Ingrid K. (2017): «Stereotype threat as a barrier to women entering engineering careers.» *Journal of Vocational Behavior*, 99, 40-51.
- › DeWaters, J. E., & Powers, S. E. (2011). Energy literacy of secondary students in New York State (USA): A measure of knowledge, affect, and behavior. *Energy Policy*, 39(3), 1699–1710. doi.org/10.1016/j.enpol.2010.12.049
- › Dohn, Niels Bonderup (2013): «Situational Interest in Engineering Design Activities.» *International Journal of Science Education*, 35(12), 2057-2078.
- › Eccles, Jacqueline S. & Jacobs, Janis E. (1986): «Social Forces Shape Math Attitudes and Performance.» *Signs: Journal of Women in Culture and Society*, 11(2), 367-380.
- › Fletcher, S., De Vries, M., & Max, C. (2018). Die technische Mündigkeit von Schüler/-innen zum Ende der Sek. I im internationalen Vergleich – Entwicklung eines Testinstruments und erste Ergebnisse. *Journal of Technical Education*, 6(4), 30–51.
- › Gilbert, Anne-Françoise (2020): «Gender und Technik. Wege zu einem genderinklusive Unterricht.» *Werkspuren. Fachzeitschrift für Vermittlung von Design und Technik*, 1/2020, Nr. 157, 26-28.
- › Gilbert, Anne-Françoise (2021): «Zum Verhältnis von Gender und Technik. Wege zu einer gendersensiblen Technischen Bildung», in M. Müller & S. Schumann (Hrsg.), *Technische Bildung. Stimmen aus Forschung, Lehre und Praxis*. Münster/New York: Waxmann, 69-88. www.waxmann.com/index.php?eID=download&buchnr=4290
- › Good, Jessica J.; Woodzicka, Julie A. & Wingfield, Lylan C. (2010): «The Effects of Gender Stereotypic and Counter-Stereotypic Textbook Images on Science Performance.» *The Journal of Social Psychology*, 150(2), 132-147.
- › Güdel, K. (2014). *Technikaffinität von Mädchen und Jungen der Sekundarstufe I*. Université de Genève. Thèse, 2014. doi: 10.13097/archive-ouverte/unige:41471 archive-ouverte.unige.ch/unige:41471
- › Hofer, Sarah I. (2015): «Studying Gender Bias in Physics Grading: The role of teaching experience and country.» *International Journal of Science Education*, 37(17), 2879-2905.
- › Huguet, Pascal & Régner, Isabelle (2007): «Stereotype Threat Among Schoolgirls in Quasi-Ordinary Classroom Circumstances.» *Journal of Educational Psychology*, 99(3), 545-560.
- › Keller, Johannes (2007): «Stereotype threat in classroom settings: The interactive effect of domain identification, task difficulty and stereotype threat on female students' maths performance.» *British Journal of Educational Psychology*, 77(2), 323-338.
- › Marchand, Gwen C. & Taasobshirazi, Gita (2013): «Stereotype Threat and Women's Performance in Physics.» *International Journal of Science Education*, 35(18), 3050-3061.
- › Moss-Racusin, Corinne A.; Dovidio, John F.; Brescoll, Victoria L.; Graham, Mark J. & Handelsman, Jo (2012): «Science faculty's subtle gender biases favor male students.» *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109(41), 16474-16479.
- › Muzzatti, Barbara & Agnoli, Franca (2007): «Gender and mathematics: Attitudes and stereotype threat susceptibility in Italian children.» *Developmental Psychology*, 43(3), 747-759.
- › NAEP (2014). NAEP. Abgerufen von www.nationsreportcard.gov/tel_2014/#
- › NAEP (2018). NAEP. Abgerufen von www.nationsreportcard.gov/tel/

- › Pfenning, Uwe und Schulz, Marlen (2012) Gender(a)symmetrie im MINT-Bereich. In: Wissenschafts- und Technikbildung auf dem Prüfstand: Zum Fachkräftemangel und zur Attraktivität der MINT-Bildung im europäischen Vergleich NOMOS Baden-Baden.
- › Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. MCB University Press, 9(5). www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf
- › Rydell, Robert J. & Boucher, Kathryn L. (2017): «Chapter Two – Stereotype Threat and Learning», in J. M. Olson (Hrsg.), *Advances in Experimental Social Psychology*. Academic Press, 81-129.
- › Schmader, Toni; Johns, Michael & Forbes, Chad (2008): «An integrated process model of stereotype threat effects on performance.» *Psychological Review*, 115(2), 336-356.
- › Sjøberg, Svein & Schreiner, Camilla (2010). The Rose project. Abgerufen unter: roseproject.no/network/countries/norway/eng/nor-Sjoberg-Schreiner-overview-2010.pdf
- › Steele, Claude M. (1997): «A threat in the air: How stereotypes shape intellectual identity and performance.» *American Psychologist*, 25(6), 613-629.
- › Walton, Gregory M. & Cohen, Geoffrey, L. (2003): «Stereotype Lift.» *Journal of Experimental Social Psychology*, 39, 456-467.
- › Ziefle, M., & Jakobs, E.-M. (Hrsg.). (2009). *Wege zur Technikfaszination. Sozialisationsverläufe und Interventionszeitpunkte (acatech diskutiert)*. Berlin Heidelberg: Springer Verlag.

5. Fächerübergreifender Unterricht in der Praxis

Karin Güdel und Ernest Hägni



Ziele dieses Kapitels:

- › *Sie können die Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Naturwissenschaft und Technik anhand eines Beispiels beschreiben.*
- › *Sie können anhand von drei Lehreinheiten Möglichkeiten der Verknüpfung der Fachbereiche NT, TTG und MI beschreiben.*
- › *Sie sind in der Lage, auf Basis der vorgestellten Lehreinheiten weitere Ideen für eine fächerübergreifende technische Allgemeinbildung abzuleiten.*
- › *Sie können Chancen und Herausforderungen der fächerübergreifenden und der fächertrennten technischen Allgemeinbildung benennen und miteinander vergleichen.*

5.1. Einleitung

Dieses Kapitel stellt beispielhaft drei Lehreinheiten vor, die von Dozierenden einer Pädagogischen Hochschule und einer MINT-Hochschule der FHNW für die Sekundarstufe I entwickelt wurden. Die Lehreinheiten vermitteln technische Allgemeinbildung auf eine fächerübergreifende Weise und geben zum Teil auch Einblick in einen Berufsbereich oder einen Technikbe-

reich, der an der Fachhochschule gelehrt wird – konkret in die Verfahrenstechnik, in die Informatik und die Bautechnik. Im Vordergrund steht dabei die Zusammenarbeit zwischen den Schulfächern TTG und NT. Es werden Möglichkeiten aufgezeigt, wie die beiden Fächer kombiniert werden können.

5.2. Fächerverbindung NT und TTG

Die Lehrplan-Analyse in Kapitel 2 hat gezeigt, dass der Fachbereich TTG die vier Kompetenzbereiche der technischen Allgemeinbildung relativ gleichmässig abdeckt. Das Alleinstellungsmerkmal von TTG ist es, dass im Unterricht Produkte konstruiert und hergestellt werden. Im Fachbereich NT geht es in erster Linie darum, technische Geräte oder Verfahren zu verstehen und mit technischen (Labor-)Geräten selber Experimente und Untersuchungen durchzuführen. Das Alleinstellungsmerkmal dieses Fachbereichs ist das Gewinnen neuer Erkenntnisse. Es liegt auf der Hand, dass eine Kombination dieser beiden Fachbereiche im Zusammenhang mit technischer Allgemeinbildung sowohl für Lehrpersonen wie auch für Schüler*innen neue Möglichkeiten eröffnen.

Weil die beiden Fachbereiche über eine sehr unterschiedliche Fachkultur verfügen und die Lehrpersonen und die Dozierenden an den Pädagogischen Hochschulen unterschiedliche Bildungsbiografien haben, stehen indes der Zusammenarbeit einige Hürden im Weg. Es empfiehlt sich, sowohl unter den Lehrpersonen als auch mit den Schüler*innen ein Verständnis für das Zusammenspiel von Naturwissenschaft und Technik in der «realen Welt» zu schaffen. Dies hilft einerseits den Sinn und Zweck einer Zusammenarbeit im Unterricht zu erklären, aber es erleichtert auch, die Aufgaben zwischen den Lehrpersonen aufzuteilen.

Verhältnis Naturwissenschaft – Technik

Wie die Natur, folgt auch die Technik den naturgesetzlichen Ursache-Wirkung-Zusammenhängen. Nicht alle dieser Zusammenhänge technischer Objekte sind jedoch erforscht und bekannt. So haben

Physiker*innen beispielsweise erst hundert Jahre nach der Herstellung der ersten Dampfmaschine Erklärungen für ihre Funktionsweise gefunden und damit die Thermodynamik als wissenschaftliche Disziplin eingeführt.

Auf der anderen Seite konnten viele neue Produkte, Verfahren und Systeme nur dank naturwissenschaftlicher Erkenntnis geschaffen werden. So zum Beispiel der Elektromotor, der ohne die Entdeckung der magnetischen Wirkung von elektrischem Strom nicht zu dieser Zeit erfunden worden wäre. Je mehr naturgesetzliche Ursache-Wirkung-Zusammenhänge bekannt und mathematisch beschrieben sind, desto mehr können Ingenieur*innen, aber auch Naturwissenschaftler*innen diese Grundlagen anwenden.

Die Aufgabe von Ingenieur*innen und Technikwissenschaftler*innen ist nicht in erster Linie, die naturgesetzlichen Ursache-Wirkung-Zusammenhänge im Detail zu verstehen, sondern diese für den Menschen nutzbar zu machen. Ihr Ziel ist es, im Hinblick auf einen bestimmten Zweck planmässig Produkte, Verfahren und Systeme zu erfinden, zu entwickeln, zu konstruieren und herzustellen.

Naturwissenschaften und Technik haben demnach in ihrer ursprünglichen Form unterschiedliche Zielsetzungen. Die Naturwissenschaften suchen Verständnis – quasi als Selbstzweck. Technikwissenschaften streben zweckorientierte Produkte, Verfahren und Systeme an. In der modernen Forschungs- und Entwicklungsarbeit kann zwischen Natur- und Technikwissenschaften jedoch kaum mehr unterschieden werden (vgl. Abbildung 5.1).

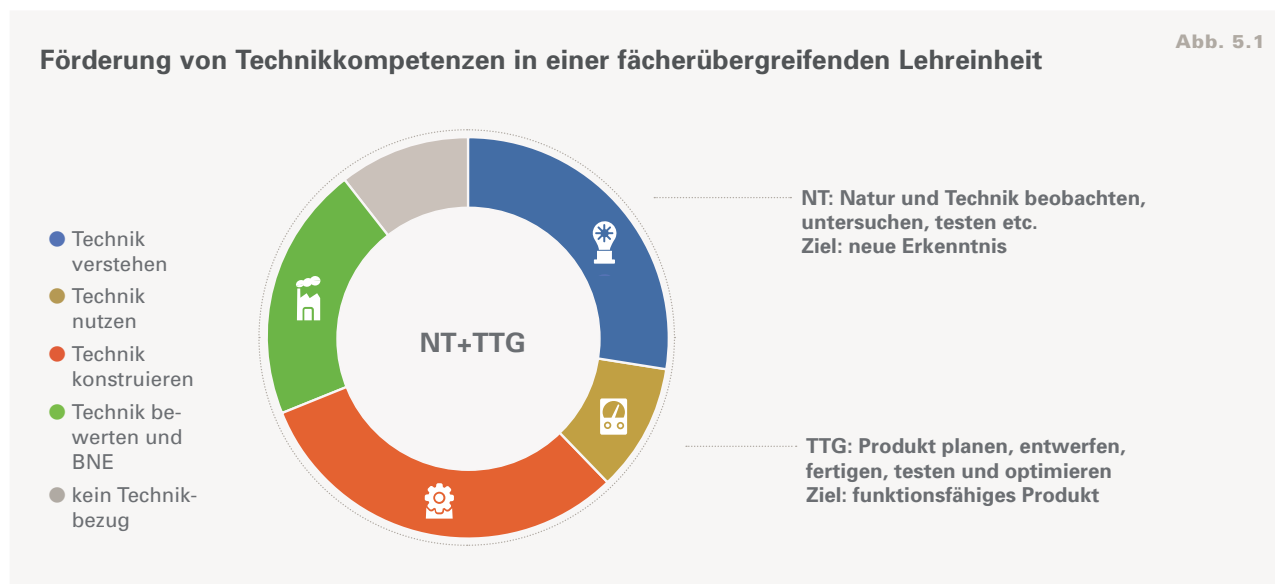
Zusammenspiel von NT und TTG in den Lehreinheiten

In den drei Lehreinheiten bilden die Technik sowie konkrete Produkte (Textilien, Beton und Roboter) das Bindeglied zwischen den Fachbereichen TTG, NT und MI. Die Naturwissenschaften unterstützen und bereichern die Erkundung (Technik verstehen) und die Entwicklung (Technik konstruieren) der Artefakte. Das Textile und Technische Gestalten ermöglicht es, einen Produktentwicklungsprozess von der Idee, über die Planung bis hin zur Realisierung zu durchlaufen.

In jeder Produktentwicklung stehen Forschung und Entwicklung in einer gegenseitigen Wechselwirkung. Im Folgenden sind zwei Möglichkeiten aufgeführt, wie mit naturwissenschaftlichem Wissen und naturwissenschaftlichen Methoden die Produktentwicklung angereichert werden kann:

- › Während der Produktentwicklung und -optimierung fließen Erkenntnisse aus den Naturwissenschaften in das Produkt ein. So fließen zum Beispiel Kenntnisse über den Bewegungsablauf der Ameise in die Konstruktion des Ameisenroboters ein.
- › Die Funktionsweise eines bestehenden oder selber hergestellten Produkts kann mit naturwissenschaftlichen Methoden untersucht und getestet werden. So kann zum Beispiel ein selber genähtes Textilstück auf Wasserdurchlässigkeit und Atmungsaktivität getestet werden.

Das Ziel ist, dass Schüler*innen in solchen fächerübergreifenden Lehreinheiten Kompetenzen aus allen vier Kompetenzbereichen der technischen Allgemeinbildung erwerben, und dass sie insbesondere das Zusammenspiel zwischen Forschung (neue Erkenntnis) und Entwicklung (neue/optimierte Produkte) selber erfahren.



Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › Erklären Sie an einem konkreten Beispiel das Zusammenspiel von Naturwissenschaft und Technik in der realen Welt.
- › Nennen Sie drei konkrete Unterrichtsbeispiele für die Sekundarstufe I, bei denen die Verbindung von NT und TTG Sinn ergeben würde.

Anstösse zum Weiterdenken

- › Beschreiben Sie aus Ihrer Perspektive als TTG- oder NT-Lehrperson den Mehrwert einer Zusammenarbeit mit dem jeweils anderen Fach. Nennen Sie auch Probleme, die auftreten könnten.

5.3. Lehreinheit «Beton»

Michaela Götsch und Matthias von Arx

Einführung

Beton ist ein Baustoff, der unseren Alltag prägt. Wir leben und arbeiten in Gebäuden, nutzen Brücken, Treppen, Strassen und Tunnel aus Beton. Beton schützt uns vor Hochwasser und Steinschlag. Aus Beton werden Anlagen zur Energie- und Trinkwassergewinnung gebaut. Dem kreativen Einsatz des «flüssigen Steins» in Architektur und Kunst sind kaum Grenzen gesetzt.

Doch zugleich hat der universale Werkstoff einen grossen Makel: Die Produktion von Zement, dem Bindemittel von Beton, trägt massgeblich zum CO₂-Ausstoss der Menschheit bei und ist einer der grössten Treiber der Klimaerwärmung. Etwa acht Prozent des weltweit ausgestossenen Kohlendioxids entsteht bei der Herstellung von Zement.

Fächerübergreifende Umsetzung auf der Sekundarstufe I

Diese Lehreinheit bietet die Grundlage, den Baustoff Beton aus unterschiedlichen Perspektiven zu erkunden: Aus Sicht der Technik, der Gestaltung, der Naturwissenschaften und des Alltags. Die Lehreinheit enthält fünf einzeln durchführbare Untereinheiten mit Arbeits- und Theorieblättern für Schüler*innen sowie didaktische Kommentare und Infoblätter für Lehrpersonen. Ziel ist, dass die Schüler*innen eine fundierte Vorstellung von Beton gewinnen und sich eine differenzierte Meinung bilden können.

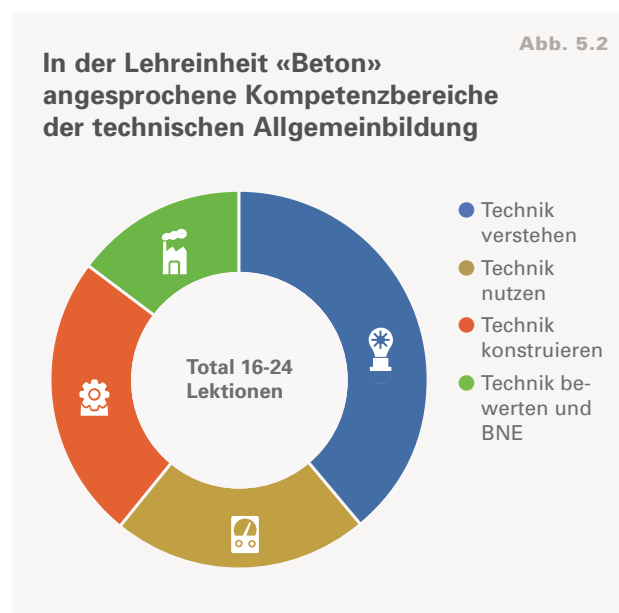
Möglicher Ablauf und Übersicht

Für die gesamte Lehreinheit müssen etwa 16 bis 24 Lektionen eingesetzt werden. Zwischendurch ist eine mehrtägige Pause zum Aushärten der gegossenen Betonelemente notwendig. Einige der Untereinheiten lassen sich je nach verfügbarer Zeit und gesetztem Schwerpunkt mehr oder weniger ausführlich behandeln. Einzelne Untereinheiten können auch unabhängig voneinander im Fachunterricht umgesetzt werden. Für jede Untereinheit gibt es einen Ordner mit Unterrichtsmaterial, didaktischen Hinweisen und bearbeitbaren Vorlagen.

Für die Umsetzung ist die Zusammenarbeit zwischen einer NT- und TTG-Lehrperson in den entsprechenden Fachräumen empfohlen. Die Lehreinheit kann aber auch ausschliesslich im Werk- und/oder Naturwissenschaftsraum durchgeführt werden.

Auf der nächsten Seite findet sich eine Übersicht über Kompetenzziele, beteiligte Schulfächer, Kompetenzbereiche der technischen Allgemeinbildung und Umfang der fünf Untereinheiten.

Detaillierte Informationen und alle Unterlagen zu dieser Lehreinheit sowie zu den benötigten Materialien finden sich unter www.technikdidaktik.ch > Projekte > Tebisio.



Der Beton und ich 1

- Beton in der unmittelbaren Umgebung (z. B. Schulhaus) erkunden und seinen Einsatz und Nutzen mittels Fotos dokumentieren.










Fächerübergreifend  









TTG.1.A.1

Stabil wie Stahl 2

- Die Bestandteile von Beton benennen und die Herstellung erklären.
- Beton selber giessen.
- Einen Modellversuch zur Statik durchführen.
- Unterschiedlich armierten Beton systematisch in Bezug auf seine Belastbarkeit testen.





Physik, Technik, TTG








TTG.2.B.1, TTG.2.D.1, TTG.2.E.1, NT 2.1, NT 5.1

Hart wie Stein 3

- Selber im Labor Kalk (Bestandteil von Zement) brennen, löschen und abbinden.
- Die CO₂-Freisetzung und den Aushärtungsprozess im Kalkkreislauf nachvollziehen und jemandem erklären.
- Den Portlandzement und seine Besonderheiten beschreiben.

Chemie, Technik

TTG.3.B.1, TTG.3.B.2, NT 3.1, NT 3.3, NT 4.2

Formbar ohne Grenzen 4

- Innovative Technologien und deren Anwendungen in Kunst und Architektur recherchieren.
- Eigene Ideen für das Bauen und Gestalten der Zukunft entwickeln.














Technik, TTG  

TTG.2.A.1, TTG.2.C.1

Der Beton und wir – Pro und Contra 5

- Die Auswirkungen der Betonindustrie auf Mensch und Umwelt verstehen.
- In einem Rollenspiel die Vor- und Nachteile von Beton aus verschiedenen Perspektiven diskutieren.

BNE    

TTG.1.B.1, TTG1.B.2, TTG.3.A.2, NT 3.3c

Lesehinweis

Die Grösse der farbigen Symbole entspricht dem relativen Anteil der jeweiligen Kompetenzen in dieser Untereinheit (Skala 1-4).

Die Uhren-Symbole stehen für die ungefähre Anzahl der Lektionen (à 45 Minuten) in dieser Untereinheit.

5.4. Lehreinheit «Bionik»

Gianni di Pietro, Ernest Hägni und Ruedi Küng

Einführung

Der Begriff Bionik stellt ein Kofferwort von Biologie und Technik dar. Bekannte Beispiele basieren oft auf der Grundlagenforschung an sehr spezifischen Organismen. Dies führt dazu, dass sie in vielen Fällen exotischer Natur und somit wenig greifbar sind. Diese Lehreinheit greift deshalb das Beispiel der Ameisen auf. Ihre Überlebensstrategien sind unglaublich vielfältig und erfolgreich – so erfolgreich, dass diese Insektenfamilie eine der grössten Biomassen der Welt stellt. Jeder kennt Ameisen von Spaziergängen oder anderen Begegnungen im Alltag. Dies ermöglicht eine Anknüpfung an Vorwissen, und es kann aufgezeigt werden, dass Bionik auch im Alltag anzutreffen ist, wenn man genau hinschaut.

Fächerübergreifende Umsetzung auf der Sekundarstufe I

In dieser Lehreinheit wird im Zusammenspiel der Schulfächer Biologie bzw. Natur und Technik, Technisches Gestalten sowie des überfachlichen Moduls Medien und Informatik das Thema Bionik behandelt. Die Ameise dient hierbei als Untersuchungsgegenstand, der es ermöglicht, die Bionik von verschiedenen Seiten exemplarisch zu betrachten.

Der Fokus beim Erkenntnisgewinn liegt auf einer praxisorientierten Erfahrung für die Lernenden. Die *Biologie* verschafft mittels Präparaten und Feldstudien einen beobachtungsorientierten Zugang. Die *Informatik* nimmt die Beobachtungen und das Hintergrundwissen auf, um sie in Form der Programmierung technisch zugänglich zu machen. Das *Textile und Technische Gestalten* bildet den Rahmen zur technischen Entwicklung und zum Bau eines Ameisenroboters, in dem die behandelten Aspekte der verschiedenen Disziplinen zusammengeführt werden.

Beobachtungen zum Aufbau und Verhalten der Ameisen leiten die Suche nach möglichen bionischen Anwendungsfeldern ein. Das Bauen mit dem eigenen Körper – wie es verschiedene nomadische Ameisenarten tun – oder Ameisenhügel und andere Behausungsformen bieten Anschauungsmaterial für die Beobachtung von physikalischen Grundlagen, wie etwa Wärmehaushalt oder Bernoulli-Effekt, die bei der Entlüftung der Millionenstädte unentbehrlich sind. Ameisen zeigen Verhaltensmuster, die sich für die Übertragung in Algorithmen eignen und beispielsweise in Systemen für Verkehrslenkung Anwendung finden. Ein Arduino-basierter Laufroboter wird zum

Experimentierfeld für die Programmierung einfacher Bewegungsmuster, die sich aus dem Verhalten von Ameisen ableiten.

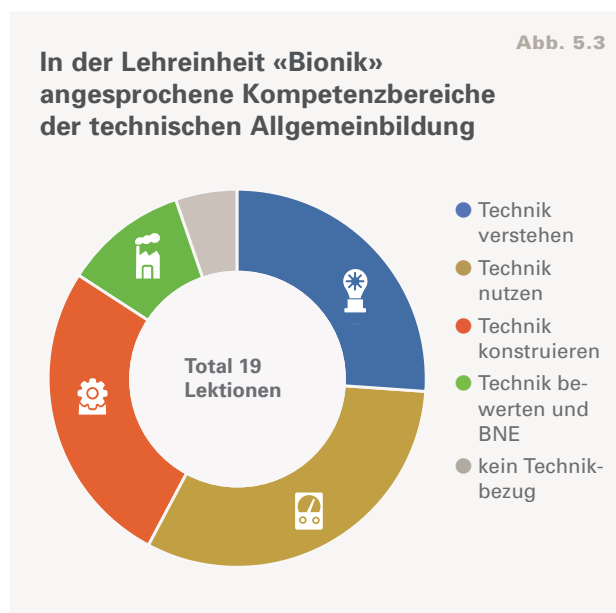
Möglicher Ablauf und Übersicht

Die Lehreinheit Bionik besteht aus sieben Untereinheiten, die jeweils 2 bis 6 Lektionen fächerübergreifenden und fachspezifischen Unterricht umfassen. Für die gesamte Lehreinheit müssen 19 Lektionen bzw. 2,5 Blocktage eingesetzt werden. Einzelne Untereinheiten können auch unabhängig voneinander im Fachunterricht umgesetzt werden. Für jede Untereinheit gibt es einen Ordner mit Unterrichtsmaterial, didaktischen Hinweisen und bearbeitbaren Vorlagen.

Für die Umsetzung ist die Zusammenarbeit zwischen einer NT-, TTG- und MI-Lehrperson in den entsprechenden Fachräumen empfohlen. Die Lehreinheit kann aber auch ausschliesslich im Werk- und/oder Naturwissenschaftsraum durchgeführt werden.

Auf der nächsten Seite findet sich eine Übersicht über Kompetenzziele, beteiligte Schulfächer, Kompetenzbereiche der technischen Allgemeinbildung und Umfang der sieben Untereinheiten.

Detaillierte Informationen und alle Unterlagen zu dieser Lehreinheit sowie zu den benötigten Materialien finden sich unter www.technikdidaktik.ch > Projekte > Tebisio.



1

Biologie als Vorbild der Technik

- Den Begriff Bionik jemandem erklären und verschiedene Anwendungsgebiete kennen.
- Begründen, weshalb sich die Ameise als Modellorganismus eignet.

Fächerübergreifend  

TTG.1.A.1.3C, TTG.3.A.2.3C

2

Biologie der Ameise

- Ameisen und ihre Lebensweise, Verhaltensweisen biologisch, systematisch beschreiben.
- Eine Ameise unter dem Binokular betrachten und skizzieren.
- Spezielle Körpermerkmale der Ameise in Beziehung setzen zur Lebensweise.

Biologie  

NT 6.1, NT 8.1

3

Bauen mit dem Körper

- Statische Prinzipien beim Bauen mit den Körpern bei den Ameisen betrachten und in einfachen Experimenten mit dem menschlichen Körper nachahmen.
- Verhaltensmuster von Ameisen mit Computeralgorithmen vergleichen.

Biologie, TTG 

NT 6.1, TTG.1.A.1

4

Fortbewegung der Ameise

- Mechanische Grundprinzipien für einen sechsbeinigen Roboter experimentell erkunden.





Biologie, TTG  





TTG.2.A.1

5

Ameisenwelt simulieren

- Einfache Algorithmen in einem Flussdiagramm festhalten.
- Eigene Ideen in Flussdiagrammen festhalten und für eine arduino-basierte Platine programmieren.





MI    







MI.2.2.2e, MI.2.2.2c, MI.2.3.3l

6

Ameisenroboter bauen

- Einen Ameisenroboter nach Anleitung fertigen.
- Die Verhaltensweise der Ameise mithilfe von Sensoren und einfachen Algorithmen (PGLU) programmieren und testen.
- Bei Roboter und Programm selbständig Fehler suchen und beheben.

TTG      

TTG.2.D.1.2-1b, MI.2.2.2c

7

Dokumentation und Präsentation

- Den Prozess von der Ameise unter dem Binokular zum Ameisenroboter und das Zusammenspiel der involvierten Fächer gut strukturiert dokumentieren und präsentieren.

Fächerübergreifend  

TTG.1.B.2

Lesehinweis

Die Grösse der farbigen Symbole entspricht dem relativen Anteil der jeweiligen Kompetenzen in dieser Untereinheit (Skala 1-4).

Die Uhren-Symbole stehen für die ungefähre Anzahl der Lektionen (à 45 Minuten) in dieser Untereinheit.

5.5. Lehreinheit «Hightech-Textilien»

Tibor Gyalog, Judith Hess und Daniel Mollet

Einführung

Dank ihrer wasserabstossenden Eigenschaften und einer Milliarde Poren pro Quadratzentimeter Oberfläche sind Hightech-Textilien wie Gore-Tex gleichzeitig wasserdicht und atmungsaktiv. Da das dünne Material flüssiges Wasser abweist, Wasserdampf aber passieren lässt, wird es auch als semipermeable Membran bezeichnet. Die Fähigkeit solcher Membranen, Gase von Flüssigkeiten zu trennen, spielt auch in unserem Körper eine tragende Rolle, z. B. bei der Abgrenzung von der Aussenwelt durch die Haut oder bei der Atmung.

Industriell werden Membranen für eine Vielzahl von Anwendungen eingesetzt. Allgemein dient die industrielle Membrantechnik zur selektiven Trennung oder Vereinigung von Materie. Dabei werden Partikel gezielt übertragen – wie beispielsweise bei der Begasung von Flüssigkeiten. Oder sie werden zurückgehalten – etwa bei der Entsalzung von Meerwasser. Die Grösse der zu übertragenden oder zurückzuhaltenden Partikel reicht von 0,1 Nanometer (niedermolekulare Partikel) bis 10 Mikrometer. Die Partikel können gasförmig, flüssig oder fest sein oder sich in Lösung befinden.

Industrielle Membranen, die sich mit den Gore-Tex-Anwendungen im textilen Bereich direkt vergleichen lassen, sind sogenannte Kontaktoeren. In entsprechenden Apparaten befinden sich in der Regel offenporige Membranen, die zwei Stoffgemische voneinander getrennt halten, aber bestimmte Bestandteile selektiv von einer Seite auf die andere durchlassen. Zwei klassische Beispiele dazu sind die Be- und Entgasung von Flüssigkeiten sowie die Hämodialyse zur Blutreinigung, wenn die Nieren nicht (richtig) arbeiten.

Fächerübergreifende Umsetzung auf der Sekundarstufe I

Die Schüler*innen erproben mit Gore-Tex ausgerüstete Funktionsbekleidung im Härtetest, untersuchen deren physikalischen Eigenschaften und vergleichen sie mit herkömmlichen Textilien. Sie beobachten zudem die Materialien in einer Art künstlichen Lunge, in der mit PTFE-Membranen Wasser mit Sauerstoff angereichert wird. Abschliessend wenden die Schüler*innen Verfahren an, die Textilien wasserabweisend machen und stellen eigene, hippe Taschen oder Beutel her (z. B. Schwimmsack, Bikini-Bag, Lunch-Bag). Sie erproben dabei unterschiedliche Möglichkeiten der Verarbeitung von Hightech-Textilien wie nähen, kleben und schweissen.

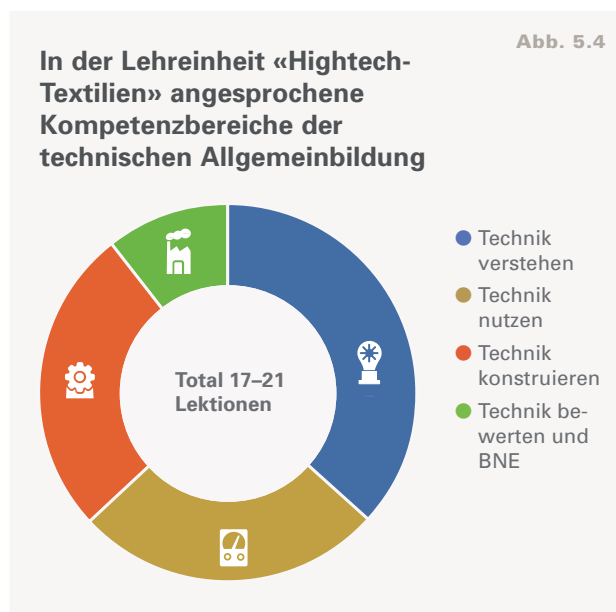
In der Lehreinheit verbinden sich die Fächer Physik sowie TTG, indem Erkenntnisse aus den Naturwissen-

schaften in die Entwicklung eines Produkts in TTG einfließen. Nachfolgend werden die Untereinheiten TTG, Physik, Biologie und Verfahrenstechnik getrennt behandelt – die Abfolge der Untereinheiten 1 bis 9 machen aber deutlich, dass sich die Disziplinen abwechseln. Auf diese Weise fliesst neu erworbenes Wissen aus dem technischen und naturwissenschaftlichen Bereich in die Produktentwicklung ein. Umgekehrt lässt sich die Funktion eines Produkts überprüfen, indem physikalische und technische Eigenschaften experimentell untersucht werden.

Möglicher Ablauf und Übersicht

Die Lehreinheit Hightech-Textilien besteht aus neun Untereinheiten, die je 2 bis 4 Lektionen fächerübergreifenden und fachspezifischen Unterricht umfassen. Für die gesamte Lehreinheit müssen 17 bis 21 Lektionen bzw. 2,5 Blocktage eingesetzt werden. Einzelne Untereinheiten können auch unabhängig voneinander im Fachunterricht umgesetzt werden. Für die Umsetzung ist die Zusammenarbeit zwischen einer NT- und TTG-Lehrperson in den entsprechenden Fachräumen empfohlen. Nachstehend findet sich eine Übersicht über Kompetenzziele, beteiligte Schulfächer, Kompetenzbereiche der technischen Allgemeinbildung und Umfang der neun Untereinheiten.

Detaillierte Informationen und alle Unterlagen zu dieser Lehreinheit sowie zu den benötigten Materialien finden sich unter www.technikdidaktik.ch > Projekte > Tebisio.



Hightech-Textilien im Härtestest 1

- Eine Liste mit Anforderungen an eine gute Jacke formulieren und mit «technischen Daten» von käuflichen Produkten vergleichen.

Fächerübergreifend

TTG.3.A.1, NT 1.2b, NT 1.3a

Hightech-Textilien – Nutzen, Fasern, Flächen 2

- Verschiedene Hightech-Textilien und Verfahren zum Herstellen eines wasserabweisenden Stoffes kennenlernen.
- Wasserabweisende Verbindungstechniken erproben.
- Stoffe imprägnieren und testen.
- Mögliche Konstruktionen von wasserabweisenden Hüllen inkl. wasserfeste Verschlüsse recherchieren.

TTG

TTG.1.B.1, TTG.2.E.1, TTG.3.A.1

Filtern auf hohem Niveau 3

- Hightech-Filtrationsanlagen und deren Funktionsweise beschreiben.
- Mit den Daten der Anlagen einige Kennwerte berechnen.

Verfahrenstechnik

NT 1.2a

Lesehinweis

Die Grösse der farbigen Symbole entspricht dem relativen Anteil der jeweiligen Kompetenzen in dieser Untereinheit (Skala 1-4).

Die Uhren-Symbole stehen für die ungefähre Anzahl der Lektionen (à 45 Minuten) in dieser Untereinheit.

Physik der Kleider 4

- Die physikalischen Konzepte (Oberflächenspannung, Wärmeleitwert, Benetzung) mithilfe verschiedener Textilien erklären.
- Die physikalisch-technischen Kennwerte und Messmethoden erklären.
- Mit alltäglichen Textilien (Wolle, Baumwolle, Seide und Kunstfaser) Wasserabstossung, Atmungsaktivität und Isolation von Textilien messen.

Physik

NT 1.2b, NT 2.1a&c, NT 2.1.2b

Membranen in Biologie 5

- Biologische Membranen und ihre Funktionsprinzipien beschreiben und mit den künstlich hergestellten Membranen (z. B. Gore-Tex) vergleichen.

Biologie

NT 7.1b

Bag entwerfen 6

- Ein Schnittmuster für die Tasche herstellen, das dem gewünschten Zweck gerecht wird.
- Materialien wählen und Verschlüsse planen, die dem Zweck der Tasche gerecht werden.
- Den gewählten Stoff zuschneiden ohne unnötige Materialreste zu erzeugen.

TTG

TTG.2.A.1, TTG.2.A.2, TTG.2.D.1, TTG.2.E.1

Hightech-Textilien testen 7

- Mit den aus Untereinheit 3 bekannten Messmethoden die in Untereinheit 3 verwendeten Materialien testen und mit gewöhnlichen Textilien vergleichen.

Physik

NT 2.1a&c

Bag herstellen und testen 8

- Eine Tasche mit wasserabweisenden Verbindungen und einem wasserdichten Verschluss herstellen, der die Anforderungen an die Nutzung erfüllt.
- Die wasserabweisende Wirkung der Tasche (insbesondere die Verbindungen und Verschlüsse) testen.

TTG

TTG.1.B.1, TTG.2.A.2, TTG.2.D.1

Dokumentation & Präsentation 9

- Theoretische und praktische Erkenntnisse aus der Lehreinheit gut strukturiert und für Laien verständlich zusammenfassen und zusammen mit dem entstandenen Produkt präsentieren.

Fächerübergreifend

TTG.1.A.1, NT 1.2c

5.6. Erfolgsfaktoren und Stolpersteine fächerübergreifender technischer Allgemeinbildung

Das in Einzelfächer getrennte Schulsystem erschwert es den Schüler*innen, das Gelernte zu vernetzen und mit ihrer Lebenswelt und der künftigen Berufswelt sinnhaft zu verknüpfen. Der in diesem Kapitel aufgezeigte fächerübergreifende Unterricht zwischen TTG und NT soll dabei nicht zur Regel werden, sondern exemplarische Momente schaffen, in denen Themen aus mehreren Perspektiven betrachtet werden und eine Vernetzung des Wissens im Fokus steht.

Erfolgsfaktoren NT und TTG

- › Die gemeinsamen Themen der Fachbereiche NT und TTG und die Querverweise im Lehrplan 21 sind sinnvolle Ausgangspunkte für eine fächübergreifende Zusammenarbeit; vgl. Tabelle 2.2 und Anhang D.
- › Der Fachbereich NT kann durch kreativitätsfördernde, zweck- und produktorientierte Aufgaben genauso bereichert werden wie umgekehrt das TTG durch theoretisch-naturwissenschaftliche Aufgaben. Im TTG können komplexere und variantenreichere Design- und Konstruktionsaufgaben gelöst werden; in NT kann die Motivation und das Interesse gesteigert werden.
- › Die (Weiter-)Entwicklung etwaiger Produkte unter Einbezug naturwissenschaftlicher kausaler Beobachtungen und lösungsorientierter technischer und gestalterischer Experimente des TTG zeigt den Schüler*innen einen Weg auf, ihr Wissen zu verbinden und somit selbstwirksam und im Hinblick auf ein Ziel einzusetzen.
- › Das explorative und intuitive Erleben im Rahmen des TTG und das analysierende Vorgehen in den Naturwissenschaften verknüpft verschiedene Kompetenzen.

Die Gegenüberstellung des handwerklichen und naturwissenschaftlichen Zugangs zur Technik trägt dem dualen Bildungssystem der Schweiz Rechnung:

- › Das TTG stellt für viele Schüler*innen der Sekundarstufe I einen wichtigen Kontakt zur handwerklichen Berufswelt dar.
- › Mit dem NT-Unterricht wird Einblick in die Naturwissenschaften gegeben, welche am Gymnasium vertieft und an Universitäten und Fachhochschulen studiert werden können.
- › Durch die Zusammenarbeit mit den MINT-Hochschulen wird dem technisch-ingenieurwissenschaftlichen Berufsfeld Rechnung getragen.
- › Diese Einblicke in verschiedene Berufsbereiche ermöglicht (künftigen) Lehrpersonen, die Lehr- und Lerninhalte ihres eigenen Faches mit anderen Fä-

chern vernetzt wahrzunehmen, den Gewinn der Vernetzung zu sehen und den Wissenstransfer zwischen Praxis und Theorie im eigenen Fach, aber auch in fächerübergreifenden Projekten zu fördern.

Erfolgsfaktoren allgemein

- › Der intensive Austausch, aber auch die Auseinandersetzung mit verschiedenen Konzepten, die während der Entwicklung und Durchführung eines gemeinsamen Unterrichts erfolgen, sind für beide Seiten in vielerlei Hinsicht anregend. Sie bieten Lehrpersonen die Chance, sowohl das eigene Fachverständnis genauer zu definieren als auch über den «Tellerrand» hinauszuschauen.
- › Die Vielfalt der Denk- und Handlungsweisen fordert jede Schülerin und jeden Schüler auf individuelle Weise heraus und ermöglicht somit verschiedene Lernerlebnisse.
- › Es ist von zentraler Bedeutung, dass die Fachlehrpersonen nicht allein den Lernerfolg in ihrem Fachbereich in den Vordergrund stellen. Es geht ganz im Gegenteil darum, nicht das Wissen, sondern die Vernetzung und das Wecken der Neugier am Thema in den Fokus zu rücken, die zum Forschen und Entwickeln gehören.
- › Der Wert des tiefergehenden Wissens und der profunden Erfahrung der Fachlehrpersonen kommt in fächerübergreifenden Projekten erst richtig zum Tragen. Dies gilt nicht in Hinsicht einer Vertiefung des Fachwissens im Projekt, sondern hinsichtlich fachlicher Einbettung und dem Aufzeigen von Vernetzungspunkten.

Stolpersteine

Die Herausforderungen, die eine Zusammenarbeit mehrerer Disziplinen stellt, zeigen sich auf verschiedenen Ebenen. So können Unterschiede in der Fachkultur und -sprache schnell zu Missverständnissen führen, oder die verschiedenen Zugänge zum Lerngegenstand erscheinen für das Gegenüber fremd. Es braucht somit bei den Lehrpersonen Toleranz und Neugier dem anderen Fach und der anderen Person gegenüber, um sich dem gegenseitigen Vorteil in der Zusammenarbeit anzunähern:

- › Diese Annäherung braucht wiederum Zeit. Eine Vertrauensbasis (zwischen zwei oder drei Menschen mit unterschiedlichem fachlichen Hintergrund) kann nicht von heute auf morgen geschaffen werden.

- › Alle beteiligten Lehrpersonen müssen ihre Stärken zeigen und ausleben können. Eine Hierarchisierung der Fächer (Hauptfach vs. Nebenfach; akademisches Fach vs. handwerkliches Fach) ist dabei äusserst hinderlich.
- › Noch stärker als beim disziplinierten Unterricht lohnt es sich beim fächerübergreifenden Unterricht, die Unterrichtseinheiten mehrmals mit verschiedenen Gruppen durchzuführen. Eine einmalige fächerübergreifende Zusammenarbeit ist nicht zu empfehlen – ausser wenn sich bei der erstmaligen Durchführung grundsätzliche Differenzen im Lehrpersonenteam zeigen, die bei einer zweiten Durchführung mit grosser Wahrscheinlichkeit verstärkt würden.
- › Eine Zusammenarbeit darf auch scheitern. Die Erfahrung zeigt, dass viele fächerübergreifende Projekte nicht wiederholt werden, weil die anfängliche Neugier und Toleranz im Laufe der Zusammenarbeit nachliess.

Notwendige Rahmenbedingungen an Schulen und in Aus- und Weiterbildung

An den Schulen braucht es eine Stundentafel und Zeitgefässe für eine fächerübergreifende Zusammenarbeit. In manchen Schulen wird die Zusammenarbeit in Unterrichtsteams, etwa innerhalb des Fachbereichs Gestalten (TTG und BG) mit Teamstunden gefördert. Für eine entsprechende Wertschätzung und Förderung ist das Einplanen gemeinsamer entlohnter Zeitgefässe zur Konzeption fächerübergreifender Zusammenarbeit ebenso erforderlich wie Flexibilität und Kreativität in der Gestaltung geeigneter Unterrichtsgefässe.

In der Aus- und Weiterbildung von Lehrpersonen braucht es explizite, zusätzliche Angebote für die fächerübergreifende Zusammenarbeit. Das kann nicht nebenbei, in Entwicklungsprojekten, geschehen sondern müsste fix in der Aus- und Weiterbildung institutionalisiert werden. Aktuell sind solche Angebote zu stark vom persönlichen Goodwill und Einsatz von Dozierenden und Lehrpersonen abhängig, und das ist ihrer Bedeutung nicht angemessen. Verpflichtende, zusätzliche Angebote in der Ausbildung der Lehrpersonen könnten die Bedeutung soweit betonen, dass ihre Umsetzung dann auch an den Schulen zu einer Selbstverständlichkeit werden.

Aufgaben zum Erschliessen des Unterkapitels

- › Beschreiben Sie in eigenen Worten, welchen Mehrwert die Fächerverbindung in diesen drei Lehreinheiten bringt?
- › Könnte das Thema auch ausschliesslich im TTG oder NT vermittelt werden? Was wären die grossen Unterschiede zur fächerübergreifenden Umsetzung? Was würde fehlen, was wäre einfacher?

Anstösse zum Weiterdenken

- › Könnten Sie sich vorstellen, eines der drei Themen in einer fächerübergreifenden Technikwoche umzusetzen? Weshalb ja? Weshalb nein?
- › Welches Thema würden Sie gerne in einer fächerübergreifenden Technikwoche umsetzen? Wie würden Sie den roten Faden und die Verknüpfung der Fächer sicherstellen?
- › Wenn es keine organisatorischen und logistischen Einschränkungen gäbe, in welcher Unterrichtsform und mit welchen Arbeitsformen würden Sie am liebsten technische Allgemeinbildung vermitteln?

5.7. **Literatur**

- › Sachs, B. (2001). Technikunterricht. Bedingungen und Perspektiven. *tu – Zeitschrift für Technik im Unterricht*, 26 (100), 5–12.
- › Graube, G. & Mammes, I. (2015). Didaktisches Konzeption eines interdisziplinären Ansatzes «Natur und Technik» für die Gymnasialklassen fünf und sechs. www.digibib.tu-bs.de/?docid=00054672.

Anhang



Kompetenzraster Lehrplan 21

A. Fachbereich «Textiles und Technisches Gestalten»

Technik verstehen

Funktionsweisen von Geräten, Eigenschaften von Materialien, Basiskonzepte

TTG 1.A.1.a Z1	TTG 2.B.1.4a Z1	TTG 2.C.1.1a Z1	TTG 2.D.1.3a Z1	TTG 3.A.1.a Z1
TTG 1.A.1.b Z2	TTG 2.B.1.4b Z12	TTG 2.C.1.1b Z2	TTG 2.D.1.3b Z2	TTG 3.A.1.b Z2
TTG 1.A.1.c Z3	TTG 2.B.1.4c Z2	TTG 2.C.1.1c Z3	TTG 2.D.1.3c Z3	TTG 3.A.1.c Z3
TTG 2.B.1.1b Z12	TTG 2.B.1.4d Z23	TTG 2.C.1.2a Z1	TTG 2.D.1.4a Z1	TTG 3.A.2.a Z1
TTG 2.B.1.1c Z2	TTG 2.B.1.4e Z3	TTG 2.C.1.2b Z2	TTG 2.D.1.4b Z2	TTG 3.A.2.b Z2
TTG 2.B.1.1d Z3	TTG 2.B.1.4f Z3	TTG 2.C.1.2c Z3	TTG 2.D.1.4c Z3	TTG 3.A.2.c Z3
TTG 2.B.1.3a Z1	TTG 2.B.1.5a Z1	TTG 2.C.1.3a Z1	TTG 2.D.1.5a Z1	TTG 3.B.2.a Z1
TTG 2.B.1.3b Z12	TTG 2.B.1.5c Z2	TTG 2.C.1.3b Z2	TTG 2.D.1.5b Z2	TTG 3.B.2.b Z2
TTG 2.B.1.3c Z2	TTG 2.B.1.5d Z23	TTG 2.C.1.3c Z3	TTG 2.D.1.5c Z3	TTG 3.B.2.c Z3
TTG 2.B.1.3e Z3	TTG 2.B.1.5e Z3	TTG 2.D.1.2a Z1	TTG 2.E.1.1a Z1	
TTG 2.B.1.3f Z3	TTG 2.B.1.5f Z3	TTG 2.D.1.2b Z2	TTG 2.E.1.2b Z2	
		TTG 2.D.1.2c Z3	TTG 2.E.1.3c Z3	

Technik konstruieren & herstellen

Technische Lösungen planen, entwerfen, fertigen, optimieren, prüfen und testen

TTG 1.A.1.b Z2	TTG 2.B.1.1a Z1	TTG 2.B.1.5c Z2	TTG 2.D.1.2a Z1	TTG 2.D.1.5a Z1
TTG 1.A.1.c Z3	TTG 2.B.1.1b Z12	TTG 2.B.1.5d Z23	TTG 2.D.1.2b Z2	TTG 2.D.1.5b Z2
TTG 1.B.2.b Z2	TTG 2.B.1.1c Z2	TTG 2.B.1.5e Z3	TTG 2.D.1.2c Z3	TTG 2.D.1.5c Z3
TTG 1.B.2.c Z3	TTG 2.B.1.1d Z3	TTG 2.B.1.5f Z3	TTG 2.D.1.3a Z1	TTG 2.E.1.1a Z1
TTG 2.A.2.a Z1	TTG 2.B.1.3d Z23	TTG 2.C.1.2b Z2	TTG 2.D.1.3b Z2	TTG 2.E.1.2b Z2
TTG 2.A.2.b Z2	TTG 2.B.1.3f Z23	TTG 2.C.1.2c Z3	TTG 2.D.1.3c Z3	TTG 2.E.1.3c Z3
TTG 2.A.2.c Z3	TTG 2.B.1.4b Z12	TTG 2.D.1.1a Z1	TTG 2.D.1.4a Z1	
TTG 2.A.3.a Z1	TTG 2.B.1.4c Z2	TTG 2.D.1.1b Z2	TTG 2.D.1.4b Z2	
TTG 2.A.3.b Z2	TTG 2.B.1.4d Z23	TTG 2.D.1.1c Z3	TTG 2.D.1.4c Z3	
TTG 2.A.3.c Z3	TTG 2.B.1.4e Z3			
	TTG 2.B.1.4f Z3			

Lesehinweis

Die fett gedruckten Kompetenzen tragen voll, die normal gedruckten teilweise zu den aufgeführten Kompetenzbereichen der technischen Allgemeinbildung bei.

Technik nutzen

Technische Geräte auswählen, fach- und sicherheitsgerecht anwenden

TTG 2.B.1.3a Z1	TTG 2.D.1.2a Z1	TTG 2.D.1.4a Z1	TTG 2.E.1.1c Z3	TTG 3.B.4.a Z1
TTG 2.B.1.3b Z12	TTG 2.D.1.2b Z2	TTG 2.D.1.4b Z2	TTG 2.E.1.2a Z1	TTG 3.B.4.b Z2
TTG 2.B.1.3c Z2	TTG 2.D.1.2c Z3	TTG 2.D.1.4c Z3	TTG 2.E.1.2b Z2	TTG 3.B.4.c Z2
TTG 2.B.1.5b Z12	TTG 2.D.1.3a Z1	TTG 2.D.1.5a Z1	TTG 2.E.1.2c Z3	
TTG 2.D.1.1a Z1	TTG 2.D.1.3b Z2	TTG 2.D.1.5b Z2	TTG 2.E.1.2d Z3	
TTG 2.D.1.1b Z2	TTG 2.D.1.3c Z3	TTG 2.D.1.5c Z3		
TTG 2.D.1.1c Z3				

Technik bewerten und BNE

Wirtschaftliche, ökologische, gesellschaftliche und historische Bezüge

TTG 1.B.1.1a Z1	TTG 2.B.1.3d Z23	TTG 2.C.1.3a Z1	TTG 3.A.2.c Z3	TTG 3.B.2.a Z1
TTG 1.B.1.1b Z2		TTG 2.C.1.3b Z2		TTG 3.B.2.b Z2
TTG 1.B.1.1c Z3	TTG 2.C.1.1b Z2	TTG 2.C.1.3c Z3	TTG 3.B.1.a Z1	TTG 3.B.2.c Z3
	TTG 2.C.1.1c Z3		TTG 3.B.1.b Z2	
TTG 1.B.1.2a Z1		TTG 3.A.1.a Z1	TTG 3.B.1.c Z3	TTG 3.B.3.a Z1
TTG 1.B.1.2b Z2		TTG 3.A.1.b Z2		TTG 3.B.3.b Z2
TTG 1.B.1.2c Z3		TTG 3.A.1.c Z3		TTG 3.B.3.c Z3

B Fachbereich «Natur, Mensch, Gesellschaft» mit NT, WAH, RZG

Technik verstehen

Funktionsweisen von Geräten, Eigenschaften von Materialien, Basiskonzepte

NMG 3.1.b Z1	NMG 5.2.1a Z1	NMG 8.1.e Z2	NT 4.2.a	WAH 2.2.a
NMG 3.1.d Z12	NMG 5.2.1c Z2	NMG 8.1.f Z23	NT 4.2.b	WAH 2.2.b
NMG 3.1.e Z2	NMG 5.2.1d Z2		NT 4.2.c	WAH 2.2.c
NMG 3.1.h Z23	NMG 5.2.1e Z2	NMG 8.2.c Z2	NT 4.2.d	
	NMG 5.2.1f Z2	NMG 8.2.d Z2	NT 4.2.e	WAH 3.3
NMG 3.2.a Z1		NMG 8.2.f Z23		RZG 1.4.a
NMG 3.2.b Z1	NMG 5.2.2a Z1		NT 5.1.b	
NMG 3.2.c Z2	NMG 5.2.2b Z1	NMG 9.2.b Z1	NT 5.1.d	RZG 2.3.c
NMG 3.2.d Z2	NMG 5.2.2c Z2	NMG 9.2.d Z12	NT 5.1.e	
NMG 3.2.e Z2	NMG 5.2.2e Z2			RZG 2.4.a
		NT 1.2.a	NT 5.2.a	RZG 2.4.b
NMG 3.3.c Z12	NMG 5.3.a Z1	NT 1.2.c	NT 5.2.b	
NMG 3.3.d Z2	NMG 5.3.b Z12	NT 1.2.d	NT 5.2.d	RZG 3.3.a
	NMG 5.3.c Z2		NT 5.2.e	RZG 3.3.b
NMG 3.4.c Z2	NMG 5.3.d Z2	NT 2.2.a		
	NMG 5.3.e Z2	NT 2.2.c	NT 5.3.a	RZG 6.2.b
NMG 4.2.d Z2	NMG 5.3.f Z2	NT 4.1.a		RZG 6.2.d
NMG 5.1.a Z1		NT 4.1.b	NT 6.3.b	
NMG 5.1.b Z1	NMG 6.1.e Z2	NT 4.1.c	WAH 1.1.b	
NMG 5.1.c Z12	NMG 6.3.f Z23	NT 4.1.d	WAH 1.3.a	
NMG 5.1.d Z2	NMG 6.4.h Z23	NT 4.1.e	WAH 1.3.b	
NMG 5.1.e Z2	NMG 6.5.f Z2		WAH 1.3.d	
NMG 5.1.f Z2				

Technik konstruieren & herstellen

Technische Lösungen planen, entwerfen, fertigen, optimieren, prüfen und testen

NMG 5.1.b Z1 NMG 5.1.d Z2	NMG 5.2.1b Z12 NMG 5.2.1d Z2	NMG 5.2.2d Z2	NT 1.2.a	NT 5.3.b NT 5.3.d
------------------------------	--	----------------------	----------	------------------------------------

Technik nutzen

Technische Geräte auswählen, fach- und sicherheitsgerecht anwenden

NMG 3.1.d Z12 NMG 3.1.e Z2	NMG 4.3.d Z2	NT 2.1.1a	NT 5.1.c	WAH 4.4.b
NMG 3.3.d Z2	NMG 8.5.g Z2 NMG 8.5.i Z23	NT 2.1.1c NT 2.2.b NT 3.1.1c	NT 5.2.b NT 5.3.a	WAH 4.4.c WAH 4.4.d
NMG 3.4.a Z1 NMG 3.4.b Z1 NMG 3.4.c Z2	NT 1.2.b	NT 3.1.1d NT 3.1.2a NT 3.1.2c	NT 8.2.a NT 9.1.a	WAH 5.1.b WAH 5.1.c

Technik und BNE

Wirtschaftliche, ökologische, gesellschaftliche und historische Bezüge

NMG 3.2.b Z1 NMG 3.2.c Z2 NMG 3.2.d Z2 NMG 3.2.e Z2 NMG 3.2.f Z23	NMG 6.4.a Z1 NMG 6.4.c Z12 NMG 6.4.f Z2 NMG 6.4.g Z23 NMG 6.4.h Z23	NMG 8.2.a Z1 NMG 8.2.f Z23	WAH 1.3.a WAH 1.3.c	RZG 1.4.c RZG 1.4.d RZG 1.4.e
NMG 3.3.b Z1 NMG 3.3.c Z12	NMG 6.5.e Z2 NMG 6.5.f Z2	NMG 8.3.a Z1 NMG 8.3.b Z2 NMG 8.3.c Z2 NMG 8.3.d Z2 NMG 8.3.e Z2	WAH 2.1.a WAH 2.1.b WAH 2.2.a WAH 2.2.b WAH 2.2.c	RZG 2.3.b RZG 2.3.c RZG 2.3.d RZG 2.4.c
NMG 4.2.b Z12 NMG 4.2.d Z2	NMG 6.5.g Z2 NMG 6.5.h Z23	NMG 9.2.b Z1 NMG 9.2.d Z12	WAH 3.1.a WAH 3.1.b WAH 3.1.c	RZG 3.1.b RZG 3.1.c RZG 3.1.d
NMG 5.1.e Z2 NMG 5.2.2e Z2	NMG 7.3.b Z1 NMG 7.3.c Z1 NMG 7.3.d Z2 NMG 7.3.e Z2 NMG 7.3.g Z2 NMG 7.3.h Z23	NT 1.2.b NT 1.2.c NT 1.2.d	WAH 3.2.a WAH 3.2.b WAH 3.2.c WAH 3.2.d	RZG 3.2.b RZG 3.2.c RZG 3.2.d RZG 3.2.e
NMG 5.3.a Z1 NMG 5.3.c Z2 NMG 5.3.e Z2 NMG 5.3.f Z2	NMG 7.4.b Z1 NMG 7.4.e Z2 NMG 7.4.g Z23	NT 1.3.a NT 1.3.b NT 1.3.c	WAH 3.3.a WAH 3.3.b WAH 3.3.c	RZG 3.3.a RZG 3.3.b
NMG 6.3.a Z1 NMG 6.3.b Z1 NMG 6.3.c Z2 NMG 6.3.d Z2 NMG 6.3.e Z2 NMG 6.3.f Z23	NMG 8.1.e Z2 NMG 8.1.f Z23	NT 3.3.c NT 3.3.d NT 4.2.d NT 4.2.e NT 4.2.f NT 5.3.c	WAH 4.3.b WAH 4.4.d WAH 4.5.a	RZG 5.2.b RZG 5.2.c

C Fachbereich «Medien und Informatik»

Technik verstehen

Funktionsweisen von Geräten, Eigenschaften von Materialien, Basiskonzepte

MI 1.1.g Z3	MI 2.1.c Z2	MI 2.2.a Z1	MI 2.3.f Z2
MI 1.4.c Z23	MI 2.1.d Z2	MI 2.2.b Z2	MI 2.3.g Z2
	MI 2.1.f Z23	MI 2.2.c Z2	MI 2.3.h Z2
	MI 2.1.g Z23	MI 2.2.d Z2	MI 2.3.i Z23
	MI 2.1.i Z3	MI 2.2.e Z2	MI 2.3.l Z3
	MI 2.1.j Z3		
	MI 2.1.k Z3		

Technik konstruieren & herstellen

Technische Lösungen planen, entwerfen, fertigen, optimieren, prüfen und testen

MI 1.4.f Z3	MI 2.2.d Z2
	MI 2.2.f Z2
	MI 2.2.g Z3
	MI 2.2.h Z3

Technik nutzen

Technische Geräte auswählen, fach- und sicherheitsgerecht anwenden

MI 1.1.e Z3	MI 1.3.b Z1	MI 1.4.a Z1	MI 2.1.e Z2	MI 2.2.b Z2
MI 1.2.c Z12	MI 1.3.c Z2	MI 1.4.b Z2	MI 2.1.h Z3	MI 2.2.c Z2
	MI 1.3.d Z2	MI 1.4.c Z23	MI 2.1.i Z3	
	MI 1.3.e Z2	MI 1.4.d Z3	MI 2.1.j Z3	MI 2.3.a Z1
	MI 1.3.f Z23	MI 1.4.e Z3	MI 2.1.k Z3	MI 2.3.b Z1
	MI 1.3.g Z3			MI 2.3.c Z1
	MI 1.3.h Z3			MI 2.3.d Z12

Technik bewerten und BNE

Wirtschaftliche, ökologische, gesellschaftliche und historische Bezüge

MI 1.1.a Z1	MI 2.2.i Z3	MI 2.3.e Z2
MI 1.1.b Z2		MI 2.3.f Z2
MI 1.1.d Z3		MI 2.3.g Z2
MI 1.1.e Z3		MI 2.3.j Z23
MI 1.1.f Z3		MI 2.3.k Z23
MI 1.1.g Z3		MI 2.3.m Z3
		MI 2.3.n Z3

D Querverweise im LP21

Kompetenzen im Fachbereich TTG, die zu einer technischen Allgemeinbildung beitragen UND einen Querverweis enthalten	Querweise auf Fachbereich(e)	
TTG 2.A.3.c	NT 1.2.b	
TTG 2.B.1.4b	NMG 3.1.d	NMG 5.1.c
TTG 2.B.1.4c	NMG 3.1.h NMG 5.1.e	NMG 5.1.f
TTG 2.B.1.4d	NMG 3.1.h NMG 5.1.e	NMG 5.1.f
TTG 2.B.1.5a	NMG 5.2.1a	NMG 5.2.1b
TTG 2.B.1.5b	NMG 5.2.1b	
TTG 2.B.1.5c	NMG 5.2.1d NMG 5.2.1e	NMG 5.2.1f
TTG 2.B.1.5d	NMG 3.2.c NMG 3.2.d	NMG 3.2.e NT 5.2.e
TTG 2.B.1.5e	NT 5.2.a NT 5.3.a	NT 5.3.b NT 5.3.d
TTG 2.B.1.5f	NT 4.1.a NT 4.2.c	NT 4.2.d NT 5.2.e
TTG 3.A.2.a	NMG 5.1.a	NMG 5.3.a
TTG 3.A.2.b	NMG 5.3.c NMG 5.3.d	NMG 5.3.f
TTG 3.B.2.c	NT 1.3.a NT 1.3.b	NT 1.3.c
TTG 3.B.3.c	NT 1.3.a NT 1.3.b	NT 1.3.c
TTG 3.B.4.c	NT 1.2.a	NT 1.2.b

Kompetenzen im Fachbereich MI, die zu einer technischen Allgemeinbildung beitragen UND einen Querverweis enthalten	Querweise auf Fachbereich(e)	
MI 1.3.e	NMG 5.3.d	

Impressum

Autorinnen und Autoren

Swaantje Brinkmann, Gianni di Pietro, Anne-Françoise Gilbert, Michaela Götsch, Karin Güdel, Tibor Gyalog, Ernest Hägni, Manuel Haselhofer, Ruedi Küng, Daniel Mollet, Lorenz Möschler, Rainer Roth, Svantje Schumann, Claudia Stübi, Matthias von Arx

Herausgeberinnen

Karin Güdel und Claudia Stübi

Fachliche Begleitgruppe

Manuel Haselhofer, Susanne Metzger, Susanne Bleisch, Jürg Keller, Lucy Kind

Redaktion und Satz

Jörg Schmill, Sinnform AG, www.sinnform.com

Bilder

Titel: AdobeStock, Seite 4: AdobeStock, Seite 15: AdobeStock, Seite 29: AdobeStock, Seite 47: iStock, Seite 64: FHNW, Seite 76: FHNW

Finanzierung

Projektgebundene Beiträge (PgB) 2017–2020, [swissuniversities](http://swissuniversities.ch):
www.swissuniversities.ch/themen/hochschulpolitik/programme-und-projekte

Netzwerk MINT Bildung Schweiz: www.fhnw.ch/de/die-fhnw/hochschulen/ht/mint-bildung

Erschienen im August 2021, aktualisiert und erweitert im Juni 2022

© Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW

Hochschule für Life Sciences
Hochschule für Architektur Bau und Geomatik
Hochschule für Technik
Pädagogische Hochschule
Bahnhofstrasse 6
5210 Windisch

Die Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW
setzt sich aus folgenden Hochschulen zusammen:

- Hochschule für Angewandte Psychologie FHNW
- Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik FHNW
- Hochschule für Gestaltung und Kunst FHNW
- Hochschule für Life Sciences FHNW
- Hochschule für Musik FHNW
- Pädagogische Hochschule FHNW
- Hochschule für Soziale Arbeit FHNW
- Hochschule für Technik FHNW
- Hochschule für Wirtschaft FHNW

Fachhochschule Nordwestschweiz FHNW
Hochschule für Life Sciences
Hochschule für Architektur Bau und Geomatik
Hochschule für Technik
Pädagogische Hochschule
Bahnhofstrasse 6
5210 Windisch

www.fhnw.ch