

UMT – Analyse eines Unterrichtsmediums für den TU

I.	Vorbemerkungen.....	2
II.	Intentionen von Technikunterricht	2
	Konkretisierung der Intentionen	3
III.	Technisches Handeln	4
	Technisches Handeln von Laien	4
	Professionelles technisches Handeln	5
	Kompetentes Handeln im Technikunterricht	6
IV.	Medien im Technikunterricht	6
	Baukastensysteme im Technikunterricht: Lernen durch Modellbildung	7
	Lernmodi.....	8
	Lernen mit Medien in technischen Handlungsbereichen	8
	<i>Technisches Schöpferium und technische Kreativität</i>	<i>9</i>
	<i>Technik herstellen</i>	<i>10</i>
	<i>Analyse technischer Sachverhalte und Verfahren</i>	<i>12</i>
V.	Medien des Technikunterrichts	13
	Zum Zusammenhang zwischen Zielen, Inhalten und Medien	14
	Baukastensysteme als Medien des Technikunterrichts	15
	<i>Baukasten als technisches Prinzip</i>	<i>16</i>
	<i>Der Einsatz von Baukästen zur Modellentwicklung.....</i>	<i>18</i>
	<i>Leitgedanken zum Einsatz von Baukästen im Technikunterricht</i>	<i>19</i>
VI.	Zur Arbeit mit Baukastensystemen	20
	Zum Problem der Komplexität eines Baukastensystems	21
	<i>Die Einspielphase</i>	<i>21</i>
	<i>Erarbeitungsphasen.....</i>	<i>22</i>
	<i>Die Vorgehensweise im Überblick</i>	<i>25</i>
VII.	Ausblick auf weitere Anwendungsgebiete	25

I. Vorbemerkungen

„Das mag für die Theorie wichtig sein, für die Praxis taugt es nicht.“ Diese Einschätzung ist immer wieder zu hören, baut aber auf einer falschen Grundannahme auf. Praxis und Theorie beziehen sich auf denselben Sachverhalt. Die Praxis ist das Vorrangige, das, was zuerst da ist. Theorie reagiert auf sie, indem sie die Praxis analysiert und in ihr enthaltene Strukturen verdeutlicht. Nur schlechte Theorie erlaubt keinen Bezug zu der Wirklichkeit, die sie beschreiben soll. Ein schlüssiges Gedankengebäude kann dagegen einer Praxis, die sich weiterentwickeln möchte, eine systematische Orientierung geben.

Dieses Skript möchte Beziehungen zwischen den vielen Entscheidungen, die in einer Unterrichtsplanung getroffen werden müssen, verdeutlichen. Ein Baukastensystem ist ein Unterrichtsmedium und als solches kein Selbstzweck. Medien haben erstens die Aufgabe, einen ausgewählten Inhalt im Unterricht greifbar zu machen. Die Bewegungsumwandlung eines Getriebes wird in einem beschreibenden Text abstrakt bleiben, in Abbildungen anschaulicher werden, aber erst in der handelnden Auseinandersetzung mit einem Getriebe wird sie auch begreifbar. Zweitens stellen sie ein effektives Mittel dar, die Erarbeitung von Inhalten aus der Hand der Lehrperson in die der Schüler(innen) zu übergeben. Ein handlungs- bzw. schülerorientierter Unterricht lässt sich ohne Medien nicht erreichen, denn sie bilden den „Gegen-Stand“, mit dem sich Schüler(innen) direkt auseinandersetzen können.

Die Zweckmäßigkeit eines Unterrichtsmediums kann nur von den Zielen des Unterrichts her bewertet werden. Daher werden hier zunächst einige Bemerkungen zu den Intentionen von Technikunterricht vorangestellt.

II. Intentionen von Technikunterricht

Intentionen eines Schulfaches sind normative Setzungen: Es muss festgelegt werden, welches Verhalten bei den Schüler/innen gefördert werden soll. Unser Bildungswesen legitimiert sich aus der Tradition der Aufklärung und des Neuhumanismus' heraus. Intentionen lassen sich nicht logisch aus Grundannahmen ableiten. Die Werte, aus denen heraus argumentiert wird, können (und sollten) aber offengelegt werden.

Zur Grundlegung und Bestimmung der Intentionen unseres Bildungssystems lesen Sie bitte in meinen Skripten „Theorien und Modelle der Technikdidaktik“ und „Methoden und Medien des Technikunterrichts“ nach. Hier finden Sie nur die Ausformulierung:

Intentionen von Technikunterricht

Als leitende Intention von Technikunterricht wird im Allgemeinen die Förderung von Persönlichkeiten verstanden, die sich in technisch geprägten Alltagssituationen sachkundig orientieren und eigenständig, verantwortlich und kompetent handeln können.

Diese Intentionen gelten in der Folge als *Bewertungsrahmen* für Aussagen, aus denen

Entscheidungen für eine Unterrichtsplanung abgeleitet werden. Immer dann, wenn formuliert wird, Unterricht *solle* in einer bestimmten Art und Weise gestaltet werden, dann darf die vorgeschlagene Form erstens nicht diesen Leitgedanken zuwiderlaufen, und sie sollte zweitens darauf angelegt sein, ein solches Idealbild systematisch zu fördern.

Konkretisierung der Intentionen

Abstrakte Darstellungen haben den Vorteil größerer Klarheit, aber den Nachteil, dass sie keine Aussagen zu einer konkreten Sachlage machen. Was genau bedeuten die einzelnen Formulierungen für die Gestaltung eines konkreten Technikunterrichts?

Handlungsfähigkeit in technisch geprägten Situationen wird dann geübt, wenn Schüler(innen) ihr bereits gelerntes Wissen und Können in eine *neue Problemlage* einfließen lassen und wenn sie sich zweitens bei neuen Detailproblemen selbstständig behelfen können. Sie sollen nicht aufgeben, sondern ihre Absicht so lange und so sachkundig weiter verfolgen, wie es die Situation zulässt.

Handlungsfähigkeit

Dabei müssen sie zahlreiche *Entscheidungen* treffen – das wiederum setzt voraus, dass sie *Bewertungen* vornehmen. Technikunterricht soll sie dazu befähigen, diese Bewertungen kriteriengeleitet vorzunehmen. Kriterien sind dabei das Wissen über die Sache und ein Bewusstsein für die Folgen, die die Entscheidung für andere haben kann.

Bewerten mit Sachkenntnis und Verantwortungsbe-
wusstsein

Die *Qualität von Bewertungen* kann nur dann eingeschätzt werden, wenn sie in sinnhaften Zusammenhängen eingebunden sind. Dieser Hinweis darf nicht überlesen werden. Er sagt nicht weniger aus, als dass Unterricht, der den oben genannten Intentionen von Technikunterricht gerecht werden soll, Lernen in Sinnzusammenhängen ermöglichen muss. Das bedeutet, dass eine Unterrichtseinheit „Getriebelehre“ den Intentionen kaum entsprechen kann, da ein Getriebe eine technische Lösung darstellt, deren Zweckmäßigkeit nur aus der Zielsetzung und den Rahmenbedingungen eines Bedarfs heraus bewertet werden kann. Sinnhaftigkeit würde unterstützt durch Formulierungen wie „Wir entwickeln eine Transporthilfe für große Lasten“. Darin ist eine Problemstellung enthalten, aus der sich Anforderungen an die zu entwickelnden Lösungen formulieren lassen. Aus den Anforderungen lassen sich Kriterien ableiten, mit deren Hilfe die Qualität der Lösungen (und damit die Leistung der Schüler) bewertet werden kann.

Ganzheitliche, sinn-
haltige Handlungs-
situationen statt
isolierter Probleme

Ein besonderer Aspekt des Technikunterrichts kann an der unterschiedlichen thematischen Ausrichtung des Getriebebeispiels verdeutlicht werden: die *Finalität von Technik*. Technische Lösungen dienen zu etwas. Die primär technische Frage ist nicht „Warum?“ (kausaler Zusammenhang), sondern „Wozu?“ (finaler Zusammenhang). Ein Unterricht, der Getriebe lediglich unter dem Aspekt der Kausalbeziehungen aufgreift (Übersetzungsverhältnisse berechnen, zwangsläufig geführte Bewegungen vom Antrieb zum Abtrieb), würde wesentliche technische Sachverhalte, Fragestellungen und Bewertungszusammenhänge ausklammern. Gegenstand des Unterrichts ist die technikspezifische Art und Weise, auf ein Bedürfnis unter Berücksichtigung der Umgebungsbedingungen zu reagie-

Finalität als Wesens-
zug von Technik

ren. Dass ein Fahrzeug oder ein Hebewerk ein Getriebe braucht, ist bereits ein Teil der Lösung, nicht das Problem selbst. Wenn Schüler(innen) eine Transporthilfe entwickeln sollen und sich ihnen das Problem stellt, dass der zur Verfügung stehende Motor zu schnell dreht, dann drängt sich ihnen die Frage auf, wie sie die Drehzahl verringern können. Die Möglichkeit, dazu ein Getriebe einzusetzen, sollen sie selbst entdecken. Die Frage, „warum“ ein Fahrzeug ein Getriebe hat, müsste streng genommen mit „Weil es von jemandem eingebaut wurde“ beantwortet werden. Wird gefragt, „wozu“ das Getriebe dient, führen die Antworten direkt in den Kernbereich technischen Denkens und Handelns.

An dem Beispiel lässt sich erkennen, welche große Bedeutung einer Aufgabenstellung zukommt, die den Schüler(innen) das Problem nicht „wegnimmt“. Hier liegt eine Gefahr von Baukastensystemen: Sie sind darauf ausgelegt, bestimmte Zusammenhänge zu lernen (statische, getriebetechnische, elektrische usw.). Sie können aber, aufgrund des Baukastenprinzips selbst, nur Lösungsfindungen ermöglichen, nicht Probleme selbst stellen. Das Problem muss von der Lehrperson so ausgewählt werden, dass es zu den Lernzielen führt. Das Medium stellt lediglich ein Mittel dar, das den Schüler(innen) einen selbstständigen Umgang bei der Lösungssuche ermöglicht.

III. Technisches Handeln

Mit dem Begriff „Technik“ werden Maßnahmen des Menschen bezeichnet, mit denen er versucht, ein Bedürfnis zuverlässig befriedigen zu können. Am Beginn jeder Technik steht ein **Bedarf** oder ein Wunsch. Aus diesem wird ein Handlungsziel gebildet – das Erreichen des Ziels bildet den Zweck der Handlung. Technische Handlungen unterscheiden sich von anderen Vorgehensweisen dadurch, dass...

- **Gegenstände genutzt** werden, um den Zweck zu erreichen,
- in Entscheidungssituationen überwiegend nach **rationalen Kriterien** bewertet wird,
- die Handlung nicht irgendwie ausgeführt wird, sondern in einem **Kompromiss aus Sicherung des Erfolgs und praktikablem Vorgehen**.

Diese Merkmale technischen Handelns lassen sich in Alltagshandlungen von Laien, aber auch im Vorgehen in technischen Berufen nachweisen.

Definition Technik

Technik ist eine bestimmte Art, auf ein Bedürfnis zu reagieren

Vier Merkmale technischen Handelns

Technisches Handeln von Laien

Wir nutzen jeden Tag unzählige Male Gegenstände, um einen Zweck erreichen zu können. Besonders in gewohnten Situationen müssen wir uns nicht mehr vergewissern, wie wir vorgehen, die Handlung verläuft weitgehend automatisiert: Max legt sich zum Schlafen hin und stellt den Wecker, damit er den neuen Tag ohne Hektik beginnen kann.

Wenn er weiß, dass die Batterie des Weckers schon älter ist, wird ihn das normalerweise nicht weiter beunruhigen. Wenn er aber am nächsten Tag einen sehr wichtigen Termin hat, dann wird er überlegen, ob er nicht etwas dafür tun sollte, dass er auch sicher ge-

weckt wird. Er kann entweder die Batterien mit einem Testgerät prüfen, er kann neue Batterien einlegen oder die Weckfunktion seiner Handys aktivieren. Der Kompromiss zwischen Erfolgssicherung und Praktikabilität wird in laienhaftem Handeln oft an einer Minimallösung ausgerichtet. Die Person versucht, die Handlung im „**Modus des guten Funktionierens**“ zu halten. Weitere Maßnahmen werden nur ergriffen, wenn der Erfolg der Handlung gefährdet ist.

Dies führt dann auch häufig zu Problemen, wenn z. B. erst auf dem Fest bemerkt wird, dass der Akku des Fotoapparats leer ist, wenn auf freier Strecke erkannt wird, dass der Fahrradreifen zu wenig Luft hat, wenn die Reparatur der Bremsen sehr teuer wird, weil wir trotz Schleifgeräusche weitergefahren sind, sodass nicht nur die Beläge, sondern auch die Bremsscheiben ausgewechselt werden müssen.

Das ist gleichzeitig der Stand technischer Kompetenz, den Schüler(innen) in den Unterricht mitbringen. Sie handeln so, wie sie es im Verlauf ihrer technischen Sozialisation gelernt haben.

Professionelles technisches Handeln

Technisch kompetente Personen gehen teilweise genauso vor wie Laien. Sie ergreifen in bestimmten Situationen aber Maßnahmen, die einen störungsfreien Betrieb sichern, bevor Probleme absehbar sind. Sie halten sich an technische Regeln, in denen langjährige Erfahrung „gespeichert“ ist. Auf höchstem Niveau wird das „**Immer-wieder-Gelingen unter bestimmten Bedingungen**“¹ angestrebt – ein Anspruch, der nur unter großem Aufwand von Facharbeiter(innen) und wissenschaftlicher Absicherung in hochspezialisierten technischen Betrieben möglich ist. Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal gegenüber laienhaftem Handeln ist die große **Verbindlichkeit**, mit der solche Maßnahmen ergriffen werden müssen. Das Einhalten von Vorgaben muss regelmäßig geprüft und protokolliert werden (es ist „institutionalisiert“; Bsp. Inspektion beim Kfz, TÜV).

Typische Maßnahmen professionellen technischen Handelns sind ...

- das möglichst präzise Formulieren von Zielen, Haupt- und Teilfunktionen,
- das Erfassen der Umgebungsbedingungen, also der Einflüsse auf das Handeln,
- das Einsetzen des aktuellen Standes an Fachwissen und technischer Regeln,
- das Sicherstellen des reibungslosen Ablaufes durch eine systematische Arbeitsvorbereitung.

Hier wird professionelles technisches Handeln nicht als höherwertig im Vergleich mit dem von Laien betrachtet. Es handelt sich um Handeln unter nicht vergleichbaren Bedingungen. Vor allem darf nicht der Fehlschluss gezogen werden, professionelles Handeln sei ein von allgemeinbildendem Technikunterricht anzustrebendes Ziel.

Kompetentes Handeln im Technikunterricht

Im Technikunterricht sollen Schüler(innen) andere Einsichten und eine andere Art von Handeln einüben. Das „normale“ laienhafte Handeln bringen sie bereits mit – an ihm wird Unterricht ansetzen, aber nicht stehen bleiben. Professionelles technisches Handeln kann nicht erreicht werden, es fehlen Übungsmöglichkeiten, Rahmenbedingungen und Zeit. Aber zuallererst ist Aufgabe von Schule nicht, spezialisiertes Wissen und Können zu vermitteln, sondern bei **allen** Schüler(innen) **alle** in ihnen angelegten Fähigkeiten zu fördern – und dies an Inhalten, die bedeutsam nicht nur für wenige, sondern für **alle** sind. Ziel ist demnach nicht das professionelle, sondern das altersangemessen kompetente Handeln. Das Wissen und die Regeln der technischen Praxis und der Technikwissenschaften bilden aber eine wichtige Orientierung bei der Bestimmung dessen, was unter kompetentem technischen Handeln verstanden wird.

Drei Bestimmungen
das Allgemeinen der
Allgemeinbildung

IV. Medien im Technikunterricht

Eine maßgebliche Funktion von Medien ist, dass sie den Lernprozess aus der Interaktion zwischen Schüler(innen) und Lehrer(innen) in Richtung einer direkten Auseinandersetzung der Schüler(innen) mit dem Lerninhalt verlagert. Der Einsatz geeigneter Medien ist eine Grundvoraussetzung für einen schüleraktivierenden Unterricht.

Allerdings sind Medien allein kein Garant dafür – sie können so eingesetzt werden, dass Schüler(innen) ihnen weitgehend folgen sollen, aber auch so, dass sie als eine Art von Katalysator zum eigenständigen Denken bilden. In Abbildung 3 ist eine Medienstruktur im Technikunterricht von Schmayl (2013, S. 237) komprimiert dargestellt. Dem Diagramm kann entnommen werden, dass Genesemedien, die von den Schüler(innen) eine weitgehende selbstgesteuerte Erarbeitung der inhaltlichen Schwerpunkte erfordern, durch eine grundsätzliche Offenheit geprägt sein müssen. Je enger das Medium auf einen bestimmten Sachverhalt hinführt, desto klarer umrissen ist seine Aussagekraft und desto weniger konstruktive Denkleistung können bzw. müssen die Schüler(innen) selbst beisteuern.

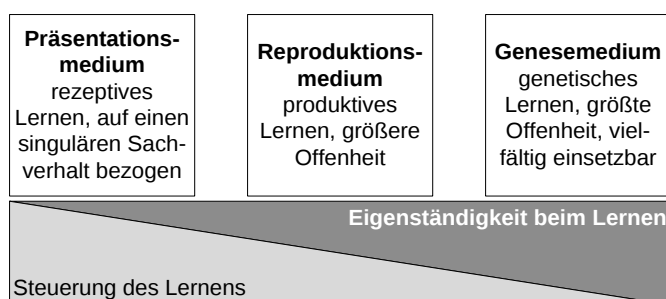


Abbildung 1: Medien und Lernformen (vgl. Schmayl 2013, S. 237ff.)

Ein offenes Medium dagegen ist herausfordernd und lässt genügend Raum, individuellen Fragestellungen nachzugehen bzw. sich mit einer im Medium enthaltenen Fragestellung

auf individuelle Art und Weise auseinanderzusetzen. Es ist ein Irrglaube, zu meinen, ein Medium sei an sich geeignet zum rezeptiven oder genetischen Lernen. Es enthält Elemente, die bestimmte Lernwege fördern, andere eher hemmen. Am Ende hängt es jedoch weitgehend von der Zielsetzung der Lehrperson und der methodischen Umsetzung ab, welche Art des Lernens stattfindet.

Baukastensysteme im Technikunterricht: Lernen durch Modellbildung

Den ersten Baukasten zum Konstruktionsspiel entwickelte Otto Lilienthal. Von einem *Baukastensystem* wird gesprochen, wenn mehrere Baukästen mit verschiedenen Anwendungsschwerpunkten so konzipiert sind, dass sie untereinander verbunden werden können. An einem Beispiel: Mit einem Getriebekonstruktionsspiel können gleichförmig und ungleichförmig übersetzende Getriebe entwickelt werden. Soll jedoch ein Getriebe für ein motorgetriebenes Fahrzeug konstruiert werden, treten einige Probleme erst beim Verbinden des Getriebes mit Antrieb und Abtrieb auf. Steht nun ein Baukasten zur Elektrotechnik zur Verfügung, dessen Bauelemente direkt an die des Getriebekonstruktionsspiels angebaut werden können, lassen sich auch solche Anschlussprobleme am Modell erarbeiten. Ist eine Anschlussmöglichkeit verschiedener Baukasten-Schwerpunkte vorgesehen und verwirklicht, wird von einem Baukastensystem gesprochen.

Mit Baukästen stellen Kinder und Jugendliche nicht nur Modelle im materiellen Sinn her, sondern auch im geistigen. Die Modelle, die sie bauen, sind...

1. konkrete Ergebnisse einer Aufgabenbewältigung: Am Modell kann getestet werden, wie gut die gestellte Aufgabe verwirklicht wurde. Allerdings, und das ist ein wichtiges Moment: Das mit dem Baukasten Gelernte kann nicht einfach auf anderes Material übertragen werden, weil das andere Eigenschaften hat. Mit Baukästen können i. d. R. nur „Prinziplösungen“ erarbeitet werden. Sie müssen im weiteren Problemlöseprozess auf die konkreten Bedingungen übertragen werden (z. B. kein Lochrastermaterial aus Kunststoff, sondern Flachstahl);
2. Modelle des Problemlöseprozesses: Bis sie zu einer fertigen Lösung kommen, gehen Schüler/innen richtige, aber auch Fehlwege. Sie erkennen, dass mehrere Wege zum Ziel führen, die sich dann aber in der Qualität der Lösung unterscheiden. Dieser Lernprozess lässt sich nur bedingt aus den Ergebnissen herauslesen – er muss beobachtet und in Unterrichtsgesprächen thematisiert werden;
3. Modelle von Technik, und zwar in mehrfacher Hinsicht:
 - Das probierende Vorantasten in „unsicherem Gelände“ ist ein Sinnbild der Technik. Nahezu alle technischen Entwicklungen wurden so vollzogen. Bis heute lassen sich beispielsweise Gewölbe nicht bis ins Detail berechnen, seit Jahrhunderten werden sie aber gebaut.
 - Baukästen werden nicht nur in der Schule, sondern auch in technischen Betrieben genutzt: In der Lehrlingsausbildung, in der Konstruktion, in der Produktionsorganisa-

Lesetipp:

Sachs & Fies (1977):
Baukästen im Technikunterricht.

Modelle werden mit drei zentralen Merkmalen beschrieben: Sie sind eine **Abbildung von etwas**, eine Repräsentation. Sie stellen eine **Verkürzung** dar, indem sie nicht das gesamte Vorbild repräsentieren, sondern nur einzelne Aspekte. Und sie sind **pragmatisch ausgerichtet**, weisen also auf eine bestimmte Absicht des Modellbildners hin (vgl. Stachowiak 1973, S. 304ff.)

tion und in der Produktion selber. Dass Produkte zunehmend in einer Mischung aus individuellem Zuschnitt und Verwendung von modularen Bauelementen hergestellt werden („Mass Customization“), ist in der didaktischen Forschung zu Baukastensystemen unberücksichtigt geblieben. Dort werden Baukästen hauptsächlich als Medium zum Erarbeiten von Prinziplösungen in der Konstruktion beschrieben (Ausnahme: Sachs & Fies).

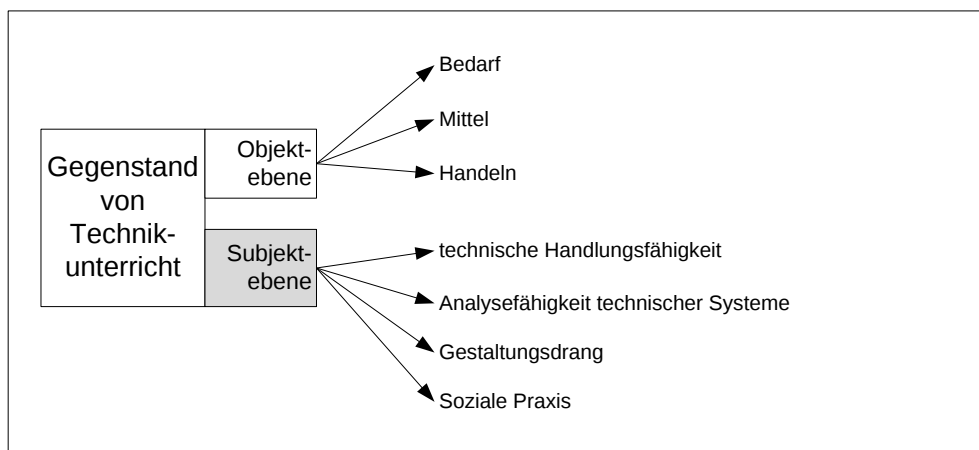
Ein mentales Modell fasst die Vorstellung, die sich eine Person von einem Sachverhalt macht. Real gebaute Modelle haben den Vorteil, dass sie eine kognitive Struktur sichtbar machen. An ihm können Hypothesen belegt oder widerlegt werden. Das unterscheidet es z. B. von einer gezeichneten Explikation eines mentalen Modells.

Lernmodi

Lernen ist idealerweise in eine sinnhaltige Problemsituation eingebunden. Aus ihr heraus werden im Unterricht Fragestellungen entwickelt. Nun gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten, Antworten darauf zu suchen: Es kann ein kognitiv-verbaler Weg beschritten werden oder einer, bei dem Medien genutzt werden. Baukästen bieten erstens die Möglichkeit, die Lernenden in eine selbstständige Auseinandersetzung zu bringen. Sie können, ihren Fähigkeiten gemäß, Teile des Problems denkend vorwegnehmen, andere Teillösungen ausprobierend zu entwickeln. Dies ist ein Kreisprozess aus kognitiven und handelnden Lösungskonzepten und Überprüfungen. Zweitens können Unterrichtsgespräche an den in den Modellen entwickelten Lösungswegen ansetzen: Umsetzungen können beschrieben und mit der Fragestellung abgeglichen werden, Varianten können gegenübergestellt und nach ihrer Zweckmäßigkeit bewertet werden, Vorschläge, die sich im Gespräch ergeben, können an den Modellen umgesetzt, getestet und bewertet werden. So lassen sich Vermutungen von den Schüler(innen) selbst an der (modellhaften) Realität überprüfen.

Lernen mit Medien in technischen Handlungsbereichen

Als Gegenstand von Technischer Bildung wird hier der *Kulturbereich Technik* auf der Objektebene und die „Technizität“ der Schüler(innen) auf der Subjektebene verstanden².



Gegenstand Technischer Bildung

Abbildung 2: Der Gegenstandsbereich Technischer Bildung

Zur Objektebene gehören die technischen Systeme und die mit ihnen verbundenen Absichten und Handlungen (Ropohl spricht von einem „soziotechnischen Handlungssystem“). Zur Subjektebene gehören die Formen, in denen sich die menschliche Technizität äußert: Vergegenständlichung eigener Fähigkeiten, Motivation, die Welt zu gestalten und Formen der über Gegenstände vermittelten Kommunikation innerhalb des sozialen Gefüges (Stichwort „Statussymbol“).

An verschiedenen Beispielen hat die Technikdidaktik aufgezeigt, wie sehr ein Technikunterricht, der lediglich das Herstellen von Produkten im Blick hat, bei Kindern und Jugendlichen ein unvollständiges und simplifizierendes Verständnis der Technik entstehen lässt³. Bei der folgenden Differenzierung der Intentionen des Technikunterrichts nach Handlungsbereichen wird daher darauf geachtet, welche Fähigkeiten von Schülerinnen und Schülern *nicht* entwickelt und welche wichtigen Aspekte von Technik *ausgegrenzt* werden, wenn ein Handlungsbereich im Technikunterricht über Gebühr in den Mittelpunkt gerückt wird.

Technisches Schöpfertum und technische Kreativität

Menschen nutzen nicht einfach nur die Dinge, die bereits da sind, sondern bringen täglich neue Technik hervor. Sie sind „technisch kreativ“⁴, indem sie mit vorhandener Technik auch anders umgehen, als das vorgesehen ist und indem sie eigene technische Lösungen entwickeln. Wer mit offenen Augen durch den Alltag geht, entdeckt zahlreiche Beispiele: Wie Anhänger an Fahrrädern befestigt sind, ohne auf gekaufte Kupplungen zurückzugreifen; zu welch pfiffigen technischen Varianten die Bequemlichkeit die Menschen veranlasst: Da werden Katzen in sicherheitstechnisch umgerüsteten Eimern an Seilen vom Balkon heruntergelassen, Auffahrampen für Rasenmäher gebaut, damit man die Geräte keine Treppen herauftragen muss usw. Der erste Schwerpunkt liegt auf dieser menschlichen Fähigkeit, neue technische Umsetzungen zu erfinden, zu entwickeln und zu erproben.

Technische Kreativität

Die im Verlauf der technischen Sozialisation erworbene Art und Weise des Erfindens und

Konstruierens soll im Unterricht als Ausgangspunkt dienen und in Richtung einer sachangemesseneren, effektiveren Form weiterentwickelt werden. Angestrebt wird, dass Schüler(innen) möglichst selbstständig lernen, ...

- einen Bedarf konkret und präzise zu formulieren,
- dabei zwischen Hauptfunktion und Nebenfunktionen zu unterscheiden,
- aus Ideen Modelle zu entwickeln und diese herzustellen,
- die Modelle systematisch auf Funktionstüchtigkeit und Effektivität zu testen,
- die Erkenntnisse aus diesen Tests zu nutzen, um verbesserte Varianten zu entwickeln,
- die gefundenen Lösungen mit dem Ausgangswunsch abzugleichen,
- bei all diesen Vorgängen die äußeren Rahmenbedingungen zu beachten,
- Entscheidungen für eine Umsetzungsvariante begründet zu treffen,
- Werkstoffe und Bauelemente nach ihrer Zweckmäßigkeit in Bezug auf die Anforderungen auszuwählen und
- die entwickelten Lösungen so zu dokumentieren (technische Skizzen, Verbalisierungen), dass sie zur Kommunikation mit anderen genutzt werden können.

Ausgangspunkt...

und Auflistung der Zielrichtungen

Zur Erinnerung: Die Aufzählung ist als Absichtserklärung formuliert, nicht mit der Konkretheit, die Zielformulierungen erfordern. Das lässt sich schon daran erkennen, dass man Lernerfolg damit nicht ermitteln könnte. Um das tun zu können, müsste „Entscheidungen für die Umsetzung begründet zu treffen“ umformuliert werden zu: „Die SuS können fünf Anforderungen nennen, die an den Gegenstand gestellt werden. Sie können für eine Umsetzung, die sie gewählt haben, Gründe angeben, die sich auf die Anforderungen beziehen.“ Die Liste (und die folgenden) dürfen nicht mit Zielen verwechselt werden, sie dient als Orientierung für konkrete, individuell entwickelte Unterrichtsziele.

Mehrere methodische Grundformen sind entwickelt, um diesen Handlungsbereich im Unterricht aufzugreifen. Besonders das *technische Projekt*, die *Konstruktionsaufgabe*, die *Fertigungsaufgabe* und das *technische Experiment* bieten sich hier an (s. u.: Hinweise zur Arbeit mit Baukästen).

Zweckmäßige Methoden

Technik herstellen

Anders als die rein auf Erkenntnis ausgerichteten Naturwissenschaften ist Technik immer auch auf Verwirklichung ausgerichtet. Der Techniker ist erst am Ziel, wenn er seine Absichten in einer Handlung umgesetzt hat, wenn der Bedarf erfüllt ist. Das Brotschneiden dient dem Sattwerden, das Bedienen des MP3-Players dem Musikhören, das Bauen des Regals dem Verstauen der vielen Dinge des täglichen Bedarfs. Ohne, dass Produkte hergestellt werden, können sie von Nutzern auch nicht eingesetzt werden.

Unterschied Technik – Naturwissensch.

Oben wurden zwei Merkmale technischen Handelns genannt. Sie werden hier durch zwei weitere abschließend ergänzt, die besonders im Bereich der Herstellung zum Tragen kommen: Entscheidungen werden im technischen Handeln bevorzugt nach rationalen

Merkmale technischer Handlungen (Teil II)

Gesichtspunkten getroffen. Und: Technische Handlungen werden nicht einfach „irgendwie“ ausgeführt, sondern in einem pragmatischen Verhältnis zwischen geringem Aufwand und sicherem, optimalen Ablauf und Ergebnis. Das Werkzeug ist ein Inbegriff technischen Handelns, da sein Zweck genau darin liegt, dieses pragmatische Verhältnis zu sichern. Die meisten Werkzeuge sind relativ universal einsetzbar, können ohne großen Aufwand bereitgehalten werden und sichern bei Bedarf ein gutes Ergebnis.

Bei aller Rationalität muss bedacht werden, dass der Mensch Technik nicht nur herstellt, um seine Zwecke zu befriedigen, sondern er tut dies oft ausgesprochen gerne. Er (und natürlich auch sie) sägt, bohrt, rührt, hämmert, bäckt, näht, schraubt, misst, lackiert mit großer Hingabe. Kinder schweben vor Stolz, wenn man sie für ein Ding lobt, das sie selbst hergestellt haben. Und eigenartigerweise geben sie sich oft mit Lösungen zufrieden, die Erwachsene als flüchtig, ungenau, manchmal sogar als lieblos bewerten. Die Freude, Dinge hervorbringen zu können, die zuerst nur in der Vorstellung vorhanden waren, ist ein Grundmotiv menschlichen Handelns. In der Entwicklungspsychologie wird von der „Vergegenständlichung“ eigener Fähigkeiten *in* den selbst hergestellten Sachen gesprochen. Die Erfahrung, Ideen erfolgreich vergegenständlichen zu können, wird als wichtiger Baustein in der Entwicklung einer stabilen, positiv geprägten Persönlichkeit gesehen⁵. Hier erkennen Sie einen Grund, weshalb Ihre Schüler(innen) im Technikunterricht oft so versunken arbeiten, und weshalb sie eine weniger gute Note hier manchmal mehr trifft als in anderen Schulfächern.

Freude am Effekt:
Vergegen-
ständlichung eige-
ner Fähigkeiten

Aus all diesen Gründen liegen wichtige Ziele des Technikunterrichts im Bereich des Herstellens von Technik (synonym: der Fertigung, der Produktion, des Sachen-Machens). Ausgangspunkt ist der natürliche Hervorbringungsdrang der Kinder und Jugendlichen. Dabei geht es nicht darum, Dinge herzustellen. Vielmehr sollen sie...

Ausgangspunkt...

- allmählich lernen, ihre Produkte mit anderen zu vergleichen und dabei allgemeine Maßstäbe zu nutzen,
- technische Verfahren so einsetzen, dass Ergebnisse in zweckmäßigen Toleranzen entstehen,
- handwerkliches Geschick entwickeln,
- mit Werkzeug und Maschinen sachgemäß und sicher umgehen können,
- einen Herstellungsprozess planen und organisieren können,
- Vorrichtungen zweckmäßig entwerfen, herstellen und einsetzen können,
- Gegenstände sachgemäß herstellen können,
- ihre Verfahrensweise und das Produkt kriteriengeleitet bewerten können,
- Rahmenbedingungen ermitteln und berücksichtigen können, z. B. Sicherheitsaspekte oder ökologische Aspekte,
- dabei und dazu die „Sprache des Technikers“, die Zeichnung, lesen und Skizzen erstellen können,
- erkennen, wie sich ihre Vorgehensweise von der beruflichen Realität unterscheidet bzw. in welcher Form es Überschneidungen gibt.

und Auflistung der
Zielrichtungen

Sie erkennen sicher, dass hier Absichten auf hohem Niveau formuliert sind. Ein Blick auf die Anforderungen, die an die Arbeit von Ingenieur(innen) gestellt werden, weist deutliche Parallelen auf⁶. Diese Parallelität zeigt allerdings nicht, dass die Ansprüche hier verfehlt wären, sondern sie weist auf zwei wichtige Aspekte hin: Zum einen bedeutet „Intention“, dass es sich dabei wie gesagt um eine *Zielrichtung* handelt, um eine Marke am Horizont, die angepeilt wird. Intentionen können am Ende eines mehrjährigen Technikunterrichts erreicht sein, nicht schon zu Beginn. Es ist eine der schwierigen und wichtigen Aufgaben von Lehrer(innen), konkrete Wege für Schüler(innen) unter den Bedingungen, die vor Ort herrschen, zu ermöglichen. Zweitens wird aber auch aufgezeigt, in wie starkem Maße Schüler(innen) auf solche Fähigkeiten angewiesen sein werden, wenn sie die Schule verlassen. Die Trennung zwischen Handarbeit und Kopfarbeit ist eine Vorstellung, die Taylor im ausgehenden 19. Jahrhundert entwickelte und die damals ihre Bedeutung hatte, sich in Deutschland aber schon lange als Hemmschuh industrieller Entwicklung herausgestellt hat. Dies gilt nicht nur für technische Konstruktionen, sondern immer stärker auch für Produktionsprozesse.

Methoden, mit denen diese Zielrichtungen angestrebt werden können, sind die *Fertigungsaufgabe*, die *Betriebserkundung*, die *Fallmethode* und das *Planspiel*.

zweckmäßige Methoden

Analyse technischer Sachverhalte und Verfahren

Unser Leben ist in starkem Maße technisch geprägt. Vom Aufwachen bis zum Einschlafen begleiten uns technische Dinge, ob wir das bewusst wahrnehmen oder nicht; manchmal sogar, ohne dass wir das wollen. Technische Gegenstände nehmen wir normalerweise als black box wahr, als Ding, das (hoffentlich) irgendwie das macht, was wir wollen.

Auch die Umwelt, in der wir leben, ist weitgehend technisch gestaltet. Bei Gebäuden und Straßen ist das leicht zu erkennen, aber dass auch viele Geländeoberflächen vom Menschen überformt sind, nehmen wir normalerweise nicht wahr. Die Vegetation, die wir vorfinden, ist durch modischen Geschmack, durch ökonomische Interessen, durch Bauungspläne oder raumplanerische Konzepte beeinflusst. So gibt es Fichtenwälder in vielen Gegenden nur, weil Fichten schnell wachsen und dadurch schnell geschlagen und verkauft werden können. Oder aber die Wiesen, die von Natur aus Waldflächen waren und die gerodet wurden, um sie nutzen zu können.

Dass ein Verständnis technischer Sachverhalte und Prozesse eine Zielrichtung von Technikunterricht sein soll, kann aus verschiedenen Überlegungen heraus begründet werden. Weil Technik allgegenwärtig ist, ist wichtig, dass Schüler(innen) über technisches Wissen verfügen. Fachwissen gehört untrennbar zum Kulturbereich Technik dazu. Und: Bildung setzt an der geistigen Durchdringung der Welt an. Ohne Wissen ist kein Verständnis und damit auch keine Durchdringung möglich. Ausgehend vom bereits vorhandenen Wissen und von der eher strukturlosen Wahrnehmung eines technischen Systems sollen Schüler(innen)...

Bedeutung der Wissens Ebene

Ausgangspunkt...

- ein technisches System unter gezielten Fragestellungen analysieren können,
- die Wechselwirkung zwischen dem Menschen, der von ihm hervorgebrachten bzw. genutzten Technik und der gesellschaftlichen und natürlichen Umwelt erkennen,
- diese Wechselwirkung an alltäglichen Beispielen aufzeigen können,
- Technik in ihrer humanen und sozialen Wirkung verstehen und bewerten können,
- Entscheidungen vor dem Hintergrund ihres Wissens über solche Verflechtungen begründen können,
- in der Auseinandersetzung mit Technik erkennen, dass sie von Interessen bestimmt ist, hinter denen unterschiedliche Machtpotentiale stehen,
- eine kritisch-positive Grundhaltung gegenüber der Technik entwickeln, indem sie ihre eigene Technizität verstehen, ihre Gestaltungsmöglichkeiten im Bereich Technik erkennen, aber auch deren Begrenztheit und Beeinflussbarkeit.

und Liste der Zielrichtungen

Methoden, mit denen dieser Schwerpunkt angestrebt werden kann, sind die *Produktanalyse*, die *Technikstudie*, die *Fallaufgabe*, das *Planspiel* und bei entsprechender Schwerpunktsetzung, die *Erkundung* und das *technische Projekt*.

zweckmäßige Methoden

Mit diesen Zielrichtungen lässt sich nun untersuchen, unter welchen Bedingungen der Einsatz technischer Baukastensysteme zweckmäßig ist und wo nicht. Die zielorientierte Auswahl von Unterrichtsmethoden kann hier nicht vertieft werden, dafür sei auf die entsprechende Literatur verwiesen⁷.

V. Medien des Technikunterrichts

Mit dem Baukastensystem UMT steht hier ein klassisches Medium des Technikunterrichts im Blickpunkt. Zur Klärung dessen, was mit ihm bevorzugt geleistet werden kann, hilft die Medienstruktur von W. Schmayl weiter. Er teilt drei Lernformen ein, die durch Medien gefördert werden können⁸.

Präsentationsmedien unterstützen bevorzugt das rezeptive Lernen, bei dem die Lernenden weitgehend gedanklich-nachvollziehend die Informationen aufnehmen, die das Medium beinhaltet. Reproduktionsmedien dagegen erlauben einen aktiven Aufbau von Wissen und Können, bei dem die Schüler(innen) zwar dem Lernarrangement folgen, das die Lehrerin bzw. der Lehrer vorbereitet hat, dies aber ganzheitlich-handelnd tun. Genesemedien dagegen fördern ein Lernen, bei dem sich die Lernenden einen Sachverhalt eigenständig erschließen und dabei Können und Wissen aufbauen.

Medien und Lernrichtungen

Es wäre falsch verstanden, wenn der Eindruck entsteht, diese Eignung für eine Lernrichtung sei in einem Medium in Form eines Reiz-Reaktions-Mechanismus 'eingebaut'. Kreative Schüler(innen) nutzen zur Rezeption vorgesehene Medien als Hilfe zum eigenständigen Erschließen von Wissen. Und umgekehrt werden Schüler(innen), die das nicht wollen, auch einem Genesemedium nur das entnehmen, was bereits in ihm steckt. Es kann lediglich ein loser Zusammenhang formuliert werden:

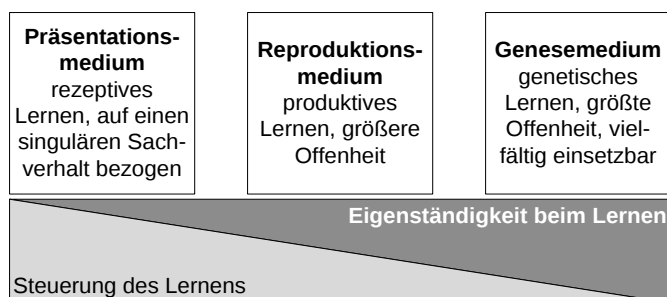


Abbildung 3: Medien und Lernformen

Je geschlossener und singulärer die Absicht ist, die mit einem Medium verfolgt wird, desto besser lässt sich der Lernweg der Schüler(innen) planerisch beeinflussen, aber desto enger müssen sie dem vorgezeichneten Weg folgen. Ein Genesemedium als anderes Extrem verlangt nahezu eigene Lernwege. Die logische Konsequenz ist, dass die Lehrkraft sich auf diese Offenheit einlassen muss. Wird ein offenes Medium mit einer Aufgabenstellung verbunden, die den Schüler(innen) nur die Möglichkeit des Nachvollziehens gibt, stellt sich genetisches Lernen eher zufällig ein – tendenziell wird es unterbunden.

Welche Lernform ermöglicht wird, hängt also zu einem erheblichen Teil davon ab, was Sie als Lehrkraft beabsichtigen und was Ihre Schüler(innen) bereit sind, selbst einzubringen. Damit ist der Zusammenhang der verschiedenen Planungsfelder angesprochen.

Zum Zusammenhang zwischen Zielen, Inhalten und Medien

In der „lerntheoretischen Didaktik“ wurden Einflussfaktoren von Unterricht beschrieben und die Zusammenhänge zwischen ihnen untersucht. Das nach wie vor anerkannte "Berliner Modell" unterscheidet drei Felder⁹: Das Feld der Voraussetzungen von Unterricht kann zum Zeitpunkt der Planung einer Stunde nicht mehr beeinflusst werden. Dazu gehören u. a. die Schüler(innen) mit all ihren Eigenheiten und persönlichen Erfahrungen, die räumliche und die mediale Ausstattung der Lernumgebung. Nur wenn UMT an Ihrer Schule verfügbar ist, können Sie es einsetzen. das Vorhandensein von UMT gehört also in dieses Feld.

Drei Felder der Unterrichtsplanung

Zu den Entscheidungsfeldern werden die Faktoren von Unterricht gezählt, die Lehrer(innen) direkt beeinflussen können. Das sind (1) die Ziele und (2) die Inhalte des Unterrichts (was?), (3) die Methoden (wie?), (4) die Medien (womit?) und (5) die Sozialformen (wie?). Unterricht wird als zielgerichteter und inhaltsgebundener Lernprozess verstanden. Daher muss von einem „Primat der Ziele und Inhalte“ ausgegangen werden¹⁰. Das heißt, dass diese beiden Entscheidungsfelder planungsleitend sind, Entscheidungen für bestimmte Wege der Umsetzung und für Medien werden aus ihrer Eignung für das Erreichen der Ziele und Inhalte abgeleitet.

Primat der Ziele und Inhalte in der Planung

Am Ende wird Unterricht immer Auswirkungen haben, auf die Schüler(innen), auf den folgenden Unterricht und letzten Endes auf die Gesellschaft. Dieses Feld der Folgen von Unterricht ist für Lehrer(innen) besonders dann von konkreter Bedeutung, wenn es um

die Ermittlung des Lernstands geht. Sie dient im Alltag zu Bestimmung, an welcher Stelle der nächste Unterricht ansetzen kann und muss.

Was bedeutet das für die konkrete Unterrichtsvorbereitung? Bei der Planung einer mehrwöchigen Unterrichtseinheit sollte zunächst festgelegt werden, welcher Inhalt im Mittelpunkt stehen soll und unter welchen Intentionen der Unterricht erfolgt – *was* also die Schüler(innen) lernen sollen. Erst wenn in diesen beiden Feldern Entscheidungen getroffen wurden, können Hilfsmittel gesucht werden, die die Lernenden möglichst optimal unterstützen. Ein überleitendes Beispiel: Der Einsatz eines Baukastensystems im Unterricht sagt noch nichts darüber aus, was Schüler(innen) damit konkret lernen können. Bekommen sie eine detaillierte Anleitung, *was sie auf welche Weise* nachbauen sollen, und wird dieser Weg überprüft und bewertet, dann lernen sie nicht zufällig rezeptiv, sondern sie lernen so, weil das in der Zielsetzung so angelegt wurde. Steht dagegen ein Problem im Fokus und der Auftrag lautet, mithilfe des Baukastens verschiedene Lösungen zu entwickeln, dann kann nicht rezeptiv gelernt werden, eben weil keine Vorlage gegeben ist.

Baukastensysteme als Medien des Technikunterrichts

Ein einleitender Hinweis: Grundlage der folgenden Darstellungen ist „Baukästen im Technikunterricht“ von B. Sachs und H. Fies¹¹. Er sei allen Leser(innen), die ihre Kenntnisse vertiefen wollen, dringend empfohlen.

Technische Baukästen haben eine lange Geschichte. Der erste, der sich an Kinder als Zielgruppe richtete, wurde interessanterweise von Otto Lilienthal entworfen. Von einem System wird gesprochen, wenn mehrere Baukästen zu verschiedenen Anwendungsbereichen so konzipiert sind, dass sie untereinander verbunden werden können. An einem Beispiel: Mit einem Getriebekasten können gleichförmig und ungleichförmig übersetzende Getriebe mit Zahnrädern, Reibrädern oder Zugmitteln konstruiert werden. Soll jedoch ein Getriebe für ein motorgetriebenes Fahrzeug entwickelt werden, tritt eine Menge spezifischer Probleme erst beim Verbinden des Getriebes mit Antrieb und Abtrieb auf. Steht nun ein Baukasten zur Elektrotechnik zur Verfügung, dessen Bauelemente direkt an die des Getriebekastens angebaut werden können, lassen sich auch solche Anschlussprobleme am Modell erarbeiten. Ist eine Anschlussmöglichkeit verschiedener Baukasten-Schwerpunkte vorgesehen und verwirklicht, wird von einem Baukastensystem gesprochen. Was hier vielleicht etwas theoretisch klingt, bietet in der Praxis große Chancen, bereitet aber auch Probleme.

Ein wichtiges Qualitätsmerkmal eines Baukastens ist seine Funktionssicherheit, also die Zuverlässigkeit, mit der funktionierende Modelle konstruiert und erprobt werden können. Dies hängt weitgehend von der Steifigkeit des verwendeten Materials, von der Qualität und vom Handling der Verbindungselemente und vom Rastermaß der Fügepunkte ab. Ob ein Getriebe leicht läuft oder hakt, hängt von der Passung der Wälzkreisdurch-

Nutzen eines Baukastensystems

Funktionssicherheit entsteht durch
 - Steifigkeit d. Bauteile
 - Passung d. Bauteile
 - Passung des Rastermaßes

messer, der Zähnezahl und des Abstands der Wellen und Achsen ab. Stimmen Passung und Spiel der Bauteile zueinander nicht, können keine funktionierenden Getriebe gebaut werden. So sehr sich die Schüler(innen) anstrengen, auch wenn sie alles richtig machen – das Getriebe klemmt. Der Fehler liegt dann beim Hersteller des Mediums und nur in geringem Maß bei den Nutzern.

Hier ist ein Sachverhalt angesprochen, der kein rein schulisches Problem ist, sondern ein Grundprinzip der Technik repräsentiert: der Nutzen von Modularisierung und Normung.

Baukästen als technisches Prinzip

Baukästen sind kein rein schulisches Medium, sie werden in der Technik zu verschiedenen Zwecken eingesetzt. Sie dienen in der beruflichen Ausbildung der Bearbeitung von Aufgabenstellungen unter definierten Umgebungsbedingungen. Beispiele sind Baukästen zur Pneumatik, zur Elektrotechnik oder zur Automatisierungstechnik. Parallel dazu werden Baukästen nicht nur aus didaktischen Gründen eingesetzt, sondern auch zur Vereinheitlichung und damit zur Kostenersparnis. So werden beispielsweise Maschinen oder Anlagen aus einzelnen Modulen zusammengesetzt, Möbelhersteller bieten Einrichtungssysteme an, mit denen ein Gesamtarrangement aus Modulen mit immer gleichen Verbindungselementen gebaut werden kann. Hier ist das Baukastensystem kein Medium mehr, sondern „ein Gestaltungsprinzip der Technik, welche es ermöglicht, aus einem Vorrat von Elementen [...] durch *verschiedenartige Kombination* verschiedene *technische Gebilde* aufzubauen.“¹² Modularisierung basiert auf dem Grundgedanken der Normung, die eine Passung verschiedener Elemente untereinander ermöglicht (z. B. Stecker und Steckdosen). Die dafür notwendige Vereinheitlichung führt dazu, dass Elemente nicht mehr rein zweckorientiert gestaltet werden, sondern so, dass sich ein Kompromiss aus *Wirkprinzipspezialisierung* und *Zweckspezialisierung* ergibt¹³. Diese Unterscheidung ist wichtig, um die verschiedenen Ebenen zwischen Baukastenmodell und realem Objekt verstehen zu können, die im Unterricht zum Tragen kommen.

Am Beispiel modularer Möbelsystemen erklärt: Zweck eines Regals ist das Aufbewahren verschiedenster Gegenstände (unterschiedliche Größe, Staubschutz usw.) und gleichzeitig das Dekorieren des Wohnbereichs. Aus Gründen der Zweckdienlichkeit wird ein Regal daher offene Zonen haben, aber auch geschlossene für „Kleinkram“, der sonst unordentlich aussehen würde. Es ist zweckmäßig, Elemente für große und für kleine Gegenstände einzubauen. Zweckspezialisierung meint, dass solche Überlegungen die realisierte Form des Regals maßgeblich beeinflussen.

Nun soll das Regal aber auch stabil sein und sicher stehen. Es werden Bauelemente benötigt, die das Regal aussteifen (Streben, Rückwände, Beschläge) bzw. die das Kippen verhindern (Befestigung an der Wand, Einklemmen von Stützen zwischen Boden und Decke usw.). Wo schwere Bücher aufbewahrt werden, dürfen die Spannweiten der Einlegeböden nicht zu groß sein, damit sie sich nicht durchbiegen. Bei solchen Überlegun-

Baukästen in der beruflichen Ausbildung

Grundprinzip Modularität

Grundprinzip Normung

Zweckspezialisierung

gen richtet sich die Gestalt des Regals nach den Wirkungszusammenhängen. Die Streben werden nicht aus ästhetischen Gründen benötigt, sondern zur Stabilität.

Wirkprinzip-
spezialisierung

Diese beiden Pole betreffen Baukastensysteme in besonderem Maße. Eine Zweckspezialisierung würde zu einem Baukasten führen, mit dem z. B. nur Rahmenkonstruktionen von Fahrrädern erkundet werden können. Die Elemente eines solchen Baukastens könnten sich an der üblichen Gestaltung von Fahrradrahmen orientieren, sodass die Arbeit damit sehr anschaulich auf diesen besonderen Zweck hin wäre. Nun gibt es zwei wichtige Gründe, die dazu führen, dass Baukastensysteme wie UMT diesen Weg nicht beschreiten. Der erste ist ein pragmatischer: Eine hohe Zweckspezialisierung würde zu einem Nebeneinander von zahlreichen Baukästen führen, da für jeden thematischen Zugang ein eigener Baukasten erforderlich wäre. Durch eine stärkere Wirkungsspezialisierung können statische Probleme von Fahrradrahmen, Maschinengestellen, Regalen, Gebäuden usw. geklärt werden. Die Kosten für die Beschaffung der Baukästen sinken, die Lagerhaltung und die Pflege werden vereinfacht. Und die gebauten Modelle können flexibler umgebaut und erweitert werden, etwa wenn eine Zwischenbesprechung Vorteile einer Variante aufgezeigt hat, aber noch ungelöste Probleme bleiben.

Kompromisse in der
Konzeption von
Baukästen:

- pragmatische
Gesichtspunkte

Ein wichtiges Bildungsziel ist die Fähigkeit, von Einzelphänomenen in Richtung auf Allgemeines abstrahieren zu können. Eine Einbindung der Baukastenarbeit in ganzheitliche Handlungszusammenhänge unterstützt den Aufbau des Abstraktionsvermögens, sodass aus der Not eine Tugend entstehen kann.

Ein zweiter Grund liegt in dem Modellcharakter von Baukästen. Der Wunsch nach Einfachheit und Zuverlässigkeit führt dazu, dass die Bauelemente aus stabilen Halbzeugen hergestellt und stabile Verbindungen gewählt werden. Dadurch stimmt das Verhältnis zwischen Belastung des Gegenstands und Haltekräfte der Bauelemente am Modell nicht mehr mit dem Verhältnis der Realität überein. Die Elemente des Baukastens können so große Kräfte aufnehmen, dass eine bestimmte Wirkweise (z. B. die Stabilität der Fahrbahndecke einer Brücke) schon durch die Materialstärke der Bauelemente gegeben ist und nicht mehr konstruktiv erzeugt werden muss. Wollte man dieses Missverhältnis beseitigen, müsste die Stabilität der Elemente verringert werden, was zu einer Verringerung der Funktionssicherheit führen würde.

- didaktische Ge-
sichtspunkte

Es sollte klar geworden sein, dass Zuverlässigkeit und Zweckspezialisierung an vielen Berührungspunkten sich widersprechende Absichten eines Baukastens sind. Die Hersteller können hier nur einen Teil des Problems durch eine intelligente Konzeption beseitigen. Der zweite Teil muss durch ein Bewusstsein für dieses Dilemma bei den Lehrer(innen) in den Griff bekommen werden. Am Ende müssen Sie um diese Probleme wissen, sodass Sie mit Ihren Schüler(innen) die Unterschiede zwischen Modell und Wirklichkeit thematisieren können. Dann wiederum wächst aus dem konzeptionellen Dilemma eine Chance für Lernprozesse, denn das Prinzip der Modellbildung ist ein Grundprinzip nahezu jeden Lernvorgangs.

Der Einsatz von Baukästen zur Modellentwicklung

Klassische Anwendungsbeispiele von Baukästen im Technikunterricht sind die Lenkung von Fahrzeugen oder die Analyse des Getriebes einer Stichsäge. Die Ergebnisse sind jeweils Prinziplösungen: Sie stellen grundsätzliche Wirkzusammenhänge dar, unterscheiden sich aber stark von realer Technik. Die Pleuelstange eines Verbrennungsmotors ähnelt einem als Pleuel eingesetzten Lochrasterstab nur sehr entfernt. Das Modellgetriebe funktioniert unter den Belastungen der Modellumgebung, nicht aber unter denen des normalen Gebrauchs. Diese Lücke zwischen Modell und Wirklichkeit muss im Rahmen des Unterrichts thematisiert werden. Das ist kein Manko, denn das Unterscheiden zwischen beiden Bereichen kann sehr spannend und lehrreich gestaltet werden.

Prinziplösungen

Modellvorstellungen

Stachowiak unterscheidet drei zentrale Merkmale von Modellen¹⁴: Sie sind erstens eine Abbildung von etwas, eine Repräsentation. Sie stellen zweitens eine Verkürzung dar, indem sie nicht das gesamte Vorbild repräsentieren, sondern nur einzelne Aspekte. Sie sind drittens pragmatisch ausgerichtet, auf eine bestimmte Absicht des Modellbildners und auf den Fragekontext der Modellbildung hin.

drei Merkmale von Modellen

Auf unterrichtliche Zusammenhänge hin übertragen können die drei Merkmale helfen, die Funktion von Modellen zu beleuchten: Wenn Sie Schüler(innen) einen Baukasten zur Verfügung stellen, damit sie Lösungen für ein bestimmtes Problem suchen zu können, dann verfolgen Sie bestimmte Absichten (pragmatische Ausrichtung). Die können darin liegen, dass sich Ihre Schüler(innen) der Problemstellung nicht nur rein gedanklich, sondern probierend annähern können.

Anhand der Lösungen, die gefunden werden, können Unterrichtsgespräche an konkret vorliegenden Ausformungen besprochen werden. Dabei wird der Blick auf den ausgewählten Sachverhalt fokussiert (Verkürzung). Die Qualität verschiedener Lösungen kann getestet und verglichen werden. Dort, wo die sprachlichen Fähigkeiten der Schüler(innen) nicht ausreichen, können Zusammenhänge gezeigt und demonstriert werden – was besonders bei der Beschreibung von Abläufen bzw. Prozessen hilfreich ist. Die Lösungsvorschläge können ohne großen Aufwand erweitert werden, wenn sich neue Ideen ergeben. Außerdem können offene Fragebereiche konkret bestimmt werden: „An dieser Stelle ist die Lösung noch nicht optimal, entwickelt Verbesserungsvorschläge.“

Handlungsorientierung

Vergegenständlichung von Gedanken

Die entstandenen Objekte sind Modelle in dreifacher Hinsicht: Sie sind gegenständliche Modelle, an denen Wirkungen und Veränderungen getestet werden können. Sie repräsentieren Denkmodelle, d. h. sie stehen für die Abfolge Hypothese – Überprüfung – Anpassung. Dies kann sie zu einem wichtigen Faktor in einem Lernprozess machen, weil sie Einblicke in kognitive Strukturen ermöglichen – dies ist eine Funktion, die Lehrer(innen) besonders gut „lesen“ können. Und sie weisen auf Problemlösungen realer Technik hin, wobei sie, wie erwähnt, die wirklichen Gestaltungen nur sehr entfernt wiedergeben. Das

drei Ebenen von Modellen

betrifft besonders folgende Bereiche¹⁵:

- Fehlende Materialübereinstimmung: Das Material des Baukastens kann nicht mit den Werkstoffen der Realtechnik übereinstimmen. Es besteht die Gefahr, dass sich falsche Vorstellungen aufbauen und verfestigen.
- Fehlende Belastungs- und Dimensionierungsübereinstimmung: Das Modell wird anderen Belastungen ausgesetzt als in der realen Umsetzung (s. o.).
- Fehlende Herstellungsübereinstimmung: Die Karosserie eines Fahrzeugs wird weitgehend aus Blechen tiefgezogen und druckgegossen, nur in geringem Umfang werden Elemente des Rahmens aus Profilen hergestellt.

verfälschende Effekte

So stehen sich also Vor- und Nachteile gegenüber. Ein Bewusstsein darüber ist eine Voraussetzung dafür, dass gezielt ausgewählt werden kann, unter welchen Bedingungen sich der Einsatz eines Baukastensystems besonders eignet und wann nicht. Besonders wichtig ist, dass Schüler(innen) verstehen, dass sie auf Modellebene arbeiten. Sonst besteht die Gefahr, dass sie ein verkürztes Technikverständnis dahingehend aufbauen, dass sie meinen, das Beherrschen des Wirkprinzips würde das Wesentliche von Technik ausmachen.

Leitgedanken zum Einsatz von Baukästen im Technikunterricht

Aus dem bisher Dargestellten können zentrale Leitgedanken zum Einsatz von Baukästen im Unterricht formuliert werden.

Baukästen dienen der Klärung konkreter Fragen zu Detailproblemen.

Baukästen erlauben die Konzentration auf bestimmte Aspekte eines technischen Problems. Es muss bedacht werden, dass ein Bearbeiten eines Teilproblems zu isoliertem Wissen und einem verkürzten Verständnis von Wirklichkeit führt, wenn es nicht in den Zusammenhang des Ganzen gestellt wird.

Die konkreten Lösungen, die mithilfe des Einsatzes eines Baukastens entwickelt werden, dürfen nicht als Inhalt von Technikunterricht missverstanden werden.

Im Technikunterricht wird das kompetente und verantwortliche Handeln der Schüler(innen) in Lebenssituationen angestrebt. Isoliertes Wissen von Wirkmechanismen (Kraftübertragung, Bewegungsumwandlung, statisches Dreieck usw.) ist damit nicht gemeint. Die Qualität einer technischen Lösung ergibt sich nur zu einem Teil aus der Beherrschung eines Wirkprinzips. Das wichtigste Merkmal ist das Erfüllen des Bedürfnisses der Nutzer(innen). Das bedeutet auch, dass eine Bewertung einer technischen Umsetzung nicht allein auf der Ebene von Prinziplösungen erfolgen kann. Insbesondere humane und soziale Dimensionen von Technik können nicht mit Aufgabenstellungen zu naturalen Wirkprinzipien ergründet werden.

Der Einsatz von Baukästen sollte daher in die Erarbeitung einer komplexen Aufgabenstellung integriert werden. Baukasten-Arbeit ist nie Selbstzweck!

Baukästen sollen die eigenständige Auseinandersetzung der Schüler(innen) mit einer Fragestellung unterstützen.

In der Arbeit mit Baukästen können Schüler(innen) Erfahrungen in der Bearbeitung von kinematischen, elektrischen, statischen usw. Problemen sammeln. Sie können dabei Komplexität reduzieren, Problemlösungen praktisch erproben und gemeinsam an einem Problem arbeiten. Eine besonders bedeutsame Funktion ist, dass sie mit Baukästen komplexere Zusammenhänge erschließen können als ohne. Sie können Teilergebnisse über das Modell absichern, was zu einer Verringerung der Länge der logischen Verknüpfungen führt. Hypothesen können direkt überprüft werden, sodass die Gefahr falscher Analogie- und Konzeptbildungen verringert wird. Und die Notwendigkeit für Entwurfszeichnungen fällt teilweise weg, was sich besonders da auswirkt, wo die Schüler(innen) die zeichnerischen Fähigkeiten noch nicht besitzen, die sie zur Lösungsfindung bräuchten.

Die Ergebnisse der Arbeit mit Baukästen müssen Folgen haben.

Dieser Punkt folgt allein schon aus der Aussage, dass die Arbeit mit dem Baukasten in einen inhaltlichen Zusammenhang gesetzt werden soll. Die Informationen, die mithilfe der Baukastenarbeit ermittelt werden, müssen die weitere Beschäftigung erkennbar beeinflussen – sonst lohnt sich die zeit- und kostenintensive Arbeit nicht. Sie können beispielsweise Grundlage für eine Entscheidung in einem Konstruktionsprozess sein, sie können helfen, einen Arbeitsauftrag im Rahmen einer technischen Analyse zu erledigen, sie können Fragestellungen an die Untersuchung eines Realobjektes eröffnen. Immer sollten sie aber den Blick der Schüler(innen) für Weiteres öffnen.

VI. Zur Arbeit mit Baukastensystemen

Die Frage, *wie* mit einem Medium im Unterricht gearbeitet werden kann, ist methodische ausgerichtet. Sie kann nicht rezeptartig beantwortet werden, weil die Auswahl des Mediums der von Zielen und Inhalten immer, der einer Methode meistens nachgeordnet ist. Es gibt keine „Baukastenaufgabe“ als Methode, weil der Baukasten ein Mittel zum Zweck ist und keinen systematischen Weg (*methodos* = Weg) verlangt.

Gleichwohl können Eckpunkte aufgezeigt werden, an denen sich Lehrer(innen) orientieren können. Die zentrale Bedeutung eines Mediums tritt immer dort zutage, wo eigenständige Problemlösungen angestrebt werden. Das Medium ermöglicht die direkte Auseinandersetzung der Schüler(innen) mit dem Unterrichtsgegenstand, ohne weitere Einflussnahme durch die Lehrkraft. Hier muss noch einmal auf das einleitende Beispiel mit dem Messer verwiesen werden, dass zu verschiedenen Zwecken verwendet werden kann. Mittel besitzen weitgehend keine „eingebaute“ Intention, was mit ihm gemacht wird, hängt von den Absichten derer ab, die sie einsetzen. Wenn also Selbstständigkeit der Schüler(innen) erreicht werden soll, dann muss ein Medium, hier der Baukasten, auch dementsprechend eingesetzt werden.

Zum Problem der Komplexität eines Baukastensystems

Nun zeigt sich hier erneut ein gewisses Dilemma. Je besser ein Mediensystem ausgearbeitet ist, je mehr Möglichkeiten es eröffnet, je bessere Lösungen es auch vom Ergebnis her erlaubt, desto schwieriger ist zu Beginn der Umgang mit ihm. *Jedes* Mediensystem verlangt eine Einarbeitung der Nutzer – je komplexer es ist, desto intensiver wird die Einarbeitungsphase ausfallen. Hierzu einige praktische Tipps.

Die Einspielphase

Sachs und Fies prägten den schönen Begriff des „Einspielens“ im Umgang mit einem Mediensystem. Er beinhaltet das freie Spielen genauso wie den technischen Begriff des „Spiels“. Die pädagogische Bedeutung des Spielens für die Entwicklung von Kindern und Jugendlichen muss hier nicht beschrieben werden, sie ist hinlänglich bekannt. Die Bedeutung des Begriffs in der Technik bietet jedoch einen interessanten, unbeabsichtigten Zusammenhang: „Ein Lagerspiel [...] ist Voraussetzung für eine reibungsarme bis reibungsfreie Lagerung einer Welle in einem Gleitlager.“¹⁶ Ohne eine unzulässige Analogie zwischen Mensch und Maschine herstellen zu wollen, so beschreibt der technische Begriff des Spiels doch treffend, was in der Einspielphase mit einem Medium geleistet werden soll. Die Schüler(innen) nähern sich spielerisch, lernen den Umgang mit den Bauelementen und die konstruktiven Eigenarten kennen, sodass in zukünftigen Einsätzen ein „reibungsarmer“ Betrieb ermöglicht wird. Konkret:

In einem ersten Schritt sollte den Schüler(innen) die Möglichkeit eines spielerisch-freien Zugangs ermöglicht werden. Sie sollen wissen, dass es sich bei dem Baukasten um ein schulisches Medium handelt, das dem Lernen dient, dessen Möglichkeiten sie aber zunächst ohne weitere Einweisung erkunden sollen. Meine persönlichen Erfahrungen mit solchen Unterrichtsphasen zeigen, dass Schüler(innen) dabei sehr motiviert und kreativ vorgehen. Sie zeigen sich gegenseitig Interessantes, das sie entdeckt haben, was zu einem Multiplikatoreffekt führt. Wichtig ist, dass bei Anzeichen der Sättigung diese freie spielerische Phase beendet wird. Gute Effekte konnte ich beobachten, wo eine bestimmte Herausforderung, die die Schüler(innen) beim freien Umgang entdeckt haben, abschließend in eine kurze Aufgabe mündete (die stabilste Brücke, die schnellste Umdrehung, die meisten Lämpchen usw.). Die Lehrkraft muss lediglich auf achtsamen Umgang mit den Bauelementen incl. des anschließenden Aufräumens achten.

Im zweiten Schritt sollen die Schüler(innen) systematisch mit der Handhabung des Systems vertraut gemacht werden. In dieser Phase eignet sich ein rezeptiver Lernmodus durchaus, d. h. es wird nach Anleitung gebaut. Dazu können Skizzen und schriftliche Anleitungen gegeben werden (z. B. die Bauanleitungen zu UMT), kombiniert mit kurzen Demonstrationen der Bedienung von Vorrichtungen und Hilfsmitteln durch die Lehrkraft. Voraussetzung ist, dass sie das Handling mit dem System selbst gut beherrscht und dass die Anzahl der Elemente und Vorrichtungen, mit denen sich die Schüler(innen) vertraut

zwei Bedeutungen
des Begriffs „Spiel“

1. Schritt: freie
Begegnung

Überleitung zur
gesteuerten Phase

2. Schritt: gezieltes
Vertrautmachen mit
dem Baukasten

machen sollen, klug eingeschränkt wird. Besser sind zwei kleine Aufgaben mit jeweils maximal 15 Minuten Einweisung, bei der die Schüler(innen) im Verlauf der Arbeit selbst Ideen ergänzen können, als eine große, in der viele Elemente und Funktionen untergebracht werden sollen und die langwierige Instruktionen erfordert. Dabei sollten Schwierigkeiten nicht als Mangel, sondern als Lernimpuls verstanden werden. Probleme, die nicht im ersten Anlauf zu lösen sind, fordern Schüler(innen) heraus, wenn sie die Gewissheit haben, dass sie zu meistern sind.

Diese Lernphase sollte unbedingt mit einer Reflexionsrunde beendet werden, bei der sich die Schüler(innen) über Schwierigkeiten austauschen und sich gegenseitig Tipps geben können.

Überleitung zum
kundigen Umgang

In einer dritten Phase der Beschäftigung mit dem Baukasten sollten die Schüler(innen) bereits eine Aufgabe lösen, bei der sie die in Phase 2 gelernten Verfahren und Bauteile eigenständig für die Lösung einsetzen sollen. Hier sollte eine Anleitung nur ergänzend zur Verfügung gestellt werden. Dies kann in Form einer Lerntheke geschehen, an der einzelne Schritte noch einmal lehrgangsmäßig durchlaufen werden können. Sie soll aber nur von denjenigen genutzt werden, die ansonsten scheitern.

3. Schritt: eigen-
ständige Lösungssu-
che

Ich empfehle auch hier eine zusammenfassende Besprechungsphase. In dieser sollten nun nicht nur Probleme des Handlings berichtet werden, sondern ein erster Zugang zum eigentlichen Nutzen des System hergestellt werden: Verschiedene Lösungen desselben Problems können anhand der gebauten Modelle besprochen werden. Es ist ein wesentliches Ziel von Technikunterricht, dass erkannt wird, dass eine Problemlage immer mehrere Umsetzungsmöglichkeiten erlaubt, die mehr oder weniger zweckmäßig sind. Hier könnten bereits Prinziplösungen erarbeitet und durch Skizzen, die das Wesentliche der Lösungen verdeutlichen, gesichert werden. Dadurch wäre das Einspielen weitgehend vollzogen, ein „reibungsarmer“ weiterer Betrieb sichergestellt. Die Schüler(innen) kennen nun grundlegende Verfahrensweisen mit dem Baukasten, sie kennen typische Merkmale seines „inneren Widerstands“ – sie kennen aber auch seine Funktion als Lernmedium.

Überleitung zum
Einsatz als Lernme-
dium

Erarbeitungsphasen

In der Folge sollte der Baukasten ein regelmäßiger Begleiter im Unterricht sein. Wenn die Einspielphase erfolgreich verlaufen ist, werden Schüler(innen) von sich aus bei bestimmten Problemen die Nutzung des Baukastens vorschlagen.

Oben wurde mehrfach darauf hingewiesen, dass die Arbeit mit dem Baukasten in ganzheitliche Problem- und Handlungssituationen eingebunden sein soll. Dies kann nun konkretisiert werden. Technikunterricht soll in aller Regel gerade nicht darin bestehen, dass z. B. das statische Dreieck als wichtiges konstruktives Element im Zentrum steht. Er zielt darauf ab, dass Kinder und Jugendliche lernen, Probleme, die in Handlungssituationen entstehen, mit technischen Mitteln und auf eine in der Technik typischen Weise zu lö-

4. Schritt: Modelle
als Vergegenständli-
chung von Ideen

sen. Inhalt von Unterricht ist nicht die Statik von Gestellen, sondern das Entwickeln und Herstellen eines stabilen Regals oder einer steifen Fahrzeugkarosserie. Wenn als Aufgabe gewählt wurde, einen Hocker zu entwerfen und zu bauen, dann könnte der Unterrichtsverlauf folgendermaßen aussehen¹⁷.

Phase 1: Erkennen des Problems

Der Bedarf für den Hocker muss den Schüler(innen) klar sein. Wofür wird er benötigt? Von wem wird er genutzt werden? Wie wird er genutzt?

Phase 2: Erste Klärung der Problemstellung und Konkretisieren des Bedarfs

Die letzte Frage aus Phase 1 führt bei Schüler(innen) oft zu Heiterkeit. Wie soll ein Hocker schon genutzt werden, wenn nicht so, wie es sein Name andeutet: Man sitzt darauf.

2a) Eingrenzen des Problems

Durch eine Analyse des Bedarfs wird aber schnell klar, dass er weitere Zwecke erfüllt. Wer sitzt darauf: große oder kleine Personen, schwere oder leichte? Wie soll er aufbewahrt werden? Ist er für den Außeneinsatz vorgesehen oder für den Innenbereich? Soll er sich in ein bestehendes Mobiliar einfügen (Stilelemente, Formen, Farbe)? Was darf er kosten? Wie kann die Tragbarkeit erleichtert werden?

Die einzelnen Funktionen, die der Hocker erfüllen soll, werden in einer Liste gesammelt („Pflichtenheft“).

2b) Intuitiv-handelnde Annäherung an die Problemstellung

Es folgt eine erste Entwurfs- und Recherchephase. Oft bietet sich eine Marktanalyse an: Welche Formen von Hocker gibt es im Handel? Wie werden dort die Probleme gelöst, die bereits erkannt wurden? Sehr hilfreich sind Skizzen und Modelle.

Phase 3: Zielbestimmung und Bilden von Teilschritten

In einem Unterrichtsgespräch werden die Vorschläge beschrieben und mit dem Pflichtenheft verglichen: Welche Anforderung wird bei welchen Vorschlägen besonders zweckmäßig erfüllt? Es ist nicht Ziel dieser Besprechung, bereits die beste Lösung zu finden. Zunächst sollen nur brauchbare Vorschläge gesammelt werden.

Nun steht eine sehr wichtige Sicherungsphase an: Zu den einzelnen Anforderungen müssen offene Fragen notiert werden. Sie könnten lauten: Wie verbinden wir die einzelnen Teile des Hockers? Wie müssen die Hocker gestaltet sein, dass sie stapelbar sind? Wie müssen sie gestaltet sein, dass sie stabil sind? Diese Fragestellungen werden auf die Lerngruppe mit dem Auftrag verteilt, verschiedene Lösungen zu entwickeln.

Phase 4: Entwickeln von Lösungsvorschlägen

Nun kommt die Phase, in der Medien entscheidenden Einfluss auf den Unterrichtsverlauf erhalten. Eine gedanklich-zeichnerische Lösung würde nicht nur Schüler(innen) überfordern, sondern auch viele Erwachsene. Selbst in professionellen Kontexten werden nun

Modelle gebaut. Für den Modellbau können Halbzeuge aus dem Baumarkt verwendet werden (Leisten, Plattenmaterial usw.). Allerdings ist das nicht nur mit finanziellem Aufwand, sondern auch mit recht großem Herstellungs“widerstand“ verbunden. Leisten müssen abgesägt und entgratet werden, Löcher müssen auf Passung gebohrt werden, u. U. müssen Leimverbindungen hergestellt werden. Besonders zur Beantwortung der zweiten und dritten Frage bietet sich daher der Einsatz von UMT an. Ideen können schnell umgesetzt werden, es können mit geringem Aufwand Varianten entwickelt werden. Die Funktionen (Stapelbarkeit, Stabilität) können ausprobiert und Verbesserungsvorschläge direkt umgesetzt werden.

Phase 5: Sammlung und Entscheidung

Mit den Aufgabenstellungen und den Modellen können die Schüler(innen) in der anschließenden Besprechungsphase ihre Lösungen vorstellen und diskutieren. Verbesserungsvorschläge können in einfachen Fällen direkt umgesetzt werden, ansonsten werden sie schriftlich oder über eine Skizze fixiert und in einer weiteren Arbeitsphase umgesetzt.

Mit den Modellen kann nun entschieden werden, auf welche Art und Weise die untersuchten Probleme gelöst werden sollen. Dazu werden die Lösungen mit dem Pflichtenheft abgeglichen und daraufhin überprüft, ob sie sich mit den Mitteln vor Ort realisieren lassen. Ein Tipp: Die Modelle sollten nicht demontiert werden. Zeigen sich in der Folge weitere ungeklärte Probleme, kann an ihnen weitergearbeitet werden. Und ein nicht zu unterschätzender Nutzen: Oft präsentieren Techniklehrer(innen) in Vitrinen die Arbeit des Technikunterrichts. Die UMT-Modelle eignen sich aufgrund der Größe und der Reduktion sehr gut, um den Entwicklungsprozess des Produktes und damit den Lernprozess der Schüler(innen) zu veranschaulichen.

Phase 6: Umsetzung

Die Schüler(innen) müssen darauf hingewiesen werden, dass sie bislang grundsätzliche Lösungsvarianten entwickelt haben (Prinziplösungen), und dass nun mit den realen Werkstoffen eine zweite Art von Modell gebaut werden muss: der Prototyp. Dieser wird in Kleingruppen hergestellt und „auf Herz und Nieren“ getestet. Mit den Erfahrungen an den Prototypen wird anschließend das endgültige Produkt hergestellt.

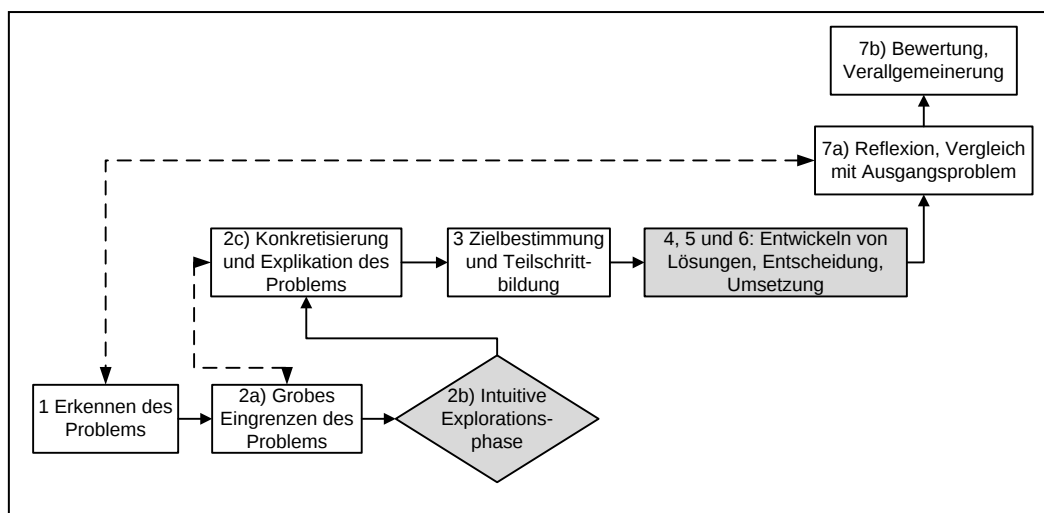
Phase 7: Bewertung und Abstraktion

In der abschließenden Reflexion wird nicht nur das Produkt bewertet, sondern auch die Vorgehensweise der Lerngruppe. Die zentralen Schwierigkeiten werden benannt und die Effektivität der Arbeit reflektiert. An dieser Stelle sollte der Blick von dem Einzelfall „Die 7b entwickelt Hocker und stellt sie her“ auf allgemeinere Fragestellungen gelenkt werden: Wo eignen sich in einem Entwicklungsprozess Skizzen, wo sind Modelle die bessere Lösung? Lohnt sich der Aufwand einer systematischen Vorgehensweise oder wäre es nicht besser, einfach „der Nase nach“ zu arbeiten? Wie wird in solchen Fällen in professionellen Kontexten vorgegangen? Welche Fähigkeiten müssen Personen mitbringen, die

solche Arbeit leisten?

Die Vorgehensweise im Überblick

Der hier vorgeschlagene Lernweg baut auf einem Wechselspiel aus rein gedanklicher und gedanklich-ausprobierender Problemlösung auf. Dem Probehandeln mit Gegenständen, z. B. mit UMT, wird dabei eine wichtige Funktion im Lernprozess zugesprochen. Es ermöglicht den Schüler(innen), Ideen auf ihre Tauglichkeit handelnd und konkret zu überprüfen. Dadurch wird ihrer sich erst aufbauenden Erfahrungen im Entwickeln konstruktiver Lösungen Rechnung getragen.



ein handlungstheoretisch beeinflusstes Modell von Unterrichtsmethoden

Abbildung 4: Der Unterrichtsprozess im Überblick

Die schematische Darstellung zeigt einen rekursiven Lernprozess, bei dem nicht zu Beginn ein Plan erstellt wird, der die gesamte Vorgehensweise bis zum Ende abbildet. Alltägliche Erfahrungen im Unterricht zeigen, dass dazu nur ein kleiner Teil der Schüler(innen) in der Lage ist. Die Phasen, in denen sie mit UMT Lösungen probierend entwickeln können, sind grau hervorgehoben.

VII. Ausblick auf weitere Anwendungsgebiete

Die oben erwähnten Bereiche „Analyse technischer Sachverhalte und Verfahren“ und „Technik herstellen“ bieten sich ebenfalls für den Einsatz von Baukastensystemen an. Es müsste weit ausgeholt werden, um entsprechende Zugänge darzustellen – das muss an anderer Stelle geleistet werden. Hier sollen nur Eckpunkte aufgezeigt werden.

Wo es im Technikunterricht um das Herstellen von Produkten geht, ist nie nur die reine Fertigung angesprochen, sondern immer auch die Fertigungsplanung und –vorbereitung. Hier eignet sich UMT auf besondere Weise für die unterrichtliche Arbeit, da es mit seinen Vorrichtungen einen Schwerpunkt auf technisch sauberen Verwirklichungen setzt. Am Beispiel der Herstellung des Hockers: Hier macht es durchaus Sinn, den Schüler(innen) fertige Pläne eines bestimmten Hockers zur Verfügung zu stellen. Ihre techni-

Handlungsbereich
„Technik herstellen“

sche Kreativität richtet sich dann auf die Organisation der Fertigung. Sie können komplette Fertigungsstraßen modellhaft aufbauen und daran den Herstellungsprozess analysieren und optimieren (Anzahl der Arbeitsstationen und der Arbeitskräfte, Materialzufuhr und –Speicherung, Platzierung von Mess- und Prüfstationen).

Auch bei der Analyse technischer Systeme haben Baukästen sinnvolle Einsatzgebiete. Im Rahmen beispielsweise einer soziotechnischen Analyse verschiedener Stichsägen (s. Beispiel oben) werden vielfältige Fragen auftreten: Welche Teilfunktionen erfüllen die verschiedenen Produkte? Wie werden einzelne Funktionen umgesetzt? Unter welchen Bedingungen rechnet sich der höhere Preis von Markenprodukten? Unter welchen Bedingungen werden Stichsägen hergestellt, die unter 20 € angeboten werden? Wäre für gelegentliche Sägearbeiten eine Stichsäge oder eine Japan-Handsäge geeigneter? Mit dem Baukasten können bevorzugt Fragen nach zugrundeliegenden Wirkmechanismen beantwortet werden. Aus einer genauen Beobachtung des Betriebs geht die Fragestellung hervor, wie die Funktion erreicht werden könnte (Umwandlung der Drehbewegung des Antriebs in eine Hin- und Herbewegung des Abtriebs). Selbst beim einfachen Schubkurbelgetriebe treten interessante Realisierungsprobleme auf, etwa wenn die Hin- und Herbewegung zwar erzeugt wird, aber das Abtriebsteil noch nicht zwangsgeführt wird wie bei der Sägemaschine. In einer solchen Unterrichtseinheit bleibt der am Modell erarbeitete Aspekt nicht isoliert stehen, sondern wird als naturales Moment in die humanen und sozialen Aspekte des technischen Systems integriert.

Handlungsbereich
„Analyse technischer Sachverhalte und Prozesse“

Literaturverzeichnis

- Brandtstädter, Jochen (2001): Entwicklung - Intentionalität - Handeln. Stuttgart: W. Kohlhammer.
- Fies, Helmuth (2011): Allgemeine Technologie im Technikunterricht der allgemeinbildenden Schule? - Teil 1. In: *tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht* (139), S. 5–19.
- Fuhrer, Urs; Josephs, Ingrid (1999): Persönliche Dinge tragen zur Identitätsentwicklung bei! In: Urs Fuhrer (Hg.): *Persönliche Objekte, Identität und Entwicklung*. Göttingen: Vandenhoeck und Ruprecht, S. 7–15.
- Heimann, Paul; Otto, Gunter; Schulz, Wolfgang (1965): Unterricht. Analyse und Planung. Hannover: Schrödel (Auswahl Reihe B, 1/2).
- Holodynski, Manfred; Oerter, Rolf (2002): Motivation, Emotion und Handlungsregulierung. In: Rolf Oerter und Leo Montada (Hg.): *Entwicklungspsychologie*. 5. Aufl. Weinheim [u.a.]: Beltz PVU, S. 551–573.
- Sachs, Burkhard; Fies, Helmuth (1977): Baukästen im Technikunterricht. Grundlagen u. Beispiele. 1. Aufl. Ravensburg: Maier.
- Schmayl, Winfried (2013): Didaktik allgemeinbildenden Technikunterrichts. 2. Aufl. Baltmannsweiler: Schneider-Verl. Hohengehren.

Stachowiak, Herbert (1973): Allgemeine Modelltheorie. Wien: Springer.

Zobel, Dietmar (2009): Systematisches Erfinden. Methoden und Beispiele für den Praktiker ; mit 10 Tabellen. 5. Aufl. Renningen: Expert-Verl.

¹ Grunwald

² Ein Ansatz, menschliche Bedürfnisse zu ordnen, sind die „Problem- und Handlungsfelder“ von B. Sachs. Sie können bei der Suche nach Themen helfen, aus denen heraus sich fruchtbare Probleme ergeben. Zur Orientierung sei auf den empfehlenswerten Wikipedia-Eintrag zur Technikdidaktik verwiesen (deren ursprüngliche Fassung von W. Schlagenhaut stammt).

³ Schlagenhaut: Simplifizierung der Vorstellung von Technik. Sachs: Baukästen

⁴ Der Kreativitätsbegriff sollte immer mit Respekt verwendet werden. Nicht jede Idee ist kreativ, nicht jedes Übernehmen vorhandener Lösungen ist unkreativ. Zobel benennt als Merkmale von Kreativität die Fähigkeit zum divergenten Denken, Vorurteilsfreiheit, ein unabhängiges Wertesystem, das Nutzen von Potentialen, Phantasie, Freude an der Arbeit, Motivation, Ideenreichtum, Beobachtungsfähigkeit, Finden ungewohnter Schlüsse, Assoziationsvermögen, bildhafte Vorstellungskraft, Problemsensitivität, das Überwinden von Fachgrenzen, eine Offenheit, persönliche Betroffenheit und das Zulassen von Irritationen Zobel 2009, S. 5ff.. Aus der Auflistung wird die Bandbreite an Fähigkeiten, die Kreativität begünstigt, deutlich, aber auch der Anspruch, der damit verbunden ist. Gerade für Lernsituation gilt, dass konvergentes Denken eine wichtige Voraussetzung für rezeptive Lernformen ist. Hier gilt es, ein angemessenes Gleichgewicht zu finden und zu ermöglichen (ohne dass genau bestimmt werden könnte, was *angemessen* in diesem Zusammenhang bedeuten könnte).

⁵ Dazu können Belege aus unterschiedlichen Wissenschaftsbereichen angeführt werden. Zur Entwicklungspsychologie: Holodyski & Oerter 2002, zur Soziologie: Fuhrer und Josephs 1999, zur Handlungsforschung: Brandtstädter 2001.

⁶ Banse

⁷ Wilkening, Henseler

⁸ Schmayl S. 237

⁹ Heimann et al. 1965

¹⁰ Klafki, Kohn

¹¹ Leider wird dieser sehr lesenswerte Band nicht mehr aufgelegt. Im modernen Antiquariat kann man ihn, dank des Internets, noch beziehen.

¹² Nordhausen, zit. nach Sachs S. 22

¹³ Sachs S. 23. Hier wird, abweichend von Sachs und Fies, von **Wirkungsspezialisierung** gesprochen und nicht von **Funktionsspezialisierung**. Der Funktionsbegriff ist in der Technik mehrdeutig. Ropohl machte den Vorschlag, zwischen einem „teleologischen“ (den Zweck betreffend) und einem „deskriptiven“ (das Wirkprinzip betreffend) Funktionsbegriff zu unterscheiden. Dies sind sperrige Begriffe, und es leuchtet auch nicht restlos ein, weswegen sich die Deskription nur auf die Beschreibung des Wirkprinzips beziehen soll und nicht auf die Zweckerfüllung. Daher folge ich, wo immer möglich, dem Vorschlag, den Fies später gemacht hat. Er definiert: „**Aufgabe/Zweck:** Zu welchem Zweck wurde dieses Objekt gemacht? Welche Aufgabe soll es erfüllen? Wozu dient es? **Funktion, Teilfunktion:** Wie verhält sich das Objekt? Was „tut“ es? Welche Operationen führt es durch? Welche Teiloperationen lassen sich unterscheiden? **Wirkprinzip, Wirkstruktur, Wirkgefüge:** Auf welche Weise, mit welchen Natureffekten, Energien und Wirkflächen/Formen wird diese Funktion [...] erfüllt? **Aufbau/Konstruktion:** Wie ist das Objekt aufgebaut? Welche Baugruppen und Bauteile enthält es? Wie sind sie miteinander verbunden/gekoppelt?“ (Fies 2011, S. 12; im Original als Liste formatiert.)

¹⁴ Stachowiak, H. 1973: Allgemeine Modelltheorie. Wien [u. a.] : Springer, S. 304 ff.

¹⁵ Nach Sachs und Fies, S. 39

¹⁶ Hahn, Elisabeth; Lindner, Volker; Timm, Jochen; Wiemann, Achim; Braun, Christof; Lloyd, Jeffrey (2007): Fachkenntnisse 1 - Industriemechaniker nach Lernfeldern 5 - 9. Hamburg: Handwerk u. Technik, S. 213.

¹⁷ Bei der Phaseneinteilung orientiere ich mich an den Hinweisen von Wilkening (Unterrichtsverfahren, S. 24f.) und an dem Prozessmodell von Unterrichtsverfahren im Technikunterricht (Binder 2014).