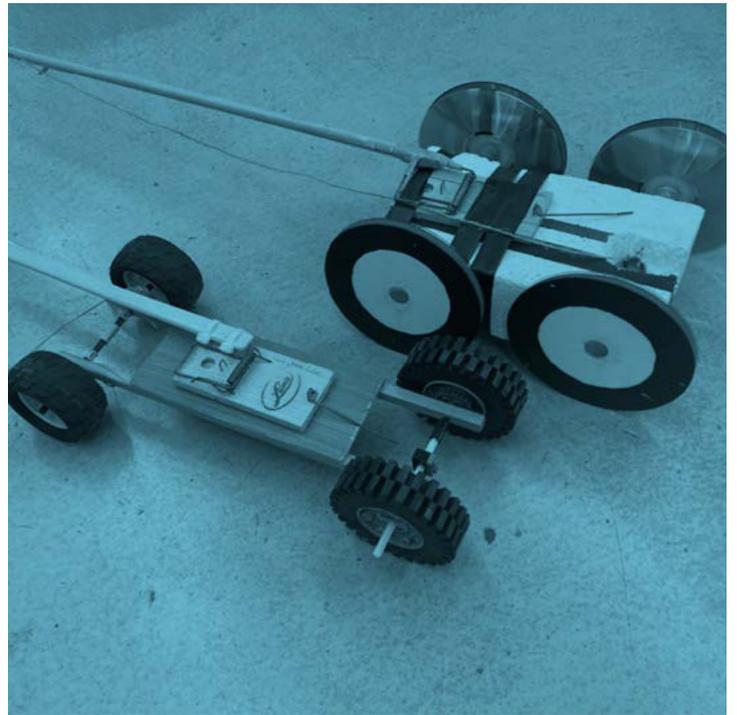
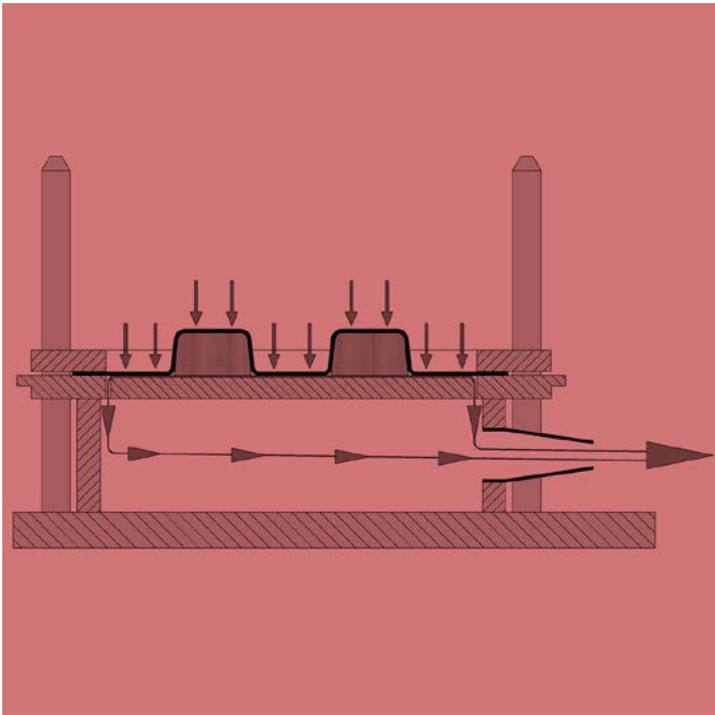


ZEITSCHRIFT FÜR TECHNIK IM UNTERRICHT



tu ZEITSCHRIFT FÜR TECHNIK IM UNTERRICHT

– 46. Jahrgang –

tu: „Technik im Unterricht“ erscheint vierteljährlich.
Sammelanschrift für Verlag, Anzeigen und Redaktion: Neckar-Verlag GmbH, Klosterring 1, 78050 Villingen-Schwenningen,
Telefon (07721) 8987-0, Telefax (07721) 8987-50;
E-Mail: service@neckar-verlag.de,
Internet: <http://www.neckar-verlag.de>

Die Datenschutzbestimmungen der Neckar-Verlag GmbH können Sie unter www.neckar-verlag.de einsehen.

Herausgegeben vom Neckar-Verlag GmbH in Zusammenarbeit mit Dr. Martin Binder; begründet in Zusammenarbeit mit August Steidle, 73557 Mutlangen

Verantwortlich für die Auswahl und Bearbeitung der Manuskripte: Dr. Martin Binder, Amselweg 20, 88271 Wilhelmsdorf;
Tel. (07503) 916891, E-Mail: binderm@ph-weingarten.de

Wissenschaftliche Beratung: Prof. Dr. Wilfried Schlagenhaut, Prof. Burkhard Sachs

Layout/Herstellung: Klaus Pechmann, Tel. (07721) 8987-72,
E-Mail: pechmann@neckar-verlag.de

Titelbild-Konzept: Silvia Binninger, www.designxbinner.de

Anzeigen/Verkauf: Beate Brosamer, Telefon (07721) 8987-45,
E-Mail: br_anzeigen@neckar-verlag.de

Bestellungen: beim Verlag,
E-Mail: bestellungen@neckar-verlag.de

Es gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 10 vom 01.01.2021

Druck: Gulde-Druck GmbH & Co. KG, 72005 Tübingen

Einzelheft **7,50 €** zuzüglich Versandkosten; Jahresabonnement **25,50 €** zuzüglich Versandkosten; Digital-Abo Technik im Unterricht **25,50 €**. Print- + Digital-Abo Technik im Unterricht **27,- €**. Abbestellung 8 Wochen vor Jahresende schriftlich

Honorierte Arbeiten gehen in das uneingeschränkte Verfügungsrecht des Verlages über. Nachdruck und gewerbliche Verwertung nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages. Dies gilt auch für die gewerbliche Vervielfältigung per Kopie, die Aufnahme in elektronische Datenbanken und Mailboxen sowie für Vervielfältigungen auf elektronischen Datenträgern.

Letzter Annahmetag für Anzeigen und Redaktionsschluss ist der 10. im ersten Monat des Quartals.

MITARBEITER DIESES HEFTES

Martin Binder

Hartwig Mackeprang

Jörg-Peter Pahl

Hannes Ranke

Dirk Schade

Heiko Westenhöfer

Christian Wiesmüller

TITELSEITE: Abbildungen aus den Beiträgen von Dirk Schade und Heiko Westenhöfer

Inhalt

Editorial 4

tu: Fachdidaktik

HARTWIG MACKEPRANG

Messen – Steuern – Regeln Teil 2: Bildung über Informations- und Kommunikationstechnik 5

tu: Unterrichtspraxis

DIRK SCHADE

Konstruktionsaufgabe –
Konstruieren im Unterricht? Ja, unbedingt! 13

JÖRG-PETER PAHL/HANNES RANKE

Kennzeichnung der Unterrichtsverfahren
zum Beschaffen. 36

HEIKO WESTENHÖFER

Kunststoff im Technikunterricht –
Einführung in das Tiefziehen 40

tu: Sachinformationen

HANNES RANKE

Zur Bedeutung von Beschaffungs- und
Einkaufsprozessen im Gesellschafts- und
Beschäftigungssystem 32

tu: Diverses

CHRISTIAN WIESMÜLLER

Zum 80. Geburtstag von Winfried Schmayl 11

TAGUNG DER PÄDAGOGISCHEN HOCHSCHULE BERN

Forschend Lernen und Lehren
im Textilen und Technischen Gestalten 47

Inhaltsverzeichnis tu Heft 87/1998 bis
Heft 178/2020 – nach Sachgebieten geordnet 21

Editorial

Liebe Leserin, lieber Leser,

mit Beitragsreihen können Themen vielschichtiger und ausführlicher dargestellt werden, als es in einer einzelnen Ausgabe möglich wäre. Sie schaffen aber das Problem, die Texte so zeitnah aufeinanderfolgen lassen zu können, dass der inhaltliche Zusammenhang erkennbar bleibt. Vergleichbar einem Staffelfstab, müssen hier Gedanken weitergegeben werden. In diesem Sinn ist das vorliegende Heft der **tu** ein technikdidaktischer Staffellauf.

Hartwig Mackeprang führt die Reihe zum Steuern und Regeln fort. Er klärt informations- und kommunikationstechnische Grundbegriffe, was bei diesem wichtigen, mit großen Versprechungen aufgeladenen Thema überfällig ist. Das Begriffliche dient ihm aber nicht nur dem genauen Benennen der Sache. Es bildet die Grundlage, um Ziele und inhaltliche Schwerpunkte im Technikunterricht umreißen zu können. Im Programmieren sieht H. Mackeprang sie jedenfalls nicht. Worin dann? Lesen Sie selbst!

Dirk Schade hatte am Ende seines ersten Beitrags zum Konstruieren angekündigt, das Potential verschiedener Aufgabenstellungen für den Unterricht näher zu beleuchten. Das löst er nun ein, indem er die ‚didaktische Reichweite‘ verschiedener Zugangsthemen beleuchtet: Welche Problemlagen bieten sie, was lässt sich daran lernen und was nicht? Mit seiner Diskussion von drei verschiedenen Prozessmodellen der Konstruktionsaufgabe zeigt er Gestaltungsmöglichkeiten im Unterricht auf.

In zwei Texten wird der Einblick in die aktuelle berufliche Technikdidaktik weitergeführt. **Hannes Ranke** informiert über die Bedeutung von Beschaffungs- und Einkaufsprozessen für technische Berufe. Und in einem gemeinsamen Beitrag von ihm und **Jörg-Peter Pahl** werden zwei speziell für dieses Inhalts- und Zielspektrum entwickelte Unterrichtsverfahren vorgestellt. Damit werden die Zusammenhänge zwischen Technik und Ökonomie, die unsere Technik so maßgeblich beeinflussen, in den Horizont von Unterricht gebracht.

Heiko Westenhöfer ergänzt seine praxisnahe Darstellung des Tiefziehens von Kunststofffolien mit weiteren Informationen. Er gibt hilfreiche Tipps und Tricks für handwerklich-technische Probleme, die im Unterricht auftreten können. Seine klaren, informativen Grafiken werden Sie sicher wiedererkennen.

Eine weitere Stafette ergibt sich daraus, dass wir alle älter werden. **Christian Wiesmüller** gratuliert aus der Perspektive des wissenschaftlichen Schülers, Weggefährten und tief verbundenen Freunds Winfried Schmayl zu seinem achtzigsten Geburtstag. Dem schließen wir uns gerne an!

Am Ende des Heftes informiert **Andreas Käser** über eine Tagung zum „Forschenden Lernen und Lehren im Textilen und Technischen Gestalten“ in Bern. Sie findet online statt und kann daher, an Grenzbäumen und dem Franken vorbei, von uns allen besucht werden.

Nun wünsche ich Ihnen viel Vergnügen beim Lesen und neue Erkenntnisse zu Technik im Unterricht!

Martin Binder, Schriftleiter und Mitherausgeber

binderm@ph-weingarten.de

Konstruktionsaufgabe

Konstruieren im Unterricht?

Ja, unbedingt!

Dirk Schade

Die enge Verzahnung von Theorie und Praxis ist ein grundlegendes Ziel technischer Allgemeinbildung. Fragt man Schülerinnen und Schüler, was ihnen am Technikunterricht am meisten gefällt, steht an erster Stelle die Aussage, dass im Gegensatz zu anderen Fächern „viel praktisch gearbeitet wird“. Weist diese Aussage darauf hin, dass sie hier oft mit der Lösung realer Probleme konfrontiert werden und sich dadurch herausgefordert fühlen? Oder kann man eher daraus schlussfolgern, dass Schülerinnen und Schüler an gedanklicher Auseinandersetzung und Klärung nur geringes Interesse haben?

Wenn ehemalige Schülerinnen und Schüler sich an ihren Technikunterricht vergangener Jahre erinnern, denken sie dabei oft an die Fertigung „berühmter Werkstücke“, wie beispielsweise Flaschenöffner, Nistkästen (oder Insektenhotels als modernere Version), Brückenmodelle oder Fahrzeuge, die autonom einer schwarzen Linie folgen. Diese Erinnerungen zeigen einerseits einen gewissen Stolz, etwas Bleibendes geschaffen zu haben. Andererseits wird dadurch sichtbar, dass die Produktfertigung im Fokus des Unterrichtes stand und die Bewertung der Schülerleistungen hauptsächlich produktbezogen erfolgte.

Hüttner weist auf die Notwendigkeit eines ausgewogenen Verhältnisses von Theorie und Praxis hin: „Allgemeiner Technikunterricht, der vordergründig auf der Theorieebene angesiedelt ist, greift sicher zu kurz, negiert die Technik in der Vielfalt ihrer Erscheinung. Genauso unakzeptabel aber ist seine Reduzierung auf ein bloßes praktisches Gestalten, bei gleichzeitiger Vernachlässigung der theoretischen Grundlagen, Zusammenhänge und Strukturen.“ (Hüttner, 2015, S. 33)

In der Unterrichtspraxis beobachte ich zwar meistens einen ausgewogenen Anteil theoretischer und praktischer Phasen, sehe aber zu selten deren immanente Verzahnung in Bezug auf die zu vermittelnden Fachinhalte.

Schülerinnen und Schüler fragen dann oft zu Stundenbeginn: „Machen wir heute Theorie oder Praxis?“ „Das bloße Vorhandensein praktischer Arbeitsphasen ist keine hinreichende Bedingung für handlungsorientierten Unterricht. Rein praktische Tätigkeit ist kein unterrichtsstrategisches Mittel, um Phasen verstärkter Kopfarbeit zu unterbrechen.“ (Binder, 2010, S. 9) Eine Praxisaufgabe ohne Theorie sollte nicht als ernstzunehmende Möglichkeit erscheinen. In der Praxis sind die Sachverhalte enthalten, egal, ob sie handelnd bearbeitet oder gedanklich erfasst werden. Wenn eine Lehrkraft beispielsweise das Lötens demonstriert und die Schülerinnen und Schüler das in einer praktischen Arbeitsphase anwenden, denken sie bei Problemen über mögliche Fehler nach. Betätigen sie sich dann nicht auch beim Durchprobieren verschiedener Varianten auf theoretischer Ebene? Dies erfordert aber, dass theoretische und praktische Phasen zueinander im direkten Bezug stehen und die Schülerinnen und Schüler während der praktischen Phase (beispielsweise durch Selbstständigkeit und Entscheidungsfreiheit) vor Herausforderungen gestellt werden.

Für die Realisierung von Praxisaufgaben dienen oft exemplarische Beispiele technischer Realobjekte oder Modelle, welche häufig gefertigt oder (leider seltener) konstruiert, getestet, analysiert oder bewertet werden. Caspers

und an ihm ansetzend Binder plädieren dafür, nicht von Werkstücken, sondern konsequent von Zugangsthemen zu sprechen. „Letztendlich ist nur die Funktion des Objektes im Lernprozess bedeutsam. Der entfaltet sich an der eigenständigen Auseinandersetzung mit sinnhaften Gegenstandsbezügen.“ (Binder, 2016, S. 15) Der Flaschenöffner kann ein sinnvolles Zugangsthema für ein Unterrichtsvorhaben sein, wenn die Lehrkraft mit Hilfe dieses Zugangsthemas technische Fachinhalte vermittelt, wenn Schülerinnen und Schüler erstens diesen konstruieren, während des Konstruktionsprozesses experimentieren, die Fertigung planen, durchführen und bewerten. Und wenn im Unterricht daran zweitens Verallgemeinerbares herausgearbeitet wird, das über ihre in der Situation eingebundenen Erfahrungen und Erkenntnisse hinausgeht. Ihre späteren Erinnerungen an den Unterricht werden sich dann nicht vordergründig auf das hergestellte Objekt reduzieren.

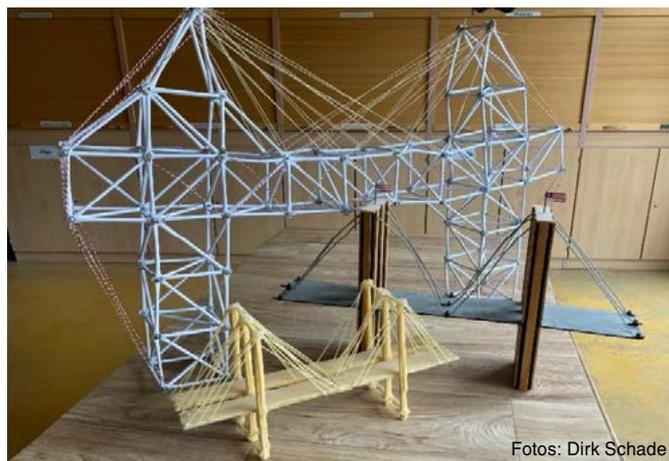
Konstruktionsaufgaben bieten viele Möglichkeiten der eigenständigen Auseinandersetzung mit Gegenstandsbezügen, da die Entwicklung eines Prototyps die Lösung eines technischen Problems voraussetzt. Die Verzahnung von Theorie und Praxis ist in der Konstruktion konzeptionell enthalten – im Unterschied zu einem Suchen nach einer ersten, „irgendwie“ funktionierenden Lösung (s. dazu die Beobachtungen von Monika Hennig in tu 178). Die für die längerfristige Unterrichtsplanung wichtige Frage ist, welche Zugangsthemen sich für eine Konstruktionsaufgabe besonders eignen. Was muss sie auszeichnen, dass sie die Vernetzung von Theorie und Praxis unterstützen, vielleicht sogar herausfordern?

Die Wahl des Zugangsthemas

Welche technischen Sachverhalte im Unterricht herausgearbeitet werden sollen („Verallgemeinerbares“), muss von der Lehrerin bzw. dem Lehrer festgelegt werden. Auf diese inhaltlichen Setzungen hin ist die Eignung eines Gegenstands als Zugangsthema zu überprüfen. Ich möchte zuerst exem-



Foto: USA-Reiseblogger/pixaby.com



Fotos: Dirk Schade

Abbildung 1: Brückenmodelle von Schülern und das Vorbild der Golden Gate Bridge.

plarisch einige Beispiele aus meiner Unterrichtspraxis aufzeigen.

Beispiel Statik: Vom Brückenmodell zum Kleiderständer

Statik ist ein wichtiges und spannendes technisches Thema, weil wir alle oft vor statischen Problemen stehen, die wir nicht intuitiv lösen können. Im Technikunterricht wird es häufig anhand des Zugangsthemas „Brücken“ konkretisiert. Ich habe einige Male mit Schülern Brückenmodelle konstruiert. Am Ende der Unterrichtsvorhaben war ich mit dem Verlauf und mit den Ergebnissen stets unzufrieden. Dabei habe ich mein methodisches Vorgehen mehrfach verändert, die Aufgaben offener oder mit Hilfe von Rahmenbedingungen geschlossener ausgestaltet. Meine Schülerinnen und Schüler haben mit verschiedenen Materialien gearbeitet, mit Holz, Kunststoff, Papier, Pappe, Spaghetti ... Abbildung 1 zeigt Schülermodelle und das Vorbild, das sie vom Konstruktionsprinzip her „nacherfinden“ sollten.

Es ist zu erkennen, dass die Modelle ihrem Vorbild „irgendwie“ ähneln. Trotz aller Bemühungen hatte ich aber stets das Gefühl, dass für die Konstruktion der Modelle wenig inhaltliche Durchdringung und Anwendung statischer Grundprinzipien notwendig war. Einfach gesagt: Es wurde viel gebastelt und wenig gelernt.

Brücken sind komplexe technische Systeme. Brückenmodelle können immer nur einzelne ausgewählte Eigenschaften veranschaulichen. Na-

türlich ist es motivierend, Fachinhalte wie Schwerkraft, Druck- und Zugkräfte handlungsorientiert zu vermitteln, diese experimentell an einfachen Brückenmodellen zu erkennen und zu verallgemeinern. Der Bau des Modells einer Bogen- oder einer Leonardobrücke kann beeindruckend sein.

Aber was kann beim Konstruieren eines komplexen Brückenmodells durch Nacherfinden eines Realobjektes gelernt werden? Diese Konstruktion scheitert schon an den Proportionen zwischen Realobjekt und Modell. Am Beispiel der Golden Gate Bridge möchte ich das aufzeigen:

Es soll keinesfalls ein Brückenmodell maßstabsgerecht nacherfunden werden. Aber aus der großen Diskrepanz der Proportionen ergeben sich Unstimmigkeiten im Original-Modell-Bezug. Bei der Fertigung der Modelle reicht die innere Festigkeit der Materialien fast immer aus, um dem Modell die notwendige Stabilität zu verleihen. Eine Anwendung statischer Prinzipien zur Erhöhung der Stabilität ist nicht notwendig, die Brücke „hält“ und die Schülerinnen und Schüler legen ihr Augenmerk auf ästhetische Aspekte.

Mitunter wird die Aufgabe gestellt, das Modell soll eine bestimmte Tragfähigkeit mit einem möglichst minimalen Einsatz an Material bzw. Gewicht erreichen. Daraus wird dann für die Bewertung der Quotient gebildet – eine gigantische „didaktische Reduktion“. Ich habe zur Golden Gate Bridge keine absoluten Zahlen zur Tragfähigkeit gefunden, stattdessen die Informationen, dass täglich mehr als 120.000 Autos die Brücke überqueren. Bei einer Länge von 2.727 m und sechs Fahrspuren könnten sich gleichzeitig bis zu 3.000 Fahrzeuge auf der Brücke befinden, was einer Belastung von ca. 5.000 t (zusätzlich zum Eigengewicht von ca. 900.000 t) entspräche. Ein Brückenmodell im Maßstab von 1:5000 sollte dann zumindest eine Tonne tragen und zusätzlichen dynamischen Belastungen wie Wind und Wetter standhalten.

Mein Fazit: Wenn es unbedingt ein Brückenmodell sein soll, dann die kleine Fußgängerbrücke über einen Bach oder besser ein anderes Zugangsthe-ma zur Statik auswählen.

Mein statisches Zugangsthe-ma stand mehrere Jahre für diesen Zweck unbeachtet bei mir zu Hause – ein freistehen-

	Realobjekt	Modell, M 1:5000	Einschätzung
Länge	2727 m	540 mm	möglich
Breite	27 m	5,4 mm	nicht umsetzbar
Spannweite	1280 m	256 mm	möglich
Höhe	227 m	45,4 mm	problematisch
Eigengewicht	887000 t	177,4 t	nicht umsetzbar

Tabelle 1: Maßstäbliche Verkleinerung von Kenngrößen der Golden Gate Bridge.

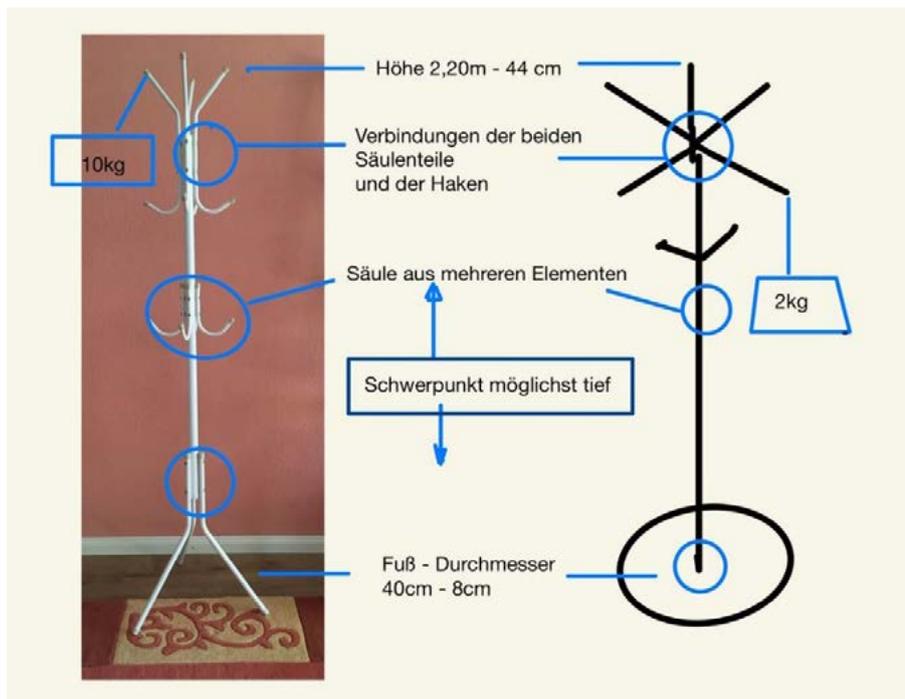


Abbildung 2: Skizze zur Konstruktionsaufgabe Kleiderständer.

der Kleiderständer, dessen Schraubverbindungen regelmäßig nachjustiert werden mussten und der bei einseitiger Belastung sein Gleichgewicht verlor. Dieser Gebrauchsgegenstand kann als Realobjekt im Unterricht präsentiert werden (mangelhafte Kleiderständer kann man für ca. zehn Euro erwerben). Ursache-Effekt-Zusammenhänge (z. B. die Bedeutung des Schwerpunktes für die Stabilität) lassen sich direkt am Objekt leichter veranschaulichen als bei einem größeren technischen System (eine einstürzende Brücke ist schwerer zu organisieren).

Prototypen mit verbesserter Funktionalität. Diese können zur Vereinfachung und Einsparung der Materialkosten als Modell gefertigt werden, da wichtige Eigenschaften proportional (z. B. im Maßstab 1:5) übertragbar sind. Im Gegensatz zum Brückenmodell überfordert der Maßstab nicht das Vorstellungsvermögen der Schülerinnen und Schüler. Er kann von ihnen selbstständig oder mit Hilfestellungen ausgewählt werden. Abbildung 2 zeigt eine Skizze, die bei der Ermittlung eines geeigneten Maßstabs helfen kann.

Es ist sogar möglich, die Konstruktionsaufgabe mit einem Warentest zu beginnen. Sachs beschreibt die Wirksamkeit vergleichender Produkttests mit Hilfe unterschiedlicher Bewertungskriterien (vgl. Sachs, 1985, S. 4). „Das geistige Vorausschauen des Wirkungszusammenhangs im Planungs- und Konstruktionsprozess kann nur dann gelingen, wenn in diesen Prozess vielfältige Praxiserfahrungen eingehen. Auch Urteilskompetenz gewinnt man nicht an sich, sondern nur im Hinblick auf konkrete Erfahrungen.“ (Sachs, Produktgestaltung und Warentest im Technikunterricht, 1985, S. 8)

Die in der kurzen Demonstration beobachteten Schwachstellen sind Ausgangspunkt für die Konstruktion von

Dabei dürfen die statischen Teilprobleme nicht vom gesamten Produkt losgelöst werden (s. der Hinweis von Sachs). Die Maße der Verpackung des demontierten Ständers sind weit mehr als ein interessanter Nebenaspekt. Aus der Frage, wie der Kleiderständer in den Handel kommt und bis zum Verbraucher transportiert wird, ergibt sich die Notwendigkeit der Zerlegbarkeit. Daraus ergeben sich weitere statische Probleme, da die Verbindungstechniken die Statik wesentlich mitbestimmen. Für die Konstruktion der Modelle sollten nur Verbindungen ausgewählt werden, die auch beim Realobjekt verwendet werden können. Die Fragen der Verpackung, die Kosten der Materialien und des Transports sind von der Statik nicht zu lösen, ohne dass die konstruktiven Lösungen unverständlich werden. Sie sollten unbedingt in die Konstruktionsaufgabe einbezogen werden, Abbildung 3 veranschaulicht den Zusammenhang.

Die Proportionen der Belastungen vom Realobjekt zum Modell liegen beim Kleiderständer in etwa im gleichen Verhältnis wie die der Maße. Für Belastungsproben am Modell können Massestücke von ein oder zwei Kilo angehängt werden, das entspricht im Maßstab 1:5 zwischen 5 kg und 10 kg Kleidung.

Über den Maßstab hinaus müssen in den Versuchen Einsatzbedingungen

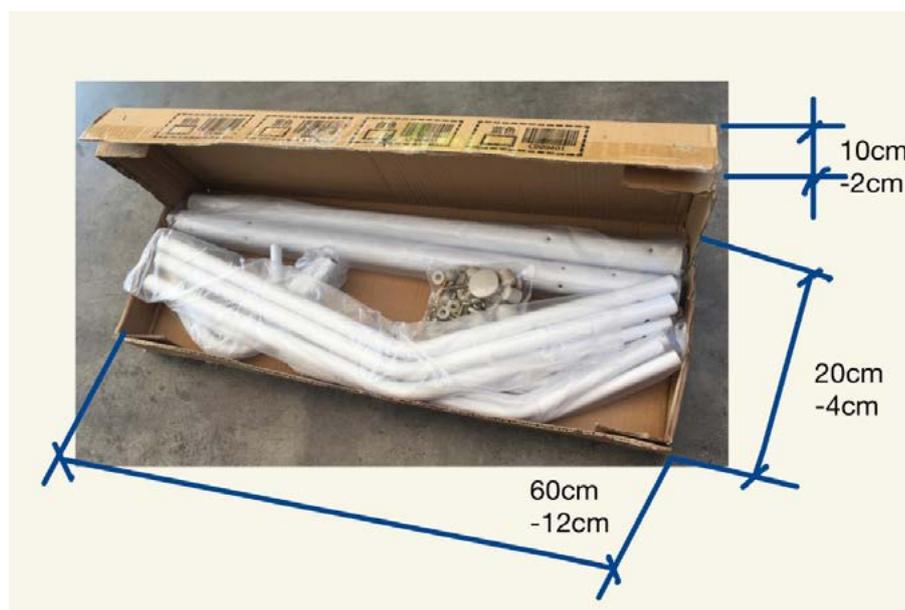


Abbildung 3: Skizze zum Verpackungsproblem.



Abbildung 4: Kleiderständermodell montiert und zerlegt in der Verpackung.

des Gebrauchsgegenstands simuliert werden. Das bloße Anhängen der Massestücke genügt nicht, es ist vor allem die dynamische Belastung zu beachten. Der Unterschied, ob das Modell gleichmäßig oder einseitig belastet wird und ob die Gewichte vorsichtig oder mit viel Schwung an- und abgehängt werden, muss deutlich werden. Nur dann können die Lösungen am Realobjekt verstanden und Optimierungen bewertet werden. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen Varianten, die auf unterschiedliche konstruktive Lösungen setzen.

Für das Problem, eine senkrechte Stütze zwischen Boden und Decke von „Standardräumen“, die aber in der Realität doch leicht variierende Raumhöhen haben (Fertigungstoleranz, unterschiedliche Fußbodenaufbauten), wurden verschiedene Detaillösungen entwickelt (s. Abbildung 6).

An den Details ist auch gut zu erkennen, dass Modelle nur auf bestimmte Probleme konzentriert werden. Die weiteren, nicht mit der Statik, sondern z. B. mit der Herstellbarkeit, der Ästhetik oder dem Preis zusammenhängenden Veränderungen bis hin zu einem gebrauchsfertigen Produkt können bei statischen Versuchen bereits mitgedacht werden. Sie sollten aber allenfalls den Rahmen eindeutig sprengende Ansätze ausschließen und nicht vom fokussierten Teilproblem ablenken.

Beispiel Mobilität: Vom Mausefallenauto zum Detail

Die Aufgabe, ein Fahrzeug mit mechanischem Antrieb aus einer Mausefalle zu bauen, hat mittlerweile Kultcharakter. Es werden wenige Bedingungen gesetzt: Andere als die gestellten Mausefallen dürfen nicht verwendet werden, der Antrieb muss während der Fahrt auf dem Fahrzeug verbleiben, zusätzliche Antriebselemente sind nicht zulässig. Ziel ist ein Fahrzeug, das eine möglichst große Distanz mit einer „Aufladung“ zurücklegt.

Für die Übertragung der Kraft der Mausefalle auf die Räder ist vorrangig die Lösung mit Hilfe eines Zugmittelge-



Abbildung 5: Modellvariante, die zwischen Decke und Fußboden verklemt wird.



Abbildung 6: Verbindungselemente zur Säulenmontage.

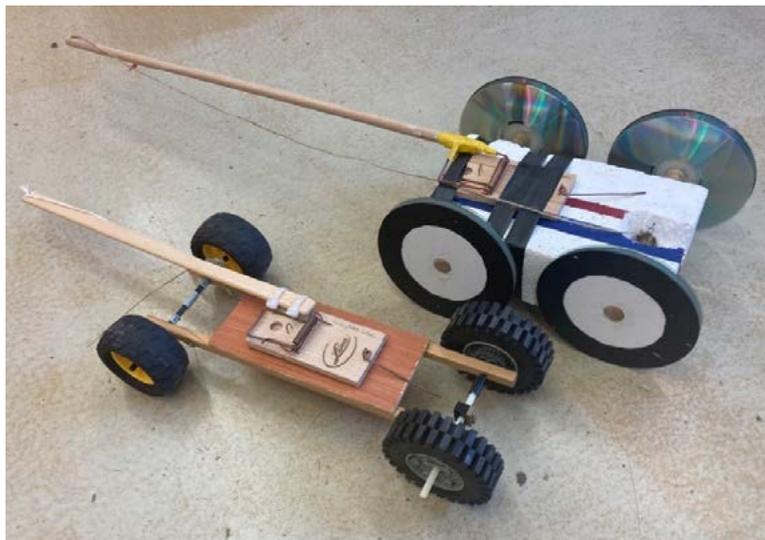


Abbildung 7: Nach erfolgter „Industriespionage“ ist das einachsige Modell schnell nachgebaut und erreicht eine größere Reichweite als die mit Aufwand konstruierten zweiachsigen Modelle.

etriebes zielführend. Hierzu dient ein auf der Radachse aufgewickelter Faden, den der mit einem Stab verlängerte Mausefallenhebel beim Drehen in seine Ausgangslage zurückführt.

Die Aufgabe ist nicht geeignet, sich mit unterschiedlichen Lösungsstrategien auseinanderzusetzen. Im Gegensatz zur Kleiderständeraufgabe sind die Freiheitsgrade nicht durch aus der Nutzung des Endproduktes resultierenden Anforderungen begrenzt, sondern durch Vorgaben, die Lösungsvarianten in eine bestimmte Richtung lenken. Das Konstruktionsziel ist nicht die Produktentwicklung, sondern das Veranschaulichen fahrzeugtechnischer Detailprobleme: Wie kann, mit begrenzten Lösungs- und Optimierungsmöglichkeiten (Dimensionierung des Antriebes und der Räder, Gewicht, Reibung, Luftwiderstand), eine Bestlösung aussehen? Diese Aufgabe kann mit einer gewissen Toleranz nur dann als Konstruktionsaufgabe bezeichnet werden (und hat daraus ihre unterrichtliche Berechtigung), wenn die Lehrkraft den Einfluss dieser ausgewählten Aspekte auf die Fahreigenschaften eines realen Fahrzeuges thematisieren möchte.

Trotz der Limitationen motivieren die überraschende und herausfordernde Aufgabenstellung, das klar definierte Konstruktionsziel (mit einem bestimmten Antrieb eine größtmögliche Strecke zu fahren) und der Wettbewerbscharakter die Schülerinnen und Schüler dazu, durch einzelne gezielte Maß-

nahmen ein entsprechendes Fahrzeug zu entwickeln und herzustellen. Auch an meiner Schule gab es hierzu Wettbewerbe mit Schulrekorden. Bemerkenswert ist, dass auch Schülerinnen und Schüler, die keine Rekordweiten erzielten, in der Regel stolz auf ihre fahrtüchtigen Modelle waren.

Aber im Schuljahr 2013/14 gab es mit einem Mal kein Tüfteln mehr. Alle Schülerinnen und Schüler hatten zu meinem Erstaunen schnell und ohne große Anstrengungen eine ähnliche, ziemlich perfekte Lösung gefunden, die die Rekorde der Vorjahre brach. Warum?

Weil sie effektiv und klug gehandelt hatten. Auf „YouTube“ wurde ein Video des „Weltrekordautos Mausetrapcar“ (Antz, 2013) mit der Weite von mehr als 40 Metern samt Bauanleitung veröffentlicht. Ein einfacher Nachbau dieses einachsigen Modells (s. Abbildung 7) nach erfolgter „Industriespionage“ war naheliegend. Dies war für meine Schülerinnen und Schüler eine erfolgversprechende und sichere Lösungsstrategie, zumal eine weitere Optimierung dieser technischen Lösung für sie (und auch für mich) kaum noch möglich war.

Ich könnte als Lehrkraft die Anwendung der veröffentlichten vermeintlichen Bestlösung verbieten, den Bau eines zweiachsigen Modells vorschreiben oder die Schülerinnen und Schüler in der freien Suche nach Informationen zumindest während des Unterrichts

einschränken. Es wäre die falsche Entscheidung gerade hier bei der Konstruktionsaufgabe. Eine gängige Strategie in der Technik lautet: Funktionierendes wird nachgebaut – auch im Unterricht.

Ähnliche Beispiele finden wir auch in der „realen“ Technik. Innerhalb eines Systems gibt es bestimmte Grenzen, über die hinaus keine spürbaren Optimierungen möglich sind. Die Reichweite von Elektroautos lässt sich mit herkömmlichen Lithium-Metall-Akkus nur noch in Maßen steigern. Physiker sagen eine maximale Kapazität von 300 Wh/kg voraus. Deshalb werden neue technische Lösungen wie Lithium-Schwefel-Batterien interessant. „Lässt sich ein solcher Widerspruch formulieren, so sind weitere konventionelle Versuche zwecklos. Ein solcher Widerspruch lässt sich nur durch unkonventionelles Handeln, d. h. auf erfinderische Weise lösen.“ (Zobel, 2016, S. 78)

Im Kontext Unterricht bedeutet das: Die Konstruktionsaufgabe „Mausefallenauto“ hat eigentlich ihre Berechtigung verloren. Man könnte die Aufgabe öffnen, z. B. allgemein auf einen mechanischen Antrieb ausweiten. Oder man toleriert das Nachbauen des Bauplanes und schaut von dort auf reale Technik. Folgende Vorgehensweise würde ich empfehlen:

- Auftakt: Eure Fahrzeuge sehen alle im Grunde gleich aus, zumindest die

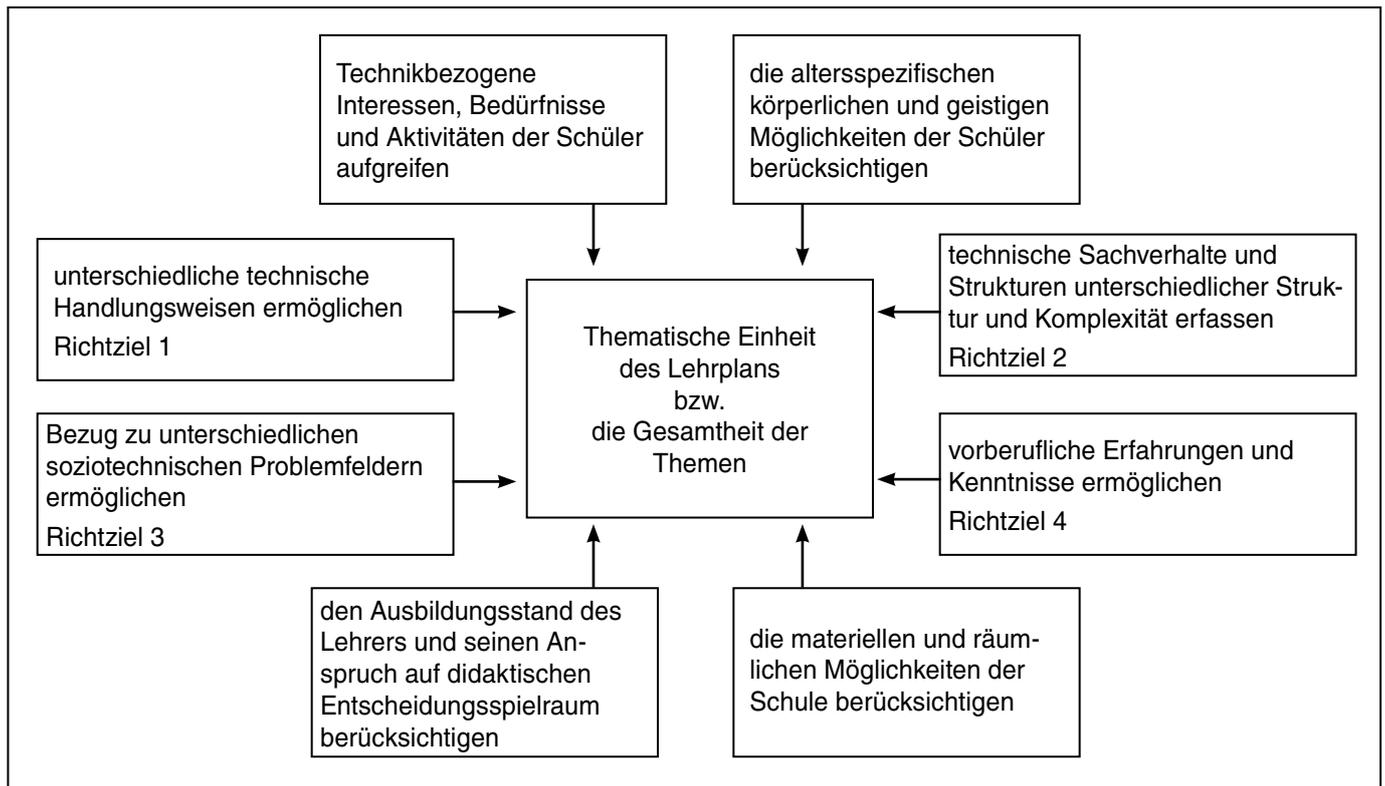


Abbildung 8: Darstellung der unterschiedlichen Forderungen an thematische Einheiten des Technikunterrichts (Sachs 1979, S. 74).

Siegermodelle. Was lernen wir daraus über diese spezielle Problemstellung?

- Aufgaben (arbeitsteilig): Schaut euch im Alltag um.
 - (1) Findet weitere technische Lösungen, zu denen es keine alternativen konstruktiven Lösungen gibt.
 - (2) Findet Beispiele, zu denen es viele unterschiedliche technische Lösungen gibt.
- Auswertung, Diskussion, Ergebnissicherung und Rückschau auf die Konstruktionsaufgabe
- Zusammenfassung: „Was haben wir über Technik gelernt?“

Die beschriebenen Beispiele zeigen, wie komplex (und über die inhaltlichen Setzungen hinausgehend) die Überlegungen zur Auswahl eines geeigneten Zugangsthemas für Konstruktionsaufgaben sind. Bevor ich versuche, aus den Beispielen allgemeine Schlussfolgerungen zu ziehen, möchte ich mich der Frage widmen, die eigentlich am Beginn aller Überlegungen stehen muss: Für welche unterrichtlichen Zielsetzungen ist die Konstruktionsaufgabe an sich eine geeignete Methode?

Am Anfang steht der Lehrplan?

Mein Seminarleiter an der Pädagogischen Hochschule Potsdam sagte oft: „Das Ziel bestimmt die Methode und nicht umgekehrt.“ Welche Zielsetzungen motivieren mich dazu, mich für die Konstruktionsaufgabe zu entscheiden und ein geeignetes Zugangsthema auszuwählen?

Eine grundlegende Orientierung geben die Fachpläne Technik (Lehrpläne, Fachanforderungen ...) der einzelnen Bundesländer. Diese orientieren sich in der Regel am Kompetenzmodell der Bildungsstandards Technik des VDI. „Mit dem Erwerb des Mittleren Schulabschlusses verfügen die Schülerinnen und Schüler über technische Kompetenzen, d. h. sie verfügen über die für die Bewältigung technischer Alltagsprobleme notwendigen Kenntnisse, Fähigkeiten, Fertigkeiten und Einstellungen. (Hartmann & Tyrchan, 2004, S. 8). Auf Grundlage dieser Kompetenzbereiche formulieren die Fachpläne meist nur sehr allgemeine „inhaltsbezogene Kompetenzen“ und geben die Entscheidung, woran genau sie entwickelt werden

sollen, in die Verantwortung der Fachkonferenzen der Schulen. Kompetenzorientierte Lehrpläne müssen, aus ihrer Konzeption heraus, auf inhaltlicher Ebene vage bleiben. Sachs (2003) und Schmayl (2013, S. 28–51, neueste Auflage: 2019) machen auf die daraus entstehenden Folgen für die technische Allgemeinbildung hin aufmerksam.

Sachs (1979) formuliert didaktische Bedingungen für die Bestimmung von Themenbereichen für die Lehrplanentwicklung, die m. E. aber auch für die Planungsarbeit von Fachkonferenzen oder Lehrerinnen und Lehrern genutzt werden können (s. Abbildung 8). Eine thematische Einheit muss an den (1) Interessen und (2) Möglichkeiten der Schülerinnen und Schüler ansetzen und die institutionellen Bedingungen der Schule berücksichtigen. Die (3) Möglichkeiten und technikedidaktischen sowie pädagogischen Überzeugungen der Lehrerinnen und Lehrer und (4) die Möglichkeiten, die an der konkreten Schule gegeben sind, sind weitere Bedingungen. Neben diesen vier Bedingungen benennt er vier Richtziele des Technikunterrichts. Abbildung 8 zeigt diesen Zusammenhang.

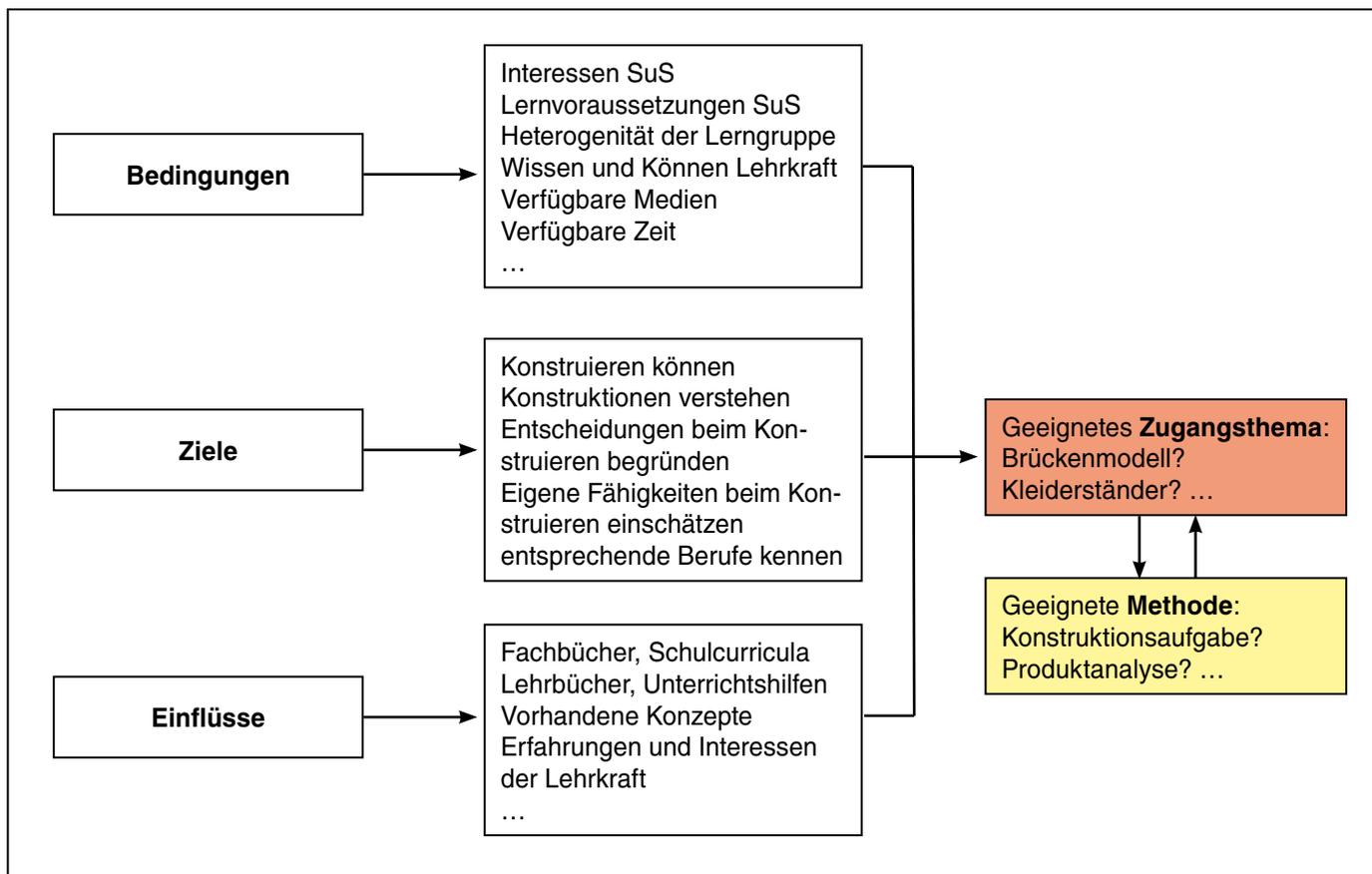


Abbildung 9: Schema zur Planung des Unterrichtsverfahrens und des Zugangsthemas (eigene Darstellung).

In Bezug auf die die VDI-Kompetenz „Technik konstruieren (und herstellen)“ bedeutet das, dass ein Zugangsthema bzw. eine thematische Einheit so konzipiert sein muss, dass damit, unter den vor Ort gegebenen Bedingungen, Schülerinnen und Schüler ein für sie relevantes Problem (Bedingung 1) konstruktiv lösen können (Richtziel 1), dass sie mit den in der Praxis gemachten Erfahrungen grundlegende technische Sachverhalte und Strukturen erkennen (Richtziel 2), dass sie die sozialen und technischen Wechselwirkungen bzw. Zusammenhänge der Problemstellung beschreiben und in anderen, vergleichbaren Problemlagen aufzeigen können (Richtziel 3) und dass sie ihre Erfahrungen am Zugangsthema mit beruflichem Alltag verbinden sowie eigene Interessen und Eignungen für solche Berufe einschätzen können (Richtziel 4).

Die Konstruktionsaufgabe ist ein Unterrichtsverfahren, ein methodisches Instrument, mit dem solche Ziele erreicht werden können. Nun lautet Richtziel 1 aber, dass Schülerinnen

und Schüler unterschiedliche Handlungsweisen ausführen können. Das erfordert, verschiedene Unterrichtsverfahren anzuwenden. Ich stehe also vor der Entscheidung, für welche Themen des Unterrichts unter Beachtung der schulischen Bedingungen die Konstruktionsaufgabe für die Realisierung der Lernziele die geeignetste Methode ist.

Das Schema in Abbildung 9 zeigt hierzu Ziele, Bedingungen und Orientierungsmöglichkeiten:

Ich muss offen zugeben, dass ich bei meinen Planungen häufig vom Zugangsthema ausgehe, deshalb ist es im Schema deutlich hervorgehoben. Nicht nur beim Unterrichtsbeispiel Kleiderständer hatte ich ein Erlebnis mit dem Produkt und kam dabei auf die Idee, daraus möglicherweise einen Unterricht zu planen. Wenn Kolleginnen und Kollegen einen fremden Technikraum betreten, bestaunen sie die ausgestellten Werkstücke (die mitunter wie Trophäen in Vitrinen stehen) oder interessieren sich für die Erfahrungen und Materialien anderer

Lehrkräfte mit realisierten Projekten. Es wird also in gewisser Weise die Planung „von hinten aufgerollt“. Es ist dem Unterricht förderlich, wenn das Zugangsthema auch die Lehrkraft inspiriert (s. die dritte Bedingung in Abbildung 8). Das darf aber nicht dazu verführen, in den Werkstücken versteckt schlummernde Konzepte unreflektiert zu übernehmen oder den Schülerinnen und Schülern die eigene „Hobbythek“ überzustülpen. Vielmehr gilt das Primat der Zielsetzungen, wie ich es in Potsdam gelernt habe. Die Inspiration kann also „hinten“, am materiellen Ergebnis der Lernarbeit ansetzen, die Planung muss dann aber prüfen, ob die erste Idee nicht nur „irgendwie“ trägt, sondern den Zielsetzungen wirklich förderlich ist.

Am Beispiel des Kleiderständers möchte ich diese Vorgehensweise der Entscheidungsfindung wie in Abbildung 10 aufgeführt, strukturieren.

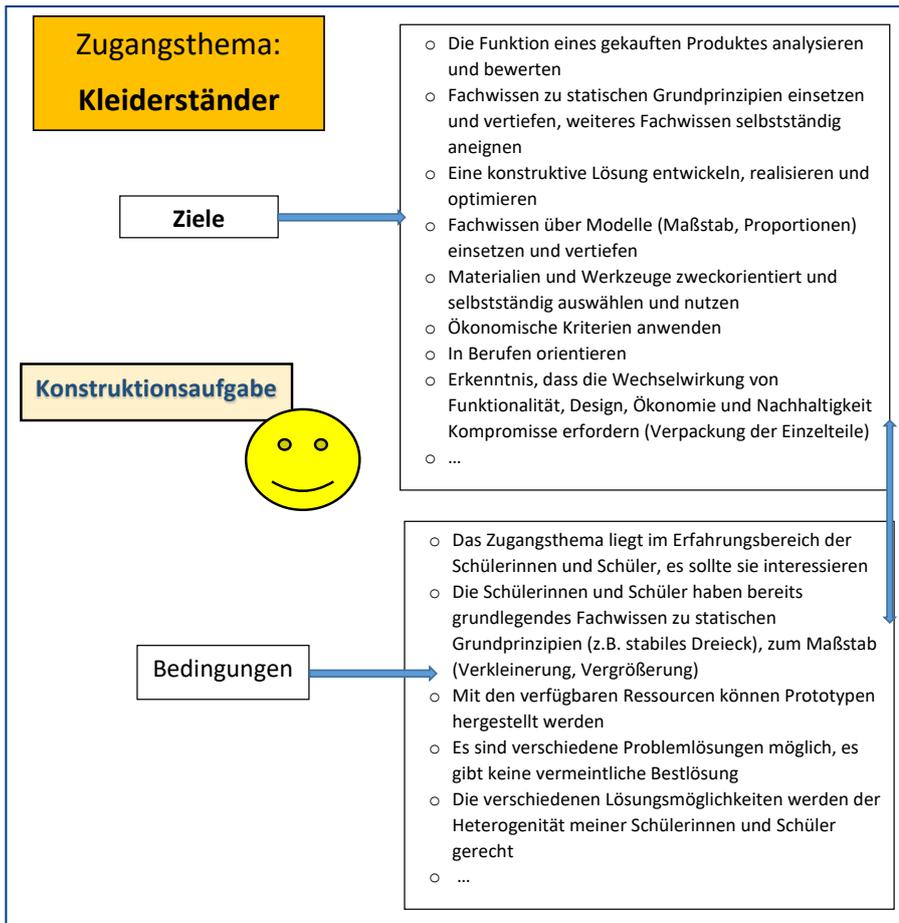


Abbildung 10: Die Entscheidungsfindung, ausgehend vom Zugangsthema.

Die Lernphasen der Konstruktionsaufgabe

Die Zielsetzungen beziehen sich auch auf das Verstehen der konstruktiven Entscheidungen in einem industriellen Produkt. Der folgende Blick auf die technikwissenschaftliche Methodik der Konstruktion, hier der VDI-Richtlinie 2221, darf nicht falsch als unterrichtspraktischer „Handlauf“ missverstanden werden. Die Richtlinie wird aus inhaltlichen Gründen beschrieben, nicht aus unterrichtsmethodischen.

Ein ingenieurwissenschaftliches Modell des Konstruktionsprozesses

Ingenieure orientieren sich in der Produktentwicklung an verschiedenen, sich ähnelnden Ablaufschemata der Konstruktion, deren Konzepte grundsätzlich an der VDI-Richtlinie 2221 ausgerichtet sind. Monika Hennig (vgl. tu 178) sieht die Funktion der VDI 2221 auch darin, dass dieses Schema Inge-

nieure zum systematischen Konstruieren anhält.

Die Richtlinie strukturiert die Konstruktion grob in vier Phasen (siehe Tabelle 2).

Diese vier Phasen werden durch sieben Arbeitsabschnitte verfeinert. Die Prüfung von Arbeitsergebnissen nach Ablauf eines Abschnittes entscheidet, ob der nächste Schritt gegangen wird oder ob der Abschnitt wiederholt wird. Abbildung 11 stellt den Gesamtprozess modellhaft vereinfacht dar.

Im Schema sollten die Pfeile genau betrachtet werden. Nur bei den Arbeits-

Phase 1 Planen	Phase 2 Konzipieren	Phase 3 Entwerfen	Phase 4 Ausarbeiten
<ul style="list-style-type: none"> • Aufgabe präzisieren • Lastenheft und Pflichtenheft ausarbeiten 	<ul style="list-style-type: none"> • Ermittlung von Funktionen und Strukturen • Lösungsprinzipien suchen 	<ul style="list-style-type: none"> • Grobgestaltung • Gliederung in einzelne Module • Synthese zum Gesamtentwurf 	<ul style="list-style-type: none"> • Ausarbeitung der Fertigungsunterlagen • evtl. Musterbau

Tabelle 2: Die vier Phasen der Konstruktion nach VDI.

schritten wird ein linearer Ablauf dargestellt, zur Seite hin sind sie doppelt gerichtet. Die Phasen (rechte Spalte) überlappen sich. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen (linke Spalte), dass beim Entwickeln schrittweise (iterativ) vorgegangen werden muss. Das bezieht sich darauf, dass bei der Produktentwicklung in aller Regel kein vorab festgelegter Ablauf ausgeführt wird. Es gibt selbstverständlich einen Projektplan, der aber nur allgemeine Vorgaben fixieren kann, z. B. bis wann welche Arbeitsergebnisse (dritte Spalte) vorliegen müssen und wer dafür verantwortlich zeichnet. Die einzelnen Arbeitsabschnitte können, aufgrund des unbekanntes Geländes, in dem man sich bewegt, immer nur auf kurze Sicht erfolgen, Schritt für Schritt. Die doppelt gerichteten Pfeile zwischen den beiden linken Spalten im Schema symbolisieren die immer wieder erforderlichen Vor- und Rücksprünge. Die Richtlinie 2221 ist also als Flussdiagramm konzipiert, der technischen Struktur schlechthin.

Technikdidaktische Modelle des Lernprozesses

Wie dieses, für industrielle Aufgaben entwickelte, ingenieurwissenschaftliche Modell die planerische Arbeit für allgemeinbildenden Technikunterricht nicht festlegen, aber orientieren kann, beschreibt Sachs: „Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die einzelnen Phasen des Konstruktionsprozesses Grundlage der konstruktiven Tätigkeit der Schüler sein müssen, auch wenn sie nur qualitativ und im zeitlichen Nacheinander nicht immer klar unterschieden werden können.“ (Sachs, 1977, S. 52) Er zeigt Verbindungen zwischen industrieller und schulischer Konstruktion auf: In beiden Kontexten beinhaltet beispielsweise die „Klärung und Präzisierung

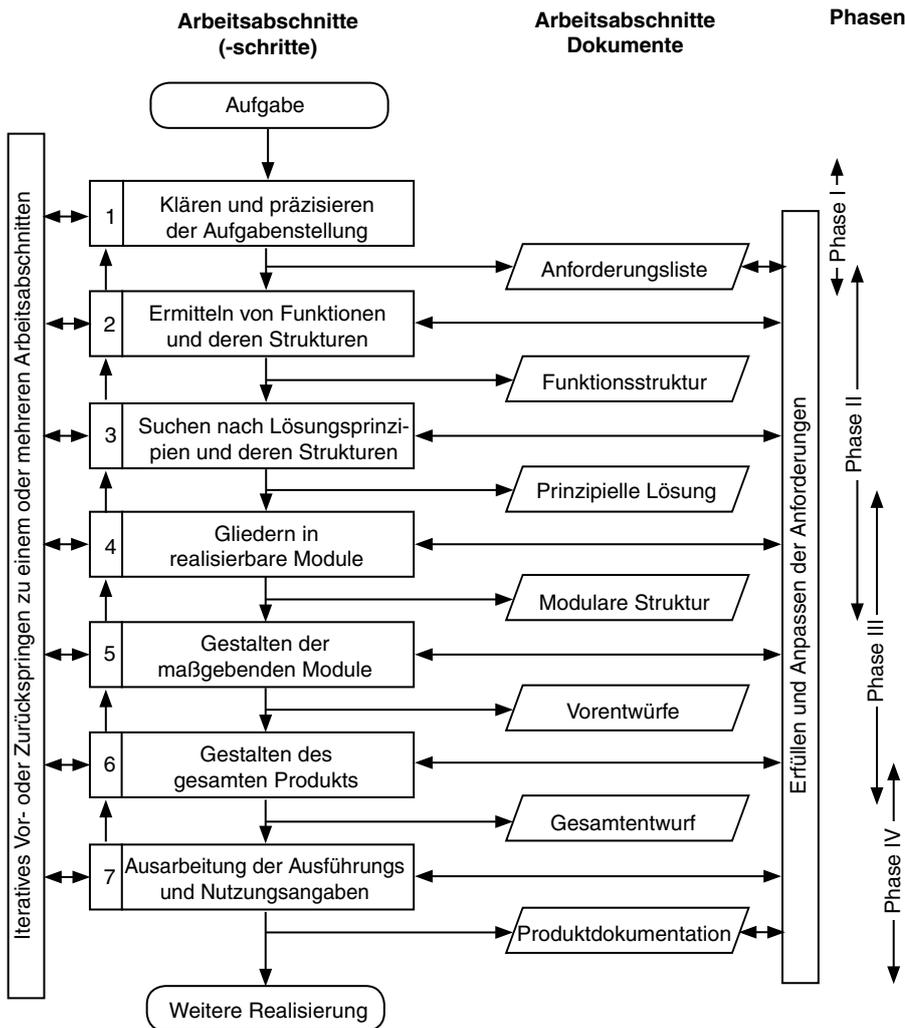


Abbildung 11: VDI-Richtlinie 2221 zur Produktentwicklung (mit freundlicher Genehmigung des VDI)

der Aufgabenstellung“, dass Anforderungen an das Produkt gestellt werden. Wünschenswerte Eigenschaften ergeben sich in der Industrie aus der Marktanalyse, im schulischen Kontext aus den Interessen und Bedürfnissen der Schülerinnen und Schüler und, wenn auch sachfremd, aus speziellen Zielsetzungen (Lehrplan, Intentionen des Faches). Darüber hinaus empfiehlt Sachs, sich im schulischen Kontext an den Algorithmen z. B. des VDI zu orientieren, diese aber nicht 1:1 zu übernehmen, da ein zu starrer Algorithmus die technische Kreativität unterdrückt (vgl. Sachs, 1977, S. 51 ff.).

Ich habe drei Phasenmodelle der allgemeinbildenden Technikdidaktik miteinander verglichen, um Übereinstimmungen und Unterschiede aufzeigen zu können. Als Grundlagen dienten das Standardwerk „Technikunterricht“ von Schmayl, Wilkening u. a. (1995), Hüttners Band „Technik unterrichten“

(2009) und das neue Lehrwerk von Stuber, Käser und anderen (2016 ff.), das die Produktentwicklung von einem umfassenden Designansatz aus denkt. Die Lernphasen, die dort unterschieden werden, sind in Abbildung 12 verglichen. Die Farbgebung greift die Farbuordnungen zu den Konstruktionsphasen des VDI auf, ergänzt um eine fünfte Phase.

In allen technikdidaktischen Modellen finden wir die vier Phasen der industriellen Konstruktion: Planen, Konzipieren, Entwerfen und Ausarbeiten. Sie sind weniger stark voneinander abgegrenzt, gehen ineinander über. Hüttners Phasenmodell orientiert sich am stärksten an der VDI-Richtlinie. So formuliert er beispielsweise nach Abschluss jeder Phase ein zu erwartendes Arbeitsergebnis.

Während Hüttners Konstruktionsprozess nach der Erstellung der tech-

nischen Zeichnung und der Konstruktionsunterlagen abgeschlossen ist (eine Fertigung kann sich anschließen; er sieht nicht einmal zwingend einen Modellbau vor, das Problem soll kognitiv und zeichnerisch gelöst werden), schließen die Modelle von Schmayl/Wilkening und Stuber/Käser die Fertigung eines Prototyps integrativ in den Konstruktionsprozess mit ein. Das Phasenmodell des VDI ordnet den möglichen Bau eines Prototyps, eines Musters oder eines Modells der Phase 4 (Ausarbeiten) zu. Heute wird dieser Prozess zunehmend durch Softwarelösungen zur Simulation ergänzt oder ersetzt. In den Phasenmodellen von Schmayl/Wilkening und Käser/Stuber finden wir eine fünfte Phase, die nicht nur das Anfertigen und Bewerten des Prototyps beinhaltet, sondern vor allem dessen Vergleich mit der Realtechnik als wichtigen Schwerpunkt ansieht.

Es muss bei dieser Reduzierung der Darstellung auf Unterrichtsphasen berücksichtigt werden, dass sie nicht als linearer Ablauf missverstanden werden dürfen. Alle Autoren weisen darauf hin, dass Wiederholungs- und Klärungsschleifen nicht einfach unvermeidbar, sondern für den Lernprozess sogar wünschenswert sind. Der Erkenntnis-aufbau kann nur in einem ständigen Erweiterungsprozess auch in Bezug auf bereits durchlaufene Prozesse und Ergebnisse gelingen.

Am Modell von Käser/Stuber überzeugt mich vor dem Hintergrund meiner Unterrichtserfahrungen besonders, dass Schülerinnen und Schüler anstelle der Anfertigung technischer Zeichnungen den Entwurf mit Hilfe einfacherer Skizzen und Modelle dokumentieren. Das Anfertigen technischer Zeichnungen (im normorientierten Sinn) ist für sie keine Planungshilfe und häufig überfordert es sie zwangsläufig. Das zeigt sich schon darin, dass sie nur selten den in der Skizze oder Zeichnung abgebildeten Entwurf 1:1 in der Fertigung umsetzen. Während der praktischen Phase der Fertigung gelangen die Schülerinnen und Schüler oft zu neuen Erkenntnissen. Möglicherweise stellen sie fest, dass Elemente des Entwurfs praktisch nicht umsetzbar sind, z. B. weil sie erst während der Fertigung wichtige Materialeigenschaften erken-

Wilkening	Hüttner	Käser/Stuber
1. Einstieg: <ul style="list-style-type: none"> Technische Problemsituation klären Motivation für ein technisches Problem wecken 	1. Eröffnungsphase: <ul style="list-style-type: none"> Aufgabe stellen und klären Offene Aussprache, Diskussion, Fragen beantworten Schülerinnen und Schüler motivieren 	1. Einstieg <ul style="list-style-type: none"> Interesse wecken, Zugänge eröffnen
2. Problemstellung klären <ul style="list-style-type: none"> Technisches Problem analysieren Kriterien für das zu entwickelnde Produkt aufstellen 	2. Analytische Phase <ul style="list-style-type: none"> Aufgabe analysieren Gebrauchseigenschaften des Werkstücks analysieren Teilaufgaben ableiten Medien sichten 	2. Aufgabenstellung <ul style="list-style-type: none"> Anforderungen klären Ziele setzen Bewertungskriterien aufstellen
3. Informationen sammeln <ul style="list-style-type: none"> Erkundigungen über fertigungstechnische, konstruktive Möglichkeiten und Materialeigenschaften einholen 	3. Beratungsphase <ul style="list-style-type: none"> Fragen stellen, Probleme diskutieren Vertiefende informationssuche 	3. Sammeln und Ordnen <ul style="list-style-type: none"> Wissen ergänzen Anregungen sammeln
4. Erfindungsprozess <ul style="list-style-type: none"> Hypothesen aufstellen Alle Faktoren vorausschauend koordinieren Einzelne Lösungsschritte vorbedenken Lösungsansätze in Skizzen oder Zeichnungen dokumentieren 	4. Entwurfsphase (Übungsphase) <ul style="list-style-type: none"> Konstruktionsskizzen anfertigen Skizzen überprüfen und ggf. überarbeiten 	4. Experimentieren und Entwickeln <ul style="list-style-type: none"> Lösungsvarianten entwerfen Experimentieren Modelle herstellen
5. Entwurf <ul style="list-style-type: none"> Lösung in einer ausgeführten Werkzeichnung festgehalten Detailkonstruktionen anfertigen 	5. Konsultationsphase <ul style="list-style-type: none"> Skizzen erklären Entwürfe prüfen und bestätigen Entwürfe verbessern 	5. Planen und herstellen <ul style="list-style-type: none"> Werkstoffe auswählen Verfahren bestimmen Arbeitsschritte planen
6. Konstruktion <ul style="list-style-type: none"> Prototyp anfertigen 	6. Realisierungsphase <ul style="list-style-type: none"> Konstruktionsunterlagen erarbeiten Technische Zeichnung auf Einhaltung von Standards kontrollieren Konstruktionsunterlagen vorlegen 	<ul style="list-style-type: none"> Produkte realisieren
7. Beurteilung und Erprobung <ul style="list-style-type: none"> Prototyp testen Funktionsfähigkeit und Verfahren beurteilen 		6. Begutachten, Dokumentieren, Präsentieren <ul style="list-style-type: none"> Produkte kriteriengeleitet beurteilen Prozess reflektieren Effizienz überprüfen Optimierungen erkennen Prozess und Produkt dokumentieren
8. Auswertung <ul style="list-style-type: none"> Vergleich der gewonnenen Erfahrungen mit der Wirklichkeit Gewonnene Erfahrungen in vergleichbare Gegenstände und Prozesse transferieren 		<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">Phase 5</p> <p>Prototyp anfertigen, Aufgabe auswerten, Erfahrungen transferieren</p> </div>

Vgl.:
(Schmayl&Wilkening, 1995, S. 151ff) - (Hüttner, 2009, S. 175 ff) - (Stuber, 2018, S. 202ff)

Abbildung 12: Vergleich von drei Phasenmodellen zur Konstruktionsaufgabe der allgemeinbildenden Technikdidaktik.

nen. Viele Optimierungsmöglichkeiten erkennen sie erst, wenn sie eine funktionierende Variante testen konnten. Auch aus diesem Grund finde ich es

zielführend, die Fertigung des Prototyps nicht als ein abgeschlossenes neues Unterrichtsvorhaben zu betrachten, sondern in den Konstrukti-

onsprozess einzubeziehen. Es ist eine fachliche und entwicklungsbedingte Voraussetzung des Unterrichts, dass unsere Schülerinnen und Schüler eine

solch weitreichende Vorausplanung nicht leisten können (s. Abbildung 9).

Große Bedeutung messen Wilkening und Schmayl der letzten Phase bei: „Ebenso wichtig ist die abschließende Auswertungsphase mit der Übung des Transfers, in der die am Einzelbeispiel gewonnenen Einsichten und Erkenntnisse genutzt werden, um das Verständnis vergleichbarer Systeme anzubahnen.“ (vgl.: Schmayl & Wilkening, 1995, S. 151 ff.)

Das kann gar nicht stark genug betont werden, denn ohne diese Verallgemeinerung bleibt das Gelernte auf den Einzelfall oder sogar auf die Modellebene begrenzt. Bereits in der Auswahl eines geeigneten Zugangsthemas müssen diese Aspekte berücksichtigt werden. So spielt der Antrieb des Mausefallenautos in der Welt außerhalb der Schule praktisch keine Rolle, die Eigenschaften eines Brückenmodells lassen sich nur sehr begrenzt auf beliebige Bücken übertragen usw.

Insgesamt geben die Phasenmodelle den Lehrkräften eine wichtige Orientierung bei der methodischen Ausgestaltung eines Unterrichts, in dem konstruktive Inhalte erarbeitet werden sollen. In Abhängigkeit von den Zielen und den konkreten Bedingungen des Unterrichts müssen sie aber variiert werden. Im Vergleich zur industriellen Konstruktion sollten die ausgewählten Produkte bzw. Sachsysteme schulischer Konstruktionsaufgaben einfacher zu verstehen sein, so dass die Zergliederung der Gesamtkonstruktion in einzelne Module und eine arbeitsteilige Organisation der Aufgaben (meist arbeiten Schülerinnen und Schüler hier in Einzel- oder Partnerarbeit) eine Ausnahme bilden.

Moderne Technik zur Konstruktion und Fertigung hat in den letzten Jahren erfreulicherweise auch in die Technikräume Einzug gehalten und mitunter sogar traditionelle Werkstätten in Labore verwandelt. CAD-Programme unterstützen die Konstruktion, die erzeugten Dateien können direkt beispielsweise mit 3D-Druckern gefertigt werden. Hochmotiviert nutzen Schülerinnen und Schüler die neuen Möglichkeiten. Die methodische Gestal-

tung der Konstruktionsaufgabe wird sich hier stärker an der VDI-Richtlinie orientieren, mit der Anfertigung des digitalen Konstruktionsmodells (es ist erstaunlich, wie schnell Schülerinnen und Schüler im Vergleich zum traditionellen technischen Zeichnen sich in einfache CAD-Programme einarbeiten) ist die Konstruktion weitgehend abgeschlossen, da der Prototyp teilautomatisiert gefertigt wird. Das Bewerten der technischen Lösung, der Transfer zur realen Technik und die Verallgemeinerung des Gelernten verlieren dadurch nicht an Bedeutung.

Lehrkräfte höherer Jahrgangsstufen, die ihre Schülerinnen und Schüler in komplexen Projekten mit konstruktiven Inhalten konfrontieren (entsprechende Projekte, oft in Wettbewerbsform und mit finanzieller Unterstützung werden hierzu von Stiftungen angeboten), sollten sie schrittweise an Algorithmen der Konstruktionslehre und zum Projektmanagement heranzuführen. Wie in der Industrie laufen auch hier konstruktive Prozesse arbeitsteilig und mitunter zeitlich getaktet ab. Sie dienen an Schulen aber nicht nur als hilfreiche Methode zur Lösung der Aufgaben, sondern auch als Inhalt: Die Schülerinnen und Schüler lernen die Art und Weise kennen, wie professionelle Konstruktionsprozesse organisiert und abgesichert werden. Dazu wäre eine Betriebserkundung eine sehr hilfreiche Ergänzung.

Ausblick

Dieser Beitrag wurde mit der Betrachtung von Zugangsthemen des Technikunterrichts begonnen. Trotzdem bleibt damit die Ebene des konkreten Unterrichts noch nicht zufriedenstellend beleuchtet. Im dritten Teil werde ich einen wie hier beschriebenen Unterricht zu Inhalten der Produktentwicklung und Konstruktion genauer darstellen und reflektieren. Den Schwerpunkt werde ich dabei auf die Unterstützung der Schülerinnen und Schüler während des Problemlösungsprozesses legen.

Literaturverzeichnis

- ANTZ, R. (2013): Mousetrappcar. Von <https://www.youtube.com/watch?v=B1WLnRWGiGA> abgerufen.
- BINDER, M. (2010): Inhalte technischer Bildung am Beispiel technischen Handelns.
- BINDER, M. (2016): Einführung in die Technikdidaktik.
- HAHNE, M. (2019): Systematisches Konstruieren. Gewerbe und Technik.
- HARTMANN, E. & TYRCHAN, G. (2004): Bildungsstandards im Fach Technik für den mittleren Schulabschluss. VDI.
- HENNIG, M. (2020): Ingenieurstudierende konstruieren. tu: Zeitschrift für Technik im Unterricht 178, S. 38-40. Villingen-Schwenningen, Neckar Verlag.
- HÜTTNER, A. (2009): Technik unterrichten. Verlag Europa Lehrmittel.
- HÜTTNER, A. (2015): Theorie-Praxis-Verknüpfungen. Zeitschrift für Technik im Unterricht, S. 33. Villingen-Schwenningen, Neckar-Verlag
- SACHS, B. (1977): Baukästen im Technikunterricht. Ravensburg Verlag.
- SACHS, B. (1985): Produktgestaltung und Warentest im Technikunterricht.
- SCHMAYL, W. & WILKENING, F. (1995): Technikunterricht. Heilbronn: Verlag Julius Klinkhardt.
- STUBER, T. (2018): Technik und Design. Bern: Der Bildungsverlag.
- ZOBEL, D. (2016): Systematisches Erfinden. Expert Verlag.

DIRK SCHADE

Studienleiter Technik für Gemeinschaftsschulen

dirk.schade@iqsh.de 