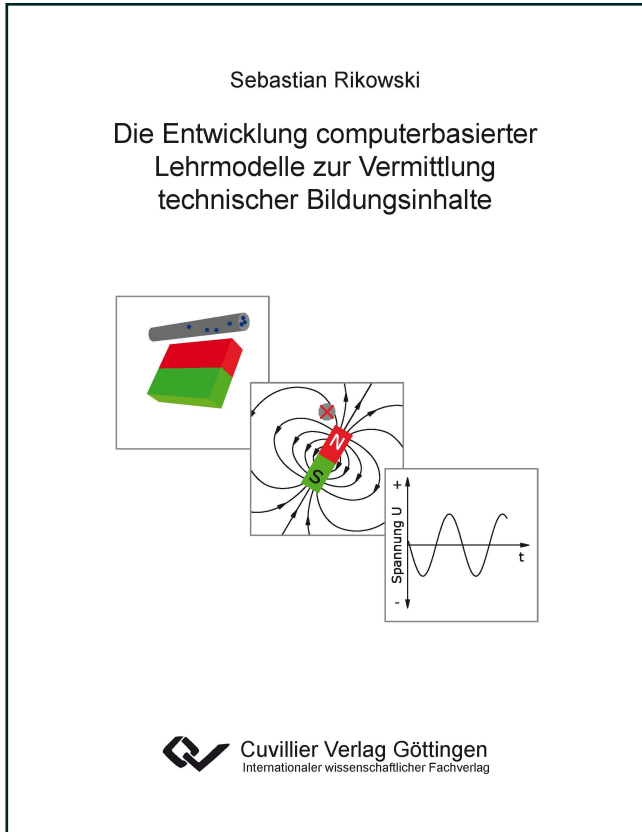




Sebastian Rikowski (Autor)

## Die Entwicklung computerbasierter Lehrmodelle zur Vermittlung technischer Bildungsinhalte



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/6693>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>



# 1. Einleitung

## 1.1 Die technische Allgemeinbildung

Mit Hilfe der Technik konnte sich die Menschheit im Verlauf der Geschichte von vielen Schwierigkeiten befreien, die der Überlebenskampf in der Natur einst mit sich brachte. Die Zeiten, in denen alle Arbeiten mit menschlicher oder tierischer Muskelkraft verrichtet wurden, es keinen Schutz gegen Witterungseinflüsse gab und die tägliche Nahrung der unmittelbaren Umgebung entnommen wurde, liegen heute zumindest in den modernen Industriestaaten lange zurück.

Die Technik hat das menschliche Leben völlig neuen Gesetzmäßigkeiten unterworfen. Um im gegenwärtigen Berufs- und Wirtschaftsleben bestehen zu können, sind große Wissensmengen erforderlich, die einer schnellen Wandlung unterliegen. Technische Innovationen können Lebens- und Arbeitsbedingungen innerhalb weniger Jahre verändern. Zugleich durchdringt die Technik unseren Alltag immer tiefer. Weil technische Entwicklungen nicht zuletzt auch ethische und politische Fragen aufwerfen, erscheint ein reflektierter Umgang mit der Technik nötig. Dies setzt aber eine technische Allgemeinbildung voraus.

Die Frage, worin eine technische Allgemeinbildung besteht, ist angesichts der Vielfalt des technischen Wissens nicht leicht zu beantworten. Die Idee der allgemeinen Technologie, wie sie im Jahre 1806 in Johann BECKMANNs „Entwurf der algemeinen [sic!] Technologie“ (1806) formuliert wurde, könnte dabei als Grundlage dienen. In dieser Schrift werden die damaligen Handwerke in einer fachübergreifenden Systematik dargestellt. Die Idee BECKMANNs war zum damaligen Zeitpunkt ungewöhnlich. Immerhin waren die einzelnen Handwerke noch in Zünften organisiert und streng voneinander abgegrenzt. Angetrieben durch die Notwendigkeit zur Spezialisierung hat sich die Abgrenzung der technischen Disziplinen bis in die Gegenwart fortgesetzt. Doch bleiben viele fachübergreifende Gemeinsamkeiten bestehen. Die allgemeine Technologie ermöglicht es, die vielfältigen Erscheinungen

der Technik durch ein einheitliches Begriffssystem zu beschreiben. Die Relevanz dieses Wissens bleibt daher auch angesichts schneller technischer Veränderungen erhalten. In jüngerer Zeit wurden allgemeine Technologien von WOLFFGRAMM (1978, 1994) und ROPOHL (1979, 2009) auf der Grundlage systemtheoretischer Überlegungen entworfen.

### *Die Vermittlung technischen Wissens*

Mit Hilfe moderner Messinstrumente können heute immer feinere Details der Natur erfasst werden. Wo zu Beginn der Neuzeit noch die ersten Fernrohre und Mikroskope eingesetzt wurden, erzeugen heute Teleskope und Teilchenbeschleuniger ein Bild von der Natur, das von unserer Alltagserfahrung völlig abzuweichen scheint. Es kann immer mehr gemessen werden, was menschlichen Sinnen verborgen ist. Die moderne Technik wird dadurch zu einer didaktischen Herausforderung. Es fehlen die sichtbaren Phänomene, die zur Veranschaulichung des technischen Wissens eingesetzt werden können.

### *Computerbasierte Modelle als Lösungsvorschlag*

Ein Lösungsvorschlag besteht darin, das abstrakte naturwissenschaftliche und technische Wissen durch sogenannte computerbasierte Modelle zu veranschaulichen. Der Begriff des computerbasierten Modells bezieht sich auf grafische Darstellungen, die mit Hilfe eines Computers erzeugt werden, wie z. B.:

- Computergrafiken,
- Animationsfilme oder
- interaktive Animationen.

## 1.2 Zwei Beispiele für computerbasierte Modelle

Das folgende computerbasierte Modell (Abb. 1) wird eingesetzt, um während einer Einführung in die Grundlagen der Elektrotechnik das Prinzip der elektromagnetischen Kraftwirkung zu veranschaulichen. Mit diesem Prinzip müssen die Lernenden vertraut sein, um die Funktionsweise von Elektromotoren zu verstehen:

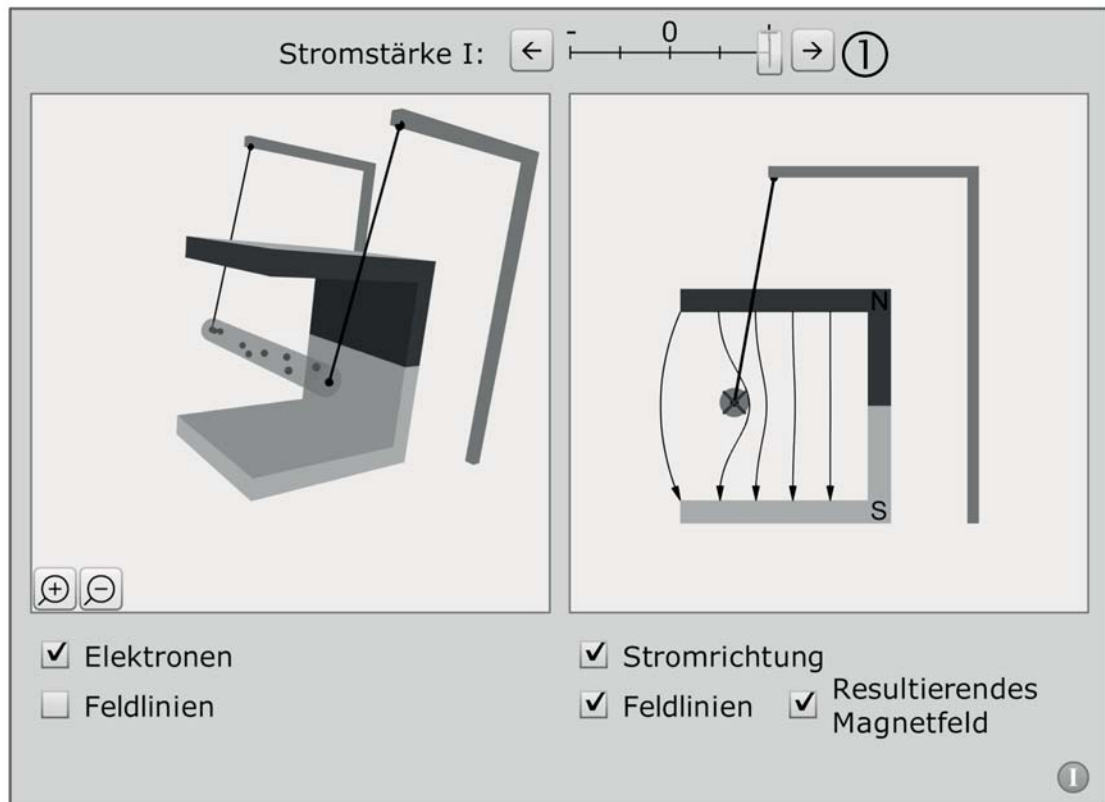


Abb. 1: Interaktive Animation zum Thema der elektromagnetischen Kraftwirkung. (Siehe CD im Verzeichnis „Elektromagnetismus“.)

In der interaktiven Animation in Abb. 1 wird das Modell eines Hufeisenmagneten dargestellt, in dessen Magnetfeld sich ein stromdurchflossener elektrischer Leiter befindet. Der Leiter hat die Form eines Zylinders, der sich wie eine Schaukel nach links oder nach rechts bewegen kann. Im 3D-Modell stellen blaue Kugeln einen Elektronenfluss dar. Es ist möglich, die Richtung und die Geschwindigkeit des Elektronenflusses über einen Regler (①) zu beeinflussen. Der Zylinder wird dann in Abhängigkeit von der Stromrichtung entweder nach links oder nach rechts ausgelenkt.



Modelle finden auch im Bereich der fachwissenschaftlichen Kommunikation Verwendung, z. B. als Diagramme oder technische Zeichnungen. Diese Modelle zeichnen sich durch einen hohen Abstraktionsgrad aus. Das Verständnis dieser Modelle kann für unerfahrene Lernende eine Schwierigkeit bedeuten, wenn die Darstellungskonventionen unbekannt oder ungewohnt sind. Mit konkreteren Modellen, die an eine Vorerfahrung anknüpfen, kann oft gezeigt werden, wie diese abstrakten Modelle zu verstehen sind.

Das folgende Bildschirmfoto (Abb. 2) zeigt eine Animation, die zur Veranschaulichung der an einem Flügelprofil wirkenden mechanischen Kräfte eingesetzt wird. In diesem Zusammenhang werden auch sog. Polardiagramme (②) eingesetzt.

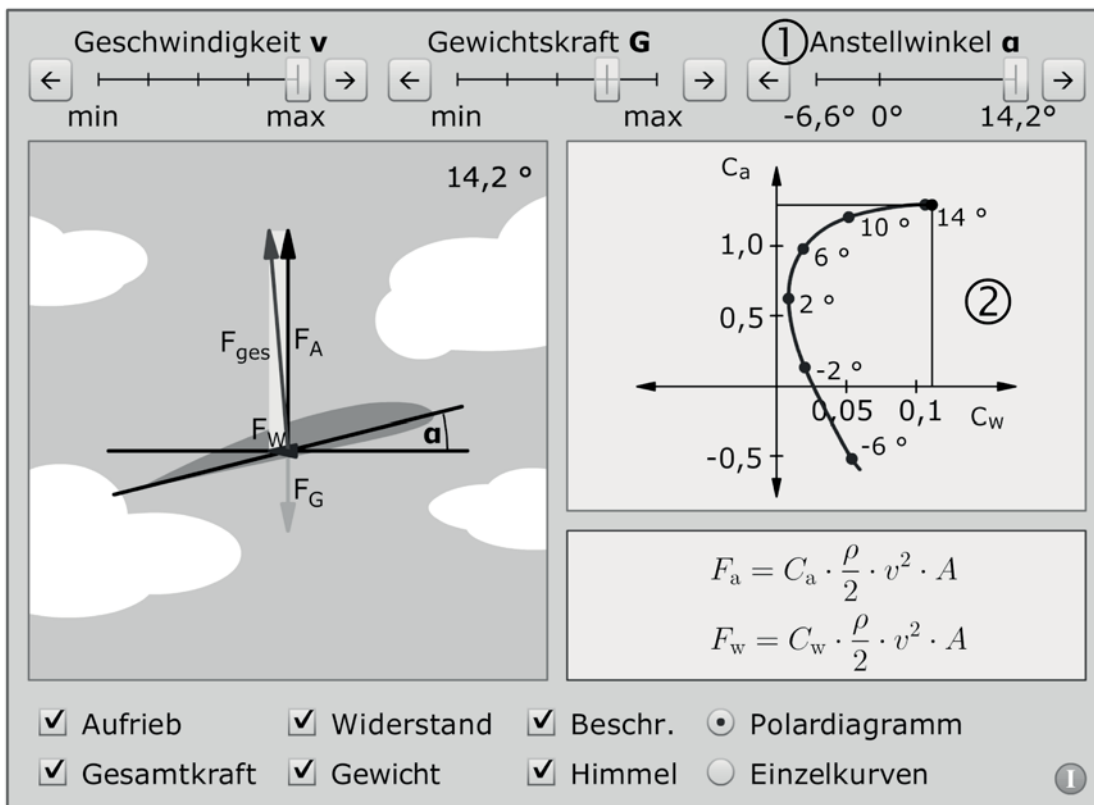


Abb. 2: Interaktive Animation zur Veranschaulichung der an einem Flügelprofil wirkenden mechanischen Kräfte. (Siehe CD im Verzeichnis „Windenergiewandlung“.)

Im linken Bereich der Animation wird ein durch die Luft bewegtes Flügelprofil dargestellt. Durch einen animierten Wolkenhimmel entsteht

der Eindruck einer Bewegung. Das Polardiagramm im rechten Bereich (②) verdeutlicht den Zusammenhang zwischen Widerstands- und Auftriebsbeiwerten. Der Anstellwinkel des Flügelprofils ist über einen Regler (①) einstellbar. Die dargestellten Vektorpfeile und der markierte Zustand im Polardiagramm werden dann automatisch aktualisiert.

Die Lernenden werden mit Hilfe dieser interaktiven Animation in die Lage versetzt, das abstrakte Modell des Polardiagramms mit einer konkreten Vorstellung zu verbinden. Die Lernenden erfahren sozusagen, wie das Polardiagramm „gelesen“ werden muss.

### 1.3 Problemstellung und Zielsetzung

Bei der Vermittlung technischer Bildungsinhalte bedeutet der Einsatz computerbasierter Modelle nicht in jedem Fall eine Erleichterung. Es kommt auch darauf an, welche Inhalte dargestellt werden, wie die Modelle gestaltet sind und über welches Vorwissen die Lernenden verfügen. In den meisten lernpsychologischen Forschungsbeiträgen bleiben die praktischen Anwendungsmöglichkeiten der Erkenntnisse unberücksichtigt. Auch wenn konkrete Anforderungen gestellt werden, verbleibt oft ein Entscheidungsspielraum, wie die Anforderungen umgesetzt werden können.

Bei der Entwicklung computerbasierter Modelle müssen neben den fachlichen Inhalten auch Vorgaben aus vielen unterschiedlichen Bereichen berücksichtigt werden wie z. B. Lernpsychologie, Grafikdesign, technisches Zeichnen oder Informatik. Die Entwicklung computerbasierter Modelle erfordert interdisziplinäre Kenntnisse und Fähigkeiten. Dies kann sogar die Zusammenarbeit eines interdisziplinären Teams voraussetzen.

Daraus ergibt sich für dieses Buch die folgende Zielsetzung:

1. Es soll eine Methode vorgestellt werden, auf deren Grundlage computerbasierte Modelle zur Vermittlung technischer Bildungsinhalte konzipiert, gestaltet und technisch realisiert werden können.
2. Um Vorgaben für die Gestaltung computerbasierter Modelle zu ermitteln, werden lernpsychologische Forschungsbeiträge ausgewertet. Reale Projekte sollen dazu dienen, diese Vorgaben zu veranschaulichen.
3. Es soll ein Verfahren vorgeführt werden, mit dem die Gestaltungsentscheidungen begründet und standardisiert werden können. Dadurch soll die Möglichkeit geschaffen werden, die Gestaltungsentscheidungen interdisziplinär zu diskutieren und weiterzuentwickeln.

### 1.4 Überblick über die Inhalte der Kapitel

#### *Kapitel 2: Modelltheoretische Grundlagen*

Die Interdisziplinarität der betroffenen Wissensbereiche setzt die Verwendung einer einheitlichen Terminologie voraus. In diesem Kapitel werden die grundlegenden Begriffe „Modell“, „System“ und „Medium“ definiert und voneinander abgegrenzt. Die teils sehr heterogenen Wissensbereiche sollen auf Grundlage dieser allgemeinen Terminologie beschreibbar gemacht werden.

#### *Kapitel 3: Die Gestaltung von Modellen*

In diesem Kapitel werden wahrnehmungs- und kognitionspsychologische Forschungsergebnisse vorgestellt, die bei der Gestaltung computerbasierter Modelle berücksichtigt werden sollten. Dabei wird hervorgehoben, dass neben den psychologischen Erkenntnissen auch kulturelle und technisch-normative Vorgaben von Bedeutung sind.

### *Kapitel 4: Konzeption und Realisierung*

In diesem Kapitel wird ein Verfahren demonstriert, mit dem die Gestaltungsentscheidungen begründet und dokumentiert werden können. Aufbauend auf modelltheoretischen Überlegungen wird ein idealer Entwicklungsprozess skizziert und an Beispielprojekten veranschaulicht.

### *Kapitel 5: Evaluation (Exkurs)*

Fertiggestellte computerbasierte Modelle unterliegen idealerweise einer Evaluation und Optimierung. Dies hängt auch damit zusammen, dass es in der Regel nicht möglich ist, alle Gestaltungsentscheidungen auf Forschungsergebnisse zurückzuführen. In diesem Kapitel wird ein Überblick über Evaluationsmethoden gegeben, mit denen Verbesserungsmöglichkeiten für computerbasierte Modelle gewonnen werden können.

## 1.5 Zum Inhalt der CD

Am Institut für Technik und ihre Didaktik der Universität Münster sind im Verlauf von mehreren Jahren computerbasierte Lehrmodelle für den Einsatz in der universitären Lehre entwickelt worden. Die Auswertung von Forschungsbeiträgen und die Feedbacks von angehenden Lehrerinnen und Lehrern haben zu einer ständigen Optimierung dieser Modelle beigetragen. In dieser Arbeit sollen mit einigen der entstandenen Grafiken und Animationen die Anwendungsmöglichkeiten der Erkenntnisse veranschaulicht werden.

Damit die Beispiele besser nachvollziehbar sind, wurde dieser Arbeit eine CD mit Beispieldateien beigefügt. Anhang I enthält ein Verzeichnis mit den auf der CD gespeicherten Inhalten.





## 2. Modelltheoretische Grundlagen

In diesem Kapitel werden die drei grundlegenden Begriffe „Modell“, „System“ und „Medium“ definiert und voneinander abgegrenzt. Darauf aufbauend werden die wesentlichen Prozesse beschrieben, die bei der Erzeugung eines computerbasierten Modells durchlaufen werden.

### 2.1 Zum Begriff des Modells

#### *Modelle als Ersatzobjekte*

In den empirischen Wissenschaften kann die Realität manchmal nicht unmittelbar, sondern nur anhand von Ersatzobjekten erforscht werden. Dies geschieht unter der Annahme, dass die Ersatzobjekte und die Realität in einer Abbildungs- oder Analogiebeziehung zueinander stehen. Beispiele sind:

- Prototypen,
- Versuchsanlagen,
- Miniaturmodelle oder
- Crash-Test-Dummys.

Solche Ersatzobjekte bezeichnet man auch als Modelle. Bilder, Fotografien oder Diagramme fallen ebenfalls unter diese Definition. Auch diese Objekte ermöglichen manchmal Erkenntnisse, die sonst nur durch Anschauung der Wirklichkeit gewonnen werden können.

### *Der Modellbegriff bei Stachowiak*

Für STACHOWIAK (1973) ist der Begriff des Modells durch drei Merkmale gekennzeichnet:

1. Von den Attributen eines Modells kann auf die Attribute eines Originals geschlossen werden („Abbildungsmerkmal“).
2. Modelle bilden nur bestimmte Attribute des Originals ab („Verkürzungsmerkmal“).
3. Mit Modellen werden Zwecke verfolgt. Von diesen Zwecken hängt auch ab, was abgebildet bzw. verkürzt wird („pragmatisches Merkmal“) (vgl. 1973: 131–132).

Dieses Konzept bezieht sich auf Modelle im Allgemeinen. Für STACHOWIAK würden dazu neben den materiell realisierten Modellen sogar ideale Modelle gehören, die gedanklich vorgestellt werden.

### *Der Modellbegriff bei Steinbuch*

Bei STEINBUCH (1977) wird der Zusammenhang zwischen Modell und Original über eine dritte Instanz, ein sogenanntes Denkmodell, vermittelt. Anstelle des Begriffs „Original“ verwendet STEINBUCH den allgemeineren Begriff „Realität“. STEINBUCH unterscheidet insgesamt drei Ebenen:

1. die Realität
2. das Denkmodell, das durch Auseinandersetzung mit der Realität gebildet wird
3. das Anschauungsmodell, mit dem das Denkmodell in ein wahrnehmbares Gebilde umgesetzt wird (STEINBUCH 1977: 11)

Der Rückschluss vom Anschauungsmodell auf die Realität ist nur unter der Voraussetzung möglich, dass sowohl bei der Bildung des Denkmodells als auch des Anschauungsmodells keine Fehler unterlaufen sind.