

# 1 Übergeordnete Gedanken

Dieses einführende Kapitel nennt grundlegende Ansätze und Ziele des Informatikunterrichts am Gymnasium. Es wird der Kontext erläutert, in den die im zweiten Kapitel dargestellten Stundenbilder inhaltlich und methodisch einzugliedern sind.

## 1.1 Grundüberlegungen zum Informatikunterricht in der Mittelstufe

Der Informatikunterricht der Jahrgangsstufen 9 und 10 des Naturwissenschaftlich-technologischen Gymnasiums bildet eine thematisch in sich abgeschlossene Einheit. Trotzdem muss er im Hinblick auf die Vorerfahrungen aus den Jahrgangsstufen 6 und 7 sowie die mögliche Fortführung in den Jahrgangsstufen 11 und 12 gesehen werden. Nur so kann das Vorwissen der Schüler aus der Unterstufe optimal genutzt und gleichzeitig eine Weiterentwicklung der Inhalte in den letzten beiden Jahrgangsstufen des Gymnasiums angebahnt werden.

### 1.1.1 Vorgaben und Kontext

Wie auch bereits in der Handreichung „Der Schwerpunkt Informatik im Fach Natur und Technik“ ausgeführt ist, werden von verschiedensten Seiten Inhaltsvorgaben und Anforderungen an den Informatikunterricht formuliert. Das Spektrum reicht dabei von reinen Produktschulungen und Handlungsanweisungen bis hin zu speziellen Themen der theoretischen und angewandten Informatik. Für den Unterricht bedeutet dies, dass aus der unerfüllbaren Gesamtmenge der Wünsche eine Teilmenge ausgewählt werden muss, die möglichst vielen Schülern möglichst optimale Voraussetzungen für ihr späteres Leben bietet.

Die Richtschnur zum Erreichen dieser optimalen Auswahl der Inhalte wird durch grundlegende gymnasiale Bildungsziele festgelegt: Allgemeinbildung, Zeitbeständigkeit und Nachhaltigkeit. Reine Produktschulungen oder bloße Handlungsanweisungen sind kurzlebig. Sie sind beim Abschluss der Schulausbildung in der Regel überholt und bieten keine Basis für eine eigene Weiterbildung. Detailliertes Spezialwissen, wie Einzelheiten von Programmiersprachen, spezielle Webtechniken, Sonderfunktionen bestimmter Softwareprodukte oder die Beschäftigung mit Hardwaredetails, ist nur für spezielle Berufsziele von Bedeutung, also nicht allgemeinbildend.

Im Fachprofil Informatik des Lehrplans sind als Konsequenz aus diesem allgemeinen Bildungsauftrag des Gymnasiums die übergeordneten Ziele des Informatikunterrichts folgendermaßen formuliert: „Die wesentliche Aufgabe des Informatikunterrichts am Gymnasium ist es daher, den Schülern ein systematisches, zeitbeständiges und über bloße Bedienerfertigkeiten hinausgehendes Basiswissen über die Funktionsweise, die innere Struktur sowie die Möglichkeiten und Grenzen informationstechnischer Systeme zu vermitteln. Dadurch wird ihnen deren sinnvolle, kompetente und verantwortungsbewusste Nutzung und Beurteilung ermöglicht. Als zukünftige Entscheidungsträger müssen die Gymnasiasten mit den Denkweisen vertraut gemacht werden, die den Informations- und Kommunikationstechniken zugrunde liegen, um deren prinzipielle Chancen und Risiken richtig einschätzen zu können.“

Dies bedeutet, dass die Schüler am Ende der Gymnasiallaufbahn nicht nur in der Lage sein sollen, informationstechnische Systeme für sich kompetent und effizient zu nutzen; vielmehr müssen sie auch deren Anwendbarkeit außerhalb ihres direkten Umfelds beurteilen können. Damit ist es ihnen möglich, über deren Einsatz sach- und fachgerecht zu entscheiden.

Um dieses Ziel zu erreichen, ist es nötig, dass die Schüler die Grundprinzipien automatisierter Informationsverarbeitung kennen und verstehen, d. h. sowohl die Möglichkeiten zur Darstellung von Information und zur Festlegung der Verarbeitungsschritte als auch die Verfahren, um Information verarbeitbar zu machen.

Dem Informatikunterricht der Mittelstufe kommt beim Erreichen der Ziele eine entscheidende Rolle zu. Der Anfangsunterricht in den Jahrgangsstufen 6 und 7 vermittelte ein solides, zeitunabhängiges sowie erweiterbares Grundwissen für den Umgang mit Informationen und Informatiksystemen; die Schüler benutzten fertige Systeme und erwarben ein allgemeines Verständnis für deren Funktionsweise. In der Jahrgangsstufe 9 entwickeln die Jugendlichen nun Vorgehensweisen, mit denen sie vorhandene Informatiksysteme nach ihren Bedürfnissen und Fragestellungen selbst einrichten und konfigurieren können. In der Jahrgangsstufe 10 beginnen sie dann, eigene kleine Systeme zu produzieren. Mit zunehmender Erfahrung sind sie letztendlich auch in der Lage, komplexere Aufgabenstellungen zu bearbeiten und erreichen einen grundlegenden Abschluss in ihren Kenntnissen und Fertigkeiten bezüglich informatischer Konzepte. Dieser Abschluss muss erreicht werden, da in der Regel nur ein Teil der Schüler das Fach Informatik in den Jahrgangsstufen 11 und 12 fortsetzen wird.

### 1.1.2 Modellierung als Grundkonzept

Der zentrale inhaltliche Begriff im Informatikunterricht ist Information; daraus resultieren Aufgabenstellungen, die sich mit deren Darstellung, Verarbeitung, Übersendung und Interpretation beschäftigen. Um Information verarbeiten zu können, muss zuerst geklärt werden, welche Teilinformation für die jeweilige Aufgabenstellung von Bedeutung ist und wie diese Information so dargestellt werden kann, dass sie sich von einer Maschine bearbeiten lässt (Datenverarbeitung).

Bei der Darstellung von Informationen wie auch bei der Analyse von Informationssystemen spielt die Modellierung eine wesentliche Rolle: Ausschnitte der Wirklichkeit werden zielgerichtet vereinfacht und strukturiert dargestellt. Die Schüler erkennen, dass die Erstellung eines (abstrakten) Modells den wichtigsten Arbeitsschritt zwischen der Problemerkfassung und der Umsetzung auf einem Softwaresystem darstellt und für das Verständnis informatischer Abläufe entscheidend ist.

Je nach Art des bearbeiteten Anwendungszusammenhangs sind unterschiedliche Betrachtungsweisen notwendig. Zudem lässt sich eine Aufgabenstellung in den einzelnen Stufen ihrer Bearbeitung in der Regel nicht durchgängig mit nur einer einzigen Modellierungstechnik erfassen. Daher lernen die Schüler im Lauf des Unterrichts verschiedene Techniken kennen. Hierbei kommt es nicht auf fachsystematische Vollständigkeit an, sondern auf eine exemplarische Erarbeitung zentraler Grundkonzepte.

Damit die Schüler die verschiedenen Modellierungstechniken zunächst grundsätzlich erlernen können, ist die Kenntnis der einzelnen Verfahren an geeigneten Beispielen schrittweise aufzubauen. Abschließend erfolgt eine Zusammenführung im Rahmen der objektorientierten Modellierung in der Jahrgangsstufe 10; die Fähigkeiten zu vernetztem Denken wird hierbei gestärkt und die gezielte, aufgabenadäquate gemeinsame Anwendung der verschiedenen Verfahren eingeübt.

Der Vorgang der Modellierung lässt sich am folgenden Beispiel einer Bibliotheksverwaltung darstellen. Um den Bestand einer Bibliothek zu erfassen, wird man für jedes Buch Titel, ISBN-Angabe, Erscheinungsjahr, Auflage, Verlag, Autor usw. festhalten. Für jedes Exemplar eines Buches wird man zusätzlich die Signatur speichern. Will man noch den Abnutzungsgrad des Buches dokumentieren, muss hierfür eine spezielle Zustandsangabe festgelegt werden.

Zudem lässt sich bei der Beschreibung der Autoren bzw. der Verlage hinsichtlich der zu speichernden Information aus einer Vielzahl von Möglichkeiten wählen.

Grundsätzlich muss bei der Abbildung eines realen Systems – wie der Bibliothek – auf eine vom Rechner bearbeitbare Form zuerst der für die zu erledigende Aufgabe wesentliche Teil der Information abgegrenzt und formalisiert werden; so sind im obigen Beispiel eindeutige Werte zur Beschreibung des Buchzustandes festzulegen. Außerdem müssen eindeutige Regeln für die Verarbeitung der gespeicherten Information angegeben werden. Diese Schritte fasst man unter dem Stichwort **Modellierung** zusammen. Die verschiedenen Strategien zur Erstellung von Modellen werden im Folgenden unter Angabe der entsprechenden Stellen im Lehrplan kurz beschrieben:

- Um große Systeme zu beschreiben, zerlegt man das Gesamtsystem oft in Teilsysteme und beschreibt zunächst nur, was die Teile zu leisten haben, nicht aber, wie die Leistung zu erbringen ist. Dieses Denken in „black boxes“ und deren Zusammenwirken, die sog. **funktionale Modellierung**, schafft eine erste Grobstruktur des Modells. Funktionale Modellierung wird in der Jahrgangsstufe 9 eingeführt und in Jahrgangsstufe 10 wieder aufgegriffen.
- Beim Beispiel der Bibliothek stehen die Struktur der zu verarbeitenden Daten und deren Beziehungen zueinander im Vordergrund; Verarbeitungsschritte bzw. Abläufe werden dabei nicht formuliert. Diese Art der Modellierung bezeichnet man als **statische Datenmodellierung**.

Aus den gespeicherten Daten kann ein Benutzer dann die für ihn relevante Information gewinnen. Er kann z. B. abfragen, ob ein bestimmter Titel vorhanden ist oder welcher Verlag den Titel publiziert. Er kann aber auch weniger offensichtliche Dinge abfragen, wie „Welcher Autor hat die meisten Bücher dieser Bibliothek geschrieben?“ oder „Welche Bücher sind älter als 15 Jahre?“. Immer gilt das gleiche Schema: Die vorhandene Information wird in eine geeignete Darstellung gebracht, aus der dann ein Benutzer die für ihn relevante Information gewinnen kann.

Statische Datenmodellierung wird in Jahrgangsstufe 9 ausführlich behandelt.

- Vielfach ist eine statische Beschreibung nicht ausreichend, da bei Aufgabenstellungen oftmals die Beschreibung von Abläufen im Vordergrund steht. So lässt sich die Funktionsweise einer bei Bedarf zu schaltenden Fußgängerampel folgendermaßen darstellen:

Für die Fußgänger gibt es zwei Lampenfarben, Rot und Grün. Für die Autofahrer gibt es drei Lampenfarben, Rot, Grün und Gelb. Im Grundzustand ist für Fußgänger Rot und für Autofahrer Grün. Durch das Ereignis „Meldeknopf gedrückt“ wechselt die Lampe für die Autofahrer von Grün auf Gelb. Durch das von einem Taktgeber erzeugte Ereignis „Zeitintervall abgelaufen“ wechselt die Lampe für die Autofahrer auf Rot, für die Fußgänger auf Grün. Für die nächsten fünf Ereignisse des Zeitgebers „Zeitintervall abgelaufen“ ändert sich die Farbe der Lampen nicht. Beim nächsten Ereignis „Zeitintervall abgelaufen“ wechselt die Farbe für die Fußgänger auf Rot, die Autofahrer sehen Rot und Gelb. Nach einem weiteren Ereignis „Zeitintervall abgelaufen“ wechselt die Farbe für die Autofahrer auf Grün.

Diese Art der Modellierung bezeichnet man als **zustandsorientierte Modellierung**, da hier Zustände und die Übergänge von einem in den anderen Zustand die entscheidende Rolle spielen. Sie wird in Jahrgangsstufe 10 näher betrachtet.

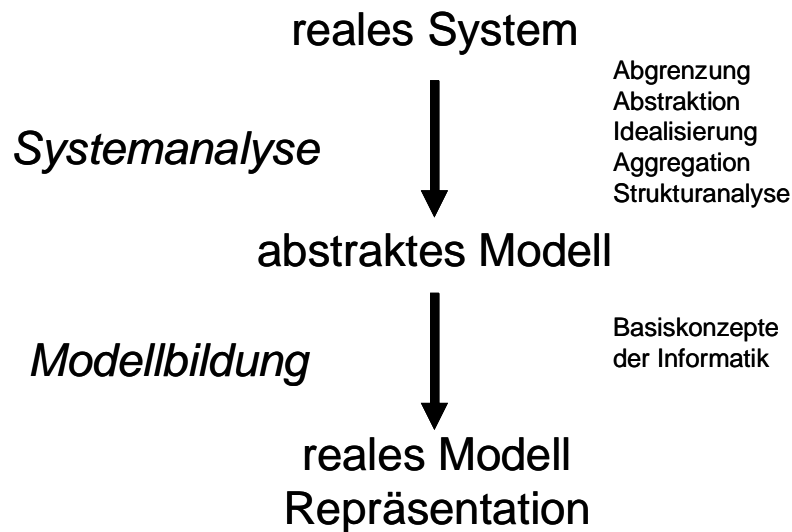
- Um die Bewegung des „Föhns“ einer Autowaschanlage zu beschreiben, muss ebenfalls ein Ablauf dargestellt werden. Dieser Ablauf lässt sich aber auf andere Art leichter beschreiben:

Wenn die untere Lichtschranke unterbrochen ist, dann  
solange die obere Lichtschranke unterbrochen ist, wiederhole:  
einen Schritt anheben.  
sonst  
solange die untere Lichtschranke nicht unterbrochen ist, wiederhole:  
einen Schritt absenken.

Dieser Ansatz, die Modellierung über Anweisungsfolgen, Wiederholungen und bedingte Anweisungen (wenn ... dann ... sonst ...) zu formulieren, wird als **algorithmische Darstellung** bezeichnet. Grundlagen der Algorithmik wurden bereits in Jahrgangsstufe 7 gelegt, eine tiefere Betrachtung folgt in Jahrgangsstufe 10. Ob sich ein Ablauf leichter mit zustandsorientierter Modellierung oder leichter algorithmisch beschreiben lässt, kann nur anhand der konkreten Situation entschieden werden; hierfür gibt es keine generalisierbaren Entscheidungshilfen.

- Umfassendste Modellierungsart ist die **objektorientierte Modellierung**. Hierbei sucht man nach den zusammenwirkenden Grundbestandteilen, den Objekten. Für ein einfaches Modell einer Bank erkennt man schnell das Objekt Bank, viele Objekte der Art („Klasse“) Konto und viele Objekte der Klasse Kunde. Ein Objekt hat Daten („Attribute“, z. B. hat ein Konto das Attribut Kontostand) und Fähigkeiten („Methoden“, z. B. Einzahlen oder Abheben), um auf seinen Daten zu operieren. Objektorientierte Modellierung wird durch die anderen Modellierungsarten unterstützt. Die Ermittlung und Beschreibung der Attribute entspricht dabei der statischen Datenmodellierung. Je nach Situation wird die Funktionsweise der Methoden algorithmisch oder zustandsorientiert dargestellt, in einem ersten Entwurf häufig auch als „black box“. Das Zusammenspiel der Objekte kann ebenfalls algorithmisch, meist aber auch zustandsorientiert beschrieben werden. Eine Einführung in Form der objektorientierten Analyse erfolgte in Jahrgangsstufe 6 und 7; bei der statischen Datenmodellierung in der Jahrgangsstufe 9 werden diese Erfahrungen der Schüler genutzt und vertieft. In der Jahrgangsstufe 10 wird die objektorientierte Modellierung erneut aufgegriffen und deutlich ausgebaut. Insbesondere wird auch ihr Wesen als umfassende Modellierungsart thematisiert, die mit anderen Modellierungstechniken bearbeitete Teilbereiche zusammenführt.

Unabhängig von der jeweiligen Situation ist der Ablauf einer Modellierung stets gleich.



Ausgehend von einem **realen System** (dies kann auch ein System der Vorstellungswelt sein) gewinnt man durch Systemanalyse ein **abstraktes Modell** (meist in Gedanken, noch ohne große Formalismen). Wesentlich ist dabei, dass die Aufgabenstellung bestimmt, welche Gesichtspunkte in das Modell eingehen.

Die **Systemanalyse** vollzieht sich normalerweise in folgenden Schritten:

#### **Abgrenzung gegen die Umwelt**

Der zu betrachtende Ausschnitt wird gegen das ganze System abgegrenzt. Es wird festgelegt, welche Informationen aus der Umwelt in diesen Ausschnitt fließen bzw. welche Informationen aus diesem Abschnitt auf die Umwelt wirken. Damit ist auch impliziert, welche Einflüsse aus der Umwelt auf diesen Ausschnitt nicht betrachtet werden.

#### **Abstraktion**

Nicht alle Dinge des abgegrenzten realen Systems werden im Modell berücksichtigt. Für die Aufgabenstellung wesentliche Objekte werden identifiziert.

#### **Idealisierung**

Von den berücksichtigten Dingen (Objekten) werden nur bestimmte Eigenschaften betrachtet und ihr Verhalten wird gegebenenfalls vereinfacht.

#### **Aggregation**

Dinge, die im Wesentlichen die gleichen Eigenschaften haben und sich gleich verhalten, werden zusammengefasst (Bildung von Klassen).

#### **Strukturanalyse**

Es wird analysiert, in welcher Beziehung die Teile des Modells zueinander stehen.

Das so gewonnene abstrakte Modell kann als **reales Modell** in verschiedene Darstellungsformen (Repräsentationen) gekleidet werden. In der Informatik verwendet man hierzu unterschiedliche graphische Repräsentationen. Damit das zugrunde liegende Modell daraus wiedergewonnen werden kann, unterliegen diese Darstellungsformen gewissen Normen und Formalismen. Eine Art der graphischen Darstellung haben die Schüler in der Unterstufe schon mit den Klassendiagrammen erfahren. In der Jahrgangsstufe 9 werden sie auch Datenflussdiagramme verwenden, um funktionale Modelle zu dokumentieren.

Die Implementierung des Modells mit einem Informatiksystem, sei es als Programm in einer Programmiersprache (z. B. Karol-Programm in Jahrgangsstufe 7) oder als entsprechend konfiguriertes Rechenblatt in einem Tabellenkalkulationssystem, stellt eine weitere Repräsentation eines realen Modells dar.

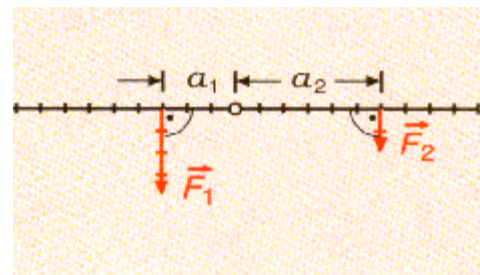
Wesentlich bei der Modellierung ist, dass die Aufgabenstellung, d. h. die Zielsetzung, den Vorgang des Modellierens wesentlich beeinflusst. Je nach Aufgabenstellung können aus demselben realen System unterschiedliche Modelle entstehen. Neben dieser Erkenntnis müssen sich die Schüler auch stets bewusst sein, dass das Modell immer nur ein Abbild der Realität ist und diese niemals exakt widerspiegeln kann. Deshalb sind bei der Betrachtung eines Modells Aussagen der Art „Das ist aber in Wirklichkeit ganz anders realisiert!“ nicht sinnvoll, denn jedes Modell impliziert Einschränkungen. Hingegen müssen Äußerungen wie „Das gibt das Verhalten des realen Systems in der untersuchten Situation nicht richtig wieder!“ zu einem Überdenken des Modells führen.

Obige Erläuterungen lassen sich zu folgenden Kernaussagen zusammenfassen:

**Modell:** Abstrahierte Beschreibung eines Systems, das die für eine bestimmte Zielsetzung wesentlichen Eigenschaften des Systems enthält.

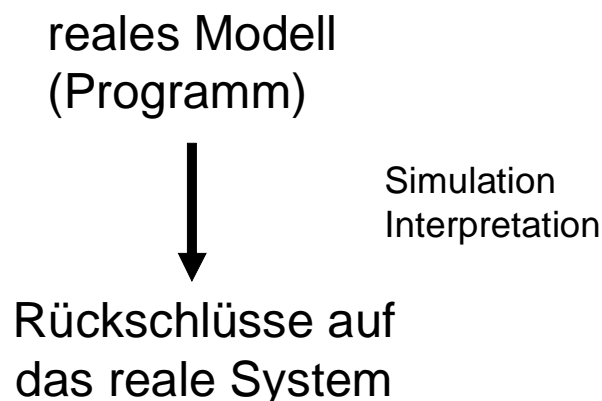
**Modellierung:** Abbildung eines realen oder geplanten Systems auf ein Modell. Ziel der Modellierung ist eine leichtere formale Beschreibung und größere Überschaubarkeit als beim realen System.

Ein Beispiel aus der Physik verdeutlicht diese Kernaussagen: Das reale System der schaukelnden Kinder wird auf das abstrakte Modell des Hebels zurückgeführt und als reales Modell in Form einer Zeichnung mit genormten Symbolen dargestellt.



Aus dem Modell kann man wieder Rückschlüsse auf das reale System ziehen. Bei einer Darstellung des Modells in einer Graphik lässt sich aufgrund einer Interpretation der Zeichnung und der Gesetzmäßigkeiten des Fachgebiets auf das Verhalten des realen Systems schließen. In dem Beispiel aus der Physik lassen sich Aussagen über das Gleichgewichtsverhalten der Kinderwippe tätigen.

Liegt das reale Modell in Form eines Programms vor, so kann man aus dem Ablauf des Programms und dessen Verhalten auf das Verhalten des realen Systems zurückschließen. Dieses Vorgehen bezeichnet man als Simulieren.



So wurden z. B. bei der Entwicklung des Airbus 380 durch eingehende Simulationen am Modell mit Hilfe des Computers neue Erkenntnisse gewonnen, die zu einer fortwährenden An-

passung des Entwurfs führten und sicherstellten, dass das Flugzeug bei seinem ersten Testflug auch wirklich fliegen konnte.

Folgende Kernpunkte kennzeichnen den Umgang mit einem Modell:

**Implementation:** Übertragung des realen Modells auf ein Informatiksystem.

Die Implementation setzt voraus, dass das reale Modell in einer von einer Maschine bearbeitbaren Form vorliegt. Programmieren ist die Implementation eines, in einer maschinenausführbaren Sprache (Programmiersprache) formulierten, Algorithmus.

**Simulation:** Abbildung und Durchführung dynamischer Vorgänge auf dem realen Modell.

Die Simulation kann durch Ablauf eines Algorithmus erfolgen, aber auch durch Änderung von Parametern.

**Interpretation:** Auswertung der bei der Simulation gewonnen Daten. Gewinnung von Information aus dem Simulationsverhalten.

Im Lauf des Informatikunterrichts beschäftigen sich die Schüler mit verschiedenen Modellierungsarten und erkennen deren Möglichkeiten sowie Anwendungsbereiche. Ihnen wird aber auch bewusst, dass die relevante Information oft nicht oder nur eingeschränkt formalisierbar ist. So kann z. B. der Zustand eines Buches formal über festgelegte Werte beschrieben werden, ob das Buch allerdings ersetzt werden muss, lässt sich jedoch nur wieder von einem Menschen entscheiden.

Außer der Modellierung im engeren Sinn gehören zum Gesamtprozess der Modellbildung auch die Realisierung mit einem geeigneten Werkzeug sowie das Testen der Lösung und die kritische Reflexion der Ergebnisse, insbesondere auch hinsichtlich einer möglichen Rückwirkung auf den Menschen. Gegebenenfalls erfolgt eine Überarbeitung und Optimierung.

### 1.1.3 Rolle des Computers

Damit die behandelten Prinzipien nachhaltig gelernt werden, dürfen diese nicht nur theoretisch angesprochen werden, vielmehr müssen die Schüler sie anwenden und praktisch erproben. Informatikunterricht hat daher grundsätzlich handlungsorientiert zu sein. Konzepte, die man kennengelernt und erarbeitet hat, muss man umsetzen, um sie wirklich verinnerlichen zu können.

Bei der Realisierung der erarbeiteten Modelle und dem Vergleich der Leistungsfähigkeit dieser Realisierung mit der ursprünglichen Zielformulierung erwachsen für die Schüler wesentliche Erfahrungen. Speziell die Arbeit in Form informatischer Projekte fördert nicht nur das Verständnis für die originären Informatikinhalte, sondern trägt darüber hinaus auch stark zur Ausbildung wichtiger sozialer Fähigkeiten wie Teamfähigkeit, Eigenverantwortlichkeit und Kommunikationskompetenz bei.

Bei diesem handlungsorientierten Ansatz ist der Computer als Werkzeug zur Realisierung der Unterrichtsinhalte unabdingbar. Man kann hierbei auf die Erfahrungen der Schüler im Umgang mit Standardsoftware und vernetzten Umgebungen aufbauen, die während des Informatikunterrichts der Unterstufe gemacht wurden.

## 1.2 Ziele des Informatikunterrichts in Jahrgangsstufe 9

### 1.2.1 Einordnung und Auswahl der Inhalte

Im Informatikunterricht der Jahrgangsstufen 6 und 7 wurden die Schüler propädeutisch in die Begriffswelt der Informatik eingeführt. Sie haben ein zeitunabhängiges sowie erweiterbares Grundwissen für den Umgang mit Informationen und Informatiksystemen erworben, das sie befähigt, Informatiksysteme für sich zielgerichtet und effizient zu nutzen.

Bei der Behandlung der Inhalte im Informatikunterricht der Mittelstufe tritt, wie auch in der Unterstufe, eine handlungsorientierte Vorgehensweise in den Vordergrund; die Fachsystematik muss hinter den methodischen und pädagogischen Bedürfnissen zurückstehen. Allerdings ist die Vorgehensweise weniger spielerisch als in der Unterstufe. Da sich insbesondere auch das Abstraktionsvermögen der Jugendlichen weiter ausgebildet hat, werden die Aufgaben zunehmend umfangreicher und die Inhalte abstrakter. Die Themen sind nicht mehr nur im unmittelbaren Erfahrungsbereich der Schüler angesiedelt.

Bei der Auswahl der zu behandelnden Modellierungstechniken müssen, wie bereits in Kapitel 1.1 angesprochen, zentrale Techniken exemplarisch behandelt werden. Der Lehrplan sieht die statische Datenmodellierung für die Analyse und Beschreibung des Datenmaterials sowie Automaten- und Algorithmenmodelle für die Beschreibung von Abläufen vor. Die funktionale Modellierung erlaubt die Zerlegung großer Prozesse in Teilprozesse. Eine verbindende Klammer über die Einzeltechniken liefert die objektorientierte Modellierung; sie schafft die Voraussetzung für die Vernetzung der einzelnen Modellierungstechniken. Zusammen mit der ihr innewohnenden Möglichkeit, hierarchische Strukturen zwischen Klassen abzubilden, gestattet sie es auch, größere Aufgaben erfolgreich anzugehen.

Folgende Auswahl und Reihenfolge der Inhalte sind für die Jahrgangsstufe 9 vorgesehen:

Die **funktionale Modellierung** schafft einen ersten Zugang zur Formalisierung von Prozessen. Da die Funktionen als „black box“ verstanden werden, spielen hier Implementierungsfragen noch keine Rolle und brauchen deshalb auch noch nicht beachtet zu werden. Daten fließen einfach von einer Funktion zur nächsten. Daher bietet sich funktionale Modellierung als Einstieg in die selbständige Gestaltung von Informatiksystemen an.

**Statische Datenmodellierung** ermöglicht die Strukturierung der zu verarbeitenden Daten sowie die Bereitstellung dieser Daten. Da die Modellierung der vorhandenen Daten und ihrer Strukturen immer geleistet werden muss, bevor die Algorithmen, die auf diesen Daten operieren, beschrieben werden können, setzt die statische Datenmodellierung den Einstieg in die Informatik fort.

### 1.2.2 Funktionale Modellierung

Funktionale Modellierung bedeutet, einen großen, als Ganzes nur schwer überschaubaren Prozess in kleinere Teilprozesse zu zergliedern. Jeder Teilprozess wird als Funktion betrachtet, die aus einer bestimmten Zahl an Eingangsdaten nach einer eindeutigen Vorschrift genau einen Ausgabewert ermittelt. Das Zusammenspiel der einzelnen Teilprozesse wird durch die Angabe der Daten beschrieben, die von einem Teilprozess zum nächsten fließen. Zur Darstellung dieser Datenflüsse dient das Datenflussdiagramm.

Die Implementierung komplexerer Funktionen mittels algorithmischer oder anderer Ablaufbeschreibungen ist in Jahrgangsstufe 9 noch nicht bekannt. Daher werden für die Umsetzung funktionaler Modelle Werkzeuge benötigt, die eine breite Palette an Funktionen bieten und



Datenflüsse leicht festlegen lassen. Eine Gruppe solcher Werkzeuge sind die Tabellenkalkulationsprogramme. Diese erlauben mit ihrer großen Anzahl an vordefinierten Funktionen eine enorme Bandbreite an Möglichkeiten. Zudem lassen sich die Funktionen als Bestandteile von Termen in einer Zelle intuitiv verwenden. Auch die Datenflüsse sind durch die Zellreferenzen einfach abbildbar. Ein schnelles Einarbeiten in diese Werkzeugart ist den Schülern anhand objektorientierter Analyse problemlos möglich. Dabei werden auch die wichtigen Begriffe objektorientierter Sichtweise (Klasse, Objekt, Attribut, Attributwert, Beziehung) der Unterstufe wieder aufgegriffen.

Zu Beginn der Unterrichtssequenz ist es notwendig, kurz auf die Modellbildung allgemein in der Informatik einzugehen. Dabei wird nicht nur die in der Unterstufe angedeutete Grundaufgabe der Informatik – Information darstellbar zu machen und die dargestellten Daten verarbeiten zu können – wieder präsent gemacht, auch der rote Faden „Modellierung“, der den Informatikunterricht in den Jahrgangsstufen 9 und 10 prägt, tritt ins Bewusstsein der Schüler. Es wird ein Kontext geschaffen, in dem sie die funktionale und alle weiteren Modellierungstechniken als Beitrag zu einem umfassenden Konzept verstehen können.

Bei der genaueren Betrachtung der Bedeutung von Funktionen kommt man auf einfache, mathematisch kurz beschreibbare Situationen, die durch eine Art „Funktionsmaschine“ bearbeitet werden. Für die Implementierung dieser einfachen Situation werden die Möglichkeiten der Tabellenkalkulation erkundet.

Der Ausbau der Beispiele führt zur notwendigen Gliederung und Abbildung der Datenflüsse über Zellreferenzen. Die Hinzunahme von – den Schülern aus der Mathematik zum Teil schon bekannten – vordefinierten Funktionen erlaubt eine Ausweitung der Aufgabenstellungen.

An Beispielen wie „Ab einer Kaufsumme von 1000 € werden 5 % Rabatt gewährt“ lässt sich die Notwendigkeit bedingter Funktionen verdeutlichen. Um die Bedingungen zu erzeugen, werden Vergleichsfunktionen benötigt. Eine Ausweitung der Beispiele führt zur Verknüpfung logischer Werte (Funktionen „UND“ bzw. „ODER“). Darauf wird bei den Abfragen der statischen Datenmodellierung zurückgegriffen. Daher sollten an dieser Stelle neben einer ersten Begegnung mit einfachen Beispielen auch schon umfangreichere Anwendungen mit mehreren logischen Funktionen behandelt werden.

Die Unterscheidung zwischen den Datentypen „Zahl“ und „logischer Wert“ erlaubt eine Betrachtung der in einem Tabellenkalkulationsprogramm zur Verfügung stehenden Datentypen. Damit wird auch die Verwendung eines umfangreicheren Satzes verschiedener Datentypen bei der statischen Datenmodellierung angebahnt.

### 1.2.3 Statische Datenmodellierung

Große Datenmengen besitzen in der Regel komplexe Strukturen. Um einzelne Daten oder Datengruppen gezielt zu extrahieren und benötigte Information gewinnen zu können, genügt es nicht mehr, sie in nicht weiter strukturierten Dateien oder Anhäufungen von Tabellen zu speichern, sondern die strukturellen Zusammenhänge müssen auch in der Speicherstruktur abgebildet sein. Die in Datensammlungen vorhandenen Strukturen herauszumodellieren und geeignete Speicherformen zu finden, ist das zentrale Anliegen der statischen Datenmodellierung. Wie in Kapitel 1.1.2 bereits angedeutet, ist die Modellierung stark zielabhängig. Erst die Beantwortung der Frage „Welche Abfragen sind unerlässlich bzw. sollen möglich sein?“ entscheidet über die im Modell notwendigen Klassen bzw. über deren Attribute.

Als Werkzeug für die Umsetzung statischer Datenmodelle sind Datenbanksysteme geeignet. SQL bietet sich als universelle, produktunabhängige Sprache sowohl zur Datenmanipulation als auch zur Datenabfrage an. Da die Verwendung von SQL zur Datendefinition sehr komplex

ist, sollten stattdessen allgemein verfügbare Werkzeuge mit graphischer Oberfläche eingesetzt werden.

Für die graphische Darstellung statischer Datenmodelle bieten sich Klassendiagramme oder Entity-Relationship-Diagramme an. Den Schülern sind Klassendiagramme bereits bekannt. Auch im weiteren Verlauf der Modellbildung werden diese immer wieder verwendet, speziell natürlich bei der objektorientierten Modellierung in Jahrgangsstufe 10. Daher ist es günstiger, für die statische Datenmodellierung ebenfalls auf diese universellere Diagrammart zurückzugreifen. Auch werden die einzelnen Modellierungen so besser miteinander verwoben. Für die Schüler bringt die historisch bedingte strenge Trennung der einzelnen Modellierungsarten keinen Gewinn, da es wesentliches Ziel ist, am Ende der Mittelstufe die einzelnen Techniken adäquat miteinander verzahnt zur Lösung komplexerer Aufgaben einsetzen zu können.

Eine methodische Möglichkeit für die Umsetzung dieses Lehrplanabschnitts ist themenzentrierter Unterricht; die Inhalte werden schrittweise an einem oder wenigen großen Themen entwickelt. Damit verlieren sich die Schüler nicht in kleinen, zusammenhangslosen Einzelaspekten; gleichzeitig sind sie durch die Blickrichtung auf die Gesamtlösung motiviert. Auch können so Modellierungs- und Abfragemöglichkeiten parallel entwickelt werden. Das Ziel der Modellierung, Information aus den gespeicherten Daten gewinnen zu können, wird so wesentlich deutlicher.

Für ein geeignetes Thema wie z. B. eine Bibliotheksverwaltung wird eine grobe Anforderungsanalyse erstellt im Stil von „Es sollte möglich sein, dass ...“, da die Schüler ja noch nicht wissen, was Datenbanken leisten können. Eine zentrale Klasse, wie hier die Klasse BUCH, wird herausgegriffen und in einem ersten Ansatz festgelegt. Daran kann die Übertragung in ein Tabellenschema und dessen Realisierung als Datenbank thematisiert werden.

Aus dieser einfachen Datenbank kann man nun gewünschte Informationen abfragen. Die Wirkung der SELECT-Anweisung lässt sich dabei einfach mit Hilfe eines Datenflussdiagramms erläutern. Auf diesen Datenflüssen können Selektion und Projektion sowie Sortierungen und Gruppierungen einfach dargelegt werden. Man sollte nicht auf die Gruppierungsmöglichkeit verzichten, da sich viele praxisrelevante Fragen („Wie viele Bücher sind von den verschiedenen Auflagen eines Buches vorhanden?“, „Wie viele Mitglieder zählen die Abteilungen eines Sportvereins?“) nur mit ihrer Hilfe beantworten lassen.

Die Redundanz- und Konsistenzproblematik führt zur Ausgliederung von Informationsteilen in eigene Klassen. Kein Schüler wird gern die Adressdaten eines Verlags bei 10 Büchern eingeben wollen. Dass Tippfehler Abfrageergebnisse verfälschen können, ist ebenfalls einleuchtend. Die naheliegendste Lösung ist, die Daten für die Objekte der Klassen BUCH und VERLAG nicht in einer einzigen Tabelle, sondern in zwei getrennten Tabellen abzuspeichern. Diese Vorgehensweise sichert fast vollständig die Einhaltung der Normalformen ab, die daher nicht explizit behandelt werden müssen; eine Formalisierung des Normalisierungsvorgangs bringt für die Schüler keinen echten Erkenntnisgewinn.

Mit der systematischen Erweiterung um neue Klassen werden die Beziehungen, deren Kardinalität und ihre Umsetzung ins Tabellenschema eingeführt. Schon bei der 1:n-Beziehung wächst die Möglichkeit an Abfragen beträchtlich; das Kreuzprodukt und die Einschränkung dieser Ergebnistabelle durch Bedingungen über die Gleichheit von Attributen erlauben Abfragen über mehrere Tabellen. Klassen mit n:m-Beziehungen (z. B. die Beziehung zwischen Autoren und Büchern) benötigen zu ihrer Realisierung Hilfstabellen, die die Bandbreite und den Umfang von Abfragen weiter erhöhen.

Bei der Behandlung der Datenpflege (INSERT, UPDATE, DELETE) können die Erfahrungen im Umgang mit (redundanter) Information weiter vertieft und z. B. Änderungsanomalien bei nur teilweiser Korrektur redundant gespeicherter Daten angesprochen werden. Es zeigt sich,

dass die Forderung nach Abbildung verschiedener Klassen auf unterschiedliche Tabellen auch diesen Problembereich vollständig löst. Offen bleibt hierbei allerdings, wie verhindert werden kann, dass ein Verlag gelöscht wird, von dem noch Bücher vorhanden sind.

Die Frage nach der Integrität des Datenbestands kann nur zum Teil durch das Datenbankmanagementsystem gelöst werden; der wichtige Bereich der referentiellen Integrität lässt sich jedoch absichern. Speziellere Formen der Integrität, wie „Hat eine Abteilung mindestens 10 Mitarbeiter?“, können aber nur durch gezielte Überprüfungen (Abfragen) oder sogar nur durch eine Kontrolle an der Benutzerschnittstelle überprüft werden.

Aspekte des Datenschutzes (z. B. Zugriffsrechte bei einer Mehrbenutzerdatenbank) oder der Sicherheit vor Datenverlust (z. B. versehentliches Löschen einer Tabelle) lassen sich bereits im bisherigen Unterrichtsverlauf bewusst machen. Gerade die missbräuchliche Verwendung unkontrollierter Datensammlungen (z. B. die Zusammenführung von Daten über das Verbraucherverhalten und die Erstellung von Persönlichkeitsprofilen), lässt sich aber erst verdeutlichen, wenn die Schüler ein Gefühl für die Vielseitigkeit der Abfragemöglichkeiten bekommen haben. Hier kann dann auch der gesetzliche Rahmen des Datenschutzes im Kontext der widersprüchlichen Anforderungen verschiedener Interessensgruppen diskutiert werden.

### 1.2.4 Projekte in der Mittelstufe

Projektarbeit ist eine typische Arbeitsweise der Informatik in der Berufswelt, da dieser Arbeitsstil sehr gut mit der inhaltlichen Vorgehensweise (Modularisierung, funktionale Modellierung) harmoniert. Daher ist es sinnvoll, dass im Rahmen der Vermittlung von Allgemeinbildung das Fach Informatik Verantwortung für die Entwicklung der Kompetenzen zur erfolgreichen Durchführung von Projekten übernimmt. Davon profitieren auch weitere Fächer, da die Projektarbeit eine an vielen anderen Stellen angemessene Arbeitsweise ist.

Bereits in der Unterstufe haben die Schüler im Informatikunterricht des Fachs Natur und Technik erste Erfahrungen mit kleineren Projekten gewonnen, die zusammen mit den anderen Schwerpunkten durchgeführt wurden. Bei diesen Projekten war der Lehrer noch sehr stark in die Projektleitung eingebunden. Aufgrund des überschaubaren Umfangs war es auch noch nicht nötig, spezielle Koordinierungs- und Kontrollmechanismen zu thematisieren. In der Mittelstufe soll nun die Projektkompetenz schrittweise gesteigert werden. Ziel ist, dass die Schüler auch größere Projekte weitgehend selbständig planen und zu einem erfolgreichen Abschluss bringen können. Dies erfordert eine gezielte Steigerung der Selbständigkeit in den verschiedenen Jahrgangsstufen.

In der Jahrgangsstufe 9 ist gegen Schuljahresende die Bearbeitung eines größeren Projekts im Rahmen der statischen Datenmodellierung vorgesehen. Es können mehrere Gruppen einer Klasse konkurrierend (Wettbewerb) die gleiche Aufgabe durchführen. Ebenso ist es möglich, von jeder Gruppe ein eigenes Thema bearbeiten zu lassen. Eine Aufteilung einer Projektgruppe in Untergruppen bietet sich hier aus thematischen Gründen wohl nicht an. Nach der Festlegung der Tabellenstruktur und der Erstellung der Datenbank kann aber sehr wohl eine Arbeitsteilung unter den Gruppenmitgliedern erfolgen. Der Leiter jeder Gruppe hat hierbei noch keine umfangreichen Koordinierungsaufgaben zu leisten. Da die Themen aber in einer gut gegliederten Sequenz bearbeitet werden, ist das Setzen von Meilensteinen inhaltlich motiviert und sollte thematisiert werden. Auch die Gesichtspunkte „Überprüfung des Projektergebnisses im Hinblick auf die Vorgaben“ und „Reflexion des Ablaufs“, wie sie in der Unterstufe schon angedeutet wurden, lassen sich an dieser Stelle vertiefen und systematisieren.

Die Fragen der Koordination arbeitsteiliger Bearbeitung komplexerer Aufgaben ergänzt dann in der Jahrgangsstufe 10 die Projektkompetenz der Schüler. In Jahrgangsstufe 11 werden diese Kenntnisse weiter systematisiert und abstrahiert.