

2. Unterrichtliche Umsetzung in Jahrgangsstufe 9

2.1 Funktionen und Datenflüsse

2.1.1 Vorüberlegungen

Einordnung in die Informatik am Gymnasium

Ab Jahrgangsstufe 9 beschäftigen sich die Schüler tiefergehend mit grundlegenden Konzepten der Informatik.

Man beginnt in dieser Jahrgangsstufe bewusst mit der funktionalen Modellierung und nicht mit der Algorithmik, wie es in Lehrplänen des alten neunjährigen Gymnasiums als Einstieg vorgesehen war. Für diesen zunächst ungewohnten Einstieg spricht, dass die funktionale Sicht in der Regel am Anfang der Modellbildung eines komplexen Systems steht („Zerlegung eines komplexen Systems in überschaubare Teilsysteme“). Ein anderer, wesentlicher Gesichtspunkt ist didaktischer Natur: Beim direkten Einstieg in die Algorithmik ergeben sich für die Schüler meist große Verständnisschwierigkeiten, denn die Algorithmik erfordert sehr bald die Verwendung mehrerer Konzepte der Informatik – das Variablenkonzept, das Zerlegen in Teilvorgänge (prozedurales/funktionales Konzept) und das Denken in Abläufen (Kontrollstrukturen). Da bereits die Anfangsbeispiele in Algorithmik den nahezu gleichzeitigen Einstieg in diese drei Konzepte erwarten, wird das Lernen dadurch enorm erschwert.

Deshalb werden diese grundlegenden Konzepte der Informatik im Lehrplan in jeweils einzelnen Abschnitten gesondert behandelt. An das Zerlegen in Teilfunktionen wird über die funktionale Modellierung in der Jahrgangsstufe 9 herangeführt, das Variablenkonzept wird über die zustandsorientierte Modellierung in Jahrgangsstufe 10 veranschaulicht und die eigentliche Algorithmik wird in Jahrgangsstufe 10 über die ablauforientierte Modellierung vertieft, die in Jahrgangsstufe 7 eingeführt wurde.

Folgender Grundgedanke liegt der funktionalen Modellierung zugrunde: Um große Systeme zu beschreiben, zerlegt man das Gesamtsystem in Teilsysteme (Funktionen) und beschreibt zuerst nur, was die Teile zu leisten haben, nicht aber, wie die Leistung zu erbringen ist. Des Weiteren analysiert man, wie die Teilprozesse zusammenhängen, d. h., welche Informationen sie zum Ablauf benötigen und wie ihnen diese Informationen zugeführt werden (Datenflüsse).

Erstellte Modelle werden von den Schülern mit einem Informatiksystem realisiert; sie diskutieren und überprüfen die Ergebnisse. Dabei erwerben die Jugendlichen sukzessive ein breites Spektrum an Denk- sowie Beschreibungsschemata und lernen Strategien kennen, die im Lauf der Zeit die Bearbeitung auch komplexer und vernetzter Problemstellungen erlauben. In der funktionalen Modellierung werden zur graphischen Darstellung des Modells Datenflussdiagramme eingesetzt. Für die Umsetzung auf ein Informatiksystem eignen sich Tabellenkalkulationssysteme.

Die funktionale Modellierung

„Das funktionale Modell spezifiziert was geschieht, das ablaforientierte Modell spezifiziert wann etwas geschieht und das Objektmodell spezifiziert in Bezug auf wen oder was etwas geschieht.“¹

Der Vorgang der funktionalen Modellierung beinhaltet, einen großen, als Ganzes kaum überschaubaren Prozess in kleinere Teilprozesse zu gliedern bzw. einen großen, komplexen Prozess aus einzelnen Teilprozessen aufzubauen. Jeder Teilprozess wird als eine Funktion betrachtet, die aus einer bestimmten Zahl von Eingangswerten nach einer eindeutigen Verarbeitungsvorschrift genau einen Ausgabewert ermittelt. Bei der funktionalen Modellierung spielt es keine Rolle, „wie“ dieser Prozess zum Ergebnis kommt, sondern es ist nur von Interesse, „was“ der Prozess macht. Ein Teilprozess wird bei dieser Modellierung als „black box“ betrachtet, die zuverlässig einen Vorgang ausführt. Das Zusammenspiel der einzelnen Teilprozesse wird beschrieben durch die Daten, die von einem Teilprozess zum nächsten fließen. Dargestellt werden diese Zusammenhänge in Datenflussdiagrammen. Ein Datenflussdiagramm ist somit ein reales Modell eines realen Systems.

Wesentlich für das Verständnis der funktionalen Modellierung ist, dass die Schüler eine stabile und tragfähige Modellvorstellung für den Begriff Funktion (Prozess) gewinnen. Diese Vorstellung muss den umfassenden Gedanken der Funktion, wie er in der Informatik verwendet wird, widerspiegeln.

Der Funktionsbegriff aus dem Mathematikunterricht

Der „enge“ Funktionsbegriff aus dem Mathematikunterricht ist als Einstieg nur bedingt geeignet, da später eine Erweiterung in der Modellvorstellung erforderlich wäre, um dem Funktionsbegriff der Informatik gerecht zu werden.

In der Jahrgangsstufe 8 liegt im Mathematikunterricht in der Regel die Vorstellung einer Funktion als eindeutige Zuordnung einer reellen Zahl zu einer anderen reellen Zahl zugrunde. „Unter der Funktion f mit der Definitionsmenge D und der Wertemenge W versteht man eine Abbildung, die jedem Element x aus D genau ein Element $f(x)$ aus W als Funktionswert zuordnet“². Da der Begriff „eindeutig“³ für die Schüler schwer verständlich ist, stützt man sich oftmals auf den Graphen der Funktion und entwickelt Kriterien, die anhand des Graphen die Eindeutigkeit der Zuordnung erkennen lassen.

Im Mathematikunterricht wird somit vom Vorstellungsmodell „eindeutige Zuordnung mit graphischer Darstellung“ ausgegangen. Dieser Zugang schränkt den Funktionsbegriff auf einen Teilaspekt ein. Er bietet keine brauchbare Modellvorstellung für den allgemeinen Funktionsbegriff, wie er in der Informatik benötigt wird und für ein Verständnis des Zusammenwirkens der Teilfunktionen innerhalb eines Systems Grundvoraussetzung ist. Entscheidende Einschränkungen sind:

- Eine fachlich exakte mathematische Definition beinhaltet aus didaktischer Sicht noch lange keine Modellvorstellung für den Begriff. Eine gute, tragfähige Modellvorstellung setzt ein reales Modell aus der Erfahrungswelt voraus, an dem der Begriff erklärt wird („... das kannst du dir vorstellen wie ...“); dies ist aber hier nicht gegeben.
- Bei diesem Ansatz wird das wichtige Prinzip der Eingangs- und Ausgangsparameter nur unscharf betrachtet und entartet in eine reine Handlungsanweisung: „Für x darf ein

¹ Rumbaugh u. a., Objektorientiertes Modellieren und Entwerfen, Carl Hanser Verlag, 1993, S. 149

² Barth, Federle, Haller, Algebra 8, Oldenbourg Verlag, 1999, S. 87

³ ebenda, S. 88

beliebiger Wert aus der Definitionsmenge D gewählt werden. Für y muss dann der diesem x zugeordnete Funktionswert genommen werden.“⁴

Die Vorstellung von einer Funktion als verarbeitender Vorgang, der aus Eingabewerten einen Ausgabewert bestimmt, geht dabei verloren.

- Im Mathematikunterricht wird der Funktionsbegriff meist nur auf einfache Zuordnungen von einer reellen Zahl zu einer (anderen) reellen Zahl verwendet. In der Informatik werden aber oft Funktionen benötigt, deren Argumente von einem deutlich anderen Typ sind, z. B. Text, Feld, Liste oder Verbund. Eine Vorstellung der Zuordnung als Graph versagt hier völlig.
- Ebenso wenig passen in dieses, sich auf den Graphen stützende, mathematische Modell Funktionen, deren Zuordnungsvorschriften nicht mehr graphisch darstellbar sind. Es sei hier nur an eine Funktion „Gib eine reelle Zufallszahl zwischen a und b !“ gedacht, die bei jedem Aufruf eine andere Zufallszahl liefert.
- Im Mathematikunterricht werden die Zuordnungen in der Regel durch Funktionsterme beschrieben. Dies schränkt die Vorstellung einer Funktion, wie sie in der Informatik benötigt wird, sehr stark ein. So lässt sich eine informatische Funktion zur Überprüfung der Aussage „eine Zahl ist eine Primzahl“ in dieser Form nicht mehr darstellen.
- Durch den Funktionsterm steht im Mathematikunterricht die Betrachtung des „Wie“ im Vordergrund. Für die funktionale Modellierung ist aber das „Was“ völlig ausreichend und die Analyse des Zusammenspiels der einzelnen Funktionen ist Schwerpunkt der Untersuchung. Das „Wie“ wird später mit einer anderen Modellierung analysiert (meist ablauforientiert; in obigem Beispiel ein Algorithmus zur Kontrolle auf Primzeileigenschaften) und gehört nicht zur funktionalen Betrachtungsweise des Systems. Bei einer funktionalen Betrachtung verwendet man z. B. eine Funktion, die die Quadratwurzel einer Zahl bestimmt. Dabei ist es unbedeutend, wie dies geschieht.
- Im Mathematikunterricht werden bei der Modellvorstellung mittels eines Funktionsgraphen nur Funktionen mit einem Eingangs-Parameter (unabhängige Variable) betrachtet. Die Informatik benötigt aber meist Funktionen mit mehreren Eingangsparametern, z. B. eine Funktion zur Bestimmung des Minimums von fünf Werten.
- Einer der Hauptkritikpunkte ist, dass die mathematische Modellvorstellung die einzelne Funktion immer nur isoliert betrachtet. Bei der funktionalen Modellierung ist jedoch das Zusammenwirken der Funktionen das tragende Konzept. Erst in der Oberstufe verwendet man im Mathematikunterricht „verkettete Funktionen“. Hierbei kann das mathematische Modell mit der graphischen Darstellung nur schwer zur Erklärung eingesetzt werden.

Der Funktionsbegriff in der Schulmathematik und der Funktionsbegriff in der Informatik schließen sich nicht gegenseitig aus. Die Funktion in der Informatik ist jedoch der umfassendere Begriff, nur ein Teilaspekt davon stellt den Funktionsbegriff aus dem Mathematikunterricht dar: „Der Funktionsbegriff in der Informatik ist wesentlich komplexer als in der Mathematik ...“⁵

⁴ ebenda, S. 87

⁵ Bettina Timmermann, Vorlesung Didaktik der Informatik, Universität Dresden, WS 01/02

Einstieg über verarbeitende Prozesse

Die Modellvorstellung der Funktion als verarbeitender Prozess, der Eingangsmaterialien benötigt und daraus – nach einer Verarbeitungsvorschrift – einen Ausgabegegenstand erzeugt, wird dem Funktionsbegriff in der Informatik wesentlich gerechter. Ein komplexer, umfangreicher Prozess besteht meist aus vielen einzelnen Teilprozessen, die dahingehend zusammenarbeiten, dass die Ausgabe des einen Prozesses wieder Eingabe eines anderen Prozesses sein kann.

Die Vorstellung von einer verarbeitenden Maschine (Prozess) führt zu einem tragfähigen Modell, da das Denken in Modellen generell erleichtert wird, wenn es zu einem abstrakten Modell ein geeignetes konkretes Modell aus der Erfahrungswelt gibt („... das kann man sich vorstellen wie ...“).

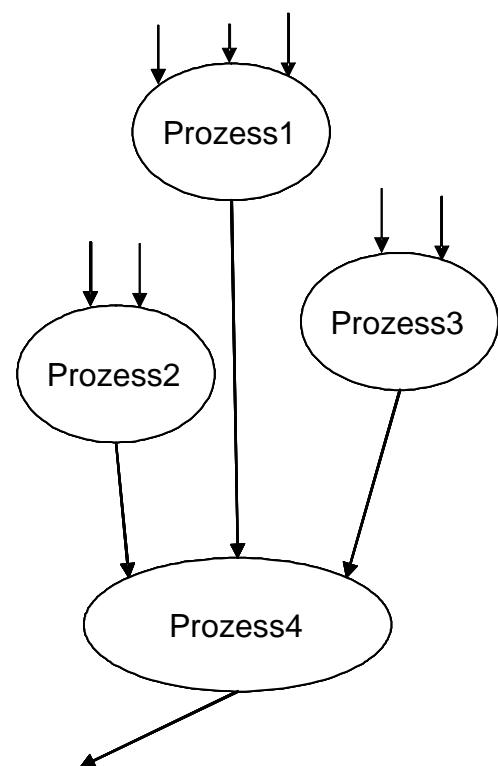
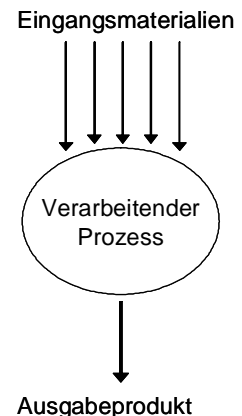
Den Grundgedanken der Zerlegung eines komplexen Prozesses in Teilprozesse kann man mit den Schülern anhand eines Produktionsvorgangs aus der Industrie erarbeiten. In einem Verarbeitungsprozess, z. B. „Endmontage Haarföhn“, wird aus Eingangsmaterialien wie Gehäuse, Motor, Ventilator, Elektronik, Netzkabel nach einer fest vorgegebenen Verarbeitungsvorschrift (z. B. Montageanleitung) ein Ausgabeprodukt erzeugt.

Zunächst gliedert man das betrachtete System in Teilsysteme (Teilprozesse) und beschreibt die Interaktion zwischen den Teilprozessen. Wichtige Fragestellungen für die Beschreibung der Teilprozesse und ihrer Zusammenhänge sind: „Welche Materialien empfängt bzw. benötigt ein Teilprozess?“, „Welche Materialien gibt er an andere Teilprozesse weiter?“ und „Welche Materialien fließen von einem Teilprozess zu welchem anderen?“. Komplizierte Produktionsabläufe lassen sich auf diese Art in überschaubare Teilprozesse sowie deren Zusammenhänge zerlegen und sind somit leichter verständlich.

Auch nicht produzierende, betriebliche Abläufe können durch Materialflüsse und verarbeitende Prozesse geeignet beschrieben werden. Die Bearbeitung eines Antrags in der Behörde lässt sich ebenso gut darstellen wie die Bearbeitung und Verteilung der Eingangspost in einem Unternehmen.

Wesentlich ist die Erkenntnis, dass zwischen den Teilprozessen „materielle Dinge“ fließen und man sich zunächst bei der Strukturierung des Systems keine Gedanken über die innere Funktionsweise der Prozesse macht. Sie werden als „black boxes“ betrachtet, denen man geeignete Materialien zuführen muss und die nach einer Verarbeitungsvorschrift daraus Ausgabeprodukte erstellen. Das „Was“ steht dabei im Vordergrund und nicht das „Wie“.

Die Vorstellung von der Funktion als verarbeitender Prozess kann sicher auch für den Mathematikunterricht gewinnbringend sein. Sie bietet dem Schüler ein zusätzliches Modell, das sein Verständnis für Funktionen erweitert.



Daten

Was dem Techniker die Materialien, sind dem Informatiker die zu verarbeitenden Daten.

Zur Weitergabe von Information muss diese erst in eine Darstellungsform gebracht werden, die man in der Informatik oft als Nachricht bezeichnet. Eine Nachricht kann übertragen werden. Die Bedeutung der Nachricht ergibt sich beim Empfänger durch Interpretation, die zum Teil auf der Grundlage allgemeiner Konventionen erfolgt und dabei einem gewissen persönlichen Spielraum unterliegt. Je exakter der Zusammenhang zwischen Nachricht und Information vereinbart ist, umso besser gelingt es, die Information aus der Nachricht wiederzugewinnen. Wenn wir Nachrichten speichern, übertragen oder verarbeiten, um hierdurch Informationen zu speichern, zu übertragen oder zu verarbeiten, so betrachten wir eigentlich das Paar aus Nachricht und zugeordneter Information. Man nennt dieses Paar ein Datum (Singular von Daten, nicht zu verwechseln mit Tagesdatum). Ein Datum ist also eine bedeutungstragende Nachricht; eine bedeutungstreue Verarbeitung von Nachrichten ist zugleich eine Datenverarbeitung.

Die Ziffernfolge 21150 kann eine Rechnungsnummer, Artikelnummer, Preisangabe, Postleitzahl o. Ä. bedeuten. Die Nachricht 21150 bekommt ihre Bedeutung erst durch den Zusammenhang, in dem sie vorliegt. Beispielsweise steht in einer Rechnung die Nachricht 21150 für die Rechnungsnummer, bei einer Briefanschrift für die Postleitzahl.

Funktionen

Eine Funktion transformiert Datenwerte.

In der Informatik bezeichnet man den Daten verarbeitenden Prozess als Funktion. Eine Funktion beschreibt einen Vorgang bzw. eine klar umrissene Aufgabe innerhalb eines größeren Zusammenhangs. Sie ermittelt aus Eingangsdaten nach einer festgelegten Vorschrift (Verarbeitungsvorschrift) Ausgangsdaten. Im Rahmen des Informatikunterrichts an der Schule betrachten wir bei der funktionalen Modellierung nur Funktionen mit einem Ausgabewert. Dies bedeutet keine größere Einschränkung, da der Ausgabewert jederzeit innere Strukturen aufweisen kann, z. B. besteht das Ausgabedatum Bruch aus Zähler und Nenner.

Jede Funktion hat einen eindeutigen Bezeichner sowie eine Verarbeitungsvorschrift und benötigt in der Regel Eingangsdaten zur Verarbeitung. Als Funktionsbezeichner werden gewöhnlich Verben oder ein Substantiv zusammen mit einem Verb verwendet, um den verarbeitenden Charakter hervorzuheben. Bei der Definition der Funktion werden die nötigen Eingangsdaten mit allgemeinen Bezeichnern festgelegt und formale Eingangsparameter genannt. Jeder Eingangsparameter übernimmt im Verarbeitungsprozess der Funktion eine bestimmte Rolle, die Reihenfolge der Parameter in der Festlegung der Funktion ist von Bedeutung.

Beispiel: Berechnung der Jahresfortgangsnote in einem Fach mit mehr als 2 Schulaufgaben aus der Gesamtnote für schriftliche Leistungen und mündliche Leistungen.

JahresnoteBilden(s ; m)

Beim Aufruf der Funktion werden die formalen Eingangsparameter durch aktuelle Werte ersetzt und damit der Ausgabewert bestimmt. Die Zuordnung des aktuellen Parameters zu dem entsprechenden formalen Parameter ist durch die Position des Wertes in der Reihenfolge festgelegt.

JahresnoteBilden(3,25 ; 2,57) → 3

Da die Bedeutung der Eingangsparameter für die Funktion bei der Definition feststeht, ist auch vorbestimmt, aus welchem Bereich die aktuellen Werte für den jeweiligen Eingangsparameter

parameter stammen dürfen (Wertebereich; Wertedomain) – also der Typ des Eingangsparameters.

Die Verarbeitungsvorschrift kann durch eine mathematische Formel (Funktionsterm), durch eine Zuordnungstabelle, durch eine exakte Formulierung in einer natürlichen Sprache oder durch einen Programmcode beschrieben werden. Die Verarbeitungsvorschrift wird unter Verwendung der Bezeichner der formalen Parameter formuliert.

Auch einfache binäre Rechenoperationen wie $+$, $-$, $*$ und $/$ sind Funktionen mit zwei Eingangsparametern.

Subtrahieren(a ; b)

Subtrahieren(10 ; 4) \rightarrow 6

Verarbeitungsvorschriften, die durch Terme mit Platzhaltern festgelegt sind, treten bereits im Mathematikunterricht der Unterstufe auf, zum Beispiel bei Aufgaben wie „Berechne den Wert des Terms $(3*a + b/2)/2$ für $a = 4$ und $b = 12$ “. Der Term in diesem Beispiel beschreibt eine Funktion $T(a ; b)$ mit zwei Eingangsparametern.

Die Sichtweise einer Funktion als verarbeitender Prozess wird durch eine graphische Darstellung unterstützt. Die Eingangs- und Ausgangsstellen werden als Trichter gezeichnet, die Funktion selbst als gerundetes Rechteck.

Die aktuellen Daten (aktuelle Parameter) „fallen“ oben in die Eingänge der Funktion und ersetzen die formalen Parameter. Die Funktion bestimmt aufgrund der Verarbeitungsvorschrift – wie auch immer – einen Ausgangswert, der unten „herausfällt“.

Im Unterricht verwendet man meist eine vereinfachte graphische Darstellungsform mit Pfeilen und gerundeten Rechtecken.

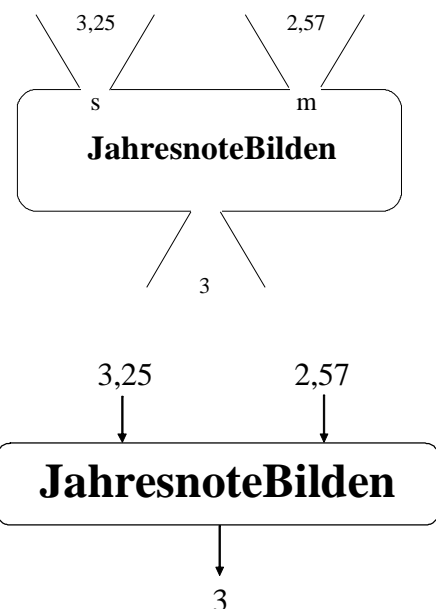
Datenflussdiagramm

„Ein Datenflussdiagramm enthält

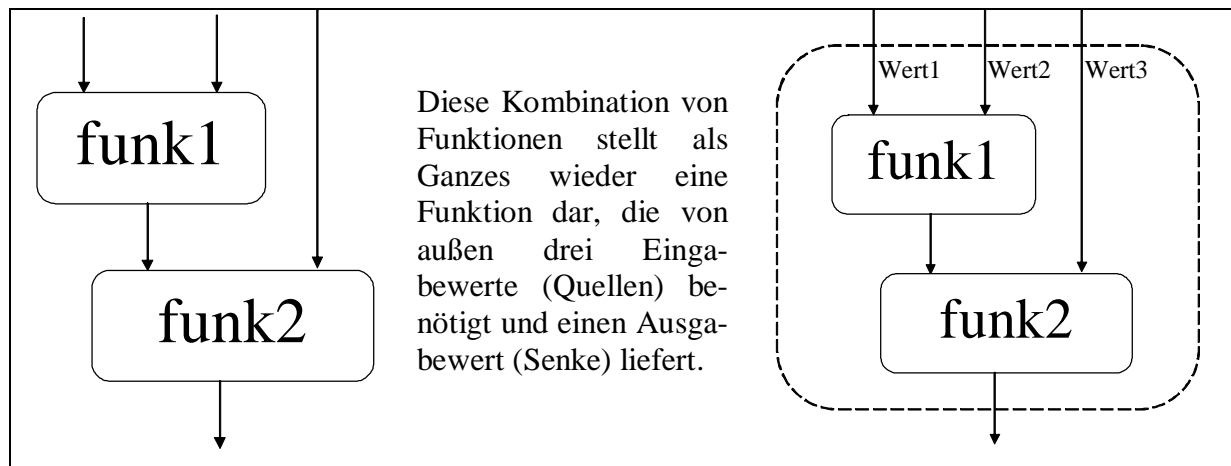
- Prozesse, die Daten transformieren,
- Datenflüsse, die Daten bewegen,
- Handlungsobjekte, die Daten produzieren und konsumieren, und
- Datenspeicherobjekte, die Daten passiv speichern.“⁶

Der Ausgangswert einer Funktion kann wieder Eingangswert einer anderen Funktion sein. Die Daten fließen von einer Funktion in eine andere. Der Wert der Daten wird durch den Datenfluss nicht verändert, sondern nur durch die Verarbeitung innerhalb der Funktionen.

Der Datenfluss zwischen den Funktionen (engl. „process“) und damit deren Zusammenhang wird in einem Datenflussdiagramm (engl. „data flow diagram“) graphisch dargestellt. Die graphischen Elemente sind abgerundete Rechtecke für die Funktionen und Pfeile für den Datenfluss, wobei die Pfeilrichtung vom Produzenten zum Konsumenten geht.



⁶ Rumbaugh u. a., Objektorientiertes Modellieren und Entwerfen, Carl Hanser Verlag, 1993, S. 150



In einem Datenflussdiagramm wird ein reales System durch Teilfunktionen und durch die Datenflüsse zwischen den Teilfunktionen dargestellt. Damit beschreibt das Datenflussdiagramm einen Ausschnitt der Umwelt. Die Schnittstellen zur Umwelt (Handlungsobjekte) sind die Eingabewerte (Quellen) und die Ausgabewerte (Senken). In der Jahrgangsstufe 9 werden nur Modelle mit einer Senke betrachtet. In der DIN 66001 ist folgende Definition niedergelegt: „Ein Datenflussplan (*Datenflussdiagramm*) stellt die Verarbeitungen (*Funktionen*) und Daten sowie die Verbindungen zwischen beiden dar.“ In der Norm werden hierzu 19 graphische Symbole zur Darstellung verwendet; diese werden für die Schule aus didaktischen Gründen auf einige wenige reduziert.

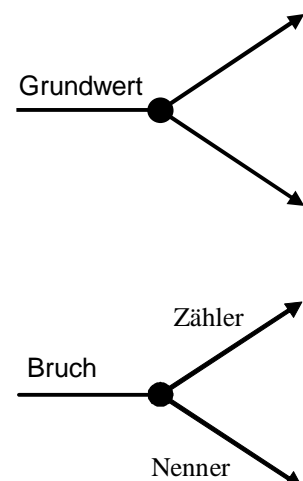
Für die Quellen und die Senke werden, im Gegensatz zur DIN, keine eigenen Symbole benutzt. Pfeile mit „freien“ Füßen symbolisieren die nötigen Eingabewerte für das System und ein Pfeil mit einer „freien“ Spitze den endgültigen Ausgabewert. Das verwendete Datenflussdiagramm kann mehrere Quellen, sollte aber nur eine Senke haben. Ein Datenflusssystem läuft nicht von alleine ab; es wird aktiviert durch ein Handlungsobjekt, das eine Eingabe liefert oder eine Ausgabe anfordert. Beispiele für Handlungsobjekte sind:

- ein Programmanwender durch Werteingabe,
- ein Sensor, der einen Temperaturwert liefert,
- der Käufer eines Automobils, der die Produktion veranlasst.

Meist werden die Datenflüsse ebenfalls beschriftet; der Datenflussname soll aus einem Substantiv oder einem Adjektiv mit Substantiv bestehen. Datenflussnamen enthalten niemals Verben, da der Datenfluss keine Tätigkeit wahrnimmt.

In manchen Situationen muss der gleiche Datenwert zur Weiterverarbeitung zu unterschiedlichen Funktionen fließen. Zum Beispiel wird bei Berechnungen zu Zinsertrag und Endkapital der Grundwert sowohl für die Bestimmung der Zinsen benötigt als auch für die endgültige Berechnung des neuen Gesamtvermögens. Diese Verteilung wird durch einen dickeren Punkt im Datenfluss und den davon abzweigenden Pfeilen deutlich gemacht. Die abzweigenden Pfeile sind im Allgemeinen nicht beschriftet, weil sie den gleichen Wert repräsentieren wie der ankommende Datenwert.

Andere Aufgabenstellungen erfordern, dass ein aggregierter Datenwert (Verbund; zusammengesetzte Daten) in seine Komponenten aufgespalten und jede Komponente von einem anderen Prozess weiterverarbeitet wird, zum Beispiel ein Bruch in Zähler und Nenner. Im Datenflussdiagramm wird dies durch eine Aufspaltung des



Pfads angezeigt. In diesem Fall wird jeder abzweigende Pfeil mit dem Namen seiner Komponenten beschriftet.

Das Gegenstück zur Gabelung ist die Zusammenfassung mehrerer Komponenten zu einem Aggregationswert (Verbund).

Insgesamt kommt die graphische Darstellung eines funktionalen Modells als Datenflussdiagramm mit wenigen Symbolen aus: abgerundete Rechtecke, Pfeile und Dickpunkte.

Das funktionale Modell beschreibt den Datenfluss, nicht den Kontrollfluss. Letzterer informiert über das „Wann und Wie“, z. B. durch ein Struktogramm oder einen Programmablaufplan. Das Datenflussdiagramm hingegen enthält weder Ablaufentscheidungen (bedingte Anweisungen) noch Wiederholungen und keine Aussagen über die zeitliche Abfolge.

Termnotation

Eine andere, nichtgraphische Darstellung des funktionalen Modells ist die Termnotation. Beide Darstellungsformen lassen sich ineinander überführen.

Die Funktionen werden bei der Termnotation mit ihren Bezeichnern und in Klammern mit den zugehörigen formalen Eingangsparametern beschrieben:

`funktion(a ; b)`

Ist der aktuelle Eingangsparameter einer Funktion `funktion2` der Ausgangswert einer anderen Funktion `funktion1`, so ersetzt diese Funktion den Eingangsparameter in der Notation von `funktion2`:

`funktion2(funktion1(a ; b) ; c)`

Die Umsetzung des Datenflussdiagramms in die Termnotation gestaltet sich am einfachsten, wenn man von der letzten („untersten“) Funktion ausgeht:

Die Funktion `funktion2` hat zwei Eingangsparameter:

`funktion2(_ ; _)`

Der zweite Eingangsparameter stammt von der Quelle `c`

`funktion2(_ ; c)`,

der erste stammt von der Funktion `funktion1`; diese hat im Beispiel ebenfalls zwei Eingangsparameter:

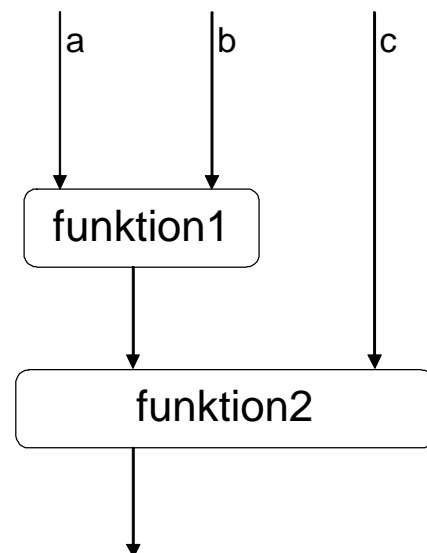
`funktion2(funktion1(_ ; _) ; c)`

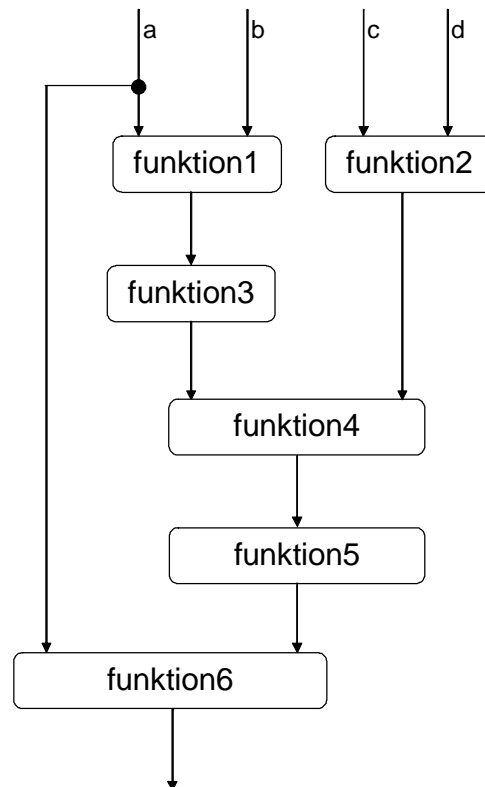
Die Funktion `funktion1` hat als Eingangsparameter die Quellen `a` und `b`:

`funktion2(funktion1(a ; b) ; c)`

Am Ende dürfen nur noch Quellen als Parameter in Erscheinung treten.

An einem etwas aufwändigeren Beispiel soll die Bildung der zugehörigen Termnotation nochmals veranschaulicht werden. Das hier allgemein formulierte Modell taucht in ähnlicher Form bei der Berechnung des Endkapitals aus Grundwert, Zinssatz sowie Beginn und Ende des Zinszeitraums auf (vgl. Abschnitt „Verzweigung im Datenfluss“).





`funktion6(a ; funktion5(funktion4(funktion3(funktion1(a ; b)) ; funktion2(c ; d))))`

Auch bei diesem Beispiel beginnt man bei der Bildung der Termnotation am besten mit der funktion6. Die Verteilung des Datenflusses von der Quelle a erkennt man in der Termnotation am zweimaligen Vorkommen der Quelle a im vollständigen Term.

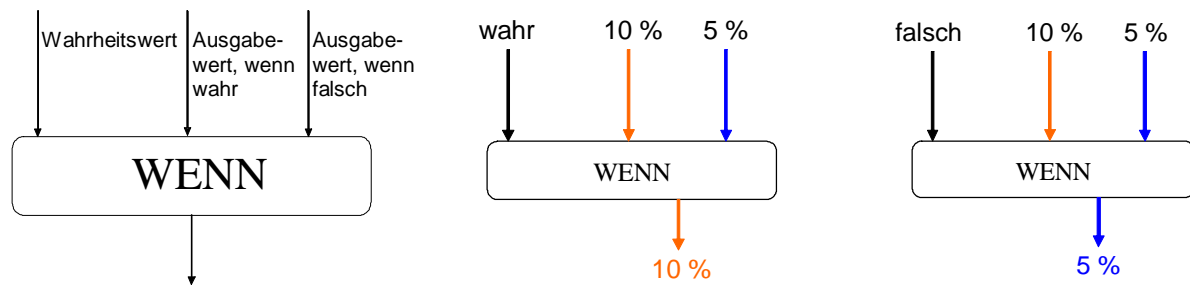
Die Termnotation eines funktionalen Modells ist vor allem bei der Implementation mit einem Tabellenkalkulationssystem wichtig. Hier lässt sich eine aufwändige Berechnung in einem einzigen Term umsetzen.

Bedingte Funktionen und logische Funktionen

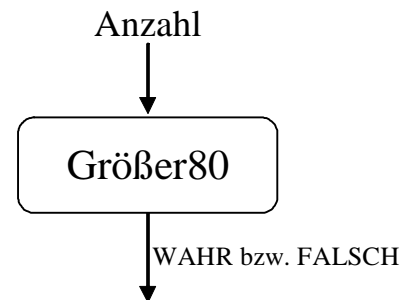
Bei Berechnungen tritt oftmals die Situation auf, dass der Ergebniswert der Funktion von einer bestimmten Bedingung abhängt, etwa bei Aufgabenstellungen zum Mengenrabatt: „In einer Werbeaktion verspricht eine Firma beim Kauf von mehr als 80 Exemplaren einen Rabatt von 10 %, ansonsten werden 5 % gewährt“.

Diese Situation lässt sich im funktionalen Modell mit einer bedingten Funktion, auch WENN-Funktion genannt, darstellen. Die WENN-Funktion hat drei Eingangsparameter: einen Wahrheitswert und zwei alternative Werte für die Ausgabe. Je nachdem, ob der Wahrheitswert WAHR oder FALSCH ist, nimmt der Ausgabewert den Wert der 1. oder 2. Alternative an. Auch bei der WENN-Funktion ist die Reihenfolge der Parameter von Bedeutung.

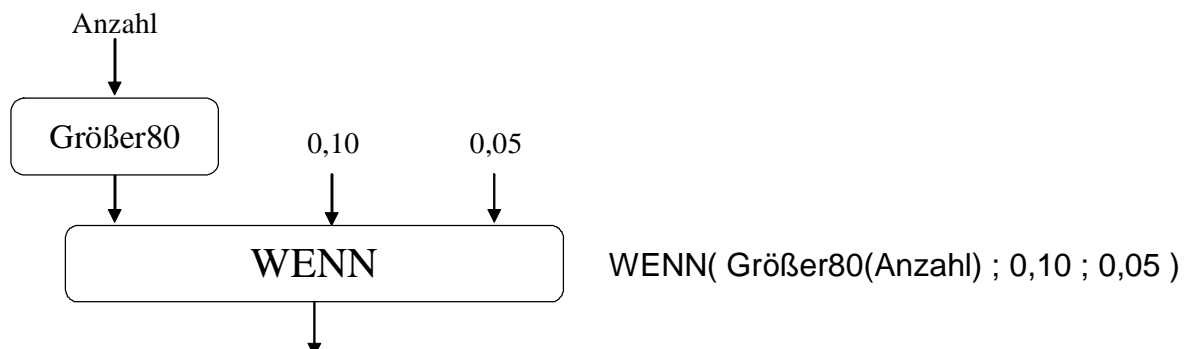
`WENN(Wahrheitswert ; AlternativeBeiWahr ; AlternativeBeiFalsch)`



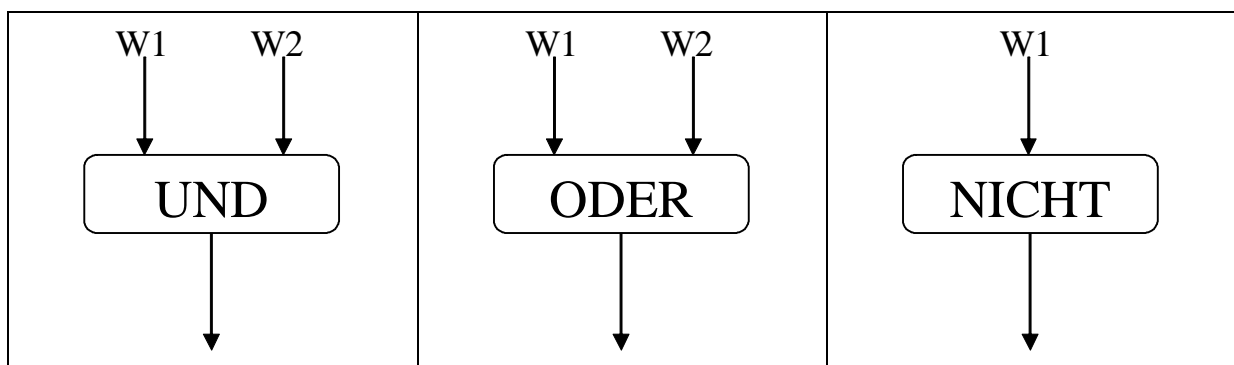
In der Regel stammt der Eingangs-Wahrheitswert einer WENN-Funktion vom Ausgang einer Aussagefunktion. Aussagefunktionen sind Funktionen mit beliebigen Eingangsparametern, die als Ausgabewert einen Wahrheitswert liefern. Die Verarbeitungsvorschrift dieser Aussagefunktionen ist meist durch einen logischen Ausdruck definiert. In dem Beispiel der Werbeaktion wird eine Aussagefunktion **Größer80** durch den logischen Ausdruck „Anzahl > 80“ festgelegt, wobei „Anzahl“ der formale Eingangsparameter ist. Der Ausgabewert ist ein Wahrheitswert, nämlich WAHR bzw. FALSCH.



Die Erzeugung des Wahrheitswertes muss deutlich von dessen Verwendung in der WENN-Funktion getrennt werden. Das Mengenrabatt-Beispiel stellt sich als Datenflussdiagramm bzw. in Termnotation folgendermaßen dar:



Die logischen Operatoren UND, ODER und NICHT lassen sich in diesem funktionalen Modell ebenfalls sehr einfach durch logische Funktionen wiedergeben. Bei allen sind die Eingangsparameter vom Typ Wahrheitswert.



Die Verarbeitungsvorschriften dieser logischen Funktionen sind durch Entscheidungstabellen festgelegt.

UND

W1	W2	Ausgabewert
WAHR	WAHR	WAHR
WAHR	FALSCH	FALSCH
FALSCH	WAHR	FALSCH
FALSCH	FALSCH	FALSCH

ODER

W1	W2	Ausgabewert
WAHR	WAHR	WAHR
WAHR	FALSCH	WAHR
FALSCH	WAHR	WAHR
FALSCH	FALSCH	FALSCH

NICHT

W1	Ausgabewert
WAHR	FALSCH
FALSCH	WAHR

Die WENN-Funktion der funktionalen Modellierung darf nicht mit der bedingten Anweisung als Kontrollstruktur der ablauforientierten Modellierung verwechselt werden, auch wenn sich die Notationen oft ähneln. Die bedingte Anweisung entscheidet, auf welche Art der Ablauf fortgesetzt wird, die bedingte Funktion berechnet unterschiedliche Werte aufgrund einer Bedingung.

Tabellenkalkulationssystem

„Eine Tabellenkalkulation ist eine Art funktionales Modell.“⁷

Für die Umsetzung funktionaler Modelle werden Werkzeuge benötigt, die eine ausreichende Anzahl an vordefinierten Funktionen bieten und Datenflüsse leicht festlegen lassen. Solche Werkzeuge sind Tabellenkalkulationsprogramme. Bei diesen können Grundrechenarten mit vordefinierten Funktionen kombiniert werden, so dass sich vielfältige Möglichkeiten ergeben. Durch Zellreferenzen sind auch die Datenflüsse einfach abbildbar.

Die Dokumente eines Tabellenkalkulationssystems enthalten Rechenblätter. Ein Rechenblatt besteht aus Zellen, die in Zeilen und Spalten angeordnet sind. Die Zeilen werden üblicherweise mit Zahlen benannt, die Spalten mit Buchstaben. Die Position jeder Zelle wird mit der Kombination aus zugehörigem Spaltenbuchstaben und Zeilennummer bestimmt. Ein Rechenblatt enthält zumindest Objekte der Klassen ZELLE, ZEILE und SPALTE. Jede Zelle gehört zu genau einer Zeile und zu genau einer Spalte. Umgekehrt enthält eine Zeile wie auch eine Spalte mehrere Zellen.

⁷ Rumbaugh u. a., Objektorientiertes Modellieren und Entwerfen, Carl Hanser Verlag, 1993, S. 149

Ein Rechenblatt enthält eine Vielzahl von Objekten der Klasse ZELLE. Das wichtigste Attribut dieser Klasse ist der Zellwert; er umfasst die vom Benutzer eingegebenen Zeichen oder ist das Ergebnis einer Berechnung. Das Tabellenkalkulationsprogramm versucht, bei der Eingabe den Datentyp zu erkennen, und führt in manchen Situationen (z. B. Datum, Prozent) eine Umwandlung durch. Bearbeitet werden kann der Zellwert normalerweise im Bearbeitungsfeld, oft aber auch unmittelbar in der Zelle. Der Wert des Attributs Zellwert ist im ersten Moment nur eine Folge von Zeichen (z. B. 12,45 oder Rabattsatz oder wahr oder 1.2.06). Wie diese Zeichen verwendet/interpretiert werden, ob als Text, Zahl, Tagesdatum oder Sonstiges, wird durch das Attribut Datentyp festgelegt. Dieser bestimmt, welche Werte das Attribut Zellwert annehmen darf und dementsprechend welche Operationen (Rechenverfahren) zur Verfügung stehen. Übliche Datentypen sind ZAHL, TEXT, ZEITANGABE und WAHRHEITSWERT. Das Attribut Format legt fest, in welcher Form der Inhalt in der Zelle dargestellt wird. Beim Zahlenformat ist dies z. B. die Anzahl der Vor- und Nachkommastellen, bei einer Zeitangabe das Format des Tagesdatums (z. B. 1.8.07 oder 1. August 2007). Das Attribut Format bezieht sich auf das Gesamtformat einer Zelle. Es ist vom Format eines einzelnen Zeichens der Zelle zu unterscheiden. Objekte der Klasse ZEICHEN haben die üblichen Attribute wie z. B. Schriftgröße, Schriftfarbe, Kursiv und Fett; deren Werte lassen sich für jedes Zeichen in der Zelle einzeln ändern.

Wie bereits angesprochen, kann der Wert des Attributs Zellwert eine vom Benutzer eingegebene Konstante oder das Ergebnis der Berechnung einer Bearbeitungsvorschrift sein. Im zweiten Fall wird der zugehörige Rechenterm im Attribut Formel hinterlegt, im ersten Fall ist dieses Attribut leer.

Der Benutzer eines Tabellenkalkulationsprogramms kann wahlweise den Zellwert oder die Formel einer Zelle anzeigen lassen. Hierzu verfügt die Zelle über die Methoden ZellwertAnzeigen() bzw. FormelAnzeigen().

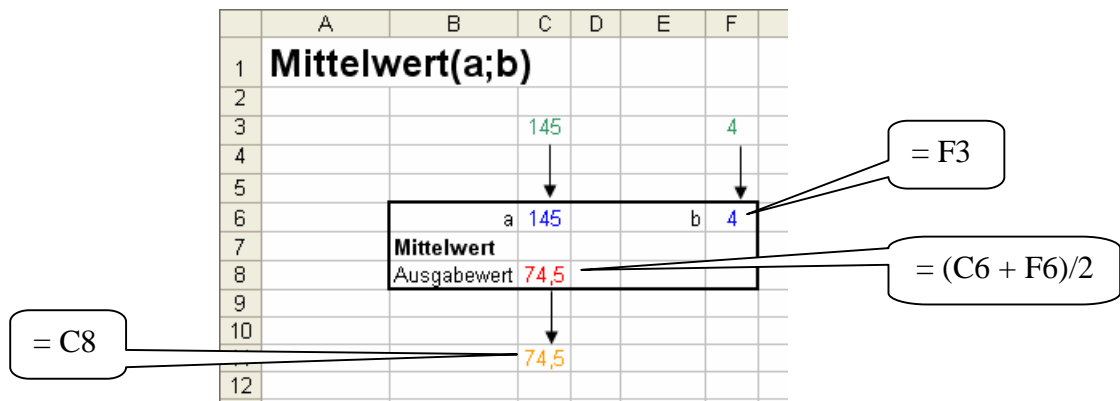
ZELLE
Zellwert Datentyp Format Formel HintergrundFarbe MusterArt MusterFarbe ... RahmenArt RahmenFarbe
ZellwertAnzeigen() FormelAnzeigen()

Ein funktionales Modell lässt sich als Datenflussdiagramm im Rechenblatt eines Tabellenkalkulationssystems anschaulich darstellen und umsetzen. Die Zellenattribute ermöglichen, das Rechteck für die Funktion zu zeichnen (die meisten Produkte erlauben leider nur nicht abgerundete Rechtecke). Zur Darstellung der Datenflüsse verwendet man Pfeile, diese liegen bei den meisten Produkten als Objekte der Klasse ZEICHENFIGUR vor.

Bei der Implementation in ein Rechenblatt werden die Elemente des funktionalen Modells nach folgenden Regeln abgebildet:

- Quellen durch vom Benutzer eingegebene Konstanten,
- Datenflüsse durch eine einfache Zellreferenz in der Zielzelle,
- Verarbeitungsvorschriften durch Formeln (Rechenterme) und
- Eingangsparameter in der Verarbeitungsvorschrift durch Zellreferenzen.

Bei den meisten Rechenblättern wird in einer berechneten Zelle mit dem Abschluss der Formeleingabe automatisch eine Neuberechnung gestartet. Bei der eingegebenen Funktion und allen davon im Datenfluss abhängigen Funktionen wird der aktuelle Ausgabewert neu berechnet und jeweils im Attribut Zellwert gespeichert.



Beim einfachen Beispiel „Mittelwert“ sind die Quellen die Inhalte der Zellen C3 und F3.

Zellbezüge werden in zwei Situationen verwendet:

- a) zur Herstellung von Datenflüssen mit der einfachen Formel „= Zellenbezug“.

Beispielsweise wird der Datenfluss von F3 nach F6 durch eine einfache Zellenreferenz in der Zelle F6 realisiert. Im Attribut Formel der Zielzelle F6 ist als Term nur F3 eingetragen.

- b) als formale Parameter in einer Verarbeitungsvorschrift

Die Zellen C6 und F6 sind die Eingangsparameter der Funktion „Mittelwert“. Die Verarbeitungsvorschrift (Formel) der Funktion wird mit Hilfe der Zellenbezüge auf die Eingangsparameter formuliert und lautet $(C6 + F6)/2$.

Die Senke C11 bezieht ihren Wert durch einen Datenfluss aus dem Ausgangswert C8 der Funktion.

Die Position jeder Zelle und damit der Zellenbezug wird mit der Kombination aus zugehörigem Spaltenbuchstaben und Zeilennummer bestimmt. Bei allen Tabellenkalkulationsprogrammen gibt es zwei Arten, die Zellenbezüge zu formulieren:

- a) relative Adressierung: durch Angabe des Spaltenbuchstaben und der Zeilennummer ohne weitere Zusätze.

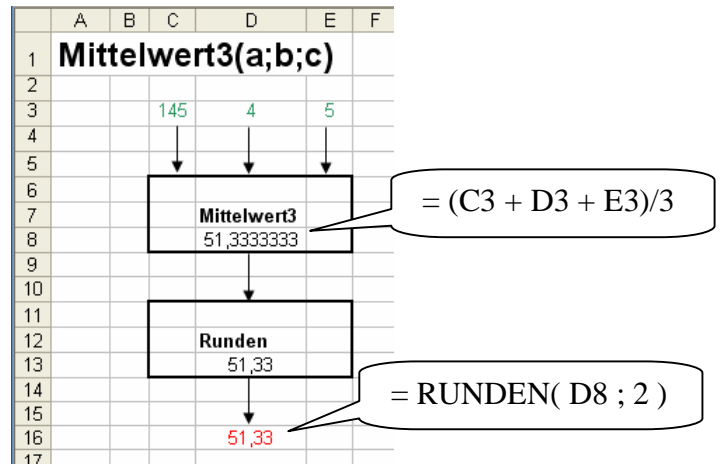
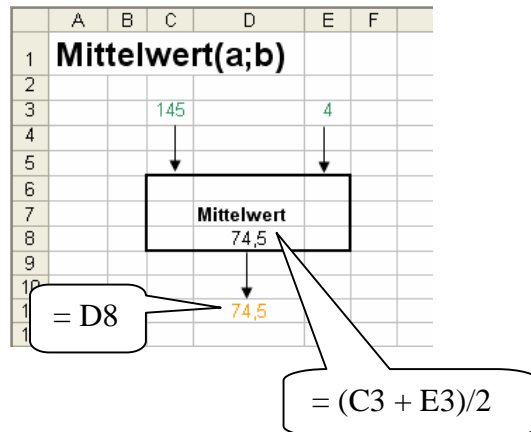
Beim Kopieren einer Formel von einer Zelle in eine andere Zelle werden die Zellbezüge automatisch der Position der Zielzelle angepasst. Kopiert man beim obigen Beispiel die Formel aus der Zelle C8 in die Zelle H10, so wird aus „ $(C6 + F6)/2$ “ automatisch in H10 die Formel „ $(H8 + K8)/2$ “, d. h., die Formel wird relativ zur neuen Lage umformuliert. Dieses Verhalten ist beim Kopieren von ganzen Funktionen bzw. Formeln sowie beim Einfügen bzw. Entfernen von Zeilen oder Spalten von Vorteil. Meist wird die relative Schreibweise von Zellbezügen verwendet.

- b) absolute Adressierung: durch Voranstellen eines \$-Zeichens vor den Spaltenbuchstaben oder der Zeilennummer.

Die mit \$ gekennzeichnete Spalten- oder Zeilenkennung bleibt beim Kopieren der Formel und beim Einfügen/Löschen von Zeilen/Spalten unverändert. Zum Beispiel wird aus „ $C16 + F16 + G10$ “ in der Zelle C20 beim Kopieren in die Zelle H10 die Formel „ $C6 + F16 + L10$ “. Bei der Umsetzung funktionaler Modelle findet diese Schreibweise manchmal bei Zellbezügen für Datenflüsse von Quellen bzw. zu Senken sowie bei Verteilern Verwendung.

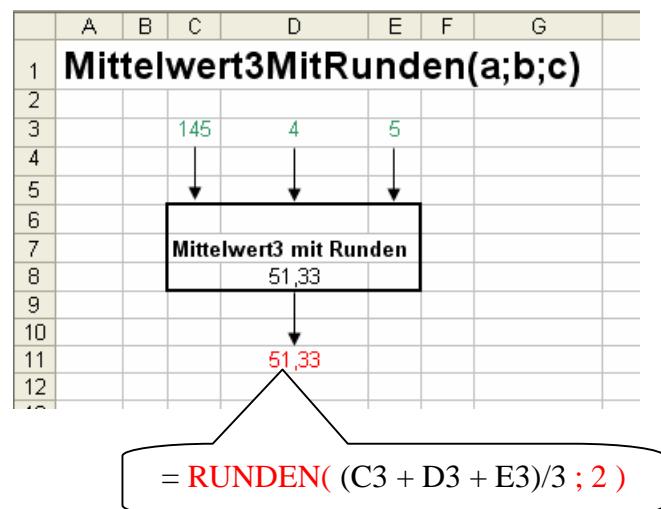
In den ersten Unterrichtsstunden bewährt sich diese ausführliche Darstellung des Datenflussdiagramms. Durch die Trennung zwischen Datenfluss, Funktion und Festlegung der Formel

wird deutlich, dass die Verarbeitungsvorschrift der Funktion mit Eingangsparametern formuliert werden muss. In den folgenden Stunden wird man den zum Datenfluss gehörenden Zellenbezug in die Eingangsparameter der Formel integrieren.



Stellt man das funktionale Modell in Termnotation dar bzw. bildet man aus dem Datenflussdiagramm die entsprechende Termnotation, dann lässt sich die gesamte Berechnung in wenigen Formeln bewerkstelligen. Dieser Weg über das detaillierte Datenflussdiagramm zum kompakten Berechnungsterm erlaubt es den Schülern sehr schnell, entsprechend komplizierte Berechnungen effizient umzusetzen.

Der Einführung an einfachen Beispielen müssen im Unterricht viele Beispiele aus dem „täglichen Leben“ folgen, wobei auch häufig von den eingebauten Funktionen des Tabellenkalkulationssystems Gebrauch gemacht wird. An diesen Beispielen vertiefen und erweitern die Schüler ihre Fähigkeiten zum funktionalen Modellieren, d. h. zum Denken in Teilsystemen und deren Zusammenwirken zu einem großen System.



Werkzeuge zur unterrichtlichen Umsetzung

Alle Tabellenkalkulationsprogramme, die im Rahmen von Office-Paketen ausgeliefert werden, sind für die unterrichtliche Umsetzung geeignet; die neuesten Versionen der Produkte sind nicht unbedingt erforderlich.

Gängige Produkte sind MS Excel (Teil von Microsoft Office), StarOffice Calc (Teil von SUN StarOffice; für bayerische Schulen kostenlos), CALC (Teil von OpenOffice; freie Software) und PlanMaker (Teil von SoftMaker-Office).

2.1.2 Unterrichtskonzept

Für die Behandlung des Lehrplankapitels „Inf 9.1 Funktionen und Datenflüsse; Tabellenkalkulationssysteme“ wird folgender Aufbau einer Unterrichtssequenz vorgeschlagen:

- Organisatorisches;
Wiederholung und Modellieren in der Informatik (1 Stunde)
- Prozesse und Teilprozesse; Funktion als verarbeitender Prozess (1 Stunde)
- Funktion, Parameter, Daten, Datenfluss;
Implementierung als Rechenblatt; Zelle, Datentyp, berechnete Zelle (3 Stunden)
- Zusammenfassung von Funktionen, Termnotation (3 Stunden)
- Verzweigung im Datenfluss, umfangreiche Beispiele (3 Stunden)
- Vordefinierte Funktionen in einem Tabellenkalkulationssystem, umfangreiche Beispiele (3 Stunden)
- Zusammengesetzte Daten (1 Stunde)
- Bedingte Funktionen, logische Funktionen (3 Stunden)

Organisatorisches; Wiederholung und Modellieren in der Informatik (1. Stunde)

In der Jahrgangsstufe 9 gewinnt das Modellieren merklich an Bedeutung. Deshalb ist es sinnvoll, neben der Wiederholung von Inhalten der Unterstufe zunächst den Vorgang des Modellierens anhand eines Beispiels aus der Erfahrungswelt den Schülern gegenwärtig zu machen. Ziel der Stunde ist die Erkenntnis, dass unabhängig von der jeweiligen Situation der Ablauf einer Modellierung immer gleich ist: Aus einem **realen System** ist durch Maßnahmen wie Abgrenzung, Abstraktion und gegebenenfalls Idealisierung zuerst ein **abstraktes Modell** zu gewinnen, um dieses dann mit informatischen Grundkonzepten in ein **reales, durch geeignete Mittel dargestelltes Modell** zu überführen (vgl. Kapitel 1.1.2).

Ziel der Stunde ist es nicht, den Schülern eine theoretische Abhandlung zu vermitteln, sondern beispielhaft die grundsätzlichen Vorgehens- und Denkweisen beim Modellieren zu veranschaulichen. Dies sollte im Rahmen eines themenbezogenen Unterrichtsgesprächs erfolgen, in das die Schüler ihre bisherigen „intuitiven“ Erfahrungen zum Modellieren einbringen.

Impulse zum Einstieg:

Wieso konnten die Ingenieure bei der Entwicklung des neuen Airbus 380 so sicher sein, dass dieses Flugzeug bei seinem ersten Testflug auch wirklich fliegt? Was gab ihnen die Sicherheit, dass die Form der Tragflügel richtig war? Wie konnten sie schon vorher feststellen, dass die Kraft der Turbinen für einen Flug ausreicht?

Oder: Wie können Ingenieure bei der Entwicklung eines neuen Automodells bereits zu Beginn abschätzen, wie hoch der Kraftstoffverbrauch sein wird?

Es wird deutlich, dass inzwischen leistungsfähige Modelle am Computer die früher üblichen gegenständlichen Modelle weitgehend abgelöst haben. Sogar das Strömungsverhalten an den Flügeln bzw. der Karosserie kann am Rechner – ohne Windkanal – simuliert werden.

An einem Beispiel aus dem Alltag der Schüler wird nun das Grundprinzip des Modellierens näher betrachtet. Es soll die Antwort auf die Frage gefunden werden, welche Schritte nötig sind, um die reale Situation in einem Computerprogramm abzubilden, und welche Rückschlüsse sich aus dem Ablauf des Programms gewinnen lassen. Das gewählte Beispiel, an dem das Prinzip des Modellierens dargestellt wird, muss den Schülern soweit bekannt sein, dass eine Analyse ohne größere Vorbereitung möglich ist. Es sollte durch die Lehrkraft schon soweit vorbereitet sein, dass bereits ein einfaches passendes Computerprogramm zur Simulation zur Verfügung steht und die Schüler dieses durch Variation der Parameter am Ende der Unterrichtsstunde einsetzen können.

Im Folgenden wird der Vorgang der Modellierung am Beispiel „Kassen im Supermarkt“ dargestellt (vgl. Simulation_Warteschlange.jar):

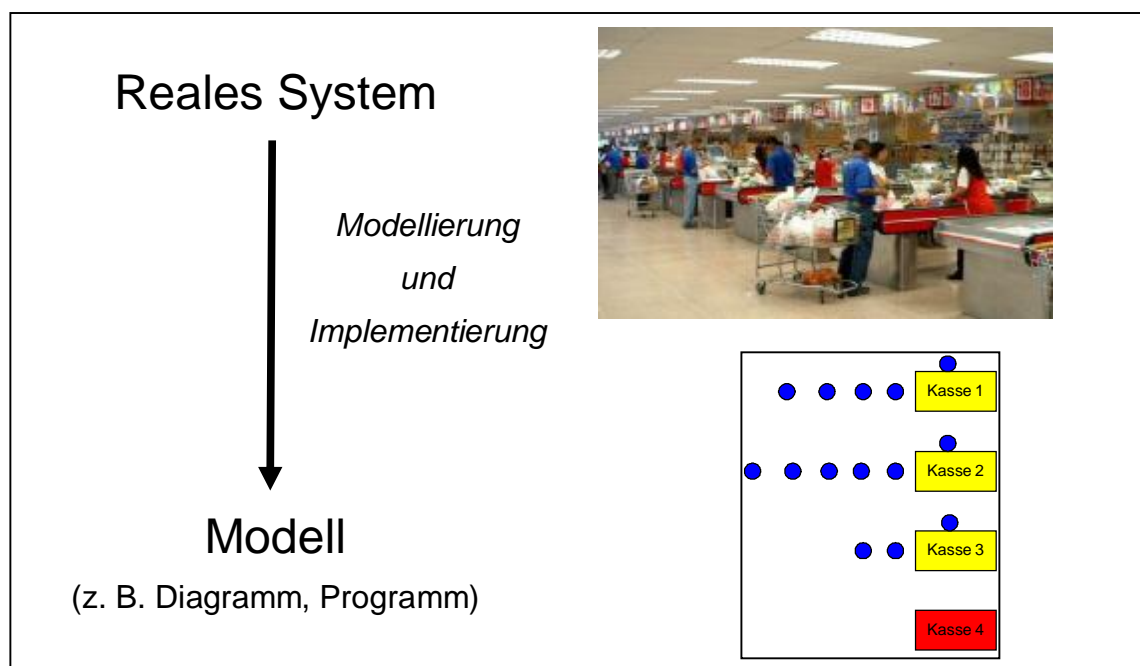
Basierend auf empirisch ermittelten Einflussfaktoren möchte ein Supermarkt die Entwicklung der Warteschlangen vor den Kassen mit einem Computerprogramm simulieren, um darauf kundengerechter, durch Öffnen von zusätzlichen Kassen, reagieren zu können. Aus Wirtschaftlichkeitsgründen soll jedoch auch die Anzahl der offenen Kassen möglichst gering gehalten werden. Eine „erträgliche“ Länge der Warteschlange – je nach Tageszeit, Saison oder Sonderverkaufsaktion – wird angestrebt.

Impulse:

In welcher Form kann man die Situation der Warteschlangen am Computer darstellen? Was ist von den Personen und den Dingen im Kassenbereich von Bedeutung, wenn es nur um die Wartedauer geht?

Die Schüler erarbeiten erfahrungsgemäß eine einfache graphische Bildschirmdarstellung der einzelnen Kassen, z. B. als Rechtecke, wobei die geöffneten Kassen von den geschlossenen farblich unterschieden werden. Ein komfortables Programm wird die wartenden Kunden als kleine Punkte darstellen, ein einfacheres deren Anzahl nur durch eine Zahlenangabe. In Zeitschritten werden die Werte angezeigt.

Hefteintrag 1. Teil (Grundlage: passendes Arbeitsblatt mit Bildern, vgl. Arbeitsblatt_Modellieren.doc):



Im Folgenden erarbeiten die Schüler am konkreten Beispiel die einzelnen Schritte der Modellierung. Dabei ist nicht die Theorie der Begriffe das Ziel, sondern die Entwicklung

eines Gespürs für den Vorgang des Modellierens. Nicht die Fachbegriffe, sondern die damit verbundenen Handlungsfelder sind wichtig. Die Schüler überlegen, welche unterschiedlichen Vorgehensweisen bei der Modellierung zusammenwirken.

Mögliche Ideen und Argumente zu den einzelnen Schritten bei der Modellierung des Supermarktes sind im Folgenden exemplarisch aufgeführt und sollen nur einen Anhaltspunkt für die Lehrkraft darstellen.

Abgrenzung gegen die Umwelt

Beschränkung auf den Kassenbereich; die örtliche Lage des Supermarkts ist genauso wie die Stadt, in der sich der Supermarkt befindet, nicht von Interesse; ohne Bedeutung ist auch, wie die Kunden zum Kassenbereich kommen.

Abstraktion

Kunden, Kassen, Warteschlangen sowie das Eintreten von Kunden in den Kassenbereich sind wesentlich. Der Fußboden des Kassenbereichs ist bei dieser Aufgabenstellung ebenso unwichtig wie z. B. die Anordnung oder das Vorhandensein der Fenster.

Idealisierung

Von den Kunden spielen z. B. Körpergewicht, Alter und Name keine Rolle; wichtig bei den Kunden ist jedoch die Wartezeit.

Bei einer Kasse findet deren Oberflächenbeschaffenheit oder der Name der Kassiererin keinen Eingang in das Modell; jedoch ist die durchschnittliche Bediendauer an einer Kasse von Bedeutung.

In einer graphischen Darstellung des Modells erscheinen die Kunden vielleicht nur noch als Punkte, die Kassen als Rechtecke, die Warteschlange als eine Reihe von Punkten usw.

Aggregation

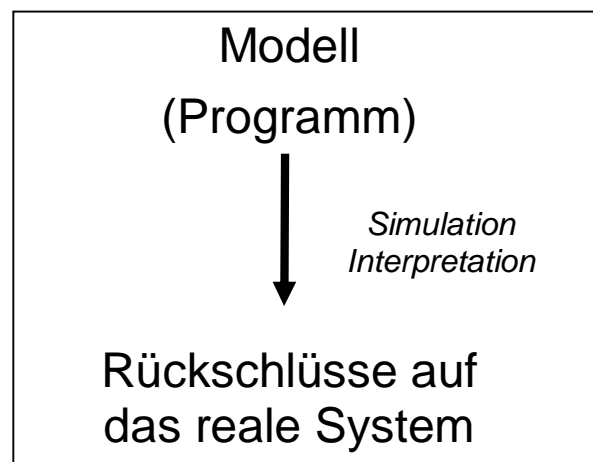
Man unterscheidet nicht mehr jeden Kunden und jede Kasse einzeln, vielmehr untersucht man die Eigenschaften und Fähigkeiten aller Kunden gemeinsam; man bildet jeweils eine Klasse KUNDE, KASSE, WARTESCHLANGE, KASSENBEREICH und betrachtet deren Verhalten.

Strukturanalyse

Eine Warteschlange enthält Kunden; ein Kunde wird an einer Kasse bedient; ein Kunde reiht sich in eine Warteschlange ein.

Das abstrakte Modell kann auf verschiedene Weisen in einer Darstellungsform (Repräsentation) als **reales Modell** niedergelegt werden. In der Informatik verwendet man hierzu unterschiedliche graphische Darstellungsformen. Eine Art der graphischen Darstellung haben die Schüler in der Unterstufe schon mit den Klassendiagrammen erfahren. Eine andere Art des realen Modells stellt die **Implementierung** des Modells mit einem Informatiksystem dar, zum Beispiel als Programm.

Hefteintrag 2. Teil (als Fortsetzung der obigen Graphik):



Impulse:

Von welchen Faktoren hängt das Entstehen von Warteschlangen und deren Länge ab? Auf welche Art beeinflussen diese Faktoren die Länge der jeweiligen Warteschlangen? Wie wird man das zeitliche Verhalten untersuchen? Welche Informationen kann die Geschäftsleitung aus der vorgesehenen Simulation gewinnen? Sind die ursprünglichen Fragen der Geschäftsleitung beantwortbar?

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

Simulation

Für die Geschäftsleitung des Supermarkts werden sicher die Gesamtlänge aller Warteschlangen, die maximale Länge einer Warteschlange und deren durchschnittliche Länge von Bedeutung sein.

Bei der Simulation wird man das Verhalten der Warteschlangen in einem vorgegebenen Zeittakt, z. B. zehn Sekunden, immer wieder neu errechnen und darstellen lassen. Die Anzahl der Personen in einer Warteschlange wird unter anderem beeinflusst

- von der durchschnittlichen Ankunft neuer Kunden,
- von der Anzahl der offenen Kassen und
- von der durchschnittlichen Bedienzeit an der Kasse, die sowohl von der Menge der gekauften Waren als auch vom Arbeitstempo des Kassenpersonals abhängt.

Es kommen nicht immer in jedem Zeitschritt gleich viele Personen an die Kassen und nicht jeder braucht gleich lange an der Kasse. Die Zahl der Kunden wird durch einen Zufallsgenerator gesteuert,

- der zufällig Kunden in den Kassenbereich eintreten lässt (im Umfang der durchschnittlichen Ankunft),
- der zufällig Kunden einer Warteschlange vor einer Kasse zuordnet und
- der die Bediendauer an der Kasse in einem Zeitbereich schwanken lässt.

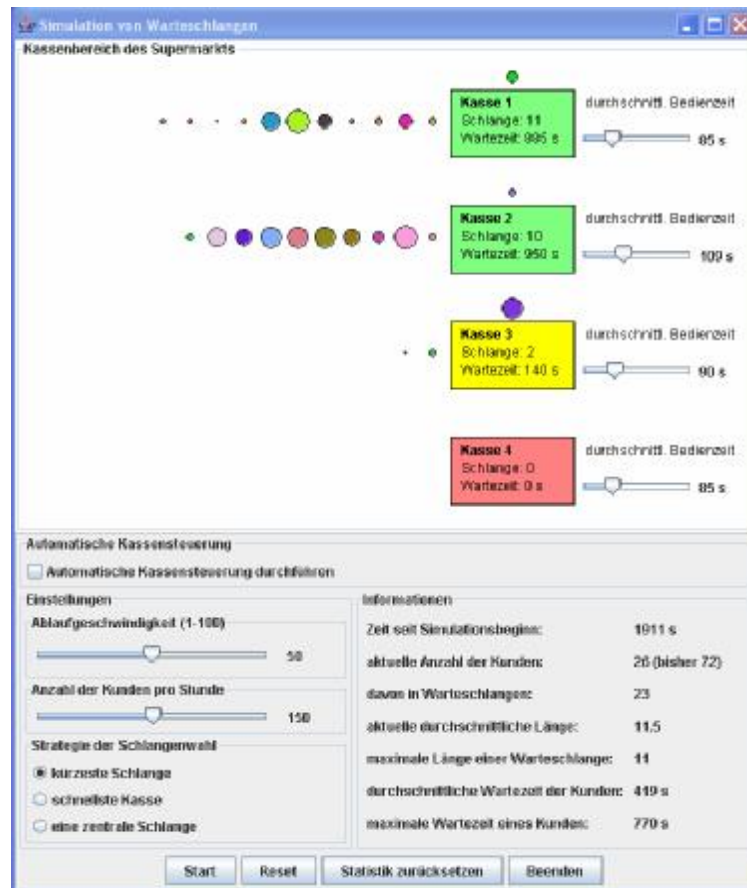
Die Geschäftsleitung wird „experimentell“ für diese Einflussfaktoren Werte erheben, z. B. die „durchschnittliche Ankunft von 6 Kunden pro Minute“. Diese Zahl hängt sicherlich von der Tageszeit sowie dem Wochentag ab und beeinflusst damit die Simulation. Aus diesen Daten kann nun mit dem Modell die Kassenbesetzung für eine „optimale Warteschlange“ ermittelt werden.

Arbeit am Computer:

Die Schüler starten ein zum besprochenen Beispiel passendes Programm (hier: Simulation_Warteschlange.jar). Das Programm sollte durch die Schüler einfach bedient werden können. Durch Verändern entsprechender Parameter ziehen die Schüler Rückschlüsse auf das Verhalten des realen Systems.

Bildschirmansicht eines Programms zur Warteschlangensimulation:

Die Kassen sind als Rechtecke dargestellt (grün = offene Kasse; rot = geschlossene Kasse; gelb = schließende Kasse, ohne weitere Kundenannahme); die Kunden sind als Kreise wiedergegeben, deren Radius die Menge der gekauften Waren kennzeichnet.



Zwei wichtige Parameter werden in der Praxis experimentell bestimmt und dann im Programm eingestellt:

- Anzahl der Kunden pro Stunde
Man bestimmt die Anzahl der Kunden, die in einer bestimmten Zeit den Kassenraum betreten und rechnet diesen Wert auf eine Stunde hoch.
- durchschnittliche Bedienzeit für einen Kunden (für jedes Mitglied des Kassenpersonals)
Man misst die Zeit, die das Kassenpersonal zum Bedienen (Eintippen der Artikel und Kassieren) einer bestimmten Anzahl von Kunden benötigt. Daraus errechnet man die durchschnittliche Bedienzeit für einen Kunden (= Arbeitstempo des Kassenpersonals).

Die Schüler können diese beiden Parameter verändern und interaktiv Kassen öffnen oder schließen.

Das eingesetzte Simulationsprogramm sollte von der Bedienführung und der Komplexität so gestaltet sein, dass die Schüler am Ende der Jahrgangstufe 10 in der Lage sind, ein ähnliches Programm selbst zu erstellen.

Prozess und Teilprozesse; Funktion als verarbeitender Prozess (2. Stunde)

Die Schüler lernen, dass es zum Verständnis von komplexen Prozessen günstig ist, diese in Teilprozesse zu zerlegen und zu untersuchen, wie die Materialien von einem zum anderen Teilprozess fließen. Es ist nicht das Ziel der Stunde, einen Prozess in seiner fachlichen Kor-

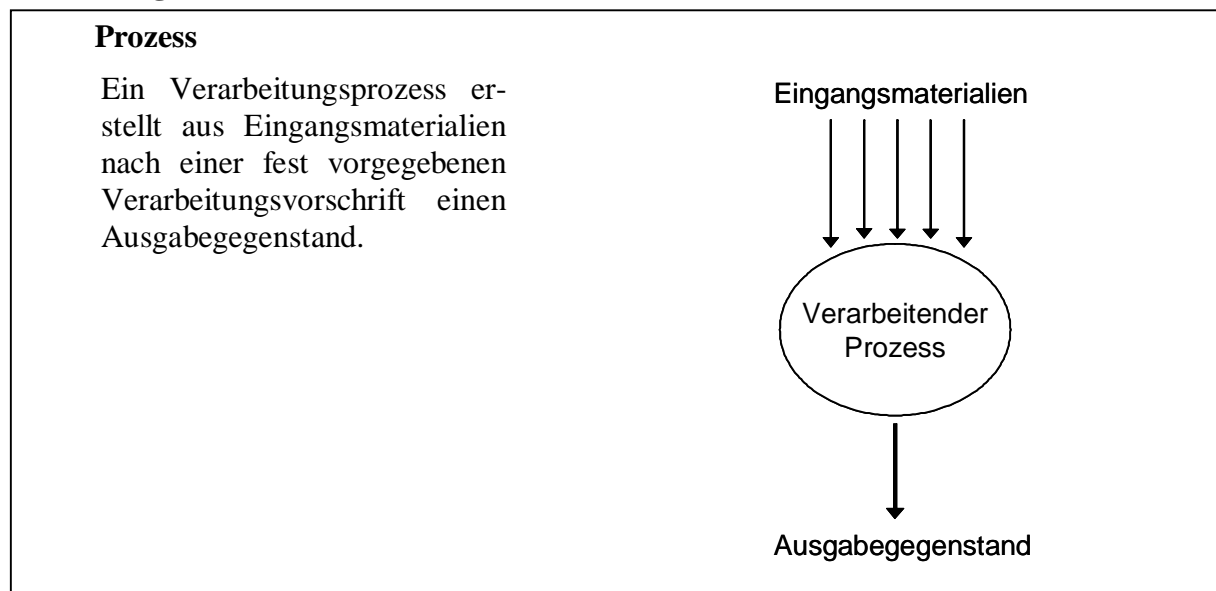
rektheit zu analysieren, sondern die Schüler sollen ein Verständnis für das Denken in Prozessen und Datenflüssen zwischen den Prozessen gewinnen.

Beispiele aus der Industrie (Fertigungsprozesse) bieten einen motivierenden, praxisbezogenen Einstieg in die Thematik. Das Grundkonzept der Zerlegung in Teilprozesse, der Datenfluss zwischen den Teilprozessen und die Beschreibung eines Teilprozesses als Funktion werden hier intuitiv deutlich.

Als Anknüpfung an die Vorstunde wird als Thema „die Modellierung von komplexen Herstellungsprozessen“ aus der Industrie aufgegriffen.

An dieser Stelle wird nur der Herstellungsprozess als Ganzes betrachtet. Die Schüler nennen ihnen bekannte Prozesse und führen einige der benötigten Eingangsmaterialien dafür auf. Als Beispiele eignen sich etwa die Produktion eines Autos, die Montage eines Computers, die Herstellung einer Waschmaschine oder anderer Elektrokleingeräte; Anschauungsmaterial hierfür findet man z. B. mit der Bildersuche bekannter Suchmaschinen. Die Schüler erkennen, dass die Kenntnis der Eingangsmaterialien alleine noch nicht ausreicht, um damit z. B. ein Auto herstellen zu können. Auch eine genaue Verarbeitungsvorschrift ist nötig.

Hefteintrag:



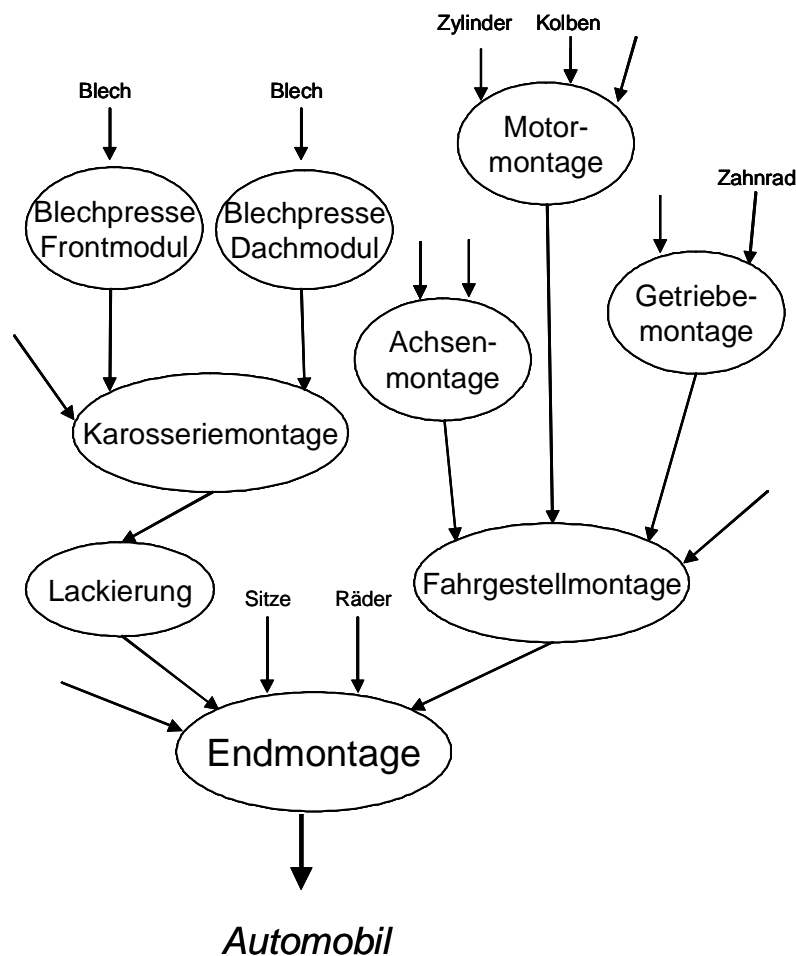
Für die Schüler ist es offensichtlich, dass die Beschreibung des ganzen Prozesses als eine Einheit nahezu unmöglich ist. Insbesondere bei industriellen Fertigungsprozessen ist eine Zerlegung des Gesamtprozesses in Teilprozesse augenscheinlich. Jeder Teilprozess benötigt wiederum Eingangsmaterialien, die von anderen Teilprozessen stammen. Um den gewünschten Verarbeitungsablauf zu gewährleisten, muss der Materialfluss zwischen den Teilprozessen ebenso exakt festgelegt werden, wie auch die Verarbeitung innerhalb der einzelnen Teilprozesse.

Bei einem ausgewählten Prozess wird man beispielhaft einige Teilprozesse herausarbeiten und besprechen, welche Materialien dabei wie fließen. Es bietet sich an, diese Zusammenhänge in einem Diagramm darzustellen. Die verwendeten Symbole sind schon den Darstellungsformen eines Datenflussdiagramms angelehnt.

Impulse (für den gewählten Prozess):

Welche Materialien empfängt bzw. benötigt ein Teilprozess, welche Materialien gibt er an andere Teilprozesse weiter? Welche Materialien fließen von einem Teilprozess zum anderen? Welche Ausgangsmaterialien eines Teilprozesses werden wo weiterverarbeitet, bis das Endprodukt fertig ist?

Tafelbild (mögliches Bild für die Autoproduktion; als projektionsfähiges Bild mit einigen vorgegebenen Teilprozessen eventuell schon vorbereitet, vgl. Arbeitsblatt_Teilprozesse.doc):



Diese Graphik stellt ein mögliches Ergebnis der Überlegungen der Schüler dar. Es sollte nur ein Ausriss aus der Gesamtproduktion sein und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Korrektheit. Das Ergebnis des Unterrichts kann auch deutlich weniger Teilprozesse auf-führen, z. B. nur drei Teilprozesse. Die stattfindenden Materialflüsse sind durch unbeschrif-tete Pfeile angedeutet.

Hefteintrag:

Teilprozesse

Ein Verarbeitungsprozess lässt sich in Teilprozesse zerlegen. Das Ausgabemate-rial eines Teilprozesses „fließt“ als Eingangsmaterial in einen anderen Teilpro-zess.

Im Folgenden übertragen die Schüler den Grundgedanken der verarbeitenden Teilprozesse auf die Informatik. Dabei werden in dieser und den folgenden Stunden die wesentlichen Grund-begriffe eingeführt.

Impulse:

Mit welchen „Materialien“ arbeitet der Informatiker? Was bedeutet EDV?

Ein Schwerpunkt der Informatik ist die Datenverarbeitung. Die Schüler wissen aus dem bis-herigen Informatikunterricht, dass Information zur Weitergabe in eine geeignete Darstellungs-

form gebracht werden muss. Aus der Darstellungsform allein, ohne Kenntnis des Kontexts, kann der Empfänger jedoch nur schwerlich die Information wiedergewinnen.

Impuls:

Was bedeutet die Zahlenfolge 21150?

Mögliche Antworten sind: Postleitzahl, Rechnungsnummer, Preisangabe o. Ä. Es wird herausgearbeitet, dass der Zusammenhang, in dem man die Darstellungsform vorfindet, wesentlich ist, denn daraus lässt sich die Bedeutung der Zahlenfolge erschließen. Damit die richtige Interpretation einer Darstellung möglich wird, benötigt man zusätzlich auch die Bedeutung dieser Darstellung.

Hefteintrag:**Daten**

Daten (Singular Datum) in der Informatik umfassen neben der Darstellungsform einer Information auch deren Bedeutung.

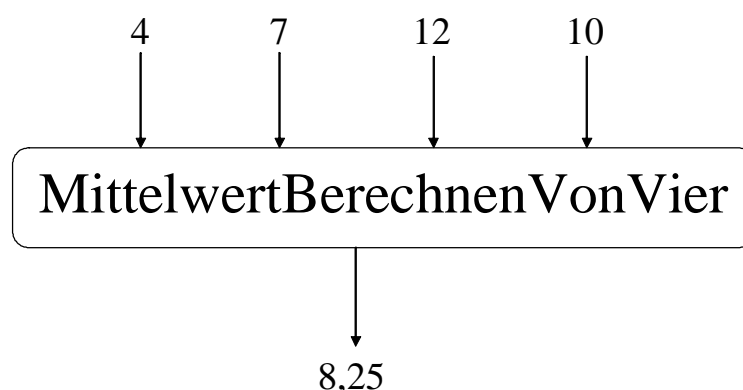
Wenn beispielsweise bekannt ist, dass es sich bei 12,45 um einen Rechnungsbetrag handelt, gelingt die Interpretation wesentlich besser.

Datenverarbeitende Prozesse werden in der Informatik als Funktionen bezeichnet.

Hefteintrag:**Funktion**

Eine Funktion ermittelt aus Eingangsdaten nach einer festgelegten und eindeutigen Verarbeitungsvorschrift (Zuordnungsvorschrift) Ausgabedaten.

Berechnungen in der Mathematik sind ebenfalls Funktionen, d. h. Daten verarbeitende Prozesse. Ein erstes Beispiel kann hier die Mittelwertberechnung von vier Zahlen sein. Die Eingangsdaten sind die vier Zahlen, der Ausgabewert ist der Mittelwert.

Tafelbild:

Funktion, Parameter, Daten, Datenfluss; Implementierung als Rechenblatt; Zelle, Datentyp, berechnete Zelle (3.–5. Stunde)

In diesen drei Stunden wird der Begriff der Funktion, wie er in der Informatik gebräuchlich ist, gefestigt. Die Schüler lernen eine Möglichkeit kennen, Funktionen in einem Rechenblatt zu implementieren und die Rechenmöglichkeiten dieser Software auszunutzen.

In der Vorstunde haben die Schüler als erste Funktion die Mittelwertberechnung von vier Zahlen behandelt; das Tafelbild der Vorstunde sollte möglichst als Projektion vorliegen.

Impulse:

Beschreibe in Worten die Verarbeitungsvorschrift der Funktion „MittelwertBerechnenVonVier“ aus der Vorstunde. Wie ist die Verarbeitungsvorschrift allgemein zu formulieren, wenn man für vier beliebige Zahlen diese Maschine „MittelwertBerechnenVonVier“ verwenden möchte?

An dieser Stelle kann die Modellvorstellung einer „Maschine“ zum Tragen kommen, die aus vier beliebigen Zahlen den Mittelwert berechnet.

Jede Funktion hat einen eindeutigen Bezeichner sowie eine Verarbeitungsvorschrift und benötigt Eingangsdaten zur Verarbeitung. Dieselbe Funktion kann mit unterschiedlichen Eingangswerten verwendet werden. Deshalb werden bei der Festlegung der Funktion die nötigen Eingangsdaten mit allgemeinen Bezeichnern, den formalen Parametern, dargestellt. So benötigt die Funktion „MittelwertBerechnenVonVier“ vier formale Eingangsparameter, wenn sie für vier beliebige Zahlen verwendet werden soll.

Im folgenden Beispiel „Mittelwert von zwei Zahlen“ werden die Parameter mit a und b bezeichnet.

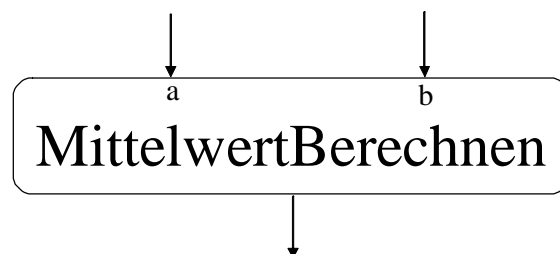
Hefteintrag (Fortsetzung zur Überschrift Funktion):

Jede Funktion hat einen Bezeichner. Die Platzhalter für die nötigen Eingangsdaten heißen formale Eingangsparameter. Sie werden nach dem Funktionsbezeichner innerhalb einer Klammer aufgelistet. Der Bezeichner eines formalen Parameters kann frei gewählt werden, z. B. laenge, zahl1, z, grundpreis.

Für die Funktion gibt es eine graphische und eine textuelle formale Darstellung.

Hefteintrag:

Graphische Darstellung:

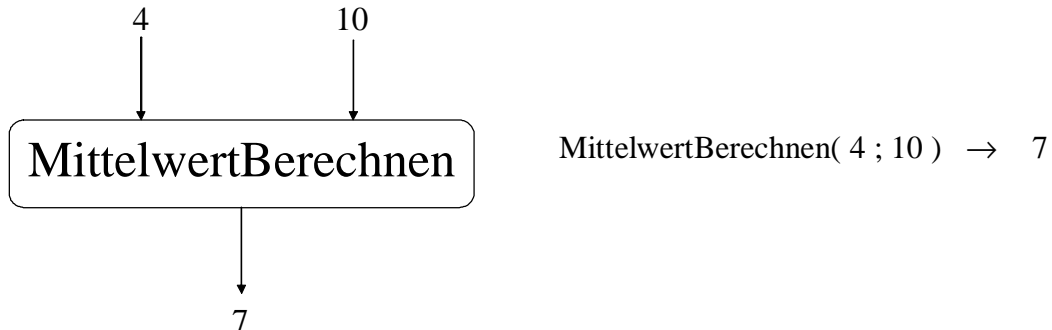


Textuelle Darstellung:

MittelwertBerechnen(a ; b)

Hefteintrag:**Funktionsaufruf**

Beim Aufruf der Funktion werden die formalen Eingangsparameter durch aktuelle Werte ersetzt und damit der Ausgabewert bestimmt.



Die Verarbeitungsvorschrift kann durch eine mathematische Formel, durch eine Zuordnungstabelle, durch eine exakte Beschreibung in einer natürlichen Sprache oder durch einen Programmcode festgelegt sein. Die Berechnungsformeln werden unter Verwendung der Bezeichner der formalen Parameter formuliert.

Impulse:

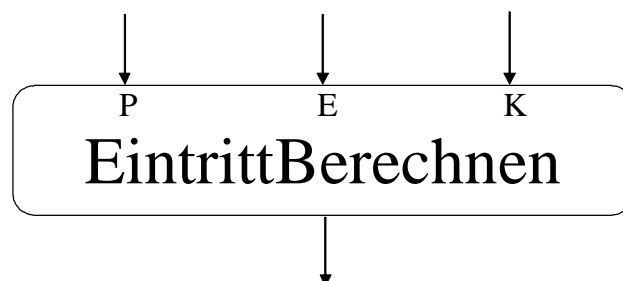
Welche Eingangsparameter benötigt eine Funktion, die den Eintrittspreis in einem Kino berechnet? Wie schaut in diesem Fall exemplarisch eine Verarbeitungsvorschrift aus?

Der Eintrittspreis im Kino hängt meist von der Sitzplatzkategorie und dem Alter des Besuchers ab. Die Verarbeitungsvorschrift ist durch eine Zuordnungstabelle festgelegt, die im Kinovorraum aushängt.

Die Schüler überlegen sich eine Funktion, die den Kinoeintritt für eine Familie berechnet.

Hefteintrag:**Beispiel**

Kinoeintritt für mehrere Personen: Die Eingangsparameter sind P (Preiskategorie), E (Anzahl Erwachsene) und K (Anzahl Kinder).



EintrittBerechnen(2 ; 2 ; 4) → 27

Dieses Beispiel wird in einer späteren Unterrichtsstunde bei der WENN-Funktion erneut aufgegriffen.

Impuls:

Was bedeutet beim Aufruf der Funktion „EintrittBerechnen“ die erste „2“ und was die zweite „2“?

An diesem Beispiel sehen die Schüler, dass die Bedeutung der Parameter bei der Definition der Funktion festgelegt wird und damit die Reihenfolge der aktuellen Parameter beim Aufruf wesentlich ist: „Der erste Wert bedeutet die Preiskategorie, der zweite Wert ...“

Hefteintrag:

Die Reihenfolge der Parameter wird bei der Definition der Funktion festgelegt. Die Zuordnung des aktuellen Parameters zum entsprechenden formalen Parameter ist durch die Position des Wertes in der Reihenfolge bestimmt.

Implementierung als Rechenblatt; Zelle, Datentyp, berechnete Zelle

Die Schüler starten das Tabellenkalkulationssystem und erkunden im Rahmen einer einfachen Aufgabenstellung die Eigenschaften eines Rechenblatts.

Arbeit am Computer:

In einer ersten Übung wird das Rechenblatt verwendet, um Daten tabellarisch festzuhalten. Dieses Beispiel sollte im ersten Schritt noch keine Berechnungen enthalten. Vorschläge sind: Taschengeldübersicht, Abrechnung einer Klassenfahrt bzw. eines Wandertags, Planung der Kosten einer Klassenfahrt, Abrechnung für ein Sommerfest, Führen der Klassenkasse, Spendensammlung, Ausgaben für die Schule am Schuljahresanfang, Kinobesuch usw.

Die Schüler erstellen beispielsweise eine Abrechnung für eine Klassenfahrt. Sollten sie in letzter Zeit nicht auf Klassenfahrt gewesen sein, so kann auch eine Abrechnung mit geschätzten Kosten angefertigt werden.

Mögliches Ergebnis (für Abrechnung einer Klassenfahrt):

Rechenblatt			
	A	B	C
1	Klassenfahrt		
2			
3	Ausgaben	Datum	Preis in €
4			
5	Busfahrt An-/Abreise	02.06.2007	5000,00
6	Übernachtung HP 4 Nächte	02.06.2007	2400,00
7	Baden Bergsee	02.06.2007	60,50
8	Bergbahn Gipfelblick	03.06.2007	135,00
9	Baden Bergsee	03.06.2007	60,50
10	Fahrt nach Talstadt	04.06.2007	123,00
11	Eintritt Landesmuseum	04.06.2007	105,00
12	Sommerrodelbahn	05.06.2007	52,30
13	Baden Bergsee	06.06.2007	60,50
14	Preise für Abschlussfeier	06.06.2007	23,73
15			

Hier empfiehlt es sich, kurz die Begriffe Objekt und Klasse aus der Jahrgangsstufe 6 zu wiederholen. In Form eines Rückblicks erarbeiten sich die Schüler wieder, bei welchen Dokumenten sich die objektorientierte Sicht ebenfalls bewährt hatte und welche Klassen in diesem Zusammenhang behandelt wurden.

Impulse:

Welche Objekte enthält ein Rechenblatt? Welchen Klassen sind sie zuzuordnen?
In welcher Beziehung stehen die Klassen?

Hefteintrag:**Rechenblatt**

Die Dokumente eines Tabellenkalkulationssystems enthalten Rechenblätter. Ein Rechenblatt enthält Objekte der Klassen ZELLE, ZEILE und SPALTE. Ein Rechenblatt enthält eine oder mehrere Zeilen und Spalten. Eine Zeile bzw. Spalte enthält eine oder mehrere Zellen.

Die Zellen sind im Rechenblatt in Zeilen und Spalten angeordnet.

Die Zeilen werden üblicherweise mit Zahlen benannt und die Spalten mit Buchstaben. Die Position einer Zelle wird mit der Kombination aus zugehörigem Spaltenbezeichner und Zeilennummer angegeben.

Rechenblatt			
	A	B	C
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

Der folgende Hefteintrag entwickelt sich im Laufe der nächsten Stunden; die Attribute und Methoden werden sukzessive ergänzt; in der folgenden Unterrichtsskizze sind die Attribute bzw. Methoden an den entsprechenden Stellen fett gekennzeichnet und können dann hier eingetragen werden.

Hefteintrag (1. Teil):**Klasse ZELLE****ZELLE**

Zellwert
Datentyp
Format
Formel
....
HintergrundFarbe
MusterArt
MusterFarbe
...
RahmenArt
RahmenFarbe
....

ZellwertAnzeigen()
FormelAnzeigen()
....

	A	B	C
1	Klassenfahrt		
2			
3	Ausgaben	Datum	Preis in €
4			
5	Busfahrt An-/Abreise	02.06.2007	5000,00
6	Übernachtung HP 4 Nächte	02.06.2007	2400,00
7	Baden Bergsee	02.06.2007	60,50
8	Bergbahn Gipfelblick	03.06.2007	135,00
9	Baden Bergsee	03.06.2007	60,50
10	Fahrt nach Talstadt	04.06.2007	123,00
11	Eintritt Landesmuseum	04.06.2007	40,00
12	Sommerrodelbahn	05.06.2007	60,50
13	Baden Bergsee	06.06.2007	60,50
14	Preise für Abschlussfeier	06.06.2007	23,73

Jede Zelle hat einen **Zellwert**, der sich aus der Folge der eingetippten Zeichen ergibt.

Impuls:

Wieso werden die eingetippten Zeichen verschieden dargestellt?

Zahlen, Texte und sogar ein Kalenderdatum sind zu erkennen. So hat die Zelle A7 die Zeichenfolge „Baden Bergsee“ und die Zelle C13 die Zahl 60,50 als Zellwert. Die Zellen haben somit ein Attribut **Datentyp**, das grundsätzlich festlegt, wie die eingegebenen Zeichen zu interpretieren sind und welche Operationen zur Verfügung stehen. Beim Eintippen versucht das Tabellenkalkulationssystem, aus der eingegebenen Zeichenfolge den Datentyp zu erraten. Besteht die Zeichenfolge nur aus Ziffern und eventuell einem Komma oder einem vorangestellten Plus- bzw. Minuszeichen, so liegt der Datentyp „Zahl“ nahe. Bei Ziffern, die mit zwei Punkten getrennt sind, vermutet das System den Datentyp „Datum“.

Bei den gängigen Tabellenkalkulationssystemen kann der Datentyp einer Zelle auch nachträglich geändert werden. Dies kann zu eigenartigen Veränderungen führen, wenn man z. B. vom Datentyp „Datum“ zum Datentyp „Zahl“ wechselt.

Hefteintrag (2. Teil):

Der Datentyp einer Zelle legt fest, wie der Zellwert interpretiert wird und welche Werte dieses Attribut annehmen kann. Wichtige Datentypen sind Zahl, Text und Zeitangabe.

Anmerkung: Bei der Behandlung der logischen Funktionen sollte hier noch der Datentyp „Wahrheitswert“ ergänzt werden.

Arbeit am Computer:

Die Schüler verbessern ihr Rechenblatt, indem sie bei den Zellen den Datentyp festlegen. Dabei untersuchen sie speziell den Wechsel der Datentypen „Zahl“ und „Datum“. Bei den Einträgen zum Preis beschäftigen sie sich mit der Formatierung eines Zelleninhalts.

Der Inhalt von Zellen mit dem Datentyp Datum wird als Zahl abgelegt und nur bei der Anzeige in eine kalendarische Datumsform gebracht. Dieses Verhalten ist produktabhängig. Bei MS Excel entspricht die Zahl 1 dem Datum 1.1.1900, negative Zahlen ergeben bei der Umwandlung eine Fehlermeldung.

Die Zahlen in den Zellen C5 bis C14 des obigen Beispiels sind mit zwei Nachkommastellen formatiert (Attribut **Format**). Die Zellen mit dem Datum geben die Zeitangabe in der Form tt.mm.jjjj aus, mit tt für Tag, mm für Monat und jjjj für Jahr mit Jahrhundertangabe. Je nach gewähltem Datentyp sind beim Attribut Format andere Werte möglich. Das Attribut Format bezieht sich auf das Gesamtformat einer Zelle und legt fest, wie der Zellwert dargestellt wird;

es ist vom Format eines einzelnen Zeichens in der Zelle zu unterscheiden. Objekte der Klasse ZEICHEN haben die üblichen Attribute wie z. B. Schriftgröße, Schriftfarbe, Kursiv und Fett, deren Werte sich für jedes Zeichen in der Zelle einzeln ändern lassen.

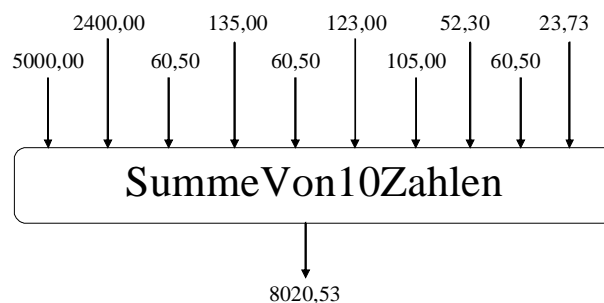
Hefteintrag (3. Teil):

Die Formatierung einer Zelle (Attribut Format) bestimmt, wie der Zellwert dargestellt wird.

Jede Zelle hat eine Methode **ZellwertAnzeigen()**, die den Inhalt des Attributs Zellwert der Zelle aufgrund der Werte in Datentyp und Formatierung am Bildschirm oder beim Ausdruck darstellt.

Da es sinnvoll ist, wenn die Software die Gesamtausgaben selbst berechnet, benötigt man eine einfache Funktion, die aus den Eingabewerten die Summe bildet.

Tafelbild:



Impuls:

Was passiert, wenn sich der Wert in einer Zelle des Rechenblatts ändert?

Arbeit am Computer:

Die Schüler ergänzen ihr Rechenblatt um eine Zelle „Gesamtausgaben“, deren Inhalt aus den Einzelbeträgen berechnet wird. Sie ändern einen Einzeleintrag und überprüfen, ob sich die Gesamtausgaben entsprechend anpassen.

Der Wunsch nach einer Addition aller Ausgaben führt zu berechneten Zellen. An dieser Stelle sollte noch nicht die implementierte Funktion SUMME verwendet werden, sondern die Berechnung sollte einzig unter Verwendung der Grundoperation „+“ stattfinden. Die im Tabellenkalkulationsprogramm implementierte Funktion SUMME hat nämlich die in der Praxis sinnvolle, aber für den Einsteiger ungewöhnliche Eigenschaft, dass die Anzahl der Eingangsparameter beliebig ist.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C
1	Klassenfahrt		
2			
3	Ausgaben	Datum	Preis in €
4			
5	Busfahrt An-/Abreise	02.06.2007	5000,00
6	Übernachtung HP 4 Nächte	02.06.2007	2400,00
7	Baden Bergsee	02.06.2007	60,50
8	Bergbahn Gipfelblick	03.06.2007	135,00
9	Baden Bergsee	03.06.2007	60,50
10	Fahrt nach Talstadt	04.06.2007	123,00
11	Eintritt Landesmuseum	04.06.2007	105,00
12	Sommerrodelbahn	05.06.2007	52,30
13	Baden Bergsee	06.06.2007	60,50
14	Preise für Abschlussfeier	06.06.2007	23,73
15			
16	Gesamtausgaben		8020,53

$$= C5 + C6 + C7 + C8 + C9 + C10 + C11 + C12 + C13 + C14$$

In der Zelle C16 wird der Inhalt durch eine Verarbeitungsvorschrift festgelegt. Verarbeitungsvorschriften werden mit einem „=“-Zeichen eingeleitet. Die Verarbeitungsvorschrift enthält neben Zahlen und Rechenzeichen auch formale Parameter. Die formalen Parameter sind die Adressen der Zellen, aus denen die aktuellen Werte entnommen werden. Die berechnete Zelle verhält sich wie eine Funktion, die aus Eingangswerten einen Ausgangswert, den Inhalt, berechnet.

Hefteintrag (4. Teil):

Der Inhalt einer Zelle kann auch durch eine Verarbeitungsvorschrift festgelegt werden. Diese enthält als formale Eingangsparameter die Adressen anderer Zellen. Die Verarbeitungsvorschrift wird im Attribut Formel abgelegt.

Es ist oft von Vorteil, wenn man die Verarbeitungsvorschrift aller berechneten Zellen eines Rechenblattes direkt angezeigt bekommt. Hierzu haben die Zellen eine Methode **FormelAnzeigen()**. Es kann also wahlweise der Inhalt oder die Formel einer Zelle im Rechenblatt dargestellt werden. Hat die Zelle keine Formel hinterlegt, so wird immer der Inhalt angezeigt.

Arbeit am Computer:

Die Schüler ergänzen das Rechenblatt um eine weitere Zeile, so dass sich die Frage „Wie groß sind die durchschnittlichen Ausgaben pro Schüler?“ beantworten lässt.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C
1	Klassenfahrt		
2			
3	Ausgaben	Datum	Preis in €
4			
5	Busfahrt An-/Abreise	02.06.2007	5000,00
6	Übernachtung HP 4 Nächte	02.06.2007	2400,00
7	Baden Bergsee	02.06.2007	60,50
8	Bergbahn Gipfelblick	03.06.2007	135,00
9	Baden Bergsee	03.06.2007	60,50
10	Fahrt nach Talstadt	04.06.2007	123,00
11	Eintritt Landesmuseum	04.06.2007	105,00
12	Sommerrodelbahn	05.06.2007	52,30
13	Baden Bergsee	06.06.2007	60,50
14	Preise für Abschlussfeier	06.06.2007	23,73
15			
16	Gesamtausgaben		8020,53
17			
18	Preis pro Schüler		250,64

= C16/32

Es ist zu beachten, dass eine Formatierung der Zelle C18 auf eine feste Anzahl Dezimalstellen (hier 2) bei der Darstellung ein Runden auf diese Stellen bewirkt. Im Attribut Zellwert dieser Zelle ist jedoch weiterhin der im Rahmen der Rechengenauigkeit des Tabellenkalkulationssystems exakte Berechnungswert enthalten.

Arbeit am Computer:

Wegen Erkrankung kann sich die Schülerzahl kurzfristig ändern. Deshalb sollte die Zahl der Schüler im Rechenblatt gesondert einzutragen und nicht fest in der Formel für den Preis pro Schüler integriert sein. Die Schüler ergänzen das Rechenblatt um Zeilen oberhalb der Ausgabenauflistung zur Eingabe der Schülerzahl und des eingesammelten Betrags pro Schüler. Das Rechenblatt sollte auch automatisch bestimmen, welchen Betrag jeder Schüler am Ende der Fahrt zurückbezahlt bekommt bzw. nachzahlen muss.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C	D
1	Klassenfahrt			
2				
3	Teilnehmende Schüler	32		
4	Eingesammelter Betrag pro Schüler in €	260,00		
5				
6				
7	Ausgaben	Datum	Preis in €	
8				
9	Busfahrt An-/Abreise	02.06.2007	5000,00	
10	Übernachtung HP 4 Nächte	02.06.2007	2400,00	
11	Baden Bergsee	02.06.2007	60,50	
12	Bergbahn Gipfelblick	03.06.2007	135,00	
13	Baden Bergsee	03.06.2007	60,50	
14	Fahrt nach Talstadt	04.06.2007	123,00	
15	Eintritt Landesmuseum	04.06.2007	105,00	
16	Sommerrodelbahn	05.06.2007	52,30	
17	Baden Bergsee	06.06.2007	60,50	
18	Preise für Abschlussfeier	06.06.2007	23,73	
19				
20	Gesamt		8020,53	
21				
22	Preis pro Schüler		250,64	
23				
24	Rückzahlung pro Schüler		9,36	



= C20/B3

Die Schüler stellen bei der praktischen Arbeit am Computer fest, dass beim Einfügen neuer Zeilen (in diesem Beispiel Zeile 3 mit Zeile 6) die Formel in Zelle C20 automatisch an die neuen Zellbezüge angepasst wird. An dieser Stelle kann man kurz das Prinzip der relativen Adressierung darstellen, wie es bei Tabellenkalkulationsprogrammen üblich ist.

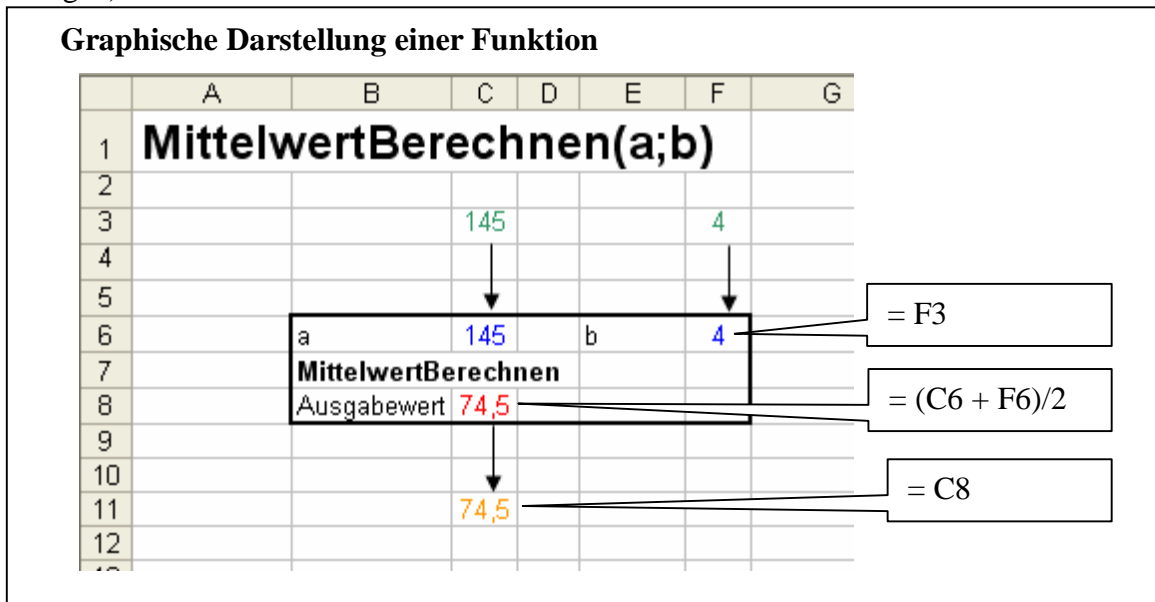
Datenflussdiagramm

Bisher waren die Berechnungen sehr einfach und bedurften keiner Zerlegung in Teilberechnungen und keiner Darstellung der Zusammenhänge der Teilprozesse in einem Datenflussdiagramm. Damit die Schüler später die Datenflussdiagramme mit den graphischen Mitteln des Tabellenkalkulationsprogramms erstellen können, erkunden sie an einem einfachen Beispiel die Möglichkeiten des verwendeten Werkzeugs. Stellt man in den ersten Stunden ein Datenflussdiagramm auf diese Weise dar, so hat man gegenüber dem handschriftlich gezeichneten Datenflussdiagramm den Vorteil, dass man bei der Berechnung den Datenfluss an den Zellwerten unmittelbar nachvollziehen kann. Als Beispiel bieten sich zunächst einfache Berechnungen an wie die Ermittlung der Tankkosten aus Benzinpreis und Füllmenge oder obige Durchschnittsberechnung in einer auf zwei Eingangswerte reduzierten Form.

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen für die Funktion „MittelwertBerechnen für 2 Zahlen“ eine graphische Darstellung. Dabei sollen die aktuellen Eingabewerte und der Ausgabewert deutlich von den formalen Parametern getrennt sein. Da die meisten Produkte keine abgerundeten Rechtecke anbieten, darf für den Rahmen der Funktion ein normales Rechteck verwendet werden.

Ergebnis und Hefteintrag (Ausdruck des Rechenblattes ins Heft einkleben; mit den Legenden aus der folgenden Graphik ergänzen oder einen zweiten Ausdruck in „Formelansicht“ hinzufügen):



Unter Verwendung der graphischen Mittel (Pfeile, Zellenrahmen, Farbe, Schriftgröße, ...) des Tabellenkalkulationssystems erstellen die Schüler ein ansprechendes Rechenblatt. Die Attribute der Klasse ZELLE können im obigen Hefteintrag um **RahmenArt** und **RahmenFarbe** erweitert werden. Der Zellwert der Zelle enthält Objekte der Klasse ZEICHEN; diese besitzen die in der Jahrgangsstufe 6 kennengelernten Attribute, so dass man die Zeichen farbig darstellen oder durch fette Schrift hervorheben kann. Die hier gewählte ausführliche graphische Darstellung kann später je nach didaktisch-methodischem Ermessen vereinfacht werden.

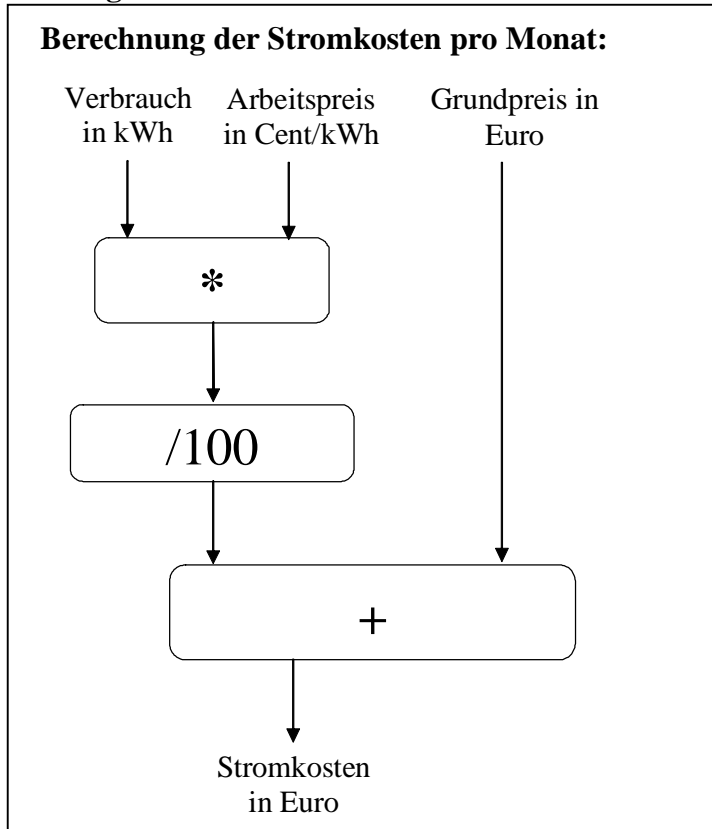
Für den Einstieg in den Begriff des Datenflusses eignet sich eine einfache Berechnung, die mehrere unterschiedliche Stufen enthält, wie etwa die Berechnung der Stromkosten pro Monat. Eine geeignete Beispielrechnung wird den Schülern gezeigt.

Die Preise ab 01.01.2006
Grundpreis: 6,80 Euro/Monat
Arbeitspreis: 16,77 Cent/kWh

Impulse:

Von welchen Größen hängen die Stromkosten pro Monat ab? Wie berechnen sich die Stromkosten? Beachte dabei die Einheiten!

Die Berechnung der Stromkosten pro Monat aus „Verbrauch“ in kWh, Arbeitspreis in Cent/kWh und Grundpreis in Euro lässt sich stufenweise entwickeln und parallel in einem Datenflussdiagramm darstellen. Die Analyse der Berechnung entspricht dem in früheren Jahrgängen in Mathematik praktizierten Aufstellen von Rechenbäumen. Genauso wie dort kann das Erstellen des Datenflussdiagramms durch zunächst exemplarisch durchgeführte Berechnungen am konkreten Beispiel unterstützt werden.

Hefteintrag:

Die Eingabewerte von Verbrauch und Arbeitspreis fließen in die Funktion „*“, deren Ausgabewert fließt in die Funktion „/100“. Deren Ausgabewert und der Eingabewert vom Grundpreis fließen in die Funktion „+“.

In einem Datenflussdiagramm können die Zusammenhänge der Funktionen durch Datenflüsse dargestellt werden. Die Funktionen werden in diesem graphischen Modell als abgerundete Rechtecke gezeichnet, die Datenflüsse als Pfeile. Nur ein Datenfluss – der Ausgabewert des gesamten Systems – darf nicht Eingabewert einer Teilfunktion sein. Im Rahmen der Jahrgangsstufe 9 werden keine Datenspeicherobjekte behandelt.

Hefteintrag:**Datenflussdiagramm**

Der Ausgabewert einer Funktion kann wieder Eingabewert einer anderen Funktion sein, die Daten fließen von einer zu einer anderen Funktion.

Das Datenflussdiagramm ist eine graphische Darstellung eines funktionalen Modells und stellt das Zusammenwirken mehrerer Funktionen dar. Die Elemente eines Datenflussdiagramms sind:

- Funktionen, die Daten transformieren (abgerundete Rechtecke)
- Datenflüsse, die Daten transportieren (Pfeile)
- Quellen: Eingabewerte, die dem System von außen zugeführt werden (Pfeile mit offenem Fuß)
- eine Senke: Ausgabewert, der vom System als Ergebnis geliefert wird (Pfeil mit offener Spitze)

Hefteintrag:**Grundrechenoperationen**

Die Grundrechenoperationen $+$, $-$, $*$ und $/$ sind im funktionalen Modell Funktionen mit zwei Eingangsparametern.

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen mit einem Tabellenkalkulationssystem das Datenflussdiagramm für das Beispiel Stromrechnung. Zusätzlich sollte die vordefinierte Funktion RUNDEN für den Endpreis eingesetzt werden.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Stromkosten									
2										
3		Verbrauch in kWh	335,40		Arbeitspreis in Cent/kWh	16,77		Grundpreis in Euro	6,80	
4			↓			↓				
5										
6			335,4			16,77				
7			mal							
8			5624,658							
9			↓							
10			5624,658							
11			/100							
12			56,24658							
13			↓							
14			56,24658							
15										
16			56,24658			6,80				
17			plus							
18			63,04658							
19			↓							
20			63,04658							
21			Runden							
22			63,05							
23			↓							
24			63,05							
25										
26										
27										

In den Zellen C3, F3 und I3 werden die Eingabewerte (Quellen) des Datenflussdiagramms erfasst. Die Zellen C6 und F6 übernehmen die aktuellen Werte in die Funktion „mal“ („= C3“ bzw. „= F3“). Der Inhalt der Zelle C8 ist durch die Verarbeitungsvorschrift „= C6 * F6“ festgelegt. Der Ausgabewert der Funktion „mal“ fließt in den Eingang der Funktion „/100“, deshalb hat die Zelle C11 die Formel „= C8“ usw.

Zusammenfassung von Funktionen, Termnotation (6.–8. Stunde)

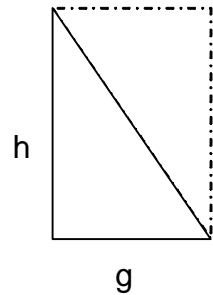
In diesen Stunden sehen die Schüler, wie man mehrere Funktionen zu einer Funktion zusammenfassen kann. Sie lernen neben der graphischen Notation auch die Termnotation als eine andere Darstellungsform eines Datenflussdiagramms kennen.

Am Beispiel der Volumenberechnung eines geraden dreiseitigen Prismas wird die Zusammenfassung von Funktionen aufgezeigt. Die Schüler werden in dieser Unterrichtssequenz im Sinne einer fächerübergreifenden Zusammenarbeit auch an das Kapitel „M 9.6 Fortführung der Raumgeometrie“ des Mathematiklehrplans herangeführt.

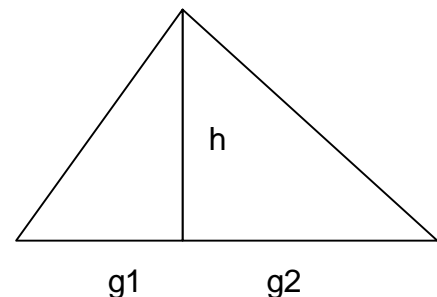
Impulse zur Aufgabe 1:

Wie sieht ein dreiseitiges Prisma aus? Von welchen Körpern kannst du den Volumeninhalt berechnen? Wie lauten die Formeln?

Die Berechnung des Volumeninhaltes eines dreiseitigen Prismas wird zusammen mit den Schülern schrittweise aus der Formel für den Rauminhalt eines Quaders entwickelt. In der Jahrgangsstufe 6 haben die Schüler die Berechnung des Volumeninhalts eines Quaders in der Form „Volumen = Länge * Breite * Höhe“ kennengelernt. Halbiert man einen Quader senkrecht zur Grundfläche längs einer ihrer Diagonalen, so erhält man ein Prisma, dessen Grundfläche ein rechtwinkliges Dreieck ist. Für das Volumen dieses Prismas gilt $V = (g \cdot h) \cdot H / 2 = g \cdot h / 2 \cdot H$ (siehe Abbildung; wobei H die Höhe des Prismas ist).

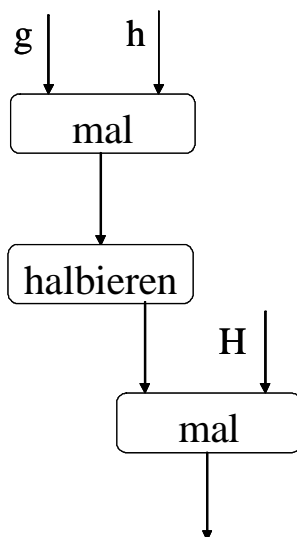


Jedes beliebige Dreieck lässt sich in zwei rechtwinklige Dreiecke zerlegen. Ein Prisma mit einem beliebigen Dreieck als Grundfläche kann daher aus zwei Prismen mit rechtwinkligen Dreiecken als Grundfläche zusammengesetzt werden. Für das Volumen eines dreiseitigen Prismas gilt damit $V = V_1 + V_2 = (g_1 \cdot h / 2 + g_2 \cdot h / 2) \cdot H = ((g_1 + g_2) \cdot h / 2) \cdot H = g \cdot h / 2 \cdot H$ (siehe Abbildung; wobei g die Länge der Grundlinie des Grundflächendreiecks ist).

**Aufgabe 1:**

Erstelle ein Datenflussdiagramm zur Volumenberechnung eines dreiseitigen Prismas. Implementiere dieses in einem Rechenblatt.

Tafelbild (nicht ins Heft übernehmen):

Datenflussdiagramm für das Volumen eines dreiseitigen Prismas

g: Grundlinie des Bodendreiecks

h: Höhe des Bodendreiecks

H: Höhe des Prismas

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen mit den graphischen Elementen des Tabellenkalkulationsprogramms, analog zum Tafelbild, das Datenflussdiagramm, jedoch ohne Rechenfunktionalitäten in den Funktionen. Erst im zweiten Schritt ergänzen sie in den berechneten Zellen die Formeln.

Mögliches Ergebnis:

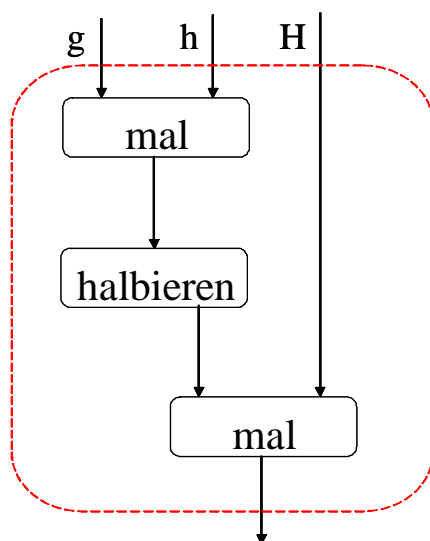
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	<i>Volumen eines dreiseitigen Prismas</i>									
2										
3		Grundlinie Dreieck			Höhe Dreieck					
4			4			2				
5			↓			↓				
6			4			2				
7		mal								
8			8							
9			↓							
10			8							
11		halbieren								
12			4							
13								Höhe Prisma	9	
14									↓	
15						4			9	
16										
17						mal				
18										
19										
20										
21										
22										
23					Volumen	36				

Hefteintrag:

Ausdruck des Rechenblattes mit dem Datenflussdiagramm. Darin werden die Formeln in Form von Sprechblasen bei den berechneten Zellen handschriftlich ergänzt.

Die Berechnung des Volumens ist eine Kombination der Funktionen „mal“ und „halbieren“. Diese Kombination von Funktionen stellt als Ganzes eine Funktion dar, die von außen drei Eingabewerte (Quellen) benötigt und einen Ausgabewert (Senke) liefert. Die Eingabewerte sind die Grundlinie des Bodendreiecks, die Höhe des Bodendreiecks und die Höhe des Prismas.

Tafelbild (das vorherige Tafelbild wird ergänzt und leicht abgeändert; nicht ins Heft übernehmen):

Datenflussdiagramm für das Volumen eines dreiseitigen Prismas

g: Grundlinie des Bodendreiecks

h: Höhe des Bodendreiecks

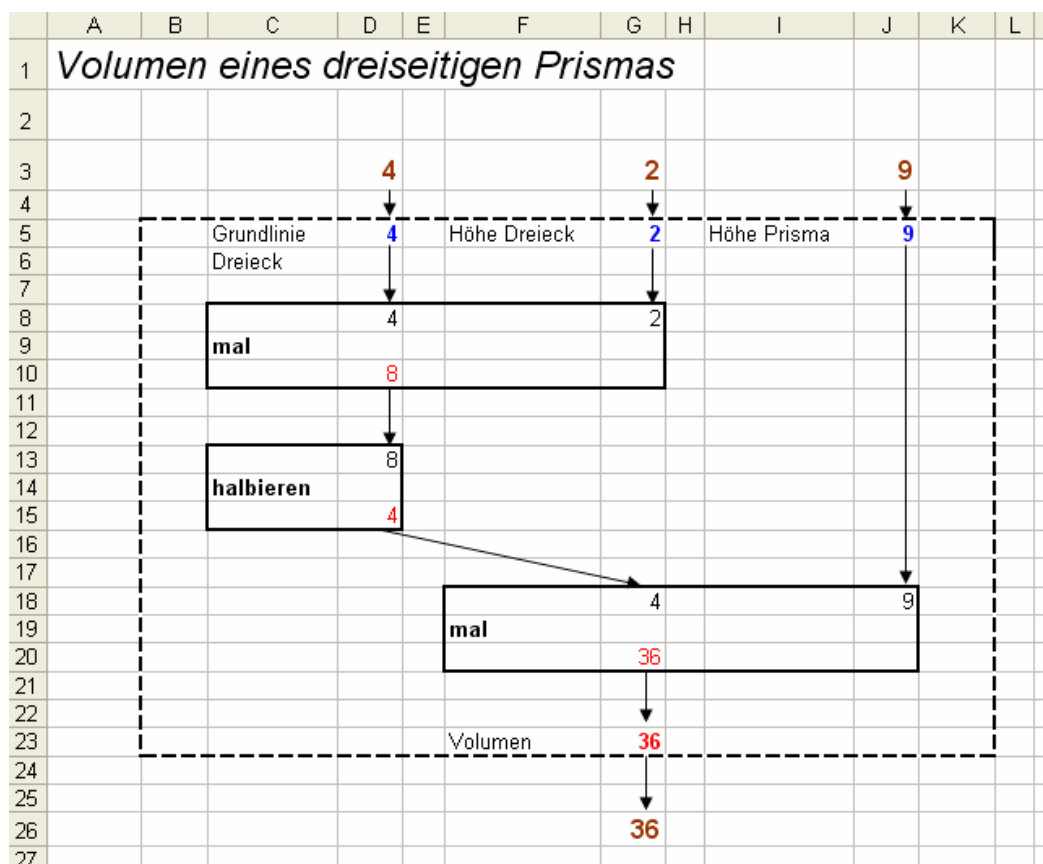
H: Höhe des Prismas

Hefteintrag:**Zusammenfassung von Funktionen**

Mehrere, zusammenhängende Funktionen in einem funktionalen Modell kann man zu einer einzigen Funktion zusammenfassen und diese mit Eingangsparameter(n) und einem Ausgang versehen. Für die Gesamtfunktion ist eine Verarbeitungsvorschrift festzulegen, die das Zusammenwirken der Teilfunktionen wiedergibt.

Arbeit am Computer:

Die Schüler ändern das Rechenblatt mit dem Datenflussdiagramm entsprechend dem Tafelbild ab, so dass die Zusammenfassung zu einer Funktion Volumen offensichtlich wird.

Mögliches Ergebnis:**Hefteintrag:**

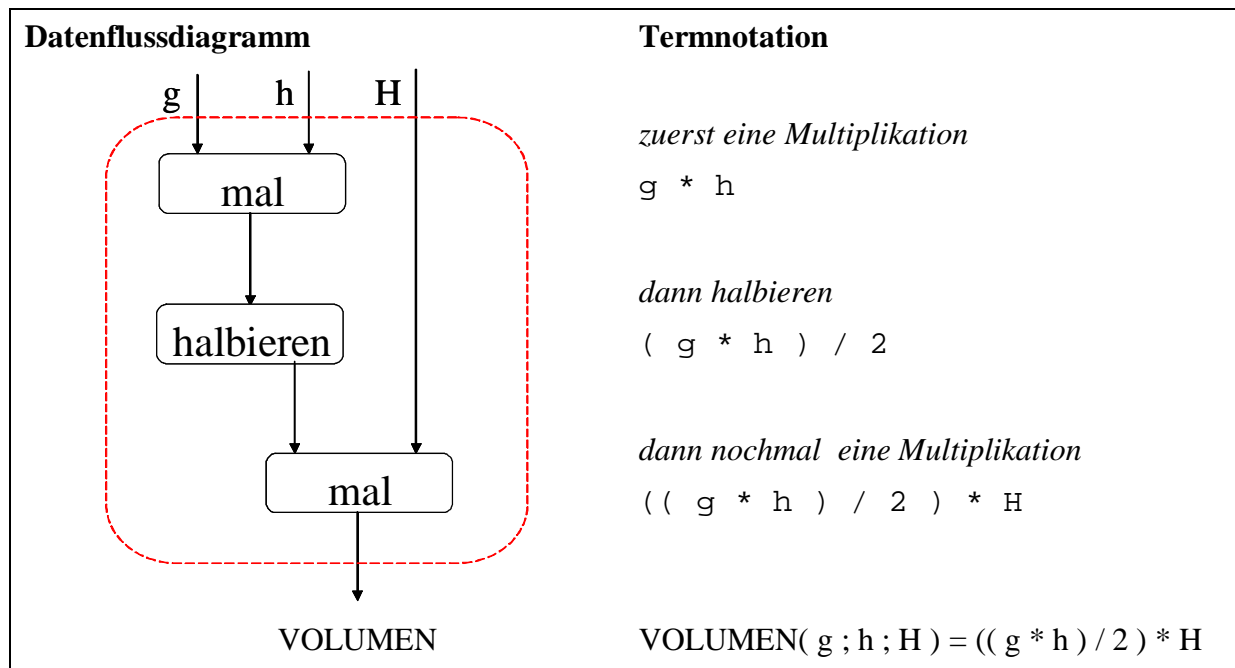
Ausdruck des Rechenblattes mit dem umgestalteten Datenflussdiagramm.

Impuls:

Wie lässt sich der Gesamtterm für die Gesamtfunktion bilden?

Anhand des Datenflussdiagramms wird der Term Teilfunktion für Teilfunktion aufgebaut; diese Schritte werden im Tafelbild bzw. im Heft festgehalten.

Hefteintrag (linker Teil entspricht Tafelbild, davon abzeichnen):



Aufgrund der Rechenregeln lassen sich bei der Termnotation einige Klammern einsparen. Die Grundrechenoperationen $+$, $-$, $*$ und $/$ sind, wie schon weiter oben angemerkt, im Sinne der funktionalen Modellierung Funktionen mit zwei Eingangsparametern und einem Ausgangswert.

Hefteintrag:

<p>Termnotation</p> <p>Die Termschreibweise ist eine mathematische Darstellungsform eines funktionalen Modells. Bei dieser Schreibweise werden die einzelnen Funktionen entsprechend des Datenflusses zu einem Term zusammengesetzt.</p> <p>Jedes Datenflussdiagramm lässt sich in eine Termnotation überführen und umgekehrt.</p>

Bei der Umsetzung des Datenflussdiagramms in die Termnotation bewährt es sich, den Term-
aufbau mit der letzten Funktion vor dem Ausgabewert (Senke) zu beginnen und dann die Pa-
rameter sukzessive „nach oben“ zu ergänzen.

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen ein neues Rechenblatt mit einer einzigen Funktion „Volumen eines dreiseitigen Prismas“. Die Verarbeitungsvorschrift ergibt sich aus der obigen Herleitung der Termnotation, die Eingangsparameter müssen durch die entsprechenden Zellreferenzen ersetzt werden.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	<i>Volumen eines dreiseitigen Prismas</i>											
2												
3				4			2			9		
4				↓			↓			↓		
5												
6			Grundlinie Dreieck	4		Höhe Dreieck	2			Höhe Prisma	9	
7			Volumen berechnen									
8												
9												
10												
11						Volumeninhalt	36					
12							↓					
13							36					
14												

Hefteintrag (Ausdruck des Rechenblattes mit der Gesamtfunktion „Volumen“ sowie zusätzlich ein Ausdruck mit Anzeige der Formeln):

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	<i>Volumen eines dreiseitigen Prismas</i>											
2												
3				4			2			9		
4				↓			↓			↓		
5												
6			Grundlinie Dreieck	=D3		Höhe Dreieck	=G3			Höhe Prisma	=J3	
7			Volumen berechnen									
8												
9												
10												
11						Volumeninhalt	=((D6*G6)/2)*J6					
12							↓					
13							=G10					
14												

Bei der Formel-Darstellung des Rechenblattes sind alle Berechnungsterme (Verarbeitungsvorschriften) der berechneten Zellen ebenso deutlich zu erkennen wie die Eingangswerte (Quellen) des funktionalen Modells.

Bereits im Mathematikunterricht der Jahrgangsstufe 8 wurden die Schüler an die Kreisrechnung herangeführt und mit dem Symbol π vertraut. Mit der folgenden Aufgabenstellung lässt sich im Sinne einer fächerübergreifenden Zusammenarbeit die Behandlung des Lehrplankapitels „M 9.6 Fortführung der Raumgeometrie“ weiter anbahnen. Im Informatikunterricht wird die Volumenberechnung eines Zylinders auf die für Schüler intuitiv einsichtige Formel „Volumen = Grundfläche * Höhe“ zurückgeführt, die sich durch Nachschlagen in Mathematikbüchern etwa im Rahmen einer vorbereitenden Hausaufgabe verifizieren lässt; neben der Arbeit mit dem eingeführten Mathematikschulbuch eignen sich insbesondere auch Darstellungen im Internet zur Veranschaulichung dieser Formel.

Aufgabe 2:

Eine Kanalbaufirma fertigt Abflussleitungen aus Beton. Jedes Rohr ist ein Hohlzylinder mit dem Innenradius r_1 und dem Außenradius r_2 . Ein einzelnes Rohrteil hat die Länge L . Von der Firma werden n Rohrteile gefertigt. Wie viele Kubikmeter Beton sind zum Gießen dieser Rohrteile nötig? Die Firma benötigt hierzu ein Rechenblatt.

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen mit den graphischen Elementen des Tabellenkalkulationsprogramms ein Datenflussdiagramm – zunächst werden die Datenflüsse und die Funktionen ohne Rechenfunktionalität angelegt und dann in den berechneten Zellen die Formeln ergänzt. Es darf eine Funktion KREISFLÄCHE(Radius) benutzt werden. Hinweis: Die Kreiszahl π ist als Funktion Pi() im Tabellenkalkulationsprogramm implementiert.

Beim Kopieren der Funktion „Kreisfläche“ und beim Kopieren der Funktion „mal“ stellen die Schüler fest, dass das Tabellenkalkulationsprogramm die Zellbezüge automatisch anpasst (relative Zellbezüge).

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Betonbedarf											
2												
3		Außenradius in m	1,50	Innenradius in m	1,40	Länge in m	3,00	Anzahl Rohre	25			
4												
5												
6			1,50			1,40						
7		Kreisfläche		Kreisfläche								
8			7,06858			6,15752						
9												
10												
11			7,06858			6,15752						
12		minus										
13			0,91106									
14												
15												
16			0,91106			3,00000						
17		mal										
18			2,73319									
19												
20												
21			2,73319			25,00000						
22		mal										
23			68,32964									
24												
25												
26			68,32964									
27		runden										
28			68,33									
29												
30												
31			68,33									
32												

Aufgabe 2 (Fortsetzung):

Für die zusammengesetzte Gesamtfunktion „Betonbedarf“ ist die Verarbeitungsvorschrift in Termnotation zu erstellen.

Es ist vorteilhaft, bei der Bildung der Termnotation mit der letzten Funktion zu beginnen. Die Termnotation wird von den Schülern schrittweise an der Tafel entwickelt und im Heft aufgezeichnet. Ein „?“ steht für einen Eingangsparameter, der Daten aus einer anderen Funktion bezieht. Es empfiehlt sich, die zusammengehörigen Klammern farbig hervorzuheben (wie es auch bei modernen Tabellenkalkulationssystemen üblich ist). Am Ende wird die Funktion „Kreisfläche“ durch ihren Berechnungsterm ersetzt.

Hefteintrag (Ausdruck des Rechenblattes mit dem Datenflussdiagramm zu „Betonbedarf“ und der folgende Text):

Entwicklung der Termnotation für die Funktion „Betonbedarf“ mit Außenradius r1, Innenradius r2, Länge L und Anzahl Rohre n.

$\text{runden} (?? ; 2)$

$\text{runden} (?? * n ; 2)$

$\text{runden} ((?? * L) * n ; 2)$

$\text{runden} (((?? - ??) * L) * n ; 2)$

$\text{runden} (((\text{Kreisfläche}(r1) - \text{Kreisfläche}(r2)) * L) * n ; 2)$

$\text{runden} (((r1 * r1 * \text{PI}() - r2 * r2 * \text{PI}()) * L) * n ; 2)$

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen unter Verwendung der Termnotation eine Kurzform des Rechenblattes, ohne aufwändige graphische Objekte. Die Eingangsparameter sind durch die entsprechenden Zellreferenzen zu ersetzen.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C
1	Betonbedarf		
2			
3			
4	Außenradius in m	1,50	
5	Innenradius in m	1,40	
6	Länge Rohrstück in m	3,00	
7	Anzahl Rohrstücke	25	
8			
9	Betonbedarf im m ³	68,33	
10			
11			

$= \text{RUNDEN} (((B4*B4*\text{PI}() - B5*B5*\text{PI}())*B6)*B7 ; 2)$

Die Darstellung des Datenflussdiagramms mit den Zeichenmitteln eines Tabellenkalkulationssystems ist bei der Entwicklung der Berechnungen hilfreich und übersichtlich. Für die eigentliche Anwendung erstellt man ein Rechenblatt, das kommentierte Erfassungsmöglichkeiten für die Eingabewerte (Quelle) vorsieht und in einer berechneten Zelle den Ausgabewert (Senke) anzeigt. Die Formel dieser Zelle ergibt sich aus der zum Datenflussdiagramm gehörenden Termnotation.

Aufgabe 3:

Erstelle für die Funktion „Stromkosten für einen Monat“ eine Termnotation der Verarbeitungsvorschrift aufgrund des Datenflussdiagramms, das in einer der Vorstunden gefertigt wurde. Gehe dabei Schritt für Schritt vor. Fertige eine Kurzform des Rechenblattes unter Verwendung der Termnotation.

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen unter Verwendung der Termnotation eine Kurzform des Rechenblattes ohne den Einsatz graphischer Elemente.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C	D
1	Stromkosten			
2				
3		Verbrauch in kWh	335,40	
4		Arbeitspreis in Cent/kWh	16,77	
5		Grundpreis in Euro	6,80	
6				
7				
8		Stromkosten in Euro	63,05	
9				
10				

= RUNDEN(C3*C4/100 + C5 ; 2)

Viele Schüler besitzen ein eigenes Handy. Die Tarifangebote der Netzanbieter sind verlockend und z. T. nur schwer zu überblicken. Zur Vorbereitung der Unterrichtsstunde sollen sich die Schüler über einige Tarifangebote informieren.

Impulse:

Von welchen Parametern hängen die Kosten bei Nutzung eines Handyvertrags ab?
 Was sind Freiminuten? Wie werden diese verrechnet? Was sind Zeiteinheiten?

Bei der folgenden Aufgabe geht man von einem vereinfachten Handyvertrag aus.

Aufgabe 4:

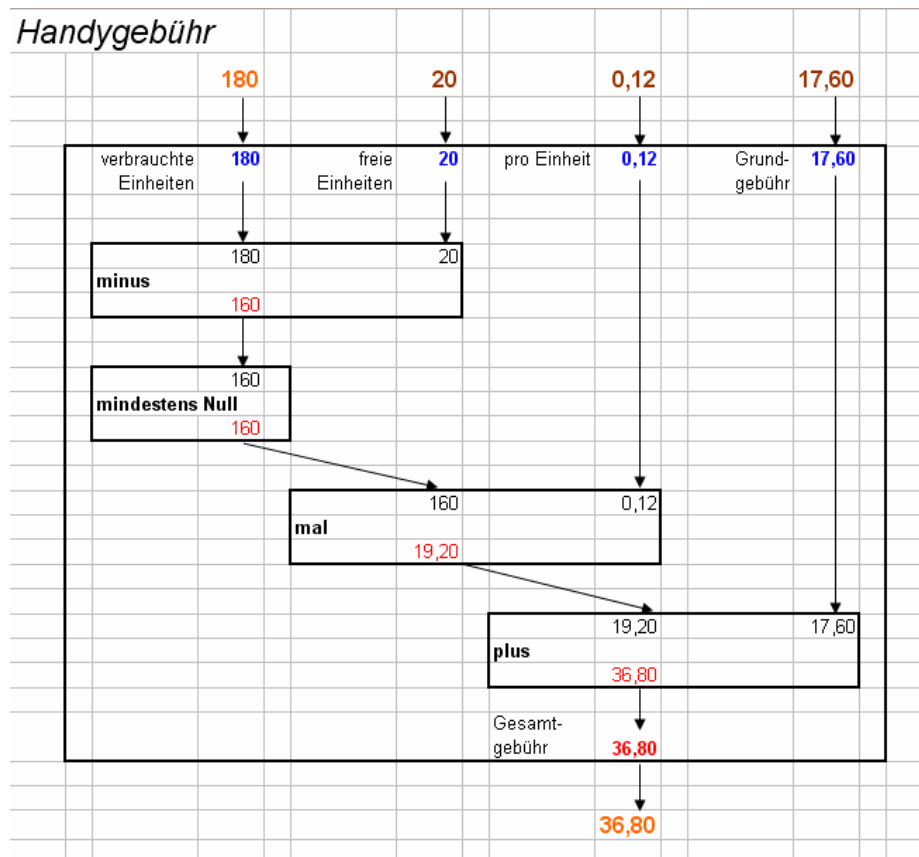
Die Funktion „Handygebühr“ berechnet die monatlichen Gebühren. Pro Monat wird eine Grundgebühr erhoben, die eine feste Anzahl von freien Gesprächseinheiten beinhaltet. Alle darüber hinausgehenden Gesprächseinheiten sind gesondert zu bezahlen. Jede angefangene Gesprächsminute ist eine Einheit.

Die Eingangsparameter sind „verbrauchte Einheiten V“, „freie Einheiten pro Monat F“, „Preis P pro Einheit in Euro“ und die „Grundgebühr G in Euro“. Erstelle ein Datenflussdiagramm für diese Funktion – entweder als handschriftliche Graphik, als Graphik mit Hilfe eines Zeichenprogramms oder unter Verwendung der graphischen Elemente eines Rechenblatts.

Formuliere für diesen Datenfluss die Termnotation. Dabei soll eine vordefinierte Funktion $\text{MAX}(a; b)$ benutzt werden, welche die größere der beiden Zahlen a und b als Ausgabewert liefert.

Fertige ein Rechenblatt mit einer Kurzform der Funktion „Handygebühr“ unter Verwendung der Termnotation für die gesamte Verarbeitungsvorschrift.

Mögliches Ergebnis für das Datenflussdiagramm (hier mit einem Tabellenkalkulationsprogramm erstellt):



Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen unter Verwendung der Termnotation eine Kurzform des Rechenblattes ohne aufwändige graphische Elemente.

Mögliches Ergebnis für das Rechenblatt:

	A	B	C
1	<i>Handygebühr</i>		
2			
3			
4	verbrauchte Einheiten	180	
5			
6	Vertragsdaten:		
7	freie Einheiten	20	
8	Euro pro Einheit	0,12	
9	Grundgebühr	17,60	
10			
11			
12	Gebühren pro Monat	36,80	
13			
14			

$$= \text{MAX}(B4 - B7; 0) * B8 + B9$$

Verzweigung im Datenfluss (9.–11. Stunde)

Bei manchen Berechnungen wird ein Wert mehrfach an unterschiedlichen Stellen benötigt. Die Schüler lernen hierfür ein graphisches Symbol für eine Verzweigung im Datenflussdiagramm kennen und bearbeiten entsprechende Aufgaben.

Als Beispiel eignen sich die Betrachtung der Zinsentwicklung bei einem Sparkonto und die Berechnung des jeweiligen Endkapitals.

Impulse:

Wovon hängen die Zinserträge auf einem Sparkonto ab? Was sind heute übliche Zinssätze für Sparkonten? Für welchen Zeitraum gilt dieser Zinssatz? Wie viele Zinsen bekommt man, wenn man das Geld vorzeitig abhebt? Wie berechnen die Banken in Deutschland den Zinszeitraum?

Zur Beantwortung der Fragen recherchieren die Schüler bei Bedarf auch im Internet.

Die Banken in Deutschland rechnen bei der Bestimmung des Zeitraums (in Tagen) mit einer einheitlichen Monatslänge von 30 Tagen und mit einem Jahr von 360 Tagen. In der ersten Aufgabe wird der Zinszeitraum in Tagen eingegeben, in der zweiten Aufgabe wird die Berechnung erweitert, so dass wie üblich Anfangsdatum und Enddatum eingegeben werden können.

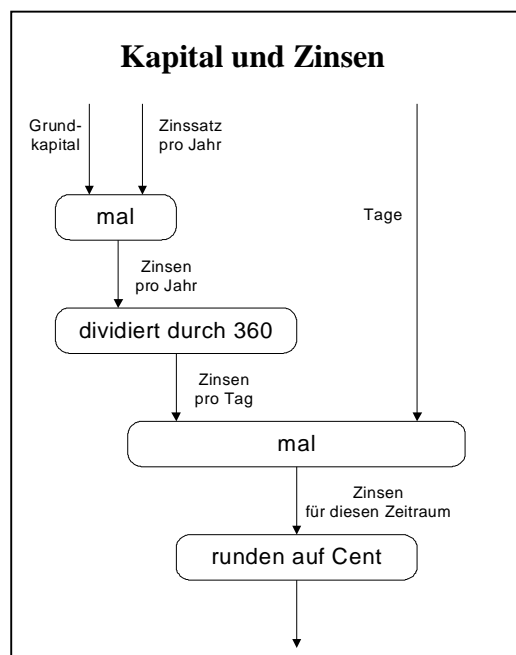
Aufgabe 1:

Auf einem Sparbuch wird das Kapital K mit einem Zinssatz Z pro Jahr verzinst. Wie hoch ist das neue Kapital, wenn das ganze Geld nach T Tagen vom Sparkonto abgehoben wird? Es werden keine Gebühren erhoben, die Zinsen werden taggenau berechnet.

Entwickle handschriftlich ein Datenflussdiagramm für diese Berechnung.

Zuerst wird untersucht, welche Eingabewerte (Quellen) die gesamte Berechnung benötigt. Daraus entwickeln die Schüler Schritt für Schritt das Datenflussdiagramm und tragen es ins Heft ein.

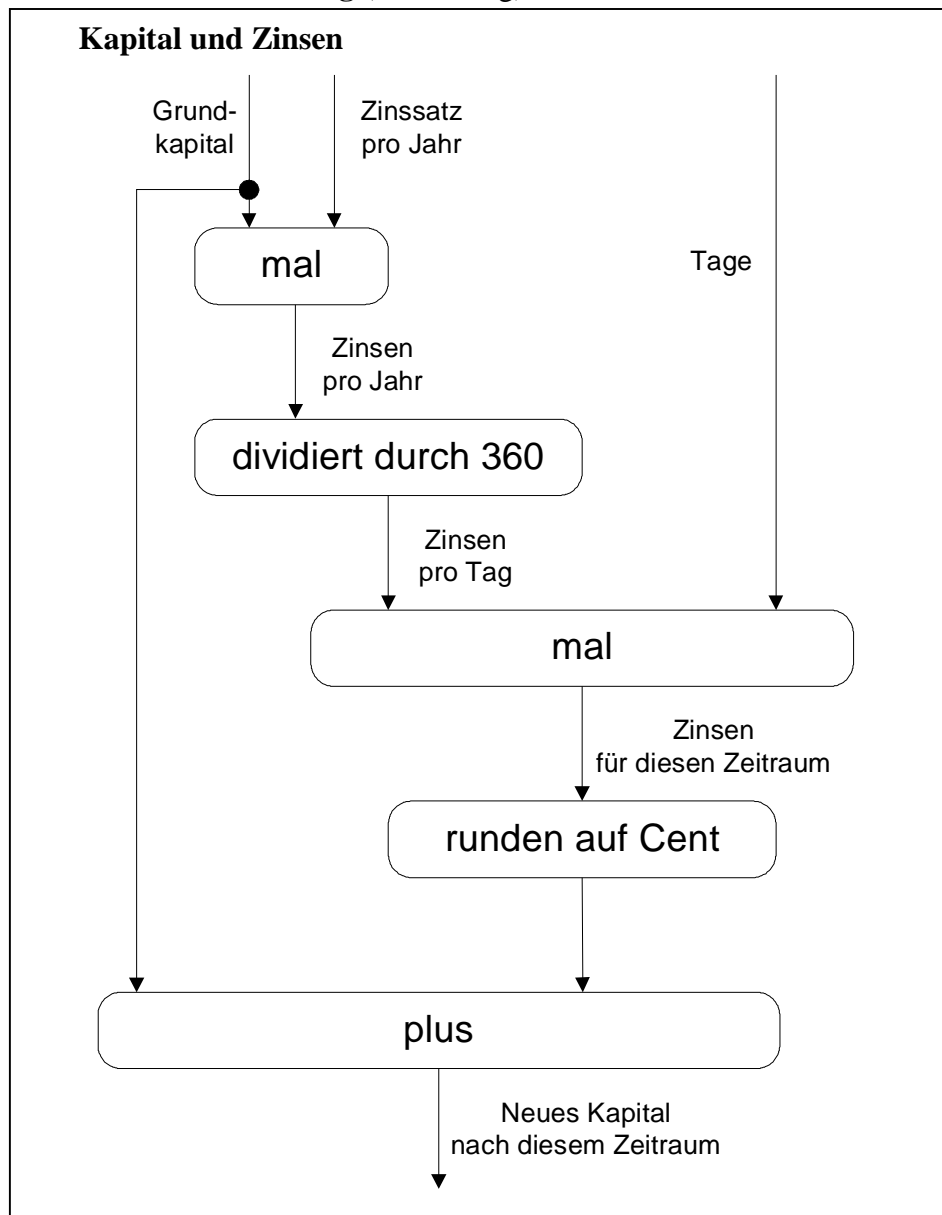
Tafelbild und Hefteintrag (1. Teil):



Für die Berechnung des neuen Kapitals sind die „Zinsen für diesen Zeitraum“ zum Grundkapital zu addieren. Der Wert des Grundkapitals wird im Rahmen der Berechnung ein

zweites Mal benötigt. Für diese Situation gibt es ein Symbol im Datenflussdiagramm, die **Verzweigung**. Damit lässt sich das Datenflussdiagramm vervollständigen.

Tafelbild und Hefteintrag (vollständig):



Aufgabe 1 (Fortsetzung):

Erstelle für die zusammengesetzte Gesamtfunktion „NeuesKapital“ die Verarbeitungsvorschrift in Termnotation. Die Eingangsparameter sind das Grundkapital K, der Zinssatz Z pro Jahr und die Laufzeit T in Tagen.

Die zugehörige Termnotation lautet:

$$\text{NeuesKapital}(K; Z; T) = K + \text{RUNDEN}((K \cdot Z / 360) \cdot T; 2)$$

aufgrund der Rechengesetze kann der Term um einige Klammerpaare vereinfacht werden:

$$\text{NeuesKapital}(K; Z; T) = K + \text{RUNDEN}(K \cdot Z / 360 \cdot T; 2)$$

Bei der Termnotation erkennt man die Verzweigung am mehrfachen Auftreten eines Eingangsparameters, hier z. B. des Grundkapitals K.

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen unter Verwendung der Termnotation eine Kurzform des Rechenblattes ohne aufwändige graphische Elemente. Die Eingangsparameter sind durch die entsprechenden Zellreferenzen zu ersetzen. Die Eingabezellen sollen, je nach Datentyp, geeignet formatiert werden (Währung, Prozentzahl, Ganzzahl).

Mögliches Ergebnis:

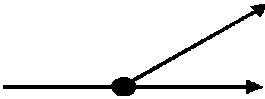
	A	B	C
1			
2	Kapital und Zinsen		
3			
4	Grundkapital	2.200,00 €	
5	Zinsfuß pro Jahr	2,30%	
6	Tage	135	
7			
8	Neues Kapital	2.218,98 €	
9			
10			

$$= B4 + \text{RUNDEN}(B4*B5/360*B6 ; 2)$$

Hefteintrag:

Verzweigung

Werden in einem Datenflussdiagramm für mehrere Teilfunktionen dieselben Daten als aktuelle Parameter benötigt, so muss der Datenfluss verzweigt werden.

Mit dem Symbol  kann der Datenfluss im Datenflussdiagramm verteilt werden (Verzweigung); in beiden Teilen fließen dieselben Daten. In der Termnotation wird die Verzweigung in der mehrfachen Verwendung desselben Parameterbezeichners deutlich.

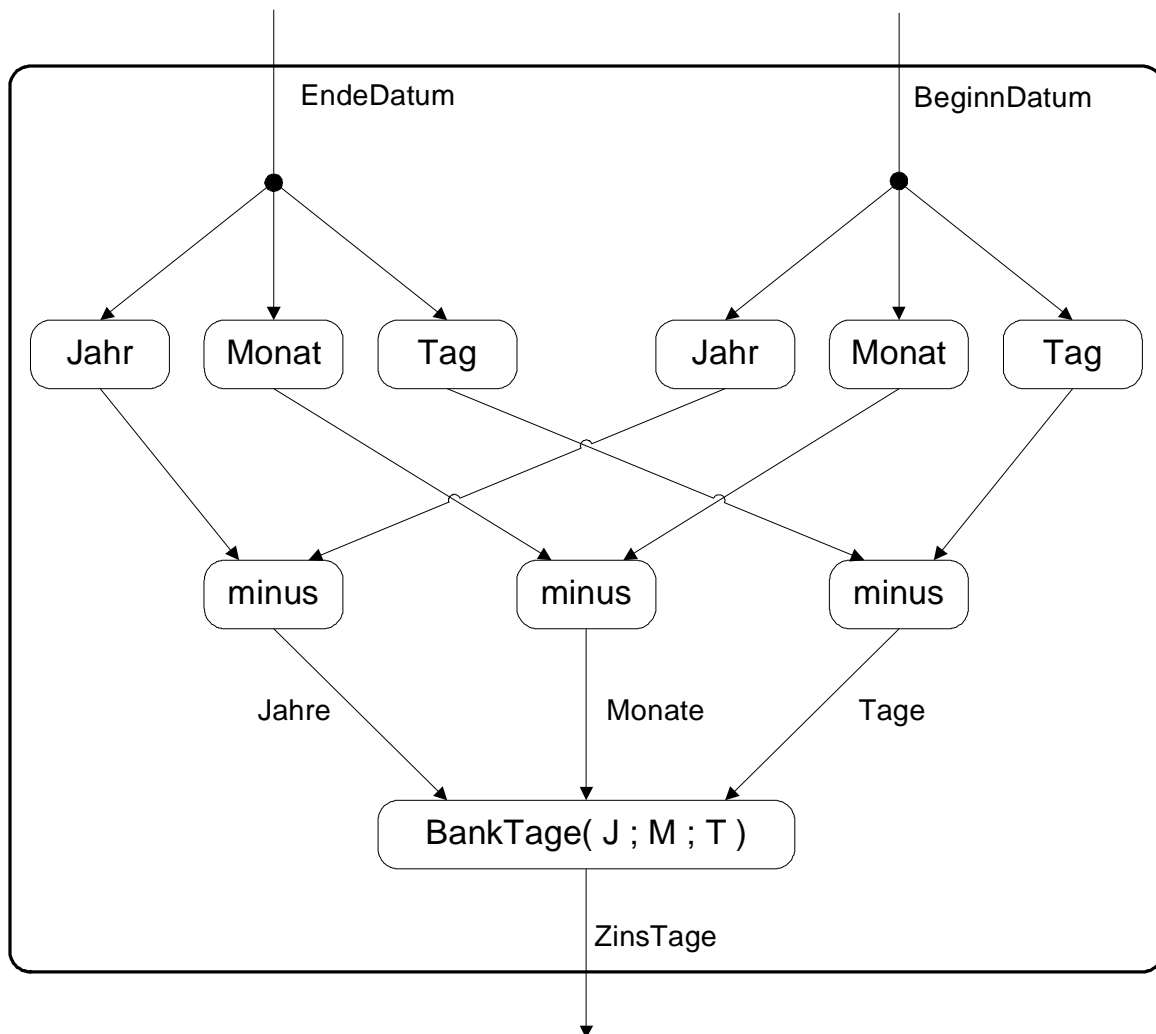
Als Erweiterung dieser Aufgabe soll jetzt die Laufzeit nicht mehr in Tagen angegeben werden, sondern durch das Datum für den Beginn und das Ende der Sparphase. Dabei ist die Berechnungsmethode der deutschen Banken für die Zinstage zu berücksichtigen.

Aufgabe 2:

Entwickle das Datenflussdiagramm für eine Funktion „ZinsTage“, welche die Gepflogenheiten der Banken berücksichtigt und als Eingangsparameter BeginnDatum B und EndeDatum E verwendet. Jeder volle Monat zählt wie 30 Tage, jedes volle Jahr wie 360 Tage. Die vordefinierten Funktionen TAG, MONAT und JAHR sind dabei zu benutzen; JAHR liefert z. B. die Jahreszahl eines Datums. Es kann davon ausgegangen werden, dass das EndeDatum nach dem BeginnDatum liegt. Ebenso werden bei dieser Aufgabe noch keine Datumsangaben verwendet, die den 31sten eines Monats enthalten.

Erstelle mit Hilfe des Datenflussdiagramms eine Termnotation für die Funktion „ZinsTage“.

Eine Funktion BankTage, die aufgrund von Jahren, Monaten und Tagen die Tage nach der Bankmethode errechnet, vereinfacht das Datenflussdiagramm. Datumsangaben mit dem 31sten des Monats werden im Kapitel „Bedingte Funktionen, WENN-Funktion“ behandelt.

Mögliches Ergebnis:

Die zugehörige Termnotation lautet:

$$\text{ZinsTage} (E ; B) = \\ (\text{JAHR}(E) - \text{JAHR}(B)) * 360 + (\text{MONAT}(E) - \text{MONAT}(B)) * 30 + \\ (\text{TAG}(E) - \text{TAG}(B))$$

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen unter Verwendung der Termnotation eine Kurzform des Rechenblattes für die Funktion „ZinsTage“.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C
1			
2	ZinsTage	= (JAHR(B5) – JAHR(B6))*360 + (MONAT(B5) – MONAT(B6))*30 + (TAG(B5) – TAG(B6))	
3			
4			
5	Ende Datum	02.11.2007	
6	Beginn Datum	24.06.2007	
7			
8	Zinstage	128	
9			
10			

Die Schüler erkennen, dass mit Datumswerten „ganz normal“ gerechnet werden kann. Für Datumswerte gibt es neben einigen vordefinierten Funktionen die Grundrechenoperationen „+“ und „-“. Hier zeigt sich erneut, dass die Datumswerte intern als Zahlen abgespeichert sind. Die Schüler kontrollieren die Termnotation, indem sie für einige Datumswerte den Termwert mit Bleistift und Papier berechnen und mit den Tabellenergebnissen vergleichen. Ein besonderes Augenmerk sollte dabei auf Beispiele gelegt werden, bei denen der Tag und/oder der Monat des EndeDatums kleiner ist als beim BeginnDatum.

Aufgabe 3 (Erweiterung von Aufgabe 1):

Ergänze das Datenflussdiagramm der Aufgabe 1, erweitere die Termnotation und erstelle die Kurzform des Rechenblatts mit den beiden zusätzlichen Eingangsparametern EndeDatum E und BeginnDatum B.

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen unter Verwendung der Termnotation eine Kurzform des Rechenblattes für die Funktion „NeuesKapital“, wobei jetzt statt der Tage das EndeDatum und das BeginnDatum des Sparvorgangs eingegeben werden.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C
1			
2	<i>Kapital und Zinsen</i>		
3			
4	Grundkapital	2.200,00 €	
5	Zinsfuß pro Jahr	2,30%	
6	Ende Datum	02.11.2007	
7	Beginn Datum	24.06.2007	
8			
9			
10	Neues Kapital	2.217,99 €	
11			

Die zugehörige Termnotation lautet:

$$\text{NeuesKapital}(K; Z; E; B) = K + \text{RUNDEN}\left(\frac{K \cdot Z}{360} \cdot ((\text{JAHR}(E) - \text{JAHR}(B)) \cdot 360 + (\text{MONAT}(E) - \text{MONAT}(B)) \cdot 30 + (\text{TAG}(E) - \text{TAG}(B))) ; 2\right)$$

In einem weiteren Beispiel erkennen die Schüler, dass eine Verzweigung im Datenfluss in der Regel nötig ist, wenn bei der Berechnung die gleiche Funktion mehrfach eingesetzt wird. Als Beispiel wird hier die Kapitalentwicklung auf einem Prämiensparbuch über einige Jahre hinweg betrachtet. Zur Vereinfachung geht man davon aus, dass die Zinsen genau nach einem Jahr berechnet und zum Kapital addiert werden. Zusätzlich wird jedes Jahr ein fester Betrag auf dieses Sparkonto eingezahlt.

Aufgabe 3:

Michael bekommt zu seinem 14. Geburtstag von seinem Onkel ein Sparbuch mit 500 Euro Startkapital und 3 % Verzinsung im Jahr geschenkt. Die Zinsen werden jährlich gutgeschrieben. Zu jedem weiteren Geburtstag zahlt der Onkel 100 Euro (Prämie) ein. Über welchen Betrag kann Michael am 18. Geburtstag verfügen?

Die Funktion Sparbuch soll für beliebige Werte der Parameter Startkapital K, Prämie P und Zinssatz Z verwendet werden können.

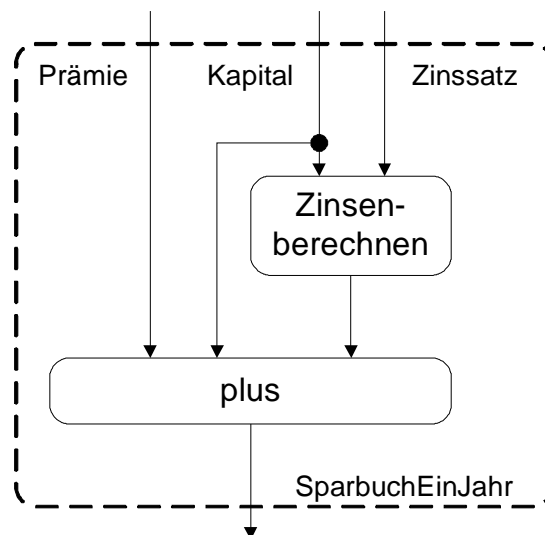
Erstelle zunächst ein Datenflussdiagramm für ein Jahr, d. h. für die Berechnung zum 15. Geburtstag (handschriftlich oder mit Hilfe eines Zeichenprogramms). Gib hierzu die Termnotation an und fertige eine Kurzform des Rechenblatts. Diese Funktion bezeichnen wir mit „SparbuchEinJahr“.

Erstelle ein Datenflussdiagramm für die folgenden Jahre, wobei du die Funktion „SparbuchEinJahr“ verwendest. Erweitere das obige Rechenblatt um zusätzliche Zeilen, in denen jeweils der Stand zum x-ten Geburtstag berechnet wird. Verwende dazu die Möglichkeit, Zelleninhalte (und damit auch Formeln) zu kopieren.

Versuche, die Termnotation für die Gesamtfunktion „SparBuchAm18ten“ zu erstellen.

Da die Schüler in der Zwischenzeit mehr Übung im Aufstellen von Funktionen haben, wird man beim Datenflussdiagramm für das erste Jahr die Funktionen nicht mehr bis ins letzte Detail der Grundrechenarten aufsplitten, sondern eine Funktion Zinsenberechnen mit den Parametern Kapital und Zinssatz verwenden.

Mögliches Ergebnis (Datenflussdiagramm für das erste Jahr):



Die zugehörige Termnotation lautet:

$$\text{SparBuchEinJahr} (P ; K ; Z) = P + K + K*Z$$

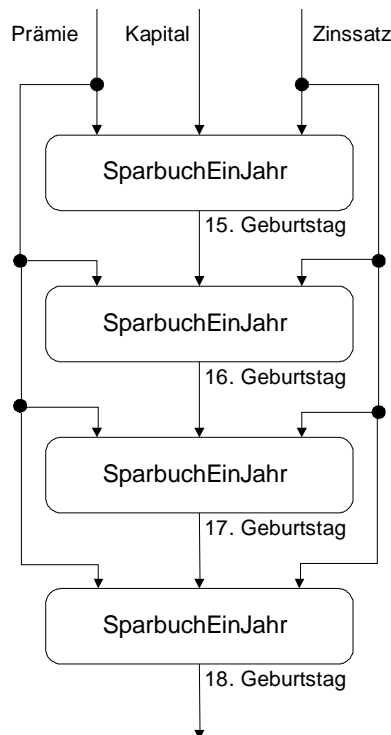
Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen unter Verwendung der Termnotation eine Kurzform des Rechenblattes für die Funktion „SparBuchEinJahr“ mit der Eingabe der Grunddaten und der Ausgabe für den 15. Geburtstag.

Mögliches Ergebnis (für das erste Jahr):

	A	B	C
1	<i>Prämiensparen</i>		
2			
3	Startkapital	500,00 €	
4	Zinssatz p.a.	3,0%	
5	Prämie	100,00 €	
6			
7	15. Geburtstag	615,00 €	
8			

$$= B5 + B3 + B3*B4$$

Mögliches Ergebnis (Datenflussdiagramm bis zum 18. Geburtstag):**Arbeit am Computer:**

Die Schüler erweitern das Rechenblatt der Aufgabe 3 unter Verwendung der Funktion „SparBuchEinJahr“ um die Ausgabe für den 16. bis zum 18. Geburtstag. Dabei kopieren sie die Formel für die Jahresberechnung mehrfach.

Mögliches Ergebnis (bis zum 18. Geburtstag):

	A	B	C
1	Prämiensparen		
2			
3	Startkapital	500,00 €	
4	Zinssatz	3,0%	
5	Prämie	100,00 €	
6			
7	15. Geburtstag	615,00 €	$= B5 + B3 + (B3*B4)$ besser $= \$B\$5 + B3 + (B3*\$B\$4)$
8	16. Geburtstag	733,45 €	
9	17. Geburtstag	855,45 €	$= \$B\$5 + B9 + (B9*\$B\$4)$
10	18. Geburtstag	981,12 €	
11			

Die Schüler stellen fest, dass ein „einfaches Kopieren“ des Zelleninhalts von B7 nach B8 aufgrund der relativen Adressierung zu einer falschen Formel führt. Erst durch Verwendung der absoluten Adressierung für Zinssatz und Prämie bleibt die Formel in diesen Bereichen beim Kopieren unverändert. Jetzt muss in der Formel für den 16. Geburtstag nur noch der Bezug zum Kapital angepasst werden, dann kann diese nach B9 und B10 kopiert werden. Als Erweiterung könnte nun auch berechnet werden, über wie viel Kapital Michael an seinem 30., 40. und 50. Geburtstag verfügt, wenn die Vorgaben unverändert bleiben.

An diesem Beispiel erkennen die Schüler die Vor- und Nachteile der relativen bzw. absoluten Adressierung und sehen ein, dass man nach einem Kopieren von berechneten Zellen die Formeln auf richtige Zellbezüge überprüfen sollte.

Vordefinierte Funktionen in einem Tabellenkalkulationssystem (12.–14. Stunde)

In diesem Kapitel werden wesentliche, vom benutzten Tabellenkalkulationssystem vordefinierte Funktionen an Beispielen behandelt. Einige dieser Funktionen kamen schon in den vorherigen Kapiteln zum Einsatz. Die Schüler sollen die vordefinierten Funktionen des benutzten Tabellenkalkulationsprogramms nicht auswendig lernen; Ziel ist vielmehr, dass sie in der Lage sind, bei der Bearbeitung von Aufgaben die Syntax und Semantik der benötigten Funktion aus der Programmhilfe zu erschließen und die Funktion geeignet einzusetzen.

Zuerst werden die wichtigen Funktionen SUMME und ANZAHL behandelt. Als Beispiel dient eine Übersicht über die getätigten Umsätze von Vertretern in einem Unternehmen.

Aufgabe 1:

Ein Vertriebsunternehmen hat zurzeit vier Vertreter. Jeder Vertreter macht pro Monat einen gewissen Umsatz. Es sind sowohl der Gesamtumsatz aller Vertreter als auch der durchschnittliche Umsatz eines Vertreters von Interesse.

Erstelle ein einfaches Rechenblatt, das den Gesamtumsatz und den durchschnittlichen Umsatz bei vier Vertretern ausgibt. Verwende nur die Grundrechenarten.

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen das Rechenblatt „Vertreter“ und verwenden dabei die Formatierung Währung.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C
1	Vertreter		
2			
3		Umsatz	
4			
5	Meier	35.459 €	
6	Huber	42.967 €	
7	Müller	12.588 €	
8	Schneider	8.877 €	
9			
10			
11	Gesamtumsatz	99.891 €	$= B5 + B6 + B7 + B8$
12	durchschn. Umsatz	24.973 €	$= B11/4$
13			

Die Schüler erkennen den wesentlichen Mangel bei einer derartigen Berechnung des Gesamtumsatzes und des durchschnittlichen Umsatzes: Kommen Einträge für neue Vertreter und damit neue Zeilen hinzu, so müssen die Formeln für Gesamtumsatz und durchschnittlichen Umsatz neu definiert werden. Um das zu umgehen, benötigt man eine Funktion SUMME mit beliebiger Anzahl an Eingangsparametern.

Einige der vordefinierten Funktionen haben die praxisgerechte Eigenschaft, dass die Anzahl der Eingangsparameter beliebig sein kann. So gibt es z. B. die Funktion SUMME, die die Summe aus beliebig vielen Eingangsparametern berechnet, wobei nicht mit Zahlen belegte Zellen mit dem Wert 0 verrechnet werden. Die Funktion ANZAHL erlaubt ebenfalls beliebig viele Eingangsparameter und liefert beim Aufruf die Anzahl der mit Zahlen belegten Zellen zurück. Die Eingangsparameter können sowohl Zahlen als auch Zellbezüge sein.

z. B. SUMME(B5 ; B6 ; B7 ; B8 ; B9 ; B10 ; B11 ; B12)

Beschreiben die Parameterwerte mit Zellbezügen benachbarte Zellen, so kann man alle Parameter zusammen als einen Zellenbereich in der Form „ErsteZelle:LetzteZelle“ schreiben, z. B. SUMME(B5:B12).

Die Zellenbereiche haben den Vorteil, dass sie beim Einfügen von Zwischenzellen durch das Tabellenkalkulationsprogramm automatisch angepasst werden.

Arbeit am Computer:

Die Schüler verbessern das Rechenblatt „Vertreter“ entsprechend. Sie ergänzen Einträge für neue Vertreter.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	
1	Vertreter		
2			
3		Umsatz	
4			
5	Meier	35.459 €	
6	Huber	42.967 €	
7	Müller	12.588 €	
8	Schneider	8.877 €	
9	Obermeier	21.776 €	
10	Untermeier	45.213 €	
11	Oberhuber	1.445 €	
12	Unterhuber	32.544 €	
13			
14			
15	Gesamtumsatz	200.869 €	= SUMME(B5:B12)
16	durchschn. Umsatz	25.109 €	= B15/ANZAHL(B5:B12)
17			

Aufgabe 1 (Erweiterung):

Es ist nicht nur der Gesamtumsatz von Interesse, sondern auch der prozentuale Anteil der jeweiligen Vertreter am Gesamtumsatz (danach richtet sich die Prämie, die dem Vertreter zusteht).

Ergänze das Rechenblatt „Vertreter“ um die prozentualen Anteile. Erstelle zunächst eine Funktion „Anteil am Gesamtumsatz“ für den ersten Vertreter.

Arbeit am Computer:

Die Schüler erweitern das Rechenblatt „Vertreter“ und verwenden dabei die Formatierung Prozent. Sie erstellen die Funktion „Anteil am Gesamtumsatz“ zunächst für den ersten Vertreter und kopieren dann diese Formel in die anderen Zellen.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C	
1	Vertreter			
2				
3		Umsatz	Anteil	
4				
5	Meier	35.459 €	17,7%	= B5/B15
6	Huber	42.967 €	21,4%	= B6/B15
7	Müller	12.588 €	6,3%	
8	Schreider	8.877 €	4,4%	
9	Obermeier	21.776 €	10,8%	
10	Untermeier	45.213 €	22,5%	
11	Oberhuber	1.445 €	0,7%	
12	Unterhuber	32.544 €	16,2%	
13				
14				
15	Gesamtumsatz	200.869 €		
16	durchschn. Umsatz	25.109 €		
17				

Das Kopieren der Anteilsberechnung des ersten Vertreters in die Zellen der Anteile der anderen Vertreter kann Probleme verursachen, wenn die relativen Zellbezüge vom Programm automatisch angepasst werden.

Hefteintrag:

Tabellenkalkulationssysteme stellen viele vordefinierte Funktionen bereit. Einige vordefinierte Funktionen erlauben eine beliebige Anzahl an Eingangsparametern. In diesem Fall können auch Zellenbereiche angegeben werden.

Arbeitsblatt (vorgefertigt – an das verwendete Produkt angepasst – austeilten, vgl. Arbeitsblatt_vordefinierte_Funktionen.doc):

Übersicht über wichtige vordefinierte Funktionen:

<i>mathematische Funktion</i>	<i>Beschreibung des Ausgabewerts</i>
RUNDEN(Zahl; Nachkommastellen)	Zahl, gerundet
ABRUNDEN(Zahl; Nachkommastellen)	Zahl, abgerundet
AUFRUNDEN(Zahl; Nachkommastellen)	Zahl, aufgerundet
GANZZAHL(Zahl)	nächst kleinere ganze Zahl
GGT(Zahl1; Zahl2)	größter gemeinsamer Teiler
KGV(Zahl1; Zahl2)	kleinstes gemeinsames Vielfaches
QUOTIENT(Dividend; Divisor)	ganzzahliger Anteil der Division
REST(Dividend; Divisor)	Rest bei der ganzzahligen Division
ABS(Zahl)	Absolutbetrag der Zahl
VORZEICHEN(Zahl)	-1/0/+1 je nach Vorzeichen der Zahl

SUMME(Zahl1; Zahl2; ...)	Summe aller Zahlen (*)
PRODUKT(Zahl1; Zahl2; ...)	Produkt aller Zahlen (*)
ANZAHL(Zahl1; Zahl2; ...)	Anzahl aller Zahlen (*)
MAX(Zahl1; Zahl2; ...)	größte aller Zahlen (*)
MIN(Zahl1; Zahl2; ...)	kleinste aller Zahlen (*)
MITTELWERT(Zahl1; Zahl2; ...)	Mittelwert der Zahlen (*)
	(*)auch Angabe eines Zellenbereichs möglich
ZUFALLSZAHL()	zufällige Zahl zwischen 0 und 1
ZUFALLSBEREICH(UntereZahl; ObereZahl)	zufällige Ganzzahl im Bereich mindestens UntereZahl und höchstens ObereZahl
PI()	der Wert der Kreiszahl π

<i>Zeitfunktionen</i>	<i>Beschreibung des Ausgabewerts</i>
HEUTE()	aktuelles Tagesdatum
JETZT()	aktuelle Zeitangabe; Tag und Uhrzeit
JAHR(Zeitangabe)	Jahreszahl
MONAT(Zeitangabe)	Zahl des Monats im Jahr
TAG(Zeitangabe)	Zahl des Tages im Monat
WOCHENTAG(Zeitangabe)	Zahl für den Wochentag innerhalb der Woche

Zusätzlich zu diesen Funktionen gibt es bei den meisten Produkten noch eine Reihe von Spezialfunktionen, vor allem aus dem Bereich der Finanzmathematik und Statistik. Eine vordefinierte Funktion TAGE360(Ausgangsdatum ; Enddatum; WAHR) liefert dasselbe Ergebnis wie eine in den früheren Kapiteln hergeleitete Funktion ZinsTage(EndeDatum ; BeginnDatum).

Die vordefinierten Funktionen JAHR, MONAT, TAG, RUNDEN, MAX, PI kamen schon bei den Aufgaben in früheren Kapiteln zum Einsatz.

Arbeit am Computer:

Die Schüler probieren einige der vordefinierten Funktionen in einem Rechenblatt aus. Sie verwenden jeweils verschiedene Eingabewerte, um sich die Verarbeitungsvorschriften der Funktionen plausibel zu machen.

Weitere Beispiele zum Einsatz der vordefinierten Funktionen sind in den Aufgaben 2, 3 und 4 enthalten.

Aufgabe 2:

In einem Parkhaus werden für jede angebrochene Stunde 2 Euro Parkgebühr gefordert. Erstelle unter Verwendung einer vordefinierten Funktion ein einfaches Rechenblatt, das für eine Parkdauer in Stunden (mit 2 Nachkommastellen) die Parkgebühr ausgibt.

Informiere dich in der Hilfe des Tabellenkalkulationsprogramms über die vordefinierte Funktion, die du verwenden möchtest. Welche Parameter erwartet die Funktion und von welchem Typ müssen sie sein?

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen das Rechenblatt „Parkgebühr“.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C
1	Parkgebühr		
2			
3			
4	Parkdauer	2,40 h	
5			
6			
7	Parkgebühr	6	Euro
8			

$$= \text{AUFRUNDEN}(B4; 0) * 2$$

Aufgabe 2 (Erweiterung):

Das Parkhaus hat die Gebührenordnung geändert. Jetzt sind für jede angebrochene halbe Stunde 1,5 Euro Parkgebühr zu zahlen.

Bei der einfachen Bearbeitung der Aufgabe wird die Zeit in Stunden als Dezimalzahl angegeben, bei der anspruchsvolleren im Format „Stunden:Minuten“. Erstelle auch für diese Situation ein Rechenblatt.

Arbeit am Computer:

Die Schüler ändern das Rechenblatt „Parkgebühr“ entsprechend ab.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C
1	Parkgebühr		
2			
3			
4	Parkdauer	2,40 h	
5			
6			
7	Parkgebühr	7,5	Euro
8			

$$= \text{AUFRUNDEN}(B4/0,5; 0) * 1,5$$

	A	B	C
1	Parkgebühr		
2			
3			
4	Parkdauer	2:12 h	
5			
6			
7	Parkgebühr	7,5	Euro
8			

$$= \text{AUFRUNDEN}((\text{STUNDE}(B4) + \text{MINUTE}(B4)/60)/0,5; 0) * 1,5$$

Aufgabe 3:

Für jeweils 10 volle Jahre Betriebszugehörigkeit erhält jeder Angestellte eine Prämie von 500 Euro. Erstelle unter Verwendung einer vordefinierten Funktion ein einfaches Rechenblatt, das aus dem Zugangsdatum und dem heutigen Datum die Anzahl der vollen Jahre und damit die Höhe der Prämie bestimmt. Du kannst für jedes Jahr 365 Tage annehmen.

Informiere dich in der Hilfe des Tabellenkalkulationsprogramms über die vordefinierten Funktionen, die du verwenden möchtest. Welche Parameter erwarten die Funktionen und von welchem Typ müssen sie sein?

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen das Rechenblatt „Prämie“.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C	D
1	Prämie			
2				
3	Name	Zugangsdatum	Betriebsjahre	Prämie
4				
5	Meier	01.08.1962	43,77534	2.000 €
6	Müller	24.04.1970	36,04110	1.500 €
7	Huber	23.09.1968	37,62466	1.500 €
8	Schneider	20.01.2006	0,27397	0 €
9				
10				

$= (\text{HEUTE}() - \text{B5})/365$

$= \text{GANZZAHL}(\text{C5}/10)*500$

Ein weiteres Beispiel behandelt das Thema Prüfziffern. Zur Datenerfassung werden in der EDV oft Kennzahlen verwendet (Kundennummer, Kontonummer, Artikelnummer usw.). Weltweit herausgegebene Bücher besitzen eine einheitliche ISBN-Kennung (engl. „International Standard Book Number“), alle Produkte im Handel erhalten in Europa die EAN-Kennung (engl. „European Article Number“). Beide bestehen aus einer Folge von 10 bzw. 13 Ziffern. Für die Datenerfassung (z. B. Verkauf eines Artikels) reicht es, nur noch die Kennung des Artikels einzugeben.

Impulse:

Welche Fehler können bei der Eingabe von Kennzahlen passieren? Wie könnte man Fehleingaben gegenprüfen? Warum ist das Bilden der Quersumme kein ausreichendes Prüfverfahren?

Die Schüler erkennen, dass die häufigsten Eingabefehler auf Tippfehlern oder auf Zifferndrehern beruhen. Zur Kontrolle der Eingabe bildet man daher aus den eingegebenen Ziffern eine Prüfwahl, die man zusätzlich zur EDV-Kennzahl eingibt. Das Programm kann nun automatisch kontrollieren, ob die Eingabe den Abgleich mit der Prüfwahl besteht. Mit einer einfachen Quersumme als Prüfwahl würde man Zifferndreher nicht erkennen. Die Berechnung der Prüfwahl muss also den Stellenwert einer Ziffer berücksichtigen.

Aufgabe 4:

Erstelle unter Verwendung vordefinierter Funktionen eine einfache Funktion „100ter“, die für eine eingegebene Ganzzahl die Anzahl der Hunderter ausgibt. Überlege, wie nach demselben Verfahren die Funktionen für die verschiedenen Stellen aussehen müssten (z. B. „1000ter“). Ergänze mit diesen Überlegungen die Formeln im abgebildeten Rechenblatt „Stellenwert“.

	A	B	C
1	Stellenwert		
2			
3			
4	Zahl	47231	
5			
6	Einer	1	
7	Zehner	3	
8	Hunderter	2	
9	Tausender	7	
10	Zehntausender	4	
11	Hunderttausender	0	
12	Millionen	0	
13			

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen das Rechenblatt „Stellenwert“.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C
1	Stellenwert		
2			
3			
4	Zahl	47231	
5			
6	Einer		1
7	Zehner		3
8	Hunderter		2
9	Tausender		7
10	Zehntausender		4
11	Hunderttausender		0
12	Millionen		0
13			
14			

= REST(GANZZAHL(B4/100) ; 10)

= REST(GANZZAHL(B4/1000) ; 10)

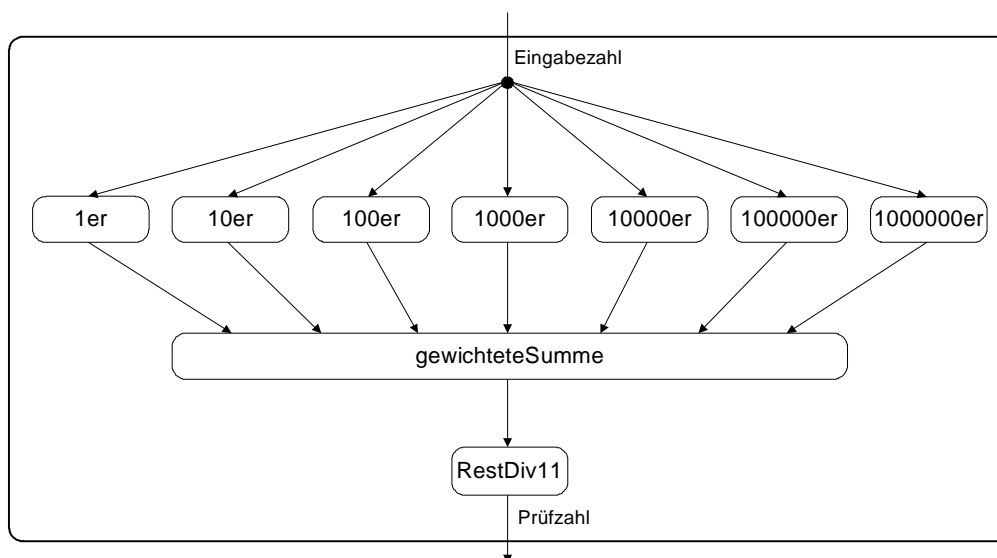
Aufgabe 4 (2. Teil):

Die Prüfzahl für die eingegebene Kennzahl (maximal 6 Stellen) eines Artikels soll nach folgendem Verfahren gebildet werden: Jede Ziffer wird mit seiner von rechts gezählten Stellenposition multipliziert, d. h. die Einer werden mit 1 multipliziert, die Zehner mit 2, die Hunderter mit 3 usw. Diese Teilprodukte werden dann summiert (gewichtete Summe). Die Prüfzahl ist der Rest, der sich bei der Division der Summe durch 11 ergibt. Die Prüfzahl und damit der Aufwand für die Eingabe bleiben klein, da sich nur Werte von 0 bis 10 ergeben.

Erstelle für die Funktion „Prüfzahl“, die aus einer eingegebenen Zahl deren Prüfzahl bestimmt, ein Datenflussdiagramm (handschriftlich oder mit Hilfe eines Zeichenprogramms). Bestimme die Termnotation für die Teilprodukte und für die Berechnung der Prüfzahl aus den Teilprodukten.

Ergänze das Rechenblatt „Stellenwert“ um die Ausgabe der Prüfzahl. Untersuche die Funktion für verschiedene Eingabezahlen, beobachte vor allem die Auswirkung von Zifferndrehern und Tippfehlern.

Zusatz: Erstelle eine Termnotation für die gesamte Funktion.

Mögliches Ergebnis (Datenflussdiagramm):

Mögliches Ergebnis (Rechenblatt):

	A	B	C
1	Prüfzahl		
2			
3			
4	Zahl	47231	
5			
6	Prüfzahl	6	
7			
8			
9	Einer	1	
10	Zehner	3	
11	Hunderter	2	
12	Tausender	7	
13	Zehntausender	4	
14	Hunderttausender	0	
15	Millionen	0	
16			

= REST(B9*1 + B10*2 + B11*3 + B12*4
+ B13*5 + B14*6 + B15*7 ; 11)

= REST(GANZZAHL(B4/1000) ; 10)

Zusammengesetzte Daten (15. Stunde)

Manche Daten sind aus mehreren Teilen zusammengesetzt (Verbund). Für die Berechnung benötigt man aber oft die Einzelteile der Daten. Die Schüler bearbeiten eine Aufgabe zur Bruchaddition und lernen graphische Symbole für die Aufspaltung und Zusammenfassung eines Verbunds im Datenflussdiagramm kennen.

Impulse:

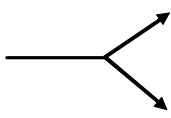
Was sind die Bestandteile eines Bruchs? Wie addiert man zwei Brüche? Wie findet man einen gemeinsamen Nenner? Was ist das kgV?

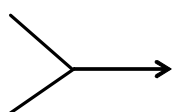
Die Schüler führen sich vor Augen, dass man bei der Addition von zwei Brüchen mit den „Bestandteilen“ Zähler und Nenner getrennt rechnen muss und am Ende daraus den Ergebnisbruch bildet.

Hefteintrag:**Zusammengesetzte Daten – Verbund**

Daten, die aus zwei oder mehr Bestandteilen zusammengesetzt sind, bezeichnet man als Verbund.

Beispiel: Ein Bruch besteht aus Zähler und Nenner.

Mit dem Symbol  kann ein Verbund im Datenflussdiagramm in seine Bestandteile aufgespalten werden.

Mit dem Symbol  wird der Verbund wieder zusammengefasst.

Aufgabe (Teil 1):

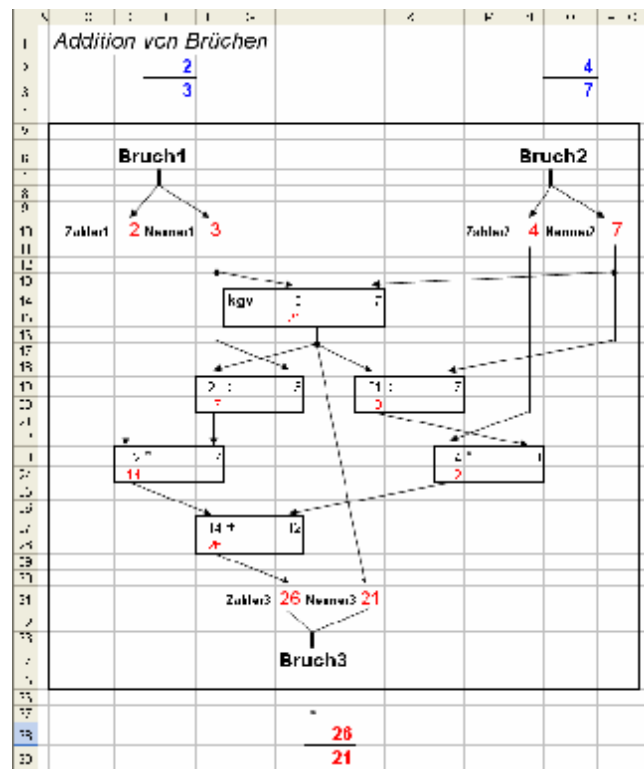
Erstelle mit dem Tabellenkalkulationsprogramm ein Datenflussdiagramm für die Addition von zwei Brüchen. Zeichne das Datenflussdiagramm mit den graphischen Elementen und verwende die Symbole zum Aufspalten und Zusammenfas-

sen eines Verbunds. Füge dann erst die Formeln für die einzelnen Teilfunktionen ein.

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen mit den graphischen Elementen des Tabellenkalkulationsprogramms ein Datenflussdiagramm. Zunächst werden die Datenflüsse und die Funktionen ohne Rechenfunktionalität angelegt, anschließend werden in den berechneten Zellen die Formeln unter Verwendung der vordefinierten Funktion kgV ergänzt.

Mögliches Ergebnis:



Aufgabe (Teil 2):

Der Bruch1 hat den Zähler Z1 und den Nenner N1, der Bruch2 besteht aus dem Zähler Z2 und dem Nenner N2. Entwickle aufgrund des Datenflussdiagramms eine Termnotation für die Funktionen AddZähler(Z1; N1; Z2; N2) und AddNenner(N1; N2), die den Zähler bzw. den Nenner des Ergebnisbruchs bei der Addition von Brüchen berechnen.

Erstelle, unter Verwendung der Termnotationen ein Rechenblatt in Kurzform für die Addition von Brüchen.

Mögliches Ergebnis:

$$\text{AddZähler}(Z1 ; N1 ; Z2 ; N2) = Z1 * \text{kgV}(N1 ; N2) / N1 + Z2 * \text{kgV}(N1 ; N2) / N2$$

$$\text{AddNenner}(N1 ; N2) = \text{kgV}(N1 ; N2)$$

	A	B	C	D	E	F
1						
2		Addition von Brüchen				
3						
4		2	+	4	=	26
5		3		7		21
6						

$$= B4 * \text{kgV}(B5 ; D5) / B5 + D4 * \text{kgV}(B5 ; D5) / D5$$

$$= \text{kgV}(B5 ; D5)$$

Diese Aufgabe kann bei ausreichender Zeit um das Kürzen eines Bruchs ergänzt werden. Eine weitere Ergänzung stellt die Umwandlung des Bruchs in eine gemischte Bruchschreibweise dar.

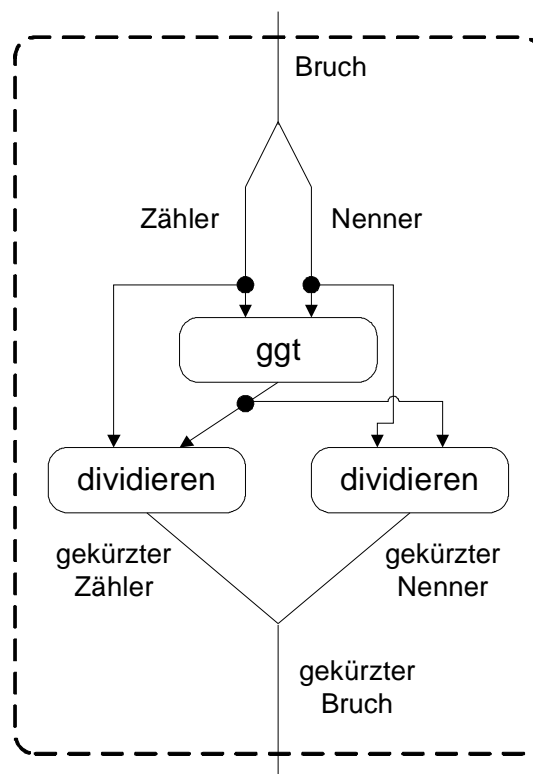
Aufgabe (Teil 3):

Erstelle eine handschriftliche Skizze für das Datenflussdiagramm einer Funktion „Bruchkürzen“, die als Eingabeparameter einen Bruch besitzt und deren Ausgabewert der gekürzte Bruch ist.

Entwickle damit die Termnotation für die Funktionen KürzZähler(Z ; N) und KürzNenner(Z ; N), wenn Z der Zähler und N der Nenner des Eingabebruchs ist. Das Tabellenkalkulationsprogramm stellt eine Funktion GGT(Zahl1 ; Zahl2) zur Verfügung, mit der man den größten gemeinsamen Teiler zweier Zahlen bestimmen kann.

Erweitere das Rechenblatt „Addition von Brüchen“ um den gekürzten Bruch.

Mögliches Ergebnis:



$$\text{KürzZähler}(Z ; N) = Z/\text{GGT}(Z ; N)$$

$$\text{KürzNenner}(Z ; N) = N / \text{GGT}(Z ; N)$$

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	<i>Addition von Brüchen</i>							
3								
4		$\frac{1}{3}$	+	$\frac{5}{12}$	=	$\frac{9}{12}$	=	$\frac{3}{4}$
5								
6								
7								

= F4/GGT(F4 ; F5)

= F5/GGT(F4 ; F5)

Bedingte Funktionen, logische Funktionen (16.–18. Stunde)

Bei vielen Berechnungen hängt der Ergebniswert einer Funktion von einer bestimmten Bedingung ab, etwa bei Aufgabenstellungen zum Mengenrabatt. Diese Situation lässt sich im funktionalen Modell mit einer bedingten Funktion, der WENN-Funktion, darstellen. In der Regel stammt der Eingangs-Wahrheitswert einer WENN-Funktion vom Ausgang einer Aussagefunktion. Es ist wichtig, dass die Schüler deutlich zwischen der Aussagefunktion und der bedingten Funktion unterscheiden. Die Schüler lernen die Begriffe Aussagefunktion, bedingte Funktion sowie logische Funktion kennen und wenden diese in Aufgaben an.

Arbeitsauftrag:

In einer Werbeaktion verspricht eine Firma beim Kauf von mehr als 80 Exemplaren einen Rabatt von 10 %, ansonsten werden 5 % gewährt. Es soll eine Funktion erstellt werden, die den richtigen Rabatt bestimmt.

Impulse:

Wovon hängt der Rabattsatz ab, den die Firma gewährt? Was muss zuerst geprüft werden, um den richtigen Rabattsatz ausgeben zu können? Von welchem Datentyp ist das Ergebnis dieser Prüfung?

Die Schüler erkennen, dass zuerst die Aussage „Es sind mehr als 80 Exemplare“ zu prüfen ist; diese kann mit „wahr“ oder „falsch“ bewertet werden. Die Überprüfung der Aussage ist im funktionalen Modell eine Funktion, die als Ausgabewert einen Wahrheitswert liefert (Aussagefunktion). Im Beispiel der Werbeaktion wird eine Aussagefunktion „Größer80“ mit formalem Parameter Anzahl durch den logischen Ausdruck „Anzahl > 80“ festgelegt. Der Ausgangswert ist ein Wahrheitswert, d. h. WAHR oder FALSCH.

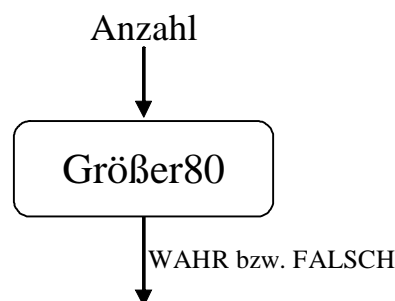
Hefteintrag:

Aussagefunktion

Eine Funktion mit beliebigen Eingangsparametern, die als Ausgabewert einen Wahrheitswert liefert, bezeichnet man als Aussagefunktion.

Die Verarbeitungsvorschrift einer Aussagefunktion ist meist durch einen logischen Ausdruck definiert. Die logischen Terme werden mit den Rechenzeichen = , < , > , <= , >= und <> formuliert.

Beispiel:



Funktionsterm: $\text{Größer80}(\text{Anzahl}) = (\text{Anzahl} > 80)$

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen ein Rechenblatt mit mehreren Aussagefunktionen und testen diese mit verschiedenen Eingabewerten. Die Zellen sind entsprechend zu formatieren.

Mögliche Beispiele sind die Funktionen „Größer80“, „IstDurch7Teilbar“, „IstGeradeZahl“, „GrößerGleich15“, „DatumSpäterAlsHeute“ usw.

Bei jeder Aussagefunktion müssen die Schüler überlegen, welche Eingangsparameter für die Funktion nötig sind und von welchem Typ diese sind.

Mögliches Ergebnis:

	A	B	C	D
1	Aussagefunktionen			
2				
3				
4	Größer80	75	FALSCH	= (B4 > 80)
5	Größer80	87	WAHR	
6				
7	IstDurch7Teilbar	41	FALSCH	= (REST(B7 ; 7) = 0)
8	IstDurch7Teilbar	56	WAHR	
9				
10	IstGeradeZahl	12	WAHR	= (B12 >= 15)
11				
12	GrößerGleich15	14	FALSCH	
13	GrößerGleich15	15	WAHR	
14	GrößerGleich15	16	WAHR	
15				
16	DatumSpäterAlsHeute	01.08.2011	WAHR	
17				
18				

Zur Bearbeitung des Arbeitsauftrags ist noch eine spezielle Funktion nötig, die aufgrund des Wahrheitswertes entweder 10 % oder 5 % ausgibt. Diese Situation lässt sich im funktionalen Modell mit einer bedingten Funktion, auch WENN-Funktion genannt, realisieren.

Impuls:

Wie viele Eingangsparameter benötigt eine derartige Funktion? Von welchem Typ müssen diese jeweils bei der Werbeaktion sein?

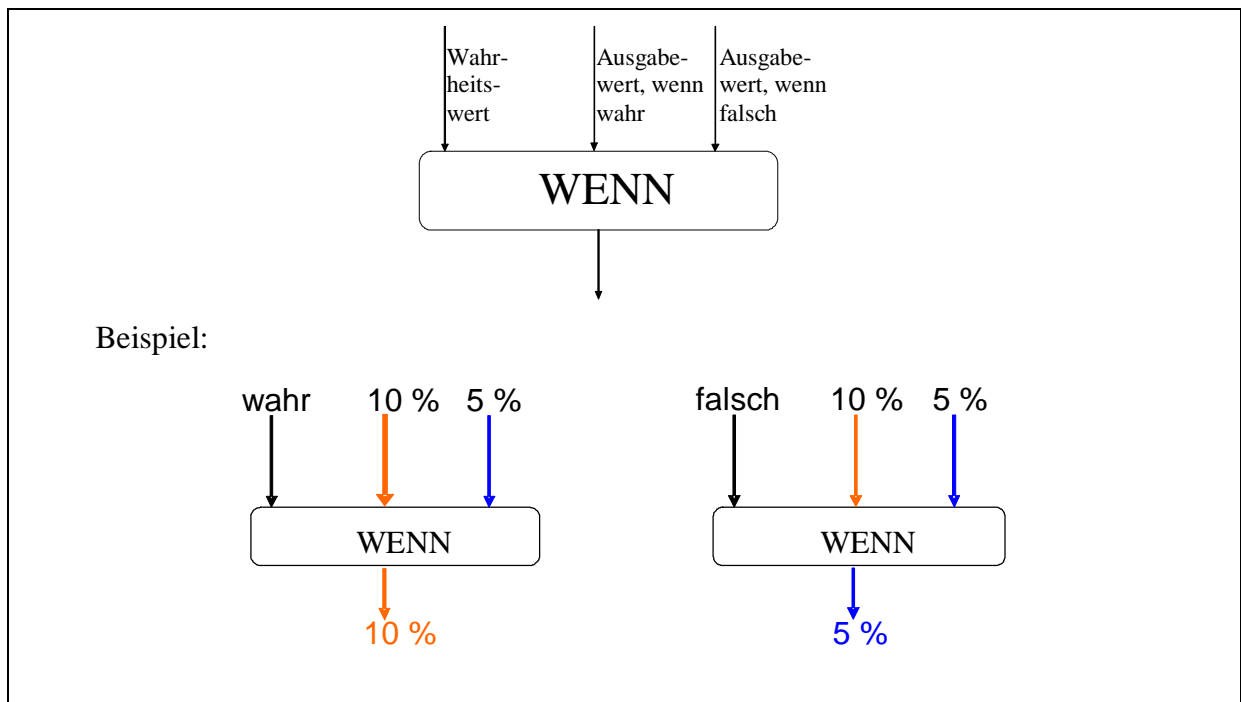
Hefteintrag:

WENN-Funktion

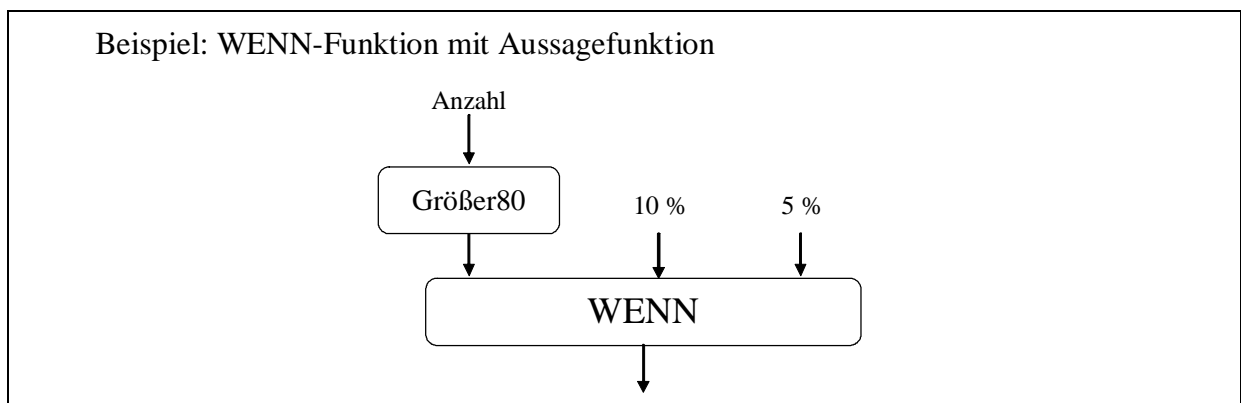
Die WENN-Funktion hat drei Eingangsparameter: einen Wahrheitswert und zwei alternative Werte für die Ausgabe. Je nachdem, ob der Wahrheitswert WAHR oder FALSCH ist, nimmt der Ausgabewert den Wert der ersten oder der zweiten Alternative an.

Schreibweise:

WENN(Wahrheitswert ; AlternativeBeiWahr ; AlternativeBeiFalsch)

Hefteintrag (Fortsetzung):

In der Regel stammt der Eingangs-Wahrheitswert einer WENN-Funktion vom Ausgang einer Aussagefunktionen. Im Beispiel der Werbeaktion ist dies die Aussagefunktion „Größer80“. Das Mengenrabatt-Beispiel stellt sich als Datenflussdiagramm folgendermaßen dar:

Hefteintrag:

Die Erzeugung des Wahrheitswertes durch eine Aussagefunktion muss in der Anfangsphase deutlich von dessen Verwendung in der WENN-Funktion getrennt werden.

Aufgabe 1:

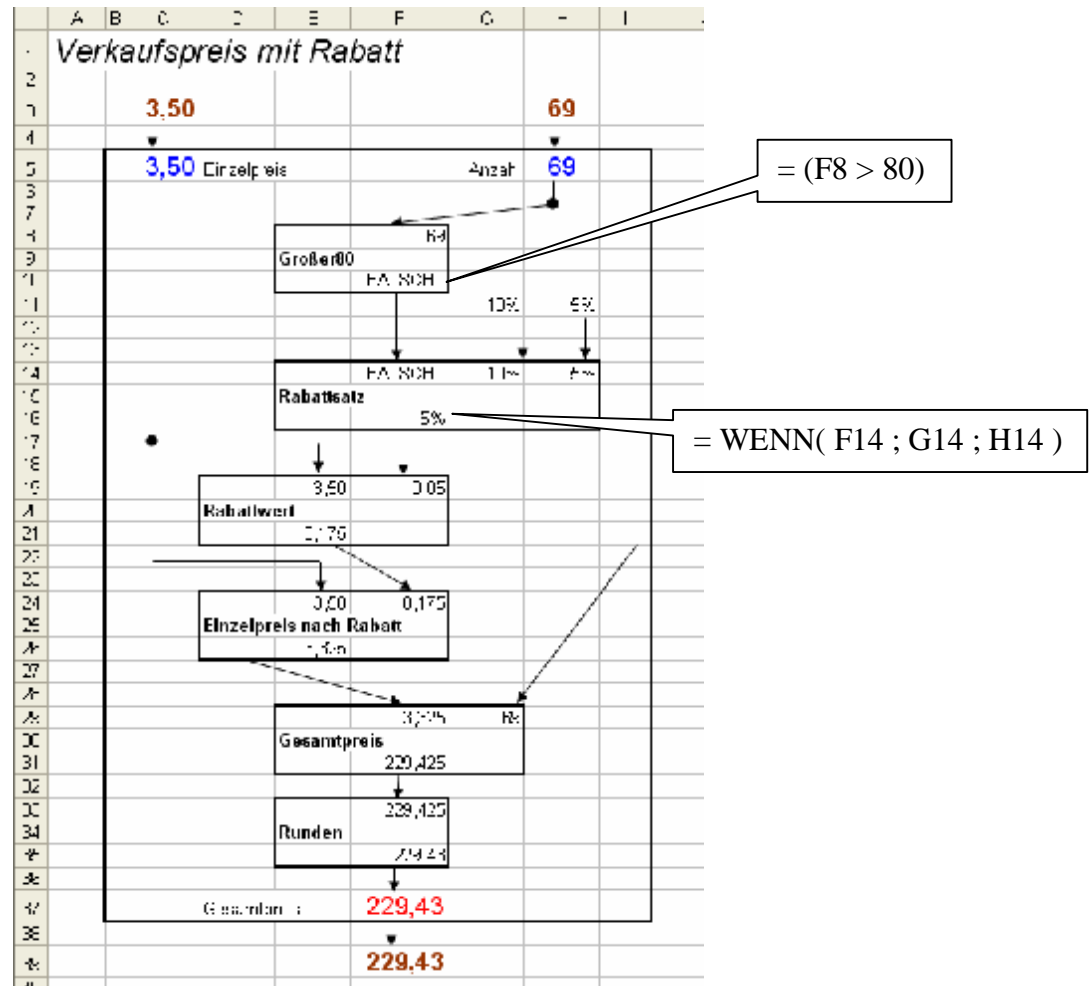
In einer Werbeaktion verspricht eine Firma beim Kauf von mehr als 80 Exemplaren einen Rabatt von 10 %, ansonsten werden 5 % gewährt. Erstelle eine Funktion „VerkaufspreisMitRabatt“ die, ausgehend vom Einzelpreis EP und der Anzahl der gekauften Exemplare A, den Endpreis unter Berücksichtigung des Mengenrabatts bestimmt.

Fertige mit dem Tabellenkalkulationsprogramm ein graphisches Datenflussdiagramm für die Funktion „VerkaufspreisMitRabatt“ an und trage dann die Formeln ein. Formuliere die Termnotation des Gesamtterms für diese Funktion.

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen ein Rechenblatt mit graphischer Darstellung des Datenflussdiagramms für die Funktion „VerkaufspreisMitRabatt“.

Mögliches Ergebnis:



Termnotation:

$$\text{VerkaufspreisMitRabatt}(\text{EP} ; A) = \text{RUNDEN}((\text{EP} - \text{EP} * \text{WENN}(A > 80 ; 10 \% ; 5 \%)) * A ; 2)$$

Bei den weiteren Aufgaben fasst man die Aussagefunktion mit der WENN-Funktion zur Vereinfachung der Darstellung zusammen:

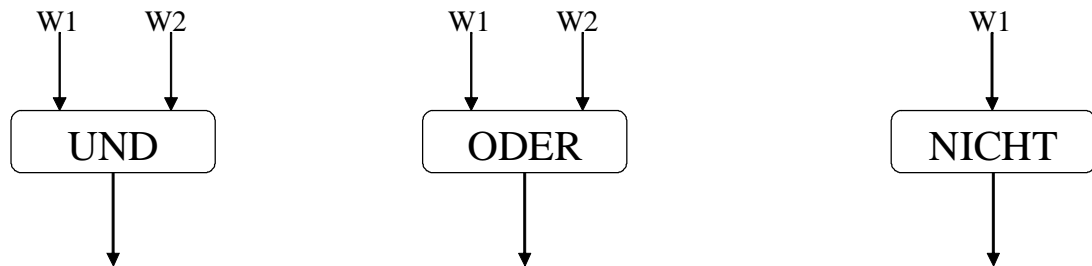
$$\text{WENN}(\text{Größer80}(\text{Anzahl}) ; 0,10 ; 0,05) \Rightarrow \text{WENN}(\text{Anzahl} > 80 ; 0,10 ; 0,05)$$

Zur Hinführung auf logische Funktionen wird das Beispiel der Werbeaktion um eine neue Regelung ergänzt. Kurzfristig ändert die Firma die Bedingungen für die Werbeaktion: Nur Stammkunden sollen in den Genuss des höheren Mengenrabatts kommen. Ein weiterer Eingangsparameter Stammkunde ist damit für die Funktion „VerkaufspreisMitRabatt“ erforderlich. Die Schüler stellen fest, dass man eine spezielle Funktion benötigt, die den Wahrheitswert für die WENN-Funktion Rabattsatz liefert. Diese Funktion gibt den Wahrheitswert WAHR aus, wenn der Ausgabewert von „Größer80“ und gleichzeitig der Wert Stammkunde WAHR sind. In allen anderen Situationen muss die Funktion den Wert FALSCH liefern. Die logische Funktion UND erfüllt diese Forderung.

Hefteintrag:**Logische Funktion**

Eine Funktion, deren Eingangsparameter vom Datentyp Wahrheitswert sind und die als Ausgabewert einen Wahrheitswert liefert, bezeichnet man als logische Funktion.

Die logischen Operatoren UND, ODER und NICHT lassen sich im funktionalen Modell durch logische Funktionen wiedergeben.

Hefteintrag:

Die Verarbeitungsvorschriften der logischen Funktionen UND, ODER und NICHT sind durch Entscheidungstabellen festgelegt.

Arbeit am Computer:

Die Schüler erhalten ein Arbeitsblatt (siehe unten) mit den unausgefüllten Entscheidungstabellen für die Funktionen UND, ODER und NICHT und erstellen ein einfaches Rechenblatt mit den vordefinierten Funktionen UND(W1 ; W2), ODER(W1 ; W2) und NICHT(W1). Mit Hilfe exemplarischer Berechnungen im Rechenblatt ergänzen die Schüler das jeweilige Ergebnis.

Hefteintrag oder Arbeitsblatt_logische_Funktionen.doc:

UND		
W1	W2	Ausgabewert
WAHR	WAHR	WAHR
WAHR	FALSCH	FALSCH
FALSCH	WAHR	FALSCH
FALSCH	FALSCH	FALSCH

ODER		
W1	W2	Ausgabewert
WAHR	WAHR	WAHR
WAHR	FALSCH	WAHR
FALSCH	WAHR	WAHR
FALSCH	FALSCH	FALSCH

NICHT	
W1	Ausgabewert
WAHR	FALSCH
FALSCH	WAHR

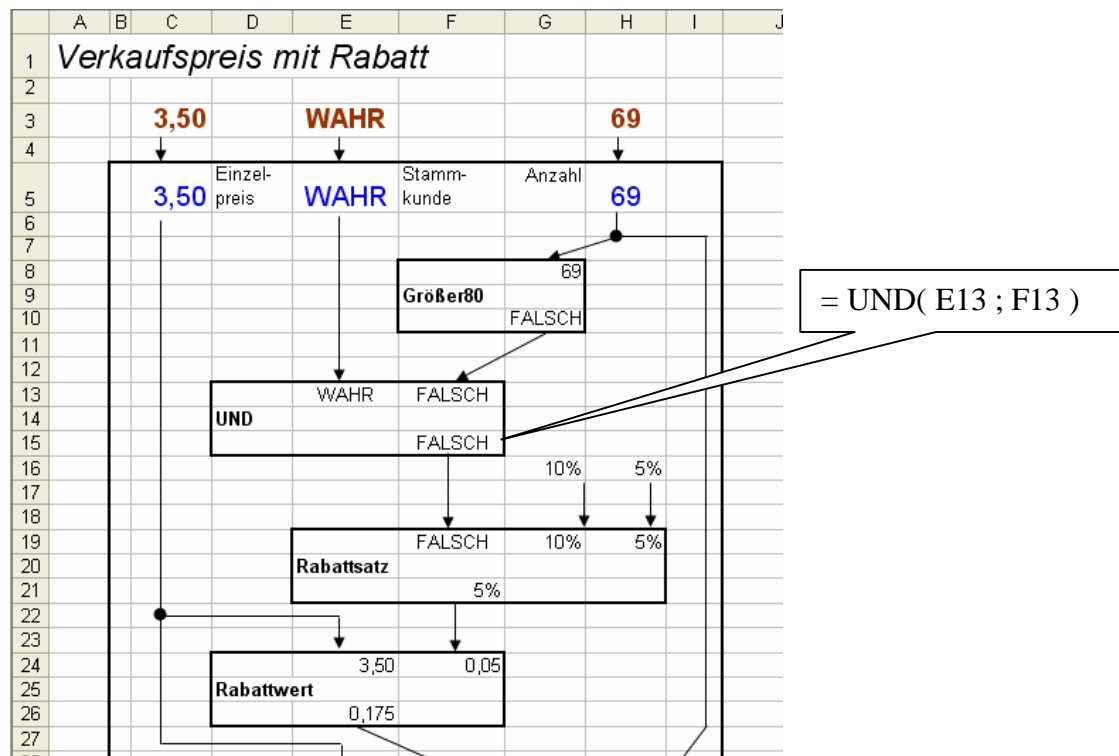
Aufgabe 1 (2. Teil):

Die Firma hat die Bedingungen für die Werbeaktion geändert. Nur Personen, die Stammkunden sind und gleichzeitig mehr als 80 Exemplare einkaufen, kommen in den Genuss des höheren Mengenrabatts.

Ergänze das Datenflussdiagramm im Rechenblatt entsprechend der neuen Vorgaben und ändere die Notation des Gesamtterms. Der Eingangsparameter „IstStammkunde“ wird mit S bezeichnet.

Arbeit am Computer:

Die Schüler bearbeiten das Rechenblatt des Datenflussdiagramms für die Funktion „VerkaufspreisMitRabatt“.

Mögliches Ergebnis (Ausschnitt):

Termnotation:

$$\text{VerkaufspreisMitRabatt}(EP; S; A) = \text{RUNDEN}((EP - EP * \text{WENN}(\text{UND}(A > 80; S); 10\%; 5\%)) * A; 2)$$

Aufgabe 1 (3. Teil):

Die Stammkunden haben sich über die neue Regelung beschwert. Deshalb sieht sich die Firma veranlasst, die Regeln für die Werbeaktion erneut zu ändern. Stammkunden bekommen jetzt immer den höheren Rabatt unabhängig von der Anzahl der gekauften Exemplare, andere Kunden erhalten den höheren Rabatt nur bei der größeren Stückzahl.

Ändere das Datenflussdiagramm im Rechenblatt entsprechend der neuen Vorgaben und formuliere die Notation des Gesamtterms um.

Arbeit am Computer:

Die Schüler bearbeiten das Rechenblatt des Datenflussdiagramms für die Funktion „VerkaufspreisMitRabatt“.

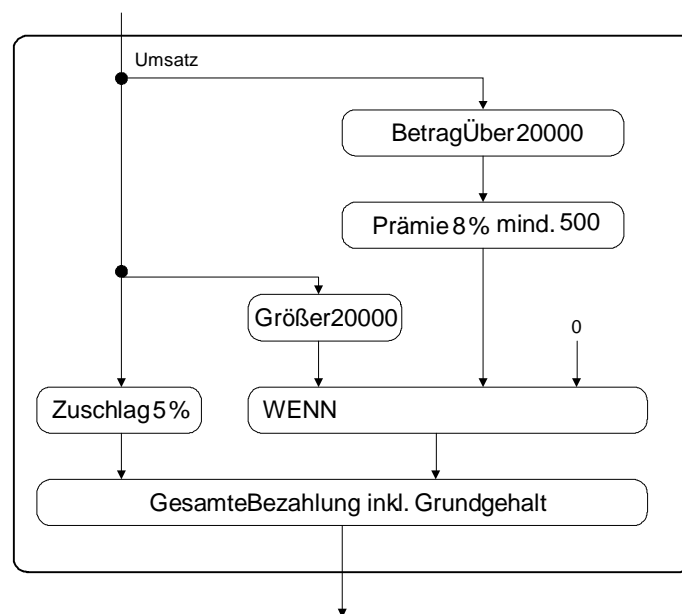
Die Änderungen sind schnell vollzogen; die Funktion UND ist durch die Funktion ODER zu ersetzen.

Aufgabe 2:

Eine Firma bezahlt ihre Vertreter nach folgender Vereinbarung: Pro Monat bekommt der Vertreter ein Grundgehalt von 2000 € und zusätzlich 5 % des monatlichen Verkaufsumsatzes. Übersteigt dieser Umsatz 20 000 €, so erhält er zusätzlich noch 8 % des Mehrbetrags als Erfolgsprämie, jedoch mindestens 500 €

Erstelle ein Datenflussdiagramm (handschriftlich oder mit Hilfe eines Zeichenprogramms) für die Funktion „Vertreter“. Gib die Termnotation für die Funktion an und fertige für diese monatliche Abrechnung ein Rechenblatt in Kurzform an.

Mögliches Ergebnis (Datenflussdiagramm):



Termnotation:

$$\text{Vertreter}(U) = 2000 + U * 0,05 + \text{WENN}(U > 20000 ; \text{MAX}(\text{MAX}(U - 20000 ; 0) * 0,08 ; 500) ; 0)$$

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen eine Kurzform des Rechenblatts für die Funktion „Vertreter“.

Mögliches Ergebnis:

	A	B
1	Vertreter	
2		
3		
4	Verkaufsumsatz	28.000,00 €
5		
6		
7	Gehalt	4.040,00 €
8		

$$= 2000 + B4 * 0,05 + \text{WENN}(B4 > 20000 ; \text{MAX}(\text{MAX}(B4 - 20000 ; 0) * 0,08 ; 500) ; 0)$$

Die Schüler sind nun in der Lage, die Aufgabe 2 aus dem Kapitel „Verzweigung im Datenfluss“ vollständig zu bearbeiten. Die Regelung der Banken „wenn das Anfangs- oder

Enddatum eines Zinszeitraums auf den 31sten eines Monats fällt, dann wird dieser Tag wie der 30ste Tag behandelt“, konnte bisher nicht realisiert werden.

Die Schüler informieren sich (ggf. über das Internet), wie die europäischen Banken bei Datumsangaben für den Zinszeitraum verfahren, die den 31sten eines Monats enthalten. Sie stellen fest, dass jeder 31ste eines Monats wie der 30. Tag behandelt wird.

Aufgabe 3:

Verbessere in Aufgabe 2, Kapitel „Verzweigung im Datenfluss“, bei der Funktion „ZinsTage“ das Datenflussdiagramm und die Termnotation so, dass die Berechnung auch gilt, wenn der Beginn oder das Ende auf den 31sten eines Monats fallen.

Die vollständige Termnotation lautet:

$$\begin{aligned} \text{ZinsTage} (E ; B) = & \\ & (\text{JAHR}(E) - \text{JAHR}(B)) * 360 + (\text{MONAT}(E) - \text{MONAT}(B)) * 30 + \\ & (\text{WENN}(\text{TAG}(E) = 31 ; 30 ; \text{TAG}(E)) - \text{WENN}(\text{TAG}(B) = 31 ; 30 ; \text{TAG}(B))) \end{aligned}$$

Mehrstufige bedingte Funktionen

In diesen Themenbereich kann man über eine Erweiterung der Aufgabe zur Werbeaktion einführen, falls für den Mengenrabatt eine weitere Stufung festgelegt wird, z. B. „wenn Anzahl > 150, dann bekommt man sogar 15 % Mengenrabatt“. Hier wird jedoch ein neues Beispiel zur Einführung gewählt: Die Filialleiter einer Ladenkette bekommen ein Grundgehalt. Um ihnen einen Anreiz für eine Umsatzsteigerung ihres Ladens zu bieten, werden sie zusätzlich prozentual am Umsatz beteiligt.

Aufgabe 1:

Die Filialleiter einer Ladenkette sind prozentual am Umsatz beteiligt. Für den Prozentsatz der Provision ist Folgendes vereinbart:

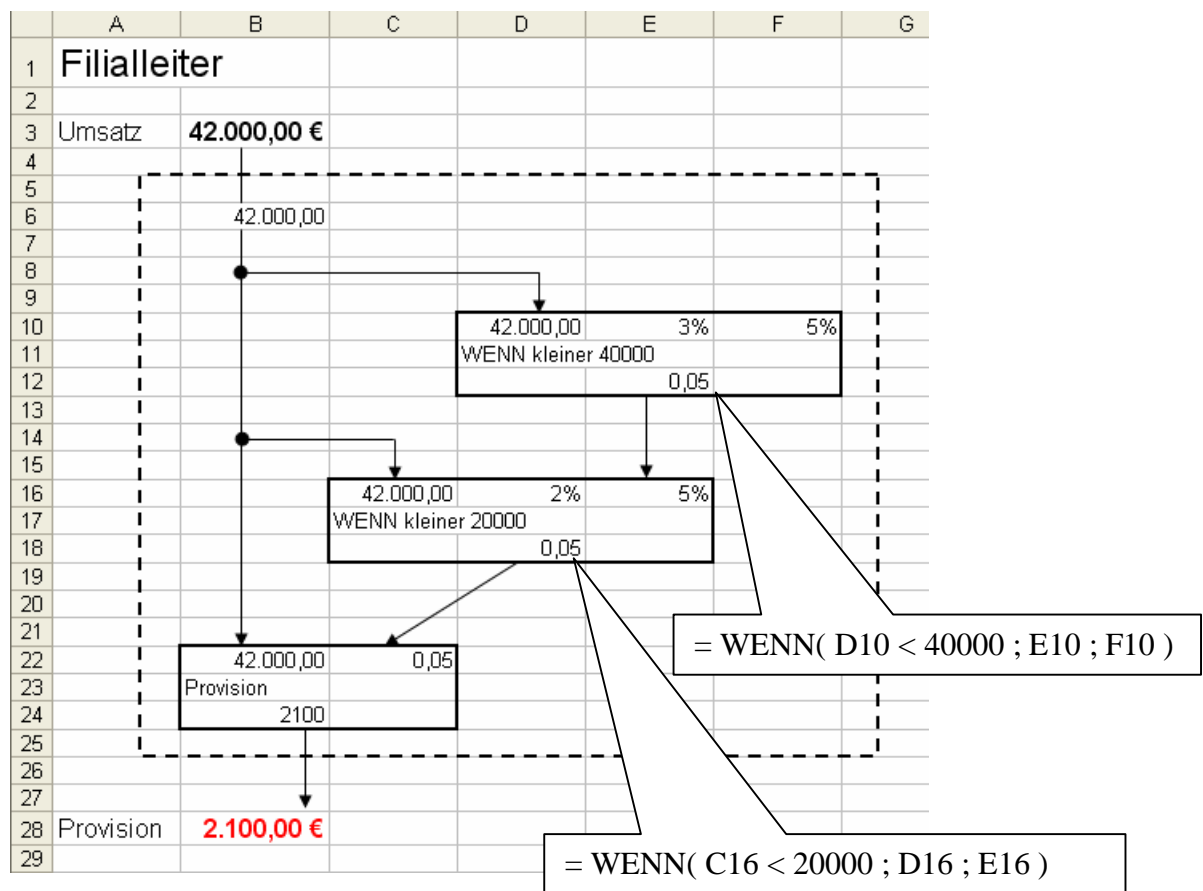
- Umsatz pro Tag weniger als 20 000 Euro \Rightarrow Provisionssatz 2 %
- Umsatz pro Tag mindestens 20 000 Euro, aber weniger als 40 000 Euro \Rightarrow Provisionssatz 3 %
- Umsatz pro Tag mindestens 40 000 Euro \Rightarrow Provisionssatz 5 %

Erstelle mit dem Tabellenkalkulationsprogramm ein Datenflussdiagramm für die Funktion „Filialleiter“ und ergänze die Formeln der Teilfunktionen. Die Eingangsparameter und Ausgangsparameter der Teilfunktionen sollten angezeigt werden. Achte vor allem auf den richtigen Einsatz der WENN-Funktionen im Datenflussdiagramm.

Entwickle aus dem Datenflussdiagramm die Termnotation für die Funktion „Filialleiter“. Setze diese in eine Kurzform des Rechenblatts um.

Arbeit am Computer:

Die Schüler erstellen das Datenflussdiagramm für die Funktion „Filialleiter“ in einem Rechenblatt. Sie testen dieses mit verschiedenen Eingabewerten für den Umsatz und achten dabei insbesondere auf die Eingabe- bzw. Ausgabeparameter der Teilfunktionen.

Mögliches Ergebnis:

Die Termnotation lautet:

$$\text{Filialleiter}(U) = U \cdot \text{WENN}(U < 20000; 2\%; \text{WENN}(U < 40000; 3\%; 5\%))$$

Abschließend bietet sich die Behandlung eines aufwändigeren Beispiels zur WENN-Funktion an. Da in dieser Jahrgangsstufe der Variablenbegriff der Informatik noch nicht eingeführt ist, sollte eine Nachschlagfunktion wie SVERWEIS nicht zum Einsatz kommen.

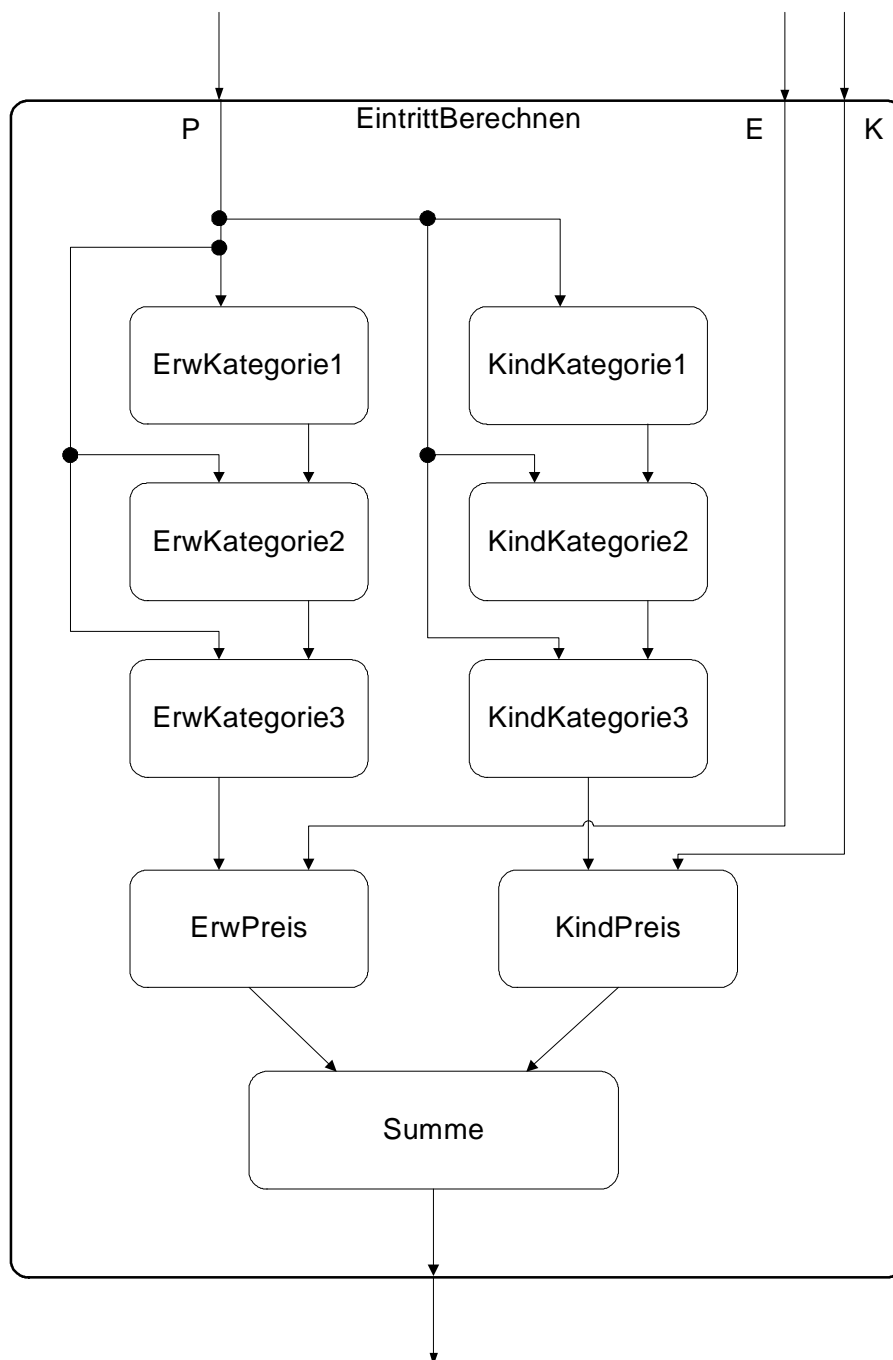
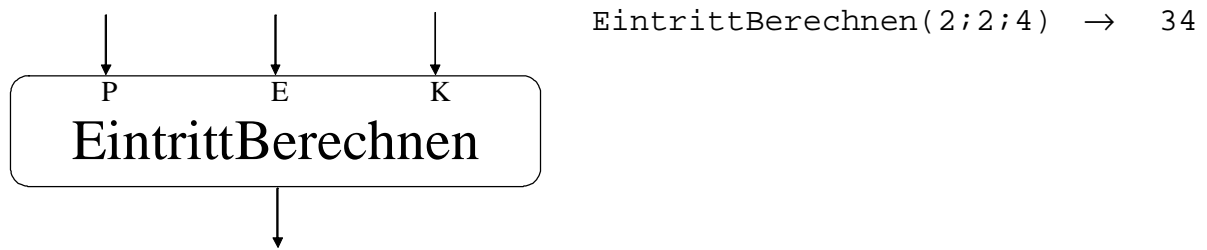
Aufgabe 2:

In einer der Anfangsstunden wurde eine Funktion betrachtet, die den Kinoeintrittspreis für eine Familie errechnet. Erstelle jetzt eine Funktion „EintrittBerechnen“, die den Preis in Abhängigkeit von Sitzplatzkategorie, Anzahl Erwachsener und Anzahl Kinder bestimmt. Es soll drei Platzkategorien geben: Kategorie 1 (Erw. 5 Euro; Kind 2 Euro); Kategorie 2 (Erw. 7 Euro; Kind 5 Euro); Kategorie 3 (Erw. 8 Euro; Kind 6 Euro).

Die Schüler erstellen zur Wiederholung eine graphische Darstellung der Gesamtfunktion „EintrittBerechnen“. Daraus entwickeln sie durch zunehmende Verfeinerung ein Datenflussdiagramm für die Funktion „EintrittBerechnen“ und implementieren diese in einem Rechenblatt.

Mögliches Ergebnis (Datenflussdiagramm):

Kinoeintritt für mehrere Personen. Die Eingangsparameter sind P (Preiskategorie), E (Anzahl Erwachsene) und K (Anzahl Kinder)



Mögliches Ergebnis (Rechenblatt):

	A	B	C	D	E	F
1						
2	EintrittBerechnen					
3						
4	Preiskategorie	2	Anzahl Erw.	2	Anzahl Kinder	4
5						
6						
7						
8	ErwKategorie1	0	KindKategorie1	0	= WENN(B4 = 1 ; 2 ; 0)	
9						
10	ErwKategorie2	7	KindKategorie2	5	= WENN(B4 = 2 ; 5 ; D8)	
11						
12	ErwKategorie3	7	KindKategorie3	5	= WENN(B4 = 3 ; 6 ; D10)	
13						
14	ErwPreis	14	KindPreis	20	= D12 * F4	
15						
16	Summe	34				
17						
18	Ausgabewert	34	= B14 + D14			
19						
20						

Durch Zusammensetzen der einzelnen Funktionsterme zu einem Gesamtterm ergibt sich:

	A	B	C	D
1				
2	EintrittBerechnen			
3				
4	Preiskategorie	2	= WENN(B4 = 3 ; 8 ; WENN(B4 = 2 ; 7 ; WENN(B4 = 1 ; 5 ; 0))) * B6 + WENN(B4 = 3 ; 6 ; WENN(B4 = 2 ; 5 ; WENN(B4 = 1 ; 2 ; 0))) * B8	
5				
6	Anzahl Erw.	2		
7				
8	Anzahl Kinder	4		
9				
10				
11	Ausgabewert	34		
12				
13				

2.1.3 Materialien

Die genannten Arbeitsblätter und Materialien sind auf der Begleit-CD oder über die Homepage des ISB (www.isb.bayern.de à Gymnasium à Fach Informatik à Materialien) verfügbar. Sie sind auf das obige Unterrichtskonzept zugeschnitten, können jedoch problemlos an die eigene Unterrichtssituation angepasst werden. Auf der Begleit-CD finden sich auch Lösungen zu Arbeitsaufträgen und Aufgaben.