

Lernaufgaben mit experimentellem Charakter

von Lutz Hellmig und Andreas Gramm

Wer einem Kind die Lösung des Problems sagt,
betrügt es um seine eigenen Erfahrungen.

Jean Piaget (1896–1980)

Im vorliegenden Beitrag wollen wir die von Jürgen Müller 2006 in LOG IN begonnene Artikelserie über *Experimente und Modelle in der informatischen Bildung* angeregte Idee weiterverfolgen (vgl. Müller, 2006) und Lernaufgaben mit experimentellem Charakter als einen wirksamen didaktischen Baustein für den Informatikunterricht beschreiben. Über die experimentelle Aufgabenstellung hinaus bestimmt auch das Unterrichtskonzept die Art und den Umfang der Kompetenzentwicklung. Wir greifen hierzu den Ansatz des forschend-entdeckenden Informatikunterrichts auf, der ausführlich durch Peter Micheuz, Ernestine Bischof und Barbara Sabitzer 2011 ebenfalls in LOG IN diskutiert wurde.

Aufgaben zum Lernen

Ich wünsche oft,
daß über dem Eingang zu unseren Schulen stünde:
„Hier sollt Ihr Spaß am Falschmachen haben!“

Heinrich Jacoby (1889–1964)

Eine für Schülerinnen und Schüler nachvollziehbare klare Unterscheidung zwischen Lern- und Leistungssituationen gehört anerkanntermaßen zu den Merkmalen eines guten Unterrichts (vgl. Haenisch, 1999). Der unterschiedliche Charakter dieser Situationen impliziert auch eine unterschiedliche Zielstellung und Charakteristik der eingesetzten Aufgaben.

In Leistungssituationen sollen bereits erworbene Kompetenzen unter Vermeidung von Fehlern unter Be-

weis gestellt werden. Dies können Aufgaben zur Leistungsmessung und -bewertung, zum Anwenden (Kompetenzerleben), zum (Selbst)Überprüfen oder zur Diagnose sein (vgl. Büchter/Leuders, 2005, S.165 ff.). Dies stellt besondere Anforderungen an die Gestaltung und den Einsatz solcher Aufgaben, wie sie in den Beiträgen von Peter Brichzin und Martin Hölzel (Seite 111 ff. in diesem Heft) sowie Gerhard Röhner (Seite 123 ff. in diesem Heft) ausführlicher besprochen werden.

Lernen kann vordergründig als ein Prozess verstanden werden, in dem es um den Erwerb neuen Wissens, Könnens und neuer Überzeugungen geht (vgl. Leisen, 2011). Dieser Ansatz charakterisiert den Lernprozess nur zum Teil. Neben dem Kompetenzerwerb, der durch das Erkunden, Entdecken und Erfinden geprägt ist, werden der expliziten weiteren Ausprägung der Kompetenzen (Sammeln, Sichern, Systematisieren) sowie dem Kompetenzerhalt (Üben und Wiederholen – siehe auch den schon erwähnten Beitrag von Brichzin/Hölzel, Seite 111 ff. in diesem Heft) mitunter zu wenig Aufmerksamkeit zuteil (vgl. auch Büchter/Leuders, 2005, S.114 ff.). In diese umfassende Sicht auf den Lernprozess reihen sich unsere Anregungen zu Informatik-Aufgaben mit experimentellem Charakter ein. Sie sind zwar insbesondere für die Erschließung neuer Inhalte prädestiniert; ihre Bearbeitung bedeutet unvermeidlich auch, „willentlich handelnden Umgang mit Wissen“ (Leisen, 2011, S.5) zu pflegen, also bereits angelegte fachliche und methodische Kompetenzen einzusetzen und weiterzuentwickeln.

Für Lernaufgaben mit experimentellen Aufgabenstellungen leistet die Definition von Josef Leisen gute Dienste, nach der eine Lernaufgabe „den individuellen Lernprozess durch eine Folge von gestuften Aufgabenstellungen mit entsprechenden Lernmaterialien so [steuert], dass die Lerner möglichst eigenständig die Problemstellung entdecken, Vorstellungen entwickeln und Informationen auswerten. Dabei erstellen und diskutieren sie ein Lernprodukt, definieren und reflektieren den Lernzugewinn und üben sich abschließend im han-

delnden Umgang mit Wissen“ (Leisen, 2010, S.1). Hier-nach hat die Aufgabe folgende Struktur:

1. Vorstellung des Kontextes und Entdeckung des Problems.
2. Erster Zugriff auf das Problem und Entwicklung von Vorstellungen.
3. Reaktivierung des Vorwissens und Auswertung neuer Informationen.
4. Schrittweise Erarbeitung des Neuen und Erstellung und Diskussion eines Lernprodukts.
5. Bewusstmachung des neu Erlernten und Definition des Lernzugewinns.
6. Selbstüberprüfung, Verankerung im Wissensnetz und Anwendung auf andere Beispiele.

Aufgaben zum Lernen müssen selbstbestimmte Lernwege zulassen. Die Hürden für den Zugang zur Aufgabe müssen für Schülerinnen und Schüler mit unterschiedlichen Ausgangsvoraussetzungen zugänglich, aber auch herausfordernd sein.

Aufgaben können nicht isoliert betrachtet werden, sondern stehen in Wechselwirkung mit dem konzeptionellen Rahmen des Unterrichts. Lernaufgaben mit experimentellem Charakter entfalten ihr Potenzial am besten in forschenden, schüleraktivierenden Unterrichtskontexten.



Bild 1: Der durch maßvolle Unterstützung von Lernexperten geförderte Lernprozess hat einen messbaren positiven Einfluss auf das Lernergebnis.

Quelle: LOG-IN-Archiv / Raffael: Die Schule von Athen (Detail: Euklid und Schüler), Wandfresko, Vatikan (Stanza della Segnatura), 1509–1510

Forschend-entdeckend oder forschend-entwickelnd?

Was Du ererbt von Deinen Vätern,
erwirb es, um es zu besitzen!

Johann Wolfgang von Goethe (1749–1832)

Man muss sich nicht notwendigerweise auf jüngere Lerntheorien berufen, wenn es um das Beschreiten wirksamer Wege bei der Aneignung geistigen *Eigentums* (anstelle geistiger *Leihgaben*) geht. Der Wert eines handlungsorientierten, selbstgesteuerten Lernprozesses wird seit Jahrhunderten regelmäßig neu erkannt, wengleich sich dies bislang in der Unterrichtspraxis in höchst unterschiedlichem Maße niedergeschlagen hat. Doch wie in so vielen Bereichen des Lebens sind auch hier Extrempositionen kontraproduktiv: Peter Micheuz u.a. (2011) machen berechtigte Einwände geltend, wenn Lerninhalte und Lernwege beim entdeckenden Lernen durch die Lernenden weitgehend autonom bestimmt werden sollen. Mit einem zu starken Zurückziehen der Lehrperson aus dem Lernprozess gehen oft zu hohe Anforderungen an die methodische Kompetenz und die intrinsische Motivation aller Schülerinnen und Schüler einher. Diese Bedenken teilend erkannten David Wood, Jerome S. Bruner und Gail Ross (1976) der maßvollen Stützung (dem *Scaffolding*) des Lernprozesses durch Erwachsene oder „Experten“ einen messbaren positiven Einfluss auf das Lernergebnis zu. Eine

kluge Balance zwischen Instruktion und Konstruktion stellt also den Schlüssel für einen zielgerichteten und nachhaltigen Lernprozess dar.

Um unterschiedliche Nuancierungen der Idee des forschend-*entdeckenden* Lernens zu umgehen, bevorzugen wir den Begriff des forschend-*entwickelnden* Unterrichtsverfahrens. Heinz Schmidkunz und Helmut Lindemann prägten bereits 1976 diesen Terminus, um zwei wesentliche Merkmale dieses Unterrichtskonzepts herauszustellen. *Forschen* wird aus didaktischer Perspektive als Lernprozess gesehen, bei dem die Schülerinnen und Schüler unter Anwendung bekannten Wissens und verfügbarer Methoden eigenständig zu subjektiv neuen Erkenntnissen gelangen. Hier spielen experimentelle Tätigkeiten eine zentrale Rolle. Das Attribut *entwickelnd* beschreibt die Rolle der Lehrperson, die als Fachkraft und Organisator des Lernprozesses der Schülerinnen und Schüler fungiert. (vgl. Schmidkunz/Lindemann, ⁶2003, S.19). Diese Rollenverteilung in einem Lehr- und Lernprozess ist adäquat auch in neueren Modellen für kompetenzorientiertes Unterrichten zu finden. Leisen (2011) differenziert darüber hinaus die Steuerung des Lernprozesses in zwei Komponenten: der personalen Steuerung durch den Lehrer zum einen und der materialen Steuerung durch geeignete Aufgabenstellungen, Lernmaterialien und Methoden zum anderen.

Wissenschaftspropädeutik: Experimente & Co.

Wohin Denken ohne Experimentieren führt,
hat uns das Mittelalter gezeigt;
aber dieses Jahrhundert läßt uns sehen,
wohin Experimentieren ohne Denken führt.
Arthur Schopenhauer (1788–1860)

Zu unterscheiden sind wissenschaftliche und schulische Experimente; letztere dienen ausschließlich dem individuellen Erkenntnisgewinn des Lernenden (vgl. Müller, 2006). Im allgemeinen Sprachgebrauch werden unter dem Begriff des schulischen Experiments häufig verschiedene Verfahren der empirischen Erkenntnisgewinnung, theoretische Überlegungen (Gedankenexperiment) und didaktische Elemente (Schauexperiment) zusammengefasst (vgl. Moisl, 1988). Wir konzentrieren uns im Folgenden – mit Blick auf die selbstständige Schülertätigkeit – auf die Verfahren der empirischen Erkenntnisgewinnung. Je nach Untersuchungsgegenstand sind dazu Verfahren unterschiedlicher Komplexität erforderlich. Dies können – bei steigendem Komplexitätsgrad – eine Messung, ein einzelner Versuch oder eine ganze Versuchsreihe sein. Darüber hinaus gibt es weitere Formen der Erkenntnisgewinnung wie das Spiel, die in diesem Zusammenhang nicht weiter betrachtet werden sollen. Im Gegensatz zum Beobachten erfordert das Experimentieren eine zielgerichtete Interaktion des Untersuchenden mit dem Untersuchungsgegenstand (vgl. Puthz, 1988).

Zu experimentieren heißt, mit Hypothesen zu arbeiten. Diese beinhalten in den Natur- und Sozialwissenschaften zumeist Aussagen über Zusammenhänge zwischen Größen. Wie an den nachfolgend vorgestellten Aufgaben gezeigt wird, können sich die zu formulierenden bzw. zu bestätigenden Aussagen ebenso auf Begriffs- oder Objekteigenschaften wie auch auf die Aufdeckung komplexer Verfahren beziehen (vgl. Bösenberg, 1980; Steinkamp, 1999). Wichtige Etappen des Erkenntnisprozesses sind einerseits die Formulierung einer Hypothese auf induktivem Wege, andererseits die Bestätigung bzw. Falsifikation einer Hypothese auf deduktivem Wege. Zum Verständnis des Begriffs *Hypothese* folgen wir dabei der Definition von Michael Eid u. a. (2013, S.8): „Bei einer Aussage handelt es sich um eine *wissenschaftliche Hypothese*, wenn sie prinzipiell der sinnlichen Erfahrung zugänglich ist, prinzipiell widerlegbar ist, eine gewisse Allgemeingültigkeit beansprucht und theoretisch begründet ist.“ In Abhängigkeit hiervon ergeben sich unterschiedliche Akzentuierungen der fünf Denkstufen des forschend-entwickelnden Unterrichts, von denen in den Stufen 1, 3 und 5 experimentelle Methoden zum Erkenntnisgewinn beitragen können:

1. Problemgewinnung,
2. Überlegungen zur Problemlösung,
3. Durchführung eines Lösungsvorschlags,
4. Abstraktion der gewonnenen Erkenntnisse (entfällt im deduktiven Weg) und
5. Wissenssicherung.

Das unreflektierte Ausführen experimenteller Handlungen allein garantiert jedoch keinen Lernzuwachs. Joachim Wirth u. a. (2008) wiesen darauf hin, dass die Beschränkung auf operationale Ziele (das getreue Umsetzen von Handlungsanweisungen) und situationale Ziele (das Erreichen eines bestimmten Ergebnisses) Schülerinnen und Schüler zwar zur Lösung eines Problems führt, der Lerneffekt nach einer zufälligen oder angeleiteten Problemlösung jedoch eher gering einzuschätzen ist, z. B.: „Auf wie viele Stellen genau rechnen Tabellenkalkulationen?“ Sie schlagen stattdessen vor, dem Lernenden Aufgaben aufzutragen, die auf eine Veränderung des Wissens und damit eine Veränderung innerhalb der Person fokussiert sind, z. B.: „Finde heraus, auf welche Genauigkeiten Du Dich beim Rechnen mit Tabellenkalkulationen verlassen kannst.“

Aufgabenbeispiele

Gib deinem leeren Geist eine Aufgabe,
die ihn packe!
Ovid (43 v. Chr. – 17 n. Chr.)

Bevor wir einige Aufgabenvorschläge für Lernaufgaben mit experimentellem Charakter vorstellen, möchten wir beispielhaft die Besonderheit von Lernaufgaben herausstellen; denn nicht jedes Experiment ist per se auch eine Lernaufgabe. Wir verdeutlichen dies anhand eines Experiments zur Gleitkommaarithmetik, dessen Durchführung Jürgen Müller 2006 (S.106) in LOG IN wie folgt beschrieben hat:

Die Lehrkraft schreibt die folgenden vier Additionsketten an die Tafel:

- a) $10^{20} + 17 - 10 + 130 - 10^{20}$
- b) $10^{20} + 17 - 10^{20} - 10 + 130$
- c) $10^{20} - 10^{20} + 17 - 10 + 130$
- d) $10^{20} + 17 + 130 - 10^{20} - 10$

Die Schülerinnen und Schüler erhalten die Aufgabe, diese Additionen

1. im Kopf zu berechnen,
2. mit Computerunterstützung in einem Kalkulationsprogramm (z. B. MS-Excel) auszuführen und
3. mit dem in Windows integrierten Rechner ([...] Ansicht: „Wissenschaftlich“) zu berechnen.

Die erwarteten Ergebnisse werden mit den berechneten Resultaten verglichen.

Es zeigt sich, dass das für alle Aufgaben gleichermaßen erwartete Ergebnis 137 zwar durch das im wissenschaftlichen Modus befindliche Taschenrechnerprogramm in jedem Fall bestätigt wird, die Tabellenkalkulation (wie übrigens auch „klassische“ wissenschaftliche Taschenrechner in der Hardwareausführung) jedoch nur in einem Fall das richtige Ergebnis liefert.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Summanden	1E+020	17	-10	130	-1E+020	
2							
3		Formel					Ergebnis
4	Aufgabe a)	=B1+C1+D1+E1+F1					0
5	Aufgabe b)	=B1+C1+F1+D1+E1					120
6	Aufgabe c)	=B1+F1+C1+D1+E1					137
7	Aufgabe d)	=B1+C1+E1+F1+D1					-10

Bild 2: Die Rechenfehler treten in jeder Tabellenkalkulation auf – hier in LibreOffice.

Bis zu diesem Punkt ist die Aufgabe für die Schülerinnen und Schüler problemlos zu bearbeiten. Für die Erklärung des Phänomens sind jedoch Kenntnisse zur internen Repräsentation von Zahlen und zur Rechengenauigkeit nötig, die durch dieses Experiment nicht unmittelbar aufgedeckt werden. Eine schrittweise Erarbeitung des Neuen ist mit dieser Aufgabe nicht möglich, womit die Aufgabe nicht den oben beschriebenen Lernaufgaben zugerechnet werden kann.

Diese Einschränkung stellt keine Abwertung der Aufgabe an sich dar. Im forschend-entwickelnden Unterricht unterstützen Experimente auch die Problemgewinnung und Wissenssicherung – als Motivationsexperiment oder zur weiteren Ausprägung bereits gewonnener Vorstellungen zur Gleitkommaarithmetik kann dieses Experiment einen wertvollen Beitrag zum Kompetenzerwerb leisten.

Aufgabe 1: Runden in Tabellenkalkulationen

Tabellenkalkulationen bieten reichhaltige Möglichkeiten zu experimentieren. Durch die Tabellenstruktur lassen sich systematische „Mess“-Reihen untereinander auf einem Blatt anzeigen. Dies ist ein Vorteil für das rasche Erkennen von Gesetzmäßigkeiten, da so eine zeitraubende Nacheinanderausführung von Versuchen oftmals entfallen kann.

Auch die vorgestellte Aufgabe profitiert von diesem Vorteil. Die vorbereiteten Tabellenblätter geben eine Experimentierumgebung vor, innerhalb der die Schülerinnen und Schüler auf induktivem Wege Hypothesen zum verwendeten Rundungsverfahren (Aufgabe a) sowie zum Einfluss des zweiten, optionalen Parameters für die Genauigkeit (Aufgabe b) aufstellen. In der Aufgabe b vertiefen die Schülerinnen und Schüler ihre Vorstellungen zum Begriff des Definitionsbereichs.

Es ist zu erwarten, dass die Lernenden statt einer systematischen Änderung der Parameter exemplarische Versuche durchführen. Hier sind Impulse des Lehrers nötig, der die Schülerinnen und Schüler anregt, systematisch vorzugehen, gezielt Sonderfälle zu untersuchen sowie Grenzen von Wertebereichen auszuloten.

Jahrgangsstufe/Schulart/Autor (Bundesland)

Jahrgangsstufe und Schulart: Die Aufgabe ist in der Sekundarstufe I aller Schulformen einsetzbar.

Autor (Bundesland): Lutz Hellmig (Mecklenburg-Vorpommern).

Fachlicher Hintergrund

Funktionen sind sowohl in der Mathematik als auch in der Informatik – hier unter anderem in Tabellenkalkulationen und in der Programmierung – häufig genutzte Konstrukte. Zwischen dem/den Parameter(n), d.h. dem Funktions-„Input“, und dem Funktionswert (= „Output“) besteht ein funktionaler Zusammenhang.

Die Tabellenkalkulationsfunktion RUNDEN verfügt über zwei gültige Signaturen (*Anmerkung:* Dass der Parameter sowohl ein numerischer Wert an sich als auch eine Referenz auf eine Zelle mit numerischem Inhalt sein kann, muss hier nicht weiter unterschieden werden).

▷ Der Gebrauch der Signatur `double RUNDEN(double zahl)` rundet den Parameter `zahl` auf Einer. Parameter vom Datentyp Zeichenkette erzeugen eine Fehlermeldung. Bei Parametern, die die Genauigkeitsgrenzen des in Tabellenkalkulationen verwendeten Datentyps `double` berühren oder überschreiten, können Fehler auftreten. `RUNDEN(0,4999999999999999)` liefert etwa 1.

Zahlen, die auf ,5 enden, werden „von der Null weg“, also *dem Betrag nach* aufgerundet. `RUNDEN(-3,5)` ergibt `-4`. Das steht im Widerspruch zur exakten Auslegung der Regel nach DIN 1333, dass *die Zahl* in einem solchen Fall immer aufgerundet werden soll.

Interessant ist, dass einige Programmiersprachen (DELPHI, JAVA) im Gegensatz zur Tabellenkalkulation tatsächlich die negative Zahl und nicht den Betrag aufrunden (`-2,5 ≈ -2`), andere Sprachen (PYTHON) runden nichtverzerrt-mathematisch nach dem auch als „Gerade-Zahl-Regel“ bekannten Verfahren (`2,5 ≈ -2`; `3,5 ≈ -4`).

▷ Der Gebrauch der Signatur `double RUNDEN(double zahl; double genauigkeit)` rundet `zahl` auf den ganzzahligen Anteil von `genauigkeit` Stellen nach dem Komma. Negative Werte für `genauigkeit` führen zu einer Rundung auf Zehner, Hunderter usw.

Bei großen Werten für den Parameter `genauigkeit` und der entsprechenden Zellformatierung sind die Limitierungen des Datentyps `double` der Tabellenkalkulation sichtbar, der maximal 15 gültige Ziffern unterstützt.

Für den zweiten Parameter existieren produktabhängige Spezifikationen. *LibreOffice 4* schreibt beispielsweise einen Definitionsbereich von `-21 < genauigkeit < 21` vor, *MS-Excel 2010* toleriert Werte bis `231-3`. Auch die Optionen zur Anzeige der Nachkommastellen sind produktabhängig: *LibreOffice 4* ermöglicht die Anzeige von bis zu 20 Nachkommastellen, bei *MS-Excel 2010* sind es maximal 30.

Vorwissen

Die Schülerinnen und Schüler haben bereits einfache Funktionen (beispielsweise SUMME, MITTELWERT, MAX oder MIN) in Tabellenkalkulationen verwendet und erste Vorstellungen zu den Begriffen *Funktion*, *Parameter* und *Funktionswert* erworben. Sie unterscheiden numerische Daten und Zeichenketten. Für die Erzeugung von Versuchsreihen mit inkrementellen Daten beherr-

schen sie effiziente Techniken des Ausfüllens von Datenreihen.

In der zur Verfügung gestellten Datei sollten die Zellformate durch die Lehrkraft so initialisiert sein, dass die zu beobachtenden Effekte sichtbar sind (Aufgabe a: Anzeige mit 0 Nachkommastellen; Aufgabe b: Anzeige mit maximaler Nachkommastellenzahl).

Besitzen die Schülerinnen und Schüler Erfahrungen in der Methodik der Untersuchung von Zusammenhängen, d.h. dem zielgerichteten Verändern einer Eingangsgröße, reduziert sich der Zeitbedarf. Anderenfalls sind entsprechende Impulssetzungen durch die Lehrkraft nötig.

Einsatzbereich der Aufgabe

Mit der Bearbeitung der Aufgabe vervollkommen die Schülerinnen und Schüler ihre Kenntnisse zu den Begriffen *Definitionsbereich*, *Datentyp* und *optionaler Parameter*. Sie verwenden Techniken des systematischen Variierens von Eingangsgrößen und des zielgerichteten Untersuchens von Sonder- und Extremfällen. Die Aufgabe bietet sich somit zur Festigung bereits eingeführter Begriffe und Methoden an. Der Einsatz kooperativer Arbeitsformen ist möglich.

Zeitlicher Umfang

Je nach Vorkenntnissen und der Fähigkeit zum selbstständigen Arbeiten der Schülerinnen und Schüler sind 45 bis 90 Minuten einzuplanen.

Aufgabenstellung

Runden in Tabellenkalkulationen

Beim Kauf von Artikeln in einem Webshop und der anschließenden Bezahlung kann es manchmal zu unangenehmen Fehlern kommen, die auch als *Magento-PayPal-Problem* bekannt sind. In einigen Fällen entsteht zwischen dem Bezahlungssystem PayPal und dem Webshop-System Magento eine Differenz von einem Cent. PayPal meldet daraufhin einen Betrugsverdacht, und der Webshop macht dann die Bestellung sehr zum Ärger von Kunden und Verkäufer automatisch rückgängig. Die Ursache für dieses Problem liegt darin, dass PayPal und der Webshop unterschiedliche Verfahren zur Rundung von Zahlen verwenden. Zu wissen, wie gerundet wird, kann also helfen, wirtschaftliche Schäden zu vermeiden. Erkunde, wie das Runden in Tabellenkalkulationen funktioniert. Man kann die Funktion *RUNDEN()* in Tabellenkalkulationen sowohl für einfaches Runden (Aufgabe a) als auch für ein Runden „nach Wunsch“ (Aufgabe b) benutzen. Du benötigst:

- Deinen Hefter, um Fragen zu beantworten und wichtige Erkenntnisse aufzuschreiben,
- die Datei *runden.ods*, die Du mit LibreOffice öffnest.

Halte zunächst die Überschrift „Runden in Tabellenkalkulationen“ im Heft fest.

a) Einfaches Runden

Untersuche mithilfe des Tabellenblatts „einfaches Runden“, was die Funktion *RUNDEN()* leistet.

	A	B	C
1	Zahl	Formel in Spalte C	Ergebnis
2		=RUNDEN(A2)	0

Runden mit einem Parameter.

Um Dir die Übersicht zu erleichtern, wird in Spalte B die Formel angezeigt, mit deren Hilfe in Spalte C das Ergebnis bestimmt wird. Nimm in Spalte B keine Änderungen vor!

- Zum Ausprobieren benötigst Du weitere Zeilen mit der Formel. Erzeuge mindestens 15 weitere Zeilen durch Ausfüllen nach unten.
- Überlege, anhand welcher Zahlen Du besonders gut erkennen kannst, wie das Runden funktioniert. Trage diese Zahlen in Spalte A ein und betrachte das Ergebnis.
- Drucke das Tabellenblatt aus und klebe den Ausschnitt in dein Heft.
- Formuliere in Worten, was die Funktion *RUNDEN()* leistet.

Zusatzaufgabe 1:

Findest Du Daten für Spalte A, bei denen die Funktion *RUNDEN()* eine Fehlermeldung erzeugt? Hast Du eine Erklärung dafür?

Zusatzaufgabe 2:

Heidi erinnert sich an eine Rundungsregel aus dem Mathematikunterricht: „Alle Zahlen, bei denen hinter dem Komma nur eine 5 steht, werden immer auf die nächsthöhere Zahl gerundet.“

Überprüfe, ob das bei der Funktion *RUNDEN()* tatsächlich so ist.

b) Runden „nach Wunsch“

Wechsele zum Tabellenblatt „Runden nach Wunsch“ und untersuche, welchen Einfluss der zweite Parameter auf das Ergebnis hat.

	A	B	C	D
1	Zahl	n	Formel in Spalte C	Ergebnis
2			=RUNDEN(A2;B2)	0

Runden mit zwei Parametern.

- Zum Ausprobieren benötigst Du weitere Zeilen mit der Formel. Erzeuge mindestens 15 weitere Zeilen durch Ausfüllen nach unten.
- Überlege, anhand welcher Werte Du besonders gut erkennen kannst, welchen Einfluss *n* auf das Rundungsergebnis hat. Trage die Werte in Spalte A und B ein und betrachte das Ergebnis.
- Drucke das Tabellenblatt aus und klebe den Ausschnitt in dein Heft.
- Erläutere die Bedeutung des zweiten Parameters der Funktion *RUNDEN()* im Heft.

Zusatzaufgabe 1:

Findest Du Werte für *n*, bei denen die Funktion *RUNDEN()* eine Fehlermeldung anzeigt? Hast Du eine Erklärung dafür? Ergänze die Erklärung im Heft.

Zusatzaufgabe 2:

Hast Du schon probiert, Dezimalbrüche in Spalte B einzutragen? Versuche, Deine Beobachtungen zu erklären.

Lösungsskizze

Zur Aufgabe a):

Die Schülerinnen und Schüler überprüfen beispielsweise die Rundung von Dezimalbrüchen mit einer Nachkommastelle, die sich jeweils um 0,1 unterscheiden. Sie erkennen, dass kaufmännisch auf Einer gerundet wird. In Zusatzaufgabe 1 erkennen sie, dass nur Daten numerischen Typs gerundet werden können; Zeichenketten erzeugen eine Fehlermeldung. Zusatzaufgabe 2 schult sprachlich-logische Kompetenzen, da die Schülerinnen und Schüler vor ein begriffliches Dilemma gestellt werden. Die gängige Regel („Bei ,5 wird immer aufgerundet.“) wird so nicht angewendet, richtig muss es heißen, dass der Betrag der Zahl aufgerundet wird.

Zur Aufgabe b):

Die Schülerinnen und Schüler erkennen, dass der zweite Parameter n die Genauigkeit der Rundung bestimmt. Dazu runden sie Zahlen mit mehreren Nachkommastellen. Negative Werte für n sind ebenfalls möglich und führen zu einer Rundung auf Zehner, Hunderter usw. Je nach verwendetem Zahlenmaterial beobachten sie Grenzen der Genauigkeit. In der ersten Zusatzaufgabe erkennen die Schülerinnen und Schüler (je nach verwendetem Tabellenkalkulationsprogramm) Grenzen des Definitionsbereichs für n . In der zweiten Zusatzaufgabe ist die implizite Verwendung des ganzzahligen Teils eines Dezimalbruchs beobachtbar.

Einordnung in die Bildungsstandards

Durch die vorliegende Aufgabe werden mit der Kenntnis und der Verwendung arithmetischer und logischer Operationen Kompetenzen des Inhaltsbereichs *Information und Daten* entwickelt (vgl. AKBSI, 2008). Ebenso berührt die Aufgabe durch das Untersuchen von Software den Inhaltsbereich *Informatiksysteme*. Dabei erkennen die Schülerinnen und Schüler elementare Zusammenhänge zwischen informatischen Sachverhalten und interpretieren Ergebnisdaten (Prozessbereich *Begründen und Bewerten*). Die Interpretation der Aufgabenstellungen und die Formulierung der erkannten Regeln in der Fachsprache ist dem Prozessbereich *Kommunizieren und Kooperieren* zuzuordnen.

Aufgabe 2: Gültigkeit von E-Mail-Adressen überprüfen

Jahrgangsstufe/Schulart/Autor (Bundesland)

Jahrgangsstufe und Schulart: Die Aufgabe ist in der Sekundarstufe I aller Schulformen einsetzbar.

Autor (Bundesland): Lutz Hellmig (Mecklenburg-Vorpommern).

Fachlicher Hintergrund

Bei der Verwaltung von Nutzerdaten ist es im Internet üblich, die E-Mail-Adresse von Benutzern zu erheben, um später ggf. Kontakt mit ihnen aufnehmen zu

können. Daher versuchen Betreiber eines solchen Angebots bereits bei der Registrierung zu überprüfen, ob es sich bei der vom Nutzer angegebenen Zeichenkette um eine gültige E-Mail-Adresse handelt. Die Gültigkeit beinhaltet zwei Bedingungen:

- ▷ Die erste Bedingung ist die syntaktische Korrektheit. Mithilfe eines regulären Ausdrucks kann geprüft werden, ob die Zeichenkette den Regeln für E-Mail-Adressen entspricht. Das augenfälligste Merkmal ist sicher das Vorhandensein des Zeichens „@“, das den vorderen lokalen Adressteil vom hinteren, globalen Teil trennt. Weiterführend ergeben sich die Fragen nach den Regeln für den Aufbau des lokalen und des globalen Teils, etwa nach dem erlaubten Zeichenvorrat (dürfen beispielsweise Umlaute verwendet werden?), der Gleichwertigkeit von Groß- und Kleinschreibung oder der Struktur der einzelnen Bestandteile. Hierbei ist zu beachten, dass für den lokalen und für den globalen Teil unterschiedliche Festlegungen gelten. Diese Regeln unterliegen einer ständigen Entwicklung und sind im jeweils aktuellen *Request-for-Comment (RFC)*-Dokument zum Thema „Internet Message Format“ spezifiziert.
- ▷ Die formale Korrektheit der E-Mail-Adresse ist die Voraussetzung für die Erfüllung der zweiten Gültigkeitsbedingung, der Existenz der Adresse. Diese erfordert zunächst das Vorhandensein der im globalen Teil bezeichneten Domain, im Weiteren des im lokalen Teil angegebenen E-Mail-Postfachs.

Sofern nicht weitere Hindernisse – wie beispielsweise ein überfülltes Postfach – im Weg stehen, kann die E-Mail jetzt zugestellt werden.

Das für das Senden von E-Mails verantwortliche *Simple-Mail-Transfer-Protocol (SMTP)* beinhaltet einen Satz differenzierter Fehlercodes, die die typisch auftretenden Fehlerarten gut beschreiben. Leider wird deren Fülle nicht von allen Providern für aussagekräftige, detaillierte Fehlermeldungen ausgenutzt, z. B.:

- ▷ Fehler in der Syntax werden bereits beim Versuch des Absendens identifiziert.
 - „Es sind Nicht-ASCII-Zeichen im lokalen Teil der Empfängeradresse hürz@t-online.de enthalten. Dies wird noch nicht unterstützt. Bitte berichtigen Sie diese Adresse und versuchen Sie es noch einmal.“
 - „Beim Senden der E-Mail ist ein Fehler aufgetreten. Meldung des Mailservers: Fehlerhafte Adresse. Bitte überprüfen Sie die Empfänger-Adresse und versuchen Sie es noch einmal.“
- ▷ Nicht existente Domains werden beim Versuch des Sendens erkannt.
 - „Problem bei der Zustellung der Nachricht. Stellen Sie sicher, dass die E-Mail-Adresse korrekt ist.“
 - „#554 5.4.4 SMTPSEND.DNS.NonExistentDomain; nonexistent domain ##“
- ▷ Die Domain des Empfängers existiert, jedoch kein Postfach unter diesem Namen.
 - „Unbekannter Benutzer.“
 - „mailin53.aul.t-online.de #550-5.1.1 user unknown 550 5.1.1 Unknown recipient. ##“

Vorwissen

Lernende sollten über ein basales Verständnis darüber verfügen, wie die Kommunikation per E-Mail auf der Anwenderebene abläuft. Ihnen sollten verschiedene E-Mail-Adressen aus dem Alltag bekannt sein. Für die Durchführung des Experiments müssten die Schülerinnen und Schüler von einem eigenen, idealerweise über die Schule bereitgestellten E-Mail-Konto E-Mails versenden können.

Einsatzbereich der Aufgabe

Anhand der Auswertung detaillierter Systemrückmeldungen und der Beobachtung des Empfängerpostfachs erkennen die Schülerinnen und Schüler durch eine systematische Herangehensweise wesentliche und unwesentliche Merkmale einer E-Mail-Adresse. Sie erkennen, dass die formale Korrektheit eine notwendige, aber keine hinreichende Bedingung für die erfolgreiche Übermittlung einer E-Mail ist. Es geht bei dieser Aufgabe im Ergebnis weniger darum, konkrete und z.T. sehr spezielle Syntax-Regeln zu erarbeiten und zu lernen – in Anbetracht der ständigen Entwicklung der Spezifikationen wäre die Nachhaltigkeit des erworbenen Wissens nicht gegeben. Die Vertiefung der Einsicht, dass die Beachtung syntaktischer Regeln für den Umgang mit Informatiksystemen erforderlich ist, ist als allgemeines Bildungsziel zu betrachten. Die Arbeit in Zweiergruppen hat sich bewährt.

Durch die gezielte Änderung der E-Mail-Adressen in der Aufgabenstellung kann der inhaltliche Schwerpunkt des Experiments beeinflusst werden.

Zeitlicher Umfang

Je nach Vorkenntnissen der Schülerinnen und Schüler sowie der Zahl der untersuchten Fälle sind 45 bis 90 Minuten zu planen.

Aufgabenstellung

Versuchsvorbereitung durch die Lehrperson: Die für die Übung ausgewählte E-Mail-Adresse muss durch die Lehrperson angelegt und für sie zugänglich sein, damit die Schülerinnen und Schüler per Digitalprojektor (Beamer) sehen können, ob ihre E-Mail ankommt.

Die Fehlermeldungen des Providers sollten die Fehlerursache für die Nichtzustellbarkeit differenziert und in Textform zurückmelden.

Aufgabe

Eine Online-Zeitung möchte es ihren Leserinnen und Lesern ermöglichen, Artikel der Zeitung zu kommentieren. Die Leserinnen und Leser sollen per E-Mail informiert werden, wenn jemand anderer einen von ihnen verfassten Kommentar kommentiert hat. Daher wird bei der Registrierung neuer Leserinnen und Leser deren E-Mail-Adresse abgefragt und gespeichert.

Das System arbeitet jedoch unzuverlässig, weil einige Leserinnen und Leser Fehler beim Eintragen ihrer E-Mail-Adressen gemacht haben und die E-Mails nun nicht korrekt vom System

versendet werden können. Die Betreiber der Online-Zeitung wollen deshalb bereits beim Registriervorgang prüfen, ob eine angegebene E-Mail-Adresse korrekt ist und überlegen nun, worauf sie zu achten haben.

- Finde heraus, welche Regeln für die Schreibweise einer E-Mail zu beachten sind!
- Verändere dazu die Schreibweise einer E-Mail-Adresse mehrmals.
- Beobachte und erkläre!
- **Zusatzaufgabe:** Versuche weitere ungültige E-Mail-Adressen zu finden, die eine Fehlermeldung erzeugen.

Versuchsdurchführung

1. Schreibe nacheinander je eine kurze E-Mail unbedeutenden Inhalts an die E-Mail-Adressen in der Tabelle. Achte darauf, dass Du die Adressen genau so schreibst wie angegeben.
2. Beobachte, ob die E-Mail ankommt oder ob du eine Fehlermeldung erhältst.

Das Ankommen der E-Mail kannst du über die Beamer-Projektion an der Tafel verfolgen; eine Fehlermeldung erhältst du als E-Mail zurück.

Vermerke in der Spalte Beobachtung, ob die E-Mail ankam. Wenn Du eine Fehlermeldung erhalten hast, notiere die wichtigsten Stellen der Fehlermeldungen auf dem Arbeitsblatt.

Auswertung

1. Analysiere nun, wodurch sich die einzelnen E-Mail-Adressen von der Originaladresse unterscheiden.
2. Versuche jeweils, eine Erklärung für deine Beobachtungen zu finden.

Nr.	Schreibe eine Mail an	Beobachtung	Erklärung
0	seufzerbruecke@t-online.de	versendet und angekommen Fehlermeldung --- (leere)	<input checked="" type="checkbox"/>
1	SEUFZERBRUECKE@t-online.de	versendet und angekommen Fehlermeldung _____ _____ _____	<input type="checkbox"/>
2	seufzer bruecke@t-online.de	versendet und angekommen Fehlermeldung _____ _____ _____	<input type="checkbox"/>
3	seufzerbrücke@t-online.de	versendet und angekommen Fehlermeldung _____ _____ _____	<input type="checkbox"/>
4	seufzerbruecke@t-online.de	versendet und angekommen Fehlermeldung _____ _____ _____	<input type="checkbox"/>

Arbeitsblatt zur Protokollierung und Erklärung der Beobachtungen.

Lösungsskizze

Mit der beschriebenen Aufgabe können die Schüler folgende Ergebnisse formulieren:

- ▷ Die Groß- und Kleinschreibung der E-Mail-Adresse spielt im Beispiel keine Rolle.
- ▷ Leerzeichen und Umlaute erzeugen eine Fehlermeldung.
- ▷ Wird keine Fehlermeldung erzeugt, ist es trotzdem nicht sicher, dass die E-Mail ankommt.

Einordnung in die Bildungsstandards

Die Aufgabe ist geeignet, um Aspekte der Inhaltsreiche *Information und Daten* sowie *Sprachen und Au-*

tomaten zu erarbeiten (vgl. AKBSI, 2008): Schülerinnen und Schüler ...

- ▷ nutzen formale Sprachen zur Interaktion mit Informatiksystemen und zum Problemlösen [S.13],
- ▷ überprüfen vorgegebene E-Mail-[...]Adressen auf Korrektheit und geben korrekte E-Mail-[...]Adressen an [S.16],
- ▷ unterscheiden die Begriffe „Syntax“ und „Semantik“ und erläutern sie an Beispielen [S.16],
- ▷ interpretieren Daten im Kontext der repräsentierten Information [S.14],
- ▷ stellen Datentypen [...] formal dar und nutzen sie sachgerecht [S.15].

Aufgabe 3: Speicherbedarf von Bilddateien

In eine Vielzahl elektronischer Text- oder Präsentationsdokumente werden Bilder eingebettet; Bilddateien werden häufig über verschiedene Kanäle übertragen. Die beträchtliche Größe vieler Bilder wirkt sich negativ auf das Leistungsniveau der Anwendungen aus; Übertragungen großer Dateien sind entweder zeitraubend oder werden durch das System verweigert. Diesem in der alltäglichen Mediennutzung auftretenden Problem kann mit informatischen Kompetenzen wirksam begegnet werden.

Im Experiment zum Speicherbedarf von Bildern stellen die Schülerinnen und Schüler einen quantitativen Zusammenhang zwischen der Veränderung der Bildabmessungen und dem benötigten Speicherbedarf anhand des einfachen Bitmap-Formats her. In der beschriebenen Version des Schülerexperiments wird der Zusammenhang auf induktivem Wege gefunden. Variationen der Herangehensweise sind in Abhängigkeit vom inhaltlichen und methodischen Vorwissen der Lernenden möglich. Insbesondere bieten sich auch deduktive Varianten an – entweder zur Bestätigung des vorgegebenen korrekten oder zur Widerlegung eines nichtzutreffenden Zusammenhangs.

Die Aufgabe kann einen Beitrag zum fachübergreifenden Unterricht leisten. Neben der Vertiefung der so auch im naturwissenschaftlichen Unterricht bedeutsamen Methodenkompetenz zum systematischen Untersuchen von Zusammenhängen können Bezüge zu mathematischen Inhalten hergestellt werden.

Jahrgangsstufe/Schulart/Autor (Bundesland)

Jahrgangsstufe und Schulart: Der Aufgabeneinsatz wird für die Sekundarstufe I Gymnasium und Gesamtschule ab Klasse 8 empfohlen.

Autor (Bundesland): Lutz Hellmig (Mecklenburg-Vorpommern).

Fachlicher Hintergrund

Die Formulierung eines einfachen Zusammenhangs zwischen Bildabmessungen und Speicherbedarf von Grafikdateien ist mit nichtkomprimierten Dateiformaten wie dem BMP-Format gut möglich. Grundsätzlich zieht eine Streckung oder Stauchung der Bildabmes-

sungen um den Faktor a eine Änderung des benötigten Speicherplatzes für die Bilddaten um den Faktor a^2 nach sich. Der Speicherplatz für die Bilddaten ergibt sich aus dem Produkt der Zahl der Pixel (Länge \times Breite des Bildes) mit der Farbtiefe – des pro Pixel benötigten Speichers für die Codierung der einzelnen Farbkanäle. Die Standard-Farbtiefe für Bitmap-Grafiken ist 3 Byte, jeweils ein Byte für eine der Grundfarben Rot, Grün und Blau. Für eine 4096 Bildpunkte breite quadratische Grafik ergeben sich somit 50331648 Byte Bilddaten. Tatsächlich ist die Datei aber 50331702 Byte groß. Ursache der Differenz von 54 Byte ist ein Präfix, das in einem Header und einem Informationsblock Daten zu wichtigen Datei- und Bildeigenschaften beinhaltet. Bei Bildern, deren Spaltenzahl nicht durch 4 teilbar ist, wird jede Bildzeile durch rechtsseitiges Auffüllen mit Nullen auf ein ganzzahliges Vielfaches von 4 Bytes ausgerichtet.

Die Formel

$$\text{Dateigröße} = \text{Präfixgröße} + \text{Farbtiefe} \times \text{Länge} \times \text{Breite}$$

ist nur für nichtkomprimierte Pixelgrafik-Formate anwendbar, deren Breite eine durch 4 teilbare Zahl ist. Für andere Breiten und komprimierte Formate, zu denen die weitverbreiteten Typen GIF, JPEG oder PNG zählen, lässt sich ein solch stringenter Zusammenhang nicht mehr herstellen. Die Rolle weiterer Parameter wie der Bildstruktur, der Zahl der Farben, der Kompressionsrate oder die Verlustfreiheit der Kompression können in diesem Zusammenhang Erwähnung finden; eine detaillierte Untersuchung bietet sich aufgrund des komplexen Zusammenwirkens der Parameter nicht mehr für den regulären Informatikunterricht an.

Für die meisten Anwendungsfälle kann auch bei komprimierten Dateiformaten festgestellt werden, dass sich die Dateigröße bei einer Streckung bzw. Stauchung des Bildes in etwa quadratisch verändert.

Vorwissen

Die Schülerinnen und Schüler verfügen über grundlegende Kenntnisse zum Prinzip der Pixelgrafik. Je nachdem, wie präzise der Zusammenhang zwischen Maßen und Speicherbedarf angegeben und begründet werden soll, können optional Kenntnisse zur Farbtiefe, zum Zusammenhang zwischen Streckungsfaktor und Flächeninhalt sowie zu quadratischen Funktionen eingebracht und verknüpft werden.

Verfügen die Lernenden bereits über methodisches Wissen zum Untersuchen von Zusammenhängen, kann die Aufgabe weniger kleinschrittig gestellt werden. Im Umkehrschluss können für die Teilaufgabe 10 auch genauere Orientierungsgrundlagen gegeben werden, beispielsweise: „Untersuche auf Proportionalität zwischen Maßen und Dateigröße“, „Bilde jeweils das Verhältnis aus der Dateigröße und dem Quadrat der Bildbreite“ oder „Stelle den Zusammenhang zwischen den Bildmaßen und der Dateigröße in einem Diagramm dar“.

Einsatzbereich der Aufgabe

Die Erzeugung großer Datenmengen durch hochauflösende Grafiken ist ein Problem, das den Schülerin-

nen und Schülern im Zusammenhang mit der Nutzung und Gestaltung von Medien bewusst wird. Die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Bildmaßen und Dateigröße offenbart die informatischen Grundlagen der Datenspeicherung und -übertragung.

Mit der Absolvierung der Aufgabe festigen die Schülerinnen und Schüler ihre Vorstellungen zu den Begriffen *Pixel* und *Byte*, erwerben bzw. festigen Fertigkeiten im Verändern von Bildattributen und üben sich in der Anwendung einer wissenschaftlichen Methodik.

Die Auswertung der Aufgabe kann zu weiteren Fragestellungen anregen, von denen einige bereits in der Aufgabenstellung als Zusatzfragen formuliert wurden. Diese beziehen sich auf den Gültigkeitsbereich der gefundenen Aussage und die Abhängigkeit der Dateigröße vom Bildinhalt – ein Effekt, der im Zusammenhang mit Komprimierungsverfahren eine Rolle spielt.

Zeitlicher Umfang

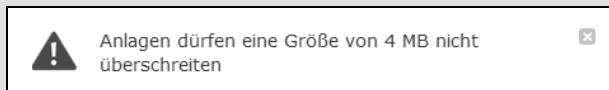
Für die Bearbeitung der Aufgabe und die Besprechung der Ergebnisse sollten mindestens 45 Minuten eingeplant werden. Für die vertiefte Besprechung der Zusatzfragen ist entsprechend mehr Zeit vorzuhalten.

Aufgabenstellung

Hinweise für die Lehrperson: Es sind unkomprimierte BMP-Dateien mit 4096×4096 Pixeln bereitzustellen. Um die Unabhängigkeit des Zusammenhangs vom Bildinhalt zu unterlegen (bzw. die Abhängigkeit bei komprimierten Formaten in der Zusatzaufgabe), sollten dies verschiedene Bilddateien mit einer unterschiedlichen Zahl verwendeter Farben und unterschiedlich feinen Strukturen sein. Zu beachten ist, dass diese Dateien sehr groß werden können. Darüber hinaus ist bei der Auswahl des Zeichenprogramms darauf zu achten, dass die Bildabmessungen einfach geändert werden können und eine Abspeicherung im BMP-Format möglich ist.

Speicherbedarf von Bilddateien

Ist es Dir schon einmal passiert, dass Du eine E-Mail mit Bildanhängen nicht versenden konntest? Wenn ja, erinnerst Du Dich an die Fehlermeldung, die so ausgesehen haben könnte?



Fehlermeldung eines E-Mail-Providers wegen zu großer Anhänge.

Offenbar ist das Bild zu groß gewesen und benötigt zu viel Speicherplatz.

Finde heraus, wie genau der Speicherbedarf eines Bildes von seinen Abmessungen abhängt. Untersuche den Zusammenhang zwischen den beiden Werten.

Du benötigst:

- Deinen Hefter, um Fragen zu beantworten und wichtige Erkenntnisse aufzuschreiben,
- das quadratische Bild der Datei *Bild4096.bmp*,
- ein einfaches Zeichenprogramm zum Bearbeiten der Datei.

Halte zunächst in Deinem Hefter die Überschrift „*Speicherbedarf von Bilddateien*“ fest.

Um den Zusammenhang zwischen der Größe des Bildes und dem benötigten Speicher zu ermitteln, wirst Du die Größe eines quadratischen Bildes verändern und den Speicherbedarf untersuchen.

1. Nenne weitere Beispiele, bei denen zu große Bilddateien zu Problemen führen können.
2. Formuliere im Hefte eine Vermutung, indem Du folgende Aussage vervollständigst:
Halbiert man die Breite und die Höhe des Bildes, so verändert sich die Größe der Datei auf _____
der ursprünglichen Größe.
3. Übernimm die folgende Tabelle in Dein Hefte.

Nr.	Bildbreite und -höhe in _____	Größe auf dem Datenträger in _____
1	4096	
2	2048	
3	1024	
4	512	
5	256	
6	128	
7	64	
8	32	
9	16	

4. Öffne die Datei *Bild4096.bmp* mit dem Grafikprogramm und lass Dir die Eigenschaften des Bildes anzeigen. Trage die Größe der Datei auf dem Datenträger in die Tabelle ein.
5. Ändere die Abmessungen des Bildes entsprechend der Messtabelle.
6. Speichere das geänderte Bild unter einem anderen Namen ab.
7. Ermittle jetzt die Größe der Datei auf dem Datenträger.
8. Wiederhole die Schritte 5 bis 7 für die nächsten Zeilen der Messwerttabelle.
9. Überprüfe Deine Vorhersage aus Aufgabe 2. Stelle gegebenenfalls eine berichtigte Aussage auf.
10. Formuliere den Zusammenhang zwischen der Bildgröße und dem Speicherbedarf auf dem Datenträger allgemein.
11. Versuche, eine Erklärung für diesen Zusammenhang zu finden.

Mögliche Zusatzfragen:

- a) Untersuche, ob sich Deine Erkenntnisse auch auf nichtquadratische Bilddateien übertragen lassen.
- b) Untersuche, ob der gefundene Zusammenhang auch für das PNG-Dateiformat gilt. Speichere dazu die Originaldatei *Bild4096.bmp* als *Bild4096.png* ab und wiederhole den Versuch.
- c) Vergleiche Deine Wertetabellen für die Untersuchung des BMP- und des PNG-Formats mit einigen Deiner Mitschülerinnen und Mitschüler. Formuliere die Erkenntnisse des Vergleichs.

Lösungsskizze

Bei der Aufstellung der Hypothese ist zu erwarten, dass viele Schülerinnen und Schüler einen proportionalen Zusammenhang zwischen den zu untersuchenden Größen annehmen.

Die genauen Dateigrößen werden mithilfe des Betriebssystems ermittelt.

Nr.	Bildbreite und -höhe in Pixel	Größe auf dem Datenträger in Byte
1	4096	50331702
2	2048	12582966
3	1024	3145782
4	512	786486
5	256	196662
6	128	49206
7	64	12342
8	32	3126
9	16	822

Eine Halbierung der Bildmaße bewirkt ungefähr eine Viertelung der Dateigröße. Verallgemeinert kann ungefähr eine Proportionalität zwischen dem Quadrat der Breite und der Dateigröße festgestellt werden. Das Aufstellen der Berechnungsgleichung für die Dateigröße wird nicht von jedem der Lernenden erwartet.

Da sich mit der Breite auch die Höhe des Bilds ändert, erfolgt eine Streckung bzw. Stauchung des Bilds in zwei Dimensionen, die aufgrund der Multiplikation quadratisch in die Flächenänderung, d.h. die Zahl der Bildpunkte eingehen.

Dies ist auch bei nichtquadratischen Bildern so.

Der Vergleich mit PNG-Grafiken zeigt, dass diese trotz einer Farbtiefe von 4 Byte zumeist weniger Platz als BMP-Dateien benötigen. Aus der Zahl der Bildpunkte kann nicht eindeutig auf die Dateigröße geschlossen werden. Von Spezialfällen – etwa bei monochromen Bildfüllungen – abgesehen, lässt sich vielfach ebenfalls ein quasiquadratischer Zusammenhang zwischen Bildmaßen und Dateigröße beobachten.

Einordnung in die Bildungsstandards

Die Aufgabe stellt Bezüge zu den Inhaltsbereichen *Information und Daten* sowie *Informatiksysteme* her. Mit der Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Bildmaßen und Dateigröße üben sich die Schülerinnen und Schüler in der Beurteilung von Vor- und Nachteilen von Informationsdarstellungen. Eine Vertiefung der Kenntnisse erfolgt im Hinblick auf die Untersuchung pixelbasierter Bildformate.

Dem Prozessbereich *Begründen und Bewerten* entspricht das Formulieren von Fragestellungen sowie das Äußern und Überprüfen von Vermutungen über informativ Sachverhalte.

Fazit

Das experimentelle Arbeiten bereichert den Informatikunterricht um eine handlungsorientierte Methode der Erkenntnisgewinnung. Gleichwertig zum Zueginn an inhaltlichem Wissen ist beim Experimentieren der Erwerb methodischer Kompetenz und anwen-

dungsbereiten Wissens durch die Schülerinnen und Schüler zu bewerten. Dies rechtfertigt den vergleichsweise hohen Zeitaufwand für Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten.

Dr. Lutz Hellmig
Universität Rostock
Institut für Informatik
Didaktik der Informatik
Albert-Einstein-Straße 22
18051 Rostock

E-Mail: lutz.hellmig@uni-rostock.de

Andreas Gramm
Gymnasium Tiergarten
Altonaer Straße 26
10555 Berlin

E-Mail: gramm@gymnasium-tiergarten.de

Literaturverzeichnis

AKBSI – Arbeitskreis „Bildungsstandards“ der Gesellschaft für Informatik (Hrsg.): Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule – Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I. Empfehlungen der Gesellschaft für Informatik e.V. vom 24. Januar 2008. In: LOG IN, 28. Jg. (2008), Nr. 150/151, Beilage.
http://www.gi.de/fileadmin/redaktion/empfehlungen/Bildungsstandard_s_2008.pdf

Brichzin, P.; Hölzel, M.: Diagnoseaufgaben – Diagnosepotenziale bei Aufgaben zum Leisten ausschöpfen. In: LOG IN, 33. Jg. (2013/2014), Nr. 176/177, S.111–121 (*in diesem Heft*).

Büchter, A.; Leuders, T.: Mathematikaufgaben selbst entwickeln – Lernen fördern, Leistung überprüfen. Berlin: Cornelsen Scriptor, 2005.

Bösenberg, A. (Hrsg.): Prinzipien zur effektiven methodischen Gestaltung des polytechnischen Unterrichts. Reihe „Kongress- und Tagungsberichte der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg“, Band 31. Halle: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 1980.

Eid, M.; Gollwitzer, M.; Schmitt, M.: Statistik und Forschungsmethoden. Weinheim; Basel: Beltz, 2013.

Haenisch, H.: Merkmale erfolgreichen Unterrichts – Forschungsbefunde als Grundlage für die Weiterentwicklung von Unterrichtsqualität. In: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung (Hrsg.): Was ist guter Fachunterricht? Beiträge zur fachwissenschaftlichen Diskussion. Bönen: DruckVerlag Kettler, 2000, S.39–48.
http://www.math.uni-frankfurt.de/~ullmann/09ws/V_MathDid_Vertiefung_B/Was%20ist%20guter%20Fachunterricht_2000.pdf

Leisen, J.: Lernaufgaben als Lernumgebung zur Steuerung von Lernprozessen. Koblenz: Studienseminar Koblenz, 2010.
<http://www.josefleisen.de/uploads/2/02/20Der%20Kompetenzfermenter%20-%20Ein%20Lehr-Lern-Modell/4%20Lernaufgaben%20als%20Lernumgebung%20zur%20Steuerung%20von%20Lernprozessen.pdf>

Leisen, J.: Kompetenzorientiert unterrichten – Fragen und Antworten zu kompetenzorientiertem Unterricht und einem entsprechenden Lehr-Lern-Modell. In: Unterricht Physik, 22. Jg. (2011), Nr. 123/124, S.4–10.
<http://www.aufgabenkultur.de/seiten/1%20Artikel%20zur%20Aufgabenkultur/01%20Kompetenzorientiert%20unterrichten%20NIU%202011.pdf>

Micheuz, P.; Bischof, E.; Sabitzer, B.: Forschend-entdeckender Unterricht – warum nicht? In: LOG IN, 31. Jg. (2011), Nr. 168, S.10–20.

Moisl, F.: Experimente. In: Unterricht Biologie, 12. Jg. (1988), Nr. 132, S.4–10.

Müller, J.: Experimente und Modelle in der informatischen Bildung. In: LOG IN, 26. Jg. (2006), Nr. 138/139, S.103–112.

Puthz, V. (1988). Experiment oder Beobachtung? Überlegungen zur Erkenntnisgewinnung in der Biologie. In: Unterricht Biologie, 12. Jg. (1988), Nr. 132, S.11–13.

Röhner, G.: Abituraufgaben. In: LOG IN, 33. Jg. (2013/2014), Nr. 176/177, S.123–128 (*in diesem Heft*).

Schmidkunz, H.; Lindemann, H.: Das forschend-entwickelnde Unterrichtsverfahren – Problemlösen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Reihe „Didaktik – Naturwissenschaften“, Band 2. Hohenwarsleben: Westarp, 2003.

Steinkamp, D.: Informatik-Experimente im Schullabor. Dortmund: Universität Dortmund – Fachbereich Informatik (Diplomarbeit), 1999.

Wirth, J.; Thillmann, H.; Künsting, J.; Fischer, H.E.; Leutner, D.: Das Schülerexperiment im naturwissenschaftlichen Unterricht – Bedingungen der Lernförderlichkeit einer verbreiteten Lehrmethode aus instruktionspsychologischer Sicht. In: Zeitschrift für Pädagogik, 54. Jg. (2008), Heft 3, S.361–375.

http://www.pedocs.de/volltexte/2011/4356/pdf/ZfPaed_2008_3_Wirth_Thillmann_Kuensting_Fischer_Leutner_Schuelerexperiment_Bedingungen_D_A.pdf

Wood, D.J.; Bruner, J.S.; Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. In: Journal of Child Psychiatry and Psychology, 17. Jg. (1976), Heft 2, S.89–100.

Alle Internetquellen wurden zuletzt am 14. März 2014 geprüft.

Anzeige



**EIN FLUSS WIRD
WIEDER LEBENDIG –**
Helfen Sie der Havel
mit einer
Patenschaft!

Infos anfordern:
Ausschneiden und absenden an:
NABU · Patenschaften · Charitéstr. 3 · 10117 Berlin
www.NABU.de/unterehavel · Paten@NABU.de

Vorname, Name _____
Straße, Nr. _____
PLZ, Ort _____
E-Mail _____



© Gerhard Busmann
10968