

Von der Komplexität eines Zentralabiturs

Thüringer Erfahrungen im Grund- und Leistungsfach Informatik

von Michael Fothe, Wolfgang Moldenhauer und Otto Thiele

Die Einführung zentraler schriftlicher Abiturprüfungen ist eine schulpolitische Entscheidung. Deren Umsetzung ist pädagogische Tätigkeit vieler Lehrerinnen und Lehrer. In diesem Aufsatz werden Grundsätze für zentrale Abiturprüfungen im Fach Informatik zusammengestellt und am Beispiel Thüringens erläutert.

In Thüringen wurde die gymnasiale Oberstufe mit dem Kurssystem im Jahr 1992 eingeführt. Zentrale Abiturprüfungen im Grund- und Leistungsfach Informatik gibt es seit 1994. Ein schriftliches Zentralabitur im Fach Informatik existiert ferner in Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und im Saarland. In Bayern ist es erstmals für den Sommer 2011 am Gymnasium (G8) mit naturwissenschaftlich-technologischer Ausbildungsrichtung vorgesehen.

Wir vertreten die Auffassung, dass zentrale Abiturprüfungen nicht prinzipiell besser oder schlechter sind als dezentrale. Für beide Formen können Vor- und Nachteile angegeben werden. So unter anderem: Das Zentralabitur ist zur Absicherung eines einheitlichen Leistungsniveaus und zur Erhöhung der Transparenz der pädagogischen Arbeit von Schulen geeignet. Bei einem dezentralen Abitur fällt es dagegen leichter, neue Lerninhalte und Werkzeuge im Unterricht zu erproben. Der Gesamtumfang an „Stoff“, der den Prüflingen zu vermitteln ist, dürfte beim zentralen und dezentralen Abitur nicht wesentlich verschieden sein. Im zentralen Abitur wird es dabei jedoch mehr um die Breite, beim dezentralen Abitur dagegen mehr um die Tiefe der nachzuweisenden Kompetenzen gehen.

Inhalt und Struktur des schriftlichen Abiturs

Bearbeitungszeit

In Thüringen beträgt die Bearbeitungszeit für die Aufgaben 270 Minuten im Leistungsfach und 210 Minu-

ten im Grundfach. In diese Zeitangaben ist jeweils eine Einlesezeit von 30 Minuten pauschal mit eingerechnet.

Pflicht- und Wahlaufgaben

Im Grundfach Informatik sind im Lehrplan drei Wahl-Themenbereiche zur Auswahl angegeben, von denen einer im Unterricht zu behandeln ist (vgl. TKM, 1999). Im Leistungsfach gibt es zwei Wahl-Themenbereiche. Im Grundfach Informatik gibt es keine Pflicht-, sondern vier Wahlaufgaben, von denen drei zu bearbeiten sind. Die Wahlaufgaben sind den Themenbereichen nicht fest zugeordnet. Im Leistungsfach Informatik bearbeiten die Prüflinge die Aufgaben 1 und 2 und wählen von den Komplexaufgaben 3.1 und 3.2 eine aus. Die Aufgabe 2 ist dem Themenbereich 9 entnommen (Logikorientiertes Programmieren).

Prüfungsinhalte

Als Inhalte sind sowohl im Grund- als auch im Leistungsfach alle Themen des Lehrplans mit Ausnahme der Wahl-Themenbereiche möglich. Letztere können zumindest im Grundfach in der mündlichen Prüfung geprüft werden.

Hilfsmittel

Grundsätzlich sollten die Prüflinge diejenigen Hilfsmittel verwenden dürfen, an die sie im Unterricht gewöhnt sind. Für die Thüringer Abiturprüfungen in Informatik sind dies:

- ▷ PC mit OBERON-, PASCAL- bzw. JAVA-System (einheitlich für alle Prüflinge eines Kurses),
- ▷ PROLOG-System (nur im Leistungsfach),
- ▷ Tafelwerk,
- ▷ Taschenrechner (einheitliche Regelung für die Naturwissenschaften und Informatik),
- ▷ Wörterbuch zur deutschen Rechtschreibung.

Diese Hilfsmittel stehen während der gesamten Prüfungszeit zur Verfügung.

Computereinsatz

In den Abiturprüfungen von 1994 bis 1996 wurden Computer nur im Leistungsfach eingesetzt. Aus der Lehrerschaft kam die Anregung, Computer auch in der Grundfach-Prüfung zuzulassen. Die *Landesfachkommission Informatik* nahm sich des Themas im Jahr 1995 an, und dabei wurden seinerzeit die folgenden zustimmenden und ablehnenden Argumente genannt:

PRO:

- ▷ Der Computereinsatz ist wichtiger Bestandteil des Informatikunterrichts. Er entspricht den Forderungen der Praxis.
- ▷ Die Verwendung eines Computers in einer Informatik-Prüfung ist mit der Durchführung naturwissenschaftlicher Experimente (z.B. in einer Physik-Prüfung) vergleichbar.
- ▷ Sowohl im Grund- als auch im Leistungsfach Informatik wurden seit 1992 gute Erfahrungen mit dem Computereinsatz in Kursarbeiten gesammelt.
- ▷ Die Prüflinge können ihre Lösungen testen. Dies wirkt motivierend.
- ▷ Wichtig sind Aufgaben, bei denen der Prüfling selbst entscheiden kann, ob er den Computer einsetzt.
- ▷ Bei einer großen Anzahl an Prüflingen an einer Schule können sich mehrere Schüler einen Computearbeitsplatz teilen.

CONTRA:

- ▷ Der Computereinsatz in der Prüfung bringt nur geringen Nutzen.
- ▷ Unklar ist, wie bei technischen Problemen des Computers oder bei Stromausfall zu verfahren ist.
- ▷ Der Gleichheitsgrundsatz könnte durch die unterschiedliche Ausstattung der Schulen verletzt werden.
- ▷ Abschreiben von anderen Monitoren ist eventuell nicht zu verhindern.
- ▷ Der Computereinsatz muss in Kursarbeiten trainiert werden.
- ▷ In der Prüfungssituation können kleine Fehler zu einem großen Zeitverlust führen.
- ▷ Die Archivierung der Prüfungsarbeiten ist schwierig.
- ▷ Unklar ist die Verfahrensweise, wenn an der Schule nicht für jeden Prüfling ein Computer bereitsteht.

Die Thüringer Aufgabenkommission votierte bei Abwägung aller Argumente für einen Computereinsatz auch in der Grundfach-Prüfung. Die vorgetragenen Probleme seien lösbar. Das Kultusministerium folgte dem Vorschlag. Die seitdem gewonnenen Erfahrungen belegen, dass die Entscheidung richtig war: So sind bisher keine nennenswerten technischen Probleme während der Prüfungen aufgetreten und keinerlei Versuche, über das Computernetz an den Schulen unerlaubt zu kommunizieren, bekannt geworden.

Im Grundfach ist nur die Wahlaufgabe 4 mithilfe des Computers zu lösen. Prüflinge können also auch nur die drei anderen Wahlaufgaben, die ohne Computer zu bear-

beiten sind, auswählen. Im Leistungsfach ist der Computereinsatz verpflichtend, und zwar beim Lösen der Aufgabe 2 (mit PROLOG) und der Komplexaufgabe 3.1 oder 3.2 (mit OBERON, PASCAL oder JAVA).

Jeder Prüfling hat einen Programmwurf und einen kommentierten Programmtext abzugeben. Mitunter gibt es eine Zusatzaufgabe, die eine Reflexion der Lösung oder des Lösungswegs beinhaltet. Beispiel: „Erläutern Sie, welche Methoden der Software-Entwicklung von Ihnen verwendet wurden.“

In den Hinweisen zur Korrektur und Bewertung ist festgelegt, dass bei nicht relevanten syntaktischen Fehlern keine Bewertungseinheiten abgezogen werden. Dies betrifft z.B. die Situation, dass ein Prüfling ein Computerprogramm im Prinzip fertig (eingetippt) hat, es jedoch wegen geringfügiger syntaktischer Probleme nicht zum Laufen bringt. Die Prüflinge werden aufgefordert, bei der praktischen Arbeit am Computer mindestens alle 10 Minuten den von ihnen erarbeiteten Programmtext zu sichern. Bei technisch bedingten Problemen wird ihnen zusätzlich Arbeitszeit zur Verfügung gestellt. Als sinnvoll hat sich erwiesen, dass unmittelbar nach dem Ende der Prüfung die Programme jedes Prüflings ausgedruckt werden. Prüfling und aufsichtführender Lehrer signieren die Programmtexte.

Dazu ein Beispiel aus dem Leistungsfach 2003 (Aufgabe 2, nächste Seite). Diese Komplexaufgabe beinhaltet theoretische (Datentypen, Rekursion) und praktische Aspekte (Entwurf und Implementation von Computerprogrammen). Der Prüfling wird explizit dazu aufgefordert, die Programme zu testen und die Tests zu dokumentieren. Er muss die Tests z. T. selbst konstruieren.

Die Bearbeitung von Problemen aus unterschiedlichen Fachgebieten ist typisch für die Informatik im Allgemeinen und den Informatikunterricht im Besonderen und sollte es daher auch für die Abiturprüfung sein. Die folgenden Aufgabenbeispiele in den EPA Informatik verdeutlichen u. a. diesen Anspruch:

Bezugsfach	Aufgabe aus den EPA Informatik
Mathematik	1.2.2 Kryptographie
Physik	1.4.2 Mobile
Biologie	1.2.7 DNS-Replikation
Wirtschaft/Recht	1.1.2 Immobilien

Bei Aufgaben dieser Art muss im Aufgabentext problemspezifisches Wissen bereitgestellt werden. Dabei können Vereinfachungen sinnvoll sein, um einen kurzen und prägnanten Text zu erhalten und um die Schwierigkeit oder Komplexität der zu lösenden Teilprobleme zu verringern (siehe z.B. Aufgabe 1 aus dem Grundfach 2005, nächste Seite).

Programmiersprachen

Die Aufgaben müssen sich mit den jeweils zugelassenen Programmiersprachen gleich gut lösen lassen. Mit den Freiheiten, die sich aus den Festlegungen des Lehrplans ergeben, muss man in der schriftlichen Prüfung umgehen

Aufgabe 1 (Grundfach)

Die chromatische Tonleiter besteht aus zwölf Tönen. Schreibt man diese Tonleiter zweimal hintereinander auf, so entsteht die aufsteigende Tonfolge:

c cis d dis e f fis g gis a ais h c cis d dis e f fis g gis a ais h

Von einem Ton dieser Tonfolge zum nächsten führt ein Halbtonschritt und zum übernächsten Ton ein Ganztonschritt. Jede Dur- bzw. Moll-Tonleiter besteht aus acht aufsteigend geordneten Tönen der gegebenen Tonfolge. Der erste Ton ist der Grundton.

Für eine Dur-Tonleiter gilt: Vom ersten Ton zum zweiten, vom zweiten zum dritten, vom vierten zum fünften, vom fünften zum sechsten und vom sechsten zum siebenten führt je ein Ganztonschritt. Vom dritten Ton zum vierten und vom siebenten zum achten führt je ein Halbtonschritt.

Für eine Moll-Tonleiter gilt: Vom ersten Ton zum zweiten, vom dritten zum vierten, vom vierten zum fünften, vom sechsten zum siebenten und vom siebenten zum achten führt je ein Ganztonschritt. Vom zweiten Ton zum dritten und vom fünften zum sechsten führt je ein Halbtonschritt.

Beispiele:

Die g-Dur-Tonleiter besteht aus den Tönen
g a h c d e fis g.

Die h-Moll-Tonleiter besteht aus den Tönen
h cis d e fis g a h.

Entwerfen und implementieren Sie ein Programm in OBERON oder TURBO-PASCAL, das für jeden der Grundtöne c, g, d, a, e, h, fis die Dur-Tonleiter und für jeden der Grundtöne a, e, h, fis, cis, gis die Moll-Tonleiter ermittelt und ausgibt.

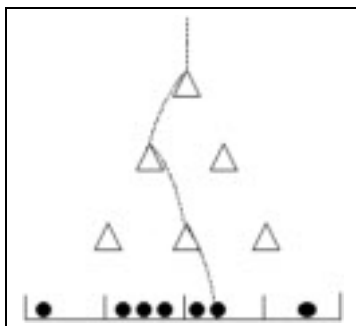
Bemerkungen zur Aufgabe 1: Hier lässt sich durchaus darüber diskutieren, wie weit man beim Einbeziehen fachspezifischen Wissens – hier musiktheoretische Begriffe und Zusammenhänge – gehen sollte. War es unter anderem bei dieser Aufgabe wirklich erforderlich, das „g“ in „g-Dur-Tonleiter“ klein zu schreiben? Damit wurde den Prüfungsteilnehmern zwar deutlich, dass sie beim Lösen der Aufga-

be ausschließlich mit Kleinbuchstaben operieren sollten. Musiktheoretisch korrekt ist jedoch ein großes „G“. Die Forderung nach korrekter Verwendung der Begriffe aus anderen Fachgebieten ist unter dem Aspekt des fächerübergreifenden Unterrichtens und der grundsätzlichen Interdisziplinarität der Informatik durchaus berechtigt (vgl. Arbeitskreis „Bildungsstandards“, 2007, S. 16).

Aufgabe 2 (Leistungsfach)

a) In Programmiersprachen wie OBERON oder PASCAL ist der Begriff des Datentyps von grundlegender Bedeutung. Erläutern Sie, was man darunter versteht. Wählen Sie von den einfachen Datentypen *integer*, *real*, *char* und *boolean* zwei aus und geben Sie für diese Datentypen wesentliche Operationen und Relationen sowie das Prinzip der internen Realisation an.

b) Ein Galtonbrett besteht aus mehreren Reihen Hindernissen, die versetzt untereinander angeordnet sind. In jeder Reihe kommt ein Hindernis dazu. Eine Kugel fällt von oben nach unten hindurch. Bei jedem Hindernis setzt sie mit einer Wahrscheinlichkeit von jeweils 0,5 ihren Weg links bzw. rechts fort. Unter den Zwischenräumen der letzten Reihe befinden sich Behälter. Die Kugel wird in einem der Behälter aufgefangen. Die Abbildung (rechts) zeigt den Weg einer Kugel durch ein Galtonbrett mit drei Reihen.



Entwerfen Sie eine Funktion, die eine Zufallszahl aus der Menge $\{0, 1\}$ ermittelt. Beide Zahlen sollen mit gleicher Wahrscheinlichkeit gezogen werden. Implementieren Sie die Funktion in OBERON oder TURBO-PASCAL und testen Sie die Funktion. Dokumentieren Sie die Tests.

c) Entwerfen Sie ein Programm, das die Arbeitsweise eines Galtonbretts simuliert. Durch das Galtonbrett sollen n Kugeln fallen. Das Programm liest die Anzahl r an Reihen und die Anzahl n an Kugeln ein und gibt aus, wie viele Kugeln in den verschiedenen Behältern aufgefangen wurden. Es gilt $1 \leq r \leq 10$ und $1 \leq n \leq 20000$. Implementieren Sie das Programm in OBERON oder TURBO-PASCAL. Dokumentieren Sie die Ergebnisse der Programmmarbeit für mehrere Werte von r und n .

d) Entwerfen Sie ein Programm, das Binomialkoeffizienten $\text{bin}(n, k)$ mithilfe der folgenden Erläuterungen berechnet: n und k sind ganze Zahlen mit $n \geq k \geq 0$. Ist $k = 0$ oder $n = k$, so gilt $\text{bin}(n, k) = 1$, andernfalls gilt $\text{bin}(n, k) = \text{bin}(n - 1, k - 1) + \text{bin}(n - 1, k)$. Implementieren Sie das Programm in OBERON oder TURBO-PASCAL. Testen Sie es für mehrere Werte von n und k . Dokumentieren Sie die Tests. Erläutern Sie an dem Programm, was man unter rekursiven Unterprogrammen versteht.

können. Seit Anfang der Neunzigerjahre wird deshalb in Thüringen die Position vertreten, dass die Sprachen im Lehrplan konkret anzugeben sind. Der seit 1999 gültige Lehrplan legt den Einsatz von PASCAL, OBERON und PROLOG verbindlich für den Unterricht fest. In der Abiturprüfung waren TURBO-PASCAL, OBERON-2 und PROLOG zugelassen (letzteres nur im Leistungsfach). Seit der Abiturprüfung 2006 ist der Einsatz von JAVA an den drei Schulen möglich, die eine Sondergenehmigung des Kultusministeriums zur Erprobung dieser Sprache im Informatikunterricht besitzen. In den Festlegungen zur Abiturprüfung heißt es jetzt einfach PASCAL, denn zahlreiche Schulen setzen nicht TURBO-PASCAL, sondern OBJECT-PASCAL unter DELPHI ein. Eine Lösung des „Programmierersprachenproblems“ gelingt bekanntlich nur für begrenzte Zeit. Spätestens bei der Konzeption des nächsten Lehrplans stehen neue Diskussionen dazu an.

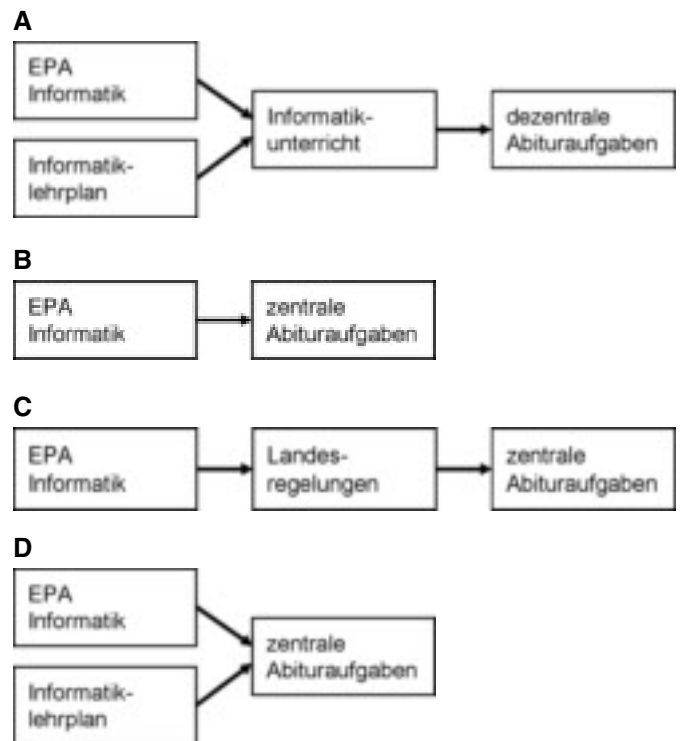
EPA Informatik als Grundlage

Die Prüfungsaufgaben müssen den EPA Informatik entsprechen. Was ergibt sich aus dieser Forderung für das Erarbeiten von Abituraufgaben? Denkbar sind u. a. die folgenden vier Möglichkeiten.

Möglichkeit A (Bild 1) entspricht der Situation im dezentralen Abitur. Der Unterricht wird auf der Grundlage des Informatiklehrplans und der EPA Informatik geplant und durchgeführt. Die Prüfungsaufgaben entstehen dann auf der Basis von EPA, Lehrplan und erteiltem Unterricht.

In *Möglichkeit B* (Bild 2) werden die zentralen Abituraufgaben unmittelbar auf der Grundlage der EPA Informatik erstellt. Dieses Vorgehen erscheint nicht als realistisch, da die EPA nicht für diesen Zweck erarbeitet wurden. Das soll am Beispiel von Rekursion und Iteration verdeutlicht werden. In den EPA Informatik heißt es: „Die Prüflinge [...] können verschiedene Problemlösungsstrategien und Techniken wie Iteration, Rekursion und Klassenbildung einsetzen“ (vgl. KMK, 2004, S. 4). Als Grundlage für die Erarbeitung von Abituraufgaben steht diese Festlegung auf einem zu hohen Abstraktionsniveau. Die folgende Zusammenstellung von Teilkompetenzen, über die die Schülerinnen und Schüler zum Thema *Rekursion und Iteration* am Ende ihrer Schulzeit am Gymnasium verfügen sollen, ist bereits deutlich konkreter:

- ▷ Erläutern der Grundlagen von Rekursion und Iteration (Vergleich, Äquivalenz, Prinzip der Abarbeitung eines rekursiven Algorithmus auf einem iterativ arbeitenden Computer),
- ▷ Rekursives Definieren informatischer Begriffe,
- ▷ Sachgemäße Verwendung der Syntax einer Programmiersprache,
- ▷ Exemplarisches Analysieren und Erläutern von Programmen, denen rekursive oder iterative Algorithmen zugrunde liegen,
- ▷ Exemplarisches Entwerfen und Implementieren solcher Programme.



Bilder 1 bis 4: Vier Möglichkeiten zum Erarbeiten von Abituraufgaben.

Mit dieser Kompetenzbeschreibung könnte eine Aufgabenkonstruktion schon besser gelingen. Die EPA erfüllen teilweise bereits Merkmale von Bildungsstandards (vgl. ISB, 2006; Fothe, 2005). Falls die Vision eines deutschlandweiten Abiturs verwirklicht werden sollte, müssten die EPA Informatik zu echten Bildungsstandards weiterentwickelt werden, die dann Grundlage für den Informatikunterricht in der gymnasialen Oberstufe in allen Bundesländern und für die Erarbeitung der Abituraufgaben wären (vgl. Reiss, 2007).

Möglichkeit C (Bild 3) stellt die Situation dar, dass auf der Grundlage der EPA Informatik neue landesspezifische Regelungen erarbeitet wurden (z.B. Lehrplan, Kerncurriculum, „Landes-EPA“). Diese Regelungen setzen die bundesweiten Vorgaben in Festlegungen für die Schulen im jeweiligen Land um. Sie enthalten z.B. Konkretisierungen, Schwerpunktsetzungen und Wahlmöglichkeiten und sind damit zur Erstellung der zentralen Abituraufgaben brauchbar.

Möglichkeit D (Bild 4) stellt die Situation dar, dass neben den neuen EPA Informatik der bisherige Informatiklehrplan weiterhin gültig ist. Diese Situation ist in Thüringen gegeben. Die Mitglieder der Aufgabenkommission müssen sowohl den Informatiklehrplan als auch die EPA Informatik beachten. Zusätzlich berücksichtigen sie mehr oder weniger bewusst Erfahrungen aus ihrem eigenen Unterricht. Das ist z.B. eine wesentliche Voraussetzung für die Gewährleistung eines ausgewogenen Verhältnisses von Wiedergabe-, Transfer- und schöpferischen Leistungen in den Abituraufgaben.

(Anforderungsbereiche I, II und III der EPA Informatik). Dazu eine Beispielaufgabe aus dem Grundfach 2006 (siehe Aufgabe 3, nächste Seite).

Korrektur und Bewertung

Knappe Hinweise zur Korrektur und Bewertung der Abiturarbeiten eröffnen Spielräume auf der Grundlage des erteilten Unterrichts. Maximalpunkte sollten eher „großschrittig“ vorgegeben werden (also besser 8 Punkte für die gesamte Aufgabe als viermal 2 Punkte für die einzelnen Teilaufgaben). Eine dezentrale Dimension kann auch durch (vergleichsweise) offene Aufgabenstellungen erreicht werden. Die folgenden Aufgaben sollen dies deutlich machen (siehe Aufgabe 4 aus dem Grundfach 2001, nächste Seite). Der Einsatz eines Erst- und Zweitkorrektors soll die objektive Bewertung der Prüfungsleistung gewährleisten. In dem Fall, dass die Erst- und Zweitkorrektur zu sehr voneinander abweichen, sollte ein dritter Korrektor einbezogen werden.

Beispielaufgabe aus dem Leistungsfach 2004:

Der Zuverlässigkeit von Informatiksystemen kommt in der Praxis große Bedeutung zu. Erläutern Sie, durch welche Maßnahmen ein hohes Maß an Zuverlässigkeit erreicht werden kann.

Beispielaufgabe aus dem Grundfach 2006:

Sie sollen 20 Computerarbeitsplätze miteinander vernetzen. Entscheiden Sie sich für eine Topologie und ein Konzept des Netzes. Begründen Sie Ihre Entscheidungen.

Beispielaufgabe aus dem Grundfach 2007:

Diskutieren Sie eine Möglichkeit, mit deren Hilfe die Gültigkeit eines empfangenen RC5-Codes überprüft werden kann.

In den letzten Jahren wurden den Schülerinnen und Schülern verstärkt Aufgaben gestellt, die sich auf die Bedeutung der Informatik in der modernen Wissens- und Informationsgesellschaft beziehen. Dazu eine

Beispielaufgabe aus dem Leistungsfach 2007:

Setzen Sie sich mit folgender These Joseph Weizenbaums auseinander: „Der Mensch ist keine Maschine. Ich behaupte, dass der Mensch zwar zweifelsohne Informationen verarbeitet, dass er dies jedoch nicht unbedingt in derselben Weise tun muss wie Computer. Computer und Menschen sind nicht verschiedene Arten derselben Gattung.“

Die zitierten Aufgaben sind meist in umfassendere Aufgabenstellungen eingebettet. An dieser Stelle sind auch die Bewertungseinheiten angegeben, die den einzelnen Aufgaben verbindlich zugeordnet sind. Die folgende Tabelle wird zur Ermittlung der Gesamtnote verwendet. Sie ist für alle Fächer des mathematisch-naturwissenschaftlich-technischen Aufgabenfeldes in Thüringen verbindlich.

Bewertungseinheiten	Prozent	Notenpunkte	Note
58–60	96,7	15	1+
55–57	91,7	14	1
52–54	86,7	13	1–
49–51	81,7	12	2+
46–48	76,7	11	2
43–45	71,7	10	2–
40–42	66,7	9	3+
37–39	61,7	8	3
34–36	56,7	7	3–
31–33	51,7	6	4+
28–30	46,7	5	4
25–27	41,7	4	4–
22–24	36,7	3	5+
19–21	31,7	2	5
16–18	26,7	1	5–
0–15		0	6

Die fett hervorgehobenen Prozentwerte realisieren die in den EPA Informatik enthaltenen Festlegungen, nach denen die Note *ausreichend* (05 Punkte) bzw. die Note *gut* (11 Punkte) erteilt werden soll, wenn annähernd die Hälfte (mindestens 45 %) bzw. annähernd vier Fünftel (mindestens 75 %) der erwarteten Gesamtleistung erbracht worden sind. Ferner enthält die Tabelle einen Sockel, nach dem 16 von 60 Bewertungseinheiten für die Erteilung eines Notenpunktes benötigt werden. Diese standardisierte Tabelle wird von der Lehrerschaft akzeptiert. Bei der Konstruktion der Aufgaben führt sie gelegentlich zu Schwierigkeiten, weil man die Aufgaben an das standardisierte Raster der Bewertungseinheiten anpassen muss.

Ein Aufgabensatz entsteht

Grundlage für die Erstellung von Abituraufgaben ist in Thüringen ein Erlass, der ungefähr zwei Jahre vor der Prüfung veröffentlicht wird. Die erforderlichen vier Aufgabensätze (Grund- und Leistungsfach Informatik, jeweils für den Haupt- und den Nachtermin) werden durch eine Aufgabenkommission erstellt. Der Kommission gehören zur Zeit sechs Informatik-Lehrkräfte an, die vom

Aufgabe 3 (Grundfach)

- a) Erläutern Sie das Prinzip, nach dem die spezielle Liste **Stapel** verwaltet wird. Nennen und beschreiben Sie die zur Realisation eines Stapels notwendigen Operationen.
- b) Eine Zeichenkette soll so umgeformt werden, dass die Zeichen in umgekehrter Reihenfolge angeordnet sind. Beispiel:

Eingabe: ABITURPRUEFUNG
Ausgabe: GNUFEURPRUTIBA

- Entwerfen Sie einen Algorithmus, der diese Aufgabe unter Verwendung eines Stapels löst.
- c) Erklären Sie, wie ein Stapel bei der Realisierung der Rekursion intern verwendet wird.
- d) Ein Stapel, dessen Elemente Zeichen sind, soll mit Hilfe einer Reihung implementiert werden. Erklären Sie, wie die von Ihnen in Teilaufgabe a) genannten Operationen realisiert werden können.
- e) Erläutern Sie drei Eigenschaften eines abstrakten Datentyps (ADT).

Bemerkungen zur Aufgabe 3:

Die Aufgabe ist auf folgende Weise im Lehrplan verankert:

Zu a: Die erste Teilaufgabe bezieht sich auf den Lehrplan-Themenbereich 8, nach dem das LIFO-Prinzip, Stapel als spezielle Listen sowie die Operationen zur Arbeit eines Stapels im Unterricht zu thematisieren sind.

Zu b: In dieser Teilaufgabe sollen diese Operationen bei der Lösung einer konkreten Aufgabe verwendet werden. Der Algorithmus ist nur zu entwerfen, d.h. nicht auch zu implementieren. Dabei werden Kompetenzen zum Problemlösen vorausgesetzt, wie sie insbesondere im Lehrplan-Themenbereich 3 angegeben sind.

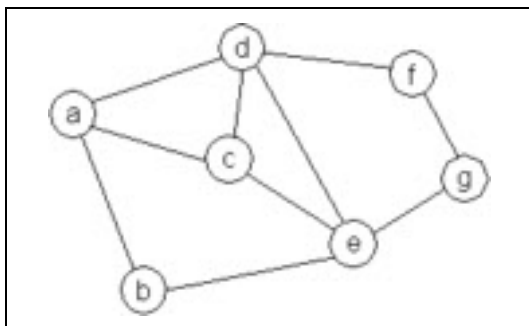
Zu c: Ein Sachverhalt, der im Lehrplan-Themenbereich 4 ganz konkret angegeben ist, ist vom Prüfling wiederzugeben.

Zu d: Nach dem Lehrplan-Themenbereich 8 ist im Unterricht ein Programm zu analysieren, bei dem ein Stapel mit Hilfe des Abstrakten Datentyps Liste (ADT Liste) realisiert wird. In der Aufgabe sollen wesentliche Teile eines Programmentwurfs erarbeitet werden, bei dem es um die Realisation eines Stapels nicht mit dem ADT Liste, sondern mit einer Reihung (array) geht. Dabei wird wiederum auf allgemeine Kompetenzen zum Problemlösen aufgebaut.

Zu e: Nach dem Lehrplan-Themenbereich 8 sind mehrere Eigenschaften von ADTs im Unterricht zu behandeln. Drei der im Lehrplan aufgeführten Eigenschaften sind in dieser Teilaufgabe zu erläutern.

Aufgabe 4 (Grundfach)

Es ist ein Netz gegeben, in dem Datenpakete verschickt werden sollen. Computer in dem Netz sind a, b, c, d, e, f und g. Ein Computer hat die Aufgabe, alle möglichen Wege eines Datenpakets, das zwischen dem Startcomputer a und dem Zielcomputer g übertragen werden soll, zu bestimmen. Das Datenpaket darf einen Computer höchstens einmal durchlaufen.



- a) Geben Sie alle möglichen Wege vom Startcomputer a zum Zielcomputer g an.
- b) Entwerfen Sie einen Algorithmus, der alle Wege von a nach g ermittelt.
- c) Geben Sie eine Datenstruktur an, in der das gegebene Netz gespeichert werden kann.

Kultusministerium berufen wurden. Die Koordination der Tätigkeit der Kommission erfolgt durch den zuständigen Referenten des *Thüringer Instituts für Lehrerfortbildung, Lehrplanentwicklung und Medien*. Es wird ein Rotationsprinzip angewandt, durch das regelmäßig Kollegen aus der Aufgabenkommission ausscheiden und neue Kollegen hinzukommen. Damit soll einerseits das Gruppenwissen erhalten bleiben, andererseits sollen neue Anregungen und Ideen hinzukommen.

In einer eintägigen Sitzung der Kommission erfolgt eine Sichtung der vorliegenden Ideen und es wird vereinbart, welches Kommissionsmitglied welche Aufgabenentwürfe erarbeitet. Auf einer einwöchigen Klausurtagung werden in kollegialer Zusammenarbeit die Aufgabenentwürfe fertiggestellt. Sie werden einem Gutachter übergeben, der eine Einschätzung der Aufgaben vornimmt. Wesentliche Kriterien für das Gutachten sind: Lehrplanbezug, fachliche Korrektheit, Verständlichkeit der Formulierungen, ausgewogenes Verhältnis von Teilaufgaben in den Anforderungsbereichen, Zeitbedarf, Auswertbarkeit durch den Erst- und Zweitkorrektor. Nach dem Gutachtergespräch werden die Aufgabenentwürfe ggf. überarbeitet, und es wird die Druckfassung erstellt. Die Bedarfserfassung an Aufgabenblättern und Lösungshinweisen und die Auslieferung an die Schulen erfolgt über das jeweils zuständige Schulamt.

Vorbereitung auf die Prüfung

Damit die Prüfung nicht zum Glücksspiel wird, sollten die Anforderungen für die Schülerinnen und Schü-

ler transparent sein. Es empfiehlt sich daher, die potenziellen Prüflinge längerfristig und regelmäßig auf die Prüfungssituation vorzubereiten. Dafür einige Möglichkeiten:

- ▷ Im Unterricht werden Abituraufgaben der Vorjahre bearbeitet. Das Lesen und Verstehen zentral gestellter Aufgaben wird geübt. Die Schülerinnen und Schüler müssen dabei erfassen, was wirklich von ihnen verlangt wird.
- ▷ Die Operatoren für Schülertätigkeiten werden thematisiert (siehe Heming, Humbert und Röhner, 2007, in diesem Heft, S. 63 ff.).
- ▷ Es wird besprochen, welche Angaben ein Entwurf enthalten muss und wie die Bewertungseinheiten auf Entwurf und Implementation aufgeteilt werden.
- ▷ Kursarbeiten werden unter prüfungsähnlichen Bedingungen durchgeführt.
- ▷ Strategien zur Auswahl der zu bearbeitenden Wahlaufgaben werden entwickelt und in Kursarbeiten geübt (Beitrag zur Selbstkompetenz).
- ▷ Den Schülerinnen und Schülern wird vor der Abiturprüfung unter Bezugnahme auf den Informatiklehrplan eine Liste von Fachbegriffen übergeben. Oder besser noch: Die Schüler legen sich eine solche Liste selbst an.

Evaluation

Prüfungen sollten in vielfältiger Weise evaluiert (ausgewertet und reflektiert) werden. Der prüfende Fachlehrer wird die gemachten Fehler analysieren und Rückschlüsse auf seinen künftigen Unterricht ziehen. Dabei ist sicher auch der Vergleich zwischen den in den vergangenen Kurshalbjahren erbrachten Leistungen und der Prüfungsleistung sinnvoll.

Anlässlich der Erarbeitung dieses Beitrags erfolgte eine Analyse der in den Abituraufgaben von 2001 bis 2007 verwendeten Operatoren/Verben (Grund- und Leistungsfach Informatik, jeweils Haupttermin). Im genannten Zeitraum wurden insgesamt 44 verschiedene Operatoren verwendet (siehe unten; häufig verwendete Operatoren wurden mit fester Schrift hervorgehoben).

abschätzen, **angeben**, auseinandersetzen, auswählen, beachten, **begründen**, berechnen, **beschreiben**, **beurteilen**, codieren, darstellen, definieren, diskutieren, **dokumentieren**, eingehen, **entscheiden**, entschlüsseln, **entwerfen**, erarbeiten, erklären, **erläutern**, erstellen, ermitteln, erweitern, erzeugen, herstellen, **implementieren**, kennzeichnen, **kommentieren**, konstruieren, messen, **nennen**, notieren, realisieren, **testen**, überführen, überprüfen, übertragen, verändern, vergleichen, verschlüsseln, verwenden, würdigen, zeichnen

Manche dieser Operatoren wurden häufig, andere nur selten verwendet (einige nur einmal). Im Grundfach Informatik sind die zehn Operatoren, die in den

Abituraufgaben am häufigsten verwendet wurden: angeben/nennen, erläutern, entwerfen, begründen, implementieren, kommentieren, beschreiben, beurteilen, entscheiden (in dieser Reihenfolge). Sie machen insgesamt etwa 70 % aller Verwendungen von Operatoren aus. Im Leistungsfach Informatik sind die zehn häufigsten Operatoren: erläutern, entwerfen, implementieren, kommentieren, angeben/nennen, dokumentieren, beschreiben, begründen, testen (in dieser Reihenfolge). Sie machen insgesamt etwa 80 % aller Verwendungen aus. In einer Prüfung im Grundfach Informatik (die vier Wahlaufgaben zusammengefasst) konnten 9 bis 22 verschiedene Operatoren gezählt werden. Im Leistungsfach Informatik (die Pflicht- und Wahlaufgaben zusammengefasst) waren es 11 bis 15.

Aus diesen Angaben lassen sich einige Fragen ableiten, die als Ausgangspunkt für weiterführende Diskussionen dienen können (siehe Heming, Humbert und Röhner, 2007, in diesem Heft, S. 63):

- ▷ Ist ein höherer Grad an Standardisierung der Operatoren sinnvoll? Sollte dazu eine verbindliche Operatorenliste (wie z.B. in Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen) erarbeitet werden?
- ▷ Ist die Anzahl verschiedener Operatoren, die in einer Prüfungsaufgabe verwendet werden, angemessen?
- ▷ Repräsentieren die häufig verwendeten Operatoren wirklich die wesentlichen geistigen Tätigkeiten im Informatikunterricht (Grund- und Leistungsfach)?

Ausblick

Nicht alle Aspekte zum Zentralabitur Informatik in Thüringen konnten in diesem Aufsatz thematisiert werden. So wäre es für manche Leser sicher von Interesse, etwas zu erfahren

- ▷ über den Einfluss der jährlich bereitgestellten Abituraufgaben auf die inhaltliche Gestaltung des Unterrichts,
- ▷ zur Rolle, die Lehrerfortbildung und Orientierungsaufgaben bei der Vorbereitung der Lehrkräfte auf die Abiturprüfung spielen,
- ▷ über die Gründe, warum Schülerinnen und Schüler die schriftliche und mündliche Abiturprüfung im Grundfach Informatik wählen bzw. nicht wählen und
- ▷ über die Prüfungsergebnisse in Relation zu den Vorleistungen in den Kurshalbjahren von Jahrgangsstufe 11.1 bis 12.2.

Wir hoffen jedoch, deutlich gemacht zu haben, dass es sich bei einem Zentralabitur um eine komplexe Angelegenheit handelt, bei der viele Bausteine gut zusammenpassen müssen. Derzeit sind Veränderungen an der Thüringer gymnasialen Oberstufe in der Diskussion, die zweifellos Auswirkungen auf die künftige Abiturprüfungen haben werden.