Global J. of Engng. Educ., Vol.9, No.3
Published in Australia

Die Gegenwärtigen Grenzen von Computer Aided Assessment

Peter Riegler
Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, Institut für Medieninformatik
Am Exer 2, D-38302 Wolfenbüttel, Deutschland

Computer Aided Assessment (CAA) Systeme können einen wichtigen Beitrag leisten, Studierenden durch ein kontinuierliches Angebot bewerteter Übungsaufgaben die elementarsten mathematischen Grundlagen zu vermitteln. Für den Einsatz solcher Systeme ist es wichtig zu wissen, welche Art von Übungsaufgaben implementierbar sind, und welche Einschränkungen in Kauf genommen werden müssen. Beide Fragen werden hier an konkreten Beispielen untersucht.

EINFÜHRUNG

Die Situation in der Mathematikausbildung an Hochschulen wird heute einstimmig als schwierig angesehen. Die Gründe für diese Schwierigkeiten sind vielfältig, neben der mangelnden Vorbildung der Studierenden wird häufig das nicht ausreichende Übungsangebot genannt [1].

Übungsangebote sind nur dann sinnvoll und werden in der Regel auch nur dann angenommen, wenn die übenden Personen ein zeitnahes Feedback erhalten. Zumeist verfügen heute Hochschulen jedoch nicht über die notwendigen Ressourcen, um ausreichende Übungsangebote und Tutorien anzubieten.

In dieser Situation ist der Wunsch nach computergestützten Übungssystemen naheliegend. Seit etwa einem Jahrzehnt beschäftigen sich weltweit verschiedene Gruppen mit der Entwicklung solcher Systeme, die heute zumeist unter dem Begriff *Computer Aided Assessment* (CAA) zusammengefasst werden. Der Anspruch dieser Systeme geht dabei wesentlich über Aufgaben vom *Multiple Choice*-Typus hinaus, der bisher die Grundlage für die automatisierte Bewertung war. Für den Bereich der Mathematik bedeutet dies, dass neben numerischen Antworten auch symbolische Antworten auf mathematische Aufgabenstellungen erfasst und bewertet werden sollen.

Zu einem tragfähigen und effizienten Konzept, um ein ausreichendes Übungsangebot anzubieten, werden CAA-Systeme trotz knapper Personalressourcen nur zum Teil beitragen. Zum einen hängt das Niveau von Übungsaufgaben, die in einem CAA-System implementiert werden können, von dessen Leistungsfähigkeit ab. Ab einem gewissem Niveau oder Schwierigkeitsgrad müssen Studierende ein individuelles Feedback von qualifizierten Personen erhalten. Abbildung 1 stellt dies schematisch dar.

Zum anderen entsteht durch die beim Einsatz von CAA-Systemen notwendige Granularisierung und Standardisierung von Übungsaufgaben die Gefahr, dass die von Studierenden erworbenen Lösungsstrategien verarmen. Die in der Mathematik oft betonte und allgemein für die Lösungsfindung wichtige Kreativität würde noch weiter auf der Strecke bleiben.

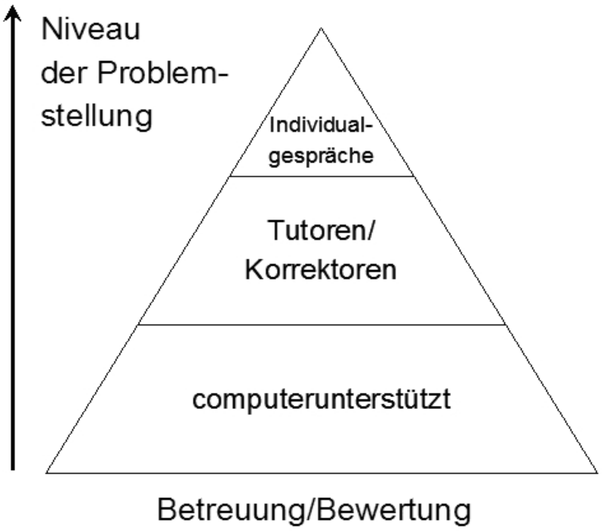

Abbildung 1: Schematische Darstellung des Einsatzbereiches von CAA-Systemen.

Eine gute Übersicht über die Vor- und Nachteile von CAA-Systemen gibt [2].

Die genaue Lage der Grenze zwischen Aufgabenstellungen, die mit Hilfe eines CAA-Systems sinnvoll eingeübt werden können, und solchen, wo ein menschliches Feedback vorteilhafter ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Wesentlich sind vor allem die Leistungsfähigkeit des CAA-Systems, aber auch die Kreativität der Personen, die Aufgaben für ein CAA-System entwerfen.

In diesem Artikel soll diese Grenze für den heutigen Stand der Technik bei CAA-Systemen greifbar gemacht werden. Dies geschieht exemplarisch am Beispiel des Produktes *Maple TA* Einen Überblick über die Funktionalität und Handhabung dieses Systems für den Einsatz in der Hochschulmathematik geben beispielsweise [2][3].

Im zweiten Abschnitt werden zunächst die Anforderungen an CAA-Systeme für deren Einsatz beschrieben. Anschließend werden wesentliche Restriktionen diskutiert. Der vierte Abschnitt zeigt unter Verwendung von *Maple TA* anhand konkreter Beispiele, wo die Grenzen von CAA-Systemen liegen.

ANFORDERUNGEN AN DEN EINSATZ VON CAA-SYSTEMEN

Die Anforderungen an die Infrastruktur, die für den Einsatz eines CAA-Systems benötigt wird, sind eher gering. An den Hochschulen stehen heute in der Regel ausreichend Rechnerarbeitsplätze zur Verfügung. Hinzu kommt die allgemein gute private Ausstattung der Studierenden mit PCs und Internetzugang, so dass die Teilnahme an computerbewerteten Übungen rund um die Uhr möglich ist. Die Anforderungen an den zentralen Server-Rechner sind eher moderat.

Für die studentischen Nutzer sollte die Benutzerführung des CAA-Systems intuitiv sein. Dies betrifft insbesondere die Eingabe der Antworten. Idealerweise sollte hier kein Unterschied zur Notation mit *Papier und Bleistift* bestehen. Insbesondere darf zum Beantworten von Aufgaben nicht die Kenntnis einer für das CAA-System eigenen Syntax vorausgesetzt werden. *Maple TA* versucht diese Anforderungen u.a. dadurch zu erreichen, dass Multiplikationsoperatoren in symbolischen Ausdrücken weggelassen werden können. Leider ist dies nicht konsequent umgesetzt, so dass es besser ist, auf der Verwendung von * als Multiplikationsoperator zu beharren, um Verwirrung zu vermeiden.

Eine nicht zu unterschätzende Anforderung ist jedoch die hohe Stabilität der CAA-Software. Erfahrungsgemäß bearbeiten Studenten Übungsaufgaben erst kurz vor dem Abgabetermin und meistens nachts. Plötzlich auftretende Softwareprobleme können so leicht innerhalb einer kurzen Zeit viele Teilnehmer von der Bearbeitung der Übungsaufgaben abhalten, wenn diese nicht schnell erkannt und behoben werden können.

BESTEHENDE RESTRIKTIONEN

Aufgrund bestehender Systembeschränkungen werden die beschriebenen Anforderungen meist nur teilweise erfüllt. Bei *Maple TA* bestehen merkliche Einschränkungen bei den Eingabemöglichkeiten: Viele mathematische Objekte lassen sich nicht eingeben oder werden in ihrer Bedeutung nicht richtig erkannt. Dazu gehören z.B. Differentialquotienten, aber auch elementarere Objekte wie z.B. die Exponentialfunktion, die im grafischen Eingabemodus nicht in der Form $\exp(\cdot)$ eingegeben werden kann.

Generell ist die Syntax von *Maple TA* nicht weit genug gefasst. Bei *Maple TA* ohne den erweiterten Zugriff auf das Computeralgebrasystem *Maple* umfasst die Syntax im wesentlichen elementare arithmetische Operationen, Potenzen und trigonometrische Funktionen. Abstraktere Objekte, wie z.B. Funktionen, werden nicht als solche erkannt. Eine studentische Eingabe $f(x)$ wird von *Maple TA* als $f \cdot x$ interpretiert.

Im sogenannten *maple graded*-Modus dagegen ist die volle Syntax des Computeralgebrasystems *Maple* verfügbar. Die Eingabe $a(x+y)$ wird dann im funktionalen Sinne interpretiert, also *die Funktion a ausgewertet für das Argument* $x+y$. Soll die Eingabe dagegen als Produkt $a(x+y)$ interpretiert werden, muss explizit ein Multiplikationsoperator gesetzt werden.

Einige der bereitgestellten Funktionalitäten werden sich Nutzer bald in einer dynamischen Form wünschen. Dazu gehört beispielsweise die Möglichkeit auf eine gegebene Antwort ein Feedback zu erhalten. Bisher können Feedbacks nicht dynamisch, d. h. in Abhängigkeit von der gegebenen Aufgabe erzeugt werden. Im folgenden Abschnitt wird anhand eines Beispiels erläutert, welchen Nutzen dies bringen würde.

Auch die dynamische Erzeugung von Eingabemasken wäre eine wichtige Funktionalität. Fragt man beispielsweise nach der Inversen einer vorgegebenen 2x2-Matrix, muss man ein Antwortfeld mit 2x2 Feldern vorgeben. Bei der traditionellen Aufgabenstellung auf Papier würde diese Struktur und die damit verbundene Zusatzinformation nicht vorgegeben sein. Daher wäre eine dynamische Erzeugung der Eingabemaske durch die Studierenden wünschenswert.

Wie bei vielen Softwaresystemen gilt auch bei CAA-Systemen des gegenwärtigen technologischen

Stands, dass sich der Nutzer den Leistungsbeschränkungen des Systems anpassen muss. Bei manchen Aufgaben wird man feststellen müssen, dass sie sich in der gewünschten Form nicht implementieren lassen. Andererseits kann hier die Not durchaus erfinderisch machen. Manchmal wird man sogar feststellen, dass eine Aufgabe, nachdem sie in das Korsett des Systems gepresst wurde, das beabsichtigte Lernziel besser abprüft als die Aufgabenstellung, die man ursprünglich im Sinn hatte.

ANWENDUNGSBEISPIELE

Als konkrete Anwendung sollen hier Differentialgleichungen gewählt werden. Dieses Gebiet steht typischerweise eher am Ende der Mathematikausbildung in technischen Studiengängen. Es wurde hier gewählt, weil für eine Untersuchung der in Abbildung 1 thematisierten Grenze eine fortgeschrittene Thematik besonders hilfreich ist.

Die Bestimmung der allgemeinen Lösung einer Differentialgleichung oder die Lösung eines Anfangswertproblems sind in der Regel zu umfangreich, als dass solche Aufgaben für ein CAA-System geeignet wären. Dazu müsste die Aufgabe in hinreichend viele Zwischenschritte zerlegt werden und die Zwischenergebnisse bei jedem Zwischenschritt abgefragt werden.

Eine solche Granularisierung der Aufgabe wäre nötig, um Studierenden, die erst gegen Ende ihrer Bearbeitung einen Fehler gemacht haben, zumindest einen Teil der erreichbaren Punkte zu geben. Dieses Vorgehen wäre im Rahmen des Aufgabentyps *Multipart Question* durchaus machbar. Eine solche Granularisierung wird jedoch die möglichen Lösungswege in der Regel zu sehr auf einen einzigen einengen. Dadurch würde Mathematik auf das reduziert werden, als was es ohnehin häufig empfunden wird, nämlich das sture Abarbeiten von schematischen Lösungsalgorithmen.

Es ist daher sinnvoller nicht die Aufgaben in Teilaufgaben mit jeweiliger Ergebnisabfrage zu zerlegen, sondern diese Teilaufgaben zu eigenständigen Aufgaben in einem CAA-System zu machen. Die Art dieser Teilaufgaben ergibt sich recht einfach und unmittelbar aus den Lernzielen der Lehrveranstaltung, die ja ebenfalls granularer sind als etwa *Differentialgleichungen lösen können*.

Im folgenden soll anhand einiger exemplarischer Lernziele untersucht werden, inwieweit zu diesen Lernzielen sinnvolle Aufgaben mit Hilfe eines CAA-Systems erstellt werden können. Der Quellcode dieser und weiterer Aufgaben ist unter [4] verfügbar.

KLASSIFIKATION VON DIFFERENZIALGLEICHUNGEN

Es gibt keine allgemein anwendbaren Lösungsverfahren für Differentialgleichungen. Daher muss eine Differentialgleichung immer erst klassifiziert werden, um basierend auf der Klassifikation ein geeignetes Lösungsverfahren auswählen zu können. Dies gilt sowohl für die analytische als auch die numerische Lösung. Differentialgleichungen korrekt klassifizieren zu können ist also ein wichtiges Lernziel.

Mit *Maple TA* lässt sich eine unbegrenzte Vielfalt von Übungsaufgaben implementieren, mit denen dieses Lernziel überprüft werden kann. Beispielsweise erstellt man für jede wichtige Klasse von Differentialgleichungen eine Aufgabe und wählt randomisiert eine oder mehrere dieser Aufgaben aus. Bei der Generierung der Aufgabe kann man weiter variieren, z.B. indem die Ordnung und die Bezeichnungen der gesuchten Funktion und der unabhängigen Variablen randomisiert wird; Abbildung 2 zeigt ein Beispiel. Die Anforderungen an das CAA-System sind einfach: Im Aufgabenteil, müssen die ausgewählten Antworten mit den vorgegebenen verglichen werden, in Teil; der numerische Wert.

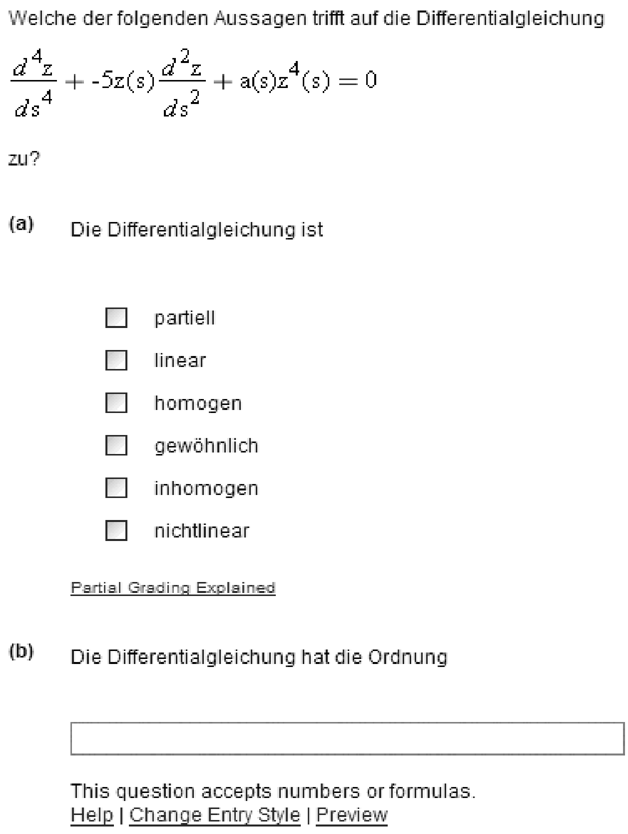

Abbildung 2: Bildschirmaufnahme einer Aufgabe in *Maple TA* zur Klassifikation einer gewöhnlichen, nichtlinearen Differentialgleichung.

Eine wesentliche Voraussetzung für die Implementierbarkeit solcher Klassifikationsaufgaben ist die eindeutige Klassifizierbarkeit der vorliegenden Differentialgleichung. In der Praxis kann dagegen die Klassifikation von den Parametern der Differentialgleichung abhängen. Beispielsweise ist die Differentialgleichung

$$a\,x\,z''(x) + z'(x)\left[z(x)\right]^n + z(x) = \exp(x) \qquad (1)$$

nur für n=0 linear.

Eine entsprechende Aufgabenstellung würde lauten:

Klassifizieren Sie die Differentialgleichung (1) in Abhängigkeit der Parameter $a \in \mathrm{P}$, $n \in \mathrm{N}_0$, *d. h. geben Sie an, welche Art von Differentialgleichung in Abhängigkeit von á und n vorliegt:*
Sie ist

- ☐ *gewöhnlich für* [ ]
- ☐ *linear für* [ ]
- ☐ *nichtlinear für* [ ]

Eine solche Aufgabenstellung ist jedoch nicht möglich, weil kein Aufgabentyp vorgesehen ist, der solche Eingabemasken in Kombination mit Auswahl-Aufgaben unterstützt. Hier müsste man auf eine vollständige Klassifikation in der Aufgabenstellung verzichten und vielmehr den Fokus auf die Linearität beschränken, etwa mit der Frage: *Für welche Werte des Parameters n ist die Differentialgleichung (1) linear?*

Die Klassifikation von Differentialgleichungen ist eine analytische Fähigkeit. Neben der Analyse ist die Synthese eine äußerst wichtige Problemlösungsfähigkeit. Um das Verständnis zu prüfen, ist es durchaus sinnvoll Differentialgleichungen nicht nur analysieren zu lassen, sondern auch nach Vorgaben synthetisieren zu lassen. Abbildung 3 gibt ein Beispiel. Hier zeigt sich die volle Stärke des dahinterstehenden Computeralgebrasystems, das die gegebene Antwort analysieren und entscheiden muss, ob eine Differentialgleichung vom geforderten Typ eingegeben wurde.

An diesem Beispiel werden allerdings auch die (heutigen) Einschränkungen deutlich: Zum einen muss hier der Eingabetyp *Maple syntax* gewählt werden, und somit müssen Multiplikationsoperatoren in der Eingabe explizit geschrieben werden. Andernfalls würde ein Ausdruck $y(x)$ in der Eingabe als $y \cdot (x) = x \cdot y$ interpretiert werden. Zum anderen können praktisch nur gewöhnliche Differentialgleichungen 1. Ordnung synthetisiert werden, weil Eingaben der Art $y''(x)$ oder d^2y/dx^2 nicht möglich sind oder falsch interpretiert werden. Eine Eingabe in *Maple*-Syntax

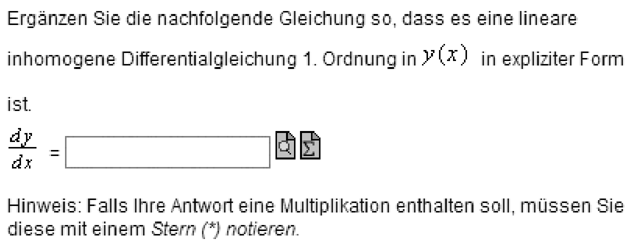

Abbildung 3: Bildschirmaufnahme einer Aufgabe, bei der ein Beispiel für eine Differentialgleichung vorgegebenen Typs gegeben werden muss.

(diff(y(x),x$2)) würde diese Probleme nicht hervorrufen, aber die oben gestellten Anforderungen an die Syntax verletzen.

LÖSUNGSSTRUKTUR

Nach erfolgreicher Klassifikation einer Differentialgleichung verbleiben als mögliche Lösungswege in der Regel nur einige wenige. Bei linearen Differentialgleichungen geht man gewöhnlich so vor, zunächst ein Fundamentalsystem für die homogene Differentialgleichung zu bestimmen. Wegen ihrer Bedeutung in den Anwendungen ist die Kenntnis der Lösungsstruktur linearer Differentialgleichungen ein wichtiges Lernziel. Dies kann mit Aufgaben vom folgenden Typ eingeübt und geprüft werden:

Bestimmen Sie das Fundamentalsystem (d. h. ein System von linear unabhängigen Lösungen des homogenen Anteils) der Differentialgleichung

*Geben Sie Ihre Lösung in geschweiften Klammern durch Komma getrennt, also in der Form {funktion1(x), funktion2(x), funktion3(x)} ein und verwenden Sie für den Multiplikations-operator das Symbol *.*

In dieser Aufgabenstellung werden zur Randomisierung der Koeffizient a (als natürliche Zahl) und die Inhomogenität $g(x)$ (aus einer Liste vorgegebener Funktionentypen) zufällig gewählt. Die Antwort kann unterschiedlich formuliert werden, z.B. als $\{\cos(ax),\sin(ax)\}$ oder $\{\exp(-iax),\exp(iax)\}$. Der zur Bewertung verwendete Algorithmus überprüft zunächst, ob die gegebene Antwort genau zwei Lösungen umfasst. Ist dies der Fall, wird jede Lösung durch Einsetzen in die Differentialgleichung auf Richtigkeit geprüft und anschließend getestet, ob die beiden Lösungen linear unabhängig sind. Verlaufen alle drei Tests positiv, wird die Antwort als richtig bewertet, andernfalls als falsch.

Derzeit bietet *Maple TA* leider nur die Möglichkeit (Teil-) Aufgaben entweder als komplett richtig oder komplett falsch zu bewerten. Ist die studentische Antwort nur teilweise richtig, z.B. $\{\cos(ax), x^2\}$, wird die Aufgabe als komplett falsch bewertet werden. Prinzipiell wäre es natürlich denkbar und wünschenswert, einen Teil der maximal erreichbaren Punktzahl aufgrund der Tatsache zu vergeben, dass in diesem Beispiel die erste der beiden Lösungen richtig ist und auch vom Bewertungsalgorithmus als solches erkannt wird. Zusätzlich wäre es denkbar und wünschenswert, wenn im Rahmen eines konditionalen Feedbacks darauf hingewiesen wird, dass die Antwort nicht vollkommen richtig beantwortet wurde, weil der zweite Teil dieser Lösung die Differentialgleichung nicht erfüllt.

ÜBERPRÜFEN DER LÖSUNG

Aus den oben genannten Gründen wird man gewöhnlich bei CAA-Aufgaben nicht explizit nach der Lösung einer Differentialgleichung fragen. Dagegen ist es sehr einfach nach der Korrektheit einer vorgegebenen Lösung zu fragen. Damit kann die wichtige Fähigkeit überprüft werden, eine vorgegebene oder selbst gewonnene Lösung auf Richtigkeit zu überprüfen. Ein gewonnenes Ergebnis kritisch zu überprüfen ist ein wichtiger Baustein bei der Problemlösung, nicht nur innerhalb der Mathematik.
Sehr einfach lässt sich dieses Lernziel mit Aufgaben vom Typ *Multiple Selection* überprüfen. Im Gegensatz zu *Multiple Choice*-Aufgaben mit definitionsgemäß nur einer richtigen Antwort kann und sollte man bei *Multiple Selection*-Aufgaben Antwortmöglichkeiten vorgeben, von denen mehr als eine richtig sind. Lösungen von Differentialgleichungen können ja oft in mehr als einer Form geschrieben werden. Durch den Einsatz von *Multiple Selection*-Aufgaben kann so verhindert werden, dass die vorgegebenen Antwortmöglichkeiten nur so lange untersucht werden, bis eine richtige Antwort gefunden wurde. Dies wird an folgender Fragestellung deutlich:

Welche der angegebenen Funktionen ist eine allgemeine Lösung der Differentialgleichung

$$\frac{d^2y}{dx^2} + y(x) = \cos(2x)\,?$$

- ☐ $y(x) = \sin(x) + \cos(x) - 1/3\cos(2x)$
- ☐ $y(x) = c\cos(x) - 1/3\cos(2x),\ c \in P$
- ☐ $y(x) = c_1\cos(x) - c_2\sin(x) - 1/3\cos(2x),\ c_1, c_2 \in P$
- ☐ $y(x) = c_1 e^{ix} - c_2 e^{-ix} - 1/3\cos(2x), c_1, c_2 \in P$

Auch hier kann natürlich zusätzlich die Aufgabenstellung randomisiert werden, z.B. durch Einführen und Variieren von Parametern.

Beim Formulieren der Aufgabe als Auswahl-Aufgabe bleibt allerdings ein weiteres wichtiges Lernziel auf der Strecke: Das stichhaltige Begründen der getroffenen Aussage. Eine solche Begründung wird oft in verbaler Form nötig sein. Bei der zweiten Antwortmöglichkeit in der obigen Aufgabenstellung könnte die Begründung beispielsweise lauten: *Die angegebene Lösung enthält keine zwei linear unabhängigen Lösungen der Differentialgleichung.*

Die Bewertung solcher verbaler Antworten ist nur schwierig automatisierbar. Die von *Maple TA* zur Verfügung gestellte Schlüsselwortsuche beim Aufgabentyp *Matching* wird hier nur bedingt weiterhelfen. Einfacher ist es, freie Antworten zuzulassen. Dies erfordert zwar die Korrektur *von Hand*, dürfte jedoch bei zumindest spärlichem Einsatz zu vertretbarem Aufwand führen. Zudem wird dadurch den Studierenden vermittelt, dass hinter dem CAA-System als Korrektor nicht nur Software, sondern auch ein echter Dozent steht. Abbildung 4 zeigt ein Beispiel für eine solche Aufgabe.

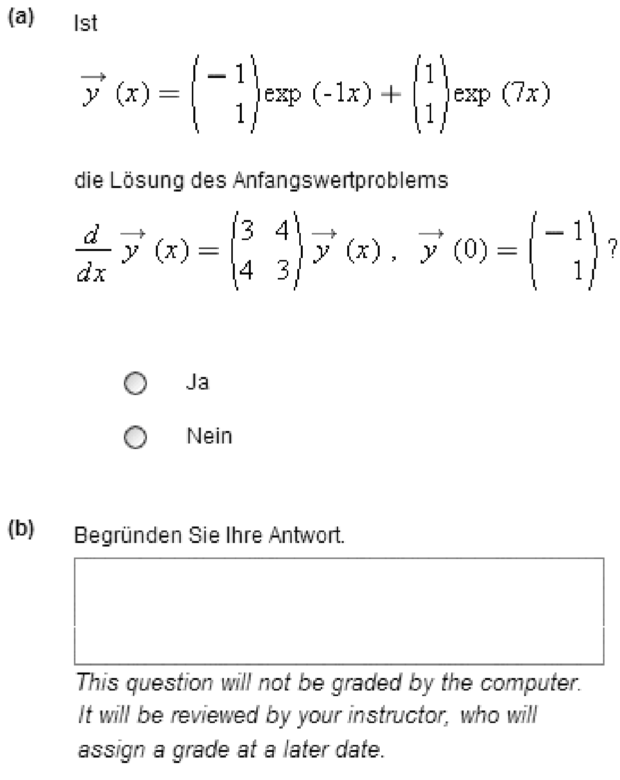

Abbildung 4: Bildschirmaufnahme einer Aufgabe zur Überprüfung der Richtigkeit einer gefundenen Lösung. Der zweite Teil der Aufgabe erfolgt nicht automatisch, sondern erfordert eine nachträgliche Bewertung durch den Dozenten.

NUMERISCHES LÖSEN VON DIFFERENZIALGLEICHUNGEN

Nur wenige Differentialgleichungen lassen sich analytisch lösen. Die numerische Lösung von Differentialgleichungen ist eine wichtige Anwendung der numerischen Mathematik, die mit einem CAA-System ebenfalls nur in Lernziele zerlegt geprüft werden kann.

Um Differentialgleichungen numerisch lösen zu können, ist ein zumindest grobes Verständnis des angewandten Lösungsverfahrens notwendig. Wie bei analytisch lösbaren Differentialgleichungen ist auch hier zunächst eine Klassifikation notwendig, um geeignete numerische Verfahren auswählen zu können. Die meisten numerischen Verfahren basieren auf der Grundidee der iterativen Berechnung der Lösung ausgehend vom Startwert. Daher ist es sinnvoll, numerische Integration anhand kleiner Problem-stellungen *per Hand* numerisch integrieren zu lassen. Im Falle Differentialgleichungen erster Ordnung kann man die Lösung sehr schnell anhand des Richtungs-feldes konstruieren (Abbildung 5).

Auch hier kann die Aufgabenstellung wieder leicht automatisch randomisiert werden, z.B. durch Variation von Start- und Endwert oder Parametern in der zugrundeliegenden Differentialgleichung.

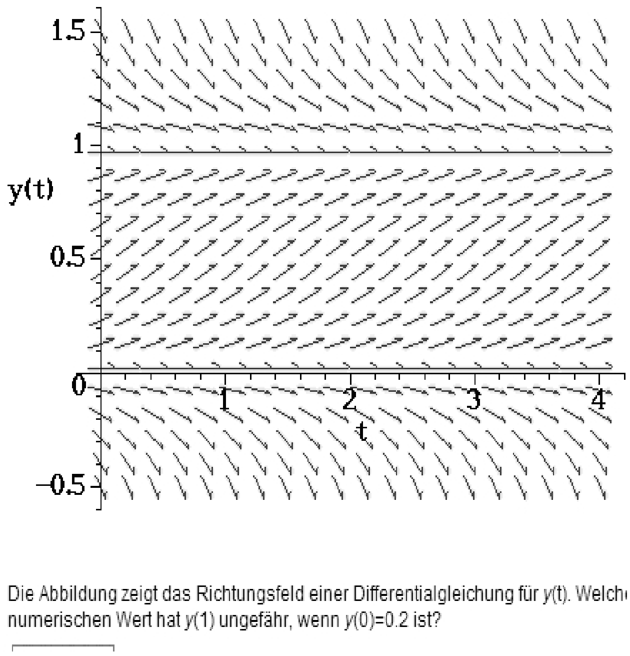

Abbildung 5: Bildschirmaufnahme einer Aufgabe in *Maple TA* zur numerischen Integration einer Differentialgleichung.

FAZIT

In diesem Artikel wurde anhand konkreter Aufgaben die Grenze des Machbaren von CAA-Systemen am Beispiel *Maple TA* untersucht. Trotz wesentlicher Einschränkungen, vor allem bei der Studierenden zur Verfügung stehenden Syntax, können bei einer Orientierung an den Lernzielen durchaus anspruchsvolle Aufgaben implementiert werden. Die aufgezeigten Einschränkungen sind nicht prinzipieller Natur und werden hoffentlich in zukünftigen Produktversionen beseitigt sein.

REFRENZEN

1. Grünwald, N., Kossow, A., Sauerbier, G. und Klymchuk, S., Der Übergang von der Schul- zur Hochschulmathematik: Erfahrungen aus Internationaler und Deutscher Sicht. *Global J. of Engng. Educ*., 8, **3**, 283-293 (2004).
2. Heck, A., Assessment with *Maple TA*: Creation of Test Items (2005), www.maplesoft.com/mapleta
3. Schramm, T., CATS: Ein Computer Algebra Training System: Mathematisches Assessment mit *MapleTA*. *Global J. of Engng. Educ*., 8, **3**, 327-330 (2004).
4. Die hier vorgestellten und weitere Aufgaben sind unter www.maplesoft.com/applications unter dem Namen des Autors im Quellcode verfügbar (in der Suchmaske als Keyword: *Differential Equations* eingeben und als Application type: *Maple TA Question Bank* auswählen).

BIOGRAPHIE

Peter Riegler studierte Physik an der Universität Würzburg und der University of New Mexico. Nach der Promotion über schnelle neuronale Lern-verfahren arbeitete er mehrere Jahre in industriellen Forschungslaboren in den Bereichen Telekommunikation und Sensordiagnose. Heute ist er Professor am Fachbereich Informatik der Fachhochschule Braunschweig/Wolfenbüttel, wo er unter anderem Mathematik lehrt. Zu seinen derzeitigen Arbeitsgebieten zählt der Einsatz von Rechnern zur automatisierten Bewertung von Übungsaufgaben.