

STUDIUM

Logikkurse mit Computerunterstützung

Ein Bericht von Georg Brun

Computer und Internet eröffnen der universitären Lehre neue Möglichkeiten. Kommunikation per E-Mail und elektronisches Verbreiten von Unterlagen sind bereits allgemein in Gebrauch, verändern die Lehre aber nicht grundlegend. Doch in neuen Unterrichtskonzepten spielt der Computereinsatz eine wesentliche Rolle - bis hin zu elektronischen Lernumgebungen, die traditionelle Unterrichtsformen durch neue Formen des Selbststudiums ergänzen oder ersetzen sollen. Innerhalb der Philosophie scheint die Logik am ehesten für solche Unterrichtsformen geeignet. Dem steht die Befürchtung gegenüber, dass diese die Trivialisierung der Inhalte fördern. Logikkurse in der Philosophie sollten aber nicht den falschen Eindruck erwecken, dass die elementare Logik keine philosophischen Fragen aufwirft.

Anhand von zwei (im positiven Sinne) exemplarischen Logikkursen mit Computerunterstützung werde ich das Potenzial aktueller Softwareangebote diskutieren und einige grundsätzliche didaktische Überlegungen anstellen.

Anforderungen an die Logikausbildung im Philosophiestudium

Inhaltlich kann man grob zwischen einem „Kernbereich“ unverzichtbarer Grundkenntnisse und weitergehenden Themen unterscheiden. Als ABC kann gelten:

- (A) Verständnis der zentralen Fragestellungen und Begriffe der Logik sowie der Rolle, die die Logik für die Philosophie und andere Wissenschaften spielt.
- (B) Kenntnis des Formalismus der klassischen Aussagen- und Prädikatenlogik (inkl. Identität und Kennzeichnungen). Dazu gehört eine formale Sprache mit

modelltheoretischer Semantik und einem syntaktischen Beweisverfahren (als Standard kann eine Version des natürlichen Schließens gelten).

- (C) Die Fähigkeit, die Methode der logischen Formalisierung in der Rekonstruktion und Kritik von umgangssprachlichen Argumenten anzuwenden.

Je nach Arbeitsgebiet kann es hilfreich oder unverzichtbar sein, sich in weiteren Themen auszukennen, etwa Metalogik, Geschichte der Logik, Erweiterungen und Alternativen zur klassischen Logik (z.B. Modallogik oder intuitionistische Logik) und philosophische Fragen, die sich an die Begriffe und Methoden der Logik anschließen.

Didaktisch ist zu erwarten, dass erfahrungsgemäß schwierige Themen besonders sorgfältig behandelt werden, z.B. Konditionale, Semantik der Prädikatenlogik, prädikatenlogische Beweise und die Unterscheidung zwischen behauptetem und bloß als mitgemeintem erschlossenem oder unterstelltem Inhalt.

Formen der Computerunterstützung

Für die Wissensvermittlung steht eine bekanntermaßen unüberschaubare Fülle von Lehrbüchern zur Verfügung. Solide Kenntnisse können allerdings nur erworben werden, wenn man zugleich lernt, die Methoden der Logik selbst zu verwenden. Dies spielt nicht nur für die unter (C) genannten Lernziele eine entscheidende Rolle, sondern auch für (A) und (B). Logikkurse können sich deshalb nicht auf die reine Wissensvermittlung beschränken, sondern müssen praktische Übungen integrieren, in denen Schlüsse formalisiert, formale Techniken eingeübt und Beweise geführt werden. Übungen erfüllen ihren Zweck aber nur, wenn die Studierenden ein angemessenes Feedback erhalten. Für die Lehrenden resultiert ein beträchtli-

STUDIUM

cher Aufwand: Übungen und Klausuren müssen entworfen, korrigiert und mit den Studierenden besprochen werden. In dieser Hinsicht sind Lehrbücher nur von beschränktem Nutzen. Auch wenn Übungen aus Büchern übernommen werden, bleibt die Betreuung aufwändig und anspruchsvoll, da Lösungen korrigiert und Schwierigkeiten besprochen werden müssen. Letztlich ist dies auch der Grund, weshalb es sinnvoll ist, überhaupt Lehrveranstaltungen in Logik anzubieten, obschon ausgezeichnete Lehrbücher für das Selbststudium verfügbar sind. Diese konfrontieren die Lernenden nämlich mit zwei Problemen: Erstens lassen viele Übungsaufgaben mehrere korrekte Lösungen zu, und Anfänger sind oft überfordert, wenn sie entscheiden sollen, ob eine Lösung korrekt ist, wenn sie nicht mit derjenigen im Buch exakt übereinstimmt. Zweitens brauchen Anfängerinnen nicht nur Lehrtexte, Übungsaufgaben und Musterlösungen, sondern auch Erläuterungen zu ihren Schwierigkeiten und die Möglichkeit, Fragen zu stellen. In dieser Hinsicht bieten die meisten Lehrbücher nichts, oder nur sehr wenig und können nicht in derselben Weise auf Fragen eingehen wie eine Lehrperson.

Welche Hilfestellungen und qualitativen Verbesserungen können in dieser Situation computerunterstützte Lehr- und Lernmethoden bieten? Computerunterstützung erscheint in der Logik vielversprechend zu sein, weil es ja gerade zum Wesen formaler Methoden gehört, dass ihre Anwendung maschinell auf Korrektheit geprüft werden kann. Mit wohlbekanntem Einschränkungen können Programme auch zur Lösung logischer Probleme verwendet werden. Software zum Erstellen oder Prüfen von Wahrheitstafeln und Beweisen ist denn auch in großer Zahl und Vielfalt verfügbar. Solche Programme können das Entwerfen und Korrigieren von Übungen erheblich erleichtern – beim Lösen derselben sind sie natürlich auch den Studierenden eine Hilfe (vgl. Hinweise am Ende des Artikels). Diese „Helferchen“ sind für die Lehrenden eine Arbeitserleichterung und bieten den Lernenden unmittelbare Rückmeldungen,

stellen allein aber noch keine Verbesserung des Lehrangebots dar. Eine weitere Möglichkeit ist der Einsatz einer E-Learning-Plattform, die dazu verwendet werden kann, Dokumente elektronisch zu verteilen, Probleme online zu diskutieren usw. Auf diese Möglichkeiten werde ich nicht näher eingehen, da sie nicht spezifisch für die Lehre der Logik sind. Seit den 60er Jahren wird aber auch an Logikkursen gearbeitet, bei denen der Einsatz didaktisch orientierter Software zum Konzept gehört (einer der Pioniere war Patrick Suppes). Mittlerweile sind solche Kurse auch in deutscher Sprache verfügbar. Das erste Beispiel, das ich vorstellen werde, ist der an der Universität Bern entwickelte Lehrgang von Timm Lampert, das zweite ist der eben in deutscher Übersetzung erschienene Klassiker der computerunterstützten Logikeinführungen von Jon Barwise und John Etchemendy. Beide Kurse liegen in Buchform vor. Die Programme von Barwise und Etchemendy können (resp. müssen) separat erworben werden und laufen unter Windows und auf Mac-Computern. Die Übungsprogramme zu Lamperts Kurs sind als Internet-Anwendungen frei zugänglich.

Beispiel 1: Internetbasiertes Übungssystem

Lamperts Kurs *Klassische Logik* ist klassisch aufgebaut: die verschiedenen Themen werden zuerst jeweils im Lehrtext erläutert und mit kommentierten Beispielen illustriert; anschließend wird das Gelernte in Übungsaufgaben angewendet und geprüft. Das Konzept des Kurses sieht vor, dass die Studierenden die Übungen selbstständig bearbeiten und diese bei Bedarf in einer Lehrveranstaltung besprochen werden. Der Kurs ist Teil des Projekts *Swiss Virtual Campus* (<http://www.virtualcampus.ch/>), in dem internetbasierte Lehrveranstaltungen entwickelt werden, die in das Curriculum verschiedener Schweizer Universitäten integriert sind. Der in Buchform und als Internet-Dokument verfügbare Text setzt einen Schwerpunkt beim Rekonstruieren und Formalisieren von Argumenten. Zusätzlich zum Grundwissen

STUDIUM

(A)–(C) werden die Syllogistik und Fragen der Metalogik behandelt (Korrektheit und Vollständigkeit der Aussagenlogik, Unentscheidbarkeit der Prädikatenlogik). Lampert vertritt in einigen Punkten ein vom „Mainstream“ abweichendes, von Wittgensteins Traktat beeinflusstes Logikverständnis. Dies betrifft besonders die Metalogik, die in den Übungen nicht berücksichtigt wird. Diese Position verdient sicher eine inhaltliche Diskussion, ist für die Beurteilung des didaktischen Potenzials des Internet-Übungssystems aber nicht relevant.

Der Lehrtext zeichnet sich durch knappe, auf das Wesentliche beschränkte, aber doch begrifflich differenzierte Erläuterungen aus. Das macht den Text zwar stellenweise zur anspruchsvollen Lektüre, bietet aber auch eine Grundlage für philosophische Diskussionen über Grundfragen der Logik. Außergewöhnlich ausführlich und sorgfältig behandelt ist die Rekonstruktion und Formalisierung von Argumenten (C), oft anhand von Beispielen aus der Wissenschaftsgeschichte. Dadurch werden die Leistungen und Probleme der Methode der Formalisierung sehr deutlich. Die wohlbekannten Lernschwierigkeiten mit Konditionalen und unterstellten Inhalten werden hingegen kurz und exemplarisch angesprochen; hier wäre etwas mehr Ausführlichkeit und, zum Beispiel, ein Abschnitt über Implikaturen hilfreich.

Die vielfältig gestalteten Übungen lassen sich grob in drei Klassen unterteilen. Ein erster Typ umfasst Wissens- und Verständnisfragen im Multiplechoiceformat. Diese dienen der Überprüfung, nicht der Vertiefung, der gelernten Inhalte. Übungen zum Formalisieren bilden die zweite Klasse. Sie führen die Studierenden durch die verschiedenen Schritte der logischen Analyse: Ermitteln der logischen Struktur eines Arguments, Darstellen dieser Struktur durch Formeln und Bewerten der Gültigkeit durch formale Methoden (Wahrheitstafeln, natürliches Schließen oder abgeleitete Schlussregeln). Die maschinelle Korrektur bedingt hier einige Beschränkungen. Die Übungen

sind auf das Formalisieren textanalytisch aufbereiteter Argumente begrenzt und geben jeweils auch vor, welche deskriptive Konstanten für welche umgangssprachlichen Ausdrücke verwendet werden müssen. Damit bewegt sich das Niveau der Aufgaben im Rahmen dessen, was sich in vielen anderen Lehrbüchern findet und erreicht nicht den hohen Standard, den Lamperts Text setzt. Das ist insofern kein Manko, als man von einer Logikeinführung zwar erwarten kann, dass sie textinterpretatorische Probleme anspricht und gegenüber Formalisierungsfragen abgrenzt, aber nicht, dass diese vertieft behandelt werden. Eine dritte Klasse von Aufgaben behandelt formale Methoden im engeren Sinne. Diese Übungen decken das ganze Spektrum der Grundkenntnisse ab, vom syntaktischen Aufbau von Formeln über deren Interpretation bis zum Führen von Beweisen. Der Kurs verwendet Lemmons Kalkül, was das Führen von Beweisen eher umständlich macht, aber den Vorteil hat, dass ein weitverbreiteter Standard gelehrt wird. Vorteilhaft für die Studierenden ist, dass gerade in den schwierigen Bereichen – formale Semantik der Prädikatenlogik und prädikatenlogische Beweise – ausführliche Übungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen.

Ergänzend zu den Übungsaufgaben bietet der Kurs den Studierenden verschiedene Programme an, die zum Experimentieren oder zum Lösen selbstgestellter Aufgaben verwendet werden können. Dazu gehören Syntaxprüfung, Erstellen von Wahrheitstafeln sowie das Erstellen und Prüfen prädikatenlogischer Interpretationen. Für Beweise wird auf Christian Gottschalls *Logikübergang* und den *Logic Daemon* von Colin Allen und Michael Hand verwiesen. Besonders nützlich ist dieses Angebot bei der Interpretation der Prädikatenlogik. Erfahrungsgemäß ist es für die Studierenden in diesem Bereich besonders schwierig, ein sicheres Verständnis zu entwickeln. Hier bieten Computerprogramme eine gute Lernhilfe, indem sie es ermöglichen, für beliebige Formeln erfüllende Interpretationen zu generieren oder Interpretatio-

STUDIUM

nen auf Erfüllung oder Widerlegung zu prüfen.

Insgesamt deckt das Übungssystem alle wesentlichen Inhalte des Kurses ab und erlaubt es den Studierenden, ihr Wissen zu überprüfen und dessen Anwendung einzuüben. In didaktischer Hinsicht bietet das System den Lernenden einige Vorteile. Erstens können sie so viel üben, wie nötig ist, um sich sicher zu fühlen (oder eine bestimmte Erfolgsquote zu erfüllen). Damit wird ein didaktischer Mangel vieler Logikkurse vermieden: sie bieten zu wenig Übungsmaterial. Zweitens erhalten die Studierenden für jede Übung unmittelbar eine Rückmeldung. Die Antworten des Systems sind allerdings allzu knapp und einfach. Das Programm zeigt nur „richtig“ oder „falsch“ und bei Fehlern die richtige Lösung an, gibt aber keinerlei Erläuterungen. Drittens, können die nicht an vorgegebene Übungen gebundenen Programme verwendet werden, um das Verständnis formaler Methoden durch „Experimentieren“ zu vertiefen. Es wäre didaktisch sinnvoll, solche Eigenaktivitäten aktiv zu fördern. Auf Seiten der Lehrenden ist Zeiterparnis durch Entlastung von mechanischen Korrekturarbeiten ein didaktisch relevanter Gewinn, wenn sie für die Verbesserung des Lehrangebots genutzt wird, etwa um andere Aufgaben intensiver zu betreuen. Diese Vorteile sind natürlich nicht an Lamperts Kurs gebunden. Das Übungssystem lässt sich grundsätzlich auch für andere Logikkurse nutzen und es gibt im Internet vergleichbare Programme für die meisten formalen Methoden. Allerdings ist ein wesentlicher didaktischer Vorzug von Lamperts Kurs darin zu sehen, dass die Übungsprogramme inhaltlich, terminologisch und in Bezug auf die Notation mit dem Lehrtext abgestimmt sind. Will man einen bestehenden Logikkurs mit frei verfügbaren Programmen ergänzen, so ist dies meist nicht möglich, ohne die Lernenden mit verwirrenden Sprach- und Notationsproblemen oder dem Erlernen verschiedener Varianten formaler Methoden zu belasten.

Auf der anderen Seite zeigen sich auch didaktisch relevante Beschränkungen computerunterstützter Logikübungen, die allerdings keineswegs spezifisch für Lamperts Kurs sind. Sie hängen alle damit zusammen, dass die Übungsprogramme keine umgangssprachlichen Antworten verarbeiten können. Dies schließt wichtige Formen von Übungen aus. Einerseits müssen Studierende auch lernen, die gelernten Inhalte in eigenen Worten zu formulieren, zu erläutern und mit Beispielen zu illustrieren. Andererseits ist es alles andere als einfach, „echte“ Argumente logisch zu analysieren, wenn dies nur anhand aufbereiteter Beispiele gelernt wurde (was auch in den meisten konventionellen Logikkursen der Fall ist). Erfolgreiche Absolventen eines Logikkurses sind bei der Anwendung ihrer Kenntnisse in der Philosophie oft mit einfachen Formalisierungsproblemen überfordert. Das Arbeiten mit Texten erfordert also nach wie vor konventionelle Arbeitsmethoden.

Beispiel 2: Veranschaulichung der prädikatenlogischen Semantik

Sprache, Beweis und Logik von Barwise und Etchemendy umfasst in der deutschen Version zwei Bände (übersetzt ist nur das Buch, nicht die Programme). Der erste behandelt die elementare Aussagen- und Prädikatenlogik, der zweite weiterführende Themen, wie generalisierte Quantoren, Mengenlehre, mathematische Induktion, Metalogik (Korrektheit und Vollständigkeit, ohne Entscheidbarkeit) und einige besonders für die Informatik wichtige Themen (z.B. Hornklauseln, Resolution, Skolemisierung). Ich konzentriere mich auf den ersten Band, der die unter (A)–(C) genannten Grundkenntnisse behandelt und den größten Teil der Übungen enthält, die sich auf die begleitenden Programme beziehen. Etwa die Hälfte der Aufgaben im ersten Band sind am Computer zu lösen; die restlichen und fast alle Aufgaben im zweiten Band erfordern den Einsatz von Stift und Papier (für einige davon gibt es Lösungen im Internet).

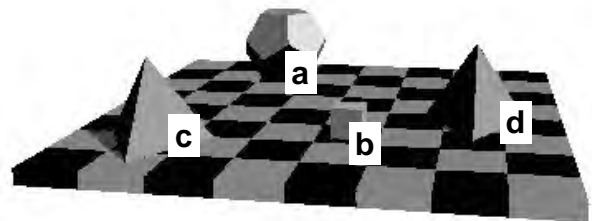
STUDIUM

Aus didaktischer Sicht überzeugt der Lehrtext von *Sprache, Beweis und Logik* vor allem durch verständliche und ausführliche Erklärungen zentraler Begriffe und Sachverhalte. Die Autoren legen dabei mehr Gewicht auf die intuitiven Grundlagen der technischen Begriffe und Methoden als auf die philosophische Reflexion. Die bekannten Lernschwierigkeiten im Zusammenhang mit Konditionalen und Konversationsimplikaturen werden angemessen behandelt. Bei den prädikatenlogischen Beweisen wird der Versuch unternommen, tatsächlich zu vermitteln, inwiefern das natürliche Schließen seinen Namen verdient, d.h. als Formalisierung intuitiv verwendeter Beweismethoden nicht nur motiviert, sondern auch angewendet werden kann. Ebenfalls ausführlich diskutiert wird der Unterschied zwischen formaler und materialer Gültigkeit und die Möglichkeit, materiale Gültigkeit durch Bedeutungspostulate zu modellieren. Die besondere Stärke von *Sprache, Beweis und Logik* liegt aber eindeutig in der Behandlung der prädikatenlogischen Semantik, die wesentlich auf einem der begleitenden Programme aufbaut.

Zu *Sprache, Beweis und Logik* gehören vier Programme, die durch vorzügliche Gestaltung und Benutzerführung überzeugen – was von vielen im Internet frei verfügbaren Produkten nicht gesagt werden kann, für die Motivation der Lernenden aber eine wichtige Rolle spielt. Zwei vom Funktionsumfang her relativ konventionelle Programme (*Boole* und *Fitch*) dienen dazu, Wahrheitstabellen und syntaktische Beweise zu erstellen und auf ihre Korrektheit zu prüfen. Das dritte (*Submit*) sendet gelöste Übungsaufgaben zur Überprüfung an einen Server, der eine Bewertung per E-Mail an den Absender und gegebenenfalls die Kursleitung schickt. Kursleiterinnen können eine Zusammenfassung der eingereichten Lösungen im Internet einsehen und sich so ein Bild über den Stand der Lernenden machen. Bei Fehlern geben die E-Mails einen Hinweis auf das Problem. Auch die anderen drei Programme unterstützen die Lernenden beim Analysieren oder Überprüfen ihrer Lösungen. Dies ermöglicht es

außerdem, mit den Programmen zu experimentieren und Probleme zu bearbeiten, die nicht als Aufgaben im Buch gestellt sind und deshalb vom Korrektursystem nicht behandelt werden.

Das Herzstück von *Sprache, Beweis und Logik* ist *Tarski's World*, ein Programm für die Semantik der Prädikatenlogik. Der Kern des Programms ist eine grafische Darstellung geometrischer Körper auf einem Schachbrett. Die so veranschaulichten Situationen werden als prädikatenlogische Modelle verwendet und können mit Formeln verglichen werden, in denen vorgegebene Prädikate und Relationen sich auf Form, Größe und Position der Körper beziehen. Das Programm kann zum Beispiel prüfen, ob eine Formel, die ausdrückt, dass sich hinter jeder Pyramide ein kleineres Objekt befindet, in folgender Situation wahr ist:



(*Tarski's World* unterstützt auch Übungen mit anderen alltagssprachlichen und mathematischen Prädikaten, bietet dazu aber keine visualisierten Modelle.) Damit lassen sich viele Typen von Übungen realisieren: Formeln relativ zu gegebenen Modellen auswerten, Modelle mit Formeln beschreiben, umgangssprachliche Beschreibungen von Modellen formalisieren oder Modelle konstruieren, die gegebene Formeln wahr werden lassen, oder Gegenbeispiele zu ungültigen Schlüssen sind. Zusätzlich ist in *Tarski's World* auch ein semantisches Auswertungsspiel implementiert. Der Benutzer kann versuchen, die Wahrheit oder Falschheit einer Formel gegen das Programm zu verteidigen und wird dabei schrittweise durch eine semantische Dekomposition der „strittigen“ Formel geführt.

STUDIUM

Tarski's World ist ein entscheidendes Element im didaktischen Konzept von Barwise und Etchemendy (vgl. Barwise/Etchemendy 1998). Sie gehen davon aus, dass viele Lernschwierigkeiten in der Logik durch ein ungenügendes Verständnis der Semantik logischer Formeln verursacht werden, weil weder das Beweisen noch das Formalisieren umgangssprachlicher Aussagen ohne solides Verständnis der prädikatenlogischen Semantik erfolgreich gelernt werden kann. Logikkurse müssen deshalb darauf abzielen, dass Studierende nicht nur lernen, mit einem Formalismus umzugehen, sondern auch logische Formeln (in einer interpretierten Sprache) zu verstehen, das heißt, deren Wahrheitsbedingungen zu erfassen und mit Modellen vergleichen zu können. Hier setzen die Übungen mit *Tarski's World* an. Sie zielen darauf ab, dass die Lernenden sich in verschiedener Weise mit den semantischen Beziehungen zwischen Aussagen, bzw. Formeln und Modellen beschäftigen. Dabei werden sie durch die Veranschaulichung von Modellen, die Auswertungsmöglichkeit und das semantische Spiel unterstützt. Der zentrale Punkt ist: für alle Formeln und Modelle, die sich mit dem Programm darstellen lassen, kann das Programm dem Lernenden auch aufzeigen, ob und weshalb das Modell die Wahrheitsbedingungen der Formel erfüllt. Konsequenterweise setzen Barwise und Etchemendy das Programm nicht nur zum Einüben, Vertiefen und Prüfen zuvor präsentierter Inhalte, sondern auch direkt zur Erklärung ein und motivieren die Lernenden dazu, das Programm selbstständig zu benutzen.

Barwise und Etchemendy gehen davon aus, dass auf dieser Grundlage die für die Philosophie wichtige Methode des Formalisierens vergleichsweise leicht und sicher erlernt werden kann. Dies mag richtig sein, ich bezweifle aber, dass es sich damit erübrigt, logische Textanalyse zu lehren. Was die Erläuterungen und Übungen zur logischen Analyse umgangssprachlicher Aussagen und Argumente angeht, weist *Sprache, Beweis und Logik* dieselben Schwachstellen auf wie viele anderen Lehrbücher. Erstens werden

die Leserinnen nicht an philosophisch relevante, realistische Probleme der Formalisierung und Sprachanalyse herangeführt, weil anspruchsvollere Analysen umgangssprachlicher Argumente kaum vorkommen. Zweitens ist das von Barwise und Etchemendy vertretene Verständnis des Formalisierens problematisch. Wäre das Formalisieren tatsächlich ein „Übersetzen“ umgangssprachlicher Aussagen in Formeln mit dem Adäquatheitskriterium gleicher Wahrheitsbedingungen, so müsste es adäquat sein, jede logische wahre Aussage mit jeder beliebigen tautologischen Formel zu formalisieren und jede umgangssprachliche Äquivalenz könnte in vollkommen trivialer Weise als Instanz von „ p gdw. p “ bewiesen werden.

Insgesamt aber zeigt der Kurs von Barwise und Etchemendy deutlich, dass Computerunterstützung nicht nur (oft bloß vermeintliche) Arbeitserleichterung sondern echten didaktischen Mehrwert bieten kann. Da die entscheidende Entwicklung, *Tarski's World*, unabhängig vom Kurs *Sprache, Beweis und Logik* erworben und eingesetzt werden kann, bieten sich dafür auch vielfältige Einsatzmöglichkeiten im Kontext anderer Logikkurse an.

Einige Schlussfolgerungen

Zusammenfassend kann das Potenzial computerunterstützter Logikübungen wie folgt beurteilt werden: Es gibt viele sinnvolle Möglichkeiten, die hier diskutierten oder vergleichbare Logikprogramme im Unterricht einzusetzen. Wenn nicht ein kompletter Kurs übernommen oder selbst entwickelt wird, so ist zu beachten, dass terminologische und symbolische Differenzen nicht zu lernbehindernden Hürden werden und dass ein didaktisches Konzept erforderlich ist, das die Übungen in den Kurs integriert, weil sonst keine Motivation besteht, die Programme zu benutzen. Computerunterstützte Übungen eignen sich allerdings nicht für alle Inhalte in gleichem Maße. Didaktische Vorteile sind vor allem bei der Semantik der Prädikatenlogik und beim Beweisen zu verzeichnen. Hier kann insbesondere die Mög-

STUDIUM

lichkeit, selbst mit den Programmen zu experimentieren, eine echte Lernhilfe darstellen. Bei den anderen Standardlernproblemen – Konditionale und mitgemeinte Inhalte – bieten computerunterstützte Übungen hingegen kaum Qualitätsverbesserungen. Und sie sind überall dort nicht einsetzbar, wo Übungen mit umgangssprachlichen Antworten erforderlich sind. Wichtig ist weiterhin, dass Übungsprogramme zusätzliche Übungsmöglichkeiten und unmittelbare Rückmeldungen bieten können. Dies kann erheblich zur Motivation der Lernenden beitragen, setzt aber voraus, dass die Rückmeldungen tatsächlich hilfreich sind. Diskussionen werden dadurch aber nicht überflüssig. Dies gilt nicht nur für die Besprechung von Übungsaufgaben und Verständnisschwierigkeiten. Die Studierenden müssen auch im Bereich der Logik lernen, das Gelernte diskursiv einzusetzen.

Literatur und Internetadressen:

Eine aktuelle Liste von Logik-Programmen und computerunterstützten Logikkursen findet man unter: <http://www.cs.otago.ac.nz/staffpriv/hans/logiccourseware.html>.

Allen, Colin; Michael Hand: *Logic Daemon*. <http://logic.tamu.edu/>

Barwise, Jon; John Etchemendy: *Computers, Visualization, and the nature of reasoning*. In: Bynum, Terrell Ward; James H. Moor (Hrsg.): *The digital phoenix. How computers are changing philosophy*. 1998, Blackwell, London. 93–116. <http://www-csli.stanford.edu/hp/CVandNR.pdf>.

Barwise, Jon; John Etchemendy: *Sprache, Beweis und Logik*. Bd. 1: *Aussagen- und Prädikatenlogik* (402 S., kt., € 24,80) Bd. 2: *Anwendungen und Metatheorie* (239 S., kt., € 29,80) CD-ROM: *Software* (€ 14,80). 2005/06, Mentis, Paderborn. <http://www-csli.stanford.edu/LPL/>.

Gottschall, Christian: *Logikübergang*. <http://logik.phl.univie.ac.at/~chris/gateway/>

Lampert, Timm: *Klassische Logik. Einführung mit interaktiven Übungen* (405 S., kt.,

2. Auflage 2005, € 30.--, Ontos, Heusenstamm) <http://www.philoscience.unibe.ch/logik.html>.

UNSER AUTOR:

Georg Brun ist promovierter Philosoph und wissenschaftlicher Mitarbeiter an der ETH Zürich.