

**DAS 4-SCHRITTE-MODELL:
GRUNDLAGE FÜR EIN KOMPETENZORIENTIERTES
E-LEARNING**

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER WISSENSCHAFTEN

der

ETH ZÜRICH

vorgelegt von

LUKAS EMANUEL FÄSSLER

Dipl. phil. nat., Universität Bern

geboren am 07.05.1972

von Appenzell AI

Angenommen auf Antrag von
Prof. Dr. Hans Hinterberger
Prof. Dr. Juraj Hromkovic

Zusammenfassung

Diese Dissertation beschäftigt mit folgenden Herausforderungen des universitären Einführungsunterrichts im Bereich der Informations- und Kommunikationstechnologien: erstens die Vermittlung von aktivem statt trägem Wissen, zweitens die Motivierung der Studierenden von nicht technisch orientierten Fachrichtungen für das Fach Informatik und drittens die Individualisierung des Unterrichts trotz grosser Klassen.

Um diese Zielsetzungen erreichen zu können, soll der Computer Werkzeuge und Instruktionen zur Verfügung stellen, damit sich die Lernenden selbstgesteuert und in einem realistischen Kontext Kompetenzen aneignen können. Kernelement dieser Lernumgebungen bilden eine Reihe authentischer Problemstellungen aus der zukünftigen wissenschaftlichen Tätigkeit der Studierenden. Damit sich die Lernenden individuell und weitgehend unabhängig von ihrem Vorwissen auf das selbständige Lösen solcher Problemaufgaben vorbereiten können, wurde eine E-Learning-Applikation mit dem Namen *E.Tutorial*[®] zur Durchführung problem- und handlungsbasierter Instruktionen entwickelt, bei der sich Anleitung, Werkzeug und Überprüfungsmöglichkeit auf einer Arbeitsfläche befinden. Um diese E-Learning-Applikation in die Strukturen einer Blended Learning-Umgebung einzubetten, wurde ein kompetenzorientiertes didaktisches Modell, das *4-Schritte-Modell*, entwickelt und umgesetzt. Es ermöglicht einen effizienten und effektiven Wissenstransfer für ausgewählte Konzepte in den vier Schritten *SEE*, *TRY*, *DO* und *EXPLAIN*. Die Konzepte werden zunächst computergestützt und problembasiert instruiert (Phasen *SEE* und *TRY* mittels *E.Tutorial*[®]), anschliessend in einer neuen Problemstellung selbständig mit dem Computer angewendet (Phase *DO*) und zum Schluss die eigene Lösung einem Experten erklärt (Phase *EXPLAIN*).

Ein zentraler Schritt für den Aufbau solcher Lernumgebungen betrifft die strukturierte Aufarbeitung der Lerninhalte zu operativ einsetzbaren Lernmodulen. Dazu gehört die Integration der zu vermittelnden Konzepte in eine für die Zielgruppe geeignete Problemstellung sowie die Entwicklung von Lernmaterialien für den Unterricht im 4-Schritte-Modell bestehend aus *E.Tutorials*[®], Begleitunterlagen und Aufgabenstellungen. In dieser Dissertation wird ein Szenario für die Entwicklung von Lernmodulen zum Aufbau kompetenz- und problembasierter Lernumgebungen am Beispiel eines Programmierkurses für Naturwissenschaftlerinnen und Naturwissenschaftler vorgestellt. Die Lernumgebungen zeichnen sich durch hohe Stabilität im Einsatz und Beliebtheit bei den Studierenden aus. Grosse Klassen verlangen jedoch für die Steuerung und Kontrolle der Phasen des 4-Schritte- Modells effiziente Ablaufstrukturen. Eine wichtige

Erkenntnis war, dass auf einen Kontakt zwischen Lehrenden und Lernenden nicht gänzlich verzichtet werden kann (Blended Learning).

Die Resultate der im Rahmen dieser Arbeit durchgeführten Qualitätskontrolle bestätigen die Überzeugung, dass es möglich ist, mit Hilfe von E-Learning-Materialien eine deutliche Qualitätsverbesserung des Unterrichts herbeizuführen. Dies zeigt sich zum einen in der Fähigkeit der Studierenden, ihr angeeignetes Wissen zur Lösung neuer Probleme anzuwenden und zum anderen in einem positiven Motivationsverlauf der Studierenden während eines ganzen Semesters.

Die durch diese Arbeit geschaffenen Grundlagen zur Entwicklung computergestützter, kompetenzorientierter Lernumgebungen bleiben nicht auf den Informatikunterricht beschränkt, sondern können überall dort eingesetzt werden, wo die Aneignung von Kompetenzen direkt am und mit dem Computer von Interesse ist.

Abstract

This dissertation is concerned with the following tasks of introductory university teaching in the area of information technology: first, to convey active rather than inert knowledge; second, to motivate students from non-technical subjects in the area of information technology; and third, to individualize teaching despite large classes.

To meet these challenges the computer must make available tools and instructions which enable learners to acquire competences on their own, and in a realistic context. The core element of the learning environment in this project is a series of authentic problems drawn from the students' future scientific activities. In order that learners may prepare themselves to solve problems autonomously, individually and more or less independently from previous knowledge, an e-learning application called *E.Tutorial*[®], with instructions, tools and verification procedure all found on the same desktop, has been developed for students to work through problem- and activity-based instructions. To embed this e-learning application in the structure of a Blended Learning Environment, a competence-oriented didactic model, the *4-Step Model*, was developed and implemented. It facilitates efficient and effective transfer of knowledge involving selected concepts in the four steps *SEE*, *TRY*, *DO* and *EXPLAIN*. The concepts are first introduced by computer in a problem-based manner (phases *SEE* and *TRY*) by means of the *E.Tutorial*[®]. They are then applied independently to a new problem using the computer (the *DO* phase). Finally, the independent solution is explained to an expert (the *EXPLAIN* phase).

A central step in setting up this type of learning environment involves structuring the learning content into operatively deployable learning modules. To this process belong the integration of the to-be-conveyed concepts into a problem appropriate to the target group, and the development of learning materials for 4-Step-Model teaching comprising *E.Tutorials*[®], accompanying texts and tasks. This dissertation presents a scenario for the development of learning modules which set up competence- and problem-based learning environments and there deploy a programming course for scientists as an example. These learning environments demonstrate great stability in use and are popular with students. Large classes, however, require efficient procedural structures for steering and control of the 4-step-model phases. An important realization was that personal contact between instructor and learner remains fundamental and may not be entirely dispensed with (Blended Learning).

The results of the quality control assessment carried out in the framework of this project confirm the conviction that a significant improvement in the quality of teaching may be achieved with the help of e-learning materials. This is seen on the one hand in the students' ability to apply their acquired knowledge to solve new problems, and on the other in their high level of motivation over the whole semester.

The bases for developing computer-supported, competence-oriented learning environments elaborated in this project do not just apply to information technology teaching, but may be deployed in any area where acquiring competences directly on and using the computer is of interest.