

DISS. ETH Nr. 17968

KONZEPTION UND ENTWICKLUNG NEUER INTERAKTIVER, MULTI-
MEDIALER LERN- UND ARBEITSMETHODEN FÜR DIE GEODÄTISCHE
AUSGLEICHUNGSRECHNUNG

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

DANTE SALVINI
Dipl. Kult.-Ing. ETH Zürich

geboren am 15. Dezember 1974
von Cama/GR

Angenommen auf Antrag von:

Prof. Dr. Alessandro Carosio, ETH Zürich, Referent
Prof. Dr. Bertrand Merminod, EPF Lausanne, Korreferent

2008

III Zusammenfassung

Heute leben wir in einer sich fortlaufend entwickelnden Wissensgesellschaft, in welcher Wissen und Wissensmanagement wichtige Elemente der gegenwärtigen Lebensumstände bilden. Die neuen Medien haben diese Entwicklung möglich gemacht und sie werden auch die Zukunft der Wissensgesellschaft entscheidend prägen. Sie sind wichtige Grundlagen vieler Innovationen in nahezu allen gesellschaftlichen und technischen Bereichen - so auch im Kontext von Aus- und Weiterbildung. Neue Medien - neue Möglichkeiten!

Die Erstellung von Internetplattformen zur Unterstützung bei der Wissensvermittlung ist eine aktuelle Erscheinung. Die ETH Zürich fördert mit einem Fond (Filep) Projekte, welche didaktische und methodische Innovationen in der Lehre schaffen. Die vorliegende Arbeit, mit dem Ziel neue Lern- und Arbeitsmethoden für geodätische Berechnungen und Analysen zu konzipieren und zu realisieren, wurde u.a. durch diesen Fond unterstützt.

Die Dissertationsschrift beschreibt die Konzeption, die Realisierung, den Einsatz und die Evaluation einer geodätischen Internetplattform. Damit wird ein effektiveres und effizienteres problembezogenes Lernen der Studierenden aber auch eine Optimierung der Berechnungsprozesse bei geodätischen Auswertungen angestrebt. Denn die Lern- und Arbeitsumgebung vereinigt theoretische Abhandlungen, in anschaulicher und interaktiver Form dargestellt, mit Web-Diensten zur Verarbeitung und Auswertung geodätischer Messungen. Der Entwurf und die prototypische Implementierung von Lern- und Berechnungsmodulen, welche sehr eng miteinander gekoppelt sind, waren die Schwergewichte dieser Arbeit. Dabei wurde speziell auf die didaktische Konzeption, auf verschiedene Strukturierungskonzepte bezüglich der thematischen Stoffaufteilung aber auch bezüglich der Bearbeitungsabfolge der Berechnungsprozesse eingegangen. Es ist offensichtlich, dass die Erstellung einer solchen multimedialen Lern- und Arbeitsumgebung ein sehr komplexes und interdisziplinäres Feld darstellt. Ausgehend von den fachspezifischen Anforderungen, den Grundlagen des computerunterstützten Lernens, sowie den lerntheoretischen Grundlagen wurde das Konzept entwickelt, welches der Realisierung zu Grunde liegt.

Das mehrsprachige, zeit- und ortsunabhängige Angebot der realisierten Internetplattform bietet mehrere Lernmodule an, welche die Grundlagen der Geodäsie aber auch die Ergebnisse neuerer Forschungsarbeiten über die geodätische Ausglei-

chungsrechnung, welche u.a. an der ETH Zürich erfolgreich abgeschlossen wurden (z.B. die robusten Ausgleichungsverfahren), erläutern. Die Umgebung wird durch webbasierte Berechnungsmodule ergänzt, um die Auswertung geodätischer Messungen vornehmen zu können. Diese Werkzeuge beschränken sich nicht auf Simulationen oder auf vereinfachte Problemstellungen, sondern bauen auf professionellen Software auf, welche ein breites Spektrum der geforderten Prozesse abdecken. Durch die zentrale Verwaltung des ganzen Systems können sowohl neue Erkenntnisse in der Theorie, als auch neue Entwicklungen im Software-Bereich, zeitgerecht allen Anwendern zur Verfügung gestellt werden.

Die entwickelte Lern- und Arbeitsumgebung konnte in den Lehrbetrieb des Institutes für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich eingebunden und mit positiv ausfallenden Ergebnissen evaluiert werden.

Die ersten Kapitel der hier vorliegenden Dissertation vermitteln vor allem einen theoretischen Überblick über die vielfältigen Themengebiete, welche bei der Erstellung einer Lehr- und Lernplattform für geodätische Auswertungen von Bedeutung sind. Diese Kapitel beschreiben aber auch die Anforderungen an die innovative Lern- und Arbeitsumgebung und zeigen, welches Potenzial damit ausgeschöpft werden kann. Die nachfolgenden Kapitel gehen auf die Konzeption und auf die Erstellung der Internetplattform ein. Sie verdeutlichen die realisierte Umsetzung und erklären die relevanten Aspekte, die dabei zu beachten sind. Schlussendlich wird ein Ausblick über weitere mögliche Forschungsansätze in diesem Bereich, sowie über Plattformerweiterungen gegeben.

Neben dieser Schrift lag ein wesentlicher Teil der Arbeit des Autors in der Umsetzung des entwickelten Konzeptes. Dabei wurde die Systemarchitektur aufgrund ausgewählter technischer Komponenten zusammengesetzt. Darauf wurden die eigentlichen Entwicklungen aufgebaut. In jeder Entwicklungsphase flossen die Beurteilungen unterschiedlicher Anwendergruppen ein. Die daraus entstandene Web-Applikation steuert sämtliche Interaktionen der Anwender, ermöglicht und begleitet die Durchführung von Berechnungsprozessen online und verwaltet sämtliche Daten.

IV Abstract

Nowadays we are living in an increasingly knowledge-oriented society, where knowledge and knowledge management are fundamental for current living conditions. The new media made this development possible and they will decisively influence the future of the knowledge-oriented society. These media are important bases for many innovations in almost all social and technical fields, such as education and further training. New media - new possibilities!

The development of Internet platforms to support the transmission of knowledge is a recent phenomenon. The ETH Zurich fosters, through a funding program (Filep), projects that promote pedagogic or methodical innovations in teaching and learning. This dissertation, which aims to design and implement new learning and working methods for geodetic calculations and analyses, was also supported by this fund.

The thesis describes the design, development, implementation and evaluation of an internet platform for geodesy. The aim of this project is to develop a more effective and more efficient problem-oriented learning as well as an optimization of the calculation processes in geodetic analysis. To that end, the teaching and training environment combines theoretical treatises, in descriptive and interactive form, with web services for the processing and evaluation of geodetic measurements. The focus of this project was on the design and the prototypical implementation of closely interlinked learning and computation modules. To that end, this project concentrated on the didactical model, various structuring concepts regarding the subjects as well as on the sequences of the calculation processes. It is obvious that the realization of such a multimedia learning and working environment represents a very complex and interdisciplinary field. A concept for the appropriate realization of such a platform was developed on the basis of technical requirements, computer-based learning, as well as on the principles of learning theory.

The realized Internet platform, which offers the advantage of being both multilingual and free of special/temporal constraints, consists of several learning modules. These modules illustrate the fundamentals of geodesy as well as knowledge achieved in the field of geodetic adjustment, amongst others at the ETH Zurich (e.g. robust estimators). The learning environment is supplemented by web-based computation modules in order to enable the evaluation of geodetic measurements. These tools are not limited to simulations or to simplified problems, but rather build on profes-

sional software, which cover a broad spectrum of the required processes. Through the central administration of the whole system, both new findings in the theory and new developments within the software can be made available to all users in timely manner.

The teaching and working environment that developed from this project could be integrated into the training section of the institute of geodesy and photogrammetry of the ETH Zurich and has already been evaluated with positive results.

The first chapters of the thesis give a theoretical overview of the various topics relevant for the development of a teaching and learning platform for geodetic computation. Moreover, these chapters describe the necessary requirements for the innovative learning and working environment, and show which potential can be exploited. The subsequent chapters are dedicated to the formulation and to the development of the Internet platform. These chapters clarify the realization of the project and explain the relevance of the aspects considered. Finally, an outlook over possible further research in this domain, as well as over platform extensions is given.

In addition to this writing, a substantial part of the work of the author lay in the realization of the concept. The architecture was constructed with selected technical components, which served as the base for the actual developments and programming of this project. In each phase of the development the evaluations of different user groups were considered. The web application that emerged out of this project manages all interactions of the users, makes possible and supports the execution of computation processes on-line, and administers all data.