



Doctoral Thesis

## Analyse eines technical visual literacy-Unterrichts mit e-Observation

**Author(s):**

Scheuner, Barbara M.

**Publication Date:**

2014

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-010210532> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH Nr. 21891

**ANALYSE EINES  
*TECHNICAL VISUAL LITERACY*-UNTERRICHTS  
MIT E-OBSERVATION**

Abhandlung zur Erlangung des Titels  
DOKTORIN DER WISSENSCHAFTEN der ETH ZÜRICH  
(Dr. sc. ETH Zürich)

vorgelegt von  
BARBARA MARIA SCHEUNER

Dipl. Informatik-Ing., ETH Zürich  
geboren am 26.07.1980  
von  
Oberbalm BE und Thalheim AG

angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. Juraj Hromkovic  
Prof. em. Dr. Hans Hinterberger  
Prof. Dr. Ulrik Schroeder

2014

## Zusammenfassung

---

Obwohl es weitgehend bekannt ist, dass *digital media literacy* in allen Disziplinen und Berufen immer wichtiger wird, bleibt die Frage offen, wie sie unterrichtet werden soll. Unser Informatik-Einführungskurs für Naturwissenschaftler auf Bachelor-Stufe an der ETH Zürich hat im letzten Jahrzehnt eindrücklich gezeigt, dass die Bereitstellung eines digitalen Labors, in welchem die Studierenden mit modernen digitalen Medien experimentieren können, ein vielversprechender Ansatz ist. Wir haben auch erfahren, dass ein erfolgreicher Unterricht gemäss aktuellem Stand der pädagogischen Forschung eine aktive Beteiligung der Studierenden erfordert sowie problembasiert (PBL) und individualisiert aufgebaut ist. Damit die Studierenden aktiv eine explorative Datenanalyse (EDA) durchführen zu können, entwickelten wir eine interaktive Software zur Visualisierung von mehrdimensionalen Daten (VisuLab®). Des Weiteren wurden reale Datensätze mit naturwissenschaftlichem Inhalt zur Verfügung gestellt. Beides wurde in einem elektronischen Unterrichtsmodul kombiniert. Dieses vermittelt die Fähigkeit EDA-Prozesse mit Hilfe von abstrakten technischen Graphiken durchzuführen, welche durch eine Software verfügbar gemacht wurden. Diese Fähigkeit bezeichnen wir als *technical visual literacy*, und sie ist ein Teil der *digital media literacy*.

Unsere Forschung wurde motiviert durch die Frage, ob unser e-learning-Modul dafür geeignet ist, *technical visual literacy* zu vermitteln. Um eine Antwort darauf zu finden, mussten wir uns dem Problem stellen, dass bei einem computergestützten e-learning-Unterricht direkte beobachtbare Studenten-Instruktoren-Interaktionen fast vollständig fehlen. Umfragen zu bereits ausgeführten Handlungen und Absichten der Studierenden sind keine verlässlichen Quellen, da Erinnerungen über die Zeit verblassen, was Lernende zu keinen guten Informationsquellen über ihr eigenes Handeln macht. Dies ist ein starkes Argument für die von uns umgesetzte e-Observation: Anstatt die Studierenden nach dem Unterricht umfangreiche Fragebögen ausfüllen zu lassen, werden die Daten über das Verhalten während des EDA-Prozesses ohne eine aktive Beteiligung an der Evaluation in Echtzeit gesammelt. Auf diese Weise ist es möglich aufzuzeichnen, wie sich die Studierenden im digitalen Medium während des Unterrichtsmoduls „bewegen“.

Da alle Operationen des EDA-Prozesses elektronisch beobachtbare Mensch-Maschinen-Interaktionen sind, können diese zeitgleich zur Arbeit der Studierenden gespeichert werden. Alle diese Software-Interaktionen werden zusammen mit einem Zeitstempel in einem Log gespeichert. Weil die Studierenden die Software schon während der Instruktion verwenden, können Instruktionsprozesse aufgezeichnet werden. Diese erlauben es, Veränderungen in der Instruktion zu dokumentieren. Nach der Instruktion analysieren die Studierenden neue mehrdimensionale Daten und beantworten assessment-relevante Fragen, auch diese Aktivitäten wurden festgehalten. Alle Log-Files werden beim Schliessen von VisuLab® zu einer zentralen Datenbank geschickt. Diese Daten dienen, nach einer Aufbereitung und einem statistischen Pre-Processing, als Grundlage für eine Unterrichtsanalyse (Learning Analytics).

In vier Jahren wurden auf diese Weise 14000 Stunden Softwareverwendung von 3400 Benutzern aufgezeichnet. Nach einer Filterung, welche die Verwendung der Freeware-Software durch Benutzer, die nicht am Unterricht teilnahmen, entfernte, blieben 7000 Stunden von 2000 Studenten. Diese Datenbasis ermöglichte es uns unter anderem die folgenden Fragen zu beantworten:

- Hat das Geschlecht einen Einfluss auf die Wahl der Darstellungen zur Analyse von mehrdimensionalen Daten?
- Führt eine Erweiterung der Funktionalität zu längeren Analysezeiten?
- Führt eine Veränderung/Verbesserung der Instruktion zu einem veränderten Analyseprozess der assessment-relevanten Daten?

Die Daten, welche wir in acht Semestern gesammelt haben, zeigten, dass unser Unterrichtskonzept zweckmässig und wirksam ist. Die Daten erlaubten uns jene Bereiche des Unterrichts zu erkennen, in denen sich Frauen anders verhalten als Männer, ebenso konnten Unterschiede zwischen Leistungsgruppen erkannt werden. Wir haben zudem gesehen, dass die Analysezeit für einen EDA-Prozess eines Datensatzes vergleichbar lange ist, auch wenn mehr Funktionalität zur Verfügung steht und verwendet wird. Die Daten zeigen weiter, dass die Studierenden der e-learning-Instruktion gefolgt sind und dass sie das Lernziel erreicht haben. Es zeigte sich ausserdem, dass die Studierenden mehr vom gewünschten Verhalten zeigten, je besser die Instruktion vom Inhalt und der Gestaltung her war.

Die in dieser Arbeit eingeführte e-Observation-Methode ist allgemein genug, um sie in Unterrichtseinheiten anzuwenden, welche keine direkt beobachtbaren Unterrichts-Interaktionen enthalten. Die Methode ermöglichte es uns, unser *technical visual literacy* Unterrichtsmodul im Hinblick auf explorative Analyseprozesse zu evaluieren, zu verbessern und seine Wirksamkeit zu belegen.

# Abstract

---

Even though it is widely acknowledged that *digital media literacy* continues its rise in importance as a key skill in every discipline and profession, the question of how to teach this subject still remains a challenge. Our teaching of an introductory computer science course for the natural sciences at ETH Zurich during the past decade has impressively shown that a promising approach is to provide learners with a *digital laboratory*, where they can experiment with modern digital media. We also learned that to succeed, we needed to follow current pedagogical advice which recommends active, problem based, individualized learning (PBL). To provide a teaching medium that allows students to be active, we furnish learners with interactive, multivariate data visualization software, so that they can perform exploratory data analysis (EDA). Furthermore, we provide them with real life data to lastingly capture their attention. Both are combined in a teaching module that allows *electronic tutoring*. The module teaches *technical visual literacy* as a part of digital media literacy. The goal is that students will learn to competently perform EDA processes using state of the art data visualization methods, provided by interactive software.

Our research has been motivated by the following question: "Is the e-learning module, that we let our students work with, really effective for teaching *technical visual literacy*; and if so, to what extent?" In order to find answers, we had to overcome the obstacle that when computers are introduced to the teaching process, direct student-instructor interaction is often lost, making it difficult to evaluate the instruction's effectiveness. Surveys, to collect people's statements about past activities or about intentions, and to treat these statements as actual behavior, are not viable solutions since psychologists remind us that our memories are quite poor because they fade over time. So, people are not necessarily the best judges of their own behavior. This is a strong argument for *e-observation*: rather than asking people to sit through long online surveys one collects data about their behavior in a non-intrusive way, in real-time. These arguments also apply when we want to study how learners 'move' through an electronic learning space. In this environment, the purpose of *e-observation* is to give insight into e-learning processes that escape direct observation by the instructor.

Fortunately, all operations that are carried out during EDA are electronically observable human-computer interactions with which one can capture a student's activity during the learning process. In order to measure this type of interaction, all operations are recorded in a log file, together with a time stamp, for the duration a student works with the visualization software. Such log files are recorded during electronic tutoring sessions, which are particularly interesting, because there, students respond to a large number of specific instructions. Furthermore, any changes in the learner's behavior, for example in response to a change in instruction, are documented too. A student's activities are also recorded during tasks relevant for assessment. All log files are transferred to a central database to provide data which, after suitable statistical processing, become a meaningful complement for learning analytics.

Over four years we collected data covering 14000 hours software usage of some 3400 users. After filtering, to eliminate usage that is not related to teaching, we were left with

7000 working hours from 2000 students, enough to answer interesting questions, such as:

- Does gender have an effect on the choice of visual displays to analyze quantitative data?
- Does an increase in functionality lead students to invest more time in a given task?
- Does a change/improvement in the mode of instruction affect how students apply the skills learned?

The results we obtained through *e-observations* over eight semesters prove that our teaching concepts are practical and useful. It allowed us, for instance, to isolate those segments in the instructional process where women behaved differently than men or find out in which way the working habits of top students differ from the rest. We also learned that apparently students budget roughly the same amount of time for EDA-tasks, even when, after changing the teaching module, more operations are available to explore. Furthermore, we can see that the students follow the e-learning instructions as intended and that they reach the learning goal. Improving the form and content of instructions resulted in the desired change of student behavior.

The *e-observation* methodology introduced with this research is general enough so that it can be applied in other areas where e-tutoring is a promising teaching method. It provided us with the data to prove that our module to teach *technical visual literacy* can successfully equip students with exploratory data analysis competences.