

Lernmodule Programmiergrundlagen für den Einsatz im Computerlabor

Fokusprojekt Lukas Fässler, Barbara Scheuner, Prof. Juraj Hromkovic
D-INFK

Programmieren Lernen by Doing

Mit den durch dieses Projekt entwickelten Lernmodulen lässt sich eine Programmierintroduktion in Java vollständig auf die Lernenden ausrichten. Durch die Instruktion und Umsetzung wichtiger Basiskonzepte direkt an konkreten Programmierbeispielen wird die „Time on Task“ der Lernenden erhöht und gleichzeitig der „Praxisschock“ vermindert. Die Lernmodule können begleitend zu einer Vorlesung, im Laborunterricht oder im Selbststudium (z.B. als Konvergenzprogramm) eingesetzt werden. Neben internen Lehrveranstaltungen kommen die Lernmodule auch an zahlreichen Lehrinstitutionen im In- und Ausland zum Einsatz.

Die wichtigsten Eigenschaften der Lernmodule

- **Vermittlung von Konzepten und Skills als Einheit:** Instruktion genereller prozeduraler Programmierkonzepte (Variablen, Kontrollstrukturen, Arrays, Methoden) zusammen mit praktischen Skills.
- **Hohe Lernintensität und aktive Wissenskonstruktion:** Instruktion, Anwendung und eigenaktives Handeln ermöglicht eine aktive Konstruktion und Verknüpfung von Wissen.
- **Chancengleichheit:** Dank hoher Individualisierung und Selbststeuerung sind die Lernmodule sowohl für Novizen als auch für Studierende mit Vorwissen konzipiert.
- **Vorbereitung auf weiterführende Programmier-Lehrveranstaltungen:** Die Unterstützung von Verstehensprozessen genereller Programmierkonzepte erzeugt langlebiges Wissen und bereitet auf das Weiterlernen vor.
- **Motivierend:** Regelmässige Rückmeldungen und klare transparente Leistungserwartungen wirken auch über eine längere Unterrichtszeit motivierend.
- **Breite Einsatzmöglichkeiten:** Die Lernmodule eignen sich für unterschiedliche Zielgruppen (auch Nichtinformatiker) und Schulstufen (Mittelschule, Fachhochschule, Hochschule).

Kompetenzaufbau durch Tutoriertes Problemlösen

Die aufeinander aufbauenden Lernmodule behandeln unterschiedliche Themenbereiche der Programmiergrundlagen (Abb. 1). Jedes Modul läuft nach einem festen didaktischen Ablauf ab (Abb. 2). Dabei werden die Lernenden individualisiert auf das selbständige Lösen von Programmieraufgaben vorbereitet. Als technische Unterstützung kommen während der Instruktionsphase elektronische Tutorate zum Einsatz, die eine individualisierte, computergestützte Instruktion wichtiger Programmierkonzepte ermöglicht (Abb. 3).

Modul	#	Titel	A. Themenbereich Variablen und Datentypen	B. Themenbereich Kontrollstrukturen	C. Themenbereich Datenstrukturen	D. Themenbereich Objekte	E. Themenbereich Erbschaft	benötigte Zeit (geschätzt)	Zeit total (geschätzt)
Modul 1	1.1	erstes Programm						10	
	1.2	Zahl verdoppeln						20	
	1.3	Kreisberechnung						20	
	1.4	Swap						20	
	1.5	chiffrier-Programm						45	
	1.6	Bankomat						45	160
Modul 2	2.1	Pin-Code (if)						15	
	2.2	Pin-Code (FOR)						20	
	2.3	Pin-Code (WHILE)						20	
	2.4	Pin-Code (UNTIL)						15	
	2.5	Wohnblock						20	
	2.6	Wohnblock						20	130
Modul 3	3.1	Spickkarten						20	
	3.2	digitale Zeichen						20	
	3.3	Boss-Puzzle						60	
	3.4	Bowling						20	
	3.5	Tic Tac Toe						30	
	3.6	Sortieren und Suchen						60	210
M 4	4.1	Lieferscheine						30	
	4.2	Pandemie-Simulation						120	
	4.3	Pandemie-Erweiterung						30	150
	4.4	Pandemie-Erweiterung						30	150
M 5	5.1	Flugzeugtypen						60	
	5.2	Hotel-Buchungssystem						60	120

Abbildung 1. Kursaufbau Grundlagenmodule Java: Mit aufeinander aufbauenden Programmieraufgaben werden die unterschiedlichen Themenbereiche der prozeduralen Programmierung eingeübt. Die Themenbereiche werden in einem Modul nicht abschliessend behandelt, sondern im Verlaufe nachfolgender Module immer wieder aufgenommen, mit weiteren Themenbereichen verknüpft und weiter vertieft.

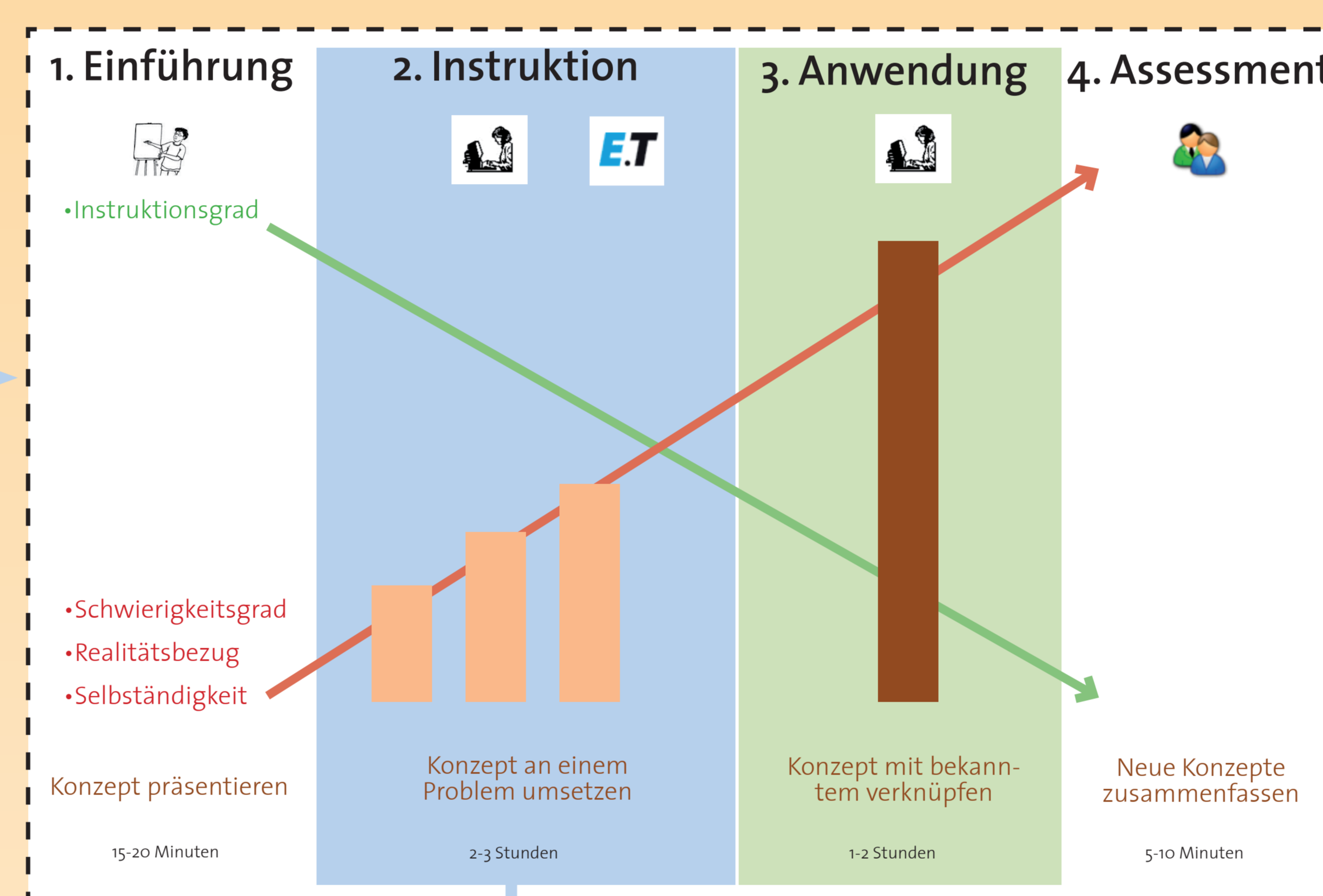


Abbildung 2. Problembasierte Instruktion und Anwendung nach dem 4-Schritte-Modell [1, 3]: Auf eine kurze Einführung zu einem neuen Programmierkonzept folgt eine problembasierte Instruktion unter Anleitung eines E-Tutorial* (siehe Abb. 3). Die darauffolgende umfangreichere Problemstellung, welche vom Lernenden selbstständig umgesetzt werden muss, verknüpft das Konzept mit den bereits behandelten Konzepten und Skills. Jedes Modul wird mit einem formativen Assessment abgeschlossen, bei dem die Lernenden ihre Lösung der selbstständig zu lösenden Aufgabe aus Schritt 3 einem Experten erklären müssen.

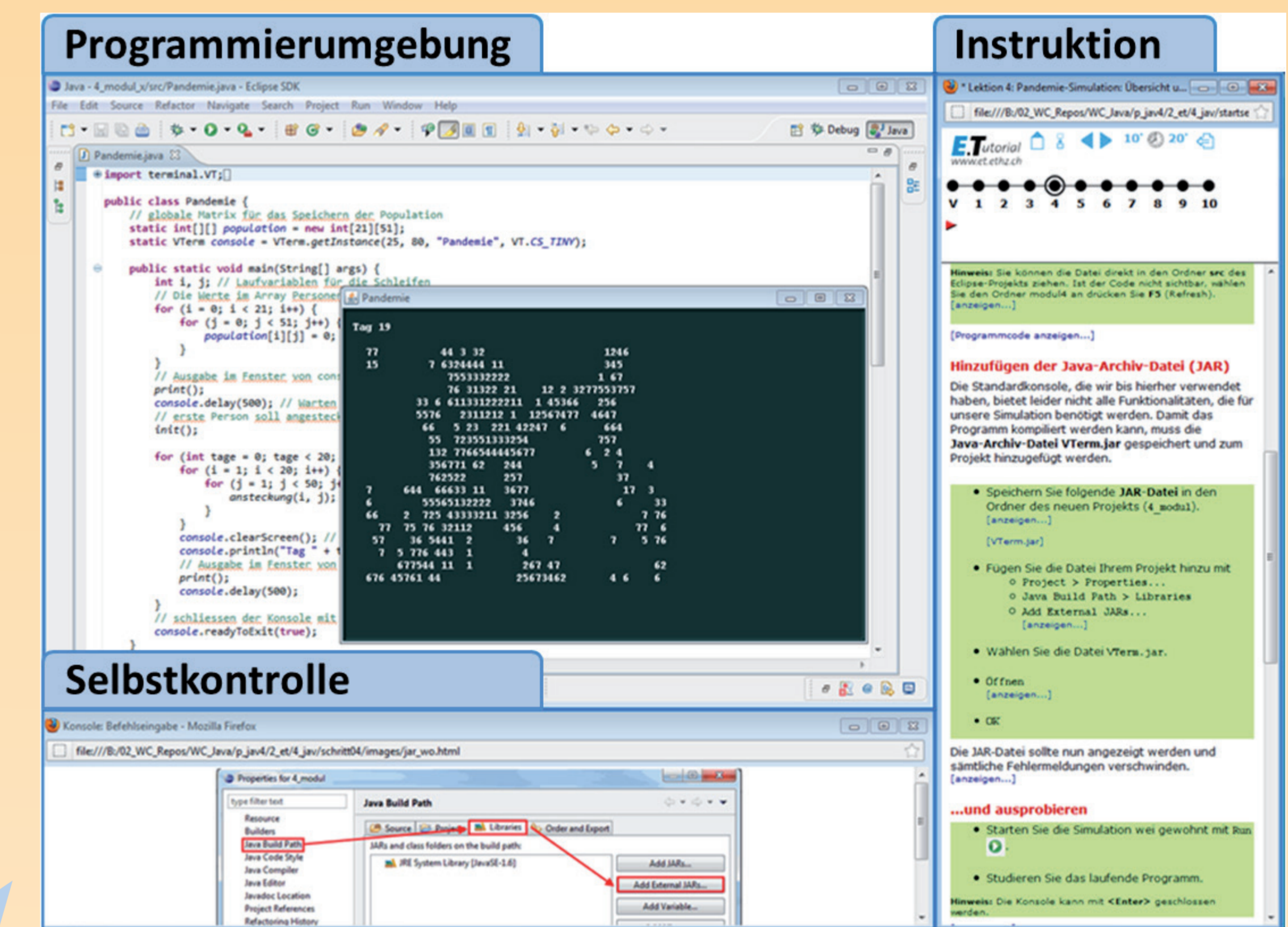


Abbildung 3. Problembasierte Instruktion mittels elektronischer Tutorate: Das vor über 10 Jahren an der ETH entwickelte E-Tutorial* [1, 3] ermöglicht eine individualisierte, computergestützte Instruktion der Programmierkonzepte zusammen mit praktischen Skills. Es hat folgende Struktur: Im Instruktionfenster (rechts) werden Grundlagen erklärt, welche vom Lernenden direkt in der Programmierungsumgebung (z.B. in Eclipse, links) an einer Programmieraufgabe (hier Pandemie-Simulation, Modul 4) umgesetzt werden. Zur Selbstkontrolle können sich die Lernenden im 3. Fenster (unten) Grafiken anzeigen lassen und mit ihrer eigenen Lösung vergleichen.

Evaluationsresultate

Zur Qualitätskontrolle wurden die Lernmodule bei unterschiedlichen Lehrveranstaltungen und Zielgruppen eingesetzt. Um die Wirkungsweise der Lernmodule zu untersuchen, sind zu unterschiedlichen Zeitpunkten des Lernprozesses Status-, Prozess- und Leistungsdaten erfasst worden [4]. Die Abbildungen 4 bis 6 zeigen eine Auswahl der Resultate.

Resultate aus den Nachfragen

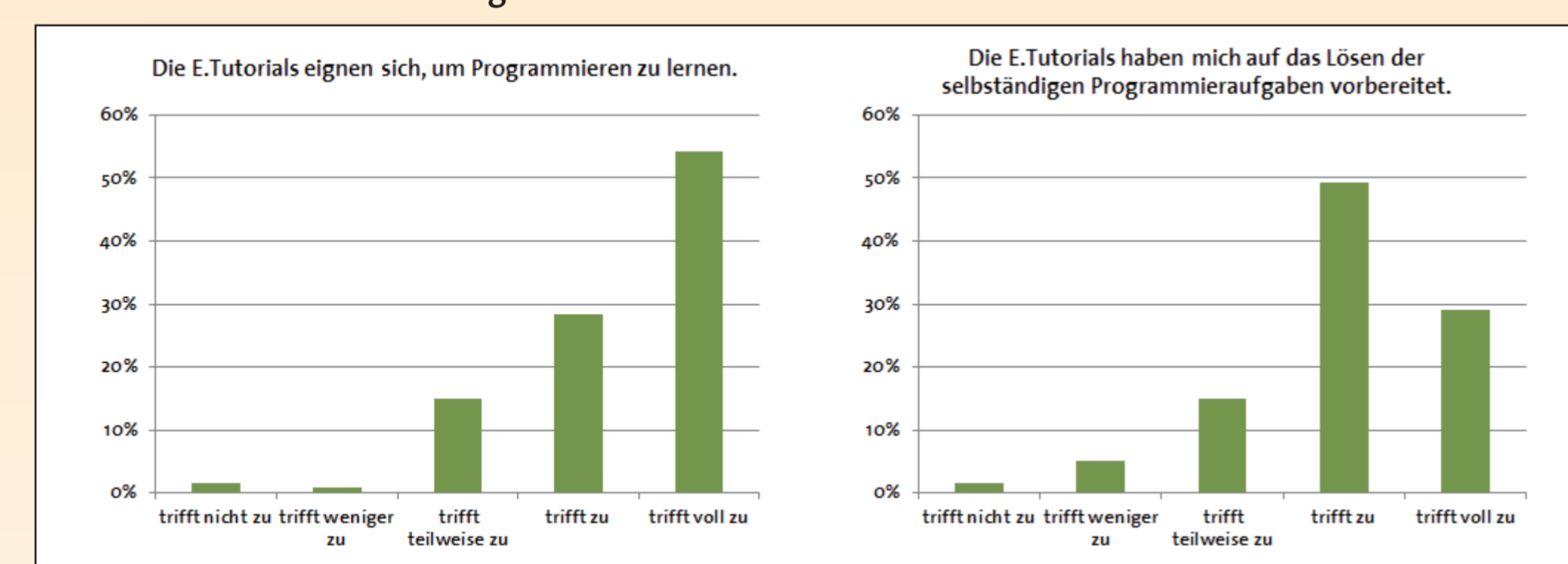


Abbildung 4. Aus der Nachfrage zur ETH Lehrveranstaltung 252-0846-001, N=120.

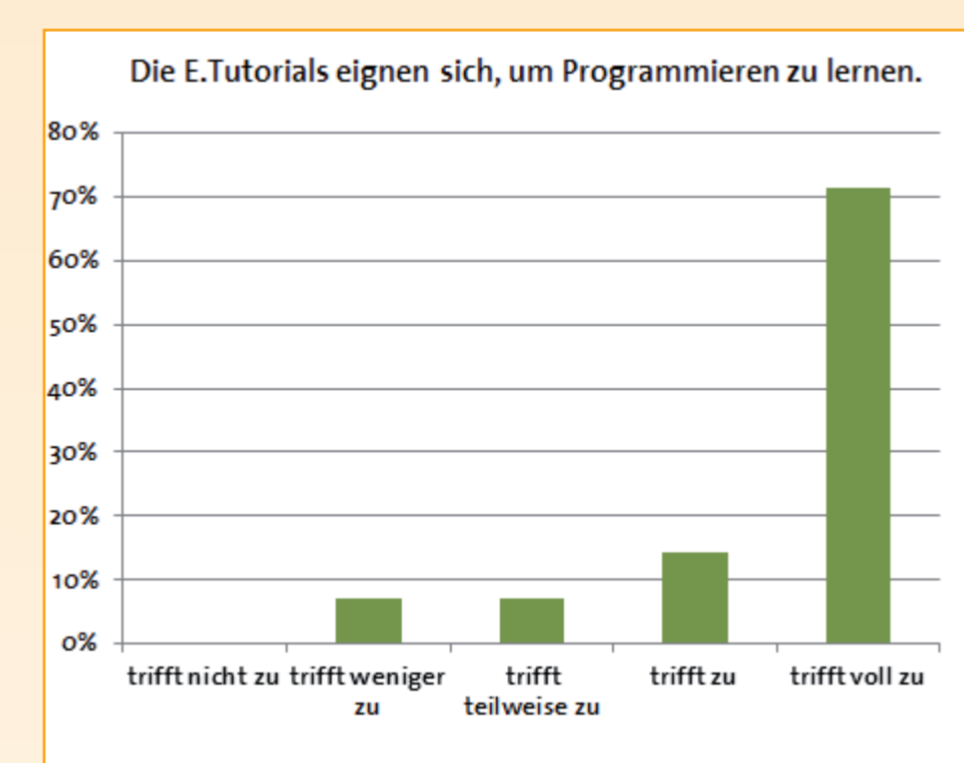


Abbildung 5. Aus der Umfrage unter Lehrpersonen und Dozierenden an Hoch-, Fachhoch- und Mittelschulen, welche die Lernmodule in ihrem Unterricht eingesetzt haben, N=14.

Resultate aus der Prozessanalyse

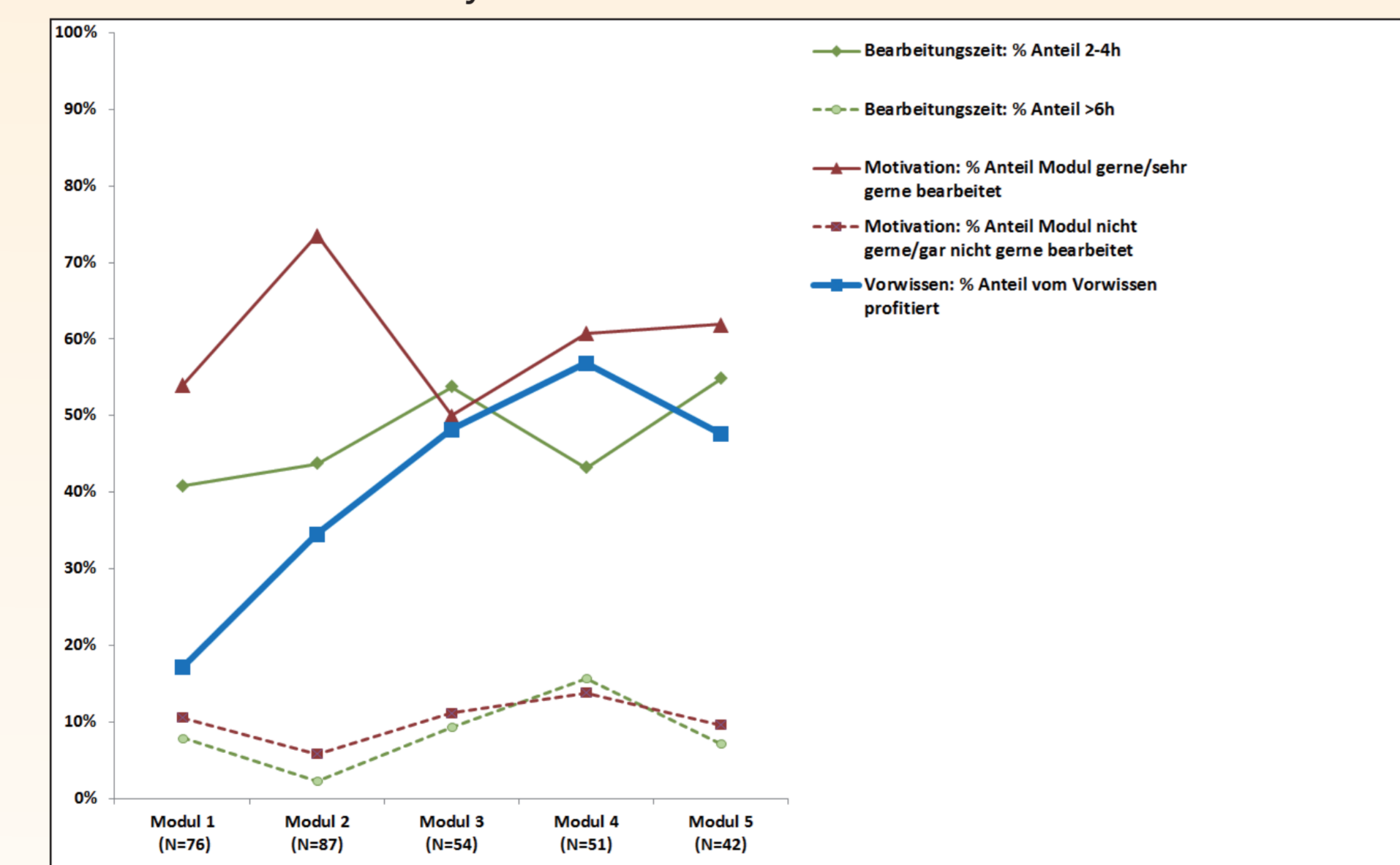


Abbildung 6. Prozessanalyse durchgeführt in der ETH Lehrveranstaltung 252-0846-001. Die Studierenden hatten die Möglichkeit, nach jedem Modul dieselben Fragen zu beantworten.

Literaturhinweise

- [1] Fässler L. (2007). Das 4-Schritte-Modell: Grundlage für ein kompetenzorientiertes e-Learning. Diss. ETH Nr. 17521.
- [2] Fässler L., Hinterberger H., Dahinden M., Wyss M. (2006). Evaluating student motivation in constructivist, problem-based introductory computer science courses. World Conference on E-Learning, Hawaii, 2006, 1178.
- [3] Hinterberger, H. (2011). Problem-Based E-Learning in Practice: Digital Laboratories Provide Pathways from E-Science to High Schools. In: World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education 2011, Honolulu, Hawaii, USA, October 17-21: AACE, 1947-1954.
- [4] Dahinden M. & Fässler L. (2011). Monitoring Blended Learning Environments based on Performance Data. IADIS International Conference e-Learning 2011, 20-23 July 2011, Rome Italy, Vol. 1, 401-408.

Aufbau Lernmodule-Pool

Die durch dieses Projekt entwickelten Lernmodule werden interessierten Lehrpersonen und Studierenden online zur Verfügung gestellt (Abb. 7). Der Lernmaterialien-Pool verzeichnete vom 7.2011 bis 7.2012 über 9000 Logins ins ETH-Repository (Abb. 8 und 9). Neben verschiedenen ETH-Programmveranstaltungen gehörten diverse Fachhoch- und Mittelschulen im In- und Ausland zum Nutzerkreis der Lernmaterialien.

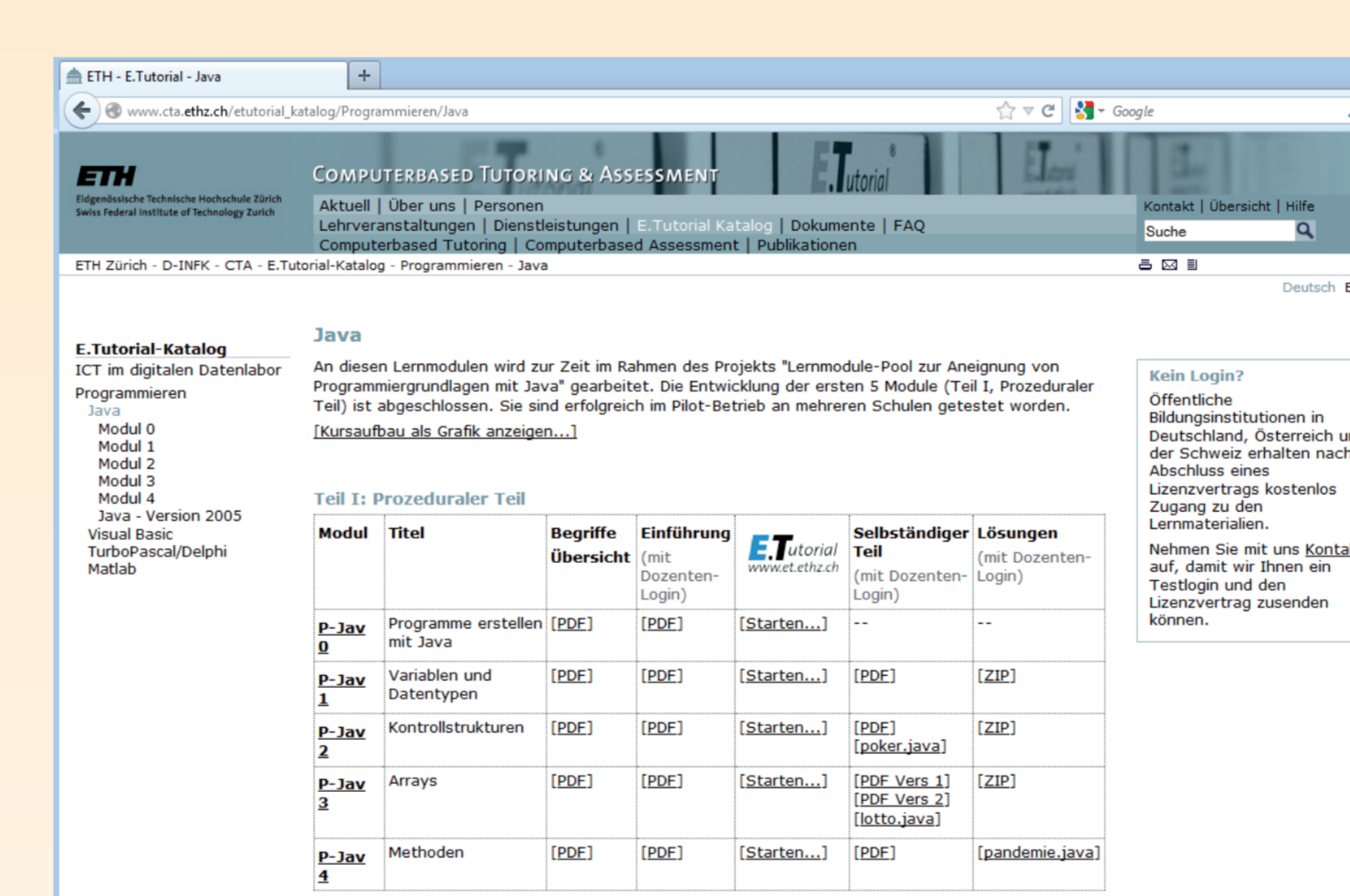


Abbildung 7. Lernmodule-Pool "Programmieren" unter http://www.cta.ethz.ch.

- An folgenden Bildungsinstitutionen sind die Lernmodule regelmässig im Einsatz:
- Fachhochschulen:** Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), Windisch; Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), ZÜRICH
 - Berufsschulen:** Handelsschule KV Schaffhausen; Deutsche Schule Genf
 - Mittelschulen:** Evangelische Mittelschule Schiers; Gymnasium Herrnhut, Herrnhut D; Gymnasium Johanneum, Lüneburg D; Gymnasium Münster, Münster D; Hender Gymnasium, Köln D; Kantonschule im Lee, Winterthur; Klettgau Gymnasium, Waldshut-Tiengen D; Kantonsschule Enge, ZÜRICH; Mathematisch Naturwissenschaftliches Gymnasium, ZÜRICH; Schweizer Schule Rom, I
 - Weitere Schulen:** University of Engineering, Peradeniya, Sri Lanka; Technical College Riyadh, Saudi Arabien

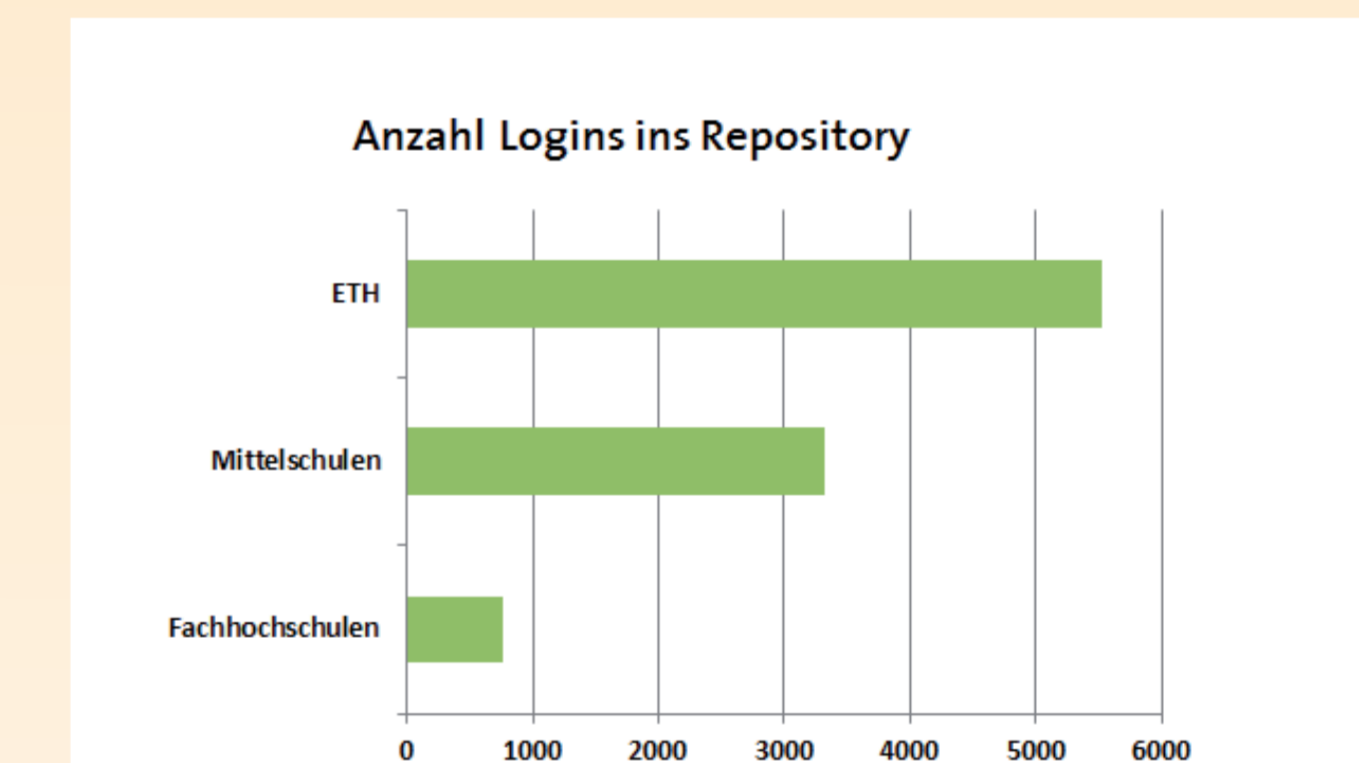


Abbildung 8. Anzahl Logins ins ETH-Repository (Lernmodule Programmiergrundlagen Java) 7.2011 bis 7.2012 aufgeteilt nach Schultyp.

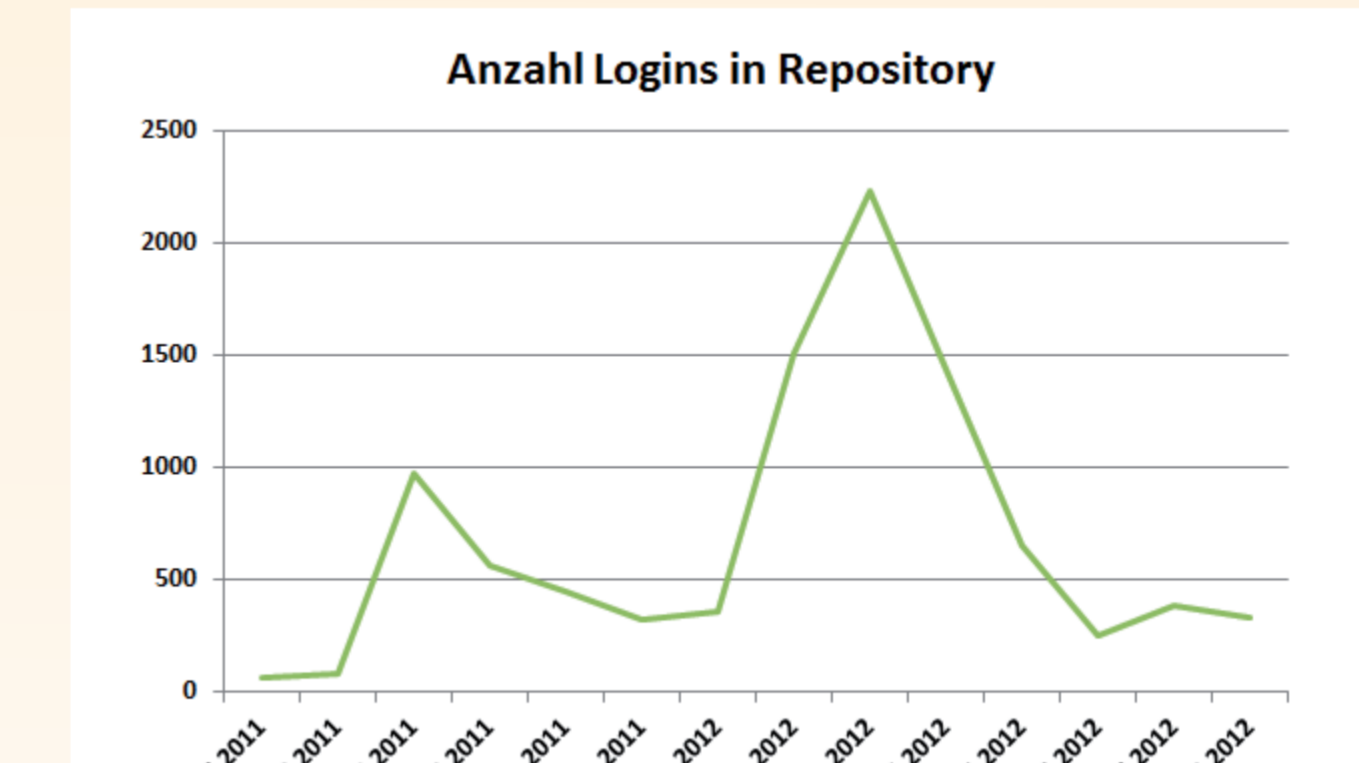


Abbildung 9. Anzahl Logis pro Monat ins ETH-Repository (Lernmodule Programmiergrundlagen Java) 7.2011 bis 7.2012. Die beiden Spitzen sind vor allem auf 2 Grossveranstaltungen während des Herbst- und Frühjahrssemesters zurückzuführen.

Weiterentwicklung

- Übertragbarkeit auf andere Programmiersprachen
- Entwicklung einer auf die Lernumgebung abgestimmte Leistungskontrolle
- Entwicklung von Lernmodulen für die Objektorientierte Programmierung
- Englische Übersetzung der Lernmodule

innovedum
Innovedum Anlass, 7. und 21. November 2012

www.innovedum.ethz.ch



Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
Swiss Federal Institute of Technology Zurich