

POKAL

Kollaboratives Mathematik-eLearning neu erfunden

Zusammenfassung

POKAL¹ ist die weltweit erste vollständig echtzeit-synchronisierte, webbasierte Arbeitsplattform für ein Computeralgebrasystem und ermöglicht das gleichzeitige Bearbeiten von Aufgaben und Rechnungen mit integriertem Chat über das Internet.

Der vorliegende Artikel enthält eine knappe Bestandsanalyse eLearning-orientierter Mathematik-Software und beschreibt die Technik und den organisatorischen Hintergrund, unter dem POKAL als studentisches Projekt am Fachbereich Physik der Uni Frankfurt entwickelt wurde.

1 Eine Abgrenzung

An einigen Beispielen mathematik naher Software soll im Folgenden dargelegt werden, wie sich der Mehrwert von POKAL darstellt.

1.1 LMS² mit Mathematik-Fokus

LON-CAPA³ ist eine naturwissenschaftlich orientierte Lernplattform (LMS), die auf 20 Jahre Entwicklung zurückblicken kann und an vielen (deutschen) Universitäten etabliert ist. Sie zeichnet sich gegenüber „Mehrzweck-LMS“ wie OLAT⁴ oder ILIAS durch eine mächtige Engine aus, die Grundlage für tolerante Auswertungen von mathematischen Ergebnissen bei Prüfungsfragen im LMS ist. Ohne eine solche Engine stehen meist nur Multiple-Choice-Methoden zur Verfügung.

Math-Bridge⁵ ist ein auf europäischer Ebene finanziertes Projekt, welches über die Features von LON-CAPA hinausgeht: Neben einer moderneren Benutzerschnittstelle kann das System gemäß Constraints mathematische Übungsaufgaben auto-

¹ POKAL steht für „Physik Online Kollaborative Arbeits- und Lernplattform“, PhysikOnline ist das bestehende eLearning-Mutterprojekt am Fachbereich Physik der Uni Frankfurt

² Die Begriffe Lernplattform und Lernmanagementsystem (LMS) werden hier ohne Unterschied gebraucht.

³ LON-CAPA: <http://www.lon-capa.org> und <http://www.loncapa.uni-frankfurt.de>

⁴ OLAT : <http://www.olat.org/>, ILIAS: <http://www.ilias.de>

⁵ Math-Bridge: <http://www.math-bridge.org>

matisch erstellen und auswerten. Das bringt mathematik-orientierte Online-Tests auf eine neue Stufe.

In das Verständnis dieser beiden Lernsysteme lässt sich POKAL nicht einordnen. Bei unserem Produkt handelt es sich um eine Arbeitsplattform, die einen Kurs- oder Prüfungsaufgaben-zentrierten Ansatz bislang nicht vorsieht. Das Zentrum der Benutzeraktivitäten in POKAL ist das Notebook, welches Eingaben vom Benutzer auswertet. Wir planen eine Integration in externe LMS wie das am Fachbereich verwendete ILIAS u.a. in der Form, dass diese Notebooks als bearbeitete Übungsaufgaben eingereicht werden können.

1.2 Computeralgebra-Systeme (CAS)

Wolfram Mathematica⁶ ist der Weltmarktführer für Computeralgebrasysteme. Die Firma hat in den letzten Jahren mit Wolfram Alpha einen Internet-Dienst gestartet, der sich unter MINT-Studenten großer Beliebtheit erfreut. Während die kommerzielle Software viele hundert Euro kostet, kann man über die „Knowledge Engine Wolfram Alpha“ einfach und gratis mathematische Ausdrücke auswerten. Die Einarbeitung in Mathematica ist wegen einer eigenen Syntax kompliziert, doch mit „Free form linguistic input“ gibt es mittlerweile ein mächtiges Interface, in Umgangssprache formulierte Probleme zu lösen.

SAGE⁷ ist vom Funktionsumfang am ehesten mit Mathematica zu vergleichen, wenngleich es insbesondere in den neueren Features (Freitext-Mächtigkeit, usw.) an die kommerzielle Software nicht herankommt. SAGE ist für Benutzer attraktiver als Mathematica, da es frei verfügbar (Open-Source) ist und man keine proprietäre Syntax (SAGE ist Python-basiert) lernen muss.

1.3 Kollaborative Cloud-Software

Darüber hinaus gibt es mittlerweile einige kollaborative Cloud-Werkzeuge, die gemeinsames Arbeiten an Dokumenten ermöglichen, etwa Etherpad⁸ (Plaintext) oder Google Drive (Office-Suite mit Concurrency-Features). An dieser Stelle ist die von uns entwickelte Plattform POKAL einzuordnen, die bisher einzigartig das gemeinsame Bearbeiten von mathematischen Worksheets erlaubt.

2 Vision von POKAL

Der Gedankenaustausch zu naturwissenschaftlich-technischen Themen über bestehende Kommunikationskanäle im Internet gestaltet sich schwierig: Formeln muss man oft in einer schwer dechiffrierbaren Weise in Chats notieren, ein interaktiver Austausch von Grafiken und etwa die gemeinsame Bearbeitung von

⁶ Wolfram Mathematica, Wolfram Alpha: <http://wolfram.com>

⁷ SAGE ist die POKAL zugrundeliegende Software, siehe Kapitel 2.1.

⁸ Etherpad: <http://etherpad.org>, Google Drive: <https://drive.google.com>

programmierlastigen oder CAS-basierten Arbeitsblättern sind vollständig unmöglich.

Hier setzt die Grundidee von POKAL an. POKAL ist eine interaktive Plattform, die es verschiedenen Nutzern erlaubt, gemeinsam mathematisch orientierte Fragestellungen zu bearbeiten. Von der analytischen Lösung eines mathematischen Problems (basierend auf dem CAS SAGE) über die gemeinsame Entwicklung numerischer Lösungsstrategien (basierend auf der Programmierschnittstelle PYTHON) bis zum druckreifen Dokument (basierend auf LaTeX⁹) bietet POKAL die Grundfunktion eines mathematisch-naturwissenschaftlich orientierten Chat Room.

2.1 SAGE

SAGE¹⁰ steht für „System for Algebra and Geometry Experimentation“ und ist ein freies Computeralgebrasystem, das leitend von Mathematik-Professor William A. Stein (University of Washington) entwickelt wird. Es vereint die Stärken vieler hochspezialisierter Computeralgebrasysteme und numerischer Bibliotheken durch eine einheitliche Python-Schnittstelle. Dank der Einfachheit von Python und dem webbasierten Sage-Notebook ist diese Schnittstelle besonders geeignet für den Einstieg, ist aber auch mächtig genug für komplexe Programme.

Das Web-Notebook von SAGE war zu Beginn lediglich eine komfortablere Benutzerschnittstelle als Alternative zum Terminal. Eine ähnliche Entwicklung ist bei einigen Open-Source-Programmen zu beobachten; Web-GUIs als Alternative zu traditionellen Benutzerschnittstellen sind in den letzten Jahren dank deutlich verbesserten Möglichkeiten der interaktiven Programmierung von Webseiten der Trend. Die damit einhergehende Netzwerzwischenschicht lädt zur Implementierung von Concurrency-Features ein. Das SAGE-Notebook besaß eine solche Concurrency Anfang 2012 in rudimentärer Weise, war jedoch optisch wenig ansprechend.

2.2 Das POKAL-Projekt

Das POKAL-Projekt sah die Implementierung eines modernen Designs und moderner Echtzeit-Kollaborationsfunktionen vor, sowie langfristig eine Integration in bestehende LMS-Systeme (vornehmlich das am Fachbereich Physik der Goethe-Universität genutzte ILIAS). Ein besonderes Augenmerk des studentischen Projektes lag in der Motivation von Kommilitonen, einen CAS-basierten Chat-Room zur Verfügung zu haben, um physikalische Prozesse besser zu verstehen.

⁹ LaTeX ist das verbreitetste Textsatzsystem, u.a. für Formelsatz: <http://www.latex-project.org>

¹⁰ SAGE, the free open-source mathematics software system licensed under the GPL: <http://www.sagemath.org>

POKAL wurde durch den Studentischen eLearning-Förderfonds 2011/12 der Universität Frankfurt (Studiumdigitale) finanziert¹¹. Programmiert wurde POKAL durch studentische Hilfskräfte sowie einer externen Entwicklerschmiede. Die Entwicklung lief in Open-Source-Tradition offen ab, Bugtracker¹² und Sourcecode sind einsehbar.

3 Typische Anwendungsszenarien von POKAL

Im Folgenden sind Praxisbeispiele als Gedankenkonstrukte formuliert. Zum gegenwärtigen Stand (April 2013) ist die Plattform erst seit einem Monat in einer Public Beta online¹³, sodass noch keine nennenswerte Praxiserfahrung gesammelt werden konnte.

3.2 Individualarbeit von Studenten und Forschern

POKAL ist ideal für die Gruppenarbeit geeignet: Dank umfangreicher Dokumentation von SAGE¹⁴ ist es mit etwas Vorwissen von Python einfach möglich, nach kurzer Zeit die typischen Arbeitsschritte zu vollziehen. Kollaborationsfeatures und Chat sind selbsterklärend, wohingegen wir von unserer Seite Tutorial-Worksheets planen (Stand April 2013), die exemplarisch Rechnungen, wie sie im Physik- oder Informatikstudium immer wieder auftauchen, vorführen.

Für Forschungsgruppen gilt obige Aussage ebenso. POKAL sollte hier gut zum Austausch von kleineren Rechnungen geeignet sein. Dank Python als Programmiersprache ist ein nahtloser Übergang zu lokalen oder Cluster-fähigen Skripten möglich.

3.3 Einsatz in Lehre

Dozenten können CAS-basierte Aufgabenstellungen in die Lehre integrieren, etwa im Übungsbetrieb, wobei von den Studenten bearbeitete Worksheets eingereicht werden – klassisch per E-Mail oder durch eine angestrebte Integration von POKAL in ein LMS. Die Verwendung von POKAL hat dabei natürlich den Vorteil, dass Teamarbeit verbessert wird. Nebenbei (oder explizit) können dabei Paarprogrammierungs-Modelle geübt werden (Distributed Pair Programming, z.B. Extreme Programming).

POKAL eignet sich auch für den Einsatz im Praktikum. Es steht genügend Rechenkapazität zur Verfügung, dass auch große Arbeitsgruppen gleichzeitig arbeiten könnten.

¹¹ SeLF 2011/12: <http://www.studiumdigitale.uni-frankfurt.de/elf/self11>

¹² JIRA-Bugtracker: <https://physikpokal.atlassian.net>, Sourcecode: <https://github.com/svenk/sagenb>.

¹³ POKAL ist erreichbar unter <https://pokal.uni-frankfurt.de>

¹⁴ Manuals, Tutorials, API Documentation, Reference Manual: <http://www.sagemath.org/doc>

3.4 MOOCs

Das andere Extrem sind Massive Open Online Courses, welches das Öffnen der Plattform über Universitätsgrenzen hin bedeutet. Hier sind viele Varianten denkbar, etwa, dass Teilnehmer eigene Materialien in Form von Worksheets erstellen, oder untereinander in Kontakt treten.

4 Technik von POKAL

POKAL ist ein Kind moderner Webentwicklungen, die unter dem Stichwort HTML5 beworben werden. Der Browser wird dabei zunehmend zur Applikationsplattform, per CSS3 für verschiedene Endgeräte (Smartphone, Tablet, Computer) mit geräteabhängigem Design und mit modernem Javascript eng serverseitig verzahnt programmiert. Eine wesentliche Rolle kommt dabei Websockets zu, die erst 2011 standardisierte Schnittstelle für bidirektionalen Datenaustausch zwischen Browser und Webserver. Erst durch Websockets sind Real-Time-Anwendungen möglich. Das beim gerne als Vorgänger genannten Ajax-Standard bekannte Polling-Problem entfällt.

Das Sage-Notebook ist in Python programmiert und verwendet bislang vor allem Mikrobibliotheken wie Flask, Jinja, Werkzeug, ferner Twisted. Es hat einen sehr modernen Technik-Unterbau, etwa SASS zur CSS-Generierung sowie Twitter Bootstrap für eine responsive Benutzeroberfläche. Unser Sage-Notebook baut auf einem Redesign 2012 auf, welches ebenso wie unsere Socket.IO-basierte Implementierung in den Upstream-Branch von Sage noch nicht reintegriert wurde. Mittelfristig ist es uns gelegen, den Kontakt zu den Upstream-Entwicklern zu suchen, um eine gemeinsame Softwareversion anzubieten.

Das Sage-Notebook kann (derzeit per SSH) netzwerktransparent verschiedene Sage-Kernel („Worker-Threads“) ansprechen. Mit Hilfe des Instituts für theoretische Physik sowie des Center for Scientific Computing der Goethe-Universität, Frankfurt, bauen wir einen kleinen Cluster von derzeit sechs Servern auf (6-Kern Opterons, jeweils ca 32GB RAM), um eine große Anzahl von Benutzern (über 100) gleichzeitig bedienen zu können.

Literatur

Publikationen zu SAGE:

<http://www.sagemath.org/library-publications.html>

Vorträge, Blog-Einträge, Videos, Screenshots und Hintergrundinformationen zu

POKAL: <https://elearning.physik.uni-frankfurt.de/projekt/wiki/POKAL>