

Ein Praxisbeispiel: Problembasiertes Lernen in der Veranstaltung „Angewandte Mathematik“

Prof. Dr. Edda Eich-Soellner¹, Prof. Dr. Rainer Fischer², Kathrin Wolf³

¹ Fakultät für Informatik und Mathematik, Hochschule München, Lothstr. 64, 80335 München, eich@hm.edu.
² Fakultät für Informatik und Mathematik, Hochschule München, Lothstr. 64, 80335 München, rainer.fischer@hm.edu.
³ Projekt HD MINT^[1], Hochschule München, Dachauer Str. 100a, 80636 München, kathrin.wolf@hm.edu.



Dieses Vorhaben wird aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PL12023F gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Hintergrund & Ziele

Motivation

Motivation für den Einsatz der Methode „Problembasiertes Lernen“^[2]

- Schulung der Problemlösefähigkeit und Modellbildungskompetenz statt Anwenden von „Kochrezepten“
- Erwerb von mehr Selbständigkeit bei der Analyse und dem Lösen komplexer Aufgaben
- Steigerung der Motivation auf der Seite der Studierenden durch anwendungsorientierte Problemstellungen
- Förderung von sozialen und persönlichen Kompetenzen insbesondere durch die Arbeit im Team

Rahmenbedingungen und Lernziele

Studiengang: Bachelor Informatik, Scientific Computing
Semester: 2. Semester
Curriculum/SWS: Pflichtfach / 4



Konzept

Veranstaltungsablauf^[3]

Woche	Ablauf	Details
1-4	Grundlagen „Mathematica“ ^[4]	Abwechselnde Phasen: <ul style="list-style-type: none"> • Just-in-Time-Teaching, • „Live-Programming“, • Frontalunterricht
5	Einfache anwendungsorientierte Problemstellungen	Einführung PBL & Beispiel
6-7		1. Problemstellung (ca. 1,5 Wochen)
8-9		Workshop Gruppendynamik
10-11	Komplexe anwendungsorientierte Problemstellungen	2. Problemstellung (ca. 1,5 Wochen)
12-13		3. Problemstellung (ca. 1,5 Wochen)
14-15		Komplexe Problemstellung (ca. 3 Wochen)
		Präsentationen

Beispiel einer Problemstellung

Satellitenschüssel



Satellitenschüsseln (Parabolantennen) haben die Form eines Paraboloids. Aus dem Unendlichen nahezu parallel eintreffende Strahlen werden an einer Parabel reflektiert und treffen sich in einem Punkt, in dem dann der Empfänger sitzt.

Lernziel für die Studierenden ist, die Mathematik der Reflexion zu verstehen.

Aufgabenstellung

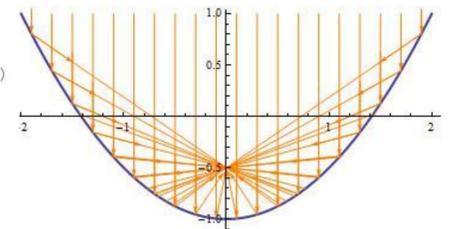
1. Lichtstrahlen fallen senkrecht von oben auf eine gekrümmte Fläche, die durch den Graphen der Funktion $y = f(x)$ gegeben ist.
 - a. Berechnen Sie den Auftreffpunkt.
 - b. Unter welchem Winkel trifft der Strahl auf?
 - c. Wie wird er reflektiert?
2. Implementieren Sie dies in Mathematica und testen Sie es an verschiedenen Funktionen.
3. Zeigen Sie mit Mathematica, dass sich für die Parabel alle reflektierten Strahlen in einem Punkt treffen.

Lösungen

Auszug aus dem Mathematica-Code:

```
f[x_] := 0.5 x^2 - 1 (* Funktion *)
rneu[x_] := {0, -1} +  $\frac{2 \{-f'[x], 1\}}{1 + (f'[x])^2}$  (* Richtung des reflektierten Strahls *)
pneu[x_] := Module[{lsg, a, laenge},
  (* Schnittpunkt mit dem Paraboloid nach Reflexion *)
  lsg = {a, laenge} /. FindRoot[{x, f[x]} + laenge rneu[x] == {a, f[a]},
    {{a, -x}, {laenge, 3}}];
  {lsg[[1]], f[lsg[[1]]]}
```

Simulation:



Weitere Projekte

Beispiele

Spirograph



Aufgabe: Kurvengleichung aufstellen, Eigenschaften der Kurven untersuchen
Mathematische Themen: Parameterkurven

Der Wippkran^[5]



Aufgabe: Pappmodell bauen, Bahnkurve der Last berechnen, untersuchen und animieren
Mathematische Themen: Geometrie, Parameterkurven

Schattenwurf



Aufgabe: Schattenwurf auf beliebige Ebene berechnen
Mathematische Themen: Analytische Geometrie, Schnittpunkte Gerade-Ebene

Kürzeste Wege im MVV^[6]



Aufgabe: Bestimmung kürzester Wege zwischen 2 Haltestellen im MVV-Netz
Mathematische Themen: Graphentheorie, kürzeste Wege

Computertomographie^[7]



Aufgabe: Rekonstruktion des Gehirns an Hand von Messungen der Intensität durchgehender Strahlungen
Mathematische Themen: Lineares Gleichungssystem herleiten, iterative Lösung

Lego-Affe^[8]



Aufgabe: Bahnkurve der Hand herleiten, untersuchen & animieren
Mathematische Themen: Parameterkurven, Winkelfunktionen, Vektorrechnung, Differentialrechnung

Erfahrungen

Dozierendensicht

- Unterstützung der Studierenden ist gezielt dort möglich, wo Probleme auftreten
- Erkennen von Schwierigkeiten der Studierenden fällt leichter als im Frontalunterricht
- Kontinuierliche Anleitung der Studierenden beim selbstständigen Erarbeiten von neuen Themenkomplexen

Studierendensicht

- Interesse durch starken Praxisbezug
 („Die Aufgaben veranschaulichen die Anwendung der Mathematik in der Realität.“)
- Freude an eigenständiger Arbeit
 („Besonders gut gefallen hat mir die Möglichkeit, alles selbst auszuprobieren.“)
- Hohe Motivation der Studierenden - über das geforderte hinaus
 („Man hat gemerkt, dass sich Einsatz und Leistungsbereitschaft auszahlen.“)
- Zufriedenheit mit den Ergebnissen
 („Ich habe etwas produziert, das funktioniert und gut aussieht.“)
- Spaß durch das Arbeiten im Team
 („Das Fach hat auch am meisten Spaß gemacht und somit macht man auch freiwillig mehr dafür.“)

Quellen

- [1] Projekt HD MINT, online: www.hd-mint.de [Stand: 17.02.2014]
- [2] Weber, A. (2007): *Problem-Based Learning: Ein Handbuch für die Ausbildung für die Sekundarstufe II und der Tertiärstufe*. 2. Auflage, h.e.p., Bern.
- [3] Wolf, K., Kämper, A., Nissler, A. (2013): „Problembasiertes Lernen“ (PBL) in Mathematik und Technik – Ein Ansatz für mehr Anwendungsbezug und Praxisnähe. Erschienen in DiNa-Sonderausgabe, Tagungsband zum ersten HD-MINT-Symposium (2013).
- [4] Mathematica® is a registered trademark of Wolfram Research, Inc., online: <http://www.wolfram.com/mathematica/> [Stand: 17.02.2014]
- [5] Jüttler, B., Aigner, M. (2004): Projektwoche Angewandte Mathematik, Projekt 1: Geometrie, online: <http://www.projektwoche.jku.at/2004/stflorian/> [Stand: 17.02.2014]
- [6] Bild: MVV Münchner Verkehrs- und Tarifverbund, Schnellbahnnetz 2014, http://www.mvv-muenchen.de/fileadmin/media/Dateien/2_Netze_Bahnhoefe/bilder/netz14_Version_DB_13.08.13.pdf [Stand: 17.02.2014]
- [7] Idee: Loch, K.-H., Schwebinghaus, U. (2005): Computertomographie und lineare Gleichungssysteme, online: <http://www.matheprisma.uni-wuppertal.de/Module/CT/> [Stand: 17.02.2014]; Bild: Computed tomography of human brain, Radiology, Uppsala University Hospital, online: http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/50/Computed_tomography_of_human_brain_-_large.png [Stand: 17.02.2014]
- [8] Idee und Bild: Oldenburg, R. (2008): *Felix – mit Algebra Geometrie machen*, Sonderheft Computeralgebra, <http://www.mathematik.uni-kassel.de/~koepf/Vs2008/Sonderheft.pdf> [Stand: 17.02.2014]