

Ein Lehrbuch, ein Casinoführer, ein Roboter und Poker

Bericht über einige mathematische Maturitätsarbeiten

Armin P. Barth
KS Baden

«*Math class is tough*» wussten einige sprechende Barbie-Puppen in den 90er-Jahren. Das war einer von 270 möglichen Sätzen, die damals den Puppen einprogrammiert wurden, und erst nach heftigen Protesten verzichteten die Hersteller auf diesen Satz. Dass der Satz dennoch wahr ist, wenn auch im denkbar positivsten Sinn, spüren Mathematiklehrpersonen immer wieder; sie merken es zum Beispiel daran, dass mathematische Maturitätsarbeiten relativ selten gewählt werden.

Im Sinne einer Anregung möchte ich im Folgenden über einige aus meiner Sicht besonders gelungene Arbeiten berichten, die zu betreuen ich in den vergangenen Jahren das Vergnügen hatte; es handelt sich um ein Lehrbuch, einen Casinoführer, einen sechsbeinigen Roboter und ein Lesebuch über Poker.

Mathematik – leicht verständlich

Eine Schülerin, die im Frühjahr 2011 die Maturitätsprüfung ablegte, hatte sich nicht weniger zum Ziel genommen, als den gesamten Stoff der 1. und 2. Klasse Gymnasium aufzuarbeiten und in einem Buch schülergerecht darzustellen. Ich war erst skeptisch, weil ich, ohne anmassend erscheinen zu wollen, selber sehr viel mehr darüber weiss, wie mathematische Stoffe schülergerecht aufbereitet werden können als eine Schülerin, die noch mitten im Lernprozess steht. Wozu also diese Arbeit?



Anita L., Verfasserin von „Mathematik – leicht verständlich“

Anita musste sich selber wieder in den schon länger zurückliegenden Stoff und einen möglichen, überzeugenden Aufbau einarbeiten. Sie befragte zudem Schülerinnen und Schüler nach besonderen Problemen und Lehrpersonen nach besonders herausfordernden Knackpunkten in den einzelnen Kapiteln, um diesen dann besonders viel Beachtung und Raum zu schenken. Und am Ende legte sie ein 155 Seiten starkes Buch vor, das die einzelnen Kapitel übersichtlich und gut illustriert behandelt und das mit Beispielen, Tipps, Taschenrechnerhinweisen, Querbezügen, einem Stichwortverzeichnis und einer ausführlichen Formelsammlung ausgestattet ist. Meine anfängliche Skepsis war verflogen: Als Ergänzung zum Unterricht halte ich das Werk für sehr wertvoll; gerade für Schülerinnen und Schüler, die nicht mit einem Buch oder Skript arbeiten, bietet das Werk die Möglichkeit nachzulesen, zu vertiefen, alles noch einmal aus einem anderen Blickwinkel zu beleuchten.

Die Werbung an meiner Schule und den anderen kantonalen Schulen lief gut an, und Anita verkaufte gleich nach Fertigstellung des Buches deutlich mehr Exemplare als erhofft. Das Buch wurde von einer Schülerin und für Schülerinnen und Schüler geschrieben, ein Unternehmen, das trotz meiner anfänglichen Skepsis zu einem hervorragenden Ergebnis geführt hat.

Glücksspiele und ihre Gewinnchancen

Zwei meiner ehemaligen Schüler waren begeisterte Spieler. Ob Roulette, Black Jack oder Poker, die Spiele und vor allem ihre mathematischen Analysen faszinierten Martin M. und Martin H.



Daher beschlossen sie, einen mathematischen Casinoführer zu schreiben, der den Benutzern eine Hilfestellung sein soll bei dem Besuch eines Casinos. Nicht zuletzt dank der Unterstützung des Casinos Baden gelang ihnen eine besonders schön illustrierte Arbeit, in der Lotto, Toto, Keno, Roulette, Bingo, Poker und Black Jack vorgestellt und mit kombinatorischen und wahrscheinlichkeitstheoretischen Methoden analysiert wurden.

Eine Maschine lernt laufen

Das Ziel einer älteren Arbeit war, einen sechsbeinigen Roboter zu entwickeln, der sich selbständig fortbewegt; Bewegung und Koordination seiner Beine sollten mit Hilfe eines neuronalen Netzwerks trainiert werden. Thomas B., mein Schüler, las sich ein in bedeutende Vorarbeiten auf dem Gebiet der Laufmaschinenentwicklung, die damals vor allem an deutschen Universitäten geleistet worden sind. Dank dieser Vorarbeiten konnte er sich relativ schnell für die Grundstruktur (Abmessungen, Antriebsart, ungefähre Steuerstruktur) des Roboters entscheiden. Die Konstruktion der Beine machte detaillierte Berechnungen nötig. Zur Steuerung des Roboters waren einerseits genaue Kenntnisse der Elektronik und andererseits detaillierte Kenntnisse moderner Trainingsalgorithmen, insbesondere diverser neuronaler Netzwerke, nötig. Der auf *Error-Backpropagation* beruhende Netzwerkalgorithmus ist von hoher mathematischer Komplexität.

$$\frac{\delta E_{tot}}{\delta w_{ij}^{l-1,l}} = - \sum_{i_1=1}^{n_0} \left\{ (d_{i_1} - a_{i_1}^o) \cdot \sigma'(x_{i_1}^o) \cdot \sum_{i_2=1}^{n_{o-1}} \left\{ w_{i_2, i_1}^{o-1, o} \cdot \sigma'(x_{i_2}^{o-1}) \cdot \sum_{i_3=1}^{n_{o-2}} \left[w_{i_3, i_2}^{o-2, o-1} \cdot \sigma'(x_{i_3}^{o-2}) \cdot \frac{\delta x_{i_3}^{o-2}}{\delta w_{ij}^{l-1,l}} \right] \right\} \right\}$$

Dass Thomas mit Formeln wie der abgebildeten umzugehen verstand, ist alles andere als selbstverständlich. Dank über 400 Stunden Arbeitsaufwand und nie nachlassendem Eifer gelang ihm eine Arbeit, die Lichtjahre über dem Standard durchschnittlicher Maturitätsarbeiten liegt – eine Qualität, die nur erreicht werden kann, wenn sich jemand mit Haut und Haar einer Aufgabe verschreibt. Dann aber sind Jugendliche zu Leistungen imstande, die sich auf einem geradezu schockierend hohen Niveau bewegen – schockie-

rend, wenn man damit das fachliche Niveau kontrastiert, das im „Normalunterricht“ durchschnittlich erreicht wird.

Ein Roman über Poker

Vor einigen Jahren haben Peter Gritzmann und René Brandenburg mit *«Das Geheimnis des kürzesten Weges»* einen ganz hervorragenden Roman über Graphentheorie geschrieben, der sich sehr direkt an Jugendliche wendet. Angetan von der Idee, dass man mit wirklich gut geschriebenen, stufengerechten, humorvollen Texten Jugendliche sicherlich für Mathematik begeistern kann, schlug ich kürzlich das Thema vor, Poker, Kombinatorik und Wahrscheinlichkeitsrechnung in eine Art Jugendroman zu verpacken. Ich wollte gewissermassen das Gegenteil eines trockenen Lehrbuches, eine Geschichte, die sich in der Welt der Jugendlichen abspielt und bei der sich alles um Poker dreht und Mathematik nicht deshalb vorkommt, weil ein Lehrplan es vorschreibt, sondern weil es das am besten geeignete Werkzeug ist, um die anfallenden Probleme zu lösen.

Glücklicherweise haben zwei meiner Schüler, Nikita K. und Alain S., angebissen und entwickeln nun ein Buch und eine Website. Die ersten Ergebnisse sind sehr erfreulich: Die Geschichte handelt von Jugendlichen, die sich zu einem Pokerabend treffen und mehr über dieses Spiel lernen wollen, und in ganz ungekünstelter Weise treten Fragen um reale Spielsituationen auf, die nur mit einer cleveren Portion Mathematik beantwortet werden können...