

Die Macht der Algorithmen

Mathematik im Alltag

Günter M. Ziegler

Weil's heute ernst wird bei ‚Mathematik im Alltag‘ sollten wir mit den guten Nachrichten beginnen – auch wenn wir die am Ende nicht glauben. Die gute Nachricht ist: „Deutschland wird Weltmeister“. Das verkündet Metin Tolan, Professor für experimentelle Physik an der TU Dortmund, unter anderem auf [www.spiegel.de](http://www.spiegel.de/video/video-1063895.html) (siehe <http://www.spiegel.de/video/video-1063895.html>). Die Behauptung ist, die Platzierung bei der WM „kann man sich ausrechnen“, weil die nämlich periodisch um den Mittelwert $\bar{P} = 3,7$ schwankt:



Und das packt Professor Tolan in die Formel

$$P(n) = \left(\bar{P} + \frac{1}{2}\right) + \left(\bar{P} - \frac{1}{2}\right) \cos\left(\frac{2\pi}{N}n\right),$$

wobei $P(n)$ die Platzierung bei der n -ten Weltmeisterschaft ist, also diesmal $n = 17$.

Ein Problem dabei: Voraussagen sind notorisch schwierig, insbesondere, wenn sie sich auf die Zukunft beziehen. (Dieses schöne Zitat wird unter anderen Niels Bohr, Albert Einstein, Groucho Marx und Woody Allen zugeschrieben – siehe www.larry.denenberg.com/predictions.html.)

Schlimmer: Hier wird wieder mal die Autorität der Mathematik beschworen, um Aufmerksamkeit zu erlangen. Im Originalton des Spiegel-Videos heißt das „weil es Mathematik und keine Wahrsagerei ist.“

Noch schlimmer: es verschleiert, dass da doch aus sehr wenig Daten sehr viel Wirbel gemacht wird. Die Übungsaufgabe lautet doch: Wie lautet die nächste Zahl in der folgenden (unendlichen?) Folge:

1954, 1974, 1990, ...

Und es gibt natürlich tausend Formeln, die man aufstellen kann, die als nächste Zahl dann wahlweise 2010, 2014, 2016 oder 2020 ergeben. John von Neumann soll gesagt haben: „an vier Parameter kann ich einen Elefanten anpassen, und mit dem fünften kann ich seinen Rüssel wackeln lassen.“

Nur hat der Kollege Tolan seine Formel offenbar nicht richtig angepasst: Sie sagt uns die Weltmeisterschaft schon für 2006 voraus. Damals war's ja knapp, mit dem Sommermärchen.

Was soll das mit der Formel? Ist das ernst gemeint? Missbrauch von Mathematik? Lustig? Jedenfalls ist es vermutlich effektive Buch-Werbung (Metin Tolan: *So werden wir Weltmeister: Die Physik des Fußballspiels*, Piper 2010).

Und Fußball in Formeln packen, das tun auch andere – etwa Puma:



Aus vielen Punkten wird eine Linie

Auch zur Frage, welche Linien man durch ein paar (Daten-)Punkte legen kann und sollte, zitieren wir kommentarlos aus der Titelstory des Spiegel 8/2010 „Der Unglaubliche Guido“, unter der Überschrift „Herr Schriell gegen Frau Still“:

„Für sich genommen sind das alles nur Punkte“, sagt ein Intimus von Westerwelle, Punkte, für die es immer irgendeine Begründung gebe. „Zusammengenommen ergeben diese Punkte aber eine Linie, und die besagt eines: Das hat Methode.“

Die Macht der Algorithmen I

Frank Schirrmacher, Herausgeber der FAZ und Buchautor (*Payback: Warum wir im Informationszeitalter gezwungen sind zu tun, was wir nicht tun wollen, und wie wir die Kontrolle über unser Denken zurückgewinnen*, Blessing 2009) stellt fundamentale und fast apokalyptische Fragen – etwa „Beherrschen die Computer uns, oder beherrschen wir die Computer?“ oder „Welchen freien Willen hat man überhaupt noch, wenn alles durch Computer berechenbar ist?“.



Ich empfehle nicht, sein Buch zu lesen, an dem vermutlich schon der Titel viel zu lang ist, aber wir nehmen uns einen wortmächtigen Artikel (<http://tinyurl.com/y4a294y>) vor, den er am 19. April in der FAZ veröffentlicht hat, in der Rubrik „Digitales Denken. Wie verändert uns das Internet“:

Macht der Simulation

Plötzlich sind wir alle Zuschauer

Der Stillstand des Luftverkehrs beruht nicht auf Daten, sondern auf einer Simulation. Die riesige Datenwolke des Internets dient heute schon für Risikoprognozen nach denselben Algorithmen.

Darin stellte sich Schirmmacher mitten im langen Flugverbotswochenende auf die Seite der Airlines („Die wollen nur fliegen“), und gesteht dem Unternehmenssprecher der *Lufthansa* und dem Chef von *Air Berlin* zu:

ihr Protest gegen das Flugverbot [ist] ein Meilenstein in der soeben erst beginnenden Technologiekritik des digitalen Zeitalters, ein Kapitel in der Geschichte der systematischen Selbstentmächtigung der modernen Gesellschaft durch Modelle.

Das ist massiv. Die krude These in Kürze: Die Flugverbote beruhten nur auf Computersimulationen; Schirmmacher stellt ganz ausdrücklich nicht in Abrede, dass die zutreffend sein könnten, bestreitet ausdrücklich auch nicht die Triftigkeit von Simulationen, aber er behauptet, dass die Ergebnisse der Computermodelle letztlich auch den Entscheidungsträgern die Entscheidungsspielräume wegnehmen – die Mathematik würde diktieren, was gemacht werden müsste:

Das hat damit zu tun, dass die Simulation ihre eigenen sozialen Algorithmen produziert. Der Ermessensspielraum liegt für alle beteiligten Behörden bei Null. Es sind Menschen, aber im Grunde müssen sie handeln wie die Algorithmen, die bei der Finanzkrise eine Vielzahl von Marktreaktionen auslösten, weil es die Parameter erzwingen.

Zuschauer des Wirklichen

Plötzlich werden alle zu Zuschauern: die Fluggäste, die Piloten, die Airlines, der Wetterdienst, die Behörden. Die ‚human response‘, die menschliche Antwort auf die Maschine, ist nicht mehr möglich, weil auch in den menschlichen Entscheidungsgruppen ein Programm von Befehlen, Verordnungen und Routinen abläuft. (...)

Ist der Grad vorausberechneter Komplexität dicht genug, existiert auch ‚Schicksal‘ nicht mehr. Wo Schicksal nicht existiert, wird alles zur juristischen Verantwortung. Denn die Simulation ist im Katastrophenfall immer im Recht. Liegt die Prognose vor,

tritt der Mensch gegen die scheinbar unerbittliche Logik der Mathematik an. Computer, sagt der amerikanische Mathematiker Steve Strogatz, berechnen mittlerweile Dinge, die auch die brilliantesten Mathematiker nicht mehr überprüfen können.

Das ist, um es plakativ zu sagen, eine Mischung von Allgemeinplätzen und Unsinn. Natürlich können Computer Dinge ausrechnen, die kein noch so brillanter Mathematiker nachrechnen kann – den Wetterbericht etwa. Andererseits: Natürlich gibt es Entscheidungsspielräume, und Wissenschaft und Politik müssen *verantwortliche* Entscheidungen treffen, und die werden weder von Mathematik diktiert noch von Computern unmöglich gemacht. Allerdings gefährden die Methaphernaschewolken im Schirmmacherstil eine sinnvolle Debatte (etwa im Vulkanaschekontext) über Fragen vom Typ:

- Wie gut sind eigentlich die Prognosemodelle?
- Wie gut sind die Daten? Reichen die aus?
- Stimmt die Numerik?
- Sind die Ergebnisse plausibel, vertrauenswürdig?
- Können wir die Rechenergebnisse anhand realer Daten eichen, überprüfen, validieren?

All das sind *wissenschaftliche* Fragen – zu klären im Zusammenspiel von Mathematikern und Meteorologen. Und dann gibt es *technische* und *politische* Fragen, vom Typ:

- Und welche Risiken werden in Kauf genommen?
- Welche Grenzwerte müssen gesetzt werden?

Und dann ist die Schnittstelle interessant: Wie werden wissenschaftliche Ergebnisse, Modellrechnungen und Risikoanalysen der Politik und Wirtschaft mitgeteilt?

Man kann hoffen, dass die Kommunikation nicht so eindimensional und alternativlos abläuft, wie das in der Presse dann erscheint.

Die Presse ist im Ascheregen ohnehin überfordert. Siehe etwa zwei Tage nach Schirmmachers Predigt der Bericht im Schwäbischen Tagblatt:

Allerdings konnte in Deutschland nur jedes zweite Flugzeug starten, in Europa flog immerhin bereits die Hälfte der Flieger.

Als die Flugverbote schon aufgehoben waren, sind offenbar noch Denksperren in Kraft geblieben?

Die Macht der Algorithmen, II

Auch im Kontext der Finanzkrise stellt sich die Frage nach der Ohnmacht der Menschen und der Macht der Algorithmen. Unter dem Titel „Maschinen an der Macht“ berichtet etwa der *Tagesspiegel* über den ‚schwarzen Donnerstag‘ (6. Mai), an dem die New Yorker Börse, offenbar angetrieben von automatischen Handelsprogrammen (und möglicherweise verstärkt durch einen Tippfehler?), innerhalb von Minuten fast 1000 Punkte und 9 %

an Wert verlor, diesen aber innerhalb von Minuten großteils auch wieder einholte. Die Algorithmen, die da agieren, sind beängstigend. Offenbar haben die Sicherheitsmechanismen, die es gegen solche selbstverstärkende Effekte durchaus gibt, nicht gegriffen. Darüber wird noch zu reden sein. Die US-Börsenaufsicht ermittelt.

Aber noch viel fundamentaler müssen wir uns der Frage stellen „Is maths to blame?“ – Ist die Mathematik schuld an der Finanzkrise? Die Antwort ist natürlich *nein*, aber der Frage müssen wir uns stellen. An den Börsen werden ja auch nicht (nur) reale Werte gehandelt, sondern Versicherungen und Wetten, Optionen und Derivate, also mathematische Konstrukte. Und das ist so, und da lässt sich die Uhr auch nicht mehr zurückdrehen. Aber: verstehen die Börsenhändler und die Bankvorstände eigentlich die mathematischen Konstrukte, mit denen sie da handeln? Und wenn nein – wer ist dann schuld, die Börsenhändler und die Bankvorstände, oder die Mathematiker, die nicht hinreichend informiert und gewarnt haben? Ich verweise dazu nicht nur auf den Aufsatz „Alles richtig und trotzdem falsch?“ von Hans Föllmer in den *Mitteilungen* 3-2009, S. 148–154, sondern auch auf den Aufsatz “The Financial Crisis and the Systemic Failure of Academic Economics” (<http://ideas.repec.org/p/kiel/kieliw/1489.html>) als Ergebnis des 28. Dahlem Workshops 2008, mit Föllmer als einem der Autoren – in dem im Hinblick auf die oben für die Luftverkehrsindustrie diskutierte Kommunikation zwischen Wissenschaft und Politik gesagt wird (ich übersetze):

Wir führen die tieferen Wurzeln dieses Versagens darauf zurück, dass die Wirtschaftswissenschaften darauf bestanden haben, Modelle zu konstruieren, die so entworfen werden, dass sie wesentliche Elemente ignorieren, die die Ergebnisse realer Märkte beeinflussen. Die Wirtschaftswissenschaftler haben darin versagt, die Begrenzungen, Schwächen und sogar Gefahren ihrer bevorzugten Modelle der Öffentlichkeit zu kommunizieren. Dieser Zustand macht klar, dass eine substanzielle Umorientierung der Forschungsschwerpunkte in den Wirtschaftswissenschaften notwendig ist und ebenso auch ein ethischer Standard geschaffen werden muss, der von Wirtschaftswissenschaftlern fordert, dass sie die Begrenzungen und Missbrauchsmöglichkeiten ihrer Modelle verstehen und kommunizieren.

Und wenn da von Wirtschaftswissenschaftlern („economists“) die Rede ist, dann sind damit auch die Finanzmathematiker gemeint ...

Die Macht der Algorithmen, III

Mathematik durchdringt alle Lebensbereiche – auch die Musik, die wir hören.



Und da berichtet die *Süddeutsche Zeitung* vom 4. Mai in der Rubrik „Gehört, gelesen, zitiert“ unter dem Titel

Hört euch Musik im Radio an!
Warum Schwarmintelligenz Blödsinn ist

über einen Vortrag des US-amerikanischen Musikkritikers Christopher Weingarten auf der Konferenz „Twitter and the Death of Rock Criticism II“ Ende April in New York über den Popmusik-Journalismus:

2010 ist Schreiben und Lesen über Musik nichts anderes mehr als Mathematik. Und dabei haben die meisten von uns angefangen zu schreiben, weil wir sehr, sehr schlecht in Mathe waren.

Eins von den Werkzeugen, das wir benutzen, ist hypemachine.com [gemeint ist hypem.com]. Diese Website verwendet irgendeinen magischen Algorithmus, um Tausende von Musik-Blogs zu durchkämmen und so herauszufiltern, über welche hippe Indie-Rock-Band in dieser Woche geredet wird. [...] Ich bin nicht gerne der Überbringer schlechter Nachrichten, aber wenn man die Meinungen von Tausenden von Menschen zusammenträgt, dann entspricht das ziemlich genau dem, was der kleinste gemeinsame Nenner genannt wird. Das Irrwitzige ist, dass Menschen, die diese Ergebnisse abrufen, überzeugt davon sind, dass sie eine Alternative zum kleinsten gemeinsamen Nenner bekommen.

(<http://tinyurl.com/33mxbpo>)

Auch hier: der Vorwurf und die Gefahr, dass mathematische Algorithmen die wir nicht kennen und nicht verstehen, uns steuern. Ein Unterschied: im Hinblick auf Popmusik kann man dem Statistik- und Ranking-Wahn des Internets ausweichen. (Hinweis: auch bei *Google* wissen wir schon lange nicht mehr, nach welchen Kriterien Webseiten bewertet und empfohlen werden. Wir dürfen annehmen, dass es kommerzielle Kriterien sind. Der *PageRank*, der auf einer Eigenwertberechnung beruht und von *Google* patentiert worden war, ist es schon lange nicht mehr, zumindest nicht als einzige Komponente.)

In Hinblick auf Musik ist die Lösung des Problems einfach: Ohren aufsperrn, anstatt dem Internet zu vertrauen.

Prof. Günter M. Ziegler, MA 6-2, TU Berlin, Str. des 17. Juni 136, 10623 Berlin. ziegler@math.tu-berlin.de