Mensch oder Maschine

Ein Monolog über die Zukunft des reinen Mathematikers

Patrick Hermle

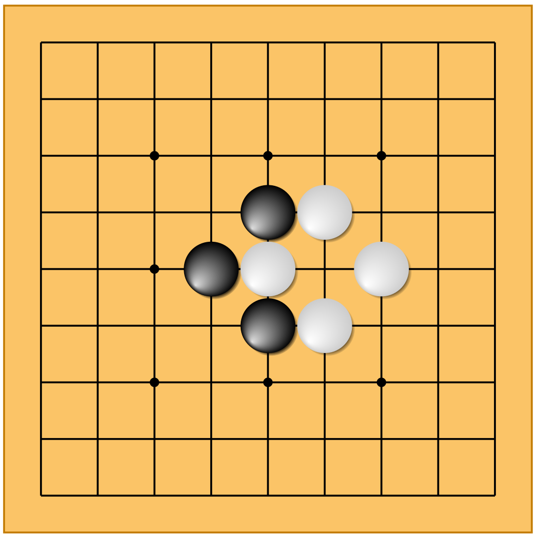
Der nachfolgende Text ist eine künstlerische Annäherung an das Thema des Romseminars 2020 *„Digitalisierung. Wie diskret wollen wir leben?"*. Der Monolog sowie die Form der Darbietung sind inspiriert von Chris Thorpes Stück „Bestätigung" („Confirmation", 2014) sowie der Vorhersage des Mathematikers Timothy Gowers, dass in fünfzig Jahren Computer bessere Mathematiker als wir Menschen sein würden. Im Stück reflektiert ein junger, fiktiver Mathematiker diese Aussage von Gowers. Dabei spricht er über seine Gefühle und seine Sicht auf die Mathematik. Am Ende stellt er sich das von Gowers beschworene Szenario vor und denkt darüber nach, wie dies sein mathematisches Leben verändern würde. Er trägt den Text selbst vor, die kursiven Zwischentexte jedoch, in denen sich einzelne Mathematiker und ein Go-Spieler vorstellen, werden von Personen im Publikum gesprochen.

[*Stehend*] Tübingen, im Tal die schöne Altstadt, dahinter ein kleiner Berg mit den bekannten Kliniken und einem Unicampus, der von Weitem wie eine Hochhaussiedlung und von Nahem wie einer Baustelle aussieht. Die hohen Betonhäuser auf dem Campus sind mit Buchstaben etikettiert. Der Bau mit dem Buchstaben C ist das Mathematikgebäude. Darin befindet sich im 6. Stock ein kleines Büro, in dem an einem noch kleineren Tisch ein Mathematiker sitzt. [*Auf sich zeigend, setzend*]

Hinter mir eine Tafel voll mit Formeln, Symbolen und unnatürlichen Bildern. Ich sitze da und starre in den Raum. Dicke Luft im Büro, ich bin hochkonzentriert, habe vergessen zu lüften, habe vergessen, dass ich eigentlich seit einer Stunde Hunger habe, nehme nichts wahr als meine Gedanken. Ich merke auch nicht, dass ich diese Gedanken laut ausspreche, mit mir ein Selbstgespräch führe … Normalerweise denke ich darüber nach, ob dynamische Systeme ergodisch oder schwach mischend sind, wie man Ergodensätze für nichtkommutative C^*-Algebren beweisen kann oder wie man den Primzahlsatz mit dynamischen Methoden herleiten könnte. Aber mich beschäftigt ein anderes Problem. Es ist kein mathematisches Problem oder vielleicht doch ein Problem für Mathematiker. Das Problem hat auch etwas Philosophisches, Psychologisches, Persönliches, Mystisches … Es ist ein Existenzproblem. Denn ich stelle mir die Frage: Ist meine Art, meine Zunft, sind wir Mathematiker vom Aussterben bedroht?

[*Aufstehend*] Vom Aussterben bedroht, wie der Amur-Leopard, die echte Karettschildkröte, der südchinesische Tiger, wie australische Eukalyptuswälder oder Orchideen … Natürlich meine ich nicht ein physisches Aussterben, sondern ein geistiges Aussterben, eher ein intellektuelles Pulverisieren, ein Abholzen des mathematischen Denkens, wie wir es heute kennen.

Wie komme ich darauf? 1997 wird das Schachgenie Garry Kasparow von dem von IBM entwickelten Schachcomputer „Deep Blue" geschlagen. Heute ist klar: Schachcom-



puter spielen besser Schach, als wir Menschen es jemals können werden. Dieser Triumph der Maschine über den menschlichen Geist war den Forschern aber nicht genug. Sie wagten sich an ein weitaus komplizierteres Spiel: Go. Go ist ein besonders im asiatischen Raum weitverbreitetes Spiel von großer kultureller Bedeutung. Führende Computerwissenschaftler waren sich einig, dass es ein Meilenstein für die Forschung wäre, falls eine Maschine einen professionellen Go-Spieler schlagen könnte. Zwanzig Jahre nach Kasparows Niederlage schlägt das von Google entwickelte Computerprogramm „AlphaGo" den Südkoreaner Lee Sedol.

Ich bin Lee Sedol, einer der besten Go-Spieler aller Zeiten. Ich habe mit dem 9. Dan den höchstmöglichen Spielrang inne, den ein Go-Spieler erreichen kann. Im Januar 2016 habe ich entgegen meiner Erwartungen gegen „AlphaGo" verloren.

[*Hinsetzend*] Die Niederlage von Sedol hat mich mitgenommen. Sedol ist in Südkorea nicht nur irgendein Brettspieler, er wird als Ikone gefeiert, als Künstler verehrt. Wenn man Sedol über Go reden hört, spricht er nicht über ein Spiel, sondern über sein Leben. Er behauptet, alles, was er über sein Leben weiß, durch Go gelernt zu haben. Er glaubt, dass viel mehr als beim Schach, Kreativität und Intuition beim Go eine große Rolle spielen. Daher war Sedol der Überzeugung, dass er alle seine Partien gegen „AlphaGo" gewinnen würde. Er war voller Selbstvertrauen. Doch dann verlor er vier von fünf Spielen. Aus Selbstsicherheit wurde Unsicherheit, Unglauben und Schock. Hier hatte ein Spieler nicht nur ein Spiel verloren, sondern ein Mensch den Glauben an seine geistige Einzigartigkeit, an seine geistige Überlegenheit. AlphaGo spielte nach Sedols Aussagen den kreativsten Zug, den er jemals gesehen hatte, voller Schönheit und Eleganz. Nach der Niederlage gab Sedol professionelle Go-Wettkämpfe auf. Als Grund nannte er die Überlegenheit der Go-Programme. Ein Künstler gibt seine Kunst auf [1].

Ist Mathematik nicht auch nur ein Spiel, strukturiert durch Regeln, die wir Axiome nennen? Aus denen wir Schritt für Schritt deduktiv unsere Schlüsse ziehen? Könnte es nicht sein, dass der nächste Lee Sedol Terence Tao ist?

Ich bin Terry Tao. Für viele gelte ich als der Mozart der Mathematik. Mit 12 gewann ich die Mathematik-Olympiade, mit 16 machte ich meinen Master in Mathematik, mit 24 wurde ich Professor an der UCLA. 2006 wurde ich mit der Fields-Medaille ausgezeichnet. Mein Ziel ist es, die schwierigsten Probleme der Mathematik zu lösen wie zum Beispiel die Riemannsche Vermutung.

[*Aufstehend*] Wird diesem Terence Tao bald die Riemannsche Vermutung von einem Computer direkt vor der Nase weggelöst? Ein Hirngespinst? Nicht nur ich denke darüber nach, auch Timothy Gowers.

Ich bin Tim Gowers, genau wie Terry ein Fields-Medaillengewinner. Ich bin Professor in Cambridge, früher habe ich mich mit Funktionalanalysis beschäftigt, heute wende ich mich mehr der Kombinatorik zu. Aber in letzter Zeit interessiere ich mich auch dafür, ob Computer in naher Zukunft Mathematik betreiben können.

Ja, dieser Timothy Gowers behauptete vor kurzer Zeit:

In twenty-five years computers will be useful assistants for mathematicans. But in fifty years computers will be better mathematicans than we are [2].

Mich beschäftigt diese Aussage. Sie löst in mir Unbehagen, inneren Widerstand aus. Wie kommt Gowers auf diesen Satz? Wollte er auf den „KI's werden uns alle irgendwann mal ersetzen"-Hype aufspringen, irgendetwas Wichtiges sagen, nur eine Überschrift produzieren?

Aber nein, Gowers ist nicht so ein Typ. Ich schaue mir seine Vorträge an [*auf den Computer starrend*]. Er scheint es ernst zu meinen. Anders als bei Gowers, der weiß, wovon er spricht, bin ich mir bei manchen Journalisten nicht so sicher. Ich lese reichlich Überschriften wie „Wird der Computer die mathematische Forschung übernehmen?", „Werden Computer das Wesen der Mathematik verändern?", „Mensch oder Maschine, sind Computer die besseren Mathematiker?". Bla bla bla … Es fällt mir schwer, diese Prognosen richtig einzuschätzen. Ich kenne zu wenig die technischen Hintergründe, kenne nur partiell den neuesten Forschungsstand. Ich hänge mit meinen Gedanken in der Luft. Gespräche mit Kollegen(innen) und Professoren(innen) verstärken dieses Gefühl eher. Keiner weiß so richtig, was er glauben soll. Einer von Gowers' Vorträgen endet mit dem fast melancholischen Szenario: „*… and maybe at one time we are out of business*". Für junge Mathematiker wie mich eine beängstigende Vorstellung. Noch nicht mal richtig angefangen zu forschen, und schon „out of business"?

[*Hinsetzend*] Sind wir also ein Auslaufmodell? Ich spüre ein inneres Rebellieren, denn ich fühle mich ganz und gar nicht so. Und doch ist es unbestritten, dass Computer einen immer größer werdenden Einfluss auf die mathematische Forschung haben. Schon 1996 wurde der Vierfarbensatz mit Hilfe eines Computers bewiesen. Im Jahre 1998 bewies Hales die Keplersche Vermutung durch Fallunterscheidung, in dem er mit einem Computer die unterschiedlichen Fälle überprüfte. Für immer mehr Mathematiker(innen), besonders für Zahlentheoretiker(innen) und Kombinatoriker(innen), ist der Rechner ein nützliches Instrument, das bestimmt, wie lohnenswert es ist, sich intensiv mit einer Vermutung zu beschäftigen. Ergibt sich aus dem Rechnen des Computers ein Gegenbeispiel, spart man Zeit, die man auf das Finden eines Beweises verschwendet hätte. Bestätigen andererseits die Rechnungen des Computers die Behauptung, dann lohnt es sich schon mehr, über deren Gültigkeit nachzudenken. Bisher brauchen wir Mathematiker Computer eigentlich nur aus zweierlei Gründen. Der erste ist, dass wir oft einfach zu faul sind, eine komplizierte Rechnung selbst durchzuführen oder jeden einzelnen Fall zu überprüfen. Der zweite ist Zeitersparnis. Computer sind einfach ziemlich schnelle Rechner und somit kann die gewonnene Zeit, die wir nicht auf die Rechnung verwenden müssen, in einen Gedanken investiert werden, den wir einem Computer nicht zutrauen. Bisher sind die Aufgaben also klar verteilt. Die unorginellen, mechanischen Rechnungen, die nach einem ausgemachten Schema ablaufen und viel Zeit erfordern, können die Computer erledigen. Aber wir machen die wirkliche Mathematik.

[*Aufstehend*] Aber was machen wir Mathematiker eigentlich [3]? Natürlich rechnen wir auch, wir addieren und multiplizieren, wir integrieren und wir leiten ab. Aber das ist nicht unser Kerngeschäft. Man muss dafür nicht nachdenken! Wir Mathematiker wollen aber nachdenken, Mathematik verstehen, neue Mathematik kreieren oder entdecken, wir wollen schwierige Probleme lösen. Hierbei ist unser Markenzeichen der Beweis. Indem ich einen Beweis gebe, versuche ich andere Mathematiker von meiner Einsicht zu überzeugen. Ich versuche rigoros zu begründen, warum ich eine mathematische Aussage für richtig oder falsch halte. Akzeptieren andere Mathematiker den Beweis, dann einigt man sich darauf, dass die Aussage wahr ist. Der Beweis dient also als Institution, die Irrtum vermeiden soll. Er ist die Plattform, auf der wir unsere Argumente nachvollziehbar und überprüfbar machen. Aber ist das wirklich so?

Muss man nicht ehrlich sein und eingestehen, dass die Mathematik längst nicht mehr das ist, was sie einmal war? Nicht mehr die Wissenschaft, die verständlich und klar mittels Beweisen zwischen wahr und falsch entscheidet? Diese Vorstellung ist ein romantisches Souvenir vergangener Tage. Hatte man zumindest bei einem Gauß oder bei einem Hilbert das Gefühl, sie überblicken den ganzen Komplex der Mathematik, so kann man das heute nicht einmal mehr von Terence Tao behaupten. Die moderne Mathematik ist nicht mehr nur Analysis, Algebra oder Geometrie, sondern algebraische Geometrie, tropische Geometrie, konstruktive Analysis, Funktionalanalysis, algebraische Topologie, Kategorientheorie, Ergodentheorie, harmonische Analysis und oft unerwartete Verbindungen zwischen diesen. Zwar sieht man leicht ein, dass es unendlich viele Primzahlen gibt, aber wer versteht heute wirklich den von Andrew Wiles gegebenen Beweis des letzten Satzes von Fermat [4]? Beweise werden immer komplexer und die Entfernungen zwischen den Fachgebieten immer größer. Mathematiker sind heute keine Universalisten mehr, sie sind Spezialisten, die kaum verstehen, was viele ihrer Kollegen und Kolleginnen im Büro zehn Meter nebenan so treiben.

Die einstige Kathedrale völliger Einsicht wurde so hoch weitergebaut, dass sie heute eher dem Turm von Babylon gleicht. Und der ist zum Einsturz bereit, behauptet der Zahlentheoretiker Kevin Buzzard [5,6]. Dieser glaubt, dass in der mathematischen Forschung mehr neue Resultate generiert werden, als im Detail überprüft werden können. Nicht einmal Experten können diese Fülle an mathematischen Veröffentlichungen im Detail überprüfen. Des Weiteren steigt der Komplexitätsgrad mathematischer Argumente monoton. So wurde zum Beispiel der Beweis der Klassifikation endlicher einfacher Gruppen in einem 1000 Seiten langen Paper veröffentlicht. In zwölf weiteren Bänden soll dieser erklärt werden. Wer soll ein solches Mammutwerk im Detail studieren? Auch die Lösungen großer mathematischer Probleme schlagen lange Brücken zwischen vielen mathematischen Fachgebieten. Verfolgt man schwierige Argumente bis auf ihren Kern zurück, kämpft man sich durch ein Dickicht anderer schwer verständlicher Beweise in zuvor veröffentlichten Papern. Ist es nicht wahrscheinlich, dass hier Fehler übersehen und so falsche Aussagen für neue Beweise verwendet werden? Einigt man sich vielleicht zu Unrecht darauf, dass das Resultat richtig ist? Bis ein tiefes Resultat im kleinsten Detail geprüft ist, wird es längst schon in einem anderen Beweis zitiert. Buzzard glaubt, dass ein Großteil der modernen Mathematik auf einem unsicheren Fundament fußt. Mathematik wird zum Jenga-Turm.

Könnten Computer dieses Problem in Zukunft vielleicht lösen? Buzzard zufolge ist dem so. Computer sollen so programmiert werden, dass sie komplizierte Beweise von Menschen Schritt für Schritt überprüfen können. Er selbst, der früher unter Richard Taylor in der algebraischen Zahlentheorie forschte, vollzog eine Kehre und arbeitet heute an Computerprogrammen, die mathematische Beweise überprüfen sollen. Das neue Credo der mathematischen Forschung könnte lauten: „Erst Altbekanntes verifizieren, dann Neues generieren." So soll die moderne Mathematik wieder auf sicheren Boden gestellt werden.

Es ist schwer zu leugnen, dass der Einfluss von Computern auf uns Mathematiker in den kommenden Jahren größer werden wird. Aber Gowers' Prophezeiung geht in eine andere Richtung. Sie wäre in letzter Konsequenz für uns fatal. Für ihn werden Computer irgendwann mehr als nur nützliche Hilfsmittel oder Kontrollsysteme für schwierige Beweise sein. Computer werden zukünftig so Mathematik machen, wie wir es tun und dies sogar besser. Was heißt das? Wenn ein Computer besser in Mathe sein will als wir, als Terence Tao, dann muss er in der Lage sein, mindestens dasselbe zu leisten wie wir, wie Terence Tao. Ein Computer muss also irgendwann beweisen können, dass es beliebig lange arithmetische Progressionen in den Primzahlen gibt.

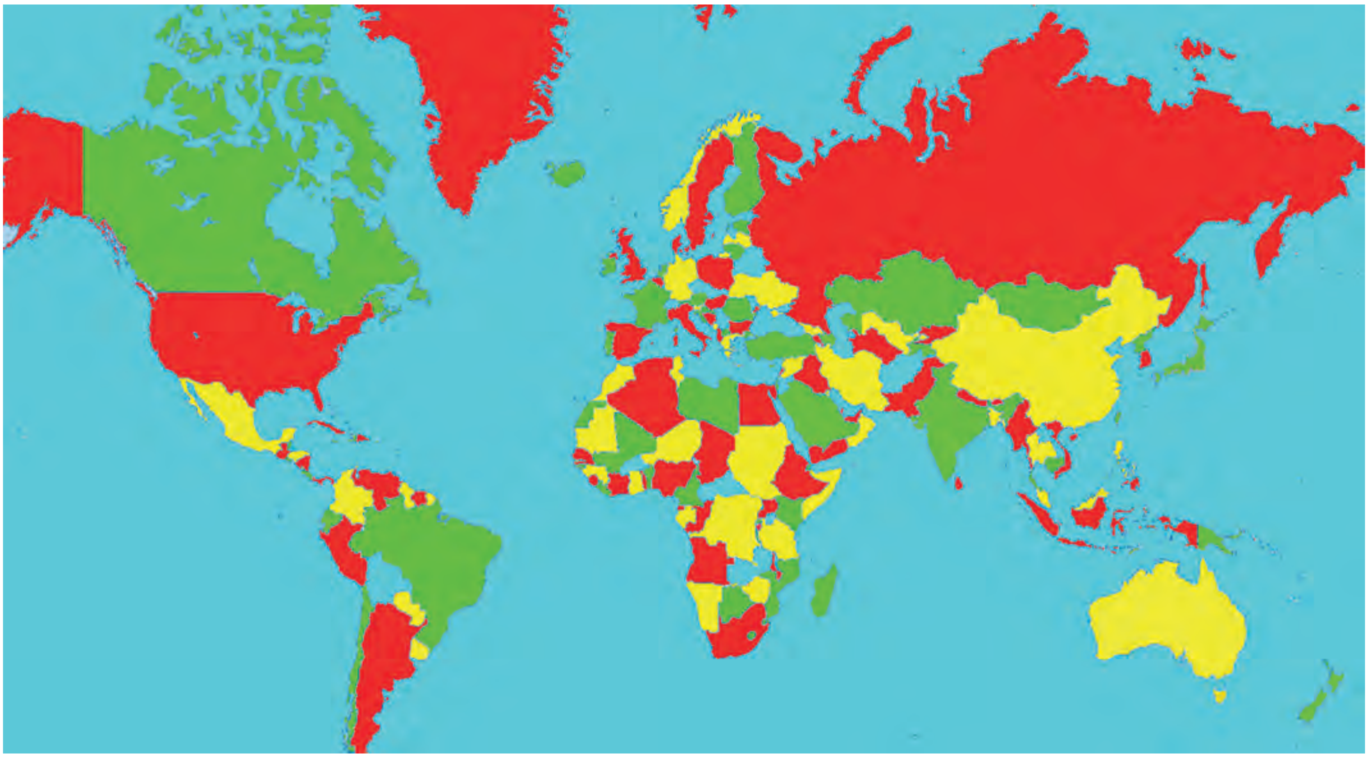
Wer in einem Beweis nur eine logische Kette deduktiver Ableitungen aus Axiomen, Definitionen und schon zuvor bewiesenen Sätzen sieht, traut dies vielleicht auch einem Computer zu. Jedoch gilt dann für den Computer derselbe Leitsatz wie für uns Mathematiker: Eine reine Rechnung ist kein Beweis. Irgendein Ausspucken logischer Symbole auch nicht. Wir Menschen versuchen unsere Beweise so aufzuschreiben, dass die Argumente für andere Mathematiker, seien es auch nur die Kollegen des eigenen Fachgebiets, nachvollziehbar sind, so dass sie den Beweis verifizieren könnten. Beweise müssen für eine hinreichend große Anzahl an Mathematikern überprüfbar sein, bevor die bewiesene Aussage als wahr anerkannt wird. Will ein Computer mit uns mithalten, muss seine Argumentationsstruktur für Mathematiker zugänglich sein. Er muss die Fähigkeit besitzen, für uns adäquat über Mathematik zu kommunizieren. Das Forschungsfeld, das einem Computer solches systematisches Beweisen beibringen will, heißt „Maschinelles Beweisen". Fortschritte werden hier rasch erzielt. Für einfache mathematische Aussagen liefert der Computer bereits Beweise, die kaum von Menschen gemachten zu unterscheiden sind. Auch Gowers selbst hat ein Programm geschrieben, das einfache mathematische Aussagen, die wir Studienanfängern als Übungsaufgaben geben, bereits beweisen kann [7]. Die Maschine holt langsam aber sicher auf.

[*Hinsetzend*] Ich bleibe dennoch skeptisch. Maschinen können bisher einfache mathematische Aussagen herleiten und auf logische Korrektheit überprüfen. Aber was ist, wenn die Situation komplizierter wird? Es ist völlig klar, dass der Schritt von einem Routinebeweis hin zu einem Beweis eines neuen komplizierten Theorems oder gar zu der Lösung eines schweren mathematischen Problems kein einfacher ist. Ist das eine ein systematisches Umformen einer Gleichung oder eine Rechnung nach einem bekanntem Muster, so braucht man bei dem anderen eine neue Idee. Hierfür gibt es kein Schema. Will der Computer mithalten, muss er Ideen haben, kreativ werden, Neues entdecken.

Mich stört aber auch die Ansicht, Mathematik allein auf den Beweis zu reduzieren. Wir Mathematiker beweisen eben nicht nur. Mindestens genauso viel vermuten, knobeln, spielen, probieren wir aus. Es geht nicht nur um den Beweis an sich, es geht vor allem um den Entdeckungsprozess, der vor dem Beweis steht. Dieser Prozess ist mehr als das Manipulieren logischer Aussagen, und im Allgemeinen ganz und gar keine mechanische Prozedur.

[*Aufstehend*] Hat Jimi Hendrix in seinen berühmten Gitarrensolos bloß Noten von irgendeinem Blatt mechanisch abgespielt, sind Picassos Bilder durch Malen nach Zahlen entstanden? Nein, bei Jimi Hendrix hört man Erfahrung, Intuition, ein Gefühl für den Takt und die Situation. Dieser Mann hat schon viele falsche Töne gespielt, um jetzt in diesem Moment die richtigen zu spielen. Bei einem Picasso-Bild sehe ich ein Bild, das mir etwas mitteilen will. Der Maler lässt sich sicher nicht nur durch axiomatisch festgelegte Regeln leiten. Er lässt sich vielleicht von seiner Umwelt inspirieren, versucht seine Gefühle auszudrücken, zu verarbeiten oder er treibt in völliger Spontanität, malt völlig intuitiv gerade das, was ihm in den Sinn kommt. So wie sich Musiker, Maler, Schriftsteller selbst finden, einen kreativen und spielerischen Prozess durchleben, um ihren Stoff zu verstehen, um sich dann in ihrem Werk selbst zu verwirklichen, so müssen wir Mathematiker unsere Mathematik verstehen, kreativ durchleben, um uns dann in einem Beweis zu verwirklichen. Das ist alles andere als straightforward.

Für mich ist das ein schleichender, undurchsichtiger Prozess, der schwer zu erklären ist. Es ist, wie wenn man in einem Tal steht, das in Nebel gehüllt ist. Man sieht die eigene Hand vor Augen nicht, möchte aber einen in der Nähe gelegenen Berg besteigen. Die herkömmlichen Methoden zur Orientierung versagen. Meine ersten Schritte sind nur Gefühl, aber ich laufe los, mal schneller, mal langsamer, beginne mit meiner Lage zu spielen. Ich habe immer noch keine Ahnung, wo ich hinlaufe. Anfangs beginne ich, Wege zu raten, irgendwann vermute ich einen Weg, der nach oben führen könnte. Ich gehe den vermuteten Weg, erstmal ohne Erfolg. Ich modifiziere meine Vermutung, und entwickle ein Gefühl für das Gelände. Ich beginne, meine Methoden zu verfeinern, finde neue Methoden. Irgendwann funktioniert eine, und ich schreite plötzlich einen neuen Weg in Richtung Gipfel voran. Nun wird der Nebel lichter. Ich gehe diesen Weg, der sich wieder in viele neue Wege aufteilt, ich gehe nach vorne und zurück, nach oben und nach unten, verliere die Lust, verliere die Motivation. Irgendwann bin ich so niedergeschlagen, lasse alles liegen. Distanziere mich von meinem Vorhaben, trete einen Schritt zurück, frage mich, warum



Vier Farben für eine Weltkarte

ich das alles mache, verweile einige Zeit an meiner Stelle. Und auf einmal sehe ich klarer, sehe einen Weg aus dem Nichts auftauchen, rufe „Heureka", der Nebel verschwindet, und ich renne in Richtung Gipfel. Oben kann ich nicht wirklich sagen, wie ich es geschafft habe. Nur nach einiger Zeit des Nachdenkens kann ich Zwischenschritte rekonstruieren, meinen Weg präzisieren.

Man könnte natürlich einwerfen, dass heutige Computerprogramme auf ähnliche Weise aus Erfahrung lernen können. Aber es geht hierbei nicht nur um Lernen aus Erfahrung. Wie wird das in Nebel getauchte Anfangsstadium programmiert, wo man nach Gefühl handelt? Wo man einfach mal anfängt, etwas zu tun, ohne zu wissen, wohin man kommt? Wie wird die kreative Findungsphase programmiert, die zu einem „Aha-Effekt" führt? Ich bin doch selbst kaum in der Lage, den gedanklichen Prozess, den ich beim Lösen eines mathematischen Problems erlebe, zu verstehen, zu rekonstruieren, geschweige denn präzise zu beschreiben. Wie soll diese vage Sprache in Programme implementiert werden? Ist eine kreative Idee, ein Geistesblitz nicht etwas völlig Unmechanisches, Spontanes, Unzerlegbares? Er geschieht einfach, oder besser es geschieht einfach mit einem. Es gibt keinen klar definierten Input, die Idee kommt aus dem Nichts. Mathematik ist eben nicht nur rigorose Präzision. Sie ist nicht ein sich rational entwickelnder Organismus, eher etwas, das zuerst in ziemlich vagem Zustand umherschwirrt, bis es sich zu einem rationalen, präzise formulierten Endstadium entwickelt.

[*Hinsetzend*] Aber nehmen wir einfach mal an, in fünfzig Jahren sind Computer bessere Mathematiker als wir. Sie sind in der Lage, interessante Probleme aufzuspüren, Aussagen zu vermuten. Sie finden nützliche Definitionen, kreieren große Theorien, beweisen Lemmata, Sätze, machen Vermutungen und können ihre Ergebnisse auch strukturiert aufschreiben. Sagen wir: Ein „AlphaGrothendieck" ist von Google erschaffen worden.

Ich bin Alexander Grothendieck. Ich bin der Sohn eines russisch-jüdischen Anarchisten, bin in Berlin geboren und nach der Verfolgung meiner Eltern durch die Nazis habe ich französische Wurzeln geschlagen. Ich bin bis in die abstraktesten Sphären der Mathematik vorgestoßen. Ich gelte als einer der größten Mathematiker des 20. Jahrhunderts, habe viele Theorien begründet, welche die Tür zur Lösung großer Probleme geöffnet haben. In meinem vierzigsten Lebensjahr habe ich ganz mit der Mathematik gebrochen, mich von Familie und Kollegen abgewandt und in die Einsiedelei zurückgezogen.

Dieser neue „AlphaGrothendieck" wird in kurzer Zeit alle offenen Probleme lösen und neue Probleme entdecken, die er alle wiederum lösen wird, um dann wieder neue zu entdecken, nur um diese wieder zu lösen, und das würde immer so weiter gehen. Was wird dann aus uns Mathematikern? Dieser Computer würde in einer solchen Fülle neue Mathematik produzieren, dass wir unmöglich mithalten könnten. Wir könnten natürlich versuchen, die Beweise des Computers zu verstehen oder die von ihm neuentdeckte Mathematik zu lernen. Wir könnten ihn verbessern, ihn in noch tiefere mathematische Welten eindringen lassen. Mathematik mutiert zur Computerwissenschaft. Wir könnten anfangen, die Maschine für ihr Tun zu bewundern. Es gäbe nun keine Wunderkinder mehr, sondern nur noch Wundercomputer.

[*Aufstehend*] Wollen wir dies wirklich? Würden wir so etwas zulassen? Liegt der Reiz der Mathematik für uns Menschen nicht darin, dass wir sie selber machen? Der Königsberger Mathematiker Carl Gustav Jacob Jacobi sagte:

> Die Ehre des menschlichen Geistes ist der einzige Zweck der Wissenschaft, [also insbesondere der Mathematik] [8].

Machen wir nicht auch deshalb Mathematik, um unsere intellektuellen Grenzen auszutesten, um uns auszuprobieren, herauszufordern, um an großen Problemen zu knobeln, uns die Zähne auszubeißen, und vor allem, weil es einfach Spaß macht? Hat Mathematik nicht ebenso wie Literatur, Film, Philosophie oder Sport einen kulturellen Wert? Wer würde auf die Idee kommen, einen Lionel Messi durch einen Roboter zu ersetzen? Die modernen Gladiatorenkämpfe in den großen Fußballarenen finden doch gerade deswegen Beachtung, weil hier Menschen agieren. Wir bewundern Messi, weil er ein Mensch ist wie du, du, du [*dabei auf das Publikum zeigend*] und ich, aber eben den Ball tausendmal besser ins Tor schießen kann, als wir, als du, du und ich. So ist es in der Mathematik auch. Der Reiz liegt darin, dass ein Mensch eine große mathematische Vermutung löst, die Generationen von klugen Köpfen vor ihm nicht lösen konnten. Es ist ein Wettbewerb, bei dem es wie im Sport auch um Ruhm und Ehre geht. Eben geistige, abstrakte Gladiatorenkämpfe.

Aber der neugebaute „AlphaGrothendieck“ wäre kein Mensch, er ist nicht wie wir. Der richtige Alexander Grothendieck war ein Mensch wie du, du, du [*dabei auf das Publikum zeigend*] und ich, nur ein bisschen schlauer. Er war der Anarchistensohn, das Wunderkind, welches sich vor den Nazis verstecken musste, ein Mensch, der diesen äußeren Umständen trotzte, aus dem Nichts in die Welt der Mathematik kam [9, 10], offene Probleme löste, sich in abstrakte Höhenflüge begab, allein ein ganzes Gebiet der Mathematik umkrempelte, daran scheiterte, irgendwann komplett mit der Welt brach, und sich schließlich in die Einsiedelei zurückzog. Alexander Grothendieck erzählt eine Geschichte. Das berührt uns, inspiriert uns. Wir wollen Mathematik selber machen, und im Kleinen ein Grothendieck sein, uns klug fühlen, wenn wir etwas lösen, an unsere intellektuelle Einzigartigkeit glauben, mit anderen Mathematikern über unsere Ergebnisse sprechen.

Die Lehren, die Lee Sedol aus Go für sein Leben gezogen hat, ziehen wir genauso aus der Mathematik. Man erfährt Leid, man erfährt Glück, man lernt mit Niederlagen umzugehen, man lernt sich über kleine Siege zu freuen. Ja, auch wir freuen uns über ein gelöstes Problem, wie Messi über ein Tor in der 90. Minute im Bernabéu-Stadion gegen den großen Rivalen Real Madrid. Es ist ein besonderes Gefühl, als Erster ein Problem zu lösen, so wie es ein besonderer Moment ist, als Erster einen Gipfel zu erklimmen und die Aussicht zu genießen, die zuvor kein anderer Mensch gesehen hat.

Dieser kulturelle und gesellschaftliche Wert scheint mir durch einen Supercomputer bedroht zu sein. Der mathematische Erfindergeist könnte von einem Supercomputer in seine Flasche zurück verwiesen werden. Aus Abenteurern, die in einer abstrakten Welt Neues entdecken wollen, könnten Bürokraten werden, die nur Schritt für Schritt versuchen, die Gedanken einer Maschine nachzuvollziehen.

[*Hinsetzend*] David Hilbert sagte einmal:

> Wer von uns würde nicht gern den Schleier lüften, unter dem die Zukunft verborgen liegt, um einen Blick zu werfen auf die bevorstehenden Fortschritte unserer Wissenschaft [11].

Bei allem Respekt, Herr Hilbert, mir geht das anders, denn eigentlich möchte ich den Schleier der digitalen Zukunft ganz und gar nicht heben.

Literatur

[1] Kohs, Greg. 2018. AlphaGo v. 14.09.2018. Gary Krieg; Kevin Proudfoot; Josh Rosen.

[2] Dambeck, Holger. 2015. Sind Computer die besseren Mathematiker? In: Spiegel Wissenschaft vom 08.08.2015, verfügbar unter: https://www.spiegel.de/wissenschaft/mensch/mathematik-und-informatik-loest-software-bald-menschen-ab-a-1046794.html [zuletzt geprüft: 11.12.2020].

[3] Haase, Markus. 2005. Was ist das eigentlich „Mathematik“? Unveröffentlichter Artikel im Buch zum Romseminar 2005. Eberhard Karls Universität Tübingen.

[4] Wiles, Andrew John. 1995. Modular elliptic curves and Fermat‘s Last Theorem. Annals of Mathematics 141 (1995), 443–551.

[5] Buzzard, Kevin. 2017. What computers can’t do? With Kevin Buzzard vom 02.08.2017. The Royal Institution, verfügbar unter: https://www.youtube.com/watch?v=jQPb7DRMoZY [zuletzt geprüft: 11.12.2020].

[6] Buzzard, Kevin. 2019. The future of mathematics? vom 01.10.2019. Microsoft Research, verfügbar unter: https://www.youtube.com/watch?v=Dp-mQ3HxgDE [zuletzt geprüft: 11.12.2020].

[7] Gowers, Timothy; Ganesalingam, Mohan. 2016. A fully automatic theorem prover with human-style output. Journal of Automated Reasoning 58 (2017), 253-291.

[8] Jacobi, Carl Gustav Jacob. 1881. C. G. J. Jacobi’s Gesammelte Werke. Jacobi an Legendre. Hrsg. C. W. Borchardt; G. Reimer, S. 454f. Übersetzung von Patrick Hermle.

[9] Jackson, Allyn. 2004. Comme Appelé du Néant. Notices of the American Mathematical Society Volume 51, Number 4 (2004), verfügbar unter: http://www.ams.org/notices/200409/fea-grothendieck-part1.pdf [zuletzt geprüft: 12.12.2020]. 1038–1056.

[10] Jackson, Allyn. 2004. Comme Appelé du Néant. Notices of the American Mathematical Society Volume 51, Number 10 (2004), verfügbar unter: http://www.ams.org/notices/200410/fea-grothendieck-part2.pdf [zuletzt geprüft: 12.12.2020]. 1196–1212.

[11] Hilbert, David. 1900. Mathematische Probleme. Nachrichten von der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Mathematisch-Physikalische Klasse, Band 3 (1900). Vortrag, gehalten auf dem internationalen Mathematiker-Kongreß zu Paris.

[12] Gowers, Timothy. 2012. LMS Popular Lecture Series 2012, Hilbert's Dream vom 23.04.2014. London Mathematical Society, verfügbar unter: https://www.youtube.com/watch?v=k_ordDFw588 [zuletzt geprüft: 11.12.2020].

[13] Gowers, Timothy. 2015. Can Computers Be Mathematicians? vom 26.03.2015. Clarke Forum for Contemporary Issues, verfügbar unter: https://scholar.dickinson.edu/clarkeforum_lectures/41/ [zuletzt geprüft: 11.12.2020].

[14] Freiberger, Marianne; Thomas, Rachel. 2015. The future of proof, in: +plusmagazine vom 10.04.2015, verfügbar unter: https://plus.maths.org/content/future-proof [zuletzt geprüft: 11.12.2020].

[15] Kruel, Alexander. 2016. Q and A with Timothy Gowers on risks from AI, in: Blog von Alexander Kruel vom 16.07.2016, verfügbar unter: http://kruel.co/2013/07/16/qa-with-timothy-gowers-on-risks-from-ai/ [zuletzt geprüft: 11.12.2020].

Patrick Hermle, Mathematisches Institut, Universität Tübingen,
Auf der Morgenstelle 10, 72076 Tübingen
pahe@math.uni-tuebingen.de

Patrick Hermle begann 2014 sein Studium der Mathematik und Philosophie an der Eberhard Karls Universität Tübingen, welches er im kommenden Sommersemester abschließen wird. Besonders interessiert er sich für Ergodentheorie und topologische Dynamik aus funktionalanalytischer Sicht. Am Romseminar nahm er mehrfach teil und spielt in seiner Freizeit Fussball für den SSC Tübingen in der Landesliga.

(Foto: Christoph Eyrich)