

Martin Erik HORN, Berlin

Plädoyer für eine Kopernikanische Wende in der Mathematikdidaktik

Die Kopernikanische Wende stellt einen radialen Bruch in der Art und Weise naturwissenschaftlicher Weltbetrachtung dar. Dabei umfasst diese Wende nicht nur naturwissenschaftliche Inhalte wie die Verschiebung des geozentrischen Weltbildes hin zu einem heliozentrischen, sondern in einem mindestens ebenso dramatischen Umbruch die Verschiebung wissenschaftlicher Arbeitsweisen und Methoden. Kopernikus, Kepler, Galilei und andere eröffneten nicht nur eine neue Sicht auf die Welt, sondern parallel dazu eine neue Sicht auf wissenschaftliches Handeln.

Ursprünglich aus der Physik kommend prägt mich die Kopernikanische Wende als Wissenschaftler enorm. Wissen in Physik und Astronomie, das vor Jahrtausenden durch Chinesen, Inder, Babylonier und Griechen fundiert wurde und Jahrtausende gültig war, zerbrach in einem revolutionären Umbruch und wurde unter gewandelten Prämissen vollständig neu organisiert.

Diese Grunderfahrung weisen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die ihre Wurzeln in der Mathematik sehen (wohl also die Mehrheit des Publikums der GDM-Tagungen), so nicht auf. Mathematische Erkenntnisse sind als geisteswissenschaftliche Konstrukte weitaus beständiger und festgefügt als naturwissenschaftliche Erkenntnisse, die nie bewiesen, im Experiment aber immer wiederlegt werden können. Oder, wie schon Hardy anmerkte: Mathematische Ideen sterben nie (Hardy 1992, S. 81).

1. Die Kopernikanische Wende als neuzeitlicher Mythos

Wesentlicher konzeptueller Bestandteil der Kopernikanischen Wende war die Erkenntnis Galileis, dass naturwissenschaftliche Sachverhalte in der Sprache der Mathematik zu verfassen sind. Das führt zu einem paradoxen Zweiklang: Zum einen führt der Rückgriff auf mathematische Strukturen und Erkenntnisse, die, falls einmal bewiesen, immer gültig sind, zu einer extrem soliden Fundierung, wie sie nur eine logisch-axiomatisch strukturierte Wissenschaft zu leisten vermag.

Das paradoxe Gegenstück, gewissermaßen die andere Seite der gleichen Medaille, führt jedoch zu einem Dahinschmelzen der als solide geglaubten empirischen Fundierung. Carl Friedrich von Weizsäcker analysiert dies mit deutlicher Klarheit: „Die neuzeitliche Naturwissenschaft hat ihren eigenen historischen Mythos. Es ist der Mythos von Galilei, (denn ...) die Haupt-

In J. Roth & J. Ames (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2014* (S. 563–566).
Münster: WTM-Verlag

schwäche des Aristoteles war, dass er zu empirisch war. Deshalb brachte er es nicht zu einer mathematischen Theorie der Natur. Galilei tat seinen großen Schritt, indem er wagte, die Welt zu beschreiben, wie wir sie nicht erfahren. Er stellte Gesetze auf, die in der Form, in der er sie aussprach, niemals in der wirklichen Erfahrung gelten und die darum niemals durch irgendeine einzelne Beobachtung bestätigt werden können, ...“ (v. Weizsäcker 1962/2002, S. 95/96).

Das Scheitern der vor-kopernikanischen Naturwissenschaft liegt nach dieser Analyse darin begründet, dass sie zu starr an sichtbaren Oberflächen-Strukturen verhaftet war, aber konzeptuell nicht tiefer gehen konnte und wollte: Die vor-kopernikanische Physik war zu empirisch.

Weizsäckers Analyse lässt sich auf die historisch betrachtet noch junge Disziplin der Mathematikdidaktik übertragen. Sie steht hier der Naturwissenschaft näher als der Fachmathematik, denn die Mathematikdidaktik hat, wie andere Didaktiken auch, einen deutlichen empirischen Anteil. Und so lautet die Kernthese dieses Beitrags: **In der Mathematikdidaktik besteht unsere heutige Hauptschwäche darin, zu empirisch zu sein** oder zumindest der Empirie gegenüber zu unkritisch zu sein. Die Mathematikdidaktik hat ihre Kopernikanische Wende mithin noch vor sich.

2. Erste Konsequenzen: Weniger Empirie

Aus der vorangegangenen Analyse lässt sich eine erste, sehr direkte Konsequenz für die Mathematikdidaktik ziehen: Reduzieren wir die empirischen Anteile unserer Forschungsdisziplin so, dass sie sich im Gleichgewicht mit anderen Forschungsrichtungen befinden. Derzeit scheint mir – und den Diskussionsbeiträgen nach diesem GDM-Kurzvortrag zufolge offenbar auch zahlreichen Kolleginnen und Kollegen – der Anteil empiri-

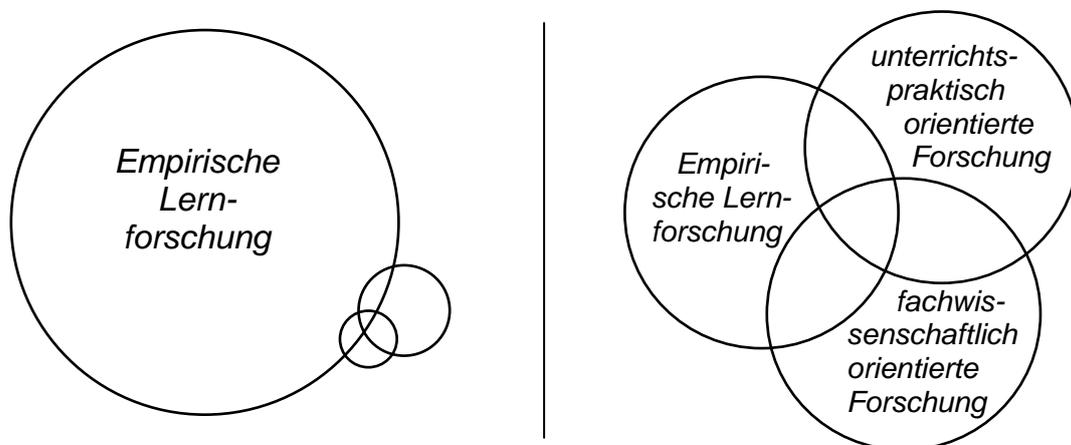


Abb. 1: Mathematikdidaktische Forschung in Deutschland
 (a) derzeitige Ausprägung (b) Gleichgewicht der Forschungsrichtungen

scher Forschung im Bereich der Mathematikdidaktik (siehe Abb. 1a) zu dominierend und teilweise geradezu erdrückend.

3. Warum benötigen wir eine Kopernikanische Wende?

Jedoch wird eine nur auf die Größenordnung bezogene Änderung der mathematikdidaktischen Forschungslandschaft kaum ausreichen, denn die Probleme reichen tiefer. Vor knapp zehn Jahren führte eine Zeitungsmeldung bei mir zu einer tiefgreifenden Verunsicherung als didaktisch Forschender: 90 % aller Studien, stellte seinerzeit einer der führenden Medizinstatistiker Deutschlands fest, sind falsch (Kosog 2006).

Auch spätere Meldungen zeigen ein verheerendes wissenschaftliches Bild: Forschern der Biotechnologie-Firma Amgen gelang es nur in 10 %, Forschern von Bayer HealthCare nur in 25 %, die Ergebnisse onkologischer Studien aus dem Universitätsbereich in ihren Laboren zu reproduzieren (Begley & Ellis 2012). Zwischen 75 % und 90 % dieser Studien sind somit Zufallsbefunde.

Zwar beziehen sich diese Ergebnisse auf medizinische Studien. Doch unterscheiden sich diese Studien konzeptionell und in ihren statistischen Werkzeugen tatsächlich so sehr von denen im Bereich der Mathematikdidaktik? Dies ist kaum anzunehmen, und so erwartete ich seinerzeit, auf zukünftigen Didaktik-Tagungen lebhaftere Diskussionen über die Grundlagen unseres Forschungsgebiets mitzerleben. Doch es passierte: Nichts!

Dies mag eine Spiegelung der gesellschaftlichen Relevanz der unterschiedlichen Forschungsdisziplinen sein: In der Medizin geht es um Leben und Tod. Fehlerhafte Studien führen dazu, dass Kranke falsch behandelt und früher sterben werden. In der Biotechnologie und Pharmazie geht es um viel Geld. Erweist sich ein mit hohen finanziellen Ressourcen entwickeltes Medikament als letztlich wirkungslos, sind die Kosten für die Firmen dramatisch. In der Mathematikdidaktik geht es um Lernen oder Nicht-Lernen, ein aus gesellschaftlicher Sicht also vergleichsweise irrelevantes Problem.

Doch solange mathematikdidaktische Forschungsarbeiten nicht standardmäßig reproduziert werden, kann die Hypothese, dass empirische mathematikdidaktische Arbeiten in ähnlicher Größenordnung wie Arbeiten aus der Biomedizin fehlerbehaftet und als Zufallsbefunde wissenschaftlich wertlos sind, nicht zurückgewiesen werden.

Deshalb sollte eine zweite Konsequenz sein: Fertigen wir weniger neue Arbeiten an, von denen wir nicht wissen, ob sie auf schwankendem wissenschaftlichen Grund stehen, sondern festigen wir unsere wissenschaftliche Basis durch Reproduktion wichtiger mathematikdidaktischer Studien.

4. Ein kurzer Abriss der Probleme

In der empirischen Forschung brennt es an allen Ecken und Enden. Wichtige ungelöste Probleme (Beck-Bornholdt & Dubben, 1997 & 2003), die aus Platzgründen noch ausführlicher in (Horn 2014) diskutiert werden, sind:

- Texanischer Schütze: Wie gehen wir mit dem Phänomen um, dass Hypothesen gelegentlich erst nach Studienabschluss angefügt werden?
- Simpsons Paradoxon: Jede Studie ist multizentrisch. Wie gehen wir mit der Tatsache um, dass prinzipiell nie alle Variablen bekannt sind?
- Papst-Problem: Wie gehen wir damit um, dass im Niedrigprävalenzbereich unsere statistischen Instrumente dramatisch versagen?
- Eleganter Unsinn: Wie gehen wir mit dem Versagen des Peer Review-Systems bei Veröffentlichungen um?
- ESTRO-Umfrage: Wie gehen wir mit der ungenügenden Vermittlung statistischer Grundkenntnisse im Studium und den teilweise „erschütternd“ (Beck-Bornholdt & Dubben 1997, S. 17) mangelhaften statistischen Kenntnissen unserer Fachkollegen um?
- Nicht alle neuen Ideen sind besser als die Ideen unserer Vorgänger, aber 100 % aller Studien scheinen genau dies zu belegen.

Die Schlussfolgerung der ZEIT in ihrer Online-Ausgabe, dass „das Gerüst der Forschung selbst ... das größte Problem“ sei (Schmitt & Schramm 2013), sollte auch von uns dringend ernsthaft diskutiert werden.

Literatur

- Beck-Bornholdt, H.-P. & Dubben, H.-H. (1997). Der Hund, der Eier legt. Erkennen von Fehlinformation durch Querdenken. *rororo sciene*, Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Beck-Bornholdt, H.-P. & Dubben, H.-H. (2003). Der Schein der Weisen. Irrtümer und Fehlurteile im täglichen Denken. 2. Aufl., Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Begley, C. G. & Ellis, L. M. (2012). Drug Development: Raise Standards for Preclinical Cancer Research. *Nature* 483, S. 531-533.
- Hardy, G. H. (1992). *A Mathematician's Apology*. Canto Edition, Cambridge: CUP.
- Horn, M. E. (2014). Empirische Arbeiten als Zufallsbefunde. Beitrag zur DPG-Frühjahrstagung in Frankfurt. Zur Veröffentlichung vorgesehen unter www.phydid.de
- Kosog, S (2006). „Ein kahler Kopf macht nicht reich“, Interview mit dem Medizinstatistiker Hans-Hermann Dubben. *Der Tagesspiegel*, 16. Jan. 2006. Zugriff unter URL: www.tagesspiegel.de/zeitung/ein-kahler-kopf-macht-nicht-reich/675478.html
- Schmitt, S. & Schramm, S. (2013): Rettet die Wissenschaft! *Die ZEIT*, Nr. 1/2014, 27. Dez. 2013, S. 33-35. URL: www.zeit.de/2014/01/wissenschaft-forschung-rettung
- Von Weizsäcker, C. F. (1962). Kopernikus, Kepler, Galilei. Wiederabdruck in: C. F. v. Weizsäcker (2002). *Große Physiker*. S. 86-104, München: dtv.