Andreas VOHNS, Klagenfurt

Mathematische Bildung am Ausgang ihrer Epoche? Keine bloß rhetorische Frage

1. Ausgangsfrage

Nimmt man stellvertretend für den Umgang mit (mathematischer Allgemein-)Bildung seit TIMSS und PISA einen in der Wochenzeitung „Die Zeit“ erschienen Artikel zum zehnjährigen Jubiläum von PISA her (Kerstan, 2011), so wird dort einerseits positiv vermerkt, mit PISA habe man jahrzehnte- wenn nicht jahrhundertelange „hochtrabende Debatten über den Bildungsbegriff“ (a.a.O.) endlich zu Gunsten der konkreten Messung von Fähigkeiten der Schüler(innen) und der Untersuchung der Wirksamkeit von Unterricht(smethoden) überwunden. Andererseits wird im selben Artikel auch ein (vermeintlicher) Konsens beschrieben, dass man „zumindest die Grundbildung in den Kernfächern der Schule weltweit vergleichbar messen kann“ (a.a.O.). Eine solche Position wirft unmittelbar die Frage auf, inwiefern „mathematische Grundbildung“ noch etwas mit „mathematischer Bildung“ im Sinne der deutschsprachigen, vor allem neuhumanistisch geprägten Tradition zu tun haben kann, soll oder will oder aber das Ende der Epoche dieser Denktradition markiert.

2. Bildung, Menschen, Bürger(innen), Mathematik: Mathematische Bildung von Humboldt bis Winter

Blickt man auf ebendiese Denktradition zurück, so ist zunächst festzuhalten, dass der emphatische Bildungsanspruch etwa eines Wilhelm von Humboldt, mit Bildung den „wahren Zweck des Menschen“ nämlich die „höchste und proportionierlichste Bildung seiner Kräfte zu einem Ganzen“ (Humboldt, 1851, S. 9) zu beschreiben, offenkundig ein (angesichts begrenzter Ressourcen prinzipiell unerreichbares) Ideal bestimmt. Dieses Ideal steht der zu Beginn des 19. Jahrhunderts als reformbedürftig angesehenen Wirklichkeit schulischen Rechen- und Mathematikunterrichts vor allem als *Regulativ* gegenüber, welches „den Abstand zwischen Ist- und Sollzustand argumentativ zugänglich machen und unter den Entscheidungsträgern soweit konsensfähig sein sollte, dass autoritäre Eingriffe in das Erziehungssystem nicht als willkürlich, sondern als plausible Konsequenzen aus einleuchtenden Prinzipien erscheinen konnten“ (Führer, 2000, S. 2). Hinzuweisen ist ferner darauf, dass im Begriff der Bildung bereits bei Humboldt auch ein pragmatischeres Verständnis von *Allgemeinbildung* angelegt ist, nämlich „gewisse Kenntnisse, die allgemein sein müssen, und noch mehr eine gewisse Bildung der Gesinnungen und des Charakters“ (Humboldt, 1971, S. 144), die – unabhängig

In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.)
Beiträge zum Mathematikunterricht 2018. Münster: WTM-Verlag

vom Beruf – nötig seien, um „ein guter, anständiger, seinem Stande nach aufgeklärter Mensch und Bürger“ (a.a.O.) zu sein bzw. zu werden. In diesem Allgemeinbildungsbegriff sind verschiedene Ambivalenzen und Widersprüche aufgehoben: Allgemeinbildung ist ein Anspruch *für alle* Menschen, dennoch soll nur jeder *seinem Stande nach* aufgeklärt werden (was sich partiell auch in den nach niederen und höheren Schulformen unterschiedlich bezeichneten Fächern „Rechnen“ und „Mathematik“ spiegelt). Allgemeinbildung ist „Humanisierungsversprechen“ (Anerkennung, Empathie, Herzensbildung) ebenso wie „Kompetenzversprechen“ (Wissen, Reflexion, Orientierung, Urteilskraft vgl. Ricken, 2006, S. 16). Allgemeinbildung soll unabhängig vom späteren Beruf bedeutsam sein und sich nicht vorschnell praktischen Zwängen und unmittelbaren Nützlichkeitserwägungen widmen. Gleichzeitig bezeichnet von Humboldt es als einen „Hauptzweck“ von Allgemeinbildung, Berufsbildung so vorzubereiten, „dass nur für wenige Gewerbe noch unverstandene, und also nie auf den Menschen zurückwirkende Fertigkeit übrigbleibe“ (Humboldt, 2017, S. 134).

Ein nahtloses Anschließen an die humboldtsche Tradition erscheint schließlich auch aufgrund verschiedener, jeweils ambivalenter Entwicklungen der letzten etwa 200 Jahre als problematisch. Gesamtgesellschaftlich und bildungspolitisch ist zunächst die herbe Enttäuschung des „Humanisierungsversprechens“ von Bildung zu benennen, die sich mit Adorno daraus ergibt, dass „Menschen, die zuweilen mit Passion und Verständnis an den Kulturgütern partizipierten, unangefochten der Mordpraxis des Nationalsozialismus sich verschreiben konnten“ (Adorno, 1959, S. 94–95). Andererseits haben wir seit der Nachkriegszeit eine halbwegs stabile Demokratie im deutschsprachigen Raum und es gab in den 1960er Jahren eine Renaissance des Anspruchs von Allgemeinbildung als „Bildung für alle“. Pädagogik und Erziehungswissenschaften haben gegenüber dem Bildungs- bzw. Allgemeinbildungsbegriff eine Art „Hassliebe“ entwickelt, ihn immer mal wieder beiseitegelegt und durch Alternativen wie Erziehung, Enkulturation oder Sozialisation zu ersetzen versucht, sind dann aber doch wieder bei ihm gelandet (Ricken, 2006, S. 9–30). Will man in diesem Bereich einen Minimalkonsens formulieren, so besteht dieser wohl vor allem darin, dass schulische Bildungsbemühungen allgemein nur mehr als möglich erachtet werden, wenn Kultur und Gesellschaft nicht einfach als unkritisch gegeben und zu vermitteln hergenommen werden, sondern als Gegenstände, die im Bildungsprozess kritisch in den Blick zu nehmen und hinsichtlich ihrer Veränderbarkeit zu befragen sind. Was die Mathematik betrifft, so kann sich diese bedingt durch ihre zentrale Rolle in der Lehrerbildung ab Mitte des 19. Jahrhunderts an deutschen Universitäten institutionell etablieren (vgl. Schubring, 1990). Im gleichen Zug wächst das wissenschaftliche Wissen in der Mathematik in einem unvorhergesehenen Ausmaß. Dies führt schon zum Ende des 19. Jahrhunderts dazu, dass erstmals die jüngst wieder aufflammende Klage eines zu weiten Zurückfallens der schulischen Mathematikausbildung hinter die Ansprüche der Universität laut wird. Mit der zunehmenden Etablierung der Mathematik als eigenständiger Disziplin geht auch eine zunehmende Verbreitung mathematischer Methoden in fast allen Wissenschaftsbereichen und vielen Bereichen des öffentlichen, ja sogar privaten Lebens der Menschen einher. Dieser Mathematisierung steht auch eine Tendenz der Demathematisierung gegenüber: Mathematik ist zwar allgegenwärtig, doch unsichtbar. Sie ist implizite Mathematik, die sich in Maschinen, Geräten, Programmen und Algorithmen versteckt (vgl. Gellert & Jablonka, 2007). Deren ganzer Zweck besteht aber gerade darin, als „Black-box"' zu funktionieren, die nicht mehr, sondern weniger „händisches"' mathematisches Können erforderlich macht. Wendet man den Blick auf die Entwicklung des Mathematikunterrichts beginnend bei Humboldt bis ca. zur Mitte der 1970er Jahre, so fallen vor allem zwei größere, jeweils deutlich wissenschaftsorientierte Reformbemühungen ins Auge – die Meraner Reformen an der Jahrhundertwende zum 20. Jahrhundert und die „Neue Mathematik" der 1960er/1970er Jahre – beide jeweils mit eher ambivalenten längerfristigen (Er-)Folgen. Es ist allerdings festzuhalten, dass die deutliche Trennung höherer und niederer Bildung durch die unterschiedlichen Fachbezeichnungen „Rechnen" und „Mathematik" Mitte der 1960er Jahre aufgegeben wird und wohl immer noch graduell unterschiedliche Bildungsansprüche für niedere und höhere Schulformen gelten, aber eben nicht mehr prinzipiell verschiedene Bildungsansprüche.

Angesichts all dieser jeweils ambivalenten Entwicklungen ist es nicht verwunderlich, dass das, was man in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts als Bildungsansprüche für Mathematikunterricht formuliert hat, sich in vielen Punkten von dem unterscheidet, was Anfang des 19. Jahrhunderts formuliert wurde. Als exemplarisch für die Entwicklung des Verständnisses mathematischer Bildung in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts können die breit rezipierten Vorstellungen Heinrich Winters angenommen werden, die (in modifizierter Form) auch Eingang in bildungsrechtliche Vorgaben gefunden haben und gleichsam als eine Art „Arbeitskonsens" der deutschsprachigen Mathematikdidaktik unterstellt werden können. Als problematisch in der Rezeption der Winterschen Bildungs- bzw. Allgemeinbildungstendenz erweist sich allerdings der Umstand, dass nicht immer mitbeachtet wird, dass Texte wie „Allgemeine Lernziele für den Mathematikunterricht?" (Winter, 1975), „Bürger und Mathematik" (Winter, 1990) oder „Mathematikunterricht und Allgemeinbildung" (Winter, 1995) Visionen des Autors wiedergeben, Perspektiven *wünschenswerter Entwicklungen* des Mathematikunterrichts aufzeigen, nicht selbstverständliche Wirkungen real existierenden Unterrichts beschreiben, die denselben ohne weiteres als allgemeinbildend wirksam legitimieren könnten – neuerlich also *regulative Ideen* darstellen. Inhaltlich stellen insbesondere Winters Überlegungen zu „allgemeinen Lernzielen“ eine deutliche Anknüpfung an die neuhumanistische Tradition dar, die ausgehend von einem „Bild vom Menschen“ und einem „Bild von der Mathematik“ jeweils korrespondierende Wesensmerkmale identifizieren (etwa: „Mensch als schöpferisches Wesen“ <> „Mathematik als schöpferische Wissenschaft“, vgl. Winter, 1975, S. 116) und zu Zielvorstellungen für Mathematikunterricht (im Beispiel: „heuristische Strategien lernen“, a.a.O.) ausdeuten. Dabei ist der deutliche Versuch erkennbar, ein facettenreiches Bild von Mathematik als Medium „allseitiger Bildung“ zu zeichnen, wobei dem „Mensch als gesellschaftlichem Wesen“ bzw. als „Bürger(in)“ nicht ausdrücklich ein eigener Punkt gewidmet ist. Bezeichnenderweise nimmt die Bürger(innen)rolle in späteren Texten Winters eine deutlich zentralere Rolle ein, insbesondere dient liegt ebendiese Rolle dem allgemeinbildenden Anspruch von außermathematischen Anwendungen und des mathematischen Modellierens zu Grunde. Jene berühmte erste Grunderfahrung „Erscheinungen der Welt um uns, die uns alle angehen oder angehen sollten, aus Natur, Gesellschaft und Kultur, in einer spezifischen Art wahrzunehmen und zu verstehen“ (Winter, 1995, S. 37) kann laut Winter ihre allgemeinbildende Bedeutung erst dann entfalten, „wenn in Beispielen aus dem gelebten Leben erfahren, wird, wie mathematische Modellbildung funktioniert und welche Art von Aufklärung durch sie zustande kommen kann“ (a.a.O., S. 38). Eine solche Aufklärung sei „Bürgerrecht und Bürgerpflicht“ (a.a.O.) und dieser Aufklärung stehen in der modernen, arbeitsteilig organisierten demokratischen Gesellschaft besondere Herausforderungen entgegen, die sich insbesondere auf spezifische Probleme der Kommunikation von Expert(inn)en und Lai(inn)en und die demokratische Kontrolle der Eliten beziehen, wie sie typischerweise in der Ökonomie und Politikwissenschaft unter dem Stichwort „Principal-Agent“-Konstellation diskutiert werden (vgl. Winter, 1990, S. 133; Gilardi & Braun, 2002). Jeder von uns individuell, wie auch die Gemeinschaft als solche, delegiert zahlreiche Problemlösungen an spezifisch qualifizierte Expert(inn)en, deren konkretes Problemlösehandeln der Allgemeinheit nicht in allen Details zugänglich ist, die aber dennoch informiert und verantwortungsbewusst über Problemlösevorschläge der Expert(inn)en entscheiden sollen (individuell oder gemeinschaftlich im Rahmen politischer Partizipation). Allgemeinbildung müsse nach Winter bedeuten, dass „trotz aller Hemmnisse ein gewisses Maß an Einsicht, Urteilsfähigkeit und Handlungsorientierung“ (Winter, 1990, S. 133) zu erwerben ist.

In „Principal-Agent“-Konstellationen gewinnen dabei mathematische und statistische Verfahren in doppelter Hinsicht an Bedeutung: Einerseits können die Expert(inn)en bzw. der „Agent“ Mathematik als Arbeitsmittel verwenden, vor allem solche, die der „Principal“ (die Allgemeinheit) nicht selbst beherrscht. Andererseits kontrolliert die Allgemeinheit (ggf. vermittelt über politische Institutionen) Expert(inn)en durch Mathematisierung, insbesondere über Kennzahlen, gerade dort, wo ihr innerfachliches Handeln selbst nicht zugänglich ist. Als besondere Herausforderung für Aufklärung muss dabei die Verwendung von Mathematik als „technology of trust“ (Porter, 1996) angesehen werden, also die Idee, dass sich Objektivität „mechanisch-automatisch"’ durch die für die moderne Mathematik typischen Systeme regelhafter Darstellung und Verarbeitung von Informationen herstellen lässt. Dieser Technologie wird gemäß Porter sowohl innerwissenschaftlich vertraut, wie auch in der Kommunikation zwischen Öffentlichkeit und Wissenschaft. Ein Aufklärungshindernis stellt das gleich im doppelten Sinn dar: Die Zahlen verdecken eine Ebene des unter ihnen liegenden, nun nicht mehr kontrollierten Expert(inn)en-Handelns, und die Verfahren der Produktion dieser Zahlen bleiben als solche eben doch oft nebulös. Mit den Bildungsvorstellungen von Roland Fischer (2001) gibt es Überlegungen dazu, wie Mathematikunterricht diesen neuen Herausforderungen besser gerecht werden könnte, nämlich durch Verschiebungen des Fokus von eher operativen Tätigkeiten (Rechnen, Modellieren, Beweisen) hin zu einem soliden Verständnis mathematischer Begriffe, Konzepte und Darstellungen (Grundwissen) einerseits und zur Beschäftigung mit der Bedeutung von Mathematik für Mensch und Gesellschaft andererseits – einer Ahnung davon, wie Mathematik gleichsam „Verstärker“ wie auch „Scheuklappe“ unseres Denkens sein kann (Reflexionswissen). Man darf allerdings skeptisch sein, inwieweit solche Überlegungen in all ihren Konsequenzen als regulative Idee gesellschaftlich überhaupt ausreichend konsensuell sind und nicht deutlich hinter die Zielsetzung einer Berufsvorbildung für den MINT-Bereich zurückfallen.

3. Numeracy, Mathematical Literacies, Competencies: Mathematische Bildung (?) „nach TIMSS & PISA“

Anfangs wurde gefragt, inwieweit „Grundbildung“ noch „Bildung“ im Sinne der in Abschnitt 2 beschriebenen Tradition sein soll oder will. „Grundbildung“ ist zunächst eine eher behelfsmäßige Übersetzung des u.a. in PISA verwendeten Terminus „mathematical literacy“. Terminologisch ist dies ein Lehnbegriff aus der angelsächsischen Sprachwissenschaft, wo „literacy“ sprachlich das Gegenteil von Analphabetismus darstellt. Es läge daher nahe, unter „mathematical literacy“ so etwas wie „funktionale mathematische Alphabetisierung“ zu verstehen, also ein basales Wissen und Können, das einem in Alltagssituationen dazu verhilft, nicht bereits an der Mathematikhaltigkeit einer Situation oder Situationsbeschreibung zu scheitern. Es ist allerdings auch hier nicht viel anders als bei Bildung und Allgemeinbildung: Es handelt sich bei „mathematical literacy" weniger um einen klar umrissenen, einheitlich verwendeten Begriff, als vielmehr um eine durchaus facettenreiche Idee, unter der je nach Proponent(in) partiell widersprüchliche Zielsetzungen verfolgt und unterschiedliche Wege der Zielerreichung bevorzugt werden (vgl. Gellert, Jablonka & Keitel, 2001). Zu einer „Bildung" funktional vergleichbaren *regulativen Idee* wird „mathematical literacy" faktisch wohl erst dadurch, dass diese im deutschsprachigen Raum im Wesentlichen im Sinne der Definitionen von PISA gefiltert wahrgenommen wird. Die (durchaus einem gewissen Wandel unterworfenen) PISA-Definitionen von „mathematical literacy" (OECD, 2000; OECD, 2013) beschränken sich nicht auf eine funktionale mathematische Alphabetisierung, sondern formulieren die durchaus anspruchsvolle Zielsetzung, Heranwachsende sollten die Rolle der Mathematik in der Welt erkennen und verstehen und mathematische fundierte Urteile als konstruktive, interessierte und reflektierte Bürger abgeben können. Es darf als fraglich gelten, inwiefern man an einen solchen Punkt im Rahmen von Schulunterricht überhaupt herankommen kann und nicht eher bestrebt ist, Grundlagen zu schaffen, die es dem Einzelnen dann erlauben – Interesse, Zeit, Muße und die richtigen Rahmenbedingungen bereits vorausgesetzt –, sich im Erwachsenenleben im Sinne dieses Ideals beständig weiterzuentwickeln.

Schließt man sich dieser etwas vorsichtigen Einschätzung zur faktischen Realisierbarkeit von „mathematical literacy" an, so erscheint die relativ unreflektierte Verwendung des Kompetenzbegriffs im Kontext dieser Bildungsvorstellung hoch problematisch. Man könnte den modernen Kompetenzbegriff, der sich im Wesentlichen an Weinert (2001) anlehnt, als die folgende Hypothese auffassen: In Schule bzw. universitärer Lehrer(innen)bildung können nicht nur unmittelbar praxisrelevantes Wissen, sondern sogar für das spätere Leben oder den Beruf direkt verwertbare Fähigkeiten und Fertigkeiten erworben werden, mitsamt der „motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften" (a.a.O., S. 28) diese im „Ernstfall" dann auch produktiv einzusetzen – und dieser Erwerb verwertbarer Fähigkeiten und Fertigkeiten ist grosso modo auch durch entsprechende Testungen überprüfbar. Gegen diese Hypothese wurde durch Rückgriff auf zwei wesentliche theoretische Wurzeln des Kompetenzbegriffs (Chomsky, 1965; McClelland, 1973) dahingehend argumentiert, dass die Messbarkeit von Kompetenzen im Sinne einer „mathematical literacy" eben kein Ergebnis auf empirischer Evidenz beruhender Theoriebildung zum Kompetenzbegriff sei, sondern eine A-priori-Voraussetzung, die mit einer In-Eins-Setzung von Testleistung („Performanz“ unter speziellen Rahmenbedingungen im Sinne Chomskys) mit Kompetenz (als innerer Anlage im Sinne Chomskys) ermöglicht wird und damit letztlich „Grundbildung“ bzw. „mathematical literacy“ instrumentell als das definiert, was sich durch entsprechende Tests messen lässt (was angesichts der ursprünglich maßgeblich aus einer Kritik des Intelligenztestens hervorgegangenen, psychologischen Kompetenzbewegung besonders irritierend erscheinen muss).

4. Schluss

Abschließend soll betont werden, dass aus Sicht des Autors an den Transformationen des Bildungsbegriffs oder am Kompetenzbegriff nicht alles schlecht ist, sondern dass beides – althergebrachtes, bisweilen hochtrabendes idealistisches Bildungsdenken sowie neues pragmatisch-positivistisches Kompetenztesten – potentiell gefährlich ist. Das hat durchaus ein „silver lining“, denn die Antwort auf die Frage nach dem Ausgang der Epoche mathematischer Bildung könnte dann lauten: Sie endet nicht, solange die Bedingung ihrer Möglichkeit ernsthaft bedacht wird. Dazu würde gehören, sich mit dem Charakter von Bildung, Allgemeinbildung und „mathematical literacy“ als *regulativen Ideen* zu arrangieren, die prinzipbedingt weder als solche einlösbar, noch direkt überprüfbar sind, was Konsequenzen für Mathematikunterricht und Lehrer(innen)bildung hat.

Eine Videoaufzeichnung des zu Grunde liegenden Vortrags, der zugehörige Foliensatz und ein vollständiges Manuskript samt erweiterter Bibliographie ist unter der Internetadresse https://goo.gl/V8ar7N verfügbar.

Literatur

Adorno, T. W. (1959). Theorie der Halbbildung. In T. W. Adorno & R. Tiedemann (Hrsg.), *Gesammelte Schriften* (Bd. 8, S. 93–121). Frankfurt am Main: Suhrkamp.

Chomsky, N. (1965). *Aspects of the Theory of Syntax*. Massachusetts: MIT Press.

Dahrendorf, R. (1965). *Bildung ist Bürgerrecht. Plädoyer für eine aktive Bildungspolitik*. Hamburg: Nannen-Verl.

Fischer, R. (2001). Höhere Allgemeinbildung. In R. Aulke, A. Fischer-Buck & K. Garnitschnig (Hrsg.), *Situation - Ursprung der Bildung* (S. 151–161). Norderstedt: Fischer.

Führer, L. (2000). *Dreihundert Jahre Theorie des öffentlichen Mathematikunterrichts in Deutschland. Manuskript eines Vortrags gehalten im Rahmen der 34. Jahrestagung der GDM in Potsdam*. Verfügbar unter https://goo.gl/Dr9mwT

Gellert, U. & Jablonka, E. (Eds.). (2007). *Mathematisation and Demathematisation. Social, Philosophical and Educational Ramifications*. Rotterdam: Sense Publishers.

Gellert, U., Jablonka, E. & Keitel, C. (2001). Mathematical Literacy and Common Sense in Mathematics Education. In B. Atweh, H. Forgasz & B. Nebres (Eds.), *Sociocultural Research on Mathematics Education. An International Perspective* (pp. 57–73). New York, NY: Routledge.

Gilardi, F. & Braun, D. (2002). Delegation aus der Sicht der Prinzipal-Agent-Theorie. *Politische Vierteljahresschrift, 43* (1), 147–161.

Humboldt, W. v. (1851). *Ideen zu einem Versuch, die Gränzen der Wirksamkeit des Staats zu bestimmen. (Original 1791, zitiert nach Nachdruck s.* http://www.deutschestextarchiv.de/book/show/humboldt_grenzen_1851*)*. Breslau: Trewendt.

Humboldt, W. v. (1971). Bericht der Sektion des Kultus und Unterrichts. 1. Dezember 1809. In K. Müller-Vollmer (Hrsg.), *Wilhelm von Humboldt: Studienausgabe in 3 Bänden* (Band 2: Politik und Geschichte, S. 142–152). Frankfurt a. M.: Fischer.

Humboldt, W. v. (2017). Der Königsberger und der Litauische Schulplan. (Original: 1809). In G. Lauer (Hrsg.), *Wilhelm von Humboldt: Schriften zur Bildung* (S. 110–142). Ditzingen: Reclam Verlag.

Kerstan, T. (2011). Der heilsame Schock. Zehn Jahre nach der Veröffentlichung der ersten Pisa-Studie. Was bleibt? *Die Zeit* (49/2011). Verfügbar unter http://www.zeit.de/2011/49/C-Pisa-Rueckblick

McClelland, D. C. (1973). Testing for Competence Rather than for "Intelligence". *American Psychologist, 28* (1), 1–14.

OECD. (2000). *Measuring Student Knowledge and Skills. The PISA 2000 Assessment of Reading, Mathematical and Scientific Literacy*. Paris: OECD.

OECD. (2013). *PISA 2012 Assessment and Analytical Framework. Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*. Paris: OECD.

Porter, T. M. (1996). *Trust in numbers. The pursuit of objectivity in science and public life*. Princeton, N.J: Princeton University Press.

Ricken, N. (2006). *Die Ordnung der Bildung. Beiträge zu einer Genealogie der Bildung*. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwissenschaften.

Schubring, G. (1990). Zur strukturellen Entwicklung der Mathematik an den deutschen Hochschulen 1800-1945. In W. Scharlau (Hrsg.), *Mathematische Institute in Deutschland 1800-1945* (S. 264–278). Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag.

Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17–31). Weinheim [u.a.]: Beltz.

Winter, H. (1975). Allgemeine Lernziele für den Mathematikunterricht? *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 7,* 106–116.

Winter, H. (1990). Bürger und Mathematik. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik, 22* (4), 131–147.

Winter, H. (1995). Mathematikunterricht und Allgemeinbildung. *Mitteilungen der GDM* (61), 37–46.