Mathematikdidaktik – quo vadis?

Eine Fragensammlung

Reinhard Oldenburg

Etwa um die Zeit des Erscheinens dieses Heftes der *Mitteilungen der GDM*, auf der 50. Jahrestagung, endet meine Amtszeit als Vorsitzender dieser wichtigen Gesellschaft. Da ich zudem mittlerweile auf fast 20 Jahre als Professor für Mathematikdidaktik zurückblicken kann, erlaube ich mir an dieser Stelle ein paar kritische Überlegungen zum Stand unserer Wissenschaft und der mathematischen Bildung in Deutschland. Ich möchte damit Denkanstöße geben, nicht fertige Antworten geben. Deswegen sind die einzelnen Punkte mit Fragen überschrieben – und trotzdem werden Sichtweisen formuliert, die der ein oder die andere als provokant empfinden möge. Der Text stellt keine wissenschaftliche Studie dar, sondern er ist eine Meinungsäußerung, und er enthält eine Vielzahl an Aussagen, die meinen Einschätzungen entsprechen, explizite Belege durch Zitationen anzuführen, würde den Rahmen sprengen.

Beschreiben oder Konstruieren

Die wichtige Idee, Mathematikdidaktik als „design science" zu verstehen, ist zwar in der Welt, aber es gibt relativ wenig, was wirklich konstruiert wird. Ein Blick in das JMD zeigt, dass es ganz viele Studien gibt, die Sachverhalte beschreiben, aber relativ wenige, die konstruktiv sind (ich nenne als Positivbeispiel mal das Alice-Projekt zur Bruchrechnung, um $n-1$ andere Autorinnen und Autoren zu verärgern, deren Projekte auch genannt hätten werden können). Das liegt an den Rahmenbedingungen der Forschung: Mehrere Zyklen von design based research sind kaum in üblichen Promotionsdauern umzusetzen. Wenn eine Lernumgebung oder Lernsoftware erst entwickelt werden muss und die Forschung angeblich erst beginnt, wenn man diese empirisch evaluiert, ist das viel aufwendiger als gleich beschreibend zu beginnen. Es gibt auch den Einwand, es gäbe schon so viele Materialien, dass man nichts Neues entwickeln müsse. Nun ja, es gibt ja auch schon Medikamente, Computer und Akkus – wozu neue entwickeln? Wir sollten mehr konstruieren!

Konstruktivismus oder Realität

Diese Zeilen werden kurz nach der US-Wahl geschrieben und deswegen habe ich mich erinnert, vor Jahren in den MGDM beklagt zu haben, dass der Konstruktivismus die Rede von alternativen Fakten legitimiere. Umso interessanter fand ich es, dass Harald Lesch bei seinem Vortrag auf der Jahrestagung in Essen einen naiven Realismus propagiert hat, um zu begründen, dass etwa in Fragen des Klimawandels jeder Recht auf eine eigene Meinung, aber nicht auf eigene Fakten hätte. Die Ideologie des Konstruktivismus kann für die Unterrichtspraxis positive Auswirkungen haben, nämlich dann, wenn sie zu einer Stärkung der Eigenaktivität beim Lernen und einem Bemühen um den individuellen Verstehensprozess führt, aber sie nimmt durch Relativierung den empirischen Wissenschaften wie auch der Mathematik den Antrieb, die Wahrheit ergründen zu wollen. Unter konstruktivistischem Einfluss hat sich in der Didaktik die Einsicht verbreitet, dass eine klare Erklärung nicht hinreichend für Verständnis ist. Das ist sicher richtig (und auch ohne Konstruktivismus theoretisch begründbar), aber leider verführte der Konstruktivismus zur Annahme, auch die umgekehrte Implikation sei richtig: Eine klare Erklärung sei für Verständnis nicht notwendig. Das hatte gravierende Auswirkungen auf Schulbücher. Die Auffassung, man müsse nur eine passende Lernumgebung schaffen, dann erübrigten sich fachlich-strukturierte Erklärungen, hat etwa dazu geführt, dass der Begriff „Term" in den meisten aktuellen Schulbüchern nicht mehr erklärt wird. Es gibt ein paar Beispiele und oft vage Beschreibungen, etwa ein Term sei „ein sinnvoller Rechenausdruck". Was eine solche „Definition" Lernenden sagt, die noch nicht wissen, was sinnvoll ist, erschließt sich nicht. Und wenn man nicht genau weiß, was ein Term ist, kann man auch nicht klar beschreiben, wie Rechenoperationen damit gehen. Die Hoffnung, dass dies aus den Beispielen korrekt erschlossen werde, ist oft begründet, aber eben nicht in jedem Fall, denn selbst extrem umfangreiche Beobachtung des Sprachspiels führt nicht immer zu kongruenten Konstruktionen, wie die Halluzinationen der großen Sprachmodelle beweisen. Mit den Schulbüchern setzen wir den neuronalen Netzen der Lernenden Trainingsmaterial vor, das ist in vielen Fällen gut durchdacht und anregend ist, aber der Trend zur fachlichen Aufweichung führte zu einer Reduktion expliziter, präziser Definitionen und im Gegenzug gibt es oft implizite Definitionen, die noch zudem von Seite zu Seite leichten Bedeutungsverschiebungen unterlegen. So sind etwa die Begriffe Ableitung und Änderungsrate mal synonym, mal nicht. Mal bestimmt das Integral einen Bestand, mal eine Stammfunktion, mal eine Integralfunktion, und einander Mal eine Flächeninhaltsfunktion. Lernende nehmen sicher mit, dass das alles zusammenhängt, aber wie genau kann sich kaum implizit erschließen.

Empowerment oder Unterordnung

Das Wort Ermächtigung hat in Deutschland leider eine schlechte Konnotation, aber trotzdem ist es ein wesentliches Ziel von jeder Erziehung, die Kinder und Jugendlichen in die Lage zu versetzen, Macht zu gewinnen, zu haben und damit verantwortungsvoll umzugehen. Das gilt für die Muskelkraft, die man im Sportunterricht erwirbt, ebenso wie für die Fähigkeiten, gegebenenfalls schlecht gesicherte Daten mittels Wissens aus dem Informatikunterricht abzugreifen. Auch für den Mathematikunterricht hat Heymann gefordert, dass verantwortungsvoller Umgang mit dem Erlernten ein Ziel von Allgemeinbildung ist. Aber führt das, was wir im Mathematikunterricht vermitteln und an Kompetenzen erreichen, tatsächlich dazu, dass die Schülerinnen und Schüler ein empowerment erfahren? Nur ein Beispiel: Die Jugendlichen sollen lernen, das Volumen von Kegeln auszurechnen. Ist das Empowerment? Wohl kaum, erstens braucht man das weder im Alltag oder den meisten Berufen und zweitens könnte man gegebenenfalls sich von Wikipedia oder künstlicher Intelligenz helfen lassen. Bildungswirksam daran kann doch nur sein, dass man erste Erfahrungen im infinitesimalen Denken sammelt, mit denen man in der Lage ist, zu argumentieren und weiteren Situationen zu Problemlösungen zu kommen. Wenn aber an dieser Stelle der Inhalt nicht relevant ist, sondern nur die daran erwerbbaren Kompetenzen, könnte man die Kompetenzen doch gleich an relevanteren Inhalten erarbeiten. Oft ergibt sich echtes Tun-Können aus der Verbindung mathematischen Wissens mit Methoden aus dem Informatikunterricht, einem Schulfach, in dem man empowerment wunderbar beobachten kann. Mathematische Denkfiguren, die dabei helfen können wie (lineare) Regression, Optimieren, Konfidenzintervalle oder das Programmieren von Simulationen oder dynamischen Systemen stehen nicht im Lehrplan, obwohl gerade das die Jugendlichen ermächtigen würde, unsere komplexe technologische Welt ein Stück weit zu verstehen und darin handeln zu können. Exemplarisch scheint mir auch die Rezeption von künstlicher Intelligenz in der Mathematikdidaktik. Es geht oft darum, die KI als Hilfslehrerin einzusetzen (und das ist eine wichtige und interessante Perspektive, die unbedingt erforscht werden muss, obwohl und weil sie aktuell von ihrem Niveau her eher als peer genutzt werden könnte). Vermutlich lassen sich damit in der Tat individuelle Lernprozesse anregen und die Qualität von Feedback wesentlich verbessern, aber man sollte kritisch fragen, was es für das Selbstkonzept von Kindern und Jugendlichen bedeutet, wenn sie über Jahre erleben, dass Technologie klüger ist als sie, dass Technologie auswählen kann, was sie lernen und üben müssen, dass sie sich also in der pädagogischen Beziehung zur Maschine unterordnen müssen? Samuel Papert hatte genau die gegenteilige Vision, nämlich dass die Lernenden sich des Computers ermächtigen und ihm etwas beibringen. Auch im Mathematikunterricht könnte man in diesem Sinne daran arbeiten, die Lernenden in die Lage zu versetzen, sich KI-Methoden anzueignen und diese zu beherrschen, statt sich unterzuordnen.

Fachwissenschaft und Didaktik: Emanzipation oder Entfremdung

Wie steht es um die inhaltliche Vernetzung von Fachwissenschaft und Didaktik? Welchen Input kann die Fachmathematik der Didaktik liefern? Es ist klar, dass Fachmathematik und Didaktik eine ganze Reihe von gemeinsamen Interessen haben, in der schulischen Bildung, der Lehrkräftebildung oder in der Formung des Bildes der Mathematik in der Öffentlichkeit. Aber inwieweit sind (insbesondere neuere) fachmathematische Erkenntnisse für die Didaktik relevant? Einige eklektische Befunde, die die Einschätzung zumindest von Emanzipation stützen: Didaktische Arbeiten, die sich mit dem Beweisen beschäftigen, zitieren in der Regel keine fachlichen Arbeiten aus Mathematik, Logik oder Beweistheorie. In der Algebradidaktik gibt es Konzepte wie „veränderliche Zahlen“ oder Variablen, die simultan für mehr als eine Zahl stehen – solche Dinge kennt die Fachmathematik nicht. Ein Blick in das Handbuch der Mathematikdidaktik belegt die Emanzipation. Es gibt zwar Kapitel zu den fachlichen Inhaltsgebieten Zahlen, Algebra, Analysis, Geometrie und Stochastik, aber die Kapitel dazu zitieren abgesehen von historisch relevanten Vertretern (Euklid, Euler, Cauchy, etc.) fast keine Fachwissenschaftler*innen der erweiterten Gegenwart (dazu zähle ich solche, die zumindest teilweise im 20. oder 21. Jh. publiziert haben). Für eine genauere Analyse habe ich mir das Kapitel zum Beweisen und Begründen vorgenommen. Von den über 120 Referenzen entfallen genau zwei auf fachmathematische Autoren: Kleiners Arbeit von 1991 dient als Beleg, dass sich die Normen der Rigorosität im Laufe der Zeit ändern, und eine Arbeit von Hilbert muss als

Beleg herhalten, dafür, dass „Axiome [sind] Setzungen [sind], an die nur noch die logischen Anforderungen der Widerspruchsfreiheit, Vollständigkeit und Unabhängigkeit gestellt werden.“ – Eine Aussage, die mindestens missverständlich, wenn nicht falsch ist, und die sich in Hilberts Text nicht annähernd wiederfindet. Diese Beobachtungen stützen den Schluss, dass die Fachmathematik der Didaktik fast nichts mehr zu sagen hat. Ist dem wirklich so? Ein schneller Blick in aktuelle Publikationen in einigen fachmathematischen Journalen überzeugt einen sofort von dem, was man schon weiß, nämlich dass man diese Inhalte nicht in der Schule behandeln kann. Folgt daraus aber, dass eine Entfremdung notwendig ist? Welche mathematischen Themen der letzten 100 Jahre könnten es wert sein, von der Didaktik zur Kenntnis genommen und aus didaktischer Perspektive reflektiert zu werden? Was könnte überhaupt diesen Wert ausmachen? Es könnte der Einfluss auf die Anwendung der Mathematik in der Gesellschaft insgesamt sein, es könnten neue Perspektiven auf die Bedeutung der Gegenstände der traditionellen Schulmathematik sein, oder es könnte die philosophische Tiefe elementarer Zusammenhänge sein. Hier in ungefähr chronologische Reihenfolge eine notwendig unvollständige Liste von Themen, für die mindestens eins dieser Kriterien zutreffen könnte:

- Die Entwicklung des Kalküls des natürlichen Schließens durch Gentzen als Alternative zu Hilberts Kalkül. Zumindest für die hochschuldidaktische Analyse von Beweisen könnten Gentzens Schlussformen gewinnbringend sein, oder sogar die Lehre bereichern – man denke etwa an die Unsicherheit von Studierenden beim Übergang von einer offenen Formel zu einer universell quantifizierten.
- Die Möglichkeit, durch Skolem-Funktionen mathematische Beweise mit weniger Quantoren zu führen. Auch hier stellt sich hochschuldidaktisch die Frage, ob damit die Dinge leichter verständlich werden können.
- Tarskis Entdeckung, dass die algebraische Theorie des Körpers der reellen Zahlen und damit die elementare Geometrie algorithmisch entscheidbar sind und Quantorenelimination in diesem Bereich möglich ist. Dies erklärt zum einen, warum Elementargeometrie keine fachmathematische Disziplin mehr ist, zum anderen lotet es die Grenzen des Berechenbaren aus und eröffnet fachmathematisch korrektes Feedback durch Maschinen.
- Die Entdeckung, dass die Frage, ob ein Term, der aus einer Variablen, den Grundrechenarten und dem Sinus aufgebaut ist, sich zu 0 vereinfachen lässt, nicht algorithmisch entscheidbar ist. Das zeigt zum einen, dass „Vereinfachen“ im Allgemeinen ein höchst anspruchsvoller Arbeitsauftrag ist, zum anderen gibt es einen Hinweis, wann man den Ergebnissen eines Computeralgebrasystems nicht blind vertrauen sollte.
- Die Nicht-Standardanalysis, die dem Rechnen mit infinitesimal kleinen Zahlen ein solides, wenn auch anspruchsvolles, fachliches Fundament gegeben hat. Dies ermöglicht einen ganz anderen Zugang zur Analysis in der Schule, der aktuell eher von praktizierenden Lehrkräften als von der Mathematikdidaktik untersucht wird.
- Der Buchbergeralgorithmus als relativ einfache Verallgemeinerung des Gaußschen Algorithmus mit all seinen Anwendungen von algebraischer Geometrie über automatisiertes Beweisen bis zur Robotik.
- Die Erkenntnis von Risch, nach der sich alle in elementaren Funktionen ausdrückbaren Stammfunktionen algorithmisch finden lassen.
- Der LLL-Algorithmus zur Gitterreduktion und seine Anwendungen.
- Die Entwicklung der mathematischen Theorie der Kausalität u.a. durch Pearl.
- Die Entdeckung, dass formale Beweise und typisierte funktionale Programme das Gleiche sind. Dies ist von didaktischem Interesse, weil etwa Beweise als Träger des konzeptuellen Wissens der Mathematik gelten, Algorithmen aber häufig als Ausdruck prozeduralen Wissens.
- Geometrische Algebra, die die Besonderheiten des schulischen Vektorprodukts aufhebt und die Integralsätze vereinfacht und systematisiert.
- Der allgemeine Approximationssatz für neuronale Netze, weil er zeigt, wie sich neuronale Netze in die Idee der Approximation einordnen lassen.
- Prädikatenlogik und Mengenlehre als Grundlage der Mathematik können durch bestimmte Typentheorien ersetzt werden. Was bedeutet es, Mathematik damit zu lernen?

Diese Auswahl ist willkürlich und subjektiv und ich weiß, dass solche Fragen nur auf geringes Interesse stoßen (da ich zu vielem davon schon etwas geschrieben habe), trotzdem bin ich überzeugt, dass es sich lohnt, fachmathematische Entwicklungen aus didaktischer Perspektive zu betrachten.

Form oder Inhalt

Welche Unterschiede gibt es zwischen fachwissenschaftlichen Journalen und solchen der Fachdidaktik? Ein ganz wichtiger steht in den Autorenhinweisen: Fachjournale machen in der Regel nur ganz wenige Vorgaben zum Zitieren, didaktische sind da viel detaillierter oder verlangen gleich Einhaltung von APA7 –

einem exzessiv bürokratischem Regelwerk. Wir sollten uns ernsthaft fragen, wie viel Wissenschaftlichkeit sich darin spiegelt, ob man den Ort eines Verlags erwähnt oder nicht.

Methoden oder Inhalte

Mit den Ergebnissen der mathematischen Lehre sind viele unzufrieden. In der Suche, was zu ändern zu verbessern wäre, schauen die meisten Kolleginnen und Kollegen auf die Lehrmethoden. Erst explodierte die Zahl der für den Unterricht vorgeschlagenen Methoden, dann die Zahl der Studien dazu. Das ist auch vernünftig, denn es ist unstrittig, dass guter Unterricht die Lernenden aktivieren muss und dazu braucht es passende Methoden. Aber so richtig und wichtig die Beachtung der Methoden war, so falsch war es, dass die Inhalte kaum noch durchdacht wurden. Symptomatisch ist der fast 20 Jahre alte Satz eines Kollegen: „Jetzt, wo wir die Standards haben, brauchen wir nicht mehr über Inhalte nachdenken.“ Die Inhalte des MU sind auch nicht falsch, aber vor dem Hintergrund einer geänderten Welt erscheinen sie den Lernenden immer weniger relevant. Die meiste SuS glauben nicht, dass Ihnen Mathematik helfen wird, im Leben vorwärtszukommen, eigene und gesellschaftliche Probleme zu lösen. Und in der Tat enthält selbst die maximale Ladung schulischer Mathematik (gymnasialer Bildungsgang bis zum Abitur auf erhöhtem Anforderungsniveau) kaum etwas, was einen befähigt, Aussagen zu Klimawandel, medizinischen Studien, Quantencomputern oder künstlicher Intelligenz zu verstehen. Gerade die Digitalisierung ist ein Feld, das Nachdenken über die Inhalte herausfordert: Conrad Wolframs Provokation, wir würden heute Computer benutzen, um Kindern beizubringen, wie man Probleme gelöst hat, bevor man Computer zur Verfügung hatte, trifft ins Schwarze – aber auch diese radikale Position erspart nicht das Nachdenken über Inhalte: Welche der alten Inhalte sind noch wichtig, um sich heute zurechtzufinden? Es kann durchaus sinnvoll sein, im Geschichtsunterrichts TikTok zu nutzen, um zu lernen, wie Revolutionen und Kriege begonnen wurden, bevor man social media zur Verfügung hatte. Aber es geht nicht nur darum, welche Inhalte unterrichtet werden, sondern auch wie die fachliche Strukturierung der Inhalte umgesetzt wird. In aktuellen Schulbüchern ist die logische Struktur kaum noch sichtbar. Offensichtlich wird das, wenn etwa auf die Unterscheidung von Definitionen und Sätzen verzichtet wird. Gerade in Hinblick auf die Auseinandersetzung mit von KI generierten Argumenten wäre aber eine gute logische Schulung zentral. Es sollte uns alle erschrecken, wenn in populären Fernsehsendungen Studien zu „future skills“ zitiert werden, nach denen mathematische Kompetenzen immer weniger wichtig werden. Es wäre doch eine Aufgabe der Didaktik zu zeigen, wie Mathematik hilft, die Zukunft zu gestalten – und dafür braucht es die richtigen Inhalte.

Lehren oder Forschen

Anlässlich der Bemühungen von einige Nachwuchswissenschaffenden unbedingt an der Uni zu bleiben und nicht ins Referendariat zu gehen, und dual dazu dem Streben etlicher Lehrkräfte sich unbedingt mit voller Stelle und auf Dauer an die Uni abordnen zu lassen, sagte mir mal eine Kollegin aus einem anderen Fach: „Es ist schon erstaunlich, dass Didaktik vor allem von Leuten gemacht wird, die sich lieber eine Hand abhacken lassen würden, als täglich vor einer Schulklasse zu stehen.“ Einer solchen Polemik kann man nicht zustimmen, sie ist schlicht falsch, moderne Lehrkräfte stehen nicht einfach vor der Klasse. Und: Eigene Erfahrung als Lehrkraft ist in der Tat eine problematische Grundlage für die universitäre Lehre, da sich ihre Richtigkeit nicht systematisch überprüfen lässt. Jedoch muss man festhalten, dass für einen Großteil der Fragen, die sich beim Unterrichten stellen, keine soliden wissenschaftlichen Erkenntnisse existieren. Natürlich gibt es einen wachsenden Fundus an Resultaten, aber die decken längst nicht alles ab. Oft ist die Verallgemeinerbarkeit von Resultaten unklar. Replikationsstudien sind selten (und allzuoft reproduzieren sie nicht das alte Ergebnis) und stehen vor der Frage, ob die Situation überhaupt repliziert werden kann: In gewissem Sinne ist es schlicht unmöglich, eine 30 Jahre alte Studie zu wiederholen – wo will man all die SuS ohne Handy herbekommen? Zudem liefern viele Studien relativ wenig Information: Wenn ein Hypothesentest Signifikanz nachweist, hat man aus einer komplexen Situation exakt 1 Bit an Information gewonnen. Didaktisches Handeln basiert aus diesen Gründen immer notwendig auf unzureichend wissenschaftlich abgesicherten Erkenntnissen, und die verbleibende Lücke muss durch Erfahrung oder Ideologie geschlossen werden. Die Antwort kann m.E. nur sein, Forschen und Lehren näher zusammenzurücken. Das Erfahrungswissen von 100.000 von Lehrkräften mag methodisch gesehen mangelhaft sein, aber es müsste systematischer mit dem akademischen Wissen verbunden werden. Hier wären bildungspolitische Entscheidungen hilfreich, die etwa eine große Anzahl von Lehrkräften gegen eine kleine Ermäßigung des Deputats in die universitäre Didaktik einbinden. Ein bidirektionaler Erfahrungs- und Erkenntnisaustausch im großen Stil könnte neue Einsichten bringen und so manches Vorurteil revidieren.

Aber aktuell sieht es nicht danach aus. Didaktische Forschung hat sich als eigenständige Disziplin emanzipiert, und sie ist in diesem Prozess als Wissenschaft unabhängig von Fachmathematik und Schulpraxis geworden. Wäre das anders, sollte sich mindestens aus jeder zweiten Dissertation ein ZMFP-Beitrag destillieren lassen, und jede zweite Inhabende einer Professur sollte Ergebnisse haben, die dort veröffentlicht werden können.

Verkleinern oder Vergrößern

Bei der Anlage von wissenschaftlichen Studien empfiehlt es sich aus methodischen Gründen meist, die Fragestellung eng zu fassen, sich zu fokussieren. Das gilt auch dann, wenn größere Fragen eigentlich noch interessanter wären. Einige dieser so produzierten Einzelergebnisse lassen sich gut kombinieren, etwas wenn gleiche Testinstrumente verwendet werden, so dass man Messergebnisse direkt vergleichen kann. Die Vergleichbarkeit leidet aber schon dann, wenn das (vermeintlich) gleiche Konstrukt mit unterschiedlichen Items erfasst wird. Noch schwieriger ist es, wenn die Konstrukte nicht gleich sind, dann kann es z.B. vorkommen, dass ein Item, das in der ersten Studie genau ein Konstrukt messen sollte, in einer anderen Studie zu zwei Konstrukten passt. Oder ein Konstrukt einer Studie, etwa die Kompetenz „Modellieren mit Pythagoras" entspricht der logischen und-Verknüpfung von zwei Konstrukten „Modellierungskompetenz" und „Pythagoras-Wissen". Solche nichtlinearen Beziehungen zwischen latenten Variablen sind aber technisch nicht ganz leicht zu modellieren. Wenn man da noch mehr Fortschritte machen würde, könnte man sich aber Folgendes vorstellen: Man entwickelt eine große Theorie des Mathematikkönnens, in der viele Konstrukte in Beziehung gesetzt werden und man prüft diese Theorie, indem man das Messmodell für viele einzelne Studien jeweils anpasst. Dabei könnte es wie beschrieben zu Mehrfachladungen und zu nichtlinearen Beziehungen kommen. Alles nicht einfach umzusetzen, aber der Benefit wäre, dass man größere Theorien bauen kann, die im Idealfall die Messergebnisse vieler Studien kombiniert beschreiben. Wenn das gelänge, würde sich die Frage „Verkleinern oder vergrößern" nicht mehr stellen, weil man beides haben könnte.

Fazit oder Schluss

Was noch zu sagen wäre hat Brecht schon formuliert: „Der einzige Ausweg wär aus diesem Ungemach. / Sie selber dächten auf der Stelle nach / … Verehrtes Publikum, los, such dir selbst den Schluss! / Es muss ein guter da sein, muss, muss, muss!". „Wir stehen selbst enttäuscht und sehen betroffen / Den Vorhang zu und alle Fragen offen."

Reinhard Oldenburg, Universität Augsburg
reinhard.oldenburg@math.uni-augsburg.de