

Erika Horn

Kolloquium zum 65. Geburtstag des Mathematikers und Informatikers Lothar Budach

Zum 65. Geburtstag von Prof. Dr. rer. nat. habil. Lothar Budach, dem langjährigen Mitglied der Leibniz-Sozietät, fand am 17. November 2000 an der Universität Potsdam ein wissenschaftliches Kolloquium statt. Das Kolloquium war Ehrung und Würdigung der bedeutenden wissenschaftlichen und menschlichen Leistungen eines Forschers und Hochschullehrers, der sich – wie nur wenige in Deutschland – um die Integration mathematischer Theorien und Methoden in die Informatik verdient gemacht hat.

Etwa 70 Teilnehmer aus Berlin, Bonn, Bremen, Cottbus, Dortmund, Dresden, Göttingen, Kaiserslautern, Köln, Mannheim, Oldenburg, Paderborn, Potsdam, Rostock und Saarbrücken waren der Einladung gefolgt.

Das Kolloquium wurde eröffnet durch den Dekan der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Potsdam, der das Wirken Lothar Budachs an der Universität Potsdam würdigte.

Im „Rückblick eines Schülers“ entwarf Bernd Graw aus Paderborn ein Lebensbild des Jubilars. Er begann mit einer Würdigung der Habilitationsschrift von Lothar Budach, die genau 37 Jahre vor dem Ehrenkolloquium – am 17. November 1963 zum Thema „Erweiterungstheorie Grellscher Präskemata“ – verteidigt wurde.

Lothar Budach studierte von 1954 bis 1959 an der Humboldt Universität zu Berlin Mathematik bei Heinrich Grell, Hans Reichard, Kurt Schröder und Johannes Kerstan. Mit seiner Diplomarbeit zur Theorie lokaler Ringe beginnt die erste wissenschaftliche Periode im Schaffen von Lothar Budach zur kommutativen Algebra. Zwischen der Dissertation „Quotalringe und ihre Anwendungen“ 1962 und der schon erwähnten Habilitation am 17. November 1963 liegt ein sehr kurzer Zeitraum. Das ist sicher auch ein Ausdruck der wissenschaftlichen Zielstrebigkeit und Exzellenz von Lothar Budach. Ein sicherer Hinweis auf das Gewicht der Budachschen Arbeiten im Bereich der kommutativen Algebra ist der Forschungsaufenthalt im Frühjahr 1969 am Institut des

Hautes Études Scientifiques in Bures sur Yvette (Frankreich) auf Einladung von Alexander Grothendieck. Budach hatte eine Kohomologie von Quotientenfunktionen für kommutative Ringe entwickelt, die für einen Spezialfall mit der Grothendieckschen lokalen Kohomologie übereinstimmte.

1966 wurde Lothar Budach als Professor mit Lehrauftrag an der Humboldt Universität zu Berlin berufen. Drei Jahre später erfolgte seine Berufung zum ordentlichen Professor an die Humboldt Universität. Ab 1969 beschäftigte er sich mit der Automatentheorie. Das wichtigste Ergebnis dieser Phase ist der 1975 veröffentlichte Beweis, dass man für jede Shannonsche Maus ein Labyrinth und einen Anfangspunkt in diesem Labyrinth konstruieren kann, so dass die Maus sich verläuft, obwohl ein Ausweg vorhanden ist. Das „Labyrinth-Problem“ war 1951 von Shannon gestellt worden und wurde viele Jahre kontrovers diskutiert bevor Budach die (negative) Lösung gelang. Der Beweis erhöhte die internationale wissenschaftliche Anerkennung Budachs schlagartig und führte zu einem dazu, dass er Einladungen zu Gastaufenthalten, z.B. nach Moskau 1975, Warschau 1977 und in die USA (Ithaca, Boston, Berkeley, Yorktown Heights) 1979 erhielt. Zum anderen war das Ergebnis Ausgangspunkt für wissenschaftlich bedeutsame Arbeiten zur Berechnungstheorie und Kombinatorik, zur Struktur von Entscheidungsprogrammen für Boolesche Funktionen und der Untersuchung deren algebraischer Komplexität.

Es ist ein Wesensmerkmal von Lothar Budach, dass er die Anwendung seiner wissenschaftlichen Ergebnisse in der Praxis sucht. 1972/73 arbeitete er im Forschungszentrum des VEB Carl Zeiss Jena an Steuerungssystemen für die Elektronenstrahlpositionierung und an der Layoutgenerierung von VLSI-Schaltkreisen. Es wurde eine vorhandene Gerätekonzeption mit mathematischen Hilfsmitteln auf ihre Leistungsfähigkeit überprüft und verbessert. Der dazu erforderliche mathematische Apparat wurde durch Kombination der Automatentheorie mit der Wahrscheinlichkeitstheorie und mathematischen Statistik zum großen Teil neu geschaffen.

Seit 1991 beschäftigt sich Lothar Budach mit Softwaredesign. Überaus fruchtbar sind seine Arbeiten zur Übertragung seiner umfassenden mathematischen Kenntnisse auf die theoretische Fundierung des Softwareentwurfs. Er beschäftigte sich mit Aspekten der Entwurfssprache P und deren theoretische Fundierung. Auch hier ist der Drang Lothar Budachs nach Anwendung sei-

ner theoretischen Erkenntnisse in der Praxis Motor von Arbeiten zur Rechenerstützung des Softwareentwurfs und zur Entwicklung entsprechender Softwaresysteme. Die Arbeiten zum Softwaredesign führte er von 1991 bis 1994 als Mitarbeiter des Fraunhofer Instituts für Software- und Systemtechnik Berlin und seit 17. März 1994 am Institut für Informatik der Universität Potsdam als Inhaber der Professur „Mathematische Grundlagen der Informatik“ durch. In Potsdam leistete Lothar Budach sehr wertvolle Aufbauarbeit für den Studiengang Informatik.

Ein hervorstechendes Merkmal seiner Arbeit ist die Einheit von Lehre und Forschung in allen Phasen seiner Tätigkeit. Er hat als Hochschullehrer eine umfangreiche Palette von Lehrveranstaltungen auf den Gebieten der Mathematik und der Theoretischen Informatik gehalten.

Die Anerkennung der Leistungen von Lothar Budach zeigt sich auch an seiner Berufung zum korrespondierenden Mitglied der Deutschen Akademie der Wissenschaften im Jahre 1969 sowie als Mitglied des Forschungsrates der DDR im gleichen Jahr, der Auszeichnung Lothar Budachs mit dem Nationalpreis der DDR für Wissenschaft und Technik für „International anerkannte Leistungen auf dem Gebiet der algebraischen Geometrie und Automatentheorie“ im Jahr 1973 und der Ernennung zum ordentlichen Mitglied der Akademie der Wissenschaften der DDR im Jahr 1975 sowie 1980 als Mitglied deren Präsidiums.

Lothar Budach ist nicht nur ein bedeutender Wissenschaftler, sondern auch ein hervorragender Wissenschaftsorganisator. Er führte im Verlauf seiner Tätigkeit unterschiedliche Ämter aus, so als Direktor für Forschung an der Sektion für Mathematik der Humboldt Universität 1974 bis 1977, als Leiter des Forschungsbereichs Mathematik und Informatik der Akademie der Wissenschaften der DDR 1986 bis 1989, als Leiter und Mitglied von Programmkomitees zahlreicher internationaler Tagungen auf dem Gebiet der theoretischen Informatik.

Des Weiteren ist er Autor zahlreicher bedeutender Veröffentlichungen zur Mathematik und Theoretischen Informatik, darunter sechs Bücher und mehr als 100 Beiträge in wissenschaftlichen Journalen.

Lothar Budach war Herausgeber bedeutender Bücher, Zeitschriften und Periodika. Hier soll vor allem das EIK, Journal of Information Processing and Cybernetiks, genannt werden, dessen Bedeutung im nationalen und interna-

tionalen Rahmen einer der Vortragenden des Kolloquiums, Günter Hotz aus Saarbrücken, besonders hervorgehoben hat.

Nach der Würdigung der beeindruckenden wissenschaftlichen Leistungen von Lothar Budach durch die Aufzählung von Fakten soll noch einiges zu den menschlichen Leistungen des Jubilars gesagt werden. Lothar Budach ist trotz aller wissenschaftlicher Bedeutsamkeit bescheiden, sehr freundlich, kollegial und kooperativ. Er ist ein beliebter und liebenswerter Mensch und Vorbild für seine Kollegen und die Studenten. Lothar Budach besitzt eine große Ausstrahlung. In vielen Situationen hat er durch seine Lebenserfahrung und Souveränität ausgleichend und integrierend wirken können.

So wie das wissenschaftliche Lebenswerk Lothar Budachs sich in die Phasen:

- Kommutative Algebra und algebraische Geometrie und
- Theoretische Informatik

zweiteilen lässt, war auch das Kolloquium untergliedert in einen ersten Teil, zu dem Schüler von Lothar Budach im Bereich der mathematischen Arbeiten vortrugen (Kurke, Zink) und einen zweiten Teil, der der Theoretischen Informatik (Waack, Hotz) gewidmet war.

Herbert Kurke, Humboldt Universität zu Berlin, der wohl erste Schüler von Lothar Budach referierte über „Wie kann man erkennen, ob ein Ring ein Polynomring ist?“.

In dem Vortrag knüpfte er an die Anfänge der Zusammenarbeit mit Lothar Budach in den frühen 60er Jahren an. Eine Frage, die damals in gemeinsam von Lothar Budach und Herbert Kurke durchgeführten Seminaren diskutiert wurde, war die nach der Struktur projektiver Moduln über Polynomringe. Freie Moduln sind Beispiele für projektive Moduln und Serre wird die Vermutung zugeschrieben, dass über Polynomringen alle projektiven Moduln frei sind. Gestützt wird diese Vermutung u.a. durch die Tatsache, dass dies nach Erweiterung des Skalarbereichs zum Ring aller ganzen Funktionen zutrifft. Die Vermutung ist schließlich 1976 unabhängig voneinander durch Quillen und Suslin bewiesen worden.

Herbert Kurke diskutierte in seinem Vortrag, ob diese Eigenschaft eventuell dazu dienen kann, endlich erzeugte Ringe von Polynomringen zu unterscheiden. Die auf den ersten Blick sehr einfache Frage, ob ein Ring ein Polynomring ist, wurde mit tiefliegenden Untersuchungen zur modernen al-

gebraischen Geometrie verbunden und lieferte ein beeindruckendes Bild von gegenwärtigen algebraisch-geometrischen Betrachtungsweisen. Anlass war nämlich eine Frage, die 1989 P. Russell stellte, ob eine bestimmte kubische Hyperfläche als algebraische Varietät isomorph zum affinen Raum ist. Diese sogenannte Russell-Kubik ist Teil einer Serie von Varietäten, von denen a priori nicht klar ist, ob sie isomorph zum affinen Raum sind. Diese Frage ist wiederum aus einem anderen Problem, dem sogenannten Linearisierungsproblem entstanden. Im Vortrag wurde eine neue Methode vorgestellt, wie man die erwähnten Mannigfaltigkeiten vom affinen Raum unterscheiden kann. Sie beruht auf der Konstruktion von nicht trivialen Vektorbündeln auf diesen Mannigfaltigkeiten.

Thomas Zink, Universität Bielefeld, ebenfalls ein Schüler von Lothar Budach, setzte sich in seinem Vortrag mit „Wittvektoren und Differentialen auf algebraischen Varietäten“ auseinander. In diesem Vortrag, der sowohl einen Rückblick auf die Wittschen Arbeiten als auch eine beeindruckende Darstellung moderner algebraisch-geometrischer Fragestellungen im Umfeld dieser klassischen Disziplin gab, wurden neuere homologische Methoden insbesondere aus dem Bereich der Weylschen Vermutungen und der kristallinen Kohomologie dargestellt.

Die Kohomologie einer differenzierbaren Mannigfaltigkeit kann mit Hilfe von Differentialformen berechnet werden. Dazu wird der de Rham Komplex der Differentialformen gebildet. Die Kohomologie des de Rham Komplexes ist identisch mit der Kohomologie, die man aus einer Triangulierung der Mannigfaltigkeit erhält. Insbesondere ist dies eine topologische Invariante.

Im Fall einer glatten algebraischen Mannigfaltigkeit über den komplexen Zahlen können auch algebraische Differentialformen zur Berechnung der Kohomologie benutzt werden.

Für die Arithmetik ist es von großer Bedeutung, Kohomologiegruppen algebraischer Mannigfaltigkeiten über einem Ring positiver Charakteristik zur Verfügung zu haben. Die Eigenschaften, die man von solchen Kohomologiegruppen verlangt, wurden zuerst von André Weyl in Zusammenhang mit seinen berühmten Vermutungen über die Anzahl der Punkte einer glatten projektiven Varietät über einem endlichen Körper formuliert. In positiver Charakteristik liefert der de Rham Komplex keine geeigneten Kohomologiegruppen im Sinne von Weyl. Gute Kohomologietheorien sind die étale und die kri-

stalline Kohomologie. Beide wurden von Grothendieck eingeführt und beruhen auf der Idee der Grothendieck-Topologie. Die kristalline Kohomologie kann man mit Witt-differentialen berechnen, die auf Illusie, Lubkin und Deligne zurückgehen.

Von A. Langer und dem Vortragenden wurden Witt-differentiale für Familien algebraischer Varietäten definiert, d.h. Varietäten die von Parametern abhängen. Die Kohomologie dieser Witt-differentiale lässt sich ebenfalls zur kristallinen Kohomologie in Beziehung setzen, sie ist im Allgemeinen aber eine feinere Invariante, die besser geeignet ist, um infinitesimale Deformationen algebraischer Varietäten zu verstehen.

Stephan Waack, Georg-August-Universität Göttingen, gleichfalls ein Schüler von Lothar Budach gab in seinem Vortrag „Probabilistische Beweissysteme der Kryptographie und Komplexitätstheorie“ ausgehend von dem klassischen Budachschen Resultat über eine exponentielle untere Schranke für Entscheidungsbäume des Grapherreichbarkeitsproblems einen umfassenden Überblick zur Problematik der unteren Schranken für die Komplexität Boolescher Funktionen bezüglich unterschiedlicher Berechnungsschemata wie Schaltkreise, Verzweigungsprogramme und Turingmaschinen. Die Forschung zu diesen Problemen liegt im Hauptstrom der Theoretischen Informatik, die hier erzielten Resultate gehören zu deren Fundament. Der Vortragende ging auf die folgenden näher ein.

Der Begriff des probabilistischen interaktiven Beweissystems wurde 1986 von Goldwasser, Micali und Rackhoff eingeführt. Ein Beweis versucht einen Verifizierer davon zu überzeugen, dass er im Besitz eines Beweises für eine behauptete Aussage ist. Ein Zero Knowledge Protokoll vermag dies, ohne den Beweis selbst zu verraten. Anwendungen in der Kryptographie liegen hier auf der Hand.

Varianten dieses Begriffes machten es Arora, Lund, Motwani, Sudan, Szegedy bzw. Shamir möglich, die Komplexitätsklassen aller formalen Sprachen, die sich in nicht deterministischer Polynomialzeit bzw. mit polynomialen Speicher akzeptieren lassen, neu zu charakterisieren. Eingeschränkte Verzweigungsprogramme, sogenannte OBDDs, sind heute wichtige Datenstrukturen bei der formalen Verifikation von Schaltkreisen, der Analyse sequentieller Systeme und beim symbolischen Model Checking.

Einen würdigen Abschluss des Kolloquiums stellte der Vortrag von Günter Hotz, Universität des Saarlandes, zum Thema "Probleme der Informatik – ein Blick zurück" dar. In beeindruckender Weise wurde durch Günter Hotz die Entwicklung der Informatik dargestellt und das Wirken von Lothar Budach in diesen Prozess eingeordnet.

Günter Hotz würdigte insbesondere die Bemühungen von Budach um die Gestaltung der Tagungsreihe "Fundamentals of Computation Theory", die 1977 von M. Karpinski und L. Budach ins Leben gerufen wurde, um theoretische Informatiker aus Ost und West zusammenzuführen. Das Anliegen dieser Tagungsreihe war, einerseits Methoden klassischer mathematischer Gebiete – wie Mathematische Logik, Algebra, Zahlentheorie und Kombinatorische Topologie auf die Berechnungstheorie – anzuwenden und andererseits aus dem reichen Vorrat konkreter Probleme, die sich mit der Entwicklung der Computer und der Informatik ergeben haben, neue Herausforderungen für die Mathematik zu suchen.

In den 80er Jahren gab es zwischen Hotz und Budach insbesondere eine Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Schaltkreisentwurfs. Sowohl in Saarbrücken (CADIC) als auch in Berlin (RELACS) wurden Systeme zum Entwurf von VLSI-Schaltkreisen unter Nutzung der Rekursivität entwickelt.

Das Kolloquium war eine Ehrung und Würdigung eines Wissenschaftlers, dessen Arbeit auch nach der Vollendung des 65. Geburtstages für die Informatik und den neuen Studiengang Softwaresystemtechnik am Hasso-Plattner-Institut der Universität Potsdam nicht entbehrlich ist.

Wir bedanken uns bei Lothar Budach für alles, was er bisher vollbracht und geleistet hat und wünschen dem Jubilar noch viele Jahre guter Gesundheit, Schaffenskraft, wissenschaftlicher Kreativität und persönliches Glück.