Rundbrief Computeralgebra Nr. 33

Werbeseite der Fa. Additive (Mathematica)

Computeralgebra-Rundbrief

Nr. 33 Oktober 2003

Fachgruppe Computeralgebra

Inhalt

Impressum

Der Computeralgebra-Rundbrief wird herausgegeben von der Fachgruppe Computeralgebra der GI, DMV und GAMM (verantwortlicher Redakteur: Dr. Markus Wessler, Universität Kassel, Fachbereich Mathematik/Informatik, Heinrich-Plett-Str. 40, 34132 Kassel, Telefon: 0561-8044192, Telefax: 0561-8044646, `wessler@mathematik.uni-kassel.de`).

Der Computeralgebra-Rundbrief erscheint halbjährlich, Redaktionsschluss 28.02 und 30.09. ISSN 0933-5994. Mitglieder der Fachgruppe Computeralgebra erhalten je ein Exemplar dieses Rundbriefs im Rahmen ihrer Mitgliedschaft. Fachgruppe Computeralgebra im Internet: `http://www.fachgruppe-computeralgebra.de`.

Konferenzankündigungen, Mitteilungen, einzurichtende Links, Manuskripte und Anzeigenwünsche bitte an den verantwortlichen Redakteur.

Die Geschäftsstellen der drei Trägergesellschaften:

GI (Gesellschaft für Informatik e.V.)
Wissenschaftszentrum
Ahrstr. 45
53175 Bonn
Telefon 0228-302-145
Telefax 0228-302-167
`gs@gi-ev.de`
`http://www.gi-ev.de`

DMV (Deutsche Mathematiker-Vereinigung e.V.)
Mohrenstraße 39
10117 Berlin
Telefon 030-20377-306
Telefax 030-20377-307
`dmv@wias-berlin.de`
`http://www.mathematik.uni-bielefeld.de/DMV/`

GAMM (Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik e.V.)
Technische Universität Dresden
Institut für Festkörpermechanik
01062 Dresden
Telefon 0351-463-33448
Telefax 0351-463-37061
`GAMM@mailbox.tu-dresden.de`
`http://www.gamm-ev.de`

Mitteilungen der Sprecher

Liebe Mitglieder der Fachgruppe Computeralgebra,

die letzte Sitzung der Fachgruppenleitung fand am 19. September 2003 am Rande der DMV-Tagung in Rostock statt. Nachdem auf der letzten Sitzung durch den Rücktritt von Herrn Dr. Joachim Apel und das Nachrücken von Prof. Dr. Hans-Wolfgang Henn eine Fachexpertenstelle freigeworden war, wurde auf der September-Sitzung Herr Dr. Andreas Sorgatz, Sciface, Paderborn, zum Fachexperten Industrie berufen. Die Fachgruppenleitung sieht Defizite beim Thema Computeralgebra in der Industrie und wünscht sich von der Berufung neue Impulse in dieser Richtung. Ebenfalls zum ersten Mal anwesend war unser neuer Fachexperte Physik Dr. Thomas Hahn. Wir freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit!

Anfang August fand in Philadelphia die jährliche Computeralgebratagung ISSAC 2003 statt. Bitte beachten Sie den Bericht von Karin Gatermann auf Seite 27. Die Tagungsreihe wird vom ISSAC Steering Committee (`http://www.acm.org/sigsam/Steering_Committee`) verwaltet, das sich aus 6 Personen mit einer jeweils dreijährigen Amtszeit zusammensetzt. Drei der Mitglieder sind Sprecher von Fachgruppen einzelner Länder.

Am Rande der ISSAC-Tagung wurden freie Plätze des ISSAC Steering Committees wiederbesetzt, und eine der freigewordenen Positionen ging an den Sprecher der Fachgruppe Wolfram Koepf. Das ISSAC Steering Committee besteht im Augenblick aus Laureano Gonzales-Vega, Erich Kaltofen, Wolfram Koepf (Vertreter Fachgruppe Computeralgebra), Nobuki Takayama (Vertreter Japan), Gilles Villard und Emil Volcheck (Vertreter SIGSAM) und hat Laureano Gonzales-Vega zum Sprecher gewählt. Die nächste ISSAC-Tagung (`http://www.risc.uni-linz.ac.at/issac2004`) findet vom 4.–7. Juli 2004 in Santander statt, und im Jahr 2005 wird die Tagung in Peking stattfinden.

Ebenfalls erfreulich aus Sicht der Fachgruppe ist, dass das Editorial Board des Journal of Symbolic Computation mit Karin Gatermann, Wolfram Koepf und Thomas Sturm drei neue deutsche Mitglieder hat.

Die wissenschaftliche Tagung, welche die Fachgruppe vom 15. – 17. Mai 2003 in Kassel veranstaltete (`http://www.mathematik.uni-kassel.de/compmath/ca.htm`), wurde von 68 Teilnehmern besucht und als großer Erfolg eingestuft: Keiner hatte eine solch rege Beteiligung vermutet. Fünf herrliche Hauptvorträge und 22 halbstündige Kurzvorträge hauptsächlich jüngerer Wissenschaftler lieferten ein gutes Abbild des aktuellen Standes der Computeralgebra in Deutschland. Wir verweisen auf den ausführlichen Bericht von Gerhard Hiß auf Seite 24. Auf unserer Sitzung haben wir beschlossen, im Frühjahr 2005 erneut eine derartige Tagung in Kassel durchzuführen.

Seit der Kassel-Tagung hat die Fachgruppe 11 neue Mitglieder begrüßen dürfen. Darüber freuen wir uns sehr. Kennen Sie computeralgebra-interessierte Personen, die noch nicht Mitglied der Fachgruppe sind? Vielleicht lässt sich ja noch das ein oder andere neue Mitglied gewinnen!

Als wir die letzten Modalitäten unserer Tagung Computeralgebra in Lehre, Ausbildung und Weiterbildung IV, die in der Woche nach Ostern 2004 im Kloster Schöntal stattfinden sollte, abklären wollten, stellte sich heraus, dass aus nicht mehr nachvollziehbaren Gründen, die möglicherweise mit einem Leitungswechsel des Bildungshauses zusammenhängen, der Tagungsort inzwischen leider anderweitig belegt war.

Wir haben uns sehr schnell nach einer passenden Alternative umgesehen und – wie durch ein Wunder – ist Haus Schönenberg bei Ellwangen (`http://www.haus-schoenenberg.de`) genau in der von uns gewünschten Zeit noch frei. Näheres zu dieser Tagung erfahren Sie im nächsten Abschnitt. Wir bedanken uns sehr herzlich bei Volker Strehl, der den Kontakt herstellte.

Die Umfrage, die auf der letzten Schöntal-Tagung angeregt worden war, wird demnächst abgeschlossen. Die Ergebnisse werden wir im nächsten Rundbrief publizieren.

Die Umstellung unserer Homepage `http://www.fachgruppe-computeralgebra.de` auf das neue Layout in Verbindung mit der Aktualisierung der Inhalte ist inzwischen abgeschlossen. Selbstverständlich werden wir die Seiten auch weiterhin pflegen und verbessern.

Wir hoffen, Sie mit dem vorliegenden Heft wieder gut zu informieren. Anregungen aus unserem Leserkreis sind jederzeit willkommen.

Wolfram Koepf *H. Michael Möller*

Computeralgebra: 15.-17.05.2003, Kassel

In der Zeit vom 15.–17. Mai 2003 führte die Fachgruppe in Kassel eine Computeralgebra-Tagung durch. Die Tagung wurde von 68 Teilnehmern besucht und war somit ein großer Erfolg. Fünf herrliche Hauptvorträge von Wolfram Decker (Saarbrücken), Bettina Eick (Braunschweig), Claus Fieker (Sydney), Martin Kreuzer (Dortmund) und Tsuyoshi Takagi (Darmstadt) sowie 22 halbstündige Kurzvorträge hauptsächlich jüngerer Wissenschaftler lieferten ein gutes Abbild des aktuellen Standes der Computeralgebra in Deutschland. *Wir verweisen auf den ausführlichen Bericht von Gerhard Hiß auf Seite 24.* Die Fachgruppenleitung hat beschlossen im Frühjahr 2005 erneut eine derartige Tagung in Kassel durchzuführen.

Auf der Tagungshomepage `http://www.mathematik.uni-kassel.de/compmath/ca.htm` finden Sie das Tagungsprogramm, eine Liste der Tagungsteilnehmer inklusive Abstracts bzw. Vortragsausarbeitungen sowie eine Bildergalerie.

Tagungsfoto

Computeralgebra in Lehre, Ausbildung und Weiterbildung IV: Konsequenzen aus PISA
13.-16.04.2004, Haus Schönenberg bei Ellwangen

In Fortführung der Tagungstradition *Computeralgebra in Lehre, Ausbildung und Weiterbildung* von Thurnau (1998, 2000) und Schöntal (2002) wird von der Fachgruppe Computeralgebra in der Woche nach Ostern – vom Osterdienstag Mittag, 13. April 2004 (Anreisetag), bis zum Freitag Mittag, 16. April 2004 (Abreisetag) – eine Tagung zum Thema *Konsequenzen aus PISA* organisiert.

Da das Bildungshaus Schöntal nicht wieder zur Verfügung steht, findet die Tagung im Haus Schönenberg bei Ellwangen (`http://www.haus-schoenenberg.de`) statt, welches ein ähnliches Ambiente und ähnliche Konditionen bietet, und Ellwangen hat sogar eine direkte Bahnanbindung (zwischen Stuttgart und Nürnberg). Die Tagungspauschale mit Übernachtung und Verpflegung wird 67,50 € betragen.

Es wird wieder ein Tagungsband erstellt, welcher auf der Tagung vorliegen wird, und es ist ein gemeinsamer Ausflug geplant. Hierfür wird ein Tagungsbeitrag in Höhe von 25 € erhoben.

Untersuchungen wie PISA haben es gezeigt: Es ist was „faul“ mit den mathematischen Fähigkeiten der deutschen Schüler. Problemsolving ein Fremdwort in deutschem Mathematikunterricht? Wie reagieren die Hochschulen und die Studienseminare auf diese neue Herausforderung? Ist der Einsatz von Computeralgebrasystemen das Werkzeug, das die Gedanken der deutschen Schüler frei machen kann? Oder verhindert das in vielen Bundesländern nach PISA neu eingeführte Zentralabitur den Einsatz von Computeralgebra eher? Oder müssen wir uns nun doch wieder auf mathematische Fertigkeiten konzentrieren? Viele Fragen, auf die Lehrer und Hochschullehrer auf dieser Tagung gemeinsam nach Antworten suchen.

Verantwortlich ist das Organisations- und Programmkomitee in Zusammenarbeit mit der Fachgruppe Computeralgebra. Es besteht aus

- Prof. Dr. Wolfram Koepf, Kassel (Sprecher der Fachgruppe CA, Leitung)
- Prof. Dr. Wilhelm Werner, Heilbronn (Fachgruppe CA, lokale Organisation)
- Prof. Dr. Hans-Wolfgang Henn, Dortmund (Fachgruppe CA, Fachreferent Lehre und Didaktik)
- OStD Heiko Knechtel, Bückeburg (Fachgruppe CA, Fachreferent Schule)
- Dr. Günter Schmidt, Mainz (MNU)
- Prof. Dr. Günter Törner, Duisburg (Fachgruppe Didaktik der Mathematik der DMV)
- Prof. Dr. Hans-Georg Weigand, Würzburg (GDM)

Ende Oktober wird ein Anmeldeformular per e-mail verschickt und ins Netz gestellt (`http://www.fachgruppe-computeralgebra.de/CLAW`). Wir bitten Interessierte, die nicht im e-mail-Verteiler sind, sich gegebenenfalls bei Herrn Koepf (`koepf@mathematik.uni-kassel.de`) zu melden.

Weitere Informationen, auch zu den vorangegangenen Tagungen, finden Sie ebenfalls auf obiger Internetseite.

Haus Schönenberg

Anwendungen der Computeralgebra in der System- und Kontrolltheorie

Eva Zerz (Kaiserslautern)

zerz@mathematik.uni-kl.de

Die klassische Systemtheorie studiert die Eigenschaften gewöhnlicher Differential– und Differenzengleichungssysteme mit analytischen und algebraischen Methoden. Sie ist mathematische Grundlage der Regelungstechnik („Kontrolltheorie“) und seit Jahrzehnten in der Elektro– und Verfahrenstechnik zur Prozess-Steuerung etabliert.

Relativ neu ist der Ansatz der „Algebraischen Analysis“ für Kontrollsysteme in mehreren unabhängigen Variablen. Ursprüngliche Motivation war die Filterung zweidimensionaler Signale in der Bildverarbeitung. Ziel ist es, Eigenschaften eines linearen Systems von partiellen Differential– oder Differenzengleichungen aus einem zugeordneten polynomialen Modul abzuleiten.

Formal ist ein System durch drei Daten bestimmt: die Signalmenge $\mathcal{A}$, die Anzahl der Signale q, und das Systemverhalten $\mathcal{B} \subset \mathcal{A}^q$. Man interpretiert $\mathcal{A}^q$ als die Menge aller Signalvektoren und $\mathcal{B}$ als die Teilmenge jener Signalvektoren, die dem Systemgesetz genügen. Solche Signalvektoren nennt man Systemtrajektorien.

Sei jetzt $\mathcal{B}$ der Lösungsraum eines linearen Systems partieller Differentialgleichungen mit konstanten Koeffizienten, also

$$\mathcal{B} = \{w \in \mathcal{A}^q \mid R(\partial_1, \ldots, \partial_n)w = 0\}.$$

Der Signalraum $\mathcal{A}$ sei entweder der Raum der glatten Funktionen oder der Raum der Distributionen. Die repräsentierende Matrix R ist eine polynomiale Matrix in n Unbestimmten mit reellen oder komplexen Koeffizienten. Sei $\mathcal{D}$ der entsprechende Polynomring. Der Systemmodul $\mathcal{M} = \mathcal{D}^q/\mathrm{im}(R^T)$ ist der Kokern der Transponierten von R.

Es gilt die Beziehung

$$\mathcal{B} \cong \mathrm{Hom}(\mathcal{M}, \mathcal{A}),$$

eine Isomorphie von $\mathcal{D}$-Moduln [1]. Darüber hinaus ist $\mathcal{A}$ ein injektiver Kogenerator, das heißt, das Dualisieren mit dem kontravarianten Funktor $\mathrm{Hom}(-, \mathcal{A})$ reflektiert Exaktheit [2,3].

Diese Tatsache ermöglicht es analytische Eigenschaften des Lösungsraumes $\mathcal{B}$ in algebraische Eigenschaften des Moduls $\mathcal{M}$ zu übersetzen und vice versa.

Folgende computeralgebraische Themen spielen dabei eine Rolle:

- Berechnung von Syzygien
- Berechnung freier Auflösungen
- Berechnung von Ext-Moduln
- Test auf Inklusion und Gleichheit von Moduln
- Test auf Torsionsfreiheit und Projektivität
- Berechnung des Torsionsuntermoduls
- Lösbarkeit und Lösung linearer Gleichungssysteme über dem Polynomring
- Berechnung des Durchschnitts und der Summe von Moduln
- Berechnung der Dimension polynomialer Ideale

So wird etwa die Frage nach der Inklusion von Systemen $\mathcal{B}_1 \subseteq \mathcal{B}_2$ vermöge der Kogeneratoreigenschaft übersetzt als Inklusion der Gleichungsmoduln $\mathrm{im}(R_2^T) \subseteq \mathrm{im}(R_1^T)$ und somit auf die Lösbarkeit der linearen Matrixgleichung $R_2 = XR_1$ über dem Polynomring zurückgeführt.

Die Lösbarkeit der inhomogenen partiellen Differentialgleichung $P(\partial_1, \ldots, \partial_n)y = v$ ist aufgrund der Injektivität äquivalent zu $Q(\partial_1, \ldots, \partial_n)v = 0$, wenn $\ker(P^T) = \mathrm{im}(Q^T)$. Ist also P gegeben, berechnet man die Syzygienmatrix Q und testet, ob die gegebene rechte Seite v der partiellen Differentialgleichung $Q(\partial_1, \ldots, \partial_n)v = 0$ genügt. Dies benutzt man etwa, um zu überprüfen, ob bestimmte Komponenten der Systemtrajektorie frei sind, d. h. uneingeschränkt durch das Systemgesetz. Solche freien Komponenten nennt man Inputs, und Systeme ohne freie Variablen heißen autonom.

Berechnet man das Ideal $\mathcal{I}_q(R)$, das von den $(q \times q)$-Minoren von R erzeugt wird, so gilt $\mathcal{I}_q(R) = 0$ genau dann, wenn das System freie Variablen besitzt. Ist hingegen $\mathcal{I}_q(R) \neq 0$, so bezeichnet man r als Autonomiegrad des Systems, wenn $\mathrm{codim}(\mathcal{I}_q(R)) \geq r$. Der Autonomiegrad 1 entspricht der Abwesenheit von Inputs (Autonomie), während der Autonomiegrad 2 die sogenannten überbestimmten Systeme charakterisiert (im Sinne von [3]). In diesen Systemen ist eine Trajektorie eindeutig bestimmt, wenn ihre Werte außerhalb einer offenen beschränkten konvexen Menge bekannt sind. Der Autonomiegrad n führt schließlich zu Systemen, die als reelle oder komplexe Vektorräume endlich-dimensional sind.

Andererseits sind die Torsionselemente von $\mathcal{M}$ von Interesse. Zwei Systemtrajektorien $w_1, w_2 \in \mathcal{B}$ heißen verknüpfbar, wenn es für alle offenen Mengen U_1, U_2, deren Abschlüsse disjunkt sind, eine Systemtrajektorie w gibt, die auf U_i mit w_i übereinstimmt. Dieses Konzept ist von fundamentaler Bedeutung für die Steuerung von Systemen, die ja gerade die Möglichkeit umschreibt, unter Einhaltung der Systemgesetze von einer beliebig vorgegebenen Systemtrajektorie auf eine andere, gewünschte zu wechseln. Die Torsionselemente von $\mathcal{M}$ stellen nun gerade die Obstruktion zur Steuerbarkeit dar. Genauer ausgedrückt: Bezeichnet man die Äquivalenzrelation der Verknüpfbarkeit mit $\sim$, so gilt

$$\mathcal{B}/\sim\, \cong\, T(\mathcal{M}),$$

wobei $T(\mathcal{M})$ der Torsionsuntermodul von $\mathcal{M}$ ist. Daher ist das System $\mathcal{B}$ steuerbar (d. h. alle Systemtrajektorien sind miteinander verknüpfbar), wenn $\mathcal{M}$ torsionsfrei ist [4]. Zum Test auf Torsionsfreiheit berechnet man eine Matrix M mit $\ker(R) = \mathrm{im}(M)$ und eine Matrix R_c mit $\ker(M^T) = \mathrm{im}(R_c^T)$, also zwei Syzygienberechnungen. Man überprüft dann, ob $\mathrm{im}(R^T) = \mathrm{im}(R_c^T)$. Falls ja, ist $\mathcal{M}$ torsionsfrei. Falls nein, repräsentiert R_c das größte steuerbare Subsystem von $\mathcal{B}$, da $\mathrm{coker}(R_c^T) \cong \mathcal{M}/T(\mathcal{M})$, was gerade der Teilmenge $\mathcal{B}_c$ aller mit der Nulltrajektorie verknüpfbaren Trajektorien entspricht.

Ist der Modul $\mathcal{M}$ sogar projektiv, so ist das System $\mathcal{B}$ ein direkter Summand des Signalvektorraumes $\mathcal{A}^q$. Das bedeutet, dass man jedes Untersystem $\mathcal{B}' \subset \mathcal{B}$ durch reguläres Zusammenschalten erreichen kann, das heißt, es gibt ein System $\mathcal{C}$, so dass

$$\mathcal{B} \cap \mathcal{C} = \mathcal{B}' \quad \text{und} \quad \mathcal{B} + \mathcal{C} = \mathcal{A}^q.$$

Man interpretiert $\mathcal{B}$ als gegebenes System und $\mathcal{B}'$ als Teilsystem mit gewissen wünschenswerten Eigenschaften. Das System $\mathcal{C}$ stellt einen Regler dar: Unterwirft man die Trajektorien von $\mathcal{B}$ den zusätzlichen Einschränkungen des Reglers, so sind im Gesamtsystem nur die erwünschten Trajektorien zulässig. Die zweite Bedingung besagt, dass die Systemgesetze von $\mathcal{B}$ und $\mathcal{C}$ unabhängig voneinander sein sollen.

Etwas allgemeiner fragt man sich bei einem beliebigen Paar $\mathcal{B}' \subset \mathcal{B}$, ob man $\mathcal{B}'$ durch reguläres Zusammenschalten erreichen kann. Modultheoretisch ausgedrückt: Ist $\mathrm{im}(R^T)$ ein direkter Summand von $\mathrm{im}(R'^T)$? Diese und verwandte Fragen führen auf konstruktive Berechnungen im Verband der Untermoduln von $\mathcal{D}^q$ [8]. Als Überblick über die hier dargestellten Sachverhalte eignen sich [6, Kapitel 10], [7] und [10]. In [5] und [9] findet sich eine ausführliche Diskussion der hier angerissenen Autonomie- und Steuerbarkeitsgrade.

Literatur

[1] Malgrange, B., *Systèmes différentiels à coefficients constants.* Séminaire Bourbaki 246, 1962/63.

[2] Oberst, U., *Multidimensional constant linear systems.* Acta Applicandae Math. 20, 1–175, 1990.

[3] Palamodov, V.P., *Linear differential operators with constant coefficients.* Springer, 1970.

[4] Pillai, H.K., Shankar, S., *A behavioral approach to control of distributed systems.* SIAM Journal on Control and Optimization 37, 388–408, 1999.

[5] Pommaret, J. F., Quadrat, A., *Equivalences of linear control systems.* Proceedings Math. Theory Networks Systems 2000, Perpignan, Frankreich, 2000.

[6] Sturmfels, B., *Solving systems of polynomial equations.* AMS, 2002.

[7] Wood, J., *Key problems in the extension of module-behaviour duality.* Linear Algebra Appl. 351–352, 761–798, 2002.

[8] Zerz, E., Lomadze, V., *A constructive solution to interconnection and decomposition problems with multidimensional behaviors.* SIAM Journal on Control and Optimization 40, 1072–1086, 2001.

[9] Zerz, E., *Extension modules in behavioral linear systems theory.* Multidimensional Systems and Signal Processing 12, 309–327, 2001.

[10] Zerz, E., *Multidimensional behaviors: An algebraic approach to control theory for PDEs.* Preprint, 2003.

Berechnung von Feynman-Diagrammen mit *FeynArts* und *FormCalc*

Thomas Hahn (München)

hahn@feynarts.de

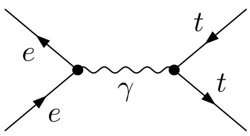
Zusammenfassung

Mit den Programmpaketen *FeynArts* und *FormCalc* kann die Berechnung von Feynman-Diagrammen mit bis zu einer Schleife sehr weitgehend automatisiert werden kann. Solche Berechnungen sind für die Überprüfung der gegenwärtigen Theorie der Elementarteilchen, d. h. der fundamentalen Naturgesetze, unabdingbar, ohne automatisierte Schritte jedoch sehr aufwendig und fehleranfällig. Durch die Automatisierung können binnen Minuten Ergebnisse ausgerechnet werden, für die früher Mannjahre nötig waren.

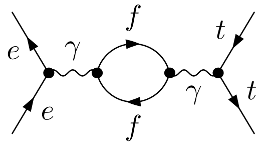
Einführung

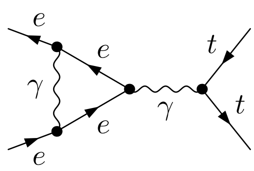
In der Teilchenphysik werden quantenfeldtheoretische Modelle benutzt, um die Elementarteilchen und ihre Wechselwirkungen zu beschreiben. In Streuexperimenten wird hingegen z. B. der Wirkungsquerschnitt gemessen, das ist vereinfacht ausgedrückt die (geeignet normierte) Wahrscheinlichkeit bestimmte Teilchen im Detektor zu sehen. Um nun die theoretische Vorhersage mit dem Experiment vergleichen und damit die Theorie testen zu können, steht man vor dem Problem aus dem theoretischen Modell zunächst den Streuoperator und dann daraus den Wirkungsquerschnitt zu berechnen. Dies wird in der Regel störungstheoretisch mit Hilfe von Feynman-Diagrammen gemacht, d. h. man betrachtet die Wechselwirkung der Teilchen als eine kleine Störung ihrer andernfalls freien Ausbreitung und entwickelt den Streuoperator mathematisch in eine Reihe in der Kopplungsstärke.

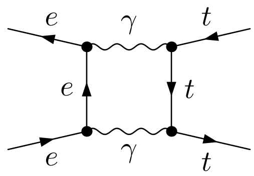
Beispiel: Das folgende Feynman-Diagramm trägt zum Wirkungsquerschnitt des Prozesses $e^+e^- \to \bar{t}t$ (Top–Antitop-Paarproduktion an einem Elektron–Positron-Beschleuniger) bei:



Dieses Diagramm gibt nicht nur ein intuitives Bild von dem Streuprozess, es lässt sich auch nach Regeln, die durch das Modell festgelegt sind, eindeutig in Formeln, die sogenannten Feynman-Amplituden, übersetzen. Insbesondere symbolisiert jeder der Punkte (•) eine Kopplung der Stärke $\sqrt{\alpha}$ zwischen den Fermionen und dem zwischen ihnen ausgetauschten Photon (γ), wobei $\alpha \simeq 1/137$ die Feinstrukturkonstante ist. Obiges Diagramm ist somit insgesamt von der Ordnung α. In der nächsten Ordnung gibt es schon wesentlich mehr Diagramme, von denen hier nur drei Repräsentanten gezeigt sind:







Hier hat jedes Diagramm vier Punkte, ist also von Ordnung α^2, gleichzeitig erkennt man aber auch, dass jetzt jedes Diagramm eine geschlossene „Schleife“ besitzt. Das ist kein Zufall, denn die Störungsreihe ist gleichzeitig auch eine Entwicklung in der Anzahl der Schleifen. Man spricht von „Baumdiagrammen“ (keine Schleife), „Ein-Schleifen-Diagrammen,“ „Zwei-Schleifen-Diagrammen“ usw. Physikalisch lassen sich die Schleifen als Quantenfluktuationen interpretieren, im linken Diagramm z. B. spaltet das intermediäre Photon in ein virtuelles Fermion–Antifermion-Paar ($f\bar{f}$) auf.

Je mehr Schleifen man mitnimmt, desto höher ist die Ordnung in α und desto genauer das Ergebnis. Dies „bezahlt“ man jedoch mit der Anzahl der zu berechnenden Diagramme, die mit der Anzahl der Schleifen rasch anwächst.

Schritte zur Berechnung eines Feynman-Diagramms

Im Folgenden werden die Schritte zur Erzeugung und Berechnung der Feynman-Diagramme aufgelistet, wie man sie „von Hand“ anwenden würde.

1. Stelle eine Liste aller Diagramme auf, die zu dem betrachteten Streuprozess beitragen:

a) Zeichne alle Möglichkeiten die einlaufenden mit den auslaufenden Linien so zu verbinden, dass die gewünschte Anzahl von Schleifen entsteht.

b) Bestimme anhand des Modells, welche Teilchen auf jeder Linie „laufen“ können, wobei die äußeren Linien mit den Teilchen im Anfangs- und Endzustand des betrachteten Streuprozesses identifiziert werden.

2. Übersetze die erhaltenen Diagramme mittels der Feynman-Regeln, die aus dem Modell folgen, in Formeln.

3. Vereinfache die Formeln analytisch. Dies geschieht vor allem in Hinblick auf die folgende numerische Auswertung, so müssen z. B. offene Indizes kontrahiert werden, tensorielle Objekte zerlegt werden usw.

4. Schreibe ein Programm, das die Formeln numerisch auswertet.

Offensichtlich sind hierbei Probleme sehr verschiedener Natur zu lösen, z. B. ist die Diagrammerzeugung eine topologisch-kombinatorische Aufgabe oder die Anwendung der Feynman-Regeln ein Datenbank-Zugriff. Hinzu kommt, dass die Amplitude algebraische Objekte enthält, die für die direkte numerische Auswertung ungeeignet sind, wie Tensoren oder Generatoren von Symmetriegruppen, man aber andererseits eine schnelle numerische Auswertung des Endergebnisses braucht, z. B. für Monte-Carlo-Generatoren, wo u. U. mehrere Millionen Events gesampled werden müssen.

Ein wichtiges Hilfsmittel bei der Umsetzung obigen Schemas ist daher die Computeralgebra, mit der die strukturellen und algebraischen Operationen bewältigt werden, in Kombination mit schneller und präziser numerischer Auswertung („Number Crunching“) in einer Hochsprache.

FeynArts und *FormCalc*

Mit *FeynArts* und *FormCalc* lassen sich Feynman-Diagramme erzeugen, analytisch vereinfachen und numerisch auswerten. Diese Programme ermöglichen es Streuprozesse mit bis zu einer Schleife sehr weitgehend zu automatisieren und erledigen damit eine Arbeit, die noch vor kurzem in Mannjahren bemessen wurde.

Die modulare Aufteilung in zwei Programmpakete ist nicht nur von der Art der Aufgaben her sinnvoll, vielmehr werden von vielen Benutzern nur Teile des Programms benutzt, so wird *FeynArts* etwa auch für die Erzeugung von Zwei-Schleifen-Diagrammen eingesetzt [1], selbst wenn diese derzeit nicht von *FormCalc* vereinfacht werden können.

FeynArts und *FormCalc* sind *Mathematica*-Programme. Dieser Umstand ist ausgesprochen hilfreich, da er dem Benutzer erlaubt die erhaltenen Ausdrücke an praktisch jeder beliebigen Stelle mit Hilfe des *Mathematica*-Befehlssatzes zu modifizieren.

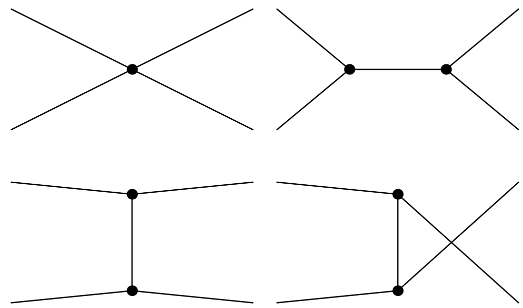
FeynArts

FeynArts [2, 3, 4] erzeugt Feynman-Diagramme und -Amplituden mit derzeit bis zu drei Schleifen. Die Information über das betrachtete Modell wird aus einer speziellen Datei, dem „Model-File“, gelesen. Derzeit existieren Model-Files für das elektroschwache Standardmodell mit und ohne QCD (einschließlich Counter-Termen), das Minimale Supersymmetrische Standardmodell (MSSM [5]) und das Zwei-Higgs-Dublett-Modell. Der Benutzer kann aber auch eigene Model-Files erstellen oder vorgegebene modifizieren. Außerdem steht ein Hilfsprogramm zur Verfügung, mit dem das Model-File aus der Lagrangedichte der zugrundeliegenden Theorie erzeugt werden kann.

Die Erzeugung der Feynman-Amplituden verläuft im Wesentlichen wie in Abschnitt skizziert: Zunächst werden mit der *FeynArts*-Funktion `CreateTopologies` die Topologien mit der gewünschten Anzahl äußerer Beine und Schleifen erzeugt, z. B. die Baum-Topologien (null Schleifen) für einen $2 \to 2$-Prozess:

```
top = CreateTopologies[0, 2 -> 2]
```

Die so erhaltenen Topologien lassen sich mit der `Paint`-Funktion zeichnen:



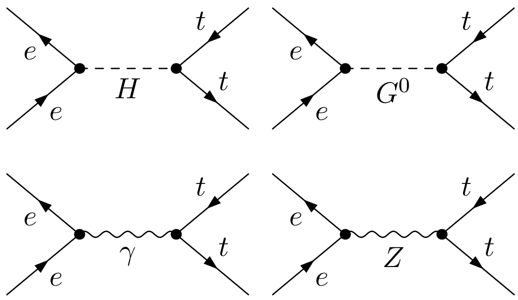
Die Diagramme können entweder am Bildschirm, als PostScript- oder als LaTeX-Datei ausgegeben werden, wobei letzteres Format problemlos in Publikationen eingebunden sowie auf einfache Weise nachbearbeitet werden kann.

In diese Topologien werden nun Felder eingesetzt, d. h. es werden zu einem vorgegebenen Streuprozess alle im Modell möglichen Kombinationen gesucht die Linien der Topologie mit Feldern des Modells zu bestücken. Dazu wird die Funktion `InsertFields` auf das Ergebnis von `CreateTopologies` angewendet:

```
ins = InsertFields[top,
  {-F[2,{1}], F[2,{1}]} ->
  {-F[3,{3}], F[3,{3}]}]
```

Hier werden die Diagramme für den Prozess $e^+e^- \to \bar{t}t$ aus den in `top` gespeicherten $2 \to 2$-Topologien erzeugt. Als Model-File wird die Voreinstellung `SM.mod`, das elektroschwache Standardmodell, benutzt. Dieses gibt auch die Bezeichnung der Felder vor: in `SM.mod` heißt das Elektron `F[2,{1}]`, es ist also das erste Mitglied der Fermionklasse Nr. 2, die aus Elektron, Myon und Tauon besteht, und analog heißt das Top-Quark `F[3,{3}]`, wobei die dritte Fermionklasse das Up-, Charm- und Top-Quark umfasst. `-F[2,{1}]` und `-F[3,{3}]` sind die jeweiligen Antiteilchen.

Auch die Ergebnisse von `InsertFields` lassen sich mit `Paint` zeichnen. Man sieht, dass einige Topologien nicht realisiert werden können, z. B. weil die Erhaltung der elektrischen Ladung verletzt wäre, andere dagegen mehrfach vorkommen:



Schließlich müssen die Feynman-Regeln angewandt werden, um die Amplituden zu erhalten. Das geht mit

```
amp = CreateFeynAmp[ins]
```

FormCalc

FormCalc [6] vereinfacht die von *FeynArts* ausgegebenen Amplituden analytisch. Das Ergebnis kann entweder direkt als *Mathematica*-Formel weiterverwendet werden (z. B. für bestimmte Konsistenzchecks) oder als Fortran-Programm zur Berechnung des Wirkungsquerschnitts ausgegeben werden. In der analytischen Vereinfachung werden konkret folgende Umformungen vorgenommen:

- Kontraktion aller Indizes,
- Berechnung der fermionischen Spuren,
- Vereinfachung der äußeren Spinor- und Gruppenstrukturen,
- Reduktion der Tensorintegrale auf skalare Koeffizienten,
- Einführen von Abkürzungen.

Das Einführen von Abkürzungen ist ein sehr wesentlicher Punkt, mit dem die Größe des Ergebnisses drastisch reduziert werden kann.

Alle diese Operationen sind in einer Funktion für den Benutzer zusammengefasst, die auf das Ergebnis von `CreateFeynAmp` angewendet wird:

```
result = CalcFeynAmp[amp]
```

Intern delegiert `CalcFeynAmp` viele Aufgaben an das Computeralgebra-System *FORM* [7] (daher der Name *FormCalc*), das zwar nur einen begrenzten, teils speziell auf die Anwendungen in der Teilchenphysik zugeschnittenen Befehlssatz hat, dafür aber sehr schnell ist und auch mit sehr großen Ausdrücken mühelos fertig wird. *FORM* ist jedoch nicht unbedingt leicht zu programmieren, daher bleibt der Austausch von Programmcode und Daten zwischen *Mathematica* und *FORM* dem Benutzer erspart.

Zur weiteren numerischen Auswertung wird das Ergebnis von `CalcFeynAmp` als Fortran-Programm ausgegeben:

```
SetupCodeDir["fortrandir"]
WriteSquaredME[result, {},
  Abbr[], "fortrandir"]
```

`SetupCodeDir` legt ein Unterverzeichnis namens `fortrandir` an und kopiert die notwendigen Treiberprogramme dort hinein. Danach schreibt `WriteSquaredME` das Ergebnis der obigen Rechnung zusammen mit den von `CalcFeynAmp` eingeführten Abkürzungen, die mit `Abbr[]` abgerufen werden, als Fortran-Code in dieses Verzeichnis. Dazu wird ein entsprechendes `makefile` angelegt, wodurch auch die Kompilierung automatisiert wird. Ein wesentlicher Punkt ist, dass die von `WriteSquaredME` ausgegebenen Dateien in sich völlig abgeschlossen sind und nicht mehr von Hand nachbearbeitet werden müssen, was viele „menschliche" Fehlerquellen ausschließt. Hingegen werden die Treiberprogramme vom Benutzer angepasst, dort müssen z. B. die numerischen Werte der Modellparameter angegeben werden.

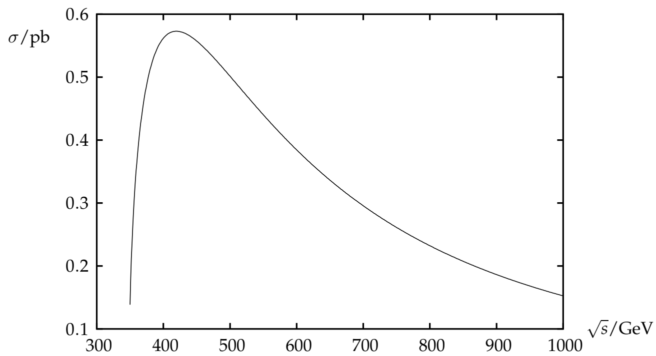
Von den Anpassungen der Treiber abgesehen genügt ein

```
./configure
make
```

im neu angelegten Verzeichnis `fortrandir`, um das erzeugte Programm zu kompilieren. Ausgeführt wird es z. B. mit

```
./run uuuu 350 1000
```

was den Wirkungsquerschnitt für unpolarisierte äußere Teilchen im Energiebereich von 350 bis 1000 GeV berechnet. Man erhält ein Datenfile `run-tot.pol=UUUU.E=00350-01000`, das geplottet so aussieht:



Der gesamte Ablauf, von `CreateTopologies` bis zum Plotten des Wirkungsquerschnitts, dauert nur wenige Minuten.

Der generierte Fortran-Code wird von *FormCalc* in verschiedener Weise optimiert, so werden z. B. mehrfach vorkommende Unterausdrücke nur einmal berechnet, ebenso wird die Liste der Abkürzungen so gruppiert, dass beim Durchlaufen der internen Schleifen nur die sich wirklich ändernden Teile neu berechnet werden müssen. Bei den Treiberprogrammen wurde großer

Wert auf modularen Aufbau in einer übersichtlichen und gut dokumentierten Programmierweise gelegt. Alles in allem wird damit das Ziel verfolgt, ein effizientes und gleichzeitig für den Benutzer möglichst durchschaubares Programm zu erstellen, denn es gibt viele Fälle, in denen der Benutzer das Programm nicht in seiner eigentlichen Funktion benutzen will, sondern es entweder als Modul in existierende Programme einbinden oder aber zusätzliche Funktionalität einbauen möchte. Die Implementierung des Fortran-Generators einschließlich der zugehörigen Treiberprogramme zählt daher zu den Programmteilen von *FormCalc*, die im Laufe der Versionen die größten Änderungen durchgemacht haben.

Literatur

[1] S. Heinemeyer, hep-ph/0102318.

[2] J. Küblbeck, M. Böhm, A. Denner, *Comp. Phys. Comm.* **60** (1990) 165.

[3] H. Eck, Doktorarbeit, Universität Würzburg (1995), die PostScript-Version kann von der *FeynArts*-Webseite `http://www.feynarts.de` heruntergeladen werden.

[4] T. Hahn, *Comp. Phys. Comm.* **140** (2001) 418 [hep-ph/0012260].

[5] T. Hahn, C. Schappacher, *Comp. Phys. Comm.* **143** (2002) 54 [hep-ph/0105349].

[6] T. Hahn, M. Pérez-Victoria, *Comp. Phys. Comm.* **118** (1999) 153 [hep-ph/9807565].

[7] J. Vermaseren, `http://www.nikhef.nl/~form`, math-ph/0010025.

Neues über Systeme

Neues aus Waterloo: Maple 9

Thomas Richard, Scientific Computers GmbH (Aachen)

`t.richard@scientific.de`

Die augenfälligste Innovation bei Maple 9 ist eine neu implementierte grafische Benutzeroberfläche, das *Standard Worksheet*. War bisher nur das Arbeiten im MDI-Modus (*Multiple Document Interface*, übernommen aus StarOffice) möglich, so kennt das neue GUI auch den SDI-Modus, bei dem jedes Worksheet-Fenster einzeln vom Windowmanager verwaltet wird. Ein separater Help Browser bietet mehr Übersicht und stellt den Themenbaum wie aus dem Windows Explorer und ähnlichen Anwendungen gewohnt dar. Die Volltextsuche wird erleichtert durch direktes Markieren der Fundstellen in den Hilfetexten, deren Zahl auf etwa 4000 angewachsen ist. Worksheets lassen sich mit dem Mausrad vertikal scrollen – ohne von bestimmten Treibern abhängig zu sein wie in früheren Versionen. Bei Bedarf werden auch horizontale Scrollbalken eingeblendet. Erforderlich ist dies z. B. beim Import von Bildern, der nun plattformübergreifend und in Dutzenden von Formaten möglich ist. Von der Firma AVS (*Advanced Visual Systems*, bekannt durch High-End-Grafiksoftware) wurde der OpenViz-Renderer übernommen, der bei Plots stufenlos einstellbare Transparenz erlaubt. Der *Structured Data Browser* für das interaktive Bearbeiten der **rtable**-basierten Datentypen **Matrix** und (mit Einschränkungen) **Vector** wurde völlig überarbeitet und erlaubt nun beispielsweise das Übernehmen der grafischen Ansicht einer Matrix als Bitmap in das Worksheet. Auf vielfachen Kundenwunsch wurde endlich ein grafischer Debugger realisiert, welcher den von anderen Entwicklungsumgebungen gewohnten Komfort bei der Fehlersuche bietet. Kleinere Verbesserungen bei der Worksheet-Gestaltung betreffen den Einbau von e-mail-Hyperlinks, die flexiblere Auswahl von Attributen für die diversen *Styles* (so sind z. B. mehrfarbige Eingabezeilen möglich) und die übersichtlichere *Command Completion* mittels eingeblendeter Auswahlliste zur Vervollständigung von Befehlsnamen. Die Ausgabe sehr langer ganzer und rationaler Zahlen kann über *Elision* im Tools/Options-Dialog so abgekürzt werden, dass nur die ersten n und die letzten m Stellen sichtbar sind. Eine Hilfestellung für Einsteiger ist das *Tip-of-the-Day*-Feature, das Kenner wohl recht schnell deaktivieren werden. Ähnlich ist auch das *Sketchpad* einzuordnen, ein Fenster für Freihandzeichnungen. Damit muss der Benutzer seine Ideen in Form von Skizzen und Formeln nicht mehr auf Papier festhalten, sondern kann sie in das Worksheet integrieren, bevor er sie in Maple umsetzt. Für das Drucken von Worksheets unter Linux/UNIX ist zu beachten, dass CUPS (*Common UNIX Printing System*) vorausgesetzt wird, welches jedoch heute in den meisten Distributionen enthalten ist.

Die neue Oberfläche ist in Java geschrieben (das erforderliche Runtime Environment JRE 1.4 wird mitgeliefert) und braucht erheblich mehr Hardware-Ressourcen (Speicherplatz und CPU-Leistung) als die bisherige Oberfläche, welche daher weiter mitgeliefert wird und nun *Classic Worksheet* heißt. Zwei Ausnahmen gibt es zu dieser Regel: auf dem Macintosh konnte nur das Java-basierte GUI realisiert werden (u. A. weil die StarView-Library nicht für Mac OS X zur Verfügung steht), und für Digital UNIX / Tru64 sowie IRIX wird ausschließlich das Motif-basierte klassische Interface geliefert.

Eine weitere „schleichende“ Umstellung betrifft das Worksheet-Dateiformat: neu ist das XML-basierte **MW**, welches gegenüber dem bekannten **MWS** die Zusammenarbeit mit anderen Applikationen erleichtern soll. Beide GUIs unterstützen jedoch beide Formate, so dass dem Anwender kein abrupter Wechsel zugemutet wird. Auch die mathematische und sonstige Funktionalität ist identisch, abgesehen von den eingangs erwähnten Features. Selbst auf neue grafische Werkzeuge muss der Classic-Benutzer nicht verzichten: das **LibraryTools**-Paket bietet einen Browser, mit dem die Verwaltung von Maple-Libraries vereinfacht wird, und als Highlight sei der *Interactive ODE Analyzer* genannt: mittels **dsolve[interactive]** wird eine intuitiv bedienbare Oberfläche gestartet, die die Fähigkeiten von **dsolve** und **plots[odeplot]** vereint und dabei den Benutzer vor dem Eintippen der oft länglichen Befehlssyntax bewahrt. Nach der Eingabe der gewöhnlichen Differentialgleichungen, ihrer Anfangs- oder Randwerte sowie von Parametern entscheidet man sich für analytische oder numerische Behandlung, wählt passende Methoden aus, durchwandert themenbezogene Hilfeseiten oder plottet die Lösungen. Sämtliche Einstellungen können dabei jederzeit verändert werden. Erst wenn die gesuchte Darstellung erreicht ist, wählt man aus, was an das Worksheet zurückgeliefert werden soll: Lösungen, Plots oder die dazu automatisch generierten Befehle. Diese beiden Werkzeuge basieren ebenso wie der in Maple 8 eingeführte *Interactive Plot Builder* auf Maplets, und auch diese haben Detailverbesserungen erfahren. So kann die Plot-Ausgabe eines Worksheets mittels **plotsetup(maplet)** in ein Maplet umgelenkt werden, und das **Plotter**-Element erlaubt die Echtzeit-Rotation von 3D-Grafiken mit der Maus, ganz so wie im Worksheet seit der Einbindung von OpenGL gewohnt. In Form von Maplets wurden auch interaktive Tutoren realisiert, die die gesamte **Student**-Paketreihe begleiten. Hierbei sind zu **Calculus1** die Pakete **Precalculus** und **LinearAlgebra** hinzugekommen. Stellvertretend seien jeweils die Funktionen **IntTutor**, **RationalFunctionTutor** und **GaussianEliminationTutor** genannt, deren Namen wohl selbsterklärend sein dürften. Mit den **Student**-Paketen spricht Maplesoft insbesondere die Zielgruppen der Lehrenden und Lernenden in Oberstufe und dem ersten Hochschulsemester an. Die überwiegende Zahl sonstiger mathematischer und technischer Neuerungen richtet sich eher an Fortgeschrittene.

Aus der Fülle weiterer neuer und verbesserter Pakete seien **IntegerRelations** und **CodeGeneration** hervorgehoben. Ersteres enthält Implementierungen der Algorithmen LLL (Gitterbasis-Reduktion nach Lenstra, Lenstra und Lovasz) und PSLQ (Partial Sum of Least Squares nach Bailey und Fergusson), welche neben der Ermittlung linearer Abhängigkeiten die Grundlage für den **identify**-Befehl darstellen. Dieser versucht aus einer Gleitkommazahl eine exakte Formel zu rekonstruieren, bildet also in gewisser Weise das Gegenstück zu **evalf**. Ein eng verwandtes Projekt ist übrigens der *Inverse Symbolic Calculator* (`http://www.cecm.sfu.ca/projects/ISC`), der zusätzlich noch eine Liste vorberechneter konstanter Ausdrücke durchsucht. **CodeGeneration** konnte bisher schon Quelltexte für C, Fortran und Java erzeugen. Diese Liste wurde um MATLAB und VisualBasic ergänzt. Darüber hinaus lassen sich die vorhandenen Übersetzer modifizieren, etwa um herstellerspezifische Abweichungen vom Fortran-Standard zu berücksichtigen. In gewissen Grenzen können sogar eigene Zielsprachen definiert werden, sofern sie nicht allzu stark von der genannten prozeduralen Sprachfamilie abweichen.

Im Numerik-Bereich sind die erweiterten Löser für partielle Differentialgleichungen zu erwähnen, die z. B. quasilineare Gleichungen behandeln sowie Berechnung und grafische Darstellung von Fehlerabschätzungen erlauben. Bei Systemen gewöhnlicher Differentialgleichungen sind nun auch benutzerdefinierte Funktionen zulässig. Außerdem wurde ein Paket **DiscreteTransforms** eingeführt, welches vorerst nur Funktionen für schnelle Fouriertransformation und ihre Inverse enthält. Diese arbeiten ausschließlich mit Hardware-Gleitkommazahlen und sind erheblich leistungsfähiger als die altbekannten **FFT** und **iFFT**; insbesondere sind die neuen Routinen nicht auf Zweierpotenzen als Eingabelängen beschränkt. Daneben wurden die iterativen Löser für lineare Gleichungssysteme verfeinert und die BLAS-Libraries prozessor-spezifisch für Solaris/SPARC und Linux/x86 optimiert; letztere Plattform unterscheidet zwischen sieben CPU-Varianten. Performance-Steigerungen sind auch außerhalb der Numerik zu verzeichnen: eine geänderte Speicherverwaltung soll den Anforderungen „großer“ Anwendungen gerecht werden, und das **ArrayTools**-Paket erlaubt sehr effiziente Low-Level-Manipulationen an **rtable**-basierten Datenstrukturen. Bei ganzen Zahlen schaltet Maple ab einer bestimmten Größe (derzeit 109 Stellen) von der eigenen auf die GMP-Arithmetik (*GNU Multiple Precision Library*) um, was extreme Geschwindigkeitzuwächse bringt und einige Fragestellungen etwa in der Zahlentheorie überhaupt erst zugänglich macht.

Auf dem Gebiet der elementaren und speziellen Funktionen wurde Maple so stark ausgebaut, dass die Ablösung der bekannten 1000-Seiten-Wälzer wie Abramowitz&Stegun und Gradshteyn&Ryzhik näher rückt. Sowohl der Umfang implementierter Funktionen wurde berücksichtigt (komplette **Mathieu-** und **Inverse-Jacobi-**Familien, Verbesserungen z. B. bei Struve-Funktionen und elliptischen Integralen) als auch der Zugang (erweiterte Behandlung von Konvertierungen und Annahmen über Parameter). Damit der Benutzer dennoch die Übersicht behält, stellt Maple ihm den **FunctionAdvisor** zur Seite, einen universellen Ratgeber, der zu allen Funktionen die zugehörigen Definitionsbereiche, Identitäten, Integraldarstellungen, Differentialgleichungen, Reihen- und asymptotische Entwicklungen, Verzweigungen, spezielle Werte, Umwandlungen, Ableitungsregeln und vieles mehr auflistet. Dieser Befehl lädt ebenso zum Experimentieren ein wie das bereits erwähnte **identify**. Auch allgemeinere Kommandos im Bereich des symbolischen Rechnens wurden verbessert. Der bekannte **simplify**-Befehl hat Optionen zur gezielten Vereinfachung konstanter Ausdrücke sowie zur Reduktion der Größe von Ausdrücken erhalten. Der **solve**-Befehl liefert auf Wunsch parametrische Lösungen, sofern vorhanden. Das **LinearAlgebra**-Paket gestattet nun die Berechnung beliebiger Funktionen von quadratischen Matrizen; daneben gibt es spezialisierte Kommandos für Potenzen sowie für die Exponentialfunktion.

Die technisch vielleicht bedeutendste Neuheit ist das **OpenMaple**-API, welches in gewisser Hinsicht die Umkehrung des in Maple 6 eingeführten und seither ständig verbesserten *External Linking* darstellt: nun kann nicht nur Maple externe Libraries ansprechen, sondern selbst aus Sprachen wie C heraus aufgerufen werden. Diese vielfach gewünschte Schnittstelle eröffnet die Möglichkeit die Maple-Engine (bestehend aus Kernel und Library) unmittelbar in eigenen Applikationen zu nutzen. Voraussetzung ist auch bei deren Anwendern eine komplette Maple-9-Installation; es gibt also keine Runtime-Lizenzen oder anderweitig reduzierten Versionen. Das neue API geht über den sogenannten OEM-Kernel, der aus Produkten wie Mathcad, Scientific Workplace sowie der Symbolic Toolbox für MATLAB bekannt ist, weit hinaus.

Das Paket **StringTools** enthält mehr Ergänzungen (in Richtung Kombinatorik, Statistik und linguistische Analyse) als in diesem Artikel dargestellt werden können. Ähnliches gilt für die **SumTools** mit ihren Unterpaketen **DefiniteSum**, **IndefiniteSum** und **Hypergeometric**. Stichworte zu den **XMLTools** sind *Namespaces*, validierender Parser und XSLT.

Wie eingangs erwähnt enthält die Liste unterstützter Betriebssysteme nun endlich Mac OS X, hingegen ist Windows 95 herausgefallen. Der MATLAB-Link wurde für alle Plattformen auf MATLAB 6.5 (R13) aktualisiert. Weitere Informationen auf Deutsch finden sich unter `http://www.scientific.de` und auf Englisch unter `http://www.maplesoft.com`. Umfangreiche Demonstrations-Worksheets zu den meisten neuen Features liegen im Application Center unter `http://www.mapleapps.com` in der Kategorie Maple Tools / Maple 9 Demos zum Download bereit.

polymake

Michael Joswig (Berlin)

`joswig@math.tu-berlin.de`

Es gibt verschiedene Möglichkeiten das Softwarepaket `polymake` zu beschreiben, je nachdem, ob man sein Anwendungsspektrum innerhalb der Mathematik betont oder eher seine Designmerkmale als Software an sich. Ich will mit der Mathematik beginnen und anschließend etwas zur technischen Umsetzung sagen.

Software für Diskrete Geometrie und Kombinatorische Topologie

Das primäre Anwendungsgebiet für `polymake` ist die Polytoptheorie. Ein (konvexes) Polytop ist die konvexe Hülle endlich vieler Punkte im d-dimensionalen euklidischen Raum. Diese nur scheinbar harmlose und unauffällige Definition birgt eine reichhaltige Theorie mit zahllosen Anwendungen, für die überdies ein umfangreiches algorithmisches Instrumentarium existiert. Hiervon lässt sich vielleicht etwas erahnen, wenn man sieht, wie breit die Beziehungen zu anderen Teilen der Mathematik gestreut sind: Zum einen sind Polytope genau die (beschränkten) Mengen zulässiger Lösungen linearer Programme, zum anderen lassen sich z. B. torische Varietäten aus der algebraischen Geometrie im Wesentlichen durch Polytope zu beschreiben. Ein zweites Standbein von `polymake` ist kürzlich im Bereich der kombinatorischen Topologie entstanden. Dies hatte sich mehr oder weniger wegen zahlreicher inhaltlicher Überschneidungen zur Polytoptheorie zwangsläufig ergeben.

Nicht alle Algorithmen, die via `polymake` zugänglich sind, sind auch von uns implementiert worden. Im

Gegenteil wurde gezielt versucht durch ein flexibles Interfacekonzept Schnittstellen zu möglichst vielen Implementierungen rund um Polytope zu gewinnen.

Das `polymake`-System hat (direkt durch eigene Implementierung oder indirekt über Interfaces) Zugriff auf unter Anderem die folgenden Algorithmen: verschiedene Konvexe-Hülle-Algorithmen (Beneath-and-Beyond, double description, reverse search), Berechnung von Seitenverbänden, Gale-Transformationen, Triangulierungen und zusätzlich diverse Methoden zur Visualisierung von Polytopen. Aus dem Bereich der Topologie kommen hinzu: simpliziale Homologie, cup-, cap-Produkte, Schnittformen, Stiefel-Whitney-Klassen. Für beide Anwendungsbereiche stehen zahlreiche Konstruktionen von bekannten (und weniger bekannten) Beispielen zur Verfügung.

Das Softwarekonzept

`polymake` versucht möglichst viele Algorithmen aus der Polytoptheorie (und der kombinatorischen Topologie) in einen einheitlichen Rahmen zu bringen. Dabei wenden wir uns in erster Linie an Mathematikerinnen und Mathematiker mit Forschungsinteressen im Umfeld der Polytoptheorie und ihren Anwendungen. Wichtig ist uns hierbei die Skalierbarkeit des Systems im Hinblick auf die Programmierfähigkeiten seiner Benutzer.

Für Nichtprogrammierer stellt sich die Bedienung wie folgt dar: Mit einem beliebigen Texteditor verfasst man eine Beschreibung des Polytops (oder des endlichen Simplizialkomplexes), mit dem man arbeiten möchte. Anschließend benutzt man `polymake`, um Eigenschaften dieses Objekts zu berechnen. Hierzu ist es unnötig die konkrete Folge von Anweisungen zu geben. Beispielsweise kann man ein Polytop als Lösungsmenge von linearen Ungleichungen beschreiben und anschließend direkt danach fragen, bis zu welcher Dimension seine Seiten Simplizes sind. Das regelbasierte System würde dann einen (dualen) Konvexe-Hülle-Algorithmus aufrufen, anschließend den Seitenverband ausrechnen, hieraus gewisse kondensierte kombinatorische Informationen (Teile des Flagvektors) gewinnen, um schließlich hieraus die eigentliche Frage zu beantworten. Einmal gewonnene (relevante) Zwischeninformationen werden gespeichert und stehen somit für spätere Abfragen oder darauf aufbauende andere Berechnungen unmittelbar zur Verfügung.

Für Programmierer gibt es mehrere Ebenen, auf denen in das System eingegriffen werden kann. Dies reicht von der einfachen Manipulation der Regelbasis, um die Abläufe anders zu steuern, über die Ergänzung des Systems um weitere Algorithmen, die ihrerseits wiederum voll in das bestehende regelbasierte System integriert werden können, bis hin zur Entwicklung einer vollständig neuen Regelbasis mit neuen Objekten und Anwendungen. Als Programmiersprachen zur Erweiterung können Perl und C++ genutzt werden. Für C++ steht eine umfangreiche Template Class Library zur Verfügung, die auf der Standard Template Library aufbaut.

`polymake` ist Open-Source-Software und erhältlich unter `www.math.tu-berlin.de/polymake`.

Literatur

[1] Ewgenij Gawrilow and Michael Joswig. polymake, version 2.0. `http://www.math.tu-berlin.de/diskregeom/polymake`, 1997–2003. Mit Beiträgen von Thilo Schröder und Nikolaus Witte.

[2] Ewgenij Gawrilow and Michael Joswig. polymake: a framework for analyzing convex polytopes. In Gil Kalai and Günter M. Ziegler, editors, *Polytopes – Combinatorics and Computation*, 43-74. Birkhäuser, 2000.

[3] Ewgenij Gawrilow and Michael Joswig. polymake: an approach to modular software design in computational geometry. In *Proceedings of the 17th Annual Symposium on Computational Geometry*, 222-231. ACM, 2001. June 3-5, 2001, Medford, MA.

Kurzmitteilungen

Cinderella 1.4 als kostenloser Download

Die dynamische Geometrie-Software Cinderella (siehe Computeralgebra-Rundbrief Nr. 28) ist nun in der Version 1.4 erschienen und steht erstmalig als kostenloser Download in der deutschsprachigen Version zur Verfügung. Weitere Informationen zu Cinderella unter `http://cinderella.de`.

Mathematica 5.0 erschienen

Mathematica ist in der Version 5.0 erschienen. Im nächsten Rundbrief berichten wir über die Verbesserungen im Vergleich zu Mathematica 4.2 und voraussichtlich über die Leistung von Mathematica 5.0 auf G5-Prozessoren. Wir freuen uns über die Zusendung von Benchmark-Beispielen an den Fachexperten Mathematische Software.

Datenbank für algebraische Zahlkörper

Unter der Web-Adresse `http://www.mathematik.uni-kassel.de/~klueners/minimum/` ist eine neue Version der von Jürgen Klüners und Gunter Malle erstellten Datenbank für algebraische Zahlkörper erhältlich. Für jede transitive Gruppe bis zum Grad 15 enthält diese Datenbank mindestens einen Zahlkörper mit dieser Galoisgruppe. Neben der Ergänzung um etwa 20.000 Körper gibt es jetzt ein webbasiertes Interface, um die Daten abzurufen.

Computeralgebra in der Schule

Im November 2002 wurde vom Didaktischen Arbeitskreis Schule Universität (DASU) in Hannover eine Schnittstellenvereinbarung zur Mathematik vorgestellt, die eine interdisziplinäre und interinstitutionelle Arbeitsgruppe entworfen hat. Darin werden die Erwartungen an Studienanfänger der Chemie, Informatik, Mathematik und Physik im Fach Mathematik aus heutiger Sicht unter dem Einfluss von Computeralgebrasystemen und Grafikrechner im Schulunterricht präzisiert. Der Arbeitsgruppe gehörten folgende Mitglieder an: Schulseite: *OStD Knechtel, StD Kramer, StD Meyer, StD Müller, OStD Wegner,* Bezirksregierung Hannover/Niedersächsisches Kultusministerium: *LRSD Umbreit, StD Reineke, MR Riechers,* Universität Hannover: *Prof. Dr. Hesse (FB Chemie), Prof. Drs. Escher, Grübel, Starke, Dr. Lohse (FB Mathematik), Prof. Dr. Lechtenfeld (FB Physik), Prof. Dr. Wolter, Dr. Specht (FB Informatik)* *(Heiko Knechtel)*

Schnittstellenvereinbarung zur Mathematik

Joachim Escher, Rudolf Grübel (Hannover), Jörg Meyer (Hameln)

Präambel

Immer wieder gibt es Klagen der Hochschulen, dass die Mathematikkenntnisse der Studierenden nicht ausreichen. In der 4., 6. und 9. Sitzung des didaktischen Arbeitskreises DASU der Universität Hannover haben Professoren der Mathematik und mathematiknaher Fakultäten ihre Erwartungen an die Kenntnisse eines Abiturienten oder einer Abiturientin im Fach Mathematik formuliert. Dabei wurde deutlich, dass Schule und Universität keine zueinander deckungsgleichen Zielsetzungen vertreten. Die Schule ist anders als die Universität der Allgemeinbildung verpflichtet und darf auch diejenigen Schülerinnen und Schüler nicht aus dem Auge verlieren, die keine mathematiknahen Berufe ergreifen wollen. Dennoch muss die Schule die mathematische Bildung so weit fördern, dass eine Studierfähigkeit gewährleistet ist.

Eine Arbeitsgruppe (bestehend aus Vertretern der Universität und der Schule) hat die Aufgabe übernommen die Schnittstelle zwischen Schule und Hochschule hinsichtlich der Anforderungen an die mathematischen Inhalte zu beschreiben. Mit ihr wird ein Kern dargestellt, der von der Schule geleistet werden kann und dessen Umfang von der Universität Hannover akzeptiert wird.

Die Reihenfolge der aufgelisteten Inhalte ist kein Indiz für eine vermeintliche Wichtig- oder Unwichtigkeit; vielmehr werden alle Inhalte für verbindlich und unverzichtbar gehalten. Die drei Fachgebiete Analysis, Analytische Geometrie / Lineare Algebra sowie Stochastik sind gleichberechtigt vertreten, wie es auch die neuen einheitlichen Prüfungsanforderungen für das Abitur der Kultusministerkonferenz aus dem Jahr 2002 vorsehen.

Die Beschreibung der Schnittstelle verzichtet bewusst auf allgemeine Fähigkeiten und Fertigkeiten (wie Beweisen, heuristische Verfahren, Argumentieren, Modellbildung) und methodische Vorgaben. Es wird aber ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Auflistung so zu verstehen ist, dass die Schülerinnen und Schüler Grundfertigkeiten (wie die Beherrschung von Ableitungsregeln) auch ohne Rechnerhilfe ausführen können müssen.

Analytische Geometrie / Lineare Algebra

Intention

- Darstellung von Punkten, Geraden und Ebenen im Raum,
- Lineare Gleichungssysteme und Matrizen als Konkretisierung linearer Strukturen.

Im Grundkurs sollen lineare Strukturen im Anschauungsraum dargestellt werden. Dabei werden geometrische Gebilde durch Zahlen, die an geometrischen Gebilden bestehenden Bezeichnungen durch Gleichungen gekennzeichnet. Exemplarisch sollen lineare Abbildungen in der Ebene und im Raum durch Matrizen veranschaulicht werden. Im Leistungskurs sollen Eigenschaften von linearen Abbildungen thematisiert werden.

Grundkurs

- Darstellung von Vektoren im Anschauungsraum, Addition von Vektoren, Multiplikation mit Skalaren, Skalarprodukt, Länge eines Vektors, Darstellung und Lagebeziehung von Punkten, Geraden und Ebenen im Raum,
- Darstellung ausgewählter linearer Abbildungen mit Hilfe von Matrizen, lineare Gleichungssysteme.

Leistungskurs

Zusätzlich zu den Themen des Grundkurses:

- Vektorprodukt,
- Beschreibung von Kreisen und Kugeln,
- Determinanten.

Analysis

Intention

- Vertiefung und Erweiterung der Untersuchung von Funktionen,
- infinitesimale Prozesse als mathematisches Experiment, Grenzwerte,
- das Flächeninhaltsproblem.

Im Grundkurs sollen erste Erfahrungen im Umgang verschiedener infinitesimaler Prozesse vermittelt werden. Dies soll vor allem durch anschauliches Erkennen und grafisches Darstellen konvergenter Folgen und Reihen sowie stetiger Funktionen erfolgen. Exemplarisch soll außerdem das bestimmte Integral eingeführt werden. Im Leistungskurs müssen diese Begriffe in einem größeren Zusammenhang vertieft werden.

Grundkurs

Differentialrechnung

- Ableitung von Potenzen, Summen- und Produktregel,
- Ableitung von Exponential- und Logarithmusfunktion, trigonometrische Funktionen,
- Untersuchung von Funktionen und ihren Graphen,
- konvergente Folgen und Reihen (Veranschaulichung an Beispielen).

Integralrechnung

- Bestimmtes Integral,
- Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung,
- Berechnung von Flächeninhalten mit Hilfe von Stammfunktionen,
- ein numerisches Verfahren.

Leistungskurs

Differentialrechnung

- Konvergenz von Folgen, monotone Folgen, geometrische Reihe,
- lineare Approximation,
- Ableitungsregeln für den Quotienten und die Verkettung von Funktionen,
- Ableitung von rationalen Funktionen, Wurzelfunktionen.

Integralrechnung

- Bestimmtes Integral, geometrische Deutung,
- Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung,
- partielle Integration, Integration durch Substitution, Berechnung von Flächeninhalten,
- numerische Verfahren.

Stochastik

Intention

Stochastik soll als Mathematik des Zufalls und als Basis für einen rationalen Umgang mit Unsicherheit verstanden werden. Im Grundkurs liegt der Schwerpunkt auf elementaren stochastischen Modellen, der Einführung von Grundbegriffen der Wahrscheinlichkeitsrechnung und dem rechnerischen Umgang mit Wahrscheinlichkeiten. Im Leistungskurs werden auch nicht-diskrete Modelle und die Grundlagen der schließenden Statistik erarbeitet.

Grundkurs

- Relative Häufigkeiten und der Wahrscheinlichkeitsbegriff,
- Laplace-Experimente,
- Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten,
- Binomialverteilung.

Leistungskurs

Zusätzlich zu den Themen des Grundkurses:

- Zufallsgrößen und ihre Verteilungen,
- Kenngrößen von Verteilungen (Erwartungswert, Median, Varianz),
- Normalapproximation für Binomialverteilungen (Zentraler Grenzwertsatz),
- Einführung in das Testen von Hypothesen.

Berichte über Arbeitsgruppen

Arbeitsgruppe von Prof. Wolfgang Hollik am MPI für Physik in München

Thomas Hahn (München)

Am Max-Planck-Institut für Physik (Werner-Heisenberg-Institut) wurde 2002 durch die Berufung von Wolfgang Hollik als Direktor der Bereich „Phänomenologische Elementarteilchenphysik“ in der Theoriegruppe stark vergrößert.

Zunächst soll kurz erläutert werden, was diese Arbeitsgruppe mit Computeralgebra zu tun hat:

Die phänomenologische Elementarteilchenphysik beschäftigt sich mit der Vorhersage physikalischer Observablen aus quantenfeldtheoretischen Modellen. Eines der wichtigsten Hilfsmittel hierbei ist die Berechnung von Feynman-Diagrammen (siehe hierzu auch den ergänzenden Artikel auf Seite 10). Mit zunehmender Genauigkeit der Vorhersage nimmt jedoch die Zahl der Feynman-Diagramme rapide zu, so dass für die heutzutage erforderliche Genauigkeit eine Auswertung von Hand kaum mehr möglich ist oder zumindest sehr fehleranfällig wäre. Gleichzeitig zerfällt die Auswertung der Feynman-Diagramme in Arbeitsschritte sehr unterschiedlicher Natur, wie z. B. das Erstellen der möglichen Topologien, die Übersetzung der Diagramme in Formeln oder die Vereinfachung der auftretenden Integrale.

Daher ist die Computeralgebra inzwischen zum unabdingbaren Hilfsmittel in diesem Bereich avanciert. In der Tat war die phänomenologische Teilchenphysik eine der ersten Disziplinen überhaupt, die Computeralgebra einsetzte: Schon in den frühen 70er Jahren entwickelte Martinus Veltman (Nobelpreis 1999) sein CAS SCHOONSCHIP und auch Stephen Wolfram begann bekanntlich seine Karriere als Teilchenphysiker.

Mitglieder der Arbeitsgruppe

Prof. Dr. W. Hollik, PD Dr. S. Dittmaier, Dr. T. Hahn, Dr. S. Pearanda-Rivas, Dr. A. Quadri, Dr. M. Roth, Dr. P. Slavich, Dr. S. Weinzierl.

Forschungsrichtungen

Die vertretenen Forschungsrichtungen sind natürlich vorwiegend physikalischer Natur, speziell

- Präzisionsrechnungen im Standardmodell und supersymmetrischen Erweiterungen des Standardmodells (Hollik, Dittmaier, Hahn, Roth, Slavich, Weinzierl),
- Phänomenologie des Higgs-Bosons und CP-Verletzung (Hollik, Dittmaier, Pearanda-Rivas, Roth, Slavich),
- Allgemeine Aspekte der Quantenfeldtheorie, z. B. Fragen der Renormierung (Hollik, Dittmaier, Hahn, Quadri, Roth, Weinzierl).

Mit Blick auf die Computeralgebra sind besonders die zwei folgenden Forschungsrichtungen hervorzuheben:

- Entwicklung und Pflege von Programmen zur automatisierten Berechnung von Feynman-Diagrammen (Hahn),
- Entwicklung des speziellen CAS gTybalt für sehr große Anwendungen (Weinzierl).

Als CAS werden vorwiegend *Mathematica* und FORM eingesetzt.

Publikationen über Computeralgebra

- Alten, J.-W. et al., *4000 Jahre Algebra – Geschichte, Kulturen, Menschen*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2003, 654 Seiten, ISBN 3-540-43554-9, € 39,95.
- Basu, S. et al., *Algorithms in Real Algebraic Geometry*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2003, 602 Seiten, ISBN 3-540-00973-6, € 59,95.
- Cordani, B., *The Kepler Problem*, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, 2002, 439 Seiten, ISBN 3-7643-6902-7, € 83.
- Dehornoy, P., *Braids and Self-Distributivity*, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, 2000, 623 Seiten, ISBN 3-7643-6343-6, € 99.
- Dwyer, W., Henn, H.-W., *Homotopy theoretic methods in group cohomology*, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, 2001, 88 Seiten, ISBN 3-7643-6605-2, € 22.
- Ebeling, W., *Lattices and codes: a course partially based on lectures by F. Hirzebruch*, Vieweg Verlag, Braunschweig, Wiesbaden, 2002, 188 Seiten, ISBN 3-528-16497-2, $ 35,00.
- Hardy, Y., Steeb, W.-H., *Classical and Quantum Computing*, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, 2001, 589 Seiten, ISBN 3-7643-6610-9, € 55. *
- Heck, A., *Introduction to Maple, 3. Aufl.*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2003, 828 Seiten, ISBN 0-387-00230-8, € 49,95.
- Huffman, W., Pless, V., *Fundamentals of Error-Correcting Codes*, Cambridge University Press, Cambridge, 2003, 662 Seiten, ISBN 0-521-78280-5, $ 80,00.
- Jerrum, M., *Counting, Sampling and Integrating: Algorithms and Complexity*, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, 2003, 124 Seiten, ISBN 3-7643-6946-9, € 24,00.
- Lütkebohmert, W., *Codierungstheorie: Algebraisch-geometrische Grundlagen und Algorithmen*, Vieweg Verlag, Braunschweig, Wiesbaden, 2003, 279 Seiten, ISBN 3-528-03197-2, € 29,90.
- Mora, T., *Solving Polynomial Equation Systems I. The Kronecker-Duval Philosophy*, Cambridge University Press, Cambridge, 2003, 438 Seiten, ISBN 0-521-81154-6, £ 60,00.
- Seress, A., *Permutation Group Algorithms*, Cambridge University Press, Cambridge, 2003, 274 Seiten, ISBN 0-521-66103-X, £ 65,00.
- van der Put, M., Singer, M., *Galois Theory of Linear Differential Equations*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2003, 456 Seiten, ISBN 3-540-44228-6, € 89,95. (Besprechung dieses Buches auf Seite 22 in diesem Rundbrief.)
- Wallis, W. D., *Magic Graphs*, Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, 2001, 146 Seiten, ISBN 0-8176-4252-8, € 63.
- Washington, L. C., *Elliptic Curves: Number Theory and Cryptography*, Chapman & Hall/CRC, London, Boca Raton, 2003, 440 Seiten, ISBN 1-58488-365-0, $ 79,95.
- Wegener, I., *Komplexitätstheorie – Grenzen der Effizienz von Algorithmen*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2003, 321 Seiten, ISBN 3-540-00161-1, € 29,95.
- Werner, A., *Elliptische Kurven in der Kryptographie*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2002, 142 Seiten, ISBN 3-540-42518-7, € 22,95.
- Xambo-Descamps, S., *Block Error Correcting Codes*, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 2003, 266 Seiten, ISBN 3-540-00395-9, € 39,95.
- Yaschenko, V. V. (Ed.), *Cryptography: An Introduction*, American Mathematical Society, 2002, 229 Seiten, ISBN 0-8218-2986-6, $ 31,98.

* Diese Bücher können auf der Seite `http://www.fachgruppe-computeralgebra.de/Buecher/` zur Besprechung angefordert werden.

R. M. Corless
Essential MAPLE 7 - An Introduction for Scientific Programmers

Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, 2002, ISBN 0-387-95352-3, 282 Seiten, € 45,85.

Von vielen seit langem erwartet liegt nunmehr die zweite Auflage der bewährten Einführung in das CAS MAPLE von Robert M. Corless vor. Mit Corless hat sich ein im Bereich der Computeralgebra hoch angesehener Wissenschaftler der Mühe unterzogen seine reichen Erfahrungen bei der Nutzung von MAPLE in einem didaktisch hervorragend gelungenen Buch zusammenzufassen. Wie der Untertitel bereits ausweist, geht es hier um den generellen Einsatz von MAPLE im Bereich des Scientific Computing. Damit grenzt sich das Buch eindeutig von vielen auf dem Markt befindlichen MAPLE-Einführungen ab, die sich an Aufgaben aus der Schulmathematik bzw. aus studentischen Anfängerkursen orientieren oder aber der Anwendung in speziellen Bereichen der Mathematik gewidmet sind.

Gegenstand der Erörterung ist generell Release 7, in einigen Abschnitten wird aber bereits ein Ausblick auf die künftige Weiterentwicklung gegeben. MAPLE hat mit dem Release 7 wesentliche Verbesserungen erfahren, vor allem was die Programmiersprache betrifft und die Bibliothek der „black boxes“. Corless bietet aber keine vollständige Beschreibung aller Möglichkeiten von MAPLE 7. Der von ihm getroffenen Auswahl kann unter dem Aspekt der Nutzung für die wissenschaftliche Programmierung aber voll zugestimmt werden. Aus meiner Sicht schmerzt lediglich der Verzicht auf die exakte Lösung von partiellen Differentialgleichungen etwas.

Der weitaus größte Teil des Buches ist der Vorstellung nahezu aller „one-word commands“ gewidmet. Der Abschnitt über die Programmierungsmöglichkeiten in MAPLE beschränkt sich auf die wesentlichen Konstrukte, ergänzt um nützliche Verweise auf mehr in die Tiefe gehende Literatur und online bereit gestellte Hilfen. Hierbei wird vorausgesetzt, dass Anwender bereits über Erfahrungen mit anderen Programmiersprachen verfügen.

Als didaktisch besonders gelungen kann der erste Abschnitt des Buches bezeichnet werden. Hier wird für den Einsteiger anhand vieler Beispielsitzungen alles Wesentliche zum CAS MAPLE demonstriert und damit eine gute Ausgangsbasis für das Verständnis der nachfolgenden Kapitel gelegt. Dies beinhaltet auch Hinweise auf auftretende Schwierigkeiten und Fehler, mögliche Gefahren, die Diskussion von Varianten usw.

Die Qualität des Buches wird auch durch den Umstand geprägt, dass Corless durchgängig ausführlich diskutierte Beispielprogramme integriert. Dabei handelt es sich durchaus um mathematisch anspruchsvolle Aufgaben, die auch hinsichtlich ihrer mathematischen Besonderheiten und Schwierigkeiten diskutiert werden. Jeder Abschnitt endet mit einer Reihe interessanter Übungsaufgaben, die den Leser zum selbständigen Experimentieren nach den vorgestellten Musterprogrammen anregen sollen.

MAPLE ist ein Computeralgebrasystem, das einer bemerkenswert dynamischen Entwicklung unterliegt. Corless verspricht künftige neue Elemente in den vorliegenden Text einzuarbeiten und dieses Update im Web online zur Verfügung zu stellen.

Karl Hantzschmann (Rostock)

I. Gáal
Diophantine Equations and Power Integral Bases

Birkhäuser Verlag, Basel, Boston, Berlin, 2002, ISBN 0-8176-4271-4, 282 Seiten, € 55,14.

Das vorliegende Buch führt in den aktuellen Stand der Forschung auf dem Gebiet der algorithmischen Berechnung von Indexformgleichungen. Mit der Hilfe von Indexformgleichungen kann man entscheiden, ob der Ring der ganzen Zahlen eines Zahlkörpers vom Grad n eine Potenzganzheitsbasis besitzt, d. h. als $\mathbb{Z}$–Modul von $1, \alpha, \alpha^2, \ldots, \alpha^{n-1}$ erzeugt wird. Während diese Frage bei quadratischen Körpern immer eine positive Antwort besitzt, gibt es bereits bei kubischen Körpern negative Beispiele. Die Berechnung eines solchen Elements α geht über eine sogenannte Indexformgleichung. Diese diophantische Gleichung hat im Allgemeinen $n-1$ Unbekannte und Grad $n(n-1)/2$. Daher ist die Lösung allgemeiner Indexformgleichungen von hohem Grad ein äußerst schwieriges Problem.

Die Lösung von Indexformgleichungen kann in vielen Fällen auf andere diophantische Gleichungen zurückgeführt werden. Daher führt der Autor den Leser in die Behandlung von Einheiten-, Thue- und Normformgleichungen ein. Hier werden die wichtigsten Methoden kurz vorgestellt. An mehreren Stellen gibt es ausführliche Beispiele, die einerseits das Verständnis fördern, andererseits aber auch die Effizienz der neuen Methoden zeigen. Dieser Teil des Buches hat Übersichtscharakter, d. h. dass einige Beweise zitiert werden.

In der zweiten Hälfte des Buches werden die Indexformgleichungen behandelt. Wie bereits gesagt ist das allgemeine Problem recht schwer und nur bis Grad 5 effizient lösbar. So werden die einzelnen Grade getrennt behandelt. Ein klassisches Ergebnis ist mittlerweile, dass sich Indexformgleichungen vom Grad 3 auf einfache Thue-Gleichungen zurückführen lassen. Es stellt sich heraus, dass sich die zugehörigen Indexformgleichungen deutlich vereinfachen, wenn mehr Struktur über die Galoisgruppe des Zahlkörpers bekannt ist. Im günstigsten Fall ist der gegebene Körper ein Kompositum von Teilkörpern, was die Lösung deutlich vereinfacht. Hier können z. B. Grad 9-Erweiterungen effizient gelöst werden. Auch die einfache Existenz von Teilkörpern ist sehr nützlich für die Lösung des zugehörigen Problems.

Das Buch endet mit mehreren großen Körpertabellen im Grad 3, 4 und 6, die Informationen zu den Potenzganzheitsbasen enthalten.

Als Voraussetzung für dieses Buch sind einfache Kenntnisse in algebraischer Zahlentheorie nützlich. So sollte man wissen, was der Ring der ganzen Zahlen eines Zahlkörpers ist und wie seine Einheitengruppe aussieht. Insgesamt sollte dieses Buch für Studenten im Hauptstudium mit Schwerpunkt Algebra/Zahlentheorie geeignet sein. Es ist sehr schön, dass endlich die Ergebnisse über Potenzganzheitsbasen in einem Buch vorliegen. Da zusätzlich auch andere diophantische Probleme behandelt werden, ist dieses Buch auch für Forscher in der konstruktiven Zahlentheorie interessant.

Jürgen Klüners (Kassel)

M. van der Put, M. Singer
Galois Theory of Linear Differential Equations

Springer Verlag, New York, Berlin, Heidelberg, 2003, ISBN 3-540-44228-6, 456 Seiten, € 89,95.

Die Galoistheorie linearer Differentialgleichungen, die die gewöhnliche (endliche) Galoistheorie verallgemeinert, hat sich in den letzten Jahren zunehmenden Interesses erfreut. Da viele verschiedene mathematische Disziplinen in diese sogenannte Differential-Galoistheorie einfließen und Anwendung finden (darunter fallen z. B. algebraische Gruppen, Darstellungstheorie, Riemannsche Flächen), ist sie ein dankbares Thema für Lehrveranstaltungen oder auch zum Selbststudium für Studierende. Anders als in der gewöhnlichen Galoistheorie gibt es bis dato kaum Literatur in Lehrbuchform. Die vorliegende Monographie ist die erste umfassende Behandlung des Gebietes in dieser Form.

Wie in der Einleitung zu lesen ist, soll das Buch eine Einführung in die algebraischen, algorithmischen und analytischen Aspekte der Theorie geben und für Studierende höherer Semester mit einem Hintergrund in Algebra und Analysis zugänglich sein.

Die Autoren behandeln zunächst die algebraische Theorie (Picard-Vessiot-Theorie für Gleichungen und D-Moduln, formale lokale Theorie). Insbesondere das erste Kapitel liefert eine sehr gute Zusammenstellung der wichtigsten Sätze der Theorie (wie auch die Arbeit [vdP96] des ersten Autors, die hier wohl als Vorlage gedient hat) und ist für jeden zu empfehlen, der einen raschen Überblick über die Grundlagen sucht.

Ein Kapitel über algorithmische Fragen schließt den ersten Teil *Algebraic Theory* des Buches ab. Hier werden die Berechnung rationaler und Liouvillescher Lösungen (Lösungen, die aus Integralen von Exponentialfunktionen, Logarithmen und algebraischen Elementen komponiert sind), die Faktorisierung von Operatoren sowie die effiziente Berechnung von Operatoren mit vorgegebener endlicher Galoisgruppe besprochen. Letztere setzt allerdings im Prinzip bereits eine Kenntnis der beiden folgenden Kapitel über Monodromie und Riemann-Hilbert-Problem voraus (worauf auch hingewiesen wird) und wird am Spezialfall von Operatoren kleinen Grades exemplarisch erklärt. Leider fehlt in diesem Teil eine Behandlung des direkten Problems (Berechnung von Differentialgaloisgruppen) im reduktiven Fall (der allgemeine Fall wurde erst sehr kurz vor der Fertigstellung des Buches gelöst).

In den weiteren Kapiteln zur analytischen Theorie werden exakte Asymptotik (u. A. Gevrey-Klassen, Borel-Laplace-Transformation und Multisummation), Stokes-Phänomen und meromorphe Klassifikation, sowie universelle Picard-Vessiot-Erweiterungen diskutiert. Nach zwei Kapiteln über inverse Probleme sowie Moduli schließt ein Abschnitt über Differentialgleichungen in positiver Charakteristik (inklusive eines Hinweises auf die kürzlich entwickelte Theorie der sogenannten iterativen Differentialmoduln und deren Zusammenhang mit p-adischen Differentialgleichungen) das eigentliche Buch ab.

Die ersten drei Teile des Anhangs (algebraische Geometrie, Tannaka-Kategorien und Garbenkohomologie) ersparen dem Leser den Griff zu anderer Literatur, was Begriffe und wichtige Aussagen aus den genannten Gebieten betrifft. Sehr nützlich erscheint mir darunter der Abschnitt über Tannaka-Kategorien. Außerdem enthält der Anhang ein kurzes Kapitel über partielle Differentialgleichungen.

Nicht gänzlich gelungen ist die – zugegebenermaßen nicht leichte – Zusammenstellung der einzelnen Kapitel, die wahrscheinlich über einen längeren Zeitraum hinweg von zwei Personen und auch nicht in der endgültigen Reihenfolge verfasst wurden. Einerseits variieren die Dichte der Darstellung und die vom Leser geforderten Vorkenntnisse deutlich, andererseits ist der Leser nach den beiden einleitenden Kapiteln weitestgehend auf sich selbst gestellt, was die Navigation durch das Werk betrifft. Jemand, der sich hauptsächlich für die algebraische Theorie interessiert, möchte vielleicht trotzdem die Lösung des Umkehrproblems im zusammenhängenden Fall – die rein algebraisch ist – kennen lernen (Kapitel 11) oder wissen, was sich hinter dem oft verwendeten Begriff eines Zusammenhangs verbirgt (Kapitel 6). In der Einleitung werden zwar die in den einzelnen Abschnitten behandelten Themen skizziert, die Abhängigkeiten der Kapitel untereinander bleiben aber für den Nichtexperten schwer oder gar nicht erkennbar. Hier könnte ein Leitfaden bereits weiterhelfen.

Trotzdem kann man sagen, dass mit dem vorliegenden Buchprojekt eine schwierige Aufgabe – nämlich die Behandlung der beiden grundsätzlich verschiedenen Aspekte (algebraische und analytische Theorie) in einem Band – recht gut gemeistert wurde. Der Text geht in vielen Bereichen deutlich über den Rahmen einer reinen Einführung hinaus und wird sicher in diesem Forschungsbereich ein Referenzwerk werden. Die zahlreichen Beispiele und vor allem Übungsaufgaben erhöhen die Attraktivität für Lehrende und Lernende gleichermaßen. Die eingangs gemachte Aussage über den Schwierigkeitsgrad trifft zumindest für große Teile des Buches zu, und nach der Lektüre dieses Werkes ist man sicher für den Griff zur Originalliteratur gut vorbereitet.

Es bleibt anzumerken, dass während der letzten Phase der Entstehung des Buches einige der offenen Probleme der Differential-Galoistheorie wie z. B. das oben erwähnte direkte Problem gelöst wurden. Leider konnten diese Resultate von den Autoren nicht mehr (oder nur in Form eines kurzen Verweises) aufgenommen werden, da sonst eine erhebliche Überarbeitung des Gesamtwerkes erforderlich gewesen wäre. Aber dies zeigt nur einmal mehr, wie lebendig und spannend dieses Arbeitsgebiet momentan ist.

Julia Hartmann (Heidelberg)

Literatur

[vdP96] VAN DER PUT, M., *Galois Theory of Differential Equations, Algebraic Groups and Lie Algebras*, Journal Symb. Comp. 28, No. 4–5, 441–472 (1999)

Berichte von Konferenzen

1. **CASK 2003 – Computeralgebra-Symposium Konstanz**

Konstanz, 13. – 14.03.2003

Zum wiederholten Male fand am 13.03. und 14.03.2003 das Computeralgebra-Symposium Konstanz statt, eine Tagung für die verschiedenen Anwender von Computeralgebra in Forschung und Lehre, unterstützt von LARS1 und der Fachgruppe Computeralgebra der GI, DMV und GAMM. Ziele waren und sind der Erfahrungsaustausch über den Einsatz von Computeralgebra in Forschung und Lehre: die Analyse von neuen Konzepten in der Didaktik, Berichte über die Forschung mittels Computeralgebra sowie die Präsentation der neuesten Weiterentwicklung der in Deutschland am weitesten verbreiteten Computeralgebrasysteme. Nicht vergessen wurde die Information über den Computeralgebra-Einsatz an der Schule (die Vorkenntnisse der zukünftigen Studierenden), und als Neuerung gab es eine Diskussion über die Weiterentwicklung der Mathematiklehre durch die Computeralgebra-Unterstützung. Nach der Eröffnung durch die Leiterin der Tagung, E. Heinrich, die aus organisatorischen Gründen die Grußworte des Rektorats selber übermitteln musste, begann die Tagung mit einem Vortrag von W. Koepf über orthogonale Polynome. Er führte ein von ihm selbst geschriebenes Maple-Paket vor, das die zu einer gegebenen Rekursionsgleichung gehörigen Polynome klassifiziert. Der zweite Vortragende war W. Werner, er berichtete darüber, wie man beim Romberg-Verfahren mittels Computeralgebra „sieht“, dass man den Rechenaufwand halbieren kann. Am Nachmittag berichtete B. Alpers über seine Erfahrungen mit einer tutoriellen Mechanik-Aufgabenumgebung mit Maplets (Maples GUI-Erstellungszusatz). Sie ermöglicht u. A. durch Eingabemöglichkeiten für Zwischenresultate und abgestufte Hilfe bei Fehlern selbständige Laborübungen. Den nächsten Vortrag hielt R. Braun über die Schwierigkeiten bei der Benutzung von CAD beim Zuschneiden von Stoffen für Bekleidung. Durch den Einsatz von Computeralgebra sollte ein besseres Verständnis von Bézier-Splines zu passgenaueren Stoffschnitten führen. Danach berichtete W. Poguntke über den Einsatz von MuPad in der Lehre und spezielle Applets für die Kommunikation zwischen den Studierenden und MuPad: ein Internet-Lernmodul konzipiert als Ergänzung zu Vorlesung und Übungen im Grundstudium. Den Schluss bildete die Vorstellung von Webmathematica durch A. Heilemann, Additive GmbH. Webmathematica ist eine Möglichkeit in einem Intranet von jedem PC aus auf einen Mathematica-Kernel zuzugreifen, wobei auch hier besondere grafische Benutzeroberflächen möglich sind. Der nächste Tag begann mit einem Vortrag von H. Knechtel, der über den Computeralgebra-unterstützten Mathematikunterricht in Niedersachsen berichtete und auch erklärte, wie sich die Abituraufgaben durch das Hilfsmittel Computeralgebra verändern. Es folgte die Vorführung von Maple-Net sowie eine Demonstration von Maplets zur schrittweisen Bearbeitung von Aufgaben durch T. Richard, Maple Support, Scientific Computers. Den letzten Vortrag hielt R. Kragler, der die Möglichkeiten der Animation von Mathematica zur Visualisierung und didaktischen Aufbereitung von Lösungen und Erkenntnissen vorführte. Dabei wurden die Bewegungsgleichungen verschiedenster mechanischer Systeme analysiert und deren Lösungen als Animations-Sequenzen sichtbar gemacht. Den Abschluss bildete eine Diskussion zum Thema „Computeralgebra – Eine Herausforderung für das Curriculum?“. Sie war von der Tagungsleitung relativ kurzfristig angekündigt worden, kam aber dem Wunsch vieler Tagungsteilnehmer entgegen. So hatte sich an fast jeden Vortrag eine sehr angeregte, oft auch längere Diskussion über die neuen Wege in der Mathematikausbildung mittels Computeralgebra angeschlossen. Dabei stellte sich sehr schnell heraus, wie es idealerweise sein sollte: Mit Computeralgebrasystemen werden nur solche Probleme behandelt, bei denen es offensichtlich (vom jeweiligen Wissensstand abhängig) ist, wie man per Hand, d. h. mit Papier und Bleistift, vorgehen würde. Daher sollten die Übungen sogar, wenn möglich, als Computeralgebra-Labor-Praktikum stattfinden. Aber: Wegen mangelnder Vorkenntnisse der Studenten ist Einsatz von Computeralgebra im ersten Semester oft nur eingeschränkt möglich, will man die Studenten nicht zu reinen „Knöpfledrückern“ degradieren. Eine ausführliche Beschreibung der Diskussion sowie die gesammelten Vorträge enthält der Tagungsband, der unter `www.cask.fh-konstanz.de` bzw. `cask@fh-konstanz.de` angefordert werden kann. Dort kann man sich auch demnächst zum CASK 2005 anmelden, das am 10.03. und 11.03.2005 stattfinden wird.

H.-D. Janetzko (Konstanz)

2. Tagung Computeralgebra

Kassel, 15. – 17.05.2003

Diese von der Fachgruppe veranstaltete Tagung zeichnete sich sowohl durch eine sehr große Beteiligung mit insgesamt 68 Teilnehmerinnen und Teilnehmern als auch durch ein besonders breit gefächertes Themenspektrum aus.

In fünf Hauptvorträgen boten die eingeladenen Referentinnen und Referenten sehr schöne Einblicke in ihr jeweiliges Arbeitsgebiet. Darüber hinaus präsentierten 22 überwiegend jüngere Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihre neuesten Forschungsergebnisse in parallelen Sektionen.

Die fünf Hauptvorträge entstammten den Gebieten *Algebraische Geometrie*, *Gruppentheorie*, *Zahlentheorie*, *Gröbnerbasen* und *Kryptographie*. In seinem vortrefflichen Übersichtsvortrag *Computeralgebramethoden in der algebraischen Geometrie* zeigte Wolfram Decker (Saarbrücken) in beeindruckender Weise die Anwendungsmöglichkeiten der Computeralgebra in der Algebraischen Geometrie auf. Er ergänzte seinen Vortrag mit aussagekräftigen Grafiken zur Visualisierung der vorgestellten algebraisch-geometrischen Konzepte. Der Vortrag *Algorithmische Gruppentheorie mit dem Computeralgebrasystem* GAP von Bettina Eick (Braunschweig) war besonders klar strukturiert und durchsetzt mit bemerkenswerten Anwendungsbeispielen, etwa zum Golay-Code, zur Mathieu-Gruppe M_{23} oder auch zur neu auflebenden algorithmischen Theorie der unendlichen polyzyklischen Gruppen. Der systematisch aufgebaute Vortrag *Konstruktive Klassenkörpertheorie in globalen Körpern* von Claus Fieker (Sydney) zeigte die Anwendungsbereiche der Computeralgebra in der algorithmischen Zahlentheorie auf. Der Vortragende verstand es, auch spezielle Konzepte, wie etwa die *Strahlklassengruppe*, einem größeren Publikum verständlich zu machen. Martin Kreuzer (Dortmund) stellte in seinem Vortrag *Berechnung von Gröbnerbasen* mehrere Varianten des Buchberger-Algorithmus vor und erläuterte seine eigenen theoretischen Beiträge zu einer Beschleunigung desselben. Diese neuen Ideen sind bereits in CoCoA implementiert. Schließlich lieferte Tsuyoshi Takagi (Darmstadt) in seinem äußerst unterhaltsamen Vortrag *Cryptographical Algorithms* einen Überblick über grundlegende Ansätze, Verbreitung sowie Stärken und Schwächen verschiedener Kryptosysteme. Dabei stellte er auch sein von ihm konzipiertes Kryptosystem NICE vor, das auf Rechnungen in Klassengruppen basiert.

Es folgt nun die Zusammenstellung der übrigen Vorträge: Über konstruktive Invariantentheorie und Stratifizierung von Quotienten (Thomas Bayer, TU München), Die Konstruktion diskreter Strukturen (Michael Braun, Bayreuth), Computeralgebraische Ansätze und Werkzeuge zur Beschreibung quantenmechanischer Vielteilchensysteme (Stephan Fritzsche, Kassel), Partielle Standardbasen als Werkzeug zur Untersuchung von Familien von Singularitäten (Anne Frühbis-Krüger, Kaiserslautern), Sparse polynomial systems in chemistry (Karin Gatermann, Konrad-Zuse-Zentrum, Berlin), Efficient exponentiation in finite fields (Joachim von zur Gathen, Paderborn), Einige Algorithmen für stabile monomiale Ideale (Kai Gehrs, Paderborn), Involutive bases and solving polynomial systems (Vladimir Gerdt, Rostock), Algorithmen zur Korrektur von Fehlerbündeln mittels Faltungscodes (Andreas Klein, Kassel), Über die Berechnung von Picardgruppen von beliebigen Ordnungen algebraischer Zahlkörper (Jürgen Klüners, Kassel), Algorithmen zur Berechnung von Plethysmen von symmetrischen Funktionen (Axel Kohnert, Bayreuth), Singular/Plural in both commutative and non-commutative settings (Viktor Levandovskyy und Hans Schönemann, Kaiserslautern), Gröbnerbasen und das Kryptoverfahren Polly Two (Le Van Ly, Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik, Bonn), Galoisgruppen additiver Polynome (B. Heinrich Matzat, Heidelberg), Multiplicity-free permutation representations of the sporadic groups (Jürgen Müller, Aachen), Berechnung logarithmischer Klassengruppen (Sebastian Pauli, TU Berlin), Adaptiv-iteratives Verfahren zur Lösung von Differentialgleichungen mit Hilfe eines CAS (Thomas Rösler, Rostock), Algorithms for Gauss-Manin Systems (Mathias Schulze, Kaiserslautern), Involutive Basen (Werner M. Seiler, Heidelberg), Algorithmen für freie Gruppen und ihre Automorphismen (Christian Sievers, Braunschweig), Algorithmen auf elliptischen Kurven und ihre Implementierung in DERIVE (Johann Wiesenbauer, TU Wien), On computing Green's functions with Mathematica (Serguey Zemskov, Rostock).

Wie bereits erwähnt fanden diese Vorträge überwiegend in parallelen Sektionen statt, so dass ich leider nicht alle hören konnte. Dennoch möchte ich sie thematisch einordnen und einige davon mit ein oder zwei Sätzen kommentieren, um einen Eindruck von der Vielfalt der behandelten Themen zu vermitteln.

In den Bereich der Algebraischen Geometrie fielen die Vorträge von Anne Frühbis-Krüger, Kai Gehrs, Viktor Levandovsky/Hans Schönemann und Matthias Schulze. Der Gruppentheorie waren die Vorträge von Axel Kohnert, Jürgen Müller und Christian Sievers gewidmet. Die Zahlentheorie war vertreten durch Sebastian Pauli, der das neue Konzept der logarithmischen Klassengruppe vorstellte, durch B. Heinrich Matzat, der in seine neuen Ideen zur Konstruktion von Polynomen mit vorgegebener Galoisgruppe einführte, und durch Jürgen Klüners, dessen klarer Vortrag deutlich machte, wie wenig man in Wirklichkeit über Zahlkörper weiß. Er präsentierte einen Algorithmus zur Berechnung von Picardgruppen, den er, in einzelne Häppchen aufgeteilt, sehr gut erklärte. Die technischen Ausführungen erläuterte er durch illustrative Beispiele. Eine Alternative zu Gröbnerbasen sind die Involutiven Basen. Diesen waren die Vorträge von Vladimir Gerdt und Werner M. Seiler gewidmet. Letzterer erklärte in einem ruhigen Übersichtsvortrag die Grundidee, ohne seine Zuhörerinnen und Zuhörer durch technische Details zu überfordern. Mit der Kryptographie befasste sich der Beitrag von Johann Wiesenbauer, der durch viele motivierende Bemerkungen auffiel und mit großem Enthusiasmus vorgetragen wurde. Der Schlussvortrag von Le van Ly über das Kryptosystem Polly Two begeisterte durch die Energie und Kompetenz der Vortragenden.

Über diese bereits in den Hauptvorträgen vertretenen Themengebiete hinaus lernten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer eine ganze Reihe von Anwendungen der Computeralgebra, auch außerhalb der Mathematik, kennen. Aus der Invariantentheorie berichtete Thomas Bayer. Methoden zur Konstruktion neuer kombinatorischer Strukturen stellte Michael Braun in seinem gelungenen Vortrag, in dem er sehr anschauliche Visualisierungen graphentheoretischer Operationen fand, vor. Karin Gatermann erzählte über neue Anwendungen von Computeralgebra in der Chemie. Zur Grundlagenforschung ist die Arbeit von Joachim von zur Gathen zu zählen, der in seinem unterhaltsamen Vortrag zeigte, wie man in Spezialfällen schneller potenzieren kann, als dies die allgemeine untere Schranke erlaubt. Andreas Klein berichtete in seinem Vortrag über zwei Ideen in der Codierungstheorie: Markovketten zur Modellierung von Fehlerbündeln und Faltungscodes zur Korrektur von solchen. Anwendungen in der Theorie der Differentialgleichungen stellten Serguey Zemskov und Thomas Rösler in ihren Vorträgen vor. Schließlich sprach Stephan Fritzsche über eine Anwendung von Computeralgebra auf die Physik der Vielteilchensysteme.

Unter `http://www.mathematik.uni-kassel.de/~compmath/ca.htm` finden sich viele weitere Informationen zur Tagung, insbesondere eine komplette Teilnehmerliste inklusive e-mail-Adressen, Vortragsauszüge sowie eine umfangreiche Bildergalerie.

G. Hiß (Aachen)

3. MEGA 2003 – The Seventh International Symposium on Effective Methods in Algebraic Geometry

Kaiserslautern, 10. – 14.06.2003

MEGA is the acronym for Effective Methods in Algebraic Geometry, a series of roughly biennial conferences on computational aspects of Algebraic Geometry whose seventh edition took place in June. It was an honour for the University of Kaiserslautern, its Mathematics Department and the Computer Algebra group to be the host for this well-known conference which had not been held in Germany before.

The wide variety of topics comprised effective methods and theoretical and practical complexity issues in Commutative Algebra, Geometry, Real Geometry, Algebraic Number Theory, Algebraic Geometry and related fields. The executive committee of the conference, consisting of G.-M. Greuel (Kaiserslautern, Chair), A. Cohen (Eindhoven), A. Dickenstein (Buenos Aires), M.-F. Roy (Rennes) and F. Sottile (Amherst), had arranged a schedule of high quality talks containing nine invited lectures of survey type by internationally well-known experts, 25 contributed talks, 8 short communications and 7 software presentations. The invited lectures were the following:

D. Eisenbud: How to use exterior algebras in elimination theory, W. de Graaf: Computing with quantum groups, J. Kollár: Rationally parametrized curves in algebraic varieties, K. Lauter: Complex multiplication methods for generating curves over finite fields and a conjectural generalization of Gross-Zagier to genus 2, Y. Nesterov: Sums of squares and complexity of related optimization problems, M. van der Put: Galois theory and algorithms for linear differential equations, M. Sombra: The role of the height of varieties in effective algebraic geometry, B. Sturmfels: Phylogenetic trees and Tropical Algebraic Geometry, O. Villamayor: On algorithmic desingularization.

Although packed with a rather large number of talks and presentations, the programme allowed time for discussion among the more than 100 participants and created the stimulating atmosphere which made the conference such a great success. For the foreign participants, there was also a non-scientific highlight of the conference, the excursion which consisted of a boat-trip on the river Rhine followed by a meal at the medieval castle Rheinfels.

Abstracts of the invited talks and of the accepted contributions and the presented software are contained in the conference CD. For the participants' convenience, the computer algebra systems Asir, CoCoA, GAP, Macaulay2, and Singular are also included on the CD. On the occasion of the conference, there will be a special issue of the Journal of Symbolic Computation devoted to articles centered around the general themes of MEGA. It will be edited by A. Cohen, G.-M. Greuel and M.-F. Roy and is planned to appear in June 2004.

The success of this conference would not have been possible without the financial support of the Department of Mathematics of the University of Kaiserslautern, the UKL graduate school "Mathematics as a Key Technology", the Graduiertenkolleg "Mathematik und Praxis", the University of Kaiserslautern, the Freundeskreis der Universität Kaiserslautern, the Land Rheinland-Pfalz and the european research and training network EAGER.

Further information, including the schedule and the list of participants, can be found on the MEGA 2003 homepage: `http://www.mathematik.uni-kl.de/~wwwagag/workshops/mega-03`

A. Frühbis-Krüger (Kaiserslautern)

4. Computing in Algebra and Geometry

Kaiserslautern, 16. – 20.06.2003

The main goal of the workshop was to help Ph.D. students and young postdocs from neighbouring fields to improve their knowledge of Gröbner Bases, Resultant methods and their applications to problems in algebra and geometry. The schedule consisted of invited lectures in the morning and example sessions as well as contributed talks in the afternoon. The five invited mini-courses were the following:

Alicia Dickenstein (Buenos Aires): Resultants, Wolfram Decker (Saarbrücken): Cohomology, Anne Frühbis-Krüger (Kaiserslautern): Resolution of Singularities, Christoph Lossen (Kaiserslautern): Solving, Gerhard Pfister (Kaiserslautern): Primary Decomposition, Normalization.

The 22 participants came from all over Europe, from the USA, and from Mexico. About half of them had also attended the conference MEGA 2003 the week before and appreciated the workshop as an opportunity to increase their personal benefit of the conference. Financial support was provided by the UKL Graduate School from DAAD resources and by the EAGER network.

In addition to the example sessions and a practical introduction to the computer algebra system SINGULAR, there were the following contributed talks: Iurie Caraus: Direct methods for the approximate solution of singular integro-differential equations, Ivan Soprounov: How residues help in solving systems of polynomial equations, Markus Perling: Resolutions of fine graded reflexive modules, Víctor Castellanos-Vargas: A Singular library to compute the Poincaré-Hopf index of real analytic vector fields, Olivier Ruatta: Warming up on zero-dimensional interpolation, Fernando Hernando: Calculating the Alexander Polynomial of a Plane Curve Singularity, and an Implementation in Singular, Rouchdi Bahloul: About generic Gröbner bases, James Ruffo: A Conjecture of Shapiro and Shapiro, Ilia Toli: The Polynomial Solving Problem in Cryptography. Further information about the workshop can be found on its homepage: `http://www.mathematik.uni-kl.de/~wwwagag/workshops/compag-03`.

D. Ilsen (Kaiserslautern)

5. Explicit Methods in Number Theory

Oberwolfach, 20. – 26.07.2003

Diese Konferenz wurde von Henry Cohen (Talence), Hendrik W. Lenstra Jr. (Leiden) und Don B. Zagier (Bonn) organisiert. Ein Hauptziel dieser Tagung war die Vorstellung von neuen Methoden und Ergebnissen im Bereich der Zahlentheorie. In den meisten Vorträgen spielte der Einsatz von Computern eine große Rolle, um theoretische Ergebnisse zu erzielen.

In einer Reihe von drei Vorträgen berichtete Manjul Bhargava (Princeton) über „Die Parametrisierung von algebraischen Strukturen“. Das einfachste Beispiel ist das Gaußsche Gesetz, mit dessen Hilfe man Klassengruppen von quadratischen Ringen über quadratische Formen charakterisieren kann. Dieses Beispiel wird auf höhere Grade verallgemeinert und konzeptuell erklärt. Dies führt u. A. zu einem Beweis, dass sich die Anzahl der total reellen S_4-Körper mit Diskriminante kleiner x wie cx verhält, wobei c explizit bekannt ist. Es gibt bereits allgemeine Vermutungen, dass sich die Anzahl der S_n-Körper mit Diskriminante kleiner x wie $c(n)x$ verhalten soll. Zum Abschluss seiner Vortragsreihe gab er eine explizite Vermutung für die Konstante $c(n)$ an, wobei ähnliche Überlegungen wie bei der Cohen-Lenstra-Heuristik verwendet werden.

Yuri Bilu (Talence) hielt zwei sehr schöne Vorträge über den Beweis der Catalan-Vermutung. Dabei stellte er die wichtigsten Details des Beweises von Preda Mihailescu (Paderborn) vor.

Die meisten anderen Vorträge waren im Bereich der (hyper-) elliptischen Kurven und der expliziten Bestimmung von L-Reihen angesiedelt. Es gab aber auch Vorträge aus der algebraischen Zahlentheorie sowie der K-Theorie.

Wie immer war die Atmosphäre in Oberwolfach optimal für den Austausch von Ideen. Mein Eindruck war, dass die meisten Vorträge sehr gut beim Publikum angekommen sind. Insbesondere die Vorträge der beiden Hauptvortragenden lösten größere Diskussionen aus. Ich hoffe, dass diese Tagung in Zukunft wieder in ähnlicher Form stattfinden wird.

Als „Freizeitprogramm“ trug Bart de Smit (Leiden) am Donnerstagabend über „Escher and the Droste effect“ vor. Dieser Multimediavortrag war äußerst unterhaltend für das Publikum. So war es sehr spannend den Zusammenhang zwischen Kunst und Mathematik zu sehen. Ich kann jedem nur empfehlen die Homepage `http://escherdroste.math.leidenuniv.nl` zu besuchen.

Zum Abschluss gebe ich eine Liste aller Vortragenden in der Reihenfolge ihres Auftretens:

Jean-Franois Mestre: Capacity of union of real intervals and heights of points on hyperelliptic curves, Manjul Bhargava: The parametrisation of algebraic structures, Alan Lauder: Hyperelliptic Curves and Deformations, Frank Calegari: Parity of modular degrees, Mike Rubinstein: L-functions and random matrix theory, Peter Stevenhagen: Principal moduli and class fields, Paul E. Gunnells: Convex polytopes, the Ehrhart polynomial and Hecke operators, Bjorn Poonen: $x^2 + y^3 = z^7$, Yuri Bilu: Catalan without Tijdeman, Ronald van Luijk: Elliptic surfaces and Heron triangles, Bill Allombert: Construction of irreducible polynomials over prime finite field of large characteristic, David R. Kohel: Elliptic curve point counting using $X_0(N)$, Jean-Marc Couveignes: Global obstructions for the descent of coverings and varieties, Tim Dokchister: Computations with L-functions of curves, Jürgen Klüners: On the asymptotics of number fields with given Galois group, Chris Smyth: Exponents of torsion cosets and Salem numbers, Herbert Gangl: Multiple polylogarithms rooted trees and algebraic cycles, John Cremona and Michael Stoll: Very explicit descent on elliptic curves, Christiaan van de Woestijne: Deterministic equation solving over finite fields, Dongho Byeon: Ranks of quadratic twists of an elliptic curve, Karim Belabas: Factoring polynomials using van Hoeij's method, Noam D. Elkies: Curves $E_k : X^3 + Y^3 = k$ of high rank, Noriko Yui: Arithmetic of Calabi–Yau Varieties and Mirror Symmetry, Philippe Elbaz-Vincent: Effective methods for the computation of the cohomology of arithmetic groups and application to the K-theory of the integers, Victor Flynn: The Brauer-Manin Obstruction on Curves, Bas Edixhoven: Computation of fields of definition of torsion points of Jacobian varieties, Harold M. Stark: The Brauer-Siegel for graph zeta functions.

J. Klüners (Kassel)

6. ACA 2003 – The 9th International Conference on Applications of Computer Algebra

Raleigh, North Carolina, 28. – 31.07.2003

Diese Konferenzreihe findet jährlich statt und konzentriert sich auf Anwendungen der Computeralgebra. In diesem Jahr gab es 13 Sektionen, die von den Sektionsleitern organisiert wurden. Die Themen waren unter anderem *Computational aspects of algebraic curves* (Tony Shaska), *Symbolic*

Summation (Sergei A. Abramov, Marko Petkovsek, Eugene V. Zima), *Gröbner Bases and Applications* (Quoc-Nam Tran, Alexander Levin), *Elimination Theory* (Amit Khetan, Carlos D'Andrea), *Computer Algebra and Polynomial Systems in Chemistry* (Karin Gatermann), *Symbolic-Numeric methods for Curves and Surfaces* (Joseph Schicho, Mohamed Shalaby). Die Webseiten der Sektionen mit Vortragstitel und Abstracts wurden dieses Jahr standardisiert und stehen noch längere Zeit unter `http://math.unm.edu/ACA/2003/Sessions.html` zur Verfügung. Da man bei dieser Konferenz einen Vortrag anmelden kann, ohne vorher ein Paper einzureichen, ist es ein gutes Forum für junge Nachwuchswissenschaftler und aktuelle Arbeit, die sich noch in der Ausarbeitung befindet.

Am letzten Tag der Konferenz wurde eine Podiumsdiskussion über die Bedeutung und Verbreitung der Computeralgebra durchgeführt. Dabei wurde die Bedeutung der Computeralgebra für die Ausbildung hervorgehoben. Außerdem machte das Wort von der „killer application" die Runde.

Die nächsten ACA-Konferenzen werden in Texas (Juli 2004) und Japan (August 2005) stattfinden.

K. Gatermann (Berlin)

7. ISSAC 2003 – International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation

Philadelphia, Pennsylvania, USA, 03. – 06.08.2003

Die Tagungsreihe „International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation" (ISSAC) ist die älteste Konferenz der Computeralgebra. Dieses Jahr fand sie in Philadelphia statt. Wie traditionell üblich startete sie am ersten Tag mit drei Tutorials, zu denen man sich separat anmelden konnte. Die Tutorials berücksichtigten unter Anderem Anwendungen der Computeralgebra: *Classical Geometry for Symbolic Geometric Computing* (Martin Peternell, Helmut Pottmann, TU Wien) *Exploring Computer Mathematics with Theorema* (Tudor Jebelean, the Theorema Group, Universität Linz) *Hilbert Series and Graded Rings* (Gavin Brown, University of Warwick).

Die Hauptvorträge der eingeladenen Sprecher waren: *Chemistry and Computer Algebra: Past, Present, Future* (Michael P. Barnett), der sehr unterhaltsam war. *Polynomial Factorization: a Success Story* (Erich Kaltofen), ein Vortrag über den „state of the art". *A computer algebra approach to dynamic network models of biological systems* (Reinhard Laubenbacher), der eine hochinteressante Anwendung von Gröbnerbasen für die Zeitreihenanalyse mittels diskreten dynamischen Systemen beschrieben hat.

Wie immer wurde der gedruckte Tagungsband zu Beginn der Konferenz den Teilnehmern ausgehändigt. Es sind 36 Artikel enthalten, die so unterschiedliche Themen behandeln wie *Power Series, Bieberbach conjecture and the de Branges and Weinstein functions* (Wolfram Koepf), *Plural - a Computer Algebra System for Noncommutative Polynomial Algebras* (V. Levandovskyy, H. Schönemann), *A Generic Projection Operator for Partial Algebraic Decomposition* (A. Seidl, T. Sturm), *A Note on the Hermite Basis Computation of Large Integer Matrices* (U. Vollmer).

Die Posterpräsentationen und Softwaredemonstrationen waren sehr interessant. Für die Poster gab es zum ersten Mal ein vorgeschriebenes Format, so dass die Poster von den Organisatoren vor Ort ausgedruckt werden konnten.

Mehrere Preise für das beste Paper, den besten Studentenautor, die beste Softwaredemonstration und das beste Poster wurden auf dem Bankett verliehen.

Im Anschluss an die ISSAC 2003 gab es zwei Satellitenworkshops: *Internet Accessible Mathematical Computation* (organisiert von Norbert Kajler, Erica Melis, Andrew Solomon, Paul S. Wang) sowie *CHEMCAL, Chemistry and Computer Algebra* (organisiert von Cameron Abrams, Michael Barnett, Karl Sohlberg, Werner Krandick).

Die ISSAC 2004 wird in der Zeit 04.-07.07.2004 in Santander (Spanien) stattfinden. (Webpage: `http://www.risc.uni-linz.ac.at/issac2004`)

K. Gatermann (Berlin)

8. NETCA – Instructional Workshop on Computational Algebra

St. Andrews, 01. – 05.09.2003

NETCA steht für „UK Network in Computer Algebra". Dieses Netzwerk wird von der britischen Forschungsförderungseinrichtung EPSRC unterstützt. Ausgerichtet wurde der genannte Workshop zur Einweisung in die Benutzung des Computeralgebrasystems GAP von dem „Centre for Interdisciplinary Research in Computational Algebra" der Universität St. Andrews, Schottland.

Den Kern dieser Veranstaltung bildeten die folgenden vier Vortragsreihen.

- Georg Havas (University of Queensland), Some Computations with Finitely Presented Groups.
- Gerhard Hiß (RWTH Aachen), Representation Theory in and with GAP.
- Steve Linton (St. Andrews), General Lectures on GAP.
- Alice Niemeyer (University of Western Australia), Aspects of Algorithms for Recognising Symmetric and Alternating Groups.

Jede davon bestand aus drei Vorträgen, ergänzt durch eine sogenannte „hands-on lab"-Sitzung von jeweils zwei Stunden Dauer, in denen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die in den Vorlesungen vorgestellten Programme, Methoden und Ideen selbst ausprobieren konnten.

Daneben gab es die folgenden Einzelbeiträge: How to Calculate Jenning Series in Polynomial Time (Marco Costantini), Algorithms for Artin Groups (Ilia Kazatchkkov), How Not to Calculate Cohomology Groups (Robert Lockhart), Linking GAP and Singular (Marco Costantini), Constructive Recognition (Peter Brooksbank).

Der Workshop wurde von etwa 30 Personen, angefangen von Studierenden über Post-Doktoranden bis hin zu bereits etablierten Forscherinnen und Forschern aus mehreren Ländern besucht. Unter `http://www-circa.mcs.st-and.ac.uk/WkShop.html` finden sich weitere Informationen zum Workshop, insbesondere die Vorlesungsausarbeitungen der Hauptvortragenden sowie deren Unterlagen zu den „hands-on lab"-Sitzungen.

G. Hiß (Aachen)

9. **21. Tagung des Arbeitskreises Mathematikunterricht und Informatik**

   Dillingen an der Donau, 26. – 28.09.2003

   Der Arbeitskreis Mathematikunterricht und Informatik der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik traf sich zu seiner 21. Tagung zum zweiten Mal nach 2001 in Dillingen an der Donau. Das Thema der diesjährigen Tagung lautete „Mathematikunterricht und Internet“. In drei Hauptvorträgen (Timo Leuders, Cornelia Niederdrenk-Felgner, Thomas Weth), 24 Sektionsvorträgen und 6 Arbeitsgruppen wurde der Computereinsatz im Unterricht diskutiert. Dazu gehörten Vorträge über Dynamische Geometriesoftware und Computeralgebrasysteme. Auch der neue Rechner ClassPad 300 von Casio, der eine Kombination aus CAS, Taschenrechner und Geometriemodul ist, war Thema.

   Hochinteressant und an dieser Stelle hervorzuheben war die Vorstellung des auf Mathematica basierenden algebraischen Geometrie-Systems Feli-X von Reinhard Oldenburg (Bericht in der nächsten Ausgabe des Rundbriefs).

   U. Kortenkamp (Berlin)

Hinweise auf Konferenzen

1. **ASCM 2003 – The Asian Symposium on Computer Mathematics**

   Peking, China, 23. – 25.10.2003

   The Asian Symposium on Computer Mathematics (ASCM) is a series of conferences which offers an opportunity for participants to present original research, to learn of research progress and new developments, and to exchange ideas and views on doing mathematics using computers. ASCM 2003 will provide an international forum for active researchers to review the current state of the art and trends on computer mathematics. The symposium will consist of plenary sessions by invited speakers, regular sessions of contributed papers, and software demonstrations. ASCM 2003 is the sixth in this series. The previous symposia ASCM 1995, 1996, 1998, 2000, 2001 in the series were held in Beijing (China), Kobe (Japan), Lanzhou (China), Chiang Mai, (Thailand), and Matsuyama (Japan), respectively.

   Topics:
   Research papers on all aspects of the interaction between computers and mathematics are solicited for the symposium. Specific topics include but are not limited to symbolic, algebraic, and geometric computation, computer-aided problem solving and instruction, computational algebra and geometry and computational methods for differential equation.

   Further Information:
   `http://www.mmrc.iss.ac.cn/˜ascm/ascm03`

2. **ITMC 2003 – Innovative Teaching of Mathematics**

   Kyoto, Japan, 20. – 22.11. 2003

   Until now many conferences have been devoted to Clifford geometric algebra and its applications. In the 1990s Clifford geometric algebra has started to be used for undergraduate and graduate teaching at some universities. In the view of the conceptual merits of geometric algebra there are increasingly strong efforts (e.g. summer courses for school teachers) under way to introduce Clifford geometric algebra also into school curricula. In order to further investigate and communicate the conceptual advantages of geometric algebra for the teaching of mathematics the time seems ripe for an international symposium with an explicit focus on Clifford geometric algebra for teaching.

   The second major focus of this symposium is to present new ways of innovative cooperation between the industrial and scientific communities for the use of modern communication technology in mathematical teaching. A kind of forum for the two communities is intended to exchange new ideas and stir the future development in the most meaningful direction. Speakers both from abroad and domestic Japanese experts are invited: David Hestenes (Arizona), Gerald Sommer (Kiel, to be confirmed), Ulrich Kortenkamp (Berlin), Leo Dorst (Amsterdam),Hiroshi Uno (SHARP Japan), Ramon Gonzalez Calvet (Barcelona),

   Topics: New Concepts – Geometric Algebra for Teaching: Geometric algebra basics, at schools, in undergraduate mathematics education, in graduate mathematics education, for applied and across disciplines. Innovative Teaching and New Technology: Teaching mathematics with multimedia, Hardware, Interactive technology, Software, Interfaces, Computer algebra for teaching, Projects, Future trends.

   Further Information: `http://sinai.mech.fukui-u.ac.jp/ITM2003`

3. **ACAT 2003 – IX International Workshop on Advanced Computing and Analysis Techniques in Physics Research**

   Ibaraki, Japan, 01. – 05.12.2003

   Topics:
   The topics include Computing Technology and Environment for Physics Research, Innovative Algorithms and Tools for Data Analysis, and Simulations and Computations in Theoretical Physics and Phenomenology.

   Further Information:
   `http://www-conf.kek.jp/acat03`

4. **ISAAC 2003 – The 14th Annual International Symposium on Algorithms and Computation**

   Kyoto, Japan, 15. – 17.12.2003

   ISAAC 2003 will be hosted by Kyoto University, sponsored by Telecommunications Advancement Foundation (TAF), Kayamori Foundation of Informational Science Advancement, International Communications Foundation (ICF), Kansai Research Foundation for Technology Promotion, Casio Science Promotion Foundation and Information Processing Society of Japan (IPSJ) Kansai Chapter. The proceedings will be published in the series of Lecture Notes in Computer Science, Springer-Verlag.

Organizers:
Toshihide Ibaraki (Kyoto University)

Further Information:
`http://isaac.lab2.kuis.kyoto-u.ac.jp`

5. ATCM 2003 – The Asian Technology Conference in Mathematics

Hsin-Chu, Taiwan, 15. – 19.12.2003

The 8th Asian Technology Conference in Mathematics (ATCM2003) aims to provide an interdisciplinary forum for teachers, researchers, educators and decision makers around the world in the fields of mathematics and mathematical sciences. It also provides a venue for researchers and developers of computer technology to present their results in using technology in both basic research and pedagogical research, and to exchange ideas and information in their latest developments. The conference will cover a broad range of topics on the relevancy of technology in mathematical research and teaching.

Topics:
The topics include, but are not limited to: Geometry Using Technology, Computer Algebra, Internet Technology for Mathematics, Graphics Calculators, Mathematical Software and Tools on WWW.

Organizers:
Wei-Chi Yang (Radford University, U.S.A., `wyang@radford.edu`), Tilak de Alwis (Southeastern Louisiana University, U.S.A., `talwis@selu.edu`).

Further Information:
`http://www.atcminc.com/mConferences/ATCM03`

6. GAMM Jahrestagung

Dresden, 21. – 27.03.2004

Sektion: Computeralgebra und Computeranalysis

Die Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik e.V. (GAMM) lädt Sie ein zur Teilnahme an der Wissenschaftlichen Jahreskonferenz 2004 in Dresden vom 21. bis zum 27. März. Hauptvorträge: DAE methods for constrained and coupled differential equations in technical simulation (Martin Arnold, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg), Inverse Probleme (Andreas Kirsch, Universität Karlsruhe), Sequential quadratic pogramming methods for the optimization of disributed parameter systems (Matthias Heinkenschloss, Rice University), Gebietszerlegungsmethoden, Parallelisierung, FEM-BEM-Kopplung, Präkonditionierung linearer Gleichungssysteme und Softwareentwicklung im Bereich FEM und BEM (Ulrich Langer, Johannes Kepler Universität Linz), On numerical stability in large scalelinear algebraic computations (Zdenek Strakos, Academy of Sciences of the Czech Republic), Macroscopic response of materials with multiwell energies (Antonio DeSimone, Max-Planck-Institut für Mathematik in den Naturwissenschaften), Herausforderung komplexe molekulare Systeme (Christof Schütte, Freie Universität Berlin).

Sektionsleitung:
Walter Gander (Zürich), Karin Gatermann (Berlin)

Wichtige Daten:
Vortragsanmeldung: 01.12.2003
Beitrag zum Tagungsband: 31.05.2004

Weitere Informationen:
`http://www.math.tu-dresden.de/gamm2004`

7. Computeralgebra in Lehre, Ausbildung und Weiterbildung IV: Konsequenzen aus PISA

Haus Schönenberg bei Ellwangen, 13. – 16.04.2004

Diese Tagung wird von der Fachgruppe Computeralgebra in Kooperation mit der MNU, der Fachgruppe Didaktik der Mathematik der DMV sowie der GDM veranstaltet. Sie setzt die bisherigen Tagungen in Thurnau und Schöntal fort und findet in der Zeit von Dienstag, 13.04.2004 bis Freitag, 16.04.2004 im Haus Schönenberg bei Ellwangen statt. (Näheres siehe Seite 6.)

Weitere Informationen:
`http://www.fachgruppe-computeralgebra.de/CLAW`

8. ECCAD 2004 – East Coast Computer Algebra Day 2004

Waterloo, Ontario, Canada, 08.05.2004

East Coast Computer Algebra Day is an annual one-day conference that provides opportunities to learn and share new developments and to present research results in the area of symbolic computation. ECCAD 2004 is hosted by the Computer Algebra Research Group, Department of Physics and Computer Science, Wilfried Laurier University, Waterloo, Ontario, Canada. Invited speakers include Jonathan Borwein (Simon Fraser University), Daniel Lazard (Paris VI), Bernd Sturmfels (UC Berkeley).

Organizers:
I. S. Kotsireas (Waterloo)

Important Dates:
February 2004: Deadline for travel support
March 2004: Submission deadline

Weitere Informationen:
`http://www.cargo.wlu.ca/eccad2004/index.php`

9. Algorithms and Number Theory

Schloss Dagstuhl, 16.05. – 21.05.2004

Seminars on Algorithmische Zahlentheorie and Algorithms and Number Theory were already held at the IBFI in the years 1992, 1994, 1998 and 2001. The corresponding seminar reports document the success of these meetings. The area of Algorithmic Number Theory is on the borderline between

Mathematics (Number Theory) and Computer Science (including Complexity Theory). It has developed rapidly in the last 20 years and important results were obtained. Number theoretical algorithms have become fundamental for many applications in Cryptography, Coding Theory and also for Computer Algebra Systems.

The central topics of this seminar will be classical computational number theory, algorithmic aspects of elliptic curves and curves of higher genus, and their applications. Additionally, we plan to discuss new areas in which there have been important developments recently.

The proposed new seminar about Algorithmic Number Theory is planned for an exchange of ideas between Mathematicians and Computer Scientists. By the connection of methods from number theory with those from complexity theory and the theory of algorithms an area of research has been established which has a variety of important applications. Consequently, we plan to emphasize those subjects with a potential for applications in Cryptography and Coding Theory.

Organizers:
J. Buhler (Reed College, Portland), J. Cremona (University of Nottingham), M. E. Pohst (TU Berlin).

Further Information:
`http://www.dagstuhl.de/04211`

10. ISSAC 2004 – International Symposium on Symbolic and Algebraic Computation

Santander, Spain, 04. – 07.07.2004

ISSAC is the yearly premier international symposium in Symbolic and Algebraic Computation that provides an opportunity to learn of new developments and to present original research results in all areas of symbolic mathematical computation. In 2004, ISSAC is hosted by the University of Cantabria, in the city of Santander, Spain, July 4-7. Invited speakers are Pablo Parrilo, Francisco Santos, Jan Verschelde.

Organizers:
Josef Schicho (General Chair)

Important Dates:
January 7, 2004: Submission deadline
March 3, 2004: Notification of acceptance/rejection
April 16, 2004: Camera-ready copies due

Further Information:
`http://www.risc.uni-linz.ac.at/issac2004/index.html`

11. GI Jahrestagung

Ulm, 22. – 24.09.2004

Die Gesellschaft für Informatik e.V. (GI) lädt Sie ein zur Teilnahme an der Jahrestagung 2004 in Ulm 22. bis zum 24. September.

Weitere Informationen:
`http://www.informatik2004.de`

12. DMV Jahrestagung 2004

Heidelberg, 13.09. – 17.09.2004

Die DMV lädt Sie ein zur Jahrestagung 2004 in Heidelberg vom 22. bis zum 24. September. Nähere Informationen finden Sie bald auf der Webseite der DMV (`http://www.mathematik.uni-bielefeld.de/DMV/`).

13. ICTMT6 – 6th International Conference on Teaching Mathematics with Technology

Volos, Greece, 10.10. – 13.10.2004

The first International Conference on Technology in Mathematics Teaching was organized in 1993 at the University of Birmingham in England. Since then this conference has been organized every two years giving people working on Curriculum Development and Mathematics Education the opportunity to meet and collaborate.

Weitere Informationen:
`http://ictmt6.pre.uth.gr`

Lehrveranstaltungen zu Computeralgebra im WS 2003/2004

- **Rheinisch–Westfälische Technische Hochschule Aachen**
  Fachdidaktisches Seminar: Mathematikunterricht mit Computereinsatz, U. Bettscheider, U. Schoenwaelder, S2+Ü2
  Einführungspraktikum in das Formelmanipulationssystem MAPLE, G. Hiß, U. Klein, V. Dietrich, P2
  Praktikum: Programmieren in MAPLE, G. Hiß, U. Klein, P4
  Arbeitsgemeinschaft zu speziellen Problemen mit MAPLE, V. Dietrich, U. Klein, E. Görlich, Ü2

- **Technische Universität Berlin**
  Algorithmische Zahlentheorie, S. Pauli, V2+Ü2

- **Technische Universität Darmstadt**
  Einführung in die Kryptographie, J. Buchmann, V4 + Ü2
  Beweisbar sichere Kryptographie, T. Takagi, K. Schmidt-Samoa, V2+Ü2
  Virtuelle Private Netze (VPN), W. Böhmer, V2
  Effiziente Kryptographie, T. Takagi, K. Schmidt-Samoa, S2
  Public Key Infrastruktur und Anwendungen, J. Buchmann, M. Ruppert, P4
  Effiziente Kryptographie mit Java, T. Takagi, E. Karatsiolis, C. Ludwig, P4
  Weiterentwicklung von LiDIA, J. Buchmann, C. Ludwig, P4

- **Universität Erlangen-Nürnberg**
  Topics in Computer Algebra I, V. Strehl, V2

- **Fachhochschule Flensburg**
  Maple in Differentialgleichungen, M. Kersken, V4+Ü2
  Maple in Coding and Cryptography, M. Kersken, V3+Ü1
  Analysis mit Maple, N. Pavlik, Ü1
  Mathematik IV mit Maple für Technische InformatikerInnen, P. Thieler, Ü2
  Software Tools: Maple für KommunikationstechnologInnen, P. Thieler, Ü2

- **Justus–Liebig–Universität Gießen**
  Computeralgebra, T. Sauer, V4

- **Technische Universität Hamburg-Harburg**
  Diskrete Mathematik Ia, K.-H. Zimmermann, V2+Ü1
  Diskrete Mathematik II, K.-H. Zimmermann, V2+Ü1
  Algebraische Methoden, P. Batra, V2
  Paralleles Wissenschaftliches Rechnen, G. F. Mayer-Lindenberg, K.-H.Zimmermann, S2

- **Universität Heidelberg**
  Codierungstheorie, B. H. Matzat, V4+Ü2
  Proseminar Kryptographie, B. H. Matzat, PS2
  Computeralgebra, W. M. Seiler, V4+Ü2

- **Universität Kaiserslautern**
  Einführung in die Computeralgebra, A. Frühbis-Krüger, V2+Ü1
  Seminar Computeralgebra, A. Frühbis-Krüger, G. Pfister, S2
  Seminar Singularitätentheorie und Computeralgebra, G. Pfister, G.-M. Greuel, S2

- **Universität Kassel**
  Einführung in Computeralgebrasysteme I, R. Schaper, V2
  Computeralgebra I, W. Koepf, V4+Ü2
  Mathematik mit dem TI 92-II, M. Brede, V2
  Konstruktion von Kurven und Flächen mit CAGD-Methoden, S. Meckbach, V2
  Oberseminar Computational Mathematics, W. Koepf, G. Malle, H.-G. Rück, OS2

- **Universität Köln**
  Endliche Gruppen II (Algorithmische Aspekte der Gruppentheorie), N. Klingen, V2

- **Universität Leipzig**
  Algorithmen für Zahlen und Primzahlen, H.-G. Gräbe, V2+Ü1
  Konstruktive Invariantentheorie, H.-G. Gräbe, V2
  Algebraische Komplexitätstheorie, H.-G. Gräbe, V2

- **Universität Linz, Research Institute for Symbolic Computation**
  Computeralgebra, F. Winkler, V2+Ü1
  Computeranalysis, V. Strehl, V2
  Mathematik lernen und lehren mit dem CAS-Rechner TI-92/Voyage 200, B. Kutzler, V2
  Projektseminar Computeralgebra, F. Winkler, S2
  Projektseminar: Solving Algebraic Equations, J.

Schicho, S2

- **Universität Mannheim**
  Computeralgebra, Wolfgang K. Seiler, V4+Ü2

- **Technische Universität München**
  Ausgewählte Kapitel der Computeralgebra, M. Kaplan, V2
  Industrielle Anwendung von Computeralgebra, G. Baumann, V2

- **Universität Oldenburg**
  Mathematische Anwendersysteme für die Sekundarstufe, B. von Pape und W. Schmale, S2

- **Universität Paderborn**
  Mathematik am Computer, C. Nelius, V2+Ü2
  Projektstudium: Entwicklung und Implementierung eines CA-Systems, B. Fuchssteiner, P4
  MuPAD Seminar, B. Fuchssteiner, W. Oevel, S2

- **Universität Tübingen**
  Einführung in das Symbolische und Algebraische Rechnen, R. Loos, V2
  Praktikum Symbolisches und Algebraisches Rechnen, R. Loos, P4
  Seminar Computeralgebra, R. Loos, S2
  Seminar: Formale Methoden der Hardware-Verifikation, R. Bündgen, U. Kebschull, W. Küchlin, S2
  Gröbnerbasen, B. Amrhein, V2+Ü1

- **Universität Ulm**
  Mathematische Methoden I: Computeralgebra, G. Baumann, V2

- **Universität Würzburg**
  Computational Physics, G. Reents, V4

Aufnahmeantrag für Mitgliedschaft in der Fachgruppe Computeralgebra

(Im folgenden jeweils Zutreffendes bitte im entsprechenden Feld [ ] ankreuzen bzw. ____________ ausfüllen.)

Name: ______________________________ Vorname: ____________________

Akademischer Grad/Titel: ______________________________

Privatadresse

Straße/Postfach: ______________________________

PLZ/Ort: ______________________________ Telefon: ____________________

e-mail: ______________________________ Telefax: ____________________

Dienstanschrift

Firma/Institution: ______________________________

Straße/Postfach: ______________________________

PLZ/Ort: ______________________________ Telefon: ____________________

e-mail: ______________________________ Telefax: ____________________

Gewünschte Postanschrift: [ ] Privatadresse [ ] Dienstanschrift

1. Hiermit beantrage ich zum 1. Januar 200___ die Aufnahme als Mitglied in die Fachgruppe

   Computeralgebra (CA) (bei der GI: 0.2.1).

2. Der Jahresbeitrag beträgt €7,50 bzw. €9,00. Ich ordne mich folgender Beitragsklasse zu:

   [ ] **€7,50** für Mitglieder einer der drei Trägergesellschaften
   - [ ] GI Mitgliedsnummer: ____________
   - [ ] DMV Mitgliedsnummer: ____________
   - [ ] GAMM Mitgliedsnummer: ____________

   Der Beitrag zur Fachgruppe Computeralgebra wird mit der Beitragsrechnung der Trägergesellschaft in Rechnung gestellt. (Bei Mitgliedschaft bei mehreren Trägergesellschaften wird dies von derjenigen durchgeführt, zu der Sie diesen Antrag schicken.) [ ] Ich habe dafür bereits eine Einzugsvollmacht erteilt. Diese wird hiermit für den Beitrag für die Fachgruppe Computeralgebra erweitert.

   [ ] **€7,50**. Ich bin aber noch nicht Mitglied einer der drei Trägergesellschaften. Deshalb beantrage ich gleichzeitig die Mitgliedschaft in der

   [ ] GI [ ] DMV [ ] GAMM.

   und bitte um Übersendung der entsprechenden Unterlagen.

   [ ] **€9,00** für Nichtmitglieder der drei Trägergesellschaften. [ ] Gleichzeitig bitte ich um Zusendung von Informationen über die Mitgliedschaft in folgenden Gesellschaften:

   [ ] GI [ ] DMV [ ] GAMM.

3. Die in dieses Formular eingetragenen Angaben werden elektronisch gespeichert. Ich bin damit einverstanden, dass meine Postanschrift durch die Trägergesellschaften oder durch Dritte nach Weitergabe durch eine Trägergesellschaft wie folgt genutzt werden kann (ist nichts angekreuzt, so wird c. angenommen).

   [ ] a. Zusendungen aller Art mit Bezug zur Informatik, Mathematik bzw. Mechanik.
   [ ] b. Zusendungen durch wiss. Institutionen mit Bezug zur Informatik, Mathematik bzw. Mechanik.
   [ ] c. Nur Zusendungen interner Art von GI, DMV bzw. GAMM.

Ort, Datum: ____________________ Unterschrift: ______________________________

Bitte senden Sie dieses Formular an:

Sprecher der Fachgruppe Computeralgebra
Prof. Dr. Wolfram Koepf
Fachbereich Mathematik/Informatik
Universität Kassel
Heinrich-Plett-Str. 40
34132 Kassel
0561-804-4207,-4646 (Fax)
`koepf@mathematik.uni-kassel.de`
`http://www.mathematik.uni-kassel.de/~koepf`

Fachgruppenleitung Computeralgebra 2002-2005

Sprecher:
Prof. Dr. Wolfram Koepf
Universität Kassel
Fachbereich Mathematik/Informatik
Heinrich-Plett-Str. 40
34132 Kassel
0561-804-4207,-4646 (Fax)
`koepf@mathematik.uni-kassel.de`
`http://www.mathematik.uni-kassel.de/~koepf`

Stellv. Sprecher:
Prof. Dr. H. Michael Möller
Universität Dortmund
Fachbereich Mathematik
Vogelpothsweg 87
44221 Dortmund
0231-755-3077
`Moeller@math.uni-dortmund.de`

Fachreferentin Chemie:
PD Dr. Karin Gatermann
Konrad-Zuse-Zentrum Berlin (ZIB)
Takustr. 7
14195 Berlin-Dahlem
030-84185-217, -107 (Fax)
`gatermann@zib.de`
`http://www.zib.de/gatermann`

Prof. Dr. Johannes Grabmeier
FH Deggendorf
Edlmairstr. 6+8
D-94469 Deggendorf
0991-3615-141
`johannes.grabmeier@fh-deggendorf.de`
`http://www.fh-deggendorf.de/home/jgrabmeier`

Vertreter der GAMM,
Fachreferent Computational Engineering:
Prof. Dr. Klaus Hackl
Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstr. 150
44780 Bochum
0234-32-26025, -14154 (Fax)
`hackl@am.bi.ruhr-uni-bochum.de`

Fachexperte Physik:
Dr. Thomas Hahn
Max-Planck-Institut für Physik
Föhringer Ring 6
80805 München
089-32354-300, -304 (Fax)
`hahn@feynarts.de`
`http://wwwth.mppmu.mpg.de/members/hahn/`

Vertreter der GI:
Prof. Dr. Karl Hantzschmann
Universität Rostock
Fachbereich Informatik
Albert-Einstein-Str. 21
18059 Rostock
0381-498-3400,-3399(Fax)
`hantzschmann@informatik.uni-rostock.de`

Fachreferent Lehre und Didaktik:
Prof. Dr. Hans-Wolfgang Henn
Universität Dortmund
Fachbereich Mathematik
Vogelpothsweg 87
44227 Dortmund
0231-755-2939, -2948 (Fax)
`wolfgang.henn@mathematik.uni-dortmund.de`
`http://www.mathematik.uni-dortmund.de/didaktik/personelles/people/henn.htm`

Prof. Dr. Gerhard Hiß
Lehrstuhl D für Mathematik
RWTH Aachen
Templergraben 64
52062 Aachen
0241-80-94543, -92108 (Fax)
`Gerhard.Hiss@Math.RWTH-Aachen.de`
`http://www.math.rwth-aachen.de/LDFM/homes/Gerhard.Hiss`

Fachreferent Schule:
OStD. Heiko Knechtel
An der Tränke 2a
31675 Bückeburg
05722-23628
`HKnechtel@aol.com`

Fachexperte Mathematische Software:
Prof. Dr. Ulrich Kortenkamp
Technische Universität Berlin
Fachbereich Mathematik
Straße des 17. Juni 136
10623 Berlin
030-314-25748, -21269 (Fax)
`kortenka@math.tu-berlin.de`
`http://www.kortenkamps.net`

Vertreter der DMV:
Prof. Dr. B. Heinrich Matzat
IWR, Univ. Heidelberg,
Im Neuenheimer Feld 368
69120 Heidelberg
06221-54-8242,-8318(Sekr.),-8850 (Fax)
`matzat@iwr.uni-heidelberg.de`

Fachreferent Internet:
Dr. Ulrich Schwardmann
GWDG
Am Fassberg
37077 Göttingen
0551-201-1542
`Ulrich.Schwardmann@gwdg.de`
`http://www.gwdg.de/~uschwar1`

Fachexperte Industrie:
Dr. Andreas Sorgatz
SciFace Software
Technologiepark 11
33100 Paderborn
05251-690-751, -799 (Fax)
`sorgatz@sciface.de`
`http://www.mupad.de/~andi`

Fachreferent Fachhochschulen:
Prof. Dr. Wilhelm Werner
Fachhochschule Heilbronn
Max-Planck-Str. 39
74081 Heilbronn
07131-504387
`werner@fh-heilbronn.de`

Redakteur Rundbrief:
Dr. Markus Wessler
Universität Kassel
Fachbereich Mathematik/Informatik
Heinrich-Plett-Str. 40
34132 Kassel
0561-804-4192,-4646 (Fax)
`wessler@mathematik.uni-kassel.de`
`http://www.mathematik.uni-kassel.de/~wessler`

Werbeseite der Fa. TI

Werbeseite der Fa. Scientific Computers