

# Mathematik und Wirtschaft: Eine Herausforderung

## Der universitäre Studiengang Wirtschaftsmathematik

Klaus D. Schmidt, Dresden\*

### Mathematik und Wirtschaft in Versicherungen und Banken

Mathematische Kompetenz ist in der Wirtschaft stärker gefragt als je zuvor. Dies gilt insbesondere für die Bereiche Versicherungen und Banken:

- Die Öffnung der Versicherungsmärkte in der Europäischen Union und die mit ihr einhergehende verringerte Regulierung durch die Aufsichtsbehörden hat den Wettbewerb unter Versicherungsunternehmen verstärkt und den Markt um eine Vielzahl neuer Produkte bereichert; besonders ausgeprägt und für jeden erkennbar ist diese Entwicklung in der Kraftfahrzeughaftpflicht-Versicherung mit ihrer Tendenz zu fallenden Prämien und ihrer kaum noch überschaubaren Vielfalt an Tarifen, die durch die Unterscheidung von Risiken nach Schadenfreiheitsklassen, Typklassen und anderen Merkmalen entsteht. Damit wächst das Aufgabenfeld des Versicherungsmathematikers nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ: Neben der Kalkulation von Risikoprämien und Sicherheitszuschlägen für einzelne Tarife umfaßt es immer mehr auch die Mitwirkung bei der Auswahl von Tarifmerkmalen und ganz allgemein bei der Gestaltung von Versicherungsprodukten.
- Die Expansion der Finanzmärkte durch Globalisierung, Neuemissionen und die zunehmende Vielfalt ihrer Produkte, zu denen neben Aktien und festverzinslichen Wertpapieren auch Anteile an Fonds sowie derivative Finanzmarktinstrumente wie Optionen gehören, hat auch in diesem Bereich zu neuen und interessanten mathematischen Aufgaben geführt: Zu diesen Aufgaben gehört beispielsweise die Bewertung des Risikos, das mit einer Anlage oder einem Portefeuille von Anlagen verbunden ist (Value at Risk), und die Zusammenstellung von risikoarmen Portefeuilles aus verschiedenen Anlagen, deren unterschiedliche Ertragsmöglichkeiten und Risiken einander weitgehend ausgleichen (Hedging).

Infolge dieser Entwicklungen hat der Bedarf an Mathematikern auch in Verbänden und Unternehmensberatungen sowie in Aufsichtsbehörden zugenommen: Während Aufsichtsbehörden in der Lage sein müssen, die Einhaltung gesetzlicher Regelungen zu überprüfen, bietet sich Verbänden und Unternehmensberatungen die Möglichkeit, Märkte unternehmensübergreifend zu analysieren und ihre Erkenntnisse an ihre Mitglieder oder Kunden weiterzugeben.

---

\*Lehrstuhl für Versicherungsmathematik, Technische Universität Dresden, 01062 Dresden

## Mathematik und Wirtschaft in Produktion und Vertrieb

Der Einsatz mathematischer Methoden ist auch in der Produktion und im Vertrieb, und damit auch bei Produzenten von Dienstleistungen wie Unternehmensberatungen und öffentlichen Diensten, unverzichtbar, seit langem etabliert und weiterhin im Wachstum begriffen. Beispiele sind einerseits

- Optimierungsprobleme wie die optimale Allokation von Produktionsfaktoren, die Optimierung von Produktionsabläufen, die Tourenplanung (Travelling Salesman Problem), die Planung der Anzahl und der Standorte von Vertriebszentren sowie die Lagerhaltung, andererseits
- statistische Probleme wie die Qualitätskontrolle, die Erhebung und Analyse von Marktdaten sowie die Simulation von Produktionsabläufen.

In allen Fällen erfolgt der Einsatz mathematischer Methoden stets unter einer Reihe von Nebenbedingungen: Der Mathematiker muß mit dem wirtschaftlichen und juristischen Umfeld, in dem er handelt, vertraut sein und er muß zudem in einem zeitlich begrenzten Rahmen Lösungen finden, die sich mit Hilfe der EDV in die Praxis umsetzen lassen. Schließlich, und nicht zuletzt, besteht ein Teil seiner Arbeit darin, auch Kollegen und Vorgesetzte, die nicht selbst Mathematiker sind, vom Nutzen mathematischer Methoden zu überzeugen.

## Wirtschaftliche Realität und mathematisches Modell

Die Arbeit des Mathematikers in der Wirtschaft wäre vergleichsweise einfach, wenn sie nur darin bestünde, wohldefinierte Probleme mit den Methoden der Mathematik zu lösen. Im Alltag des Mathematikers hingegen beginnt sie oft früher und endet später. Einer der Gründe liegt darin, daß ein Problem, zu dessen Lösung die Mathematik beitragen kann, zunächst nur vage formuliert ist und unter Mitwirkung des Mathematikers präzisiert werden muß: So sind im Fall eines Optimierungsproblems sowohl die zu minimierende oder zu maximierende Zielfunktion als auch die Nebenbedingungen, denen das Optimierungsproblem unterliegt, festzulegen, und darüber hinaus kann es erforderlich sein, die Zielfunktion und die Nebenbedingungen zu vereinfachen, damit überhaupt ein verfügbares mathematisches Verfahren angewendet werden kann. Mit dieser Präzisierung erfolgt ein Übergang von der wirtschaftlichen Realität in ein mathematisches Modell und damit eine Idealisierung der Realität, indem Wesentliches fixiert und Unwesentliches außer Acht gelassen wird. Dieser Prozeß der Modellierung erfordert Kenntnis des wirtschaftlichen Hintergrundes und der Möglichkeiten der Mathematik. Dem Übergang von der Realität zum Modell steht ein Übergang vom Modell zur Realität gegenüber: Die Ergebnisse, die mit Hilfe mathematischer Methoden in einem Modell gewonnen werden, müssen in ihrer Bedeutung für die Realität interpretiert werden und sich in der Praxis bewähren.

## Mathematik mit Nebenfach Wirtschaftswissenschaften

Für angehende Mathematiker, die sich bereits während ihres Studiums mit den Gegenständen und der Denkweise der Wirtschaftswissenschaften auseinandersetzen wollen, besteht an vielen Universitäten die Möglichkeit, im Rahmen des Studien-

ganges Mathematik ein wirtschaftswissenschaftliches Nebenfach zu wählen. Da die Wahl der Schwerpunkte in der Mathematik frei ist und das Nebenfach nur in einem sehr begrenzten Umfang studiert werden muß, hängt es allerdings vor allem vom Studenten selbst ab, ob und in welchem Umfang sein Studium tatsächlich zu einer inhaltlichen Verbindung von Mathematik und Wirtschaft führt. Eine umfassendere Vorbereitung auf das Leben als Mathematiker in der Wirtschaft bietet dagegen der Studiengang Wirtschaftsmathematik.

### Wirtschaftsmathematik

Der Studiengang Wirtschaftsmathematik ist ein mathematischer Studiengang mit wirtschaftswissenschaftlicher Ausrichtung. Er unterscheidet sich vom Studiengang Mathematik unter anderem darin, daß wirtschaftswissenschaftliche Fächer in allen Studienabschnitten vertreten sind und ihnen dabei ein größeres Gewicht zukommt, als dies bei einem Nebenfach normalerweise der Fall ist. Die eigentliche Verbindung von Mathematik und Wirtschaftswissenschaften wird jedoch dadurch erreicht, daß auch in der Mathematik Schwerpunkte mit einem klaren Bezug zu Anwendungen in der Wirtschaft gesetzt werden. Derartige Schwerpunkte sind die Stochastik und die Optimierung, die allgemeine Methoden für vielfältige Anwendungen bereitstellen, sowie die Versicherungsmathematik und die Finanzmathematik, in denen konkrete Fragestellungen im Vordergrund stehen. Schließlich bildet auch die Informatik einen festen Bestandteil des Studienganges Wirtschaftsmathematik.

### Studienverlauf

Für den Studiengang Wirtschaftsmathematik ist an fast allen Universitäten, die diesen Studiengang anbieten, eine Regelstudienzeit von neun Semestern vorgesehen. Das bedeutet, daß das Lehrangebot der Universität einen Abschluß in diesem Zeitraum ermöglichen muß. Das Studium gliedert sich in zwei Abschnitte: Das Grundstudium und das Hauptstudium.

- Das Grundstudium vermittelt in vier Semestern Grundlagen der Mathematik, der Wirtschaftswissenschaften und der Informatik. Dabei entfallen etwa  $\frac{2}{3}$  der Semesterwochenstunden auf Vorlesungen und  $\frac{1}{3}$  auf Übungen, in denen Leistungsnachweise erworben werden müssen. Das Grundstudium ist recht straff organisiert und läßt kaum individuelle Gestaltungsmöglichkeiten. Es endet mit der Diplom-Vorprüfung (Vordiplom), die aus mehreren Einzelprüfungen besteht.
- Das Hauptstudium bietet in fünf Semestern die Möglichkeit zur Vertiefung und Spezialisierung. Es kann weitgehend individuell geplant werden; die Planung sollte allerdings bereits zu Beginn des Hauptstudium und nach Gesprächen mit älteren Kommilitonen, Studienberatern und Professoren erfolgen. Der Anteil der Übungen ist geringer als im Grundstudium; an ihre Stelle treten Seminare und Praktika. Die letzte Phase des Hauptstudium ist der Diplomarbeit gewidmet, in der ein mathematisches, aber an Anwendungen in der Wirtschaft orientiertes Thema selbständig zu bearbeiten ist. Die Dauer der Diplomarbeit ist in der Regel auf sechs Monate begrenzt. Das Hauptstudium endet mit der Diplomprüfung, die aus der Diplomarbeit und mehreren Einzelprüfungen besteht.

Die Einzelheiten zum Verlauf des Studiums sind in der Prüfungsordnung und in der Studienordnung festgelegt. Wie man studiert, steht dort allerdings nicht, und deshalb sei hier eine persönliche Empfehlung des Verfassers angefügt: Suchen Sie das Gespräch mit Assistenten und Professoren, und halten Sie mehr Seminarvorträge als unbedingt erforderlich (etwa ab dem sechsten Semester, aber nicht mehr als einen pro Semester). Die Fähigkeit, in Gesprächen und Vorträgen andere zu überzeugen, ist ein Kapital, das Sie im Studium erwerben können und im Berufsleben benötigen werden.

## Grundstudium

Im Studiengang Wirtschaftsmathematik ist das Grundstudium in der Mathematik von den beiden Gebieten Analysis und Lineare Algebra geprägt, die gleichzeitig die Grundlagen für die Stochastik und die Optimierung bereitstellen; hinzu kommen Grundvorlesungen in mindestens einem der beiden Gebiete Volkswirtschaftslehre und Betriebswirtschaftslehre sowie in der Informatik.

- **Analysis:**  
Folgen und Reihen, stetige Funktionen, Differential- und Integralrechnung, Lineare Differenzen- und Differentialgleichungen, Nichtlineare Optimierung unter Nebenbedingungen, Maß- und Integrationstheorie.
- **Lineare Algebra:**  
Vektorräume und lineare Abbildungen, Lineare Gleichungssysteme, Lineare Optimierung unter Nebenbedingungen.
- **Volkswirtschaftslehre:**  
Preistheorie, Haushaltstheorie, Produktionstheorie.
- **Betriebswirtschaftslehre:**  
Kostenrechnung, Jahresabschluß, Investition und Finanzierung.
- **Informatik:**  
Programmiersprachen, Betriebssysteme, Datenbanken.

Darüber hinaus kann das Grundstudium einführende Lehrveranstaltungen zu mathematischen Schwerpunkten im Hauptstudium enthalten.

## Hauptstudium

Im Studiengang Wirtschaftsmathematik dient das Hauptstudium der Vertiefung und Spezialisierung sowohl in der Mathematik als auch in den Wirtschaftswissenschaften und in der Informatik. Die folgende Übersicht nennt im Sinne einer Orientierung einige Teilgebiete zu den wichtigsten Gebieten im Hauptstudium; dabei ist jedoch zu beachten, daß jede Universität ihre eigenen Schwerpunkte setzt.

- **Stochastik:**  
Wahrscheinlichkeitstheorie, Stochastische Prozesse, Bedienungstheorie, Mathematische Statistik, Statistische Entscheidungstheorie, Qualitätskontrolle, Computerstatistik, Simulation.
- **Optimierung:**  
Lineare Optimierung, Nichtlineare Optimierung, Diskrete Optimierung, Mehr-

kriterielle Optimierung, Stochastische Optimierung, Netzwerkplanung, Standortplanung.

– **Versicherungsmathematik:**

Ausgleich im Kollektiv und Ruin–Problem, Kalkulation der Risikoprämie und des Risikozuschlags, Reservierung für Spätschäden, Personenversicherungsmathematik, Krankenversicherungsmathematik, Schadenversicherungsmathematik, Rückversicherungsmathematik.

– **Finanzmathematik:** Elementare Finanzmathematik, Capital–Asset–Pricing–Modell, Black–Scholes Modell, Asset Liability Management, Value at Risk.

– **Mathematische Wirtschaftstheorie:**

Gleichgewichtstheorie auf der Basis abstrakter mathematischer Modelle.

– **Volkswirtschaftslehre:**

Allokationstheorie, Außenhandel, Geld und Währung, Finanzwissenschaft.

– **Betriebswirtschaftslehre:**

Rechnungswesen, Finanzwirtschaft, Logistik, Marketing.

– **Quantitative Methoden:**

Ökonometrie, Operations Research.

– **Informatik:**

Komplexitätstheorie, Effiziente Algorithmen, Software Engineering, Multimedia, Rechnernetze, Datensicherheit.

Im Hauptstudium gibt es Themen, die sowohl von der Mathematik als auch von den Wirtschaftswissenschaften angesprochen werden. Dies ist kein Nachteil, sondern ermöglicht die Betrachtung desselben Gegenstandes aus verschiedenen Perspektiven. Über das in den Prüfungsordnungen und Studienordnungen festgelegte Programm hinaus ist es sinnvoll, Fremdsprachenkenntnisse zu erweitern oder neu zu erwerben (Auslandsaufenthalt), Praktika zu absolvieren und außerdem Lehrveranstaltungen in den Rechtswissenschaften zu besuchen.

## Studienorte

Der Studiengang Wirtschaftsmathematik wird zur Zeit an folgenden Universitäten angeboten:

– **Augsburg:**

Universität Augsburg, Institut für Mathematik, 86135 Augsburg.

– **Bayreuth:**

Universität Bayreuth, Mathematik, 95440 Bayreuth.

– **Berlin:**

Technische Universität Berlin, Fachbereich Mathematik, 10623 Berlin.

– **Bielefeld:**

Universität Bielefeld, Fakultät für Mathematik, 33501 Bielefeld.

– **Chemnitz:**

Technische Universität Chemnitz, Fakultät für Mathematik, 09107 Chemnitz.

– **Clausthal:**

Technische Universität Clausthal, Institut für Mathematik, 38678 Clausthal.

– **Dortmund:**

Universität Dortmund, Fachbereich Mathematik, 44221 Dortmund.

- **Dresden:**  
Technische Universität Dresden, Fachrichtung Mathematik, 01062 Dresden.
- **Duisburg:**  
Universität Duisburg Gesamthochschule, Fachbereich Mathematik, 47048 Duisburg.
- **Halle–Wittenberg:**  
Martin–Luther–Universität Halle–Wittenberg, Fachbereich Mathematik und Informatik, 06099 Halle.
- **Hamburg:**  
Universität Hamburg, Fachbereich Mathematik, 20146 Hamburg.
- **Jena:**  
Friedrich–Schiller–Universität Jena, Mathematisches Institut, 07740 Jena.
- **Kaiserslautern:**  
Universität Kaiserslautern, Fachbereich Mathematik, 67653 Kaiserslautern.
- **Karlsruhe:**  
Universität (TH) Karlsruhe, Fakultät für Mathematik, 76128 Karlsruhe.
- **Leipzig:**  
Universität Leipzig, Mathematisches Institut, 04109 Leipzig.
- **Magdeburg:**  
Otto–von–Guericke–Universität Magdeburg, Fakultät für Mathematik, 39016 Magdeburg.
- **Marburg:**  
Philipps–Universität Marburg, Fachbereich Mathematik und Informatik, 35032 Marburg.
- **München:**  
Technische Universität München, Fakultät für Mathematik, 80290 München.
- **Rostock:**  
Universität Rostock, Fachbereich Mathematik, 18055 Rostock.
- **Siegen:**  
Universität Gesamthochschule Siegen, Fachbereich Mathematik, 57068 Siegen.
- **Trier:**  
Universität Trier, Abteilung Mathematik, 54286 Trier.
- **Ulm:**  
Universität Ulm, Fakultät für Mathematik und Wirtschaftswissenschaften, 89069 Ulm.

Die Anteile in Mathematik, Wirtschaftswissenschaften und Informatik sind nicht an allen Universitäten gleich; als Orientierung dienen die durchschnittlichen Anteile  $4/7$ ,  $2/7$  und  $1/7$  in diesen Fachgebieten. Zudem werden Lehrveranstaltungen in den Gebieten Statistik, Informatik und Optimierung bzw. Operations Research nicht an allen Universitäten demselben Fachgebiet zugeordnet.

### Wechsel von Studiengang oder Studienort

Ein Wechsel zwischen den Studiengängen Mathematik und Wirtschaftsmathematik ist bis zum Vordiplom ohne größere Probleme möglich; in der Regel sind aber einzelne Lehrveranstaltungen in der Mathematik oder in den Wirtschaftswissenschaften

nachzuholen, damit eine erfolgreiche Gestaltung des Hauptstudiums gewährleistet ist. Entsprechendes gilt für einen Wechsel des Studienorts, da die Anforderungen an jeder Universität etwas anders sind. Bei der Abwägung der Vor- und Nachteile eines Wechsels von Studiengang oder Studienort ist zu berücksichtigen, daß es je nach Umfang der nachzuholenden Lehrveranstaltungen zu einer Verlängerung des Studiums kommen kann.

### **Praktikum in der Wirtschaft**

Ein Praktikum in der Wirtschaft ist empfehlenswert; in einigen Prüfungsordnungen ist es sogar vorgeschrieben. Für eine Tätigkeit als Praktikant eignen sich vor allem die vorlesungsfreien Zeiten nach dem Vordiplom; dagegen sollten Praktika während der Vorlesungszeit und im letzten Studienjahr nach Möglichkeit vermieden werden. Wer mehr als ein Praktikum in der Wirtschaft machen möchte, sammelt seine ersten Berufserfahrungen mit Vorteil in verschiedenen Unternehmen und an verschiedenen Orten.

### **Auslandsaufenthalt**

Ein längerer Aufenthalt im Ausland bereichert jedes Studium, vor allem dann, wenn er mit einer Erweiterung von Fremdsprachenkenntnissen verbunden ist, die heute im Berufsleben eines Akademikers unverzichtbar sind. Der günstigste Zeitpunkt ist der nach dem Vordiplom und vor dem Beginn des Hauptstudiums; außerdem ist es von Vorteil, wenn die beabsichtigte Spezialisierung und Vertiefung im Hauptstudium bei der Wahl der ausländischen Universität berücksichtigt wird. Für die Dauer gilt: Ein Semester ist gut und ein akademisches Jahr ist optimal, nicht zuletzt deshalb, weil das Studienjahr an einigen ausländischen Universitäten in Trimester statt Semester gegliedert ist oder bei der Gestaltung des Lehrangebots überhaupt als eine Einheit angesehen wird. Allerdings ist auch bei einem Auslandsaufenthalt mit einer Verlängerung des Studiums zu rechnen, die aber bei guter Planung ein Semester nicht überschreiten sollte.

### **Ausbildung zum Aktuar**

Ein Aktuar ist ein von der Deutschen Aktuarvereinigung geprüfter und innerhalb der Europäischen Union anerkannter Versicherungsmathematiker. Um Aktuar zu werden bedarf es eines Diploms in einem mathematischen Studiengang und einer mindestens dreijährigen Tätigkeit in der Versicherungswirtschaft; hinzu kommt eine Reihe von Prüfungen, deren Vorbereitung während der beruflichen Tätigkeit einen hohen Zeitaufwand erfordert und durch die vielfach erforderliche Teilnahme an Fortbildungsveranstaltungen auch recht teuer ist. Für Studenten eines mathematischen Studienganges, die in ihrem Studium hinreichende Kenntnisse in Versicherungsmathematik, Finanzmathematik oder Informatik erworben haben, besteht jedoch die Möglichkeit, einige dieser Prüfungen bereits während ihres Studiums und an ihrer Universität abzulegen.

**Aktuelle Information im Internet**

Aktuelle Information zum Studiengang Wirtschaftsmathematik ist im Internet unter

<http://www.wimath.de>

zu finden.