



**FH Bielefeld**  
University of  
Applied Sciences



*Angewandte Mathematische Modellierung & Optimierung*

**AMMO – Berichte aus Forschung und Technologietransfer**

Informationen über den  
Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt

**Angewandte Mathematische Modellierung  
und Optimierung**

**(Applied Mathematical Modeling and Optimization)**

## Vorwort

Die Veröffentlichungsreihe „*AMMO – Berichte aus Forschung und Technologietransfer*“ ist eine Reihe von Heften, die die Arbeit des Forschungs- und Entwicklungsschwerpunktes **A**ngewandte **M**athematische **M**odellierung und **O**ptimierung (kurz FSP AMMO) an der Fachhochschule Bielefeld präsentieren.

Das erste Heft gibt das volle Spektrum der Tätigkeiten des FSP AMMO wieder. Es zeigt, anhand der Darstellung einiger Kooperationsbeispiele aus der Praxis und aktueller Projekte, welche Bedeutung der Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt für unsere Hochschule, für die Unternehmen als Kooperationspartner, sowie für die Lehre hat. In weiteren Heften werden ausgewählte Projekte ausführlicher dargestellt.

Der Erfolg des Forschungs- und Entwicklungsschwerpunktes AMMO wird durch eine enge Zusammenarbeit seiner Mitglieder beflügelt. Das AMMO-Team besteht aus Professoren, wissenschaftlichen Mitarbeitern und Doktoranden des Fachbereiches Ingenieurwissenschaften und Mathematik an der Fachhochschule Bielefeld. In den vergangenen vier Jahren hat sich die Anzahl der AMMO-Mitglieder verdoppelt, die Anzahl der Kooperationspartner verdreifacht. Auch in Zukunft sind weitere engagierte Wissenschaftler als neue Mitglieder sehr willkommen.

Das AMMO-Team wünscht dem Leser viel Freude bei der Lektüre und hofft, mit diesem Heft das Interesse an der Arbeit des FSP AMMO und an seinen Publikationen zu wecken.

## Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung .....	4
2. Zielsetzung .....	7
3. Kompetenzen .....	10
4. Kooperationsbeispiele aus der Praxis .....	13
4.1 <i>Schnelle Optimierung und Simulation von Kraftwerkparks</i> .....	14
4.2 <i>Projekt GasDyn</i> .....	15
4.3 <i>Risikomanagement</i> .....	16
4.4 <i>Projekt OPENPROD</i> .....	18
4.5 <i>Modellierung von Stoffwechselprozessen in biologischen Systemen</i> .....	19
5. Aktuelle Projekte .....	21
5.1 <i>MODRIO - Model Driven Physical Systems Operation</i> .....	21
5.2 <i>Entwicklung einer Modellierungs- und Berechnungsumgebung mit eigener Bibliothek für Optimierungsaufgaben</i> .....	23
5.3 <i>Center of Excellence on Supercomputing Applications</i> .....	24
5.4 <i>TimeWiki – der intelligente Zeitstrahl</i> .....	25
6. Einbindung in die regionale Wirtschaftsstruktur und Technologietransfer, Konsultationszentrum .....	27
7. Wissenschaftliche Veröffentlichungen, Beteiligungen an Messen, Symposien und Fachtagungen .....	29
7.1 <i>Beteiligungen an Messen, Symposien und Fachtagungen</i> .....	29
7.2 <i>Treffpunkt AMMO</i> .....	31
8. Nationale und internationale Zusammenarbeit mit anderen Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen .....	32
9. Wirkungen für die Lehre .....	36
10. Autoren, Kontakten und Ansprechpartner .....	37
10.1 <i>Autoren</i> .....	37
10.2 <i>Kontaktdaten</i> .....	37
10.3 <i>Ansprechpartner</i> .....	37

## 1. Einleitung

Es ist ein originärer Auftrag der Fachhochschulen, neben einer praxisnahen Ausbildung von Studierenden auch anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung zu betreiben. „Immer wichtiger wird es, dass die Natur- und Technikwissenschaft enger kooperieren und intensiven Wissenstransfer betreiben, damit aus Erkenntnisvorsprung marktreife Innovationen und Vorsprung der Unternehmen im internationalen Wettbewerb wachsen können.“<sup>1</sup> Hierzu ist eine enge Zusammenarbeit mit Kooperationspartnern aus Wirtschaft und Technik unabdingbar.

In diesem Bericht soll über den Forschungs- und Entwicklungsschwerpunkt "Angewandte Mathematische Modellierung und Optimierung" (FSP AMMO) der Fachhochschule Bielefeld informiert werden, indem die Ziele und Kompetenzen des FSP vorgestellt und die Möglichkeiten einer Zusammenarbeit von FSP und Kooperationspartnern aus Wirtschaft und Technik dargelegt werden.

Der FSP AMMO versteht sich nicht als eine anonyme Hochschulinstitution, sondern besteht aus Menschen, die sich sehr vielfältig mit angewandter Mathematik, insbesondere Modellierung, Optimierung und Simulation, beschäftigen, und die einen engen Bezug zu den Studiengängen Bachelor Angewandte Mathematik und Master Optimierung und Simulation der Fachhochschule Bielefeld haben.

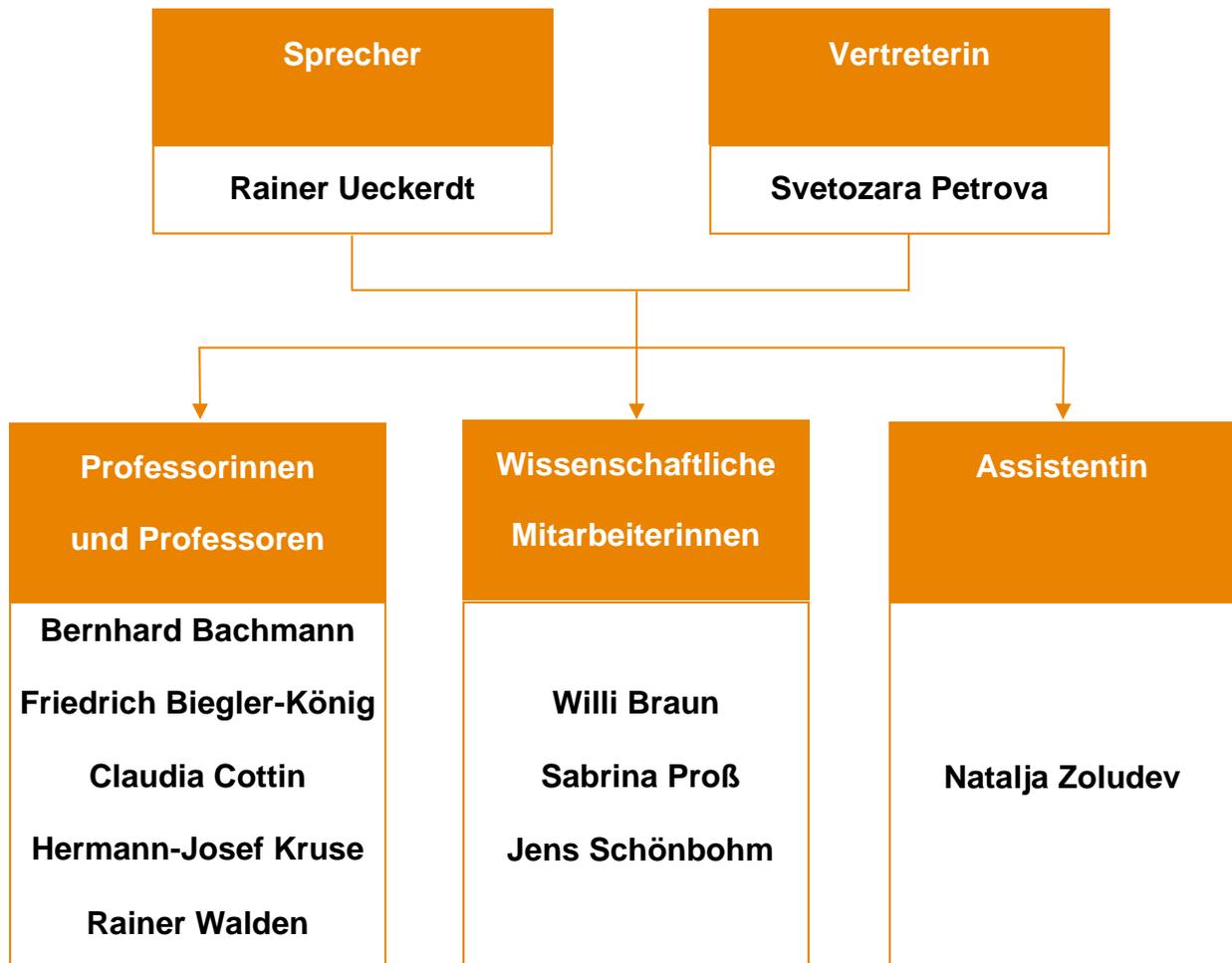


**Bild 1:** AMMO-Team  
v.l.n.r.: N. Zoludev, B. Bachmann, C. Cottin,  
 F. Biegler-König, H.-J. Kruse, S. Petrova,  
 W. Braun, R. Ueckerdt, J. Schönbohm  
nicht auf dem Foto sind: S. Proß, R. Walden

Im Bild 2 ist die Struktur des FSP AMMO in einem Organigramm dargestellt. Zum Vorstand des FSP gehören ein Sprecher/eine Sprecherin und ein Vertreter/eine

<sup>1</sup> Pinkwart, Adreas: *Die neue Hochschulfreiheit in NRW*. In: *Hochschulen auf neuen Wegen*. MIWFT Broschüre 1/2007, S. 19.

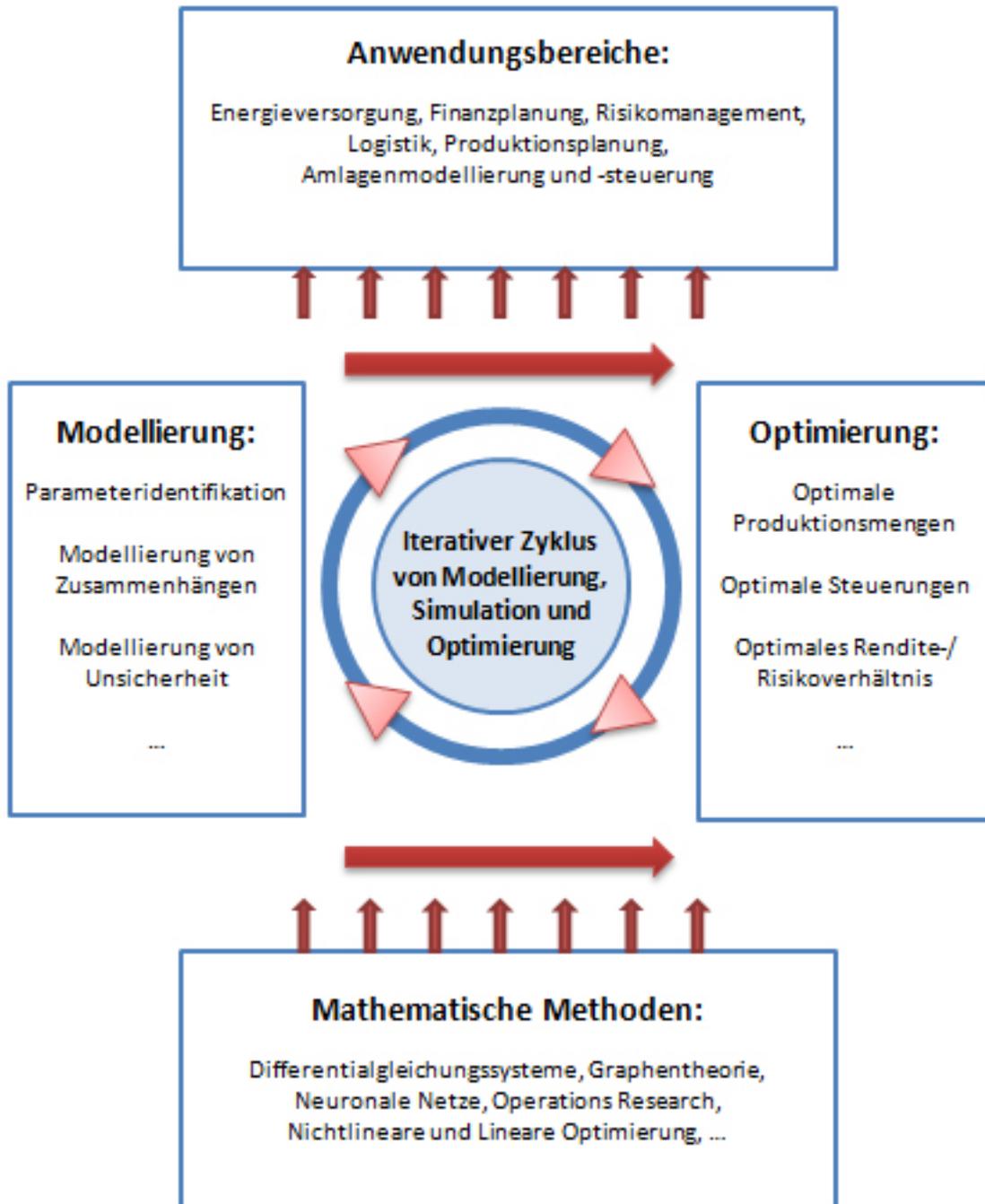
Vertreterin. Diese werden aus der Mitte der Mitgliederversammlung für die Dauer eines Jahres gewählt. Der Sprecher/die Sprecherin organisiert und koordiniert die Außendarstellung des FSP und ist für die jährlichen Evaluationsberichte verantwortlich. Der Vorstand wird in seiner Arbeit durch einen Assistenten/eine Assistentin unterstützt.



**Bild 2:** Organigramm des FSP AMMO

Die Interdisziplinarität der Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten im FSP AMMO ergibt sich nicht nur aus den verschiedenen Anwendungsbereichen in der Wirtschaft, sondern auch aus der Vielfalt der Methoden zur Modellierung und Optimierung realer Systeme und Prozesse bei unterschiedlichen Problemstellungen (Bild 3). Die Optimierung und die Modellierung werden mittels verschiedener mathematischer Strategien von diskreter Optimierung über Differenzialgleichungssysteme bis hin zu genetischen Algorithmen durchgeführt. Das breite Spektrum an Erfahrung in der Anwendung von Optimierungs- und Modellierungs-

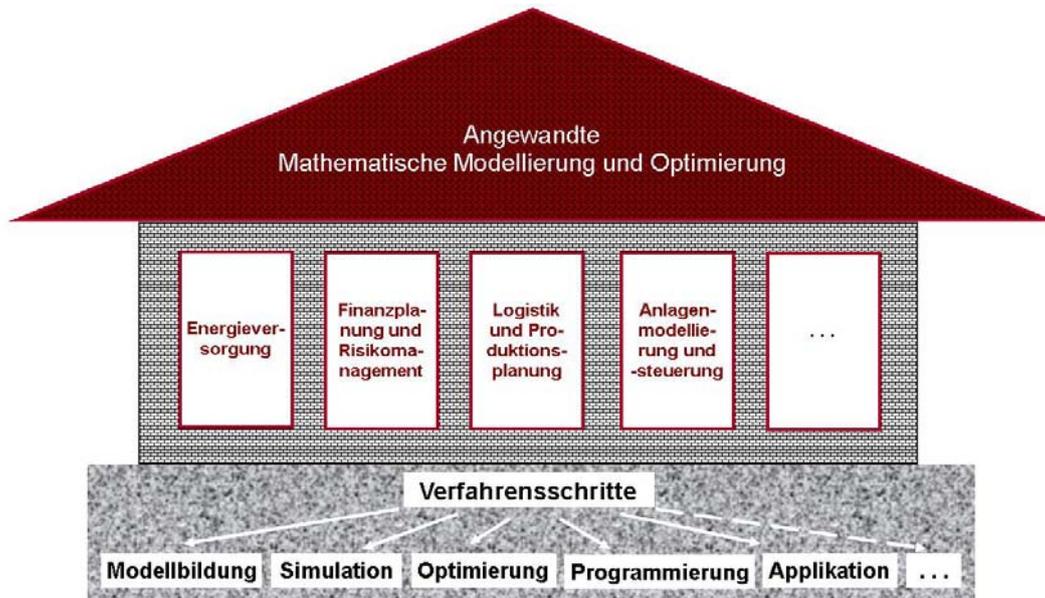
strategien im Team, das sich aus den unterschiedlichen wissenschaftlichen Werdegängen und Veröffentlichungen der beteiligten Professorinnen und Professoren sowie auch Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ergibt, wird als profilbildendes Element zugunsten der weiteren Entwicklung der Fachhochschule Bielefeld mit dem FSP fokussiert.



**Bild 3:** Interdisziplinarität des FSP AMMO

## 2. Zielsetzung

Die verschiedenen Anwendungsbereiche und deren Lösungsstrategien werden unter dem Dach des FSP AMMO gebündelt (Bild 4).



**Bild 4:** Bündelung im FSP AMMO

Die Bündelung der Kompetenzen im FSP AMMO hat zum Ziel, dass die gemeinsame Forschungsarbeit in Hinsicht auf generelle Strategien der Optimierung und der Adaptierung bekannter Strategien für neue Aufgabenstellungen abgestimmt und damit das Potenzial für die Bearbeitung umfangreicherer Gemeinschaftsprojekte gestärkt wird.

Die Lösungsmethoden für die unterschiedlichen Anwendungen werden in einem Pool zusammengefasst, um ein beachtliches Repertoire an Lösungsmöglichkeiten für verschiedene aktuelle Problemstellungen bereitzustellen. So kann beispielsweise eine Fragestellung aus der Logistik durch eine geeignete Kombination einer herkömmlichen Lösungsmethode mit Optimierungsmethoden anderer Fachdisziplinen eventuell besser oder schneller gelöst werden als nur mit der konventionellen Methode. Des Weiteren besteht umgekehrt die Möglichkeit, die Verwendbarkeit einer speziellen Anwendungsmethode für verschiedene Problemstellungen zu testen. Als Beispiel hierfür kann man folgendes Projekt nennen:

### Beispiel: Optimierung der Bestückung eines Kommissionierlagers auf der Grundlage von Ameisenheuristiken

In einem Unternehmen beeinflussen viele Faktoren das Betriebsergebnis. Einer von ihnen ist das Lager, das trotz Just-in-time-Produktion in einem Unternehmen nicht wegzudenken ist. Zwei Drittel der Gesamtlogistikkosten entfallen auf die Lagerhaltung.<sup>2</sup> Hier bietet sich ein großes Einsparungspotential.



**Bild 5:** Kommissionierlager

Um die Lagerhaltungskosten zu reduzieren, wird für das ausgewählte Lager diejenige Anordnung der Artikel gesucht, die den Kommissionierweg minimiert. Dies ist ein Beispiel dafür, wie eine logistische Aufgabe mithilfe von Optimierungsmethoden (in diesem Fall Methoden der Diskreten Optimierung bzw. Bionik) gelöst werden kann. Für dieses Problem kann man z. B. die folgende Aufgabenstellung formulieren:

- Modellierung eines Kommissionierlagers und dessen Prozesse der Kommissionierung
- Analyse der Abhängigkeit zwischen Artikelanordnung und Kommissionierzeit
- Optimierung der Bestückung eines Kommissionierlagers

<sup>2</sup> Nach Bichler, Klaus; Krohn Ralf: *Beschaffungs- und Lagerwirtschaft* (8. Auflage), Gabler Verlag, Wiesbaden 2001

Dieses Problem wurde zum Thema einer preisgekrönten Diplomarbeit im Studiengang Angewandte Mathematik der FH Bielefeld.<sup>3</sup> Zur Lösung wurden zwei verschiedene mathematische Verfahren angewendet und miteinander verglichen:

- Best-Savings-Algorithmus
- Ameisen-Algorithmus

Tests haben gezeigt, dass eine Mischung aus den beiden Verfahren die besten Ergebnisse erzielt.<sup>4</sup>



Aufgrund des breiten Kompetenzspektrums, das im FSP AMMO gebündelt wird (siehe auch Kapitel 3.), sind die Mitglieder in der Lage, gemeinsam umfangreichere Applikationen erfolgreich und schnell zu bearbeiten.

Ein weiteres Ziel des FSP AMMO ist die Öffentlichkeitsarbeit und der Kontakt mit der vorwiegend regionalen aber auch der überregionalen Industrie. Dieses wird u.a. durch die Veranstaltungsreihe „Treffpunkt AMMO“ konkretisiert. Im Rahmen dieser Reihe finden sowohl Seminare zur Weiterbildung als auch Erfahrungsaustausch durch Vorträge von Kollegen/innen aus Hochschule und Wirtschaft statt, inklusive Absolventen/innen des Bachelorstudienganges Angewandte Mathematik und des Masterstudienganges Optimierung und Simulation.

Die Treffen an der FH Bielefeld werden ergänzt durch Treffen bei verschiedenen Kooperationspartnern. Die Veranstaltungen sind öffentlich und finden in der Regel alle zwei bis drei Wochen in der Vorlesungszeit statt. Alle Interessenten sind herzlich eingeladen. Es werden keine Teilnahmegebühren verlangt. Wegen der Raumplanung ist eine Anmeldung unter [ammo@fh-bielefeld.de](mailto:ammo@fh-bielefeld.de) erwünscht.

<sup>3</sup> Preisgekrönt auf der Science Fair im Rahmen der Berufseinstiegsmesse "Perspektive" 2007 an der Universität Bielefeld. Mehr dazu siehe unter [www.fh-bielefeld.de/article/fh/6286](http://www.fh-bielefeld.de/article/fh/6286).

<sup>4</sup> Mehr dazu siehe in: Proß, Sabrina: Entwicklung eines Entscheidungsunterstützungssystems zur optimalen Bestückung von Kommissionierlagern auf der Grundlage von Ameisenheuristiken. Diplomarbeit im Studiengang Mathematik der FH Bielefeld, 2007.

### 3. Kompetenzen

Ein charakteristisches Merkmal des Forschungs- und Entwicklungsschwerpunktes ist die Interdisziplinarität. Die Mitglieder des FSP AMMO sind zunächst Professoren/innen und wissenschaftliche Mitarbeiter/innen des Studienganges Angewandte Mathematik, deren Forschungsaktivitäten und Methodik verschiedene Disziplinen repräsentieren. Diese Interdisziplinarität der Themenschwerpunkte der Mitglieder wird in der Tabelle 1 verdeutlicht. Die Mitgliedschaft im FSP AMMO ist nicht auf das Personal des Studienganges eingeschränkt. Darüber hinaus können Forscher/innen aus anderen Fachbereichen und Hochschulen mit dem gleichen Themenschwerpunkt aufgenommen werden oder als externe Partner/innen mitarbeiten. Über die Aufnahme eines neuen Mitglieds des FSP entscheidet die Mitgliederversammlung nach einem an den Vorstand des FSP gerichteten Antrag und der Vorstellung des Kandidaten/der Kandidatin in Form eines Vortrages. Die Antragstellung kann per Post oder per E-Mail erfolgen (s. Anschriften).

**Tabelle 1: Überblick über die am FSP AMMO beteiligten Professoren/innen**

Name	Forschungsgebiete / Projektbeispiele
<p><b>Prof. Dr. Bernhard Bachmann</b></p>	<p><b><u>Produktentwicklung:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Multidisziplinäre Modellierung und Simulation mit Modelica</li> <li>– Multidisziplinäre Simulation in Echtzeitanwendungen (Hardware-in-the-Loop)</li> </ul> <p><b><u>Luft- und Raumfahrttechnik:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Beschleunigungsverfahren für stochastische Optimierungsprozesse mittels neuronaler Netze</li> <li>– Analyse exakter und heuristischer Optimierungsverfahren innerhalb der Flottenplanung einer Fluggesellschaft</li> </ul> <p><b><u>Lichttechnik:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Datenkompression mit Hilfe von Wavelets</li> </ul>
<p><b>Prof. Dr. Friedrich Biegler-König</b></p>	<p><b><u>Energieversorgung:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Simulation und Optimierung von Kraftwerksparks</li> </ul> <p><b><u>Alt- und Frischholzaufbereitung:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Automatisierung in der Zerspanungstechnik</li> </ul> <p><b><u>Computergraphik:</u></b></p>

- Design und Implementation von Stereosehen auf der Basis von topographischen Merkmalskarten

**Datenbanken:**

- Aufbau eines performanceoptimierten Data Warehouse für eine Verlagsauslieferung auf Grundlage einer bereits vorhandenen Datenbasis zur Verbesserung des Antwortzeitverhaltens

**Prof. Dr.  
Claudia  
Cottin**

**Risiko- und wertorientierte Unternehmenssteuerung:**

- Asset-Liability-Management von Versicherungsunternehmen und Banken
- Risikomodellierung im Kontext von Solvency II und Basel II/III
- Market-Consistent Embedded Value von Versicherungsunternehmen
- Simulationsbasiertes Risikomanagement von Wertpapier-Handelsprozessen
- Stochastische Modellierung von Großschäden
- Statistische Untersuchung von Leistungszeitreihen eines Versorgungsunternehmens zur Prognose des Strombedarfs
- Entwicklung eines Simulations- und Prognosemodells zur Lebensdauerabschätzung von Rohrleitungen und Elt-Kabeln
- Stochastische Risikomodellierung unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen an das Risikomanagement von kleinen und mittleren Unternehmen
- Didaktische und praktische Weiterentwicklung von Gesamtunternehmensmodellen

**Bewertung von Versicherungs- und Finanzprodukten**

- Aussagekraft der Effektivverzinsung und anderer Renditekennzahlen
- Tarifierungsmodelle in der Kfz-Versicherung
- Bewertung von Lebensversicherungsverträgen nach IFRS
- Bewertung derivater Finanzinstrumente

**Prof. Dr.  
Hermann-Josef  
Kruse**

**Logistik:**

- Entwicklung des Entscheidungsunterstützungssystems Packopt zur Verpackungsoptimierung
- Entwicklung einer Ant-Colony-Heuristik zur Optimierung von Materialflüssen in Kommissionierlagern
- Analyse der Kapazitätsauslastung des innerbetrieblichen Transportsystems eines Automobilzulieferers mit Hilfe einer Simula-

tionssoftware

**Produktionsplanung:**

- Verfahren zur effizienten Leistungsabstimmung von Montagelinien bei einem Haushaltsgeräteherstellers
- Entscheidungsunterstützungstool zur Regelung und Optimierung bei Stanz-Walz-Prozessen bei einem Hersteller von Möbelbeschlägen
- Programm zur Optimierung mehrstufiger Losgrößenprobleme mit Kapazitätsbeschränkungen bei einem Automobilzulieferer

**Prof. Dr.  
Svetozara  
Petrova**

**Angewandte Mathematik:**

- Diskretisierungsverfahren und Approximation für partielle Differentialgleichungen
- Effiziente numerische Verfahren zur Lösung großer Gleichungssysteme
- Numerische Methoden für Mehrskalenprobleme

**Strukturoptimierung:**

- Optimierungsverfahren mit partiellen Differentialgleichungen als Nebenbedingungen
- Design von Strukturen und Implementierung von Form- und Topologie-Optimierung
- Anwendungen von primal-dualen pfadfolgenden Innere-Punkte Verfahren für nichtlineare Probleme

**Materialwissenschaft:**

- Modellierung und Simulation mikrostrukturierter biomorpher Keramiken aus Holz
- Formoptimierung mikroelektronischen Biochips mit akustischen Oberflächenwellen
- Mehrskalen Algorithmen und Homogenisierungsverfahren

**Bruchmechanik:**

- Mechanische Schädigungen durch Rissbildung und -ausbreitung
- Erweiterte Finite Elemente Methode (XFEM) zur Abbildung von Rissen in Bereichen mit mikroskopischen Defekten

**Prof. Dr.  
Rainer  
Ueckerdt**

**Energieversorgung:**

- Merkmalsbildung und Identifikation eines dynamischen Modells von Untergrundgasspeichern
- Datenkompression von Anlagendaten

**Medizin:**

- Versuchsstand zur Identifikation der Streckenmodelle von pneumatischen Muskeln

**Robotik:**

- Allgemeine Koordinatentransformation
- Aufbereitung und Darstellung verteilter Kriterien für Bewegungsplanung und Bewegungsanalyse in der virtuellen Realität der 3d Simulation

**Softwareentwicklung:**

- INPADYN Mathematische Modellbildung – Interaktives Werkzeug zur Parameteridentifikation ausgewählter dynamischer Systeme

**Industrieanlagen:**

- Modellierung und Simulation der Zementaufbereitung

## 4. Kooperationsbeispiele aus der Praxis

Die Mitglieder des FSP AMMO sind in vielfältiger Weise mit der Forschung und der beruflichen Praxis verbunden. Ihre Kompetenzen reichen von der Betreuung von Abschlussarbeiten<sup>5</sup> und der von Kooperationspromotionen bis zur Durchführung von Forschungsprojekten auf der nationalen und internationalen Ebene. Laufende und abgeschlossene Drittmittelprojekte zeugen vom Erfolg des FSP in der Region und darüber hinaus. Methoden der mathematischen Modellierung und Optimierung stellen heute unverzichtbare Werkzeuge bei der Entwicklung und Analyse von neuen Produkten dar. Die Weiterentwicklung von Modellierungsmethoden und Optimierungsverfahren wird vom FSP AMMO in Kooperationen mit Forschungseinrichtungen und Unternehmen vorangetrieben.

<sup>5</sup> Hier und weiter: Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten.

#### 4.1 Schnelle Optimierung und Simulation von Kraftwerksparks

Seit 2002 besteht eine intensive Zusammenarbeit mit Dr. Deeskow, einem Mitarbeiter der Steag Energy Services in Oberhausen, die zu einem Kooperationsprojekt zur zustandsbezogenen Optimierung von Kraftwerksparks mit fünf internationalen Partnern aus Industrie und Wissenschaft führte.



**Bild 6:** Kohlekraftwerk

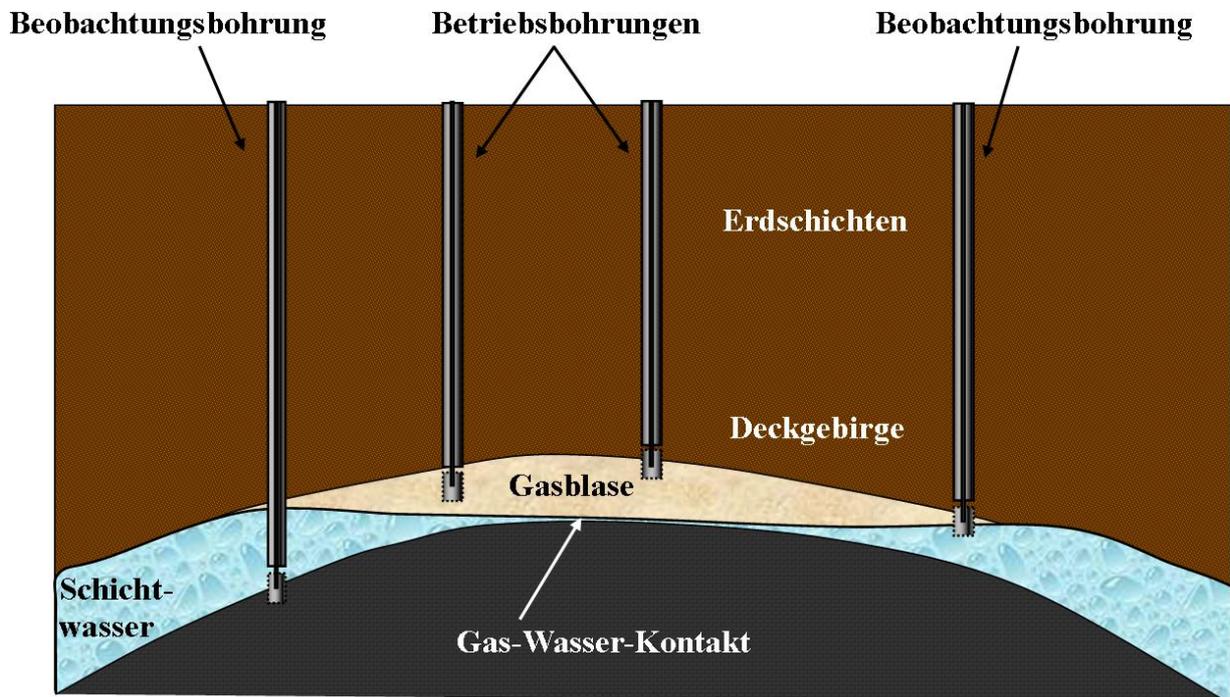
In diesem Zusammenhang wurde anhand eines prototypischen Kraftwerksparks (4 baugleiche Kraftwerkblöcke in Elbistan, Türkei) die zustandsbezogene Optimierung für einen Produktionszeitpunkt unter Berücksichtigung von Schaltvorgängen mit Hilfe eines stochastischen Algorithmus erprobt: Eine detaillierte, nichtlineare Modellierung der einzelnen Blöcke wurde durch den Einsatz eines Neuronalen Netzes so weit beschleunigt, dass Optimierungsergebnisse in angemessener Zeit erreicht werden konnten. Eine direkte Kopplung zwischen Anlagendiagnose und nichtlinearem Optimierungsmodell wurde implementiert. Nur wenige Nebenbedingungen wurden berücksichtigt: Gesamtproduktionsmenge und Block-Konfiguration.

Als Optimierungsalgorithmus wurde Simulated Annealing verwendet. Eine spezielle prototypische Software wurde erstellt, die in der Leitwarte des Kraftwerksparks installiert wurde. Insgesamt konnte in ersten Auswertungen ein Brennstoffersparnis von bis zu ca. 0,5 % dargestellt werden, was einer jährlichen

Ersparnis von ca. 50.000 Tonnen Braunkohle oder ca. 100.000 Tonnen CO<sub>2</sub> entspricht.

## 4.2 Projekt GasDyn

Ein weiteres Beispiel für die enge Zusammenarbeit des FSP AMMO mit Unternehmen liefert das Projekt GasDyn im Forschungs- und Entwicklungsprojektsprojekt Gas-Dispatcher.



**Bild 7:** Schema eines Untergrundgasspeichers

Erdgas wird als Energiereserve in geeigneten geologischen Schichten gespeichert und in Zeiten erhöhten Bedarfs Verbrauchern zur Verfügung gestellt. Ein Untergrundspeicher kann als Grundlastspeicher oder als Spitzenlastspeicher betrieben werden. Gasspeicher mit diesen Möglichkeiten erfahren eine zunehmende Bedeutung durch die Liberalisierung des Gasmarktes, indem sie verstärkt zum kurzfristigen An- und Verkauf von Erdgas (Gasdispatching) genutzt werden. Dazu ist zu prüfen, ob ein Speicher dieses Gas liefern bzw. aufnehmen kann.

Das Projekt GasDyn beschäftigt sich mit der mathematischen Modellierung der Speicherdynamik und der Sondereigenschaften, die für die Einschätzung der Dynamik in der Anlage wesentlich sind.

In Kooperation mit dem Partner ELPRO GmbH aus Berlin werden Verfahren für die schnelle und präzise Berechnung der potentiellen Leistungsfähigkeit von Untergrundgasspeichern ausgearbeitet. Die Ergebnisse im Kooperationsprojekt Gas-Dispatcher werden für die Weiterentwicklung von Betriebsführungssystemen wie z.B. des Systems CARE ausgewertet und eingesetzt. Das Projekt wurde durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) im Rahmen des Zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) gefördert. Die Ergebnisse der Entwicklungsarbeiten wurden bereits in Produkte integriert, die in russischen Gasspeicheranlagen implementiert wurden.

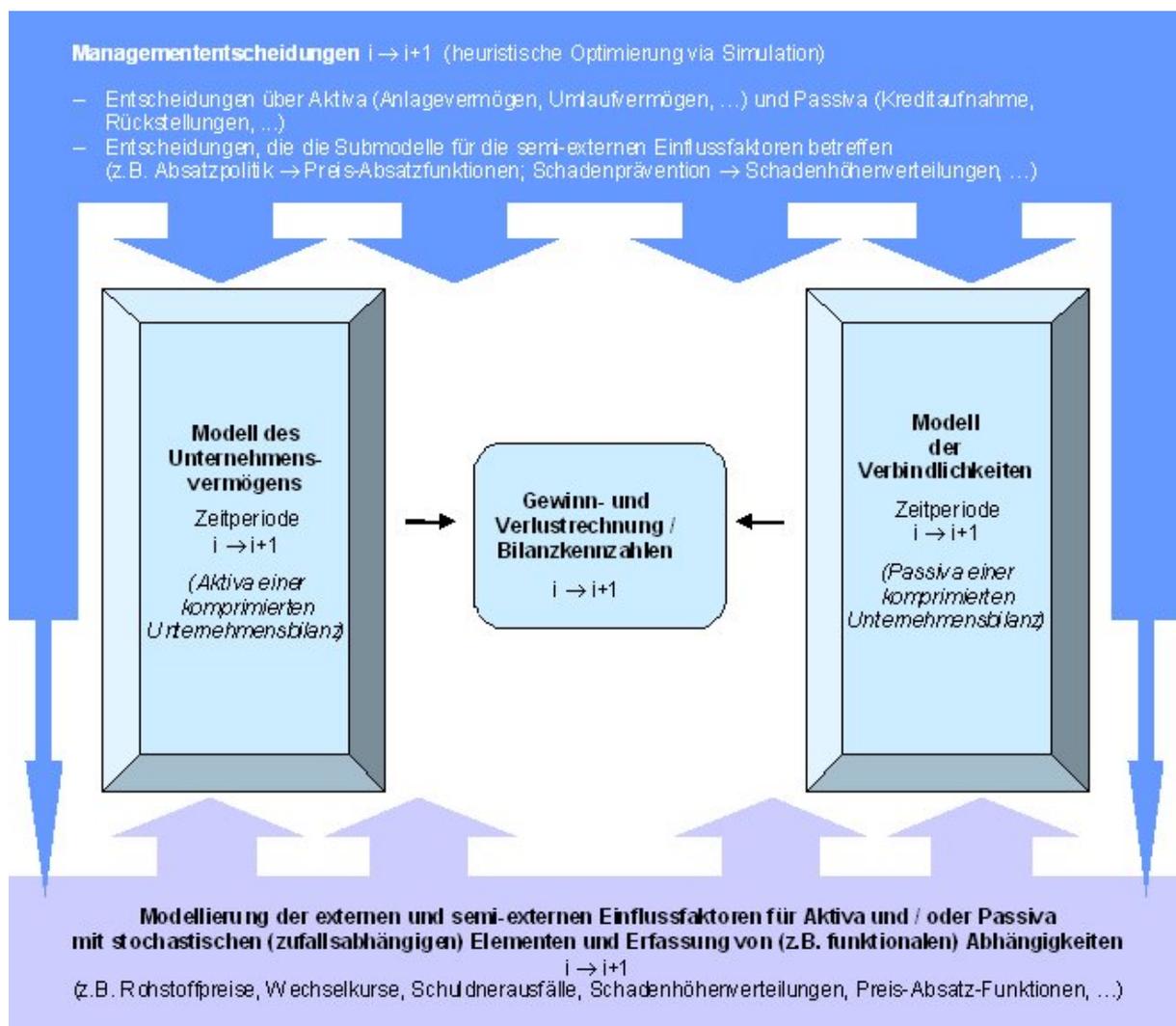
### **4.3 Risikomanagement**

Der FSP AMMO führt auch Projekte zur wert- und risikoorientierten Unternehmenssteuerung durch. Dabei werden mathematische Methoden der Modellierung, Simulation und Optimierung beispielsweise im quantitativen Risikomanagement und im Asset-Liability-Management eingesetzt.

Besonders intensiv ist die Zusammenarbeit mit Versicherungsunternehmen. So dokumentieren etwa die Berichte aus Lehre und Forschung des ehemaligen Fachbereichs Mathematik und Technik Nr. 16 und Nr. 22 einschlägige Drittmittelprojekte. Eine wichtige Rolle spielt zudem die ständige Zusammenarbeit mit Versicherungspraktikern im Rahmen von Gremien und Arbeitsgruppen der Deutschen Aktuarvereinigung (DAV); auch hieraus sind bisher diverse Publikationen und innovative Abschlussarbeiten entstanden. Zu finanz- und versicherungsmathematischen Fragestellungen besteht ein reger Fachaustausch mit Kollegen von der City University of Hongkong. Seit einiger Zeit gibt es zudem eine Zusammenarbeit mit Vertretern des Kompetenzzentrums für Versicherungswissenschaften an der Leibniz Universität Hannover, u.a. zur Bewertung von Versicherungsunternehmen mit der Methode des Market-Consistent Embedded Value.

Auch im Bankenbereich sowie im Risikomanagement für Unternehmen außerhalb der Finanzdienstleistungsbranche sind bisher erfolgreich Projekte zu Themen des Risikomanagements und der Finanzplanung durchgeführt worden, hauptsächlich im Rahmen von Abschlussarbeiten. Dies soll noch weiter ausgebaut werden, denn gerade auch im Hinblick auf die Realisation von Projekten zum Risikomanagement außerhalb des Finanzdienstleistungsbereichs wird die Einbindung in einen

bzgl. der Anwendungen breit aufgestellten FSP als sehr vorteilhaft angesehen, da sich zum einen Fragen des Risikomanagements häufig als Teilaspekt ursprünglich anders fokussierter Projektthemen ergeben und zum anderen eine Kombination von finanz- und versicherungsmathematischem Know-how mit ausgeprägt branchenspezifischem Know-how oft auch bei auf das Risikomanagement konzentrierten Projekten erforderlich sein wird.



**Bild 8:** Prototypisches Unternehmensmodell für die Risikoanalyse

Verschiedene im Rahmen AMMO entstandene Abschlussarbeiten sowie das praxisorientierte und forschungsnahe Lehrbuch „Risikoanalyse“ zeigen entsprechendes Potenzial auf.

Weitere erfolgreiche Projekte und Publikationen entstammen aus dem Bereich der Bewertung von Finanz- und Versicherungsprodukten.

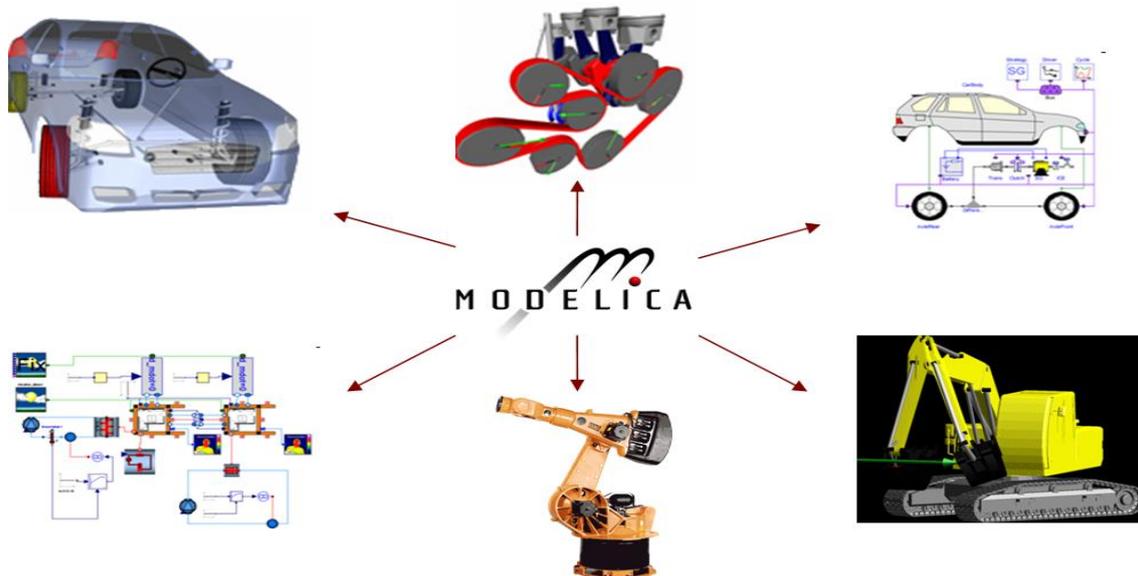
#### 4.4 Projekt OPENPROD

Ein weiteres beeindruckendes Beispiel erfolgreicher Auslandskontakte ist die seit Jahren bestehende Kooperation mit dem Department for Computer Science an der Universität Linköping (Schweden). Diese Zusammenarbeit ist auf dem Gebiet der Modellierung und Simulation dynamischer Systeme und wird im Rahmen mehrerer EU-Projekte, z.B. OPENPROD, weiter ausgebaut. Das ITEA2-Projekt "Open Model-Driven Whole-Product Development and Simulation Environment" (OPENPROD) mit mehreren internationalen Partnern<sup>6</sup> (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique, Rocquencourt, Frankreich, Fraunhofer Gesellschaft, MathCore Engineering AB, Schweden, Electricité du France, FH Bielefeld u.a.) wurde im Jahr 2012 erfolgreich abgeschlossen.

Einer der bedeutenden Paradigmenwechsel, der sich im Bereich der Produktentwicklung vollzieht, ist die durchgängige Verwendung eines Modells entlang des Produktlebenszyklus. Diese integrative Betrachtungsweise ermöglicht einen wesentlich effizienteren Produktentwicklungsprozess, da die zu entwickelnden Systeme über alle Entwicklungsphasen hinweg getestet und die sukzessive zum Modell ergänzten Informationen durchgängig verwendet werden können. Hier setzt das OPENPROD Projekt an, indem es einen ganzheitlichen Ansatz verfolgt, der eine Vielzahl unterschiedlicher Aspekte der Produktentwicklung berücksichtigt und in die angestrebte integrierte Entwicklungsumgebung einfließen lässt. Die IT-Landschaft im Bereich der Produktentwicklung ist durch kommerzielle CAE-Werkzeuge geprägt. Die Strategie der Anbieter zielt auf die Etablierung ihrer Produkte entlang des gesamten Produktlebenszyklus ab. Dieses bietet dem Anwender einen hohen Komfort hinsichtlich der Durchgängigkeit und des Datenaustausches zwischen den Werkzeugen, bringt ihn jedoch auch in eine Abhängigkeit, da der Datenaustausch mit den Tools anderer Hersteller im Allgemeinen unzureichend unterstützt ist. OPENPROD leistet einen wesentlichen Beitrag durch die Bereitstellung von frei verfügbaren OpenSource Tools, deren Modellbeschreibung

<sup>6</sup> Insgesamt sind 27 Kooperationspartner aus 5 Ländern an dem Projekt beteiligt. Davon sind: 12 große Industrieunternehmen, 6 kleine und mittlere Unternehmen, 5 Forschungsinstitute, 5 Universitäten.

auf offenen Standards basiert und Produkte in ihrer Ganzheitlichkeit unter Berücksichtigung von Hardware- und Softwarekomponenten erfasst.



**Bild 9:** Anwendungsbeispiele<sup>7</sup>

Die im Rahmen von OPENPROD angestrebte frei verfügbare, integrierte Entwicklungsumgebung ermöglicht es den Geschäftspartnern, Teil des umfassenden modellgetriebenen Entwicklungsprozesses zu werden, ohne in kostspielige Produktlebenszyklus-Managementsysteme (PLM) und zugehörige Werkzeuge investieren zu müssen.

#### 4.5 Modellierung von Stoffwechselprozessen in biologischen Systemen

In der Biologie vollzieht sich seit einigen Jahren ein Wandel von einer qualitativen zu einer quantitativen Betrachtung biologischer Vorgänge. Besonders in der Molekularbiologie konnte durch die Sequenzierung mikrobieller Genome die Tür zu einer quantitativen Erfassung vieler Lebensvorgänge geöffnet werden. Zukünftige Entwicklungen werden den Weg der Informations-Umsetzung "vom Gen zur Funktion" folgen. Diese Ansätze basieren auf einer dramatischen Entwicklung

<sup>7</sup> Bilder: [www.modelica.org](http://www.modelica.org).

neuer Techniken wie der DNA-Sequenzierung, der Array-Technologie zur systematischen Erfassung der Genexpression bis zu Techniken der Proteom- und Metabolomforschung. Mit der systematischen Erhebung von quantitativen Daten werden über diese Technologien hochvolumige und vieldimensionale Datensätze erstellt, die die Vorgänge in einer lebenden Zelle beschreiben.

Diese Ansätze eröffnen die Möglichkeit, mathematische Modelle zur Beschreibung der Lebensvorgänge zu erstellen. Computersimulationen dieser Modelle sollten Vorhersagen über das Verhalten der lebenden Zelle erlauben. Zur Modellierung biochemischer Reaktionen werden beispielsweise Petri-Netze herangezogen. Methoden der Parameteridentifikation helfen, das jeweilige Modell bestmöglich an die erhobenen Daten anzupassen.

Im Rahmen des Projektes werden u.a. die Stoffwechselprozesse in Bakterien namens *Xanthomonas campestris* modelliert. Dieses Bakterium produziert einen Schleim, der Xanthan genannt wird und aus verschiedenen Zuckerarten besteht. Xanthan wird in der Industrie als Verdickungsmittel, Emulgator und Stabilisator eingesetzt.



**Bild 10:** Anwendungsbeispiele von Xanthan

Beispielsweise wird es in der Lebensmittelindustrie zur Herstellung von Suppen und Salatdressings herangezogen, in der Kosmetik ist es ein Bestandteil von di-

versen Cremes und Zahnpasten und in der Pharmazie ist es Inhaltsstoff von verschiedenen Medikamenten. Xanthan findet vor allem aus drei Gründen eine große Anwendung in der Industrie: Es ist farblos, geschmacklos und besitzt keine Kalorien.

Die biochemischen Reaktionen, die für die Produktion von Xanthan notwendig sind, werden mit dem Petri-Netz-Formalismus abgebildet. Diese Modellierung und die anschließende Simulation werden mit der objektorientierten Modellierungssprache Modelica und dem Tool OpenModelica durchgeführt.

## **5. Aktuelle Projekte**

Um einen weiteren Einblick in die Tätigkeit des FSP AMMO zu geben, werden nachfolgend neben den bereits vorgestellten erfolgreich abgeschlossenen Projekten einige weitere aktuelle Projekte beschrieben.

### **5.1 MODRIO - Model Driven Physical Systems Operation**

Das aktuelle Kooperations-Projekt MODRIO wurde im August 2012 gestartet. Es wird gemeinsam mit 38 Partnern aus 7 Ländern durchgeführt. Zu diesen Ländern zählen Frankreich, Deutschland, Schweden, Belgien, Österreich, Finnland und Italien.

Energiewirtschaft und Transport sind die beiden größten Verbraucher im Gesamtenergieaufkommen Deutschlands und gleichzeitig die Bereiche mit den höchsten Anteilen am Kohlendioxid ausstoß (Energiewirtschaft 46%, Verkehr 20%). Das bedeutet, dass bereits eine kleine relative Effizienzsteigerung oder Emissionsreduktion in diesen Bereichen zu beachtlichen absoluten Verbesserungen in Deutschland führen kann.

Das wesentliche Ziel des Projektes besteht deshalb darin, den Betrieb von Kraftwerken und Transportsystemen im Hinblick auf geringeren Verbrauch, geringere Umweltbelastungen, erhöhte Sicherheitsanforderungen und flexibleren Einsatz stark zu verbessern. Dies soll durch folgende koordinierte Maßnahmen erreicht werden:

- Durch eine verbesserte Zustandsschätzung wird der aktuelle Zustand des Systems in einem weiten Betriebsbereich online zuverlässig ermittelt (z.B. der Ladezustand der Batterie eines Elektrofahrzeugs, oder die Belastung eines Windkraftwerks durch Windböen). Dies stellt eine wesentliche Voraussetzung zur Durchführung von Verbesserungen des Systemverhaltens dar.
- Ein verbesserter Nominalbetrieb soll durch die Online mittels dynamischer Optimierung bestimmten Sollgrößen der Regelungssysteme erreicht werden (z.B. zeitoptimales Hochfahren eines Kraftwerks zum Ausgleich des wetterbedingten Ausfalls von Solar- oder Windenergie).
- Basierend auf der genaueren Kenntnis des aktuellen Zustands kann abgeschätzt werden, wann Wartungsarbeiten durchzuführen sind (z.B. frühzeitiges Reagieren auf Ablagerungen in einem Kessel, die den Wirkungsgrad reduzieren). Diese verbesserte Diagnose und vorbeugende Wartung zielt darauf, unflexible, feste Wartungsintervalle zu ersetzen.
- Durch verbesserte Fehlerdetektion wird der Ausfall von Komponenten online zu detektieren sein, so dass rechtzeitig auf Notfallmaßnahmen umgeschaltet werden kann.

Der zentrale Ansatz all dieser Maßnahmen besteht darin, nichtlineare Modelle online einzusetzen, die den gesamten Betriebsbereich abdecken. Der Einsatz solcher Modelle für den Systementwurf ist Stand der Technik und es gibt hierfür eine Vielzahl von Softwaresystemen. Für den Betrieb einer Anlage bzw. eines Fahrzeugs gibt es jedoch keine Standardvorgehensweise mit unterstützender Software, sondern ad-hoc Ansätze, die mit großem Aufwand auf eine spezielle Anwendung zugeschnitten sind.

Das MODRIO Projekt soll das große Potential, welches die Verwendung nichtlinearer Modelle im operationellen Betrieb bietet, ausnutzen und in einer Form zur Verfügung stellen, die unmittelbar von der Industrie genutzt werden kann. Hierzu werden im MODRIO Projekt von den industriellen Partnern Demonstrationsanwendungen definiert, an denen sich die Entwicklungen im Projekt orientieren und mit denen die Projekt-Ergebnisse evaluiert werden. Von deutscher Seite aus sind Demonstratoren im Bereich Gaskraftwerke (Siemens), Hohlspie-

gel-Solaranlagen (ABB), Windkraftanlagen (SIMPACK), neue Aktuatoren bei Hochgeschwindigkeitszügen zur Verringerung des Ballastes (Knorr-Bremse), und Schiffsmaschinenanlagen (Germanischer Lloyd) geplant.

MODRIO basiert auf offenen Standards und Entwicklungen in anderen ITEA2 Projekten: EUROSYSLIB (Modelica Bibliotheken), MODELISAR (FMI<sup>8</sup> – Standard für den Austausch ausführbarer Modelle), OPENPROD (offene Modelica Tools). Innerhalb von MODRIO soll FMI auf den operationellen Betrieb angepasst werden, so dass nichtlineare Modelica-Modelle in einem erweiterten FMI-Format in Echtzeitsystemen im Rahmen nichtlinearer Zustandsschätzer bzw. nichtlinearer modellprädiktiver Regelungen eingesetzt werden können.

Die FH Bielefeld wird dabei die Tool-Entwicklung für den effizienten operationalen Betrieb und die Simulation mit Multi-Mode Modellen, einschließlich Kompilierung für Multi-core-Plattformen und inkrementelle Kompilierung (neben anderen europäischen Partnern) übernehmen. Weiter wird die Implementierung der Online Optimierung mit nichtlinearer modellprädiktiver Regelung in Zusammenarbeit mit Siemens und der TU Ilmenau umgesetzt.

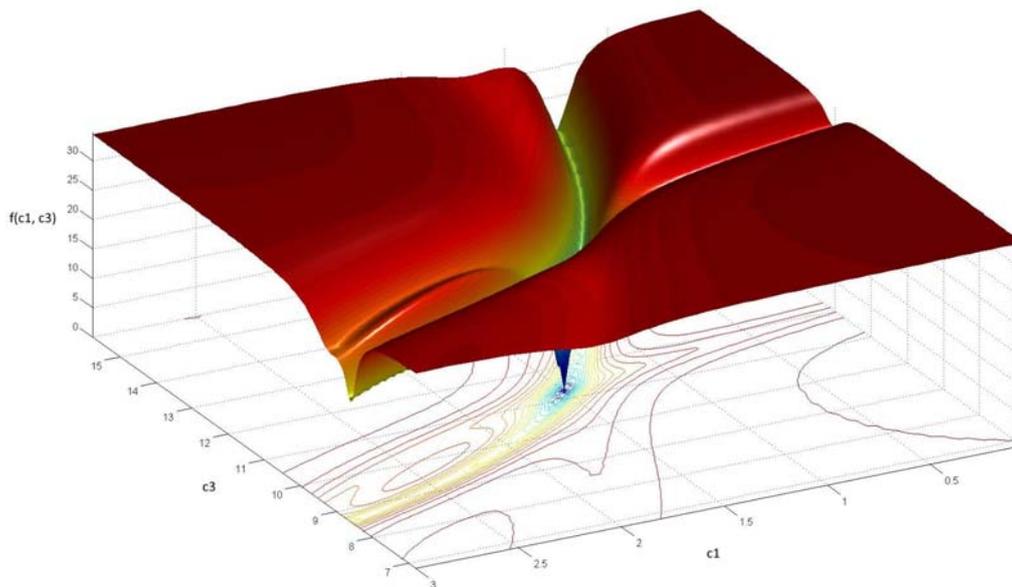
## **5.2 Entwicklung einer Modellierungs- und Berechnungsumgebung mit eigener Bibliothek für Optimierungsaufgaben**

Im Rahmen dieses Projektes wird eine Bibliothek mit Optimierungsalgorithmen u.a. aus den Bereichen lineare, nichtlineare, diskrete und kontinuierliche Optimierung und Evolutionsstrategien als Basis für weitere Entwicklungen aufgebaut. Einheitliche Schnittstellen der Routinen schaffen dabei eine weitreichende Kombinationsmöglichkeit, ohne dass die Formulierung des Problems angepasst werden muss. Es entsteht eine Modellierungs- und Berechnungsumgebung, die den Anwender bei der Auswahl geeigneter Optimierungsverfahren unterstützt, sowie die Formulierung und die Lösung des Optimierungsproblems innerhalb der Umgebung ermöglicht. Neben den Standardlösungsverfahren werden dem Anwender

<sup>8</sup> FMI: Functional Mock-up Interface

insbesondere übergeordnete Lösungsstrategien (Hyperstrategien) angeboten, die die Auswahl und Parametrisierung geeigneter Verfahren automatisch vornehmen. Fernziel ist die Entwicklung einer Modellierungssprache, in der das Optimierungsproblem beschrieben wird und eigene Lösungsstrategien unter Nutzung der vorhandenen Optimierungsverfahren aus der oben genannten Bibliothek erstellt werden.

Im Bild 11 wird eine Testfunktion für die nichtlinearen, kontinuierlichen Optimierungsverfahren gezeigt. Ausgehend von einem beliebigen Startpunkt  $(c1_0, c3_0)$  müssen  $c1$  und  $c3$  so bestimmt werden, dass der Funktionswert  $f(c1, c3)$  minimal wird. Flache Bereiche, lokale Minima und schmale Rinnen sind die Herausforderungen für die Optimierungsverfahren.

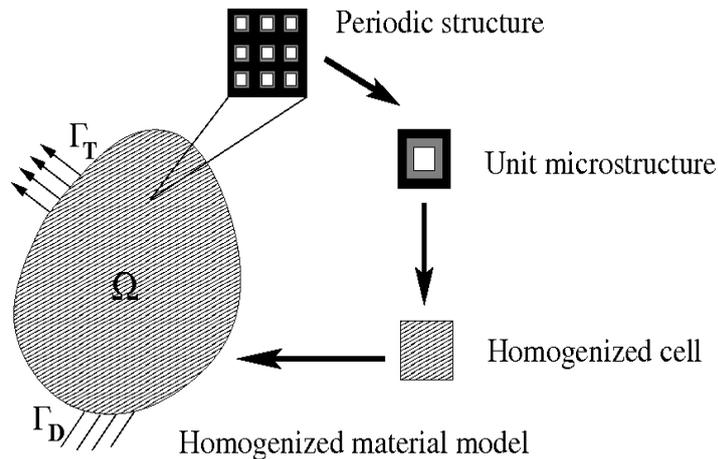


**Bild 11:** Testfunktion für die nichtlinearen, kontinuierlichen Optimierungsverfahren.

### 5.3 Center of Excellence on Supercomputing Applications

Die Untersuchung der Mikrostruktur von Stoffen ist ein Schwerpunkt in den Materialwissenschaften, denn deren Eigenschaften werden durch Mikrostrukturierung kontrolliert. Werkstoffe sind meistens Festkörper, d.h. sie zeichnen sich durch ihre Formstabilität aus. Diese ist darauf zurückzuführen, dass ihre Bausteine – Atome, Ionen, Moleküle – gewöhnlich gut definierte, ortsfeste strukturelle Anordnungen im Raum einnehmen. Ihre Strukturen bestimmen auch die physikalischen Eigenschaften der Festkörper, die für vielerlei praktische Anwen-

dungen ausgenutzt werden. Im Rahmen dieses Projektes, das in Kooperation mit dem Kompetenzzentrum für die Supercomputer-Anwendungen (Bulgarien) entsteht, soll unter Anwendung von Homogenisierungsmethoden die Mikrostruktursimulation von heterogenen Medien durchgeführt werden.



Die Idee der Homogenisierungsmethode besteht darin, dass der zulässige Entwurfsraum in viele kleine Bereiche aufgeteilt wird. Für jeden einzelnen Bereich wird das Materialverhalten optimiert. Dabei versucht man, auf Basis der Mikrozellen eine homogenisierte Materialeigenschaft herzuleiten, die das makroskopische Verhalten widerspiegelt und von den Parametern der Mikrozelle abhängt. Das Ziel dieses Teilprojektes ist die Erweiterung der Homogenisierungsmethode, die es erlaubt, ein heterogenes Material durch ein homogenes zu ersetzen. Die Effizienz der neuen numerischen Ersatzmodelle wird anhand repräsentativer Einheitszellen verifiziert. Die numerische Diskretisierung mit Finite-Elemente Verfahren führt auf großdimensionierte Gleichungssysteme, für die Mehrgitterverfahren verwendet werden. Als praktische Anwendungsgebiete kann man Festkörpermechanik, Werkstofftechnik, Technologie, Gesundheitswesen oder Umweltschutz nennen.

#### 5.4 TimeWiki – der intelligente Zeitstrahl

Das interne Projekt TimeWiki ist durch Eigeninitiative von Prof. Dr. Rainer Ueckerdt (Sprecher des FSP AMMO) entstanden. Um die Idee des Projektes darzustellen, wird hier der vor kurzem in der Zeitschrift „Westfalen-Blatt“ veröffentlichte Artikel aufgeführt.

# Wie garte Einsteins Köchin?

## Zeitstrahl-Projekt von FH-Prof. Ueckerdt

Bielefeld (WB). Kannte Marx Goethe? Kochte die Haushälterin von Einstein bereits in einem Schnellkochtopf und auf Gas? Seit 2011 baut Professor Dr. Rainer Ueckerdt von der Fachhochschule Bielefeld die Datenbank »Time-Wiki« auf. Sie soll diese Fragen beantworten.

Das Ziel ist ein Zeitstrahl, der historische Ereignisse, Erfindungen und berühmte Persönlichkeiten miteinander in Beziehung setzt. Momentan arbeitet der Mathematik-Professor mit drei studentischen Hilfskräften vom Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Mathematik an einer technischen Schnittstelle, um die Daten aus der freien Internetzyklopädie »Wikipedia« auf die eigene Datenbank zu transferieren. Dort werden sie für den Zeitstrahl aufbereitet. Am Ende könnte Time-Wiki als Open-Source-Angebot im Schul- und Hochschulbetrieb eingesetzt werden.

Anstoß für das Datenbank-Projekt war Ueckerdts Eindruck, »dass in der Schule zwar die wichtigsten Daten und Fakten vermittelt werden, aber leider unabhängig voneinander«. Mit Time-Wiki lässt sich rasch

beantworten, welche Erfindungen zeitgleich mit der Glühbirne aufkamen oder welche andere Errungenschaft durch die Glühbirne gefördert wurde.

Um die Timeline auszustatten, sind aber große Mengen von Daten und Wissen notwendig. Ueckerdt wandte sich daher an die deutsche Abteilung von Wikimedia, die Wikipedia betreibt. Die gab die Genehmigung zum Datenaustausch.

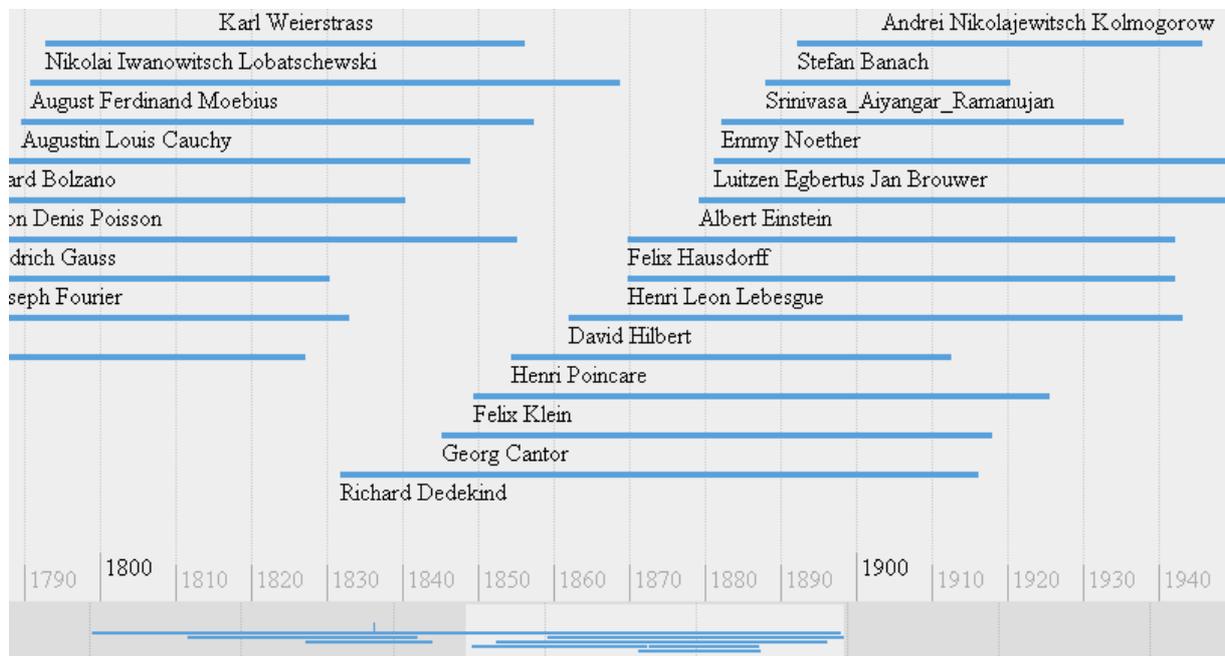
Deshalb arbeiten Ueckerdts studentische Hilfskräfte derzeit an der richtigen Schnittstelle, um von den 60-Terabyte-Daten von Wikipedia Daten auf den eigenen Server zu transferieren. »Das Schwierigste sind die vielen Programmiersprachen«, sagt Karim Abdelhak. Er programmiert sich mit André Kaleja und Christian Rausch die Finger wund.

Zusätzlich zum Datentransport muss unter anderem eine Software geschrieben werden, die Kennwörter und Jahreszahlen in den Wikipedia-Texten erkennt und markiert. Die Ergebnisse einer Suchanfrage sollen schließlich an der richtigen Position auf dem Zeitstrahl erscheinen. Vermutlich werden die Arbeiten noch mindestens ein Jahr in Anspruch nehmen. Dadurch ist die Fluktuation bei den studentischen Hilfskräften recht hoch. Die zweite Generation arbeitet sich gerade ein.



Die Ursprungsidee zu Time-Wiki hatte Professor Rainer Ueckerdt. Zusammen mit Karim Abdelhak, André Kaleja und Christian Rausch (von links) arbeitet er an der interaktiven Zeitleiste.

Im Bild 12 ist eine der Ansichten der Datenbank TimeWiki gezeigt. Hier kann man auf einen Blick sehen, welche berühmte Wissenschaftler, Schriftsteller und Dichter in der gleichen Zeit lebten.



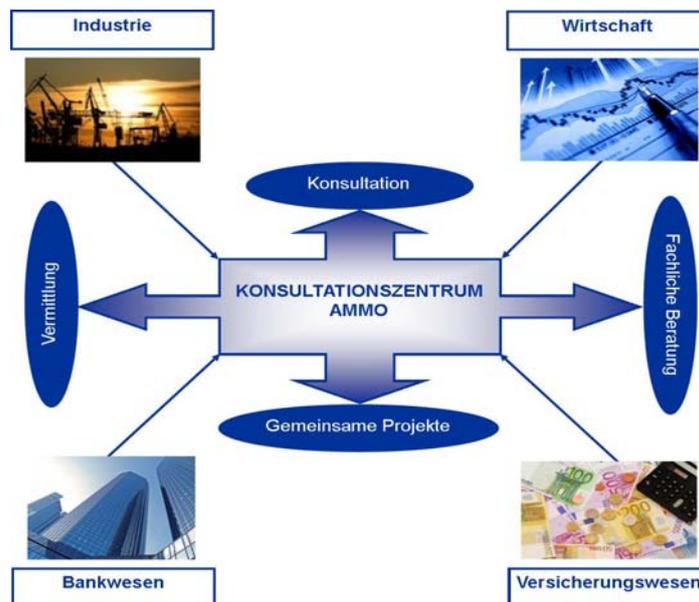
**Bild 12:** Screenshot aus der Datenbank TimeWiki

## 6. Einbindung in die regionale Wirtschaftsstruktur und Technologietransfer, Konsultationszentrum

Eine ausgewogene Mischung aus klassischen Industriezweigen und zukunftsweisenden neuen Branchen verhelfen Nordrhein-Westfalen zu Spitzentechnologien. Branchen von „A“ wie Abfallwirtschaft bis „Z“ wie Zukunftsenergien und Produkte von Automatisierungstools bis hin zu Zusatzversicherungen haben ihre Heimat in unserem Bundesland. Wichtige Wirtschaftszweige sind Produktions-Technologie, Optische Technologie, Logistik, Versicherungswirtschaft, Umwelttechnik, Verkehrssysteme, Regenerative Energien und vieles mehr. Obwohl die Branchen ganz unterschiedlich sind, haben sie eines gemeinsam: Mit innovativen Entwicklungen, hinter denen sich vielfach quantitative Modelle, mathematische Modellanalysen und Optimierungsmethoden verbergen, unterstützen sie den Wandel von der Industrie- zur Wissensgesellschaft.

Im Rahmen von Drittmittelprojekten und gemeinsamen Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten mit Unternehmen unterschiedlichster Größe und Branchenzugehörigkeiten wurden Problemlösungen für die regionale Wirtschaft entwickelt. Durch die Einrichtung des FSP *AMMO* erfolgte eine Intensivierung dieser Zusammenarbeit mit der regionalen Industrie. Mit diesem Ziel wurde im FSP *AMMO* ein Konsultationszentrum zur „Angewandten Mathematischen Modellierung und Optimierung“ eingerichtet.

Das Konsultationszentrum ist ein Treffpunkt für alle Interessenten z.B. aus Industrie, Wirtschaft, Banken-, Versicherungswesen, die den Erfahrungsaustausch oder die Unterstützung bei der mathematischen Modellierung und bei der Lösung von Optimierungsproblemen suchen.



**Bild 13:** Konsultationszentrum AMMO

Das Konsultationszentrum fungiert als zentrale fachliche Beratungsstelle für Probleme, die mit mathematischen Methoden zu lösen sind. Es bietet verschiedene Formen der Beratung an, abhängig vom Spezialgebiet und vom Schwierigkeitsgrad der Problemstellung. Bei kleineren abgegrenzten Aufgabenstellungen beraten wir unsere Kunden selbst oder vermitteln Studierende aus unseren Studiengängen, die in Bachelor- oder Masterarbeiten oder auch in Praktika oder Nebenjobs zur Lösung der Aufgaben beitragen können. Für aufwendigere Problem-

stellungen wird im Rahmen des FSP AMMO eine vertraglich geregelte Zusammenarbeit angeboten.

Das Konsultationszentrum dient ebenfalls der Vermittlung an Partner und Mitglieder des FSP AMMO, die durch Erfahrungen mit vergleichbaren Themengebieten die entsprechende Kompetenz zur Lösung der angesprochenen Problemstellungen besitzen.

Die Kontaktaufnahme kann per Telefon, Post oder E-Mail erfolgen (Kontaktangaben siehe im Kapitel 10).<sup>9</sup>

## **7. Wissenschaftliche Veröffentlichungen, Beteiligungen an Messen, Symposien und Fachtagungen**

### **7.1 Beteiligungen an Messen, Symposien und Fachtagungen**

Alle Mitglieder des FSP AMMO zeichnen sich durch regelmäßige Forschungsaktivitäten aus, die sich in entsprechenden Applikationen, Veröffentlichungen und Abschlussarbeiten niederschlagen.

Seit 3 Jahren vertritt der FSP AMMO die Fachhochschule Bielefeld bei der weltweit führenden Hightech-Messe CeBIT. Auch für das Jahr 2014 bereitet sich der FSP AMMO als Vertreter der FH-Bielefeld auf die Präsentation auf der CeBIT vor.

Weitere Aktivitäten der Mitglieder des FSP AMMO sind regelmäßige Teilnahmen an Symposien, Fachtagungen und Arbeitskreisen, wie die Tabelle 2 verdeutlicht.

<sup>9</sup> Weitere Informationen über das Konsultationszentrum unter [www.fhbielefeld.de/ammo](http://www.fhbielefeld.de/ammo).

**Tabelle 2: Beteiligungen an Messen, Symposien und Fachtagungen**

Teilnehmer	Bezeichnung
<b>Alle Professoren/innen und wissenschaftliche Mitarbeiter/innen des FSP AMMO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Veranstaltungsreihe „Treffpunkt AMMO“</li> <li>– Hightech-Messe CeBIT</li> </ul>
<b>Prof. Dr. Bernhard Bachmann</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mitorganisation, Vorträge, Tutorien bei Modelica Konferenzen</li> <li>– Beteiligung an den jährlichen OpenModelica-Workshops</li> <li>– Mitarbeit im Modelica Arbeitskreis</li> <li>– Mitorganisation, Vorträge beim International Workshop on Equation-Based Object-Oriented Modeling Languages and Tools (EOOLT)</li> </ul>
<b>Prof. Dr. Friedrich Biegler-König</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vorträge auf Konferenzen zu den Themen: Künstliche Intelligenz, Simulation, Neuronale Netze</li> </ul>
<b>Prof. Dr. Claudia Cottin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Fachtagungen und Arbeitskreise der Deutschen Aktuarvereinigung (DAV) und der Deutschen Gesellschaft für Versicherungs- und Finanzmathematik (DGVMF)</li> <li>– Fachtagungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung (DMV) und Gesellschaft für Operations Research (GOR)</li> </ul>
<b>Prof. Dr. Hermann-Josef Kruse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vorträge in der Gesellschaft für Operations Research (GOR)</li> <li>– Mitarbeit in EURO Special <i>Interest Group on Cutting and Packing</i> (ESICUP)</li> </ul>
<b>Prof. Dr. Svetozara Petrova</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vorträge im Rahmen der DFG-Projekte (Deutschen Forschungsgemeinschaft) und in der Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik (GAMM)</li> <li>– Tagungen und Kongresse zu den Themen: Numerische Mathematik, Optimierung; Operations Research; Scientific Computing</li> </ul>
<b>Prof. Dr. Rainer Ueckerdt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vortrags- und Seminartätigkeit im Rahmen der Kooperationsforschungsprojekte Inpadyn, Effect, GasDyn</li> </ul>

Die 6. Internationale Modelica Konferenz wurde in Bielefeld veranstaltet und von einem Team unter Prof. Dr. Bernhard Bachmann organisiert und durchgeführt. Diese Konferenz war ein großer Erfolg. Rund 300 Teilnehmer aus der Wirtschaft und von Hochschulen nahmen daran teil.

## 7.2 Treffpunkt AMMO

Die Ergebnisse der wissenschaftlichen Zusammenarbeit werden in der Veranstaltungsreihe „Treffpunkt AMMO“ präsentiert. Zum einen finden hier die Vorträge von Fachdozenten anderer Hochschulen sowohl aus dem Inland als auch aus dem Ausland statt. Zum anderen wird das Berufsbild der Mathematiker/innen in verschiedenen Industrie- und Wirtschaftszweigen durch Vorträge der Absolventinnen und Absolventen über ihre Erfahrungen im Beruf verdeutlicht. Des Weiteren stellen regionale Firmen ihre aktuellen Herausforderungen im Rahmen der mathematischen Modellierung, Simulation und Optimierung dar.



**Bild 14:** Vortragende und Gäste des "Treffpunktes AMMO"

## 8. Nationale und internationale Zusammenarbeit mit anderen Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen

Die Zusammenarbeit des FSP AMMO mit anderen Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen verläuft in sehr vielfältiger Weise von der Betreuung von Abschlussarbeiten und Promotionen bis zur gemeinsamen Abwicklung von Projekten.

Als Beispiel kann man die Promotion erwähnen, die gemeinsam von der Fachhochschule und von der Universität Bielefeld betreut wurde:

- Etablierung, Weiterentwicklung und Nutzung von Modellen der Systembiologie

Promovend: Sabrina Proß

Betreuer: Prof. Dr. Bernhard Bachmann (FH Bielefeld)  
Prof. Dr. Ralf Hofestädt (Universität Bielefeld)  
Prof. Dr. Karsten Niehaus (Universität Bielefeld)  
Prof. Dr. Rainer Ueckerdt (FH Bielefeld)

Im September 2012 haben Frau Proß und Prof. Dr. Bachmann auf der 9. Internationalen „Modelica Konferenz“ teilgenommen. Im Rahmen dieser Konferenz wurden sie für die von ihnen entwickelte Petri-Netz-Bibliothek (PNLib) mit dem 1. Preis ausgezeichnet.



**Bild 15:** Auszeichnung auf der 9. Internationalen "Modelica Konferenz"

Im Rahmen von regelmäßigen Projekten besteht eine Kooperation zu dem Fraunhofer IPK in Berlin, mit dem unter anderem ein Kooperationsprojekt EFFECT gemeinsam umgesetzt und erfolgreich abgeschlossen wurde.

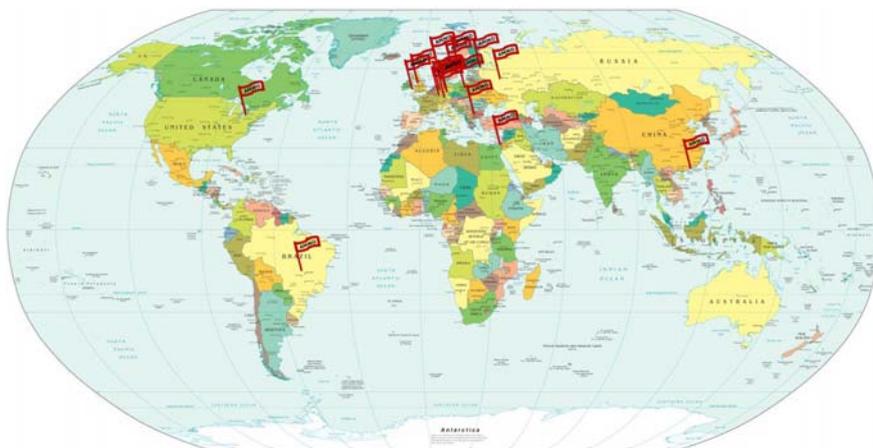
Mit der Universität in Nottingham besteht ein reger wissenschaftlicher Austausch, in dessen Rahmen Dr. Lars Nolle eine Vortragsreihe über Genetische Algorithmen im Studiengang Mathematik gehalten hat.

Eine intensive Zusammenarbeit existiert auch mit der Universität in Linköping über die Mitwirkung in der Modelica Association. Die gemeinsame Projekte OPENPROD und MODRIO wurden hier schon vorgestellt (Seiten 18 und 21).

Die Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum für die Supercomputer-Anwendungen (Bulgarien) erfolgt in Form von gemeinsamen Projekten, Publikationen und Vorträgen zu den verschiedenen Themen aus dem Bereich der Strukturoptimierung.

Im Rahmen regelmäßiger wissenschaftlicher Aufenthalte werden Kontakte zur City University of Hong Kong gepflegt mit Zusammenarbeit zu verschiedenen finanz- und versicherungsmathematischen Fragestellungen.

Es besteht eine enge Zusammenarbeit mit der Industrie- und Handelskammer Ostwestfalen (IHK). Im November 2011 haben die Mitglieder des FSP AMMO im Rahmen der Veranstaltungsreihe „Dialog Wirtschaft/Wissenschaft“ der IHK Lippe zu Detmold Vorträge gehalten. Dabei stellten die Mitglieder des FSP AMMO ihre Forschungsgebiete vor.



**Bild 16:** Nationale und internationale Kooperationen mit anderen Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen

Die wichtigsten Kooperationen der Mitglieder des FSP AMMO mit nationalen und internationalen Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen sind in der Tabelle 3 aufgelistet.

**Tabelle 3: Zusammenarbeit mit Hochschulen und wissenschaftlichen Einrichtungen**

Name	Hochschule, Kontaktperson
<p><b>Prof. Dr. Bernhard Bachmann</b></p>	<p><b><u>Forschungsinstitute:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Department of Control Design Engineering, Deutsches Zentrum für Luft und Raumfahrt in München und Universität München – Prof. Dr. Martin Otter</li> </ul> <p><b><u>Hochschulen:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Department of Computer Science, Universität Linköping, Schweden – Prof. Dr. Peter Fritzson</li> <li>– Dipartimento di Elettronica e Informazione, Politecnico di Milano, Milan, Italy – Prof. Dr. Francesco Casella</li> </ul> <p><b><u>Organisationen:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Modelica Association (ca. 50 Personen siehe <a href="http://www.modelica.org">www.modelica.org</a>)</li> <li>– Open Source Modelica Consortium (ca. 50 Personen siehe <a href="http://www.openmodelica.org">www.openmodelica.org</a>)</li> </ul>
<p><b>Prof. Dr. Friedrich Biegler-König</b></p>	<p><b><u>Hochschulen:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Bereich Informatik, Nottingham Trent University, Großbritannien – Dr. Lars Nolle</li> </ul>
<p><b>Prof. Dr. Claudia Cottin</b></p>	<p><b><u>Organisationen:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Zusammenarbeit zu aktuariellen Themen im Rahmen von Gremien und Arbeitsgruppen der DAV und DGVMF</li> </ul> <p><b><u>Hochschulen:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Department of Mathematics, City University of Hong Kong, insbes. – Prof. Dr. Ding-Xuan Zhou und Dr. Oingshuo Song</li> <li>– Fachbereich Mathematik und Naturwissenschaften an der Hochschule Darmstadt – Prof. Dr. Sebastian Döhler</li> <li>– Kompetenzzentrum Versicherungswissenschaften an der Leibniz Universität Hannover – Prof. Dr. Stefan Weber und Prof. Dr. Matthias Fahrenwald</li> <li>– Institut für Mathematik an der Carl-von-Ossietszky-Universität Oldenburg – Prof. Dr. Dietmar Pfeifer</li> </ul>

**Prof. Dr.  
Hermann-Josef  
Kruse**

**Hochschulen:**

- Lehrstuhl für Unternehmenstheorie, Nachhaltige Produktion und Industrielles Controlling (LUT), RWTH Aachen – Prof. Dr. Harald Dyckhoff
- Dpto. de Estatística, Universidade de Brasília (Brasilien) – Prof. Dr. Peter Zörnig

**Prof. Dr.  
Svetozara  
Petrova**

**Forschungsinstitute:**

- Fraunhofer Institut ITWM, Kaiserslautern – Prof. Dr. Oleg Iliev
- IPP, BAS, Sofia, Bulgarien – Prof. Dr. Svetozar Margenov
- BCAM, Bilbao, Spanien - Prof. Dr. Sergey Korotov
- CIPR, Bergen, Norwegen – Prof. Dr. Talal Rahman

**Hochschulen:**

- Department of Information Technology, Uppsala University, Schweden – Dr. Maya Neytcheva
- Department of Engineering, Cardiff University, UK – Prof. Dr. Stephane Bordas

**Prof. Dr. Rainer  
Ueckerdt**

**Forschungsinstitute:**

- Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik (GFaI)
- IPK / Berlin – Dr. Gerhard Schreck, IFF / Magdeburg – Prof. Dr. Ulrich Schmucker (Fraunhofer Institut für Fabrikbetrieb und Automatisierung)
- Brandenburgische Technische Universität Cottbus

**Hochschulen:**

- Mathematik, Bar-Ilan Universität, Tel Aviv, Israel – Prof. Dr. Yakov A. Krasnov
- Mechatronik-Zentrum, Hannover – Prof. Dr. Bodo Heimann
- Sportmedizin, Potsdam – Prof. Dr. Frank Bittmann
- Lehrstuhl, Professur für Mathematische Statistik, Uni Potsdam - Prof. Dr. Hannelore Liero / Prof. Dr. Gilles Blanchard
- Maschinenbau, FH Hannover – Prof. Dr. Harald Diesing
- Mechatronik, FH Brandenburg – Prof. Dr. Harald Loose

## 9. Wirkungen für die Lehre

Die Forschungsorientierung des FSP AMMO trägt auch zum Ausbau des Masterprogramms im Studienangebot der Fachhochschule Bielefeld bei. Die Konzipierung neuer Module im akkreditierten Masterstudiengang *Optimierung und Simulation*<sup>10</sup> orientiert sich an den aktuellen Problemstellungen und Forschungsergebnissen, die sich aufgrund der engen Zusammenarbeit mit der Wirtschaft innerhalb des FSP ergeben. Es besteht die Möglichkeit für forschungsrelevante praktische Übungen, sowie kleine Projekte im Rahmen von Projektseminaren und Masterarbeiten.

Bestehende Drittmittel-Projekte bieten den Studierenden eine gute Chance, die Finanzierung ihres Masterstudiums mittels wissenschaftlicher Hilfskraftstellen zu erleichtern. Durch die aus der Kooperation mit der Wirtschaft entstehende Innovation zu den vielfältigen Themenbereichen des FSP AMMO wird der Masterstudiengang auch für Studierende außerhalb des Fachbereichs Ingenieurwissenschaften und Mathematik interessant, denn die Masterstudenten/innen können durch die unterschiedlichen, angewandten Forschungsprojekte einen Praxisbezug in verschiedensten Bereichen erhalten.

Weiterhin profitieren die Studenten/innen des Bachelor-Studiengangs Angewandte Mathematik ([www.fh-bielefeld.de/mathematik](http://www.fh-bielefeld.de/mathematik)) von der Einrichtung des FSP, indem die entstandenen Wirtschaftskontakte ihnen die Vermittlung geeigneter Praktikumsstellen für den im Studium verankerten obligatorischen Praxisaufenthalt und von Themen zu Bachelorarbeiten ermöglichen.

Die im Kapitel 7.2 dargestellte Veranstaltungsreihe „Treffpunkt AMMO“ bietet eine gute Möglichkeit für die Studierende schon während des Studiums in das breite Aufgabenfeld von Mathematikern zu blicken, und sich dadurch besser für die Zukunft zu orientieren, d.h. rechtzeitig richtige Akzente im Studium zu setzen.

<sup>10</sup> Mehr zu dem Master-Studiengang unter [www.fh-bielefeld.de/optsim](http://www.fh-bielefeld.de/optsim).

Die Absolventen/innen des Bachelor- und Masterstudiums haben durch die Nähe des FSP AMMO zur Wirtschaft größere Chancen bei der Stellensuche und bilden gleichzeitig die Basis für neue Kontakte und Projekte innerhalb des FSP.

Die im Rahmen des FSP erzielten Erkenntnisse gehen auch in die Weiterentwicklung von Lehrmaterial ein.

## 10. Autoren, Kontakten und Ansprechpartner

### 10.1 Autoren

Prof. Dr.phil. Bernhard Bachmann	Dipl.-Math. (FH) Tatiana Schenck
Prof. Dr.math. Friedrich Biegler-König	Dipl.-Ing. Jens Schönbohm
Prof. Dr.rer.nat. Claudia Cottin	Prof. Dr.sc.techn. Dr.rer.nat. Rainer Ueckerdt
Prof. Dr.rer.pol. Hermann-Josef Kruse	Prof. Dr. Rainer Walden
Prof. Dr.rer.nat. Svetozara Petrova	Dipl.-Math. (FH) Natalja Zoludev
Dr.rer.nat. Sabrina Proß	

### 10.2 Kontaktdaten

Fachhochschule Bielefeld  
Fachbereich Ingenieurwissenschaften und Mathematik  
FSP Angewandte Mathematische Modellierung und Optimierung

Am Stadtholz 24  
33609 Bielefeld

*Tel.:* +49.521.106-7403  
*Fax:* +49.521.106-7176  
*E-Mail:* [ammo@fh-bielefeld.de](mailto:ammo@fh-bielefeld.de)  
*Web:* [www.fh-bielefeld.de/ammo](http://www.fh-bielefeld.de/ammo)

### 10.3 Ansprechpartner

Prof. Dr. Rainer Ueckerdt	(Sprecher)
Prof. Dr. Svetozara Petrova	(stellv. Sprecherin)
Dipl.-Math. (FH) Natalja Zoludev	(Assistentin)

ISSN 2198-4824

Herausgeber: Sprecher FSP AMMO  
Fachhochschule Bielefeld