



# 5. Workshop Women in Optimization 09. – 12. April 2024

**Lokale Organisation:**  
Kevin-Martin Aigner, Edeltraud Balsler, Regine Stirnweiß

**Organisationskomitee:**  
Luise Blank, Universität Regensburg  
Frauke Liers, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg  
Andrea Walther, Humboldt-Universität zu Berlin

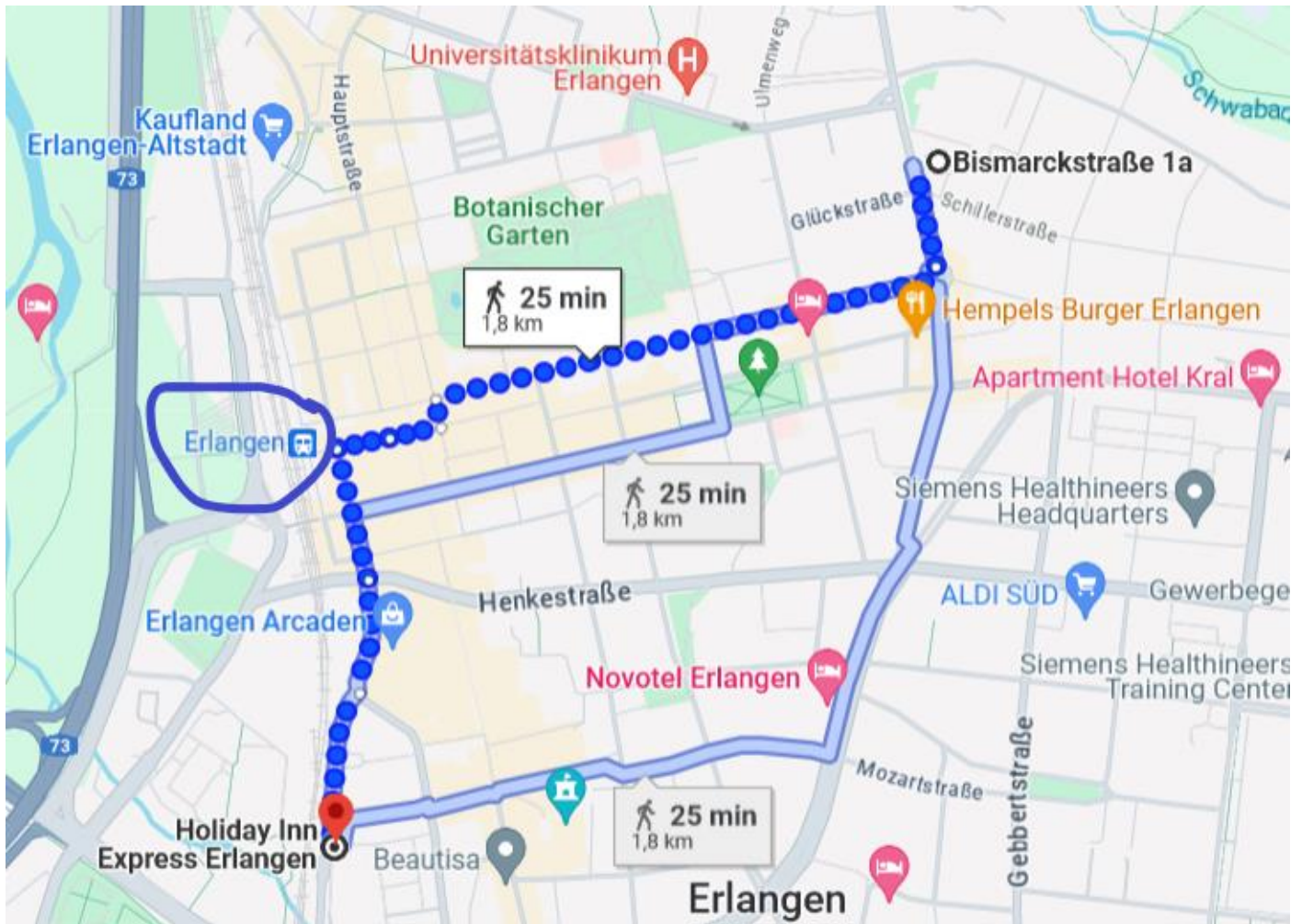
**Sponsoren:**  
\*SFB TRR 154 \*GRK Frascal \*SFB 1411 \*DDS \*SPP 1962 \*GRK IntComSin \*MATH+

**Tagungsort:**  
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen (FAU), Bismarckstr. 1a, 91054 Erlangen.

**Hotel:**  
Holiday Inn Express Erlangen, Güterbahnhofstr. 9, 91052 Erlangen

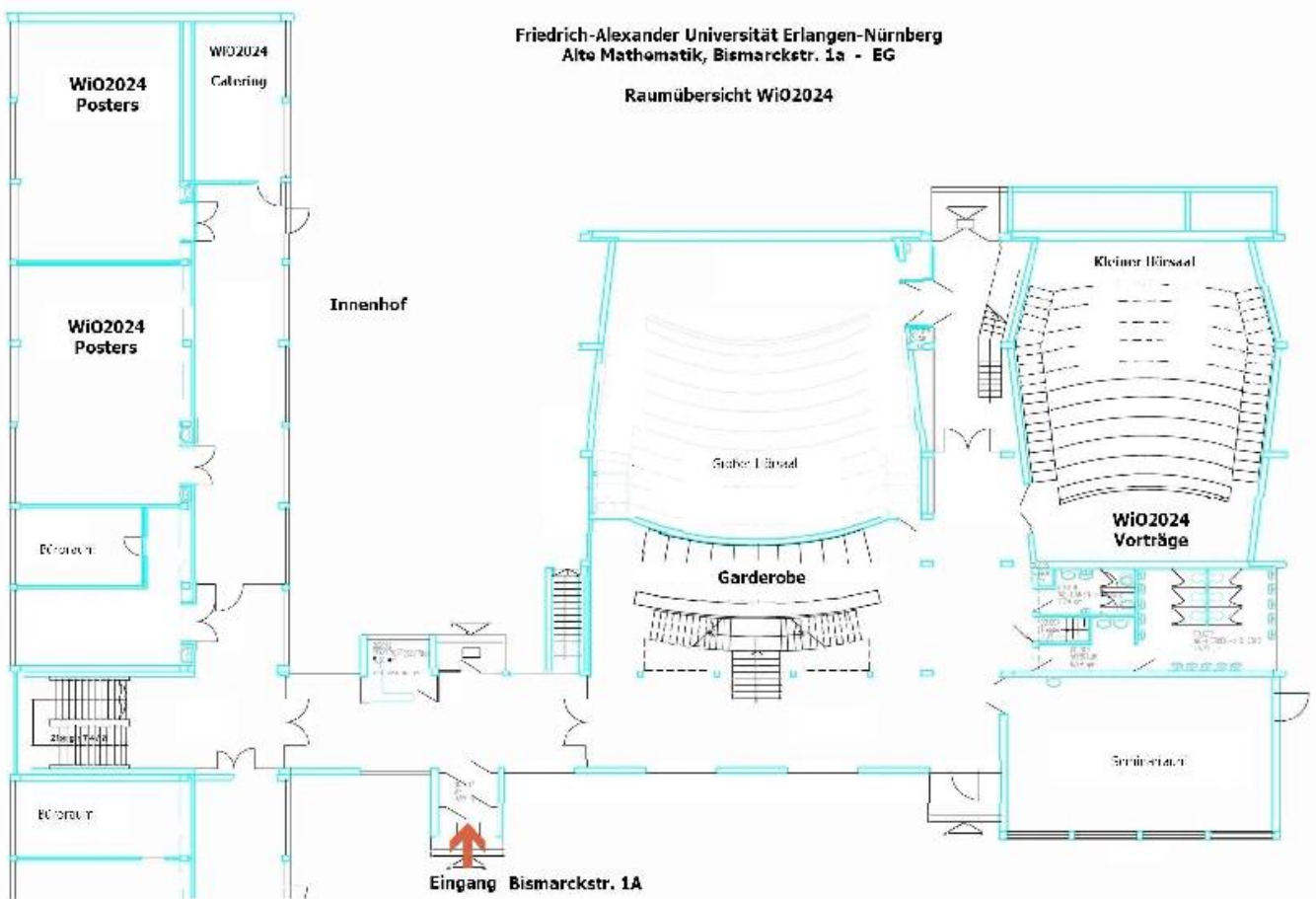


**Lageplan:**



5. Workshop **Women in Optimization** 09. bis 12. April 2024 in Erlangen

**Gebäudeplan:**





## Agenda

### Dienstag, 9. April 2024

Anreise und informelles Get-Together

### Mittwoch, 10. April 2024

09:00 - 10:00	Foyer	Registrierung
10:00 - 10:30	Hörsaal	Eröffnung
10:30 - 11:15	Hörsaal	Vortrag Nicole Megow (Universität Bremen) Integration von fehlerbehafteten Vorhersagen in die Online-Optimierung
11:15 - 11:45	Hörsaal	Diskussion: <i>Impress by Questions</i>
11:45 - 12:00	Foyer	Kaffeepause
12:00 - 12:45	Hörsaal	Vortrag Caroline Geiersbach (WIAS Berlin) PDE-restringierte Optimierungsprobleme mit probabilistischen Zustandsbeschränkungen
12:45 - 13:45	Palmeria	Mittagessen
13:45 - 14:30	Hörsaal	Vortrag Lena Hupp (Siemens AG)
14:30 - 15:15	Hörsaal	Vortrag Birgit Rudloff (Wirtschaftsuniversität Wien) Zur Berechnung von Nash-Gleichgewichten mittels Vektoroptimierung
15:15 - 15:30	Hörsaal	Posterblitz I
15:30 - 16:30		Kaffeepause, Postersession I
16:30 - 17:15	Hörsaal	Vortrag Anja Fischer (TU Dortmund) Überraschend kompliziert: Fabrikplanung trifft mathematische Optimierung
17:15 - 18:15	Hörsaal	Impulsvortrag und Diskussion, Anna Ransiek (FU Berlin) Women's need for Optimization im Spannungsfeld von Gatekeeping und Gleichstellungspolitik
18:15	Hörsaal	offene Diskussion
19:30		Gemeinsames Abendessen „Hans im Glück“, Hauptstraße 20, 91054 Erlangen

## Agenda

### Donnerstag, 11. April 2024

09:00 - 09:45	Hörsaal	Vortrag Kathrin Klamroth (Universität Wuppertal) Multikriterielle kombinatorische Optimierung
09:45 - 10:45	Hörsaal	offene Diskussion
10:45 - 11:00	Hörsaal	Posterblitz II
11:00 - 12:00		Kaffeepause, Poster-Session II
12:00 - 12:45	Hörsaal	Vortrag Evelyn Herberg (Universität Heidelberg) Optimalsteuerung und Machine Learning
12:45 - 13:45	Palmeria	Mittagessen
13:45 - 14:30	Hörsaal	Vortrag Cornelia Grabe (DLR) Design and Optimization Methods for the Next-Generation Aircraft
14:30 - 15:15	Hörsaal	Vortrag Tanja Clees (Hochschule Bonn-Rhein-Sieg) Contingency analysis for gas transport networks with hydrogen injection
16:00 - 18:00		Stadtführung Erlangen
19:00		Gemeinsames Abendessen „Boliwood“, Gerberei 8, 91054 Erlangen

### Freitag, 12. April 2024

09:00 - 09:45	Hörsaal	Vortrag Barbara Kaltenbacher (Universität Klagenfurt) Optimierungs-basierte Formulierung und Lösung von inversen Problemen
09:45 - 10:30	Hörsaal	Vortrag Imke Joormann (TU Braunschweig) Netzwerkoptimierung für zukünftige Flugzeugtypen
10:30 - 10:45	Hörsaal	Posterblitz III
10:45 - 11:45		Kaffeepause, Poster-Session III
11:45 - 12:30	Hörsaal	Vortrag Christina Büsing (RWTH Aachen) Robust minimum cost flow problems under consistent flow constraints
12:30 - 13:15	Hörsaal	Diskussion, Feedback, Closing

## Poster-Session I: Mittwoch, 15:30 - 16:30

Charlotte Ackva	Consistent Routing for Local Same-Day Delivery via Micro-Hubs
Fatima Antarou Ba	Sparse function decomposition via orthogonal transformations
Freya Bachmann	Computing optimal individual drug dosing including state constraints
Daniela Bernhard	Joint Chance-Constrained Optimization with Continuous Distributions
Katharina Bieker	Integration of barrier functions in learning approaches for control systems
Paulina Bock de Barillas	Optimal switching control by sequential relaxation
Kristin Braun	A Computational Study for Piecewise Linear Relaxations of Mixed-Integer Nonlinear Programs
Jingshan Chen	Optimization-based Trajectory Planning for Robot Collaboration
Rhoslyn Coles	Exploring curve shape through the geometry of tubular neighbourhoods.
Elisa Corbean	Robuste Optimierung von Energiesystemen
Stephanie Riedmüller	Holistic Multi-Objective Optimization for District Heating Networks

## Poster-Session II: Donnerstag, 11:00 - 12:00

Yara Elshiaty	Die Geometrie von SMART
Ariane Fazeny	p-Wasserstein metrics for gas networks
Anna Gebhard	ALL in Children - Optimization and Simulation
Annika Hackenberg	Optimal Dimensioning of Renewable Energy Generation
Deborah Hendrych	Convex Solver Adaptivity for Mixed-Integer Optimization
Nina Kliche	Optimal operation of mini-grids including battery management under uncertainty
Julia Kowalczyk	Identification and Optimization of Non-smooth Superposition Operators in Semilinear Elliptic PDEs
Anna Lentz	Spatially sparse optimization problems
Annette Lutz	Inkrementelle Optimierung von Steiner Bäumen
Ioana Molan	Learning the Follower's Objective Function in Sequential Bilevel Games
Tanja Neder	DC Optimization - An Algorithmic Approach

## Poster-Session III: Freitag, 10:45 - 11:45

Siqi Qu	Tikhonov regularized exterior penalty dynamics for constrained variational inequalities
Lea Rehlich	Betriebsoptimierung von Wärmenetzen unter nichtlinearen Nebenbedingungen und diskreten Entscheidungen
Britta Efkes	Sensitivity analysis of the cost coefficients in multi-objective integer linear optimization
Christina Schwarz	Acceleration of the Boundary Element Method
Lea Strubberg	Recovering Potential-Based Flow Networks
Julia Sudhoff Santos	Optimierung mit ordinalen Kosten
Antonia Topalovic	Stabilizing Model Predictive Control for Generalized Nash Equilibrium Problems
Alena Ulke	Modeling and Simulation of Coupled Natural Gas-Hydrogen Networks
Nathalie Wagner	KI-Simulationskorrekturen zur Laufzeitverlängerung von Windenergieanlagen
Laura Weigl	Newton's method on vector bundles
Christina Günther	Mathematische Optimierungsmodelle zur Bestellmengenrundung im automatischen Kleinteilelager in der Porsche Logistik GmbH

## Zusammenfassung der Vorträge

Prof. Dr. Nicole Megow, Universität Bremen

### **Integration von fehlerbehafteten Vorhersagen in die Online-Optimierung**

Online-Optimierung bezieht sich auf das Lösen von Problemen, bei denen eine anfänglich unbekannte Eingabe schrittweise aufgedeckt wird und unwiderrufliche Entscheidungen getroffen werden müssen, ohne dass zukünftige Eingaben bekannt sind. Die Annahme, dass keine Informationen über zukünftige Eingabedaten vorhanden sind, ist häufig zu pessimistisch. Angesichts des Erfolgs von maschinellen Lernmethoden und datengetriebenen Anwendungen kann man erwarten, dass man Zugang zu Vorhersagen über künftige Anfragen hat. Sich einfach darauf zu verlassen, kann jedoch zu sehr schlechten Lösungen führen, da diese Vorhersagen keine Qualitätsgarantie beinhalten. In diesem Vortrag stellen wir die jüngsten Entwicklungen in der jungen Forschungsrichtung vor, die solche fehleranfälligen Vorhersagen in das Design von Algorithmen integriert, um pessimistische Worst-Case-Barrieren zu durchbrechen. Wir erörtern algorithmische Herausforderungen mit einem Schwerpunkt auf Online-Routing und Netzwerkdesign und stellen Algorithmen mit Leistungsgarantien vor, die von einer neuartigen Fehlermetrik abhängen.

Dr. Caroline Geiersbach, WIAS Berlin

### **PDE-restringierte Optimierungsprobleme mit probabilistischen Zustandsbeschränkungen**

In diesem Vortrag werden Optimierungsprobleme mit stochastischen Zustandsbeschränkungen diskutiert, wobei zwischen dem Fall der "Chance Constraints" und der "fast sicheren" Formulierung unterschieden wird. Es werden einige Schwierigkeiten im unendlich-dimensionalen Kontext hervorgehoben, der bei physikbasierten Modellen von Interesse ist, in denen eine Steuerung aus einem Banachraum auf ein System wirkt, das durch eine partielle Differentialgleichung (PDE) mit stochastischen Eingaben oder Parametern beschrieben wird. Untersucht wird der Fall, in dem der erhaltene Zustand über den physischen Bereich mit hoher Wahrscheinlichkeit oder sogar Wahrscheinlichkeit eins gleichmäßig beschränkt sein sollte. Für das numerische Beispiel wird ein Modell mit einer elliptischen PDE unter Unsicherheit verwendet, wobei die Zufälligkeit durch die rechte Seite induziert wird. In dem Modell mit Chance Constraints ermöglicht diese Struktur eine explizite Darstellung für das Clarke-Subdifferential der Wahrscheinlichkeitsfunktion; dies ist möglich durch die sphärische radiale Zerlegung von Gaußschen Zufallsvektoren. Diese Formel wird für die numerische Lösung in einem Diskretisieren-dann-Optimieren-Ansatz verwendet. Für das fast sichere Modell wird eine Moreau–Yosida-Regularisierung verwendet und eine Folge von regularisierten Problemen in einem Optimieren-dann-Diskretisieren-Ansatz gelöst. Die Lösungen werden verglichen, um neue Einblicke für die Entwicklung weiterer Algorithmen zu bieten.



## 5. Workshop **Women in Optimization** 09. bis 12. April 2024 in Erlangen

Prof. Dr. Birgit Rudloff, Wirtschaftsuniversität Wien

### **Zur Berechnung von Nash-Gleichgewichten mittels Vektoroptimierung**

Nash-Gleichgewichte und Pareto-Optimierung sind zwei verschiedene Konzepte in der multikriteriellen Entscheidungstheorie.

Ein Nash-Gleichgewicht zeichnet sich dadurch aus, dass sich kein Spieler durch eine einseitige Änderung seiner Strategie verbessern kann. Im Pareto-Optimum kann keiner der beteiligten Akteure besser gestellt werden, ohne dass ein anderer Akteur schlechter gestellt wird. Es ist wohlbekannt, dass ein Nash-Gleichgewicht nicht Pareto sein muss und ein Pareto-Punkt muss kein Nash-Gleichgewicht sein.

In diesem Vortrag stelle ich ein Pareto Optimierungsproblem vor, dessen Menge der Pareto-Lösungen mit den Nash-Gleichgewichten eines beliebigen nicht-kooperativen Spiels übereinstimmt. Dies ermöglicht die Berechnung aller Nash-Gleichgewichte mittels Algorithmen der Vektoroptimierung und steht damit im starken Kontrast zu Fixpunkt-Iterationen, die immer nur ein Nash-Gleichgewicht berechnen können. Im linearen Fall können somit die Nash-Gleichgewichte direkt berechnet werden, für konvexe Spiele stellen wir einen Algorithmus vor, der die Menge der Nash-Gleichgewichte approximativ berechnet.

Prof. Dr. Anja Fischer, TU Dortmund

### **Überraschend kompliziert: Fabrikplanung trifft mathematische Optimierung**

In diesem Vortrag werde ich einen Überblick über sogenannte Anordnungsprobleme geben, die beispielsweise in der Fabrikplanung auftreten. Obwohl sich diese Fragestellungen anschaulich formulieren lassen, stellt die exakte Lösung dieser Probleme aus mathematischer Sicht eine Herausforderung dar. Häufig schränkt man sich auf bestimmte Anordnungsstrukturen ein, um dann Ansätze aus der (nicht-linearen) kombinatorischen und ganzzahligen Optimierung nutzen zu können. Neben einer Zusammenfassung wichtiger Ergebnisse in diesem Bereich, gehe ich auf aktuelle Untersuchungen zu Kreislayouts ein und stelle Ideen für die Verknüpfung mit weiteren Optimierungsproblemen, etwa aus dem Scheduling, vor, um zusätzliche realistische Aspekte bei der Modellierung integrieren zu können.

## 5. Workshop **Women in Optimization** 09. bis 12. April 2024 in Erlangen

Dr. Anna Ransiek, FU Berlin

### **Women's need for Optimization im Spannungsfeld von Gatekeeping und Gleichstellungspolitik**

Frauen sind in wissenschaftlichen oder akademischen Führungspositionen (einschließlich Professuren) in der Mathematik weiterhin unterrepräsentiert (GWK, 2023). Es wird angenommen, dass Gatekeeping ein Grund für das Fortbestehen dieser Ungleichheit ist (Husu, 2004; Kahlert, 2013, Mischau & Ransiek, in review). Gatekeeper beeinflussen den Zugang zum und den Aufstieg im Wissenschaftssystem. Sie rekrutieren Forscher\*innen und/oder sie bieten Unterstützung in Form von Wissen an, das für den Karriereaufstieg relevant ist. Sie öffnen so den Weg für weitere Karriereschritte. Um den so entstehenden Ungleichheiten in der Mathematik zu begegnen, nimmt Gleichstellung eine wichtige Rolle ein. Unsere Untersuchung von Geschlechterdisparitäten und den Mechanismen ihrer Reproduktion in einem mathematischen Exzellenzcluster hat jedoch gezeigt, dass die vorherrschenden Deutungen auf Gleichstellungsmaßnahmen seitens der Gatekeeper\*innen für weibliche Mathematikerinnen problematische Positionen konstituieren. So wird etwa die Problematik fehlender Gleichstellung als solche durch die Gatekeeper\*innen negiert oder weibliche Mathematiker\*innen werden durch die Deutungen der Gatekeeper\*innen nur aufgrund ihres Geschlechtes hervorgehoben, während ihre mathematischen Leistungen in den Hintergrund treten. Gleichstellungsmaßnahmen sind hier nicht die Lösung, sondern werden durch diese Deutungen besonders für weibliche Doktorand\*innen und Postdocwissenschaftler\*innen Teil des Problems. Im Rahmen des heutigen Vortrages wird das Spannungsfeld um Gleichstellung und Gatekeeping genauer beleuchtet. Als Datengrundlage dienen dabei 45 semi-strukturierte Interviews mit Wissenschaftler\*innen in Leitungspositionen (als Gatekeeper\*innen) im Cluster sowie sieben Interviews mit Doktorandinnen und Postdocwissenschaftlerinnen. Es sollen Herausforderungen aufgezeigt werden, die sich aus diesem Spannungsfeld ergeben. Zudem soll die Frage zur Diskussion gestellt werden, wie Bedingungen für Mathematikerinnen vor dem Hintergrund dieses Spannungsfeldes optimiert werden können.

### **References**

GWK (2023). *Chancengleichheit in Wissenschaft und Forschung, 27. Fortschreibung des Datenmaterials (2021/2022) zu Frauen in Hochschulen und außerhochschulischen Forschungseinrichtungen*. Heft 85, Bonn.

[https://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/Heft-85-CHAG\\_Sammelmappe1.pdf](https://www.gwk-bonn.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Papers/Heft-85-CHAG_Sammelmappe1.pdf)

Husu L (2004). Gate-keeping, gender equality and scientific excellence. In: European Commission (Ed.). *Gender and excellence in the making. Workshop "Minimising Genderbias in the definition and measurement of scientific excellence"* Florence, 23-24 October 2003. Luxembourg, 69–76.

Kahlert H (2013). Geschlechterkonstruktionen von Hochschullehrenden: Gatekeeping für Chancengleichheit in der Wissenschaft? In: Pascher, U & Stein, P (Eds.). *Akademische Karrieren von Naturwissenschaftlerinnen gestern und heute*. Springer Fachmedien Wiesbaden, 193-220.

Mischau A, Ransiek A (in review). Gendered gatekeeping in the recruitment and support of (prospective) PhDs and Postdocs in a mathematical cluster of excellence. Höhne E, Zander L & Watt H.M.G. (Eds.). *Special Issue: Gendered Pathways: Identifying Barriers and Building Bridges to STEM Education and Careers*. *International Journal of Gender, Science and Technology*.

## 5. Workshop **Women in Optimization** 09. bis 12. April 2024 in Erlangen

Prof. Dr. Karin Klamroth, Universität Wuppertal

### **Multikriterielle kombinatorische Optimierung**

In der Praxis müssen oft verschiedene widersprüchliche Ziele und Restriktionen berücksichtigt werden. Zum Beispiel sind bei der Tourenplanung im Ride-Hailing sowohl die Kosten als auch die Kundenzufriedenheit und der CO<sub>2</sub> Ausstoß zu berücksichtigen, und in der Formoptimierung kommen zu Kosten und Zuverlässigkeit noch Effizienz-basierte Kriterien dazu. Selbst im maschinellen Lernen beim Training von neuronalen Netzen beobachtet man regelmäßig einen Trade-off zwischen datenbasierten und Regularisierungs-getriebenen Loss Funktionen.

Am Beispiel von multikriteriellen kürzesten Wege Problemen gibt dieser Vortrag einen Einblick in die Herausforderungen von (kombinatorischen) multikriteriellen Optimierungsproblemen in höheren Dimensionen und stellt einen generischen Lösungsansatz vor, der auf nicht-redundanten Zerlegungen des Zielfunktionsraumes basiert.

Dr. Evelyn Herberg, Universität Heidelberg

### **Optimalsteuerung und Machine Learning**

Ich präsentiere in diesem Vortrag meine wissenschaftliche Entwicklung von der Optimalsteuerung in den Bereich des Machine Learning. Dabei zeige ich Verbindungen zwischen den beiden Gebieten auf und stelle meine bisherigen Forschungsergebnisse vor.

Dr. Cornelia Grabe, DLR

### **Design and Optimization Methods for the Next-Generation Aircraft**

To significantly contribute to the EU target of climate neutrality in 2050 while concurrently maintaining safety standards and competitiveness, the aviation sector faces a transformation that will affect the design of aircraft. The design and optimization process need to be substantially accelerated and to mitigate the high financial risks in order to deliver new, emission-reduced aircraft timely to market.

This is achievable with an extensive and integrated usage of digital tools throughout the design and analysis process. The introduction of high-fidelity numerical methods permits a reliable evaluation of new technologies and designs especially at the early stages of the design process and avoids expensive and time-consuming testing on physical demonstrators. To achieve accuracy requirements combined with efficiency and reliability, new physical models augmented and optimized with data are needed. These physical models are implemented into robust optimization frameworks to leverage reliable benefits from new technologies. Multi-disciplinary optimization methods (MDO) are developed and demonstrated for relevant aircraft configurations by making use of high-performance computing (HPC) resources.

This talk gives an overview of the design and optimization methods as well as software solutions developed at the C<sup>2</sup>A<sup>2</sup>S<sup>2</sup>E department of the German Aerospace Center to address digital aircraft design."

Prof. Dr. Tanja Clees, Hochschule Bonn-Rhein-Sieg

### **Contingency analysis for gas transport networks with hydrogen injection**

Hydrogen plays a growing role in approaches for transforming the overall energy system. In particular, power-to-gas (PtG) plants, which can convert electrical power to hydrogen by means of electrolysis, are considered as an important ingredient for employing excess power from renewable resources. Hydrogen might be injected to existing networks for transport of natural gas, or separate hydrogen networks can be used. However, such approaches need intense planning and optimization based on simulations for several reasons. One of these impacts might be less security. Hence, intense contingency analysis should be performed to estimate locations of probable failures and magnitudes of additional capacity needed.



## 5. Workshop **Women in Optimization** 09. bis 12. April 2024 in Erlangen

Contingency analysis is widely used for electrical networks. A so-called N – 1 analysis is standard. For gas transport networks or coupled networks, a comparable analysis can be performed, but is not standard. Adapted N – 1 analysis methods as well as an analysis of multi-element contingencies, based on so-called supernodes, were introduced before. They are based on ensemble simulations.

In this talk, an extension of these methods by means of numerical optimization for the placement and capacity of hydrogen storage facilities is introduced. The efficiency of the overall method is demonstrated for a realistic gas transport network model.



## 5. Workshop **Women in Optimization** 09. bis 12. April 2024 in Erlangen

Prof. Dr. Barbara Kaltenbacher, Universität Klagenfurt

### **Optimierungs-basierte Formulierung und Lösung von inversen Problemen**

Die konventionelle Art, inverse Probleme (wie z.B. Parameteridentifikation in partiellen Differentialgleichungen) zu formulieren ist die reduzierte Form. Dabei wird ein Vorwärtsoperators genutzt, der als Hintereinanderausführung eines Beobachtungsoperators mit einer parameter-to-state Abbildung für das zugrundeliegende Modell definiert ist.

Da solche Probleme üblicherweise instabil sind, muss zusätzlich Regularisierung angewendet werden.

Die parameter-to-state Abbildung ist jedoch häufig sehr aufwändig numerisch auszuwerten und manchmal existiert sie überhaupt nur unter sehr restriktiven Anwendungen.

Mit dem Ziel, sie daher zu vermeiden, wurden in der neueren Literatur all-at-once Formulierungen als Alternative dazu untersucht. Dabei werden Modell und Beobachtungen als ein Gesamtsystem mit den Parametern \*und\* den Zuständen als Unbekannten betrachtet.

Eine noch allgemeinere Formulierung inverser Probleme, die sowohl die reduzierte also auch die all-at-once Version als Spezialfälle enthält, ist der variationelle Zugang. Hier wird das inverse Problem als Optimierungsproblem mit Nebenbedingungen beschrieben. Regularisierung - das heißt Stabilisierung des an sich instabilen inversen Problems - kann dabei ganz einfach durch zusätzliche Terme in der Zielfunktion und/oder zusätzliche Nebenbedingungen eingeführt werden.

In diesem Vortrag möchte ich das Grundprinzip solcher Verfahren vorstellen und es anhand von 1-2 Anwendungsbeispielen illustrieren: der klassischen Impedanztomografie (electrical impedance tomography EIT) und der Lokalisation von Schallquellen aus Mikrofonmessungen.

Dr. Imke Joormann, TU Braunschweig

### **Netzwerkoptimierung für zukünftige Flugzeugtypen**

Zur Emissionsreduktion im Luftverkehrssystem werden verschiedene alternative Treibstoffe erforscht. Neben wasserstoffbasierten Antrieben und Bio- oder nachhaltigen Flugkraftstoffen (SAF) für den Mittel- oder Langstreckeneinsatz könnten auch batteriebetriebene Flugzeuge in der Regional- und Kurzstrecke Einsatz finden. Durch die deutlich kürzer Reichweite dieser Typen wird eine Umgestaltung des aktuellen Netzwerks notwendig.

Durch die Anwendung von Techniken zur Netzgestaltung und Standortbestimmung soll ermittelt werden, welche Flughäfen mit der notwendigen Infrastruktur für Elektroflugzeuge ausgestattet werden sollen, um die Ziele der Emissionsreduzierung im europäischen Passagierflugverkehr zu erreichen. Entscheidungen über den Ausbau von Flughäfen bringen auch eine Neubewertung der Strecken mit sich, die von konventionellen Flugzeugen angeboten werden müssen bzw. welche mit Elektroflugzeugen bedient werden können, um die wachsende Passagiernachfrage zu befriedigen und gleichzeitig die voraussichtlich immer restriktiveren Emissionsgrenzwerte der Flotte einzuhalten.

Das resultierende IP (integer program) ist zu groß, um von Standardsolvern gelöst zu werden. Wir diskutieren spezialisierte Lösungsverfahren und gehen insbesondere auf den Einsatz von Spaltengenerierung ein, die die Lösungszeiten in den machbaren Bereich bringen.



## 5. Workshop **Women in Optimization** 09. bis 12. April 2024 in Erlangen

Prof. Dr. Christina Büsing, RWTH Aachen

### **Robust minimum cost flow problems under consistent flow constraints**

The robust minimum cost flow problem under consistent flow constraints (RobMCF $\equiv$ ) is a new extension of the minimum cost flow (MCF) problem motivated by an appointment scheduling problem for general practitioners (GPs). In the RobMCF $\equiv$  problem, we consider demand and supply that are subject to uncertainty. For all demand realizations, however, we require that the flow value on an arc needs to be equal if it is included in the predetermined arc set given. The objective is to find feasible flows that satisfy the equal flow requirements while minimizing the maximum occurring cost among all demand realizations.

In the case of a finite discrete set of scenarios, we derive structural results which point out the differences with the polynomial time solvable MCF problem in networks with integral demands, supplies, and capacities. We show that the RobMCF $\equiv$  problem is strongly NP-hard on acyclic digraphs. However, for some special case on series-parallel digraphs we can solve the RobMCF $\equiv$  problem in polynomial time. Finally, we shortly present how this model can improve an appointment scheduling system for GPs.