



OTTO VON GUERICKE  
UNIVERSITÄT  
MAGDEBURG

**MATH**

FAKULTÄT FÜR  
MATHEMATIK

# Forschungsbericht 2024

Institut für Mathematische Optimierung

# INSTITUT FÜR MATHEMATISCHE OPTIMIERUNG

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. 49 (0)391 67 58756, Fax 49 (0)391 67 41171  
imo@uni-magdeburg.de

## 1. LEITUNG

Prof. Dr. Volker Kaibel (geschäftsführender Leiter bis 30.09.2024)  
Prof. Dr. Sebastian Sager (geschäftsführender Leiter ab 01.10.2024)

## 2. HOCHSCHULLEHRER/INNEN

Prof. Dr. Volker Kaibel  
Prof. Dr. Sebastian Sager

im Ruhestand:

Prof. Dr. Dr. h.c. Eberhard Girlich  
Prof. Dr. Friedrich Juhnke

## 3. FORSCHUNGSPROFIL

- Gemischt-ganzzahlige Optimalsteuerung
- Gemischt-ganzzahlige nichtlineare Optimierung
- Echtzeitoptimierung unter Unsicherheiten
- Optimierungsmethoden zur Unterstützung und zum Training von Entscheidungen
- Numerische Methoden zur optimalen Versuchsplanung
- Deterministische Approximation von stochastischen Steuerproblemen
- Schnittebenen in der ganzzahligen Optimierung
- Erweiterte Formulierungen für Optimierungsprobleme
- Polyedrische Kombinatorik
- Darstellung semi-algebraischer Mengen
- Untersuchung zur Komplexität von Scheduling-Problemen
- Untersuchung von Scheduling-Problemen mit Intervallbearbeitungszeiten
- Optimierung und Maschinelles Lernen

## 4. SERVICEANGEBOT

Intensivkurs Mathematik 26.02.2024 - 29.02.2024  
Klassenstufe 8 - 12  
Dr. Ulf Friedrich

## 5. KOOPERATIONEN

- BASF SE, Ludwigshafen

- Helmholtz Zentrum für Umweltforschung, Department für Ökologische Systemanalyse, Dr. Dr. Martin Drechsler
- Leibniz Institut für Neurobiologie Magdeburg
- MPI Magdeburg

## 6. FORSCHUNGSPROJEKTE

**Projektleitung:** Prof. Dr. Sebastian Sager  
**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.04.2024 - 31.12.2027

### **timingMatters: Klinische Entscheidungsunterstützung durch Digital Twins**

Ziel von timingMatters ist die Entwicklung 1) von mathematischen Modellen für akute myeloische Leukämie, akute lymphoblastische Leukämie und andere systemische Krankheiten und das Training dieser Modelle mit Patientendaten und 2) von Algorithmen, um eine individuelle klinische Entscheidungshilfe zu ermöglichen.

---

**Förderer:** EU - EFRE Sachsen-Anhalt - 01.04.2024 - 31.12.2027

### **IntelAlgen: Intelligente Techniken und Algorithmen für neue Ressourcen aus Algen-Biomasse (TP Maschinelles Lernen)**

Ziel von intelAlgen ist die Erarbeitung von Algorithmen zur Symbolischen Regression, die bei der mathematischen Modellierung von komplexen, unverständlichen Wachstumsdynamiken von Algen eingesetzt werden sollen. Diese Modelle sollen gemeinsam mit den Kooperationspartnern Rinke und Riihko-Struckmann auch zur Untersuchung einer optimierten Produktion von Algen eingesetzt werden.

---

**Projektbearbeitung:** Prof. Dr. Thomas Richter, Jun.-Prof. Dr. Jan Heiland, Prof. Dr. Anja Janßen, Prof. Dr. Peter Benner, Prof. Dr. Thomas Kahle, Prof. Dr. Claudia Kirch, Prof. Dr. Volker Kaibel

**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.04.2017 - 31.03.2026

### **Mathematische Komplexitätsreduktion (GRK 2297)**

Das Projekt wird von den genannten Principal Investigators getragen. Diese sind den Instituten für Mathematische Optimierung (Kaibel, Sager), für Algebra und Geometrie (Kahle), für Mathematische Stochastik (Kirch, Janßen) und für Analysis und Numerik (Benner, Richter, Heiland) der Fakultät zugeordnet. Benner ist zudem Direktor des Max-Planck Institutes für Dynamik komplexer technischer Systeme. Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik ist über Findeisen beteiligt.

Im Kontext des vorgeschlagenen Graduiertenkollegs (GK) verstehen wir Komplexität als eine intrinsische Eigenschaft, die einen mathematischen Zugang zu einem Problem auf drei Ebenen erschwert. Diese Ebenen sind eine angemessene mathematische Darstellung eines realen Problems, die Erkenntnis fundamentaler Eigenschaften und Strukturen mathematischer Objekte und das algorithmische Lösen einer mathematischen Problemstellung. Wir bezeichnen alle Ansätze, die systematisch auf einer dieser drei Ebenen zu einer zumindest partiellen Verbesserung führen, als mathematische Komplexitätsreduktion.

Für viele mathematische Fragestellungen sind Approximation und Dimensionsreduktion die wichtigsten Werkzeuge auf dem Weg zu einer vereinfachten Darstellung und Rechenzeitgewinnen. Wir sehen die Komplexitätsreduktion in einem allgemeineren Sinne und werden zusätzlich auch Liftings in höherdimensionale Räume und den Einfluss der Kosten von Datenerhebungen systematisch untersuchen. Unsere Forschungsziele sind die Entwicklung von mathematischer Theorie und Algorithmen sowie die Identifikation relevanter Problemklassen und möglicher Strukturausnutzung im Fokus der oben beschriebenen Komplexitätsreduktion.

Unsere Vision ist ein umfassendes Lehr- und Forschungsprogramm, das auf geometrischen, algebraischen, stochastischen und analytischen Ansätzen beruht und durch effiziente numerische Implementierungen komplementiert wird. Die Doktorandinnen und Doktoranden werden an einem maßgeschneiderten ...  
[Mehr hier](#)

---

**Kooperationen:** MPI Magdeburg  
**Förderer:** Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) - 01.10.2021 - 30.09.2024

### **Machine Learning for the Design and Control of Power2X Processes with Application to Methanol Synthesis**

Ziele dieses Projektes sind:

1. Die Entwicklung neuer numerischer Methoden, welche die Stärken traditioneller Modellierungs- und Optimierungsansätze und des datengetriebenen maschinellen Lernens (ML) kombinieren sowie deren Anwendung zur
2. Entwicklung einer neuen Methodik für den Entwurf und die Führung von Power2chemicals Prozessen. Die nichtlineare Dynamik infolge stark veränderlicher Feedzuläufe soll dabei explizit berücksichtigt werden. Die Methanolsynthese wird als herausforderndes Anwendungsbeispiel betrachtet. Das ambitionierte Arbeitsprogramm spiegelt die komplementäre Expertise der drei Antragsteller in den Bereichen experimentelle Analyse, konzeptioneller Prozessentwurf und -führung sowie effiziente Algorithmen wieder. Wir verwenden neuronale Differentialgleichungen und differenzierbare End-zu-End Programmierung. Dies erlaubt uns ML für unbekannte oder teuer auszuwertende Modellteile zu nutzen und Methoden der gemischt-ganzzahligen Optimalsteuerung (MIOC) und der Versuchsplanung für hybride Modelle zu entwickeln. Daraus wird eine Methodik zur hybriden Modellierung entwickelt. Diese kombiniert experimentelle Daten aus Versuchen mit einem gradientenfreien Kinetikreaktor mit verfügbarem physikalisch-chemischem Wissen und effizientem ML. Anschließend werden die hybriden Modelle für den robusten Prozessentwurf verwendet. In der ersten Antragsphase liegt der Schwerpunkt bei ideal durchmischten isothermen und örtlich verteilten nichtisothermen Reaktoren. Zur Erhöhung von Flexibilität und Toleranz gegenüber Änderungen von Durchsatz und Zusammensetzung werden Pufferbehälter eingeführt und neben einstufigen auch verschiedene Typen von mehrstufigen Reaktoren mit variabler Feedverteilung betrachtet. Die optimale Konfiguration und die optimalen nominellen Steuerungsprofile werden mit Hilfe von MIOC und den entwickelten hybriden Modellen für charakteristische Feedverläufe bestimmt. Zusätzlich zum robusten Prozessentwurf wird in einem dritten Schritt

...

[Mehr hier](#)

## **7. EIGENE KONGRESSE, WISSENSCHAFTLICHE TAGUNGEN UND EXPONATE AUF MESSEN**

MathCoRe Annual Colloquium Ilseburg  
05.05.2024 - 07.05.2024

FRICO 2024 - 27th Workshop on Future Research in Combinatorial Optimization  
09.09.2024 - 13.09.2024

## 8. VERÖFFENTLICHUNGEN

### BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Aggarwal, Sonam; Gupta, Isha; Kumar, Ashok; Kautish, Sandeep; Almazyad, Abdulaziz S.; Wagdy Mohamed, Ali; Werner, Frank; Shokouhifar, Mohammad**

GastroFuse-Net - an ensemble deep learning framework designed for gastrointestinal abnormality detection in endoscopic images

Mathematical biosciences and engineering - Springfield, Mo. : Inst., Bd. 21 (2024), Heft 8, S. 6847-6869

**Conforti, Michele; Kaibel, Volker**

Steiner cut dominants

Mathematics of operations research - Hanover, Md. : INFORMS . - 2024, Heft \$p ;

[Online first]

[Imp.fact.: 1.8]

**Elidrissi, Abdelhak; Benmansour, Rachid; Hasani, Keramat; Werner, Frank**

Minimizing the makespan on two parallel machines with a common server in charge of loading and unloading operations

Computers & operations research - Amsterdam [u.a.]: Elsevier, Bd. 167 (2024), S. 1-20, Artikel 106638, insges. 20 S.

[Imp.fact.: 4.6]

**Falahah, Ibraheem Abu; Al-Baik, Osama; Alomari, Saleh; Bektemyssova, Gulnara; Gochhait, Saikat; Leonova, Irina; Malik, Om Parkash; Werner, Frank; Dehgani, Mohammad**

Frilled lizard optimization - a novel bio-inspired optimizer for solving engineering applications

Computers, materials & continua - Encino, Calif. : Tech Science Press, Bd. 79 (2024), Heft 3, S. 3631-3678

**Gafarov, Evgeny R.; Werner, Frank**

Connected and autonomous vehicle scheduling problems - some models and algorithms

Algorithms - Basel : MDPI, Bd. 17 (2024), Heft 9, Artikel 421, insges. 11 S.

[Imp.fact.: 1.8]

**García-Mata, Carmen L.; Burtseva, Larysa; Werner, Frank**

Scheduling of automated wet-etch stations with one robot in semiconductor manufacturing via constraint answer set programming

Processes - Basel : MDPI, Bd. 12 (2024), Heft 7, insges. 21 S.

[Imp.fact.: 2.8]

**Hamadneh, Tareq; Batiha, Belal; Al-Baik, Osama; Bektemyssova, Gulnara; Montazeri, Zeinab; Werner, Frank; Dhiman, Gaurav; Dehgani, Mohammad; Eguchi, Kei**

Sales training based optimization - a new human-inspired metaheuristic approach for supply chain management  
International journal of intelligent engineering & systems - Open Academic Journals Index, Bd. 17 (2024), Heft 6, S. 1325-1334

**Hamadneh, Tareq; Batiha, Belal; Alsayed, Omar; Werner, Frank; Monrazeri, Zeinab; Dehgani, Mohammad; Eguchi, Kei**

Using the novel wolverine optimization algorithm for solving engineering applications

Computer modeling in engineering & sciences - Henderson, Nevada : Tech Science Press . - 2024, insges. 71 S.

;

[Online first]

[Imp.fact.: 2.2]

**Hamadneh, Tareq; Batiha, Belal; Werner, Frank; Montazeri, Zeinab; Dehgani, Mohammad; Bektemyssova, Gulnara; Eguchi, Kei**

Fossa optimization algorithm - a new bio-inspired metaheuristic algorithm for engineering applications

International journal of intelligent engineering & Systems - The Intelligent Networks and Systems Society, Bd. 17 (2024), Heft 5, S. 1038-1047

**Hamadneh, Tareq; Kaabneh, Khalid; Abu Falahah, Ibraheem; Bektemyssova, Gulnara; Shaikemelev, Galymzhan; Umutkulov, Dauren; Omarov, Sayan; Monrazeri, Zeinab; Werner, Frank; Dehgani, Mohammad**

Magnificent frigatebird optimization - a new bio-inspired metaheuristic approach for solving optimization problems

Computers, materials & continua - Encino, Calif. : Tech Science Press . - 2024, insges. 21 S. ;

[Online first]

[Imp.fact.: 2.0]

**Lazarev, Alexander A.; Werner, Frank; Lin, Bertrand M. T.**

Special issue "Recent Advances of Discrete Optimization and Scheduling"

Mathematics - Basel : MDPI, Bd. 12 (2024), Heft 6, Artikel 793, insges. 3 S.

**Martensen, Carl Julius; Plate, Christoph; Sager, Sebastian**

DynamicOED.jl - a Julia package for solving optimum experimental design problems

The journal of open source software - [Erscheinungsort nicht ermittelbar]: [Verlag nicht ermittelbar], Bd. 9 (2024), Heft 98, insges. 5 S.

**Plate, Christoph; Sager, Sebastian; Stoll, Martin; Tetschke, Manuel**

Second-order partial outer convexification for switched dynamical systems

IEEE transactions on automatic control / Institute of Electrical and Electronics Engineers - New York, NY :

Institute of Electrical and Electronics Engineers, Bd. 69 (2024), Heft 7, S. 4643-4656

[Imp.fact.: 6.2]

**Sager, Sebastian; Tetschke, Manuel; Zeile, Clemens**

A numerical study of transformed mixed-integer optimal control problems

Mathematical programming computation - Berlin : Springer . - 2024, insges. 37 S. ;

[Online first]

[Imp.fact.: 4.3]

**Shokouhifar, Mohammad; Hasanvand, Mohamad; Moharamkhani, Elaheh; Werner, Frank**

Ensemble heuristic-metaheuristic feature fusion learning for heart disease diagnosis using tabular data

Algorithms - Basel : MDPI, Bd. 17 (2024), Heft 1, Artikel 34, insges. 23 S.

[Imp.fact.: 2.3]

**Weber, Tobias; Kaibel, Volker; Sager, Sebastian**

Source detection on graphs

Optimization and engineering - Dordrecht [u.a.]: Springer Science + Business Media B.V., Bd. 25 (2024), S. 1151-1177

[Imp.fact.: 2.0]

**Werner, Frank**

Special Issue: "2022 and 2023 Selected Papers from Algorithms' Editorial Board Members"

Algorithms - Basel : MDPI, Bd. 17 (2024), Heft 2, Artikel 65, insges. 4 S.

**Werner, Frank**

Special issue "Discrete optimization: Theory, algorithms and new applications"

AIMS mathematics - Springfield, MO : AIMS Press, Bd. 9 (2024), Heft 3, S. 6734-6737

[Imp.fact.: 2.2]

## NICHT BEGUTACHTETE ZEITSCHRIFTENAUFsätze

**Abu Falahah, Ibraheem; Al-Baik, Osama; Alomari, Saleh; Bektemyssova, Gulnara; Gochheit, Saikat; Leonova, Irina; Malik, Om Parkash; Werner, Frank; Dehghani, Mohammed**

Frilled lizard optimization - a novel nature-inspired metaheuristic algorithm for solving optimization problems

Preprints.org - Basel : MDPI . - 2020, insges. 44 S.

**García-Mata, Carmen L.; Burtseva, Larisa; Werner, Frank**

Optimal scheduling for automated wetetch stations with one robot in semiconductor manufacturing via constraint answer set programming  
Preprints.org - Basel : MDPI . - 2020, insges. 20 S.

**Hamadneh, Tareq; Batiha, Belal; Werner, Frank; Eguchi, Kei; Montazeri, Zeinab; Deghani, Mohammad**

A completely different and innovative bio-inspired metaheuristic approach for effectively solving complex optimization problems across various domains  
Preprints.org - Basel : MDPI . - 2024, insges. 42 S.

**Werner, Frank; Ramirez-Fuentes, Johedan Kevin; Pacheco-Valencia, Victor**

An overview of some single machine scheduling problems - polynomial algorithms, complexity and approximability  
Arxiv - Ithaca, NY : Cornell University . - 2024, insges. 21 S.

## BEGUTACHTETE BUCHBEITRÄGE

**Kayvanfar, Vahid; Baziyad, Hamed; Sheikh, Shaya; Werner, Frank**

A heuristic framework for assessing the efficiency of multi-branch banks under big data conditions  
Business Analytics and Decision Making in Practice - Cham : Springer Nature Switzerland . - 2024, S. 271-293 ;  
[Konferenz: International Conference on Business Analytics in Practice, ICBAP2024, Sharjah, Vereinigte Arabische Emirate, January 8-11, 2024]

**Kukharenko, Kirill; Sanità, Laura**

On the number of degenerate simplex pivots  
Integer Programming and Combinatorial Optimization , 1st ed. 2024. - Cham : Springer Nature Switzerland ;  
Vygen, Jens, S. 252-264 - (Lecture notes in computer science; volume 14679) ;  
[Konferenz: 25th International Conference on Integer Programming and Combinatorial Optimization, IPCO 2024, Wroclaw, Poland, July 3–5, 2024]

## HERAUSGEBERSCHAFTEN

**De Rango, Floriano [HerausgeberIn]; Werner, Frank [HerausgeberIn]; Wagner, Gerd [HerausgeberIn]**

Proceedings of the 14th International Conference on Simulation and Modeling Methodologies, Technologies and Applications. Volume 1  
Scitepress, 2024, 1 Online Ressource, ISBN: 978-989-758-708-5 Kongress: SIMULTECH 2024 14 Dijon, France 2024.07.10-12

**Lazarev, Alexander A. [HerausgeberIn]; Werner, Frank [HerausgeberIn]; Lin, Bertrand M. T. [HerausgeberIn]**

Recent advances of discrete optimization and scheduling  
Basel: MDPI, 2024, 1 Online Ressource (IX, 202 Seiten), ISBN: 978-3-7258-0674-4 ;  
[This book is a reprint of the Special Issue Recent Advances of Dis rete Optimization and Scheduling that was published in Mathematics]

**Werner, Frank [HerausgeberIn]**

2022 and 2023 Selected papers from algorithms editorial board members  
Basel: MDPI, 2024, 1 Online Ressource (IX, 312 Seiten), ISBN: 978-3-7258-0642-3 ;  
[This book is a reprint of the Special Issue 2022 and 2023 Selected Papers from Algorithms Editorial Board Members that was published in Algorithms]

**Werner, Frank [HerausgeberIn]**

Discrete optimization - theory, algorithms, and applications  
Basel: MDPI, 2024, Online-Ressource, ISBN: 978-3-7258-1627-9 ;  
[This book is a reprint of the Special Issue Discrete optimization: theory, algorithms, and applications that was published in Mathematics]

**Werner, Frank [HerausgeberIn]**

Mathematical methods for operations research problems

Basel: MDPI, 2024, Online-Ressource, ISBN: 978-3-7258-1625-5 ;

[This book is a reprint of the Special Issue Mathematical Methods for Operations Research Problems that was published in Mathematics]