



Gesellschaft für Operations Research e.V.

RUHR  
UNIVERSITÄT  
BOCHUM

RUB

# ***GOR-Online-Workshop***

Arbeitsgruppen

„Entscheidungstheorie und –praxis“

„OR im Umweltschutz“

„Projektmanagement und Scheduling“

**08.-09.10.2020**



Lehrstuhl  
Energiesysteme &  
Energiewirtschaft

# Workshop-Programm

Donnerstag, 08.10.2020

**11:00 Begrüßung**

**Session 1 Chair: Florian Jaehn**

- 11:30 Integrierte Bewertung des chemischen Recyclings von Restabfällen in Deutschland: Emissionsreduktionspotenzial und Kosten  
*Raoul L. Voss (TU Bergakademie Freiberg)*
- 12:00 Forecasting capacity requirements at a pharmaceutical production site during clinical trials  
*Stella Dohn (Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik)*
- 12:30 Supply Chain Planning in the Chemical Industry – A literature review  
*Philipp Willms (Universität Kassel)*

**13:00 Mittagspause**

**Session 2 Chair: Jutta Geldermann**

- 14:00 Improving adolescents' quality of life with decision training  
*Johannes Siebert (Management Center Innsbruck), Philipp Rolf (Universität Bayreuth)*
- 14:30 Identifizierung und Quantifizierung von Zielkonflikten bei der multikriteriellen Optimierung von dezentralen Energiesystemen  
*Ingela Tietze (Hochschule Pforzheim)*
- 15:00 Quartiersversorgung mit einem Niedertemperatur-Wärmenetz zur Nutzung von Energie aus Grubenwasser  
*Tobias Reiners (Ruhr-Universität Bochum)*

**15:30 Kaffeepause / „Virtual Round-Table“ für DoktoranInnen**

**Session 3 Chair: Dominik Möst**

- 16:00 StoOpt – Comparison of deterministic and stochastic optimization approaches in the German electricity and reserve markets  
*Christian Furtwängler (Universität Duisburg-Essen)*
- 16:30 The Merge of Two Worlds: Integrating Artificial Neural Networks into Agent-Based Electricity Market Simulation  
*Christoph Fraunholz (Karlsruher Institut für Technologie)*
- 17:00 Integrated day-ahead and intraday self-schedule bidding for energy storages using approximate dynamic programming  
*Florian Ziel (Universität Duisburg-Essen)*
- 17:30 AG-Sitzungen

**ca. 18:00** Ende Tag 1

Freitag, 09.10.2020

**Session 4 Chair: Wolf Fichtner**

09:00 Evaluating cost-reduction potentials in electrically powered container terminals by using Energy Demand Side Management  
*Sebastian Schär (Universität Duisburg-Essen)*

09:30 Planung der Wartungsmaßnahmen in Windparks  
*André Schnabel (Leibniz Universität Hannover)*

**10:30 Kaffeepause / „Virtual Round-Table“ für DoktoranInnen**

**Session 5 Chair: Dirk Briskorn**

10:30 Ressourcenbeschränkte Projektplanung unter Berücksichtigung ausgehender Stoffströme  
*Marco Gehring (Karlsruher Institut für Technologie)*

11:00 The development of a framework to implement a multi-skill variable resource constrained multi project scheduling problem (MSVRCMPSP) in a multi Department Environment in the retail sector  
*Semih Eren Karakilic, Yasemin Arici (Hochschule Darmstadt)*

11:30 Approximate anticipation of base-level reactions by machine learning techniques used to substitute the solving of complex nesting problems  
*Aykut Uzunoglu (Universität Augsburg)*

**12:00 Kaffeepause**

**Session 6 Chair: Martin J. Geiger**

12:30 Probabilistic short-term Water Demand Forecasting with Lasso  
*Jens Kley-Holsteg (Universität Duisburg-Essen)*

13:00 The {0,1}-Knapsack problem with qualitative benefits  
*Luca Elias Schäfer (Technische Universität Kaiserslautern)*

**13:30 Ende der Veranstaltung**

# Integrierte Bewertung des chemischen Recyclings von Restabfällen in Deutschland: Emissionsreduktionspotenzial und Kosten

*Raoul L. Voss (TU Bergakademie Freiberg)*

## **Abstract**

Technologien des chemischen Recyclings könnten den Wandel von einer linearen zu einer zirkulären Kohlenstoffwirtschaft unterstützen, in der kohlenstoffhaltige Abfälle als chemischer Rohstoff in Produktionsketten zurückgeführt werden, anstatt in Verbrennungsanlagen entsorgt zu werden. Der derzeitige wissenschaftliche Fokus auf den technologischen Aspekten des chemischen Recyclings von fast ausschließlich Kunststoffabfällen schränkt allerdings die Bewertung des Potenzials ein, zu einem solchen Wandel beizutragen. Darüber hinaus führt er zu erheblichen Kontroversen hinsichtlich der Rolle des chemischen Recyclings in der europäischen Abfallhierarchie als möglicher Konkurrent des mechanischen Recyclings.

Um diese Lücke aktueller Forschung zu adressieren, leistet der Beitrag eine umfassende Bewertung des chemischen Recyclings für schwer wiederverwertbare kommunale Restabfälle. Ziel ist ein ökologischer und ökonomischer Vergleich (I) direkter und (II) indirekter Verbrennungspfade mit (III) dem chemischen Recycling in Deutschland unter Verwendung eines systemischen Ansatzes. Für die Untersuchung wird eine umfassende Datenbasis quantitativer Daten zu Restabfallzusammensetzungen, Transportentfernungen sowie Best-Practice-Daten zur Verwertung aus der industriellen Anwendung entwickelt. Dies erleichtert die ökologische und ökonomische Bewertung von Treibhausgasemissionen, Investitionen und Behandlungskosten mithilfe der anerkannten Abfallmanagementsoftware EASETECH.

Die Ergebnisse zeigen, dass chemisches Recycling ein erhebliches Treibhausgasreduktionspotential aufweist, vergleichbare Kosten verursacht, aber im Vergleich zur direkten Verbrennung geringere Erlöse für Erzeugnisse erzielt. Eine ergänzende Sensitivitätsanalyse deutet darauf hin, dass das Treibhausgasreduktionspotenzial von chemischem Recycling über Regionen mit unterschiedlichem Urbanisierungsgrad konsistent bleibt. Die Ergebnisse der Studie zeigen allerdings auch, dass chemisches Recycling unter den derzeitigen Marktbedingungen und regulatorischen Rahmenbedingungen wirtschaftlich nicht mit den bestehenden Behandlungspfaden konkurrieren kann. Abschließend diskutiert der Beitrag daher die zentralen Einflussgrößen der ökonomischen Tragfähigkeit des Verfahrens, nämlich CO<sub>2</sub>-Bepreisung und erzielbare Verkaufspreise für Erzeugnisse.

# Forecasting capacity requirements at a pharmaceutical production site during clinical trials

*Stella Dohn (Fraunhofer-Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik)*

## Abstract

We study a capacity planning problem arising in the field of research and production for personalized cancer therapy. In this therapy, patients are part of the pharmaceutical supply chain since they provide samples (blood and/or tumor) which are used as inputs for the manufacturing of their personalized drug. One challenge in the production process is the short shelf-life of some of these samples. Whenever such a sample arrives at the manufacturing site, it has to be processed within a short time interval. In order not to exceed the expiry date of the samples, it is important to have sufficient production capacity available at all times.

However, it is difficult for the manufacturing site to do the capacity planning, since the recruitment time and the subsequent sample arrivals of the patients participating in the clinical trials are stochastic. Therefore, we use the parameters defined in a study (participating locations, number of patients, visit schedule for participants) as well as historical data from previous clinical trials to forecast sample arrivals of participants at the production site. The amount of sample arrivals can be used later to derive the capacity requirements and to support capacity planning.

Our goal is to analyze how the design of a clinical trial and the composition of the trial portfolio affect the capacity requirements at the production site. In more detail we want to examine the following questions:

- Given a study portfolio, is the current capacity sufficient to cover the extra effort coming from the participation in a new clinical trial?
- Given a study portfolio, is there a risk of overutilization, if we allow for a higher patient rate in one study of the portfolio?

We developed a simulation tool that generates, for a given set of studies, newly recruited fictitious patients and their sample arrivals as well as sample arrivals for real patients which are already participating in a clinical trial. By means of this tool we are able to predict sample arrivals of recruited and to-be-recruited patients for every day in the simulation's time horizon and thereby forecast the capacity requirements at the production site. In the Monte Carlo simulation, we consider several sources of uncertainty:

- Time of patient recruitment
- Quality of the delivered samples
- Survival rate of the patients in the study
- Production times
- Transportation times

The results of our analysis are to be used as decision support during capacity planning at the production site.

# Supply Chain Planning in the Chemical Industry – A literature review

*Philipp Willms (Universität Kassel)*

## **Abstract**

For decades, detailed production planning and scheduling in the process industry has been a major field of study for researchers and practitioners, involving a broad range of models and solution approaches. Especially chemical production processes and systems are characterized by a variety of restrictions and constraints.

The proposed talk provides an initial systematic review of production scheduling problems from the chemical process industry. In total 107 papers are coded against inductively and deductively developed structural dimensions and analytic categories along the dimensions of material flow, production flow and sequence, uncertainties, concerned industrial sectors as well as financial and non-economic factors. We present our high-level findings in terms of typical problem characteristics and potential future challenges for scheduling. We also give an overview on promising modeling approaches and solution techniques.

# Improving adolescents' quality of life with decision training

Johannes Ulrich Siebert (Management Center Innsbruck)  
Philipp Rolf (University of Bayreuth)  
Reinhard E. Kunz (University of Cologne)

## Abstract

Proactive decision making (PDM) is a concept recently introduced to behavioral OR and decision analysis. It consists of two categories, proactive personality traits and cognitive skills. Constructs like proactive attitude and proactive behavior ground these traits; proactive cognitive skills reflect value-focused thinking and decision quality. Using structural equation modeling, Siebert et al. (2020) show that PDM can explain up to 60% of decision satisfaction and more than 35% of life satisfaction. In other words, proactive decision makers are most likely not only more satisfied with their decisions but also with their lives. Therefore, it seems desirable to help individuals enhance their decision-making proactivity.

In our current paper, we test the effect of decision training on the two facets of proactive decision making and decision satisfaction. Based on three distinct decision-making courses and two control groups, we analyze longitudinal data on 1,013 decision makers/analysts with different levels of professional experience. The results reveal positive training effects on proactive cognitive skills and decision satisfaction, but we find no impact on proactive personality traits and mostly non-significant interactions between training and experience. As an implication, we recommend schools, colleges, and universities to consider decision-making courses for their curricula and individuals to participate in these courses to increase satisfaction with their decisions and lives.

In this talk, the first author will also provide insights on [KLUGentscheiden](#) ("SMARTdeciding"), in which he is developing and testing the effectiveness of decision-making workshops for high school students in the context of their vocational decisions. First results are quite promising and indicate that high school student can improve their self-measured proactive cognitive skills, whereas their personality traits remain stable.

**Key words:** Proactive Decision Making, Decision Satisfaction, Life Satisfaction, Learning Decision Analysis, Behavioral OR, Adolescents

## References:

- Siebert, J., & Kunz, R. (2016). Developing and Validating the Multidimensional Proactive Decision-Making Scale. *European Journal of Operational Research*, 249(3), 864–877. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2015.06.066>
- Siebert, J. U., Kunz, R., & Rolf, P. (2020). Effects of Proactive Decision Making on Life Satisfaction. *European Journal of Operational Research*, 280(1), 1171–1187. [doi.org/10.1016/j.ejor.2019.08.0111](https://doi.org/10.1016/j.ejor.2019.08.0111)

# Identifizierung und Quantifizierung von Zielkonflikten bei der multikriteriellen Optimierung von dezentralen Energiesystemen

*Ingela Tietze (Hochschule Pforzheim)*

*Lukas Lazar (Hochschule Pforzheim)*

## **Abstract**

Die Energie-, Klima- und Umweltpolitik stehen in ihren Zielvorgaben zur Realisierung von Energieversorgungssicherheit, bezahlbarer Energie, sowie ökologischer Verträglichkeit miteinander in Konflikt. Der Ausbau erneuerbarer Energien, u.a. zur Erfüllung der Klimaziele, erfordert auf Grund deren fluktuierender Erzeugung den Ausbau von Speicherkapazitäten. Dieser Ausbau sowohl der erneuerbaren Energieanlagen als auch der Speicherkapazitäten kann zu erhöhten Ressourcen- und Landverbräuchen, negativen Gesundheitseffekten auf den Menschen sowie zu Biodiversitätsverlusten führen. Durch die Verlagerung von Umweltwirkungen aus der Nutzungsphase (Schwerpunkt bei fossilen Energieträgern) in die Herstellphase der Anlagen (Schwerpunkt bei erneuerbaren Energieträgern) findet darüber hinaus teilweise eine Verlagerung von Emissionen in andere Länder statt. Um aktuelle und zukünftige Zielkonflikte identifizieren, quantifizieren und reduzieren zu können, bedarf es einer umfassenden Entscheidungsunterstützung in der Energiesystemplanung unter Berücksichtigung der Herstell- und der Nutzungsphase der Anlagen. Hierzu wurde ein Planungsinstrument für lokale Energiesysteme entwickelt, das die beiden Methoden der Energiesystemmodellierung und Ökobilanzierung koppelt. Die Zielfunktion umfasst, neben den Systemkosten, 19 Umweltwirkungskategorien (u.a. Klimawandel, Öko- und Humantoxizität, Land- und Ressourcennutzung). Durch die Optimierung nach den einzelnen Indikatoren der ökologischen Nachhaltigkeit und der Kosten werden normierte Distanzen der jeweiligen Optimierung zum möglichen systemischen Minimum gebildet. Die so identifizierten und quantifizierten Zielkonflikte werden den Ergebnissen der multikriteriellen Optimierung mit unterschiedlichen Gewichtungen gegenübergestellt. Erste Ergebnisse für ein exemplarisches Quartier zeigen, dass die Zusammensetzung des Energiemixes je nach Optimierungsziel stark schwankt. Eine Minimierung des Indikators Klimawandel führt zum Ausbau von Wind, Photovoltaik und Batteriespeicher und geht unter den getroffenen Annahmen mit einem immensen Kostenanstieg einher. Eine Kostenoptimierung dagegen ergibt ein System mit Blockheizkraftwerken, Photovoltaik und dem Bezug von Netzstrom mit entsprechend höheren Treibhausgasemissionen. Die Betrachtung der normierten Distanzen der einzelnen Indikatoren zeigt, dass eine multikriterielle Betrachtung die Distanzen im Vergleich zu den singulären Optimierungen insgesamt verringern kann. Nichtsdestotrotz wird eine sukzessive Vorgehensweise empfohlen um das Auftreten von hohen Distanzen in einzelnen oder mehreren Indikatoren mit zu erfassen.



# Quartiersversorgung mit einem Niedertemperatur-Wärmenetz zur Nutzung von Energie aus Grubenwasser

*Tobias Reiners (Ruhr-Universität Bochum)*

## **Abstract**

Für die Versorgung eines neu entstehenden Wohnquartiers steht Grubenwasser als Wärmequelle mit einer Temperatur zwischen 25 °C und 30 °C zur Verfügung. Grubenwasser ist Abwasser aus der Montanindustrie, das auch nach dem aktiven Steinkohlebergbau im Ruhrgebiet zum Schutz des Trinkwassers gehoben wird. Um diese Energie zu erschließen wird ein Kaltwasser-Wärmenetz mit einer Temperatur von 20 °C eingesetzt. Über ein Leitungsnetz wird die Wärme zu den Abnehmern transportiert und in den Gebäuden von Wärmepumpen auf das notwendige Temperaturniveau angepasst. Die Wärmepumpen können die Abnehmer bedarfsgerecht mit Wärme versorgen und arbeiten bei dem Temperaturniveau besonders effizient. Maßgeblichen Einfluss auf den Wärmepreis und die Wettbewerbsfähigkeit dieser Wärmeversorgung hat das Zusammenspiel zwischen Wärmedämmstandard des Quartieres, Auslegung des Wärmenetzes und Effizienz der Wärmepumpen.

# StoOpt – Comparison of deterministic and stochastic optimization approaches in the German electricity and reserve markets

*Christian Furtwängler (Universität Duisburg-Essen)*

*Philip Beran, Christopher Jahns, Arne Vogler, and Christoph Weber (Universität Duisburg-Essen)*

## **Abstract**

The profitable exploitation of asset portfolios in the Central European electricity market has become more challenging in recent years. This is particularly true for combined heat and power (CHP) generation units that are often facing must-run conditions due to heat demands that need to be satisfied. Including the use of flexibility from storage technologies is key to optimize power plant operation margins and therefore it is crucial to adequately account for price uncertainties in the European market design. Stochastic optimization is thus frequently suggested for an optimal bidding and dispatch of said portfolios.

In our contribution, we program a chain of one weekly and five daily two-stage stochastic optimizations with recourse to identify the optimal bidding strategies for CHP portfolios to all relevant markets, including the Central European electricity markets, i.e. hourly day-ahead and quarter-hourly intraday opening auctions, and control reserve markets, i.e. primary, secondary and tertiary reserve auctions. We test our model by means of a rolling-horizon approach on historical data of the year 2016 and contrast our model's performance with regards to objective function improvement and computation time for various numbers of scenarios. We furthermore benchmark the model against its deterministic representation with and without perfect information.

# The Merge of Two Worlds: Integrating Artificial Neural Networks into Agent-Based Electricity Market Simulation

*Christoph Fraunholz (Karlsruher Institut für Technologie)*

## **Abstract**

Machine learning and agent-based modeling are two popular tools in energy research. In this article, we propose an innovative methodology that combines these methods. For this purpose, we develop an electricity price forecasting technique using artificial neural networks and integrate the novel approach into the established agent-based electricity market simulation model PowerACE. In a case study covering ten interconnected European countries and a time horizon from 2020 until 2050 at hourly resolution, we benchmark the new forecasting approach against a simpler linear regression model as well as a naive forecast. Contrary to most of the related literature, we also evaluate the statistical significance of the superiority of one approach over another by conducting Diebold-Mariano hypothesis tests. Our major results can be summarized as follows. Firstly, in contrast to real-world electricity price forecasts, we find the naive approach to perform very poorly when deployed model-endogenously. Secondly, although the linear regression performs reasonably well, it is outperformed by the neural network approach. Thirdly, the use of an additional classifier for outlier handling substantially improves the forecasting accuracy, particularly for the linear regression approach. Finally, the choice of the model-endogenous forecasting method has a clear impact on simulated electricity prices. This latter finding is particularly crucial since these prices are a major results of electricity market models.

# Integrated day-ahead and intraday self-schedule bidding for energy storages using approximate dynamic programming

*Benedikt Finnah (Universität Duisburg-Essen)*

*Jochen Gönsch (Universität Duisburg-Essen)*

*Florian Ziel (Universität Duisburg-Essen)*

## **Abstract**

In most modern energy markets, electricity is traded in advance, and market participants must commit to delivering or consuming a certain amount of energy before the actual delivery. In Germany, two markets with daily auctions coexist. In the day-ahead auction market, the energy is traded in 60-minute time slots, and in the intraday auction market, it is traded in 15-minute time slots. Because of the slow ramp-ups of nuclear and fossil power plants, these price-makers trade mostly in the day-ahead market. Only the residual energy is traded in the intraday market, where the market prices fluctuate substantially more. The fluctuating prices and the expected price difference between these markets can be exploited by fast ramping energy storages. We address the decision problem of an owner of an energy storage who trades on both markets, taking ramp-up times into account. Because the state space of our dynamic programming formulation includes all features of our high-dimensional electricity price forecast, this problem cannot be solved optimally. We solve the problem with multiple approximate dynamic programming algorithms and a benchmark approach, which does not suffer from the curses of dimensionality. We investigate the influence of the price forecast on the expected revenue. Moreover, we demonstrate that it is essential for the dynamic program to capture the high dimensionality of the price forecast to compete with the benchmark approach.

# Evaluating cost-reduction potentials in electrically powered container terminals by using Energy Demand Side Management

*Sebastian Schär (Universität Duisburg-Essen)*

## **Abstract**

Environmental protection and energy efficiency are major topics in seaport management. Serving as an interface of sea and landside, container terminals play an important role in global supply chains. On the one hand, the operators of container terminals are facing pressure on reaching a higher level of throughput by shipping companies, while on the other hand, port-authorities and governments ask for measures for energy saving and emission reduction. Therefore, many container terminals today strive to reduce emissions and energy usage while maintaining or improving the current service level.

One measure for emission reduction in a container terminal is the switch towards electrically powered container handling equipment and renewable energy. The electrification of equipment in container terminals will increase their power demand significantly. Demand Response (DR), as a subsequent part of Energy Demand Side Management programs, aims at modifying consumer behaviour to reduce energy demand during peak-hours to benefit the power supply system as well as reducing energy costs for the terminal operator.

In this paper, we present a mixed-integer linear program for application of DR in container terminals with electric rail-crane systems. The goal is to analyse the cost-reduction potential of participating in DR programs by comparing energy costs under volatile electricity prices and energy costs without DR to support an investment decision. Because of the problem complexity, we use a heuristic approach to determine an energy-minimizing demand schedule first. Afterwards, the schedule is adjusted via MILP to minimize electricity costs while guaranteeing sufficient power supply for normal operation.

# Planung der Wartungsmaßnahmen in Windparks

*André Schnabel (Leibniz Universität Hannover)*

*Carolin Kellenbrink (Leibniz Universität Hannover)*

*Steffen Rickers (Leibniz Universität Hannover)*

## **Abstract**

Windenergieanlagen gewinnen weltweit an Relevanz als Technologie zur emissionsfreien Stromerzeugung. Die Betreiber der häufig in Windparks gruppierten Anlagen stehen vor der Aufgabe, diverse Wartungs- und Reparaturmaßnahmen vorzunehmen. Jede Maßnahme muss innerhalb eines individuellen Zeitfensters durchgeführt werden, um die Verfügbarkeit der betroffenen Anlage gewährleisten zu können. Je nach Qualifikation des entsandten Teams können Maßnahmen auf unterschiedliche Weise umgesetzt werden. Beispielsweise kann eine Reparatur am Rotorblatt einer Anlage entweder am Seil oder durch Einsatz einer Hebebühne erfolgen. Die Wahl der Reparaturvariante beeinflusst neben der erforderlichen Qualifikation, die sich u.a. in den Personalkosten niederschlägt, auch die Dauer des Reparaturvorgangs.

Zur Planung der Wartungsmaßnahmen muss erstens eine Zuordnung der Teams zu den Maßnahmen und zweitens für jedes Team eine Tour derart bestimmt werden, sodass jede Maßnahme durch ein entsprechend qualifiziertes Team abgedeckt wird und der resultierende Plan unter Berücksichtigung der Fahrtzeiten zwischen den Windparks die Personalkosten minimiert.

Das beschriebene Problem wurde als gemischt-ganzzahliges lineares Optimierungsmodell formalisiert. Da es sich um ein NP-schweres Problem handelt und bereits für vergleichsweise kleine Instanzen die benötigte Rechenzeit eines Standard-Solvers bei mehreren Stunden liegt, wurden weitere Lösungsverfahren entworfen und evaluiert. Einerseits wurde ein Spaltengenerierungsansatz entwickelt. Andererseits kann das Problem als Partitionierungs- und Sequenzierungsproblem mit der kommerziellen Software LocalSolver rasch heuristisch gelöst werden. Die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Lösungsansätze für die neue Problemstellung wurde im Rahmen einer umfangreichen numerischen Studie untersucht.

# Ressourcenbeschränkte Projektplanung unter Berücksichtigung ausgehender Stoffströme

*Marco Gehring (Karlsruher Institut für Technologie)*

## **Abstract**

Das ressourcenbeschränkte Projektplanungsproblem (Resource-Constrained Project Scheduling Problem, RCPSP) befasst sich mit der zeitlichen Ablaufplanung eines in Vorgänge untergliederten Projekts, sodass Ressourcenbeschränkungen eingehalten werden und die Projektdauer minimiert wird. In der Literatur sind vielfältige Erweiterungen des RCPSPs für praktische Anwendungsfälle zu finden. So wurde beispielsweise in mehreren Beiträgen der sogenannte kumulative Ressourcentyp verwendet, um Stoffströme zwischen Vorgängen sowie deren Restriktionen in die Problemstellung einzubinden. Es existieren bisher allerdings keine Modelle, die speziell auf ausgehende Stoffströme zugeschnitten sind, wie sie typischerweise während der Ausführung von Rückbauprojekten auftreten. Ausgehende Stoffströme weisen die Besonderheit auf, dass die zu planenden Vorgänge für ihre Verarbeitung nie auf dem kritischen Pfad liegen und somit die Projektdauer nur indirekt aufgrund der Ressourcenbeschränkungen beeinflussen. Im Vortrag wird eine Erweiterung des RCPSPs vorgestellt, die diese Besonderheit formal abbildet. Außerdem wird ein dazu entwickeltes Lösungsverfahren vorgestellt, das die schnelle Erzeugung guter zulässiger Lösungen für entsprechende Probleminstanzen ermöglicht, wie Berechnungen mit Testdatensätzen zeigen.

# The development of a framework to implement a multi-skill variable resource constrained multi project scheduling problem in a multi Department Environment in the retail sector

*Semih Eren Karakilic (Hochschule Darmstadt)*

*Yasemin Arici (Hochschule Darmstadt)*

*Declan O Connor (Cork Institute of Technology), Andreas Thuemmel (Hochschule Darmstadt)*

## **Abstract**

The project selection and scheduling is a growing challenge for many organizations. The retail sector is also affected by the challenge. The reasons for this are multi-layered. On the one hand, this is due to the digitalization of companies, where process chains are becoming increasingly complex. On the other hand, the lifestyle of consumers are changing rapidly, partly due to the influence of commercialization but also digitization. A successful company must be able to adapt and integrate this in order to remain competitive. Consequently, this solves various complex planning issues that need to be handled. Especially as more and more resources and larger capacities are needed for planning. The present problem is a multi-skill variable resource constrained multi project scheduling problem (MSVRCMPSP) in a multi Department Environment.

In our research, we deal with sequence optimization models and resource planning of projects in a multi-departmental environment. The model is divided into two components, prioritization of projects by an evaluation function and scheduling of the multi-skill resource constraint projects with variable durations. In the first step, an evaluation function is developed and applied to prioritize projects based on factors such as income, risk and the priority class of the projects. This evaluation function allows projects to be ranked based on a score point (SP).

Next the projects are scheduled based on priority and then ranking. Mandatory projects which have a negative benefit are given priority and backward planned in order to minimize cost, while forward planning is employed for projects which have a positive benefit. The project rankings ensure that limited resources are optimally employed in a cross-departmental environment.

The algorithm is presented and the results of initial testing are presented.



# Approximate anticipation of base-level reactions by machine learning techniques used to substitute the solving of complex nesting problems

*Aykut Uzunoglu (Universität Augsburg)*

## **Abstract**

In hierarchical production planning systems, complex nesting problems (also known as two-dimensional, highly irregular strip packing problems) often constitute a subordinated problem of a superior scheduling problem, e.g., the serial-batch scheduling problem in metal manufacturing. Here, the top-level scheduling decision includes a batching decision, i.e., the determination of a set of small items to be cut out of a large object. To examine a batch's feasibility, the base-level nesting problem must be solved. Because solving subordinated (nesting) problems is often time consuming even when applying heuristics, it is troublesome to solve it multiple times during solving the superior (scheduling) problem.

Instead, we propose an approximative anticipation of base-level reactions by the application of machine learning techniques (i.e., to approximate the feasibility of a batch by predicting the height of the required strip). To that, we propose a prediction framework to identify the most promising machine learning technique for the prediction (regression) task. For applying these techniques, we propose new feature vectors describing the characteristics of complex nesting problem instances. For training, validation, and testing, we present a new instance generation procedure that uses a set of 6,000 different convex, concave, and complex shapes to generate 88,200 nesting instances. The testing results show that an artificial neural network achieves the lowest expected loss (root mean squared error). Depending on further assumptions, we can report that based on the height predictions, for 98.79% of the nesting instances, the approximate anticipation leads to the correct conclusion regarding batch feasibility.

# Probabilistic short-term Water Demand Forecasting with Lasso

*Jens Kley-Holsteg (Universität Duisburg-Essen)*

## **Abstract**

Water demand is a highly important variable for operational control and decision making. Hence, the development of accurate forecasts is a valuable field of research to further improve the efficiency of water utilities. Focusing on probabilistic multi-step-ahead forecasting, a time series model is introduced, to capture typical autoregressive, calendar and seasonal effects, to account for time-varying variance, and to quantify the uncertainty and path-dependency of the water demand process. To deal with the high complexity of the water demand process a high-dimensional predictor space is applied, which is efficiently tuned by an automatic shrinkage and selection operator (lasso). It allows to obtain an accurate, simple interpretable and fast computable forecasting model, which is well suited for real-time applications. Moreover, as in practice the control of storage capacities for balancing demand peaks or ensuring the smooth operation of pumps is of considerable relevance, the probabilistic forecasting framework allows not only for simulating the expected demand and marginal properties, but also the correlation structure between hours within the forecasting horizon. To appropriately evaluate the forecasting performance of the considered models, the energy score (ES) as a strictly proper multidimensional evaluation criterion, is introduced. The methodology is applied to the hourly water demand data of a German water supplier.

# The $\{0,1\}$ -Knapsack problem with qualitative benefits

*Luca Elias Schäfer (Technische Universität Kaiserslautern)*

## **Abstract**

We consider a variant of the classical knapsack problem, where each item is associated with an integer weight and a qualitative benefit. We define a dominance relation over the feasible subsets of the given item set and show that this relation defines a preorder. We propose a dynamic programming algorithm to compute the entire set of non-dominated solutions and we state two greedy algorithms, which efficiently compute a single non-dominated solution.

# Teilnehmerliste

Herr M. Sc. Ahlfs, Rören	FernUniversität Hagen	soeren.ahlfs@fernuni-hagen.de
Frau M. Sc. Altieri, Lisa	Ruhr-Universität Bochum	lisa.altieri@ee.rub.de
Frau M. Sc. Arici, Yasemin	Hochschule Darmstadt	yasem91@gmx.de
Frau M.Sc. Aufderheide, Verena	Ruhr-Universität Bochum	verena.aufderheide@rub.de
Herr M. Sc. Baur, Niels-Fabian	Stiftung Universität Hildesheim	baur@bwl.uni-hildesheim.de
Herr Dr. Becker, Tristan	RWTH Aachen University	tristan.becker@om.rwth-aachen.de
Herr Prof. Dr. Bertsch, Valentin	Ruhr-Universität Bochum	valentin.bertsch@ee.rub.de
Herr Prof. Dr. Brandenburg, Marcus	Hochschule Flensburg	marcus.brandenburg@hs-flensburg.de
Herr Prof. Dr. Briskorn, Dirk	Bergische Universität Wuppertal	briskorn@wiwi.uni-wuppertal.de
Herr Dr. Dienstknecht, Michael	Bergische Universität Wuppertal	dienstknecht@uni-wuppertal.de
Frau M. Sc. Dohn, Stella	Fraunhofer-Institut Kaiserslautern	stella.dohn@itwm.fraunhofer.de
Herr Drews, Martin Josef	Fairland, Südafrika	mmd-gor@d-netz.co.za
Frau Eickmeyer, Luisa	INFORM GmbH, Aachen	luisa.eickmeyer@inform-software.com
Herr Prof. Dr. Fichtner, Wolf	Karlsruher Institut für Technologie	wolf.fichtner@kit.edu
Herr M. Sc. Fraunholz, Christoph	Karlsruher Institut für Technologie	christoph.fraunholz@kit.edu
Herr Prof. Dr. Fröhling, Magnus	Technische Universität München	magnus.froehling@tum.de
Herr M.Sc. Furtwängler, Christian	Universität Duisburg-Essen	christian.furtwaengler@uni-due.de
Herr M. Sc. Gehring, Marco	Karlsruher Institut für Technologie	marco.gehring@kit.edu
Herr Prof. Dr. Geiger, Martin Josef	Helmut-Schmidt-Universität Hamburg	m.j.geiger@hsu-hh.de
Frau Prof. Dr. Geldermann, Jutta	Universität Duisburg-Essen	jutta.geldermann@uni-due.de
Frau M. Sc. Guo, Riu	Technische Universität Clausthal	riu.guo@tu-clausthal.de
Herr Prof. Dr. Jaehn, Florian	Helmut-Schmidt-Universität Hamburg	florian.jaehn@hsu-hh.de
Herr M. Sc. Karakilic, Semik Eren	Hochschule Darmstadt	s.karakilic@gmx.de
Herr Prof. Dr. Kieckhäfer, Karsten	FernUniversität Hagen	karsten.kieckhaefer@fernuni-hagen.de
Herr M. Sc. Kley-Holsteg, Jens	Universität Duisburg-Essen	jens.kley-holsteg@t-online.de
Herr Dr. Kupfer, Stefan	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg	stefan.kupfer@ovgu.de
Herr Dr. Lange, Dietmar	ICCON GmbH Stuttgart	DrL@ICCON.de
Herr Prof. Dr. Letmathe, Peter	RWTH Aachen	Letmathe@controlling.rwth-aachen.de
Herr Vertr.-Prof. Dr. Loho, Goerg	Universität Kassel	lohomath@gmail.com
Frau M. Sc. Nowak, Christine	Ruhr-Universität Bochum	christine.nowak@ee.rub.de
Frau M. Sc. Pathe, Sophie	Ruhr-Universität Bochum	sophie.pathe@ee.rub.de
Herr M. Sc. Reiners, Tobias	Ruhr-Universität Bochum	tobias.reiners@ee.rub.de
Frau Prof. Dr. Rieck, Julia	Stiftung Universität Hildesheim	rieck@bwl.uni-hildesheim.de
Frau M. Sc. Röntgen, Rea	Bergische Universität Wuppertal	roentgen@wiwi.uni-wuppertal.de

Herr M. Sc. Schäfer, Luca Elias	Technische Universität Kaiserslautern	luca.schaefer@mathematik.uni-kl.de
Herr M. Sc. Schär, Sebastian	Universität Duisburg-Essen	sebastian.schaer@uni-due.de
Frau M. Sc. Schleier, Julia	RWTH Aachen University	julia.schleier@om.rwth-aachen.de
Herr M. Sc. Schnabel, André	Leibniz Universität Hannover	schnabel@prod.uni-hannover.de
Herr Prof. Dr. Siebert, Johannes	Management Center Innsbruck, Austria	johannes.siebert@mci.edu
Frau Prof. Dr. Tietze, Ingela	Hochschule Pforzheim	ingela.tietze@hs-pforzheim.de
Herr M. Sc. Uzunoglu, Aykut	Universität Augsburg	aykut.uzunoglu@wiwi.uni-augsburg.de
Frau Prof. Dr. Volk, Rebekka	Karlsruher Institut für Technologie	rebekka.volk@kit.edu
Herr M. Sc. Voss, Raoul L.	TU Bergakademie Freiberg	raoul-lukas.voss@iec.tu-freiberg.de
Frau Prof. Dr. Werners, Brigitte	Ruhr-Universität Bochum	or@rub.de
Frau M. Sc. Wiesner, Daniela	FernUniversität Hagen	daniela.wiesner@fernuni-hagen.de
Herr M. Sc. Willms, Philipp	Bayer Business Services	philipp.willms@gmail.com
Herr M. Sc. Wolff, Michael	RWTH Aachen	michael.wolff@om.rwth-aachen.de
Herr Prof. Dr. Ziel, Florian	Universität Duisburg-Essen	florian.ziel@uni-due.de

# Organisatorisches

## **Kontaktdaten:**

Lehrstuhl Energiesysteme und Energiewirtschaft, Ruhr-Universität Bochum

Web: <https://www.ee.rub.de/>

Prof. Dr. Valentin Bertsch

Manuela Kötter

Email: [valentin.bertsch@ee.rub.de](mailto:valentin.bertsch@ee.rub.de) / [ee@ee.rub.de](mailto:ee@ee.rub.de) / [manuela.koetter@ee.rub.de](mailto:manuela.koetter@ee.rub.de)

Telefon: +49 (0)234 32 26357

+49 (0)234 32 26046

Mobil: +49 (0)175 921 6986

**Aufgrund der derzeitigen COVID-19-Pandemie findet der ursprünglich für März 2020 geplante Workshop in diesem Jahr als Zoom-Konferenz statt. Unter folgendem Link können Sie sich einwählen und teilnehmen:**

<https://ruhr-uni-bochum.zoom.us/j/98588629390?pwd=WEc3cDJ5VmZHNVNiUUxabjR5UW8zQT09>

Meeting-ID: 985 8862 9390

Passwort: 899711

## **Special Issue:**

Es gibt die Möglichkeit, ein Paper zum Special Issue „Behavioural and Societal Aspects of Decision Making in Energy Systems and Markets“ im Journal *Energies* einzureichen (Guest Editor: Valentin Bertsch). Weitere Informationen dazu finden Sie [hier](#).