



Themenliste zum Seminar „Instrumente des Operations Research“
(inkl. Kurzbeschreibung und jeweils zwei Quellen zur Einstiegsliteratur)

1. Anti-Zyklen-Strategien im Rahmen der Simplex-Methode

Der Simplex-Algorithmus ist ein klassischer Algorithmus zur Lösung linearer Probleme. Hierbei kann jedoch durch primale Degeneration ein zyklisches Verhalten auftreten, wodurch der Simplex-Algorithmus keine Fortschritte mehr macht. Um dieses zyklische Verhalten zu brechen gibt es sogenannte Anti-Zyklen-Strategien.

Aufgabe ist es, das Problem des zyklischen Verhaltens beim Simplex-Algorithmus zu erläutern und unterschiedliche Anti-Zyklen-Strategien für den Simplex-Algorithmus vorzustellen. Diese sind anhand numerischer Beispiele zu exemplifizieren.

Einstiegsliteratur:

Domschke, W., Drexl, A., Klein, R., & Scholl, A. (2015). *Einführung in Operations Research* (9. Aufl.). Berlin/Heidelberg: Springer, ISBN: 9783662482162.

Hollstein, R. (2023). *Optimierungsmethoden: Einführung in die klassischen, naturalogen und neuronalen Optimierungen*. Wiesbaden: Springer, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-39855-2>.

2. Sonderfälle der linearen Optimierung & Schattenpreise im Rahmen des Simplex-Algorithmus

Der Simplex-Algorithmus ist ein klassischer Algorithmus zur Lösung linearer Probleme. Es können jedoch unterschiedliche Sonderfälle auftreten, wie zum Beispiel primale und duale Degeneration. Insb. Die duale Degeneration ist verknüpft mit dem sogenannten dualen Problem eines linearen Programms.

Aufgabe ist es, insbesondere Dualität und duale Degeneration vorzustellen und deren Bedeutung zu erläutern. Darüber hinaus soll vorgestellt werden, wie Simplex-Tableaus zu interpretieren sind, insbesondere mit Bezug auf Schattenpreise, aber auch duale Degeneration.

Einstiegsliteratur:

Domschke, W., Drexl, A., Klein, R., & Scholl, A. (2015). *Einführung in Operations Research* (9. Aufl.). Berlin/Heidelberg: Springer, ISBN: 9783662482162.

Hollstein, R. (2023). *Optimierungsmethoden: Einführung in die klassischen, naturalogen und neuronalen Optimierungen*. Wiesbaden: Springer, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-39855-2>.

3. Suchstrategien beim Simplex Algorithmus

Der Simplex-Algorithmus ist ein klassischer Algorithmus zur Lösung linearer Probleme. Hier können unterschiedliche Suchstrategien für diesen implementiert werden. Als Beispiel kann die Dantzig Regel, die Steepest Edge Regel oder die Devex Regel genannt werden.

Aufgabe ist es, unterschiedliche selbstausgewählte Suchstrategien im Rahmen des Simplex-Algorithmus vorzustellen und diese anhand numerischer Beispiele zu exemplifizieren.

Einstiegsliteratur:

Domschke, W., Drexl, A., Klein, R., & Scholl, A. (2015). *Einführung in Operations Research*. Berlin/Heidelberg: Springer, ISBN: 9783662482162.

Tano, M., Miyashiro, R., & Kitahara, T. (2019). Steepest-edge rule and its number of simplex iterations for a nondegenerate LP. *Operations Research Letters*, 47(3), 151–156, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.orl.2019.02.003>.

4. Die Ellipsoid-Methode der linearen Optimierung

Neben den Simplex-Algorithmus gibt es noch zahlreiche weitere Verfahren zur Optimierung linearer Programme. Als Beispiel können sogenannte Ellipsoid-Algorithmen genannt werden.

Aufgabe ist es, eine selbst ausgewählte Ellipsoid-Methode der linearen Optimierung vorzustellen und anhand eines Beispiels zu exemplifizieren.

Einstiegsliteratur:

Domschke, W., Drexl, A., Klein, R., & Scholl, A. (2015). *Einführung in Operations Research*. Berlin/Heidelberg: Springer, ISBN: 9783662482162.

Alevras, D., & Padberg, M. (2019). *Linear Optimization and Extensions*. Berlin/Heidelberg: Springer, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-642-56628-8>.

5. Der duale Simplex Algorithmus

Neben dem klassischen Simplex-Algorithmus, welcher als primale Variante gilt, gibt es auch noch eine sogenannte duale Variante, welche Eigenschaften der Dualität eines linearen Problems nutzt.

Aufgabe ist es, den dualen Simplex-Algorithmus vorzustellen und seine Besonderheiten herauszuarbeiten. Der Algorithmus ist anhand eines Beispiels zu exemplifizieren.

Einstiegsliteratur:

Domschke, W., Drexl, A., Klein, R., & Scholl, A. (2015). *Einführung in Operations Research*. Berlin/Heidelberg: Springer, ISBN: 9783662482162.

Hollstein, R. (2023). *Optimierungsmethoden: Einführung in die klassischen, naturalogen und neuronalen Optimierungen*. Wiesbaden: Springer, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-39855-2>.

6. Der revidierte Simplex-Algorithmus

Neben dem klassischen Simplex-Algorithmus gibt es zahlreiche Verfahrenserweiterungen. Eine hiervon ist die sogenannte revidierte Variante des Simplex-Algorithmus.

Aufgabe ist es, den revidierten Simplex-Algorithmus vorzustellen und anhand eines Beispiels zu exemplifizieren.

Einstiegsliteratur:

Domschke, W., Drexl, A., Klein, R., & Scholl, A. (2015). *Einführung in Operations Research*. Berlin/Heidelberg: Springer, ISBN: 9783662482162.

Hollstein, R. (2023). *Optimierungsmethoden: Einführung in die klassischen, naturalogen und neuronalen Optimierungen*. Wiesbaden: Springer, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-39855-2>.

7. Gradienten-Suchverfahren in der nichtlinearen Optimierung

Nichtlineare Optimierungsprobleme treten in vielen Bereichen des Operations Research auf, insbesondere wenn Zielfunktionen oder Nebenbedingungen nichtlinear sind. Eine wichtige Klasse von Lösungsverfahren bilden gradientenbasierte Suchverfahren. Diese nutzen Ableitungsinformationen, um iterativ verbesserte Lösungen zu bestimmen. Beispiele hierfür sind das Gradientenverfahren, das Verfahren des steilsten Abstiegs, Newton-Verfahren sowie Quasi-Newton-Verfahren.

Aufgabe ist es, ausgewählte Gradienten-Suchverfahren der nichtlinearen Optimierung vorzustellen und deren Grundidee, Voraussetzungen sowie Konvergenzeigenschaften zu erläutern. Darüber hinaus sollen Unterschiede zwischen einfachen Gradientenverfahren und Newton- bzw. Quasi-Newton-Verfahren herausgearbeitet werden. Die Verfahren sind anhand numerischer Beispiele zu exemplifizieren.

Einstiegsliteratur:

Stein, O. (2021). *Grundzüge der Nichtlinearen Optimierung* (2. Aufl.). Springer Spektrum. [10.1007/978-3-662-62532-3](https://doi.org/10.1007/978-3-662-62532-3).

Kuznetsov, O. (2025). Gradient-based optimization. In *Intelligent systems: From theory to applications: Foundations, search algorithms, and machine learning* (pp. 247–278). Springer Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-032-00044-6_12

8. Schnittebenenverfahren und Gomory Cuts in der ganzzahligen Optimierung

Ganzzahlige Optimierungsprobleme sind häufig schwerer zu lösen als lineare Optimierungsprobleme ohne Ganzzahligkeitsbedingungen. Eine klassische Idee zur Lösung solcher Probleme besteht darin, zunächst die lineare Relaxation zu lösen und anschließend zusätzliche gültige Ungleichungen, sogenannte Cuts, hinzuzufügen. Gomory Cuts sind eine bekannte Klasse solcher Schnittebenen und können aus dem Simplex-Tableau abgeleitet werden, um nicht-ganzzahlige Lösungen der Relaxation auszuschließen, ohne zulässige ganzzahlige Lösungen zu entfernen.

Aufgabe ist es, das Grundprinzip von Schnittebenenverfahren in der ganzzahligen Optimierung zu erläutern und insbesondere Gomory Cuts vorzustellen. Dabei soll erklärt werden, wie Gomory Cuts aus einem Simplex-Tableau konstruiert werden und welche Rolle sie in modernen Branch-and-Cut-Verfahren spielen. Das Verfahren ist anhand eines kleinen numerischen Beispiels zu exemplifizieren.

Einstiegsliteratur:

Alevras, D., & Padberg, M. W. (2001). *Linear Optimization and Extensions: Problems and Solutions*. Berlin/Heidelberg: Springer, <https://doi.org/10.1007/978-3-642-56628-8>.

Marchand, H., Martin, A., Weismantel, R., & Wolsey, L. A. (2002). Cutting planes in integer and mixed integer programming. *Discrete Applied Mathematics*, 123(1–3), 397–446, [https://doi.org/10.1016/S0166-218X\(01\)00348-1](https://doi.org/10.1016/S0166-218X(01)00348-1).

9. Such- und Verzweigungsstrategien beim Branch-and-Bound-Verfahren

Das Branch-and-Bound-Verfahren ist ein zentrales Verfahren zur Lösung ganzzahliger Optimierungsprobleme. Neben der Relaxation und den Schrankenberechnungen spielen insbesondere Such- und Verzweigungsstrategien eine wichtige Rolle für die Leistungsfähigkeit des Verfahrens. Je nach Strategie können sehr unterschiedliche Suchbäume entstehen, wodurch sich Laufzeit und Speicherbedarf erheblich unterscheiden können.

Aufgabe ist es, unterschiedliche Suchstrategien, wie Tiefensuche, Breitensuche und Best-Bound Search, sowie ausgewählte Verzweigungsregeln, wie Strong Branching, Pseudo-Cost Branching oder Reliability

Branching, vorzustellen. Die Strategien sollen hinsichtlich ihrer Vor- und Nachteile diskutiert und anhand eines kleinen ganzzahligen Optimierungsproblems exemplifiziert werden.

Einstiegsliteratur:

Achterberg, T., Koch, T., & Martin, A. (2005). Branching rules revisited. *Operations Research Letters*, 33(1), 42–54, <https://doi.org/10.1016/j.orl.2004.04.002>.

Morrison, D. R., Jacobson, S. H., Sauppe, J. J., & Sewell, E. C. (2016). Branch-and-bound algorithms: A survey of recent advances in searching, branching, and pruning. *Discrete Optimization*, 19, 79–102, <https://doi.org/10.1016/j.disopt.2016.01.005>.

10. Metaheuristische Strategien – Der Ameisenalgorithmus

Es gibt zahlreiche Metaheuristiken, welche zur approximativen Lösung von komplexen Optimierungsproblemen eingesetzt werden können. Ein naturinspiertes Verfahren hierbei ist der sogenannte Ameisenalgorithmus.

Aufgabe ist es, den Ameisenalgorithmus vorzustellen, dessen Einsatzmöglichkeiten literaturbasiert, zu diskutieren und anhand eines selbstgewählten Beispiels zu exemplifizieren.

Einstiegsliteratur:

Dorigo, M., & Gambardella, L. (1997). Ant colony system: a cooperative learning approach to the traveling salesman problem. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 1(1), 53–66. DOI: <https://doi.org/10.1109/4235.585892>.

Hollstein, R. (2023). *Optimierungsmethoden: Einführung in die klassischen, naturanalogen und neuronalen Optimierungen*. Wiesbaden: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-39855-2>.

11. Metaheuristische Strategien – Der Bienenalgorithmus

Es gibt zahlreiche Metaheuristiken, welche zur approximativen Lösung von komplexen Optimierungsproblemen eingesetzt werden können. Ein naturinspiertes Verfahren hierbei ist der sogenannte Bienenalgorithmus.

Aufgabe ist es, den Bienenalgorithmus vorzustellen, dessen Einsatzmöglichkeiten literaturbasiert zu diskutieren, und anhand eines selbstgewählten Beispiels zu exemplifizieren.

Einstiegsliteratur:

Hollstein, R. (2023). *Optimierungsmethoden: Einführung in die klassischen, naturanalogen und neuronalen Optimierungen*. Wiesbaden: Springer, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-39855-2>.

Kaya, E.; Gorkemli, B.; Akay, B.; Karaboga, D. (2022). A review on the studies employing artificial bee colony algorithm to solve combinatorial optimization problems. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 115, 105311. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2022.105311>.

12. Metaheuristische Strategien – Der Genetische Algorithmus

Es gibt zahlreiche Metaheuristiken, welche zur approximativen Lösung von komplexen Optimierungsproblemen eingesetzt werden können. Ein solches Verfahren hierbei ist der sogenannte Genetische Algorithmus.

Aufgabe ist es, den genetischen Algorithmus vorzustellen, dessen Einsatzmöglichkeiten literaturbasiert zu diskutieren, und anhand eines selbstgewählten Beispiels zu exemplifizieren.

Einstiegsliteratur:

Hollstein, R. (2023). *Optimierungsmethoden: Einführung in die klassischen, naturalen und neuronalen Optimierungen*. Wiesbaden: Springer, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-39855-2>.

Shi, Y., Boudouh, T., & Grunder, O. (2017). A hybrid genetic algorithm for a home health care routing problem with time window and fuzzy demand. *Expert Systems with Applications*, 72, 160–176, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2016.12.013>.

13. Metaheuristische Strategien – Partikelschwarmoptimierung

Es gibt zahlreiche Metaheuristiken, welche zur approximativen Lösung von komplexen Optimierungsproblemen eingesetzt werden können. Ein naturinspiriertes Verfahren hierbei ist der sogenannte Partikelschwarmoptimierung.

Aufgabe ist es, die Partikelschwarmoptimierung vorzustellen, dessen Einsatzmöglichkeiten literaturbasiert zu diskutieren, und anhand eines selbstgewählten Beispiels zu exemplifizieren.

Einstiegsliteratur:

Hollstein, R. (2023). *Optimierungsmethoden: Einführung in die klassischen, naturalen und neuronalen Optimierungen*. Wiesbaden: Springer, DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-39855-2>.

García-Nieto, J., Olivera, A. C., & Alba, E. (2013). Optimal cycle program of traffic lights with Particle Swarm Optimization. *IEEE Transactions on Evolutionary Computation*, 17(6), 823–839, DOI: <https://doi.org/10.1109/TEVC.2013.2260755>.

14. Metaheuristische Strategien – Grauer Wolf Algorithmus

Es gibt zahlreiche Metaheuristiken, welche zur approximativen Lösung von komplexen Optimierungsproblemen eingesetzt werden können. Ein naturinspiriertes Verfahren hierbei ist der sogenannte Graue Wolf Algorithmus (Grey Wolf Optimizer).

Aufgabe ist es, den Graue Wolf Algorithmus vorzustellen, dessen Einsatzmöglichkeiten literaturbasiert, zu diskutieren und anhand eines selbstgewählten Beispiels zu exemplifizieren.

Einstiegsliteratur:

Mirjalili, S., Mirjalili, S., & Lewis, A. (2024). Grey Wolf Optimizer. *Advances in Engineering Software*, 69, 46-61, <https://doi.org/10.1016/j.advengsoft.2013.12.007>.

Hollstein, R. (2023). *Optimierungsmethoden: Einführung in die klassischen, naturalen und neuronalen Optimierungen*. Wiesbaden: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-39855-2>.

15. Metaheuristische Strategien – Spinnenwespen Algorithmus

Es gibt zahlreiche Metaheuristiken, welche zur approximativen Lösung von komplexen Optimierungsproblemen eingesetzt werden können. Ein naturinspiriertes Verfahren hierbei ist der sogenannte Spinnenwespen Algorithmus (Spider Wasp Optimizer).

Aufgabe ist es, dieses Verfahren vorzustellen, dessen Einsatzmöglichkeiten literaturbasiert, zu diskutieren und anhand eines selbstgewählten Beispiels zu exemplifizieren.

Einstiegsliteratur:

Abdel-Basset, M., Mohamed, R., Jameel, M. (2023). Spider wasp optimizer: a novel meta-heuristic optimization algorithm. *Artificial Intelligence Review*, 56, 11675–11738, <https://doi.org/10.1007/s10462-023-10446-y>

Hollstein, R. (2023). *Optimierungsmethoden: Einführung in die klassischen, naturalogen und neuronalen Optimierungen*. Wiesbaden: Springer. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-39855-2>.

16. Metaheuristische Strategien – Iterated Greedy Search

Es gibt zahlreiche Metaheuristiken, welche zur approximativen Lösung von komplexen Optimierungsproblemen eingesetzt werden können. Ein solches Verfahren ist die sogenannte Iterated Greedy Search.

Aufgabe ist es, dieses Verfahren vorzustellen, dessen Einsatzmöglichkeiten literaturbasiert, zu diskutieren und anhand eines selbstgewählten Beispiels zu exemplifizieren.

Einstiegsliteratur:

Stützle, T., Ruiz, R. (2018). Iterated Greedy. In: Martí, R., Pardalos, P., Resende, M. (eds). *Handbook of Heuristics*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-07124-4_10.

Ruiz, R., & Stützle, T. (2007). A simple and effective iterated greedy algorithm for the permutation flowshop scheduling problem. *European Journal of Operational Research*, 177(3), 2033-2049, <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.12.009>.