



Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik,
insb. Operations Research

Prof. Dr. Guido Schryen

Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Universität Paderborn

Leitfaden zur Erstellung von Abschlussarbeiten

Juli 2021

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| 1. Grundsätzliches | 3 |
| 1.1. Intention des Leitfadens | 3 |
| 1.2. Was ist das Ziel meiner Arbeit? | 3 |
| 2. Themenvergabe | 3 |
| 2.1. Was sind die Voraussetzungen für meine Arbeit? | 3 |
| 2.2. Wie erhalte ich ein Thema der Arbeit? | 4 |
| 3. Organisation und Verlauf | 5 |
| 3.1. Welche Schritte lassen sich bei der Erstellung einer Abschlussarbeit unterscheiden? . . | 5 |
| 3.2. Frühe Literaturarbeit | 6 |
| 4. Die schriftliche Ausarbeitung | 7 |
| 4.1. Wie ist eine wissenschaftliche Arbeit aufgebaut? | 7 |
| 4.2. Wie sollte ich meine schriftliche Ausarbeitung strukturieren und welche Art von Inhalten sind notwendig? | 8 |
| 4.3. Welchen Schreibstil sollte ich verwenden? | 15 |
| 4.4. Gibt es Vorlagen zur Erstellung meiner Arbeit? | 15 |
| 4.5. Wie zitiere ich und wie verwalte ich meine Literatur? | 16 |
| 5. Wie wird meine Arbeit bewertet? | 16 |
| A. Literaturdatenquellen | 20 |

1. Grundsätzliches

1.1. Intention des Leitfadens

Dieses Dokument ist ein Leitfaden für Studierende zur Erstellung von wissenschaftlichen Arbeiten (vor allem Bachelor- und Masterarbeiten) am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Operations Research der Universität Paderborn. Der Fokus dieses Leitfadens liegt auf der Anfertigung von Arbeiten im Bereich Operations Research – im Folgenden mit *OR* abgekürzt –, viele Hinweise haben aber auch allgemeingültigeren Charakter und können auch in anderen Disziplinen Hilfestellung leisten.

Dieser Leitfaden soll ein ständiger Begleiter für Studierende bei der Anfertigung ihrer ersten wissenschaftlichen Arbeit(en) sein, als organisatorischer Kompass dienen und helfen, häufige Fehler zu vermeiden, effizient zu arbeiten und eine qualitativ hochwertige Arbeit zu erstellen. **Kurz gesagt: Lesen und berücksichtigen Sie dieses Dokument, sodass viele Fragen bereits beantwortet sind, Sie vor häufig auftretenden Fehlern und Irrtümern bewahrt werden und konkrete Empfehlungen erhalten.**

Dieser Leitfaden hat keinen prüfungsrechtlichen Charakter und enthält keine prüfungsrechtlichen Hinweise. Hierzu sei auf die (für den jeweiligen Studiengang) geltenden prüfungsrechtlichen Dokumente wie Prüfungsordnung, Studienordnung usw. verwiesen, die die rechtlich bindenden Dokumente darstellen und Informationen zu prüfungsrechtlichen Voraussetzungen, Anmeldeprozeduren und Fristen beinhalten. Bitte lesen Sie diese Dokumente im eigenen Interesse!

1.2. Was ist das Ziel meiner Arbeit?

Durch das Verfassen einer wissenschaftlichen (Abschluss-)Arbeit sollen Sie als Studierende zeigen, dass Sie dazu in der Lage sind, die in der für Sie geltenden Prüfungsordnung formulierten Anforderungen zu erfüllen. Dabei sollen der Prozess und seine Ergebnisse transparent, korrekt, vollständig und prägnant dokumentiert werden. Die Bedeutung dieser Anforderungen wird in den nachfolgenden Sektionen dieses Leitfadens deutlicher.

2. Themenvergabe

2.1. Was sind die Voraussetzungen für meine Arbeit?

Zunächst gelten alle Voraussetzungen der für Sie gültigen Prüfungsordnung. Darüber hinaus sollten Sie großes Interesse am OR, eine hohe Motivation und ein starkes Engagement zeigen. Diese intrinsischen Antriebe sind wesentliche Faktoren für eine gute Arbeit und erlauben es Ihnen idealerweise auch, Ihre Forschungsarbeit gern durchzuführen.

Die Anfertigung Ihrer Arbeit innerhalb der vorgesehenen Frist verlangt, dass Sie sich der Arbeit als Hauptbeschäftigung widmen und den mit Abstand größten Teil Ihrer wöchentlichen Arbeitszeit in die Arbeit investieren. Wenn Sie diese Zeit nicht aufbringen können, bestärken wir Sie darin zu prüfen, ob Sie die Arbeit in einem späteren Zeitraum schreiben sollten.

Um eine Arbeit im OR erfolgreich anzufertigen zu können, benötigen Sie Fachwissen aus dem OR. Dieses können Sie mit dem erfolgreichen Besuch der folgenden Veranstaltungen an der Universität Paderborn nachweisen:

- Bachelorarbeit
 - „*Methoden des Operations Research*“ UND
 - „*OR Lab A*“ ODER „*Studienarbeit Operations Research*“
- Masterarbeit
 - „*Advanced Models and Methods of Operations Research*“ UND
 - „*OR Lab B*“ ODER „*Seminar Operations Research*“

Hinweis: Um eine Masterarbeit anzufertigen, ist es zwar hilfreich, aber nicht notwendig, die oben im Bachelorbereich aufgeführten Veranstaltungen besucht zu haben.

Sollten Sie einige der o. g. Veranstaltungen der Universität Paderborn nicht (erfolgreich) besucht haben (z. B. weil Sie einen Auslandsaufenthalt absolviert haben), können Sie alternativ die Kenntnisse auch in anderen Veranstaltungen (z. B. zur Optimierung) erwerben. In diesem Fall ist der Nachweis (z. B. in Form von detaillierten Inhaltsbeschreibungen der besuchten Veranstaltungen) erforderlich, dass Sie sich Kenntnisse der jeweiligen Themen anderweitig erfolgreich angeeignet haben.

2.2. Wie erhalte ich ein Thema der Arbeit?

Sie können sich entweder um ein Thema bewerben, das wir auf unserer Webseite (www.misor.org, Bereich *Teaching*) ausschreiben, oder uns einen eigenen Themenvorschlag unterbreiten. Je nach Variante unterscheiden sich die Prozedere wie folgt:

Ausgeschriebene Arbeit Sie müssen sich schriftlich bewerben. Ihre Bewerbung um eine ausgeschriebene Arbeit muss die folgenden Dokumente beinhalten: Lebenslauf, aktueller Notenauszug, Bewerbungs- und Motivationsschreiben. Das Schreiben sollte Ihr Interesse an der jeweiligen Arbeit begründen und dokumentieren, inwiefern Sie die in der Ausschreibung angegebenen inhaltlichen Voraussetzungen erfüllen. Bitte senden Sie Ihre vollständige Bewerbung an den in der Ausschreibung angegebenen Ansprechpartner. Bei Fragen zu den Themen sprechen Sie bitte vor einer Bewerbung den jeweiligen Ansprechpartner an.

Eigener Themenvorschlag Wenn Sie eigene Ideen für eine Arbeit haben, die sich oftmals in Kooperation mit Unternehmen ergeben, dann senden Sie vor einem Besprechungstermin eine Beschreibung (1 Seite) Ihres Vorhaben (Problemstellung, Zielsetzung, Methodik, Modelle und Methoden) an den Mitarbeiter/die Mitarbeiterin des Lehrstuhls, der/die thematisch dem Gebiet nahe steht; Interessengebiete der Mitarbeiter/innen entnehmen Sie bitte deren jeweiligen Profilen auf der Lehrstuhlwebsite. Senden Sie Ihr Schreiben zeitgleich **nur an eine/n** Mitarbeiter/in. Sprechen Sie ggf. erst im Anschluss eine/n andere/n Mitarbeiter/in an. Bewerbungen, die an mehrere Mitarbeiter/innen gerichtet werden, lehnen wir ab, da wir dann von einem wenig zielgerichteten Vorgehen ausgehen müssen.

Sie erhalten in jedem Fall zeitnah eine Mitteilung von uns, ob Ihre Bewerbung bzw. Ihr Themenvorschlag bei uns auf Interesse stößt. Im positiven Fall vereinbaren wir mit Ihnen ein erstes persönliches Gespräch.

Nach dem persönlichen Gespräch verfassen Sie bitte ein **erstes Exposé** (ca. 2-3 Seiten), das die Problemstellung, Zielsetzung und Methodik sowie die wichtigste Literatur (ca. fünf Quellen) skizziert. Falls Sie bereits ein kurzes Exposé im Rahmen eines eigenen Themenvorschlags eingereicht haben, kann dieses als Basis dienen, muss aber basierend auf den Besprechungen mit dem Betreuer der Arbeit überarbeitet und verfeinert werden. Sofern der Betreuer Ihr Exposé angenommen hat, gilt dies als Betreuungszusage und Sie können Sie sich mit der Themenstellung vertieft vertraut machen.

3. Organisation und Verlauf

3.1. Welche Schritte lassen sich bei der Erstellung einer Abschlussarbeit unterscheiden?

1. **Vorarbeit:** Nach der Betreuungszusage, für die ein erstes Exposé notwendig ist (s. Abschnitt 2.2) erfolgt in Abstimmung mit dem/der Betreuer/in eine Überarbeitung und Weiterentwicklung. Dieses überarbeitete, zweite Exposé ist das finale und dient als inhaltliche Rahmenvereinbarung und Orientierung für Sie und uns.
2. **Anmeldung:** Nach Abstimmung des Exposés mit dem/der Betreuer/in melden Sie ihre Arbeit offiziell über PAUL an (siehe dazu: https://www.uni-paderborn.de/fileadmin/paul-info/Anleitungen/Kurzanleitung_Anmeldung_von_Abschlussarbeiten.pdf). Die Ihnen nach der Anmeldung zur Verfügung stehende Bearbeitungszeit ist in der für Sie geltenden Prüfungsordnung festgelegt.
3. **Bearbeitung und Anfertigung der schriftlichen Ausarbeitung:** Die Bearbeitung des Themas der Abschlussarbeit hängt in ihrem konkreten Verlauf von der individuellen Problemstellung ab und sollte in regelmäßiger Abstimmung mit dem/der Betreuer/in erfolgen.

Besprechen Sie dabei insbesondere die Planung der Anfertigung der schriftlichen Ausarbeitung und berücksichtigen Sie dabei, dass dies ein kontinuierlicher, inkrementeller Prozess ist, mit dem Sie bereits frühzeitig beginnen sollten. Sprechen Sie mit Ihrem/Ihrer Betreuer/in frühzeitig ab, ob einzelne Teile der Arbeit vorab gelesen werden können, um Feedback zu erhalten.

Berücksichtigen Sie während der gesamten Phase der Bearbeitung und Anfertigung Ihrer Ausarbeitung den Bezug zum Exposé.

Der Literaturarbeit kommt eine besonders hohe Bedeutung zu. Beachten Sie daher die Hinweise im Abschnitt 3.2 zur frühen Phase der Literaturarbeit sowie die detaillierten Erläuterungen zur allgemeinen Literaturarbeit im Abschnitt 4.2.3).

Planen Sie vor der Abgabe der schriftlichen Ausarbeitung ein, dass diese von mindestens einer außenstehenden Person Korrektur gelesen werden sollte.

4. **Abgabe:** Die Abgabe der Arbeit muss innerhalb der vorgegebenen Frist erfolgen, die in der für Sie gültigen Prüfungsordnung festgelegt ist. Die Abgabe der Arbeit erfolgt über das Prüfungssekretariat, an das Sie sich bitte bei allen prüfungsgrechtlichen Fragen wenden. Bitte fügen Sie Ihrer

schriftlichen Arbeit auch einen elektronischen Datenträger bei (z. B. CD, DVD, USB-Stick) oder geben Sie uns einen Ordner in der Sciebo-Cloud frei (wir akzeptieren keine anderen Clouds!), der alle zur Nachvollziehbarkeit der Arbeit benötigten Dokumente, mindestens aber die folgenden Dokumente beinhaltet:

- pdf-Äquivalent Ihrer schriftlichen Ausarbeitung
- Alle Dateien, die zur Generierung des pdfs notwendig sind, insb. Word- oder \LaTeX -Dateien, Literatur-Dateien, Grafik-Dateien
- Ausführbare Programme und Skripte, die Sie geschrieben oder verwendet haben, sowie deren Quellcode
- Input- und Output-Daten (so wie Sie in den verwendeten Programmen eingelesen und erzeugt wurden)
- Analysedokumente wie z. B. Excelsheets für die Berechnung von Kennzahlen, die zur Konstruktion der pdf-Datei erforderlich sind

3.2. Frühe Literaturarbeit

Da eine profunde Kenntnis der Literatur eine notwendige Voraussetzung für die Anfertigung einer guten Arbeit ist („sine qua non“), Sie aber üblicherweise noch nicht (gut) vertraut mit dem zu bearbeitenden Themengebiet sein dürften, ist eine systematische Herangehensweise sehr nützlich. In der Regel ist die Literatur sehr umfangreich und Sie werden auch am Ende Ihrer Arbeit nicht die gesamte Literatur identifiziert und gesichtet haben können. Ihr Ziel sollte aber sein, die wesentliche Literatur zu kennen. Um sich vor einer umfangreichen Literaturrecherche (s. Kapitel 4.2) einen ersten Überblick über die wesentlichen Konzepte des zu bearbeitenden Themengebiets zu verschaffen, empfehlen wir Ihnen folgende Aktivitäten:

- Lesen Sie selbstverständlich die Literatur, die Ihnen Ihr(e) Betreuer(in) empfiehlt.
- Identifizieren und lesen Sie am Anfang (oftmals existierende) Literatur-Reviews zu Ihrem Thema. Diese strukturieren das Themengebiet, informieren über den inhaltlichen „State-of-the-art“, vermitteln die Terminologie und stellen mit dem Literaturverzeichnis oft eine exzellente Basis für weitere Literatur zur Verfügung.
- Identifizieren Sie Grundlagenwerke (oftmals (Lehr-)Bücher und Buchkapitel) zu Ihrem Themengebiet. Sie werden diese Werke nicht vollumfänglich lesen können, aber Sie sollten sich einen Überblick über die Struktur des Gebiets verschaffen und später diejenigen Stellen vertieft lesen, die für Ihre Zwecke wichtig sind.
- Schauen Sie in einschlägigen Enzyklopädien (z. B. von Gass & Fu (2013), Cochran et al. (2011), Adam (2008) und Ravindran (2016)) und in Lehrwerken (z. B. von Hillier & Lieberman (2014), Domschke et al. (2015), Werners (2013), Zimmermann (2008) und Taha (2017)) zum Operations Research nach zentralen Begriffen, Konzepten und Literatur, die zu Ihrem Thema passen.

- Erstellen Sie sich eine Übersicht über die wesentliche Literatur, indem Sie die jeweiligen Quellen dokumentieren bzgl. ihrer inhaltlichen Schwerpunkte, Vor- und Nachteile sowie Eignung für Ihre Arbeit.
- Wir empfehlen Ihnen nachdrücklich die Nutzung eines Programms zur Literaturverwaltung (z. B. Citavi, Jabref, Mendeley usw.), das kompatibel zu Ihrem Textverarbeitungssystem ist. Damit lassen sich die Quellen nicht nur aufwandsarm in ihr Dokument einfügen, sondern auch die o. g. Quellendokumentation kann damit (z. B. mittels Kommentarfeldern) durchgeführt werden.

Das oben beschriebene Vorgehen stellt eine erste, aber sehr wichtige Phase bei der Suche nach Literatur dar. Sie werden im Verlauf der Anfertigung Ihrer Arbeit weitere, dann oftmals detaillierte Literaturrecherchen durchführen müssen. Hierzu finden Sie weitere Hinweise im Kapitel 4.2.

Nach der Durchführung der oben genannten Schritte sollten Sie nun in der Lage sein, Ihr Themengebiet grob zu strukturieren und Ihre konkreten Zielsetzungen in die Literatur-Landschaft grob einzuordnen. Es empfiehlt sich, Ihre Struktur mit Hilfe von Mindmaps zu visualisieren, um jederzeit einen aktuellen Überblick über das Themengebiet zur Hand zu haben. Diese Mindmaps sollten im Verlauf der Arbeit überarbeitet werden, da Sie durch die Lektüre weitergehender Literatur sukzessive einen besseren Einblick in Ihr Themengebiet erhalten.

4. Die schriftliche Ausarbeitung

4.1. Wie ist eine wissenschaftliche Arbeit aufgebaut?

Bevor wir Ihnen Ratschläge zur Anfertigung Ihrer Arbeit geben, geben wir Ihnen einige Referenzen zu Forschungsartikeln, die zwar keine Abschlussarbeiten sind und die eine deutlich höhere Komplexität als Abschlussarbeiten aufweisen, aber an denen Sie sich bzgl. des Aufbaus, der sachlogischen Argumentation („roter Faden“), der Terminologie, den Elementen einer Arbeit (Abbildungen, Tabellen, Literaturverzeichnis, Anhänge usw.) und des Schreibstils orientieren können: „Beispiele sagen oft mehr als tausend Worte.“

Beachten Sie bitte, dass es keine einzig richtige Art gibt, eine Forschungsarbeit zu verfassen und die konkrete Gestaltung auch stark von der Art der Arbeit abhängt. Im OR stellen die Kategorien *Literatur-Review*, *mathematisch-methodologische Arbeit*, *experimentelle Arbeit* und *Fallstudienarbeit* wichtige Typen von Forschungsarbeiten dar, denen sich auch Abschlussarbeiten oft zuordnen lassen.

Literatur-Reviews Sie stellen eine Synthese der Literatur zu einem abgegrenzten Thema zur Verfügung, identifizieren Forschungslücken und schlagen konkrete Pfade für die zukünftige Forschung vor. Beispiele stellen die Arbeiten von Mou et al. (2018), Allahverdi (2015), Koç & Laporte (2018) dar.

Mathematisch-methodologische Arbeiten Bei diesen Arbeiten stehen die Entwicklung eines mathematischen Modells und/oder die Entwicklung von Methoden zur Lösung der Modelle sowie mathematische Beweise im Vordergrund. Teilweise enthalten solche Arbeiten auch Computerexperimente, diese stehen aber eher im Hintergrund. Beispiele stellen die Arbeiten von Khazaei et al. (2017), Barro & Canestrelli (2016) dar.

Experimentelle Arbeiten Diese Arbeiten weisen Ähnlichkeiten zu mathematisch-methodologischen Arbeiten auf, da auch hier eine Entwicklung von Modellen und/oder Methoden erfolgt, aber darüber hinaus deren experimentelle Evaluierung deutlich intensiver und umfangreicher als bei mathematisch-methodologischen Arbeiten erfolgt. Probleminstanzen der Experimente werden in der Regel selbst generiert oder stammen von meist öffentlich verfügbaren Instanzbibliotheken (wie z. B. *TSPLIB* für das Traveling Salesman Problem). Beispielhaft lassen sich die Arbeiten von Jiang et al. (2017), Petit & Trapp (2019) und Rauchecker & Schryen (2019b) nennen.

Fallstudien Bei diesen Arbeiten steht die Anwendung von Modellen und Methoden auf einen oder mehrere reale Anwendungsfälle im Vordergrund. Beispiele stellen die Arbeiten von Jónasson et al. (2017) und Dijk et al. (2019) dar.

Ihre Arbeit können Sie sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache verfassen, bedenken Sie aber dabei, dass Sie die Sprache wählen sollten, in der Sie (wissenschafts)sprachlich versierter sind. Bei Masterarbeiten ist die Verwendung der englischen Sprache besonders wünschenswert.

4.2. Wie sollte ich meine schriftliche Ausarbeitung strukturieren und welche Art von Inhalten sind notwendig?

Auch wenn die detaillierte Struktur von der Art Ihrer Arbeit (Literatur-Review usw.), vom Themengebiet und von den Vorgaben Ihres Betreuers/Ihrer Betreuerin abhängen sollte, gibt es einige Struktureigenschaften, die sich (vor allem) in OR-Arbeiten bewährt haben.

Ihrer Arbeit sollte formal alle prüfungsrechtlich notwendigen Informationen (siehe die für Sie jeweils geltende Prüfungsordnung) enthalten. Dazu gehören u. a. das Deckblatt und eine eidesstattliche Versicherung. Des Weiteren sollten Sie am Anfang der Arbeit Verzeichnisse (Inhaltsverzeichnis, Tabellenverzeichnis, Abbildungsverzeichnis, Abkürzungsverzeichnis) einfügen. Dabei ist es zur Aufwandsreduktion und Vermeidung von Inkonsistenzen sehr empfehlenswert, die von modernen Textverarbeitungsprogrammen angebotenen Funktionalitäten zur automatisierten Erstellung von Verzeichnissen zu nutzen. Hinweise zu Vorlagen und Textverarbeitungsprogrammen finden sich im Abschnitt 4.4

Der Hauptteil Ihrer Arbeit kann beispielsweise nach folgender Struktur (die Namen der Kapitel sind arbeitsspezifisch zu wählen) gegliedert sein, wobei Sie diese mit Ihrem Betreuer/Ihrer Betreuerin absprechen sollten und sich ggf. andere Strukturen anbieten:

1. Kurz-Zusammenfassung (Abstract)
2. Einleitung
3. Literaturübersicht
4. Problembeschreibung und mathematische Modellierung
5. Forschungsmethode, Verfahren und Beweise
6. Evaluierung
7. Diskussion

8. Schlussbemerkungen

Zu den o. g. Teilen Ihrer Arbeit geben wir Ihnen nachfolgend detaillierte Hinweise, die insbesondere auch die Prozesse betreffen, die sich zur Erstellung des jeweiligen Teils anbieten.

4.2.1. Kurz-Zusammenfassung (Abstract)

Die Zusammenfassung sollte eine halbe Seite nicht überschreiten und (analog zu publizierten Forschungsarbeiten) prägnant die adressierte Problemdomäne, das konkret behandelte Problem, die Zielstellung(en) bzw. inhaltlichen Beiträge der Arbeit, die Vorgehensweise sowie die Kernergebnisse beinhalten. Als erste Orientierung kann das nachfolgende Beispiel (Rauchecker & Schryen 2019a) dienen:

In disaster operations management, a challenging task for rescue organizations occurs when they have to assign and schedule their rescue units to emerging incidents under time pressure in order to reduce the overall resulting harm. Of particular importance in practical scenarios is the need to consider collaboration of rescue units. This task has hardly been addressed in the literature. We contribute to both modeling and solving this problem by (1) conceptualizing the situation as a type of scheduling problem, (2) modeling it as a binary linear minimization problem, (3) suggesting a branch-and-price algorithm, which can serve as both an exact and heuristic solution procedure, and (4) conducting computational experiments – including a sensitivity analysis of the effects of exogenous model parameters on execution times and objective value improvements over a heuristic suggested in the literature – for different practical disaster scenarios. The results of our computational experiments show that most problem instances of practically feasible size can be solved to optimality within ten minutes. Furthermore, even when our algorithm is terminated once the first feasible solution has been found, this solution is in almost all cases competitive to the optimal solution and substantially better than the solution obtained by the best known algorithm from the literature. This performance of our branch-and-price algorithm enables rescue organizations to apply our procedure in practice, even when the time for decision making is limited to a few minutes. By addressing a very general type of scheduling problem, our approach applies to various scheduling situations.

4.2.2. Einleitung

Die Einleitung sollte (literaturgestützt) Folgendes leisten:

1. Beschreibung des übergeordneten Themengebiets (z. B. Entscheidungsunterstützung im Katastrophenmanagement) mit seiner Definition und Relevanz
2. Beschreibung des von Ihnen adressierten Teilgebiets (z. B. Koordination von Rettungskräften durch professionelle Rettungsorganisationen während der „Response-Phase“ des Katastrophenmanagements) und seine Einordnung in das übergeordnete Themengebiet
3. Motivation und Beschreibung der von Ihnen zu bearbeiteten Forschungsfragen(en) (z. B. „Wie lässt sich die Integration von Spontanhelfern in die Einsatzpläne von professionellen Rettungsorganisationen mit Hilfe von Entscheidungsmodellen und Optimierungsmethoden unterstützen, die dabei die informationelle Unsicherheit und den hohen Zeitdruck bei Entscheidungen berücksichtigen?“)

4. Erläuterung der konkreten Beiträge und Methoden Ihrer Arbeit (z. B. Erstellung eines stochastischen Optimierungsmodells, Entwicklung und Implementierung von metaheuristischen Lösungsverfahren, experimentelle Validierung von Effizienz, Effektivität und Robustheit der vorgeschlagenen Modelle/Methoden mit Hilfe von empirischen Daten, softwaretechnische Integration der entwickelten Methodik in einen Prototypen eines Entscheidungsunterstützungssystems)
5. Skizzierung des Aufbaus der Arbeit

4.2.3. Literaturübersicht

Die Erstellung der Literaturübersicht beinhaltet die Aufgaben der Literatursuche, -auswertung und -darstellung. Auch wenn dieser Leitfaden keinen Anspruch darauf erhebt, den Prozess umfänglich zu beschreiben (siehe dazu z. B. (Levy & Ellis 2006, Schryen 2015, Fink 2019, Webster & Watson 2002), beachten Sie dabei bitte die nachfolgenden Hilfestellungen.

Literatursuche und -auswertung Nachdem Sie sich einen ersten Überblick über Ihr Themengebiet und seine Strukturen verschafft haben (s. o.), ist eine umfangreiche und damit auch methodische Literatursuche erforderlich. Einen möglichen Suchprozess und wichtige Typen von Datenquellen für Literatur stellt Abbildung 1 dar.

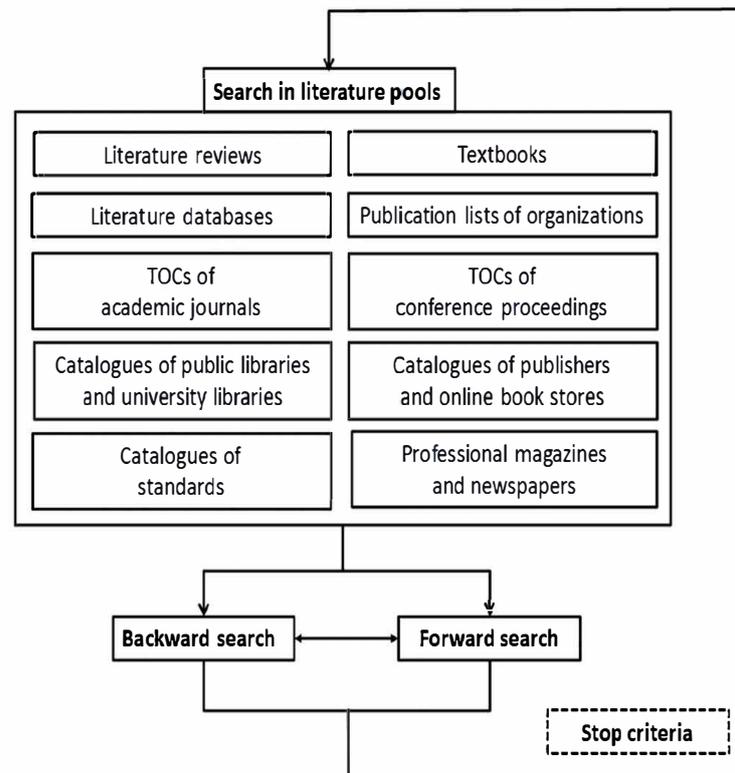


Abbildung 1: Zyklische Literatursuche (Schryen 2015)

Die Abbildung stellt einen iterativen Prozess dar, in dem Sie zunächst diverse Literaturdatenquellen (s. Anhang A) durchsuchen, indem Sie beispielsweise eine Stichwortsuche durchführen oder sich

die Inhaltsverzeichnisse (table of contents, TOC) von Zeitschriften ansehen. Für jeden identifizierten Literaturbeitrag sollten Sie sich nun den Titel und den Abstract ansehen, um seine mögliche Relevanz beurteilen zu können. Dabei können Sie in der Regel schon viele Beiträge ausschließen. Wenn Sie sich unsicher sind, dann lesen Sie den Beitrag „quer“. Für jeden der übrig gebliebenen Literaturbeiträge sollten Sie nun i) die Referenzlisten auf relevante „andere Literatur analysieren (*backward search*) und ii) Literatur identifizieren, die diesen Literaturbeitrag zitiert (*forward search*). *Backward search* und *forward search* werden von einigen Literatursuchportalen wie z. B. *GoogleScholar* und *Web of Science* unterstützt. Nach der ersten Iteration werden Sie eine Reihe von noch unberücksichtigten Literaturbeiträgen identifiziert haben, für die Sie den oben geschilderten Suchprozess in einer weiteren Iteration durchlaufen sollten. Sie werden auch nach Durchführung sehr vieler Iterationen keine Vollständigkeit bzgl. der relevanten Literatur erzielen können, aber sollten mit dem Vorgehen die wichtigsten Quellen identifizieren können. Um zu entscheiden, wann Sie den Suchprozess stoppen können, ist folgender Rat hilfreich (Levy & Ellis 2006, S. 192):

Leedy and Ormrod (2005) noted that one common rule of thumb is that the search is near completion when one discovers that new articles only introduce familiar arguments, methodologies, findings, authors, and studies. Thus, when reading a new literature piece, if one will get the feeling that I've seen this (or something similar to it) before (Leedy & Ormrod, 2005, p. 82), it may suggest that the literature search is near completion. The end of the search can also be indicated when no new citations are discovered and articles cited in newly discovered literature have already been reviewed.

Den identifizierten Literaturkorpus sollten Sie nun lesen, was einen beträchtlichen, aber notwendigen Teil Ihres Arbeitsprozesses ausmacht. Dabei sollten Sie kontinuierlich die Landschaft der Beiträge in eine Mindmap (s. Abschnitt 3.2) einordnen, was Ihnen die systematische Darstellung erleichtert (s. u.). Auch nach Beendigung des oben geschilderten, systematischen Suchprozesses können in späteren Phasen Ihrer Arbeit noch relevante Literaturbeiträge identifiziert werden.

Beachten Sie bitte, dass Sie ausschließlich relevante Literatur berücksichtigen sollten. Das Ziel besteht nicht in der Maximierung der Quellenanzahl, sondern im Nachweis, dass Sie die wesentliche(n) Literatur und Ergebnisse identifiziert haben und zwischen relevanten und weniger relevanten Quellen differenzieren können. Auch eine Arbeit mit z. B. weniger als 20 Referenzen kann mit *sehr gut* bewertet werden, solange die wesentlichen enthalten sind.

Literaturdarstellung Bei der Darstellung der Literatur sollten Sie darauf achten, die Literatur primär konzeptzentrisch (nicht autorzentrisch) und über ihre pure Existenz hinaus mit ihren Kerninhalten (insb. Modelle, Methoden, Ergebnisse) darzustellen. Folgende Darstellungen sind **nicht** geeignet:

Autor A hat eine Studie zu X, Y durchgeführt, Autor B hat eine Analyse von Y, Z gemacht, Autor C hat sich Thema Z gewidmet. (autorzentrische Darstellung)

Das Problem X wurde in der Literatur vielfach untersucht (Quellen $A_1, \dots, A_n, \dots, F_1, \dots, F_r$)
 ... (keine Kerninhalte)

Vielmehr sollten Sie zunächst eine inhaltliche Konzeption (also X,Y,Z) finden, die sich zur strukturierten Darstellung der Literatur(ergebnisse) eignet (s. hierzu auch das Mindmapping oben). Beschreiben Sie die Literatur und Ihre Kerninhalte entlang dieser Konzepte (Teilgebiete) z. B. im Sinn von

Zu X hat die Studie von A gezeigt, dass . . . Im Bereich von Y haben die Analysen von A und B ergeben, dass . . . Bzgl. Z hat die Studie von C gezeigt, dass . . .

Im Bereich des OR können die Konzepte z. B. Arten von mathematischen Problemformulierungen (Lineare Optimierung (LP), Nicht-lineare Optimierung (NLP), Gemischt-ganzzahlige Optimierung (MILP)), Entscheidungssituationen (Entscheidung unter Sicherheit, Entscheidung unter Risiko, Entscheidung unter Unsicherheit) Typen von Schedulingproblemen (single machine, parallel machine, flowshop, jobshop, openshop) oder Algorithmustypen sein. Mehrere Konzepte können strukturerweiternd auch hierarchisch miteinander kombiniert werden. Wird beispielsweise eine zweistufig-konzeptzentrische Darstellung verwendet, bei der die Art der Modellformulierung das Konzept erster Stufe und der Algorithmustyp das Konzept zweiter Stufe ist, so könnte eine (konzeptzentrische und inhaltspezifische) Darstellung formuliert werden im Sinn von

Modellformulierungen für das Problem X mittels LPs wurden für Größenordnungen von . . . optimal gelöst mit Hilfe dynamischer Optimierung (Quellen A_1, \dots, A_n) und branch-and-cut-Ansätzen (Quellen B_1, \dots, B_m), während heuristische Lösungsverfahren (Quellen C_1, \dots, C_p) Instanzen der Größe gelöst haben, indem Evolutionäre Algorithmen (Quellen D_1, \dots, D_q), Simulated Annealing (Quellen E_1, \dots, E_r) und Tabu Search (Quellen F_1, \dots, F_r) eingesetzt wurden. Im Bereich der nichtlinearen Modellierung (NLP) wurden als exakte Verfahren

Die konzeptzentrische Darstellung der Literatur gibt auch Hinweise, in welche Unterabschnitte Sie ihre Literaturdarstellung gliedern können. Nachdem Sie die Literatur wie oben beschrieben dargestellt haben, erläutern Sie nun idealerweise, zu welchem/n der skizzierten Konzepte bzw. Teilgebiete Sie welche Beiträge leisten möchten. Es ist durchaus legitim, sich hierbei auf genau ein Teilgebiet und genau einen Beitrag zu fokussieren.

4.2.4. Problembeschreibung und mathematische Modellierung

Im OR wird oftmals ein Anwendungsproblem adressiert und mit einem mathematischen Modell, meist zur Optimierung oder Simulation, abgebildet. In diesem Kapitel soll zum einen eine Darstellung des Anwendungsproblems (falls ein solches existiert) erfolgen, zum anderen ein daraus abgeleitetes mathematisches Modell beschrieben werden. Gehen Sie dabei detailliert darauf ein, inwiefern das Modell Ihr Anwendungsproblem abbildet (z. B. inwiefern das Ziel des Anwendungsproblems mit der/den Zielfunktion/en abgebildet wird, inwiefern die Anforderungen im Anwendungsproblem durch mathematische Restriktionen abgebildet werden). Bei einer mathematisch-methodologischen Arbeit ist hier detailliert der mathematische Kontext (z. B. graphentheoretisches Modell, spieltheoretisches Modell, Simulationsmodell) darzulegen.

4.2.5. Forschungsmethode, Verfahren und Beweise

Falls Sie eine mathematisch-methodologische Arbeit verfassen, würden Sie in diesem Kapitel Ihre mathematischen (z. B. Theoreme) und methodologischen Beiträge (z. B. Algorithmen) formulieren und deren mathematische Eigenschaften beweisen. In den meisten Fällen werden Sie im OR keine rein mathematisch-methodologische Arbeit verfassen, sondern einen Anwendungsbezug haben. Man unterscheidet dann zwischen zwei methodologischen Komponenten. Zum einen wird damit der „makroskopische Forschungsprozess“ (Hillier & Lieberman 2014, Kapitel 2) adressiert, der beschreibt, wie die Phasen eines OR-Projekts (Problemdefinition, Datenakquise, Modellformulierung, Methodenauswahl und -entwicklung usw.) abgedeckt werden. Die Beschreibung dieses Prozesses ist insbesondere dann wichtig, wenn man empirische Daten erhebt, eine empirische Evaluierung durchführt (z. B. Befragung von Praktikern zur Qualität der Ergebnisse) oder auf eine andere Art mit Dritten wie z. B. Unternehmen kooperiert. Bei rein literaturbezogenen Arbeiten würden Sie hier vor allem Methoden zur Literaturidentifizierung (wo und wie Sie gesucht haben) und -Codierung (wie Sie die einzelnen Artikel analysiert haben) beschreiben. Bei eigenen Implementierungen und Computerexperimenten ist in jedem Fall die Beschreibung der angewendeten OR-Verfahren (z. B. Evolutionäre Algorithmen, dynamische Optimierung) notwendig. Dies bezeichnen wir hier als „mikroskopischen“ Prozess. Dabei beachten Sie bitte, dass Sie kein Tutorial für die angewendeten Verfahren verfassen sollen und davon ausgehen können, dass der Leser die Prinzipien der Verfahren kennt – wesentliche Quellen zu den Verfahren sollten Sie dennoch angeben –, sondern dokumentieren, wie Sie die Verfahren zur Lösung ihres Modells angewendet haben (z. B. welche Codierung und Operatoren haben Sie beim Genetischen Algorithmus verwendet, welche Definition einer Nachbarschaft haben Sie bei lokalen Suchverfahren verwendet). Es bietet sich hier oft an, Pseudocode-Darstellungen zu verwenden.

4.2.6. Evaluierung

Die Evaluierung Ihrer Artefakte (Modelle, Methoden, Implementierungen usw.) kann unterschiedlich erfolgen. Bei rein mathematisch-methodologischen Arbeiten kann dieser Schritt in der Regel entfallen, wenn Sie Ihre Beweise bereits dargelegt haben. Bei Computer-basierten Experimenten sollten Sie hier die informationstechnologische Umgebung, die Parametrisierung von Verfahren, die Datensituation, die Ihren Experimenten zugrunde liegt, und Ihre erzielten Ergebnisse beschreiben.

Informationstechnologische Umgebung Hier sollen Sie nicht Ihren Programmiercode beschreiben, sondern prägnant Informationen zur verwendeten Software- und Systemumgebung und Ihrer Implementierung (z. B. Java, C++, Gurobi, Schnittstellen und Bibliotheken, Compiler, Betriebssystem, Open Source-Software, Software und Systeme Dritter), Hardwareumgebung (z. B. Anzahl und Art der Prozessoren und Grafikkarten, eingebettete Systeme wie Automotive- oder Sensorsysteme) und ggf. Netzwerkumgebungen (z. B. Ethernet, WiFi, Bluetooth) zur Verfügung stellen. Bei der Evaluierung Ihrer Artefakte im Rahmen ihrer Integration in ein übergeordnetes Gesamtsystem, sollten Sie auch diese Integration hier kurz beschreiben. Softwaretechnische Artefakte (z. B. Programmiercode, ausführbaren Code, UML-Diagramme) sollten in den Anhang oder auf einen elektronischen Datenträger ausgelagert werden, den Sie bitte der Arbeit beilegen und auf den Sie

im schriftlichen Teil geeignet referenzieren. Im Einzelfall kann es sinnvoll sein, solche Elemente auch im Hauptteil aufzuführen, wenn ihnen eine besonders wichtige Bedeutung zukommt.

Parametrisierung Oftmals werden parametrisierte Verfahren eingesetzt, deren Parameterwerte (z. B. Anzahl von Iterationen) zu spezifizieren sind. Beschreiben und begründen Sie die Wahl der Parameterwerte. In der Regel ist es sinnvoll, dieselben Daten (s. u.) mit unterschiedlichen Parameterwerten den Verfahren zu unterziehen (Robustheit). In diesem Fall beschreiben Sie bitte, welche Parameter Sie mit welchen Werten getestet haben (z. B. Anzahl der Iterationen = 100, 200, . . . , 1000).

Datensituation Prinzipiell lassen sich mehrere Arten der Datenverwendung unterscheiden, die auch miteinander kombiniert werden können.

- Sie können empirische Daten verwenden, die Sie entweder selbst erheben (Primärdaten) oder die von Dritten erhoben und zur Verfügung gestellt wurden (Sekundärdaten). Beschreiben Sie die verwendeten Datenquellen und ggf. die Erhebungsprozeduren. Beachten Sie bitte auch (datenschutz)rechtliche Einschränkungen bei der Verwendung von Daten, wobei Abschlussarbeiten in der Regel diesbezüglich keine Probleme darstellen, da sie aufgrund Ihres prüfungsrechtlichen Charakters nicht öffentlich zugänglich gemacht werden (dürfen) und Vertraulichkeitserklärungen (z. B. Non-disclosure Agreements) mit Dritten geschlossen werden können. Bei Unklarheiten wenden Sie sich bitte an Ihre(n) Betreuer(in). Der Vorteil empirischer Daten liegt in ihrem hohen Anwendungsbezug, der Nachteil oftmals in der Fokussierung auf einen (temporalen, geographischen, domänenbezogenen, . . .) Kontext.
- Für einige Optimierungsprobleme existieren Benchmark-Instanzen, die Sie für Ihre Experimente nutzen können und für die oftmals optimale oder zumindest bestbekannte Lösungswerte zur Verfügung gestellt wurden. Beispiele stellen *TSPLIB* für „Traveling Salesman Probleme“, *PSPLIB* für „Projekt Scheduling Probleme“ und *MIPLIP* für gemischt-ganzzahlige Optimierungsprobleme dar. Die Probleminstanzen können in der Regel über standardisierte Dateiformate eingelesen werden. Der Vorteil besteht in der Vergleichbarkeit Ihrer Ergebnisse mit denen anderer Forscher. Der Nachteil liegt in der Limitierung auf die vorgegebenen Instanzen.
- Sie können Daten und Probleminstanzen auch selbst generieren, indem Sie z. B. Parameterwerte der Instanzen wie z. B. Strecken, Zeiten und Kosten nach zu beschreibenden Mechanismen festlegen. Hier werden oftmals (Pseudo)Zufallszahlen mit Hilfe der Simulation stochastischer Verteilungen genutzt. Die Vorteile bestehen in der großen Flexibilität der Datengenerierung und der Nutzbarkeit der Eigenschaften stochastischer Verteilungen zum Nachweis theoretischer Eigenschaften, der Nachteil liegt oftmals in der fehlenden Vergleichbarkeit der eigenen Ergebnisse mit denen anderer Forscher und in der Notwendigkeit des Nachweises der Praxisrelevanz der generierten Daten.

Ergebnisse Beschreiben Sie bei Computerexperimenten ihre Ergebnisse prägnant, indem Sie geeignete Kennzahlen der deskriptiven Statistik, geeignete Abbildungen und Tabellen verwenden. Beachten Sie dabei, dass alle relevanten Zielgrößen (z. B. Lösungsqualität, Laufzeiten, Anzahl generierter Knoten in einem Branch-and-bound-Baum, Klassifikationsgüte) berücksichtigt werden und es um die Darstellung der wesentlichen Resultate geht. Dokumente detaillierter Auswertungen fügen

Sie bitte in den Anhang Ihrer Abschlussarbeit ein. Beachten Sie bitte, dass bei der Darstellung der Ergebnisse (ihrer Experimente und ggf. anderer Forscher) noch keine Interpretation und Diskussion der Ergebnisse erfolgen soll. Sie legen für deren Interpretation hier die ergebnisbezogene Basis.

4.2.7. Diskussion

In diesem Kapitel sollten Sie die erzielten Ergebnisse vor dem Hintergrund Ihrer in der Einleitung formulierten Forschungsfragen herstellen. Beachten Sie bitte, dass auch bei der Diskussion eine objektive Sichtweise einzunehmen ist, d. h. diskutieren Sie z. B. in welchen Situationen Ihre Ergebnisse besser und in welchen schlechter sind als solche, die in der Literatur verfügbar sind. Es geht hier nicht um das Marketing für Ihre Arbeit, sondern eine gute Diskussion legt Stärken und Schwächen der eigenen Ergebnisse dar.

4.2.8. Schlussbemerkungen

Sie sollten Ihre Arbeit mit einem Kapitel beenden, das die Arbeit mit ihrer Zielsetzung, Methodik, Ergebnissen und Interpretationen kurz zusammenfasst. Des Weiteren empfehlen wir Ihnen, die wesentlichen Limitierungen Ihrer Arbeit (z. B. hinsichtlich verwendeter Daten, mathematischer oder domänenbezogener Annahmen) aufzuzeigen. Dabei geht es nicht darum, Limitierungen zu bagatellisieren oder zu dramatisieren, sondern die Rahmenbedingungen aufzuzeigen, unter denen Ihre Ergebnisse entstanden sind. Aus den Limitierungen ergeben sich oftmals auch konkrete Pfade für zukünftige Forschungsaktivitäten, von denen Sie die wichtigsten hier skizzieren sollten. Abschließend fügen Sie den schriftlichen Anhang zu (bitte auch hier Gliederungsebenen verwenden) und fügen ggf. einen elektronischen Datenträger hinzu.

4.3. Welchen Schreibstil sollte ich verwenden?

Der Schreibstil in wissenschaftlichen Arbeiten unterscheidet sich stark von denen anderer Dokumententypen wie Zeitungsartikel, Belletristik oder populärwissenschaftliche Artikel. Ein wissenschaftlicher Schreibstil (im OR) ist prägnant, verwendet keine „blumigen“ oder umgangssprachlichen Formulierungen, ist konsistent bei der Terminologie (auf Synonyme möglichst verzichten) und verwendet nur Abkürzungen, die entweder allgemein bekannt sind (wie beispielsweise „z. B.“, „u. a.“, „i. e.“) oder vorher eingeführt wurden. Dieser Leitfaden ist jedoch keine Einführung in das wissenschaftliche Schreiben. Dazu und zum wissenschaftlichen Arbeiten sei auf die Fülle an allgemeiner Literatur zur Erstellung von Abschlussarbeiten hingewiesen (z.B. Theisen (2017), Gerstmann (2021)). Wir empfehlen Ihnen vor allem, sich die Schreibstile in wissenschaftlichen OR-Artikeln anzusehen, sodass Sie rasch eine Orientierung erhalten sollten.

4.4. Gibt es Vorlagen zur Erstellung meiner Arbeit?

Wir stellen Ihnen ein Word- und ein \LaTeX -Template zur Verfügung. Aufgrund der Stärken von \LaTeX bei der Erstellung mathematischer Arbeiten empfehlen wir Ihnen aber dessen Verwendung; dieser

Leitfaden ist übrigens mit \LaTeX verfasst worden. Softwarepakete (z. B. *MiKTeX*, *TeX Live*) sowie Editoren für Windows und Linux (z. B. *TeXnicCenter*, *TeXMaker*, *Kile*) und Online-Editoren (z. B. *Overleaf*: zur Nutzung des Overleaf-Servers der Universität siehe <https://hilfe.uni-paderborn.de/Overleaf>) stehen im Internet umfangreich und kostenfrei zur Verfügung.

4.5. Wie zitiere ich und wie verwalte ich meine Literatur?

Wir erwarten keine Nutzung eines spezifischen Stils für Zitationen und das Literaturverzeichnis. Ihre Angaben sollten allerdings konsistent, vollständig und fehlerfrei sein. Wir empfehlen Ihnen, einen weit verbreiteten Stil zu verwenden, der gut dokumentiert ist und von Literaturverwaltungsprogrammen unterstützt wird; in diesem Leitfaden verwenden wir z. B. einen Harvard-Zitationsstil (Variante *Australian Government Publications*). Sie können sich auch an Stilen orientieren, die in einschlägigen OR-Zeitschriften verwendet werden (s. dazu die Autoreninformationen auf den Webseiten der Zeitschriften). Die Verwendung eines Literaturverwaltungsprogramms (z. B. Citavi, Jabref, Docear, Endnote) empfehlen wir Ihnen aus mehreren Gründen:

- Sie können damit Ihre Literatur systematisch organisieren.
- Sie können Referenzen aus den meisten Literaturdatenbanken und -suchportalen in ein Format exportieren, das Ihnen den leichten Import in Ihr Literaturverwaltungsprogramm ermöglicht.
- Sie können die gängigen Textverarbeitungssysteme (insb. Word und \LaTeX) so nutzen, dass Ihre Referenzen und Ihr Literaturverzeichnis im gewünschten Stil automatisch erstellt und aktualisiert werden.

Von besonderer Bedeutung ist die Einhaltung der Regeln guter wissenschaftlicher Praxis beim Zitieren. Dazu gehört, dass Sie alle wörtlich oder sinngemäß übernommenen Inhalte entsprechend als Zitate kennzeichnen oder referenzieren. Damit begegnen Sie auch jeglichem Plagiatsverdacht. Ausführliche Hinweise zum Zitieren finden sich beispielsweise in diesem Zitierleitfaden (<https://www.ub.tum.de/zitierleitfaden>). Beschränken Sie sich bei Verweisen auf die Literatur möglichst auf lokal eingrenzbare Inhalte und Argumentationen in Ihrer Arbeit (z. B. Absatz, Modell, Grafik) und vermeiden Sie unbedingt Ausführungen, in denen Sie lange Textpassagen (mehrere Absätze oder gar Seiten) auf eine oder mehrere Referenzen zurückführen. Dies führt oftmals zu langen Reformulierungen von Ausführungen in anderen Quellen und kann daher kaum als Eigenleistung interpretiert werden.

5. Wie wird meine Arbeit bewertet?

Die Arbeit wird gemäß der Vorgaben der für Sie gültigen Prüfungsordnung bewertet. Als Qualitätskriterien ziehen wir vor allem inhaltliche und formale Kriterien heran. Inhaltliche Kriterien beinhalten vor allem den sachlogischen Aufbau der Arbeit sowie die Qualität und Vollständigkeit der oben genannten einzelnen Komponenten einer Arbeit. Die adäquate Berücksichtigung der oben beschriebenen Vorgehensweisen stellen damit eine wesentliche Säule für die Bewertung der Qualität Ihrer Arbeit dar. Formale Kriterien umfassen u. a. die Qualität des (wissenschaftlichen) Sprachstils, der Orthographie, der Interpunktion, der/des korrekten, vollständigen und konsistenten Zitation/Literaturverzeichnisses, der

Kennzeichnung aus anderen Quellen entweder wörtlich oder sinngemäß übernommener Inhalte, der formalen und sprachlichen Sorgfalt und der optischen Erscheinungsform der Arbeit sowie des Leseflusses.

Wir beziehen auch die Eigenständigkeit und Eigeninitiative bei der Erstellung der Arbeit mit ein.

References

Literatur

- Adam, F. (2008), *Encyclopedia of decision making and decision support technologies*, IGI Global, Hershey, London.
- Allahverdi, A. (2015), 'The third comprehensive survey on scheduling problems with setup times/costs', *European Journal of Operational Research* **246**(2), 345–378.
- Barro, D. & Canestrelli, E. (2016), 'Combining stochastic programming and optimal control to decompose multistage stochastic optimization problems', *OR Spectrum* **38**(3), 711–742.
- Cochran, J. J., Cox, L. A., Keskinocak, P., Kharoufeh, J. P. & Smith, J. C. (2011), *Wiley Encyclopedia of Operations Research and Management Science: 8 Volume Set*, Wiley, Hoboken.
- Dijk, B., Santos, B. F. & Pita, J. P. (2019), 'The recoverable robust stand allocation problem: a gru airport case study', *OR Spectrum* **41**(3), 615–639.
- Domschke, W., Drexl, A., Klein, R. & Scholl, A. (2015), *Einführung in Operations Research*, 9th edn, Springer Gabler, Berlin, Heidelberg.
- Fink, A. (2019), *Conducting research literature reviews: From the internet to paper*, 5th edn, SAGE Publications, London.
- Gass, S. I. & Fu, M. C., eds (2013), *Encyclopedia of Operations Research and Management Science*, Kluwer Academic Publishers, Boston, Dordrecht, London.
- German Academic Association for Business Research (VHB) (n.d.), 'VHB-JOURQUAL3', <http://vhbonline.org/vhb4you/jourqual/vhb-jourqual-3/teiltrating-or/>.
- Gerstmann, M. (2021), *Wissenschaftliches Arbeiten*, Kohlhammer Verlag.
- Hillier, F. & Lieberman, G. (2014), *Introduction to Operations Research*, 10th ed., international student edition edn, McGraw-Hill Education, New York.
- Jiang, R., Shen, S. & Zhang, Y. (2017), 'Integer programming approaches for appointment scheduling with random no-shows and service durations', *Operations Research* **65**(6), 1638–1656.
- Jónasson, J. O., Deo, S. & Gallien, J. (2017), 'Improving hiv early infant diagnosis supply chains in sub-saharan africa: Models and application to mozambique', *Operations Research* **65**(6), 1479–1493.
- Khazaei, J., Coulon, M. & Powell, W. B. (2017), 'Adapt: A price-stabilizing compliance policy for renewable energy certificates: The case of srec markets', *Operations Research* **65**(6), 1429–1445.
- Koç, Ç. & Laporte, G. (2018), 'Vehicle routing with backhauls: Review and research perspectives', *Computers & Operations Research* **91**, 79–91.
- Levy, Y. & Ellis, T. J. (2006), 'A systems approach to conduct an effective literature review in support of information systems research.', *Informing Science* **9**, 181–212.
- Mou, S., Robb, D. J. & DeHoratius, N. (2018), 'Retail store operations: Literature review and research directions', *European Journal of Operational Research* **265**(2), 399–422.
- Petit, T. & Trapp, A. C. (2019), 'Enriching solutions to combinatorial problems via solution engineering', *INFORMS Journal on Computing* **31**(3), 429–444.
- Rauchecker, G. & Schryen, G. (2019a), 'An exact branch-and-price algorithm for scheduling rescue units during disaster response', *European Journal of Operational Research* .
- Rauchecker, G. & Schryen, G. (2019b), 'Using high performance computing for unrelated parallel machine scheduling with sequence-dependent setup times: Development and computational evaluation of a parallel branch-and-price algorithm', *Computers & Operations Research* (104), 338–357.
- Ravindran, A. R. (2016), *Operations research and management science handbook*, Crc Press, Boca Raton, London, New York.
- Schryen, G. (2015), 'Writing qualitative is literature reviews ? guidelines for synthesis, interpretation and guidance of research', *Communications of the AIS* **37**(Art 12), 286–325.
- Taha, H. A. (2017), *Operations Research: An Introduction*, global edn, Pearson, Essex.

- Theisen, M. R. (2017), *Wissenschaftliches Arbeiten: Erfolgreich bei Bachelor-und Masterarbeit*, Vahlen.
- Webster, J. & Watson, R. T. (2002), 'Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review', *MIS Quarterly* **26**(2), xiii–xxiii.
- Werners, B. (2013), *Grundlagen des Operations Research: Mit Aufgaben und Lösungen*, Springer, Berlin, Heidelberg.
- Zimmermann, H.-J. (2008), *Operations Research: Methoden und Modelle. Für Wirtschaftsingenieure, Betriebswirte, Informatiker*, Friedr. Vieweg & Sohn Verlag, Wiesbaden.

A. Literaturdatenquellen

| Database | URL | Provider |
|---|---|---|
| AIS Electronic Library (AISEL) | http://aisel.aisnet.org/ | Association for Information Systems (AIS) |
| INFORMS Conference Presentation Database, INFORMS ACI Database | https://www.informs.org/Find-Research-Publications/Searchable-Databases | Institute for Operations Research and the Management Sciences (INFORMS) |
| International Federation for Information Processing (IFIP) - Digital Library | http://dl.ifip.org/ | International Federation for Information Processing |
| EBSCO host* | http://search.ebscohost.com http://www.ebscohost.com/ | EBSCO Information Services |
| Web Of Science | http://wokinfo.com | Thomson Reuters |
| ScienceDirect | http://www.sciencedirect.com/ | Elsevier |
| Scopus | http://www.scopus.com/ | Elsevier |
| ABI/INFORM | http://www.proquest.com/products-services/abi_inform.html | ProQuest |
| JSTORE | http://www.jstor.org/ | Ithaka Harbors |
| Google scholar | http://scholar.google.de/ | Google |
| Microsoft Academic Search | http://academic.research.microsoft.com/ | Microsoft |
| IEEE Xplore Digital Library | http://ieeexplore.ieee.org | Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) |
| ACM Digital Library | http://dl.acm.org/ | Association for Computing Machinery (ACM) |
| *EBSCO host provides access to a variety of databases, including Business Source Premier, EconLit, and MLA International Bibliography | | |

Tabelle 1: Literaturdatenbanken

Listen von OR-Zeitschriften finden sich u. a. in Zeitschriften-Rankings (z. B. VHB-JOURQUAL 3) (German Academic Association for Business Research (VHB) n.d.) sowie auf den Seiten von nationalen und internationalen OR-Gesellschaften (wie z. B. GOR, IFORS, EURO, INFORMS). Zu den wichtigsten OR-Zeitschriften gehören die in Tabelle 2 gelisteten.

| |
|--|
| 4OR |
| Journal of Decision Systems |
| Annals of Operations Research |
| Journal of Economic Dynamics Control |
| Artificial Intelligence |
| Journal of Forecasting |
| Asia-Pacific Journal of Operational Research |
| Journal of Heuristics |
| Central European Journal of Operations Research |
| Journal of Operations Management |
| Computers and Operations Research |
| Journal of Revenue and Pricing Management |
| Computers in Industry |
| Journal of Risk and Uncertainty |
| Decision Sciences |
| Journal of Scheduling |
| Decision Support Systems |
| Journal of the Operational Research Society |
| Discrete Applied Mathematics |
| Logistics Research |
| EURO Journal on Transportation and Logistics |
| Management Information Systems Quarterly |
| European Journal of Operational Research |
| Managerial and Decision Economics |
| Flexible Services and Manufacturing Journal |
| Manufacturing |
| Service Operations Management |
| Group Decision and Negotiation |
| Mathematical Methods of Operations Research |
| IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics |
| Mathematical Programming |
| IIE Transactions |
| Mathematics of Operations Research |
| Information Systems Research |
| Naval Research Logistics |
| INFORMS Journal on Computing |
| Operations Research |
| Interfaces |
| Operations Research Letters |
| International Journal of Forecasting |
| OR Spectrum |
| International Journal of Information Technology Decision Making |
| SIAM Journal on Computing |
| International Journal of Operations |
| Production Management |
| System Dynamics Review |
| International Journal of Operations Research |
| Transportation Research Part B: Methodological |
| International Journal of Production Economics |
| Transportation Science |
| International Journal of Production Research |

Tabelle 2: Ausgewählte OR-Zeitschriften