



Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover

Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät

Institut für Wirtschaftsinformatik

**Mathematische Optimierung im IT-Projekt-
Portfoliomanagement: Erweiterung, Implementierung
und Bewertung eines mathematischen
Optimierungsmodells für die
Portfoliozusammenstellung**

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades „Master of Science
(M.Sc.)“ im Masterstudiengang Wirtschaftswissenschaft der
Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Leibniz Universität
Hannover

vorgelegt von:

Valentin Schinnerling

Matrikelnummer:

Geboren am:

in:

Prüfer: Prof. Dr. M. H. Breitner

Betreuerin: Christin Karrenbauer,

Fenja Schulte

Datum: Hannover, den 20.10.2023



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis.....	IV
1. Einleitung	1
2. Theoretische Grundlagen.....	3
2.1. IT-Projekt Portfolio Management	3
2.2. Mathematische Optimierung	5
3. Design Science Research	7
3.1. Literaturrecherche	8
3.1.1. Definition des Überprüfungsumfangs	9
3.1.2. Konzeptualisierung des Forschungsthemas	10
3.1.3. Literaturrecherche.....	10
3.1.4. Literaturanalyse & Forschungsagenda	11
3.2. Experteninterviews	11
3.2.1. Akquise der Experten	12
3.2.2. Durchführung der Interviews	12
3.2.3. Auswertung der Interviews	14
3.3. Evaluation.....	15
4. Vorgehensmodelle zur Portfoliozusammenstellung	16
4.1. Ergebnisse aus der Literatur.....	16
4.1.1. Die Projektevaluation	16
4.1.2. Die Projektauswahl.....	18
4.1.3. Zwei-phasige Portfolioselektionsmodelle	19
4.2. Ergebnisse aus den Experteninterviews.....	24
5. Klassifizierung, Relevanz und Darstellung von Projektinterdependenzen	29
5.1. Ergebnisse aus der Literatur.....	29
5.1.1. Typen von Projektinterdependenzen	29
5.1.2. Relevanz der Berücksichtigung.....	32
5.1.3. Darstellung von Projektinterdependenzen in mathematischen Optimierungsmodellen	33
5.2. Ergebnisse aus den Experteninterviews.....	37
6. Erweiterung eines mathematischen Optimierungsmodells zur Portfoliozusammenstellung	38
6.1. Erweiterung des Modells	38

Inhaltsverzeichnis

6.2.	Evaluation des erweiterten Optimierungsmodells	43
6.3.	Implementierung und Zahlenbeispiel	44
7.	Diskussion	47
7.1.	Vergleich der Ergebnisse	47
7.2.	Mathematische Optimierungsmodelle im ITPPM	49
7.3.	Methodik.....	50
8.	Limitation	51
9.	Fazit und Ausblick	51
10.	Literaturverzeichnis.....	53

1. Einleitung

Der Einsatz von Informationstechnologie (IT) in Unternehmen hat heutzutage strategische Relevanz und einen wesentlichen Einfluss auf die Performance von Unternehmen (vgl. Archibald, 2003; Cho & Shaw, 2013; Wallenhorst, 2023). Erkennbar ist der Einfluss, den IT auf die Unternehmenswelt hat, an den weltweiten Ausgaben im IT-Bereich. Gartner prognostiziert für das Jahr 2023 weltweite Ausgaben im IT-Bereich von 4,7 Billionen US Dollar. Dabei seien vor allem Trends in Richtung Automatisierung zu verzeichnen (vgl. Gartner, 2023a). So scheinen beispielsweise die Auswirkungen von künstlicher Intelligenz (KI) auf die Unternehmenswelt von großem Interesse zu sein. KI ist nicht nur an der Spitze von Gartners ‚hype cycle for emerging technologies‘, sondern wird laut Gartner (2023c) auch bis 2026 von 80% der Finanzteams großer Unternehmen genutzt.

Aufgrund der zunehmenden Relevanz der IT und der damit verbundenen Ausgaben ist es für Unternehmen heute wichtig, diese Ausgaben sowie die Projekte des IT-Bereichs zu managen (vgl. Cho & Shaw, 2013). Das IT-Projekt Portfolio Management (ITPPM) ist dabei dafür verantwortlich, IT-Projekte zu bewerten, auszuwählen und zu managen. IT-Projekte weisen eine hohe Dynamik, eine hohe Komplexität aufgrund von Abhängigkeiten von vielen verschiedenen Faktoren und damit einhergehende Unsicherheiten auf. Daher sind Prozesse des ITPPM für Unternehmen herausfordernd (vgl. Karrenbauer & Breitner, 2020).

Aufgrund des limitierten Budgets für den IT-Bereich ist zu klären, welche IT-Projekte durchzuführen sind (vgl. Cho & Shaw, 2013; Karrenbauer & Breitner, 2020). Die auszuwählenden Projekialternativen konkurrieren dabei um die Ressourcen eines Unternehmens (vgl. Archer & Ghasemzadeh, 1999). Bei der Auswahl der IT-Projekte und dadurch der Zusammenstellung des IT-Portfolios gibt es viele Faktoren zu beachten. Das Portfolio soll dabei so zusammengestellt werden, dass es hilft, Unternehmensziele zu erreichen und die Wettbewerbsfähigkeit zu gewährleisten (vgl. Mohagheghi et al., 2019). Außerdem sind bei der Bewertung der Projekte viele verschiedene Kriterien zu berücksichtigen, dabei handelt es sich sowohl um qualitative als auch um quantitative Kriterien (vgl. Archer & Ghasemzadeh, 1999). Die Existenz von Projektinterdependenzen, also von Beziehungen, in denen verschiedene Projekte zueinanderstehen können, erschwert die Projektauswahl noch weiter (vgl. Meier et al., 2017). Es bedarf also eines Auswahlverfahrens, welches dabei hilft, das IT-Portfolio bestmöglich zusammenzustellen. Mohagheghi et al. (2019) stellen einige solcher Auswahlverfahren vor. Einige in der Forschung diskutierte Auswahlverfahren nutzen dabei mathematische Optimierungsverfahren. Diese zielen im Bereich der Portfoliozusammenstellung darauf ab, ein Portfolio optimal hinsichtlich eines vorher definierten Ziels zusammenzustellen und sich dabei an gegebene Restriktionen, wie etwa der Einhaltung der Ressourcenkapazität, zu halten. Ein solches Ziel kann beispielsweise die Nutzenmaximierung sein. Auch die Berücksichtigung von Projektinterdependenzen kann Teil von mathematischen Optimierungsverfahren sein (vgl. Frey & Buxmann, 2012; Kandakoglu et al., 2020). Jedoch werden Projektinterdependenzen in den zu findenden Verfahren unterschiedlich stark berücksichtigt. Vor allem Fälle, in denen

die Beziehung zu einem anderen Projekt den Nutzen oder den Ressourcenbedarf eines Projektes beeinflusst, werden bisher in mathematischen Optimierungsmodellen weniger häufig berücksichtigt. Daher ist es Ziel dieser Arbeit, ein bestehendes Optimierungsmodell so zu erweitern, dass solche Projektinterdependenzen bei der Zusammenstellung des Portfolios berücksichtigt werden.

Dafür muss zuerst ein Überblick über bestehende Auswahlverfahren gewonnen werden und die praktische Relevanz von mathematischen Optimierungsmodellen im ITPPM überprüft werden. Daraus resultieren folgende Forschungsfragen:

2. Welche Verfahren zur Portfoliozusammenstellung, insbesondere mathematische Optimierungsverfahren, lassen sich in der Forschung und in der Praxis finden und wie berücksichtigen sie Projektinterdependenzen?
2. Ist ein mathematischer Optimierungsansatz für die Portfoliozusammenstellung sinnvoll?

In dieser Arbeit wird zunächst ein Überblick über das ITPPM und über mathematische Optimierung gegeben. Zur Beantwortung der Forschungsfragen und zur Erweiterung des Modells wird ein Design Science Research Ansatz verfolgt. Dieser Ansatz und die verwendeten Forschungsmethoden werden in Kapitel 3 erläutert. Im Folgenden werden in der Literatur gefundene Optimierungsansätze für die Portfolioansätze sowie in der Praxis gefundene Verfahren zur Portfoliozusammenstellung vorgestellt. Anschließend wird eine Klassifizierung von Projektinterdependenzen vorgeschlagen, die Relevanz von Projektinterdependenzen dargelegt und verschiedene Möglichkeiten, diese in mathematischen Optimierungsmodellen zu berücksichtigen, vorgestellt. Die Berücksichtigung von Projektinterdependenzen in der Praxis wird ebenfalls dargestellt. In Kapitel 6 wird das bestehende Optimierungsmodell erweitert und evaluiert. Die Implementierung des Modells mittels Python und ein Zahlenbeispiel zur Veranschaulichung sind ebenfalls Teil des Kapitels. Im Anschluss werden die Ergebnisse sowie die Methodik dieser Arbeit diskutiert. Zum Schluss werden die Limitationen der Arbeit, ein Fazit und ein Ausblick über weiteren Forschungsbedarf vorgestellt.

Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Hausarbeit das generische Maskulinum verwendet. Die in dieser Arbeit verwendeten Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

deutsche Experten aus deutschen Unternehmen befragt, was die Ergebnisse der Experteninterviews verzerren kann.

Die Evaluation des erweiterten Modells wurde über einen Evaluationsbogen durchgeführt. Die Komplexität von mathematischen Optimierungsansätzen stellte sich dabei allerdings als Problem heraus. Für die Beantwortung des Evaluationsbogen bedurfte es eines umfassenden Verständnisses über das vorgestellte Modell. Ein solches Verständnis ist schwierig im Rahmen einer Evaluation aufzubauen. Es wurde versucht, diesem Problem mit einer PDF, welche das Modell vorstellt und die Lösung eines kleinen Optimierungsproblems darstellt, entgegenzuwirken.

8. Limitation

In der durchgeführten Literaturrecherche wurde ein Fokus auf mathematische Optimierungsmodelle im ITPPM und die Darstellung von Projektinterdependenzen in Optimierungsmodellen gelegt. Modelle zur Portfoliozusammenstellung, die keinen mathematischen Optimierungsansatz verwenden, wurden nicht betrachtet.

Keiner der interviewten Experten nutzt einen mathematischen Optimierungsansatz für die Portfoliozusammenstellung. Das erweiterte Modell konnte daher nicht mit mathematischen Optimierungsmodellen aus der Praxis verglichen werden und ist lediglich auf die Erkenntnisse aus der Literatur beschränkt.

Wie in der Diskussion bereits dargestellt, ist auch die Evaluation des Modells beschränkt, da im Rahmen der Evaluation kein umfassendes Verständnis über mathematische Optimierung und den vorgestellten Ansatz vermittelt werden konnte.

Die vom Autor erweiterten oder erstellten Gleichungen konnten daher nicht von den Experten auf Korrektheit überprüft werden. Eine Überprüfung der Formeln fand lediglich anhand von eigenen Berechnungen und durch die Implementierung in Python statt.

Mögliche Unterschiede zwischen ITPPM Prozessen zwischen dem deutschsprachigen Raum und dem internationalen Raum werden aufgrund der limitierten Expertenauswahl nicht untersucht.

Das erstellte Programm ist in seiner Performance begrenzt. Eine Erhöhung der betrachteten Projekte, Perioden oder Synergien verlangsamt das Programm. Ein Fall mit 100 Projekten und 24 Perioden sowie jeweils 50 Output-Output-Beziehungen und Ressource-Ressource-Beziehungen konnte aufgrund der Größe des Beispiels nicht gelöst werden.

9. Fazit und Ausblick

Diese Arbeit gibt einen Überblick über bestehende mathematische Optimierungsmodelle im ITPPM in der Forschung sowie über Verfahren zur Portfoliozusammenstellung in der Praxis. Des Weiteren wird eine Klassifizierung von Projektinterdependenzen vorgeschlagen und Möglichkeiten, diese Projektinterdependenzen in Optimierungsmodellen zu berücksichtigen, vorgestellt. Ein Ergebnis dieser Forschungsarbeit ist eine Erweiterung eines bestehenden

MILP um zusätzliche Projektinterdependenzen und projekt- und periodenspezifische Restriktionen. Die Erweiterungen ermöglichen es, Output-Output-Beziehungen, Ressource-Ressource-Beziehungen, eine frühestmögliche Startperiode sowie eine Begrenzung der Anzahl durchzuführender Projekte in einer Periode bei der Portfoliozusammenstellung zu berücksichtigen. Die Implementierung des Modells in Python zeigt dessen Anwendbarkeit. Ein weiteres Ergebnis stellt der Vergleich der Ergebnisse aus Literaturrecherche und Experteninterviews dar. Es konnte gezeigt werden, dass die Methoden zur Projektbewertung und die berücksichtigten Interdependenzen bei der Portfoliozusammenstellung in der Forschung und in der Praxis Gemeinsamkeiten aufweisen. Allerdings werden mathematische Optimierungsansätze bisher in der Forschung stärker berücksichtigt. In der Praxis konnte bei keinem der interviewten Experten die Verwendung eines solchen Ansatzes festgestellt werden. Diese Erkenntnis wird hier mit der Komplexität der Portfoliozusammenstellung, durch die Vielzahl möglicher Interdependenzen und die Dynamik des ITPPM, begründet. Eine weitere Begründung liegt in dem Bedarf, subjektiven Einschätzungen von Entscheidungsträgern und unternehmensspezifisches Wissen mit in die Portfoliozusammenstellung einfließen zu lassen, welcher bisher nicht mit mathematischen Optimierungsmodellen abgedeckt wird. Allerdings wird vorgeschlagen, das erweiterte Modell lediglich als Entscheidungsunterstützung in bestehende Entscheidungsprozesse einzubinden, sodass die Ergebnisse des Modells dem Entscheidungsprozess nur als Vorlage dienen.

Diese Arbeit deckt weiteren Forschungsbedarf auf. Das vorgestellte Modell kann noch stärker erweitert werden. So könnte beispielsweise die Dauer von Projekten in das Modell mit einbezogen werden (vgl. EP4). Allerdings muss dabei darauf geachtet werden, den Grad der Komplexität nicht zu stark zu erhöhen, um den Nutzen des Modells weiterhin gewährleisten zu können.

Der Vorschlag, das Modell als Entscheidungsunterstützung in der Praxis einzusetzen, muss noch weiter spezifiziert werden. Es könnte ein Prozessmodell entwickelt werden, in dem ein Teilschritt die Anwendung eines mathematischen Optimierungsmodells ist. In späteren Teilschritten sollten die Ergebnisse der Optimierung dann kritisch betrachtet und möglicherweise überarbeitet werden.

Ein wichtiger Schritt, um die Nutzbarkeit des vorgestellten Modells zu gewährleisten, ist die Implementierung in eine nutzerfreundliche Anwendung (vgl. EP2, EP3, EP4). Der im Rahmen dieser Arbeit erstellte Python-Code könnte als Basis für eine Implementierung in ein Entscheidungsunterstützungssystem dienen, in welchem die Eingabe der Parameter nutzerfreundlich ist.

Zusätzlicher Forschungsbedarf besteht in der Überprüfung von Portfoliozusammenstellungsprozessen im internationalen Raum. Es sollte überprüft werden, ob die mathematische Optimierung im internationalen Raum eine größere Rolle spielt als im deutschsprachigen Raum und ob die Nutzung des erweiterten Optimierungsmodells auch im internationalen Raum als sinnvoll erachtet wird.