

Generierung und Visualisierung des Zielkorridors in Projektplänen mit stochastischen Einflussgrößen

Benjamin Rauch-Gebbensleben, Kristina Dammasch, Graham Horton^{*}
{ben, kristina, graham} @ isg.cs.uni-magdeburg.de
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Zusammenfassung

In der Projektplanung werden stochastische Parameter verwendet, um Einflüsse auf das Projekt zu berücksichtigen und bewerten zu können. In dieser Veröffentlichung betrachten wir die Kennziffer Ergebnis innerhalb eines Projektes als Kriterium, um diese Bewertung durchzuführen. Zur Analyse der Projektpläne mit stochastischen Einflussgrößen wird eine Computersimulation eingesetzt. Wir wollen hier eine Vorgehensweise präsentieren, die mit einem Simulationsexperiment eine umfassende Visualisierung eines Projektplanes generiert, die wir Zielkorridor nennen. Diese Visualisierung ermöglicht eine schnelle Bewertung des Projekts auf Basis des erreichten Ergebnisses. Dazu stellen eine neue Messgröße für Projektpläne vor, welche die Grundlage für den Zielkorridor darstellt. Darüber hinaus demonstrieren wir an einem beispielhaften Projektplan, wie die Generierung des Zielkorridors funktioniert und werden abschließend die neu aufgeworfenen Fragen diskutieren.

1 Motivation

Bei umfangreichen Projekten ist eine sorgfältige Projektplanung ein Bestandteil, um den Verlauf des Projektes zu überwachen und den Erfolg gewährleisten zu können. Es müssen Termine abgestimmt, Ressourcen eingeteilt, Aufgaben definiert und Verantwortungen vergeben werden. Das übergeordnete Ziel einer jeden detaillierten Projektplanung ist es, das definierte Projektziel vollständig und termingetreu, also zu 100 Prozent, zu erreichen. Eine zeitliche Verzögerung würde nicht nur das eigene Projektziel negativ beeinflussen, sondern auch nachfolgende oder parallele Projekte gefährden, die auf das erwartete Ergebnis aufbauen [Bur02]. Ein gutes Beispiel ist die Einführung einer neuen Software in einem Unternehmen. Hier müssen zum Beispiel Spezifikationen erstellt, die notwendige Hardware beschafft und anschließend Mitarbeiterschulungen durchgeführt werden.

Die Herausforderung bei Projekten dieser Größenordnung besteht darin, mehrere Projektbeteiligte zu koordinieren und Abhängigkeiten zwischen Terminen und Ressourcen abzustimmen. Dabei wird das gesamte Projekt in kleine überschaubare Arbeitspakete, im Folgenden Prozesse genannt, aufgeteilt. Für diese Prozesse werden anschließend Start- und Endtermine festgelegt, sowie die notwendigen Ressourcen

^{*} Fakultät für Informatik, Institut für Simulation und Graphik, D-39016 Magdeburg, Germany

definiert, die voraussichtlich benötigt werden, um den jeweiligen Prozess im geplanten Zeitfenster zu bearbeiten. Weiterhin werden bei der Planung die Abhängigkeiten der einzelnen Prozesse untereinander berücksichtigt.

Zur Erstellung und Darstellung der detaillierten Projektpläne werden oftmals Gantt-Diagramme verwendet [Ada98]. Diese können ebenfalls im Projektmanagement eingesetzt werden, um zur Laufzeit des Projektes Fragestellungen wie zum Beispiel „Liegt das Projekt im Plan?“ oder „Ist es möglich, in Anbetracht des aktuellen Projektfortschrittes das Projektziel noch zu erreichen?“ zu diskutieren. Zur Beantwortung dieser Fragen werden aussagekräftige Visualisierungen des Projektplanes und des aktuellen Projektfortschrittes benötigt. Hierbei muss stets klar erkennbar sein, wie sich ungeplante Änderungen in einzelnen Prozessen auf das Projektziel auswirken.

Eine Weiterentwicklung der computergestützten Projektplanung ist die Miteinbeziehung von stochastischen Größen. Zur Analyse von Projekten und ihren zu Grunde liegenden Plänen werden Computersimulationen eingesetzt. Dabei werden verschiedene Faktoren des Projektes, wie zum Beispiel die Dauer eines Prozesses, als zufällig verteilte Parameter definiert. So kann ein möglicher Projektverlauf prognostiziert oder eine Ergebnisabschätzung durchgeführt werden. Ein großer Nachteil von diesen Computersimulationen ist der erhebliche zusätzliche Zeitaufwand, der für die Durchführung der Analysen benötigt wird.

Aus diesem Grund möchten wir in dieser Veröffentlichung eine neue Methodik vorstellen, welche die Kombination von Projektplänen und Simulation vereinfacht und beschleunigt. Diese Vorgehensweise ermöglicht es weiterhin, eine neuartige Visualisierung zu generieren, welche die Beantwortung der Fragestellungen aus dem Projektmanagement erleichtert.

Um unsere Methode zu präsentieren, beschreiben wir im zweiten Kapitel die Grundlagen, auf denen unser Lösungsvorschlag aufbaut. In Kapitel drei folgt die Präsentation unserer Idee. Im vierten Kapitel wird dargestellt, wie unsere Idee zur Berechnung auf einem Projekt angewendet wird. Anschließend wird im fünften Kapitel ein Experiment vorgestellt, welches die Umsetzung unserer Vorgehensweise an einem einfachen Beispiel verdeutlicht. Abschließend folgen eine Zusammenfassung sowie ein Ausblick auf die weitere Forschung zu diesem Thema.

2 Stand der Technik

Die Erstellung von Gantt-Diagrammen ist eine in der Praxis noch sehr häufig anzutreffende Vorgehensweise, um Projektpläne zu modellieren. Dabei wird die zeitliche Abfolge der einzelnen Prozesse als Balken entlang einer kontinuierlichen Zeitachse dargestellt. Weiterhin können die Abhängigkeiten der Prozesse untereinander definiert werden. Die Vorteile dieser Technik liegen in der schnellen Erlernbarkeit und der strukturierten Darstellungsmethode. Bei komplexen Projekten und einer detaillierten Planung entstehen jedoch sehr umfangreiche Gantt-Diagramme, die es den Projektverantwortlichen erschweren, das gesamte Projekt auf einen Blick zu erfassen und mögliche Risiken aufzudecken. Diese Gefahr besteht nicht nur bei der Detailplanung vor Projektbeginn, sondern besonders beim Projektmanagement zur Laufzeit des Projektes. Ein weiterer Nachteil von Gantt-Diagrammen ist die Vernachlässigung stochastischer

Größen, die Einfluss auf die Prozesse des Projektes haben [Mei05]. Durch die Verwendung solcher Parameter wird versucht, die bereits bekannten und noch unbekannt Einflüsse im Projektverlauf auf das Projektziel zu berücksichtigen und in das Projektmanagement mit einzubeziehen. Prozesse mit stochastischen Parametern müssen dann mithilfe von Computersimulationen berechnet werden.

Für gewöhnlich werden beim stochastischen Projektmanagement mögliche Unsicherheiten bezüglich der Zeitdauern einzelner Prozesse betrachtet, da diese den aktuellen Status des Projektes beeinflussen [Bus94]. Wenn Prozessdauern über Verteilungsfunktionen modelliert werden, ist das Ergebnis der Simulation eine Aussage über den vermeintlichen Zeitpunkt, zu dem das Gesamtprojekt abgeschlossen sein wird [Ise04]. Der berechnete Zeitpunkt ist sowohl abhängig von den verwendeten Verteilungsfunktionen und ihren Parametern als auch der internen Struktur des geplanten Projektes. Dabei ist es jedoch problematisch, für ganze Prozesse nur eine Verteilungsfunktion zu definieren, die das voraussichtliche Verhalten und somit die Prozessdauer repräsentativ abbildet.

Ein weiterer entscheidender Nachteil ist, dass die Qualität der Ergebnisse der einzelnen Prozesse nicht berücksichtigt wird. Stattdessen wird davon ausgegangen, dass stets das geplante Prozessergebnis erreicht wird. Der Schwerpunkt liegt auf der Analyse und Optimierung der messbaren Parameter Ressourcen und Zeit eines Projektplans. Dem Ergebnis jedes einzelnen Prozesses wird hingegen wenig Beachtung geschenkt. So ist es in realen Projekten oft der Fall, dass Prozesse auch trotz unvollständigen Ergebnissen der Vorgängerprozesse starten müssen. Aus diesem Grund ist das Ergebnis für den Projektverantwortlichen eine entscheidende Kenngröße [Kap05]. Es beschreibt für jeden einzelnen Prozess das vorab geplante Arbeitsergebnis, das dieser im Projektverlauf liefern muss. Das Ergebnis eines Prozesses kann dabei zum Beispiel eine technische Zeichnung oder auch die Fertigstellung eines Prototyps sein. Wird in einem Prozess das geplante Arbeitsergebnis vollständig erreicht, so hat dieser Prozess 100 Prozent Ergebnisqualität geliefert. Daher ist die Ergebnisqualität in unserem Ansatz eine Kennzahl für die Erfüllung des geplanten Arbeitsergebnisses jedes Prozesses.

Die Beeinflussung des Ergebnisses erfolgt durch die in [Kap05] präsentierten stochastischen Parameter „Risiko“ und „Chance“. Dazu schätzt der jeweilige Verantwortliche während der Planung ab, mit welchen Risiken und Chancen er sich im Verlauf seines Prozesses konfrontiert sieht. Dabei hat das Risiko einen negativen Einfluss auf das Ergebnis. Es modelliert das Verhalten, dass trotz optimalem Ergebnis des Vorgängerprozesses ein unvollständiges Ergebnis durch den betreffenden Prozess erzeugt wird. Die Chance hingegen modelliert die Einflüsse, dass ein unvollständiges Ergebnis eines Vorgängers ohne zusätzliche Ressourcen im eigenen Prozess verbessert werden kann. Anhand der Einschätzungen der Prozessverantwortlichen werden dann Risiko und Chance als stochastische Verteilungsfunktionen modelliert. Für gewöhnlich heben sich die Einflüsse von Risiko und Chance auf das Prozessergebnis gegenseitig auf.

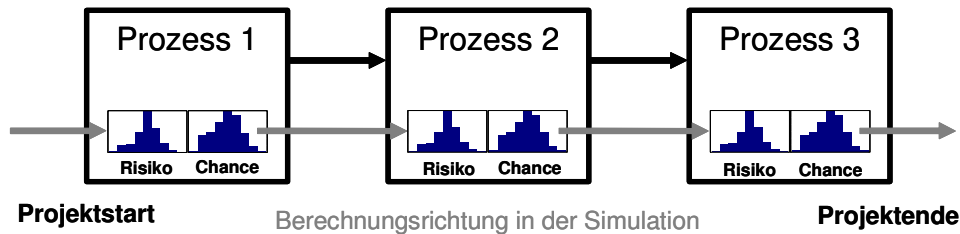


Abbildung 1: Simulation des Projektplanes mit den Parametern „Risiko“ und „Chance“

In Abbildung 1 bilden drei Prozesse ein einfaches Projekt vom Start bis zum Ende ab. Für jeden einzelnen Prozess sind die Parameter Risiko und Chance in Form einer stochastischen Verteilungsfunktion hinterlegt. Um nun den Einfluss der stochastischen Parameter auf das Prozessergebnis zu berechnen, wird eine Monte Carlo Simulation durchgeführt [Law00]. Das bedeutet, es werden zahlreiche unabhängige Wiederholungen mit verschiedenen Zufallszahlen durchgeführt, um eine statistisch relevante Aussage zu erhalten. Dabei wird mit der Simulation stets am Projektstart begonnen und in Richtung des Projektendes simuliert. Als Resultat der Simulation wird eine Aussage generiert, die Aufschluss darüber gibt, mit welchem Ergebnis, also mit welcher Qualität das Projekt abgeschlossen werden kann. Diese Aussage basiert auf dem Ergebniswert, der zum Projektstart als Eingabewert vorlag. Durch diese Betrachtung ist es möglich, die notwendige Qualität der einzelnen Prozesse in Bezug auf das Projektziel zu bewerten und darüber hinaus deren Auswirkungen auf das Gesamtprojektergebnis zu bestimmen. Diese Vorgehensweise kann ebenso im Projektmanagement angewendet werden, wenn das Projekt bereits angelaufen ist, um Qualitäts- und Terminaussagen treffen zu können.

Diese in [Kap05] eingeführte Möglichkeit, Projekte über die abstrakte Größe Ergebnis analysieren zu können, stellt einen großen Schritt in Richtung realistische und praxisnahe Betrachtung von Projekten dar. Darüber hinaus können nicht nur einfache lineare Projektpläne wie in Abbildung 1 bewertet werden, sondern ebenfalls verzweigte Pläne, die sehr viele Abhängigkeiten der Prozesse untereinander enthalten. Allerdings hat diese Vorgehensweise auch entscheidende Nachteile: Die Verwendung der Monte Carlo Simulation bedeutet einen erheblichen zeitlichen Mehraufwand, um statistisch relevante Resultate zu erzeugen. Des Weiteren sind mehrere Simulationsexperimente notwendig, um im Projektmanagement ein bisher erreichtes oder erwartetes Prozessergebnis in Bezug auf das endgültige Projektergebnis zu bewerten. Treten ungeplante Ergebnisabweichungen auf, so müssen diese stets durch ein zeitintensives Simulationsexperiment bewertet neu werden, um den Status des Gesamtprojektes beurteilen zu können. Dies erhöht den notwendigen Zeitaufwand weiter und macht es somit unmöglich, den Status des Projektes auf einen Blick zu bewerten. Ergebnisabweichungen der Prozesse vom Projektplan werden durch die hier angewendete Vorgehensweise nicht sofort transparent dargestellt, sondern erfordern stets eine erneute Durchführung von Simulationsexperimenten.

Alle hier vorgestellten Techniken zur Analyse von Projektplänen beinhalten wichtige neue Eigenschaften, um praxisnahe Aussagen zu generieren. Dazu gehören die Verwendung der Stochastik zur Abbildung von unbekanntem Einflüssen, sowie die

Modellierung von Risiko und Chance in den einzelnen Prozessen. Dagegen stellt die hierbei eingesetzte Monte Carlo Simulation einen großen Nachteil dar, um den aktuellen Projektstatus transparent und schnell beurteilen zu können. An dieser Stelle ist nach unserer Einschätzung eine neue Messgröße für Projektpläne notwendig, um geplante Projekte und deren Verlauf schneller und sicherer bewerten zu können, indem positive und vor allem negative Abweichungen vom Projektplan auf einen Blick ersichtlich sind.

3 Neue Messgröße für Projektpläne

Wir wollen in dieser Veröffentlichung eine Messgröße für das Projektmanagement einführen, die es erlaubt, den aktuellen Status eines Projektes mit den stochastischen Parametern Risiko und Chance sofort zu erfassen. Gleichzeitig soll der benötigte Rechenaufwand für die notwendige Simulation zur Analyse reduziert werden. Dabei muss allerdings beachtet werden, dass gleichzeitig die Aussagekraft der bisherigen Resultate mindestens erhalten bleibt. Unsere neue Messgröße ist der erste Schritt in Richtung dieses Zieles.

Die Grundlage unserer Idee stellen einfache lineare Projektpläne dar, wie sie zum Beispiel in Abbildung 1 zu sehen sind. Weiterhin gehen wir davon aus, dass jeder geplante Prozess über eine feste deterministische Dauer verfügt, aber die Qualität der Ergebnisse, welche die einzelnen Prozesse aufgrund der internen stochastischen Parameter erzeugen, variieren kann. Das bedeutet, ein nachfolgender Prozess muss stets mit dem Ergebnis seines Vorgängers weiterarbeiten. Es besteht also nicht die Möglichkeit, durch die Erhöhung einer Prozessdauer ein besseres Ergebnis an den Nachfolger zu übergeben. In unserer Betrachtung ist die Ergebnisqualität die entscheidende Einflussgröße. Ressourcen und Prozessdauern werden nicht berücksichtigt. Ferner gehen wir davon aus, dass bei jeder Projektplanung das Projektziel bekannt und somit fest definiert ist. Diese Eigenschaft entspricht nach [Kap05] einer definierten Ergebnisqualität von 100 Prozent. Dies bedeutet weiterhin, dass wir in unserem Ansatz von einer deterministischen Zukunft ausgehen, denn das geplante Ziel ist nicht veränderlich.

Durch diese Definition lässt sich eine neue Messgröße für die Projektplanung definieren. Diese bezeichnen wir als Ergebnisbedingung. Sie stellt eine Verteilung der Forderung an die Qualität des Eingabeergebnisses für einen Prozess dar. Diese Forderung basiert darauf, nach Abarbeitung des Prozesses hier noch eine Ergebnisqualität von 100 Prozent zu erreichen.

Abbildung 2 zeigt die Ergebnisbedingung für einen einfachen Prozess mit den stochastischen Parametern Risiko und Chance. In diesem Histogramm ist zu erkennen, dass 100 Prozent Ergebnisqualität die höchste Häufigkeit besitzt. Das bedeutet, wenn der Prozess mit 100 Prozent Ergebnis aus dem Vorgängerprozess starten kann, dann ist die Wahrscheinlichkeit am größten, dass am Ende des Prozesses ebenfalls 100 Prozent Ergebnisqualität erzielt werden können. Mit sinkender Ergebnisqualität nimmt diese Wahrscheinlichkeit monoton ab. Je unvollständiger das Ergebnis zu Prozessbeginn ist, desto kleiner ist also die Wahrscheinlichkeit ein vollständiges Prozessergebnis laut Planung zu erreichen. Zum Beispiel kann der zu Grunde liegende Prozess aus Abbildung 2 mit einer Wahrscheinlichkeit von einem Prozent noch eine Ergebnisqualität von 100

Prozent liefern, auch wenn der Vorgängerprozess nur 90 Prozent Ergebnis zur Verfügung stellen konnte. Ein gutes Beispiel hierfür ist die korrekte und vollständige Fertigstellung eines Gebäuderohbaus, auch wenn in der Bauzeichnung des Architekten die notwendigen Versorgungsleitungen des Gebäudes nicht komplett eingetragen sind. Dies entspricht dem hier dargestellten Beispiel, dass die Qualität des Bauplans etwa 90 Prozent entspricht, aber der ausführende Bauleiter auf Grund seiner Erfahrung trotzdem alle Versorgungsleitungen bei der Fertigstellung des Rohbaus berücksichtigt.

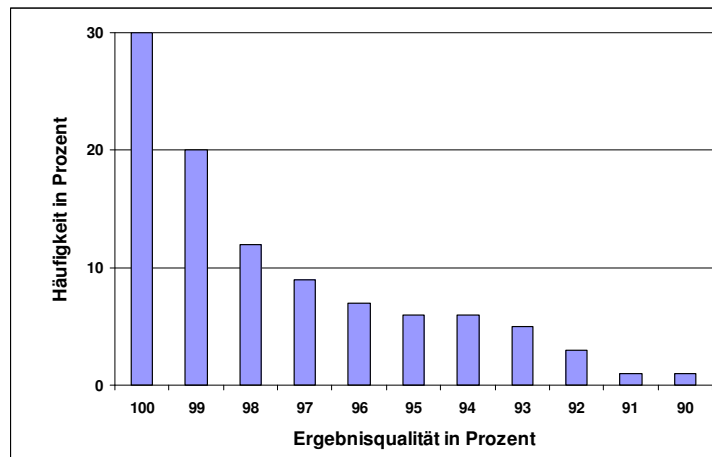


Abbildung 2: Ergebnisbedingung für einen Prozess

Die Ergebnisbedingung stellt die Beeinflussung der Ergebnisqualität durch die Parameter Risiko und Chance dar. Dabei gibt die kleinste Ergebnisqualität des Histogrammes Aufschluss darüber, wie viel Ergebnis durch den Prozess verbessert werden kann. In Abbildung 2 ist die geringste Ergebnisqualität 90 Prozent. Das bedeutet, der Prozess kann unter Ausnutzung aller verfügbaren geplanten Chancen und Ausschaltung aller Risiken eine Verbesserung der Ergebnisqualität um 10 Prozent erreichen.

Diese Eigenschaft der neuen Messgröße Ergebnisbedingung kann verwendet werden, um den Zielkorridor für Ergebnisqualität auf einem Projektplan zu generieren.

4 Zielkorridor für Ergebnisqualität in Projektplänen

Der Zielkorridor visualisiert die Auswirkungen von Risiko und Chance auf den Fluss der Ergebnisqualität. Dieser bewegt sich vom Projektstart über alle Prozesse hin zum Projektende. Dabei verdeutlicht der Zielkorridor das Potential, das in den stochastischen Parametern der einzelnen Prozesse enthalten ist, um die Ergebnisqualität im Laufe des Projektes zu verbessern und 100 Prozent Ergebnisqualität am Projektende zu erhalten.

Zur Generierung des Zielkorridors sind die Ergebnisbedingungen jedes einzelnen Prozesses des Projektplanes erforderlich. Diese geben Aufschluss darüber, wie für jeden einzelnen Prozess die Verteilung der geforderten Ergebnisqualität aussehen muss, um

100 Prozent Ergebnis bei der Beendigung des gesamten Projektes zu erzielen. Um dies zu erreichen, wird bei dem durchzuführenden Simulationsexperiment die Ergebnisbedingung jedes Prozesses als Eingabewert an den jeweiligen Vorgängerprozess übergeben. Dabei wird stets mit der Ergebnisqualität von 100 Prozent am Projektende gestartet. Die Simulation verläuft also in umgekehrter Richtung über den Projektplan, vom Projektende in Richtung des Projektstarts.

Zur Abbildung eines linearen Projektes werden Prozesse verwendet, die über die stochastischen Parameter Risiko und Chance verfügen. Diese werden durch Verteilungsfunktionen, wie zum Beispiel der Normalverteilung, beschrieben. Allerdings ist dieser Einfluss von Risiko und Chance auf die Ergebnisqualität des jeweiligen Prozesses begrenzt. So kann kein Prozess ein Ergebnis unterhalb eines Minimalwertes erzeugen. Dies entspricht den Praxiserfahrungen, denn nachfolgende Prozesse benötigen zum Weiterarbeiten ein bestimmtes Mindestergebnis. Ebenso erzeugen Prozesse auch nicht „mehr Ergebnis“ als 100 Prozent, denn dies würde bedeuten, dass bereits Teilaufgaben der nachfolgenden Prozesse bearbeitet werden. Daraus resultiert, dass jede mögliche Ergebnisqualität eines Prozesses immer zwischen dem Minimalergebnis und kleiner gleich 100 Prozent liegen muss.

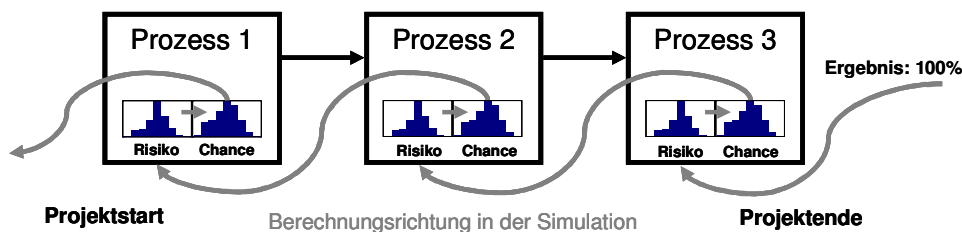


Abbildung 3: Umgekehrte Berechnungsrichtung des Projektplanes

In Abbildung 3 ist die Vorgehensweise bei der Durchführung der Simulation dargestellt. Beim verwendeten Beispiel handelt es sich um dasselbe Projekt wie in Abbildung 1. Jeder Simulationslauf startet stets mit 100 Prozent Ergebnisqualität am Projektende. Dieser Wert wird als Ergebnisbedingung an den letzten Prozess übergeben und mit dessen Risiko und Chance verrechnet. Aufgrund des vorgestellten Minimalergebnisses wird das übergebene Ergebnis zuerst mit dem Risiko verschlechtert und anschließend mit der Chance wieder verbessert. Der Einfluss des Risikos auf die Ergebnisqualität eines Prozesses wird wie folgt berechnet:

```

Risiko = (zufallsverteilter Einfluss Risiko) * (MaxErgebnis – MinErgebnis)
IF Risiko > MinErgebnis THEN
    Ergebnis = InputErgebnis – Risiko
ELSE
    Ergebnis = MinErgebnis
END

```

Die Werte für *MaxErgebnis* und *MinErgebnis* werden während der Projektplanung individuell für jeden Prozess festgelegt. Für gewöhnlich werden für *MaxErgebnis* die optimalen 100 Prozent Ergebnisqualität angesetzt. *MinErgebnis* hingegen beschreibt den Wert für den Minimalwert an Ergebnis, den der betreffende Prozess mindestens immer liefern kann, auch wenn größere Probleme während der Abarbeitung auftreten. Sind diese beiden Parameter für jeden Prozess definiert, wird die Differenz von *MaxErgebnis* und *MinErgebnis* mit dem zufallsverteilten Einfluss des Risikos multipliziert. Der Wertebereich dieses Faktors liegt zwischen null und eins. Die anschließende Berechnung mit der Chance erfolgt analog zur dargestellten Berechnung mit dem Risiko, nur dass hier das Maximalergebnis von 100 Prozent nicht überschritten wird. Die nun vorliegende Ergebnisbedingung wird als neuer Eingabewert *InputErgebnis* an den nächsten Vorgängerprozess übergeben. Diese Vorgehensweise wird solange wiederholt, bis der Projektstart erreicht ist.

Die Ergebnisse eines kompletten Simulationsexperimentes sind dann Histogramme über die jeweiligen Ergebnisbedingungen der einzelnen Prozesse in Bezug auf die Ergebnisqualität des Projektendes. Jede Ergebnisbedingung eines Prozesses gibt an, mit wie viel Ergebnisqualität der jeweilige Prozess starten muss, um 100 Prozent Ergebnis am Projektende zu erzeugen. Die Histogramme der Ergebnisbedingungen dienen als Grundlagen, um die neue Visualisierung des Zielkorridors für das gesamte Projekt zu erstellen. Dabei bilden jeweils die minimalen und maximalen Häufigkeiten der Ergebnisbedingung die einzelnen Stützstellen für die Erzeugung des Zielkorridors. In Abbildung 2 sind das zum Beispiel 100 Prozent und 90 Prozent.

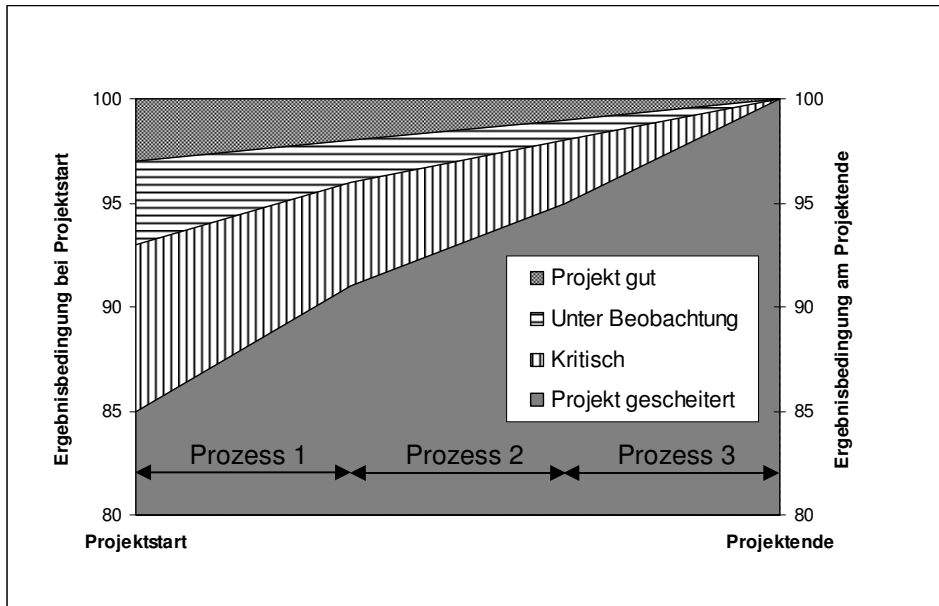


Abbildung 4: Zielkorridor für Ergebnisqualität in einem Projekt

Abbildung 4 zeigt den Zielkorridor basierend auf den drei Ergebnisbedingungen eines linearen Projektplanes mit drei Prozessen. Der Zielkorridor hat seine untere Grenze an der Linie zwischen den Bereichen „Kritisch“ und „Projekt gescheitert“. Gelangt im Verlauf eines Projektes die Ergebnisqualität eines Prozesses in den Bereich „Projekt gescheitert“, so ist es auf Basis der zu Grunde liegenden Projektplanung nicht mehr möglich, das Projekt mit 100 Prozent Ergebnis abzuschließen. Es ist eine Neuplanung notwendig, um zusätzliche Ressourcen zum Beispiel in Form von Mitarbeiterkapazitäten oder Zeit zu berücksichtigen, um das geplante Projektziel noch zu erreichen. Da dies natürlich den ungünstigsten Fall darstellt, werden im Zielkorridor bestimmte Bereiche mit Statusangaben versehen, um frühzeitig ein mögliches Verlassen des Zielkorridors transparent angezeigt zu bekommen. Die Bereiche entsprechen dem bekannten Ampelsystem aus dem Projektmanagement. Die Grenzen zwischen den einzelnen Bereichen sind in unserem Beispiel hypothetisch, um die Machbarkeit im Zielkorridor darzustellen. Die Festlegung der Grenzen erfolgt auf Basis der Häufigkeiten in den Histogrammen der Ergebnisbedingungen. In Abbildung 4 ist zum Beispiel der Bereich „Projekt gut“ als das erste Drittel der Häufigkeiten im Histogramm festgelegt. Der Statusbereich „Unter Beobachtung“ wird durch das mittlere Drittel beschrieben und „Kritisch“ durch das untere Drittel. Das Histogramm aus Abbildung 2 würde damit die Bereiche über diesen Prozess für den Zielkorridor wie folgt definieren:

- „Projekt gut“ : 100 Prozent
- „Unter Beobachtung“ : 99 Prozent bis 98 Prozent
- „Kritisch“ : 97 Prozent bis 90 Prozent
- „Projekt gescheitert“ : 89 Prozent bis Minimalergebnis

Da für die Generierung des Zielkorridors zur Ergebnisqualität nur die Stützstellen zum Beginn und Ende eines Prozesses zur Verfügung stehen, wird zwischen den Stützstellen linear interpoliert. Dies entspricht der Annahme, dass in realen Projekten in einem Prozess kontinuierlich gearbeitet wird, um das Prozessergebnis linear zu verbessern.

Auf Basis einer Projektplanung, deren Prozesse mit den stochastischen Parametern Risiko und Chance modelliert sind, lässt sich der Zielkorridor für die Ergebnisqualität erstellen. Diese Visualisierung vereint die Vorteile der transparenten umfassenden Darstellung des gesamten Projektes mit einer schnellen und einfachen Erstellung. Dabei ist die Durchführung eines einzigen Simulationsexperimentes ausreichend, um den Zielkorridor zu generieren. Dies bedeutet einen entscheidenden Zeitvorteil für unsere Vorgehensweise.

Mit dem Zielkorridor lässt sich das gesamte Projekt auf einen Blick erfassen und beurteilen. Darüber hinaus ist diese Darstellung hilfreich, um besonders risikoreiche Prozesse im Projektplan zu identifizieren. Mit diesem Wissen kann der betreffende Prozess im Verlauf des Projektes entsprechend beobachtet werden, um frühzeitig Störeinflüsse vermeiden zu können. Wenn der Zielkorridor dann im Projektmanagement eingesetzt wird, lässt sich bei einem laufenden Projekt das erreichte Ergebnis einzelner Prozesse sofort in Bezug auf das Projektziel bewerten. Lediglich die momentane Rahmenbedingung, dass nur einfache lineare Projektpläne betrachtet werden können, schränkt die Einsatzmöglichkeit zurzeit ein.

5 Aufbau und Durchführung eines Experimentes

Der Zielkorridor aus Abbildung 4 sieht für jeden Projektplan unterschiedlich aus. In diesem Abschnitt werden der Aufbau und die Durchführung eines Experimentes beschrieben, um die Machbarkeit und die Generierung des vorgestellten Zielkorridors an einem Beispiel zu präsentieren.

Im Experiment wird ein einfacher Projektplan verwendet. Dieser greift das Beispiel aus dem dritten Kapitel wieder auf. Nach der Erstellung einer Bauzeichnung kann mit dem Rohbau des Gebäudes begonnen werden. Wenn dieser zweite Prozess abgeschlossen ist, kann die Installation der Elektroleitungen durchgeführt werden. Jeder dieser drei Prozesse beinhaltet auf Grund der spezifischen Eigenschaften Risiken und Chancen, welche die Ergebnisqualität beeinflussen. Die einzelnen Prozessdauern dieses Projektes werden als deterministisch und für alle Prozesse gleich lang angenommen. Der einfache Projektplan dazu ist in Abbildung 5 dargestellt.



Abbildung 5: Einfacher Projektplan

Jeder der drei Prozesse verfügt über die stochastischen Parameter Risiko und Chance. Im gewählten einfachen Beispiel werden Risiko und Chance jeweils durch eine Gleichverteilung modelliert, die einen Einfluss zwischen 0,1 und 0,4 bestimmt. In diesem Experiment wird das Minimalergebnis, das jeder Prozess liefert, auf 80 Prozent gesetzt. Das maximale Ergebnis liegt bei 100 Prozent.

Wie in Kapitel 4 beschrieben, beginnt die Simulation am Projektende mit dem Ergebnis von 100 Prozent. Dieser Eingabewert wird anschließend dreimal hintereinander mit Risiko und Chance in den einzelnen Prozessen verrechnet. Das Simulationsexperiment in diesem Beispiel umfasst drei Millionen Wiederholungen mit unterschiedlichen Zufallszahlen, um die statistische Aussagekraft zu gewährleisten.

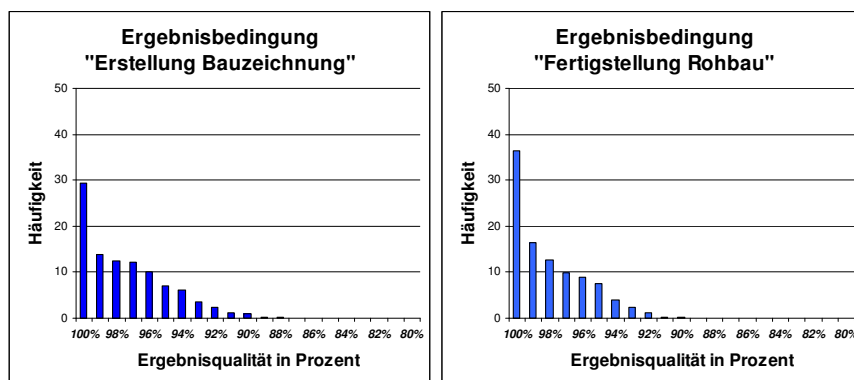


Abbildung 6a: Ergebnisbedingungen zur Erzeugung des Zielkorridors

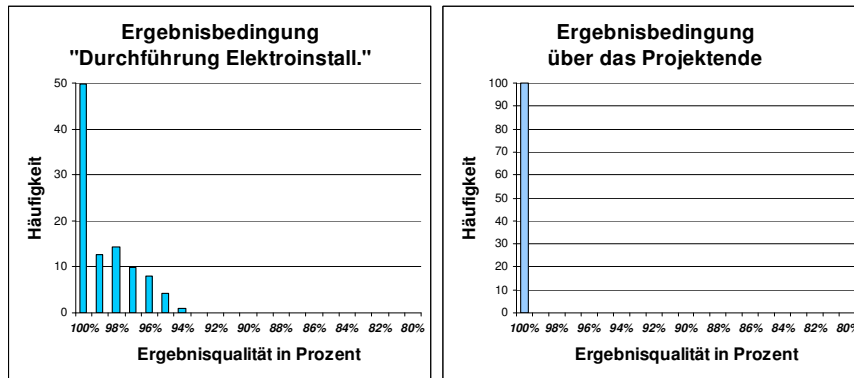


Abbildung 6b: Ergebnisbedingungen zur Erzeugung des Zielkorridors

Um nun den Zielkorridor zu erzeugen, muss für jeden Prozess das Histogramm mit der Ergebnisbedingung berechnet werden. Diese Histogramme, einschließlich der Ergebnisbedingung über das Projektende, sind in den Abbildungen 6a und 6b dargestellt. Alle vier Histogramme verdeutlichen die Einflüsse auf die Projektkennziffer Ergebnis im Projektplan.

Jedes dieser Histogramme gibt die Verteilung über die Ergebnisqualität an, mit wie viel Prozent jeder einzelne Prozess starten kann, damit am Projektende das definierte Projektziel von 100 Prozent noch erreicht wird. Durch diese Betrachtung befindet sich dementsprechend die gesamte Häufigkeit für die Ergebnisqualität zum Projektende bei 100 Prozent, was im vierten Histogramm auch zu erkennen ist.

Auf Grund der gewählten Parameter in der Gleichverteilung für die Berechnung des Einflusses von Risiko und Chance auf das Prozessergebnis benötigt der Prozess „Durchführung Elektroinstallation“ eine minimale Ergebnisqualität von 94 Prozent. Der Prozess „Fertigstellung Rohbau“ muss bereits ein minimales Ergebnis von 90 Prozent erhalten. Der erste Prozess hingegen benötigt mindestens 84 Prozent Ergebnisqualität, um das Gesamtprojekt noch erfolgreich abzuschließen zu können. Weiterhin ist in allen Ergebnisbedingungen zu erkennen, dass die Wahrscheinlichkeiten stets am höchsten sind das Projekt vollständig abzuschließen, wenn ein Prozess mit 100 Prozent Ergebnisqualität starten kann.

Aus den Ergebnisbedingungen in den Abbildungen lässt sich nun der Zielkorridor für das gewählte Beispielprojekt bestimmen. Dazu ist es notwendig, die Minimal- und die Maximalwerte der einzelnen Histogramme als Stützstellen zu verwenden. In unserem gewählten Beispiel ist der Maximalwert stets 100 Prozent. Es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass in anderen Projektplänen mit geänderten Parametern für Risiko und Chance auch ein Maximalwert kleiner 100 Prozent auftreten kann. Die Minimalwerte der drei Prozesse sind 94, 90 und 88 Prozent.

Die Abbildung 7 zeigt den resultierenden Zielkorridor. Der weiße Bereich entspricht hier dem in Kapitel 4 vorgestelltem Zielkorridor. In dieser Abbildung sind zusätzlich die Ergebnisbedingungen integriert, welche die Stützstellen für die Linie zwischen dem

weißen und dem grauen Bereich definieren. Zwischen den Stützstellen wird eine lineare Interpolation angewendet.

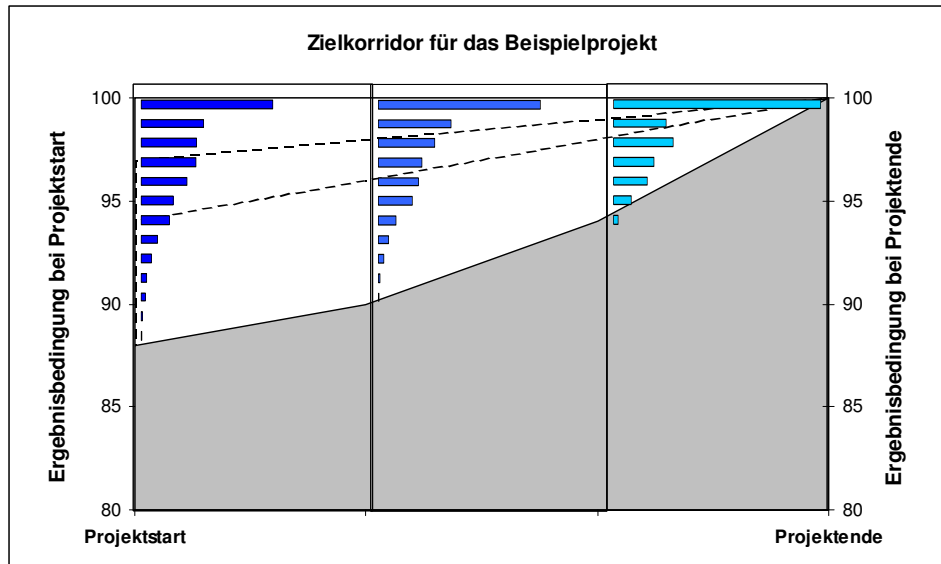


Abbildung 7: Zielkorridor für das vorgestellte Beispielprojekt

Aus der Sicht eines Projektleiters bietet der Zielkorridor alle benötigten Informationen, kompakt und umfassend präsentiert, um einen Projektplan bewerten zu können. Die Breite des Zielkorridors gibt für jeden Zeitpunkt im Projekt Aufschluss darüber, wie viel Spielraum ein Prozess bei der Erzeugung seines Ergebnisses hat. Dabei beschreiben die verwendeten Ergebnisbedingungen die Wechselwirkungen von Risiko und Chance in Bezug auf das Ergebnis. Der Zielkorridor selbst repräsentiert den maximalen Einfluss des Risikos auf das Projektergebnis und ist daher besonders interessant für jeden Projektverantwortlichen. Im Projektmanagement ist es gleichzeitig sehr einfach möglich, den Status eines aktuell laufenden Projektes zu bewerten. Laufen Prozessergebnisse in den kritischen Bereich des Zielkorridors kann sofort der Effekt auf das Projektergebnis bestimmt werden und eine statistisch abgesicherte Aussage getroffen werden.

Damit ist der erste Schritt zur gesamtheitlichen Visualisierung und Bewertung eines Projektplanes mittels des präsentierten neuen Zielkorridors abgeschlossen.

6 Zusammenfassung und Ausblick

In dieser wissenschaftlichen Arbeit wurden die Ergebnisbedingung als neue Messgröße für das Projektmanagement und der Zielkorridor als neuartige Visualisierung vorgestellt. Dabei stehen die gesamtheitliche Visualisierung eines Projektplans mit stochastischen Parametern und die einfache Generierung des Zielkorridors im Mittelpunkt.

Die Innovation des Zielkorridors liegt in der Simulation eines Projektplanes vom Projektende in Richtung Projektstart. So ist es durch ein einziges Simulationsexperiment möglich, einen Projektplan zu analysieren und zu bewerten. Dies gelingt anhand der Darstellung der Ergebnisbedingung der jeweiligen Prozesse, die zu einem Projekterfolg von 100 Prozent führen. Diese Vorteile des Zielkorridors können im Projektmanagement verwendet werden, um den Status eines aktuellen Projektes in Relation zum Projektplan auf einen Blick zu bewerten. Es sind keine weiteren Simulationsexperimente notwendig, um einzuschätzen, wie gut oder gar wie kritisch das gesamte Projekt zurzeit verläuft. Weiterhin wird die Möglichkeit durch den Zielkorridor unterstützt, die Funktionen der bekannten Statusampel einzusetzen. Wird der Zielkorridor auf Grund einer geringen Ergebnisqualität eines Prozesses verlassen, sind eine Neuplanung und zusätzliche Ressourcen notwendig, um das einmal definierte Projektziel noch zu erreichen. Der Zielkorridor unterstützt die frühzeitige Aufdeckung der Abweichungen und hilft somit, den notwendigen Ressourceneinsatz zu minimieren.

Darüber hinaus sind noch einige wichtige Fragestellungen offen, die mit der weiteren Forschung auf diesem Gebiet beantwortet werden müssen. Interessant ist die Analyse zum Verhalten des Zielkorridors, wenn zum Beispiel die Art der Verteilungsfunktion zur Modellierung von Risiko und Chance verändert werden. Dadurch lässt sich weiterhin steuern, ob ein Prozess zu einem höheren Risiko tendiert oder aber mehr Chance beinhaltet. Wie wirken sich diese Eigenschaften auf die Visualisierung des Zielkorridors aus? Eine weitere offene Fragestellung ist die Festlegung der Grenzen zwischen den Bereichen „Projekt gut“, „Unter Beobachtung“ und „Kritisch“. Hier sind eine Evaluierung in realen Projekten und weitere Literaturrecherchen notwendig, um diese Bereiche zu definieren. Der dritte offene Punkt ist die Berechnung des Zielkorridors auf komplexeren Projektplänen. Da reale Projekte in ihrer Struktur selten derart linear sind wie in dem hier verwendeten Beispiel, müssen Analysen durchgeführt werden, welche Entscheidungen erforderlich sind, um die Ergebnisbedingungen für einen Prozess aus mehreren Vorgängerprozessen zu generieren. Am Schluss muss noch der Faktor Zeit mit berücksichtigt werden. Denn wenn sich ein Prozess im Plan verschiebt oder länger dauert als geplant, hat dies einen Einfluss auf die Prozessparameter Risiko und Chance. Hier muss evaluiert werden, wie groß dieser Einfluss ist und ob es gegebenenfalls Zusammenhänge zwischen der Größenordnung einer zeitlichen Verschiebung und den resultierenden Änderung an den internen Parametern des Prozesses gibt.

Trotz der noch offenen Fragen haben die Ideen zum Zielkorridor und der Ergebnisbedingung ein großes Potential, das neue Bewertungskriterium für das Projektmanagement zu werden.

Literatur

- [Ada98] Dietrich Adam. *Produktions-Management, 9. überarbeitete Auflage*. Gabler, Wiesbaden, 1998
- [Bur02] Manfred Burghardt. *Projektmanagement: Leitfaden für die Planung, Überwachung und Steuerung von Entwicklungsprojekten, 6. wesentlich überarb. und erw. Auflage*. Publicis Corporate Publishing, Erlangen, 2002
- [Bus94] Arnold H. Buss and Meir J. Rosenblatt. *Activity Delay in Stochastic Project Networks*. Operations Research Vol. 45, 1997
- [Ise04] Claudia Isensee and Graham Horton. *Proxel-Based Simulation of Project Schedules*. European Simulation Multiconference 2004. SCS European Publishing House, 2004
- [Kap05] Senol Kapici. *Ein stochastisches Risikomodell für komplexe Projekte*. Dissertation, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2005
- [Law00] Averill M. Law and W. David Kelton. *Simulation Modeling and Analysis, Third Edition*. McGraw-Hill Higher Education, 2000
- [Mei05] Ingolf Meinhardt, Felisia Sunarjo und Hans-Georg Marquardt. *Bestimmung des stochastischen Zeitverhaltens in Supply Chains*. Logistics Journal November, 2005