

Simulation einer Projektverzögerung durch Risiken anhand einer Projektplanung mit dem Monte-Carlo Simulations-Tool **MC-ECO**

Herausgeber

ESG Consulting GmbH
Livry-Gargan-Straße 6
82256 Fürstenfeldbruck

Autor



Dr. Peter Merz
peter.merz@esg-consulting.com

Kontakte

Matthias Reimann
Tel.: +49 (0)89 92161-2802
E-Mail: matthias.reimann@esg-consulting.com

Ulrich Bethäuser
Tel.: +49 (0)89 92161-2517
E-Mail: ulrich.bethaeuser@esg-consulting.com

Inhalt

1. Einleitung	4
2. Übersicht Monte-Carlo-Simulation	5
3. Methodik des Projektrisikomanagements	6
4. Risiken mit Projektplan-Positionen kombinieren	7
4.1 Projektplan	7
4.2 Projektrisiken	8
4.3 Simulation	8
4.4 Allgemeines zur Risiko-Simulation	9
5. Simulations-Szenario anhand eines Projekt-Beispiels „Videoberatung“	9
5.1 Anforderungen an die Videoberatungs-Plattform	9
5.2 Projektplan	9
5.3 Projekt-Risiken	11
5.3.1 Risiko - Neue Technologie Responsive Design, Geräteunabhängigkeit	12
5.3.2 Risiko - Ungenaue Anforderungen	13
5.3.3 Risiko - Ressourcenmangel für Ausschreibungsunterlagen	15
5.3.4 Risiko - Mangelnde Abstimmungen Einladungsmanager	17
5.3.5 Risiko - Mangelnde Abstimmungen WebApp	19
5.3.6 Risiko – Unzureichende Entwickler	21
5.3.7 Risiko - Nicht ausreichend verfügbare technische Ressourcen	23
5.4 Simulation der Verzögerungs-Szenarien	25
6. Zusammenfassung der Simulation	30
7. Weiteres Vorgehen im Risikomanagement	31

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Projektplan-Positionen	10
Abbildung 2: Dialog zum Konfigurieren eine Projektplanungs-Position	11

Abbildung 3: Risiko - Neue Technologie Geräte- und Browserunabhängigkeit	12
Abbildung 4: Risiko - Neue Technologien: Verteilungs- und Dichte-Funktion.....	13
Abbildung 5: Risiko - Ungenaue Anforderungen.....	14
Abbildung 6: Risiko - Ungenaue Anforderungen: Verteilungs- und Dichte-Funktion.....	15
Abbildung 7: Risiko - Ressourcenmangel für Ausschreibung	16
Abbildung 8: Risiko - Ressourcenmangel für Ausschreibung: Verteilungs- und Dichte-Funktion	17
Abbildung 9: Risiko - Mangelnde Abstimmungen Einladungsmanager	18
Abbildung 10: Risiko - Mangelnde Abstimmungen Einladungsmanager: Verteilungs- und Dichte-Funktion	19
Abbildung 11: Risiko - Mangelnde Abstimmungen WebApp.....	20
Abbildung 12: Risiko - Mangelnde Abstimmungen WebApp: Verteilungs- und Dichte-Funktion	21
Abbildung 13: Risiko - Unzureichende Entwickler.....	22
Abbildung 14: Risiko - Unzureichende Entwickler: Verteilungs- und Dichte-Funktion	23
Abbildung 15: Risiko - Nicht ausreichend verfügbare technische Ressourcen	24
Abbildung 16: Risiko - Nicht ausreichend verfügbare technische Ressourcen: Verteilungs- und Dichte-Funktion	25
Abbildung 17: Simulations-Dialog	26
Abbildung 18: Tabellarisches Simulationsergebnis für die Projektverzögerung.....	26
Abbildung 19: Grafische Auswertung des Simulationsergebnisses (Dichte- und Verteilungsfunktion (Integral der Dichtefunktion)).....	28
Abbildung 20: Projektplan ohne Risiken	29
Abbildung 21: Projektplan mit Risiken	30

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Simulationsergebnisse	26
Tabelle 2: Vergleich Erwartungswerte der Risiken vs. Simulation	31

1. Einleitung

Schätzen und Planen sind wesentliche Bestandteile der Rolle eines Projektmanagers und der Fach-Experten. Projekt-Unsicherheiten werden, wenn überhaupt, als Ein-Punkt-Schätzungen in Form von Risiko-Puffer in die Planung eingefügt. Das in diesem Dokument beschriebene Tool MC-ECO zur Abschätzung von Projekt-Verzögerungen bietet die Möglichkeit, Projekt-Unsicherheiten als Risiken zu definieren und die Unsicherheiten als Bandbreiten – in Form von Verteilungsfunktionen – zu beschreiben. Mit der integrierten Monte-Carlo-Simulation werden diese Unsicherheiten mit deren jeweiligen Verteilungsfunktionen zu mannigfaltigen, auf Zufallszahlen basierten Szenarien kombiniert. Aus diesen berechneten Szenarien kann eine zu erwartende Projektverzögerung dargestellt werden.

Projektverzögerungen sind eher die Regel als die Ausnahme. Das liegt i.d.R. weder an der Kompetenz des Projektleiters, noch an der Qualität des Plans, sondern vor allem an der Tatsache, dass jeder Plan eine Ansammlung von Annahmen und Schätzungen darstellt und es in der Realität meistens anders kommt. Außerdem gibt es immer wieder (z.T. berechnete) Ergänzungs- und Änderungswünsche, mit denen sich das Projektteam auseinandersetzen muss.

Das kostet alles Zeit, die vorher nicht oder zu wenig eingeplant war. Natürlich kann man jede Planung mit fetten Zeitpuffern ausstatten. Das macht aber nur in dosiertem Umfang und mit konkreten Bezügen zu Risiken Sinn. Ansonsten machen diese Puffer ein Projekt bzw. entsprechende Realisierungskonzepte/-angebote zeitlich unattraktiver – entweder Sie bekommen den Auftrag nicht, oder das Projekt wird gar komplett gestrichen.

Wer die Risiken in seinem Projekt rechtzeitig erkennt, kann sie proaktiv managen. Projektrisiken sind Ereignisse im Projektverlauf mit negativen (oder aber auch positiven) Auswirkungen auf die Projektergebnisse. Jedes Projektrisiko stellt eine potentielle Bedrohung (aber auch Chance) für das Projekt dar und gefährdet (oder optimiert) Projekttermine, Kosten, Ergebnisse und die Qualität – aber auch die Kundenzufriedenheit kann massiv aus dem Gleichgewicht geraten.

Um das Risiko einer Projekt-Schiefelage zu bestimmen, müssen zuerst die relevanten Risiken identifiziert, analysiert und bewertet werden. Die Bandbreite eines Risikos kann mit Bestimmung entsprechender Verteilungsfunktionen beschrieben und mit einer Monte-Carlo-Simulation (MCS) quantifiziert werden. Zusammengehörige Risiken wiederum können aggregiert und ebenfalls mit Verteilungsfunktionen hinterlegt und per Monte-Carlo-Simulation quantifiziert werden.

In diesem Dokument werden verschiedene Risiken eines Beispielprojektes betrachtet, aggregiert und mit dem Monte-Carlo-Simulationstool MC-ECO quantifiziert, um somit die Bandbreite einer möglichen Projektverzögerung zu bestimmen.

2. Übersicht Monte-Carlo-Simulation

Obwohl vereinzelt Werkzeuge zur Simulation von Unsicherheiten in der Projektplanung (z. B. Liefertermine) existieren, werden Unsicherheiten heute in Projekten immer noch fast ausschließlich über die manuelle Integration von zusätzlichen Pufferzeiten in die Projektpläne berücksichtigt. Mit der Monte-Carlo-Simulation steht ein leistungsfähiges Instrument zur Verfügung, das für die Abbildung von Unsicherheiten in der Projektplanung prinzipiell sehr gut geeignet ist. Die Monte-Carlo-Simulation, auch MCS, ist ein Verfahren aus der Stochastik, bei dem eine sehr große Zahl gleichartiger Zufallsexperimente die Basis darstellt (der Name der MCS wurde vom Code-Namen „Monte Carlo“ eines Amerikanischen Forschungsprojektes im zweiten Weltkrieg zur Entwicklung der Atombombe übernommen). Es wird dabei versucht, mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitstheorie analytisch nicht oder nur aufwendig lösbare Probleme numerisch zu lösen. Als Grundlage ist vor allem das Gesetz der großen Zahlen zu sehen. Die Zufallsexperimente können entweder – etwa durch Würfeln – real durchgeführt werden oder in Computerberechnungen über Erzeugung geeigneter Zufallszahlen.

Das Gesamtrisiko eines Projektes setzt sich aus verschiedenen Einzelrisiken zusammen. Eine einfache aus den Schäden der Einzelrisiken (Summen der Erwartungswerte) liefert jedoch als Ergebnis nicht den wahrscheinlichsten Risikoschaden, sondern lediglich den Wert eines Szenarios. Für das gesamte Projektrisiko ist die zufallsabhängige Kombination der Schäden der Einzelrisiken maßgebend. Um eine zuverlässige Antwort auf diese Frage geben zu können, wäre daher die Auswertung einer großen Datenmenge erforderlich. Hier ermöglicht es die Wahrscheinlichkeitsverteilung den monetären bzw. terminlichen Risikoschaden des gesamten Projektes darzustellen. In einer vorher festgelegten Anzahl von Simulationsläufen, wobei jeder Simulationslauf einem möglichen Risikoszenario entspricht, kombiniert die Software zufallsabhängig Einzelrisiken zum Gesamtprojektrisiko (Risiko-Aggregation). Aus der resultierenden Wahrscheinlichkeitsverteilung können unter Vorgabe von bestimmten statistischen Sicherheiten die voraussichtlichen maximalen Risikokosten bzw. die Projektverzögerung abgelesen werden.

Zielsetzung der Risikoaggregation ist nun, die Gesamtrisikoposition eines Projekts zu bestimmen. Dazu werden die Wahrscheinlichkeitsverteilungen einzelner Risiken zu einer Wahrscheinlichkeitsverteilung der Zielgröße des Projektes (z.B. einer Position eines Projektplanes) zusammengeführt.

Nur die Quantifizierung von Risiken schafft einen erheblichen Teil des ökonomischen Nutzens einer risikoorientierten Projektführung, speziell bei der Unterstützung von Entscheidungen unter Unsicherheit. Die scheinbare Alternative einer Nichtquantifizierung von Risiken existiert faktisch nicht, da nicht quantifizierte Risiken kaum etwas anderes sind als mit null quantifizierten Risiken.

Die Quantifizierung von Risiken beginnt mit der quantitativen Beschreibung der Risiken durch eine geeignete Wahrscheinlichkeitsverteilung. Da Projekte i.d.R. eine Vielzahl von Risiken aufweisen, müssen diese aggregiert werden, um den Gesamtrisikoumfang bestimmen zu können. Dies erfordert den Einsatz der MCS, bei der eine

große repräsentative Stichprobe risikobedingt möglicher Zukunftsszenarien berechnet wird. Um mit dem Gesamtrisikoumfang wieder einfach rechnen zu können, werden die Häufigkeits- oder Wahrscheinlichkeitsverteilungen abgebildet auf sog. „Risikomaße“, wie die Standardabweichung.

3. Methodik des Projektrisikomanagements

Das Ziel des Risikomanagements in Projekten besteht primär darin, gefährdende Entwicklungen frühzeitig zu erkennen, um rechtzeitig entsprechende Maßnahmen zur Steuerung und Bewältigung der Risiken einzuleiten. Im Hinblick auf die Sicherung des Projektes ist vor allem zu beachten, dass der Gesamtrisikoumfang der Risiken die Risikotragfähigkeit eines Projektes nicht überschreitet, das heißt ein Projekt insgesamt nicht mehr Risiken eingeht, als es mit dem ihm zur Verfügung stehenden Budget und Zeit tragen kann. Dabei stellt sich insbesondere das Problem, eine Gesamtrisikoposition, bestehend aus den jeweils im Projekt vorhandenen Einzelrisiken unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen zu ermitteln.

Die Ermittlung des Gesamtrisikoumfangs eines Projektes erfolgt im Rahmen des Risikomanagementprozesses mittels Risikoaggregation.

Ein weit verbreitetes Verfahren zur Risikoaggregation ist die Monte-Carlo-Simulation (MCS). Mittels dieser lassen sich Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Zufallsgrößen experimentell bestimmen. Auf Basis von Risikofaktoren und deren Wahrscheinlichkeiten können Ergebniswerte simuliert werden, deren Struktur und Verhalten noch unbekannt sind. Der Kern einer MCS ist die Erzeugung von Zufallszahlen. Bei Anwendung der MCS im Rahmen des Risikomanagements werden zunächst die Risiken bzw. die durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschriebenen Wirkungen der Einzelrisiken eines Projektes den entsprechenden Positionen der Projektplanung zugeordnet und mit einer Zielgröße (z.B. Dauer, Budget) verknüpft. Anschließend wird in mehreren tausend Simulationsläufen unter Verwendung von Zufallszahlen eine Bandbreite von Abweichungen simuliert. Dabei werden die unbekannt Parameter durch Zufallszahlen ermittelt, um so die Wirkungen der Einzelrisiken auf die entsprechenden Positionen einer Planung bestimmen zu können.

Eine Risiko-Analyse und Risiko-Aggregation besteht typischerweise aus 4 Schritten:

- **Entwicklung eines Modells zur Risikoanalyse:** Dies beinhaltet die Definition des Problems oder der Situation eines Projektes (z.B. Projektplan mit all seinen Begleitdokumenten wie. Z.B. Stakeholder-Analyse, Schnittstellen ...)
- **Identifikation der Risiken und somit der Unbestimmtheiten in den Positionen des Modells:** Hierfür werden die Risiken durch Verteilungsfunktionen und eine entsprechende Parametrisierung konkretisiert.
- **Analyse des Modells durch Simulation:** der Bereich möglicher Wahrscheinlichkeiten für alle möglichen Resultate der Ergebnisse werden simuliert und bestimmt.

- **Ergebnisauswertung:** Durch die Simulation können auf Basis der ermittelten Risikodaten bestandsgefährdende Risiken erkannt werden, um somit gezielt und fokussiert Maßnahmen zu ergreifen. Bevor man eine Simulation durchführt, ist es notwendig, die verschiedenen Teilaspekte des Risikoinventars adäquat zu strukturieren, d.h. insbesondere sich der oft impliziten Abhängigkeiten zwischen den Einzelrisiken bewusst zu werden. Gleichzeitig muss man zur Quantifizierung der Risiken überlegen, ob die genutzten Wahrscheinlichkeitsverteilungen eine adäquate Beschreibung der Charakteristika der Risiken darstellen. Vor einer Simulation sollte man daher reiflich überlegen, ob nicht einzelne Facetten des Risikoinventars zusammengefasst werden können. Hierzu gibt es einfache heuristische Regeln:

- **Ursachenaggregation:** Wenn zwei oder mehr Risiken die gleiche Ursache haben, fasse sie zu einem Risiko zusammen und aggregiere die Wirkung, beispielsweise durch die Addition der Schäden (Chancen) der Einzelrisiken.

- **Wirkungsaggregation:** Haben zwei oder mehr Risiken die gleiche Auswirkung, aggregiere die Wahrscheinlichkeiten der Ursachen, beispielsweise im einfachsten Fall durch eine Addition der Eintrittswahrscheinlichkeiten (bei unabhängigen Risiken mit kleiner Eintrittswahrscheinlichkeit). Hinweis: Nimmt man an, dass auf der Ursachenebene keine stochastischen Abhängigkeiten von z.B. 2 Risiken mit gleicher Auswirkung bestehen, kann die aggregierte Wahrscheinlichkeit wie folgt berechnet werden:

$$EW_{Ragg} = 1 - (1 - EW_{R1}) * (1 - EW_{R2})$$

wobei EW_{R1} die Eintrittswahrscheinlichkeit vom ersten und EW_{R2} vom zweiten Risiko und EW_{Ragg} die Eintrittswahrscheinlichkeit des aggregierten Risikos ist.

- **Ausschlussregel:** Wenn beim Eintritt eines bestimmten Risikos ein weiteres Risiko nicht zusätzlich eintreten kann, dann lasse nicht beide Risiken bei der Quantifizierung gleichzeitig zu.

Diese heuristischen Daumenregeln helfen schon für eine erste Strukturierung. Notwendig ist immer ein tieferes Verständnis der Ursachen und Wirkungen aller Chancen und Gefahren (Risiken), die Planabweichungen auslösen können

4. Risiken mit Projektplan-Positionen kombinieren

Mit dem Risikoquantifizierungstool MC-ECO können zum einen Projektpläne mit der Vorwärtsplanung erstellt und zum anderen den einzelnen Projektplan-Positionen Risiken zugewiesen werden. Hierbei besteht die Simulation der Projektrisiken aus 3 Teilen:

4.1 Projektplan

Ein Projektplan besteht aus Positionen. Diese wiederum können sein:

- Hauptpositionen (eine Klammer um Projektplanpositionen, z.B. Teilprojekte, Release-Items)
- Unterpositionen, die eigentlichen Planungspositionen, inklusive Meilensteine

- **Summenposition:** dies ist die Zusammenfassung des gesamten Projektplans, vom Start bis zum Ende des geplanten Projekts.

Den Planungspositionen können zudem Anzahl Einheiten (Mitarbeiter, andere Ressourcen) und Geldwert einer Einheit zugewiesen werden. Weiterhin ist es möglich, Anfangstermine von Planungspositionen in Abhängigkeit zu Start- oder End-Terminen von anderen Positionen zu setzen, wobei hier auch ein Offset von Tagen angegeben werden kann. Der Projektplan an sich kann per Dialog erstellt und modifiziert werden, somit sind keine Excel-Kenntnisse nötig.

4.2 Projektrisiken

Einer Planungsposition können 1 oder mehrere Risiken zugeordnet werden. Jedes Risiko kann durch unterschiedlichste von MC-ECO zur Verfügung gestellten Verteilungsfunktionen modelliert werden. Hierbei gibt es kontinuierliche und diskrete Verteilungsfunktionen. Risiken können auch miteinander korreliert werden.

Ein weiteres Merkmal von MC-ECO ist, dass für eine Planungspositionen Expertenschätzungen durchgeführt werden können. Diese Expertenschätzungen können zu einer Verteilungsfunktion zusammengeführt und einem Risiko zugewiesen werden.

4.3 Simulation

Sobald der projektplan erstellt und die Risiken modelliert und Planungspositionen zugewiesen wurden, kann der Gesamteffekt der Risiken auf den Projektplan simuliert werden. Der Erwartungswert einer durch Risiken bedingten Verzögerung wird tabellarisch und grafisch ausgegeben. Hierbei kann der Effekt der Risiken zu jeder Planungsposition betrachtet werden.

Die grafischen Ausgaben teilen sich wie folgt auf:

- Dichte- und Verteilungsfunktion der jeweiligen Position (Planungsposition, Hauptposition oder Summenposition)
- 2 Gantt-Charts:
 - » Planung ohne Risiken
 - » Planung mit Risiken

Eine Projektverzögerung, bedingt durch Risiken, die – teilweise – eintreten können, wird am einfachsten Top-Down analysiert, wobei hier die Folgen bzw. Auswirkungen der Risiken auf eine Verzögerung im Vordergrund stehen. Die wichtigsten Risiken, die auf das Projekt einwirken können, werden identifiziert und entsprechend der heuristischen Regeln (aus obigem Kapitel) zusammengefasst und analysiert. Wenn Risiken korrelieren, dann müssen diese Korrelationen in MC-ECO auch erfasst werden (siehe MC-ECO Handbuch Kap 6). Risiken wirken auf Positionen des Projektplans, wobei auch mehr als 1 Risiko einer Projektplanposition zugewiesen werden kann.

4.4 Allgemeines zur Risiko-Simulation

Die Quantifizierung der Risiken, also die Bestimmung der Bandbreiten der jeweiligen Risiken, wird durch Zuweisung einer Verteilungsfunktion (siehe MC-ECO Handbuch Kap. 3) zu dem Risiko durchgeführt. Jedes Risiko hat somit eine Bandbreite von Auswirkungen und Eintrittswahrscheinlichkeit einer Auswirkung.

Mit der MCS (Monte-Carlo-Simulation) werden je Durchlauf per Zufallszahl eine Kombination von Ausprägungen der Risiken erzeugt. Damit erhält man in jedem Schritt einen simulierten Wert für die betrachtete Zielgröße, nämlich die Projektverzögerung. Die Gesamtheit aller Simulationläufe liefert eine repräsentative Stichprobe aller möglichen Risiko-Szenarien. Aus den ermittelten Realisationen der Zielgröße „Projektverzögerung“ ergeben sich aggregierte Wahrscheinlichkeitsverteilungen (Dichtefunktionen), die dann für weitere Analysen genutzt werden. Das heißt, dadurch dass die Risiken kombiniert werden, wird die Gesamtbelastung bezüglich der Projektverzögerung durch alle Risiken natürlich höher sein als jedes einzelne Risiko für sich.

Bei den folgenden Beispielen handelt es sich um hypothetische Fälle.

5. Simulations-Szenario anhand eines Projekt-Beispiels „Videoberatung“

Kommunikation über das Internet wird zunehmend wichtig für Ärzte und Patienten. Durch die Lockerung des Fernbehandlungsgesetzes Ende Mai 2018 ist es nun möglich, dass Ärzte auch Videosprechstunden anbieten können. Videosprechstunden, Zweitmeinungsportale und soziale Medien erweitern die Palette der Austauschmöglichkeiten zwischen Arzt und Patient. Es ist daher angedacht, Ärzten und Patienten eine Videoberatungsplattform als Software as a Service (SaaS) zur Verfügung zu stellen. Somit soll Patienten die Möglichkeit gegeben werden, die Beratung eines Arztes auch per Video in Anspruch nehmen zu können.

5.1 Anforderungen an die Videoberatungs-Plattform

Der Arzt muss lediglich Skype for Business (SfB bzw. Teams) auf seinem Rechner installiert haben. Patienten sollen die Videoberatung von einem beliebigen Gerät (PC, Laptop, Tablet, Smartphone) mit beliebigem Betriebssystem und Browser durchführen können (Webapp, die Geräte- und Browser-unabhängig benutzt werden kann). Weiterhin soll einem Arzt die Möglichkeit der Terminvereinbarung zur Verfügung stehen. Eine Terminvereinbarung wird dem Patienten per E-Mail zugesendet, womit er später den virtuellen Warteraum betreten kann. Für die Terminvereinbarung soll ein Browserbasierter „Einladungsmanager“ entwickelt werden. Der zentrale Service wird beim Betreiber der Videoberatungsplattform gehostet; dies beinhaltet Webserver, DMZ, Firewall, Datenbanken, Videogateway und SfB- bzw. Teams-Plattform. Das Videogateway wird benötigt, um die Geräte- und Browser-unabhängige Webapp mit SfB zu verbinden.

Das Projekt soll agil durchgeführt werden, wobei sich die Roadmap in eine Prototyp-, eine Durchführungs- und in eine Integrationsphase aufteilt.

5.2 Projektplan

Der Projektplan kann mit MC-ECO per Dialog erstellt und gepflegt werden (siehe MC-ECO Handbuch, Kapitel 4.3).

		Plan Start-Datum	Plan Ende-Datum	Aufwand Arbeitstage	Fortschritt	Status	Offset Tage	Offset zu Zelle	Kosten je Einheit	Anzahl Einheiten	Plan Dauer (Tage)
1.1	Projektinitialisierung	01.07.2019	29.08.2019	87							59
1.2	Projektunterlagen	01.07.2019	18.07.2019	14	100%	Fertig			1.000,00	1,00	18
1.3	Grobplanung	01.07.2019	18.07.2019	14	100%	Fertig			1.000,00	1,00	18
1.4	Bedarfsanalyse	19.07.2019	29.08.2019	30	100%	Fertig	1	SES11	1.000,00	3,00	42
1.5	Setup IT-Infrastruktur Entwicklung	19.07.2019	27.08.2019	28	100%	Fertig	1	SES12	1.000,00	2,00	40
1.6	MS-1 Projektinitialisierung	29.08.2019	29.08.2019	1	100%	Fertig	0	SES13	0,00	0,00	1
2.1	Prototyp Entwicklung	28.08.2019	09.12.2019	272							103
2.2	Initial-Leistungsbeschreibung	30.08.2019	09.12.2019	71	90%	In Arbeit	1	SES13	1.000,00	1,00	102
2.3	Einladungsmanager Prototyp	28.08.2019	14.11.2019	56	70%	In Arbeit	1	SES14	1.000,00	2,00	79
2.4	WebApp Prototyp	28.08.2019	05.12.2019	71	80%	In Arbeit	1	SES14	900,00	3,00	100
2.5	Videogateway Ausschreibungsunterlagen	01.09.2019	16.09.2019	12	100%	Fertig	5	SES14	900,00	1,00	16
2.6	Definition Schnittstellen Frontend	09.09.2019	03.12.2019	61	90%	In Arbeit	10	SDS17	900,00	1,00	86
2.7	MS-2 Prototyp	05.12.2019	05.12.2019	1	0%	Offen		SES19	0,00	0,00	1
3.1	Umsetzungsphase	17.09.2019	03.05.2020	388							229
3.2	Backlog Anforderungen	10.12.2019	05.03.2020	60	0%	Offen	1	SES17	1.000,00	1,00	87
3.3	Ausschreibung Videogateway	17.09.2019	16.01.2020	84	0%	Offen	1	SES20	900,00	0,10	122
3.4	Aufbau Integrationsumgebung	17.09.2019	30.10.2019	32	0%	Offen	1	SES20	900,00	2,00	44
3.5	Aufbau Produktionsumgebung	31.10.2019	01.12.2019	21	0%	Offen	1	SES26	900,00	1,00	32
3.6	Entwicklung Einladungsmanager	15.11.2019	24.03.2020	90	0%	Offen	1	SES18	1.000,00	2,00	180
3.7	Entwicklung WebApp	06.12.2019	03.05.2020	100	0%	Offen	1	SES19	1.000,00	4,00	150
3.8	MS-3 Umsetzung	03.05.2020	03.05.2020	1	0%	Offen		SES29	0,00	0,00	1
4.1	Integration - Rollout	19.01.2020	04.06.2020	32							137
4.2	Integration Videogateway	19.01.2020	29.01.2020	9	0%	Offen	3	SES25	900,00	2,00	11
4.3	Integration Apps/Schnittstellen	04.05.2020	25.05.2020	15	0%	Offen	1	SES29	900,00	4,00	22
4.4	Produktiv-Tests	26.05.2020	04.06.2020	7	0%	Offen	1	SES33	900,00	4,00	10
4.5	MS-4 Rollout	04.06.2020	04.06.2020	1	0%	Offen		SES34	0,00	0,00	1
1	Projekt-Ergebnis	01.07.2019	04.06.2020	779							339

Abbildung 1: Projektplan-Positionen

Die grün markierten Spalten können durch den Benutzer händisch manipuliert werden, ohne den Projektplan-Dialog von MC-ECO benutzen zu müssen. Die grau hinterlegten Zellen sind berechnete Zellen, abhängig von den Zellen aus Spalte „Offset Tage“ und „Offset zu Zelle“.

ESG Consulting GmbH: Projektplan

Position: Einladungsmanager Prototyp

Start-Datum: 28.08.2019

Ende-Datum: 14.11.2019

Dauer des Arbeitspakets (Tage): 79

Arbeitstage: 56

Abstand zu Start-Datum (Arbeitstage): 1

Abstand zu Datum von Zelle \$E\$14: Datum-Zelle wählen

Anzahl Einheiten: 2

Kosten pro Einheit (EUR): 1000

Fortschritt (in %): 70

Status: In Arbeit

Konfigurieren Abbrechen

Abbildung 2: Dialog zum Konfigurieren eine Projektplanungs-Position

5.3 Projekt-Risiken

Jeder Projektplanposition können 1 oder mehrere Risiken zugeordnet werden. Sobald die Risiken initial identifiziert wurden, wird mit der Risikoanalyse und -Bewertung begonnen. Hier ist es wichtig, die Risiken so zu bewerten und ggf. aufzuteilen, dass sie einzelnen Planungspositionen zugewiesen werden können. Wenn ein Risiko, z.B. unzureichende Planungs-Skills, auf mehrere Planpositionen wirkt, dann muss für jede Planungsposition, die davon betroffen ist, solch ein Risiko angelegt und zugewiesen werden.

In einem Initial-Risiko-Workshop wurden mehrere Risiken identifiziert. Nach einer Analyse ergaben sich daraus 7 wesentliche Projektrisiken.

5.3.1 Risiko - Neue Technologie Responsive Design, Geräteunabhängigkeit

Die Webapp, welche die Patienten zur Videoberatung benutzen, soll Geräte- und Browser-unabhängig funktionieren. Hierfür muss ebenfalls das Responsive-Design berücksichtigt werden. Diese Technologie soll bereits bei dem Prototyp der Webapp aufgesetzt und getestet werden. Teilweise existieren hier bereits Erfahrungen, jedoch erwarten die Entwickler während eines dedizierten Risikoworkshops hierzu folgende Risiko-Bandbreite:

ESG Consulting GmbH: Risiko-Simulation

Auswahl eines Risikos:

Verteilungsfunktion:

Auswahl einer Position:

Plan-Betrag der Position 2.4: 71 Tage

Risiko wirkt sich auf den Betrag aus:

Angaben als Betrag

Geringste Abweichung (%)	-5,00%	38
Wahrscheinlichste Abweichung (%)	5,00%	42
Maximale Abweichung (%)	25,00%	50

Status = ON

Funktions-Eigenschaften

Erwartungswert:	43,33 Tage 1,083	Schiefe:	0,14	Wölbung:	2,40
Standardabweichung:	2,49 Tage 0,062	Varianz:	0,16 Tage 0,004		

Berechnen Speichern Diagramm speichern Beenden

Abbildung 3: Risiko - Neue Technologie Geräte- und Browserunabhängigkeit

Ursprünglich war für den Prototypen eine Dauer von 40 Arbeitstagen für 3 Webentwickler veranschlagt. Unter günstigsten Umständen könnte das Arbeitspaket um 5% verkürzt werden, wahrscheinlich ist aber ein Verzug von 5% bis hin zu maximal 25% Verzug (also 50 Arbeitstage anstatt 40 Arbeitstage). Hier wurde eine Dreiecksverteilung gewählt, da die Experten von einer eindeutigen Begrenzung der maximalen Verzögerung bzw. Verkürzung ausgehen. Als Maßnahme ist angedacht, kurzzeitig entsprechende Fachleute im Bereich Responsive Design und entsprechender JAVA-Script-Frameworks (z.B. Node.js) hinzuzuziehen.

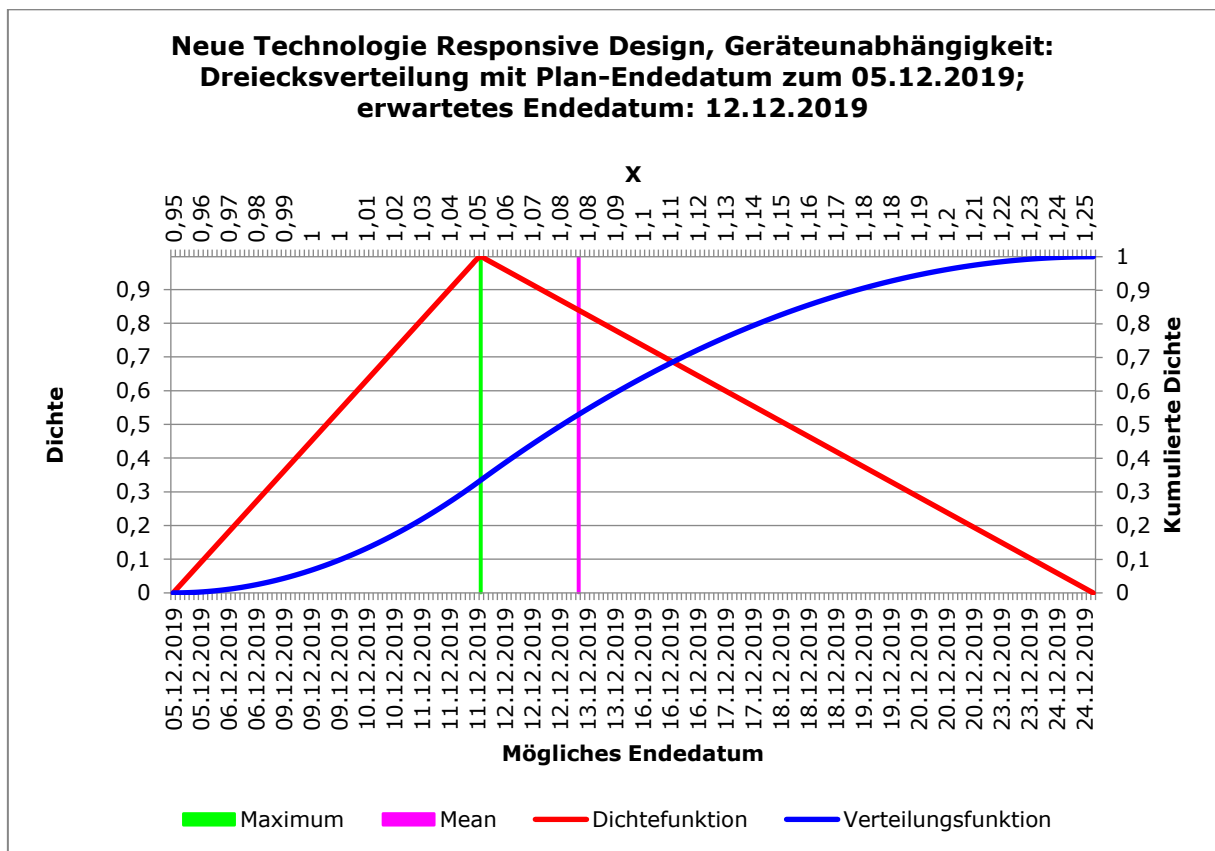


Abbildung 4: Risiko - Neue Technologien: Verteilungs- und Dichte-Funktion

5.3.2 Risiko - Ungenaue Anforderungen

Gerade beim Einladungsmanager gibt es noch keinerlei Erfahrungen zu den Anforderungen. Es müssen hierbei unter anderem Parameter wie

- Verfügbare Lizenzen
- Verfügbare Bandbreite
- Verwaltung der Termine
- Absagen von Terminen
- etc.

berücksichtigt werden. Diese Anforderungen müssen genau abgestimmt werden, und zwar unter

- Bedarfsträgern
- Webentwicklern
- Backend-Entwicklern
- Statistik und Reporting

Da mit dem Einladungsmanager-Prototyp nach dem Setup der IT-Infrastruktur begonnen werden soll und gleichzeitig mit der Initial-Leistungsbeschreibung durchgeführt werden soll, kann es zu Mehrarbeit und Verzögerungen bei dem Einladungsmanager-Prototypen kommen. Auch muss berücksichtigt werden, welche

Schnittstellen angedacht werden und inwieweit Stubs für voraussichtliche Schnittstellen im Prototyp vorgehalten werden sollten.

ESG Consulting GmbH: Risiko-Simulation

Auswahl eines Risikos: Ungenaue Anforderungen

Verteilungsfunktion: Dreiecksverteilung

Auswahl einer Position: Einladungsmanager Prototyp

Plan-Betrag der Position 2.3: 56 Tage

Risiko wirkt sich auf den Betrag aus: 71,00

Status = ON

Angaben als Betrag

Geringste Abweichung (%)	-4,00%	68
Wahrscheinlichste Abweichung (%)	3,00%	73
Maximale Abweichung (%)	20,00%	85

Funktions-Eigenschaften

Erwartungswert:	43,33 Tage 1,083	Schiefe:	0,14	Wölbung:	2,40
Standardabweichung:	2,49 Tage 0,062	Varianz:	0,16 Tage 0,004		

Berechnen Speichern Diagramm speichern Beenden

Abbildung 5: Risiko - Ungenaue Anforderungen

Auch hierzu fand ein Workshop mit Expertenschätzung statt. Der Product-Owner geht davon aus, dass die Anforderungen so genau und zeitnah erstellt werden können, dass mit einer Abweichung von maximal 20% gerechnet werden muss. Wenn die Bedarfsträger ausreichend zur Verfügung stehen, kann sogar mit einer Verkürzung von 4% gerechnet werden.

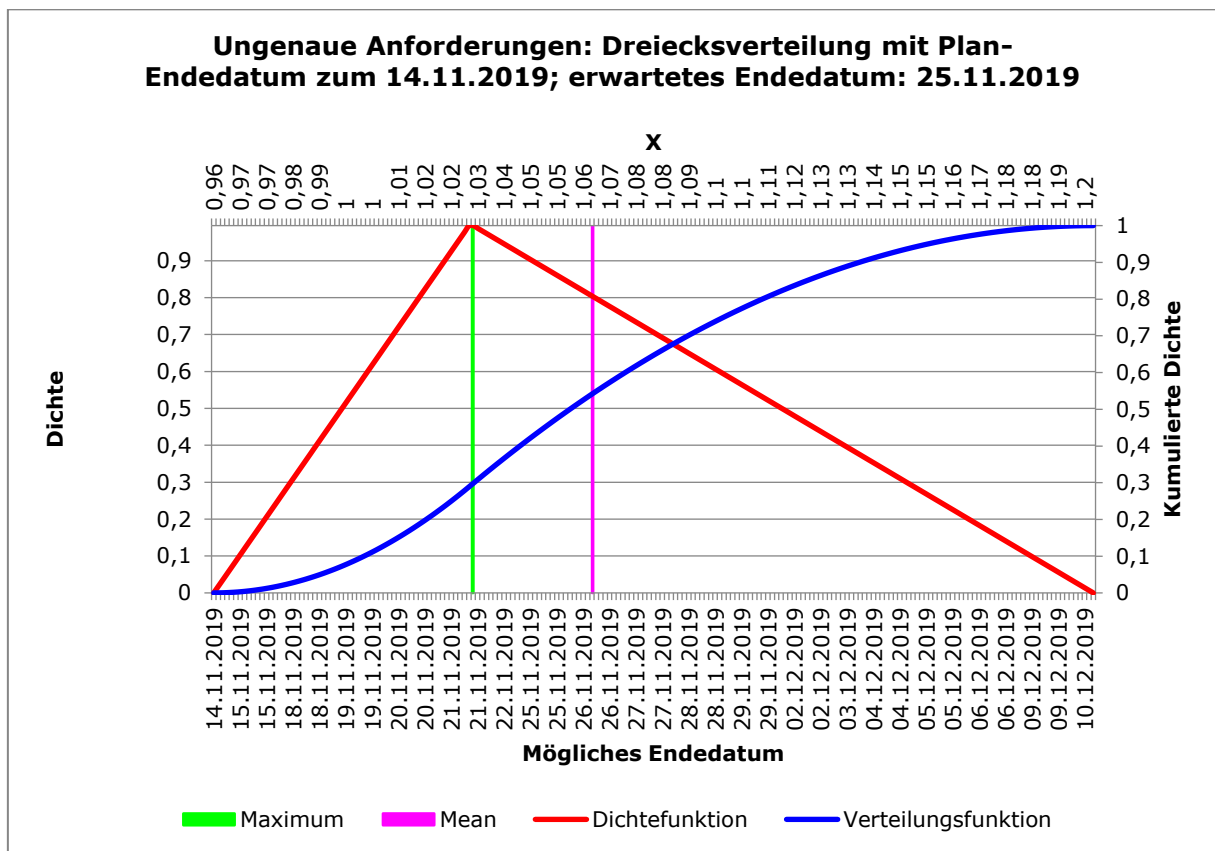


Abbildung 6: Risiko - Ungenauere Anforderungen: Verteilungs- und Dichte-Funktion

5.3.3 Risiko - Ressourcenmangel für Ausschreibungsunterlagen

Für das Videogateway muss aus formalen Gründen eine Ausschreibung stattfinden. Die Anforderungen an ein Videogateway müssen hierfür inhaltlich und formal aufbereitet werden. Da jedoch abzusehen ist, dass nicht genügend Mitarbeiter mit dazu erforderlichen Skills verfügbar sein werden, und da es zudem unklar ist, wie die Ressourcenlage für solche Mitarbeiter im Unternehmen aktuell aussieht, geht man von einer leicht rechts-schiefen Verzögerung aus. Rechts-schief bedeutet, dass Verzögerungen größer als der Mittelwert häufiger auftreten. Hierfür wurde eine Betaverteilungsfunktion ausgewählt, aber mit solchen Parametern, dass die Rechtsschiefe nicht zu ausgedehnt ist. Ausgehend von geplanten 12 Tagen Arbeitstagen wird mit 16,5 Arbeitstagen gerechnet (Erwartungswert), bis hin zu einer Verzögerung von maximal 25 Arbeitstagen. Die Fertigstellung war geplant zum 16.09.2019, könnte sich jedoch bis zum 02.10.2019 hinauszögern.

ESG Consulting GmbH: Risiko-Simulation

Auswahl eines Risikos
Ressourcenmangel für Ausschreibungsunterlagen

Verteilungsfunktion
Betaverteilung

Auswahl einer Position
Videogateway Ausschreibungsunterk

Plan-Betrag der Position 2.5:
12 Tage
Risiko wirkt sich auf den Betrag aus:
12,00

P : 3,00
Q : 5,00
Min-X : 0,00
Max-X : 1,00

Status = ON Hilfe

Funktions-Eigenschaften

Erwartungswert:	16,50 Tage 0,375	Schiefe:	0,31	Wölbung:	31,91
Standardabweichung:	1,94 Tage 0,161	Varianz:	0,31 Tage 0,026		

Berechnen Speichern Diagramm speichern Beenden

Abbildung 7: Risiko - Ressourcenmangel für Ausschreibung

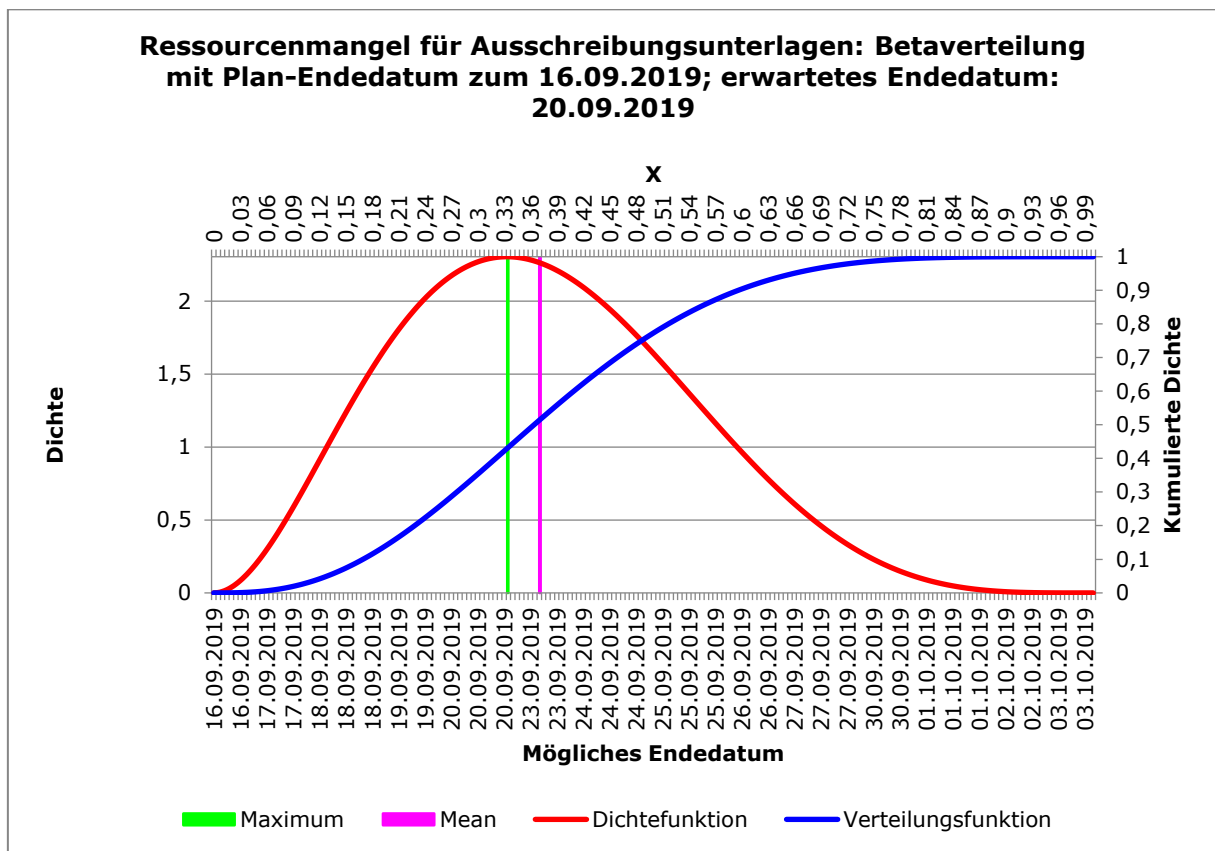


Abbildung 8: Risiko - Ressourcenmangel für Ausschreibung: Verteilungs- und Dichte-Funktion

5.3.4 Risiko - Mangelnde Abstimmungen Einladungsmanager

Die Anforderungen während der Erstellung des Prototyps waren noch nicht vollständig. Der Backlog wird während der Umsetzungsphase noch erweitert und detaillierter spezifiziert. Gerade im Hinblick auf Schnittstellen (z.B. Versicherten-Daten, allgemeine Terminverwaltung, Abrechnungsdaten, Anfragen an Versicherungen, Stammdaten, Lizenz-Vergaben im Videogateway etc.) müssen noch genauere Spezifikationen durchgeführt werden. Hierbei ist nicht klar, inwieweit die Fachbereiche und die zu benutzenden Schnittstellen verfügbar sein werden. Weiterhin werden Fachleute aus der Fläche zur Erprobung für die Evaluierung der User-Experience benötigt. Der Start der realen Umsetzung des Einladungsmanagers wird zum 24.03.2019 mit einer Dauer von 90 Arbeitstagen geplant. Die Experten gehen mit den ersten Erfahrungen bei der Anforderungserhebung und Gestaltung des Prototyps von einer Verzögerung von 14 Tagen aus. Jedoch muss auf Grund der noch ungewissen Situation bei den Schnittstellen und der Verfügbarkeit der Experten von einer erheblichen Verzögerung, die nur wage bestimmt werden kann, ausgegangen werden. Daher eignet sich eine Gammaverteilung, mit welcher solch eine Rechtsschiefe gut modelliert werden kann.

ESG Consulting GmbH: Risiko-Simulation X

Auswahl eines Risikos

Auswahl einer Position

Plan-Betrag der Position 3.6:
 90 Tage
 Risiko wirkt sich auf den Betrag aus:

Verteilungsfunktion

Formparameter k:
 Skalenparameter λ :
 Min-X:
 Max-X:

Funktions-Eigenschaften

Erwartungswert:	104,40 Tage 0,160	Schiefe: 1,41
Standardabweichung:	10,18 Tage 0,113	Wölbung: 15,00
		Varianz: 1,15 Tage 0,013

Abbildung 9: Risiko - Mangelnde Abstimmungen Einladungsmanager

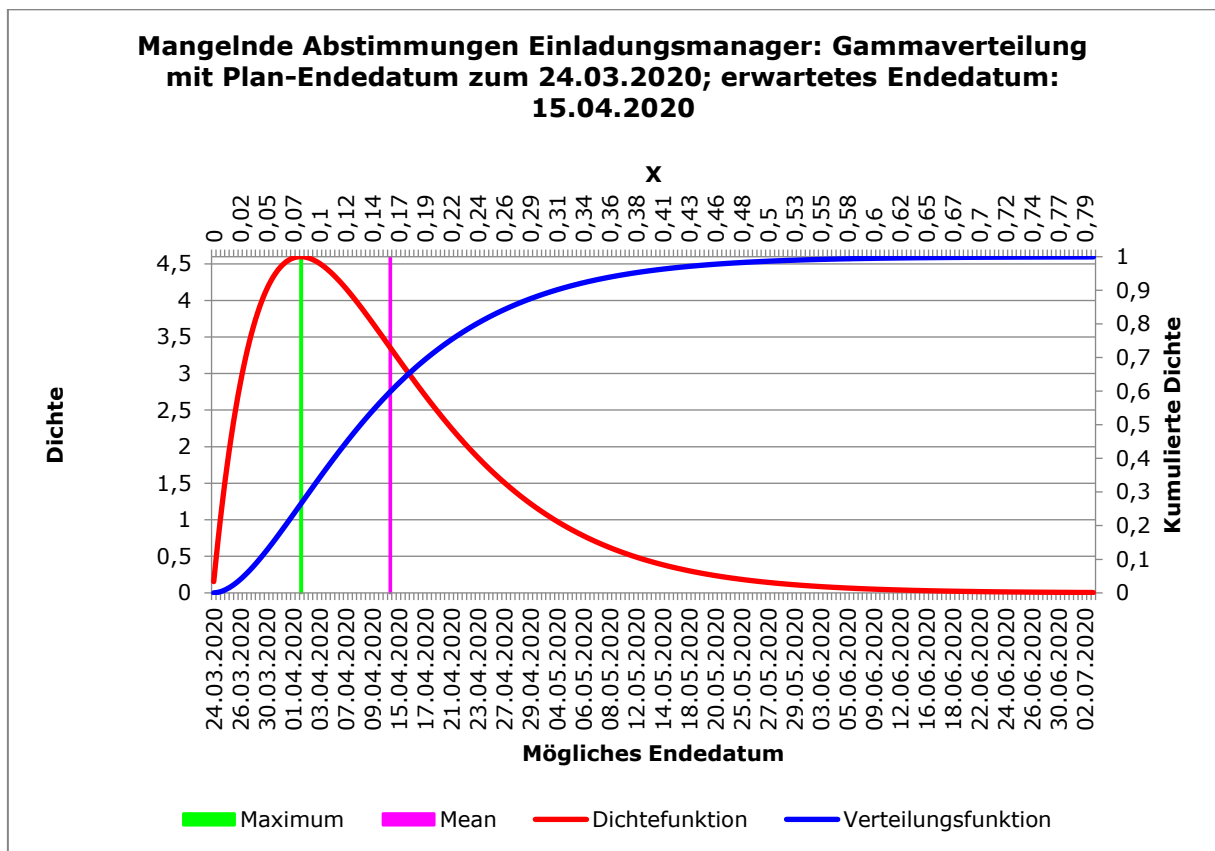


Abbildung 10: Risiko - Mangelnde Abstimmungen Einladungsmanager: Verteilungs- und Dichte-Funktion

5.3.5 Risiko - Mangelnde Abstimmungen WebApp

Die WebApp stellt die Browser-basierte Applikation dar, die von den Patienten genutzt werden soll. Hier erwartet man sehr hohe Ansprüche an die Benutzerfreundlichkeit – einfache und intuitive Nutzung der App. Es sollen neben der Videokommunikation auch Merkmale wie Text-Chat, Desktop-Sharing und Bewertungen angeboten werden. Weiterhin muss das look and feel entsprechend der Ergebnisse aus dem User Experience Labor angepasst werden. Die sich ändernden Anforderungen und die Koordination der entsprechenden Bedarfsträger kann eine erhebliche Verzögerung mit sich führen. Nicht nur die hohe Anforderung an die Web-Entwickler, sondern auch die Verfügbarkeit der entsprechenden Mitarbeiter ist noch nicht garantiert.

Geplant war der Start der Entwicklung der WebApp zum 04.05.2019, mit einer Dauer von 100 Arbeitstagen. Hier erwartet man im Mittel eine Verzögerung von ca. 15 bis 20 Tagen. Jedoch ist die Rechtsschiefe nicht so ausgeprägt wie bei der Abstimmung beim Einladungsmanager. Daher wurde zur Modellierung des Risikos eine Betaverteilung verwendet.

ESG Consulting GmbH: Risiko-Simulation X

Auswahl eines Risikos

Auswahl einer Position

Plan-Betrag der Position 3.7:
 100 Tage
 Risiko wirkt sich auf den Betrag aus:

Verteilungsfunktion

P :
 Q :
 Min-X :
 Max-X :

Funktions-Eigenschaften

Erwartungswert:	116,67 Tage 0,167	Schiefe: 0,47	Wölbung: 21,00
Standardabweichung:	8,91 Tage 0,089	Varianz: 0,79 Tage 0,008	

Abbildung 11: Risiko - Mangelnde Abstimmungen WebApp

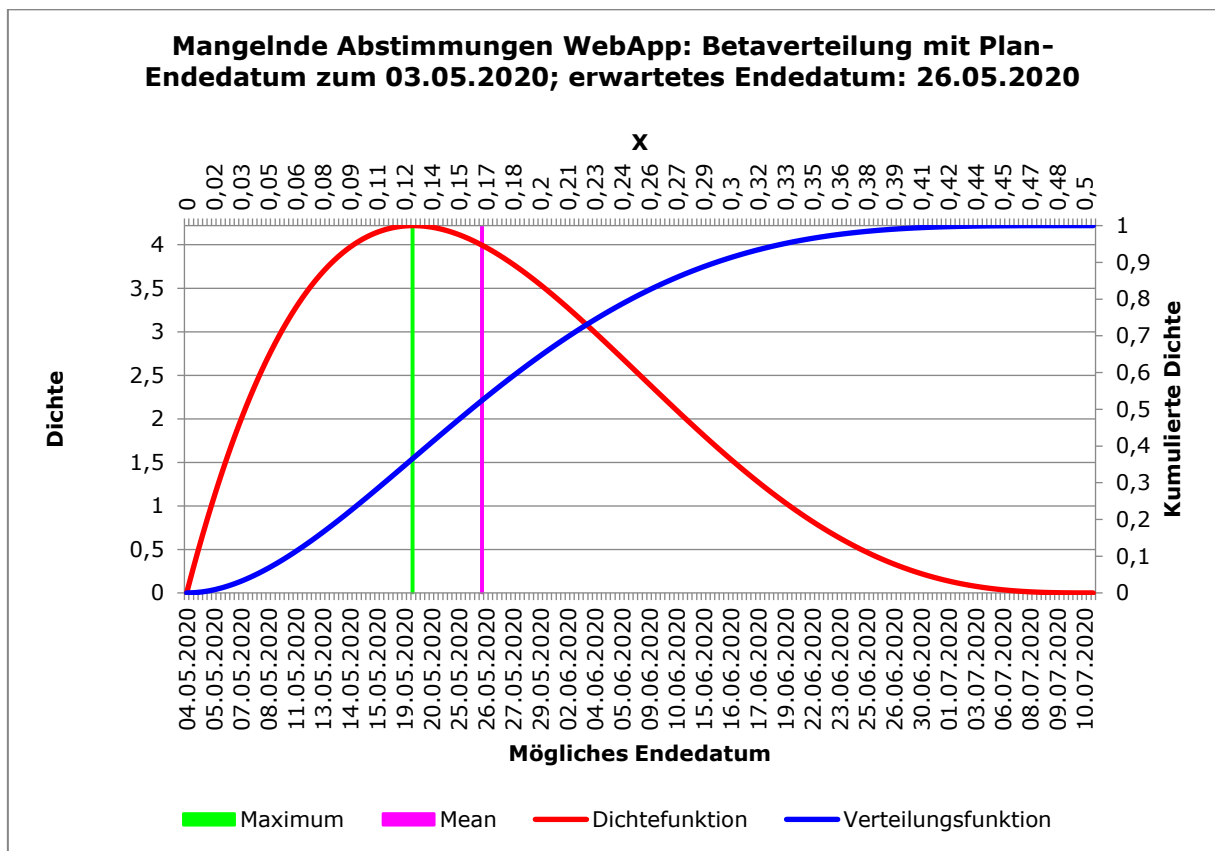


Abbildung 12: Risiko - Mangelnde Abstimmungen WebApp: Verteilungs- und Dichte-Funktion

5.3.6 Risiko – Unzureichende Entwickler

Bei der WebApp gibt es nicht nur das Risiko der mangelnden Abstimmung, sondern auch das Risiko, dass nicht ausreichend geschulte Entwickler dem Projekt zur Verfügung stehen. Somit überlagern 2 Risiken die Entwicklung der WebApp. Das Unternehmen betritt mit der Entwicklung von Geräte- und Browser-unabhängigen Applikationen Neuland. Die Anforderungen sind auf Grund des Responsive-Designs, der sich ändernden Anforderungen an die Benutzerführung und an die Schnittstellen hoch. Die Rückmeldungen aus den User Experience Labs müssen ebenfalls bewertet und eingearbeitet werden. All diese Faktoren bergen eine hohe Unsicherheit bei der Umsetzung der WebApp.

ESG Consulting GmbH: Risiko-Simulation

Auswahl eines Risikos: Unzureichende Entwickler

Verteilungsfunktion: Betaverteilung

Auswahl einer Position: Entwicklung WebApp

Plan-Betrag der Position 3.7:
100 Tage
Risiko wirkt sich auf den Betrag aus:
100,00

P : 1,70
Q : 3,00
Min-X : 0,00
Max-X : 0,50

Status = ON Hilfe

Funktions-Eigenschaften

Erwartungswert:	118,09 Tage 0,181	Schiefe: 0,41	Wölbung: 14,21
Standardabweichung:	10,06 Tage 0,101	Varianz: 1,01 Tage 0,010	

Berechnen Speichern Diagramm speichern Beenden

Abbildung 13: Risiko - Unzureichende Entwickler

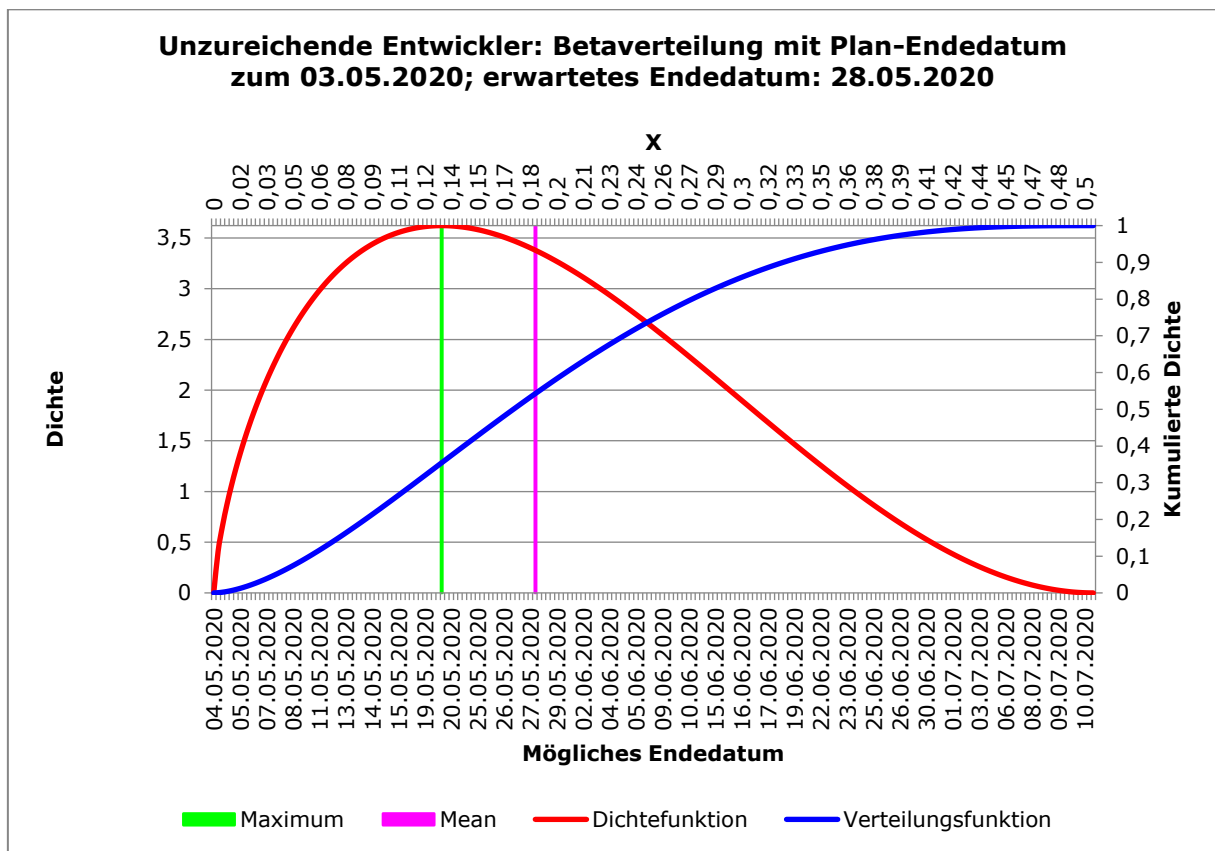


Abbildung 14: Risiko - Unzureichende Entwickler: Verteilungs- und Dichte-Funktion

5.3.7 Risiko - Nicht ausreichend verfügbare technische Ressourcen

Der Aufbau der Integrationsumgebung beinhaltet neben der Einrichtung von Servern, Services, Firewalls, Datenbanken auch die Integration der Schnittstellenservices und des Videogateways. Die Integrations-Plattform soll so aufgebaut werden, dass sie von der Konfiguration der Produktions-Umgebung entspricht. Die Sicherheitsanforderungen und die Skalierbarkeit des Systems müssen eingehalten und getestet werden. Diese Aufgaben erfordern eine sehr gute Erfahrung in diesem Bereich; stetige Abstimmungen mit den Entwicklungsteams sind von Nöten.

Auf Grund der hohen Komplexität, des hohen Abstimmungsbedarfs und der ausgiebigen Tests kann es zu unerwarteten Verzögerungen kommen. Weiterhin sind die Verfügbarkeiten der benötigten Infrastrukturelemente, wie z.B. Server, Lizenzen, Zertifikate nicht genau bestimmbar. Daher wurde auch bei diesem Risiko eine Gammaverteilung mit einer ausgeprägten Rechtsschiefe angenommen.

ESG Consulting GmbH: Risiko-Simulation

Auswahl eines Risikos: nicht ausreichend verfügbare technische Ressourcen

Verteilungsfunktion: Gammaverteilung

Auswahl einer Position: Aufbau Integrationsumgebung

Plan-Betrag der Position 3.4:
32 Tage

Risiko wirkt sich auf den Betrag aus:
32,00

Formparameter k: 3,00
Skalenparameter λ : 0,10
Min-X: 0,00
Max-X: 1,00

Status = ON Hilfe

Funktions-Eigenschaften

Erwartungswert:	41,60 Tage 0,300	Schiefe: 1,15	Wölbung: 21,00
Standardabweichung:	5,54 Tage 0,173	Varianz: 0,96 Tage 0,030	

Berechnen Speichern Diagramm speichern Beenden

Abbildung 15: Risiko - Nicht ausreichend verfügbare technische Ressourcen

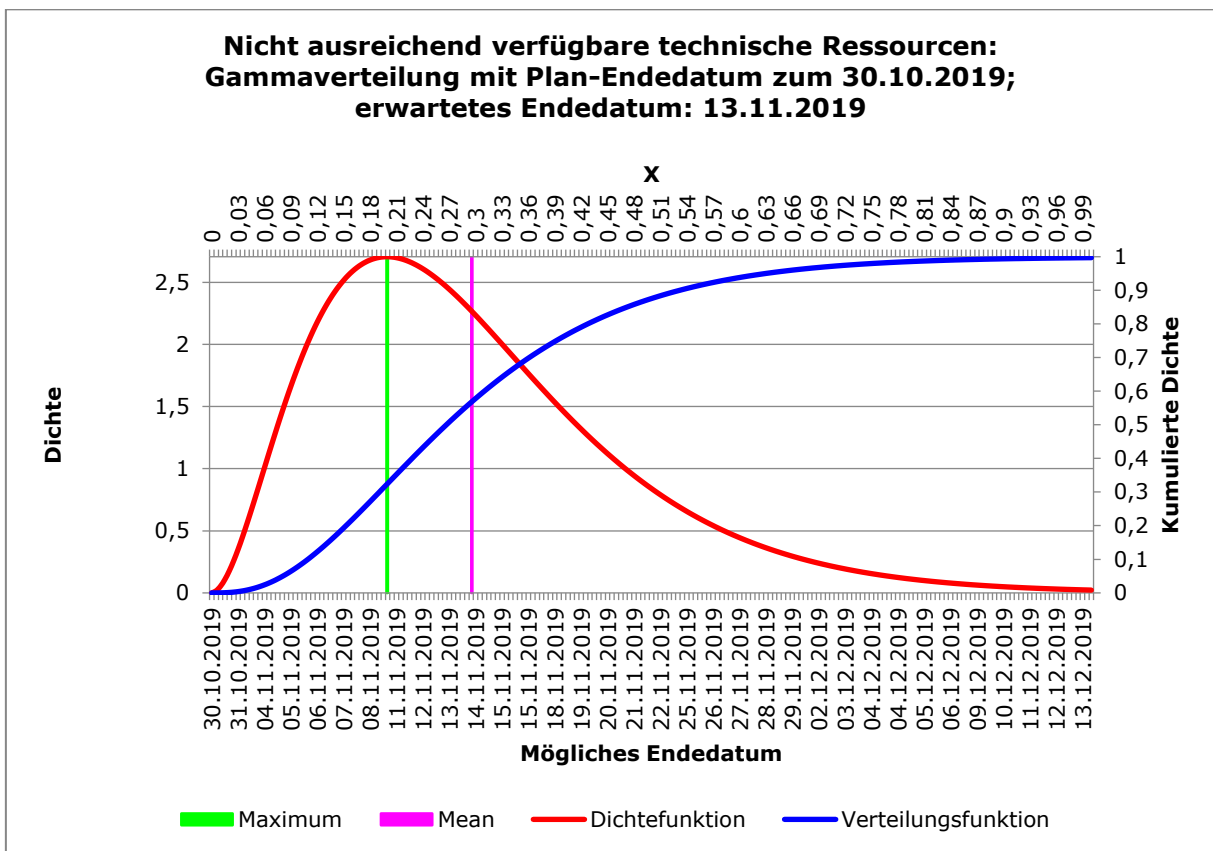


Abbildung 16: Risiko - Nicht ausreichend verfügbare technische Ressourcen: Verteilungs- und Dichte-Funktion

5.4 Simulation der Verzögerungs-Szenarien

Nachdem alle Risiken modelliert und gespeichert wurden, können alle Risiken im Zusammenspiel hinsichtlich einer Verzögerung simuliert werden. Hierzu aktiviert man den Simulations-Dialog im Tabellenblatt „Modell“ und drückt den Schalter „Simulation starten“.

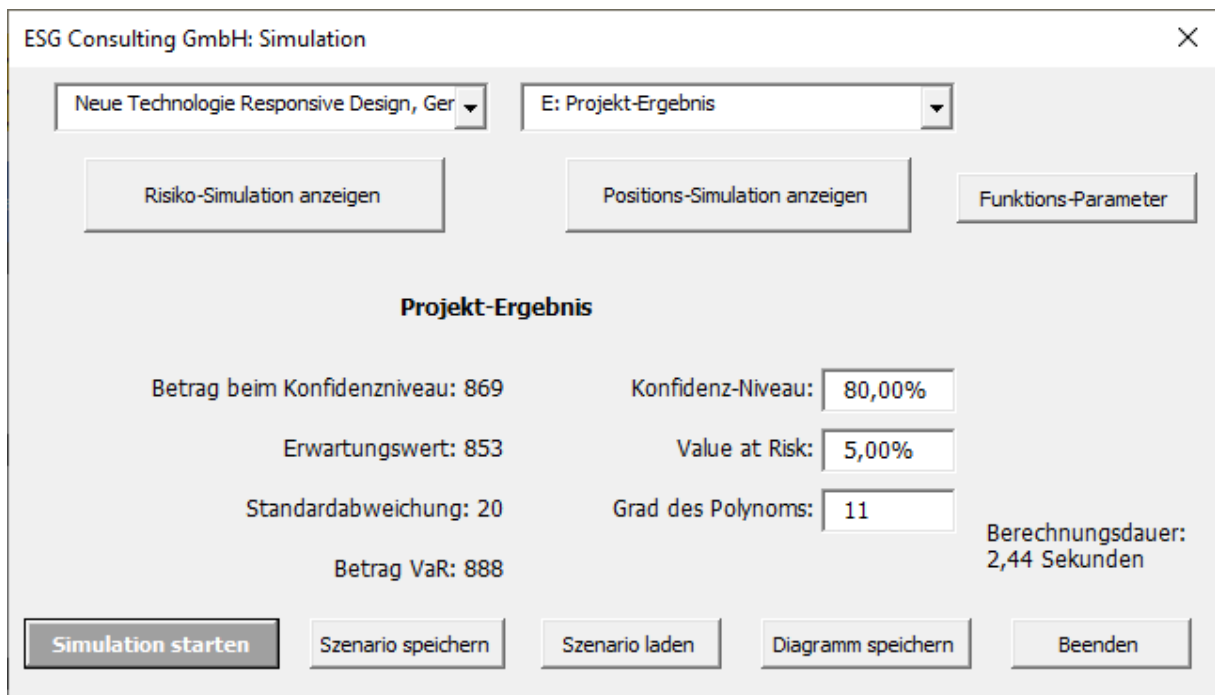


Abbildung 17: Simulations-Dialog

Anschließend werden die Ergebnisse tabellarisch und grafisch aufbereitet. Innerhalb des Simulations-Dialogs können auch die Ergebnisse einzelner Risiken (linkes oberes Auswahlfeld) oder andere Hauptpositionen (rechtes oberes Auswahlfeld) angezeigt werden.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	Position Projekt-Ergebnis	Variations-Koeffizient:	2,35%	Std.-Abweichung:	20,08	Schiefe:	0,41	Wölbung:	3,23	Positions-Zelle:	36	
3	Start-Datum:	Start-Datum:	04.06.2020	Ende-Datum (Nano-Pt. Wahrscheinlichkeit Dauer (Tage))	339	Anzahl Arbeitstage	779	Differenz (Dauer)	Differenz (%)	Kosten	Differenz (Koste)	Differenz (%)
4	Plan	01.07.2019	04.06.2020		339		779			1.433.860 €		
5	Bei Konfidenz: 80%	01.07.2019	23.08.2020	80,00%	420	869	81	23,89%	1.737.700 €	303.840 €	21,19%	
6	Wahrscheinlichstes Ende:	01.07.2019	23.07.2020	45,08%	389	849	50	14,75%	1.603.453 €	169.593 €	11,83%	
7	Erwartetes Ende:	01.07.2019	02.08.2020	53,33%	398	853	59	17,40%	1.651.601 €	217.741 €	15,19%	

Abbildung 18: Tabellarisches Simulationsergebnis für die Projektverzögerung

Die Simulationsergebnisse sind wie folgt:

	Projektende	Wahrscheinlichkeit	Dauer (Tage)	Kosten (EUR)
Plan	04.06.2020		339	1.433.860 €
Erwartet	02.08.2020	53%	398	1.651.601 €
Wahrscheinlichster Wert	23.07.2020	45%	389	1.603.453 €
Konfidenzniveau	23.08.2020	80%	420	1.737.700 €

Tabelle 1: Simulationsergebnisse

Erwartetes Ergebnis: der Erwartungswert (hier Projektende am 02.08.2020) stellt den Median der Verteilung der simulierten Szenarien dar. Die Fläche der simulierten Verteilungsfunktion links vom Median entspricht der Fläche rechts vom Median. Mit 53% Wahrscheinlichkeit wird das Projektende nicht nach dem 02.08.2020 liegen.

Wahrscheinlichstes Ergebnis: Dies wäre das Projektende mit den meisten Treffern bei den simulierten Szenarien.

Konfidenzniveau: Bei der Simulation wurde ein Konfidenzniveau von 80 % angegeben. Das heißt, zu 80% Wahrscheinlichkeit endet das Projekt nicht nach dem 23.08.2020.

Die grafischen Ausgaben der simulierten Dichte- und Verteilungsfunktion sind in Abbildung 19 zu sehen.

Die Schiefe, hier Rechtsschiefe, der simulierten Dichteverteilung in Höhe von 0,4 deutet an, dass häufiger Werte auftreten, die größer sind als der Mittelwert, sich der Gipfel (das Maximum) also links vom Mittelwert befindet. Die Wölbung der Dichtefunktion in Höhe von 3,1 entspricht ungefähr dem Wert einer Gauß'schen Normalverteilung; dieser Wert liegt bei 3. Diese Rechtsschiefe war zu erwarten, da alle Risiken eine Rechtsschiefe aufweisen, also zu größeren Verzögerungen führen können.

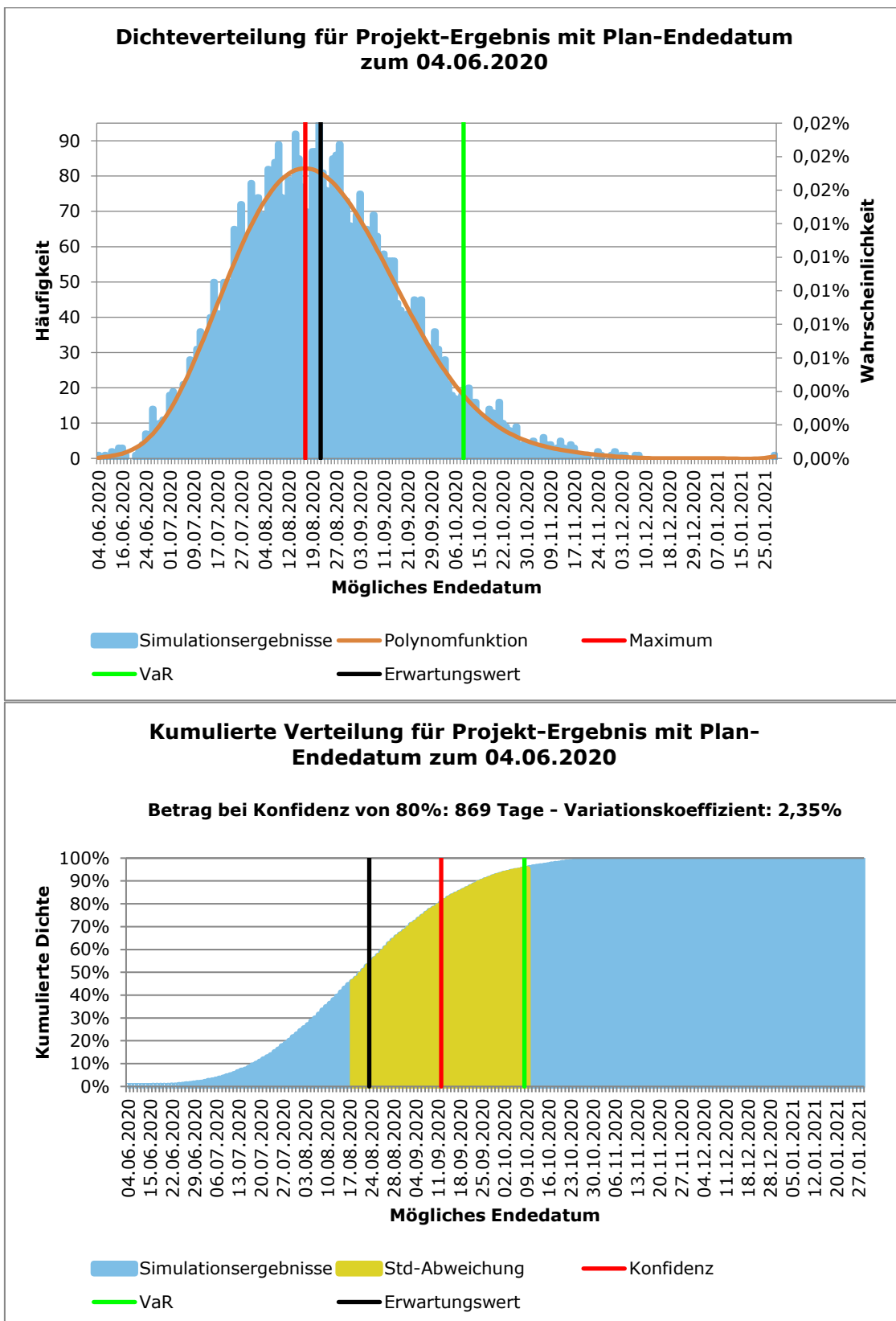


Abbildung 19: Grafische Auswertung des Simulationsergebnisses (Dichte- und Verteilungsfunktion (Integral der Dichtefunktion))

Die ursprüngliche und mit Risiken behaftete Planung gibt MC-ECO als Gantt-Charts aus.

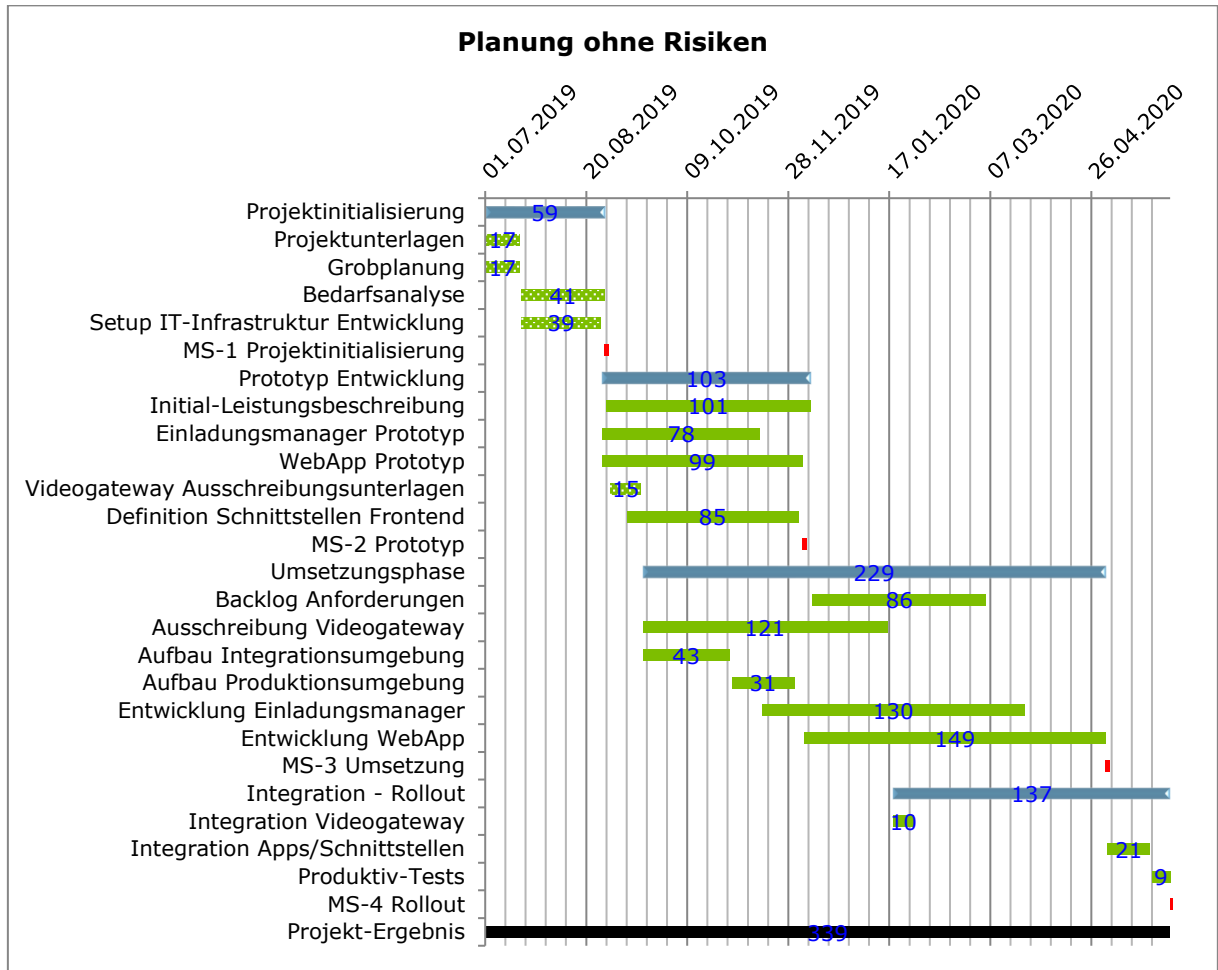


Abbildung 20: Projektplan ohne Risiken

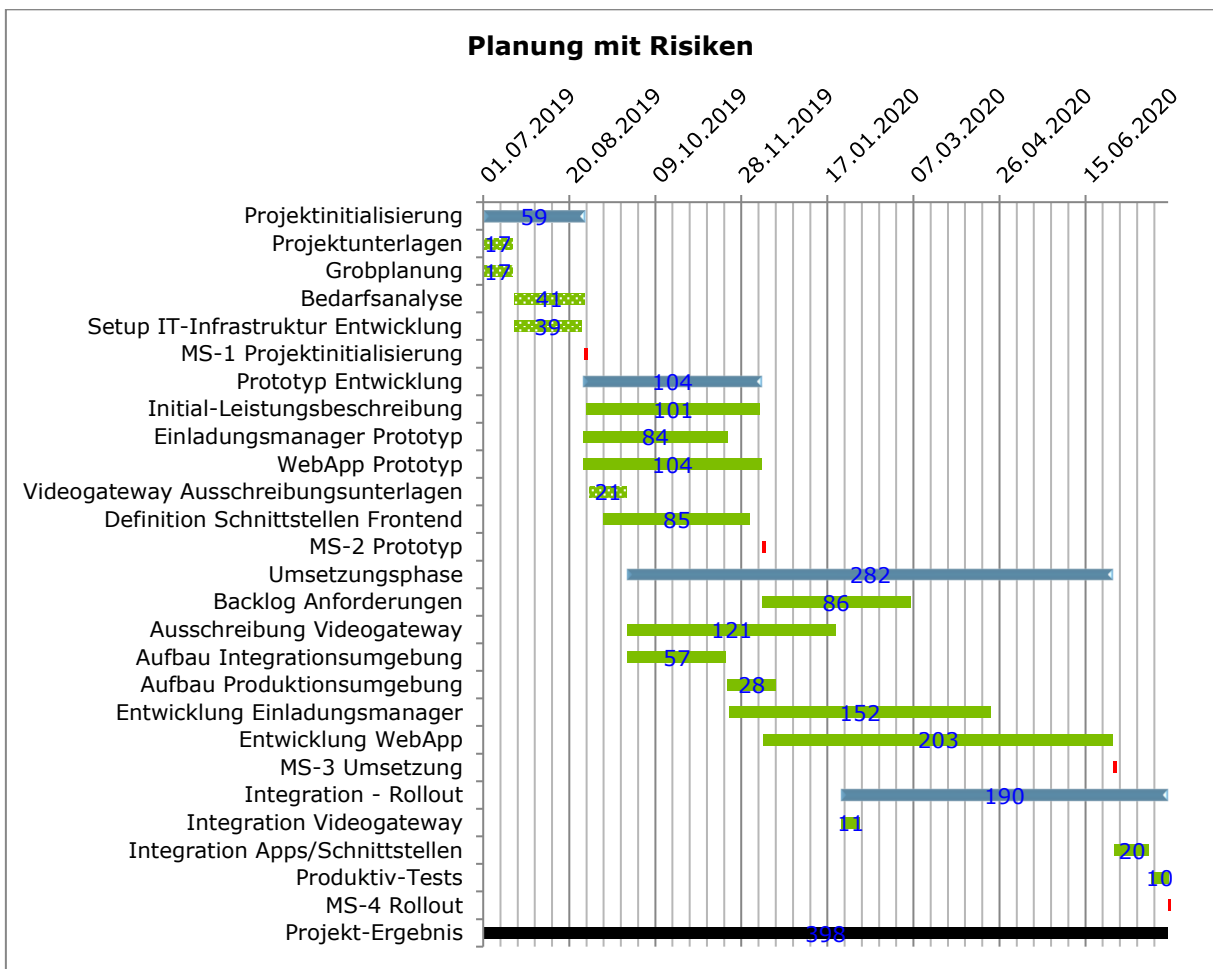


Abbildung 21: Projektplan mit Risiken

6. Zusammenfassung der Simulation

Die Modellierung der zusammengefassten Einzelrisiken hatten jeweils einen Erwartungswert, der weit geringer als der Erwartungswert der Simulation ist. Das ursprünglich geplante war für den 04.06.2020 geplant, unter Berücksichtigung der aktuellen Risikosituation wird von einem Projektende am 02.08.2020 ausgegangen, also eine Gesamtverzögerung von ca. 2 Monaten. Da das Startdatum der Planungsposition "WebApp Entwicklung" vom Enddatum der Position "WebApp Prototyp" direkt abhängig ist, verschiebt sich das Startdatum von "WebApp Entwicklung" entsprechend der Verzögerung von "WebApp Prototyp". Entsprechendes gilt für die Position "Einladungsmanager Entwicklung", die von "Einladungsmanager Prototyp" abhängig ist. Die Position "Aufbau Integrationsumgebung" ist von der Position "Videogateway Ausschreibungsunterlagen" abhängig.

Position mit Risiken	Plan		Erwartungswert Simulation (mit Risiken)	
	Start	Ende	Start	Ende
WebApp Prototyp	28.08.2019	05.12.2019	28.08.2019	10.12.2019
Einladungsmanager Prototyp	28.08.2019	14.11.2019	28.08.2019	20.11.2019
Videogateway Ausschreibung	01.09.2019	16.09.2019	01.09.2019	22.09.2019
Einladungsmanager Entwicklung	15.11.2019	24.03.2019	21.11.2019	21.04.2019
WebApp Entwicklung	06.12.2019	03.05.2019	11.12.2019	01.07.2019
Aufbau Integrationsumgebung	17.09.2019	30.10.2019	23.09.2019	19.11.2019
Gesamtprojekt	01.07.2019	04.06.2019	01.07.2019	02.08.2020

Tabelle 2: Vergleich Erwartungswerte der Risiken vs. Simulation

Mit der Monte-Carlo-Simulation wurden 5.000 Szenarien durchgeführt; mit jedem Szenario wird per Zufallszahl die Ausprägung eines Risikos berechnet, wobei per Szenario jedes Risiko „seine“ eigene Zufallszahl zugeordnet bekommt. Pro Szenario werden die relativen Ausprägungen aller Risiken miteinander multipliziert. Jedes Szenario stellt also eine eigene Kombination von Ausprägungen der beteiligten Risiken dar. Jedes Szenario entspricht also einem Modell, wie die Risiken insgesamt auf das Projekt wirken können.

Die Gesamtheit aller Simulationsläufe liefert eine repräsentative Stichprobe aller möglichen Risiko-Szenarien im betrachteten Teilprojekt / Projekt.

Dadurch, dass sie insgesamt wirken, erhöht sich natürlich auch der simulierte Erwartungswert bzw. der wahrscheinlichste Wert, wie in diesem Beispiel sehr gut zu erkennen ist.

Wenn man im Vergleich zu einer Risiko-Aggregation die Risiken lediglich per Riskmap verwaltet, kann man keine Projektverzögerung quantifizieren, da in einer Riskmap die Risiken lediglich einzeln betrachtet werden und nicht, wie in der MCS, gleichzeitig zusammenwirken können.

7. Weiteres Vorgehen im Risikomanagement

Entsprechend des Risikomanagement-Prozesses (nach ISO 31000 oder MoR®) sollte zyklisch nach neuen Risiken gesucht und bestehende Risiken erneut analysiert und bewertet werden. Im Projektverlauf ergeben sich neue Erkenntnisse und Fakten; Maßnahmen, welche man zur Risikoreduzierung eingesetzt hat, müssen auf ihre

Tauglichkeit und Effizienz hin untersucht werden. Hierzu ist es sinnvoll, das Risiko-Szenario zu Historisierungszwecken jeweils unter einem gesonderten Namen abzuspeichern. Risiken sollten sich im Laufe der Zeit reduzieren, es können aber auch neue Risiken hinzukommen. Auch bereits fertiggestellte, aber auch noch nicht fertiggestellte Planpositionen können jeder Zeit angepasst werden. Wie mit Änderungen im Plan und in der Risikosituation umgegangen wird, ob Planpositionen angepasst werden und /oder Risiken in ihrer Bandbreite (oder auch Verteilungsfunktion) angepasst werden, liegt an der Person, die für die Risiken verantwortlich ist.