

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Arts in Business

am Masterstudiengang Rechnungswesen & Controlling

der FH CAMPUS 02

Erstellung eines Tools zur Ableitung von Erwartungswerten in Unternehmensplanungen und –bewertungen

Betreuer:

FH-Prof. MMag. Günter Zullus, StB

vorgelegt von:

Josef Mähr, B.A. (1610532019)

Graz, 19.04.2018

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt und die den Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht. Die vorliegende Fassung entspricht der eingereichten elektronischen Version.

Graz, 19.04.2018

Josef Mähr, eh

Kurzfassung

Bei der Erstellung von Unternehmensbewertungen und der zugrundeliegenden Planungsrechnung ist man stets dem Umstand ausgesetzt, dass die zukünftigen Ereignisse, Umweltzustände und Entwicklungen nicht mit Sicherheit vorausgesagt werden können. Bei der Erstellung von Unternehmensbewertungen sind im Rahmen von DCF-Verfahren der Planungsrechnung Erwartungswerte zugrunde zu legen. Häufig wird bei der Erstellung von Unternehmensplanungen jedoch auf andere Größen als den Erwartungswert, unter adäquater Berücksichtigung der wesentlichen Risiken, abgestellt. Aufgrund dessen ist das Defizit, welches mit dem Fehlen von (korrekt ermittelten) Erwartungswerten in Unternehmensplanungen einhergeht, dass die Planwerte unter größerer Unsicherheit ermittelt werden als möglich wäre. In weiterer Folge ist es denkbar, dass sich dies in einem Verlust der Genauigkeit bei der Unternehmenswertfindung niederschlägt. Bei der korrekten Vorgehensweise der Ableitung der Erwartungswerte müssen die Auswirkungen von relevanten identifizierten und quantitativ bewerteten Risiken entsprechend berücksichtigt werden. Diesen Anforderungen werden ausschließlich Risiko-Aggregations-Verfahren gerecht, wobei lediglich das simulationsbasierte Verfahren der Monte-Carlo-Simulation sämtliche erforderliche Eigenschaften zur entsprechenden Berücksichtigung der Risiken aufweist. Daraus abgeleitet ergibt sich implizit die Anforderung an Unternehmensbewertungsmodelle, die der Bewertung zugrundeliegende Datenbasis stets mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation abzuleiten.

Die Monte-Carlo-Simulation stellt ein statistisch-mathematisches Verfahren zur Risikoaggregation dar und greift dabei auf die Hinterlegung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die jeweiligen Risiken und auf die Erzeugung von Zufallszahlen zurück. Bei dieser Methode wird eine transparente und detaillierte Erfassung der jeweiligen Risikosituation des Unternehmens ermöglicht, wobei betreffend die Risiken hinsichtlich Schwankungen und besonderen Ereignissen unterschieden werden kann. Die Anwendung der Monte-Carlo-Simulation auf Unternehmensbewertungen mag zunächst sehr komplex wirken, bei gegebener Qualität der Datengrundlage und methodisch korrektem Vorgehen entspricht das Resultat der Unternehmenswertfindung hingegen eher dem inneren Wert des Unternehmens. Ziel dieser Arbeit ist es ein Microsoft-Excel basiertes Tool zur statistischen Simulation von Risiken in integrierten Unternehmensplanungen und Bewertungen zu konzeptionieren und technisch umzusetzen. Hierbei sollen sämtliche an Risiko-Aggregations-Verfahren gestellten Anforderungen zur Ableitung der Erwartungswerte eruiert und in weiterer Folge entsprechend berücksichtigt werden.

Abstract

When preparing business valuations and the underlying projection of future financial statements, one is always exposed to the fact that future events, environmental conditions and developments can not be predicted with certainty. When preparing company valuations in form of DCF-models, the planning budget must be based on expected values. Often, however, the preparation of business planning is based on other variables than the expected value, taking due account of the material risks. Because of this, the deficit associated with the lack of (correctly determined) expected values in business planning is, that the planned values are predicted under greater uncertainty than it would be possible. As a result, this may be reflected in a loss of accuracy of the company value. By applying the correct approach of deriving the expected values the effects of relevant identified and quantified risks must be considered. These requirements are only met by risk aggregation methods, whereby only the simulation-based method of the Monte Carlo simulation fulfills all the required attributes for the correct consideration of risks. Derived from this it leads implicitly to the result, that the underlying database for company valuation has to be derived by the Monte Carlo simulation.

The Monte Carlo simulation is a statistical-mathematical risk aggregation process, relying on the allocation of probability distributions for the respective risks and on the generation of random numbers. This method allows a transparent and detailed recording of the respective risk situation of the company, whereby a distinction can be made between risks regarding fluctuations and extraordinary events. The implementation of the Monte Carlo simulation in company valuations may seem very complex at first, but with given quality of the data base and methodically correct approach, the result of company valuation corresponds rather to the intrinsic value of the company. The aim of this master thesis is to concept and develop a Microsoft Excel based tool for the statistical simulation of risks in integrated business plans. Whereby all requirements for the derivation of expected values, based on risk aggregation methods, are to be determined and subsequently taken accordingly into account.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	1
1.1	Ausgangssituation.....	1
1.2	Problemstellung	2
1.3	Zielsetzung.....	3
1.4	Aufbau und Methoden.....	4
2.	Risiko-Aggregations-Verfahren.....	6
2.1	Theoretische Grundlagen.....	6
2.1.1	Begriffsdefinition: Unsicherheit, Risiko und Ungewissheit	6
2.1.2	Prozess zur Ableitung von Erwartungswerten.....	10
2.2	Statistisch-mathematische Grundlagen	12
2.2.1	Grundlagen der deskriptiven Statistik	13
2.2.2	Grundlagen der induktiven Statistik	24
2.3	Arten von Risiko-Aggregations-Verfahren.....	35
2.3.1	Traditionelle Verfahren	36
2.3.2	Statistisch-mathematische Verfahren	39
2.4	Implikationen für die Unternehmensbewertung	46
3.	Konzeptionierung des Microsoft-Excel Tools	52
3.1	Inhaltliche Konzeptionierung.....	52
3.1.1	Erforderliche Eigenschaften des Tools	52
3.1.2	Aufbau und Funktionsweise des Tools	55
3.2	Technische Umsetzung.....	67
3.2.1	Gewährleistung der erforderlichen Eigenschaften des Tools	68
3.2.2	Technische Umsetzung der weiteren Funktionen des Tools	70
4.	Fallbeispiel	74
4.1	Darstellung einer bereits durchgeführten Unternehmensbewertung ohne Anwendung des Tools	74
4.2	Darstellung der Integration des Tools	79
4.3	Darstellung der Ergebnisse.....	82
5.	Resümee.....	86
5.1	Zusammenfassung	86
5.2	Resümee und Ausblick	88
	Literaturverzeichnis	89

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersicht Begriffe: Unsicherheit, Risiko, Ungewissheit, Risiko im Rahmen dieser Arbeit.....	10
Abbildung 2:	Prozess zur Ableitung von Erwartungswerten	12
Abbildung 3:	Schiefe, Wölbung und Gipfel von Verteilungen	19
Abbildung 4:	Auswirkung der Risiken auf die Unternehmensplanung	45
Abbildung 5:	Eingaben des Tabellenblattes Parameter für Bewertung.....	75
Abbildung 6:	Schlussbilanz der Periode „20X0“ und Planbilanzen der Perioden „20X1“ bis „20X5ff“	76
Abbildung 7:	Plan-Gewinn- und Verlustrechnungen der Perioden „20X1“ bis „20X5ff“	77
Abbildung 8:	Plan-Cashflow-Rechnungen der Perioden „20X1“ bis „20X5ff“	77
Abbildung 9:	Unternehmensbewertung anhand des APV-Verfahrens	78
Abbildung 10:	Ableitung des WACC der verschiedenen Perioden der Unternehmensbewertung.....	78
Abbildung 11:	Unternehmensbewertung anhand der Entity-Methode	79
Abbildung 12:	Tabellenblatt Input nach Einfügen des Bewertungsmodells in das Tool und nach Aktualisierung des Tabellenblattes.....	79
Abbildung 13:	Parameter der Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert des Fallbeispiels	80
Abbildung 14:	Parameter der ereignisorientierten Risiken des Fallbeispiels	80
Abbildung 15:	Detailparameter der Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert des Fallbeispiels	81
Abbildung 16:	Detailparameter der ereignisorientierten Risiken des Fallbeispiels.....	81
Abbildung 17:	Ergebnis des Unternehmenswerts auf Basis der Anwendung des Tools	83
Abbildung 18:	Ergebnis des operativen Cashflows auf Basis der Anwendung des Tools.....	84
Abbildung 19:	Ergebnis des Materialaufwands auf Basis der Anwendung des Tools.....	85

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Beispiel Kreuztabelle – Umsatzplanung der „XYZ-GmbH“	21
Tabelle 2:	Mögliche Ereignisse der Binomialverteilung bei zweimaligem Wiederholen ..	30
Tabelle 3:	Erforderliche Eigenschaften des MS-Excel Tools	55
Tabelle 4:	Tabellenblätter im Tool und deren Kernfunktion	55
Tabelle 5:	Tabellenblätter in der bereits durchgeführten Unternehmensbewertung und deren Inhalt	74

Formelverzeichnis

Formel 1:	Berechnung der relativen Häufigkeit	14
Formel 2:	Beziehungen für absolute und relative Häufigkeit.....	14
Formel 3:	Berechnung des Median bei ungerader Beobachtungsanzahl.....	15
Formel 4:	Berechnung des Median bei gerader Beobachtungsanzahl.....	15
Formel 5:	Berechnung des arithmetischen Mittel.....	15
Formel 6:	Berechnung des geometrischen Mittel	15
Formel 7:	Berechnung der Spannweite	16
Formel 8:	Berechnung der durchschnittlichen Abweichung	16
Formel 9:	Berechnung der mittleren quadratischen Abweichung, Berechnung der Varianz	17
Formel 10:	Berechnung der Standardabweichung	17
Formel 11:	Berechnung des Variationskoeffizienten	17
Formel 12:	Berechnung der Schiefe.....	18
Formel 13:	Berechnung der Wölbung.....	19
Formel 14:	Berechnung der Kovarianz.....	22
Formel 15:	Berechnung des Korrelationskoeffizienten	23
Formel 16:	Berechnung des Erwartungswertes bei diskreten Zufallsvariablen	25
Formel 17:	Darstellung der Dichtefunktion	25
Formel 18:	Berechnung des Erwartungswertes bei stetigen Zufallsvariablen	25
Formel 19:	Berechnung der Varianz in der Stochastik bei diskreten Zufallsvariablen.....	26
Formel 20:	Berechnung der Varianz in der Stochastik bei stetigen Zufallsvariablen.....	26
Formel 21:	Einheitliche Berechnung der Varianz in der Stochastik	27
Formel 22:	k -te zentrale Momente einer Verteilung.....	27
Formel 23:	Berechnung der Kovarianz in der Stochastik.....	27
Formel 24:	Berechnung des Korrelationskoeffizienten in der Stochastik	28
Formel 25:	Berechnung der Gesamtwahrscheinlichkeit der Binomialverteilung.....	31
Formel 26:	Darstellung der Z-Transformation.....	32
Formel 27:	Berechnung der unteren beziehungsweise oberen Grenze eines Konfidenzintervalls.....	34
Formel 28:	Berechnung des Erwartungswertes bei einer Dreiecksverteilung	35
Formel 29:	Berechnung der Standardabweichung bei einer Dreiecksverteilung	35
Formel 30:	Berechnung der Überlebenswahrscheinlichkeit.....	49
Formel 31:	Berechnung des Unternehmenswerts im Rentenfall unter Berücksichtigung der Insolvenzwahrscheinlichkeit.....	49
Formel 32:	Berechnung des Unternehmenswerts im Rentenfall und Wachstum unter Berücksichtigung der Insolvenzwahrscheinlichkeit	49

Anhangverzeichnis

Anhang 1:	Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung	93
Anhang 2:	Auswahl der Tabellenblätter der integrierten Unternehmensplanung	94
Anhang 3:	Eingabe der Zeile und Spalte der jeweils ersten Position des entsprechenden Tabellenblattes.....	94
Anhang 4:	Fehlermeldung bei ungültiger Eingabe	95
Anhang 5:	Eingabe der Anzahl der Simulationsdurchläufe	95
Anhang 6:	Schaltfläche aktualisieren im Tabellenblatt Input.....	95
Anhang 7:	Positionen der Risiken als Schwankungsbreite um einen Planwert.....	96
Anhang 8:	Verteilungen der Risiken als Schwankungsbreite um einen Planwert.....	96
Anhang 9:	Abhängigkeiten der Risiken als Schwankungsbreite um einen Planwert	96
Anhang 10:	Eingabemaske ereignisorientierte Risiken.....	97
Anhang 11:	Hilfestellung ereignisorientierte Risiken.....	97
Anhang 12:	Eingabe der Auswirkung auf die Positionen der Bilanz und Gewinn- und Verlustrechnung.....	97
Anhang 13:	Auswahl der auszuwertenden Variablen und Perioden	97
Anhang 14:	Auswertung des Unternehmenswerts vornehmen	98
Anhang 15:	Schaltfläche aktualisieren im Tabellenblatt Risiken mit Schwankungsbreiten	98
Anhang 16:	Eingabe der Schwankungsbreiten für Risiken für die eine Normalverteilung unterstellt wird.....	98
Anhang 17:	Eingabe von Minimal- und Maximalwerte für Risiken für die eine Dreiecksverteilung unterstellt wird.....	99
Anhang 18:	Schaltfläche aktualisieren im Tabellenblatt Ereignisorientierte Risiken.....	99
Anhang 19:	Erstellung der entsprechenden Anzahl von Zeilen für ereignisorientierte Risiken mit Wirkung auf die Gewinn- und Verlustrechnung.....	99
Anhang 20:	Eingabe der Parameter für ereignisorientierte Risiken mit Wirkung auf die Gewinn- und Verlustrechnung.....	100
Anhang 21:	Eingabe der Parameter für ereignisorientierte Risiken mit Wirkung auf die Bilanz	100
Anhang 22:	Schaltfläche Simulation starten im Tabellenblatt Input	100
Anhang 23:	Abbruch der Simulation bei fehlender Datengrundlage	100
Anhang 24:	Eingabefenster bei fehlender Angabe der Zeilen/Spalten.....	101
Anhang 25:	Eingabefenster bei fehlender Angabe der Anzahl der Simulationen.....	101
Anhang 26:	Eingabefenster bei fehlender Angabe der Schwankungsbreite bei Risiken mit Normalverteilung.....	101
Anhang 27:	Eingabefenster bei fehlender Angabe der Minimal- und Maximalwerte bei Risiken mit Dreiecksverteilung	102

Anhang 28:	Erstellung eines Tabellenblattes je Risikoposition	102
Anhang 29:	Zufallszahlengenerierung für Risiken mit Normalverteilung	103
Anhang 30:	Zufallszahlengenerierung für Risiken mit Dreiecksverteilung	103
Anhang 31:	Zufallszahlengenerierung für Risiken mit Normalverteilung und Abhängigkeiten	104
Anhang 32:	Zufallszahlengenerierung für ereignisorientierte Risiken	104
Anhang 33:	Funktion Datenüberprüfung mit Festlegung als Liste für die integrierte Planungsrechnung	105
Anhang 34:	VBA-Funktion zum Auslesen des Blattnamens	105
Anhang 35:	Variabler Bereich für die Namen der Tabellenblätter zwischen den Blättern „Planungsrechnung=>“ und „<=Planungsrechnung“	106
Anhang 36:	Funktion Datenüberprüfung mit benutzerdefinierten Festlegung der gültigen Werte	106
Anhang 37:	Definition der Variablen der integrierten Planungsrechnung im Modul a_Simulation_starten	107
Anhang 38:	Funktion Datenüberprüfung mit Festlegung als Liste für die Verteilungen ...	107
Anhang 39:	Generierung der Zufallszahlen für Risiken mit Normalverteilung ohne Abhängigkeiten	108
Anhang 40:	Generierung der Zufallszahlen für Risiken mit Dreiecksverteilung ohne Abhängigkeiten	109
Anhang 41:	Generierung der Zufallszahlen für Risiken mit Normalverteilung mit Abhängigkeiten	110
Anhang 42:	Generierung der Zufallszahlen für Risiken mit Dreiecksverteilung mit Abhängigkeiten	111
Anhang 43:	VBA-Code der eigens erstellten Funktion zur Simulation von Dreiecksverteilungen.....	112
Anhang 44:	Generierung der Zufallszahlen für ereignisorientierte Risiken	113
Anhang 45:	Überprüfung der erforderlichen Datengrundlage	114
Anhang 46:	Überprüfung der Anzahl der Simulationen.....	115
Anhang 47:	Löschen eines bereits bestehenden Eingabebereichs.....	115
Anhang 48:	Erstellung eines Dropdown-Menüs für die Verteilungen	115
Anhang 49:	Erstellung eines Dropdown-Menüs für die Abhängigkeiten.....	115
Anhang 50:	Formatierung des Eingabebereichs für Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert	116
Anhang 51:	Formatierung des Eingabebereichs für Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert	117

Anhang 52:	Definition der Bilanzpositionen als Bereich im Tabellenblatt <=Planungsrechnung und Generierung eines Dropdown-Menüs zur Auswahl in der Eingabemaske der ereignisorientierten Risiken.....	118
Anhang 53:	Generierung eines Dropdown-Menüs zur Auswahl der GuV-Positionen in der Eingabemaske der ereignisorientierten Risiken.....	118
Anhang 54:	Automatische Aktualisierung bei Eingabe eines weiteren Ereignisses	119
Anhang 55:	Erstellung des Eingabebereichs der Risiken mit Normalverteilung	120
Anhang 56:	Erstellung des Eingabebereichs der Risiken mit Dreiecksverteilung.....	121
Anhang 57:	Erstellung des Eingabebereichs für ereignisorientierte Risiken mit Auswirkung auf die Positionen der GuV	123
Anhang 58:	Erstellung des Eingabebereichs für ereignisorientierte Risiken mit Auswirkung auf die Positionen der Bilanz.....	124
Anhang 59:	Gewährleistung des Abbrechens des Simulationsdurchlaufs bei eingetretener Insolvenz.....	124
Anhang 60:	Modul a_Simulation_Starten	126
Anhang 61:	Modul b_Normalverteilung	129
Anhang 62:	Modul c_Dreiecksverteilung,	133
Anhang 63:	Modul d_Ereignisorientierte_Risiken	135
Anhang 64:	Modul e_Risiken_aktualisieren_Input.....	142
Anhang 65:	Modul f_Risiken_aktualisieren_Schw	146
Anhang 66:	Modul g_Risiken_aktualisieren_Ereig	152
Anhang 67:	Modul h_Funktionen.....	152
Anhang 68:	Modul i_Auswertungen.....	162
Anhang 69:	Modul j_Bewertung	166

Symbolverzeichnis

A	Ereignis
\bar{A}	Komplementärereignis
α	Irrtumswahrscheinlichkeit
β_u	Betafaktor des unverschuldeten Unternehmens
β_v	Betafaktor des verschuldeten Unternehmens
COV	Kovarianz
GM	geometrisches Mittel
E	Erwartungswert
f_i	relative Häufigkeit
g	Wachstum
h_i	absolute Häufigkeit
i	Diskontierungssatz
k -tes Moment	Höhe des Moments
n	Anzahl von Werten
p	Insolvenzwahrscheinlichkeit
r	Korrelationskoeffizient
s	Standardabweichung
s^2	mittlere quadratische Abweichung/Varianz
\bar{s}	durchschnittliche Abweichung
SP	Spannweite
t	Periode

UW	Unternehmenswert
V	Variationskoeffizient
VAR	Varianz (Stochastik)
W	Wahrscheinlichkeit
X_{MED}	Median
X_{MOD}	Modus
\bar{x}	arithmetisches Mittel
X, Y, Z	Merkmal/Zufallsvariable
λ	Lageparameter
Σ	Summe
Π	Produkt

Abkürzungsverzeichnis

APV	Adjusted-Present-Value
CAPM	Capital Asset Pricing Model
CF	Cashflow
DCF	Discounted-Cashflow
FAS	Financial Advisory Service
GuV	Gewinn- und Verlustrechnung
MRP	Marktrisikoprämie
KFS/BW 1	Fachgutachten des Fachsenats für Betriebswirtschaft und Organisation der Kammer der Wirtschaftstreuhänder zur Unternehmensbewertung KFS/BW 1
MS-Excel	Microsoft-Excel
VaR	Value at Risk
VBA	Visual Basic for Applications
WACC	Weighted Average Cost of Capital

1. Einleitung

Bei der Erstellung von Unternehmensplanungen und der damit einhergehenden Projektion von zukünftigen Finanzzahlen ist man stets mit dem Umstand konfrontiert, dass weder zukünftige Ereignisse noch Umweltzustände oder künftige Entwicklungen mit gänzlicher Sicherheit vorausgesagt werden können.¹ Die folgende Arbeit beschäftigt sich eingehend mit dem Thema der Unternehmensplanung, sowie der Erstellung eines EDV-basierten Tools zur Ableitung von Erwartungswerten in Unternehmensplanungen. Dieses Tool soll dem Kooperationspartner, welcher häufig Berührungspunkte mit Unternehmensplanungen hat, helfen, mit dem Problem der Unsicherheit bezüglich künftiger Umweltzustände umzugehen.

1.1 Ausgangssituation

Die Rabel und Partner GmbH Wirtschaftsprüfungs- und Steuerberatungsgesellschaft („Rabel und Partner“, „Kooperationspartner“) mit Sitz in Graz ist mit rund 70 Mitarbeitern eines der größten Wirtschaftstreuhandunternehmen in der Steiermark. Das umfangreiche Leistungsspektrum von Rabel und Partner umfasst neben den Bereichen Steuerberatung, Buchhaltung und Bilanzierung, Lohnverrechnung, Wirtschaftsprüfung und Beratung von Körperschaften öffentlichen Rechts vor allem Leistungen im Bereich Corporate Finance („Financial Advisory Services – FAS“). In diesem Teilbereich erfolgt die Beratung zu betriebswirtschaftlichen Fragestellungen, die Begleitung von Kauf- und Verkaufs-Prozessen von Unternehmen und Unternehmensteilen, Beratung im Bereich Sanierung und Restrukturierung sowie Unternehmensbewertung. Insbesondere im Bereich Unternehmensbewertung besitzt der Kooperationspartner umfangreiche Expertise und langjährige Erfahrung. Weiters hat Rabel und Partner Zugriff auf internationale Expertise in den erwähnten Bereichen durch die Mitgliedschaft in der weltweiten „Praxity-Allianz“.

Im Tätigkeitsfeld der Unternehmensbewertung gelangen häufig Discounted-Cashflow-Verfahren („DCF-Verfahren“) zur Anwendung.² Hierbei soll die Ermittlung der bewertungsrelevanten Cashflows prinzipiell auf Erwartungswerten basieren,³ welche wiederum in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren wie beispielsweise der Eintrittswahrscheinlichkeit von zukünftigen Umweltzuständen stehen. Die zugrundeliegende Basis für die Ermittlung dieser

¹ Vgl. DAILY/SOLIS (2017), S. 6. Im Originaltext: “In the world of valuating damages, particularly as it relates to projecting future financial outcomes or those that would have occurred but for a certain event, experts must grapple with achieving a reasonable degree of certainty. Whether it be projecting future earnings of an individual or forecasting revenue and expenses for a company, financial experts cannot – with one-hundred percent certainty – predict financial outcomes that have not occurred or did not occur.

² Vgl. BAETGE u.a. (2012), S. 357.

³ Vgl. WITTE (2016), S. 380.

Erwartungswerte ist die integrierte Unternehmensplanung. Die Prognose von zukünftigen Erwartungswerten geht immer mit Unsicherheiten einher, die mögliche positive beziehungsweise negative Abweichungen von den Erwartungswerten darstellen. Die Erstellung von Unternehmensplanungen hat somit unter Miteinbeziehung von Risiken,⁴ als Ursache für mögliche künftige Planabweichungen,⁵ zu erfolgen.

Häufig wird bei der Erstellung von Planungen auf andere Größen als den Erwartungswert, unter adäquater Berücksichtigung der wesentlichen Risiken, abgestellt. Oft stellen die Planwerte den Modalwert der möglichen Szenarien, Erwartungswerte ohne Berücksichtigung aller wesentlichen potenziellen Risiken oder Schätzungen („Status Quo“) dar. Aufgrund dessen wird derzeit in der Unternehmensbewertung vielfach mit einigen wenigen Szenarien betreffend die Unternehmensentwicklung gearbeitet, um die Erwartungswerte in verdichteter Form abzuleiten. Das Defizit welches mit dem Fehlen von korrekt ermittelten Erwartungswerten in Unternehmensplanungen einhergeht ist, dass die Planwerte unter größerer Unsicherheit ermittelt werden als möglich wäre. In weiterer Folge ist es denkbar, dass sich dies in einem Verlust der Genauigkeit bei der Unternehmenswertfindung niederschlägt. Eine mögliche Alternative zur oben genannten Vorgehensweise bilden simulationsgestützte Verfahren. Dabei werden Risiken identifiziert und bewertet sowie die wechselseitigen Beziehungen berücksichtigt, um Erwartungswerte als Ergebnis aus zahlreichen Simulationen der potenziellen zukünftigen Umweltzustände abzuleiten (Risiko-Aggregations-Verfahren)⁶. Legt man diese Werte einer Unternehmensplanung und in weiterer Folge einer Unternehmensbewertung zu Grunde, entspricht das Resultat der Unternehmenswertfindung, bei methodisch korrekter Vorgehensweise eher dem inneren Wert des Unternehmens, verglichen mit den zuvor angeführten Varianten.

1.2 Problemstellung

Aus der oben dargestellten Situation ergibt sich das Problem, dass bei der aktuell üblichen Vorgehensweise nicht davon ausgegangen werden kann, dass Risiken entsprechenden Eingang in die verdichteten Erwartungswerte einer Planungsrechnung finden. In weiterer Folge ist es denkbar, dass sich dieser Umstand im Resultat der Unternehmensbewertung niederschlägt und

⁴ Der Begriff Risiko wird in diesem Zusammenhang als Überbegriff für positive und negative Abweichungen (Chancen beziehungsweise Gefahren) verwendet. Vgl. GLEISSNER (2011), S. 181; THEUERMANN/SCHMIDL/MAIER (2015), S. 184.

⁵ Vgl. GLEISSNER (2004a), S. 31.

⁶ Vgl. GLEISSNER (2004a), S. 31.

dieses somit verzerrt. Um die Behandlung dieses Problems in Form eines Tools bearbeiten zu können, müssen folgende Fragen gestellt werden:

- Zunächst muss die Frage gestellt werden, welche Eigenschaften ein Risiko-Aggregations-Verfahren haben muss, um dem Erfordernis der adäquaten Abbildung von Risiken in den Erwartungswerten einer Unternehmensplanung gerecht zu werden. Hierbei ist das Hauptaugenmerk darauf zu legen, welche Arten von Risiko-Aggregations-Verfahren unterschieden werden können und die theoretischen, statistischen sowie mathematischen Aspekte dieser zu eruieren.
- In weiterer Folge müssen Überlegungen betreffend die Risiken angestellt werden. Hierbei wird die Frage aufgeworfen, welche Risiken maßgeblichen Einfluss auf die Erwartungswerte haben und welcher Wahrscheinlichkeitsverteilung diese Risiken unterliegen können. Durch die Vielzahl verschiedener Unternehmen, die vom Kooperationspartner betreut beziehungsweise beraten werden, muss das Tool eine hohe Flexibilität aufweisen. Aufgrund der Anforderung für sämtliche Unternehmen, unabhängig von Branche und Größe, anwendbar sein zu können, stellt sich weiters die Frage, wie die einzelnen Planungsparameter respektive die jeweilige unternehmensspezifische Risikosituation einfach im Tool abgebildet und integriert werden können.
- Im nächsten Schritt stellt sich die Frage wie das Microsoft-Excel („MS-Excel“) Tool konzeptioniert werden muss, um den Anforderungen zur Ermittlung von risikoadäquaten Erwartungswerten in Unternehmensplanungen zu entsprechen. In diesem Kontext liegt der Fokus neben der reinen Konzeptionierung darauf, wie die gestellten Anforderungen an das Tool aus technischer Sicht umgesetzt werden können. Diese Überlegungen sind stets unter Bedachtnahme der praktischen Anwendung des Tools und in weiterer Folge der Integration des Tools in Unternehmensbewertungsmodelle anzustellen. Weiters erfolgt die Auseinandersetzung mit der logischen Anordnung der durchzuführenden Arbeitsschritte betreffend die technische Umsetzung bei der Erstellung des Tools.

1.3 Zielsetzung

Ziel der Arbeit ist die Entwicklung eines Microsoft-Excel basierten Tools zur statistischen Simulation von Risiken in Planungsrechnungen. Das Tool soll die Fähigkeit besitzen, die Auswirkungen identifizierter und quantitativ bewertbarer Risiken auf wesentliche Kennzahlen in integrierten Planungsrechnungen zu simulieren und darauf basierend für diese Kennzahlen Erwartungswerte abbilden zu können. Das Tool hat dadurch eine integrierte

Unternehmensplanung zum Kern, welche Auswirkungen einer Änderung der Parameter, inklusive allfälliger wechselseitiger Beziehungen, auf die Planwerte durch statistische Simulation abbildet. Aufgrund dessen soll das MS-Excel Tool grundsätzlich als Risiko-Aggregations-Verfahren konzipiert werden. Hierzu muss eine Eigenschaft des Tools sein, dass die wesentlichen Parameter mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen hinterlegt werden können. Das Tool soll des Weiteren die Fähigkeit besitzen, einfach in bereits bestehende Unternehmensbewertungsmodelle integriert werden zu können. Diese Modelle werden beim Kooperationspartner ausschließlich in MS-Excel erstellt, weshalb sich keine Schnittstellenproblematik mit dem zu erstellenden Tool ergibt. Zudem soll es die Veränderung von wesentlichen Kennzahlen aufgrund der Anwendung des Tools, verglichen mit den aktuell weitverbreiteten Vorgehensweisen, dem Status Quo,⁷ darstellen. Es wird somit durch das Tool ein eindeutiger Vergleich zwischen den bereits bestehenden Unternehmensbewertungsmodellen mit den jeweiligen Kennzahlen und den jeweiligen Kennzahlen, welche sich aufgrund der Anwendung des Tools ergeben, ermöglicht.

Diese Arbeit hat die Entwicklung eines MS-Excel Tools als Risiko-Aggregations-Verfahren zur statistischen Simulation von Risiken in Unternehmensplanungen und zur Ableitung von Erwartungswerten zum Ziel. Aus thematischen Gründen geht diese Arbeit nicht auf die Erstellung von Risikoprofilen für einzelne Unternehmen beziehungsweise ganze Branchen ein. Ebenfalls hat diese Arbeit nicht die Aufgabe, sich mit Fragestellungen betreffend die Risikoidentifizierung, die Risikobewertung respektive des Risikomanagements auseinanderzusetzen. Bei der Analyse der Risiko-Aggregations-Verfahren ist sowohl auf die statistische beziehungsweise mathematische Sichtweise, als auch auf die Implikationen für die Unternehmensbewertung einzugehen. Weiters ist es nicht Ziel dieser Arbeit, sich mit den Spezifika der Kapitalkosten im Rahmen der Unternehmensbewertung zu befassen.

1.4 Aufbau und Methoden

Nach einem einleitenden Kapitel, welches einen Überblick über die Ausgangssituation, die Themen- sowie Problemstellung verschaffen soll, lässt sich der weitere geplante Aufbau anhand der Problemstellung ableiten. Zunächst muss sich die Arbeit mit den theoretischen Grundlagen von Risiko-Aggregations-Verfahren befassen, damit die Basis für Rückschlüsse betreffend die Konzeptionierung und Erstellung des Tools geschaffen wird. Hierbei wird sowohl auf die theoretischen, statistischen sowie mathematischen Aspekte, als auch auf die Implikationen für die Unternehmensbewertung eingegangen. In diesem Teilbereich setzt sich die Arbeit unter

⁷ Vgl. Kapitel 1.1 Ausgangssituation, S. 2.

anderem mit den Risiken, welche entsprechenden Eingang in die Unternehmensplanungen finden sollen, auseinander. Dieser Abschnitt beschäftigt sich des Weiteren mit den diesen Risiken zugrunde zu legenden Wahrscheinlichkeitsverteilungen.

In weiterer Folge setzt sich die Arbeit mit der Erstellung des Tools selbst auseinander, wobei hier die inhaltliche Konzeption und die technische Umsetzung der zuvor eruierten notwendigen Eigenschaften von Risiko-Aggregations-Verfahren im Vordergrund steht. Hierbei liegt das Hauptaugenmerk auf dem erstgenannten Punkt. Da das Tool für eine Vielzahl von verschiedenen Unternehmen, die ihrerseits immer unternehmensspezifischen Situationen und somit auch immer spezifischen Risiken ausgesetzt sind, Validität besitzen soll, wird zum Ende der Arbeit die Flexibilität des Tools anhand eines Fallbeispiels aufgezeigt. Dieser Abschnitt stellt zuerst ein beispielhaftes Unternehmensplanungsmodell einer bereits durchgeführten Unternehmensbewertung dar, welches der bis dato angewendeten Vorgehensweise folgt. In weiterer Folge wird die Integration des Tools dargestellt. Dieser Teil soll sowohl die Einsatzfähigkeit des Tools unterstreichen, als auch die Veränderung von wesentlichen Kennzahlen aufgrund der Anwendung des Tools darstellen.

Zur Bearbeitung der Themenstellung wird die Methode der Literaturrecherche angewandt. Die Literaturrecherche eignet sich vor allem deshalb, weil die theoretischen Aspekte der Risiko-Aggregations-Verfahren sowie deren statistische und mathematische Grundlagen geklärt werden müssen.

2. Risiko-Aggregations-Verfahren

Die Basis zur Ableitung von Erwartungswerten bilden die Planprämissen beziehungsweise Planungsannahmen einer integrierten Unternehmensplanung. Die Ableitung dieser Erwartungswerte erfolgt stets unter Unsicherheit, da das Eintreten respektive Nicht-Eintreten von zukünftigen Umweltzuständen nie zur Gänze vorhergesagt werden kann. Im Gegensatz zu den rein geschätzten Planwerten basiert die Ableitung der Erwartungswerte auf der Miteinbeziehung von Risiken. Die identifizierten und quantitativ bewerteten Risiken werden in den Kontext der Unternehmensplanung integriert und stellen den Grundsatz von Risiko-Aggregations-Verfahren dar.⁸ Risiko-Aggregations-Verfahren bilden eine zuverlässige Informationsbasis, um Aussagen darüber zu treffen, welcher Risikosituation ein Unternehmen gegenübersteht.⁹ Anhand der Risikoaggregation kann beurteilt werden, wie groß der Gesamtrisikoumfang eines Unternehmens ist.¹⁰ Der Gesamtrisikoumfang ist hierbei nicht als Addition der identifizierten und bewerteten Einzelrisiken zu verstehen,¹¹ sondern als die Zusammenwirkung dieser Risiken unter Berücksichtigung des sogenannten Diversifikationseffekts, also der Berücksichtigung von Verbundeffekten zwischen den unterschiedlichen Risiken.¹² Im nachfolgenden Kapitel werden die theoretischen Grundlagen von Risiko-Aggregations-Verfahren, deren statistische beziehungsweise mathematische Aspekte sowie die Implikationen für die Unternehmensbewertung genauer erläutert.

2.1 Theoretische Grundlagen

Für die Ausarbeitung der theoretischen Grundlagen von Risiko-Aggregations-Verfahren ist zunächst die Klärung respektive Definition der Begriffe Unsicherheit, Risiko, und Ungewissheit erforderlich, damit Konsens über die weitere Verwendung der Begriffe geschaffen wird.

2.1.1 Begriffsdefinition: Unsicherheit, Risiko und Ungewissheit

Unsicherheit wird in der Betriebswirtschaft dadurch definiert, dass das Eintreten oder Nicht-Eintreten von potentiellen künftigen Umweltzuständen nicht gänzlich vorhergesagt werden kann.¹³ Weiters stellt Unsicherheit den Oberbegriff für die Begriffe Ungewissheit und Risiko dar.¹⁴

⁸ Vgl. GLEISSNER (2004a), S. 31.

⁹ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 350.

¹⁰ Vgl. GLEISSNER (2011), S. 190; GLEISSNER (2017b), S. 245.

¹¹ Vgl. GLEISSNER (2004a), S. 31; GLEISSNER (2004b), S. 351; ROMMELFANGER (2008), S. 16.

¹² Vgl. WOLKE (2016), S. 1.

¹³ Vgl. MANDL/RABEL (1997), S. 210 f.

¹⁴ Vgl. ASCHAUER/PURTSCHER (2011), S. 73; GLEISSNER (2004b), S. 351.

Der Begriff des Risikos zeichnet sich durch ein breites Spektrum an Definitionen und Interpretationen aus.¹⁵ Häufig wird im Rahmen von Risikomanagement-Konzeptionen unter inhaltlichen Gesichtspunkten zwischen reinen und spekulativen Risiken unterschieden. Reine Risiken werden als Schadensgefahren definiert, die das Vermögen des Unternehmens bei Eintritt eines Ereignisses unmittelbar mindern. Reine Risiken sind somit dadurch klassifiziert, dass sie nur die Gefahr des Vermögensverlustes umfassen. Spekulative Risiken umfassen hingegen sämtliche unsichere Ereignisse, welche sich durch unternehmerisches Handeln sowohl vermögensmindernd, als auch vermögenserhöhend auswirken können. In diesem Zusammenhang werden vermögensmindernde Ereignisse als Risiken im engeren Sinn beziehungsweise Gefahren bezeichnet, wohingegen vermögenserhöhende Ereignisse als Chancen beziehungsweise auch als Risiken im weiteren Sinn definiert werden.¹⁶ Wie bereits erwähnt, wird in dieser Arbeit keine Unterscheidung betreffend reinen und spekulativen Risiken vorgenommen.¹⁷ Eine Definition von Risiko ist, dass bei Entscheidungen unter Risiko gewisse relevante Daten nicht mit Sicherheit bekannt sind, zumindest aber bekannt ist, mit welcher Wahrscheinlichkeit bestimmte mögliche Zustände eintreten.¹⁸ Diese Definition entspricht jener, welcher in der betriebswirtschaftlichen Entscheidungstheorie gefolgt wird, da auch hier auf die Kenntnis von Wahrscheinlichkeiten beziehungsweise Wahrscheinlichkeitsverteilungen bezüglich unsicherer Ereignisse abgestellt wird.¹⁹ Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten die benötigten Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Umweltzustände aufzustellen:²⁰

- **Objektive Wahrscheinlichkeiten** können aus empirischen Häufigkeitsverteilungen der Ergebnisse von gleichwertigen Entscheidungssituationen gewonnen werden. Diese Wahrscheinlichkeiten können aufgrund von statistischem Datenmaterial exakt berechnet werden.
- **Subjektive Wahrscheinlichkeiten** werden basierend auf subjektiven Erfahrungen und Überlegungen gebildet. Die subjektiven Wahrscheinlichkeiten, auch Glaubwürdigkeitskennziffern genannt, werden wie auch die objektiven Wahrscheinlichkeiten zur Beurteilung herangezogen, in welchem Maße verschiedene Situationen eintreten.

Auf Basis dieser Definition lässt sich in weiterer Folge, bei Vorliegen der relevanten Daten, Risiko anhand eines Wertes beschreiben, welcher sich berechnen lässt. Basierend auf der

¹⁵ Vgl. THEUERMANN/SCHMIDL/MAIER (2015), S. 184; WOLKE (2016), S. 1.

¹⁶ Vgl. KLESS (1998), S. 93.

¹⁷ Vgl. Kapitel 1.1 Ausgangssituation, S. 1 f.

¹⁸ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 351.

¹⁹ Vgl. WOLKE (2016), S. 1.

²⁰ Vgl. PERRIDON/STEINER (2012), S. 110.

grundlegenden Risikotheorie von Laplace im Jahr 1816 wird Risiko nämlich als Produkt von Schadensausmaß und Eintrittswahrscheinlichkeit definiert.²¹ Dies stellt den sogenannten Schadenserwartungswert dar.²²

Im Gegensatz zum Risiko, sind bei Entscheidungen unter Ungewissheit zwar die möglichen Umweltzustände bekannt, hingegen keine Wahrscheinlichkeiten für ihr Eintreten. Durch das Fehlen, von sowohl objektiver als auch subjektiver Wahrscheinlichkeit, kann nicht bestimmt werden, welche Werte eine Zufallsvariable²³ annehmen könnte. Durch die völlige Unkenntnis über die relevanten Faktoren ist eine rationale Entscheidung nicht möglich, da bei kompletter Ungewissheit über die künftige Entwicklung die Wahl einer Alternative völlig gleichgültig ist.²⁴ Definiert man Risiko nun unabhängig von den verursachenden Faktoren als Möglichkeit einer Abweichung zur Zielgröße, schließt dies genaugenommen die Ungewissheit mit ein. Die Definition, dass Risiko die Möglichkeit zur Abweichung von geplanten Zielen, resultierend aus der Unvorhersehbarkeit der Zukunft beziehungsweise durch mögliche zufällige Störungen, ist, ist eine subjektive Betrachtung des Risikos, da man von individuellen und somit subjektiven Zielen ausgeht. Zur objektiven Ermittlung des Gesamtrisikoumfangs eines Unternehmens muss jedoch Konsens über die geplanten Ziele herrschen. Als objektive Zielgröße zur Erlangung des Konsenses bietet sich daher der bestimmte oder auch bedingte²⁵ Erwartungswert, auch erwartungsgetreue Planwert genannt, der jeweiligen Zielvariable an. Risiken sind somit mögliche Abweichungen vom bestimmten Erwartungswert und nicht von subjektiven Zielwerten.²⁶

Für die Ermittlung des Erwartungswertes stellen entweder historische Daten oder zumindest subjektiv abgeschätzte Verteilungsfunktionen beziehungsweise Dichtefunktionen eine Voraussetzung dar.²⁷ Der bedingte Erwartungswert der Plangrößen stellt das Resultat von Prognosen dar, wohingegen Risiken aus der nicht sicher vorhersehbaren Zukunft resultieren. Hieraus lässt sich eine unmittelbare Verknüpfung zwischen Planung, Prognose und Risikomanagement ableiten. Sämtliche wichtigen Plangrößen werden im Rahmen von stochastischen Planungs- und Prognosemodellen durch Zufallsvariablen²⁸ beschrieben. Darauf basierend kann aus einer einheitlichen Grundlage der Erwartungswert und das Risiko abgeleitet werden. Der erwartungsgetreue Planwert drückt aus, was „im Mittel“ passieren wird²⁹ und lässt

²¹ Vgl. TODHUNTER (1865), S. 469. Im Originaltext: “[...] the errors, each multiplied by its probability [...]”

²² Vgl. Kapitel 2.3 Arten von Risiko-Aggregations-Verfahren, S. 37 ff.

²³ Vgl. 2.2.2 Grundlagen der induktiven Statistik, S. 24.

²⁴ Vgl. PERRIDON/STEINER (2012), S.110.

²⁵ Bedingt bedeutet in diesem Zusammenhang, dass der Erwartungswert nicht die möglichen Auswirkungen der potentiellen Risiken beinhaltet. Vgl. GLEISSNER (2017c), S. 464. Die hier zitierte Literatur beschreibt dies anhand einer möglichen Insolvenz respektive Insolvenzrisiken, dies gilt jedoch für andere Risiken synonym.

²⁶ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 351 f.

²⁷ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 352.

²⁸ Vgl. 2.2 Statistisch-mathematische Grundlagen, S. 12.

²⁹ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 25.

sich nur bei Kenntnis über potentielle Chancen und Gefahren ermitteln. Im Gegensatz zum wahrscheinlichsten Wert werden auch weniger wahrscheinliche aber dennoch mögliche positive beziehungsweise negative Abweichungen berücksichtigt. Die objektive Quantifizierung der Risiken ist dabei auf Grundlage der erwartungsgetreuen Planwerte und nicht der wahrscheinlichsten Werte zu beurteilen.³⁰

Für die Quantifizierung der Risiken ist es somit notwendig, die Bestimmung des erwartungsgetreuen Planwertes möglichst präzise zu treffen. In diesem Zusammenhang ist es deshalb sinnvoll, die erwartete Entwicklung einer Zielvariablen von der unerwarteten Entwicklung, welche das eigentliche Risiko darstellt, zu trennen. Durch die Bildung von möglichst präzisen Erwartungen durch die Wirtschaftssubjekte, betreffend die zukünftigen Realisationen der Variablen, lassen sich die Risiken, welche die unerwarteten Abweichungen darstellen, minimieren.³¹ Die objektive Risikoquantifizierung hängt somit von einem erwartungsgetreuen Prognoseverfahren ab,³² da eine nicht erwartungsgetreue Prognose zu einer Überschätzung des tatsächlichen Risikoumfangs führt. Als sachgerecht für die Erstellung einer erwartungsgetreuen Prognose scheinen zeitreihenanalytische Verfahren zu sein. Bei diesen Prognoseverfahren wird die zukünftige Realisation einer Variable in Abhängigkeit ihrer eigenen Vergangenheit, d.h. der eingetretenen früheren Realisationen, prognostiziert. Bei der Quantifizierung des Risikos bestimmt nicht der Umfang der Veränderung einer Variable, sondern lediglich der Umfang der unerwarteten Änderung das Risiko. Maßgeblich für den Risikoumfang sind dadurch jene Veränderungen, welche nicht mit Hilfe der zeitreihenanalytische Verfahren prognostiziert werden können. Demzufolge stellt alles was vorhersehbar ist kein Risiko dar.³³

Im Rahmen dieser Arbeit und als wesentliche Voraussetzung zur weiteren Behandlung der Themenstellung wird der Begriff Risiko anhand der dargestellten Ausführungen als positive respektive negative Abweichung vom bedingten Erwartungswert der Planung respektive erwartungsgetreuen Planwert verwendet. Abbildung 1 veranschaulicht die Einteilung von Unsicherheit, Risiko und Ungewissheit anhand der getroffenen Definitionen und kennzeichnet die Verwendung des Begriffs Risiko im Rahmen dieser Arbeit.

³⁰ Vgl. GLEISSNER (2011), S. 184 f.

³¹ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 352.

³² Dies verdeutlicht erneut die zuvor angeführte enge Verknüpfung von Prognose und Risikomanagement.

³³ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 352; GLEISSNER (2011), S. 185.

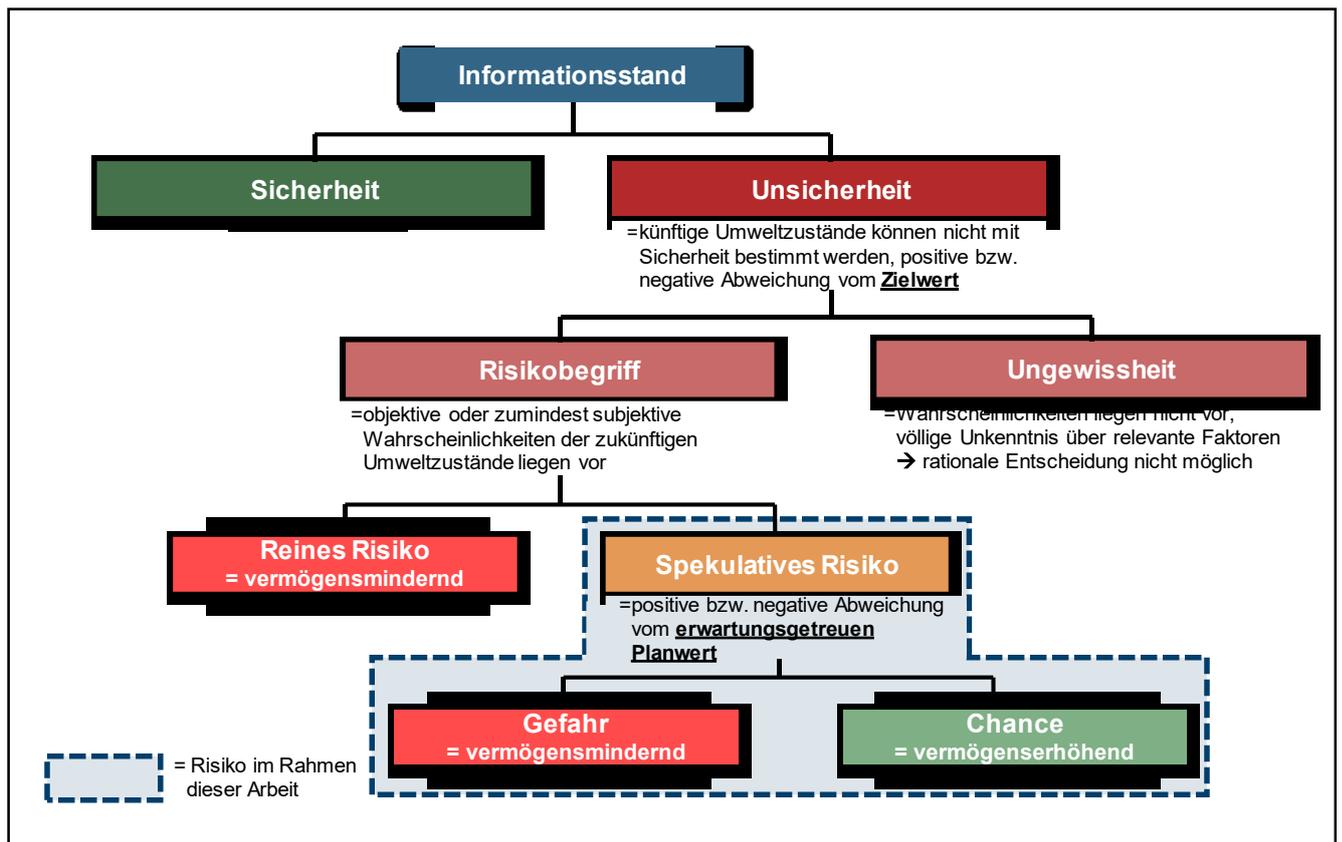


Abbildung 1: Übersicht Begriffe: Unsicherheit, Risiko, Ungewissheit, Risiko im Rahmen dieser Arbeit, Quelle: in Anlehnung an KLEES (1998), S. 93; PERRIDON/STEINER (2012), S. 109.

2.1.2 Prozess zur Ableitung von Erwartungswerten

Im Rahmen des Prozesses zur Ableitung von Erwartungswerten unter Miteinbeziehung von Risiken kommt der Risikoaggregation erhebliche Bedeutung zu. Dem Prozess der Risikoaggregation ist die Identifizierung der einzelnen Risiken vorgelagert, welche in weiterer Folge in einem Risikoinventar zusammengefasst werden. Das Risikoinventar stellt eine komprimierte und bereinigte Zusammenfassung aller im Rahmen der Risikoanalyse identifizierter Einzelrisiken eines Unternehmens dar. Hierbei werden insbesondere Doppelzählungen sowie Überschneidungen eliminiert.³⁴ Jene Risiken, die für sich alleine den Bestand des Unternehmens gefährden, können aus dem Risikoinventar abgeleitet werden. Die Kombinationseffekte mehrerer Einzelrisiken, welche meist eine Krise oder gar eine Insolvenz auslösen, können hieraus, mangels kombinierter Betrachtung, jedoch nicht abgeleitet werden.³⁵ In weiterer Folge wird eine quantitative Bewertung der identifizierten Risiken und die Zusammenfassung, sprich die Aggregation der Risiken, durchgeführt.³⁶ Die Zielsetzung der Risikoaggregation ist es, zu beurteilen, wie groß der Gesamtrisikoumfang beziehungsweise die Gesamtrisikoposition eines

³⁴ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 350.

³⁵ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 245.

³⁶ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 350.

Unternehmens respektive Projektes ist. Der Gesamtrisikoumfang basiert dabei auf den Einzelrisiken, stellt jedoch keine Addition derselbigen dar.³⁷ Zur Bestimmung des Gesamtrisikoumfangs beziehungsweise der Gesamtrisikoposition durch Risikoaggregation ist die Verbindung von Risiken und Unternehmensplanung unerlässlich.³⁸

Allgemein lassen sich Risiko-Aggregations-Verfahren in traditionelle sowie statistisch-mathematische Verfahren einteilen.³⁹ Werden die identifizierten und quantitativ bewerteten Einzelrisiken mittels Risikoaggregation in die Unternehmensplanung integriert, um die Erwartungswerte abzuleiten, kann von einer mehrfach horizontal integrierten Unternehmensplanung gesprochen werden. Bei einer integrierten Unternehmensplanung finden sich die Auswirkungen respektive Ausprägungen der Planungsannahmen durchgängig in den Plan- Gewinn- und Verlustrechnungen (Plan-GuV), den Planbilanzen sowie den daraus resultierenden Plan-Cashflow-Rechnungen (Plan-CF-Rechnung) wieder. So schlägt sich beispielsweise eine höhere Absatzmenge, bei gleichem Absatzpreis, logischerweise positiv auf den Umsatz in der Plan-GuV nieder. Bleibt der durchschnittliche Forderungsbestand in Prozent, bezogen auf die Umsatzerlöse, gleich, haben die höher geplanten Absatzmengen auch einen Einfluss auf die absoluten Werte der Forderungen in den Plan-Bilanzen. Diese beiden Umstände wirken sich natürlich entsprechend auch auf die Plan-CF-Rechnungen aus.

Von einer mehrfach integrierten Planungsrechnung wird deshalb gesprochen, da verglichen mit Unternehmensplanungen, welche ohne den Einfluss von Risiko-Aggregations-Verfahren erstellt werden, auch die Auswirkungen beziehungsweise Ausprägungen der jeweiligen Risiken auf die Planungsannahmen miteinbezogen werden. Die integrierte Planungsrechnung wird somit um eine Dimension erweitert, nämlich um jene des Risikomanagements. Jedes identifizierte und bewertete Risiko wirkt auf eine Plangröße der GuV respektive Bilanz ein und kann dort eine Abweichung vom Erwartungswert auslösen.⁴⁰ Wird diesem Umstand, mit Hilfe von Risiko-Aggregations-Verfahren, bei der Erstellung von Unternehmensplanungen, Beachtung geschenkt, dann kann von einer mehrfach horizontal integrierten Unternehmensplanung gesprochen werden. In Abbildung 2 wird dieser Prozess veranschaulicht.

³⁷ Vgl. Kapitel 2. Risiko-Aggregations-Verfahren, S. 6.

³⁸ Vgl. GLEISSNER (2004a), S. 31.

³⁹ Vgl. SARTOR/BOURAUDEL (2013), S. 73 f.

⁴⁰ Vgl. GLEISSNER (2004a), S. 31.

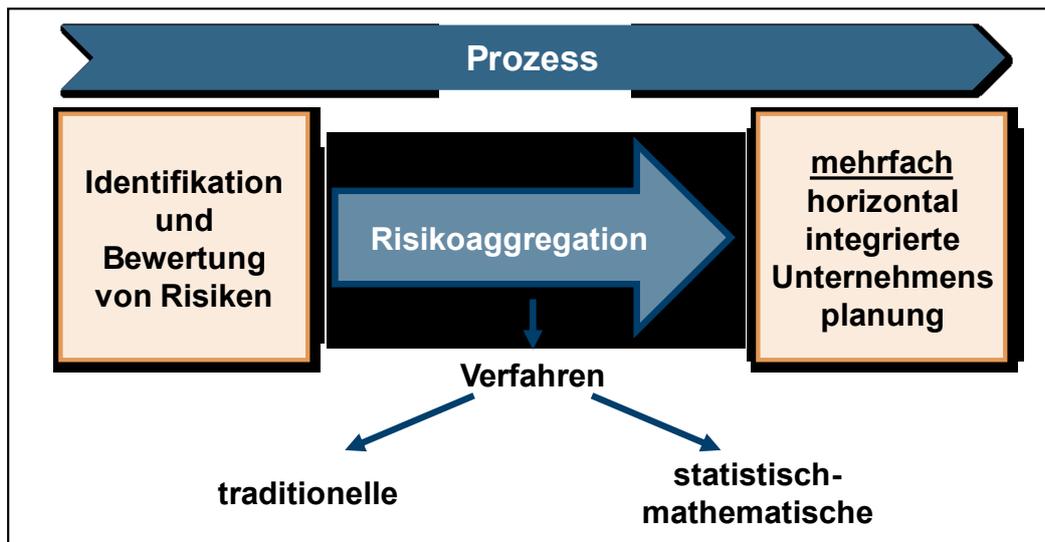


Abbildung 2: Prozess zur Ableitung von Erwartungswerten,
Quelle: eigene Darstellung.

2.2 Statistisch-mathematische Grundlagen

Bevor in Folge die verschiedenen Arten von Risiko-Aggregations-Verfahren sowie die Implikationen für die Unternehmensbewertung näher betrachtet werden, werden zuerst im nachfolgenden Kapitel die statistischen sowie mathematischen Grundlagen geklärt. Diese Grundlagen sowie die Klärung der notwendigen Grundbegriffe sind Voraussetzung für die Darstellung einiger Risiko-Aggregations-Verfahren, vor allem für die statistisch-mathematischen Verfahren.

In der Statistik werden die statistischen Größen, die sogenannten Merkmale von Merkmalsträgern, in diskrete, stetige und quasi-stetige Merkmale eingeteilt. Wenn ein Merkmal nur endlich viele Ausprägungen annehmen kann, wird von einem diskreten Merkmal gesprochen. Stetige Merkmale können hingegen jeden beliebigen Wert, auch als Merkmalsausprägung bezeichnet, innerhalb eines Intervalls annehmen. Ein quasi-stetiges Merkmal kann ebenso wie diskrete Merkmale nur endlich viele Ausprägungen annehmen, ist aber aufgrund der feinen Abstufungen wie ein stetiges Merkmal zu behandeln.⁴¹ Diese Unterscheidung hat in weiterer Folge Auswirkung auf die Datenanalyse respektive die Verteilung des Merkmals.⁴² Eine weitere traditionelle Unterscheidung in der Statistik ist jene zwischen deskriptiver (auch beschreibender) und induktiver (auch schließender) Statistik.⁴³ Wie der Name bereits vermuten lässt, beschäftigt

⁴¹ Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 3 ff.

⁴² Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 15.

⁴³ Vgl. FAIK (2015), S. 18; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 1.

sich die deskriptive Statistik mit der Beschreibung von Sachverhalten durch geeignete Kenngrößen. Man spricht auch von Informationsverdichtung respektive Komplexitätsreduktion.⁴⁴

Der induktiven Statistik liegen lediglich Stichprobenwerte zugrunde. Diese stellen einzelne Informationen beziehungsweise Daten dar,⁴⁵ welche aus der Gesamtmasse an Informationen zu einem Sachverhalt, der sogenannten Grundgesamtheit, in geeigneter Weise ausgewählt werden. Mit Hilfe der induktiven Statistik wird versucht, von den Stichprobenwerten auf die Grundgesamtheit zu schließen und repräsentative Aussagen über die Gesamtmasse an Informationen zu tätigen. Hierbei verbleibt stets ein gewisses Maß an Unsicherheit,⁴⁶ weshalb in der induktiven Statistik mit Wahrscheinlichkeiten gearbeitet werden muss. Folglich wird von den Stichprobenwerten mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit auf die Grundgesamtheit geschlossen. Ein Teilgebiet der induktiven beziehungsweise schließenden Statistik ist somit die Wahrscheinlichkeitsrechnung, diese wird im Fachbegriff auch Stochastik genannt.⁴⁷

Für die Risikoanalyse beziehungsweise das Risikomanagement hat vor allem die Wahrscheinlichkeitsrechnung hohe Relevanz,⁴⁸ weshalb in weiterer Folge die statistischen Grundlagen vor dem Hintergrund der Bedeutung für das Risikomanagement erläutert werden.

2.2.1 Grundlagen der deskriptiven Statistik

Zunächst werden jedoch Grundbegriffe der deskriptiven Statistik erläutert, da das Verständnis dieser Grundbegriffe Voraussetzung für das Verständnis der Grundbegriffe der induktiven Statistik ist und einige Analogien in der induktiven Statistik vorhanden sind.

Als quantitative Merkmale werden jene Merkmale bezeichnet, welche konkret als Zahlen messbar sind.⁴⁹ Wird die Anzahl von n Werten eines quantitativen Merkmals X beobachtet, spricht man von Beobachtungswerten oder Merkmalswerten. Diese resultierenden Zahlen, x_1, x_2, \dots, x_n , welche in der Reihenfolge ihrer Beobachtung vorliegen, werden als Urliste bezeichnet. Diese Urliste zeichnet sich durch eine große Unübersichtlichkeit aus,⁵⁰ weshalb zunächst die Werte der Größe nach sortiert werden. Die sortierte Urliste wird als Rangwertreihe bezeichnet.⁵¹ Die Rangwertreihe ist aber ebenfalls durch hohe Unübersichtlichkeit gekennzeichnet,⁵² weshalb sich als Auswertungsmethode die Bildung einer Häufigkeitstabelle aufdrängt.⁵³ Bei einer

⁴⁴ Vgl. FAIK (2015), S. 18 f.

⁴⁵ Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 4.

⁴⁶ Vgl. Kapitel 2.1.1 Begriffsdefinition: Unsicherheit, Risiko und Ungewissheit, S. 6.

⁴⁷ Vgl. FAIK (2015), S. 19.

⁴⁸ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 24.

⁴⁹ Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 6; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 5.

⁵⁰ Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 10; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 11.

⁵¹ Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 11; FAIK (2015), S. 50.

⁵² Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 12.

⁵³ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 11.

Häufigkeitstabelle werden die absoluten h_i und relativen f_i ⁵⁴ Häufigkeiten eines Merkmals dargestellt.⁵⁵ Als absolute Häufigkeit wird die Anzahl des Auftretens der Merkmalsausprägungen verstanden, die relative Häufigkeit stellt die absolute Häufigkeit bezogen auf die Gesamtzahl der Fälle dar.⁵⁶ Formal stellt sich die relative Häufigkeit wie folgt dar:

$$f_i = \frac{h_i}{n}$$

Formel 1: Berechnung der relativen Häufigkeit,
Quelle: in Anlehnung an GLEISSNER (2017b), S. 26.

Für die absolute und relative Häufigkeit gelten die Beziehungen:

$$\sum_{i=1}^n h_i = n \quad \text{und} \quad \sum_{i=1}^n f_i = 1$$

Formel 2: Beziehungen für absolute und relative Häufigkeit,
Quelle: BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 11 (leicht modifiziert).

Unter Häufigkeitsverteilungen wird allgemein die Zuordnung von absoluter und relativer Häufigkeit zu den Merkmalsausprägungen verstanden.⁵⁷ Werden die absoluten und relativen Häufigkeiten vom kleinsten zum größten Wert Schrittweise addiert, erhält man kumulierte Häufigkeiten.⁵⁸

Werden die Daten der Urliste nicht mit Hilfe von Häufigkeiten ausgewertet, sondern durch eine einzige Zahl charakterisiert, wird von Lageparametern λ gesprochen.⁵⁹ Diese Parameter stellen Mittelwerte dar und verdichten typische Verteilungseigenschaften in einer Kenngröße. Diese Kennwerte ermöglichen die Daten zu aggregieren und die Verteilungen anhand dieser auszudrücken.⁶⁰ Folgende, wesentlichste Mittelwerte können voneinander unterschieden werden: Modus beziehungsweise Modalwert, Median, arithmetisches Mittel sowie das geometrische Mittel.⁶¹ Der Modus x_{MOD} auch als Modalwert, häufigster Wert oder dichtester Wert bezeichnet, stellt jene Merkmalsausprägung dar, welche innerhalb einer Datenmenge mit der größten Häufigkeit vorhanden ist.⁶² Dieser Mittelwert muss nicht berechnet werden, da er beispielsweise anhand der Häufigkeitstabelle oder einer grafischen Darstellung abgelesen

⁵⁴ Es wird darauf hingewiesen, dass in der Literatur einige alternative Abkürzungen existieren.

⁵⁵ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 36.

⁵⁶ Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 13; KUCKARTZ u.a. (2013), S. 36; FAIK (2015), S. 50; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 11.

⁵⁷ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 11.

⁵⁸ Vgl. FAIK (2015), S. 53.

⁵⁹ Vgl. FAIK (2015), S. 69; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 15 f.

⁶⁰ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 61; FAIK (2015), S. 69.

⁶¹ Vgl. FAIK (2015), S. 69; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 16.

⁶² Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 53; KUCKARTZ u.a. (2013), S. 61; FAIK (2015), S. 69; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 16.

werden kann. Weiters ist der Modalwert gegenüber Werten, welche stark von den restlichen Werten abweichen, sogenannten Ausreißern, robust. Dies bedeutet, dass sich einzelne Werte neben dem Modus ändern können und dieser dabei konstant bleibt.⁶³

Der Median x_{MED} , häufig auch als Zentralwert bezeichnet, definiert sich dadurch, dass er die Datenmenge genau in der Mitte halbiert, sodass eine Hälfte der Werte der geordneten Messreihe unter dem Median und die andere Hälfte über dem Median liegen.⁶⁴ Bei einer ungeraden Beobachtungsanzahl n kennzeichnet der Median genau den in der Mitte liegenden Wert:

$$x_{MED} = \frac{x_{n+1}}{2}$$

Formel 3: Berechnung des Median bei ungerader Beobachtungsanzahl,
Quelle: FAIK (2015), S. 70; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 16.

$$x_{MED} = \frac{1}{2} \times (x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n}{2}+1})$$

Formel 4: Berechnung des Median bei gerader Beobachtungsanzahl,
Quelle: FAIK (2015), S. 70 (leicht modifiziert); BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 16.

Das arithmetische Mittel \bar{x} , welches auch als Durchschnittswert bekannt ist, berechnet sich, indem alle vorkommenden Werte summiert und durch die Anzahl der Daten dividiert werden.⁶⁵

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n x_i$$

Formel 5: Berechnung des arithmetischen Mittel,
Quelle: FAIK (2015), S. 73 (leicht modifiziert); BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 16.

Das geometrische Mittel GM wird berechnet, wenn man den Mittelwert für Veränderungsdaten berechnen will, es geht somit um die Mittelung der relativen Änderung. Die Berechnung des geometrischen Mittels erfolgt durch die Multiplikation der n Veränderungsdaten und dem ziehen der n -Wurzel aus diesem Produkt.⁶⁶

$$GM = \sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i}$$

Formel 6: Berechnung des geometrischen Mittel,
Quelle: FAIK (2015), S. 79 (leicht modifiziert).

⁶³ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 61 f.

⁶⁴ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 64; FAIK (2015), S. 73; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 17.

⁶⁵ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 64; FAIK (2015), S. 73; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 17.

⁶⁶ Vgl. FAIK (2015), S. 79.

Die mittlere Veränderungsrate bezeichnet sich in weiterer Folge dadurch, dass vom geometrischen Mittel der Wert 1 beziehungsweise 100 % subtrahiert wird.⁶⁷

Den Lageparametern, die lediglich Auskunft über die Mitte einer Verteilung geben, kann nicht entnommen werden, ob die Beobachtungswerte im Wesentlichen in der Nähe des jeweiligen Lageparameters oder weit davon entfernt liegen.⁶⁸ Um eine Auskunft über diese Heterogenität einer Verteilung zu bekommen, benötigt man die sogenannten Streuungsparameter,⁶⁹ diese Maße geben an, wie weit die Werte um die Mitte herum streuen.⁷⁰ Die Streuungsmaße beziehen sich letztlich darauf, wie repräsentativ die Lageparameter sind, denn von einer Streuung wird dann gesprochen, wenn die einzelnen Werte eines Merkmals voneinander abweichen. Mit Ausnahme der Spannweite wird dabei eine Abweichung von einem Mittelwert, meist dem arithmetischen Mittel aber nicht zwingend, verstanden.⁷¹ Die wesentlichsten Streuungsparameter sind die bereits erwähnte Spannweite, die durchschnittliche Abweichung, die mittlere quadratische Abweichung beziehungsweise die Varianz, die Standardabweichung sowie der Variationskoeffizient.

Die Spannweite SP , auch Variationsbreite genannt, informiert über den Abstand von Minimum und Maximum einer Verteilung und definiert sich als Differenz zwischen dem größten und dem kleinsten der Beobachtungswerte.⁷²

$$SP = x_{max} - x_{min}$$

Formel 7: Berechnung der Spannweite,
Quelle: FAIK (2015), S. 86 (leicht modifiziert); BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 20 (leicht modifiziert).

Die durchschnittliche Abweichung \bar{s} eines Lageparameters ist das arithmetische Mittel der Abstände aller Beobachtungswerte vom jeweiligen Lageparameter.⁷³

$$\bar{s} = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n |x_i - \lambda|$$

Formel 8: Berechnung der durchschnittlichen Abweichung,
Quelle: BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 20 (leicht modifiziert).

Die mittlere quadratische Abweichung s^2 stellt das arithmetische Mittel der quadrierten Abstände aller beobachteten Werte vom arithmetischen Mittel dar. Die mittlere quadratische

⁶⁷ Vgl. FAIK (2015), S. 79.

⁶⁸ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 68; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 20.

⁶⁹ Vgl. FAIK (2015), S. 85.

⁷⁰ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 68.

⁷¹ Vgl. FAIK (2015), S. 85.

⁷² Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 69; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 20.

⁷³ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 20.

Abweichung entspricht somit der Varianz,⁷⁴ welche wiederum die Grundlage für die Standardabweichung s darstellt.⁷⁵

$$s^2 = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Formel 9: Berechnung der mittleren quadratischen Abweichung, Berechnung der Varianz,
Quelle: FAIK (2015), S. 96 (leicht modifiziert); BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 20 (leicht modifiziert).

Gegenüber der durchschnittlichen Abweichung werden bei der Varianz größere Abweichungen vom Mittelwert stärker als kleinere berücksichtigt, dies ergibt sich aufgrund des Quadrierens der Abweichungen vom arithmetischen Mittelwert, was einen Vorteil der Varianz darstellt. Eine nachteilige Eigenschaft der Varianz ist, dass die Dimension der betreffenden Merkmalseinheit im Quadrat aufgewiesen wird, also zum Beispiel Euro im Quadrat. Aufgrund dessen wird in der Regel die Standardabweichung ausgerechnet, welche die Varianz zur Basis hat und sich als Quadratwurzel der Varianz berechnen lässt.⁷⁶

$$s = \sqrt{s^2}$$

Formel 10: Berechnung der Standardabweichung,
Quelle: BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 20.

Für Vergleiche zwischen Verteilungen mit unterschiedlichen Mittelwerten sowie beispielsweise mit unterschiedlichen Währungseinheiten ist die Berechnung des Variationskoeffizienten V vorteilhaft.⁷⁷ Dieser stellt den Quotienten aus Standardabweichung und arithmetischem Mittel dar.⁷⁸

$$V = \frac{s}{\bar{x}}$$

Formel 11: Berechnung des Variationskoeffizienten,
Quelle: BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 20.

Der Variationskoeffizient entspricht somit der prozentualen Standardabweichung, welche die Relation zwischen Standardabweichung und Mittelwert wiedergibt.⁷⁹ Zusätzlich kann der Variationskoeffizient auch zum Beispiel auf den Median bezogen werden, hierbei ist aber darauf

⁷⁴ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 71; FAIK (2015), S. 96; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 20.

⁷⁵ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 71; FAIK (2015), S. 96.

⁷⁶ Vgl. FAIK (2015), S. 96.

⁷⁷ Vgl. FAIK (2015), S. 102.

⁷⁸ Vgl. FAIK (2015), S. 102; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 20.

⁷⁹ Vgl. GLEISSNER (2017), S. 26.

zu achten, dass auch die Standardabweichung in Bezug auf den Median berechnet wird und nicht in Bezug auf das arithmetische Mittel.⁸⁰

Die oben erläuterte Varianzberechnung bezieht sich auf die zweite Potenz der Mittelwertabweichung, wird hingegen die dritte Potenz dieser Abweichungen gebildet, berechnet man die Schiefe *SCH* der Verteilung.⁸¹ Die Beziehungen der Lageparameter Modus, Median und arithmetisches Mittel geben Auskunft über das Vorliegen von Symmetrie oder Asymmetrie einer Verteilung und somit über die Schiefe der Verteilung. Verteilungen können entweder rechtsschief und somit linkssteil, linksschief und daher rechtssteil oder symmetrisch sein.⁸² Nehmen die Mittelwerte die Rangfolge $x_{MOD} < x_{MED} < \bar{x}$ ein, liegt typischerweise eine sogenannte rechtsschiefe beziehungsweise linkssteile Verteilung vor. Demgegenüber wird in der Regel von einer linksschiefen beziehungsweise rechtssteilen Verteilung gesprochen, wenn $x_{MOD} > x_{MED} > \bar{x}$. Von einer symmetrischen Verteilung wird dann gesprochen, wenn die drei genannten Lagemaße übereinstimmen.⁸³ Die Berechnung der Schiefe stellt sich wie folgt dar:

$$SCH = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$$

Formel 12: Berechnung der Schiefe,
Quelle: FAIK (2015), S. 103 (leicht modifiziert).

Ist der Wert von *SCH* gleich 0, handelt es sich um eine symmetrische Verteilung, ist der Wert der Schiefe größer 0, ist die Verteilung eine rechtsschiefe beziehungsweise linkssteile. Bei einem Wert von *SCH* kleiner als 0 ist die zugrundeliegende Verteilung eine linksschiefe beziehungsweise eine rechtssteile.⁸⁴

Anhand der vierten Potenz der Abweichungen vom Mittelwert, erhält man ein Maß für die Wölbung *WB*, auch Exzess oder Kurtosis genannt, der Verteilung. Die Kurtosis gibt Auskunft darüber, wie stark eine Verteilung ausgebuchtet ist. Hierbei wird zwischen den beiden Ausprägungen schmalgipflig und breitgipflig unterschieden.⁸⁵ Im Konkreten heißt das, dass eine schmalgipflige Verteilung vorliegt, wenn der maximale Wert einer Verteilung größer ist als das Maximum einer Referenzverteilung. Diese Verteilungen werden auch als Verteilungen mit positiver Wölbung bezeichnet. Im Gegensatz hierzu wird von einer breitgipfligen Verteilung, oder auch negativen Wölbung gesprochen, wenn das Maximum der Verteilung gegenüber jenem der

⁸⁰ Vgl. FAIK (2015), S. 102.

⁸¹ Vgl. FAIK (2015), S. 103.

⁸² Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 46.

⁸³ Vgl. FAIK (2015), S. 82.

⁸⁴ Vgl. FAIK (2015), S. 103.

⁸⁵ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 46.

Referenzverteilung kleiner ist. Als Referenzverteilung wird häufig die Normalverteilung herangezogen.⁸⁶ Formal stellt sich die Wölbung wie folgt dar:

$$WB = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$$

Formel 13: Berechnung der Wölbung,
Quelle: FAIK (2015), S. 105 (leicht modifiziert).

Sowohl die Berechnung der Schiefe als auch die Berechnung der Wölbung ist ausschließlich bei Verteilungen sinnvoll, welche eingipflig, auch unimodal, sind.⁸⁷ Selbiges gilt auch für den Modus als Lageparameter.⁸⁸ Im Gegensatz zu eingipfligen Verteilungen stehen zweigipflige beziehungsweise bimodale oder sogar mehrgipflige oder multimodale Verteilungen.⁸⁹ Nachstehend werden die verschiedenen Formen der Schiefe, der Wölbung sowie eine unimodale, bimodale und multimodale Verteilung zur besseren Veranschaulichung dargestellt.

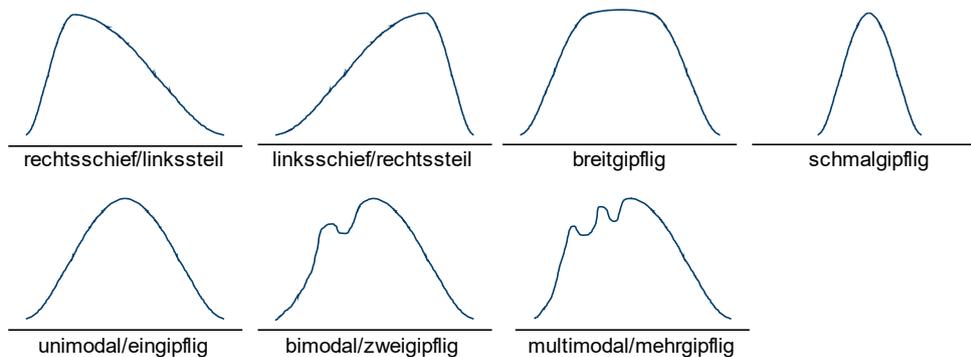


Abbildung 3: Schiefe, Wölbung und Gipfel von Verteilungen,
Quelle: in Anlehnung an SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 241; KUCKARTZ u.a. (2013), S. 47 (leicht modifiziert).

Die dargestellten Lage- und Streuungsparameter, sowie die Schiefe und Wölbung sind als Maßzahlen entwickelt worden, um die unterschiedlichen Dimensionen von Verteilungen mit wenigen Werten zu charakterisieren. Diese Maßzahlen werden als eindimensionale Maßzahlen bezeichnet.⁹⁰ Im Gegensatz zu diesen Maßzahlen stehen zwei- beziehungsweise mehrdimensionale Maßzahlen. Im Folgenden werden nun kurz die, für das Risikomanagement beziehungsweise die Risikoanalyse, wichtigsten zweidimensionalen Maßzahlen dargestellt.

Wenn von einem Merkmalsträger nicht nur ein Merkmal, sondern mehrere Merkmale erhoben werden, ist meist nicht nur die einzelne Auswertung der Merkmale, sondern auch der

⁸⁶ Vgl. FAIK (2015), S 104 f.

⁸⁷ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 46.

⁸⁸ Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 241.

⁸⁹ Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 241; KUCKARTZ u.a. (2013), S. 47.

⁹⁰ Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 41.

Zusammenhang zwischen den Merkmalen von Interesse. Hierzu müssen die Merkmale gleichzeitig in die statistische Analyse miteinbezogen werden. In diesem Fall wird von der mehrdimensionalen Statistik gesprochen.⁹¹ Diese erfordert teilweise sehr anspruchsvolle Mathematik, weshalb in der Literatur, aufgrund der Übersichtlichkeit, häufig lediglich auf den Fall von zwei Merkmalen abgestellt wird.⁹² Werden die Zusammenhänge von lediglich zwei Merkmalen betrachtet, spricht man von bivariaten Zusammenhängen.⁹³ Wie bereits erwähnt, erfolgt in dieser Arbeit ausschließlich eine Darstellung von zweidimensionalen Maßzahlen, da eine Darstellung der mehrdimensionalen zu weit in die Tiefe der Statistik greifen würde und nicht mehr von Relevanz für diese Arbeit ist. Die Erstellung von Datenmatrizen, welche für mehrdimensionale Auswertungen nötig sind, erfolgt beispielsweise bei der Analyse von Fragebögen, da in diesem Fall von einer Person meist mehr als nur zwei Merkmale erhoben werden.⁹⁴ Solche Fälle sind für diese Arbeit jedoch nicht denkbar, da die Positionen der GuV, Bilanz und Cashflow-Rechnung entweder nur Preis-Mengen-Beziehungen oder Beziehungen untereinander aufweisen. Steigen beispielsweise die Rohstoffpreise für ein bestimmtes Gut, wird dies meist Auswirkungen auf den Verkaufspreis eines Gutes haben, welches aus diesem Rohstoff besteht. Dies wird sich in weiterer Folge auch auf die Absatzmenge und dadurch wahrscheinlich auch auf die Herstellungskosten des Gutes auswirken. Das so verminderte Rohergebnis⁹⁵ könnte als Grundlage für das Marketingbudget fungieren und hätte somit auch auf die Werbeaufwendungen Einfluss. Anhand dieses Beispiels ist ersichtlich, dass aufgrund eines Effektes (Rohstoffpreiserhöhung) Auswirkungen auf sämtliche Positionen der GuV, Bilanz oder Cashflow-Rechnung denkbar sind. Ebenfalls erkennbar ist, dass sich diese Auswirkungen jedoch anhand von zweidimensionalen Beziehungen ableiten lassen und somit keine Betrachtung von mehrdimensionalen Maßzahlen vonnöten ist.

Bei der Auswertung von Zusammenhängen zweier Merkmale X und Y ist man in erster Linie an Maßzahlen interessiert, welche sowohl die Richtung als auch die Stärke des Zusammenhangs wiedergeben. In diesem Fall spricht man von der Kontingenz- und Korrelationsanalyse. Als Grundlage für die Ermittlung dieser Maßzahlen fungiert, wie bei den eindimensionalen Maßzahlen auch, eine tabellarische Darstellung.⁹⁶ Werden die Ausprägungen zweier Merkmale in einer Tabelle dargestellt, wird von einer Kreuztabelle oder auch Kontingenztabelle gesprochen. Diese gibt Auskunft über die Zusammenhänge der beiden Merkmale.⁹⁷ Hierzu werden die absoluten oder relativen Häufigkeiten der jeweiligen Ausprägung des Merkmales X in den Zeilen bei

⁹¹ Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 99.

⁹² Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 99; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 29.

⁹³ Vgl. FAIK (2015), S. 129.

⁹⁴ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 45.

⁹⁵ Der Begriff Rohergebnis ist frei gewählt und stellt in diesem Zusammenhang die Umsatzerlöse abzüglich der Aufwendungen für die Herstellung des Gutes dar.

⁹⁶ Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 99.

⁹⁷ Vgl. FAIK (2015), S. 129; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 29 f.

gleichzeitigem Vorliegen der jeweiligen Ausprägung des Merkmales Y in den Spalten⁹⁸ dargestellt.⁹⁹ Man spricht in diesem Fall von den gemeinsamen Häufigkeiten in den jeweiligen Zellen.¹⁰⁰ Die einzelnen Zellen der Kreuztabelle geben die bedingten Häufigkeiten der beiden Merkmale wider.¹⁰¹

Zur Veranschaulichung wird im Folgenden beispielhaft die Absatzplanung des Gutes „XYZ“ der „XYZ-GmbH“ betrachtet. Das Unternehmen plant den Absatz von insgesamt 5.000 Stück des Gutes „XYZ“ über die nächsten 4 Jahre (20X1 bis 20X4), dabei werden die Absatzregionen von der Vertriebsabteilung der „XYZ-GmbH“ in „Nord“, „Süd“, „Ost“ und „West“ eingeteilt. Die Regionen werden in den Zeilen eingetragen und stellen somit das Merkmal X dar, wohingegen die Jahre in den Spalten ersichtlich sind und dadurch das Merkmal Y darstellen. Tabelle 1 veranschaulicht die Detailplanung des Gutes.

<i>in Stück</i>	20X1	20X2	20X3	20X4	Summe pro Region
Nord	400	250	290	300	1.240
Süd	200	320	180	420	1120
Ost	300	210	70	350	930
West	150	520	610	430	1710
Summe pro Jahr	1.050	1.300	1.150	1.500	5.000

Tabelle 1: Beispiel Kreuztabelle – Umsatzplanung der „XYZ-GmbH“,
Quelle: eigene Darstellung.

Wird die Kontingenztabelle von oben nach unten, also zeilenweise betrachtet, erhält man die Häufigkeitswerte der Ausprägung des Merkmales Y bei einem spezifischen Merkmal X. Das bedeutet im Beispiel der „XYZ-GmbH“, dass die geplanten verkauften Stück je Region für die Planjahre betrachtet werden. Dies gilt analog für die Ausprägungen des Merkmals X in den Zeilen bei Darstellung der Häufigkeiten in Spalten. Im Beispiel bedeutet das, dass die geplanten Stückzahlen je Planjahr für die Regionen betrachtet werden.¹⁰² Aus diesen bedingten Häufigkeiten, welche in den einzelnen Zellen, beispielsweise 320 Stück im Jahr 20X2 für die Region „Süd“, dargestellt sind, werden in weiterer Folge die bedingten Verteilungen je Merkmal definiert. Betrachtet man hingegen die Zeilen- respektive Spaltensummen, blickt man auf die sogenannten Randhäufigkeiten („Summe pro Jahr“ je Region beziehungsweise „Summe pro Region“ je Jahr) beziehungsweise bei Betrachtung der gesamten Zeilen- oder Spaltensummen auf einmal die Randverteilungen.¹⁰³ Werden beispielsweise die Zeilensummen betrachtet, erhält

⁹⁸ Die Zuordnung der Merkmale zu den Zeilen beziehungsweise Spalten ist frei gewählt und könnte natürlich genauso umgekehrt sein.

⁹⁹ Vgl. FAIK (2015), S. 129 f.

¹⁰⁰ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 29.

¹⁰¹ Vgl. FAIK (2015), S. 130; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 30.

¹⁰² Vgl. FAIK (2015), S. 130.

¹⁰³ Vgl. FAIK (2015), S. 130; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 30 f.

man die unbedingte Verteilung der Werte des Merkmals X (Betrachtung der Spalte „Summe pro Jahr“ aller Regionen). Unbedingte Verteilung deshalb, weil die Betrachtung der Verteilung ohne die Betrachtung der Y -Werte erfolgt. Selbiges gilt in umgekehrter Weise für die Y -Werte als Spaltensummen (Betrachtung der Zeile „Summe pro Region“ aller Jahre).¹⁰⁴

Anhand der Randverteilungswerte können die statistischen Abhängigkeiten beziehungsweise Unabhängigkeiten dargestellt werden, wobei gilt, dass wenn die Produkte der jeweiligen Randverteilungswerte dem betreffenden Zellwert entsprechen eine Unabhängigkeit vorliegt. Unabhängigkeit bedeutet in diesem Fall, dass die Ausprägung des Merkmals X nicht abhängig von der Ausprägung des Merkmals Y ist und umgekehrt. In weiterer Folge gibt es die Abstufungen, schwache, starke und perfekte Abhängigkeit, wobei perfekte Abhängigkeit vorliegt, wenn das Auftreten einer speziellen Ausprägung des Merkmals X vom Auftreten einer speziellen Ausprägung des Merkmals Y abhängt.¹⁰⁵ Weder diese Abstufungen noch die Richtung der Abhängigkeiten können direkt der Kreuztabelle entnommen werden, weshalb die bereits angesprochenen Maßzahlen auf Basis der Kontingenztafel berechnet werden müssen.

Die beiden wesentlichen Maßzahlen zur Bestimmung der Abhängigkeit zweier Variablen sind die Kovarianz COV , in der deskriptiven Statistik auch als empirische Kovarianz bezeichnet¹⁰⁶ und der Korrelationskoeffizient r ,¹⁰⁷ auch Bravais-Pearson-Korrelationskoeffizient oder Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient genannt.¹⁰⁸ Die empirische Kovarianz gibt, ähnlich wie die Varianz, die Streuung an. Im Gegensatz zur Varianz jedoch nicht bezogen auf eine Variable, sondern auf beide Variablen gemeinsam, somit geht es um die Streuung zwischen den Ausprägungen der beiden Merkmale.¹⁰⁹ Die empirische Kovarianz bezeichnet somit die wechselseitige Varianz der beiden Variablen¹¹⁰ und misst den Grad der linearen Abhängigkeiten zwischen den Variablen. Die Kovarianz, welche im Gegensatz zur Varianz auch negative Werte annehmen kann, ist ähnlich aufgebaut wie diese.¹¹¹

$$COV(X, Y) = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) \times (y_i - \bar{y})$$

Formel 14: Berechnung der Kovarianz,
Quelle: KUCKARTZ u.a. (2013), S. 211 (leicht modifiziert); FAIK (2015), S. 151 (leicht modifiziert); GLEISSNER (2017b), S. 26 (leicht modifiziert).

¹⁰⁴ Vgl. FAIK (2015), S. 130.

¹⁰⁵ Vgl. FAIK (2015), S. 134 f.

¹⁰⁶ Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 118.

¹⁰⁷ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 210 ff; FAIK (2015), S. 150 f.

¹⁰⁸ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 34.

¹⁰⁹ Vgl. FAIK (2015), S. 151.

¹¹⁰ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 210.

¹¹¹ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 26.

Eine Kovarianz von Null bedeutet jedoch nicht, dass die beiden betrachteten Variablen unabhängig voneinander sind. Da die Kovarianz lediglich den linearen Zusammenhang der Variablen misst, bedeutet eine Kovarianz von Null, dass kein linearer Zusammenhang besteht.¹¹² Neben der Eigenschaft, dass die Kovarianz lediglich den linearen Zusammenhang darstellt, ist ein erheblicher Nachteil, dass sie abhängig von der jeweiligen Variablendimension und somit auf kein bestimmtes Werteintervall normiert ist.¹¹³ Erhöht man beispielsweise die Höhe der Variablenwerte, so vervierfachen sich sowohl die Abweichungen als auch die Kovarianz. Dies hat zur Folge, dass verschiedene Kovarianzen nicht miteinander verglichen werden können.¹¹⁴ Aufgrund dessen ist eine Normierung dieser Korrelationsgröße auf den Wertebereich von -1 bis +1 sinnvoll, in dem die Kovarianz durch das geometrische Mittel der Varianzen der beiden Merkmale dividiert wird. Diese Normierung stellt gleichzeitig die Berechnung des Korrelationskoeffizienten dar.¹¹⁵

$$r = \frac{COV(X,Y)}{\sqrt{s^2_x \times s^2_y}}$$

Formel 15: Berechnung des Korrelationskoeffizienten,
Quelle: KUCKARTZ u.a. (2013), S. 212 (leicht modifiziert); FAIK (2015), S. 151 (leicht modifiziert); GLEISSNER (2017b), S. 27 (leicht modifiziert).

Anhand des Korrelationskoeffizienten kann nun auch eine Interpretation der Stärke des linearen Zusammenhangs erfolgen. Bei einem Korrelationskoeffizienten von -1 liegt ein perfekt negativer Zusammenhang vor. Dies bedeutet, dass sich die Variablen komplett gegenläufig entwickeln, wohingegen bei einem Wert von +1 Gleichläufigkeit der Variablen gegeben ist.¹¹⁶ Im Allgemeinen haben sich die Faustregeln, dass bei einem Wert von kleiner gleich 0,5¹¹⁷ von schwacher Korrelation, bei einem Wert zwischen 0,5 und 0,8 von mittlerer Korrelation und bei einem Wert größer gleich 0,8 von starker Korrelation gesprochen wird, etabliert.¹¹⁸ Es wird darauf hingewiesen, dass diese Einteilung nur eine mögliche von mehreren in der Literatur gängigen Einteilungen ist, so nehmen beispielsweise KUCKARTZ/RÄDIKER/EBERT/SCHEHL eine fünfteilige Einteilung vor.¹¹⁹ Nach Klärung der Grundbegriffe sowie der wichtigsten einbeziehungsweise zweidimensionalen Maßzahlen erfolgt nun die Darstellung der Grundbegriffe der induktiven Statistik.

¹¹² Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 26.

¹¹³ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 212; FAIK (2015), S. 151.

¹¹⁴ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 212.

¹¹⁵ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 212; FAIK (2015), S. 151; GLEISSNER (2017b), S. 26 f.

¹¹⁶ Vgl. FAIK (2015), S. 151 f; GLEISSNER (2017b), S. 27.

¹¹⁷ Diese Werte gelten für positive als auch negative Korrelation gleichermaßen.

¹¹⁸ Vgl. FAIK (2015), S. 152.

¹¹⁹ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 213.

2.2.2 Grundlagen der induktiven Statistik

Wie bereits in der Einleitung dieses Kapitels erläutert, wird mit Hilfe der induktiven Statistik versucht, von Stichprobenwerten auf die Grundgesamtheit zu schließen. Dies erfordert das Rechnen mit Wahrscheinlichkeiten,¹²⁰ welche sozusagen das Pendant zu den Häufigkeiten der beobachteten Werte der deskriptiven Statistik darstellen. Der Begriff Wahrscheinlichkeit bezieht sich auf Situationen, bei denen nur auf die Menge möglicher Ergebnisse und nicht mehr eindeutig auf genau ein bestimmtes Ergebnis geschlossen werden kann, dies ist das sogenannte Ätialprinzip.¹²¹ Die Definition von Wahrscheinlichkeit w wird als Maß für die Chance, dass bei einem Zufallsexperiment ein bestimmtes Ereignis eintritt vorgenommen.¹²² Als empirisch gesicherte Aussage über die relative Häufigkeit des Eintretens eines Ereignisses wird die Wahrscheinlichkeit nach der statistischen beziehungsweise frequentistischen Auffassung verstanden. Hierbei wird eine ausreichend große Stichprobe unterstellt.¹²³ Der statistische Wahrscheinlichkeitsbegriff besagt somit, dass die Wahrscheinlichkeit eines Zufallsexperiments dem Grenzwert der relativen Häufigkeiten des Ergebnisses bei unendlich vielen Wiederholungen entspricht. So konvergiert beispielsweise der Grenzwert für das Ergebnis „Kopf“ bei einem Münzwurf bei unendlich vielen Wiederholungen gegen 0,5.¹²⁴ Wahrscheinlichkeitsverteilungen werden analog wie Häufigkeitsverteilungen anhand von Lage- und Streuungsparametern, sowie mit Schiefe und Wölbung für eindimensionale¹²⁵ beziehungsweise mit Hilfe von Kovarianz und Korrelation für zweidimensionale Verteilungen beschrieben, wobei diese auch als Verteilungsparameter bezeichnet werden.¹²⁶

Der Begriff Erwartungswert E ist bereits einige Male gefallen und stellt einen der zentralen Punkte dieser Arbeit dar. Eine statistische Definition dieses Begriffs wurde aus thematischen Gründen bis dato jedoch noch nicht vorgenommen, diese wird nun getroffen. Der Erwartungswert stellt analog zum arithmetischen Mittel ebenfalls einen Durchschnittswert dar, dieser drückt im Gegensatz zum arithmetischen Mittel jedoch aus, was in Zukunft im Durchschnitt erwartet¹²⁷ wird. Der Erwartungswert stellt somit den mittleren Wert einer Wahrscheinlichkeits- beziehungsweise Dichtefunktion dar.¹²⁸ Von einer Wahrscheinlichkeitsfunktion wird bei einer diskreten Zufallsvariable gesprochen, um eine Dichtefunktion handelt es sich hingegen immer dann, wenn stetige Zufallsvariablen vorhanden sind. Durch die Wahrscheinlichkeits- beziehungsweise Dichtefunktion kann somit grundsätzlich die Verteilung einer Zufallsvariable beschrieben

¹²⁰ Vgl. 2.2 Statistisch-mathematische Grundlagen, S. 12.

¹²¹ Vgl. GLEISSNER (2014), S. 69.

¹²² Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 113.

¹²³ Vgl. GLEISSNER (2014), S. 69.

¹²⁴ Vgl. FAIK (2015), S. 242.

¹²⁵ Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 234; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 120.

¹²⁶ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 111.

¹²⁷ Vgl. Kapitel 2.1.1 Begriffsdefinition: Unsicherheit, Risiko und Ungewissheit, S. 8.

¹²⁸ Vgl. FAIK (2015), S. 257.

werden.¹²⁹ Eine Zufallsvariable stellt ein Merkmal beziehungsweise eine Variable dar, deren Merkmalsausprägung in Abhängigkeit von einem Zufallsvorgang steht. Das heißt, dass eine Zufallsvariable, je nach Ausgang eines Versuchs, verschiedene Werte annimmt.¹³⁰

Bei diskreten Zufallsvariablen stellt der Erwartungswert die Summe der Realisationen multipliziert mit der jeweiligen Wahrscheinlichkeit dar.¹³¹

$$E(X) = \sum_{i=1}^n x_i \times w(x_i)$$

Formel 16: Berechnung des Erwartungswertes bei diskreten Zufallsvariablen, Quelle: FAIK (2015), S. 257 (leicht modifiziert); BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 111 (leicht modifiziert).

Für den Fall der Berechnung des Erwartungswertes bei stetigen Zufallsvariablen wird das Summen- durch das Integralzeichen ersetzt.¹³² Dies beruht auf der Tatsache, dass bei stetigen Zufallsvariablen aufgrund der beliebigen Teilbarkeit die Wahrscheinlichkeiten nur für Intervalle angegeben werden können.¹³³ Formel stellt sich die Dichtefunktion bei stetigen Zufallsvariablen zwischen a und b wie folgt dar:

$$\int_a^b w(X) dx$$

Formel 17: Darstellung der Dichtefunktion, Quelle: FAIK (2015), S. 254 (leicht modifiziert).

Demzufolge lautet die Berechnung des Erwartungswertes bei stetigen Zufallsvariablen folgendermaßen

$$E(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} x \times w(X) dx$$

Formel 18: Berechnung des Erwartungswertes bei stetigen Zufallsvariablen, Quelle: FAIK (2015), S. 258 (leicht modifiziert); BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 111 (leicht modifiziert).

Entsprechend den Ausführungen zu den Mittelwerten Modus und Median¹³⁴ können diese auch in der Wahrscheinlichkeitsrechnung berechnet beziehungsweise abgeleitet werden. Anzumerken ist, dass der Modalwert zwar in der Regel existiert, jedoch ist er im Allgemeinen

¹²⁹ Vgl. FAIK (2015), S. 251.

¹³⁰ Vgl. SIBBERTSEN/LEHNE (2012), S. 215; GLEISSNER (2017b), S. 25.

¹³¹ Vgl. FAIK (2015), S. 257 f; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 111.

¹³² Vgl. FAIK (2015), S. 258.

¹³³ Vgl. FAIK (2015), S. 254.

¹³⁴ Vgl. Kapitel 2.2.1 Grundlagen der deskriptiven Statistik, S. 14 f.

nicht eindeutig bestimmt, beispielsweise bei mehreren Maximalwerten einer Wahrscheinlichkeitsfunktion. In diesen Fällen besitzt der Modus als Lageparameter wenig Aussagekraft und ist daher nicht nützlich. Der Median entspricht jenem Wert, bei dem das Merkmal jeweils mit mindestens 50 % Wahrscheinlichkeit kleiner oder gleich respektive größer oder gleich x_{MED} ist.¹³⁵

Die Streuungsparameter der Stochastik folgen ebenfalls den Ausführungen zu den Streuungsparametern in der deskriptiven Statistik.¹³⁶ Aufgrund des bereits erläuterten Vorteils der Varianz gegenüber der durchschnittlichen Abweichung,¹³⁷ wird im Nachfolgenden nur die Varianz beziehungsweise die Standardabweichung als Streuungsmaß dargestellt, zumal die Ausführungen zu Spannweite und Variationskoeffizienten sinngemäß auf die Wahrscheinlichkeitsrechnung angewendet werden können. Die Varianz $VAR(X)$ in der Stochastik entspricht in ihrer Konstruktion ebenfalls der mittleren quadratischen Abweichung einer Häufigkeitsverteilung in der beschreibenden Statistik.¹³⁸ Die Unterschiede belaufen sich darauf, dass anstelle der Abstände der beobachteten Werte zum arithmetischen Mittel in der deskriptiven Statistik die Abstände der Werte der Zufallsvariablen zum Erwartungswert in der induktiven Statistik berechnet werden sowie diese Abstände nicht auf die Anzahl der beobachteten Werte n bezogen werden¹³⁹ (=deskriptive Statistik) sondern mit den jeweiligen Wahrscheinlichkeit w gewichtet werden (=induktive Statistik). Formal stellt sich die Berechnung der Varianz bei diskreten Zufallsvariablen wie folgt dar:

$$Var(X) = \sum_{i=1}^n [x_i - E(X)]^2 \times w(x_i)$$

Formel 19: Berechnung der Varianz in der Stochastik bei diskreten Zufallsvariablen, Quelle: FAIK (2015), S. 259 (leicht modifiziert); BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 114 (leicht modifiziert).

Für den Fall von stetigen Zufallsvariablen ist analog zum Erwartungswert ebenfalls das Summenzeichen in der Formel für diskrete Variablen durch das Integralzeichen zu ersetzen:

$$Var(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} [x - E(X)]^2 \times w(X) dx$$

Formel 20: Berechnung der Varianz in der Stochastik bei stetigen Zufallsvariablen, Quelle: FAIK (2015), S. 259 (leicht modifiziert); BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 114 (leicht modifiziert).

¹³⁵ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 111.

¹³⁶ Vgl. Kapitel 2.2.1 Grundlagen der deskriptiven Statistik, S. 16 f.

¹³⁷ Vgl. Kapitel 2.2.1 Grundlagen der deskriptiven Statistik, S. 17.

¹³⁸ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 114.

¹³⁹ Vgl. Vgl. Kapitel 2.2.1 Grundlagen der deskriptiven Statistik, S. 16.

Alternativ lässt sich die Varianz auch einheitlich wie folgt darstellen:

$$\text{Var}(X) = E[(X - E(X))^2]$$

Formel 21: Einheitliche Berechnung der Varianz in der Stochastik,
Quelle: BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 114.

Analog zur beschreibenden Statistik stellt die Varianz auch in der schließenden Statistik die Basis für die Standardabweichung dar.¹⁴⁰

Entsprechend den Ausführungen zur Schiefe und Wölbung einer Verteilung in der deskriptiven Statistik,¹⁴¹ werden diese Maßzahlen auch in der induktiven Statistik zur Beschreibung von Verteilungen herangezogen. Die Maßzahlen zur Beschreibung der Verteilungen werden in der Stochastik auch k -te Momente um null respektive k -te zentrale Momente genannt, wobei für $k = 1, 2, \dots$ gilt.¹⁴² Diese Kennzahlen stellen sich folgendermaßen dar:

$$E(X^k) \text{ beziehungsweise } E[(X - E(X))^k]$$

Formel 22: k -te zentrale Momente einer Verteilung,
Quelle: BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 120.

Das erste zentrale Moment entspricht dem Erwartungswert und das zweite zentrale Moment offensichtlich der Varianz¹⁴³. Da analog zur deskriptiven Statistik mit der dritten Potenz bei der Schiefe beziehungsweise mit der vierten Potenz bei der Wölbung gerechnet wird, werden diese auch als drittes und viertes zentrales Moment einer Verteilung bezeichnet.¹⁴⁴

Ebenso wie die Lage- und Streuungsparameter beziehungsweise die Schiefe und Wölbung sind auf die induktive Statistik die Ausführungen zu den zweidimensionalen Maßzahlen übertragbar.¹⁴⁵ Auch in der Wahrscheinlichkeitsrechnung sind die beiden wesentlichen Maßzahlen zur Bestimmung der Abhängigkeit zweier Variablen die Kovarianz COV und der Korrelationskoeffizient r .¹⁴⁶ Die Berechnung der Kovarianz stellt sich wie folgt dar:

$$COV(X, Y) = E[(X - E(X)) \times (Y - E(Y))]$$

Formel 23: Berechnung der Kovarianz in der Stochastik,
Quelle: BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 117.

¹⁴⁰ Vgl. Kapitel 2.2.1 Grundlagen der deskriptiven Statistik, S. 17.

¹⁴¹ Vgl. Vgl. Kapitel 2.2.1 Grundlagen der deskriptiven Statistik, S. 18 f.

¹⁴² Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 120.

¹⁴³ Vgl. Formel 21, S. 26.

¹⁴⁴ Vgl. AUER/ROTTMANN (2010), S. 216; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 120.

¹⁴⁵ Vgl. Kapitel 2.2.1 Grundlagen der deskriptiven Statistik, S. 19 f.

¹⁴⁶ Vgl. Kapitel 2.2.1 Grundlagen der deskriptiven Statistik, S. 22.

Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten folgt genau jener der deskriptiven Statistik mit dem Unterschied, dass die in der Stochastik verwendete Varianz zum Ansatz kommt:

$$r = \frac{COV(X, Y)}{\sqrt{VAR(X) \times VAR(Y)}}$$

Formel 24: Berechnung des Korrelationskoeffizienten in der Stochastik,
Quelle: BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 117 (leicht modifiziert).

Der Begriff Verteilungen ist in dieser Arbeit bereits einige Male gefallen, aufgrund von thematischen Gründen unterblieb jedoch eine Einteilung und Erläuterung von verschiedenen Verteilungen. Dieser Umstand soll an dieser Stelle nun behoben werden. Allgemein lassen sich die Verteilungen, gleich wie die Zufallsvariablen, in diskrete und stetige Verteilungen einteilen.¹⁴⁷ Von einer diskreten Verteilung wird dann gesprochen, wenn die Zufallsvariable nur endlich respektive abzählbar unendlich viele Realisationen annehmen kann.¹⁴⁸ Analog zu diesen Ausführungen gilt dasselbe Verhältnis von stetigen Zufallsvariablen beziehungsweise Merkmalen zu stetigen Verteilungen.¹⁴⁹ Bei diskreten Verteilungen respektive Funktionen wird somit von Wahrscheinlichkeitsfunktionen und bei stetigen von Dichtefunktionen gesprochen.¹⁵⁰ Zu den diskreten Verteilungen zählen unter anderem¹⁵¹:

- a. diskrete Gleichverteilung
- b. Binomialverteilung
- c. Poissonverteilung
- d. hypergeometrische Verteilung

Wichtige stetige Verteilungen sind¹⁵²:

- e. Normalverteilung
- f. Dreiecksverteilung
- g. Exponentialverteilung
- h. stetige Gleichverteilung

Bevor im Weiteren diese einzelnen Verteilungen näher erläutert werden, ist es zunächst erforderlich einen wesentlichen Umstand betreffend die Verteilungen näher zu erläutern, den sogenannten zentralen Grenzwertsatz. Der zentrale Grenzwertsatz besagt nämlich, dass die Summe aus n identisch und unabhängig voneinander verteilten Zufallsgrößen mit zunehmendem

¹⁴⁷ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 212; FAIK (2015), S. 267 ff; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 91 ff.

¹⁴⁸ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 91.

¹⁴⁹ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 99.

¹⁵⁰ Vgl. Kapitel 2.2.2 Grundlagen der induktiven Statistik, S. 24.

¹⁵¹ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 212; FAIK (2015), S. 267; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 92 ff.

¹⁵² Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 212 f; FAIK (2015), S. 281; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 100 ff.

Stichprobenumfang n die betreffende Summe gegen die Normalverteilung strebt.¹⁵³ Das bedeutet, dass sich unter bestimmten Voraussetzungen die anderen stetigen Verteilungen einer Normalverteilung annähern.¹⁵⁴ Das hat weiters zur Folge, dass die Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen mit Hilfe der Normalverteilung hinreichend genau berechnet werden können.¹⁵⁵ Zudem können sich die diskreten Verteilungen unter bestimmten Voraussetzungen¹⁵⁶ ebenfalls der stetigen Normalverteilung annähern.¹⁵⁷ Weiters beschränkt man sich im Rahmen des Risikomanagements häufig nur auf die Verteilungen b. (Binomialverteilung), e. (Normalverteilung) und f. (Dreiecksverteilung).¹⁵⁸ Basierend auf dem zentralen Grenzwertsatz und der Einschränkung im Risikomanagement werden nachfolgend nur die Verteilungen a. (diskrete Gleichverteilung), b. (Binomialverteilung), e. (Normalverteilung) und f. (Dreiecksverteilung) behandelt. Die diskrete Gleichverteilung wurde zusätzlich gewählt, da sie in modifizierter Form¹⁵⁹ zur Modellierung von bestimmten Risiken und deren Einfluss auf die Erwartungswerte einer Unternehmensplanung unerlässlich ist.¹⁶⁰

a. diskrete Gleichverteilung

Von einer diskreten Gleichverteilung wird dann gesprochen, wenn die Ausprägung jedes Werts der Zufallsvariablen gleich wahrscheinlich ist, das bedeutet, dass jeder Wert der Zufallsvariable eine gleich hohe Realisierungschance hat. Da es sich um eine diskrete Verteilung handelt, entstammen die Ausprägungen der Zufallsvariablen der Menge der ganzen Zahlen.¹⁶¹ Beispielhaft für eine diskrete Gleichverteilung ist das würfeln mit einem fairen, dies bedeutet nicht manipulierten, Würfel. Hierbei ist das Eintreten der einzelnen Zahlen eins bis sechs, jeweils mit einem Sechstel, gleich wahrscheinlich.¹⁶² Dass die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines Risikos tatsächlich gleichverteilt ist, ist höchst unwahrscheinlich, die Gleichverteilung hat jedoch in modifizierter Form, als sogenannte digitale Verteilung,¹⁶³ durchaus Relevanz für das Risikomanagement. Die digitale Verteilung charakterisiert sich durch die Möglichkeit des Eintretens von verschiedenen Szenarien, wobei hierfür jeweils, meist subjektive, Wahrscheinlichkeiten hinterlegt werden. Ein Beispiel für eine digitale Verteilung wäre die Klassifizierung eines Forderungsausfalls in einen kleinen, mittleren und großen Schaden sowie¹⁶⁴

¹⁵³ Vgl. FAIK (2015), S. 285.

¹⁵⁴ Vgl. FAIK (2015), S. 285; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 122.

¹⁵⁵ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 122.

¹⁵⁶ Diese Voraussetzungen stellen ebenfalls auf den Stichprobenumfang n ab. Vgl. FAIK (2015), S. 285.

¹⁵⁷ Vgl. FAIK (2015), S. 285.

¹⁵⁸ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 211 ff; GLEISSNER (2017b), S. 174.

¹⁵⁹ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 272.

¹⁶⁰ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 297 ff.

¹⁶¹ Vgl. FAIK (2015), S. 267.

¹⁶² Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 121; FAIK (2015), S. 269.

¹⁶³ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 298.

¹⁶⁴ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 274 f.

die Hinterlegung von 20 %, 5 % und 1 % für das jeweilige Szenario inklusive einer entsprechenden Schadenshöhe.¹⁶⁵

b. Binomialverteilung

Die Binomialverteilung basiert auf dem sogenannten Bernoulli-Experiment, bei diesem Experiment sind ausschließlich das Ergebnis A , als auch das korrespondierende Gegenereignis, das sogenannte Komplementärereignis \bar{A} , eines wiederholbaren Zufallsvorgangs¹⁶⁶ möglich. Hierbei ist die Erfolgs- beziehungsweise Eintrittswahrscheinlichkeit w für eines der beiden Ereignisse jeweils konstant.¹⁶⁷ Zudem dürfen sich die verschiedenen Versuche nicht gegenseitig beeinflussen, das bedeutet, dass sie unabhängig voneinander sein müssen.¹⁶⁸ Die Gesamtwahrscheinlichkeiten P für das Eintreten des Ereignisses A , respektive des Ereignisses \bar{A} , definieren sich dabei als Quotient aus den günstigen k und sämtlichen Fällen n des Experiments.¹⁶⁹ Ein sehr einfaches Beispiel zur Veranschaulichung der Binomialverteilung ist jenes des zweimaligen Münzwurfs, wobei man an der Wahrscheinlichkeit interessiert ist, dass einmal das Ergebnis „Zahl“ eintritt.¹⁷⁰ Im Kontext von Unternehmensplanungen kann beispielsweise ein Maschinenschaden binomialverteilt sein.¹⁷¹ Wenn man analog zum Münzwurf daran interessiert ist, dass einmal in zwei Perioden ein Maschinenschaden eintritt. Somit beschreibt die Binomialverteilung die Wahrscheinlichkeit, dass bei n -maliger Wiederholung des Bernoulli-Experiments das Ereignis A genau n -mal eintritt.¹⁷² Der Münzwurf, respektive der Maschinenschaden in einer Periode, stellt in diesem Fall das Bernoulli-Experiment dar, wird dieses wie im konkreten Fall mehrmals nacheinander durchgeführt, beziehungsweise mehrere Perioden beim Maschinenschaden betrachtet, wird von der Binomialverteilung gesprochen.¹⁷³ In diesem Beispiel können insgesamt vier mögliche Ereignisse eintreten:

	Ereignis 1	Ereignis 2	Ereignis 3	Ereignis 4
Periode 1	kein Schaden	kein Schaden	Schaden	Schaden
Periode 2	kein Schaden	Schaden	kein Schaden	Schaden

Tabelle 2: Mögliche Ereignisse der Binomialverteilung bei zweimaligem Wiederholen, Quelle: in Anlehnung an KUCKARTZ u.a. (2013), S. 123.

¹⁶⁵ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 274 f.

¹⁶⁶ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 92.

¹⁶⁷ Vgl. FAIK (2015), S. 270.

¹⁶⁸ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 212.

¹⁶⁹ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 123; FAIK (2015), S. 271.

¹⁷⁰ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 123.

¹⁷¹ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 354; GLEISSNER (2017b), S. 250.

¹⁷² Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 212.

¹⁷³ Vgl. FAIK (2015), S. 271.

Es wird ersichtlich, dass es zwei günstige Ereignisse gibt, nämlich das Ereignis 2 und das Ereignis 3, bei welchen jeweils nur einmal die Ausprägung „Schaden“ vorkommt. Daraus ergibt sich gemäß der zuvor getroffenen Definition zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit eine Wahrscheinlichkeit von 50 % (günstige Fälle=2/alle Fälle=4), dass einmal „Schaden“ eintritt.¹⁷⁴

$$P(n; p; k) = \binom{n}{k} \times w^k \times (1 - w)^{n-k}$$

wobei

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k! \times (n - k)!}$$

$$n! = 1 \times 2 \times 3 \times \dots \times n$$

Formel 25: Berechnung der Gesamtwahrscheinlichkeit der Binomialverteilung,
Quelle: KUCKARTZ u.a. (2013), S. 124 (leicht modifiziert); in Anlehnung an FAIK (2015), S. 272.

Beträgt die Wahrscheinlichkeit w des Eintretens des Ereignisses A genau 50 % beziehungsweise 0,5¹⁷⁵ ist die Binomialverteilung eine symmetrische. Liegt die Wahrscheinlichkeit jedoch unter 50 %, handelt es sich um eine rechtsschiefe respektive linkssteile¹⁷⁶ Verteilung, dementsprechend handelt es sich um eine linksschiefe/rechtssteile Verteilung bei einer Wahrscheinlichkeit des Eintretens des Ereignisses A über 50 %.¹⁷⁷

e. Normalverteilung

Die Normalverteilung, auch Gauß-Verteilung oder Gaußsche Glockenkurve, ist die vermutlich bekannteste und zugleich wichtigste stetige Wahrscheinlichkeitsverteilung¹⁷⁸. Ihre hohe Bedeutung erlangt die Normalverteilung einerseits aus der Tatsache von empirischen Phänomenen,¹⁷⁹ diese zeigen, dass man in vielerlei praktischen Anwendungen mit der Normalverteilung rechnen kann, da zumindest näherungsweise die Verteilung einer Gaußschen Glockenkurve vorliegt.¹⁸⁰ Zum anderen stellt sie, wie bereits erwähnt,¹⁸¹ durch den zentralen Grenzwertsatz, eine approximative Lösung für andere Verteilungen dar.¹⁸² Die Normalverteilung

¹⁷⁴ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 121.

¹⁷⁵ Wie im vorigen Beispiel Einfachheit halber und aufgrund der leichteren Nachvollziehbarkeit unterstellt.

¹⁷⁶ Vgl. 2.2.1 Grundlagen der deskriptiven Statistik, S. 17 ff.

¹⁷⁷ Vgl. FAIK (2015), S. 272 ff.

¹⁷⁸ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 214; FAIK (2015), S. 284; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 102; GLEISSNER (2017b), S. 181.

¹⁷⁹ Vgl. FAIK (2015), S. 284.

¹⁸⁰ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 102.

¹⁸¹ Vgl. Kapitel 2.2.2 Grundlagen der induktiven Statistik, S. 28 f.

¹⁸² Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 214; FAIK (2015), S. 284; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 102; GLEISSNER (2017b), S. 181.

lässt sich neben der Glockenform durch die nachfolgend dargestellten Eigenschaften weiter kennzeichnen¹⁸³:

- Normalverteilungen sind stets symmetrisch.
- Das arithmetische Mittel beziehungsweise der Erwartungswert, der Median und der Modalwert sind identisch, liegen folglich genau in der Mitte und teilen die Verteilung logischerweise jeweils in zwei gleich große Hälften.
- Die meisten Werte liegen nahe bei den Mittelwerten, je weiter man sich von ihnen entfernt desto weniger Werte findet man.
- Die Verteilung nähert sich der X-Achse an, ohne diese jemals zu erreichen.

Des Weiteren wird die Normalverteilung von den beiden Parametern Erwartungswert der jeweiligen Zufallsvariablen und Standardabweichung als Streuungsmaß charakterisiert.¹⁸⁴ Damit die Wahrscheinlichkeiten von verschiedenen Ereignissen, die bei einer beliebigen Normalverteilung gebildet werden, berechnet werden können, ist die alleinige Kenntnis der sogenannten Standardnormalverteilung sowie der Parameter Erwartungswert und Standardabweichung ausreichend.¹⁸⁵ Als Standardnormalverteilung wird jene Normalverteilung bezeichnet, bei welcher der Wert für den Parameter Erwartungswert dem Wert null, beziehungsweise für die Standardabweichung dem Wert eins, entspricht.¹⁸⁶ Möglich ist die Berechnung der Wahrscheinlichkeiten für die verschiedenen Normalverteilungen dadurch, dass trotz unterschiedlicher Verlaufsformen, Lage und Streuung der Normalverteilungen eine Vereinheitlichung respektive Standardisierung vorgenommen werden kann.¹⁸⁷ Diese Standardisierung beziehungsweise Vereinheitlichung wird dadurch erreicht, dass die Zufallsvariable X in eine neue Zufallsvariable Z mit den Werten null für den Erwartungswert und eins für die Standardabweichung transformiert wird.¹⁸⁸ Durch das Einführen der standardisierten Zufallsvariable Z wird diese Transformation auch als „Z-Transformation“ bezeichnet.¹⁸⁹ Diese Transformation stellt sich formal wie folgt dar:

$$Z = \frac{X - E(X)}{VAR(X)}$$

Formel 26: Darstellung der Z-Transformation,
Quelle: KUCKARTZ u.a. (2013), S. 130 (leicht modifiziert); FAIK (2015), S. 287 (leicht modifiziert); BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 102 (leicht modifiziert).

¹⁸³ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 128.

¹⁸⁴ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 215; FAIK (2015), S. 284; GLEISSNER (2017b), S. 181.

¹⁸⁵ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 102.

¹⁸⁶ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 215; KUCKARTZ u.a. (2013), S. 130; FAIK (2015), S. 287; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 102.

¹⁸⁷ Vgl. FAIK (2015), S. 287; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 102.

¹⁸⁸ Vgl. FAIK (2015), S. 287.

¹⁸⁹ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 130; FAIK (2015), S. 105.

Bei dieser Standardisierung behält die Verteilung ihre ursprüngliche Form, lediglich die Skaleneinheiten auf den jeweiligen Achsen verändern sich. Das bedeutet, dass die Fläche unter den Verteilungen jeweils dieselbe bleibt. Die gesamte Fläche unter der Kurve einer Standardnormalverteilung wird auf 100 % gesetzt, daraus ergibt sich, dass für jeden Wert der Zufallsvariable Z berechnet werden kann wie viel Prozent der Fläche von diesem Z -Wert abgeschnitten werden.¹⁹⁰ Vorteil der Transformation der Normalverteilung auf die Standardnormalverteilung ist, dass für die Werte der Zufallsvariable Z der Standardnormalverteilung einheitliche Tabellenwerte¹⁹¹ vorliegen und dementsprechend die statistischen Analysen stark vereinfacht werden.¹⁹² Unter Zuhilfenahme dieser Tabellen lassen sich die Fragen klären, „Welcher Z -Wert gehört zu einem vorgegebenen Flächenanteil“, respektive umgekehrt, „Welcher Flächenanteil gehört zu einem vorgegebenen Z -Wert“.¹⁹³ Die Größe der Fläche ist deshalb von Interesse, da die Flächen für Wahrscheinlichkeiten stehen.¹⁹⁴ Aufgrund dessen besitzt jede Normalverteilung folgende Eigenschaften, welche auch anhand der Tabellen ableitbar sind¹⁹⁵:

- zirka 68,3 % aller Beobachtungswerte liegen im Bereich von $E(X) \pm 1 \times VAR(X)$
- zirka 95,5 % aller Beobachtungswerte liegen im Bereich von $E(X) \pm 2 \times VAR(X)$
- zirka 99,7 % aller Beobachtungswerte liegen im Bereich von $E(X) \pm 3 \times VAR(X)$

Zusammenfassend lässt sich also festhalten, dass aufgrund des zentralen Grenzwertsatzes und den empirischen Phänomenen der Normalverteilung hohe Bedeutung zukommt. Aufgrund der Z -Transformation können die Werte der Standardnormalverteilung für die Berechnung der Wahrscheinlichkeiten von verschiedenen Werten der Zufallsvariablen herangezogen werden respektive die Werte der Zufallsvariablen berechnet werden, welche mit einer gegebenen Wahrscheinlichkeit nicht unter- beziehungsweise überschritten werden. An dieser Stelle erscheint es aus thematischen Gründen als geeignet, kurz auf den Begriff Konfidenzintervall einzugehen. Ein Konfidenzintervall bezeichnet jenen Bereich einer Verteilung, der unter Angabe einer bestimmten Wahrscheinlichkeit $1-\alpha$, auch Vertrauenswahrscheinlichkeit genannt,¹⁹⁶ den tatsächlichen Grundgesamtheitsparameter enthält. Man möchte somit wissen, innerhalb welches Bereiches der Parameter mit großer Sicherheit (=Vertrauenswahrscheinlichkeit) liegt, dies wird auch als Intervallschätzung bezeichnet.¹⁹⁷ Der

¹⁹⁰ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 130 f.

¹⁹¹ Anzumerken ist, dass diese Tabellen aufgrund der Symmetrie der Standardnormalverteilung meist nur für positive Werte von Z korrespondierende Werte enthalten, um für negative Z -Werte korrespondierende Werte zu erhalten muss eins minus dem entsprechendem Wert gerechnet werden. Vgl. Anhang 1, S. 93.

¹⁹² Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 131; FAIK (2015), S. 287.

¹⁹³ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 131.

¹⁹⁴ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 132.

¹⁹⁵ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 215.

¹⁹⁶ Vgl. BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 149.

¹⁹⁷ Vgl. KUCKARTZ u.a. (2013), S. 142.

Term α wird dabei als Irrtumswahrscheinlichkeit verstanden. Diese steht für die Wahrscheinlichkeit, dass sich dahingehend geirrt wird, dass beispielsweise der arithmetische Stichprobenmittelwert nicht den Mittelwert der Grundgesamtheit widerspiegelt. Bei Konfidenzintervallen nimmt die Genauigkeit des Intervalls mit der Länge ab, die Sicherheit hingegen zu. Dies erscheint insofern an dieser Stelle als passend, da die betreffenden Wahrscheinlichkeiten häufig auf Basis der Annahme der Normalverteilung festgelegt werden.¹⁹⁸ Die Formel zur Berechnung der unteren und oberen Grenze des Intervalls stellt sich wie folgt dar, wobei der Wert Z für die jeweilige Vertrauenswahrscheinlichkeit aus der zuvor erwähnten Tabelle¹⁹⁹ entnommen werden kann und \bar{x} das arithmetische Mittel des Stichprobenumfangs darstellt:

$$\text{untere Grenze: } \bar{x} - Z \times s^2_{\bar{x}}$$

$$\text{obere Grenze: } \bar{x} + Z \times s^2_{\bar{x}}$$

Formel 27: Berechnung der unteren beziehungsweise oberen Grenze eines Konfidenzintervalls, Quelle: KUCKARTZ u.a. (2013), S. 142 (leicht modifiziert); in Anlehnung an FAIK (2015), S. 299.

Liegt beispielsweise das arithmetische Mittel \bar{x} für die Umsatzerlöse pro Tag bei EUR 5.000,00 und diese Umsatzerlöse unterliegen einer Schwankung $s^2_{\bar{x}}$ von EUR 500,00 um das arithmetische Mittel und die Vertrauenswahrscheinlichkeit wird mit 95 % angegeben, errechnen sich die Grenzen wie folgt:

$$\text{untere Grenze: } 5.000 - 1,96 \times 500 = 4.020$$

$$\text{obere Grenze: } 5.000 + 1,96 \times 500 = 5.980$$

Daraus folgt, dass sich der Erwartungswert der Grundgesamtheit der Umsatzerlöse bei einem arithmetischem Mittel der Stichproben von EUR 5.000,00 und einer Schwankung von EUR 500,00 mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 % zwischen EUR 4.020,00 und EUR 5.980,00 befindet.²⁰⁰

f. Dreiecksverteilung

Die Dreiecksverteilung ist dadurch charakterisiert, dass lediglich drei Werte für die jeweilige Zufallsvariable angegeben werden, der Minimalwert a , der wahrscheinlichste Wert b und der Maximalwert c . Dies bedeutet, dass keine Abschätzung von Wahrscheinlichkeiten erforderlich ist, da dies implizit durch die Art der Verteilung und die angegebenen Werte geschieht. Die²⁰¹

¹⁹⁸ Vgl. FAIK (2015), S. 297.

¹⁹⁹ Vgl. Anhang 1, S. 93.

²⁰⁰ Vgl. FAIK (2015), S. 299.

²⁰¹ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 216; GLEISSNER (2017b), S. 184 f.

Beschreibung eines Risikos mit den angegebenen drei Werten entspricht der in der Praxis des Risikomanagements häufig angewandten Szenariotechnik, mit dem Unterschied, dass bei einer Dreiecksverteilung die Wahrscheinlichkeitsdichte zwischen Minimum und Maximum berechnet wird.²⁰² Der Erwartungswert errechnet sich bei einer Dreiecksverteilung wie folgt:

$$E(X) = \frac{a + b + c}{3}$$

Formel 28: Berechnung des Erwartungswertes bei einer Dreiecksverteilung, Quelle: GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 216 (leicht modifiziert); GLEISSNER (2017b), S. 185 (leicht modifiziert).

$$s(X) = \sqrt{\frac{a^2 + b^2 + c^2 - a \times b - a \times c - b \times c}{18}}$$

Formel 29: Berechnung der Standardabweichung bei einer Dreiecksverteilung, Quelle: GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 216 (leicht modifiziert); GLEISSNER (2017b), S. 185 (leicht modifiziert).

Aufgrund ihrer Form wird die Dreiecksverteilung im Rahmen des Risikomanagements für asymmetrische Risiken herangezogen.²⁰³

Nachdem nun auch die wichtigsten Verteilungen im Rahmen des Risikomanagements ausführlich beschrieben wurden, ist die Klärung der relevanten statistischen sowie mathematischen Grundlagen im Rahmen dieser Arbeit abgeschlossen. Nachfolgende Ausführungen greifen immer wieder auf diese Grundlagen zurück und werden in weiterer Folge als Wissen vorausgesetzt.

2.3 Arten von Risiko-Aggregations-Verfahren

In den nachfolgenden Ausführungen erfolgt eine, nicht abschließende, Darstellung verschiedener Arten von Risiko-Aggregations-Verfahren respektive der Risikoanalyse. Weiters wird auf die jeweiligen Vor- beziehungsweise Nachteile eingegangen und erläutert, welches Verfahren sich am besten zur Ableitung von Erwartungswerten in Unternehmensplanungen eignet.

In Industrieunternehmen wird häufig die Risikodarstellung der operationellen Risiken in einer Risk Map, bei der die Risiken verdichtet werden, als sehr einfache Annäherung an eine Risikoaggregation interpretiert. Dabei erfolgt eine Verdichtung der Risikoinformationen über

²⁰² Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 216; GLEISSNER (2017b), S. 184 f.

²⁰³ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 176.

verschiedene Hierarchiestufen des Unternehmens.²⁰⁴ Hierzu werden die Risiken in einem Koordinatensystem dargestellt, das einem Vergleich der Risiken und einer Priorisierung dienen soll. Die Positionierung der Risiken erfolgt meist im Hinblick auf Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenshöhe.²⁰⁵ Eine tatsächliche Bestimmung der Gesamtrisikoposition durch die Verbindung verschiedener Risiken ist durch dieses Verfahren jedoch nicht gegeben.²⁰⁶

Wie bereits erläutert, stellt auch das Risikoinventar für sich allein betrachtet kein geeignetes Verfahren zur Risikoaggregation dar, da hieraus lediglich die existenzgefährdenden Einzelrisiken ersichtlich sind, nicht jedoch die Kombinationseffekte der Risiken.²⁰⁷ Genaugenommen handelt es sich somit weder bei der Risk Map noch beim Risikoinventar²⁰⁸ um ein Risiko-Aggregations-Verfahren, weshalb diese beiden Verfahren im Weiteren auch nicht näher betrachtet werden.

Als traditionelle Verfahren der Risikoaggregation werden im Folgenden die Addition von²⁰⁹:

- a. Schadensklassen,
- b. Höchstschadenswerten und
- c. Schadenserwartungswerten dargestellt.

Die statistisch-mathematischen Verfahren können weiters in²¹⁰:

- a. analytische und
- b. simulationsbasierte Verfahren der Risikoaggregation eingeteilt werden.

2.3.1 Traditionelle Verfahren

- a. Schadensklassen

Bei der Risikoanalyse mit Schadensklassen werden, wie der Name bereits vermuten lässt, die Risiken hinsichtlich ihres möglichen Schadens in sogenannte „Schadensklassen“ beziehungsweise „Schadensstufen“ eingeteilt und nicht in Geldeinheiten ausgedrückt. Zunächst wird eine Skala aufgestellt, welche die verschiedenen Schadensklassen beispielsweise von Klasse 1 bis Klasse 5 enthält. Weiters wird jeder Klasse eine Bandbreite der Schadenshöhe zugeteilt, anhand derer die Risiken aufgrund ihrer finanziellen Auswirkung Zuordnung zur jeweiligen Klasse finden. Die Zuordnung der Schadensklassen basiert somit auf den finanziellen

²⁰⁴ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 245.

²⁰⁵ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 220.

²⁰⁶ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 245.

²⁰⁷ Vgl. Kapitel 2.1.2 Prozess zur Ableitung von Erwartungswerten, S. 10.

²⁰⁸ Obgleich vor allem das Risikoinventar für die Risikoaggregation unerlässlich ist.

²⁰⁹ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 352 ff; SARTOR/BOURAUUEL (2013), S. 73 f; GLEISSNER (2017b), S. 248 ff.

²¹⁰ Vgl. SARTOR/BOURAUUEL (2013), S. 73 f.

Auswirkungen, aber der Ausdruck des Schadensausmaßes erfolgt ausschließlich aufgrund der Klasse.²¹¹ So wird beispielhaft ein Schaden in Höhe von € 100.000.- der Klasse 3 („mittelgroßer Schaden“) zugeordnet, wenn diese zum Beispiel eine Bandbreite von € 80.000.- bis € 150.000.- aufweist. Der Schaden in Höhe von € 100.000.- würde dadurch einem „mittelgroßen Schaden“ entsprechen und nicht als Schaden in Höhe von € 100.000,- bezeichnet werden.

Gelegentlich wird bei der Aggregation der Risiken mit diesen Klassen beziehungsweise Stufen weitergerechnet, hierbei werden zur Beurteilung der Gesamtrisikowirkung mehrerer Risiken deren Schadensklassen beziehungsweise -stufen addiert. Diese reine Addition der Schadensstufen führt jedoch, aufgrund von methodisch fehlerhaftem Vorgehen bei der Risikoaggregation, zu falschen Ergebnissen. Dies resultiert aus der Addition der ordinal skalierten Schadensklassen, welche nicht addiert werden können. Würde man die jeweilige Schadenshöhe der Risiken addieren und nicht die Klassen, würde dies meist zu einer anderen aggregierten Schadensklasse führen,²¹² weshalb das Ergebnis beweisbar falsch ist. Schadensklassen sind somit lediglich für eine einfache Beurteilung von Einzelrisiken sinnvoll. Grundsätzlich ist eine Aggregation der Risiken, welche ausschließlich anhand von Schadensklassen bewertet worden sind nicht möglich.²¹³

b. Höchstschadenswerte

Die Risikoanalyse mit Höchstschadenswerten stellt ein sehr einfaches Verfahren der Risikoaggregation dar.²¹⁴ Anhand der maximalen Höhe der möglichen Schäden wird in diesem Verfahren die Bedeutung eines Risikos beurteilt. Die Schadenshöhen der einzelnen Risiken werden zur Beurteilung des Gesamtrisikoumfangs des Unternehmens addiert. Die Eintrittswahrscheinlichkeiten der jeweiligen Risiken bleiben bei diesem Verfahren jedoch unberücksichtigt. Durch die Addition der Schadenswerte erfolgt eine deutliche Überschätzung des Risikos, da impliziert wird, dass alle Risiken gleichzeitig jeweils in der betrachteten Periode eintreten. Die Wahrscheinlichkeit des Worst-Case, d.h. dass alle Risiken gleichzeitig eintreten beläuft sich gegen Null, weshalb dieser Fall praktisch auszuschließen ist, da er nicht von Relevanz ist.²¹⁵

²¹¹ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 352f; GLEISSNER (2017b), S. 248 f.

²¹² Vgl. ROMMELFANGER (2008), S. 36 f.

²¹³ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 352f; GLEISSNER (2017b), S. 248 f.

²¹⁴ Vgl. OFFERHAUS/HEMPEL (2008), S. 219; SARTOR/BOURAUUEL (2013), S. 73.

²¹⁵ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 353 f; ROMMELFANGER (2008), S. 36; GLEISSNER (2017b), S. 249.

c. Schadenserwartungswerte

Bei der Risikoanalyse aufgrund von Schadenserwartungswerten wird jener vermögensvermindernde Schaden berechnet, der im Durchschnitt aufgrund der Folgen einer Gefahr zu erwarten ist. Bei dieser Methode wird davon ausgegangen, dass sich die Einzelgefahren durch die Wahrscheinlichkeit des Eintretens des Schadens sowie der jeweiligen Schadenshöhe beschreiben lassen.²¹⁶ Die Berechnung des Schadenserwartungswerts erfolgt als Produkt der Multiplikation von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenshöhe.²¹⁷ In weiterer Folge werden die Schadenserwartungswerte per Addition zu einem Gesamtrisikowert summiert.²¹⁸ Prinzipiell stellt die Risikoanalyse mit Schadenserwartungswerten wesentliche Informationen, in Form eines durchschnittlichen Schadens resultierend aus der jeweiligen Gefahr, für betriebliche Entscheidungen zur Verfügung. Die Kenntnis der über die im Durchschnitt zu erwartende Belastung des Unternehmensergebnisses stellt zweifelsfrei eine wesentliche Information für die Unternehmenssteuerung dar.²¹⁹ Hierbei ist darauf zu achten, dass ausschließlich unplanmäßigen Faktoren beziehungsweise unplanmäßige Änderungen der Variablen entsprechenden Eingang in die Schadenserwartungswerte finden dürfen. Besondere Relevanz stellen bei diesem Verfahren jene Risiken dar, die mit einem hohen erwarteten Schaden eingeschätzt werden.²²⁰

Da der Schadenserwartungswert die durchschnittliche Gefahr darstellt, muss mit diesem Schaden jedenfalls gerechnet werden und dementsprechend Maßnahmen zur Vorsorge getroffen werden. Diese Maßnahmen sind bereits in voller Höhe in der gewöhnlichen Geschäftskalkulation zu berücksichtigen.²²¹ Dies bedeutet somit auch, dass die Risiken keine Risikowerte darstellen, sondern Erwartungswerte und bei einer erwartungsgetreuen Planung würde dies zu einem Erwartungswert der Risiken von Null führen.²²² Weiters kann basierend auf der Höhe des Schadenserwartungswertes kein Rückschluss auf das Risiko gezogen werden,²²³ da mit Hilfe dieses Verfahrens nicht die Abweichungen vom Erwartungswert gemessen werden, die das eigentliche Risiko darstellen.²²⁴

Durch die Berechnung der Erwartungswerte der Risiken, welche bei der Risikoanalyse mit Schadenserwartungswerten angewendet wird, sind etwaige Korrelationsannahmen zwischen den Einzelrisiken bei der Aggregation der Risiken redundant. Dies vereinfacht einerseits die

²¹⁶ Vgl. OFFERHAUS/HEMPEL (2008), S. 219.

²¹⁷ Vgl. 2.1.1 Begriffsdefinition: Unsicherheit, Risiko und Ungewissheit, S. 7 f.

²¹⁸ Vgl. OFFERHAUS/HEMPEL (2008), S. 219.

²¹⁹ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 354; OFFERHAUS/HEMPEL (2008), S. 219 f; GLEISSNER (2017b), S. 250.

²²⁰ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 354; ROMMELFANGER (2008), S. 36; GLEISSNER (2017b), S. 250.

²²¹ Vgl. ROMMELFANGER (2008), S. 36.

²²² Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 354; OFFERHAUS/HEMPEL (2008), S. 219 f; GLEISSNER (2017b), S. 250.

²²³ Vgl. ROMMELFANGER (2008), S. 36.

²²⁴ Vgl. Kapitel 2.1.1. Begriffsdefinition: Unsicherheit, Risiko und Ungewissheit, S. 9; GLEISSNER (2004b), S. 354; OFFERHAUS/HEMPEL (2008), S. 219 f; GLEISSNER (2017b), S. 250.

Aggregation, schließt andererseits aber die Korrelations- und Diversifikationseffekte, welche sich bei der Aggregation der Risikowerte anstatt der Erwartungswerte ergeben würden, gänzlich aus.²²⁵ Ein weiterer erheblicher Kritikpunkt an diesem Verfahren stellt der Umstand dar, dass anhand der Erwartungswerte nicht mehr abgeleitet werden kann, welche Konsequenzen das Eintreten des Schadensfalles hat. Risiken mit einer geringen Eintrittswahrscheinlichkeit und einem hohen Schadensausmaß respektive seltene, aber dann gravierende, Risiken werden bei dieser Methode unterschätzt.²²⁶

Ein zusätzlicher schwerwiegender Kritikpunkt, der durch den Einsatz der Risikoanalyse mit Schadenserwartungswerten einhergeht, ist, dass die Berechnung des Erwartungswertes als Produkt von Eintrittswahrscheinlichkeit und Schadenshöhe ausschließlich dann korrekt ist, wenn die zugrundeliegende Verteilungsfunktion bestimmten restriktiven und eigentlich seltenen Annahmen gerecht wird. Die Annahme, welche mit diesem Verfahren immanent ist, ist, dass die zugrundeliegende Verteilungsfunktion einer Binomialverteilung entspricht, die nur zwei Zustände zulässt. Darauf basierend wird impliziert, dass sich das jeweilige Einzelrisiko nur durch zwei Zustände beschreiben lässt, entweder tritt der Schadensfall mit einer genau definierten Schadenshöhe ein oder der Schaden tritt nicht ein. Eine Vielzahl der Risiken lässt sich hingegen offensichtlich nicht anhand einer Binomialverteilung beschreiben.²²⁷

Fazit: Die dargestellten traditionellen Verfahren der Risikoaggregation stellen aufgrund der diversen aufgezeigten Schwächen und Mängel keine geeigneten Verfahren zur Ableitung von Erwartungswerten in Unternehmensplanungen dar. Im Weiteren wird näher auf die statistisch-mathematischen Verfahren eingegangen.

2.3.2 Statistisch-mathematische Verfahren

Wie bereits dargestellt, lassen sich die statistisch-mathematischen Verfahren in analytische und simulationsbasierte Verfahren einteilen.²²⁸ Im Folgenden wird zunächst ein analytisches Verfahren zur Risikoaggregation als exemplarisches Beispiel für die analytischen Verfahren und im Weiteren die simulationsbasierten Verfahren dargestellt.

a. analytische Verfahren

Nachfolgend wird der Varianz-Kovarianz Ansatz beschrieben, welcher ein analytisches Verfahren zur Bestimmung der Gesamtrisikoposition darstellt. Die Varianz-Kovarianz Methode

²²⁵ Vgl. OFFERHAUS/HEMPEL (2008), S. 220.

²²⁶ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 354; GLEISSNER (2017b), S. 250.

²²⁷ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 354; OFFERHAUS/HEMPEL (2008), S. 220; GLEISSNER (2017b), S. 250.

²²⁸ Vgl. Kapitel 2.3 Arten von Risiko-Aggregations-Verfahren, S. 36.

wird deshalb zur Beschreibung der analytischen Verfahren herangezogen, da diese auch synonym als parametrische oder analytische Methode bezeichnet wird.²²⁹ Dieser Ansatz basiert dabei auf dem Value at Risk (VaR) Konzept, anhand dessen die mögliche Veränderung von²³⁰ Vermögenspositionen betrachtet wird. Der VaR ist dabei ein verlustorientiertes Risikomaß, verlustorientierte Risikomaße werden auch als Shortfall- oder Downside-Risk-Maße bezeichnet.²³¹ Bevor der Varianz-Kovarianz Ansatz und damit die Darstellung der analytischen Verfahren zur Aggregation der Risiken erfolgen kann, wird zunächst das Value at Risk Konzept erläutert welches die Grundlage hierfür darstellt.

Das Value at Risk Konzept wurde ursprünglich im Jahr 1994 als Risikomaßzahl, speziell für die Bewertung von Marktrisiken in der Finanzbranche aufgrund der angestiegenen Finanzmarktrisiken entwickelt.²³² Beim VaR wird der höchstmögliche Verlustbetrag, welcher aus den Risiken resultiert, für einen bestimmten Zeitraum abgeschätzt, hierdurch wird die Risikosituation in einer einzelnen Kennzahl zusammengefasst.²³³ Wird der Wert einer Vermögensposition durch lediglich einen Risikofaktor beeinflusst, definiert sich der Value at Risk als erwarteter maximaler Verlust dieser Risikoposition über eine bestimmte Periode für eine vorgegebene Sicherheitswahrscheinlichkeit. Der VaR berechnet sich dabei als Produkt von Risikoposition, Volatilität, Periode und Sicherheitswahrscheinlichkeit. Die Risikoposition stellt hierbei wie bereits erwähnt den Wert des Vermögensgegenstandes bewertet zu Marktwerten dar. Die Volatilität beschreibt die jeweils positiven oder negativen durchschnittlichen Abweichungen von der erwarteten Vermögensänderung.²³⁴ Die (Liquidations-)Periode definiert jenen Zeitraum, welcher notwendig ist um die Risikoposition im Fall einer Krise zu verkaufen, beziehungsweise stellt den durchschnittlichen Zeitraum dar, wie lange eine Vermögensposition gehalten wird²³⁵. Die Sicherheitswahrscheinlichkeit wird vom Entscheidungsträger festgelegt. Basiert diese auf den beiden Parametern Erwartungswert und Standardabweichung wird die daraus resultierende Berechnung des Value at Risk parametrische Berechnung genannt.²³⁶

Beim Varianz-Kovarianz Ansatz wird nun der VaR einer Gesamtrisikoposition bestimmt.²³⁷ Hierbei werden zunächst mehrere beziehungsweise alle Risikopositionen in einem Risikoportfolio zusammengefasst.²³⁸ Für die einzelnen Risikopositionen werden die jeweiligen Varianzen unter

²²⁹ Vgl. WOLKE (2016), S. 56.

²³⁰ Vgl. WOLKE (2016), S. 30; GLEISSNER (2017b), S. 207.

²³¹ Vgl. WOLKE (2016), S. 30; GLEISSNER (2017b), S. 207.

²³² Vgl. WOLKE (2016), S. 30.

²³³ Vgl. FRICKE (2006), S. 7.

²³⁴ Vgl. WOLKE (2016), S. 18 f.

²³⁵ Wie bereits eingangs in diesem Unterkapitel erwähnt, wurde das VaR Konzept ursprünglich für die Finanzwirtschaft entwickelt, unter Vermögenspositionen werden in der Literatur zumeist Aktien verstanden.

²³⁶ Vgl. WOLKE (2016), S. 34 ff.

²³⁷ Vgl. ROMEIKE/HAGER (2009), S. 151.

²³⁸ Vgl. WOLKE (2016), S. 55.

Berücksichtigung von Wechselwirkungen zwischen ihnen und daraus resultierend die Varianz respektive die Volatilität des gesamten Portfolios ermittelt.²³⁹ Mit Hilfe dieser Portfoliovarianz kann in weiterer Folge der Value at Risk für die Gesamtrisikoposition ermittelt werden.²⁴⁰

Der Varianz-Kovarianz Ansatz ist somit einfaches und schnell im Unternehmen umzusetzendes Verfahren.²⁴¹ Die Anwendung des Varianz-Kovarianz Ansatzes erfordert jedoch, dass sich die Risikofaktoren vollständig durch Mittelwerte, Volatilitäten und Korrelationskoeffizienten beschreiben lassen.²⁴² Durch diesen Umstand wird für sämtliche Risikofaktoren eine Normalverteilung²⁴³ unterstellt, was eine Vernachlässigung von Extremereignissen, sogenannten „fat tails“, zur Folge hat. Eine Aggregation von Risiken, welche anderen Verteilungen als der Normalverteilung unterliegen, ist bei dieser Methode nicht möglich.²⁴⁴ Zudem lässt sich bei Anwendung dieses Ansatzes kein Bezug zur Unternehmensplanung herstellen.²⁴⁵ Weiters können beim Varianz-Kovarianz Ansatz nur lineare Abhängigkeiten zwischen den Risiken erfasst werden, nichtlineare Wechselwirkungen wie beispielsweise die multiplikative Verknüpfung von Absatzmenge und Absatzpreisrisiken können nicht erfasst werden.²⁴⁶ Des Weiteren ist die Komplexität dieser Methode mit steigender Anzahl an Risikopositionen stets zunehmend.²⁴⁷

Die analytischen Lösungen sind somit lediglich für einfache respektive stark vereinfachte Modelle der Realität verfügbar und weisen bereits dabei einen hohen Komplexitätsgrad auf.²⁴⁸ Als Zwischenfazit lässt sich somit festhalten, dass aufgrund der aufgezeigten Schwächen des Varianz-Kovarianz Ansatzes auch die analytischen Verfahren keine geeigneten Verfahren zur Ableitung von Erwartungswerten in Unternehmensplanungen darstellen.

b. simulationsbasierte Verfahren

Für ein unternehmensweites Risikomanagement ist es erforderlich, dass Risiko-Aggregations-Verfahren die nachfolgend aufgezählten, an sie gestellten Anforderungen erfüllen können²⁴⁹:

²³⁹ Es wird darauf hingewiesen, dass dies eine sehr verkürzte Darstellung der Ableitung des VaR für eine Gesamtrisikoposition ist, für die Arbeit ist jedoch eine tiefgreifendere Darstellung nicht von Relevanz.

²⁴⁰ Vgl. WOLKE (2016), S. 39 ff.

²⁴¹ Vgl. ROMEIKE/HAGER (2009), S. 153.

²⁴² Vgl. ROMMELFANGER (2008), S. 38.

²⁴³ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 245.

²⁴⁴ Vgl. ROMEIKE/HAGER (2009), S. 153.

²⁴⁵ Vgl. ROMEIKE/HAGER (2009), S. 153; GLEISSNER (2017b), S. 246.

²⁴⁶ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 246.

²⁴⁷ Vgl. KLEIN (2011), S. 25; WOLKE (2016), S. 55.

²⁴⁸ Vgl. GLEISSNER (2004a), S. 31.

²⁴⁹ Vgl. ROMEIKE/HAGER (2009), S. 153; GLEISSNER (2017b), S. 246.

- Die durch beliebige Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschriebene Risiken müssen erfasst werden können.
- Es muss möglich sein, auch nicht additive Verknüpfungen zwischen den einzelnen Risiken berücksichtigen zu können.
- Es muss ein Kontext zur Unternehmensplanung hergestellt werden können.

Die sogenannte historische Simulation disqualifiziert sich aufgrund dieser Anforderungen zumindest teilweise,²⁵⁰ da bei dieser Methode, wie der Name bereits vermuten lässt, mit Daten der Vergangenheit gerechnet wird²⁵¹ und somit beispielsweise kein Bezug zur Unternehmensplanung hergestellt werden kann. Die zuvor genannten Anforderungen können nur mit der Monte-Carlo-Simulation erfüllt werden.²⁵² Die Risikoaggregation mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation kann grundsätzlich als Analyse einer repräsentativen Stichprobe sämtlicher möglicher Zukunftsszenarien eines Unternehmens angesehen werden.²⁵³ Aufgrund dessen wird eine realistische Bandbreite, der in der Planungsrechnung angesetzten Werte aufgezeigt und somit die Planungssicherheit beziehungsweise der Umfang der möglichen Planungsabweichungen dargestellt.²⁵⁴

Bei der Monte-Carlo-Simulation werden die Wirkungen der jeweiligen Risiken einzelnen Positionen der Unternehmensplanung zugeordnet.²⁵⁵ Weiters werden die Auswirkungen einer Vielzahl von Kombinationen der verschiedenen möglichen Ausprägungen der Risiken berechnet. Hierbei wird die Verknüpfung von Unternehmensplanung und Risikomanagement, genauer der Risikoanalyse, hergestellt.²⁵⁶ Somit können die eingangs in diesem Kapitel gestellten Anforderungen²⁵⁷ an Risiko-Aggregations-Verfahren, die Gesamtrisikoposition eines Unternehmens unter Berücksichtigung des Diversifikationseffektes zu ermitteln, durch die Monte-Carlo-Simulation erfüllt werden.²⁵⁸ Die zur Ermittlung der Gesamtrisikoposition erforderlichen Einzelrisiken können aus Simulationsgesichtspunkten entweder als Schwankungsbreiten um einen Planwert oder als sogenannte ereignisorientierte Risiken modelliert werden.²⁵⁹ Eine Schwankungsbreite um einen Planwert wäre beispielsweise, dass der Umsatz um zehn Prozent um den angegebenen Planwert schwankt²⁶⁰. Wenn diese Schwankung symmetrisch ist, also²⁶¹

²⁵⁰ Vgl. ROMEIKE/HAGER (2009), S. 154.

²⁵¹ Vgl. ROMEIKE/HAGER (2009), S. 334.

²⁵² Vgl. ROMEIKE/HAGER (2009), S. 154; GLEISSNER (2017b), S. 246.

²⁵³ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 355; ROMEIKE/HAGER (2009), S. 156; GLEISSNER (2017b), S. 246.

²⁵⁴ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 253.

²⁵⁵ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 355; ROMEIKE/HAGER (2009), S. 154; GLEISSNER (2017b), S. 255.

²⁵⁶ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 246 f.

²⁵⁷ Vgl. Kapitel 2. Risiko-Aggregations-Verfahren, S. 6.

²⁵⁸ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 251 f.

²⁵⁹ Vgl. GLEISSNER (2004a), S. 31; GLEISSNER (2004b), S. 355; ROMEIKE/HAGER (2009), S. 154 f; GLEISSNER (2017b), S. 255.

²⁶⁰ Vgl. ROMEIKE/HAGER (2009), S. 154; GLEISSNER (2017b), S. 255.

²⁶¹ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 255.

sowohl eine positive als auch negative Abweichungen gleichermaßen möglich ist, dann handelt es sich um eine Normalverteilung. Ein weiteres Beispiel einer Schwankung um den Planwert ist beispielsweise die Quantifizierung des Risikos der Materialkosten. Wird zum Beispiel der Materialeinsatz bezogen auf den Umsatz geplant, kann die Angabe eines Mindestwertes, eines wahrscheinlichsten Wertes und eines Maximalwertes für die Materialkostenquote erfolgen, dies würde dann einer Dreiecksverteilung entsprechen.²⁶²

Aufgrund der notwendigen Hinterlegung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die jeweiligen Risiken,²⁶³ in denen sich eine Vielzahl von Einzelstörungen widerspiegeln die nicht getrennt werden können, wird bei diesen Risiken auch von verteilungsorientierten Risiken gesprochen. Bei den ereignisorientierten Risiken werden die Zielabweichungen aufgrund von besonderen einzelnen Ereignissen hervorgerufen.²⁶⁴ Ein Beispiel für diese Risiken wäre eine Betriebsunterbrechung aufgrund eines Feuers, oder die Insolvenz eines Hauptlieferanten, was höhere Einkaufspreise durch kurzfristige Materiallieferungen von anderen Lieferanten zur Folge haben könnte und dadurch der Materialeinsatz erhöht werden würde.²⁶⁵ Zur Modellierung dieser Risiken wird meist die Binomialverteilung mit den beiden Zuständen „Risiko tritt ein“ beziehungsweise „Risiko tritt nicht ein“ verwendet.²⁶⁶ Zudem können auch verschiedene Szenarien mit entsprechenden Wahrscheinlichkeiten für ereignisorientierte Risiken angesetzt werden. Wie zum Beispiel die Klassifizierung des Risikos eines Forderungsausfalls in einen kleinen, mittleren und großen Schaden, dies würde einer digitalen Verteilung entsprechen.²⁶⁷

Wie bereits erläutert, ist bei der Monte-Carlo-Simulation die Verbindung der Einzelrisiken zur Unternehmensplanung notwendig, das heißt, dass jedes Risiko zumindest auf eine Position der Planungsrechnung einwirkt und dort eine Planabweichung verursachen kann. Als Alternative zur Zuordnung der Einzelrisiken zu verschiedenen Positionen der Planung kann die stochastische Planung oder auch mehrwertige Planung genannt herangezogen werden. Bei diesem Vorgehen werden nicht die einzelnen Risiken, sondern die jeweiligen Risikopositionen selbst durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschrieben.²⁶⁸ Aufgrund von Praktikabilitätsgründen sowie basierend auf der Tatsache, dass in der Praxis häufig nur pauschale Annahmen betreffend die einzelnen Positionen der Unternehmensplanung getroffen werden, wird im Rahmen dieser Arbeit ausschließlich der stochastische Planungsansatz herangezogen. Beispielsweise werden oftmals Umsatzerlöse in, im Rahmen der Unternehmensbewertung zur Verfügung gestellten, Planungsrechnungen nicht auf Basis von Preis und Menge oder noch detaillierter bezogen auf

²⁶² Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 255.

²⁶³ Vgl. KREUZER (2014), S. 90; GLEISSNER (2017b), S. 254.

²⁶⁴ Vgl. GLEISSNER (2001), S. 130; GLEISSNER (2004b), S. 355.

²⁶⁵ Vgl. ROMEIKE/HAGER (2009), S. 155; GLEISSNER (2017b), S. 255.

²⁶⁶ Vgl. GLEISSNER (2004b), S. 355.

²⁶⁷ Vgl. Kapitel 2.2.2 Grundlagen der induktiven Statistik, S. 29.

²⁶⁸ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 255.

einzelne Kunden geplant, sondern pauschal in Summe für die betreffende Periode. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass die Modellierung der einzelnen Risiken mit ihren Auswirkungen auf die Größen der Planungsrechnung einen detaillierteren Ansatz darstellt, dieser Ansatz bei pauschalen Planungsannahmen jedoch nicht umsetzbar ist.

Der Kern einer Monte-Carlo-Simulation ist das Erzeugen von Zufallszahlen,²⁶⁹ dies stellt auch den wesentlichen Unterschied zur historischen Simulation dar. Die zukünftige²⁷⁰ Entwicklung der Risikofaktoren respektive der Risikopositionen²⁷¹ wird hierbei durch Generierung von Zufallszahlen simuliert und nicht anhand historischer Wertänderungen abgeleitet.²⁷² Die allgemeine Vorgehensweise bei der Durchführung einer Monte-Carlo-Simulation stellt sich wie folgt dar²⁷³:

1. Generierung der für die Monte-Carlo-Simulation benötigten Zufallszahlen, welche eine gesamte Risikoposition beschreiben.
2. Transformation der Zufallszahlen in die benötigte Verteilungsfunktion.
3. Berechnung eines Szenarios der Monte-Carlo-Simulation anhand der gezogenen Zufallszahlen und den dahinterliegenden Verteilungen.
4. Wiederholung der Schritte 1., 2. und 3., bis eine ausreichende Anzahl von Simulationen (beispielsweise 100.000) durchgeführt wurde, um daraus ein repräsentatives Bild der risikobedingten Zukunftsszenarien sowie stabile Häufigkeitsverteilungen und Risikomaße abzuleiten.
5. Auswertung der Simulationen durch Berechnung von Kennzahlen.

Werden die Zufallszahlen bereits unter Berücksichtigung der Verteilungen generiert, entfällt Schritt 2., da dieser implizit in der Durchführung von Schritt 1. bereits enthalten ist. Die verschiedenen Szenarien die sich in weiterer Folge ergeben resultieren daraus, dass sich verschiedene Kombinationen der verschiedenen möglichen Ausprägungen der Risikopositionen in den Simulationsläufen ergeben.²⁷⁴ Somit erhält man, unter Berücksichtigung von Wechselwirkungen und Abhängigkeiten zwischen den Risiken, einen zufällig erzeugten Wert für die jeweilig betrachtete Kennzahl, beispielsweise Ergebnis vor Steuern.²⁷⁵ Abbildung 4 zeigt eine vereinfachte Plan- Gewinn- und Verlustrechnung für nur eine Planperiode sowie die möglichen Ausprägungen der Simulationsläufe $S_1 - S_n$. In diesem Beispiel liegt die betrachtete Kennzahl

²⁶⁹ Vgl. GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 260, GLEISSNER (2017b), S. 255.

²⁷⁰ Vgl. ROMEIKE/HAGER (2009), S. 344.

²⁷¹ Da in dieser Arbeit, wie bereits erwähnt, ausschließlich die stochastische Planung zum Ansatz kommt, wird in weiterer Folge nicht mehr von der Auswirkung der Risikofaktoren auf die Risikopositionen gesprochen.

²⁷² Vgl. ROMEIKE/HAGER (2009), S. 344.

²⁷³ Vgl. GLEISSNER (2001), S. 131; GLEISSNER (2004a), S. 32, GLEISSNER/ROMEIKE (2005), S. 261.

²⁷⁴ Vgl. ROMEIKE/HAGER (2009), S. 154, GLEISSNER (2017b), S. 256.

²⁷⁵ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 256.

Ergebnis vor Steuern in einer Bandbreite von EUR – 8.000,00 bis EUR 507.000,00, wobei der ursprüngliche Planwert bei EUR 300.000,00 liegt. Diese Bandbreite resultiert ausschließlich aus den verschiedenen Ausprägungen der einzelnen Risiken, welche auf die ursprünglichen Plangrößen einwirken.

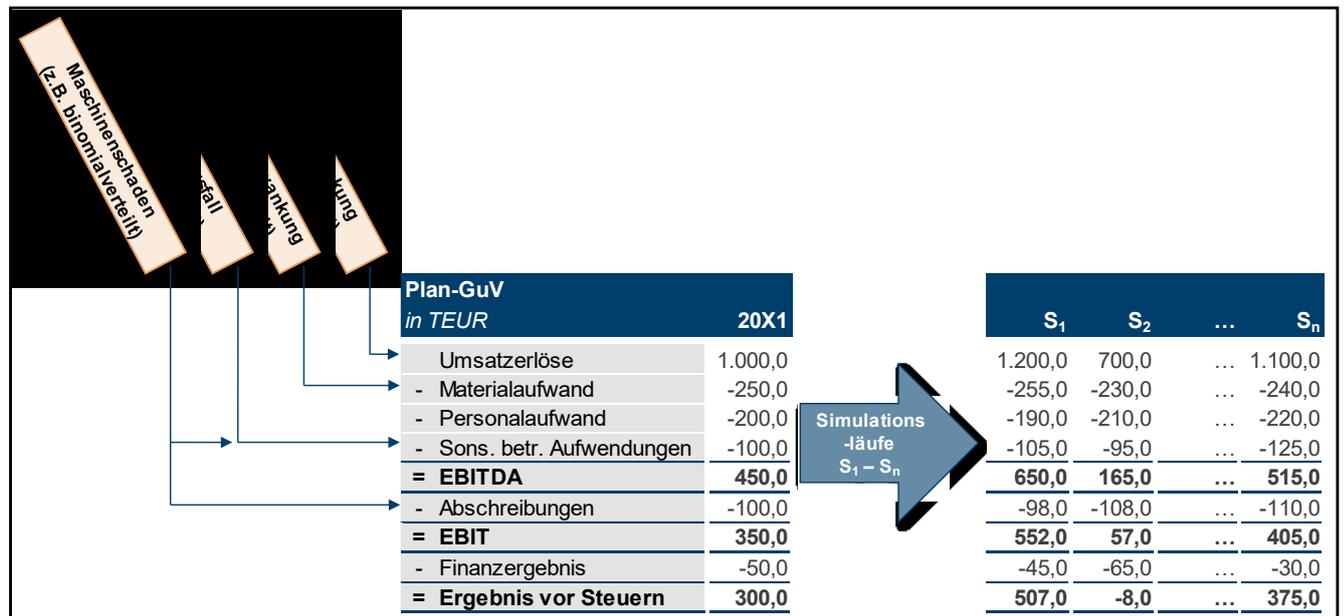


Abbildung 4: Auswirkung der Risiken auf die Unternehmensplanung, Quelle: in Anlehnung an ROMEIKE/HAGER (2009), S. 154, in Anlehnung an GLEISSNER (2017b), S. 256.

Die dargestellte Vorgehensweise bei der Risikoaggregation mittels Monte-Carlo-Simulation hat nicht nur für ein Planjahr, sondern für mehrere Jahre zu erfolgen.²⁷⁶ In den Szenarien ist dabei jeweils der gesamte Planungshorizont zu simulieren, man spricht hierbei von einer sogenannten Pfadsimulation. Für gewisse Risiken und deren Auswirkungen sind deshalb auch Verknüpfungen von Jahr zu Jahr abzubilden,²⁷⁷ so müssen beispielsweise in einem Simulationslauf bei dem ein Maschinenschaden in einem Planjahr eintritt, die korrespondierenden Auswirkungen auf die darauffolgenden Perioden berücksichtigt werden. Durch die zuvor dargestellte Bandbreite der Szenarien, welche sich aufgrund des Kombinationseffektes ergibt, führt die Aggregation von Risiken über mehrere Jahre zu einer Bandbreitenplanung.²⁷⁸

Zusammenfassend lässt sich somit festhalten, dass zur Ableitung von Erwartungswerten unter Zuhilfenahme von Risiko-Aggregations-Verfahren die Monte-Carlo-Simulation aufgrund der genannten Vorteile das geeignetste Verfahren darstellt. Die zuletzt dargestellten Ausführungen

²⁷⁶ Dieser Umstand ergibt sich im Rahmen von Unternehmensbewertungen respektive den damit verbundenen Unternehmensplanungen von selbst, aufgrund der hohen Relevanz wurde an dieser Stelle jedoch noch gesondert darauf hingewiesen.

²⁷⁷ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 258.

²⁷⁸ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 259.

zur Erläuterung der Monte-Carlo-Simulation haben bereits ein wenig auf das nachfolgende Unterkapitel 2.4 Implikationen für die Unternehmensbewertung vorgegriffen. Im nachfolgenden Unterkapitel wird auf die Implikationen für die Unternehmensbewertung von Risiko-Aggregations-Verfahren näher eingegangen. Wobei sich diese, aufgrund der Vorteile der Monte-Carlo-Simulation, darauf beschränken werden, dass sie von Relevanz für die Monte-Carlo-Simulation sind beziehungsweise Anknüpfungspunkte für diese darstellen.

2.4 Implikationen für die Unternehmensbewertung

Das Ziel dieser Arbeit, Erwartungswerte in Unternehmensplanungen mit Hilfe von Risiko-Aggregations-Verfahren abzuleiten²⁷⁹, resultiert nicht zuletzt aus den Vorgaben des Fachgutachtens des Fachsenats für Betriebswirtschaft und Organisation der Kammer der Wirtschaftstreuhänder zur Unternehmensbewertung KFS/BW 1 („Fachgutachten“ oder „KFS/BW 1“). Das Fachgutachten stellt klar, dass die zu diskontierenden künftigen finanziellen Überschüsse Erwartungswerte repräsentieren sollen und dass die Erwartungswerte hierbei auch aus Szenarien abgeleitet werden können, denen Eintrittswahrscheinlichkeiten zugeordnet werden.²⁸⁰ Hieraus kann ein implizites Erfordernis der Monte-Carlo-Simulation, basierend auf den Regelungen des KFS/BW 1 unterstellt werden, zumal die Monte-Carlo-Simulation eine Weiterentwicklung bekannter Szenario-Techniken darstellt.²⁸¹ Die Monte-Carlo-Simulation ist jedoch aus den zuvor angeführten Gründen²⁸² den Szenario-Techniken vorzuziehen, somit ergibt sich faktisch das Erfordernis einer Monte-Carlo-Simulation zur Ableitung von Erwartungswerten bei der Erstellung von, für Unternehmensbewertungen relevante, Planungsrechnungen.

Des Weiteren hält das Fachgutachten ebenfalls fest, dass das Risiko, dass die finanziellen Überschüsse nicht im erwarteten Umfang anfallen entweder in Form eines Risikozuschlags zum risikolosen Zinssatz, der sogenannten Risikozuschlagsmethode, oder über einen Abschlag vom Erwartungswert der finanziellen Überschüsse, der Sicherheitsäquivalenzmethode, berücksichtigt wird.²⁸³ Bei der ersten Variante werden die risikobehafteten künftigen finanziellen Überschüsse mit dem um den Risikozuschlag ergänzten risikolosen Zinssatz diskontiert, wohingegen bei der zweiten Variante die risikobehafteten künftigen Cashflows um einen adäquaten Risikoabschlag vermindert werden und lediglich mit einem risikolosen Zinssatz bewertet werden. Hierbei wird jeweils die Existenz eines, zu den risikobehafteten künftigen finanziellen Überschüssen

²⁷⁹ Vgl. Kapitel 1.3 Zielsetzung, S. 3 f.

²⁸⁰ Vgl. Fachgutachten zur Unternehmensbewertung KFS/BW 1, Tz 66.

²⁸¹ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 253.

²⁸² Vgl. Kapitel 2.3.2 Statistisch-mathematische Verfahren, S. 41 f.

²⁸³ Vgl. Fachgutachten zur Unternehmensbewertung KFS/BW 1, Tz 99 f.

korrespondierenden, Sicherheitsäquivalents fingiert.²⁸⁴ Diese beiden Varianten führen grundsätzlich zum gleichen Ergebnis, rechnerisch ist es somit irrelevant, ob die Sicherheitsäquivalenzmethode, oder die Risikozuschlagsmethode gewählt wird.²⁸⁵ Diese beiden Verfahren werden ebenfalls im Rahmen von sogenannten unsicherheitsverdichtenden Verfahren zur Ermittlung des Unternehmenswerts als Punktgröße angewandt, wobei die Verdichtung auf der Ebene der Eingangsdaten (Risikozuschlag oder Sicherheitsäquivalenz) erfolgt. Hierbei wird durch die Verdichtung der Eingangsdaten eine Sicherheit über den Eintritt zukünftiger Ereignisse und daraus folgend eine Genauigkeit der Bewertungsergebnisse nahegelegt, tatsächlich kann jedoch das real existierende Risiko, betreffend künftiger Ereignisse, nicht mittels Verdichtung eliminiert werden.²⁸⁶ Somit kann daraus geschlossen werden, dass selbst bei Anwendung der im Fachgutachten dargestellten Vorgehensweisen zur Berücksichtigung des Risikos, dass die Cashflows nicht im erwarteten Umfang anfallen, sich kein sicherer Unternehmenswert als Punktgröße ableiten lässt. In der funktionalen Lehre wird deshalb vom Wert als Bandbreite ausgegangen, hierbei wird die Unsicherheit über den Eintritt zukünftiger Ereignisse in den Eingangsdaten in eine Bandbreite der jeweiligen Zielgröße, also der künftigen finanziellen Überschüsse beziehungsweise den Unternehmenswert, transformiert.²⁸⁷ Die Ableitung dieser Bandbreite hat logischerweise unter Einbeziehung der bewertungsrelevanten Risiken und ihren unterschiedlichen möglichen Ausprägungen zu erfolgen, was erneut die Notwendigkeit von Risiko-Aggregations-Verfahren im Rahmen von Unternehmensbewertungen unterstreicht.

Weiters stellt das Fachgutachten ebenfalls klar, dass bei der Ermittlung der Erwartungswerte zu untersuchen ist, inwieweit das Unternehmen Insolvenzrisiken ausgesetzt ist. Die Berücksichtigung dieser bewertungsrelevanten Insolvenzrisiken kann hierbei durch den Ansatz von Insolvenzwahrscheinlichkeiten erfolgen.²⁸⁸ In der Bewertungspraxis werden häufig nur die Wirkung der Risiken auf den Diskontierungssatz betrachtet, zusätzlich ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Insolvenzwahrscheinlichkeit auch den Erwartungswert der künftigen finanziellen Überschüsse beeinflusst.²⁸⁹ Die Insolvenzwahrscheinlichkeit vermindert dabei die zu diskontierenden finanziellen Überschüsse und erhöht gleichzeitig den Diskontierungszinssatz, sodass sich erhebliche Auswirkungen auf den Unternehmenswert ergeben.²⁹⁰ Eine separate Berücksichtigung der Insolvenzwahrscheinlichkeit im Diskontierungssatz und im Erwartungswert der künftigen Cashflows wäre dann nicht notwendig, wenn durch die Monte-Carlo-Simulation praktisch in der gesamten Zukunft des Unternehmens die Möglichkeit einer Insolvenz im²⁹¹

²⁸⁴ Vgl. MANDL/RABEL (2015), S. 66; BRAUNEIS (2016), S. 4 f.

²⁸⁵ Vgl. BRAUNEIS (2016), S. 4 f.

²⁸⁶ Vgl. BRÖSEL/TOLL (2016), S. 30 ff.

²⁸⁷ Vgl. BRÖSEL/TOLL (2016), S. 40 f.

²⁸⁸ Vgl. Fachgutachten zur Unternehmensbewertung KFS/BW 1, Tz 67.

²⁸⁹ Vgl. GLEISSNER (2010), S. 735 ff.

²⁹⁰ Vgl. METZ (2007), S101; GLEISSNER (2017c), S. 466.

²⁹¹ Vgl. GLEISSNER (2017c), S. 462.

Erwartungswert der finanziellen Überschüsse eines jeden Jahres entsprechend berücksichtigt ist. Wird hingegen, wie in der Praxis üblich, eine Formel für die Fortführungsphase verwendet, kann von der Notwendigkeit der separaten Betrachtung nicht abgesehen werden. Beispielsweise ergeben sich Bewertungsfehler, wenn bei der Berechnung des Terminal-Values unreflektiert von einer ewigen Lebensdauer des Unternehmens ausgegangen wird, obwohl dies tatsächlich realen Insolvenzrisiken ausgesetzt ist.²⁹²

Da die Erstellung von Unternehmensplanungen in aller Regel unter der Going-Concern-Prämisse erfolgt, beinhalten die Planungsrechnungen somit üblicherweise nicht die Wahrscheinlichkeit einer Insolvenz.²⁹³ Wird im Rahmen der Unternehmensbewertung die Möglichkeit einer Insolvenz berücksichtigt, steht dies jedoch nicht automatisch im Widerspruch zur erwarteten Unternehmensfortführung, zumal das Insolvenzscenario lediglich ein Szenario der möglichen zukünftigen Entwicklungen darstellt.²⁹⁴ Im Rahmen von Unternehmensbewertungen ist deshalb darauf zu achten, dass auch die Insolvenzrisiken bei der Ableitung der Erwartungswerte der künftigen Cashflows adäquat berücksichtigt werden, da ansonsten der Bedarf für zusätzliche Anpassungen gegeben ist.²⁹⁵ Bei mehrwertigen simulationsbasierten Planungen wird in der Detailplanungsphase die Insolvenzwahrscheinlichkeit bereits automatisch erfasst. Hierbei ist lediglich sicherzustellen, dass bei einer Insolvenz aufgrund von Überschuldung oder Zahlungsunfähigkeit²⁹⁶ die Simulation der künftigen Perioden abgebrochen wird. Diese Erfassung alleine ist jedoch unzureichend, da bei der Betrachtung des Terminal Value keine mehrwertige Planung mehr vorliegt.²⁹⁷ Somit hat eine explizite Miteinbeziehung der Insolvenzwahrscheinlichkeit bei der Ableitung des Terminal Values auch bei der Anwendung der Monte-Carlo-Simulation zu erfolgen.

Die Insolvenzwahrscheinlichkeit selbst stellt eine prozentuale Größe dar, welche die Wahrscheinlichkeit einer Überschuldung oder einer Zahlungsunfähigkeit je Periode ausdrückt. Die Überlebenswahrscheinlichkeit nimmt logischerweise im Zeitverlauf ab, da die Möglichkeit des Scheiterns in jeder Periode gegeben ist. Nimmt man beispielsweise an, dass die Insolvenzwahrscheinlichkeit p je Periode t 1 % beträgt, so liegt die Überlebenswahrscheinlichkeit nach der ersten Periode bei 99 %, fortgesetzt für das zweite Jahr liegt sie bei 98,01 %.²⁹⁸

²⁹² Vgl. GLEISSNER (2017c), S. 462.

²⁹³ Vgl. MITTERMAIR/MAIR (2016), S. 463; GLEISSNER (2017c), S. 462.

²⁹⁴ Vgl. Arbeitskreis Bewertung nicht börsennotierter Unternehmen des IACVA e.V. (2011), S. 14.

²⁹⁵ Vgl. GLEISSNER (2017c), S. 462 f.

²⁹⁶ Der Fall der Fortführung eines Unternehmens bei Überschuldung aufgrund einer positiven Fortbestehensprognose oder aufgrund der Zuführung von Gesellschaftermitteln sowie die Bereitstellung von liquiden Mitteln von außen bei Zahlungsunfähigkeit werden in dieser Arbeit nicht berücksichtigt, zumal solche Entscheidungen erst getroffen werden können, wenn der Fall der Insolvenz tatsächlich einzutreten droht und eine ex-ante definierte Vorgehensweise als nicht sachgerecht erachtet wird.

²⁹⁷ Vgl. GLEISSNER (2017c), S. 466.

²⁹⁸ Vgl. MITTERMAIR/MAIR (2016), S. 464; GLEISSNER (2017c), S. 465.

Formal stellt sich dies wie folgt dar:

$$\text{Überlebenswahrscheinlichkeit} = (1 - p)^t$$

Formel 30: Berechnung der Überlebenswahrscheinlichkeit,
Quelle: MITTERMAIR/MAIR (2016), S. 465; GLEISSNER (2017c), S. 465.

Die Ableitung des Unternehmenswerts UW im Rentenfall stellt sich unter Einbeziehung der Insolvenzwahrscheinlichkeit bei einem Erwartungswert der künftigen finanziellen Überschüsse Z und einem risikogerechten Diskontierungszinssatz²⁹⁹ i wie folgt dar.

$$UW = \frac{E(Z) \times (1 - p)}{i + p}$$

Formel 31: Berechnung des Unternehmenswerts im Rentenfall unter Berücksichtigung der Insolvenzwahrscheinlichkeit,
Quelle: MITTERMAIR/MAIR (2016), S. 465 (leicht modifiziert); GLEISSNER (2017c), S. 465 (leicht modifiziert).

Hieraus ist zu erkennen, dass sich die Insolvenzwahrscheinlichkeit wie eine negative Wachstumsrate des Erwartungswerts der künftigen Cashflows auswirkt.³⁰⁰ Im Fall einer ewigen Rente mit Wachstum g (bereits im Erwartungswert $E(Z)$ enthalten) lautet die Formel wie folgt:

$$UW = \frac{E(Z) \times (1 - p)}{i - g + p \times (1 + g)}$$

Formel 32: Berechnung des Unternehmenswerts im Rentenfall und Wachstum unter Berücksichtigung der Insolvenzwahrscheinlichkeit,
Quelle: GLEISSNER/GARRN/NESTLER (2010), S. 426 (leicht modifiziert); GLEISSNER (2017c), S. 466 (leicht modifiziert).

Anzumerken ist, dass die Insolvenzwahrscheinlichkeit in der Formel beinhaltet ist, obwohl im Zähler ein Erwartungswert steht. Dies ist dadurch begründet, dass der Erwartungswert der finanziellen Überschüsse jenen vor der ersten Periode der Fortführungsphase darstellt, er umfasst somit lediglich die möglichen Insolvenzfälle in der Detailplanungsphase. Der Ansatz der Insolvenzwahrscheinlichkeit ist deshalb notwendig, weil sich der Erwartungswert in jeder Periode der Zukunft reduziert, da die Möglichkeit einer auftretenden Insolvenz in jeder Periode besteht.³⁰¹ Es ist weiters zu beachten, dass ebenso wenig wie es sich bei der Wachstumsrate um einen Abschlag, es sich bei der Insolvenzwahrscheinlichkeit um einen Zuschlag auf den Diskontierungssatz handelt. Dadurch ergibt sich der logische Rückschluss, dass bei Akzeptanz³⁰²

²⁹⁹ Ein risikogerechter Diskontierungszinssatz gibt die risikogerechte Rendite im Kapitalkostensatz wider. Da sich diese Arbeit jedoch nicht mit den Spezifika der Kapitalkosten im Rahmen der Unternehmensbewertung auseinandersetzt (Vgl. Kapitel 1.3 Zielsetzung, S. 4), wird im Nachfolgenden nicht näher darauf eingegangen. Vgl. weiterführend GLEISSNER (2017a), S. 122 ff.

³⁰⁰ Vgl. LECKER/SONIUS (2015), S. 735 ff; MITTERMAIR/MAIR (2016), S. 465; GLEISSNER (2017c), S. 465.

³⁰¹ Vgl. GLEISSNER (2017c), S. 466.

³⁰² Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 385; GLEISSNER (2017c), S. 467.

einer Wachstumsrate im Terminal Value auch die Berücksichtigung der Insolvenzwahrscheinlichkeit akzeptiert werden muss, da diese aus dem gleichen Annahmesystem eines deterministischen Modells einer unendlichen Rente abgeleitet wird. Eine Alternative zum Ansatz einer deterministischen Wachstumsrate und Insolvenzwahrscheinlichkeiten in der Fortführungsphase wäre, wenn mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation nicht nur die Jahre beziehungsweise Perioden der Detailplanungsphase, sondern sehr viele Jahre der Zukunft simuliert werden würden. Dies würde dazu führen, dass die Rentenformel faktisch unnötig werden würde, da die Insolvenzscenarien bereits bei der Berechnung der Erwartungswerte in der Simulation erfasst werden würden.³⁰³

Abschließend wird noch darauf hingewiesen, dass der Ansatz von Insolvenzwahrscheinlichkeiten in Unternehmensbewertungen keineswegs durchgängig zu niedrigeren Bewertungsergebnisse führt. Dies liegt daran, dass die in der Praxis beobachtbaren angesetzten Wachstumsraten meist implizit mit der Insolvenzwahrscheinlichkeit bereits verrechnet werden, da die Wachstumsraten tendenziell niedriger sind, als dies in Anbetracht des Wirtschaftswachstums zu begründen wäre. Daraus ergibt sich die Konsequenz, dass wenn mit einer höheren langfristigen Wachstumsrate gerechnet wird, was durchaus als sachgerecht angesehen werden kann und die unternehmensspezifisch geschätzte Insolvenzwahrscheinlichkeit niedrig ist, sich ein höherer Wert ergibt. Selbiges gilt in umgekehrter Form für Unternehmen mit Insolvenzwahrscheinlichkeiten über der implizit verrechneten Insolvenzwahrscheinlichkeit in der Wachstumsrate.³⁰⁴

³⁰³ Vgl. GLEISSNER (2017b), S. 385; GLEISSNER (2017c), S. 467.

³⁰⁴ Vgl. GLEISSNER (2017c), S. 463 f.

Zusammenfassend zu diesem Kapitel lässt sich festhalten, dass zur Ableitung von Erwartungswerten in Unternehmensplanungen unter Miteinbeziehung von Risiken,

- Risiko-Aggregations-Verfahren nötig sind und hierbei aufgrund ihrer Vorteile die Monte-Carlo-Simulation zu bevorzugen ist.
- aufgrund der stochastischen Planung die einzelnen Risikopositionen durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschrieben werden müssen und auch ereignisorientierte Risiken auf die Risikopositionen einwirken können.
- für die Verteilungen objektive oder zumindest subjektive Wahrscheinlichkeiten vorliegen müssen.
- die Verteilungen sowohl für die Eingangsvariablen als auch für Zielgrößen respektive Kennzahlen anhand der Maßzahlen in Kapitel 2.2 Statistisch-mathematische Grundlagen beschrieben werden.
- sich Bandbreiten für die betrachteten Kennzahlen ergeben.
- Insolvenzrisiken einen Werttreiber darstellen.

3. Konzeptionierung des Microsoft-Excel Tools

Die Zielsetzung dieser Arbeit ist die Entwicklung eines MS-Excel basierten Tools zur statistischen Simulation von Risiken und darauf aufbauend die Ableitung von Erwartungswerten in Planungsrechnungen. Zudem soll das Tool eine hohe Flexibilität aufweisen, damit gewährleistet wird, dass es beim Kooperationspartner einfach in bereits bestehende Unternehmensbewertungsmodelle integriert werden kann.³⁰⁵ Das nachfolgende Kapitel setzt sich dementsprechend mit der Konzeptionierung sowie mit der technischen Umsetzung des MS-Excel Tools auseinander.

3.1 Inhaltliche Konzeptionierung

Im Rahmen der inhaltlichen Konzeptionierung des Tools als Risiko-Aggregations-Verfahren unter Anwendung der Monte-Carlo-Simulation wird darauf acht genommen, den Adaptierungs- und Änderungsbedarf durch den Anwender so gering wie möglich zu halten, um etwaige fehlerhafte Änderungen von vornherein auszuschließen. Gleichzeitig wird gewährleistet, dass das Tool einfach in bereits bestehende Unternehmensbewertungsmodelle integrierbar ist. Zu diesem Zweck erfolgt der Aufbau des Tools unter permanenter Berücksichtigung der Übersichtlichkeit und Benutzerfreundlichkeit, wobei darauf Bedacht genommen wird, dass das Tool zu einem hohen Grad selbsterklärend sein soll beziehungsweise wo es als notwendig erachtet wird automatisierte Hilfestellungen durch das Tool angeboten werden.

3.1.1 Erforderliche Eigenschaften des Tools

Bevor mit dem Aufbau und in weiterer Folge mit der Umsetzung des Tools begonnen werden kann, müssen zunächst Überlegungen betreffend die erforderlichen Eigenschaften des MS-Excel Tools angestellt werden. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass in diesem Unterkapitel lediglich eine Beschreibung der erforderlichen Eigenschaften erfolgt, zur tatsächlichen technischen Gewährleistung der erforderlichen Eigenschaften wird auf Kapitel 3.2.1 Gewährleistung der erforderlichen Eigenschaften des Tools verwiesen.

Der Punkt der Flexibilität und der einfachen Integration in bestehende Bewertungsmodelle ist bereits einige Male gefallen, dies liegt darin begründet, dass dies eine zentrale Eigenschaft des Tools darstellt. Ein Tool welches nur unter großen Änderungen und Adaptierungen auf unterschiedliche Unternehmensbewertungen angewendet werden kann, würde der

³⁰⁵ Vgl. Kapitel 1.3 Zielsetzung, S. 3 f.

vorgenommenen Zielsetzung dieser Arbeit nicht entsprechen. Deshalb muss bei der Umsetzung des Tools gewährleistet werden, dass keine Notwendigkeit einer Anpassung der Funktionen beziehungsweise Arbeitsvorgänge des Tools auf das jeweilige Unternehmen respektive die Unternehmensbewertung durch den Nutzer besteht. Im Rahmen der Konzeptionierung wird deshalb sichergestellt, dass einzig die verschiedenen Ausprägungen der Prämissen und Parameter durch den Anwender verändert werden müssen, damit die einfache Integrierbarkeit in bestehende Modelle gewährleistet ist.

In Kapitel 2.3.2 Statistisch-mathematische Verfahren wurden die Anforderungen an Risiko-Aggregations-Verfahren bereits dargestellt,³⁰⁶ diese Anforderungen können nun analog auf die erforderlichen Eigenschaften des MS-Excel basierten Tools übertragen werden. Folglich den Anforderungen an Risiko-Aggregations-Verfahren muss zunächst sichergestellt werden, dass die durch beliebige Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschriebenen Risiken entsprechend erfasst werden können. Somit stellt eine erforderliche Eigenschaft des Tools die Hinterlegung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen für Risiken dar. Wie bereits erläutert, kommt in dieser Arbeit ausschließlich der stochastische Planungsansatz zum tragen. Dies erscheint wie bereits erläutert insoweit als sachgerecht, da in der Praxis häufig nur pauschale Annahmen getroffen werden.³⁰⁷ Dadurch wird die Eigenschaft des Tools insofern beeinflusst, dass für die gesamte Risikoposition eine Wahrscheinlichkeitsverteilung hinterlegt wird. Des Weiteren wurde in dieser Arbeit bereits ausgeführt, dass aus Simulation Gesichtspunkten die Risiken entweder als Schwankungsbreiten um einen Planwert oder als ereignisorientierte Risiken modelliert werden können.³⁰⁸ Entsprechend dieser Einteilung muss im Hinblick auf die Hinterlegung der Risiken mit Wahrscheinlichkeitsverteilungen dafür Sorge getragen werden, dass ausschließlich geeignete Verteilungen für die jeweilige Kategorie an Risiken ausgewählt werden können.

Gemäß den Ausführungen zu Verteilungen³⁰⁹ ist bei der Simulation von Risikoposition für die eine Schwankungsbreiten um einen Planwert unterstellt werden kann entweder die Normalverteilung oder die Dreiecksverteilung anzusetzen. Im Gegensatz hierzu sind die digitale Verteilung und die Binomialverteilung zur Modellierung der ereignisorientierten Risiken heranzuziehen. Bei der inhaltlichen Konzeptionierung wird also darauf geachtet, dass es möglich ist, dass die Risikopositionen die Schwankungen ausgesetzt sind mit der Normalverteilung oder der Dreiecksverteilung beschrieben werden und bestimmte Ereignisse welche durch die digitale Verteilung oder die Binomialverteilung beschrieben werden zusätzlich oder auch ausschließlich auf die Risikopositionen einwirken können. In diesem Zusammenhang ist ebenfalls festzuhalten,

³⁰⁶ Vgl. Kapitel 2.3.2 Statistisch-mathematische Verfahren, S. 41 f.

³⁰⁷ Vgl. Kapitel 2.3.2 Statistisch-mathematische Verfahren, S. 43 f.

³⁰⁸ Vgl. Kapitel 2.3.2 Statistisch-mathematische Verfahren, S. 42.

³⁰⁹ Vgl. Kapitel 2.2.2 Grundlagen der induktiven Statistik, S. 28 ff.

dass das Tool die Fähigkeit besitzen muss, durch den Anwender definierte Abhängigkeiten zwischen den Risikopositionen bei der Simulation und der Ableitung der Erwartungswerte entsprechend zu berücksichtigen.

Neben der Anforderung der Hinterlegung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen stellt die Möglichkeit auch nicht additive Verknüpfungen zwischen den einzelnen Risiken berücksichtigen zu können eine weitere notwendige Eigenschaft des Tools dar.³¹⁰ Die Möglichkeit Abhängigkeiten der Risikopositionen zueinander mit im Simulationsprozess und bei der Ableitung der Erwartungswerte zu berücksichtigen, wird, wie bereits kurz erläutert, dadurch gewährleistet, dass es dem Benutzer für jede Risikoposition möglich sein soll eine Auswahl zu treffen, ob diese von einer anderen Risikoposition abhängig ist, oder nicht. Durch diese Eigenschaft des MS-Excel Tools wird sichergestellt, dass bei gegebenen wechselseitigen Beziehungen der Risikopositionen diese in Form einer Korrelation entsprechenden Eingang in die Erwartungswerte finden. Da jedoch bei der nicht additiven Verknüpfung sämtliche Verbundeffekte zwischen den unterschiedlichen Risiken, also der Diversifikationseffekt,³¹¹ berücksichtigt werden muss, ist weiters sicherzustellen, dass bei der Umsetzung des Tools auch die Diversifikationswirkung der Ausprägungen der Risiken entsprechend berücksichtigt werden.

Analog zu den Ausführungen der Anforderungen an Risiko-Aggregations-Verfahren muss auch das MS-Excel Tool die Möglichkeit bieten, einen Kontext zur Unternehmensplanung herstellen zu können.³¹² Diese Eigenschaft wird durch den Umstand gewährleistet, dass das Tool eine integrierte Unternehmensplanung zum Kern haben soll,³¹³ welche ohnehin für die Erstellung von Unternehmensbewertungen unerlässlich sind. Dabei soll, wie eingangs in diesem Unterkapitel erwähnt, das Ersetzen dieser Unternehmensplanung bei Anwendung des Tools auf eine andere Unternehmensbewertung einfach durchzuführen sein. Es wird somit stets gewährleistet, dass bei erneuter Anwendung des Tools auf eine andere Unternehmensbewertung der Bezug zur neuen Unternehmensplanung hergestellt werden kann. Weiters ist eine wesentlich erforderliche Eigenschaft des Tools die Veränderung von Kennzahlen aufgrund der Anwendung des Tools, verglichen mit dem Status Quo,³¹⁴ darstellen zu können. Durch das Tool wird somit ein eindeutiger Vergleich zwischen der bereits bestehenden Unternehmensbewertung mit den entsprechenden Kennzahlen und den jeweiligen Kennzahlen, welche sich aufgrund der Anwendung des Tools ergeben, ermöglicht.³¹⁵

³¹⁰ Vgl. Kapitel 2.3.2 Statistisch-mathematische Verfahren, S. 42.

³¹¹ Vgl. Kapitel 2. Risiko-Aggregations-Verfahren, S. 6.

³¹² Vgl. Kapitel 2.3.2 Statistisch-mathematische Verfahren, S. 42.

³¹³ Vgl. Kapitel 1.3 Zielsetzung, S. 3 f.

³¹⁴ Vgl. 1.1 Ausgangssituation, S. 2.

³¹⁵ Vgl. Kapitel 1.3 Zielsetzung, S. 4.

Zusammenfassend lassen sich die erforderlichen Eigenschaften des Tools wie folgt darstellen.

<ul style="list-style-type: none"> ● Flexibilität und einfache Integration in bestehende Unternehmensbewertungsmodelle ● Risiken können durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen beschrieben werden <ul style="list-style-type: none"> → Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert: <ul style="list-style-type: none"> - Normalverteilung - Dreiecksverteilung → Ereignisorientierte Risiken <ul style="list-style-type: none"> - Digitale Verteilung - Binomialverteilung ● Möglichkeit nicht additive Verknüpfungen zwischen den einzelnen Risiken berücksichtigen zu können <ul style="list-style-type: none"> → Abhängigkeiten, Korrelations- und Diversifikationseffekt ● Kontext zur Unternehmensplanung kann hergestellt werden <ul style="list-style-type: none"> → integrierte Unternehmensplanung zum Kern ● Möglichkeit zur Auswertung und Darstellung der Veränderung der Kennzahlen
--

Tabelle 3: Erforderliche Eigenschaften des MS-Excel Tools, Quelle: eigene Darstellung.

Nachdem die erforderlichen Eigenschaften des Tools geklärt wurden, kann sich in weiterer Folge mit dem Aufbau des Tools auseinandergesetzt werden.

3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools

Der Aufbau des Tools soll wie bereits eingangs in diesem Unterkapitel erwähnt, unter permanenter Berücksichtigung der Übersichtlichkeit und Benutzerfreundlichkeit erfolgen, weshalb die Benutzeroberfläche für den Anwender vor Anwendung des Tools lediglich aus insgesamt sechs Tabellenblättern besteht, wobei von diesen drei nur zur Orientierung zwischen den Tabellenblättern dienen beziehungsweise als Hilfstabellen fungieren und für den Anwender nicht direkt von Relevanz sind. Nachfolgend sind die jeweiligen Tabellenblätter sowie deren Kernfunktion dargestellt.

Tabellenblatt	Kernfunktion
1) Input	Eingabe der allgemeinen Inputparameter für die Simulation/Aktualisierung des Tools
2) Risiken mit Schwankungsbreiten	Eingabe der Parameter für Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert
3) Ereignisorientierte Risiken	Eingabe der Parameter für ereignisorientierte Risiken
4) Planungsrechnung=>	dient lediglich zur Orientierung, Funktion nur als Hilfstabelle
5) <=Planungsrechnung	dient lediglich zur Orientierung, Funktion nur als Hilfstabelle
6) Auswertungen=>	dient lediglich zur Orientierung, keine Funktion
7) Detailtabellen=>	dient lediglich zur Orientierung, keine Funktion

Tabelle 4: Tabellenblätter im Tool und deren Kernfunktion, Quelle: eigene Darstellung.

Die weitere Darstellung des Aufbaus des Tools folgt der Reihung der Tabellenblätter und wird anhand dieser vorgenommen. Es wird darauf hingewiesen, dass sich die nachfolgenden Ausführungen auf den Aufbau, die Funktionen respektive Funktionsweise des Tools beschränken.³¹⁶

1) Tabellenblatt „Input“

Das ersten Tabellenblatt „Input“ dient zunächst, wie anhand der Kernfunktion ersichtlich, der Eingabe der allgemeinen Inputparameter welche für die Simulation von Relevanz sind. Da eine der Kerneigenschaften des Tools die Flexibilität und die einfache Integration in bereits bestehende Unternehmensbewertungsmodelle darstellt,³¹⁷ sind zunächst die Daten der integrierten Unternehmensplanung sowie der Unternehmensbewertung anzugeben, da diese den Kern³¹⁸ der Risikoaggregation mittels Monte-Carlo-Simulation und somit auch die Datengrundlage für die Anwendung des Tools bildet. In einem ersten Schritt sind bei dieser Dateneingabe die Tabellenblätter der bereits durchgeführten Unternehmensbewertung in das Tool hineinzukopieren und zwischen die beiden Tabellenblätter „Planungsrechnung=>“ und „<=Planungsrechnung“ zu verschieben. Durch das Verschieben der Tabellenblätter der integrierten Unternehmensplanung in den Bereich zwischen die beiden genannten Tabellenblätter, welche dem Anwender nur zur Orientierung dienen, wird automatisch gewährleistet, dass bei der Angabe der Namen der Tabellenblätter keine fehlerhaften Angaben beziehungsweise Rechtschreibfehler gemacht werden können. Dies wird dadurch sichergestellt, da das Tool nur die Auswahl mittels Dropdown-Menü der Namen, der sich im Bereich zwischen den Tabellenblättern „Planungsrechnung=>“ und „<=Planungsrechnung“ befindlichen Tabellenblätter, zulässt.³¹⁹

Werden weitere Tabellenblätter in diesen Bereich eingefügt, erweitert sich das Dropdown-Menü automatisch und es können diese Tabellenblätter ebenfalls ausgewählt werden. Dies stellt somit auch die Einsatzfähigkeit des Tools für weitere Unternehmensbewertungen sicher, da die Liste respektive die Tabellenblätter beliebig erweitert werden können. Weiters sind bei der Dateneingabe in Bezug auf die Unternehmensplanung und Bewertung die jeweilige Zeile und Spalte der ersten Position im entsprechenden Tabellenblatt anzugeben.³²⁰ Bei diesem Eingabeschritt wurde auf eine Auswahl mittels Dropdown-Menü verzichtet, da sich die erste Position des entsprechenden Tabellenblattes theoretisch an jeder beliebigen Position in den von Microsoft Excel vorhandenen Zeilen und Spalten befinden könnte. Das Dropdown-Menu würde

³¹⁶ Wie bereits erwähnt, erfolgt die Darstellung der technischen Umsetzung in Kapitel 3.2 Technische Umsetzung.

³¹⁷ Vgl. Kapitel 3.1.1 Erforderliche Eigenschaften des Tools, S. 51 f.

³¹⁸ Vgl. Kapitel 1.3 Zielsetzung, S. 3 f.

³¹⁹ Vgl. Anhang 2, S. 94.

³²⁰ Vgl. Anhang 3, S. 94.

in diesem Fall für die Zeilen einen Bereich von „1“ bis „1.048.576“ und für die Spalten von „A“ bis „XFD“ umfassen, dies wurde als nicht anwenderfreundlich eingestuft. Für die Eingabe der Werte wird hingegen vom Tool eine automatische Hilfestellung angeboten,³²¹ welche der Vermeidung von Fehleingaben dient, zudem wird durch eine Eingabeüberprüfung sichergestellt, dass keine fehlerhaften Werte eingegeben werden können. Beispielsweise können keine Zahlen für die Spalten respektive vice versa oder Zahlen mit Kommastellen für die Zeilen eingegeben werden.³²² Da die Zelle der ersten Position der entsprechenden Tabellenblätter variabel einzugeben sind, muss die integrierte Planungsrechnung auch keinen bestimmten Formvorschriften beziehungsweise vorgegebenen Gliederungen entsprechen, einzig ist sicherzustellen, dass zwischen den verschiedenen Zeilen und Spalten in den Tabellenblättern keine leeren Zeilen und Spalten vorhanden sind, da beim Auslesen der Daten sonst davon ausgegangen werden würde, dass die Datengrundlage an diesem Punkt aufhört.

Analog zu dieser Vorgehensweise sind auch die Daten betreffend die Unternehmensbewertung selbst einzugeben, wobei hier die Angabe gemacht werden muss in welcher Zelle sich das Bewertungsergebnis befindet. Dies ist insofern von Relevanz, da eine weitere erforderliche Eigenschaft des Tools darin besteht, dass ein Vergleich zwischen der Anwendung des Tools und dem Status Quo gezogen werden kann.³²³ Die Funktionsweise des Tabellenblattes „Input“ beschränkt sich jedoch nicht auf die Angabe der für die Simulation notwendigen Datengrundlage, da auch allgemeine Inputparameter für die Simulation und die anschließende Auswertung in diesem Tabellenblatt angegeben werden müssen. Neben der Eingabe der Anzahl der Simulationsdurchläufe³²⁴ sind weiters allgemeine Angaben zu den entsprechenden Risiken, jeweils getrennt nach Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert und ereignisorientierte Risiken, zu machen.

Bei der ersten Anwendung des Tools auf ein bestehendes Bewertungsmodell sind diese Eingabefelder zunächst noch nicht ersichtlich, da die Eingabe der Risiken stets in Abhängigkeit von der unternehmensspezifischen Situation erfolgen soll und somit eine vorgefertigte Eingabemaske nicht zielführend wäre. Diesem Umstand wird, unter Bedachtnahme auf Übersichtlichkeit und Benutzerfreundlichkeit, dadurch Sorge getragen, dass die Eingabefelder, in Abhängigkeit der eingefügten integrierten Planungsrechnung, nach Betätigen der Schaltfläche „aktualisieren“,³²⁵ erstellt werden. Bei diesem Vorgang werden für die Risiken als

³²¹ Vgl. Anhang 3, S. 94.

³²² Vgl. Anhang 4, S. 95.

³²³ Vgl. Kapitel 3.1.1 Erforderliche Eigenschaften des Tools, S. 53. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass sich das gesamte Unternehmensbewertungsmodell auch in einem Tabellenblatt befinden könnte. Die in Kapitel 4. Fallbeispiel gewählte Struktur mit je einem Tabellenblatt für Bilanz, GuV, Cashflow-Rechnung und die Unternehmensbewertung wurde lediglich aus Gründen der Übersichtlichkeit gewählt.

³²⁴ Vgl. Anhang 5, S. 95.

³²⁵ Vgl. Anhang 6, S. 95.

Schwankungsbreiten um einen Planwert automatisiert die Positionen der Plan-GuV ausgelesen und in das Tabellenblatt Input übertragen.³²⁶ Da gemäß dem stochastischen Planungsansatz³²⁷ die Risikopositionen als Variable definiert werden, werden für die Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert ausschließlich die Positionen der Gewinn- und Verlustrechnung zur Modellierung herangezogen, da sich diese stets automatisch, bei gegebenen notwendigen Verknüpfungen in der integrierten Planungsrechnung auf die Positionen der Bilanz auswirken. So führt beispielsweise eine positive Schwankung der Umsatzerlöse zu höheren Forderungen aus Lieferungen und Leistungen, sofern diese auf Basis von Umschlagshäufigkeiten geplant wurden und zu einem höheren Bilanzgewinn. Allfällige Zwischensummen in der GuV werden nicht in diesen Eingabebereich übertragen, da diese keine Risikopositionen darstellen.

Für die Risikopositionen kann in weiterer Folge die entsprechende Verteilung ausgewählt werden, oder wenn keine Schwankungsbreiten für die Risikoposition unterstellt werden können, ist es auch möglich die Auswahl nicht vorzunehmen respektive „keine Schwankungsbreite“ auszuwählen.³²⁸ In diesen Eingabefeldern wird zusätzlich eine weitere erforderliche Eigenschaft, nämlich jene der Möglichkeit auch nicht additive Verknüpfungen zwischen den einzelnen Risiken berücksichtigen zu können,³²⁹ erfüllt. Hierbei werden ebenfalls die Risikopositionen selbst als mögliche Bezugsgrößen für die Abhängigkeiten herangezogen,³³⁰ wobei die Abhängigkeit zwischen den Risikopositionen in jenem Ausmaß welches sich aufgrund der integrierten Planungsrechnung ergibt, berücksichtigt wird. Dies bedeutet zum Beispiel, dass wenn die Materialaufwendungen vom den Umsatzerlösen abhängig sind und sich in einem Simulationsdurchlauf aufgrund der Schwankung ein Wert am unteren Ende der Bandbreite für die Umsatzerlöse ergibt, die Materialaufwendungen sich aufgrund der Abhängigkeit nicht am oberen Ende der Schwankungsbreite bezogen auf den ursprünglichen Planwert befinden können.

Diese Abhängigkeiten können losgelöst von der jeweiligen Verteilung der Risikoposition und unabhängig von der Position in der Gewinn- und Verlustrechnung eingegeben werden. Beispielsweise wäre es möglich Umsatzerlöse, die einer Dreiecksverteilung unterliegen, in Abhängigkeit von Personalaufwendungen, für die eine Normalverteilung angenommen werden kann, zu stellen. In diesem Zusammenhang ist festzuhalten, dass darauf geachtet werden muss, dass keine „Zirkelbezüge“ eingegeben werden, zum Beispiel dass Personalaufwendungen von Materialaufwendungen abhängig sind, diese wiederum von den Umsatzerlösen und die Umsatzerlöse von den Personalaufwendungen. Abhängigkeiten von bereits abhängigen

³²⁶ Vgl. Anhang 7, S. 96.

³²⁷ Vgl. Kapitel 2.3.2 Statistisch-mathematische Verfahren, S. 43.

³²⁸ Vgl. Anhang 8, S. 96.

³²⁹ Vgl. Kapitel 3.1.1 Erforderliche Eigenschaften des Tools, S. 53.

³³⁰ Vgl. Anhang 9, S. 96.

Variablen können im Gegensatz hierzu durchaus dargestellt werden, beispielsweise dass Personalaufwendungen von Materialaufwendungen abhängig sind und diese von den Umsatzerlösen.

Neben dem Erstellen der eben dargestellten Eingabemaske für Risiken als Schwankungsbreite um einen Planwert, wird ein zweiter Eingabebereich für die ereignisorientierten Risiken, bei betätigen der Schaltfläche „aktualisieren“,³³¹ erstellt. In dieser Eingabemaske können beliebig viele Ereignisse, welche Risiken für die Planungsrechnung darstellen, eingegeben werden, wobei sich automatisch eine weitere Zeile für ein weiteres Risiko bei Eingabe eines Ereignisses hinzufügt. Die Bezeichnung der Ereignisse ist vom Anwender frei wählbar und hat in weiterer Folge für die Simulation und die Ableitung der Erwartungswerte keine Auswirkung.³³² Demgegenüber ist die Angabe der ersten Spalte für ein Ereignis sehr wohl von Relevanz für die Simulation, da hier die Anzahl der möglichen Ausprägungen des Ereignisses angegeben werden müssen. Betreffend diese Angabe öffnet sich eine Hilfestellung, die beschreibt, dass die Eingabe des Wertes „1“ bedeutet, dass das Ereignis entweder eintreten oder nicht eintreten kann.³³³ Weiters weist die eingeblendete Hilfe darauf hin, dass in einem separaten Tabellenblatt „Ereignisorientierte Risiken“, in dem die Details zu den ereignisorientierten Risiken anzugeben sind, in der letzten Zeile des entsprechenden Ereignisses jeweils die Gegenwahrscheinlichkeit, also das Ereignis tritt nicht ein, mit einer Höhe von null eingegeben werden muss.³³⁴

Weiters ist bei den ereignisorientierten Risiken die Auswirkung des Ereignisses auf eine Bilanzposition und auf eine Position der Gewinn- und Verlustrechnung anzugeben, wobei die Angabe von einer der beiden Positionen unterbleiben kann. In diesem Fall erfolgt für jenen Bereich (Bilanz oder GuV), für den keine Position angegeben wird, auch keine Simulation des Schadens, respektive unterbleibt die Simulation des Ereignisses zur Gänze, wenn weder eine Bilanz- noch GuV-Position angegeben wird. Zur Vermeidung von etwaigen ungültigen respektive nicht vorhandenen Positionen und zur Vorbeugung von Rechtschreibfehlern wird für die Angabe der Positionen ebenfalls automatisch ein Dropdown-Menü erstellt, welches wiederum auf der integrierten Planungsrechnung basiert.³³⁵

Eine weitere Funktion des Tabellenblattes „Input“ ist die Auswahl von Variablen welche ausgewertet werden sollen. Hier kann für die beiden Teilbereiche, GuV und Cashflow-Rechnung der integrierten Unternehmensplanung jeweils eine variable sowie Periode angegeben werden.³³⁶

³³¹ Vgl. Anhang 6, S. 95.

³³² Vgl. Anhang 10, S. 97.

³³³ Dies entspricht einer Binomialverteilung. Vgl. Kapitel 2.2.2 Grundlagen der induktiven Statistik, S. 30 f.

³³⁴ Vgl. Anhang 11, S. 97.

³³⁵ Vgl. Anhang 12, S. 97.

³³⁶ Vgl. Anhang 13, S. 97.

Weiters kann, analog zu den Variablen der Planungsrechnung, der Unternehmenswert, welcher keinem der drei Teilbereiche zugeordnet werden kann, ausgewertet werden.³³⁷ Bei diesen Auswertungen wird aus Gründen der Übersichtlichkeit für die jeweilige Kennzahl immer ein eigenes Tabellenblatt erstellt. Nachfolgend soll jedoch zuerst auf die zu Beginn bereits bestehenden Tabellenblätter eingegangen werden, bevor in weiterer Folge auf die vom Tool automatisiert erstellten Tabellenblätter und die Simulation eingegangen wird. Zudem ist die für die grafische Auswertung in Form von Verteilungsdiagrammen erforderliche Angabe von Klassen im Tabellenblatt „Input“ zu tätigen.

2) Tabellenblatt „Risiken mit Schwankungsbreiten“

Das zweite Tabellenblatt „Risiken mit Schwankungsbreiten“ des MS-Excel Tools dient, gemäß der Kernfunktion, der Eingabe der Parameter für die Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert. Bei der erstmaligen Anwendung des Tools ist dieses Tabellenblatt bis auf eine Schaltfläche „aktualisieren“³³⁸ leer. Dies beruht auf der Tatsache, dass die Risikopositionen aus der GuV zunächst in das Tabellenblatt „Input“ übernommen werden und dort zuerst zu definieren ist, ob die Positionen einer Verteilung beziehungsweise wenn ja, welcher Verteilung sie unterliegen. Durch das Betätigen der Schaltfläche „aktualisieren“ werden zwei Eingabemasken basierend auf den Eingaben im Tabellenblatt „Input“ erstellt. Die Felder des ersten Eingabebereichs setzen sich mit den Risikopositionen für die eine Normalverteilung unterstellt werden kann auseinander. Die entsprechenden Risikopositionen werden bereits automatisch eingetragen sowie die Planjahre der Detailplanungsphase automatisch angezeigt. Für diese Risikopositionen stellen die Werte der integrierten Planungsrechnung, die für die Simulation von Variablen für die eine Normalverteilung unterstellt wird, notwendigen Mittelwerte dar. Für diese Positionen ist in den Feldern somit lediglich die entsprechende Schwankungsbreite einzutragen.³³⁹

Die zweite Eingabemaske die erstellt wird, hat die Eingabe der Parameter für Risiken für die eine Dreiecksverteilung unterstellt werden kann zum Zweck. Analog zur Eingabe der Risiken für die eine Normalverteilung unterstellt wird, werden die zuvor im Tabellenblatt „Input“ definierten Positionen die einer Dreiecksverteilung unterliegen sowie die Planperioden der Detailplanungsphase in diesem Eingabebereich angezeigt, jedoch mit dem Unterschied, dass für jede Periode zwei Spalten zur Verfügung gestellt werden. Dies resultiert aus dem Umstand, dass bei einer Dreiecksverteilung zwingend die Parameter „Minimalwert“, „wahrscheinlichster Wert“ und „Maximalwert“ angegeben werden müssen.³⁴⁰ Der „wahrscheinlichste Wert“ stellt

³³⁷ Vgl. Anhang 14, S. 98.

³³⁸ Vgl. Anhang 15, S. 98.

³³⁹ Vgl. Anhang 16, S. 98.

³⁴⁰ Vgl. Kapitel 2.2.2 Grundlagen der induktiven Statistik, S. 34.

annahmegemäß jenen Wert der erwartungsgetreuen Planung dar, somit sind für die einzelnen Planperioden jeweils die Minimal- und Maximalwerte einzugeben.³⁴¹ Wird im Zuge der Eingabe der Parameter der Risiken ersichtlich, dass für eine Risikoposition die einer Schwankung unterliegt keine Verteilung ausgewählt wurde respektive vice versa oder eine falsche Verteilung ausgewählt wurde, so ist dies zunächst im Tabellenblatt „Input“ zu korrigieren und dann in weiterer Folge die Schaltfläche „aktualisieren“ im Tabellenblatt „Risiken mit Schwankungsbreiten“ erneut zu betätigen. Nach dieser Ausführung sind die geänderten Eingaben sichtbar.

3) Tabellenblatt „Ereignisorientierte Risiken“

Das dritte Tabellenblatt „Ereignisorientierte Risiken“ fungiert, wie anhand der Kernfunktion ableitbar, zur Eingabe der Parameter für ereignisorientierte Risiken. Analog zum Tabellenblatt „Risiken mit Schwankungsbreiten“ ist dieses Tabellenblatt bei erstmaliger Anwendung des Tools bis auf eine Schaltfläche „aktualisieren“ leer.³⁴² Entsprechend den vorherigen Ausführungen zum Tabellenblatt „Risiken mit Schwankungsbreiten“ werden in diesem Tabellenblatt nach betätigen der Schaltfläche ebenfalls zwei Eingabebereiche basierend auf den Angaben des Tabellenblattes „Input“ erstellt. Die Felder der ersten Eingabemaske umfassen die Parameter der ereignisorientierten Risiken mit Wirkung auf die Gewinn- und Verlustrechnung. Hierbei werden die Ereignisse welche im Tabellenblatt „Input“ eingegeben werden automatisiert in den Eingabebereich übertragen und es werden, basierend auf der Angabe der Anzahl der möglichen Ausprägungen des Ereignisses, die entsprechende Anzahl an Zeilen erstellt. Durch die Hilfestellung im Tabellenblatt „Input“ ist ersichtlich, dass für jedes Ereignis in der jeweils letzten Zeile die Gegenwahrscheinlichkeit mit einer Höhe von null eingetragen werden muss.³⁴³ Deshalb werden beispielsweise zwei Zeilen erstellt, auch wenn für das Ereignis nur eine mögliche Ausprägung angegeben wurde, sprich das Ereignis tritt ein, oder tritt nicht ein.³⁴⁴

Des Weiteren ist in dieser Eingabemaske anzugeben, ob das Ereignis eine positive oder negative Wirkung auf die jeweilige Position der GuV hat, hier wird wiederum ein automatisiertes Dropdown-Menü erstellt um fehlerhaften Eingaben vorzubeugen. Die Position auf welche das Ereignis eine Auswirkung hat wird aus dem Tabellenblatt „Input“ übernommen und dient ausschließlich der Übersicht. Sollten nicht korrekte Angaben in Bezug auf die betroffenen Positionen der Gewinn- und Verlustrechnung gemacht worden sein, ist dies, gleich wie im Tabellenblatt „Risiken mit Schwankungsbreiten“, in der ursprünglichen Dateneingabe im Tabellenblatt „Input“ zu korrigieren. Der bisherigen Vorgehensweise zur Aktualisierung der Risiken folgend, werden auch für die ereignisorientierten Risiken die Planperioden der

³⁴¹ Vgl. Anhang 17, S. 99.

³⁴² Vgl. Anhang 18, S. 99.

³⁴³ Vgl. Anhang 11, S. 97.

³⁴⁴ Vgl. Anhang 19, S. 99.

integrierten Planungsrechnung in das Tabellenblatt „Ereignisorientierte Risiken“ übertragen. Für jede Planperiode werden zwei Spalten erstellt, da für ereignisorientierte Risiken jeweils die Wahrscheinlichkeit des Eintretens sowie die Höhe des Ausmaßes bei Eintritt angegeben werden müssen.³⁴⁵ Für ereignisorientierte Risiken ist es somit nicht erforderlich die jeweilige Verteilung, entweder die Binomialverteilung oder die digitale Verteilung, auszuwählen, da sich dies implizit aufgrund der Angaben der möglichen Anzahl der Ausprägungen des Ereignisses sowie der Angabe der Wahrscheinlichkeiten ergibt.

Die jeweiligen Höhen und Wahrscheinlichkeiten können vom Anwender beliebig gewählt werden, wobei darauf zu achten ist, dass die Summe der Wahrscheinlichkeiten pro ereignisorientiertem Risiko 100 % nicht übersteigt. Sowohl die Höhe als auch die Wahrscheinlichkeit können in den verschiedenen Planperioden variieren, wobei an dieser Stelle darauf hingewiesen wird, dass in dieser Eingabemaske ausschließlich die Parameter des Ereignisses selbst anzugeben sind und keine Folgewirkungen berücksichtigt werden müssen. Die Folgewirkungen, welche sich aufgrund der Pfadsimulation³⁴⁶ ergeben müssen, werden durch die integrierte Planungsrechnung bereits automatisch berücksichtigt. Gemäß diesen Ausführungen ist zum Beispiel das Szenario abbildbar, dass ein Maschinenschaden eine negative Wirkung auf die GuV-Position „Abschreibung“ im Sinne einer außerplanmäßigen Abschreibung hat. Soll diese Maschine beispielsweise erst in der dritten Planperiode angeschafft werden, so ist die Höhe der ersten beiden Planperioden mit null anzugeben. Durch die integrierte Planungsrechnung wird die Pfadsimulation berücksichtigt und in den ersten beiden Planperioden kann kein Maschinenschaden auftreten. Tritt bei einem Simulationslauf hingegen ein Maschinenschaden in der dritten Planperiode auf, so wird diese Wirkung entsprechend in der Position Abschreibung und für die weiteren Planperioden im Bilanzgewinn, respektive je nach Ausschüttungsplanung in den liquiden Mitteln, aufgrund der integrierten Planungsrechnung berücksichtigt.

Der zweite Eingabebereich im Tabellenblatt „Ereignisorientierte Risiken“ dient zur Eingabe der Parameter der ereignisorientierten Risiken mit Wirkung auf die Positionen der Bilanz. Diese Eingabemaske stellt das Pendant zum vorherig beschriebenen Eingabebereich für die Bilanz dar. Der einzige Unterschied zur Eingabemaske betreffend die GuV ist, dass die Positionen der Bilanz entsprechend vom Tool eingetragen werden. Die Eingabe der Höhe und der Wahrscheinlichkeit des Eintretens des Ereignisses stellt sich exakt gleich dar, wobei es nicht zwingend erforderlich ist, dass die Höhe und oder die Wahrscheinlichkeit jener der GuV entsprechen.³⁴⁷ Hierdurch soll gewährleistet werden, dass auch Ereignisse welche ausschließlich eine Auswirkung auf eine Position der Plan-GuV oder nur auf eine Bilanzposition haben ebenfalls abgebildet werden

³⁴⁵ Vgl. Anhang 20, S. 100.

³⁴⁶ Vgl. Kapitel 2.3.2 Statistisch-mathematische Verfahren, S. 45.

³⁴⁷ Vgl. Anhang 21, S. 100.

können. Wirkt sich ein Ereignis beispielsweise nur auf eine Position der GuV aus, ist dies entsprechend im Tabellenblatt „Input“ anzugeben und der Eingabebereich für die Auswirkungen auf die Bilanzpositionen umfasst dann dieses Ereignis erst gar nicht. Unterliegen die Auswirkungen der Ereignisse für beide Eingabebereiche derselben Höhe und Wahrscheinlichkeit müssen diese deckungsgleich eingegeben werden.

Betreffend die Pfadsimulation ist festzuhalten, dass sich die Auswirkungen eines Ereignisses auf die Folgeperioden wiederum durch die integrierte Planungsrechnung ergeben. Tritt beim vorig genannten Beispiel ein Maschinenschaden in der dritten Planperiode ein, so vermindert dieser durch die integrierte Planungsrechnung automatisch das Sachanlagevermögen in den Folgeperioden. Werden die Abschreibungen wiederum auf Basis des Sachanlagebestands der Vorperiode geplant, werden die Auswirkungen auch hier entsprechend berücksichtigt, dies ist jedoch nicht mit der außerplanmäßigen Abschreibung im Jahr des Eintretens des Schadens zu verwechseln. Es sei darauf hingewiesen, dass lediglich die ereignisorientierten Risiken, jedoch keine allfälligen Handlungsmaßnahmen, bei Eintritt eines Ereignisses simuliert werden. Demzufolge ist es nicht möglich vor Beginn der Simulation zu definieren, ob beispielsweise eine Ersatzinvestition bei Eintritt eines Maschinenschadens getätigt werden soll. Dies wird dadurch begründet, dass solche Entscheidungen erst getroffen werden können, wenn das Ereignis tatsächlich eintritt und die Parameter für die Handlungsalternative zu ungewiss wären. Aufgrund dessen wird eine ex-ante definierte Vorgehensweise als nicht sachgerecht erachtet und deshalb wird diese Möglichkeit der Simulation auch nicht angeboten.

4, 5, 6 & 7) Tabellenblätter „Planungsrechnung=>“, „<=Planungsrechnung“,
„Auswertungen=>“ & „Detailtabellen=>“

Die weiteren bereits bestehenden Tabellenblätter bei der ersten Anwendung des Tools dienen wie in den Kernfunktionen ersichtlich nur zur Orientierung beziehungsweise als Hilfstabellen, weshalb an dieser Stelle nicht näher auf dies eingegangen wird. Die Wirkungsweise der Hilfstabellen wird im Kapitel 3.2 Technische Umsetzung näher erläutert. Im Folgenden wird nun auf den Aufbau und die Funktionsweise der Simulation und die vom Tool automatisiert erstellten Tabellenblätter näher eingegangen.

Neben den bereits beschriebenen Funktionen des Tabellenblattes „Input“ wird in diesem Tabellenblatt auch die Simulation durch betätigen der Schaltfläche „Simulation starten“ gestartet.³⁴⁸ Zunächst wird hierbei überprüft, ob eine entsprechende Datengrundlage für die integrierte Planung hinterlegt wurde, ist dies nicht der Fall, wird die Simulation nicht ausgeführt,

³⁴⁸ Vgl. Anhang 22, S. 100.

da dies nicht möglich ist und die Ausführung des Arbeitsschrittes wird abgebrochen.³⁴⁹ Werden hingegen keine Zeilen respektive Spalten der Datengrundlage eingegeben, kann dies mittels automatisch erstelltem Eingabefenster nachgeholt werden.³⁵⁰ Analog erscheint auch ein Eingabefenster bei fehlender Angabe der Anzahl der Simulationen.³⁵¹ Weiters werden bei der Simulation die Parameter betreffend die Risiken auf Vollständigkeit überprüft. Sollte beispielsweise bei Risiken für die eine Normalverteilung unterstellt werden kann, vergessen worden sein eine Schwankungsbreite zu definieren, erscheint ebenfalls automatisch ein Eingabefeld in dem der Parameter nachträglich eingegeben werden kann. Dieses Eingabefenster führt, aus Gründen der Bedienerfreundlichkeit, die entsprechende Risikoposition sowie die Periode für welche die Schwankungsbreite fehlt an.³⁵² Analog zu diesem Vorgang öffnet sich ein Eingabefenster für die Minimal- beziehungsweise Maximalwerte bei Risiken die einer Dreiecksverteilung unterliegen. Das Eingabefenster weist ebenfalls auf die Risikoposition und die Periode in der die Parameter fehlen hin.³⁵³

Nachdem das Tool sicherstellt, dass alle zur Simulation benötigten Daten vorhanden sind, wird mit der eigentlichen Simulation basierend auf den eingegebenen Parametern begonnen. Zunächst fragt das Tool die Verteilungen und die Abhängigkeiten der jeweiligen Risikoposition ab, da logischerweise zuerst die Verteilungen ohne Abhängigkeiten simuliert werden müssen. Wie bereits auf Seite 57 dieses Unterkapitels dargestellt, können die Bezugsgrößen selbst auch von einer anderen Risikoposition abhängig sein, jedoch ist zum Ausschluss eines „Zirkelbezugs“ mindestens eine unabhängige Risikoposition erforderlich, weshalb zunächst diese Positionen simuliert werden. In diesem Zusammenhang ist festzuhalten, dass dieser Arbeitsvorgang unabhängig von der jeweils unterstellten Verteilung durchgeführt wird, es ist ausschließlich von Relevanz, dass mindestens eine Risikoposition eine unabhängige ist.

Sobald die Abhängigkeiten respektive Unabhängigkeiten vom Tool ausgelesen wurden, wird mit der Simulation der unabhängigen Risikopositionen begonnen. Für die Simulation wird vom Tool automatisch je Risikoposition ein eigenes Tabellenblatt erstellt und entsprechend der Bezeichnung im Tabellenblatt „Input“ benannt und nach dem Tabellenblatt „Detailtabellen=>“ eingefügt.³⁵⁴ In diesem Tabellenblatt wird nun mit dem ersten Schritt der Monte-Carlo-Simulation, der Generierung der Zufallszahlen³⁵⁵ begonnen. Bei der Erzeugung der Zufallszahlen wird im Fall der Normalverteilung auf die von Microsoft Excel angebotene Zufallszahlengenerierung zurückgegriffen. Die Zufallszahlengenerierung wird in den Analysefunktionen der Datenanalyse

³⁴⁹ Vgl. Anhang 23, S. 100.

³⁵⁰ Vgl. Anhang 24, S. 101.

³⁵¹ Vgl. Anhang 25, S. 101.

³⁵² Vgl. Anhang 26, S. 101.

³⁵³ Vgl. Anhang 27, S. 102.

³⁵⁴ Vgl. Anhang 28, S. 102.

³⁵⁵ Vgl. Kapitel 2.3.2 Statistisch-mathematische Verfahren, S. 44.

zur Verfügung gestellt³⁵⁶ und basierend auf den Eingaben der Tabellenblätter „Input“ und „Risiken mit Schwankungsbreiten“ respektive basierend auf der integrierten Planungsrechnung entsprechend befüllt.

Da die von MS-Excel angebotenen Verteilungen keine Dreiecksverteilung beinhaltet, wird zur Simulation der Risikopositionen die einer Dreiecksverteilung unterliegen auf eine eigens dafür programmierte Funktion zurückgegriffen.³⁵⁷ Für diese Formel werden anhand der Datengrundlage die notwendigen Parameter eingetragen und im entsprechenden Tabellenblatt auf Basis der angegebenen Anzahl an Simulationen wiederholt in den Zeilen eingegeben. Nach Durchführung dieses Arbeitsschrittes sind im Tool nun für sämtliche Risikopositionen die von keiner anderen abhängig sind Tabellenblätter erstellt worden, wobei diese Blätter für jede Periode der Detailplanungsphase eine Spalte mit Zufallszahlen gemäß den Inputparametern enthält. Die Anzahl der Zufallszahlen je Periode stellt in diesem Zusammenhang die Anzahl der Simulationen dar.

In weiterer Folge werden für jene Risikopositionen, basierend auf den eingegebenen Daten, Zufallszahlen erstellt, welche von anderen Risikopositionen abhängig sind. Hierzu wird zunächst das Verhältnis respektive die Abhängigkeit, der Risikopositionen zueinander, basierend auf der integrierten Planungsrechnung, ermittelt. Das bedeutet, wenn beispielsweise die Materialaufwendungen von den Umsatzerlösen abhängig sind und sich die Materialaufwendungen auf EUR 250.000,00 und die Umsatzerlöse auf EUR 1.000.000,00 belaufen, sich ein Verhältnis von 1:4 ergibt. Ergibt sich nun beispielsweise in einem Simulationsdurchlauf für die Umsatzerlöse ein Betrag von EUR 905.530,79, so beläuft sich der Betrag der Materialaufwendungen aufgrund des Verhältnisses auf EUR 226.382,70. Dieser Betrag ist jedoch nicht als Zufallszahl für die Materialaufwendungen zu sehen, sondern stellt lediglich einen neuen erwartungsgetreuen Planwert aufgrund der Abhängigkeit zu den Umsatzerlösen dar.

In weiterer Folge wird dieser Wert entweder als Mittelwert für die Simulation einer Normalverteilung herangezogen oder als wahrscheinlichster Wert für die Simulation einer Dreiecksverteilung. Bei den abhängigen Risikopositionen für die eine Normalverteilung unterstellt wird, kann die Zufallszahlgenerierung wie bei Risikopositionen mit Normalverteilung aber ohne Abhängigkeiten nicht herangezogen werden, da je Planperiode nur ein Mittelwert eingegeben werden kann. Deshalb wird in diesem Fall auf eine Verkettung von MS-Excel-Funktionen zurückgegriffen.³⁵⁸ Die Zufallszahlen für Risikopositionen die von einer anderen Risikoposition abhängig sind, werden analog zu den unabhängigen Risikopositionen in eigenen Tabellenblättern

³⁵⁶ Vgl. Anhang 29, S. 103.

³⁵⁷ Vgl. Anhang 30, S. 103.

³⁵⁸ Vgl. Anhang 31, S. 104.

eingetragen, wobei wiederum für jede Planperiode der Detailplanungsphase eine eigene Spalte erstellt wird und die Anzahl der Zeilen der Anzahl der durchzuführenden Simulationen entspricht.

Der Simulation der Risikopositionen als Schwankungsbreite um einen Planwert folgend werden die ereignisorientierten Risiken simuliert. Für diese Risiken werden im Unterschied zur zuvor dargestellten Vorgehensweise nicht ein, sondern zwei Tabellenblätter, jeweils für die Auswirkungen auf die Gewinn- und Verlustrechnung beziehungsweise auf die Bilanz erstellt. Aufgrund der Möglichkeit der abweichenden Wahrscheinlichkeiten respektive Höhe der Auswirkung auf GuV und Bilanz ist die Erstellung von zwei Tabellenblättern notwendig. Zur Simulation der ereignisorientierten Risiken wird sich wieder der von MS-Excel angebotenen Zufallszahlengenerierung bedient.³⁵⁹ Basierend auf den Eingaben der Tabellenblätter „Input“ und „Ereignisorientierte Risiken“ respektive auf der integrierten Planungsrechnung werden diese Eingabefelder vom Tool automatisiert eingetragen. Hier gilt ebenfalls wieder, dass die Anzahl der Zeilen in den jeweiligen Tabellenblättern der Anzahl der Simulationen und die Anzahl der Spalten der Anzahl der Planperioden der Detailplanungsphase entsprechen.

Nach der Simulation der Ereignisorientierten Risiken ist die Generierung sämtlicher für die Monte-Carlo-Simulation benötigten Zufallszahlen abgeschlossen und es wird mit dem dritten Schritt der allgemeinen Vorgehensweise, der Berechnung eines Szenarios,³⁶⁰ fortgefahren. Zur Durchführung dieses Arbeitsschrittes werden zunächst die Zufallszahlen für Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert aus den jeweiligen Tabellenblättern kopiert und für die entsprechende Risikoposition in der Gewinn- und Verlustrechnung eingetragen. In weiterer Folge werden die ereignisorientierten Risiken aus den Tabellenblättern für die GuV kopiert und die möglichen Risiken zu den Zufallszahlen der Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert addiert respektive subtrahiert, je nach Wirkung des Ereignisses auf die Risikoposition. Unterliegt eine Position der Plan-GuV keiner Schwankung, aber hingegen einem ereignisorientierten Risiko, wird bei Eintreten des Ereignisses die Höhe auf den erwartungsgetreuen Planwert bei positiver Wirkung des Ereignisses hinzugerechnet beziehungsweise bei negativer abgezogen. Analog werden die generierten Zufallszahlen mit Wirkung auf die Bilanz zu den korrespondierenden Bilanzpositionen addiert und subtrahiert. Bei der Addition respektive Subtraktion der ereignisorientierten Risiken wird darauf hingewiesen, dass nach der Ableitung des Szenarios des entsprechenden Simulationsdurchlaufes, die ursprüngliche Datengrundlage wiederhergestellt werden muss, da sich sonst eine kumulative Wirkung der einzelnen Simulationen ergeben würde. Das heißt im Konkreten, dass dafür gesorgt wird, dass wenn beispielsweise in zwei aufeinanderfolgenden Simulationen bei denen in derselben Periode je ein Ereignis eintritt, das

³⁵⁹ Vgl. Anhang 32, S. 104.

³⁶⁰ Vgl. Kapitel 2.3.2 Statistisch-mathematische Verfahren, S. 44.

Ereignis beim zweiten Simulationsdurchlauf auf dieselbe Datengrundlage wirkt wie beim ersten Simulationsdurchlauf.

Die Ableitung der Szenarien mit den jeweiligen Kennzahlen wird entsprechend gespeichert und in weiterer Folge zur Auswertung der Simulationen herangezogen. Die zuvor dargestellten Arbeitsschritte werden gemäß der Anzahl an durchzuführenden Simulationen wiederholt. Dies stellt zugleich den vierten Punkt der allgemeinen Vorgehensweise zur Durchführung einer Monte-Carlo-Simulation dar.³⁶¹ Wie bereits erwähnt, werden die Kennzahlen beziehungsweise der sich ergebende Unternehmenswert des jeweiligen Szenarios gespeichert, dass diese in weiterer Folge zur Auswertung herangezogen werden können. Dies entspricht somit dem fünften und letzten Punkt der allgemeinen Vorgehensweise der Monte-Carlo-Simulation.³⁶² Betreffend die Auswertungen können die verschiedenen Risikopositionen der Plan-GuV beziehungsweise die Positionen der der Cashflow-Rechnung für die jeweiligen Perioden der Detailplanungsphase ausgewählt werden.³⁶³ Zusätzlich kann auch eine Auswertung für den Unternehmenswert erstellt werden.³⁶⁴ Bei der Auswertung wird auf die statistischen Kennzahlen gemäß Kapitel 2.2 Statistisch-mathematische Grundlagen sowie auf eine grafische Darstellung zurückgegriffen.³⁶⁵

3.2 Technische Umsetzung

Nach der Klärung und Darstellung des Aufbaus und der Funktionsweise des Tools wird in weiterer Folge auf die technische Umsetzung des Tools eingegangen. Prinzipiell werden, wie anhand der Funktionsweise ersichtlich, die meisten Funktionen vom Tool automatisiert aufgerufen beziehungsweise durchgeführt. Um diesen hohen Automatisierungsgrad, welcher nicht zuletzt zur Fehlerprävention gewählt wurde, gewährleisten zu können, werden die Funktionen und Arbeitsvorgänge hauptsächlich per selbsterstelltem Makro-Code in Visual Basic for Applications („VBA“) ausgeführt und aufgerufen. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass in Bezug auf die erforderlichen Makro-Programmierungen, ausschließlich die jeweilige Funktion respektive der jeweilige Arbeitsschritt erläutert wird, nicht jedoch jeder einzelne Programmierbegriff, da dies zu tief in das Themengebiet der Programmierung greifen würde und nicht von Relevanz für die Darstellung der technischen Umsetzung des Tools ist.

³⁶¹ Vgl. Kapitel 2.3.2 Statistisch-mathematische Verfahren, S. 44.

³⁶² Vgl. Kapitel 2.3.2 Statistisch-mathematische Verfahren, S. 44.

³⁶³ Vgl. Anhang 13, S. 97.

³⁶⁴ Vgl. Anhang 14, S. 98. Die entsprechenden Funktionen wurden bereits auf Seite 58 erläutert.

³⁶⁵ Zur tatsächlichen Darstellung der Auswertungen wird auf Kapitel 4. Fallbeispiel verwiesen, wo die Auswertungen anhand eines Fallbeispiels anschaulich dargestellt werden.

3.2.1 Gewährleistung der erforderlichen Eigenschaften des Tools

Eine der zentralen erforderlichen Eigenschaften des Tools ist die Flexibilität und die Gewährleistung der einfachen Integration in bereits bestehende Unternehmensbewertungsmodelle. Zu diesem Zweck wird, beziehungsweise auf die technische Umsetzung darauf geachtet, dass keine direkten Verknüpfungen zu den Tabellenblättern der integrierten Planungsrechnung respektive der Unternehmensbewertung gemacht werden. Wie bereits dargestellt, erfolgt die Angabe der Tabellenblätter der Planungsrechnung mittels Dropdown-Menü, basierend auf den Tabellenblättern die sich zwischen den Tabellenblättern „Planungsrechnung=>“ und „<=Planungsrechnung“ befinden.³⁶⁶ Damit diese zentrale Eigenschaft des Tools sichergestellt ist, wird auf die von MS-Excel angebotene Funktion zur Datenüberprüfung,³⁶⁷ auf eine Verkettung der Excel-Formeln „BEREICH.VERSCHIEBEN“ und „INDIREKT“ sowie auf eine eigens programmierte Funktion zum Auslesen des Blattnamens³⁶⁸ zurückgegriffen.

Die mittels VBA programmierte Formel liest den Namen eines Tabellenblattes anhand einer Zahl aus, wobei auf das aktuelle Tabellenblatt als Ausgangswert referenziert wird. Das bedeutet, wenn im Tabellenblatt „Input“ die Formel mit der Zahl „0“ eingegeben wird, der Blattname „Input“ zurückgegeben wird, die Zahl „1“ in der Formel würde den Wert „Risiken mit Schwankungsbreiten“ zurückgeben. Die Formel wird im vierten Tabellenblatt „Planungsrechnung=>“ eingetragen und mit Hilfe der Excel-Formeln „WENN“, „ZELLE“, „ODER“, „ANZAHLLEEREZELLEN“, „MIN“, „MAX“, „INDIREKT“, „ADRESSE“, „ZEILE“ und „SPALTE“ wird ein variabler Bereich generiert, der sämtliche Namen der Tabellenblätter zwischen den beiden Blättern „Planungsrechnung=>“ und „<=Planungsrechnung“ zurückgibt.³⁶⁹ Mit Hilfe der bereits angesprochenen Formeln „BEREICH.VERSCHIEBEN“ und „INDIREKT“, welche in der Datenüberprüfung eingegeben werden, kann der variable Bereich der Tabellenblätter ausgelesen werden und das Dropdown-Menü wird stets flexibel angepasst.³⁷⁰

Basierend auf der Auswahl der Namen der Tabellenblätter für die Gewinn- und Verlustrechnung, Bilanz, Cashflow-Rechnung und Bewertung werden diese Namen im Makro-Code als Variablen definiert. Die Eingabewerte der Zeilen und Spalten, wobei die Eingabe von

³⁶⁶ Vgl. Kapitel 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 55; Anhang 2, S.94.

³⁶⁷ Vgl. Anhang 33, S. 105.

³⁶⁸ Vgl. Anhang 34, S. 105.

³⁶⁹ Vgl. Anhang 35, S. 106.

³⁷⁰ Vgl. Anhang 2, S. 94.

ungültigen Werten über die Datenüberprüfung verhindert wird,³⁷¹ werden ebenfalls als Variablen im VBA-Code definiert.³⁷²

Die nächste erforderliche Eigenschaft ist die Hinterlegung von Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die Risiken.³⁷³ Wie in Kapitel 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools bereits dargestellt, erfolgt die Hinterlegung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen für die Risiken ebenfalls mittels Dropdown-Menü,³⁷⁴ welches wiederum auf der Funktion Datenüberprüfung³⁷⁵ basiert. Für die angegebenen Risikopositionen, welche im Makro-Code als Variablen definiert werden, werden in weiterer Folge die Verteilungen und gegebenenfalls die Abhängigkeiten ausgelesen. Basierend auf den Parametern, Risikoposition, Verteilung (inklusive Mittelwert und Schwankungsbreite beziehungsweise Minimalwert, wahrscheinlichstem Wert und Maximalwert) sowie Abhängigkeit wird mittels VBA die entsprechende Generierung der Zufallszahlen gestartet.³⁷⁶ Zur Generierung der Zufallszahlen die einer Dreiecksverteilung unterliegen, wird eine eigens dafür erstellte Funktion verwendet,³⁷⁷ da MS-Excel keine derartige Funktion zur Verfügung stellt.³⁷⁸

Nachdem die Generierung der Zufallszahlen für Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert abgeschlossen ist, werden Zufallszahlen für die ereignisorientierten Risiken erzeugt. Analog zu den Ausführungen der Risiken als Schwankungsbreiten werden die Inputparameter im VBA-Code als Variablen definiert. Die Variablen umfassen neben dem Ereignis weiters den Bereich der Eingabe der Höhe und Wahrscheinlichkeit des Eintretens des Ereignisses. Der Bereich der Eingabe wird automatisiert an die Anzahl der möglichen Ausprägungen angepasst und für jede Periode neu definiert, da sich die Inputparameter in den Perioden verschieben können. Betreffend die unterschiedlichen zu unterstellenden Verteilungen ist im Hinblick auf die technische Umsetzung keine Unterscheidung zu treffen, da eine Binomialverteilung für das Programm lediglich eine Art „Unterform“ der digitalen Verteilung darstellt, welche sich ausschließlich durch die Besonderheit kennzeichnet, dass nur zwei mögliche Ausprägungen existieren. Des Weiteren wird bei der Ausführung des Arbeitsschrittes darauf geachtet, dass zwei Tabellenblätter mit Zufallszahlen je Ereignis erstellt werden.³⁷⁹ Dies ist aufgrund der möglichen

³⁷¹ Vgl. Anhang 36, S. 106.

³⁷² Vgl. Anhang 37, S. 107. Bei einem VBA-Code werden üblicherweise mehrere sogenannte Module in einer Arbeitsmappe beziehungsweise einem „Projekt“ angelegt, wobei dies ausschließlich aus Gründen der Übersichtlichkeit erfolgt. Die Definition der Variablen muss in jedem Modul erneut vorgenommen werden. Die im Anhang dargestellte Variablendefinition ist jene des Moduls „a_Simulation_starten“. Eine erneute Darstellung der Definition in den anderen Modulen wird nicht vorgenommen.

³⁷³ Vgl. Kapitel 3.1.1 Erforderliche Eigenschaften des Tools, S. 52 f.

³⁷⁴ Vgl. Kapitel 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 57; Anhang 8, S. 96.

³⁷⁵ Vgl. Anhang 38, S. 107.

³⁷⁶ Vgl. Anhang 39, S. 108; Anhang 40, S. 109; Anhang 41, S. 110; Anhang 42, S. 111.

³⁷⁷ Vgl. Kapitel 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 64.

³⁷⁸ Vgl. Anhang 43, S. 112.

³⁷⁹ Vgl. Anhang 44, S. 113.

unterschiedlichen Wirkungen auf die Bilanz respektive Gewinn- und Verlustrechnung unumgänglich.³⁸⁰

Anhand dieser Ausführungen sind der zweite, dritte und vierte Punkt der erforderlichen Eigenschaften des Tools technisch umgesetzt.³⁸¹ Da bei der Erzeugung der Zufallszahlen bereits hinsichtlich der Verteilungen und Abhängigkeiten unterschieden wird und durch die Ermittlung des Verhältnisses der Variablen zueinander auch nicht additive Verknüpfungen berücksichtigt werden, zumal das Verhältnis lediglich zur Ermittlung eines adaptierten Ausgangspunkts dient. Der Kontext zur Unternehmensplanung ergibt sich aus technischer Sicht dadurch, dass die Werte der integrierten Planungsrechnung als Ausgangspunkt für die Generierung der Zufallszahlen herangezogen werden. Schlusspunkt des Hauptprozesses der Simulation stellt die Ableitung der einzelnen Szenarien dar, dabei werden die einzelnen Szenarien mit den korrespondierenden Kennzahlen gespeichert und in einzelne Tabellenblätter eingetragen,³⁸² diese stellen in weiterer Folge die Datenbasis für den fünften Punkt dar.

Der fünfte und zugleich letzte Punkt der erforderlichen Eigenschaften des Tools setzt sich mit der Auswertung der Simulation auseinander. Mit Bezug auf die technische Umsetzung werden mittels VBA-Code für die vom Anwender ausgewählten Kennzahlen der jeweiligen Periode eigene Auswertungstabellenblätter erstellt. Bei der Erstellung dieser Tabellenblätter werden wie bereits erwähnt neben einer grafischen Darstellung durch die Makro-Anwendung automatisiert die wesentlichen Lage- und Streuungsparameter sowie weitere statistische Maßzahlen ermittelt.³⁸³

3.2.2 Technische Umsetzung der weiteren Funktionen des Tools

Neben der Umsetzung der erforderlichen Eigenschaften von Risiko-Aggregations-Verfahren im Tool sind die weiteren Funktionen vor allem im Hinblick auf die Bedienung und die Gewährleistung der Fehlerreduktion ebenfalls entsprechend technisch umzusetzen. Zunächst überprüft der VBA-Code ob die erforderliche Datengrundlage im Sinne der Angabe der Namen der Tabellenblätter der integrierten Planungsrechnung und der erforderlichen Zeilen und Spalten vorhanden ist.³⁸⁴ Diese Überprüfung und der gegebenenfalls erforderliche Aufruf eines Eingabefeldes werden zu Beginn der Ausführung des Codes zum Start der Simulation³⁸⁵

³⁸⁰ Vgl. Kapitel 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 65.

³⁸¹ Vgl. Kapitel 3.1.1 Erforderliche Eigenschaften des Tools, S. 53.

³⁸² Vgl. Anhang 69, S. 167.

³⁸³ Vgl. Anhang 68, S. 163.

³⁸⁴ Vgl. Kapitel 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 62 f; Anhang 23, S. 100; Anhang 24, S. 101.

³⁸⁵ Vgl. Kapitel 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 62; Anhang 22, S. 100.100

automatisch aufgerufen.³⁸⁶ Weiters wird in gleicher Arbeitsweise überprüft, ob die erforderliche Anzahl an Simulationen eingegeben wurde.³⁸⁷

Bei der erstmaligen Anwendung des Tools sind die entsprechenden Eingabebereiche betreffend die Inputparameter der Risiken leer, da diese flexibel auf Basis der integrierten Planungsrechnung respektive der bereits getätigten Eingaben erstellt werden.³⁸⁸ Bei der Aktualisierung des Tabellenblattes „Input“ wird zunächst die Eingabemaske betreffend die Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert erstellt. Bei diesem Arbeitsschritt wird zunächst ein gegebenenfalls bereits bestehender Eingabebereich für die Risiken mit Schwankungsbreiten, dieser könnte aufgrund einer bereits durchgeführten Simulation bestehen, oder weil die Risikoposition aktualisiert werden müssen, da beispielsweise eine Position in der GuV hinzugekommen respektive weggefallen ist, gelöscht.³⁸⁹ Dieser Vorgang ist deshalb notwendig, damit sichergestellt wird, dass sich die Berechnungen stets auf die aktuellste Datengrundlage beziehen. In weiterer Folge werden die Risikopositionen der Gewinn- und Verlustrechnung ausgelesen und eine neue Eingabemaske, die in den Zeilen die aktuellen Positionen der GuV wiedergibt, mit den Spalten „Planungsparameter – GuV“, „Verteilung“ und „Abhängig von“ erstellt. Für die Spalten „Verteilung“ wird, wie bereits dargestellt, automatisch eine Datenüberprüfung³⁹⁰ durch den VBA-Code erstellt.³⁹¹ Analog zu dieser Vorgehensweise wird ein Dropdown-Menü zur Auswahl der Abhängigkeiten der Risikopositionen erstellt.³⁹² Am Ende dieses Arbeitsschrittes werden noch Formatierungen gemäß dem Corporate Design des Kooperationspartners vorgenommen.³⁹³

Dieser Logik folgend, wird der Eingabebereich der ereignisorientierten Risiken erzeugt, wobei eine allfällig bereits bestehende Eingabemaske bereits bei der Löschung des Eingabebereichs der Risiken mit Schwankungsbreiten gelöscht wurde. Bei der Durchführung dieses Arbeitsschrittes wird für den erstellten Bereich zunächst nur eine Zeile als Eingabefeld generiert, da die Anzahl der Ereignisse vom Anwender beliebig gewählt werden kann. Bei der Erstellung dieser Maske werden die Spalten „Anzahl der Ausprägungen des Ereignisses“ und „Auswirkung auf“ automatisch generiert, wobei die Spalte „Auswirkung auf“ zusätzlich noch hinsichtlich Bilanz- und GuV-Position unterscheidet. Die Formatierungen werden für diese Eingabemaske ebenfalls automatisiert vorgenommen.³⁹⁴ Zur Fehlerprävention werden die Positionen, die von dem Ereignis betroffen sind, mittels Datenüberprüfung als Dropdown-Menü

³⁸⁶ Vgl. Anhang 45, S. 114.

³⁸⁷ Vgl. Anhang 46, S. 115.

³⁸⁸ Vgl. Kapitel 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 55 ff.

³⁸⁹ Vgl. Anhang 47, S. 115.

³⁹⁰ Vgl. Kapitel 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 68; 107, S. 100.

³⁹¹ Vgl. Anhang 48, S. 115.

³⁹² Vgl. Anhang 49, S. 115.

³⁹³ Vgl. Anhang 50, S. 116.

³⁹⁴ Vgl. Anhang 51, S. 117.

vordefiniert. Hierbei ist es zunächst noch notwendig, dass der VBA-Code die Positionen der Bilanz ausliest und als eigenen Bereich definiert. Für diesen Vorgang werden die Positionen der Bilanz in das Tabellenblatt „<=Planungsrechnung“ kopiert und dort als Bereich definiert. Auf diesen Bereich wird dann bei der Datenüberprüfung referenziert.³⁹⁵ Für die Positionen der GuV wird derselben Logik gefolgt, wobei die Definition der Variablen bereits bei der Erstellung des Eingabebereichs der Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert erfolgt ist und sich auf diese Variablen als Bereich für die Datenüberprüfung bezogen wird.³⁹⁶

Eine Besonderheit des Eingabebereichs der ereignisorientierten Risiken ist die flexible Anpassung an die Eingaben des Benutzers. Dies wird dadurch sichergestellt, dass bei jeder Änderung der Eingabemaske das automatische Ausführen eines Codes erzwungen wird. Das bedeutet, dass der entsprechende VBA-Code ausgeführt wird, ohne ein Makro aktiv zu starten. Für den Anwender wird dies dadurch ersichtlich, dass bei Eingabe eines Ereignisses automatisch eine zweite Zeile für ein weiteres Risiko erstellt wird. Diese Zeile entspricht exakt der ersten Zeile bei Erstellung des Eingabebereichs und weist dementsprechend die gleichen Funktionen auf. Des Weiteren erstellt der Code die zuvor erwähnte Hilfestellung³⁹⁷ zur Eingabe der ereignisorientierten Risiken.³⁹⁸ Die automatische Anpassung respektive Erweiterung der Zeilen der Eingabemaske der ereignisorientierten Risiken wird solange ausgeführt, bis kein weiteres Ereignis mehr eingegeben wird. Daraus ergibt sich, dass dieser Eingabebereich lediglich durch die Anzahl der Zeilen in Microsoft Excel (1.048.576) begrenzt ist. Diese Möglichkeit dient zur Sicherstellung der hohen Flexibilität des Tools.

Nach der Aktualisierung der Parameter im Tabellenblatt „Input“ sind die Tabellenblätter „Risiken mit Schwankungsbreiten“ und „Ereignisorientierte Risiken“ zu aktualisieren. Im Tabellenblatt „Risiken mit Schwankungsbreiten“ werden wiederum zwei Eingabebereiche erstellt, jeweils einer für die Normalverteilung und einer für die Dreiecksverteilung. Zuvor stellt der Code, analog zur Vorgehensweise der Aktualisierung im Tabellenblatt „Input“ sicher, dass keine Eingabemasken vorhanden sind, sodass stets auf die neueste Datengrundlage Bezug genommen wird. In weiterer Folge wird zuerst der Bereich für die Eingabe der Inputparameter für Risiken mit Normalverteilungen erstellt.³⁹⁹ Hierzu werden aus dem Tabellenblatt „Input“ jene Risikopositionen ausgewählt und in das Blatt „Risiken mit Schwankungsbreiten“ übertragen, für welche die Verteilungsart Normalverteilung ausgewählt worden ist. Weiters werden die Planperioden der Detailplanungsphase in die Eingabemaske übertragen und die Formatierung

³⁹⁵ Vgl. Anhang 52, S. 118.

³⁹⁶ Vgl. Anhang 53, S. 118.

³⁹⁷ Vgl. Kapitel 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 58; Anhang 11, S. 97.

³⁹⁸ Vgl. Anhang 54, S. 119.

³⁹⁹ Vgl. Kapitel 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 59; Anhang 16, S. 98.

angepasst.⁴⁰⁰ Als Analogie zu diesem Arbeitsvorgang wird ein zweiter Eingabebereich für die Risiken bei denen eine Dreiecksverteilung hinterlegt wurde erstellt. Der einzige Unterschied ist, die bereits erläuterte Erstellung von zwei Spalten für die Eingabe von Minimal- und Maximalwert⁴⁰¹ der Verteilung.⁴⁰²

Bezugnehmend auf die Aktualisierung des Tabellenblattes „Ereignisorientierte Risiken“ werden aus dem bereits genannten Grund zunächst allfällig bestehende Eingabebereiche gelöscht. Weiters werden zwei Eingabebereiche für die ereignisorientierten Risiken getrennt nach GuV und Bilanz erstellt. In der ersten Eingabemaske werden einzelne Zeilen für die entsprechenden Ereignisse, basierend auf der Anzahl der möglichen Ausprägungen mit Wirkung auf die Gewinn- und Verlustrechnung, erstellt. In der ersten Spalte ist die Auswahl der Wirkung des Ereignisses („pos./neg.“) zu treffen, weiters werden aus Gründen der Übersichtlichkeit die betroffenen Positionen eingetragen. Abschließend erstellt der VBA-Code je Periode zwei Spalten, damit die Eingabe der Höhe des Ereignisses und der Wahrscheinlichkeit⁴⁰³ vorgenommen werden kann.⁴⁰⁴ Für die zweite Eingabemaske, welche Auswirkungen auf die Positionen der Bilanz haben, werden dieselben Arbeitsschritte durchgeführt, mit dem Unterschied, dass anstatt der entsprechenden GuV-Positionen die Positionen der Bilanz⁴⁰⁵ eingetragen werden.⁴⁰⁶ Betreffend die technische Umsetzung ist weiters zu gewährleisten, dass in einem Simulationsdurchlauf in dem in einer der Planperioden eine Insolvenz eintritt, dieser Simulationslauf für die darauf folgenden Perioden keine Werte für die Ableitung der Szenarien respektive der dazugehörigen Kennzahlen übernimmt.⁴⁰⁷ Die Simulation der weiteren Perioden wird in diesem Durchlauf somit faktisch abgebrochen,⁴⁰⁸ obwohl ursprünglich Zufallszahlen für diesen Simulationsdurchlauf generiert wurden.

Zur Nachvollziehbarkeit der VBA-Programmierungen wird in den Anhängen 60-69 der gesamte Makro-Code, getrennt nach den einzelnen Modulen ausgewiesen, da in den beschriebenen Arbeitsvorgängen teilweise nur die relevanten Stellen als Referenz im Anhang verwendet wurden. Die Funktion des VBA-Codes wäre somit ausschließlich aufgrund dieser Ausschnitte nicht gegeben, da beispielsweise Zählerschleifen und Definitionen von Hilfsvariablen nicht dargestellt wurden.

⁴⁰⁰ Vgl. Anhang 55, S. 120.

⁴⁰¹ Vgl. Kapitel 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 60; Anhang 17, S. 99.

⁴⁰² Vgl. Anhang 56, S. 121.

⁴⁰³ Vgl. Kapitel 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 61; Anhang 20, S. 100.

⁴⁰⁴ Vgl. Anhang 57, S. 123.

⁴⁰⁵ Vgl. Kapitel 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 61; Anhang 21, S. 100.

⁴⁰⁶ Vgl. Anhang 58, S. 124.

⁴⁰⁷ Vgl. Anhang 59, S. 124.

⁴⁰⁸ Vgl. Kapitel 2.4 Implikationen für die Unternehmensbewertung, S. 48.

4. Fallbeispiel

Nachfolgend soll die Integrierbarkeit in bestehende Unternehmensbewertungsmodelle, die Flexibilität sowie die Funktionsweise des Tools anhand eines Beispiels dargestellt werden. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass Kenntnisse betreffend DCF-Verfahren als Unternehmensbewertungsmodelle vorausgesetzt werden und im Folgenden nicht näher auf die theoretischen Grundlagen bezüglich Unternehmensbewertungen eingegangen wird. Hierzu wird auf die entsprechende fach einschlägige Literatur verwiesen.⁴⁰⁹

4.1 Darstellung einer bereits durchgeführten Unternehmensbewertung ohne Anwendung des Tools

Zunächst erfolgt im Weiteren die Darstellung einer bereits durchgeführten, beispielhaften Unternehmensbewertung. Dieses Unternehmensbewertungsmodell beinhaltet, wie beim Kooperationspartner üblich, je ein Tabellenblatt für die Bereiche der integrierten Planungsrechnung, sowie ein separates Tabellenblatt für die Inputparameter der Bewertung und ein eigenes Tabellenblatt für die Bewertung selbst. Nachfolgend sind die jeweiligen Tabellenblätter mit ihren Inhalten dargestellt.

Tabellenblatt	Inhalt
1) Parameter für Bewertung	Allgemeine Inputparameter für die die Bewertung
2) Bilanz	Bilanz zum Bewertungsstichtag und Planbilanzen
3) GuV	Plan-Gewinn- und Verlustrechnungen
4) Cashflow	Plan-Cashflow-Rechnungen
5) Bewertung	Unternehmensbewertung anhand der DCF-Verfahren

Tabelle 5: Tabellenblätter in der bereits durchgeführten Unternehmensbewertung und deren Inhalt, Quelle: eigene Darstellung.

Das Tabellenblatt „Parameter für Bewertung“ ist hierbei nicht mit dem Tabellenblatt „Input“ des Tools⁴¹⁰ zu verwechseln. In diesem Tabellenblatt werden die allgemeinen Parameter der Bewertung, wie beispielsweise risikoloser Zinssatz und Unternehmenssteuersatz, eingegeben. Der folgenden Darstellung können die, für die Unternehmensbewertung relevanten Eingaben des Tabellenblattes entnommen werden.

⁴⁰⁹ Vgl. MANDL/RABEL (1997), S. 1 ff; BAETGE u.a. (2012), S. 353 ff; MANDL/RABEL (2015), S. 51 ff.

⁴¹⁰ Vgl. 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 55 ff.

Input	
Risikoloser Zinssatz	2,0%
MRP	6,0%
β_u	1
Eigenkapitalkosten _u	8,0%
Fremdkapitalkosten	4,0%
Steuersatz	25,0%
Wachstum	2,0%
Insolvenzwahrscheinlichkeit	0,5%

Parameter für Bewertung	Bilanz	GuV	Cashflow	Bewertung	...	+	:	◀	
-------------------------	--------	-----	----------	-----------	-----	---	---	---	--

Abbildung 5: Eingaben des Tabellenblattes Parameter für Bewertung,
Quelle: eigene Darstellung.

Wie anhand der Eingabeparameter ersichtlich, werden Angaben für die Marktrisikoprämie („MRP“) und für den Betafaktor des unverschuldeten Unternehmens („ β_u “) gemacht, dies ist deshalb der Fall, da im vorliegenden Beispiel der Diskontierungszinssatz für die Unternehmensbewertung anhand des Capital Asset Pricing Models („CAPM“) ermittelt wird. An dieser Stelle sei erwähnt, dass für das Beispiel kein besonderes Unternehmen als Grundlage herangezogen wurde und sowohl der Betafaktor als auch die Marktrisikoprämie frei gewählt wurden. Da in diesem Fallbeispiel die Anwendung des Tools im Vordergrund stehen soll, wird im Weiteren nicht näher auf das zu bewertende Unternehmen respektive die Unternehmensumwelt eingegangen. Die allgemeinen Annahmen zu den bewertungsrelevanten Punkten müssen jedoch kurz definiert werden:

- die Bewertung des Bewertungsobjektes soll zum 31.12. der Periode „20X0“ erfolgen
- es wird kein abweichendes Wirtschaftsjahr unterstellt
- es wird das „Zwei-Phasen-Modell“ mit Detailplanungszeitraum und ewiger Rente herangezogen
- als Detailplanungszeitraum werden vier Perioden („20X1“ bis 20X4“) unterstellt
- das angegebene Wachstum von 2 % bezieht sich auf die letzte Periode des Detailplanungszeitraums
- die Insolvenzwahrscheinlichkeit wird in der ewigen Rente entsprechend berücksichtigt
- ausschließlich die Verbindlichkeiten gegenüber Kreditinstituten werden als verzinsliches Fremdkapital angesehen
- vereinfachend wird eine Vollthesaurierung der Jahresüberschüsse unterstellt

Aus Gründen der Übersichtlichkeit und der Reduktion der Komplexität werden die Schlussbilanz der Periode „20X0“ und die Planbilanzen sowie die Plan-GuV und Plan-Cashflow-Rechnungen eher einfach und ohne hohen Detaillierungsgrad dargestellt. Ein höherer Detaillierungsgrad der integrierten Planung ist natürlich denkbar und in der Bewertungspraxis auch anzuwenden, für dieses Fallbeispiel hätte eine größere Detaillierung, aufgrund des komplexen Themas, jedoch ausschließlich eine nachteilige Wirkung, weshalb davon Abstand genommen wurde. Nachstehend sind die Schlussbilanz der Periode „20X0“, die Planbilanzen, die Plan-Gewinn- und Verlustrechnungen sowie die Plan-Cashflow-Rechnungen dargestellt. Die Werte dieser integrierten Unternehmensplanung stellen jeweils den erwartungsgetreuen Planwert dar.⁴¹¹

AKTIVA						
<i>in TEUR</i>	20X0	20X1	20X2	20X3	20X4	20X5ff
Immaterielles Anlagevermögen	85,0	86,7	86,7	91,0	91,0	92,9
+ Sachanlagevermögen	420,0	357,0	374,9	468,6	585,7	525,7
= Anlagevermögen	505,0	443,7	461,6	559,6	676,7	618,6
Vorräte	100,0	110,0	132,0	125,4	137,9	140,7
+ Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	120,0	126,0	132,3	129,7	140,0	142,8
+ Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände	85,0	91,8	94,6	87,9	97,6	99,6
+ Liquide Mittel	80,0	439,3	740,1	991,0	1.120,4	1.434,7
= Umlaufvermögen	385,0	767,1	1.098,9	1.334,0	1.495,9	1.817,8
= SUMME AKTIVA	890,0	1.210,8	1.560,5	1.893,6	2.172,7	2.436,4

PASSIVA						
<i>in TEUR</i>	20X0	20X1	20X2	20X3	20X4	20X5ff
Nennkapital	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
+ Bilanzgewinn	200,0	481,9	791,0	1.081,4	1.323,4	1.570,8
= Eigenkapital	235,0	516,9	826,0	1.116,4	1.358,4	1.605,8
Rückstellung für Abfertigungen	160,0	168,0	171,4	166,2	167,9	171,2
+ Sonstige Rückstellungen	40,0	41,2	42,0	40,8	42,8	43,7
= Rückstellungen	200,0	209,2	213,4	207,0	210,7	214,9
Verbindlichkeiten geg. Kreditinstituten	280,0	294,0	296,9	305,8	293,6	299,5
+ Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	145,0	159,5	191,4	229,7	275,6	281,1
+ Sonstige Verbindlichkeiten	30,0	31,2	32,8	34,7	34,4	35,1
= Verbindlichkeiten	455,0	484,7	521,1	570,3	603,6	615,7
= SUMME PASSIVA	890,0	1.210,8	1.560,5	1.893,6	2.172,7	2.436,4

Abbildung 6: Schlussbilanz der Periode „20X0“ und Planbilanzen der Perioden „20X1“ bis „20X5ff“,
Quelle: eigene Darstellung.

⁴¹¹ Vgl. Kapitel 2.1.1 Begriffsdefinition: Unsicherheit, Risiko und Ungewissheit, S. 8 ff.

in TEUR	20X1	20X2	20X3	20X4	20X5ff
Umsatzerlöse	1.000,0	1.100,0	1.155,0	1.131,9	1.154,5
- Materialaufwand	-250,0	-262,5	-267,8	-254,4	-259,4
- Personalaufwand	-200,0	-240,0	-288,0	-299,5	-305,5
- sonstige betriebliche Aufwände	-100,0	-120,0	-144,0	-172,8	-176,3
= EBITDA	450,0	477,5	455,3	405,2	413,3
- Abschreibung	-63,0	-53,6	-56,2	-70,3	-71,7
= EBIT	387,0	424,0	399,0	334,9	341,6
- Finanzergebnis	-11,2	-11,8	-11,9	-12,2	-11,7
= EBT/Ergebnis vor Steuern	375,8	412,2	387,1	322,7	329,9
- Steuern	-94,0	-103,0	-96,8	-80,7	-82,5
= EAT/Ergebnis nach Steuern/Jahresüberschuss	281,9	309,1	290,4	242,0	247,4
+ Gewinnvortrag	200,0	481,9	791,0	1.081,4	1.323,4
= Bilanzgewinn	481,9	791,0	1.081,4	1.323,4	1.570,8

Abbildung 7: Plan-Gewinn- und Verlustrechnungen der Perioden „20X1“ bis „20X5ff“,
Quelle: eigene Darstellung.

in TEUR	20X1	20X2	20X3	20X4	20X5ff
EBIT	387,0	424,0	399,0	334,9	341,6
- adjusted taxes	-96,8	-106,0	-99,8	-83,7	-85,4
= NOPLAT	290,3	318,0	299,3	251,2	256,2
+ Abschreibung	63,0	53,6	56,2	70,3	71,7
+/- Erhöhung/Verminderung lfr. RSt.	8,0	3,4	-5,1	1,7	3,4
= Cashflow aus dem Ergebnis	361,3	374,9	350,4	323,1	331,3
+/- Verminderung/Erhöhung Vorräte	-10,0	-22,0	6,6	-12,5	-2,8
+/- Verminderung/Erhöhung Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	-6,0	-6,3	2,6	-10,4	-2,8
+/- Verminderung/Erhöhung Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände	-6,8	-2,8	6,6	-9,7	-2,0
+/- Erhöhung/Verminderung Sonstige Rückstellungen	1,2	0,8	-1,3	2,0	0,9
+/- Erhöhung/Verminderung Verbindlichkeiten aus Lieferungen und Leistungen	14,5	31,9	38,3	45,9	5,5
+/- Erhöhung/Verminderung Sonstige Verbindlichkeiten	1,2	1,6	2,0	-0,3	0,7
= Cashflow aus dem W.C.	-5,9	3,2	54,8	15,0	-0,5
= Operativer Cashflow	355,4	378,1	405,2	338,2	330,8
= Invest.Cashflow	-1,7	-71,4	-154,3	-187,4	-13,5
= Free Cashflow	353,7	306,7	250,9	150,8	317,3
+ Tax Shield	2,8	2,9	3,0	3,1	2,9
= Total Cashflow	356,5	309,6	253,9	153,8	320,2
- Finanzergebnis	-11,2	-11,8	-11,9	-12,2	-11,7
+/- Erhöhung/Verminderung Verbindlichkeiten geg. Kreditinstituten	14,0	2,9	8,9	-12,2	5,9
= Flows to Equity	359,3	300,8	250,9	129,4	314,4

Abbildung 8: Plan-Cashflow-Rechnungen der Perioden „20X1“ bis „20X5ff“,
Quelle: eigene Darstellung.

Basierend auf dieser integrierten Unternehmensplanung und der darin unterstellten autonomen Finanzierungspolitik wird zur Bewertung, aufgrund der damit verbundenen Vermeidung des Zirkularitätsproblems,⁴¹² das Adjusted-Present-Value-Verfahren („APV-Verfahren“; „APV-Methode“) zur Bewertung herangezogen. Nachstehend ist die Bewertung anhand des gewählten Bewertungsverfahrens sowie das Bewertungsergebnis dargestellt.

⁴¹² Vgl. ENZINGER/KOFLER, (2010), S. 191.

APV-Methode						
in TEUR	20X0	20X1	20X2	20X3	20X4	20X5ff
Free Cashflow		353,7	306,7	250,9	150,8	315,7
Eigenkapitalkosten _u		8,00%	8,00%	8,00%	8,00%	8,00%
= Barwert Free Cashflow	4.464,9	4.468,4	4.519,2	4.629,8	4.849,4	
Tax Shield		2,8	2,9	3,0	3,1	2,9
Eigenkapitalkosten _u		8%	8%	8%	8%	8%
= Barwert Tax Shield	42,7	43,3	43,8	44,4	44,9	
= Barwert Unverschuldetes Unternehmen	4.507,6	4.511,7	4.563,0	4.674,1	4.894,3	
- Verbindlichkeiten geg. Kreditinstituten	-280,0	-294,0	-296,9	-305,8	-293,6	
= Marktwert des Eigenkapitals	4.227,6	4.217,7	4.266,1	4.368,3	4.600,6	

Abbildung 9: Unternehmensbewertung anhand des APV-Verfahrens,
Quelle: eigene Darstellung.

In diesem Zusammenhang wird erneut darauf hingewiesen, dass sowohl im Cashflow der Perioden „20X5ff“ sowie in der Ermittlung der daraus resultierenden ewigen Rente die Insolvenzwahrscheinlichkeit von 0,5 % entsprechend berücksichtigt wird. Aufgrund dessen ist der Free Cashflow in den Perioden „20X5ff“ in der Darstellung der Plan-Cashflow-Rechnung abweichend von dem Cashflow in der hier dargestellten Bewertung. Zur Sicherstellung der korrekten Vorgehensweise bei der Ermittlung des Unternehmenswerts wird die Unternehmensbewertung erneut auf Basis der Entity-Methode durchgeführt um konsistente Bewertungsergebnisse zu gewährleisten. Zu diesem Zweck muss zunächst, wie im Folgenden dargestellt, der gewichtete Kapitalkostensatz „WACC“ für die jeweiligen Perioden abgeleitet werden. Zur Ermittlung des Betafaktors für das verschuldete Unternehmen („ β_v “) wurde die Beta-Anpassungsformel von HARRIS/PRINGLE⁴¹³ zur Anwendung gebracht.

	20X0	20X1	20X2	20X3	20X4	20X5ff
Verschuldungsgrad	6,6%	7,0%	7,0%	7,0%	6,4%	
Eigenkapitalquote		93,8%	93,5%	93,5%	93,5%	94,0%
Fremdkapitalquote		6,21%	6,52%	6,51%	6,54%	6,00%
Risikoloser Zinssatz		2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%
MRP		6,0%	6,0%	6,0%	6,0%	6,0%
Fremdkapitalkosten		4,0%	4,0%	4,0%	4,0%	4,0%
β_u		1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Debt Beta		0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Verschuldungsgrad Vorperiode		6,6%	7,0%	7,0%	7,0%	6,4%
β_v (Harris/Pringle)		1,04	1,05	1,05	1,05	1,04
Eigenkapitalkosten _v		8,26%	8,28%	8,28%	8,28%	8,26%
WACC		7,94%	7,93%	7,93%	7,93%	7,94%

Abbildung 10: Ableitung des WACC der verschiedenen Perioden der Unternehmensbewertung,
Quelle: eigene Darstellung.

⁴¹³ Vgl. ENZINGER/KOFLER (2011), S. 55.

Das sich ergebende Bewertungsergebnis der Entity-Methode deckt sich wie nachfolgend ersichtlich mit dem zuvor ermittelten Ergebnis des APV-Verfahrens.

Entity-Methode						
in TEUR	20X0	20X1	20X2	20X3	20X4	20X5ff
Free Cashflow		353,7	306,7	250,9	150,8	315,7
WACC		7,94%	7,93%	7,93%	7,93%	7,94%
= Barwert Free Cashflow	4.507,6	4.511,7	4.563,0	4.674,1	4.894,3	
- Verbindlichkeiten geg. Kreditinstituten	-280,0	-294,0	-296,9	-305,8	-293,6	
= Marktwert des Eigenkapitals	4.227,6	4.217,7	4.266,1	4.368,3	4.600,6	

Abbildung 11: Unternehmensbewertung anhand der Entity-Methode,
Quelle: eigene Darstellung.

Als Zwischenfazit ist festzuhalten, dass sich bei Unterstellung einer erwartungsgetreuen Planung basierend auf den zuvor dargestellten Prämissen und Parametern ein Marktwert des Eigenkapitals respektive Unternehmenswert in Höhe von rund EUR 4.277.600 ergibt.

4.2 Darstellung der Integration des Tools

In diesem Unterkapitel wird nun die Integration des Tools in das eben vorgestellte Unternehmensbewertungsmodell dargestellt. Zu diesem Zweck wird, gemäß den vorigen Ausführungen zum Aufbau und der Funktionsweise des Tools⁴¹⁴ und zur technischen Umsetzung,⁴¹⁵ das Bewertungsmodell zwischen die Tabellenblätter „Planungsrechnung=>“ und „<=Planungsrechnung“ kopiert, nach Aktualisierung des Tabellenblattes „Input“ zeigt sich folgendes Bild betreffend die Eingabemasken der Risiken.

Risiken mit Schwankungsbreiten		
Planungsparameter - GuV	Verteilung	Abhängig von
Umsatzerlöse	Bitte wählen	Bitte wählen
Materialaufwand	Bitte wählen	Bitte wählen
Personalaufwand	Bitte wählen	Bitte wählen
sonstige betriebliche Aufwände	Bitte wählen	Bitte wählen
Abschreibung	Bitte wählen	Bitte wählen
Finanzergebnis	Bitte wählen	Bitte wählen
Steuern	Bitte wählen	Bitte wählen
Gewinnvortrag	Bitte wählen	Bitte wählen

Ereignisorientierte Risiken	Anzahl der Ausprägungen des Ereignisses	Bilanz-Position	Auswirkung auf GuV-Position
Geben Sie hier ein Ereignis ein			

Input	Risiken mit Schwankungsbreiten	Ereignisorientierte Risiken	Planungsrechnung=>	Parameter für Bewertung	Bilanz	GuV	Cashflow	Bewertung	<=Planungsrechnung	Auswert...
-------	--------------------------------	-----------------------------	--------------------	-------------------------	--------	-----	----------	-----------	--------------------	------------

Abbildung 12: Tabellenblatt Input nach Einfügen des Bewertungsmodells in das Tool und nach Aktualisierung des Tabellenblattes,
Quelle: eigene Darstellung.

⁴¹⁴ Vgl. 3.1.2 Aufbau und Funktionsweise des Tools, S. 55.

⁴¹⁵ Vgl. 3.2.1 Gewährleistung der erforderlichen Eigenschaften des Tools, S. 67.

In weiterer Folge werden nun für die Verteilungen der Risikopositionen sowie gegebenenfalls die Abhängigkeiten der Risikopositionen zueinander definiert. An dieser Stelle wird festgehalten, dass die eingegebenen Parameter ebenfalls frei gewählt worden sind und in der Praxis auf einer entsprechenden Risikoidentifikation und -bewertung basieren sollten. Für die Darstellung des Fallbeispiels und der Funktionsweise des Tools ist es jedoch nicht weiter von Relevanz, wie die Parameter eruiert wurden. Nachstehend finden sich die allgemeinen Inputparameter betreffend die Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert.

Risiken mit Schwankungsbreiten		
Planungsparameter - GuV	Verteilung	Abhängig von
Umsatzerlöse	Normalverteilung	Bitte wählen
Materialaufwand	Dreiecksverteilung	Umsatzerlöse
Personalaufwand	Normalverteilung	Materialaufwand
sonstige betriebliche Aufwände	Dreiecksverteilung	keine Abhängigkeit
Abschreibung	keine Schwankungsbreite	keine Abhängigkeit
Finanzergebnis	Normalverteilung	Umsatzerlöse
Steuern	Bitte wählen	Bitte wählen
Gewinnvortrag	Bitte wählen	Bitte wählen

Abbildung 13: Parameter der Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert des Fallbeispiels, Quelle: eigene Darstellung.

Für die ereignisorientierten Risiken werden beispielhaft zwei Ereignisse dargestellt. Das erste Ereignis soll einen möglichen Maschinenschaden darstellen, der logischerweise der Binomialverteilung unterliegt. Ein Eintritt des Ereignisses hätte in diesem Fall Auswirkungen auf das Sachanlagevermögen sowie auf die Abschreibungen im Sinne einer außerplanmäßigen Abschreibung. Das zweite Ereignis stellt einen Forderungsausfall eines bedeutenden Kunden dar, welcher jeweils drei mögliche Ausprägungen mit unterschiedlichen Schadenshöhen und Wahrscheinlichkeiten haben kann, sowie den Fall, dass das Ereignis nicht eintritt. Dieses Ereignis unterliegt somit der digitalen Verteilung. Das Ereignis wirkt hierbei auf die Bilanzposition Forderungen aus Lieferungen und Leistungen, betreffend die GuV-Position hat dieses Ereignis eine Auswirkung auf die sonstigen betrieblichen Aufwendungen. Wie aus der folgenden Abbildung ersichtlich, wurden die entsprechenden Bilanz- und GuV-Positionen ausgewählt, welche vom jeweiligen Ereignis betroffen sind.

Ereignisorientierte Risiken	Anzahl der Ausprägungen des Ereignisses	Auswirkung auf	
		Bilanz-Position	GuV-Position
Maschinenschaden	1	Sachanlagevermögen	Abschreibung
Forderungsausfall	3	Forderungen aus Lieferungen und Leistungen	sonstige betriebliche Aufwände

Abbildung 14: Parameter der ereignisorientierten Risiken des Fallbeispiels, Quelle: eigene Darstellung.

In den Tabellenblättern „Risiken mit Schwankungsbreiten“ und „Ereignisorientierte Risiken“ werden nun die detaillierten Parameter Risikopositionen respektive der Ereignisse eingetragen. Die entsprechenden Eingabebereiche wurden aktualisiert und auf Basis der integrierten

Planungsrechnung und der allgemeinen Eingaben des Blattes „Input“ erstellt. Hier gilt wiederum, dass in der betrieblichen Praxis große Sorgfalt bei der Ableitung dieser Parameter geboten werden muss. Im vorliegenden Fall wurden die Eingaben frei gewählt, jedoch wurde bei der Eingabe darauf geachtet, dass lediglich nachvollziehbar große Schwankungen respektive realistische Werte für die Dreiecksverteilung und die ereignisorientierten Risiken angesetzt wurden. Theoretisch und vom Tool auch umsetzbar wären auch Schwankungsbreiten im hohen zweistelligen Prozentbereich oder ereignisorientierte Risiken in Höhe der Bilanzsumme, von diesen Extremwerten wurde in diesem Beispiel jedoch Abstand genommen.

Risiken mit Normalverteilung				
Planungsparameter - GuV	20X1	20X2	20X3	20X4
Umsatzerlöse	5,0%	6,5%	8,0%	10,0%
Personalaufwand	2,0%	3,5%	5,0%	7,0%
Finanzergebnis	1,0%	2,0%	2,5%	4,0%

Risiken mit Dreiecksverteilung								
Planungsparameter - GuV	20X1		20X2		20X3		20X4	
	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
Materialaufwand	-200	-400	-210	-350	-220	-480	-230	-370
sonstige betriebliche Aufwände	-180	-310	-200	-330	-205	-335	-202	-348

Abbildung 15: Detailparameter der Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert des Fallbeispiels, Quelle: eigene Darstellung.

Für die ereignisorientierten Risiken wurden vereinfachend dieselben Schadenshöhen und Wahrscheinlichkeiten je Planperiode unterstellt. Die Wirkung auf die Positionen der Gewinn- und Verlustrechnung und der Bilanz werden als identisch erachtet.

Ereignisorientierte Risiken - GuV			20X1		20X2		20X3		20X4	
pos./neg.	Auswirkung auf	Höhe	Wahrscheinlichkeit	Höhe	Wahrscheinlichkeit	Höhe	Wahrscheinlichkeit	Höhe	Wahrscheinlichkeit	
Maschinenschaden	neg. Abschreibung	100	5%	100	5%	100	5%	100	5%	
Maschinenschaden	neg. Abschreibung	0	95%	0	95%	0	95%	0	95%	
Forderungsausfall	neg. sonstige betriebliche Aufwände	90	5%	90	5%	90	5%	90	5%	
Forderungsausfall	neg. sonstige betriebliche Aufwände	60	7%	60	7%	60	7%	60	7%	
Forderungsausfall	neg. sonstige betriebliche Aufwände	30	13%	30	13%	30	13%	30	13%	
Forderungsausfall	neg. sonstige betriebliche Aufwände	0	75%	0	75%	0	75%	0	75%	

Ereignisorientierte Risiken - Bilanz			20X1		20X2		20X3		20X4	
pos./neg.	Auswirkung auf	Höhe	Wahrscheinlichkeit	Höhe	Wahrscheinlichkeit	Höhe	Wahrscheinlichkeit	Höhe	Wahrscheinlichkeit	
Maschinenschaden	neg. Sachanlagevermögen	100	5%	100	5%	100	5%	100	5%	
Maschinenschaden	neg. Sachanlagevermögen	0	95%	0	95%	0	95%	0	95%	
Forderungsausfall	neg. Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände	90	5%	90	5%	90	5%	90	5%	
Forderungsausfall	neg. Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände	60	7%	60	7%	60	7%	60	7%	
Forderungsausfall	neg. Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände	30	13%	30	13%	30	13%	30	13%	
Forderungsausfall	neg. Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände	0	75%	0	75%	0	75%	0	75%	

Abbildung 16: Detailparameter der ereignisorientierten Risiken des Fallbeispiels, Quelle: eigene Darstellung.

Nach der Integration der durchgeführten Unternehmensbewertung in das Tool wird im Tabellenblatt „Input“ die Simulation gestartet. Dabei wurde als Anzahl der Simulationen 20.000 gewählt. Anzumerken ist noch, dass das Wachstum in der ewigen Rente auf die letzte Periode der Detailplanungsphase wirkt und deshalb wird die Simulation nur für die Perioden „20X0“ bis

„20X4“ durchgeführt. Der Wert der ewigen Rente ergibt sich in weiterer Folge basierend auf dem jeweiligen Wert der Periode „20X4“. Den Ausführungen des Kapitels 3. Konzeptionierung des Microsoft-Excel Tools folgend, werden die einzelnen Szenarien und Kennzahlen basierend auf den Eingaben abgeleitet. Die Anwendung des Tools und die Schritte der Monte-Carlo-Simulation sind somit bis auf den Punkt der Auswertung vollständig für das Fallbeispiel durchgeführt.

4.3 Darstellung der Ergebnisse

In diesem Unterkapitel erfolgt nun die Darstellung der Ergebnisse aufgrund der Integration des Tools in das vorliegende Beispiel und es wird ein Vergleich von ausgewählten Kennzahlen durchgeführt. Diese Auswertung wird unter Anwendung der vom Tool gebotenen Auswertungsmöglichkeiten erstellt. Anhand derer können einfach und flexibel die entsprechenden Risikopositionen der Gewinn- und Verlustrechnung und die Kennzahlen der Cashflow-Rechnung für die Perioden der Detailplanungsphase ausgewertet werden. Weiters bietet das Tool auch eine Auswertung zum Unternehmenswert. Aufgrund der einzelnen Detailtabellen könnten vom Benutzer auch nicht angebotene Auswertungen durchgeführt werden.

In den vom Tool automatisiert erstellten Tabellenblätter für die Auswertung der jeweiligen Kennzahl werden die Kennzahlen Erwartungswert, Standardabweichung, Schiefe, Wölbung sowie Z-Wert vom Tool bereits vordefiniert berechnet. Weiters bietet das Tool die Möglichkeit eine Vertrauenswahrscheinlichkeit von 90 %, 95 % oder 99 % anzugeben. Basierend auf den Parametern Erwartungswert, Standardabweichung und Z-Wert werden die untere und die obere Grenze errechnet,⁴¹⁶ diese Eigenschaft des Tools liefert dabei ausschließlich sinnvolle Werte für Normalverteilungen, für die Dreiecksverteilung ergibt diese Auswertungsmöglichkeit keinen Sinn, zumal sich eine Dreiecksverteilung durch Minimal- und Maximalwert charakterisiert. Weiters wird im Tabellenblatt der ursprüngliche Wert der integrierten Planungsrechnung eingetragen, damit ein Vergleich der Ergebnisse der Anwendung des Tools mit den Ergebnissen ohne Integration des Tools gezogen werden kann. An dieser Stelle wird darauf hingewiesen, dass basierend auf den abgeleiteten Szenarien eine Vielzahl an Auswertungsmöglichkeiten, vor allem gemäß den Kennzahlen des Kapitels 2.2 Statistisch-mathematische Grundlagen, besteht. Nicht zuletzt aus Gründen der Übersichtlichkeit werden lediglich die dargestellten Maßzahlen vom Tool automatisch generiert. Die automatische Erzeugung von Maßzahlen, welche die Abhängigkeiten wiedergeben, wurde bewusst nicht im Tool integriert, da hierzu zunächst für sämtliche Risikopositionen und Kennzahlen der Cashflow-Rechnung die Abweichung vom Erwartungswert ermittelt werden müsste und dann in weiterer Folge die verschiedenen Abhängigkeiten zwischen

⁴¹⁶ Vgl. Kapitel 2.2.2 Grundlagen der induktiven Statistik, S. 34.

den Variablen eruiert werden müsste. Dies würde im vorliegenden Beispiel zur Folge haben, dass zunächst für die acht Risikopositionen der Gewinn- und Verlustrechnung sowie für die acht Kennzahlen der CF-Rechnung für je vier Perioden die Abweichungen zum Erwartungswert der Periode errechnet werden müssten. Dies würde in diesem Beispiel zu insgesamt 1.280.000 Berechnungsschritten ($8 \times 4 \times 20.000 + 8 \times 4 \times 20.000$) lediglich für die Datengrundlage führen, zudem müsste der VBA-Code noch zusätzlich die unterschiedlichen Abhängigkeiten überprüfen, dies war zwar aus technischer Sicht umsetzbar, wurde jedoch nicht realisiert, da dies handelsübliche Rechner bei der Ausführung des Codes erheblich verlangsamt. Dieser Umstand soll jedoch nicht vermuten lassen, dass die Maßzahlen welche die Abhängigkeit wiedergeben nicht von Relevanz sind. Die entsprechenden Auswertungen sind, wie bereits eingangs erläutert einfach vom Anwender vorzunehmen, da die gesamte Datengrundlage im Tool ab dem Tabellenblatt „Detailtabellen=>“ hinterlegt ist.

Nachfolgend sind die Ergebnisse von drei Kennzahlen dargestellt. Zur Verdeutlichung der Funktionalität wurde einerseits der Unternehmenswert, andererseits je eine Position der Gewinn- und Verlustrechnung sowie der Cashflow-Rechnung ausgewertet. Bezüglich der grafischen Darstellung ist festzuhalten, dass es sich bei den Kennzahlen prinzipiell um diskrete Werte handelt, da diese in Euro beziffert werden. Die Darstellung der Grafiken wurde aber so gewählt, dass es sich um quasi-stetige Werte handelt, da bei der Zufallszahlengenerierung mehr als zehn Nachkommastellen (in Tausend) generiert wurden.

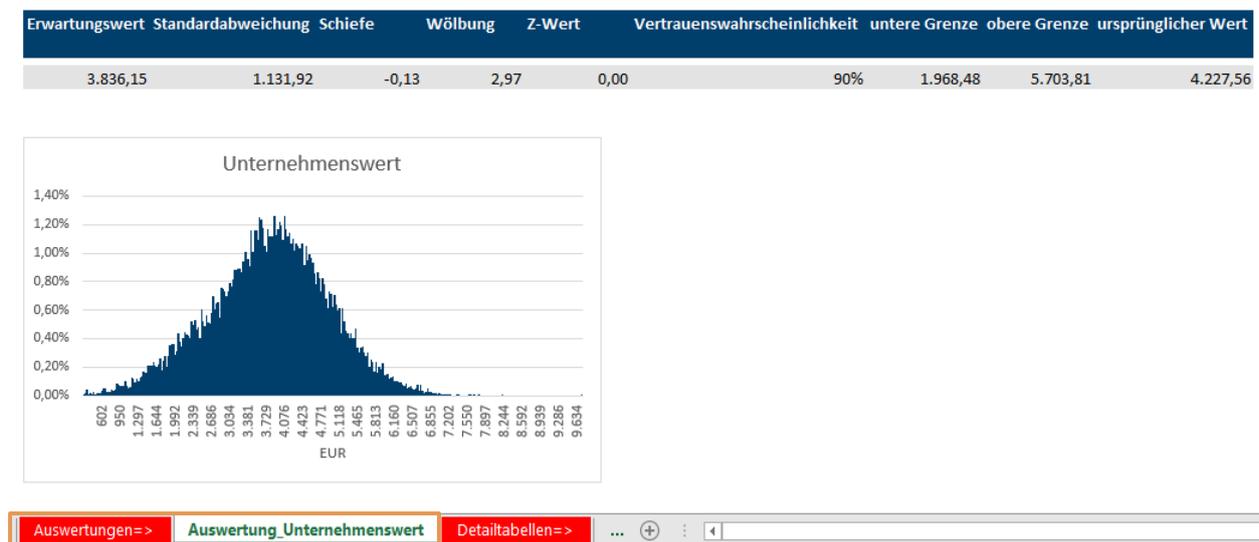
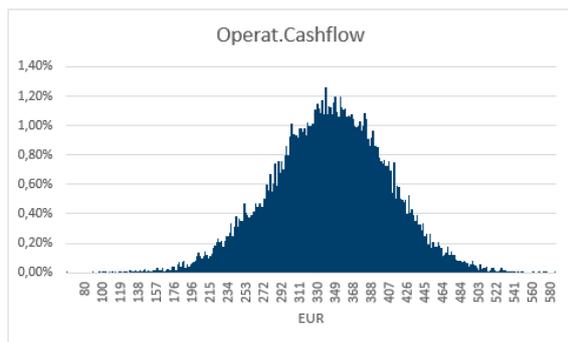


Abbildung 17: Ergebnis des Unternehmenswerts auf Basis der Anwendung des Tools,
Quelle: eigene Darstellung.

Betreffend das Ergebnis des Unternehmenswerts ist festzuhalten, dass der Erwartungswert um rund EUR 400.000,00 unterhalb jenem liegt, der in der ursprünglichen Bewertung ermittelt wurde. Weiters sieht man, dass der gesamte Unternehmenswert prinzipiell einer

Normalverteilung unterliegt, wobei die Verteilung gemäß der Kennzahl Schiefe leicht linksschief beziehungsweise rechtssteil ist. Bei einer Vertrauenswahrscheinlichkeit von 90 % liegt der Unternehmenswert in der Bandbreite von EUR 1.968.480 und 5.703.810, dies gibt in weiterer Folge auch Aufschluss über die Planungssicherheit.

Erwartungswert	Standardabweichung	Schiefe	Wölbung	Z-Wert	Vertrauenswahrscheinlichkeit	untere Grenze	obere Grenze	ursprünglicher Planwert
345,44	62,77	-0,13	3,16	0,00	99%	183,49	507,39	378,10



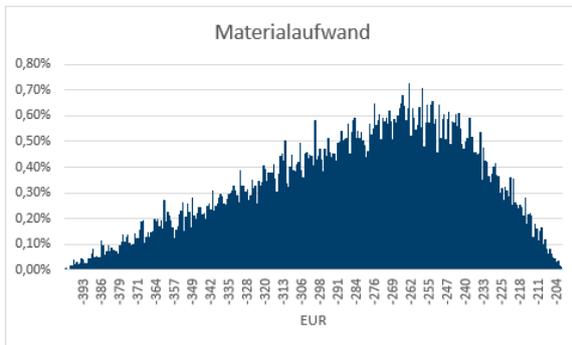
Auswertungen=>	Auswertung_Unternehmenswert	Auswertung_Operat.Cashflow_20X2	Detailltabellen=>	Umsatzerlöse	so ...	+	:	◀
----------------	-----------------------------	---------------------------------	-------------------	--------------	--------	---	---	---

Abbildung 18: Ergebnis des operativen Cashflows auf Basis der Anwendung des Tools, Quelle: eigene Darstellung.

Für den operativen Cashflow ergibt sich aufgrund der Inputparameter ein Erwartungswert unter dem ursprünglichen Planwert. Bei einer stärker ausgeprägten Wölbung als beim Unternehmenswert ist die Schiefe zufällig gleich. Bei einer Standardabweichung von EUR 62.770 liegt der Wert mit einer Wahrscheinlichkeit von 99 % im Intervall zwischen EUR 18.349 und EUR 50.390. Der Z-Wert der beiden dargestellten Kennzahlen beläuft sich in beiden Fällen auf null, was gemäß der Tabelle für Z-Werte⁴¹⁷ bedeutet, dass vom normierten Erwartungswert rund 50 % der Wahrscheinlichkeit umfasst sind und 50 % nicht.

⁴¹⁷ Vgl. Anhang 1, S. 93.

Erwartungswert	Standardabweichung	Schiefe	Wölbung	Z-Wert	Vertrauenswahrscheinlichkeit	untere Grenze	obere Grenze	ursprünglicher Planwert
-283,25	42,85							-250,00



Auswertungen=>	Auswertung_Unternehmenswert	Auswertung_Operat.Cashflow_20X2	Auswertung_Materialaufwand_20X1	Detailtabellen=>	Umsatzerlö
----------------	-----------------------------	---------------------------------	--	------------------	------------

Abbildung 19: Ergebnis des Materialaufwands auf Basis der Anwendung des Tools, Quelle: eigene Darstellung.

Wie in der grafischen Darstellung betreffend die Materialaufwendungen ersichtlich, folgen die tatsächlichen Realisationen der Simulation der unterstellten Dreiecksverteilung. Gemäß den Inputparametern⁴¹⁸ belief sich der Minimalwert der ersten Planperiode auf EUR –200.000 und das Maximum auf EUR –400.000, der Grafik ist ebenfalls zu entnehmen, dass diese Werte als Grenzen eingehalten wurden. Die Spannweite⁴¹⁹ beträgt somit EUR 200.000.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass aufgrund der Inputparameter allgemein eine Überschätzung des Unternehmenswerts erfolgt wäre, wenn das Tool nicht zur Anwendung gelangt wäre. Zusätzlich schafft das Tool aufgrund der umfassenden Datenbasis der Simulation höhere Transparenz und Nachvollziehbarkeit betreffend die Risiken, da es dem Benutzer möglich ist, jeden einzelnen Simulationslauf auszuwerten und nachzuvollziehen. Auf Basis dieser geschaffenen Transparenz werden die wesentlichen Werttreiber ersichtlich. In dem vorliegenden Beispiel war es ein Zusammenwirken der ausschließlich negativen ereignisorientierten Risiken und der Tatsache, dass für die Risiken mit Dreiecksverteilung das Minimum meist näher am ursprünglichen Planwert lag als das Maximum, dies resultiert in weiterer Folge natürlich darin, dass mehr negative als positive Abweichungen auftreten werden.

⁴¹⁸ Vgl. 4.2 Darstellung der Integration des Tools, S. 81.

⁴¹⁹ Vgl. 2.2.1 Grundlagen der deskriptiven Statistik, S. 16.

5. Resümee

Ausgangspunkt für Unternehmensbewertungen stellen im Rahmen von DCF-Verfahren die Planungsrechnungen der zu bewertenden Unternehmen dar. Hierbei hat die Ermittlung der bewertungsrelevanten Cashflows auf Basis von Erwartungswerten zu erfolgen. In diese Erwartungswerte müssen die relevanten identifizierten und quantitativ bewerteten Risiken einfließen. Die Ermittlung der Auswirkungen der Risiken hat dabei unter Berücksichtigung von allfälligen Kompensations- und Diversifikationseffekten zu erfolgen. Möglich ist dies nur mit Risiko-Aggregations-Verfahren, wobei ausschließlich das simulationsbasierte Verfahren der Monte-Carlo-Simulation sämtlichen Anforderungen zur entsprechenden Berücksichtigung der Risiken gerecht wird. Daraus resultierend ergibt sich implizit die Anforderung an Unternehmensbewertungsmodelle, die der Bewertung zugrundeliegende Datenbasis stets mit Hilfe der Monte-Carlo-Simulation abzuleiten.

5.1 Zusammenfassung

Ausgehend von der Problemstellung war es Ziel dieser Arbeit, ein MS-Excel Tool als Risiko-Aggregations-Verfahren zur statistischen Simulation von Risiken in Unternehmensplanungen und zur Ableitung von Erwartungswerten zu erstellen.

Einleitend wurden zunächst die theoretischen Grundlagen betreffend Risiko-Aggregations-Verfahren sowie die erforderlichen statistischen und mathematischen Grundlagen geklärt. Hierbei wurden zunächst begriffliche Definitionen geklärt, was vor allem deshalb von Relevanz für diese Arbeit war, da die Begriffe Unsicherheit, Risiko und Ungewissheit häufig synonym verwendet werden und Risiko zudem meist als Gefahr interpretiert wird. Um einheitlichen Konsens betreffend die Begriffe zu schaffen, wurde auf die begriffliche Definition erhöhtes Augenmerk gelegt. Weiters setzte sich diese Arbeit mit dem Prozess zur Ableitung von Erwartungswerten auseinander, woraus ersichtlich wurde, an welcher Stelle die Risiko-Aggregations-Verfahren zur Anwendung gelangen. In weiterer Folge wurden die statistisch-mathematischen Grundlagen geklärt, dies war für die weitere Vorgehensweise unumgänglich, zumal die Ergebnisse der Risikoaggregation basierend auf statistischen Kennzahlen ausgewertet werden. Zudem war die theoretische Behandlung von Verteilungen für die weitere Bearbeitung der Problemstellung unumgänglich. Weiters stellten diese Grundlagen die Basis für die spätere Konzeptionierung des Tools dar.

Nach der Klärung der statistisch-mathematischen Grundlagen befasste sich die Arbeit mit den verschiedenen Arten der Risikoaggregation respektive mit den unterschiedlichen Risiko-

Aggregations-Verfahren. In diesem Kapitel wurde aufgrund der umfassenden Literaturrecherche festgestellt, dass einige verschiedene Verfahren zur Risikoaggregation existieren, zum Zweck dieser Arbeit, Erwartungswerte in Unternehmensplanungen unter Miteinbeziehung der relevanten Risiken abzuleiten, erwies sich lediglich die Monte-Carlo-Simulation als geeignet.

In weiterer Folge ergab sich, dass die Risiken aus Simulationsgesichtspunkten entweder als Schwankungsbreiten um einen Planwert oder als ereignisorientierte Risiken modelliert werden können. Weiters wurde in diesem Zusammenhang an mehreren Stellen die Wichtigkeit der Verbindung von Unternehmensplanung und Risikoaggregation respektive Risikomanagement hervorgehoben. Aus Praktikabilitätsgründen und aus Gründen der bewertungstechnischen Realität wurde betreffend die Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert dem stochastischen Planungsansatz gefolgt, bei dem die Risikopositionen selbst die entsprechende Zufallsvariable darstellen. Auf die, den Zufallsvariablen zu hinterlegenden Verteilungen, wurde besonderes Augenmerk gelegt, da diese erheblichen Einfluss auf die Simulation der Risiken haben. Darauf aufbauend wurde abgeleitet, dass sich durch die Anwendung der Monte-Carlo-Simulation und des stochastischen Planungsansatzes, mit Hinterlegung von Verteilungen für die einzelnen Risikopositionen, eine Bandbreitenplanung für die integrierte Unternehmensplanung ergibt.

Im Weiteren setzte sich die Arbeit mit den Implikationen für die Unternehmensbewertung auseinander, wobei erneut die Relevanz der Risikoaggregation und damit implizit das Erfordernis der Monte-Carlo-Simulation dargestellt wurde. Zudem wurde die Insolvenzwahrscheinlichkeit als weiterer Werttreiber eruiert, zumal Insolvenzrisiken auch bei der Anwendung der Monte-Carlo-Simulation berücksichtigt werden müssen, sofern nicht die gesamte Zukunft des Unternehmens mittels Monte-Carlo-Simulation simuliert wird.

Der zweite Teil der Arbeit beschäftigte sich mit der Konzeptionierung und der Umsetzung des Excel-Tools basierend auf den zuvor dargestellten theoretischen Grundlagen und deren Implikationen für die Erstellung des Tools. Größte Bedeutung kam bei der gesamten Konzeptionierung dem Punkt Flexibilität und einfache Integration in bereits bestehende Bewertungsmodelle zu. Weiters wurde das Augenmerk darauf gelegt, dass sämtliche Anforderungen an Risiko-Aggregations-Verfahren durch das Tool erfüllt werden. Zur Gewährleistung dieser Punkte waren eine Reihe von umfangreichen VBA-Programmierungen, Formeln und Verknüpfungen notwendig. Zum Ende der Arbeit wurde ein Vergleich zwischen einer Unternehmensbewertung ohne Anwendung des Tools und mit Anwendung gezogen. Hierbei wurden die Ergebnisse der Unternehmensbewertung mit Anwendung des Tools anhand der statistischen Kennzahlen ausgewertet. Basierend auf den Auswertungen wurde ersichtlich, dass

das Tool höhere Transparenz betreffend die Ergebnisse der Bewertung liefert und aufgrund der statistischen Kennzahlen sich dem inneren Wert des Unternehmens eher genähert wird.

5.2 Resümee und Ausblick

Wie die vorliegende Arbeit aufzeigt, kann eine Ermittlung des Unternehmenswerts, welcher den gestellten Anforderungen an Unternehmensbewertungen entsprechen soll, nur unter Miteinbeziehung der relevanten identifizierten und bewerteten Risiken erfolgen. Diese Berücksichtigung kann ausschließlich durch die Monte-Carlo-Simulation gewährleistet werden. In der tatsächlichen Bewertungspraxis wird diese Art des Risiko-Aggregations-Verfahrens bisweilen höchst selten zum Ansatz gebracht. Häufig ist in den entsprechenden Bewertungsgutachten zu lesen, dass die vom Unternehmen vorgelegte Planungsrechnung bereits eine erwartungsgetreue Planung darstellt. Tatsächlich ist jedoch in den meisten Fällen davon auszugehen, dass nur einwertige Planungen respektive wenige Szenarien betreffend die Zukunft des Unternehmens erstellt werden.

Die Entwicklung zur Berücksichtigung der relevanten Risiken tendierte in der jüngsten Vergangenheit mehr in Richtung Ableitung von Erwartungswerten mit Hilfe von Risiko-Aggregations-Verfahren, nicht zuletzt aufgrund der Neuerungen im KFS/BW 1. Die Anwendung von Risiko-Aggregations-Verfahren bei der Erstellung von Planungsrechnungen hätte hierbei nicht nur für die Ableitung der Erwartungswerte zum Zweck der Unternehmensbewertung Vorteile, dies würde auch die wichtige Verbindung zwischen Risikomanagement und Unternehmensplanung respektive Unternehmensführung stärken. Es ist jedoch darauf zu achten, dass die Informationsbasis betreffend die Risiken eine entsprechende Qualität besitzen, da sämtliche Planungen von der Qualität der zugrundeliegenden Datengrundlage abhängt. Dadurch stellt der Einsatz der Monte-Carlo-Simulation eine Möglichkeit dar, die Realität und die damit verbundenen Risiken genauer und transparenter einfließen zu lassen, jedoch stellt dies zugleich ein Problem dar, da häufig die Qualität der verfügbaren Daten beziehungsweise das Ausmaß der Daten zu hinterfragen sind. Weiters würde die Monte-Carlo-Simulation, bei geeigneter Datengrundlage, aufgrund der Ableitung des Gesamtrisikoumfangs und des damit einhergehenden Eigenkapitalbedarfs, eine alternative zum CAPM zur Ableitung von Kapitalkostensätzen darstellen. Die Betrachtung dieses Aspektes der Thematik ist aufgrund der vorgenommenen Abgrenzung jedoch unterblieben.

Literaturverzeichnis

- Arbeitskreis Bewertung nicht börsennotierter Unternehmen des IACVA e.V. [2011]: Bewertung nicht börsennotierter Unternehmen – die Berücksichtigung von Insolvenzwahrscheinlichkeiten, in: BewertungsPraktiker, 2011, 1, S. 12-22.
- AUER, B./ROTTMANN, H. [2010]: Statistik und Ökonometrie für Wirtschaftswissenschaftler – Eine anwendungsorientierte Einführung, Wiesbaden: Gabler Verlag, 2010.
- ASCHAUER, E./PURTSCHER, V. [2011]: Einführung in die Unternehmensbewertung, Wien: Linde Verlag, 2011.
- BAETGE, J./NIEMEYER, K./KÜMMEL, J./SCHULZ, R. [2012]: Darstellung der Discounted Cashflow-Verfahren (DCF-Verfahren) mit Beispiel, in: Praxishandbuch der Unternehmensbewertung, hrsg. von PEEMÖLLER, V., 6. Vollständig aktualisierte und erweiterte Auflage, Nürnberg: nwb Verlag, 2015, Seiten: 357-505.
- BAMBERG, G./BAUR, F./KRAPP M. [2017]: Statistik: Eine Einführung für Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler, 18., vollständig aktualisierte Auflage, Berlin u.a.: De Gruyter Oldenbourg, 2017.
- BRAUNEIS, A. [2016]: Zur stochastischen Modellierung von Cashflows in der Unternehmensbewertung, in: Bewertung von Unternehmen – Festschrift für Wolfgang Nadvornik, hrsg. von BRAUNEIS, A./FRITZ-SCHMIED, G./KANDUTH-KRISTEN, S./SCHUSCHNIG, T./SCHWARZ, R., Wien: Linde Verlag, 2016, Seiten: 1-18.
- BRÖSEL, G./TOLL, C. [2016]: Unternehmensbewertungsmythen, in: Bewertung von Unternehmen – Festschrift für Wolfgang Nadvornik, hrsg. von BRAUNEIS, A./FRITZ-SCHMIED, G./KANDUTH-KRISTEN, S./SCHUSCHNIG, T./SCHWARZ, R., Wien: Linde Verlag, 2016, Seiten: 19-58.
- DAILY, C./SOLIS, D. [2017]: Monte Carlo Simulation: Assessing a reasonable degree of certainty, in: The Value Examiner, 2017, May/June, S. 6-10.
- ENZINGER, A./KOFLENER, P. [2010]: Das Adjusted-Present-Value-Verfahren in der Praxis – Zugleich ein Beitrag über Debt Beta und sichere bzw. unsichere Tax Shields, in: Unternehmensbewertung – Theoretische Grundlagen – Praktische Anwendung – Festschrift für Gerwald Mandl zum 70. Geburtstag, hrsg. von KÖNIGSMAIER, H./RABEL, K., Wien: Linde Verlag, 2010, Seiten: 185-215.
- ENZINGER, A./KOFLENER, P. [2011]: DCF-Verfahren: Anpassung der Beta-Faktoren zur Erzielung konsistenter Bewertungsergebnisse, in: RWZ, 2011, 2, S. 52-55.
- Fachsenat für Betriebswirtschaft und Organisation der Kammer der Wirtschaftstreuhänder [2014]: Fachgutachten zur Unternehmensbewertung KFS/BW 1, http://www.ksw.or.at/PortalData/1/Resources/fachgutachten/KFSBW1_15052014_RF.pdf, [26.03.2018].
- FAIK, J. [2015]: Statistik für Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler, Weinheim: WILEY-VCH Verlag, 2015.
- FRICKE, J. [2006]: Value-at-Risk Ansätze zur Abschätzung von Marktrisiken: Theoretische Grundlagen und empirische Analysen, Wiesbaden: GWV Fachverlag GmbH, 2006.

- GLEISSNER, W. [2001]: Identifikation, Messung und Aggregation von Risiken, in: Wertorientiertes Risikomanagement für Industrie und Handel, hrsg. von GLEISSNER, W./MEIER G., Wiesbaden: Gabler Verlag, 2001, Seiten: 111-137.
- GLEISSNER, W. [2002]: Wertorientierte Analyse der Unternehmensplanung auf Basis des Risikomanagements, in: Finanz Betrieb, 2002, 7/8, S. 417-427.
- GLEISSNER, W. [2004a]: Auf nach Monte Carlo – Simulationsverfahren zur Risiko-Aggregation, in: RISKNEWS, 2004, 1, S. 31-37.
- GLEISSNER, W. [2004b]: Die Aggregation von Risiken im Kontext der Unternehmensplanung, in: ZfCM – Zeitschrift für Controlling & Management, 2004, 5, S. 350-359.
- GLEISSNER, W. [2010]: Unternehmenswert, Rating und Risiko, in: WPg – Die Wirtschaftsprüfung, 2010, 14, S. 735-743.
- GLEISSNER, W. [2011]: Quantitative Verfahren im Risikomanagement: Risikoaggregation, Risikomaße und Performancemaße, in: Der Controlling-Berater, 2011, 16, S. 179-204.
- GLEISSNER, W. [2014]: Wahrscheinlichkeiten, Bayes-Theorem und statistische Analysen, in: Controller Magazin, 2014, 2, S. 68-74.
- GLEISSNER, W. [2017a]: Bandbreitenplanung über mehrere Jahre: Planungssicherheit mit der Monte-Carlo-Simulation, in: Risikomanagement und Controlling – Chancen und Risiken erfassen, bewerten und in die Entscheidungsfindung integrieren, hrsg. von GLEISSNER, W./KLEIN, A., 2. Auflage, 2017, München: Haufe-Lexware GmbH & Co.KG, S. 111-128.
- GLEISSNER, W. [2017b]: Grundlagen des Risikomanagements: Mit fundierten Informationen zu besseren Entscheidungen, 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage 2017, München: Vahlen, 2017.
- GLEISSNER, W. [2017c]: Rating und Insolvenzwahrscheinlichkeit: Wirkung auf Fremdkapitalkosten und Unternehmenswert, in: Unternehmensbewertung für Praktiker, hrsg. von KRANEBITTER, G./MAIER, D., 3. Auflage, Wien: Linde Verlag, 2017, Seiten: 461-474.
- GLEISSNER, W./GARRN, R./NESTLER, A.: Die Verbindung von Unternehmensbewertung, Rating und Wertänderungsrisiko, in: Corporate Finance, 2014, 10, S. 422-428.
- GLEISSNER, W./ROMEIKE, F. [2005]: Risikomanagement – Umsetzung, Werkzeuge, Risikobewertung, Freiburg: Haufe, 2005.
- HEMPEL, M./OFFERHAUS, J. [2008]: Risikoaggregation als wichtiger Aspekt des Risikomanagements, in: Risikoaggregation in der Praxis – Beispiele und Verfahren aus dem Risikomanagement von Unternehmen, hrsg. von OFFERHAUS, J./HEMPEL, M., München u.a.: Springer, 2008, Seiten: 3-13.
- KLEIN, M. [2011]: Monte-Carlo Simulation und Fuzzyfizierung qualitativer Informationen bei der Unternehmensbewertung, Dissertation, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, <https://d-nb.info/1011115379/34>, [11.03.2018].
- KLESS, T. [1998]: Beherrschung der Unternehmensrisiken: Aufgaben und Prozesse eines Risikomanagements, in: DStR, 1998, 3, S. 93-96.
- KREUZER, C. [2014]: Planungsmethoden unter Unsicherheit, in: CFO aktuell, 2014, 3, S.90.

- KUCKARTZ, U./RÄDIKER, S./EBERT, T./SCHEHL, J. [2013]: Statistik: Eine verständliche Einführung, 2., überarbeitete Auflage, Wiesbaden: Springer VS, 2013.
- LECKER, J./SONIUS, D. [2015]: Berücksichtigung von Ausfallwahrscheinlichkeiten in der Unternehmensbewertung, in: Praxishandbuch der Unternehmensbewertung, hrsg. von PEEMÖLLER, V., 6. Vollständig aktualisierte und erweiterte Auflage, Nürnberg: nwb Verlag, 2015, Seiten: 725-758.
- MANDL, G./RABEL, K. [1997]: Unternehmensbewertung: Eine praxisorientierte Einführung, Wien: Ueberreuter, 1997.
- MANDL, G./RABEL, K. [2015]: Methoden der Unternehmensbewertung, in: Praxishandbuch der Unternehmensbewertung, hrsg. von PEEMÖLLER, V., 6. Vollständig aktualisierte und erweiterte Auflage, Nürnberg: nwb Verlag, 2015, Seiten: 51-90.
- METZ, V. [2007]: Der Kapitalisierungszinssatz bei der Unternehmensbewertung – Basiszinssatz und Risikozuschlag aus betriebswirtschaftlicher Sicht und aus Sicht der Rechtsprechung, Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag/GWV Fachverlage GmbH, 2007.
- MITTERMAIR, K./MAIR, R. [2016]: Änderungen des KFS BW 1 in Bezug auf Konvergenzannahmen in der ewigen Rente, Debt Beta und Berücksichtigung von Insolvenzwahrscheinlichkeiten, in: Bewertung von Unternehmen – Festschrift für Wolfgang Nadvornik, hrsg. von BRAUNEIS, A./FRITZ-SCHMIED, G./KANDUTH-KRISTEN, S./SCHUSCHNIG, T./SCHWARZ, R., Wien: Linde Verlag, 2016, Seiten: 19-58.
- OFFERHAUS, J./HEMPEL, M. [2008]: Best practise und Entwicklungswege bei der Aggregation von Risiken, in: Risikoaggregation in der Praxis – Beispiele und Verfahren aus dem Risikomanagement von Unternehmen, hrsg. von OFFERHAUS, J./HEMPEL, M., München u.a.: Springer, 2008, Seiten: 215-229.
- PERRIDON, L./STEINER, M./Rathgeber, A. [2012]: Finanzwirtschaft der Unternehmung, 16., überarbeitete und erweiterte Auflage, München: Vahlen, 2012.
- ROMEIKE, F./HAGER, P. [2009]: Erfolgsfaktor Risiko-Management 2.0 – Methoden, Beispiele, Checklisten Praxishandbuch für Industrie und Handel, 2., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Wiesbaden: Gabler, 2009.
- ROMMELFANGER, H. [2008]: Stand der Wissenschaft bei der Aggregation von Risiken, in: Risikoaggregation in der Praxis – Beispiele und Verfahren aus dem Risikomanagement von Unternehmen, hrsg. von OFFERHAUS, J./HEMPEL, M., München u.a.: Springer, 2008, Seiten: 15-47.
- SARTOR, J./BOURAUDEL, C. [2013]: Risikomanagement kompakt: In 7 Schritten zum aggregierten Nettorisiko des Unternehmens, München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2013.
- SIBBERTSEN, P./LEHNE, H. [2012]: Statistik: Einführung für Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler, Berlin u.a.: Springer, 2012.
- THEURMANN, C./SCHMIDL, A./MAIER, A. [2015]: Handbuch Anlagenbau, Wien: Linde Verlag, 2015.
- TODHUNTER, I. [1865]: A history of the mathematical theory of probability: From the time of Pascal to that of Laplace. Cambridge u.a.: MacMillan, 1865.

- WITTE, N. [2016]: Unternehmensbewertung in der Unternehmenskrise: Möglichkeiten zur Berücksichtigung der erhöhten Unsicherheit, in: Corporate Finance, 2016, 10, S. 374-380.
- WOLKE, T. [2016]: Risikomanagement, 3. vollständig überarbeitete, erweiterte und aktualisierte Auflage, Berlin u.a.: De Gruyter Oldenbourg, 2016.

Anhang

Beispiel zu Benützung der Tabelle:

Z-Wert = 1,57 → Fläche = 0,9418

Schnittpunkt der Zeile $x_1 = 1,5$ und Spalte $x_2 = 0,07$

$x_1 \backslash x_2$	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5754
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7258	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7518	0,7549
0,7	0,7580	0,7612	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7996	0,8023	0,8051	0,8079	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8770	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9430	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9485	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9700	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9762	0,9767
2,0	0,9773	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9865	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9980	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9983	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998	0,9998
3,5	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998	0,9998
3,6	0,9998	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,7	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,8	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999	0,9999
3,9	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000

Anhang 1: Verteilungsfunktion der Standardnormalverteilung,
Quelle: in Anlehnung an FAIK (2015), S. 403; BAMBERG/BAUR/KRAPP (2017), S. 283 (leicht modifiziert).

Input		
Anzahl der Simulationen		20.000
Anzahl der Klassen für Diagramm		120
Name des Tabellenblattes der GuV		GuV
Spalte in der die GuV-Positionen angegeben sind		C
Erste Zeile in der die GuV-Positionen angegeben sind		8
Name des Tabellenblattes der Bilanz		Bilanz
Spalte in der die Bilanz-Positionen angegeben sind		C
Erste Zeile in der die Aktivposten angegeben sind		8
Erste Zeile in der die Passivposten angegeben sind		21
Name des Tabellenblattes der Cashflow-Rechnung		Cashflow
Spalte in der die Cashflow-Positionen angegeben sind		C
Erste Zeile in der die Cashflow-Positionen angegeben sind		8
Name des Tabellenblattes der Bewertung		Bewertung
Spalte in der das Bewertungsergebnis angegeben ist		D
Zeile in der das Bewertungsergebnis angegeben ist		17

Parameter für Bewertung
 Bilanz
 GuV
 Cashflow
 Bewertung

Planungsrechnung=> | Parameter für Bewertung | Bilanz | GuV | Cashflow | Bewertung | <=Planungsrechnung

Anhang 2: Auswahl der Tabellenblätter der integrierten Unternehmensplanung,
 Quelle: eigene Darstellung.

Input	
Anzahl der Simulationen	20.000
Anzahl der Klassen für Diagramm	120
Name des Tabellenblattes der GuV	GuV
Spalte in der die GuV-Positionen angegeben sind	C
Erste Zeile in der die GuV-Positionen angegeben sind	8

Angabe der Spalte
 Geben Sie bitte die Spalte an, in der sich die GuV-Positionen befinden z.B. B. Auf Groß-Kleinschreibung muss nicht geachtet werden.

Input	
Anzahl der Simulationen	20.000
Anzahl der Klassen für Diagramm	120
Name des Tabellenblattes der GuV	GuV
Spalte in der die GuV-Positionen angegeben sind	C
Erste Zeile in der die GuV-Positionen angegeben sind	8

Angabe der ersten Zeile
 Geben Sie bitte die erste Zeile an, in der sich die GuV-Positionen befinden z.B. 8.

Anhang 3: Eingabe der Zeile und Spalte der jeweils ersten Position des entsprechenden Tabellenblattes,
 Quelle: eigene Darstellung.

Input	
Anzahl der Simulationen	20.000
Anzahl der Klassen für Diagramm	120
Name des Tabellenblattes der GuV	GuV
Spalte in der die GuV-Positionen angegeben sind	8
Erste Zeile in der die GuV-Positionen angegeben sind	8
Name des Tabellenblattes der Bilanz	
Spalte in der die Bilanz-Positionen angegeben sind	
Erste Zeile in der die Aktivposten angegeben sind	
Erste Zeile in der die Passivposten angegeben sind	

FEHLER!

Bitte als Buchstaben angeben.

Wiederholen Abbrechen Hilfe

Angabe der Spalte
Geben Sie bitte die Spalte an, in der sich die GuV-Positionen befinden z.B. B. Auf Groß-Kleinschreibung muss nicht geachtet werden.

Input	
Anzahl der Simulationen	20.000
Anzahl der Klassen für Diagramm	120
Name des Tabellenblattes der GuV	GuV
Spalte in der die GuV-Positionen angegeben sind	C
Erste Zeile in der die GuV-Positionen angegeben sind	8,5
Name des Tabellenblattes der Bilanz	
Spalte in der die Bilanz-Positionen angegeben sind	
Erste Zeile in der die Aktivposten angegeben sind	
Erste Zeile in der die Passivposten angegeben sind	

FEHLER!

Die Zeilen können nur ganze Zahlen sein.

Wiederholen Abbrechen Hilfe

Angabe der ersten Zeile
Geben Sie bitte die erste Zeile an, in der sich die GuV-Positionen befinden z.B. 8.

Anhang 4: Fehlermeldung bei ungültiger Eingabe, Quelle: eigene Darstellung.

Input	
Anzahl der Simulationen	20.000
Anzahl der Klassen für Diagramm	120
Name des Tabellenblattes der GuV	GuV

Angabe der Simulationen
Geben Sie bitte die Anzahl der Simulationen ein (z.B. 10.000)

Anhang 5: Eingabe der Anzahl der Simulationsdurchläufe, Quelle: eigene Darstellung.

	D	E	F	G
1				
2		aktualisieren		
3				
4				
5				

Input ...

Anhang 6: Schaltfläche aktualisieren im Tabellenblatt Input, Quelle: eigene Darstellung.

in TEUR	Risiken mit Schwankungsbreiten Planungsparameter - GuV
Umsatzerlöse	Umsatzerlöse
- Materialaufwand	Materialaufwand
- Personalaufwand	Personalaufwand
- sonstige betriebliche Aufwände	sonstige betriebliche Aufwände
= EBITDA	Abschreibung
- Abschreibung	Finanzergebnis
= EBIT	Steuern
- Finanzergebnis	Gewinnvortrag
= EBT/Ergebnis vor Steuern	
- Steuern	
= EAT/Ergebnis nach Steuern/Jahresüberschuss	
+ Gewinnvortrag	
= Bilanzgewinn	

Anhang 7: Positionen der Risiken als Schwankungsbreite um einen Planwert, Quelle: eigene Darstellung.

Risiken mit Schwankungsbreiten Planungsparameter - GuV	Verteilung	Abhängig von
Umsatzerlöse	Normalverteilung	Bitte wählen
Materialaufwand	keine Schwankungsbreite Normalverteilung	Bitte wählen
Personalaufwand	Dreiecksverteilung	Bitte wählen
sonstige betriebliche Aufwände	Bitte wählen	Bitte wählen
Abschreibung	Bitte wählen	Bitte wählen
Finanzergebnis	Bitte wählen	Bitte wählen
Steuern	Bitte wählen	Bitte wählen
Gewinnvortrag	Bitte wählen	Bitte wählen

Anhang 8: Verteilungen der Risiken als Schwankungsbreite um einen Planwert, Quelle: eigene Darstellung.

Risiken mit Schwankungsbreiten Planungsparameter - GuV	Verteilung	Abhängig von
Umsatzerlöse	Normalverteilung	Bitte wählen
Materialaufwand	Bitte wählen	keine Abhängigkeit Umsatzerlöse Materialaufwand Personalaufwand sonstige betriebliche Aufwände Abschreibung Finanzergebnis Steuern
Personalaufwand	Bitte wählen	
sonstige betriebliche Aufwände	Bitte wählen	
Abschreibung	Bitte wählen	
Finanzergebnis	Bitte wählen	
Steuern	Bitte wählen	Bitte wählen
Gewinnvortrag	Bitte wählen	Bitte wählen

Anhang 9: Abhängigkeiten der Risiken als Schwankungsbreite um einen Planwert, Quelle: eigene Darstellung.

Ereignisorientierte Risiken	Anzahl der Ausprägungen des Ereignisses	Bilanz-Position	Auswirkung auf GuV-Position
frei definierbares Ereignis			
Geben Sie hier ein Ereignis ein			

Anhang 10: Eingabemaske ereignisorientierte Risiken, Quelle: eigene Darstellung.

Ereignisorientierte Risiken	Anzahl der Ausprägungen des Ereignisses	Bilanz-Position	Auswirkung auf GuV-Position
frei definierbares Ereignis			
Geben Sie hier ein Ereignis ein			

Anzahl der Ausprägungen
Anzahl 1 bedeutet, dass das Risiko eintritt, oder nicht eintritt kann. Im Tabellenblatt Ereignisorientierte Risiken ist in der jeweils letzten Zeile die Gegenwahrscheinlichkeit = Risiko tritt nicht ein mit einer Höhe von 0 einzugeben.

Anhang 11: Hilfestellung ereignisorientierte Risiken, Quelle: eigene Darstellung.

Ereignisorientierte Risiken	Anzahl der Ausprägungen des Ereignisses	Bilanz-Position	Auswirkung auf GuV-Position
frei definierbares Ereignis		1	
Geben Sie hier ein Ereignis ein			

- Immaterielles Anlagevermögen
- Sachanlagevermögen
- Vorräte
- Forderungen aus Lieferungen und Leistungen
- Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände
- Liquide Mittel
- Nennkapital
- Bilanzgewinn

Ereignisorientierte Risiken	Anzahl der Ausprägungen des Ereignisses	Bilanz-Position	Auswirkung auf GuV-Position
frei definierbares Ereignis		1	Immaterielles Anlagevermögen
Geben Sie hier ein Ereignis ein			

- Umsatzerlöse
- Materialaufwand
- Personalaufwand
- sonstige betriebliche Aufwände
- Abschreibung
- Finanzergebnis
- Steuern
- Gewinnvortrag

Anhang 12: Eingabe der Auswirkung auf die Positionen der Bilanz und Gewinn- und Verlustrechnung, Quelle: eigene Darstellung.

Auswertung erstellen	Position	Periode	Auswertung erstellen
Position der GuV	Umsatzerlöse	20X3	Auswertung erstellen
Position der Cashflow-Rechnung	Umsatzerlöse		Auswertung erstellen
Auswertung Unternehmenswert	Materialaufwand Personalaufwand sonstige betriebliche Aufwände Abschreibung Finanzergebnis Steuern Gewinnvortrag		

Auswertung erstellen	Position	Periode	Auswertung erstellen
Position der GuV	Umsatzerlöse	20X3	Auswertung erstellen
Position der Cashflow-Rechnung		20X1 20X2 20X3 20X4	Auswertung erstellen
Auswertung Unternehmenswert			

Anhang 13: Auswahl der auszuwertenden Variablen und Perioden, Quelle: eigene Darstellung.

Auswertung Unternehmenswert

Input

Anhang 14: Auswertung des Unternehmenswerts vornehmen, Quelle: eigene Darstellung.

aktualisieren

Risiken mit Schwankungsbreiten

Anhang 15: Schaltfläche aktualisieren im Tabellenblatt Risiken mit Schwankungsbreiten, Quelle: eigene Darstellung.

Risiken mit Schwankungsbreiten

Planungsparameter - GuV

Verteilung

Umsatzerlöse	Normalverteilung
Materialaufwand	Dreiecksverteilung
Personalaufwand	Dreiecksverteilung
sonstige betriebliche Aufwände	Normalverteilung
Abschreibung	keine Schwankungsbreite
Finanzergebnis	Normalverteilung
Steuern	Bitte wählen
Gewinnvortrag	Bitte wählen

Input

Risiken mit Normalverteilung

Planungsparameter - GuV	20X1	20X2	20X3	20X4
Umsatzerlöse				
sonstige betriebliche Aufwände				
Finanzergebnis				

Risiken mit Schwankungsbreiten

Anhang 16: Eingabe der Schwankungsbreiten für Risiken für die eine Normalverteilung unterstellt wird, Quelle: eigene Darstellung.

Risiken mit Schwankungsbreiten	
Planungsparameter - GuV	Verteilung
Umsatzerlöse	Normalverteilung
Materialaufwand	Dreiecksverteilung
Personalaufwand	Dreiecksverteilung
sonstige betriebliche Aufwände	Normalverteilung
Abschreibung	keine Schwankungsbreite
Finanzergebnis	Normalverteilung
Steuern	Bitte wählen
Gewinnvortrag	Bitte wählen

Risiken mit Dreiecksverteilung	20X1		20X2		20X3		20X4	
Planungsparameter - GuV	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
Materialaufwand								
Personalaufwand								

Anhang 17: Eingabe von Minimal- und Maximalwerte für Risiken für die eine Dreiecksverteilung unterstellt wird, Quelle: eigene Darstellung.



Anhang 18: Schaltfläche aktualisieren im Tabellenblatt Ereignisorientierte Risiken, Quelle: eigene Darstellung.

Ereignisorientierte Risiken	Anzahl der Ausprägungen des Ereignisses
Maschinenschaden	1
Forderungsausfall	3

Ereignisorientierte Risiken - GuV	
Maschinenschaden	
Maschinenschaden	

Anhang 19: Erstellung der entsprechenden Anzahl von Zeilen für ereignisorientierte Risiken mit Wirkung auf die Gewinn- und Verlustrechnung, Quelle: eigene Darstellung.

Ereignisorientierte Risiken	Anzahl der Ausprägungen des Ereignisses	Auswirkung auf	
		Bilanz-Position	GuV-Position
Maschinenschaden	1	Sachanlagevermögen	Abschreibung
Forderungsausfall	3	Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände	sonstige betriebliche Aufwände

Input ...

Ereignisorientierte Risiken - GuV			20X1		20X2		20X3		20X4	
pos./neg.	Auswirkung auf		Höhe	Wahrscheinlichkeit	Höhe	Wahrscheinlichkeit	Höhe	Wahrscheinlichkeit	Höhe	Wahrscheinlichkeit
Maschinenschaden	Abschreibung									
Maschinenschaden	Abschreibung									
Forderungsausfall	sonstige betriebliche Aufwände									
Forderungsausfall	sonstige betriebliche Aufwände									
Forderungsausfall	sonstige betriebliche Aufwände									
Forderungsausfall	sonstige betriebliche Aufwände									

Ereignisorientierte Risiken ...

Anhang 20: Eingabe der Parameter für ereignisorientierte Risiken mit Wirkung auf die Gewinn- und Verlustrechnung, Quelle: eigene Darstellung.

Ereignisorientierte Risiken	Anzahl der Ausprägungen des Ereignisses	Auswirkung auf	
		Bilanz-Position	GuV-Position
Maschinenschaden	1	Sachanlagevermögen	Abschreibung
Forderungsausfall	3	Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände	sonstige betriebliche Aufwände

Input ...

Ereignisorientierte Risiken - Bilanz			20X1		20X2		20X3		20X4	
pos./neg.	Auswirkung auf		Höhe	Wahrscheinlichkeit	Höhe	Wahrscheinlichkeit	Höhe	Wahrscheinlichkeit	Höhe	Wahrscheinlichkeit
Maschinenschaden	Sachanlagevermögen									
Maschinenschaden	Sachanlagevermögen									
Forderungsausfall	Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände									
Forderungsausfall	Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände									
Forderungsausfall	Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände									
Forderungsausfall	Sonstige Forderungen und Vermögensgegenstände									

Ereignisorientierte Risiken ...

Anhang 21: Eingabe der Parameter für ereignisorientierte Risiken mit Wirkung auf die Bilanz, Quelle: eigene Darstellung.

Simulation starten

Input ...

Anhang 22: Schaltfläche Simulation starten im Tabellenblatt Input, Quelle: eigene Darstellung.

Input	
Anzahl der Simulationen	20.000
Anzahl der Klassen für Diagramm	120
Name des Tabellenblattes der GuV	
Spalte in der die GuV-Positionen angegeben sind	C
Erste Zeile in der die GuV-Positionen angegeben sind	R

Keine GuV

Es ist keine GuV vorhanden, Simulation nicht möglich!

OK

Anhang 23: Abbruch der Simulation bei fehlender Datengrundlage, Quelle: eigene Darstellung.

Input	
Anzahl der Simulationen	20.000
Anzahl der Klassen für Diagramm	120
Name des Tabellenblattes der GuV	GuV
Spalte in der die GuV-Positionen angegeben sind	
Erste Zeile in der die GuV-Positionen angegeben sind	8

Erste Spalte der GuV

Bitte geben Sie die erste Spalte der GuV an

OK

Abbrechen

C

Input	
Anzahl der Simulationen	20.000
Anzahl der Klassen für Diagramm	120
Name des Tabellenblattes der GuV	GuV
Spalte in der die GuV-Positionen angegeben sind	C
Erste Zeile in der die GuV-Positionen angegeben sind	

Erste Zeile der GuV

Bitte geben Sie die erste Zeile der GuV an

OK

Abbrechen

8

Anhang 24: Eingabefenster bei fehlender Angabe der Zeilen/Spalten, Quelle: eigene Darstellung.

Input	
Anzahl der Simulationen	
Anzahl der Klassen für Diagramm	120

Fehlende Anzahl an Simulationsdurchläufe

Geben Sie eine Anzahl an Simulationsdurchläufe ein

OK

Abbrechen

10000

Anhang 25: Eingabefenster bei fehlender Angabe der Anzahl der Simulationen, Quelle: eigene Darstellung.

Risiken mit Normalverteilung	20X1	20X2	20X3	20X4
Planungsparameter - GuV				
Umsatzerlöse		6,50%	8%	10,00%
sonstige betriebliche Aufwände	2%	3,50%	5%	7%
Finanzergebnis	1%	2%	2,50%	4,00%

Fehlende Schwankungsbreite

Geben Sie eine Schwankungsbreite für die Position Umsatzerlöse für die 1. Periode ein

OK

Abbrechen

5%

Anhang 26: Eingabefenster bei fehlender Angabe der Schwankungsbreite bei Risiken mit Normalverteilung, Quelle: eigene Darstellung.

Risiken mit Dreiecksverteilung		20X1		20X2		20X3		20X4	
Planungsparameter - GuV		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
Materialaufwand			-400	-210	-350	-220	-480	-230	-370
Personalaufwand		-180	-310	-200	-330	-205	-335	-202	-348

Fehlendes Minimum ✕

Geben Sie ein Minimum für die Position
Materialaufwand für die 1. Periode ein

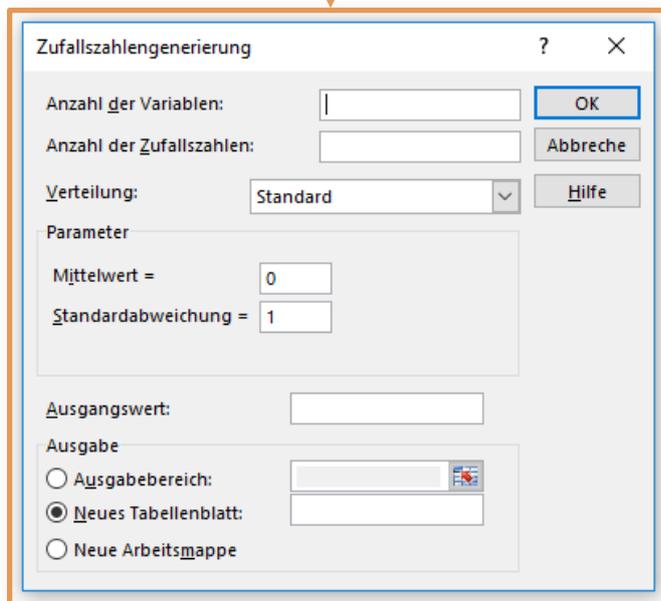
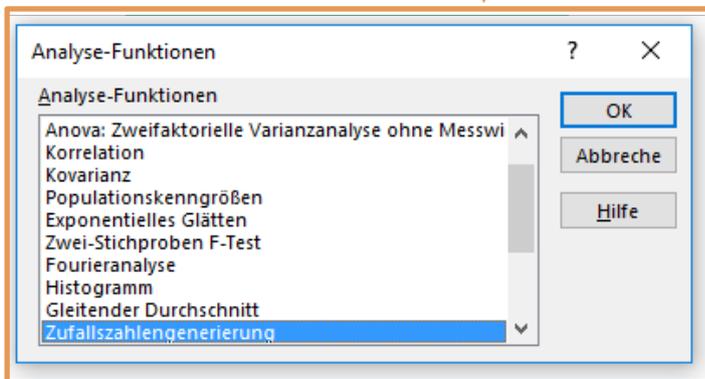
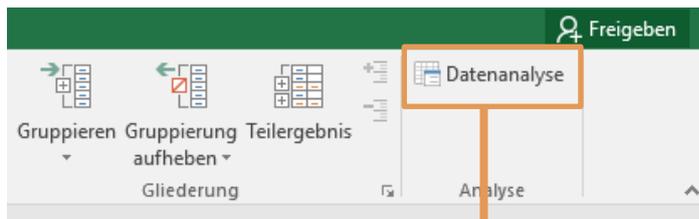
Anhang 27: Eingabefenster bei fehlender Angabe der Minimal- und Maximalwerte bei Risiken mit Dreiecksverteilung,
Quelle: eigene Darstellung.

Risiken mit Schwankungsbreiten		
Planungsparameter - GuV	Verteilung	Abhängig von
Umsatzerlöse	Normalverteilung	keine Abhängigkeit
Materialaufwand	Dreiecksverteilung	Umsatzerlöse
Personalaufwand	keine Schwankungsbreite	Materialaufwand
...	keine Schwankungsbreite	keine Abhängigkeit

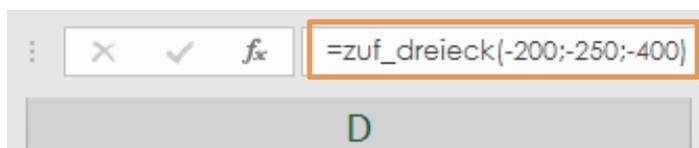
Input
...
+
-

Detailtabellen=>
Umsatzerlöse

Anhang 28: Erstellung eines Tabellenblattes je Risikoposition,
Quelle: eigene Darstellung.



Anhang 29: Zufallszahlengenerierung für Risiken mit Normalverteilung, Quelle: eigene Darstellung.

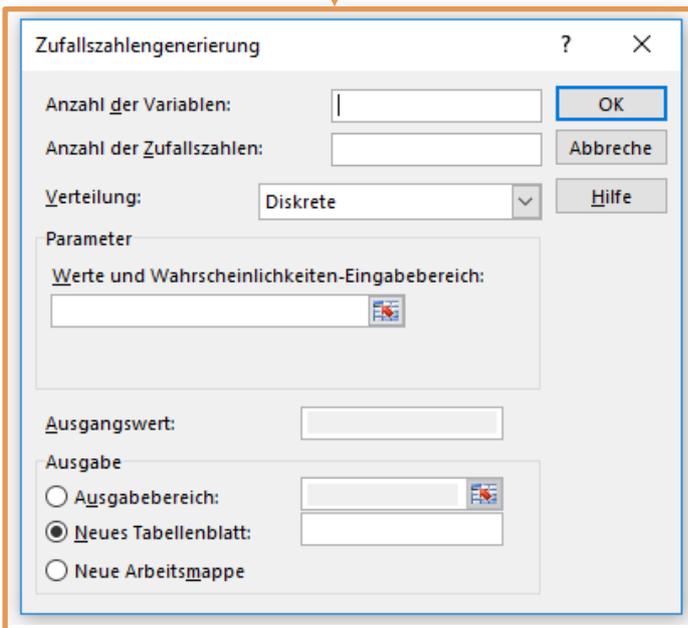
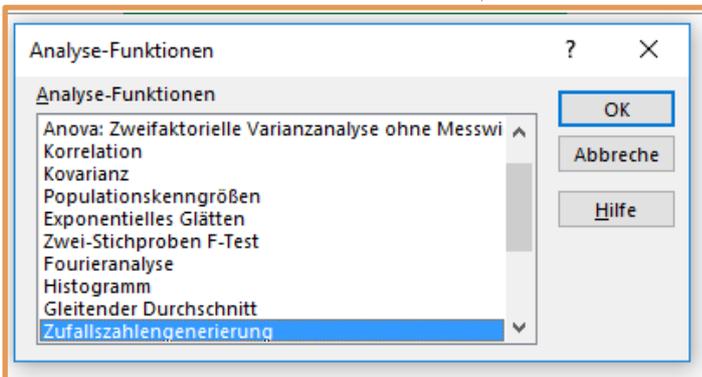
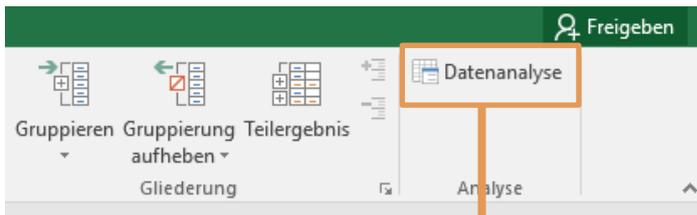


Anhang 30: Zufallszahlengenerierung für Risiken mit Dreiecksverteilung, Quelle: eigene Darstellung.

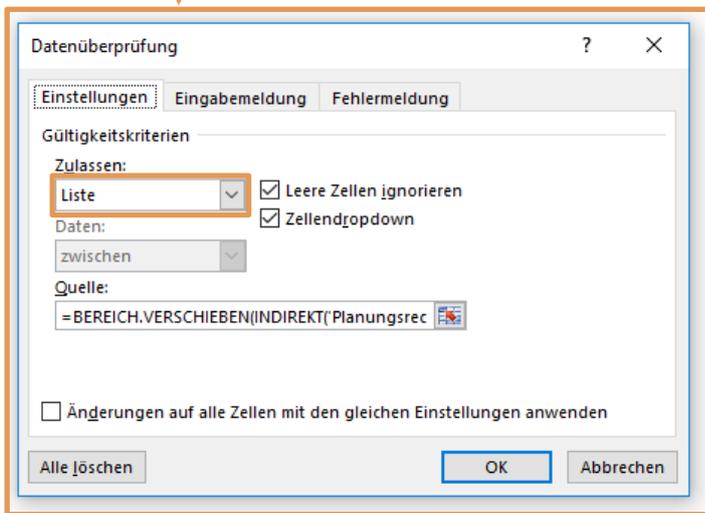
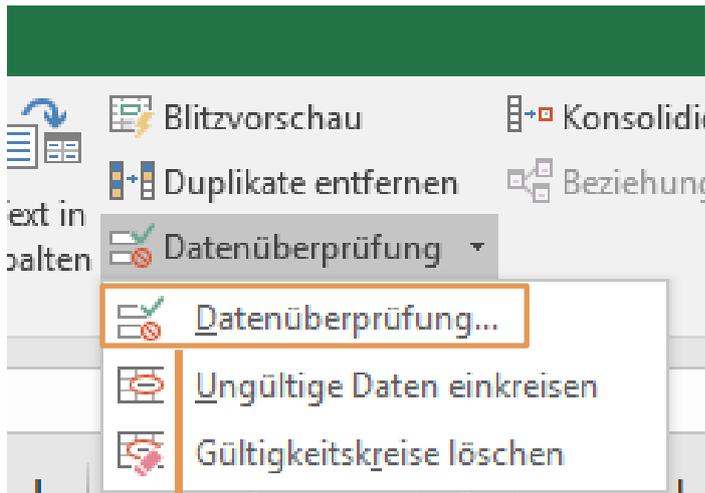


-10,16638363

Anhang 31: Zufallszahlengenerierung für Risiken mit Normalverteilung und Abhängigkeiten, Quelle: eigene Darstellung.

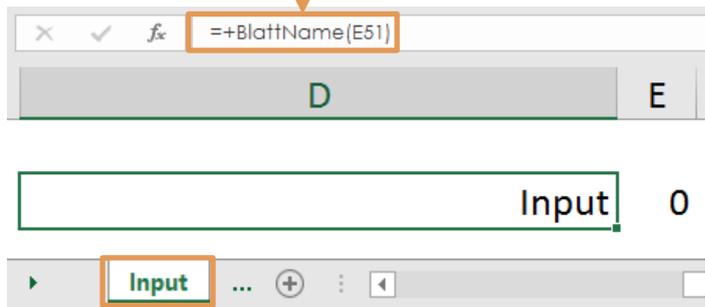


Anhang 32: Zufallszahlengenerierung für ereignisorientierte Risiken, Quelle: eigene Darstellung.



Anhang 33: Funktion Datenüberprüfung mit Festlegung als Liste für die integrierte Planungsrechnung, Quelle: eigene Darstellung.

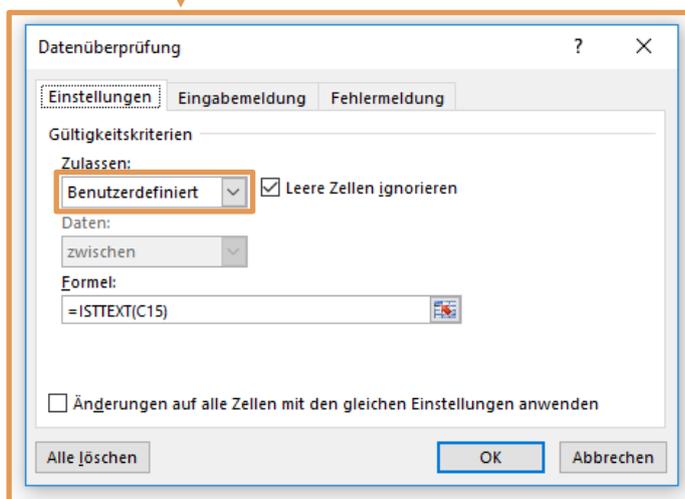
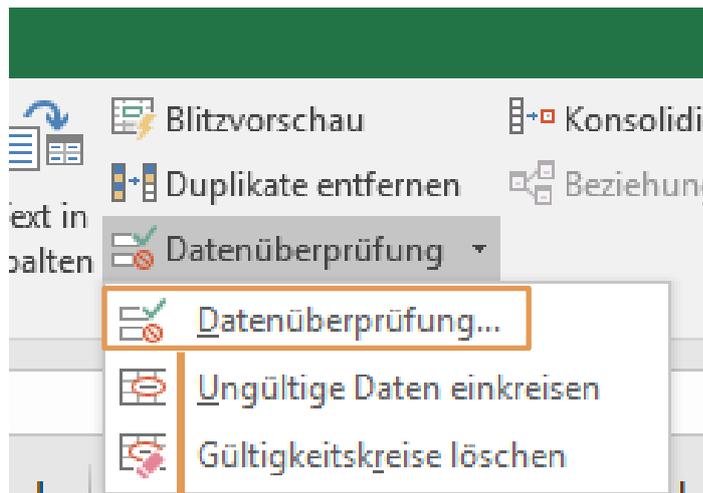
```
Function BlattName(Optional versatz As Long = 0) As String
Dim N As Long
Application.Volatile
N = Application.Caller.Parent.Index + versatz
If N < 1 Or N > Application.Caller.Parent.Parent.Sheets.Count Then
BlattName = "#nicht vorhanden"
Else
BlattName = Application.Caller.Parent.Parent.Sheets(N).Name
End If
End Function
```



Anhang 34: VBA-Funktion zum Auslesen des Blattnamens, Quelle: eigene Darstellung.

Planungsrechnung=>	0 \$A\$3	0	0 'Planungsrechnung=>'!\$A\$3
Parameter für Bewertung	1	1	5
Bilanz	2	2	
GuV	3	3	
Cashflow	4	4	
Bewertung	5	5	
<=Planungsrechnung	6 \$A\$7		

Anhang 35: Variabler Bereich für die Namen der Tabellenblätter zwischen den Blättern „Planungsrechnung=>“ und „<=Planungsrechnung“,
Quelle: eigene Darstellung.



Anhang 36: Funktion Datenüberprüfung mit benutzerdefinierten Festlegung der gültigen Werte,
Quelle: eigene Darstellung.

```

Blatt_GuV = Worksheets("Input").Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Worksheets("Input").Range("Zeile_GuV")

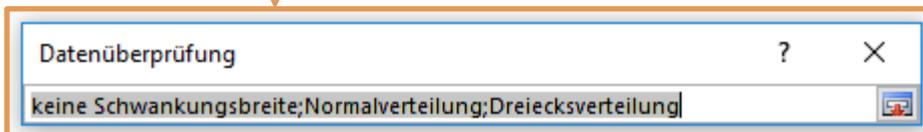
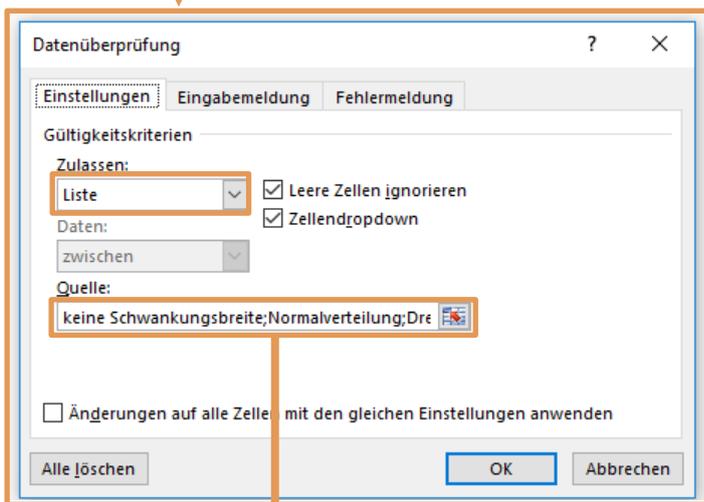
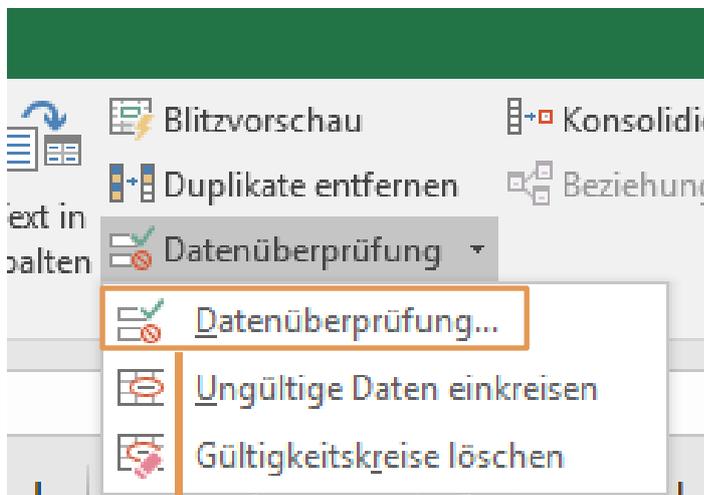
Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Spalte_Bilanz = Range("Spalte_Bilanz")
Zeile_Aktiv_Bilanz = Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
Zeile_Passiv_Bilanz = Range("Zeile_Passiv_Bilanz")

Blatt_CF_Rechnung = Range("Blatt_CF_Rechnung")
Spalte_CF_Rechnung = Range("Spalte_CF_Rechnung")
Zeile_CF_Rechnung = Range("Zeile_CF_Rechnung")

Blatt_Bewertung = Range("Blatt_Bewertung")
Spalte_Bewertung = Range("Spalte_Bewertung")
Zeile_Bewertung = Range("Zeile_Bewertung")

```

Anhang 37: Definition der Variablen der integrierten Planungsrechnung im Modul a_Simulation_starten, Quelle: eigene Darstellung.



Anhang 38: Funktion Datenüberprüfung mit Festlegung als Liste für die Verteilungen, Quelle: eigene Darstellung.

```

Sheets("Input").Select
Set Suchbereich = Range(Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1), Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).End(xlDown))
Anzahl_2 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "Normalverteilung")

For j = 1 To Anzahl_2

Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, 0).Select

Simulationsblatt = Selection

Application.DisplayAlerts = False
On Error GoTo weiter
Worksheets(Simulationsblatt).Delete
Application.DisplayAlerts = True

weiter:
Resume Next
On Error GoTo 0
Sheets.Add After:=Sheets(Sheets.Count)
ActiveSheet.Name = Simulationsblatt
|
For i = 1 To Anzahl_Zeilen
For k = 1 To Anzahl_Spalten - 1

aktuelle_Variable = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, 0)
If Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = aktuelle_Variable And
WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False) = "Bitte wählen" _
Or Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = aktuelle_Variable And _
WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False) = "keine Abhängigkeit" Then
Erwartungswert_Variable = Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV + k)
Schwankungsbreite = Erwartungswert_Variable * Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, k)

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, k) = "" Then
Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, k) = _
InputBox("Geben Sie eine Schwankungsbreite für die Position " & aktuelle_Variable & " für die " & k & ". Periode ein", "Fehlende Schwankungsbreite", "5%")
Schwankungsbreite = Erwartungswert_Variable * Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, k)
End If

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, k) = "" Then
Exit Sub
End If

Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")

Application.Run "AITPVBAEN.XLAM!Random", Worksheets(Simulationsblatt).Cells(1, k), 1, Anzahl_Simulationsdurchläufe, 2, _
, Erwartungswert_Variable, Schwankungsbreite

Worksheets(Simulationsblatt).Select

Cells(1, k).Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown

Cells(1, k) = k
Cells(2, k) = Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, 0)

End If

Next k
Next i
Next j

```

Anhang 39: Generierung der Zufallszahlen für Risiken mit Normalverteilung ohne Abhängigkeiten,
Quelle: eigene Darstellung.

```

Sheets("Input").Select
Set Suchbereich = Range(Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1), Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).End(xlDown))
Anzahl_2 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "Dreiecksverteilung")

For j = 1 To Anzahl_2

Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 0).Select

Simulationsblatt = Selection

Application.DisplayAlerts = False
On Error GoTo weiter
Worksheets(Simulationsblatt).Delete
Application.DisplayAlerts = True

weiter:
Resume Next
On Error GoTo 0
Sheets.Add After:=Sheets(Sheets.Count)
ActiveSheet.Name = Simulationsblatt

For i = 1 To Anzahl_Zeilen
For k = 1 To Anzahl_Spalten - 1

aktuelle_Variable = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 0)
If Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = aktuelle_Variable And _
WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False) = "Bitte wählen" _
Or Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = _
aktuelle_Variable And WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False) = "keine Abhängigkeit" Then

Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")

Minimum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1))
If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1)) = "" Then
Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1)) _
= InputBox("Geben Sie ein Minimum für die Position " & aktuelle_Variable & " für die " & k & ". Periode ein", "Fehlendes Minimum")
Minimum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1))
End If

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k) = "" Then
Exit Sub
End If

Maximum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k + (k - 1))
If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k + (k - 1)) = "" Then
Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k + (k - 1)) _
= InputBox("Geben Sie ein Maximum für die Position " & aktuelle_Variable & " für die " & k & ". Periode ein", "Fehlendes Maximum")
Maximum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k + (k - 1))
End If

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k) = "" Then
Exit Sub
End If

For o = 1 To Anzahl_Simulationsdurchläufe

Erwartungswert_Variable = Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV + k)
Sheets(Simulationsblatt).Cells(o, k).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=zuf_dreieck(" & Minimum & "," & Erwartungswert_Variable & "," & Maximum & ")"

Next o

Worksheets(Simulationsblatt).Select

Cells(1, k).Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown

Cells(1, k) = k
Cells(2, k) = Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 0)

End If

Next k
Next i
Next j

```

Anhang 40: Generierung der Zufallszahlen für Risiken mit Dreiecksverteilung ohne Abhängigkeiten, Quelle: eigene Darstellung.

```

Sheets("Input").Select
Set Suchbereich = Range(Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1), Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).End(xlDown))
Anzahl_2 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "Normalverteilung")

For j = 1 To Anzahl_2

Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, 0).Select

Simulationsblatt = Selection

For i = 1 To Anzahl_Zeilen
For k = 1 To Anzahl_Spalten - 1

aktuelle_Variable = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, 0)
sverweis_Variable = WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False)

If Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = aktuelle_Variable And sverweis_Variable <> "Bitte wählen" Then
If Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = aktuelle_Variable And sverweis_Variable <> "keine Abhängigkeit" Then

Ursprungsblatt = WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False)
Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")

Sheets(Blatt_GuV).Select
Range(Cells(1, Spalte_GuV), Cells(1, Spalte_GuV + k)).EntireColumn.Select
Bereich = Selection

Verhältnis_Variablen = Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV + k) / WorksheetFunction.VLookup(Ursprungsblatt, Bereich, 1 + k, False)
Schwankungsbreite_abhängige_Variablen = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, k)

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, k) = "" Then
Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, k) =
InputBox("Geben Sie eine Schwankungsbreite für die Position " & aktuelle_Variable & " für die " & k & ". Periode ein", "Fehlende Schwankungsbreite", "5%")
Schwankungsbreite_abhängige_Variablen = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, k)
End If

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, k) = "" Then
Exit Sub
End If

For o = 1 To Anzahl_Simulationsdurchläufe

Mittelwert = Sheets(Ursprungsblatt).Cells(5 + o, k) * -Verhältnis_Variablen
Standardabw = Mittelwert * Schwankungsbreite_abhängige_Variablen
If Standardabw < 0 Then
Standardabw = Standardabw * -1
End If
Standardabw = WorksheetFunction.Substitute(Standardabw, ",", ".")
Mittelwert = WorksheetFunction.Substitute(Mittelwert, ",", ".")

Sheets(Simulationsblatt).Select
Cells(o, k).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "--NORM.INV(RAND(), " & Mittelwert & ", " & Standardabw & ") "

Next o

Worksheets(Simulationsblatt).Select

Cells(1, k).Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown

Cells(1, k) = k
Cells(2, k) = Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, 0)

End If
End If

Next k
Next i
Next j

```

Anhang 41: Generierung der Zufallszahlen für Risiken mit Normalverteilung mit Abhängigkeiten, Quelle: eigene Darstellung.

```

Sheets("Input").Select
Set Suchbereich = Range(Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1), Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).End(xlDown))
Anzahl_2 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "Dreiecksverteilung")

For j = 1 To Anzahl_2

Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 0).Select

Simulationsblatt = Selection

For i = 1 To Anzahl_Zeilen
For k = 1 To Anzahl_Spalten - 1

aktuelle_Variable = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 0)
sverweis_Variable = WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False)
If Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = aktuelle_Variable And sverweis_Variable <> "Bitte wählen" Then
If Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = aktuelle_Variable And sverweis_Variable <> "Keine Abhängigkeit" Then

Ursprungsblatt = WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False)
Anzahl_Simulationendurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationendurchläufe")

Minimum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1))
If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1)) = "" Then
Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1)) =
= InputBox("Geben Sie ein Minimum für die Position " & aktuelle_Variable & " für die " & k & ". Periode ein", "Fehlendes Minimum")
Minimum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1))
End If

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1)) = "" Then
Exit Sub
End If

Maximum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k + (k - 1))
If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k + (k - 1)) = "" Then
Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k + (k - 1)) =
= InputBox("Geben Sie ein Maximum für die Position " & aktuelle_Variable & " für die " & k & ". Periode ein", "Fehlendes Maximum")
Maximum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k + (k - 1))
End If

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k) = "" Then
Exit Sub
End If

Sheets(Blatt_GuV).Select
Range(Cells(1, Spalte_GuV), Cells(1, Spalte_GuV + k)).EntireColumn.Select
Bereich = Selection

Verhältnis_Variablen = Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV + k) / WorksheetFunction.VLookup(Ursprungsblatt, Bereich, 1 + k, False)

For o = 1 To Anzahl_Simulationendurchläufe

Erwartungswert_Variable = Sheets(Ursprungsblatt).Cells(5 + o, k) * Verhältnis_Variablen
Erwartungswert_Variable = WorksheetFunction.Substitute(Erwartungswert_Variable, ",", ".")
Sheets(Simulationsblatt).Select
Cells(o, k).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=zuf_dreieck(" & Minimum & "," & Erwartungswert_Variable & "," & Maximum & ")"

Next o

Worksheets(Simulationsblatt).Select

Cells(1, k).Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown

Cells(1, k) = k
Cells(2, k) = Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 0)

End If
End If

Next k
Next i
Next j

```

Anhang 42: Generierung der Zufallszahlen für Risiken mit Dreiecksverteilung mit Abhängigkeiten,
Quelle: eigene Darstellung.

```

Function zuf_dreieck(Optional ug As Double = -1, Optional peak As Double = 0, Optional og As _
Double = 1, Optional trig As Variant = 0) As Double
Dim x, left, right As Double

If (ug > og) Then
x = ug
ug = og
og = x
End If

If ((peak < ug) Or (peak > og)) Then
peak = (ug + og) / 2
End If

If (og = ug) Then
zuf_dreieck = peak
Else
left = (peak - ug) / (og - ug)

x = 1 - Sqr(1 - Rnd)

If Rnd < left Then
x = x * (ug - peak)
Else
x = x * (og - peak)
End If
zuf_dreieck = x + peak
End If
End Function

```

Anhang 43: VBA-Code der eigens erstellten Funktion zur Simulation von Dreiecksverteilungen,
Quelle: eigene Darstellung.

```

Sub Ereignisrisiken()
ScreenUpdating = False
Dim Anzahl_Zeilen As Long
Dim Anzahl_Zeilen_2 As Long

Blatt_GuV = Worksheets("Input").Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Worksheets("Input").Range("Zeile_GuV")

Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Spalte_Bilanz = Range("Spalte_Bilanz")
Zeile_Aktiv_Bilanz = Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
Zeile_Passiv_Bilanz = Range("Zeile_Passiv_Bilanz")

If Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0), Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count > "1000000" Then
Anzahl_4 = 1
Else
Anzahl_4 = Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0), Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count
End If

For s = 0 To Anzahl_4 - 1
Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 1)

Sheets("Input").Select
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 0).Select
Simulationsblatt = Selection
Simulationsblatt = Simulationsblatt & "_GuV"

If Selection <> "Geben Sie hier ein Ereignis ein" Then

Application.DisplayAlerts = False
On Error GoTo weiter
Worksheets(Simulationsblatt).Delete
Application.DisplayAlerts = True

weiter:
Resume Next
On Error GoTo 0
Sheets.Add After:=Sheets(Sheets.Count)
ActiveSheet.Name = Simulationsblatt

For f = 1 To Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 3), Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 3).End(xlToRight)).Columns.Count / 2
Angabebereich = "Risiko" & f & s + 1

Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")

Application.Run "ATPVBAEN.XLAM!Random", Worksheets(Simulationsblatt).Cells(1, f), 1, Anzahl_Simulationsdurchläufe, 7, , Range(Angabebereich)
Worksheets(Simulationsblatt).Select

Cells(1, f).Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown

Cells(1, f) = f
Cells(2, f) = Simulationsblatt

Next f

End If

Next s

For u = 0 To Anzahl_4 - 1

Sheets("Input").Select
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + u, 0).Select
Simulationsblatt = Selection
Simulationsblatt = Simulationsblatt & "_Bilanz"
If Selection <> "Geben Sie hier ein Ereignis ein" Then

Application.DisplayAlerts = False
On Error GoTo weiter_2
Worksheets(Simulationsblatt).Delete
Application.DisplayAlerts = True

weiter_2:
Resume Next
On Error GoTo 0
Sheets.Add After:=Sheets(Sheets.Count)
ActiveSheet.Name = Simulationsblatt

Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + u, 1)
For g = 1 To Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(1, 3), Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(1, 3).End(xlToRight)).Columns.Count / 2

Angabebereich = "Risiko" & 0 & g & u + 1

Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")

Application.Run "ATPVBAEN.XLAM!Random", Worksheets(Simulationsblatt).Cells(1, g), 1, Anzahl_Simulationsdurchläufe, 7, , Range(Angabebereich)

Worksheets(Simulationsblatt).Select
Cells(1, g).Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown

Cells(1, g) = g
Cells(2, g) = Simulationsblatt

Next g

End If

Next u

Application.DisplayAlerts = False
On Error Resume Next
Sheets("Geben Sie hier ein Ereignis ein").Delete
Application.DisplayAlerts = True
On Error GoTo 0

End Sub

```

Anhang 44: Generierung der Zufallszahlen für ereignisorientierte Risiken,
Quelle: eigene Darstellung.

```

If Blatt_GuV = "" Then
MsgBox "Es ist keine GuV vorhanden, Simulation nicht möglich!", 16, "Keine GuV"
Exit Sub
End If

If Range("Spalte_GuV").Offset(0, -1) = "" Then
Range("Spalte_GuV").Offset(0, -1) = InputBox("Bitte geben Sie die erste Spalte der GuV an", "Erste Spalte der GuV", "C")
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
End If
If Spalte_GuV = "" Then
Exit Sub
End If

If Zeile_GuV = "" Then
Range("Zeile_GuV") = InputBox("Bitte geben Sie die erste Zeile der GuV an", "Erste Zeile der GuV", 8)
Zeile_GuV = Worksheets("Input").Range("Zeile_GuV")
End If
If Zeile_GuV = "" Then
Exit Sub
End If

If Blatt_Bilanz = "" Then
MsgBox "Es ist keine Bilanz vorhanden, Simulation nicht möglich!", 16, "Keine Bilanz"
Exit Sub
End If

If Range("Spalte_Bilanz").Offset(0, -1) = "" Then
Range("Spalte_Bilanz").Offset(0, -1) = InputBox("Bitte geben Sie die erste Spalte der Bilanz an", "Erste Spalte der Bilanz", "C")
Spalte_Bilanz = Worksheets("Input").Range("Spalte_Bilanz")
End If
If Spalte_Bilanz = "" Then
Exit Sub
End If

If Zeile_Aktiv_Bilanz = "" Then
Range("Zeile_Aktiv_Bilanz") = InputBox("Bitte geben Sie die erste Zeile der Aktiva an", "Erste Zeile der Aktiva", 8)
Zeile_Aktiv_Bilanz = Worksheets("Input").Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
End If
If Zeile_Aktiv_Bilanz = "" Then
Exit Sub
End If

If Zeile_Passiv_Bilanz = "" Then
Range("Zeile_Passiv_Bilanz") = InputBox("Bitte geben Sie die erste Zeile der Passiva an", "Erste Zeile der Passiva", 21)
Zeile_Passiv_Bilanz = Worksheets("Input").Range("Zeile_Passiv_Bilanz")
End If
If Zeile_Passiv_Bilanz = "" Then
Exit Sub
End If

If Blatt_CF_Rechnung = "" Then
MsgBox "Es ist keine CF-Rechnung vorhanden, Simulation nicht möglich!", 16, "Keine CF-Rechnung"
Exit Sub
End If

If Range("Spalte_CF_Rechnung").Offset(0, -1) = "" Then
Range("Spalte_CF_Rechnung").Offset(0, -1) = InputBox("Bitte geben Sie die erste Spalte der CF-Rechnung an", "Erste Spalte der CF-Rechnung", "C")
Spalte_CF_Rechnung = Worksheets("Input").Range("Spalte_CF_Rechnung")
End If
If Spalte_CF_Rechnung = "" Then
Exit Sub
End If

If Zeile_CF_Rechnung = "" Then
Range("Zeile_CF_Rechnung") = InputBox("Bitte geben Sie die erste Zeile der CF-Rechnung an", "Erste Zeile der CF-Rechnung", 8)
Zeile_CF_Rechnung = Worksheets("Input").Range("Zeile_CF_Rechnung")
End If
If Zeile_CF_Rechnung = "" Then
Exit Sub
End If

If Blatt_Bewertung = "" Then
MsgBox "Es ist keine Bewertung vorhanden, Simulation nicht möglich!", 16, "Keine Bewertung"
Exit Sub
End If

If Range("Spalte_Bewertung").Offset(0, -1) = "" Then
Range("Spalte_Bewertung").Offset(0, -1) = InputBox("Bitte geben Sie die erste Spalte der Bewertung an", "Erste Spalte der Bewertung", "C")
Spalte_Bewertung = Worksheets("Input").Range("Spalte_Bewertung")
End If
If Spalte_Bewertung = "" Then
Exit Sub
End If

If Zeile_Bewertung = "" Then
Range("Zeile_Bewertung") = InputBox("Bitte geben Sie die erste Zeile der Bewertung an", "Erste Zeile der Bewertung", 8)
Zeile_Bewertung = Worksheets("Input").Range("Zeile_Bewertung")
End If
If Zeile_Bewertung = "" Then
Exit Sub
End If

```

Anhang 45: Überprüfung der erforderlichen Datengrundlage,
Quelle: eigene Darstellung.

```

If Anzahl_Simulationendurchläufe = "" Then
Range("Anzahl_Simulationendurchläufe") = InputBox("Geben Sie eine Anzahl an Simulationendurchläufe ein", "Fehlende Anzahl an Simulationendurchläufe", "1000")
Anzahl_Simulationendurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationendurchläufe")
End If
If Anzahl_Simulationendurchläufe = "" Then
Exit Sub
End If

```

Anhang 46: Überprüfung der Anzahl der Simulationen, Quelle: eigene Darstellung.

```

Blatt_GuV = Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Range("Zeile_GuV")

Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Spalte_Bilanz = Range("Spalte_Bilanz")
Zeile_Aktiv_Bilanz = Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
Zeile_Passiv_Bilanz = Range("Zeile_Passiv_Bilanz")

Sheets(Blatt_GuV).Select
Anzahl_Zeilen_GuV = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Spalten_GuV = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlToRight)).Columns.Count - 1

Sheets(Blatt_Bilanz).Select
Anzahl_Zeilen_Aktiva = Range(Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz), Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Zeilen_Passiva = Range(Cells(Zeile_Passiv_Bilanz, Spalte_Bilanz), Cells(Zeile_Passiv_Bilanz, Spalte_Bilanz).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Spalten_Bilanz = Range(Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz), Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz).End(xlToRight)).Columns.Count - 1

Sheets("Input").Select

Range("B9").End(xlDown).Offset(1, -1).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.End(xlDown)).EntireRow.Select
Selection.Clear

With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With

Selection.RowHeight = 15

```

Anhang 47: Löschen eines bereits bestehenden Eingabebereichs, Quelle: eigene Darstellung.

```

Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3 + 1, 1).Select

With Selection.Validation
    .Delete
    .Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween, Formula1:="keine Schwankungsbreite,Normalverteilung,Dreiecksverteilung"
    .IgnoreBlank = True
    .InCellDropdown = True
    .InputTitle = ""
    .ErrorTitle = ""
    .InputMessage = ""
    .ErrorMessage = ""
    .ShowInput = True
    .ShowError = True
End With

```

Anhang 48: Erstellung eines Dropdown-Menüs für die Verteilungen, Quelle: eigene Darstellung.

```

With Selection.Validation
    .Delete
    .Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween, Formula1:="Auswahl_für_Abhängigkeiten"
    .IgnoreBlank = True
    .InCellDropdown = True
    .InputTitle = ""
    .ErrorTitle = ""
    .InputMessage = ""
    .ErrorMessage = ""
    .ShowInput = True
    .ShowError = True
End With

```

Anhang 49: Erstellung eines Dropdown-Menüs für die Abhängigkeiten, Quelle: eigene Darstellung.

```

Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.End(xlDown).Offset(0, 1)).Select

Selection.FormatConditions.Add Type:=xlExpression, Formula:="=und(" & Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 0).Address(0, 1) & "<>" _
& "*****" & ";" & Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(1, 1).Address(1, 0) & "<>" & "*****" & ")"
Selection.FormatConditions(Selection.FormatConditions.Count).SetFirstPriority

With Selection.FormatConditions(1).Font
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
.TintAndShade = 0
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlRight)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlTop)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlBottom)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Interior
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.Color = 13434879
.TintAndShade = 0
End With

Selection.FormatConditions(1).StopIfTrue = False

```

Anhang 50: Formatierung des Eingabebereichs für Risiken als Schwankungsbreiten um einen Planwert,
Quelle: eigene Darstellung.


```

Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Spalte_Bilanz = Range("Spalte_Bilanz")
Zeile_Aktiv_Bilanz = Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
Zeile_Passiv_Bilanz = Range("Zeile_Passiv_Bilanz")
Blatt_CF_Rechnung = Range("Blatt_CF_Rechnung")
Spalte_CF_Rechnung = Range("Spalte_CF_Rechnung")
Zeile_CF_Rechnung = Range("Zeile_CF_Rechnung")
Blatt_Bewertung = Range("Blatt_Bewertung")
Zeile_Bewertung = Range("Zeile_Bewertung")

Sheets(Blatt_Bilanz).Select
Anzahl_Zeilen_Aktiva = Range(Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz), Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Zeilen_Passiva = Range(Cells(Zeile_Passiv_Bilanz, Spalte_Bilanz), Cells(Zeile_Passiv_Bilanz, Spalte_Bilanz).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Spalten_Bilanz = Range(Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz), Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz).End(xlToRight)).Columns.Count - 1

Sheets("<=Planungsrechnung").Select
Cells.Clear

For a = 0 To Anzahl_Zeilen_Aktiva - 1

If Worksheets(Blatt_Bilanz).Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz + a, Spalte_Bilanz).Offset(0, -1) <> "" Then
Sheets("<=Planungsrechnung").Select
Cells(1 + a, 1) = Worksheets(Blatt_Bilanz).Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz + a, Spalte_Bilanz)

End If

Next a

Sheets("<=Planungsrechnung").Select
Range(Range("a1"), Range("a1").Offset(Anzahl_Zeilen_Aktiva - 1, 0)).Select
Set Suchbereich = Selection
Anzahl_6 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "")

erneut_6:
Sheets("<=Planungsrechnung").Select

For b = 0 To Anzahl_Zeilen_Aktiva - Anzahl_6 - 1

If Range("a1").Offset(b, 0) = "" Then
Range("a1").Offset(b, 0).EntireRow.Delete
GoTo erneut_6
Resume Next
End If

Next b

For c = 0 To Anzahl_Zeilen_Passiva - 1

If Worksheets(Blatt_Bilanz).Cells(Zeile_Passiv_Bilanz + c, Spalte_Bilanz).Offset(0, -1) <> "" Then
Sheets("<=Planungsrechnung").Select
Anzahl_befüllt = Range(Range("a1"), Range("a1").End(xlDown)).Rows.Count
Cells(1 + Anzahl_befüllt, 1) = Worksheets(Blatt_Bilanz).Cells(Zeile_Passiv_Bilanz + c, Spalte_Bilanz)

End If

Next c

With Selection.Validation
.Delete
.Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween, Formula1:=""=Bilanzpositionen"
.IgnoreBlank = True
.InCellDropdown = True
.InputTitle = ""
.ErrorTitle = ""
.InputMessage = ""
.ErrorMessage = ""
.ShowInput = True
.ShowError = True
End With

```

Anhang 52: Definition der Bilanzpositionen als Bereich im Tabellenblatt <=Planungsrechnung und Generierung eines Dropdown-Menüs zur Auswahl in der Eingabemaske der ereignisorientierten Risiken, Quelle: eigene Darstellung.

```

With Selection.Validation
.Delete
.Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween, Formula1:=""=Auswahl_für_ereignisorientiertes_Risiko"
.IgnoreBlank = True
.InCellDropdown = True
.InputTitle = ""
.ErrorTitle = ""
.InputMessage = ""
.ErrorMessage = ""
.ShowInput = True
.ShowError = True
End With

```

Anhang 53: Generierung eines Dropdown-Menüs zur Auswahl der GuV-Positionen in der Eingabemaske der ereignisorientierten Risiken, Quelle: eigene Darstellung.

```

Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Excel.Range)

If Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0), Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count > "1000000" Then
Zeilen_zählen = 1
Else
Zeilen_zählen = Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0), Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count
End If

Anzahl_Zeilen_GuV_2 = Range(Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 0), Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count

ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Auswahl_für_ereignisorientiertes_Risiko", _
ReferenzToR1C1:=Range(Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 0).Address).Resize(Anzahl_Zeilen_GuV_2, 1)

For i = 0 To Zeilen_zählen

If Target.Address = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + i, 0).Address(1, 1) Then

nur_ein_Ereignis:
If IsEmpty(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + i, 0)) Then
Application.EnableEvents = False
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + i, 0) = "Geben Sie hier ein Ereignis ein"
Application.EnableEvents = True
End If
Application.EnableEvents = False
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(4 + i, 0) = "Geben Sie hier ein Ereignis ein"
Application.EnableEvents = True
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + i, 1).Select
With Selection.Validation
.Delete
.Add Type:=xlValidateInputOnly, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator _
:=xlBetween
.IgnoreBlank = True
.InCellDropdown = True
.InputTitle = ""
.ErrorTitle = ""
.InputMessage = "Anzahl 1 bedeutet, dass das Risiko eintreten, oder nicht eintreten kann. " _
"Im Tabellenblatt Ereignisorientierte Risiken ist in der jeweils letzten Zeile die Gegenwahrscheinlichkeit " _
"=Risiko tritt nicht ein mit einer Höhe von 0 einzugeben."
.ErrorMessage = ""
.ShowInput = True
.ShowError = True
End With

End If
Next i
End Sub

```

Anhang 54: Automatische Aktualisierung bei Eingabe eines weiteren Ereignisses,
Quelle: eigene Darstellung.

```

Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("B5").Select
ActiveCell = "Risiken mit Normalverteilung"
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Risiken mit Normalverteilung", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address)
Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(0, -1).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.End(xlDown)).EntireRow.Select
Selection.Delete
Selection.RowHeight = 15

With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With

ActiveWorkbook.Save

Range("B5").Select
ActiveCell = "Risiken mit Normalverteilung"
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Risiken mit Normalverteilung", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address)

Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(1, 0).Select
Selection = "Planungsparameter - GuV"

Range(Range("Risiken mit Normalverteilung"), Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(1, 0)).Select

With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .Color = 7028224
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With

With Selection.Font
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = 0
End With

Selection.Font.Bold = True

Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(2, 0).EntireRow.Select
Selection.RowHeight = 5
Sheets("Blatt_GuV").Select
Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).Offset(-3, 1), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).Offset(-2, Anzahl_Spalten_GuV - 1)).Copy
Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(0, 1).Select
ActiveSheet.Paste

For m = 0 To Anzahl_Zeilen_GuV_2 - 1

Sheets("Input").Select

If Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3 + m, 1) = "Normalverteilung" Then
Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3 + m, 0).Copy
Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(3 + m, 0).Select
ActiveSheet.Paste
End If

Next m

Sheets("Input").Select
Set Suchbereich = Range(Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3, 1), Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).End(xlDown))
Anzahl_2 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "Normalverteilung")

erneut_2:
Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select

For N = 0 To Anzahl_2 - 1

If Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(3 + N, 0) = "" Then
Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(3 + N, 0).EntireRow.Delete
GoTo erneut_2
Resume Next
End If

Next N

Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(3, 1).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.Offset(Anzahl_2 - 1, Anzahl_Spalten_GuV - 2)).Select

Selection.FormatConditions.Add Type:=xlExpression, Formula1:="=und(" & Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(3, 0).Address(0, 1) _
& "<>" & "*****" & ";" & Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(1, 1).Address(1, 0) & "<>" & "*****" & ")"
Selection.FormatConditions(Selection.FormatConditions.Count).SetFirstPriority
With Selection.FormatConditions(1).Font
    .ThemeColor = xlThemeColorLight1
    .TintAndShade = 0
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlLeft)
    .LineStyle = xlContinuous
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlRight)
    .LineStyle = xlContinuous
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlTop)
    .LineStyle = xlContinuous
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlBottom)
    .LineStyle = xlContinuous
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Interior
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .Color = 13434879
    .TintAndShade = 0
End With

Selection.FormatConditions(1).StopIfTrue = False

```

Anhang 55: Erstellung des Eingabebereichs der Risiken mit Normalverteilung, Quelle: eigene Darstellung.

```

Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range(Range("Risiken mit Normalverteilung"), Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(1, 0)).Copy
Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(Anzahl_2 + 6, 0).Select
ActiveSheet.Paste
ActiveCell = "Risiken mit Dreiecksverteilung"
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Risiken mit Dreiecksverteilung", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address)

Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(2, 0).EntireRow.Select
Selection.RowHeight = 5
Sheets(Blatt_GuV).Select
Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).Offset(-3, 1), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).Offset(-2, Anzahl_Spalten_GuV - 1)).Copy
Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(0, 1).Select
ActiveSheet.Paste

For o = 0 To Anzahl_Zeilen_GuV_2 - 1

Sheets("Input").Select

If Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3 + o, 1) = "Dreiecksverteilung" Then
Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3 + o, 0).Copy
Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(3 + o, 0).Select
ActiveSheet.Paste
End If

Next o

Sheets("Input").Select
Set Suchbereich = Range(Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3, 1), Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).End(xlDown))
Anzahl_3 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "Dreiecksverteilung")

erneut_3:
Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select

For p = 0 To Anzahl_3 - 1

If Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(3 + p, 0) = "" Then
Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(3 + p, 0).EntireRow.Delete
GoTo erneut_3
Resume Next
End If

Next p

Range(Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(1, 1), Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(1, 1).End(xlToRight)).Copy
Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(0, 1).Select
ActiveSheet.Paste

For q = 0 To (Anzahl_Spalten_GuV - 1) * 2

If Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(0, 1 + q) <> "" Then
Range(Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(0, 1 + q).Offset(0, 1), Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(2 + Anzahl_3, 2 + q)).Select
Selection.Insert Shift:=xlToRight
Range(Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(0, 1 + q), Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(0, 1 + q).Offset(0, 1)).Select

With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False
End With

Selection.Merge
Selection.Offset(1, 0).Select
ActiveCell = "min."
Selection.Offset(0, 1).Select
ActiveCell = "max."

End If

Next q

Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(3, 1).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.Offset(Anzahl_3 - 1, (Anzahl_Spalten_GuV - 1) * 2 - 1)).Select

Selection.FormatConditions.Add Type:=xlExpression, Formula:="=und(" & Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(3, 0).Address(0, 1) _
& "<" & "***** & ";" & Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(1, 1).Address(1, 0) & "<" & "***** & ")"
Selection.FormatConditions(Selection.FormatConditions.Count).SetFirstPriority

With Selection.FormatConditions(1).Font
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
.TintAndShade = 0
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlRight)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlTop)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlBottom)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Interior
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.Color = 13434879
.TintAndShade = 0
End With

Selection.FormatConditions(1).StopIfTrue = False

```

Anhang 56: Erstellung des Eingabebereichs der Risiken mit Dreiecksverteilung, Quelle: eigene Darstellung.

```

Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 1).Select
Selection = "pos./neg."

Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 2).Select
Selection = "Auswirkung auf"

Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV"), Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 2)).Select

With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .Color = 7028224
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With

With Selection.Font
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = 0
End With

Selection.Font.Bold = True

Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(0, 3), Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 3).End(xlToRight)).Select

Selection.Delete

With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With

Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(2, 0).EntireRow.Select
Selection.RowHeight = 5

Sheets(Blatt_GuV).Select
Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).Offset(-3, 1), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).Offset(-2, Anzahl_Spalten_GuV - 1)).Copy
Sheets("Ereignisorientierte_Risiken").Select
Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(0, 3).Select
ActiveSheet.Paste
Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 3), Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 3).End(xlToRight)).Copy
Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(0, 3).Select
ActiveSheet.Paste

Sheets("Input").Select

If Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0), Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count > "1000000" Then
Anzahl_4 = 1
Else
Anzahl_4 = Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0), Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count
End If

Sheets("Ereignisorientierte_Risiken").Select

ActiveWorkbook.Save

For r = 0 To (Anzahl_Spalten_GuV - 1) * 2

If Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(0, 3 + r) <> "" Then
Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(0, 3 + r).Offset(0, 1), Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(2 + Anzahl_4, 4 + r)).Select
Selection.Insert Shift:=xlToRight
Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(0, 3 + r), Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(0, 3 + r).Offset(0, 1)).Select

With Selection
    .HorizontalAlignment = xlCenter
    .VerticalAlignment = xlBottom
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = False
End With

Selection.Merge
Selection.Offset(1, 0).Select
ActiveCell = "HShe"
Selection.Offset(0, 1).Select
ActiveCell = "Wahrscheinlichkeit"
End If

Next r

For s = 0 To Anzahl_4 - 1
ereignisorientiertes_Risiko = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 0)
Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 1)

If ereignisorientiertes_Risiko <> "Geben Sie hier ein Ereignis ein" Then

If Anzahl_Ausprägungen = "" Then
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 1) = InputBox("Geben Sie die Anzahl der Ausprägungen für das ereignisorientierte Risiko " _
& ereignisorientiertes_Risiko & " ein", "Fehlende Anzahl der Ausprägungen", "1")
End If

Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 1)

For t = 0 To Anzahl_Ausprägungen

Sheets("Input").Select
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 0).Select
Selection.Copy
Sheets("Ereignisorientierte_Risiken").Select

```

```

If Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(2, 0), _
Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(2, 0).End(xlDown).End(xlDown)).Rows.Count > "1000000" Then
Anzahl_5 = t
Else
Anzahl_5 = Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(2, 0), _
Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(2, 0).End(xlDown).End(xlDown)).Rows.Count - 1
End If

Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(3 + Anzahl_5, 0).Select
ActiveSheet.Paste
ActiveCell.Offset(0, 1).Select

With Selection.Validation
.Delete
.Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween, Formulas:="pos.,neg."
.IgnoreBlank = True
.InCellDropdown = True
.InputTitle = ""
.ErrorTitle = ""
.InputMessage = ""
.ErrorMessage = ""
.ShowInput = True
.ShowError = True
End With

ActiveCell.Offset(0, 1).Select

If Worksheets("Input").Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 3) = "" Then
Selection = "keine Auswirkung auf GuV"
Else
Selection = Worksheets("Input").Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 3)
End If

ActiveCell.Offset(0, -2).Select

Next t

For f = 1 To Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 3), _
Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 3).End(xlToRight)).Columns.Count / 2

neue_Zeile = Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(3, 0), _
Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count - Anzahl_Ausprägungen + 2

Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(neue_Zeile, 1 + 2 * f).Select

ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Risiko" & f & s + 1, RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address).Resize(Anzahl_Ausprägungen + 1, 2)

Next f

End If

Next s

```

Anhang 57: Erstellung des Eingabebereichs für ereignisorientierte Risiken mit Auswirkung auf die Positionen der GuV,
Quelle: eigene Darstellung.

```

Sheets("Ereignisorientierte Risiken").Select
Range(Range("Ereignisorientierte Risiken_GuV"), Range("Ereignisorientierte Risiken_GuV").Offset(1, 1).End(xlToRight)).Copy
Range("Ereignisorientierte Risiken_GuV").Offset(Anzahl_5 + 6, 0).Select
ActiveSheet.Paste

ActiveCell = "Ereignisorientierte Risiken - Bilanz"
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Ereignisorientierte Risiken_Bilanz", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address)

Range("Ereignisorientierte Risiken_Bilanz").Offset(2, 0).EntireRow.Select
Selection.RowHeight = 5

For u = 0 To Anzahl_4 - 1

ereignisorientiertes_Risiko = Range("Ereignisorientierte Risiken").Offset(3 + u, 0)
Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte Risiken").Offset(3 + u, 1)

If ereignisorientiertes_Risiko <> "Geben Sie hier ein Ereignis ein" Then

If Anzahl_Ausprägungen = "" Then
Range("Ereignisorientierte Risiken").Offset(3 + u, 1) = InputBox("Geben Sie die Anzahl der Ausprägungen für das ereignisorientierte Risiko " _
& ereignisorientiertes_Risiko & " ein", "Fehlende Anzahl der Ausprägungen", "1")
End If
Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte Risiken").Offset(3 + u, 1)

For v = 0 To Anzahl_Ausprägungen

Sheets("Input").Select
Range("Ereignisorientierte Risiken").Offset(3 + u, 0).Select
Selection.Copy
Sheets("Ereignisorientierte Risiken").Select

If Range(Range("Ereignisorientierte Risiken_Bilanz").Offset(2, 0), _
Range("Ereignisorientierte Risiken_Bilanz").Offset(2, 0).End(xlDown).End(xlDown)).Rows.Count > "1000000" Then
Anzahl_8 = v
Else
Anzahl_8 = Range(Range("Ereignisorientierte Risiken_Bilanz").Offset(2, 0), _
Range("Ereignisorientierte Risiken_Bilanz").Offset(2, 0).End(xlDown).End(xlDown)).Rows.Count - 1
End If

Range("Ereignisorientierte Risiken_Bilanz").Offset(3 + Anzahl_8, 0).Select
ActiveSheet.Paste
ActiveCell.Offset(0, 1).Select

With Selection.Validation
.Delete
.Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween, Formulas:="pos.,neg."
.IgnoreBlank = True
.InCellDropdown = True
.InputTitle = ""
.ErrorTitle = ""
.InputMessage = ""
.ErrorMessage = ""
.ShowInput = True
.ShowError = True
End With

ActiveCell.Offset(0, 1).Select

If Worksheets("Input").Range("Ereignisorientierte Risiken").Offset(3 + u, 2) = "" Then
Selection = "keine Auswirkung auf Bilanz"
Else
Selection = Worksheets("Input").Range("Ereignisorientierte Risiken").Offset(3 + u, 2)
End If
ActiveCell.Offset(0, -2).Select

Next v

For g = 1 To Range(Range("Ereignisorientierte Risiken_Bilanz").Offset(1, 3), _
Range("Ereignisorientierte Risiken_Bilanz").Offset(1, 3).End(xlToRight)).Columns.Count / 2

neue_Zeile = Range(Range("Ereignisorientierte Risiken_Bilanz").Offset(3, 0), _
Range("Ereignisorientierte Risiken_Bilanz").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count - Anzahl_Ausprägungen + 2

Range("Ereignisorientierte Risiken_Bilanz").Offset(neue_Zeile, 1 + 2 * g).Select

ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Risiko" & 0 & g & u + 1, RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address).Resize(Anzahl_Ausprägungen + 1, 2)

Next g

End If

Next u

```

Anhang 58: Erstellung des Eingabebereichs für ereignisorientierte Risiken mit Auswirkung auf die Positionen der Bilanz,
Quelle: eigene Darstellung.

```

If Eigenkapital Or Liquiditaet < 0 Then
Next i
Else

```

Anhang 59: Gewährleistung des Abbrechens des Simulationsdurchlaufs bei eingetretener Insolvenz,
Quelle: eigene Darstellung.

```

a_Simulation_starten - 1

Sub Simulation_starten()
Dim Anzahl_Zeilen As Long
Dim Anzahl_Zeilen_2 As Long
Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")

Blatt_GuV = Worksheets("Input").Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Worksheets("Input").Range("Zeile_GuV")

Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Spalte_Bilanz = Range("Spalte_Bilanz")
Zeile_Aktiv_Bilanz = Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
Zeile_Passiv_Bilanz = Range("Zeile_Passiv_Bilanz")

Blatt_CF_Rechnung = Range("Blatt_CF_Rechnung")
Spalte_CF_Rechnung = Range("Spalte_CF_Rechnung")
Zeile_CF_Rechnung = Range("Zeile_CF_Rechnung")

Blatt_Bewertung = Range("Blatt_Bewertung")
Spalte_Bewertung = Range("Spalte_Bewertung")
Zeile_Bewertung = Range("Zeile_Bewertung")

If Blatt_GuV = "" Then
MsgBox "Es ist keine GuV vorhanden, Simulation nicht möglich!", 16, "Keine GuV"
Exit Sub
End If

If Range("Spalte_GuV").Offset(0, -1) = "" Then
Range("Spalte_GuV").Offset(0, -1) = InputBox("Bitte geben Sie die erste Spalte der GuV an", "Erste
Spalte der GuV", "C")
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
End If
If Spalte_GuV = "" Then
Exit Sub
End If

If Zeile_GuV = "" Then
Range("Zeile_GuV") = InputBox("Bitte geben Sie die erste Zeile der GuV an", "Erste Zeile der GuV",
8)
Zeile_GuV = Worksheets("Input").Range("Zeile_GuV")
End If
If Zeile_GuV = "" Then
Exit Sub
End If

If Blatt_Bilanz = "" Then
MsgBox "Es ist keine Bilanz vorhanden, Simulation nicht möglich!", 16, "Keine Bilanz"
Exit Sub
End If

If Range("Spalte_Bilanz").Offset(0, -1) = "" Then
Range("Spalte_Bilanz").Offset(0, -1) = InputBox("Bitte geben Sie die erste Spalte der Bilanz an", "
Erste Spalte der Bilanz", "C")
Spalte_Bilanz = Worksheets("Input").Range("Spalte_Bilanz")
End If
If Spalte_Bilanz = "" Then
Exit Sub
End If

If Zeile_Aktiv_Bilanz = "" Then
Range("Zeile_Aktiv_Bilanz") = InputBox("Bitte geben Sie die erste Zeile der Aktiva an", "Erste Zeil
e der Aktiva", 8)
Zeile_Aktiv_Bilanz = Worksheets("Input").Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
End If
If Zeile_Aktiv_Bilanz = "" Then
Exit Sub
End If

If Zeile_Passiv_Bilanz = "" Then
Range("Zeile_Passiv_Bilanz") = InputBox("Bitte geben Sie die erste Zeile der Passiva an", "Erste Zeil
e der Passiva", 21)
Zeile_Passiv_Bilanz = Worksheets("Input").Range("Zeile_Passiv_Bilanz")
End If
If Zeile_Passiv_Bilanz = "" Then
Exit Sub
End If

```

```

a_Simulation_starten - 2

If Blatt_CF_Rechnung = "" Then
MsgBox "Es ist keine CF-Rechnung vorhanden, Simulation nicht möglich!", 16, "Keine CF-Rechnung"
Exit Sub
End If

If Range("Spalte_CF_Rechnung").Offset(0, -1) = "" Then
Range("Spalte_CF_Rechnung").Offset(0, -1) = InputBox("Bitte geben Sie die erste Spalte der CF-Rechnung an", "Erste Spalte der CF-Rechnung", "C")
Spalte_CF_Rechnung = Worksheets("Input").Range("Spalte_CF_Rechnung")
End If
If Spalte_CF_Rechnung = "" Then
Exit Sub
End If

If Zeile_CF_Rechnung = "" Then
Range("Zeile_CF_Rechnung") = InputBox("Bitte geben Sie die erste Zeile der CF-Rechnung an", "Erste Zeile der CF-Rechnung", 8)
Zeile_CF_Rechnung = Worksheets("Input").Range("Zeile_CF_Rechnung")
End If
If Zeile_CF_Rechnung = "" Then
Exit Sub
End If

If Blatt_Bewertung = "" Then
MsgBox "Es ist keine Bewertung vorhanden, Simulation nicht möglich!", 16, "Keine Bewertung"
Exit Sub
End If

If Range("Spalte_Bewertung").Offset(0, -1) = "" Then
Range("Spalte_Bewertung").Offset(0, -1) = InputBox("Bitte geben Sie die erste Spalte der Bewertung an", "Erste Spalte der Bewertung", "C")
Spalte_Bewertung = Worksheets("Input").Range("Spalte_Bewertung")
End If
If Spalte_Bewertung = "" Then
Exit Sub
End If

If Zeile_Bewertung = "" Then
Range("Zeile_Bewertung") = InputBox("Bitte geben Sie die erste Zeile der Bewertung an", "Erste Zeile der Bewertung", 8)
Zeile_Bewertung = Worksheets("Input").Range("Zeile_Bewertung")
End If
If Zeile_Bewertung = "" Then
Exit Sub
End If

If Anzahl_Simulationsdurchläufe = "" Then
Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe") = InputBox("Geben Sie eine Anzahl an Simulationsdurchläufe ein", "Fehlende Anzahl an Simulationsdurchläufe", "1000")
Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")
End If
If Anzahl_Simulationsdurchläufe = "" Then
Exit Sub
End If

Sheets(Blatt_GuV).Select
Anzahl_Zeilen = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Spalten = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlToRight)).Columns.Count - 1
Sheets("Input").Select
Anzahl_Zeilen_2 = Range(Cells(19, 2), Cells(19, 2).End(xlDown)).Rows.Count

Sheets("Input").Select
Set Suchbereich = Range(Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1), Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).End(xlDown))
Anzahl_2 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "Normalverteilung")

Call Normalverteilung_ohne_Abhängigkeitein
Call Dreiecksverteilung_ohne_Abhängigkeitein
Call Normalverteilung_mit_Abhängigkeitein
Call Dreiecksverteilung_mit_Abhängigkeitein
Call Ereignisrisiken
Call Bewertung

End Sub

```

Anhang 60: Modul a_Simulation_Starten,
Quelle: eigene Darstellung.

```

b_Normalverteilung - 1

Sub Normalverteilung_ohne_Abhängigkeitin()
ScreenUpdating = False
Dim Anzahl_Zeilen As Long
Dim Anzahl_Zeilen_2 As Long

Blatt_GuV = Worksheets("Input").Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Worksheets("Input").Range("Zeile_GuV")

Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Spalte_Bilanz = Range("Spalte_Bilanz")
Zeile_Aktiv_Bilanz = Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
Zeile_Passiv_Bilanz = Range("Zeile_Passiv_Bilanz")

Sheets(Blatt_GuV).Select
Anzahl_Zeilen = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Spalten = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlToRight)).Columns.Count - 1
Sheets("Input").Select
Anzahl_Zeilen_2 = Range(Cells(19, 2), Cells(19, 2).End(xlDown)).Rows.Count

Sheets("Input").Select
Set Suchbereich = Range(Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3, 1), Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).End(xlDown))
Anzahl_2 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "Normalverteilung")

For j = 1 To Anzahl_2

Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(2 + j, 0).Select

Simulationsblatt = Selection

Application.DisplayAlerts = False
On Error GoTo weiter
Worksheets(Simulationsblatt).Delete
Application.DisplayAlerts = True

weiter:
Resume Next
On Error GoTo 0
Sheets.Add After:=Sheets(Sheets.Count)
ActiveSheet.Name = Simulationsblatt

For i = 1 To Anzahl_Zeilen
For k = 1 To Anzahl_Spalten - 1

aktuelle_Variable = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(2 + j, 0)
If Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = aktuelle_Variable And WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False) = "Bitte wählen" Or Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = aktuelle_Variable And WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False) = "keine Abhängigkeit" Then
Erwartungswert_Variable = Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV + k)
Schwankungsbreite = Erwartungswert_Variable * Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(2 + j, k)

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(2 + j, k) = "" Then
Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(2 + j, k) =
InputBox("Geben Sie eine Schwankungsbreite für die Position " & aktuelle_Variable & " für die " & k & ". Periode ein", "Fehlende Schwankungsbreite", "5%")
Schwankungsbreite = Erwartungswert_Variable * Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(2 + j, k)
End If

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(2 + j, k) = "" Then
Exit Sub
End If

Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")

```

```

b_Normalverteilung - 2

Application.Run "ATPVBAEN.XLAM!Random", Worksheets(Simulationsblatt).Cells(1, k), 1, Anzahl_Simulationsdurchläufe, 2, Erwartungswert_VaVariable, Schwankungsbreite

Worksheets(Simulationsblatt).Select

Cells(1, k).Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown

Cells(1, k) = k
Cells(2, k) = Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, 0)

End If

Next k
Next i
Next j

ScreenUpdating = True

End Sub
Sub Normalverteilung_mit_Abhängigkeitin()
ScreenUpdating = False
Dim Anzahl_Zeilen As Long
Dim Anzahl_Zeilen_2 As Long

Blatt_GuV = Worksheets("Input").Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Worksheets("Input").Range("Zeile_GuV")

Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Spalte_Bilanz = Range("Spalte_Bilanz")
Zeile_Aktiv_Bilanz = Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
Zeile_Passiv_Bilanz = Range("Zeile_Passiv_Bilanz")

Sheets(Blatt_GuV).Select
Anzahl_Zeilen = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Spalten = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlToRight)).Columns.Count - 1
Sheets("Input").Select
Anzahl_Zeilen_2 = Range(Cells(19, 2), Cells(19, 2).End(xlDown)).Rows.Count

Sheets("Input").Select
Set Suchbereich = Range(Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1), Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).End(xlDown))
Anzahl_2 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "Normalverteilung")

For j = 1 To Anzahl_2

Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, 0).Select

Simulationsblatt = Selection

For i = 1 To Anzahl_Zeilen
For k = 1 To Anzahl_Spalten - 1

aktuelle_Variable = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, 0)
sverweis_Variable = WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False)

If Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = aktuelle_Variable And sverweis_Variable <> "Bitte wählen" Then
If Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = aktuelle_Variable And sverweis_Variable <> "keine Abhängigkeit" Then

Ursprungsblatt = WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False)
Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")

Sheets(Blatt_GuV).Select

```

```

b_Normalverteilung - 3

Range(Cells(1, Spalte_GuV), Cells(1, Spalte_GuV + k)).EntireColumn.Select
Bereich = Selection

Verhältnis_Variablen = Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV + k) / WorksheetFu
nction.VLookup(Ursprungsblatt, Bereich, 1 + k, False)
Schwankungsbreite_abhängige_Variablen = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken
_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, k)

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j,
k) = "" Then
Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, k)
=
InputBox("Geben Sie eine Schwankungsbreite für die Position " & aktuelle_Variable & " für die " & k
& ". Periode ein", "Fehlende Schwankungsbreite", "5%")
Schwankungsbreite_abhängige_Variablen = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken
_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, k)
End If

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j,
k) = "" Then
Exit Sub
End If

For o = 1 To Anzahl_Simulationsdurchläufe

Mittelwert = Sheets(Ursprungsblatt).Cells(5 + o, k) * -Verhältnis_Variablen
Standardabw = Mittelwert * Schwankungsbreite_abhängige_Variablen
If Standardabw < 0 Then
Standardabw = Standardabw * -1
End If
Standardabw = WorksheetFunction.Substitute(Standardabw, ",", ".")
Mittelwert = WorksheetFunction.Substitute(Mittelwert, ",", ".")

Sheets(Simulationsblatt).Select
Cells(o, k).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=-NORM.INV(RAND()," & Mittelwert & "," & Standardabw & ")"

Next o

Worksheets(Simulationsblatt).Select

Cells(1, k).Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown

Cells(1, k) = k
Cells(2, k) = Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2 + j, 0)

End If
End If

Next k
Next i
Next j

ScreenUpdating = True

End Sub

```

Anhang 61: Modul b_Normalverteilung,
Quelle: eigene Darstellung.

```

c_Dreiecksverteilung - 1

Sub Dreiecksverteilung_ohne_Abhangigkeiten()
ScreenUpdating = False
Dim Anzahl_Zeilen As Long
Dim Anzahl_Zeilen_2 As Long

Blatt_GuV = Worksheets("Input").Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Worksheets("Input").Range("Zeile_GuV")

Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Spalte_Bilanz = Range("Spalte_Bilanz")
Zeile_Aktiv_Bilanz = Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
Zeile_Passiv_Bilanz = Range("Zeile_Passiv_Bilanz")

Sheets(Blatt_GuV).Select
Anzahl_Zeilen = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Spalten = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlToRight)).Columns.Count - 1
Sheets("Input").Select
Anzahl_Zeilen_2 = Range(Cells(19, 2), Cells(19, 2).End(xlDown)).Rows.Count

Sheets("Input").Select
Set Suchbereich = Range(Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3, 1), Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).End(xlDown))
Anzahl_2 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "Dreiecksverteilung")

For j = 1 To Anzahl_2

Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 0).Select

Simulationsblatt = Selection

Application.DisplayAlerts = False
On Error GoTo weiter
Worksheets(Simulationsblatt).Delete
Application.DisplayAlerts = True

weiter:
Resume Next
On Error GoTo 0
Sheets.Add After:=Sheets(Sheets.Count)
ActiveSheet.Name = Simulationsblatt

For i = 1 To Anzahl_Zeilen
For k = 1 To Anzahl_Spalten - 1

aktuelle_Variable = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 0)
If Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = aktuelle_Variable And WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False) = "Bitte wahlen"
Or Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = _
aktuelle_Variable And WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False) = "keine Abhangigkeit" Then

Anzahl_Simulationsdurchlaufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchlaufe")

Minimum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1))
If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1)) = "" Then
Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1)) = InputBox("Geben Sie ein Minimum fur die Position " & aktuelle_Variable & " fur die " & k & ". Periode ein", "Fehlendes Minimum")
Minimum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1))
End If

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k) = "" Then
Exit Sub
End If

Maximum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset

```

```

c_Dreiecksverteilung - 2

et(2 + j, 1 + k + (k - 1))
If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 +
j, 1 + k + (k - 1)) = "" Then
Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j,
1 + k + (k - 1))
= InputBox("Geben Sie ein Maximum für die Position " & aktuelle_Variable & " für die " & k & ". Per
iode ein", "Fehlendes Maximum")
Maximum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offs
et(2 + j, 1 + k + (k - 1))
End If

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 +
j, 1 + k) = "" Then
Exit Sub
End If

For o = 1 To Anzahl_Simulationsdurchläufe

Erwartungswert_Variable = Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV + k)
Sheets(Simulationsblatt).Cells(o, k).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=zUF_dreieck(" & Minimum & ", " & Erwartungswert_Variable & ", " & Maximum
& ")"

Next o

Worksheets(Simulationsblatt).Select

Cells(1, k).Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown

Cells(1, k) = k
Cells(2, k) = Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 0)

End If

Next k
Next i
Next j

ScreenUpdating = True

End Sub
Sub Dreiecksverteilung_mit_Abhangigkeiten()
ScreenUpdating = False
Dim Anzahl_Zeilen As Long
Dim Anzahl_Zeilen_2 As Long

Blatt_GuV = Worksheets("Input").Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Worksheets("Input").Range("Zeile_GuV")

Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Spalte_Bilanz = Range("Spalte_Bilanz")
Zeile_Aktiv_Bilanz = Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
Zeile_Passiv_Bilanz = Range("Zeile_Passiv_Bilanz")

Sheets(Blatt_GuV).Select
Anzahl_Zeilen = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlDown)).Rows.
Count
Anzahl_Spalten = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlToRight)).C
olumns.Count - 1
Sheets("Input").Select
Anzahl_Zeilen_2 = Range(Cells(19, 2), Cells(19, 2).End(xlDown)).Rows.Count

Sheets("Input").Select
Set Suchbereich = Range(Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1), Range("Risiken_mit_Sc
hwankungsbreiten").Offset(3, 1).End(xlDown))
Anzahl_2 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "Dreiecksverteilung")

For j = 1 To Anzahl_2

Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 0).Select

```

c_Dreiecksverteilung - 3

Simulationsblatt = Selection

For i = 1 To Anzahl_Zeilen
For k = 1 To Anzahl_Spalten - 1

aktuelle_Variable = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 0)
sverweis_Variable = WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False)
If Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = aktuelle_Variable And sverweis_Variable <> "Bitte wählen" Then
If Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV) = aktuelle_Variable And sverweis_Variable <> "keine Abhängigkeit" Then

Ursprungsblatt = WorksheetFunction.VLookup(aktuelle_Variable, Worksheets("Input").Range("B:D"), 3, False)
Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")

Minimum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1))
If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1)) = "" Then
Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1))
= InputBox("Geben Sie ein Minimum für die Position " & aktuelle_Variable & " für die " & k & ". Periode ein", "Fehlendes Minimum")
Minimum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1))
End If

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, k + (k - 1)) = "" Then
Exit Sub
End If

Maximum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k + (k - 1))
If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k + (k - 1)) = "" Then
Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k + (k - 1))
= InputBox("Geben Sie ein Maximum für die Position " & aktuelle_Variable & " für die " & k & ". Periode ein", "Fehlendes Maximum")
Maximum = Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k + (k - 1))
End If

If Worksheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 1 + k) = "" Then
Exit Sub
End If

Sheets(Blatt_GuV).Select
Range(Cells(1, Spalte_GuV), Cells(1, Spalte_GuV + k)).EntireColumn.Select
Bereich = Selection

Verhältnis_Variablen = Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i - 1, Spalte_GuV + k) / WorksheetFunction.VLookup(Ursprungsblatt, Bereich, 1 + k, False)

For o = 1 To Anzahl_Simulationsdurchläufe

Erwartungswert_Variable = Sheets(Ursprungsblatt).Cells(5 + o, k) * Verhältnis_Variablen
Erwartungswert_Variable = WorksheetFunction.Substitute(Erwartungswert_Variable, ",", ".")
Sheets(Simulationsblatt).Select
Cells(o, k).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=zuf_dreieck(" & Minimum & ", " & Erwartungswert_Variable & ", " & Maximum & ")"

Next o

Worksheets(Simulationsblatt).Select

Cells(1, k).Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown

```
c_Dreiecksverteilung - 4  
Selection.Insert Shift:=xlDown  
Selection.Insert Shift:=xlDown  
Cells(1, k) = k  
Cells(2, k) = Range("Risiken_mit_Dreiecksverteilung").Offset(2 + j, 0)  
End If  
End If  
Next k  
Next i  
Next j  
ScreenUpdating = True  
End Sub
```

Anhang 62: Modul c_Dreiecksverteilung,
Quelle: eigene Darstellung.

```

d_Ereignisorientierte_Risiken - 1

Sub Ereignisrisiken()
ScreenUpdating = False
Dim Anzahl_Zeilen As Long
Dim Anzahl_Zeilen_2 As Long

Blatt_GuV = Worksheets("Input").Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Worksheets("Input").Range("Zeile_GuV")

Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Spalte_Bilanz = Range("Spalte_Bilanz")
Zeile_Aktiv_Bilanz = Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
Zeile_Passiv_Bilanz = Range("Zeile_Passiv_Bilanz")

If Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0), Range("Ereignisorientierte_Risiken").Of
fset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count > "1000000" Then
Anzahl_4 = 1
Else
Anzahl_4 = Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0), Range("Ereignisorientierte_Risi
ken").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count
End If

For s = 0 To Anzahl_4 - 1
Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 1)

Sheets("Input").Select
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 0).Select
Simulationsblatt = Selection
Simulationsblatt = Simulationsblatt & "_GuV"

If Selection <> "Geben Sie hier ein Ereignis ein" Then

Application.DisplayAlerts = False
On Error GoTo weiter
Worksheets(Simulationsblatt).Delete
Application.DisplayAlerts = True

weiter:
Resume Next
On Error GoTo 0
Sheets.Add After:=Sheets(Sheets.Count)
ActiveSheet.Name = Simulationsblatt

For f = 1 To Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 3), Range("Ereignisorientiert
e_Risiken_GuV").Offset(1, 3).End(xlToRight)).Columns.Count / 2

Angabebereich = "Risiko" & f & s + 1

Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")

Application.Run "ATPVBAEN.XLAM!Random", Worksheets(Simulationsblatt).Cells(1, f), 1, Anzahl_Simulat
ionsdurchläufe, 7, , Range(Angabebereich)

Worksheets(Simulationsblatt).Select

Cells(1, f).Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown

Cells(1, f) = f
Cells(2, f) = Simulationsblatt

Next f

End If

Next s

For u = 0 To Anzahl_4 - 1

Sheets("Input").Select
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + u, 0).Select
Simulationsblatt = Selection
Simulationsblatt = Simulationsblatt & "_Bilanz"

```

```

d_Ereignisorientierte_Risiken - 2

If Selection <> "Geben Sie hier ein Ereignis ein" Then

Application.DisplayAlerts = False
On Error GoTo weiter_2
Worksheets(Simulationsblatt).Delete
Application.DisplayAlerts = True

weiter_2:
Resume Next
On Error GoTo 0
Sheets.Add After:=Sheets(Sheets.Count)
ActiveSheet.Name = Simulationsblatt

Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + u, 1)
For g = 1 To Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(1, 3), Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(1, 3).End(xlToRight)).Columns.Count / 2

Angabebereich = "Risiko" & 0 & g & u + 1

Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")

Application.Run "ATP\BAEN.XLAM!Random", Worksheets(Simulationsblatt).Cells(1, g), 1, Anzahl_Simulationsdurchläufe, 7, , Range(Angabebereich)

Worksheets(Simulationsblatt).Select

Cells(1, g).Select
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown
Selection.Insert Shift:=xlDown

Cells(1, g) = g
Cells(2, g) = Simulationsblatt

Next g

End If

Next u

Application.DisplayAlerts = False
On Error Resume Next
Sheets("Geben Sie hier ein Ereignis ein").Delete
Application.DisplayAlerts = True
On Error GoTo 0

End Sub

```

Anhang 63: Modul d_Ereignisorientierte_Risiken,
Quelle: eigene Darstellung.

```

e_Risiken_aktualisieren_Input - 1

Sub aktualisieren_Risiken_Input()
Dim Anzahl_Zeilen_GuV As Long
Dim Anzahl_Zeilen_GuV_2 As Long

Application.EnableEvents = False

Blatt_GuV = Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Range("Zeile_GuV")

Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Spalte_Bilanz = Range("Spalte_Bilanz")
Zeile_Aktiv_Bilanz = Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
Zeile_Passiv_Bilanz = Range("Zeile_Passiv_Bilanz")

Sheets(Blatt_GuV).Select
Anzahl_Zeilen_GuV = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Spalten_GuV = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlToRight)).Columns.Count - 1

Sheets(Blatt_Bilanz).Select
Anzahl_Zeilen_Aktiva = Range(Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz), Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Zeilen_Passiva = Range(Cells(Zeile_Passiv_Bilanz, Spalte_Bilanz), Cells(Zeile_Passiv_Bilanz, Spalte_Bilanz).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Spalten_Bilanz = Range(Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz), Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz).End(xlToRight)).Columns.Count - 1

Sheets("Input").Select

Range("B9").End(xlDown).Offset(1, -1).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.End(xlDown)).EntireRow.Select
Selection.Clear

With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With

Selection.RowHeight = 15

Range("B9").End(xlDown).Offset(4, 0).Select
ActiveCell = "Risiken mit Schwankungsbreiten"
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Risiken_mit_Schwankungsbreiten", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address)

Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(1, 0).Select
Selection = "Planungsparameter - GuV"

Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(1, 1).Select
Selection = "Verteilung"

Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(1, 2).Select
Selection = "Abhängig von"

Range(Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten"), Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(1, 2)).Select

With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .Color = 7028224
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With

With Selection.Font
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = 0
End With

Selection.Font.Bold = True

```

```

e_Risiken_aktualisieren_Input - 2

Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(2, 0).Select
Selection = "keine Abhängigkeit"
Selection.RowHeight = 5

With Selection.Font
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = 0
End With

For i = 0 To Anzahl_Zeilen_GuV - 1

If Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV + i, Spalte_GuV).Offset(0, -1) <> "=" Then

Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3 + i, 0) = Worksheets(Blatt_GuV).Cells(Zeile_GuV +
i, Spalte_GuV)

End If

Next i

Sheets("Input").Select
Range(Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 0), Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten")
.Offset(3 + Anzahl_Zeilen_GuV - 1, 0)).Select
Set Suchbereich = Selection
Anzahl_1 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "")

erneut_1:
Sheets("Input").Select

For k = 0 To Anzahl_Zeilen_GuV - Anzahl_1 - 1

If Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3 + k, 0) = "" Then
Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3 + k, 0).EntireRow.Delete
GoTo erneut_1
Resume Next
End If

Next k

Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 0).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.End(xlDown)).Select

With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .Color = 14935011
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With

With Selection.Borders(xlInsideHorizontal)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ThemeColor = 1
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 0).Select

Anzahl_Zeilen_GuV_2 = Range(ActiveCell, ActiveCell.End(xlDown)).Rows.Count

Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(2, 0).Select

ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Auswahl_für_Abhängigkeiten", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address
).Resize(Anzahl_Zeilen_GuV_2 + 1, 1)

For l = 0 To Anzahl_Zeilen_GuV_2 - 1

Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3 + l, 1).Select

With Selection.Validation
    .Delete
    .Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween, Formula1:="keine
Schwankungsbreite,Normalverteilung,Dreiecksverteilung"
    .IgnoreBlank = True
    .InCellDropdown = True

```

```

e_Risiken_aktualisieren_Input - 3
    .InputTitle = ""
    .ErrorTitle = ""
    .InputMessage = ""
    .ErrorMessage = ""
    .ShowInput = True
    .ShowError = True
End With

Selection = "Bitte wählen"

Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3 + 1, 2).Select

With Selection.Validation
    .Delete
    .Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween, Formula1:="=Auswahl_für_Abhängigkeiten"
    .IgnoreBlank = True
    .InCellDropdown = True
    .InputTitle = ""
    .ErrorTitle = ""
    .InputMessage = ""
    .ErrorMessage = ""
    .ShowInput = True
    .ShowError = True
End With

Selection = "Bitte wählen"

Next l

Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.End(xlDown).Offset(0, 1)).Select

Selection.FormatConditions.Add Type:=xlExpression, Formula1:="=und(" & Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 0).Address(0, 1) & "<>" & "*****" & ";" & Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(1, 1).Address(1, 0) & "<>" & "*****" & ")"
Selection.FormatConditions(Selection.FormatConditions.Count).SetFirstPriority

With Selection.FormatConditions(1).Font
    .ThemeColor = xlThemeColorLight1
    .TintAndShade = 0
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlLeft)
    .LineStyle = xlContinuous
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlRight)
    .LineStyle = xlContinuous
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlTop)
    .LineStyle = xlContinuous
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlBottom)
    .LineStyle = xlContinuous
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Interior
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .Color = 13434879
    .TintAndShade = 0
End With

Selection.FormatConditions(1).StopIfTrue = False

Sheets(Blatt_GuV).Select

```

```

e_Risiken_aktualisieren_Input - 4

Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).Offset(-2, 1), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).Offset(-2, Anzahl_Sp
alten_GuV - 1)).Select
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Perioden", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address).Resize(1, Anzahl
_Spalten_GuV - 1)

Call Ereignisorientierte_Risiken

Application.EnableEvents = True

End Sub
Sub Ereignisorientierte_Risiken()

Sheets("Input").Select
Range(Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten"), Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(1, 0)
).Copy
Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").End(xlDown).Offset(4, 0).Select
ActiveSheet.Paste

ActiveCell = "Ereignisorientierte Risiken"
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Ereignisorientierte_Risiken", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address)

Selection.Offset(1, 0).ClearContents
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(2, 0).EntireRow.Select
Selection.RowHeight = 5

Range("Ereignisorientierte_Risiken").Copy
Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(0, 1), Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offse
t(1, 3)).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteFormats, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=False, Transpose:=Fals
e

Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(0, 2), Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offse
t(0, 3)).Select

With Selection
    .HorizontalAlignment = xlCenter
    .VerticalAlignment = xlBottom
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = False
End With

Selection.Merge

Selection = "Auswirkung auf"
Selection.Offset(0, -1).Select
Selection = "Anzahl der"
Selection.Offset(1, 0).Select
Selection = "Ausprägungen des Ereignisses"
Selection.Offset(0, 1).Select
Selection = "Bilanz-Position"
Selection.Offset(0, 1).Select
Selection = "GuV-Position"

Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0).Select
Selection = "Geben Sie hier ein Ereignis ein"
Range(ActiveCell, ActiveCell.End(xlDown)).Select

Selection.FormatConditions.Add Type:=xlExpression, Formula:="=" & Range("Ereignisorientierte_Risik
en").Offset(3, 0).Address(0, 1) & "<>" & """"""
Selection.FormatConditions(Selection.FormatConditions.Count).SetFirstPriority

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlTop)
    .LineStyle = xlContinuous
    .ThemeColor = 1
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlBottom)
    .LineStyle = xlContinuous

```

```

e_Risiken_aktualisieren_Input - 5

.ThemeColor = 1
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Interior
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.Color = 14935011
.TintAndShade = 0
End With

Selection.FormatConditions(1).StopIfTrue = False

Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 1).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.End(xlDown).Offset(0, 4)).Select

Selection.FormatConditions.Add Type:=xlExpression, Formulas:="=und(" & Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0).Address(0, 1) & "<>" & """" & """" & ";" & Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(1, 1).Address(1, 0) & "<>" & """" & """" & ")""
Selection.FormatConditions(Selection.FormatConditions.Count).SetFirstPriority

With Selection.FormatConditions(1).Font
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
.TintAndShade = 0
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlRight)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlTop)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlBottom)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Interior
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.Color = 13434879
.TintAndShade = 0
End With

Selection.FormatConditions(1).StopIfTrue = False

Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Spalte_Bilanz = Range("Spalte_Bilanz")
Zeile_Aktiv_Bilanz = Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
Zeile_Passiv_Bilanz = Range("Zeile_Passiv_Bilanz")
Blatt_CF_Rechnung = Range("Blatt_CF_Rechnung")
Spalte_CF_Rechnung = Range("Spalte_CF_Rechnung")
Zeile_CF_Rechnung = Range("Zeile_CF_Rechnung")
Blatt_Bewertung = Range("Blatt_Bewertung")
Zeile_Bewertung = Range("Zeile_Bewertung")

Sheets(Blatt_Bilanz).Select
Anzahl_Zeilen_Aktiva = Range(Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz), Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Zeilen_Passiva = Range(Cells(Zeile_Passiv_Bilanz, Spalte_Bilanz), Cells(Zeile_Passiv_Bilanz, Spalte_Bilanz).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Spalten_Bilanz = Range(Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz), Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz, Spalte_Bilanz).End(xlToRight)).Columns.Count - 1

```

```

e_Risiken_aktualisieren_Input - 6

Sheets("<=Planungsrechnung").Select
Cells.Clear

For a = 0 To Anzahl_Zeilen_Aktiva - 1

If Worksheets(Blatt_Bilanz).Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz + a, Spalte_Bilanz).Offset(0, -1) <> "=" Then
Sheets("<=Planungsrechnung").Select
Cells(1 + a, 1) = Worksheets(Blatt_Bilanz).Cells(Zeile_Aktiv_Bilanz + a, Spalte_Bilanz)

End If

Next a

Sheets("<=Planungsrechnung").Select
Range(Range("a1"), Range("a1").Offset(Anzahl_Zeilen_Aktiva - 1, 0)).Select
Set Suchbereich = Selection
Anzahl_6 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "")

erneut_6:
Sheets("<=Planungsrechnung").Select

For b = 0 To Anzahl_Zeilen_Aktiva - Anzahl_6 - 1

If Range("a1").Offset(b, 0) = "" Then
Range("a1").Offset(b, 0).EntireRow.Delete
GoTo erneut_6
Resume Next
End If

Next b

For c = 0 To Anzahl_Zeilen_Passiva - 1

If Worksheets(Blatt_Bilanz).Cells(Zeile_Passiv_Bilanz + c, Spalte_Bilanz).Offset(0, -1) <> "=" Then
Sheets("<=Planungsrechnung").Select
Anzahl_befüllt = Range(Range("a1"), Range("a1").End(xlDown)).Rows.Count
Cells(1 + Anzahl_befüllt, 1) = Worksheets(Blatt_Bilanz).Cells(Zeile_Passiv_Bilanz + c, Spalte_Bilanz)

End If

Next c

Range("a1").Select
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Bilanzpositionen", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address).Resize(Anzahl_befüllt + 1, 1)

Sheets(Blatt_CF_Rechnung).Select
Anzahl_Zeilen_CF_Rechnung = Range(Cells(Zeile_CF_Rechnung, Spalte_CF_Rechnung), Cells(Zeile_CF_Rechnung, Spalte_CF_Rechnung).End(xlDown)).Rows.Count

For x = 0 To Anzahl_Zeilen_CF_Rechnung - 1

If Worksheets(Blatt_CF_Rechnung).Cells(Zeile_CF_Rechnung + x, Spalte_CF_Rechnung).Offset(0, -1) = "=" Then
Sheets("<=Planungsrechnung").Select
Cells(1 + x, 2) = Worksheets(Blatt_CF_Rechnung).Cells(Zeile_CF_Rechnung + x, Spalte_CF_Rechnung)
End If

Next x

Sheets("<=Planungsrechnung").Select
Range(Range("b1"), Range("b1").Offset(Anzahl_Zeilen_CF_Rechnung - 1, 0)).Select
Set Suchbereich = Selection
Anzahl_8 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "")

erneut_8:
Sheets("<=Planungsrechnung").Select

For y = 0 To Anzahl_Zeilen_CF_Rechnung - Anzahl_8 - 1

If Range("b1").Offset(y, 0) = "" Then
Range("b1").Offset(y, 0).Delete
GoTo erneut_8
Resume Next
End If

```

```

e_Risiken_aktualisieren_Input - 7

Next y

Anzahl_befüllt_CF = Range(Range("b1"), Range("b1").End(xlDown)).Rows.Count
Range("b1").Select
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="CF_Positionen", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address).Resize(Anzahl_befüllt_CF, 1)

Sheets("Input").Select
Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).Select

End Sub

```

Anhang 64: Modul e_Risiken_aktualisieren_Input,
Quelle: eigene Darstellung.

```

f_Risiken_aktualisieren_Schw - 1

Sub aktualisieren_Risiken_mit_Schwankungsbreiten()

ScreenUpdating = False
Blatt_GuV = Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Range("Zeile_GuV")

Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Spalte_Bilanz = Range("Spalte_Bilanz")
Zeile_Aktiv_Bilanz = Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
Zeile_Passiv_Bilanz = Range("Zeile_Passiv_Bilanz")

Sheets(Blatt_GuV).Select
Anzahl_Zeilen_GuV = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Spalten_GuV = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlToRight)).Columns.Count - 1

Sheets("Input").Select
Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 0).Select
Anzahl_Zeilen_GuV_2 = Range(ActiveCell, ActiveCell.End(xlDown)).Rows.Count

'Normalverteilung

Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("B5").Select
ActiveCell = "Risiken mit Normalverteilung"
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Risiken_mit_Normalverteilung", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address)
Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(0, -1).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.End(xlDown)).EntireRow.Select
Selection.Delete
Selection.RowHeight = 15

With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With

ActiveWorkbook.Save

Range("B5").Select
ActiveCell = "Risiken mit Normalverteilung"
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Risiken_mit_Normalverteilung", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address)

Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(1, 0).Select
Selection = "Planungsparameter - GuV"

Range(Range("Risiken_mit_Normalverteilung"), Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(1, 0)).Select

With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .Color = 7028224
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With

With Selection.Font
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = 0
End With

Selection.Font.Bold = True

Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(2, 0).EntireRow.Select
Selection.RowHeight = 5

Sheets(Blatt_GuV).Select
Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).Offset(-3, 1), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).Offset(-2, Anzahl_Spalten_GuV - 1)).Copy
Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select

```

```

f_Risiken_aktualisieren_Schw - 2

Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(0, 1).Select
ActiveSheet.Paste

For m = 0 To Anzahl_Zeilen_GuV_2 - 1

Sheets("Input").Select

If Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3 + m, 1) = "Normalverteilung" Then
Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3 + m, 0).Copy
Sheets("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(3 + m, 0).Select
ActiveSheet.Paste
End If

Next m

Sheets("Input").Select
Set Suchbereich = Range(Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1), Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).End(xlDown))
Anzahl_2 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "Normalverteilung")

erneut_2:
Sheets("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Select

For N = 0 To Anzahl_2 - 1

If Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(3 + N, 0) = "" Then
Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(3 + N, 0).EntireRow.Delete
GoTo erneut_2
Resume Next
End If

Next N

Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(3, 1).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.Offset(Anzahl_2 - 1, Anzahl_Spalten_GuV - 2)).Select

Selection.FormatConditions.Add Type:=xlExpression, Formula1:="=und(" & Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(3, 0).Address(0, 1) & "<>" & """" & ";" & Range("Risiken_mit_Normalverteilung").Offset(1, 1).Address(1, 0) & "<>" & """" & ")
Selection.FormatConditions(Selection.FormatConditions.Count).SetFirstPriority
With Selection.FormatConditions(1).Font
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
.TintAndShade = 0
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlRight)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlTop)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlBottom)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Interior
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.Color = 13434879
.TintAndShade = 0
End With

```

```

f_Risiken_aktualisieren_Schw - 3

Selection.FormatConditions(1).StopIfTrue = False

'Dreiecksverteilung

Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range(Range("Risiken mit Normalverteilung"), Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(1, 0)).Copy
Range("Risiken mit Normalverteilung").Offset(Anzahl_2 + 6, 0).Select
ActiveSheet.Paste
ActiveCell = "Risiken mit Dreiecksverteilung"
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Risiken mit Dreiecksverteilung", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address)

Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(2, 0).EntireRow.Select
Selection.RowHeight = 5
Sheets(Blatt_GuV).Select
Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).Offset(-3, 1), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).Offset(-2, Anzahl_Spalten_GuV - 1)).Copy
Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(0, 1).Select
ActiveSheet.Paste

For o = 0 To Anzahl_Zeilen_GuV_2 - 1

Sheets("Input").Select

If Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3 + o, 1) = "Dreiecksverteilung" Then
Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3 + o, 0).Copy
Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select
Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(3 + o, 0).Select
ActiveSheet.Paste
End If

Next o

Sheets("Input").Select
Set Suchbereich = Range(Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3, 1), Range("Risiken mit Schwankungsbreiten").Offset(3, 1).End(xlDown))
Anzahl_3 = Application.WorksheetFunction.CountIf(Suchbereich, "Dreiecksverteilung")

erneut_3:
Sheets("Risiken mit Schwankungsbreiten").Select

For p = 0 To Anzahl_3 - 1

If Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(3 + p, 0) = "" Then
Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(3 + p, 0).EntireRow.Delete
GoTo erneut_3
Resume Next
End If

Next p

Range(Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(1, 1), Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(1, 1).End(xlToRight)).Copy
Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(0, 1).Select
ActiveSheet.Paste

For q = 0 To (Anzahl_Spalten_GuV - 1) * 2

If Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(0, 1 + q) <> "" Then
Range(Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(0, 1 + q).Offset(0, 1), Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(2 + Anzahl_3, 2 + q)).Select
Selection.Insert Shift:=xlToRight
Range(Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(0, 1 + q), Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(0, 1 + q).Offset(0, 1)).Select

With Selection
.HorizontalAlignment = xlCenter
.VerticalAlignment = xlBottom
.WrapText = False
.Orientation = 0
.AddIndent = False
.IndentLevel = 0
.ShrinkToFit = False
.ReadingOrder = xlContext
.MergeCells = False

```

```

f_Risiken_aktualisieren_Schw - 4

End With

Selection.Merge
Selection.Offset(1, 0).Select
ActiveCell = "min."
Selection.Offset(0, 1).Select
ActiveCell = "max."

End If

Next q

Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(3, 1).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.Offset(Anzahl_3 - 1, (Anzahl_Spalten_GuV - 1) * 2 - 1)).Select

Selection.FormatConditions.Add Type:=xlExpression, Formula:="=und(" & Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(3, 0).Address(0, 1) & "<>" & """""" & ";" & Range("Risiken mit Dreiecksverteilung").Offset(1, 1).Address(1, 0) & "<>" & """""" & ")")
Selection.FormatConditions(Selection.FormatConditions.Count).SetFirstPriority

With Selection.FormatConditions(1).Font
    .ThemeColor = xlThemeColorLight1
    .TintAndShade = 0
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlLeft)
    .LineStyle = xlContinuous
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlRight)
    .LineStyle = xlContinuous
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlTop)
    .LineStyle = xlContinuous
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlBottom)
    .LineStyle = xlContinuous
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Interior
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .Color = 13434879
    .TintAndShade = 0
End With

Selection.FormatConditions(1).StopIfTrue = False

ScreenUpdating = True

End Sub

```

Anhang 65: Modul f_Risiken_aktualisieren_Schw,
Quelle: eigene Darstellung.

```

g_Risiken_aktualisieren_Ereig - 1

Sub aktualisieren_ereignisorientierte_Risiken()

ScreenUpdating = False
Blatt_GuV = Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Range("Zeile_GuV")

Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Spalte_Bilanz = Range("Spalte_Bilanz")
Zeile_Aktiv_Bilanz = Range("Zeile_Aktiv_Bilanz")
Zeile_Passiv_Bilanz = Range("Zeile_Passiv_Bilanz")

Sheets(Blatt_GuV).Select
Anzahl_Zeilen_GuV = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlDown)).Rows.Count
Anzahl_Spalten_GuV = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlToRight)).Columns.Count - 1

Sheets("Input").Select
Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(3, 0).Select
Anzahl_Zeilen_GuV_2 = Range(ActiveCell, ActiveCell.End(xlDown)).Rows.Count

Sheets("Ereignisorientierte Risiken").Select
Range("B5").Select
ActiveCell = "Ereignisorientierte Risiken - GuV"
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Ereignisorientierte_Risiken_GuV", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address)
Range("Ereignisorientierte Risiken GuV").Offset(0, -1).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.End(xlDown)).EntireRow.Select
Selection.Delete
Selection.RowHeight = 15

With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With

Range("B5").Select
ActiveCell = "Ereignisorientierte Risiken - GuV"
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Ereignisorientierte_Risiken_GuV", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address)

Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 1).Select
Selection = "pos./neg."

Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 2).Select
Selection = "Auswirkung auf"

Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV"), Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 2)).Select

With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .Color = 7028224
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With

With Selection.Font
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = 0
End With

Selection.Font.Bold = True

Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(0, 3), Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 3).End(xlToRight)).Select

Selection.Delete

With Selection.Interior
    .Pattern = xlSolid

```

```

g_Risiken_aktualisieren_Ereig - 2

    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .ThemeColor = xlThemeColorDark1
    .TintAndShade = 0
    .PatternTintAndShade = 0
End With

Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(2, 0).EntireRow.Select
Selection.RowHeight = 5

Sheets(Blatt_GuV).Select
Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).Offset(-3, 1), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).Offset(-2, Anzahl_Sp
alten_GuV - 1)).Copy
Sheets("Ereignisorientierte_Risiken").Select
Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(0, 3).Select
ActiveSheet.Paste

Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 3), Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV
").Offset(1, 3).End(xlToRight)).Copy
Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(0, 3).Select
ActiveSheet.Paste

Sheets("Input").Select

If Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0), Range("Ereignisorientierte_Risiken").Of
fset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count > "1000000" Then
Anzahl_4 = 1
Else
Anzahl_4 = Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0), Range("Ereignisorientierte_Risi
ken").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count
End If

Sheets("Ereignisorientierte_Risiken").Select

ActiveWorkbook.Save

For r = 0 To (Anzahl_Spalten_GuV - 1) * 2

If Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(0, 3 + r) <> "" Then
Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(0, 3 + r).Offset(0, 1), Range("Ereignisorient
ierte_Risiken_GuV").Offset(2 + Anzahl_4, 4 + r)).Select
Selection.Insert Shift:=xlToRight
Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(0, 3 + r), Range("Ereignisorientierte_Risiken
_GuV").Offset(0, 3 + r).Offset(0, 1)).Select

With Selection
    .HorizontalAlignment = xlCenter
    .VerticalAlignment = xlBottom
    .WrapText = False
    .Orientation = 0
    .AddIndent = False
    .IndentLevel = 0
    .ShrinkToFit = False
    .ReadingOrder = xlContext
    .MergeCells = False
End With

Selection.Merge
Selection.Offset(1, 0).Select
ActiveCell = "Höhe"
Selection.Offset(0, 1).Select
ActiveCell = "Wahrscheinlichkeit"
End If

Next r

For s = 0 To Anzahl_4 - 1

ereignisorientiertes_Risiko = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 0)
Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 1)

If ereignisorientiertes_Risiko <> "Geben Sie hier ein Ereignis ein" Then

If Anzahl_Ausprägungen = "" Then
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 1) = InputBox("Geben Sie die Anzahl der Ausprägu
ngen für das ereignisorientierte Risiko "
& ereignisorientiertes_Risiko & " ein", "Fehlende Anzahl der Ausprägungen", "1")
End If

```

g_Risiken_aktualisieren_Ereig - 3

```
Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 1)

For t = 0 To Anzahl_Ausprägungen

    Sheets("Input").Select
    Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 0).Select
    Selection.Copy
    Sheets("Ereignisorientierte_Risiken").Select

    If Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(2, 0),
    Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(2, 0).End(xlDown).End(xlDown)).Rows.Count > "100000
    0" Then
        Anzahl_5 = t
    Else
        Anzahl_5 = Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(2, 0),
        Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(2, 0).End(xlDown).End(xlDown)).Rows.Count - 1
    End If

    Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(3 + Anzahl_5, 0).Select
    ActiveSheet.Paste
    ActiveCell.Offset(0, 1).Select

    With Selection.Validation
        .Delete
        .Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween, Formula1:="pos.,n
        eg."
        .IgnoreBlank = True
        .InCellDropdown = True
        .InputTitle = ""
        .ErrorTitle = ""
        .InputMessage = ""
        .ErrorMessage = ""
        .ShowInput = True
        .ShowError = True
    End With

    ActiveCell.Offset(0, 1).Select

    If Worksheets("Input").Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 3) = "" Then
        Selection = "keine Auswirkung auf GuV"
    Else
        Selection = Worksheets("Input").Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + s, 3)
    End If

    ActiveCell.Offset(0, -2).Select

Next t

For f = 1 To Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 3),
Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 3).End(xlToRight)).Columns.Count / 2

    neue_Zeile = Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(3, 0),
    Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count - Anzahl_Ausprägungen
    + 2

    Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(neue_Zeile, 1 + 2 * f).Select

    ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Risiko" & f & s + 1, RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address).Resize
    (Anzahl_Ausprägungen + 1, 2)

Next f

End If

Next s

Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(3, 1).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.Offset(Anzahl_5, (Anzahl_Spalten_GuV - 1) * 2 + 1)).Select

Selection.FormatConditions.Add Type:=xlExpression, Formula1:="=und(" & Range("Ereignisorientierte_R
isiken_GuV").Offset(3, 0).Address(0, 1) & "<>"
& "*****" & ";" & Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1, 1).Address(1, 0) & "<>" & "*****"
" & ")"
Selection.FormatConditions(Selection.FormatConditions.Count).SetFirstPriority
```

```

g_Risiken_aktualisieren_Ereig - 4

With Selection.FormatConditions(1).Font
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
.TintAndShade = 0
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlRight)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlTop)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlBottom)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Interior
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.Color = 13434879
.TintAndShade = 0
End With

Selection.FormatConditions(1).StopIfTrue = False

Sheets("Ereignisorientierte Risiken").Select
Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV"), Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(1,
1).End(xlToRight)).Copy
Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV").Offset(Anzahl_5 + 6, 0).Select
ActiveSheet.Paste

ActiveCell = "Ereignisorientierte Risiken - Bilanz"
ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz", RefersToR1C1:=Range(ActiveCell
.Address)

Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(2, 0).EntireRow.Select
Selection.RowHeight = 5

For u = 0 To Anzahl_4 - 1

ereignisorientiertes_Risiko = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + u, 0)
Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + u, 1)

If ereignisorientiertes_Risiko <> "Geben Sie hier ein Ereignis ein" Then

If Anzahl_Ausprägungen = "" Then
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + u, 1) = InputBox("Geben Sie die Anzahl der Ausprägu
ngen für das ereignisorientierte Risiko "
& ereignisorientiertes_Risiko & " ein", "Fehlende Anzahl der Ausprägungen", "1")
End If
Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + u, 1)

For v = 0 To Anzahl_Ausprägungen

Sheets("Input").Select
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + u, 0).Select
Selection.Copy
Sheets("Ereignisorientierte Risiken").Select

If Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(2, 0),
Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(2, 0).End(xlDown).End(xlDown)).Rows.Count > "100
0000" Then
Anzahl_8 = v
Else
Anzahl_8 = Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(2, 0), _

```

```

g_Risiken_aktualisieren_Ereig - 5

Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(2, 0).End(xlDown).End(xlDown)).Rows.Count - 1
End If

Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(3 + Anzahl_8, 0).Select
ActiveSheet.Paste
ActiveCell.Offset(0, 1).Select

With Selection.Validation
.Delete
.Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween, Formula1:="pos.,n
eg."
.IgnoreBlank = True
.InCellDropdown = True
.InputTitle = ""
.ErrorTitle = ""
.InputMessage = ""
.ErrorMessage = ""
.ShowInput = True
.ShowError = True
End With

ActiveCell.Offset(0, 1).Select

If Worksheets("Input").Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + u, 2) = "" Then
Selection = "keine Auswirkung auf Bilanz"
Else
Selection = Worksheets("Input").Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + u, 2)
End If
ActiveCell.Offset(0, -2).Select

Next v

For g = 1 To Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(1, 3), _
Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(1, 3).End(xlToRight)).Columns.Count / 2

neue_Zeile = Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(3, 0), _
Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count - Anzahl_Ausprägungen + 2

Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(neue_Zeile, 1 + 2 * g).Select

ActiveWorkbook.Names.Add Name:="Risiko" & 0 & g & u + 1, RefersToR1C1:=Range(ActiveCell.Address).Resize(Anzahl_Ausprägungen + 1, 2)

Next g

End If

Next u

Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(3, 1).Select
Range(ActiveCell, ActiveCell.Offset(Anzahl_8, (Anzahl_Spalten_GuV - 1) * 2 + 1)).Select

Selection.FormatConditions.Add Type:=xlExpression, Formula1:="=und(" & Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(3, 0).Address(0, 1) & "<>" & """" & ";" & Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz").Offset(1, 1).Address(1, 0) & "<>" & """" & ")"
Selection.FormatConditions(Selection.FormatConditions.Count).SetFirstPriority

With Selection.FormatConditions(1).Font
.ThemeColor = xlThemeColorLight1
.TintAndShade = 0
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlLeft)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlRight)
.LineStyle = xlContinuous
.TintAndShade = 0
.Weight = xlThin
End With

```

```

g_Risiken_aktualisieren_Ereig - 6

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlTop)
    .LineStyle = xlContinuous
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Borders(xlBottom)
    .LineStyle = xlContinuous
    .TintAndShade = 0
    .Weight = xlThin
End With

With Selection.FormatConditions(1).Interior
    .PatternColorIndex = xlAutomatic
    .Color = 13434879
    .TintAndShade = 0
End With

Selection.FormatConditions(1).StopIfTrue = False

Columns("D:M").EntireColumn.AutoFit

End Sub

```

Anhang 66: Modul g_Risiken_aktualisieren_Ereig,
Quelle: eigene Darstellung.

```

h_Funktionen - 1

Function BlattName(Optional versatz As Long = 0) As String
    Dim N As Long
    Application.Volatile
    N = Application.Caller.Parent.Index + versatz
    If N < 1 Or N > Application.Caller.Parent.Parent.Sheets.Count Then
        BlattName = "#nicht vorhanden"
    Else
        BlattName = Application.Caller.Parent.Parent.Sheets(N).Name
    End If
End Function

Function zuf_dreieck(Optional ug As Double = -1, Optional peak As Double = 0, Optional og As _
Double = 1, Optional trig As Variant = 0) As Double
    Dim x, left, right As Double

    If (ug > og) Then
        x = ug
        ug = og
        og = x
    End If

    If ((peak < ug) Or (peak > og)) Then
        peak = (ug + og) / 2
    End If

    If (og = ug) Then
        zuf_dreieck = peak
    Else
        left = (peak - ug) / (og - ug)

        x = 1 - Sqr(1 - Rnd)

        If Rnd < left Then
            x = x * (ug - peak)
        Else
            x = x * (og - peak)
        End If
        zuf_dreieck = x + peak
    End If
End Function

```

Anhang 67: Modul h_Funktionen,
Quelle: eigene Darstellung.

```

i_Auswertungen - 1

Sub Auswertung_erstellen_GuV()

ScreenUpdating = False
Dim Anzahl_Zeilen As Long
Dim Anzahl_Zeilen_2 As Long

Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")
Anzahl_Klassen = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Klassen")
Diagramm_Sheet_GuV = Worksheets("Input").Range("Diagramm_Sheet_GuV")
Sheets(Diagramm_Sheet_GuV).Select

Blatt_GuV = Worksheets("Input").Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Worksheets("Input").Range("Zeile_GuV")
Sheets(Blatt_GuV).Select
Anzahl_Spalten = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlToRight)).Columns.Count - 1

Sheets(Diagramm_Sheet_GuV).Select

Range(Cells(1, Anzahl_Spalten), Cells(1, Anzahl_Spalten - 1).End(xlToRight)).EntireColumn.Select
Selection.Delete

Letzte_Zeile = Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row
Letzte_Spalte = Cells(Letzte_Zeile, Columns.Count).End(xlToLeft).Column

For k = 0 To Anzahl_Spalten - 2

Cells(3, k + 1).Value = WorksheetFunction.Max(Range(Cells(6, k + 1), Cells(Letzte_Zeile, k + 1)))
Cells(4, k + 1).Value = WorksheetFunction.Min(Range(Cells(6, k + 1), Cells(Letzte_Zeile, k + 1)))
Cells(5, k + 1).Value = (Cells(3, k + 1).Value - Cells(4, k + 1).Value) / Anzahl_Klassen
Cells(6, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k).Value = Cells(4, k + 1).Value

For j = 1 To Anzahl_Klassen

Cells(6 + j, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k).Value = (Cells(5 + j, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k).Value + Cells(5, k + 1).Value)

Next j

Range(Cells(6, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k), Cells(Anzahl_Klassen + 6, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k)).Select
Selection.NumberFormat = "#,##0"
Range(Cells(6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * k), Cells(Anzahl_Klassen + 6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * k)).Select
Selection.Value = WorksheetFunction.Frequency(Range(Cells(6, k + 1), Cells(Letzte_Zeile, k + 1)), Range(Cells(6, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k), Cells(Anzahl_Klassen + 6, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k)))

Cells(5, Letzte_Spalte + 2 + 2 * k).Select
Selection = Anzahl_Simulationsdurchläufe
Selection.Copy
Range(Cells(6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * k), Cells(Anzahl_Klassen + 6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * k)).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlDivide, SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Selection.NumberFormat = "#,##0.00%"

Next k

For l = 0 To Anzahl_Spalten - 2

For m = 1 To Anzahl_Simulationsdurchläufe

Cells(2, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(6, 1 + 1), Cells(Letzte_Zeile, 1 + 1)))

Cells(5 + m, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Value = (Cells(5 + m, 1 + 1) - Cells(2, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l)) ^ 2

Cells(5 + m, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Offset(0, 1).Value = (Cells(5 + m, 1 + 1) - Cells(2, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l)) ^ 3

Cells(5 + m, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Offset(0, 2).Value = (Cells(5 + m, 1 + 1) - Cells(2, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l)) ^ 4

Cells(5 + m, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Offset(0, 3).Value = (Cells(5 + m, 1 + 1) - Cells(2, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l))

```

i_Auswertungen - 2

Next m

```
Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(6, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1), Cells(Letzte_Zeile, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1))) ^ (1 / 2)
Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 1).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(6, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 1), Cells(Letzte_Zeile, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 1))) / (Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1) ^ 3)
Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 2).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(6, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 2), Cells(Letzte_Zeile, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 2))) / (Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1) ^ 3)
Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 3).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(6, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 3), Cells(Letzte_Zeile, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 3))) / (Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1) ^ 3)
```

Next 1

```
Sheets("Input").Select
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
Periode_GuV = Worksheets("Input").Range("Periode_GuV")
Sheets(Blatt_GuV).Select
Auswahl = Cells.Find(Periode_GuV, , , , , True).Select
Auswahl = ActiveCell.Column - Spalte_GuV - 1
Sheets(Diagramm_Sheet_GuV).Select
```

```
On Error GoTo neues_Blatt_Auswertung
Sheets("Auswertung_" & Diagramm_Sheet_GuV & "_" & Periode_GuV).Select
GoTo Blatt_da_Auswertung
```

```
neues_Blatt_Auswertung:
Resume erstelle_neues_Blatt_Auswertung
erstelle_neues_Blatt_Auswertung:
On Error GoTo 0
```

```
Sheets.Add After:=Sheets("Auswertungen=>")
ActiveSheet.Name = "Auswertung_" & Diagramm_Sheet_GuV & "_" & Periode_GuV
```

```
With ActiveWorkbook.Sheets("Auswertung_" & Diagramm_Sheet_GuV & "_" & Periode_GuV).Tab
.ThemeColor = xlThemeColorDark1
.TintAndShade = 0
End With
```

Blatt_da_Auswertung:

```
On Error GoTo 0
Cells.Select
Selection.Delete
```

```
With Selection.Interior
.Pattern = xlSolid
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.ThemeColor = xlThemeColorDark1
.TintAndShade = 0
.PatternTintAndShade = 0
End With
```

```
Cells(2, 2) = "Erwartungswert"
Cells(5, 2) = Sheets(Diagramm_Sheet_GuV).Cells(2, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 2 * Auswahl)
```

```
Cells(2, 3) = "Standardabweichung"
Cells(5, 3) = Sheets(Diagramm_Sheet_GuV).Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 2 * Auswahl)
```

```
Cells(2, 4) = "Schiefe"
Cells(5, 4) = Sheets(Diagramm_Sheet_GuV).Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 2 + 2 * Auswahl)
```

```
Cells(2, 5) = "Wölbung"
Cells(5, 5) = Sheets(Diagramm_Sheet_GuV).Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 3 + 2 * Auswahl)
```

```
Cells(2, 6) = "Z-Wert"
Cells(5, 6) = Sheets(Diagramm_Sheet_GuV).Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 4 + 2 * Auswahl)
```

```
Cells(2, 7) = "Vertrauenswahrscheinlichkeit"
Cells(5, 7).Select
```

With Selection.Validation

```
.Delete
.Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween, Formula1:="90%,95%,99%"
```

```

i_Auswertungen - 3

.IgnoreBlank = True
.InCellDropdown = True
.InputTitle = ""
.ErrorTitle = ""
.InputMessage = ""
.ErrorMessage = ""
.ShowInput = True
.ShowError = True
End With

Cells(2, 8) = "untere Grenze"
Cells(5, 8).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=+IF(RC[-1]=90%,RC[-6]-1.65*RC[-5]^2,IF(RC[-1]=95%,RC[-6]-1.96*RC[-5]^2,IF(RC[-1]=99%,RC[-6]-2.58*RC[-5]^2,IF(RC[-1]="","", "Fehler"))))"

Cells(2, 9) = "obere Grenze"
Cells(5, 9).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=+IF(RC[-2]=90%,RC[-7]+1.65*RC[-6]^2,IF(RC[-2]=95%,RC[-7]+1.96*RC[-6]^2,IF(RC[-2]=99%,RC[-7]+2.58*RC[-6]^2,IF(RC[-2]="","", "Fehler"))))"

Cells(2, 10) = "ursprünglicher Planwert"
Sheets(Blatt_GuV).Select
Cells.Find(Diagramm_Sheet_GuV, , , , , True).Offset(0, Auswahl + 1).Copy
Sheets("Auswertung_" & Diagramm_Sheet_GuV & "_" & Periode_GuV).Select
Cells(5, 10).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Cells(4, 1).EntireRow.Select
Selection.RowHeight = 5

Range(Cells(2, 2), Cells(3, 10)).Select

    With Selection.Interior
        .Pattern = xlSolid
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .Color = 7028224
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With

    With Selection.Font
        .ThemeColor = xlThemeColorDark1
        .TintAndShade = 0
    End With
    Selection.Font.Bold = True

Range(Cells(5, 2), Cells(5, 10)).Select

    With Selection.Interior
        .Pattern = xlSolid
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .Color = 14935011
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With

Columns("B:P").EntireColumn.AutoFit

Sheets(Diagramm_Sheet_GuV).Select
Range(Cells(6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * Auswahl), Cells(Anzahl_Klassen + 6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * Auswahl)).Select
ActiveSheet.Shapes.AddChart2(201, xlColumnClustered).Select
ActiveChart.SetSourceData Source:=Range(Cells(6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * Auswahl), Cells(Anzahl_Klassen + 6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * Auswahl))
ActiveChart.FullSeriesCollection(1).XValues = Range(Cells(4, Letzte_Spalte + 1 + 2 * Auswahl), Cells(Anzahl_Klassen + 4, Letzte_Spalte + 1 + 2 * Auswahl))
ActiveChart.SetElement (msoElementPrimaryCategoryAxisTitleAdjacentToAxis)
ActiveChart.SetElement (msoElementPrimaryValueAxisTitleAdjacentToAxis)
ActiveChart.Axes(xlCategory, xlPrimary).AxisTitle.Text = "EUR"
ActiveChart.ChartTitle.Select
ActiveChart.ChartTitle.Text = Diagramm_Sheet_GuV
ActiveChart.Axes(xlValue).Select
Selection.TickLabels.NumberFormat = "0,00%"
ActiveChart.FullSeriesCollection(1).Select

With Selection.Format.Fill

```

```

i_Auswertungen - 4

.Visible = msoTrue
.ForeColor.RGB = RGB(0, 62, 107)
.Transparency = 0
.Solid
End With

ActiveChart.FullSeriesCollection(1).Select
ActiveChart.ChartGroups(1).GapWidth = 0
Sheets(Diagramm_Sheet_GuV).Select
ActiveChart.ChartArea.Select
ActiveChart.Parent.Cut
Sheets("Auswertung_" & Diagramm_Sheet_GuV & "_" & Periode_GuV).Select
Range("B8").Select
ActiveSheet.Paste

End Sub
Sub Auswertung_erstellen_CF_Rechnung()

ScreenUpdating = False
Dim Anzahl_Zeilen As Long
Dim Anzahl_Zeilen_2 As Long

Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")
Anzahl_Klassen = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Klassen")
Diagramm_Sheet_CF = Worksheets("Input").Range("Diagramm_Sheet_CF")
Sheets(Diagramm_Sheet_CF).Select

Blatt_GuV = Worksheets("Input").Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Worksheets("Input").Range("Zeile_GuV")
Sheets(Blatt_GuV).Select
Anzahl_Spalten = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlToRight)).Columns.Count - 1
Blatt_CF_Rechnung = Range("Blatt_CF_Rechnung")

Sheets(Diagramm_Sheet_CF).Select

Range(Cells(1, Anzahl_Spalten), Cells(1, Anzahl_Spalten - 1).End(xlToRight)).EntireColumn.Select
Selection.Delete

Letzte_Zeile = Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row
Letzte_Spalte = Cells(Letzte_Zeile, Columns.Count).End(xlToLeft).Column

For k = 0 To Anzahl_Spalten - 2

Cells(3, k + 1).Value = WorksheetFunction.Max(Range(Cells(6, k + 1), Cells(Letzte_Zeile, k + 1)))
Cells(4, k + 1).Value = WorksheetFunction.Min(Range(Cells(6, k + 1), Cells(Letzte_Zeile, k + 1)))
Cells(5, k + 1).Value = (Cells(3, k + 1).Value - Cells(4, k + 1).Value) / Anzahl_Klassen
Cells(6, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k).Value = Cells(4, k + 1).Value

For j = 1 To Anzahl_Klassen

Cells(6 + j, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k).Value = (Cells(5 + j, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k).Value + Cells(5, k + 1).Value)

Next j

Range(Cells(6, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k), Cells(Anzahl_Klassen + 6, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k)).Select
Selection.NumberFormat = "#,##0"
Range(Cells(6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * k), Cells(Anzahl_Klassen + 6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * k)).Select
Selection.Value = WorksheetFunction.Frequency(Range(Cells(6, k + 1), Cells(Letzte_Zeile, k + 1)), _
Range(Cells(6, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k), Cells(Anzahl_Klassen + 6, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k)))

Cells(5, Letzte_Spalte + 2 + 2 * k).Select
Selection = Anzahl_Simulationsdurchläufe
Selection.Copy
Range(Cells(6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * k), Cells(Anzahl_Klassen + 6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * k)).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlDivide, _
SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Selection.NumberFormat = "#,##0.00%"

Next k

For l = 0 To Anzahl_Spalten - 2

```

i_Auswertungen - 5

For m = 1 To Anzahl_Simulationsdurchläufe

Cells(2, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(6, 1 + 1), Cells(Letzte_Zeile, 1 + 1)))

Cells(5 + m, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Value = (Cells(5 + m, 1 + 1) - Cells(2, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1)) ^ 2

Cells(5 + m, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 1).Value = (Cells(5 + m, 1 + 1) - Cells(2, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1)) ^ 3

Cells(5 + m, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 2).Value = (Cells(5 + m, 1 + 1) - Cells(2, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1)) ^ 4

Cells(5 + m, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 3).Value = (Cells(5 + m, 1 + 1) - Cells(2, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1))

Next m

Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(6, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1), Cells(Letzte_Zeile, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1))) ^ (1 / 2)

Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 1).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(6, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 1), Cells(Letzte_Zeile, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 1))) / (Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1)) ^ 3

Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 2).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(6, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 2), Cells(Letzte_Zeile, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 2))) / (Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1)) ^ 4

Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 3).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(6, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 3), Cells(Letzte_Zeile, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1).Offset(0, 3))) / (Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * 1))

Next 1

```
Sheets("Input").Select
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
Periode_CF = Worksheets("Input").Range("Periode_CF_Rechnung")
Sheets(Blatt_GuV).Select
Auswahl = Cells.Find(Periode_CF, , , , , True).Select
Auswahl = ActiveCell.Column - Spalte_GuV - 1
Sheets(Diagramm_Sheet_CF).Select
```

```
On Error GoTo neues_Blatt_Auswertung
Sheets("Auswertung_" & Diagramm_Sheet_CF & "_" & Periode_CF).Select
GoTo Blatt_da_Auswertung
```

```
neues_Blatt_Auswertung:
Resume erstelle_neues_Blatt_Auswertung
erstelle_neues_Blatt_Auswertung:
On Error GoTo 0
```

```
Sheets.Add After:=Sheets("Auswertungen=>")
ActiveSheet.Name = "Auswertung_" & Diagramm_Sheet_CF & "_" & Periode_CF
```

```
With ActiveWorkbook.Sheets("Auswertung_" & Diagramm_Sheet_CF & "_" & Periode_CF).Tab
.ThemeColor = xlThemeColorDark1
.TintAndShade = 0
End With
```

Blatt_da_Auswertung:

```
On Error GoTo 0
Cells.Select
Selection.Delete
```

```
With Selection.Interior
.Pattern = xlSolid
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.ThemeColor = xlThemeColorDark1
.TintAndShade = 0
.PatternTintAndShade = 0
End With
```

Cells(2, 2) = "Erwartungswert"

Cells(5, 2) = Sheets(Diagramm_Sheet_CF).Cells(2, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 2 * Auswahl)

Cells(2, 3) = "Standardabweichung"

```

i_Auswertungen - 6

Cells(5, 3) = Sheets(Diagramm_Sheet_CF).Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 2 * Auswahl)
Cells(2, 4) = "Schiefe"
Cells(5, 4) = Sheets(Diagramm_Sheet_CF).Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 2 + 2 * Auswahl)
Cells(2, 5) = "Wölbung"
Cells(5, 5) = Sheets(Diagramm_Sheet_CF).Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 3 + 2 * Auswahl)
Cells(2, 6) = "Z-Wert"
Cells(5, 6) = Sheets(Diagramm_Sheet_CF).Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 4 + 2 * Auswahl)

Cells(2, 7) = "Vertrauenswahrscheinlichkeit"
Cells(5, 7).Select

With Selection.Validation
    .Delete
    .Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween, Formula1:="90%,95%,99%"
    .IgnoreBlank = True
    .InCellDropdown = True
    .InputTitle = ""
    .ErrorTitle = ""
    .InputMessage = ""
    .ErrorMessage = ""
    .ShowInput = True
    .ShowError = True
End With

Cells(2, 8) = "untere Grenze"
Cells(5, 8).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=+IF(RC[-1]=90%,RC[-6]-1.65*RC[-5]^2,IF(RC[-1]=95%,RC[-6]-1.96*RC[-5]^2,IF(RC[-1]=99%,RC[-6]-2.58*RC[-5]^2,IF(RC[-1]="","", "Fehler"))))"

Cells(2, 9) = "obere Grenze"
Cells(5, 9).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
    "=+IF(RC[-2]=90%,RC[-7]+1.65*RC[-6]^2,IF(RC[-2]=95%,RC[-7]+1.96*RC[-6]^2,IF(RC[-2]=99%,RC[-7]+2.58*RC[-6]^2,IF(RC[-2]="","", "Fehler"))))"

Cells(2, 10) = "ursprünglicher Planwert"
Sheets(Blatt_CF_Rechnung).Select
Cells.Find(Diagramm_Sheet_CF, , , , , True).Offset(0, Auswahl + 1).Copy
Sheets("Auswertung_" & Diagramm_Sheet_CF & "_" & Periode_CF).Select
Cells(5, 10).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Cells(4, 1).EntireRow.Select

Selection.RowHeight = 5

Range(Cells(2, 2), Cells(3, 10)).Select

    With Selection.Interior
        .Pattern = xlSolid
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .Color = 7028224
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With

    With Selection.Font
        .ThemeColor = xlThemeColorDark1
        .TintAndShade = 0
    End With
    Selection.Font.Bold = True

Range(Cells(5, 2), Cells(5, 10)).Select

    With Selection.Interior
        .Pattern = xlSolid
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .Color = 14935011
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With

Columns("B:P").EntireColumn.AutoFit

```

i_Auswertungen - 7

```
Sheets(Diagramm_Sheet_CF).Select
Range(Cells(6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * Auswahl), Cells(Anzahl_Klassen + 6, Letzte_Spalte + 2 + 2 *
Auswahl)).Select
ActiveSheet.Shapes.AddChart2(201, xlColumnClustered).Select
ActiveChart.SetSourceData Source:=Range(Cells(6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * Auswahl), Cells(Anzahl_Kla
ssen + 6, Letzte_Spalte + 2 + 2 * Auswahl))
ActiveChart.FullSeriesCollection(1).XValues = Range(Cells(4, Letzte_Spalte + 1 + 2 * Auswahl), Cell
s(Anzahl_Klassen + 4, Letzte_Spalte + 1 + 2 * Auswahl))
ActiveChart.SetElement (msoElementPrimaryCategoryAxisTitleAdjacentToAxis)
ActiveChart.SetElement (msoElementPrimaryValueAxisTitleAdjacentToAxis)
ActiveChart.Axes(xlCategory, xlPrimary).AxisTitle.Text = "EUR"
ActiveChart.ChartTitle.Select
ActiveChart.ChartTitle.Text = Diagramm_Sheet_CF
ActiveChart.Axes(xlValue).Select
Selection.TickLabels.NumberFormat = "0,00%"
ActiveChart.FullSeriesCollection(1).Select

With Selection.Format.Fill
.Visible = msoTrue
.ForeColor.RGB = RGB(0, 62, 107)
.Transparency = 0
.Solid
End With

ActiveChart.FullSeriesCollection(1).Select
ActiveChart.ChartGroups(1).GapWidth = 0
Sheets(Diagramm_Sheet_CF).Select
ActiveChart.ChartArea.Select
ActiveChart.Parent.Cut
Sheets("Auswertung_" & Diagramm_Sheet_CF & "_" & Periode_CF).Select
Range("B8").Select
ActiveSheet.Paste

End Sub

Sub Auswertung_erstellen_Unternehmenswert()

ScreenUpdating = False
Dim Anzahl_Zeilen As Long
Dim Anzahl_Zeilen_2 As Long

Anzahl_Simulationsdurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationsdurchläufe")
Anzahl_Klassen = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Klassen")
Diagramm_Sheet_CF = Worksheets("Input").Range("Diagramm_Sheet_CF")
Sheets("Unternehmenswert").Select

Blatt_GuV = Worksheets("Input").Range("Blatt_GuV")
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Worksheets("Input").Range("Zeile_GuV")
Sheets(Blatt_GuV).Select
Anzahl_Spalten = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlToRight)).C
olumns.Count - 1
Blatt_CF_Rechnung = Range("Blatt_CF_Rechnung")
Blatt_Bewertung = Range("Blatt_Bewertung")
Spalte_Bewertung = Range("Spalte_Bewertung")
Zeile_Bewertung = Range("Zeile_Bewertung")

Sheets("Unternehmenswert").Select

Range(Cells(1, 2), Cells(1, 2).End(xlToRight)).EntireColumn.Select
Selection.Delete

Letzte_Zeile = Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row
Letzte_Spalte = Cells(Letzte_Zeile, Columns.Count).End(xlToLeft).Column

Cells(3, 1).Value = WorksheetFunction.Max(Range(Cells(6, 1), Cells(Letzte_Zeile, 1)))
Cells(4, 1).Value = WorksheetFunction.Min(Range(Cells(6, 1), Cells(Letzte_Zeile, 1)))
Cells(5, 1).Value = (Cells(3, k + 1).Value - Cells(4, 1).Value) / Anzahl_Klassen
Cells(6, Letzte_Spalte + 1 + 2 * k).Value = Cells(4, 1).Value

For j = 1 To Anzahl_Klassen

Cells(6 + j, 2).Value = (Cells(5 + j, 2).Value + Cells(5, 1).Value)

Next j
```

i_Auswertungen - 8

```
Range(Cells(6, 2), Cells(Anzahl_Klassen + 6, 2)).Select
Selection.NumberFormat = "#,##0"
Range(Cells(6, 3), Cells(Anzahl_Klassen + 6, 3)).Select
Selection.Value = WorksheetFunction.Frequency(Range(Cells(6, 1), Cells(Letzte_Zeile, 1)), _
Range(Cells(6, 2), Cells(Anzahl_Klassen + 6, 2)))

Cells(5, 3).Select
Selection = Anzahl_Simulationsdurchläufe
Selection.Copy
Range(Cells(6, 3), Cells(Anzahl_Klassen + 6, 3)).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlDivide, _
SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Selection.NumberFormat = "#,##0.00%"

For l = 0 To 0
For m = 1 To Anzahl_Simulationsdurchläufe

Cells(2, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(6, 1 + l), Ce
lls(Letzte_Zeile, 1 + l)))

Cells(5 + m, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Value = (Cells(5 + m, 1 + l) - Cells(2, Letzte_Spalte *
3 + 1 + 4 * l)) ^ 2

Cells(5 + m, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Offset(0, 1).Value = (Cells(5 + m, 1 + l) - Cells(2, Le
tzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l)) ^ 3

Cells(5 + m, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Offset(0, 2).Value = (Cells(5 + m, 1 + l) - Cells(2, Le
tzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l)) ^ 4

Cells(5 + m, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Offset(0, 3).Value = (Cells(5 + m, 1 + l) - Cells(2, Le
tzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l))

Next m

Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(6, Letzte_Spa
lte * 3 + 1 + 4 * l), Cells(Letzte_Zeile, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l))) ^ (1 / 2)
Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Offset(0, 1).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(
6, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Offset(0, 1), Cells(Letzte_Zeile, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).
Offset(0, 1))) / (Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l)) ^ 3
Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Offset(0, 2).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(
6, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Offset(0, 2), Cells(Letzte_Zeile, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).
Offset(0, 2))) / (Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l)) ^ 4
Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Offset(0, 3).Value = WorksheetFunction.Average(Range(Cells(
6, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).Offset(0, 3), Cells(Letzte_Zeile, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l).
Offset(0, 3))) / (Cells(3, Letzte_Spalte * 3 + 1 + 4 * l))

Next l

On Error GoTo neues_Blatt_Unternehmenswert
Sheets("Auswertung_Unternehmenswert").Select
GoTo Blatt_da_Unternehmenswert

neues_Blatt_Unternehmenswert:
Resume erstelle_neues_Blatt_Unternehmenswert
erstelle_neues_Blatt_Unternehmenswert:
On Error GoTo 0

Sheets.Add After:=Sheets("Auswertungen=>")
ActiveSheet.Name = "Auswertung_Unternehmenswert"

    With ActiveWorkbook.Sheets("Auswertung_Unternehmenswert").Tab
        .ThemeColor = xlThemeColorDark1
        .TintAndShade = 0
    End With

Blatt_da_Unternehmenswert:
On Error GoTo 0
Cells.Select
Selection.Delete

    With Selection.Interior
        .Pattern = xlSolid
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
```

i_Auswertungen - 9

```
.ThemeColor = xlThemeColorDark1
.TintAndShade = 0
.PatternTintAndShade = 0
End With

Cells(2, 2) = "Erwartungswert"
Cells(5, 2) = Sheets("Unternehmenswert").Cells(2, 4)

Cells(2, 3) = "Standardabweichung"
Cells(5, 3) = Sheets("Unternehmenswert").Cells(3, 4)

Cells(2, 4) = "Schiefe"
Cells(5, 4) = Sheets("Unternehmenswert").Cells(3, 5)

Cells(2, 5) = "Wölbung"
Cells(5, 5) = Sheets("Unternehmenswert").Cells(3, 6)

Cells(2, 6) = "Z-Wert"
Cells(5, 6) = Sheets("Unternehmenswert").Cells(3, 7)

Cells(2, 7) = "Vertrauenswahrscheinlichkeit"
Cells(5, 7).Select

With Selection.Validation
.Delete
.Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:=xlBetween, Formula:="90%,95
%,99%"
.IgnoreBlank = True
.InCellDropdown = True
.InputTitle = ""
.ErrorTitle = ""
.InputMessage = ""
.ErrorMessage = ""
.ShowInput = True
.ShowError = True
End With

Cells(2, 8) = "untere Grenze"
Cells(5, 8).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
"=IF(RC[-1]=90%,RC[-6]-1.65*RC[-5]^2,IF(RC[-1]=95%,RC[-6]-1.96*RC[-5]^2,IF(RC[-1]=99%,RC[-
6]-2.58*RC[-5]^2,IF(RC[-1]="","",""Fehler"))))"

Cells(2, 9) = "obere Grenze"
Cells(5, 9).Select
ActiveCell.FormulaR1C1 =
"=IF(RC[-2]=90%,RC[-7]+1.65*RC[-6]^2,IF(RC[-2]=95%,RC[-7]+1.96*RC[-6]^2,IF(RC[-2]=99%,RC[-
7]+2.58*RC[-6]^2,IF(RC[-2]="","",""Fehler"))))"

Cells(2, 10) = "ursprünglicher Wert"
Sheets(Blatt_Bewertung).Select
Cells(Zeile_Bewertung, Spalte_Bewertung).Copy
Sheets("Auswertung_Unternehmenswert").Select
Cells(5, 10).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Cells(4, 1).EntireRow.Select

Selection.RowHeight = 5

Range(Cells(2, 2), Cells(3, 10)).Select

With Selection.Interior
.Pattern = xlSolid
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.Color = 7028224
.TintAndShade = 0
.PatternTintAndShade = 0
End With

With Selection.Font
.ThemeColor = xlThemeColorDark1
.TintAndShade = 0
End With
Selection.Font.Bold = True

Range(Cells(5, 2), Cells(5, 10)).Select
```

```

i_Auswertungen - 10

    With Selection.Interior
        .Pattern = xlSolid
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .Color = 14935011
        .TintAndShade = 0
        .PatternTintAndShade = 0
    End With

Columns("B:P").EntireColumn.AutoFit

Sheets("Unternehmenswert").Select
Range(Cells(6, 3), Cells(Anzahl_Klassen + 6, 3)).Select
ActiveSheet.Shapes.AddChart2(201, xlColumnClustered).Select
ActiveChart.SetSourceData Source:=Range(Cells(6, 3), Cells(Anzahl_Klassen + 6, 3))
ActiveChart.FullSeriesCollection(1).XValues = Range(Cells(4, 2), Cells(Anzahl_Klassen + 4, 2))
ActiveChart.SetElement (msoElementPrimaryCategoryAxisTitleAdjacentToAxis)
ActiveChart.SetElement (msoElementPrimaryValueAxisTitleAdjacentToAxis)
ActiveChart.Axes(xlCategory, xlPrimary).AxisTitle.Text = "EUR"
ActiveChart.ChartTitle.Select
ActiveChart.ChartTitle.Text = "Unternehmenswert"
ActiveChart.Axes(xlValue).Select
Selection.TickLabels.NumberFormat = "0,00%"
ActiveChart.FullSeriesCollection(1).Select

With Selection.Format.Fill
    .Visible = msoTrue
    .ForeColor.RGB = RGB(0, 62, 107)
    .Transparency = 0
    .Solid
End With

ActiveChart.FullSeriesCollection(1).Select
ActiveChart.ChartGroups(1).GapWidth = 0
Sheets("Unternehmenswert").Select
ActiveChart.ChartArea.Select
ActiveChart.Parent.Cut
Sheets("Auswertung_Unternehmenswert").Select
Range("B8").Select
ActiveSheet.Paste

End Sub

```

Anhang 68: Modul i_Auswertungen,
Quelle: eigene Darstellung.

```

j_Bewertung - 1
Sub Bewertung()

Blatt_GuV = Worksheets("Input").Range("Blatt_GuV")
Anzahl_Simulationendurchläufe = Worksheets("Input").Range("Anzahl_Simulationendurchläufe")
Sheets("Input").Select
Zeilen_GuV_Position = Range("Auswahl_für_ereignisorientiertes_Risiko").Rows.Count
Blatt_Bilanz = Range("Blatt_Bilanz")
Blatt_Bewertung = Range("Blatt_Bewertung")
Spalte_Bewertung = Range("Spalte_Bewertung")
Zeile_Bewertung = Range("Zeile_Bewertung")
Dim Urspruenglicher_Wert_GuV(100000) As Variant
Dim Urspruenglicher_Wert_Bilanz(100000) As Variant
Sheets(Blatt_GuV).Select
Spalte_GuV = Worksheets("Input").Range("Spalte_GuV")
Zeile_GuV = Worksheets("Input").Range("Zeile_GuV")
Anzahl_Spalten_GuV = Range(Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV), Cells(Zeile_GuV, Spalte_GuV).End(xlToRight)).Columns.Count - 1
Blatt_CF_Rechnung = Range("Blatt_CF_Rechnung")

For i = 0 To Anzahl_Simulationendurchläufe
For k = 1 To Zeilen_GuV_Position

Sheets("Input").Select
Range("Risiken_mit_Schwankungsbreiten").Offset(2 + k, 0).Select
Blatt_Simulationen_Schwankungen = Selection

On Error GoTo Blatt_nicht_vorhanden
Sheets(Blatt_Simulationen_Schwankungen).Select
Range(Cells(6 + i, 1), Cells(6 + i, 1).End(xlToRight)).Select
Selection.Copy

Sheets(Blatt_GuV).Select
Cells.Find(Blatt_Simulationen_Schwankungen, , , , , True).Select
Selection.Offset(0, 1).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=False, Transpose:=False

Blatt_nicht_vorhanden:
Resume weiter
weiter:
On Error GoTo 0

Next k

If Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0), Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count > "1000000" Then
Anzahl_10 = 1
Else
Anzahl_10 = Range(Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0), Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3, 0).End(xlDown)).Rows.Count
End If

For j = 0 To Anzahl_10 - 1
Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + j, 1)

Sheets("Input").Select
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + j, 0).Select
Schaden = Selection
Simulationsblatt_Ereignisorientierte_Risiken = Schaden & "_GuV"

Sheets("Ereignisorientierte_Risiken").Select
On Error Resume Next
Cells.Find(Schaden, Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV"), , , , True).Offset(0, 1).Select
pos_neg = Selection
Selection.Offset(0, 1).Select
Auswirkung_auf = Selection

If Schaden <> "Geben Sie hier ein Ereignis ein" Then
On Error GoTo 0
On Error GoTo beenden

Sheets(Simulationsblatt_Ereignisorientierte_Risiken).Select
Range(Cells(6 + i, 1), Cells(6 + i, 1).End(xlToRight)).Select
Selection.Copy

nochmal:
If pos_neg = "pos." Then

```

```

j_Bewertung - 2
For k = 0 To Anzahl_Spalten_GuV - 2

Sheets(Blatt_GuV).Select
Cells.Find(Auswirkung_auf, , , , , True).Select
Selection.Offset(0, 1 + k).Select
Urspruenglicher_Wert_GuV(j & k) = Selection

Next k

Cells.Find(Auswirkung_auf, , , , , True).Select
Selection.Offset(0, 1).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlAdd, SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Else

If pos_neg = "neg." Then

For k = 0 To Anzahl_Spalten_GuV - 2

Sheets(Blatt_GuV).Select
Cells.Find(Auswirkung_auf, , , , , True).Select
Selection.Offset(0, 1 + k).Select
Urspruenglicher_Wert_GuV(j & k) = Selection

Next k

Cells.Find(Auswirkung_auf, , , , , True).Select
Selection.Offset(0, 1).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlSubtract, SkipBlanks:=False, Transpose:=F
else
Else
pos_neg = InputBox("Bitte geben Sie an ob das Ereignis " & Schaden & " eine positive Wirkung (pos.)
oder negative Wirkung (neg.) hat", "Fehlende Wirkung", "neg.")
Sheets("Ereignisorientierte Risiken").Select
Cells.Find(Schaden, Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV"), , , , True).Offset(0, 1).Select
ActiveCell = pos_neg
GoTo nochmal

End If
End If
End If

Simulationsblatt_Ereignisorientierte_Risiken = Schaden & "_Bilanz"

Sheets("Ereignisorientierte Risiken").Select
On Error Resume Next
Cells.Find(Schaden, Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz"), , , , True).Offset(0, 1).Select
pos_neg = Selection
Selection.Offset(0, 1).Select
Auswirkung_auf = Selection

If Schaden <> "Geben Sie hier ein Ereignis ein" Then
On Error GoTo 0
On Error GoTo beenden
Sheets(Simulationsblatt_Ereignisorientierte_Risiken).Select
Range(Cells(6 + i, 1), Cells(6 + i, 1).End(xlToRight)).Select
Selection.Copy

nochmal_Bilanz:
If pos_neg = "pos." Then

For k = 0 To Anzahl_Spalten_GuV - 2

Sheets(Blatt_Bilanz).Select
Cells.Find(Auswirkung_auf, , , , , True).Select
Selection.Offset(0, 1 + k).Select
Urspruenglicher_Wert_Bilanz(j & k) = Selection

Next k

Cells.Find(Auswirkung_auf, , , , , True).Select
Selection.Offset(0, 2).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlAdd, SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Else

If pos_neg = "neg." Then

For k = 0 To Anzahl_Spalten_GuV - 2

```

j_Bewertung - 3

```
Sheets(Blatt_Bilanz).Select
Cells.Find(Auswirkung_auf, , , , , True).Select
Selection.Offset(0, 2 + k).Select
Urspruenglicher_Wert_Bilanz(j & k) = Selection

Next k

Cells.Find(Auswirkung_auf, , , , , True).Select
Selection.Offset(0, 2).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlSubtract, SkipBlanks:=False, Transpose:=F
alse
Else
pos_neg = InputBox("Bitte geben Sie an ob das Ereignis " & Schaden & " eine positive Wirkung (pos.)
oder negative Wirkung (neg.) hat", "Fehlende Wirkung", "neg.")
Sheets("Ereignisorientierte Risiken").Select
Cells.Find(Schaden, Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz"), , , , True).Offset(0, 1).Select
ActiveCell = pos_neg
GoTo nochmal_Bilanz

End If
End If
End If

beenden:
Resume beende_es
beende_es:
On Error GoTo 0

Next j

Sheets(Blatt_Bewertung).Select
Cells(Zeile_Bewertung, Spalte_Bewertung).Select
Selection.Copy

On Error GoTo neues_Blatt_Unternehmenswert
Sheets("Unternehmenswert").Select
GoTo Blatt_da_Unternehmenswert

neues_Blatt_Unternehmenswert:
Resume erstelle_neues_Blatt_Unternehmenswert
erstelle_neues_Blatt_Unternehmenswert:
On Error GoTo 0
Sheets.Add After:=Sheets(Sheets.Count)
ActiveSheet.Name = "Unternehmenswert"

Blatt_da_Unternehmenswert:
On Error GoTo 0
Cells(6 + i, 1).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=False, Transpose:=False

Sheets("<=Planungsrechnung").Select
CF_Kennzahlen = Range("CF_Positionen").Rows.Count

For r = 1 To CF_Kennzahlen

Sheets("<=Planungsrechnung").Select
Kennzahl = Cells(r, 2)

Sheets(Blatt_CF_Rechnung).Select
Cells.Find(Kennzahl, , , , , True).Offset(0, 1).Select
Range(ActiveCell.Address, ActiveCell.End(xlToRight).Offset(0, -1)).Select
Selection.Copy

On Error GoTo neues_Blatt_Kennzahl
Sheets(Kennzahl).Select
GoTo Blatt_da_Kennzahl

neues_Blatt_Kennzahl:
Resume erstelle_neues_Blatt_Kennzahl
erstelle_neues_Blatt_Kennzahl:
On Error GoTo 0
Sheets.Add After:=Sheets(Sheets.Count)
ActiveSheet.Name = Kennzahl

Blatt_da_Kennzahl:
On Error GoTo 0
```

```

j_Bewertung - 4
Cells(6 + i, 1).Select
Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks:=False, Transpose:=False
Next r

For j = 0 To Anzahl_10 - 1
Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + j, 1)

Sheets("Input").Select
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + j, 0).Select
Schaden = Selection

Sheets("Ereignisorientierte Risiken").Select
On Error Resume Next
Cells.Find(Schaden, Range("Ereignisorientierte_Risiken_GuV"), , , , True).Offset(0, 1).Select
Selection.Offset(0, 1).Select
Auswirkung_auf = Selection

If Schaden <> "Geben Sie hier ein Ereignis ein" Then
On Error GoTo beenden_Ursprung_GuV

For k = 0 To Anzahl_Spalten_GuV - 2

Sheets(Blatt_GuV).Select
Cells.Find(Auswirkung_auf, , , , , True).Select
Selection.Offset(0, 1 + k).Select
Selection = Urspruenglicher_Wert_GuV(j & k)

Next k

End If

beenden_Ursprung_GuV:
Resume beende_es_Ursprung_GuV
beende_es_Ursprung_GuV:
On Error GoTo 0

Anzahl_Ausprägungen = Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + j, 1)

Sheets("Input").Select
Range("Ereignisorientierte_Risiken").Offset(3 + j, 0).Select
Schaden = Selection

Sheets("Ereignisorientierte Risiken").Select
On Error Resume Next
Cells.Find(Schaden, Range("Ereignisorientierte_Risiken_Bilanz"), , , , True).Offset(0, 1).Select
Selection.Offset(0, 1).Select
Auswirkung_auf = Selection

If Schaden <> "Geben Sie hier ein Ereignis ein" Then
On Error GoTo beenden_Ursprung_Bilanz

For k = 0 To Anzahl_Spalten_GuV - 2

Sheets(Blatt_Bilanz).Select
Cells.Find(Auswirkung_auf, , , , , True).Select
Selection.Offset(0, 2 + k).Select
Selection = Urspruenglicher_Wert_Bilanz(j & k)

Next k

End If

beenden_Ursprung_Bilanz:
Resume beende_es_Ursprung_Bilanz
beende_es_Ursprung_Bilanz:
On Error GoTo 0

Next j
Next i

End Sub

```

Anhang 69: Modul j_Bewertung,
Quelle: eigene Darstellung.