Monte-Carlo-Simulation

Masterarbeit

Hochschule Anhalt

Fachbereich Wirtschaft

Haochen Long

IMMOBILIENBEWERTUNG

Bernburg, 17. Dezember 2017

Erstgutachter: Prof. Dr.-Ing. Ulrich Weber

Zweitgutachter: Prof. Dr.-Ing. Maik Zeißler

Zusammenfassung

In einer wissenschaftlichen Diskussion wird in der Immobilienbewertung über ein Verfahren zur Ertragswertermittlung diskutiert. Das Verfahren ist das Monte-Carlo-Ertragswertverfahren. Im Vergleich zum klassischen Ertragswertverfahren gibt es jedoch einen Unterschied. Die Bewertungsparameter von MCE werden nicht durch punktgenaue Eingaben zur Bewertung von Immobilien dargestellt, sondern durch eine Bandbreite sowie einen Mittelwert innerhalb dieser Bandbreiten. Diese Arbeit befasst sich mit dem MCE in der Immobilienbewertung, um zwei Probleme zu behandeln. Das erste Problem befasst sich mit dem Thema, ob der Sachverständige die Bedingungen der deterministischen Bestimmung des Eingangsparameters berücksichtigt und die unsicheren Faktoren ausreichend dokumentiert bzw. ob es einen sichereren Weg zu Bestimmung gibt? Das zweite Problem ist, ob ein Verhalten der Marktteilnehmer bei der Kaufpreisbildung durch Wahrscheinlichkeiten abgeschätzt wird? Alle ermittelten Ergebnisse dieser Simulation wurden mit Hilfe der mathematischen Statistik ausgewertet, insbesondere durch wahrscheinlichkeitstheoretische Grundlagen. Zum Schluss wurden zwei Probleme durch die vorliegende Ergebnisse dargestellt.

Tabelle 1: Ergebnisse

Ohne Simulation		
1. Median aus Bandbreitenmitten jedes Parameters		128,497.00 €
2. Klassisches Ertragswertverfahren mit Mittelwerte		108,184.00 €
3. Vergleichswert		136,032.00 €
Ertragswert mit Simulation		
4. Ertragswert	Min	76,712.00 €
(symmetrische Verteilung)	Max	143,026.00 €
	Median	108,075.00 €
	Mittelwert	108,235.00 €
MCE mit Simulation		
5. Ertragswert	Min	26,959.00 €
(Schiefe Verteilung)	Max	677,697.00 €
	Median	120,000.00 €
	Mittelwert	134,115.00 €

Abstract

In a scientific discussion about the real estate valuation, a method for earnings analysis is investigated. The method is called the Monte Carlo Simulation. However, there is a difference from the traditional income method, which is that the valuation parameters of MCE are represented by the range of the parameters instead of the pin-point of the valuation about the real estate. This research deals with the application of the MCE in real estate valuation and the aim of it is to address two issues. The first issue is about whether the expert can take into account the uncertain factors about whether there is a better way to evaluate fully. The second issue is about whether the behavioral probabilities of the market participants in purchase can be appraised? All determined results of this simulation were evaluated with the help of mathematical statistics, in particular through the probabilistic basics. Finally, two problems were presented by the present results.

Tabelle 2: Results

Without simulation		
1. Median of each parameter		128,497.00 €
2. Traditional income method		108,184.00 €
3. Comparison value		136,032.00 €
Income method with Simulation		
4. Income value	Min	76,712.00 €
(Symmetrical distribution)	Max	143,026.00 €
	Median	108,075.00 €
	Average	108,235.00 €
MCE with Simulation		
5. Income value	Min	26,959.00 €
(Skewed distribution)	Max	677,697.00 €
	Median	120,000.00 €
	Average	134,115.00 €

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

KAPITEL 1

Einleitung

1.1 Problemerstellung

Die Begriffe „Preis“ und „Wert“ werden immer als Synonyme verwendet. Diese Begriffe sind voneinander zu unterscheiden. Der Wert von Immobilien entspricht dem Geldbetrag, der als sicheres Äquivalent zu den zukünftigen unsicheren Cashflows des Assets gelten kann und der Wert kann mit Hilfe von Modellen approximiert werden. Aber der Preis ist das Resultat von Verhandlungsprozessen.[1]

In der Wirtschaftswissenschaft ist der Wert die sich aus Preisen ergebende, quantitativ messbare Bedeutung von Wirtschaftsobjekten, die dem Tauschverhältnis eines Wirtschaftsobjekts zu einem anderen entspricht.[2] Danach werden zwei Beispiele über Beziehung zwischen Wert und Preis eingeführt.

Beispiel 1.1: Bei Immobilienbewertung ist Bewertung des Werts eines Grundstücks abhängig von subjektiven Wertvorstellungen der Sachverständigen, damit verschiedene subjektive Überlegungen zu unterschiedlichen Verkehrswerten für gleiches Objekt führen. Andererseits bedeutet der Wert, dass mögliche Kauf- oder Verkaufspreise für ein Objekt von Sachverständigen geschätzt werden. Dazu kommt nämlich infra-

[1] Werner Gleißner; Tobias Just; Endre Kamaras (2017): Simulationsbasierter Ertragswert als Ergänzung zum Verkehrswert.

[2] Ausführung in der deutschen Wikipedia. (Begriff „Wert“, Abruf vom 26.08.2017)

ge, ob der Sachverständige die Bedingungen der deterministischen Bestimmung des Eingangsparameters berücksichtigt und die unsicheren Faktoren ausreichend dokumentiert bzw. ob es einen sichereren Weg zu Bestimmung gibt?

Beispiel 1.2: Mögliche Kauf- oder Verkaufspreise werden als Einigungsbereich bezeichnet. Zur Illustration betrachten wir das folgendes Bild:

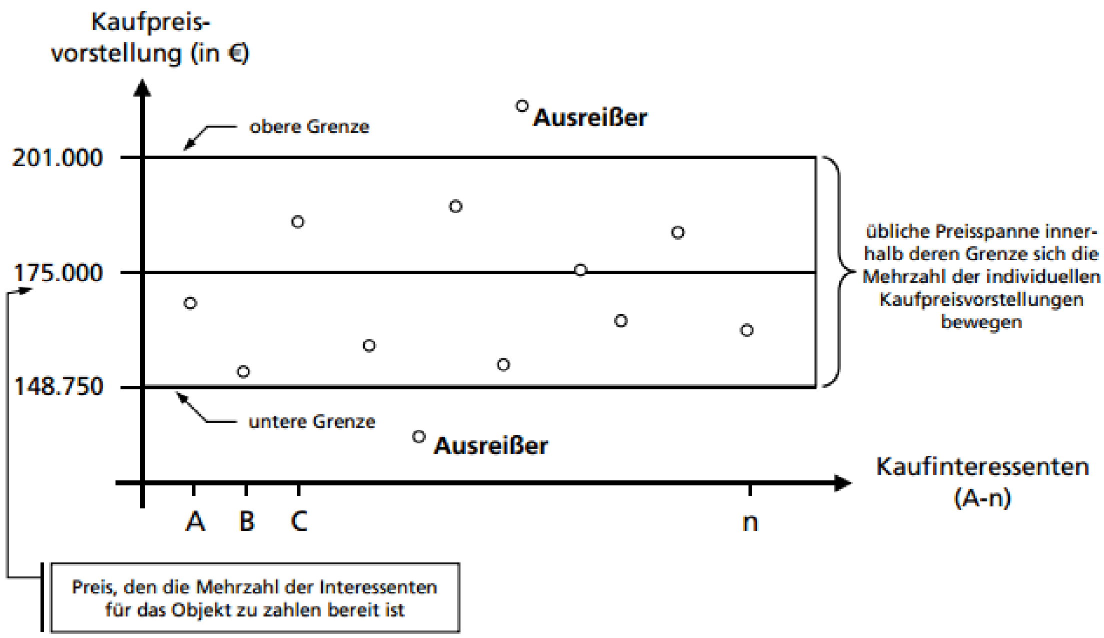


Abbildung 1-1: Objektivierter Wert als Durchschnitt der individuellen Preisvorstellung.[3]

In dem Bild gibt es Kaufinteressenten A, B, C, ..., n, für Kaufpreisangebote und kleine Punkte heißen mögliche Kaufpreise aus unterschiedlichen Wertvorstellungen für ein Objekt, Ausreißer müssen ausgeschaltet werden. Daher verfügen Käufer und Verkäufer über einen Einigungsbereich. Mögliche Preise zwischen den Parteien (Käufer und Verkäufer) liegen in einer Spanne. Genauer gesagt, Verkäufer möchten einen hohen Preis für Bewertungsgegenstand erzielen und ausgehen von Herstellungskosten. Käufer möchten wenig Geld für Bewertungsgegenstand bezahlen, deshalb bildet das Verhalten zwischen Käufer und Verkäufer Angebote und Nachfrage auf dem Immobi-

[3]Quelle: Simon J. Einführung in die Verkehrswertermittlung; S.5

lienmarkt und es wird durch einen möglichen Preis gezeigt. Wenn der mögliche Preis die obere Grenze oder untere Grenze überschreitet, bildet das Verhalten Transaktionspreis nicht, ob ein Verhalten der Marktteilnehmer bei der Kaufpreisbildung durch Wahrscheinlichkeiten abgeschätzt wird?

In der Immobilienbewertung haben Immobilienwerte unterschiedliche Formen, die im Wesentlichen von dem Zweck der Eigentümer, Nutzer oder Interessenten der Immobilien abhängen. Nach unterschiedlichem Zweck gibt es daher Verkehrswert, Beleihungswert, Versicherungswert, Einheitswert, etc.[4] Sie basieren auf unterschiedlichen Normen. z.B. Beleihungswert basiert auf Pfandbriefgesetz, Verkehrswert basiert auf Baugesetzbuch.

In dieser Arbeit wird Verkehrswert als Untersuchungsobjekt bezeichnet. Gemäß §194 Baugesetzbuch wird der Verkehrswert wie folgt definiert: „ Der Verkehrswert (Marktwert) wird durch den Preis bestimmt, der in dem Zeitpunkt, auf den sich die Ermittlung bezieht, im gewöhnlichen Geschäftsverkehr nach den rechtlichen Gegebenheiten und tatsächlichen Eigenschaften, der sonstigen Beschaffenheit und der Lage des Grundstücks oder des sonstigen Gegenstandes der Wertermittlung ohne Rücksicht auf ungewöhnliche oder persönliche Verhältnisse zu erzielen wäre“.

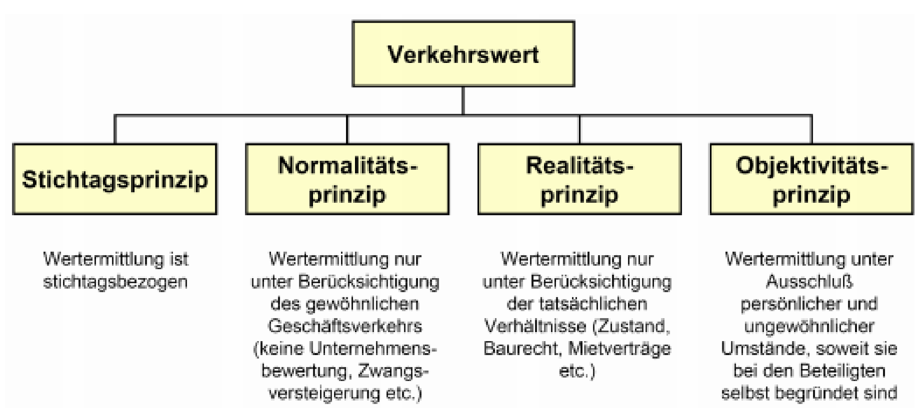


Abbildung 1-2: Prinzipien von Verkehrswert[5]

[4] Sommer, G. und Kröll, R. : Lehrbuch zur Immobilienbewertung, Werner Verlag, 5. Auflage 2017.
[5] Quelle: Thore Simon (2006); Plausibilisierung von Verkehrswert S. 10

Wir haben schon oben bei den Unterschieden zwischen Wert und Preis gesagt, welche Probleme es gibt. Um diese Probleme zu lösen, möchte ich jetzt hier ein statistisches Verfahren einfügen. Im Prinzip ist das statistische Verfahren in der Lage, das Ergebnis durch klassisches Verfahren bei Immobilienbewertung zu plausibilisieren. Das statistische Verfahren wird als Monte-Carlo-Simulation bezeichnet.

1.2 Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage von Anwendung der Monte-Carlo-Simulation durch allgemeines Ertragswertverfahren in der Immobilienbewertung. Das Ziel der Forschung ist es, einen Verkehrswert mit entsprechendem Programm durch Monte-Carlo-Ertragswert anhand eines Beispiels zu bestimmen. Auf der anderen Seite wird ein Bereich von Verkehrswert durch Monte-Carlo-Simulation gebildet, wir können mit dem Bereich und Hilfe der Statistik Fehlbewertung auch erkennen. Im Rahmen dieser Untersuchung können die nachfolgenden Forschungsfragen beantwortet.

- Forschungsfrage: Was ist Monte-Carlo-Simulation?
- Forschungsfrage: Was ist die Ursache für die Anwendung der Monte-Carlo-Simulation?
- Forschungsfrage: Wann wird Monte-Carlo-Simulation in der Immobilienbewertung genutzt?
- Forschungsfrage: Wie funktioniert Monte-Carlo-Simulation?
- Forschungsfrage: Was sind Gemeinsamkeiten in der Immobilienbewertung zwischen Ertragswert aus Monte-Carlo-Simulation und Ertragswert aus normierten Verfahren?
- Forschungsfrage: Entspricht der erzeugte Verkehrswert durch Simulation ImmoWertV und BauGB?

- Forschungsfrage: Klassisches Ertragswertverfahren wird durch Monte-Carlo-Ertragswertverfah ersetzt?

In Kapitel 5 würden alle Fragen noch mal diskutiert und zusammengefasst.

1.3 Aufbau der Arbeit

Die Arbeit wird durch insgesamt fünf Kapitel und einen Anhang aufgebaut.

- In Kapitel 2 werden grundsätzliche Begriffe von wahrscheinlichkeitstheoretischen Grundlagen, Statistik, Risiko dargestellt, die als Voraussetzung vor Implementierung der Monte-Carlo-Simulation bezeichnet und für Analyse der unterschiedlichen Ergebnisse benötigt sind.

- In Kapitel 3 werden Monte-Carlo-Ertragswertverfahren vorgestellt, z.B. was ist Monte-Carlo-Simulation? Wie wird allgemeines Ertragswertverfahren kombiniert mit Simulation? Wie funktioniert Monte-Carlo-Ertragswertverfahren? Etc.

- In Kapitel 4 werden Monte-Carlo-Ertragswert und Vergleichswertverfahren anhand eines Beispiels verdeutlicht; Viele unterschiedliche Ergebnisse werden präsentiert und Beziehung zwischen unterschiedlichen Ergebnissen; Eine Methode, in der Ergebnis aus Monte-Carlo-Ertragswertverfahren nah zu Markt ist, würde zur Ausschaltung von Ausreißer von erzeugtem Ergebnis erklärt.

- Kapitel 5 bezieht sich auf persönliche Meinung und Zusammenfassung und gibt Antworte für Abschnitt 1.2.

Im Anhang werden Code von Python über Simulation erläutert und beinhaltet Kaufpreissammlung sowie einige notwendige Unterlagen zur Wertermittlung. Jetzt werden grundsätzliche Begriffe über wahrscheinlichkeitstheoretische Grundlagen, Statistik, Risiko im kommenden Kapitel vorgestellt.

1.4 Anwendung von Programm in der Untersuchung

Das Thema der Arbeit bezieht sich auf die Monte-Carlo-Simulation, damit man mit Hilfe des Computerprogramms und entsprechender Computersprache Problem lösen muss, weil der Prozess der Simulation viele Zufallszahlen erzeugt. Python wird als Computersprache in dieser Arbeit angewendet. Python ist eine universelle, üblicherweise interpretierte höhere Programmiersprache und wurde 1990 von Guido van Rossum in Amsterdam entwickelt. Die aktuelle Version ist 3.6.3 (3. Oktober 2017) und 2.7.14 (16. September 2017). In der Arbeit ist Version 2.7.14, weil die Codes zwischen neuer Version und alter Version ein bisschen unterschiedlich sind. Vorteile im Vergleich zu anderer Sprache.

- Python ist gratis verfügbar und leicht erlernbar
- Code ist deutlicher kürzer und lesbarer als bei anderen Sprache, z.B. C/C++/Java-Programmsprache.
- Python-Anwendungen sind einfacher modifizierbar als Anwendung in Java oder PHP.

Daher kommt Python für Anwendung der Simulation in Betracht.

KAPITEL 2

Grundlage

In diesem Kapitel wird eine kurze Einführung über wahrscheinlichkeitstheoretische Grundlage, Statistik und Risiko als Voraussetzung zum Verständnis erzeugter Ergebnisse durch Simulation verdeutlicht. In Abschnitt 2.1 werden wahrscheinlichkeitstheoretische Grundlagen erläutert und es gibt eine Umsetzung mit mathematischer Sprache zur Darstellung vom Prozess der Simulation. Abschnitt 2.2 richtet sich auf Analyse der erzeugten Ergebnisse der Simulation, wie soll man solche Ergebnisse analysieren. Abschnitt 2.3 zeigt grundsätzliche Begriffe über Risiko, was Risiko ist, welche Beziehung gibt es zwischen Immobilienbewertung und Risiko.

2.1 Wahrscheinlichkeitstheoretische Grundlagen

Bevor wir wahrscheinlichkeitstheoretische Grundlagen verstehen, müssen einige Begriffe vorgestellt werden. Danach gibt es einen Überblick bei wahrscheinlichkeitstheoretischen Grundlagen, was würde erklärt.

- Zufallsexperiment
- Elementarergebnisse (als ω bezeichnet)
- Ergebnismenge Ω = Gesamtmenge = alle möglichen Ergebnisse eines Experimentes
- Jede Teilmenge A der Ergebnismenge Ω eines Zufallsexperiments heißt Ereignis.
- Zufallsvariable X
- Häufigkeiten

- Wahrscheinlichkeitsraum
- Wahrscheinlichkeitsverteilung
- Erwartungswert

Zufallsexperiment

Erster Begriff ist Zufallsexperiment und es gibt eine Definition: Ein Zufallsexperiment ist ein Experiment mit vorher unbestimmten Ergebnisse, das im Prinzip unbeeinflusst voneinander beliebig oft wiederholt werden kann.[1] Hierbei bei diesem Fall ist einmalige Anwendung der Monte-Carlo-Simulation ein Zufallsexperiment und führt zu unbestimmten Ergebnissen.

Elementarergebnisse

Durch Zufallsexperiment entsteht eine Menge aller möglichen Elementarergebnisse (als ω bezeichnet), und $\Omega = \{\omega_1, \omega_2, \omega_3, \ldots, \omega_n\}$. Alle möglichen Elementarergebnisse bei Immobilienbewertung bedeuten, dass alle möglichen Verkehrswerte durch Simulation erzeugt werden. Ergebnismenge Ω bedeutet hier nicht nur sogenannte Grundmenge, sondern die Menge aller möglichen Ergebnisse des Zufallsexperiments, damit alle erzeugten Verkehrswerte als Ω bezeichnet werden.

Ergebnismenge

Ergebnismenge Ω besteht aus Teilmengen A, es gibt eine Definition für Teilmengen A[2]: Jede Teilmenge A der Ergebnismenge Ω eines Zufallsexperiments heißt Ereignis A. Ein Ereignis A tritt ein bzw. tritt nicht ein, falls das Elementarergebnis ω des Zufallsexperiments in der Menge A liegt bzw. nicht liegt. Zur Illustration über Teilmenge A betrachten wir das folgendes Beispiel:

Ein Würfel wird einmal geworfen und die Zahl wird als Ergebnis des Zufallsexperiments bezeichnet. Ein Würfel kann mit einer der Zahlen von eins bis sechs oben

[1] Judith Eckle-Kohler und Michael Kohler: Eine Einführung in die Statistik und ihre Anwendungen, 3. Auflage, Springer Spektrum, 2016. S.63.

[2] Judith Eckle-Kohler und Michael Kohler: Eine Einführung in die Statistik und ihre Anwendungen, 3. Auflage, Springer Spektrum, 2016. S.63.

landen, deshalb sechs unterschiedliche Möglichkeiten werden als Ω definiert, dabei ist $\Omega = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$, „eine gerade Augenzahl“ A = $\{2, 4, 6\}$ als Teilmenge A aus Ergebnismenge $\Omega = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ bezeichnet. Deswegen wird Teilmenge A in der Simulation umgesetzt, dass erzeugte Verkehrswerte, die nicht alle Verkehrswerte sind, in einem bestimmten Bereich liegen. z.B. erzeugte Verkehrswerte müssen extreme Situation ausschalten, damit Werte nach Ausschaltung der extremen Werte als Teilmange A bezeichnet.

Zufallsvariable

Eine Zufallsvariable ist ein Begriff aus Stochastik und wird oft als eine Funktion oder eine Abbildung auf Ω, die Elementarereignisse von Zufallsexperiment Werte zuordnet. z.B. Modell von Ertragswertverfahren ist eine Funktion und durch Ansatz von Bewertungsparameter gibt es einen Verkehrswert.

Relative Häufigkeit und absolute Häufigkeit

Jetzt werden relative Häufigkeit und absolute Häufigkeit eingeführt. Ein Zufallsexperiment in der Simulation mit einer großen Anzahl wird implementiert, dann treten Ergebnisse auf. Danach können wir durch Häufigkeiten die auftretende Werte darstellen. Die auftretende Werte sind $x_1, \ldots, x_n$ und sie gehören zu der Ergebnismenge Ω, so ist die Anzahl über absolute Häufigkeit:

$$\{1 \leqslant i \leqslant n; x_i \in A\} \tag{2.1}$$

Relative Häufigkeit wird durch folgende Form verdeutlicht:

$$P(A) = h_n(A) = \frac{1}{n}\{1 \leqslant i \leqslant n; x_i \in A\} \tag{2.2}$$

P(A) bedeutet Wahrscheinlichkeit des Ereignisses A bei einem Zufallsexperiment, für jede Ereignis A gilt nach folgender Form, die Wahrscheinlichkeiten seines Eintretens liegen zwischen 0 und 1, danach gibt es einige Eigenschaften über Wahrscheinlichkeiten.

$$\{0 \leqslant P(A) \leqslant 1\} \tag{2.3}$$

$$P(A_1) + P(A_2) + \cdots + P(A_n) = 1 \tag{2.4}$$

So addieren die relativen Häufigkeiten der Elementarereignisse zu eins.

Wahrscheinlichkeitsraum

Zum Schluss entsteht ein Wahrscheinlichkeitsraum und es gibt eine Definition: Ein Wahrscheinlichkeitsraum, kurz W-Raum, ist ein grundlegender Begriff aus dem mathematischen Teilgebiet der Wahrscheinlichkeitstheorie.[3] Es handelt sich um ein mathematisches Modell zur Beschreibung von Zufallsexperimenten. Hierbei werden die verschiedenen möglichen Ausgänge des Experiments zu einer Menge zusammengefasst. Teilmengen dieser Ergebnismenge können dann unter bestimmten Voraussetzungen Zahlen zwischen 0 und 1 zugeordnet werden, die als Wahrscheinlichkeiten interpretiert werden.

Wahrscheinlichkeitsverteilung

Eine Wahrscheinlichkeitsverteilung gibt an, wie sich die Wahrscheinlichkeiten auf die möglichen Werte einer Zufallsvariablen verteilen[4], Wahrscheinlichkeitsverteilung wird durch diskrete Verteilung oder stetige Verteilung zuordnet, damit sind Typen der Wahrscheinlichkeitsverteilung abhängig von Eigenschaften der Zufallsvariable.

Diskrete Wahrscheinlichkeitsfunktion

Zufallsvariable, die endlich oder abzählbar unendlich viele Werte nehmen, heißt diskret. Diskrete Zufallsvariable bedeutet eine diskrete Funktion, die als f(x) bezeichnet

[3] Ausführung in der deutschen Wikipedia. (Begriff „Wahrscheinlichkeitsraum“, Abruf vom 29.09.2017)

[4] Ausführung aus Internetportal. (https://www.studyhelp.de/mathe/stochastik/zufallsvariablen-und-verteilungen/, Abruf vom 06.11.2017)

wird. Verteilung von Wahrscheinlichkeiten wird auf die möglichen Werte einer diskreten Zufallsvariablen zugeordnet. Diese Verteilung heißt diskrete Wahrscheinlichkeitsfunktion.

$$f(x_i) = P(X = x_i) = P_i \tag{2.5}$$

Form 2.5 zeigt uns, dass i endlich oder abzählbar unendlich ist und Gesamtwahrscheinlichkeiten 1 sind. Durch folgendes Beispiel 2.1 wird jetzt Definition von Wahrscheinlichkeitsfunktion verdeutlicht:

Zwei Würfel werden geworfen und die Zahl wird als Ergebnis des Zufallsexperiments bezeichnet, es gibt insgesamt elf unterschiedliche Möglichkeiten. Zwei Würfel können mit den Zahlen von zwei bis zwölf oben zusammen landen, deshalb zwölf unterschiedliche Möglichkeiten werden als Ergebnismenge Ω definiert, dabei ist $\Omega = \{2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12\}$ und $x_1 = 2$; $x_2 = 3, \ldots$ Frage: Was ist diskrete Wahrscheinlichkeitsfunktion f(x)?

f (x_1) = P (X=x_1) = 1/36
f (x_2) = P (X=x_2) = 1/18
f (x_3) = P (X=x_3) = 1/12
f (x_4) = P (X=x_4) = 1/9
f (x_5) = P (X=x_5) = 5/36
f (x_6) = P (X=x_6) = 1/6
f (x_7) = P (X=x_7) = 5/36
f (x_8) = P (X=x_8) = 1/9
f (x_9) = P (X=x_9) = 1/12
f $(x10)$ = P (X=$x10$) = 1/18
f $(x11)$ = P (X=$x11$) = 1/36

Diskrete Verteilungsfunktion

Der Begriff der Verteilungsfunktion wird hier eingeführt und wir können mithilfe der Verteilungsfunktion Ergebnisse, die durch Monte-Carlo-Simulation erzeugt werden, einfach analysieren. Wenn die Wahrscheinlichkeitsfunktion einer diskreten Zufallsvariablen X kumuliert wird, wird diese Wahrscheinlichkeitsfunktion als Verteilungsfunktion von X und schreibt F(x).[5]

Es gibt ein Regel über F(x): F(x) gibt eine Wahrscheinlichkeit an, dass eine Zufallsvariable X kleiner oder gleich einem bestimmtem Wert (x) ist.

$$F(x) = P(X \leq x_i) \tag{2.6}$$

Aufgrund Beispiel 2.1 gibt es zwei Frage für Diskrete Verteilungsfunktion. Erste Frage ist, welche Wahrscheinlichkeiten erfolgen, wenn die Augenzahl kleiner oder gleich 6 ist? Zweite Frage ist, welche Wahrscheinlichkeiten erfolgen, wenn Augenzahl in dem Bereich zwischen 4 und 8 liegen?

Zu 1. $P(X \leq 6) = P\ (X= x_1) + P\ (X= x_2) + P\ (X= x_3) + P\ (X=x_4) + P\ (X= x_5) = 5/12$

Zu 2. $P(4 \leq X \leq 8) = P(X \leq 8) - P(X \leq 3) = 23/36$

Stetige Dichtefunktion

Zufallsvariable, die nicht endlich oder nicht abzählbar unendlich viele Werte nehmen, heißt stetig und stetige Zufallsvariable bedeutet eine stetige Funktion.

Definition: Eine Zufallsgröße X heißt stetig, wenn es eine In R definierte und stückweise stetige Funktion f(x) gibt, so dass

$$P = (a \leqslant X \leqslant b) = \int_a^b f(x)\ dx \tag{2.7}$$

Für alle a und b gehören sie zu R und a < b. Dabei heißt f(x) Dichtefunktion oder Dichte. Dazu kommt nämlich infrage, dass die Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines einzelnen Ereignisses bei stetiger Zufallsvariablen gegen Null ist. Jetzt wird stetige Dichtefunktion durch Gleichverteilung ausführlich verdeutlicht.

[5]Entwicklung einer Monte-Carlo-Simulation für das detaillierte Ertragswertverfahren, eigene Darstellung in Anlehnung an Simon S.25.

Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion der Gleichverteilung

Wenn eine Zufallsvariable X gleichverteilt heißt, gibt es solche Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion.

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{b-a}, & \text{falls } a \leqslant x \leqslant b \\ 0, & \text{sonst.} \end{cases} \tag{2.8}$$

Es gibt ein **Beispiel 2.2** mit Gleichverteilung zur Erklärung der Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion, da Gleichverteilung einfach im Vergleich zu den anderen Verteilungen zur Erklärung ist.

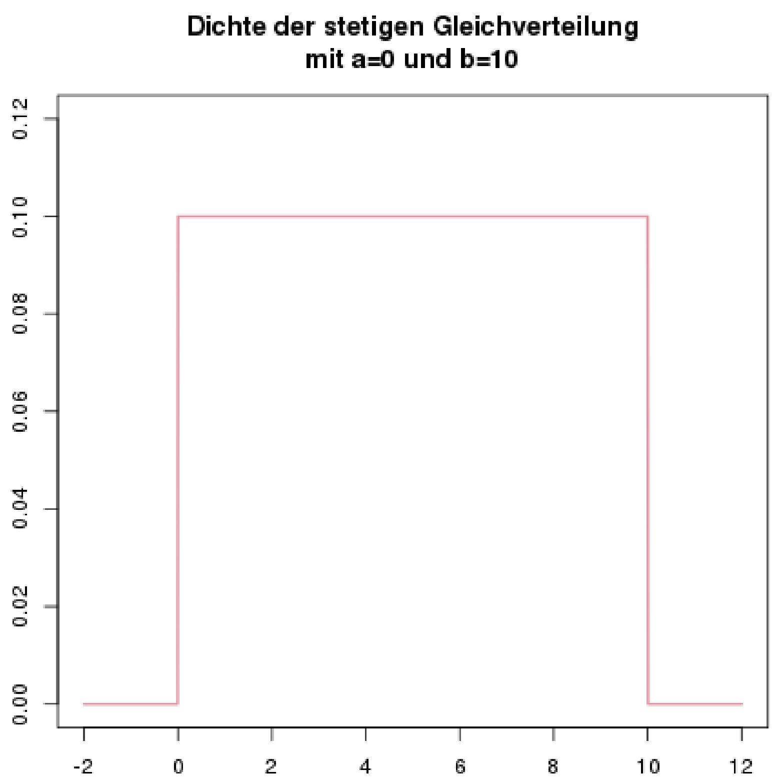


Abbildung 2-1: Dichtfunktion der Gleichverteilung[6]

Die Gesamtfläche von dieser Gleichverteilung sind 1 (Es gilt auch für andere Verteilung). Danach haben wir zwei Methoden, um Gesamtfläche zu berechnen. Erste

[6]Quelle: http://www.crashkurs-statistik.de/darstellung-und-eigenschaften-von-stetigen-zufallsvariablen/, Abruf von 06.10.2017

Methode ist Geometrische Methode: Eine Länge von 0 bis 10 auf X-Achse multipliziert eine Länge von 0.00 bis 0.10 auf Y-Achse. z.B. 10 x 0.1 =1. Zweite Methode ist in der Lage, durch Integral zu ermitteln.

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)\ dx\ = P = (-\infty \leqslant X \leqslant +\infty) = 1 \tag{2.9}$$

Ableitung der Dichtfunktion von Gleichverteilung durch Form (2.9)

$$\int_{-\infty}^{+\infty} f(x)\ dx\ = \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{1}{b-a}\ dx\ = 1 \tag{2.10}$$

$$P = (0 \leqslant X \leqslant 10) = \int_{0}^{10} \frac{1}{10-0}\ dx\ = \frac{1}{10-0} \times (10-0) = 1 \tag{2.11}$$

Im Beispiel 2.2 gibt es einen Bereich zwischen 0 und 10 auf x-Achse und zwei Bedeutungen werden verdeutlicht. Erste ist es, dass gesamte Wahrscheinlichkeiten für Intervall von 0 bis 10 sind 1. Zweite ist es, dass die Gesamtflächen auch 1 sind.

Wir haben schon oben darüber diskutiert, z.B. Wie hoch sind die Wahrscheinlichkeiten des Eintretens eines Elementarergebnisses bei stetiger Verteilung? Die Wahrscheinlichkeiten des Eintretens eines Elementarergebnisses bei stetiger Dichtefunktion sind gegen Null im Vergleich zu den diskreten Zufallsvariablen.

Stetige Verteilungsfunktion

Stetige Verteilungsfunktion besteht aus stetigen Zufallsvariablen und wird oft als kumulative Wahrscheinlichkeitsfunktion F(x) bezeichnet. Die Verteilungsfunktion ist nun dreiteilig durch folgendes Bild für Gleichverteilung definiert: Links von der unteren Grenze a ist sie überall null, da die Wahrscheinlichkeit, dass X einen Wert kleiner als a annimmt, null ist: P (X≤a)=0. Rechts von der oberen Grenze b ist sie konstant

1, da auf jeden Fall ein Wert kleiner oder gleich b herauskommt: P (X≤b)=1[7]

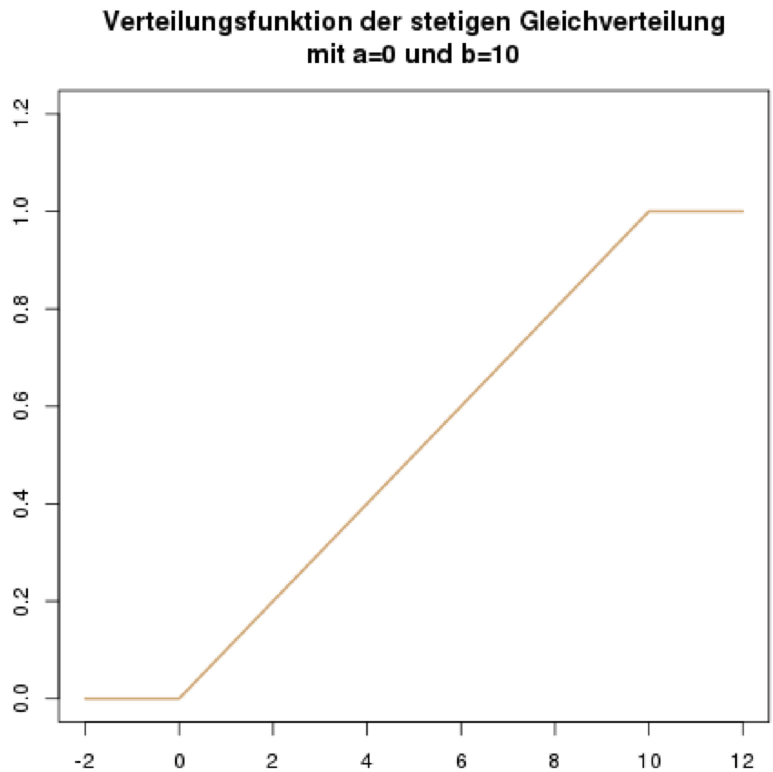


Abbildung 2-2: Verteilungsfunktion der Gleichverteilung[8]

Damit führen Drei Teile zu einer Definition für Stetige Verteilungsfunktion bei Gleichverteilung.

$$F(x) = \begin{cases} 0, & \text{falls.} x < a \\ \frac{x-a}{b-a}, & \text{falls } a \leqslant x \leqslant b \\ 1, & \text{falls.} x > b \end{cases} \tag{2.12}$$

Danach gibt es ein einfaches Beispiel zur Erklärung der stetigen Verteilungsfunktion der Gleichverteilung. Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeiten, wenn X > 4, wenn 4 ≤ X ≤ 6?

[7] Ausführung aus Internetportal. http://www.crashkurs-statistik.de/darstellung-und-eigenschaften-von-stetigen-zufallsvariablen/, Abruf von 01.11.2017

[8] Quelle: http://www.crashkurs-statistik.de/darstellung-und-eigenschaften-von-stetigen-zufallsvariablen/, Abruf von 01.11.2017

- P (X > 4) = 1 - P (X ≤ 4) = 1 - 0.4 = 0.6

- P (4 ≤ X ≤ 6) = F(6) - F(4) = 0.6 − 0.4 = 0.2

Ausführliche, völlige wahrscheinlichkeitstheoretische Grundlage erfolgt nicht in dieser Arbeit. Ziel ist es, dass wir Ergebnisse aus Simulation durch solche Erkenntnisse analysieren können.

Erwartungswert

Was bedeutet „Mittelwert“ der Ergebnisse auf einem Zufallsexperiments. Der Wert wird bei wiederholtem unbeeinflusstem Durchführen des Zufallsexperiments für große Anzahlen von Wiederholungen im Durchschnitt approximativ ermittelt.[9]

In Wikipedia gibt es Definition für Erwartungswert. Erwartungswert ist ein Grundbegriff der Stochastik. Der Erwartungswert einer Zufallsvariablen beschreibt die Zahl (diskrete Zufallsvariablen oder stetige Zufallsvariablen), die die Zufallsvariable im Mittel annimmt.[10]

Damit ist zunächst Erwartungswert bei **diskreten Zufallsvariablen** wie folgt definiert:

$$E(X) = \sum_{i=1}^{n} x_i \times p_i = \sum_{i=1}^{n} x_i \times f(x_i) \tag{2.13}$$

x_i wird als auftretender Wert bei Zufallsexperiment bezeichnet und P_i oder f(x_i) sind die zugehörige Wahrscheinlichkeit. Zur Illustration wird das Beispiel betrachtet: Ein normaler Würfel wird 100,000 (Größe Anzahlen von Wiederholung) geworfen, wie hoch ist der Erwartungswert? Alle Zahlen sind zwischen 1 und 6 mit gleicher Wahrscheinlichkeit (1/6), damit: (1/6)×1+(1/6)×2+(1/6)×3+(1/6)×4+(1/6)×5+(1/6)× 6=3.5 und 3.5 wird als Erwartungswert bei diskreten Zufallsvariablen bezeichnet.

[9] Judith Eckle-Kohler und Michael Kohler: Eine Einführung in die Statistik und ihre Anwendungen, 3. Auflage, Springer Spektrum, 2016. S. 141.

[10] Ausführung in der deutschen Wikipedia. (Begriff „Erwartungswert“, Abruf vom 26.10.2017)

Varianz (Streuung):

$$Var(X) = E(X - E(X))^2 = \sum_{i=1}^{n} E(X - E(X))^2 \times P_i \tag{2.14}$$

Standardabweichung:

$$\sigma(X) = \sqrt{Var(x)} \tag{2.15}$$

Danach sind Erwartungswert und Varianz bei **stetigen Zufallsvariablen** wie folgt definiert:

$$E(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} x \times f(x)\ dx \tag{2.16}$$

Varianz (Streuung):

$$Var(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x - \mu)^2 \times f(x)\ dx \tag{2.17}$$

Standardabweichung:

$$\sigma(X) = \sqrt{Var(x)} \tag{2.18}$$

Hier wird ein Integral auf der Form 2.16 angewendet, in den diskreten Zufallsvariable multiplizieren alle auftretenden Ergebnisse x_i die zugehörige Wahrscheinlichkeit P_i oder f(x_i) und multiplizierende Ergebnisse werden danach summiert. Aber hier werden wir stattdessen über alle x multipliziert mit der Dichte f(x) integriert. Das Beispiel wird zur Illustration bei stetigen Zufallsvariablen erklärt.

$$f(x) = \begin{cases} 2x, & \text{falls } 0 \leqslant x \leqslant 1 \\ 0, & \text{sonst} \end{cases}$$

Wie hoch sind Erwartungswert bei stetigen Zufallsvariablen?

$$E(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} x \times f(x)\ dx \ = \int_{0}^{1} x \times 2x\ dx \ = [\frac{2x^3}{3}]_0^1 = \frac{2}{3}$$

Wie hoch sind Varianz bei stetigen Zufallsvariablen?

$$
\begin{cases}
Schritt1: Var(X) = \int_{-\infty}^{+\infty} (x-\mu)^2 \times f(x)\ dx \\
Schritt2: Var(X) = \int_0^1 (x^2 - 2\mu x + \mu^2) \times 2x\ dx \\
Schritt3: Var(X) = \int_0^1 2x^3 - 4\mu x^2 + 2\mu^2 x dx \\
Schritt4: Var(X) = [\frac{2}{4}x^4 - \frac{4\mu}{3}x^3 + \frac{2\mu^2}{2}x^2]_0^1 \\
Schritt5: Var(X) = \frac{1}{18}
\end{cases}
$$

2.2 Deskriptive Statistik

In diesem Abschnitt werden verschiedene statistische Maßzahlen eingeführt, die in Lagemaßzahlen; Streuungsmaßzahlen untergeteilt werden. Unter deskriptive Statistik in der Immobilienbewertung verstehen wir Darstellung von Daten und Überprüfung von Ausreißern der Daten. Das Ziel ist es:

- Darstellung der Daten aus Stichprobe oder Gesamtheit
- Erläuterung der mit der Stichprobe oder Gesamtheit Besonderheiten
- Beschreibung der Daten durch Lageparameter; Streuungsparameter
- Ermittlung des Schwankungsintervalls
- Erkennung von Ausreißer

Lageparameter bedeutet, in welchem Bereich die Werte von Stichprobe oder Gesamtheit liegen, das heißt, die Verteilung der Daten wird durch Lageparameter beschrieben. Streuungsparameter bedeutet ob es eine Schwankung im Vergleich zum „Mittelwert“ gibt.
Wichtige Lageparameter:

- Arithmetischer Mittelwert
- Media
- Modus

Beim arithmetischen Mittelwert versteht man die Summe aller Messgrößen durch die Anzahl von Messgröße. Wenn Daten als Grundgesamtheit bezeichnet werden, wird x-quer durch Buchstaben μ ausgetauscht.

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \times (x_1 + x_2 + ... + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i \tag{2.19}$$

$$\mu = \frac{1}{n} \times (x_1 + x_2 + ... + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i \tag{2.20}$$

Nachteil von arithmetischem Mittelwert ist, dass arithmetischer Mittelwert durch „Ausreißer" beeinflusst werden kann, wie gesagt, Mittelwert enthält reale Information von Verteilung nicht, wenn diese Verteilung schief ist. z.B. wenn eine Verteilung beweist eine symmetrische Verteilung, damit arithmetischer Mittelwert, Median und Modus gleich sind, wenn eine Verteilung jedoch schief ist, sind drei Lageparameter nicht gleich, arithmetischer Mittelwert ist fähig, die reale Situation der Daten nicht widerzuspiegeln.

Deshalb wird „Median" zur Vermeidung von Effekt eingeführt, wenn eine Verteilung schief ist:

$$\widetilde{x} = \begin{cases} x_{\frac{n+1}{2}}, & \text{falls n ungerade} \\ \frac{1}{2}(x_{\frac{n}{2}} + x_{\frac{n+1}{2}}), & \text{falls n ungerade} \end{cases} \tag{2.21}$$

Median bedeutet es, dass Median Zentralwert der Daten ist und Median gegenüber extremen Ausreißern unempfindlich reagiert kann.

Modus wird als der am häufigsten vorkommende Wert der Stichprobe oder Gesamtheit bezeichnet. Es gibt eine Regel über Eigenschaften von Verteilung über Position von Lageparameter. Für symmetrische Häufigkeitsverteilung gilt: $M_z{=}M_o{=}\bar{x}$ Für rechtsschiefe (links kopflastige) Häufigkeitsverteilung gilt: $M_o{<}M_z{<}\bar{x}$ Für linksschiefe (rechts kopflastige) Häufigkeitsverteilung gilt: $\bar{x}{<}M_z{<}M_o$

Damit werden erzeugte Verteilungen vor allem unter Eigenschaften berücksichtigt, ist sie symmetrische Verteilung oder schiefe Verteilung, welche Lageparameter in unterschiedlichen Verteilungen herangezogen werden.

Streuungsparameter beschreiben eine Differenz von Stichprobe oder Gesamtheit, bei Streuungsparameter gibt es solche Begriffe:

- Spannweite
- Varianz und Standardabweichung
- Variationskoeffizient
- Quartilsabstand

Spannweite W ist die Differenz zwischen dem größten und kleinsten Messwert der Stichprobe oder der Gesamtheit. Als Varianz (von einer Stichprobe und Gesamtheit) wird der durchschnittlichen Abstände zum arithmetischem Mittelwert bezeichnet:

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2 \tag{2.22}$$

$$s^2 = \frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2 \tag{2.23}$$

Als Standardabweichung von einer Stichprobe wird die Quadratwurzel der Varianz bezeichnet:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \times \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2} \tag{2.24}$$

Die Standardabweichung σ der Gesamtheit berechnet ähnlich wie Standardabweichung von einer Stichprobe, es gibt einen Unterschied. Der Divisor nicht n-1, sondern n zum Einsatz:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \times \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2} \tag{2.25}$$

Variationskoeffizient v ist ein relativer Streuungsparameter. Es wird als ein Verhältnis von Standardabweichung zum arithmetischen Mittelwert in Prozent bezeichnet:

$$v = \frac{s}{\bar{x}} \tag{2.26}$$

Vorgestellte Streuungsparameter sind bei den Ausreißern nicht sinnvoll, deshalb wird Interquartilsabstand (IQR) eingeführt. Quartilsabstand q überspannt der mittlere Bereich der Messwerte, in dem 50 % der Daten liegen. 50 % der Daten heißen Median der Daten.

$$q = q_{\frac{3}{4}} - q_{\frac{1}{4}} \tag{2.27}$$

Das 25 %- bzw. 50 %- bzw. 75 %-Quantil wird als 1. Quartil bzw. 2. Quartil bzw. 3. Quartil bezeichnet. Hierbei wird der IQR als Differenz des 75 %-Quantils und des 25 %-Quantils definiert. Im Prinzip werden Lageparameter und Streuungsparameter durch „Boxplot“ [11]dargestellt.

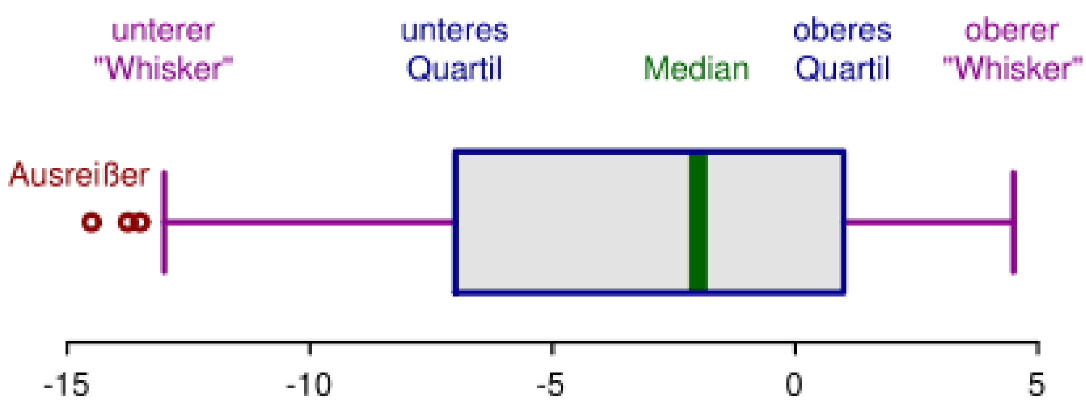


Abbildung 2-3: Darstellung von Boxplot[12]

Jetzt werden Punktschätzverfahren und das Intervallschätzverfahren hier erklärt. Ein Wert (z.B. arithmetischer Mittelwert, Median, Modus, Standardabweichung etc.) aus Stichprobe wird durch Punktschätzverfahren abgeleitet und das Ziel ist es, dass die

[11] Ausführung in der deutschen Wikipedia. (Begriff „Boxplot“, Abruf vom 26.10.2017)
[12] Quelle: Ausführung in der deutschen Wikipedia. (Begriff „Boxplot“, Abruf vom 26.10.2017)

Schätzwerte aus Stichprobe die Situation der Grundgesamtheit darstellen müssen. Andererseits werden Daten aus Stichprobe von Grundgesamtheit als ein Ausschnitt bezeichnet, und unterschiedliche Stichproben aus gleicher Grundgesamtheit zeigen verschiedene Ausschnitte, damit wir gute Analyseergebnisse aus schlechten Daten nicht bekommen können. Deswegen wird die Punktschätzung durch Intervallschätzung ergänzt.

Die Schiefe ist eine statistische Kennzahl, die die Art und Stärke der Asymmetrie einer Wahrscheinlichkeitsverteilung beschreibt. Sie zeigt an, ob und wie stark die Verteilung nach rechts (positive Schiefe) oder nach links (negative Schiefe) geneigt ist. Jede nicht symmetrische Verteilung heißt schief.[13] Die Schiefe einer Zufallsvariablen X wird als v(X) bezeichnet. Bei negativer Schiefe, $v(X)<0$, spricht man von einer Linksschiefen Verteilung. Bei positiver Schiefe, $v(X)>0$, spricht man von einer rechtsschiefen Verteilung.

2.3 Wesentliche Begriffe über Risiko

Risiko wird in verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen unterschiedlich definiert und verwendet. Allen Definitionen gemeinsam ist die Beschreibung des Risikos als Ereignis mit möglicher negativer (Gefahr) bzw. positiver (Chance) Auswirkung. z.B. Unternehmerisches Risiko umfasst nicht nur die negative Verluste (Gefahr), sondern die positive Gewinne (Chance).[14]

Genauer zu sagen, Eigenschaften von Risiko sind Unsicherheiten, Ungewissheit und Unkenntnis, außerdem führt Risiko zu Schäden bei einer Entscheidung in den Wirtschaftswissenschaften.

Risiko ist oftmals in Verbindung mit Statistik und Stochastik zu bringen und wird

[13] Ausführung in der deutschen Wikipedia. (Begriff „Die Schiefe“, Abruf vom 08.11.2017)
[14] Ausführung in der deutschen Wikipedia. (Begriff „Risiko“, Abruf vom 26.08.2017)

als Zufallsvariable beschrieben. Deswegen werden statistische Kenngrößen wie Erwartungswert und Streuung für Risiko analysiert. Danach gibt es Risikobewertung über erzeugte Wahrscheinlichkeitsverteilung für Wertveränderung von Immobilien; Unternehmen; Kapitalanlage etc. Ziel ist es, ob Wertveränderung eine vorgegebene Grenze überschreitet. Auf der anderen Seite überschreitet Wertveränderung eine vorgegebene Grenze, das heißt, Risiko bezeichnet als Eintrittswahrscheinlichkeit eines Fehlers und eine statistische Nullhypothese fälschlicherweise abzulehnen.[15]

Auf der anderen Seite müssen wir gemäß § 194 Baugesetzbuch Verkehrswert bewerten und nicht unter Rücksicht auf ungewöhnliche oder persönliche Verhältnisse bei Verkehrswert berücksichtigen, damit erzeugte Ergebnisse durch Simulation ein Intervall bilden. Jetzt können wir Ausreißer in dem Intervall mittels Statistik finden und ausschalten. Wir können auch durch Median von allen erzeugten Ertragswerten finden, da Median gegenüber extremen Ausreißern unempfindlich reagiert.

[15] Vgl. Konrad Wälder und Olga Wälder: Methoden zur Risikomodellierung und des Risikomanagements, Springer Vieweg, 2016. S.1.

KAPITEL 3

Monte-Carlo-Ertragswertverfahren

In diesem Kapitel werden allgemeines Ertragswertverfahren, Monte-Carlo-Simulation anhand eines Beispiels über Rechnung von Pi und Monte-Carlo-Ertragswertverfahren eingeführt.

In Abschnitt 3.1 werden Einführung über Monte-Carlo-Ertragswertverfahren gezeigt, was ist Ertragswertverfahren, was ist Simulation, was bedeutet eine Simulation, Prozess der Simulation wird anhand eines Beispiels über Rechnung der Zahl Pi gezeigt, wie kombiniert Simulation mit allgemeinem Ertragswertverfahren. Abschnitt 3.2 zeigt einen Ablauf von Monte-Carlo-Ertragswertverfahren und gibt eine Erklärung für jeden Arbeitsschritt.

3.1 Einleitung von Monte-Carlo-Ertragswertverfahren

3.1.1 Ertragswertverfahren

In Deutschland gibt es drei Verfahren, erstes ist Vergleichswertverfahren, das sich auf Bewertung eines Objekts durch Preise von vergleichbarem Objekt bezieht. Zweites ist Ertragswertverfahren, bei dem der Bodenwert über einen diskontierten Nettomieterertrag mit dem Liegenschaftszinssatz ergänzt wird. Drittes ist Sachwertverfahren, bei dem einem Bodenwert die Herstellungskosten für die baulichen und sonstigen Anlagen zugeschlagen werden.[1]

Das Ertragswertverfahren dient der Ermittlung des Wertes von Renditeobjekten durch Kapitalisierung der Reinerträge, die mit diesen Objekten dauerhaft erwirtschaftet werden.[2]

Der Grundstückswert durch Bodenwert und Wert der baulichen Anlage mit Ertragswertverfahren nach §§ 17- 20 ImmoWertV wird ermittelt. Die zwei Werte werden getrennt berechnet, wobei der Bodenwert über Vergleichswertverfahren oder Bodenrichtwert ermittelt wird und der Wert der baulichen Anlagen durch marktübliche Reinerträge und Bodenwertverzinsung wird ermittelt.

Das Bewertungsobjekt in Kapitel 4 ist Eigentumswohnung und Verkehrswert wird vor allem durch Vergleichswertverfahren abgeleitet und allgemeines Ertragswertverfahren ist Plausibilisierungsmethode.

Genaue Erklärung für allgemeines Ertragswertverfahren wird in Abschnitt 3.3.2 Modelbildung noch mal ausführlich beschrieben. Hier gibt es nur einfache Ableitung von Ertragswert durch allgemeines Ertragswertverfahren. Zur Illustration wird die folgende Form betrachtet:

EW=(RoE – BWK – i x BW) $\times$ V + BW

Wobei EW: Ertragswert RoE: Rohertrag BWK: Bewirtschaftungskosten i: Liegenschaftszinssatz BW: Bodenwert V: Barwertfaktor für Kapitalisierung

3.1.2 Monte-Carlo-Simulation

Monte-Carlo-Simulation ist ein Verfahren aus der Stochastik, bei dem eine sehr große Zahl gleichartiger Zufallsexperimente die Basis darstellt. Es wird dabei versucht, ana-

[1] Werner Gleißner, Tobias Just und Endre Kamaras: Simulationsbasierter Ertragswert als Ergänzung zum Verkehrswert, Springer Fachmedien Wiesbaden, 2017.

[2] Ausführung in der deutschen Wikipedia.. (Begriff „Ertragswertverfahren“, Abruf vom 26.08.2017)

lytisch nicht oder nur aufwendig lösbare Probleme mithilfe der Wahrscheinlichkeitstheorie numerisch zu lösen.[3]

Eine andere mögliche Definition der MCS wird eingeführt: Die Monte-Carlo-Simulation ist ein Verfahren, um unbekannte Werte von Parametern bestimmter Verteilung über künstlich erzeugte Stichproben zu schätzen.[4]

Deswegen gibt es für diese Definitionen eine Voraussetzung, die Vorgabe der Wahrscheinlichkeitsverteilung bekannt ist und die Qualität der Ergebnisse hängt auch von geeigneter Verteilung der Eingangsparameter ab. Aber in der Praxis ist Bestimmung der Type von Wahrscheinlichkeitsverteilung schwierig, da keine viele vorliegenden Daten zur Verfügung stehen.

3.1.3 Bestimmung der Zahl Pi durch Monte-Carlo-Simulation

Wir haben oben schon über Simulation diskutiert, jetzt gibt es ein Beispiel zur Anwendung der Simulation über Berechnung der Zahl Pi. Zunächst bilden wir eine Beziehung zwischen Quadrat und Kreis. Diese Beziehung wird auch als Modell bezeichnet. Zum Schluss wird Ergebnis durch Spyder mit Programmsprache-Python implementiert und Überprüfung, ob das Ergebnis aus Simulation des Ergebnisses von Theorie entspricht. Berechnung der Zahl Pi ist ein leicht verständliches Anwendungsbeispiel, damit das Beispiel hier eingeführt wird.

Vor allem ist unterstellt, dass Länge und Breite des Quadrats 1 sind, deshalb ist Durchmesser des Kreises auch 2 und Halbmesser ist 1. Jetzt gehen wir davon aus, wie wird Pi durch Beziehung zwischen Quadrats und Kreis abgeleitet. Durch folgendes Bild (Links) können wir es finden, dass viele Punkte in dem Quadrat und Viertelkreis liegen. Rechtes Bild zeigt erzeugte Zahl Pi, das Ergebnis wird später erklärt.

[3] Ausführung in der deutschen Wikipedia.. (Begriff „Monte Carlo Simulation“, Abruf vom 26.08.2017)

[4] Simon, Th. : Verbessert die Monte-Carlo-Simulation die Grundstückswertermittlung?, GuG 2004, S. 95.

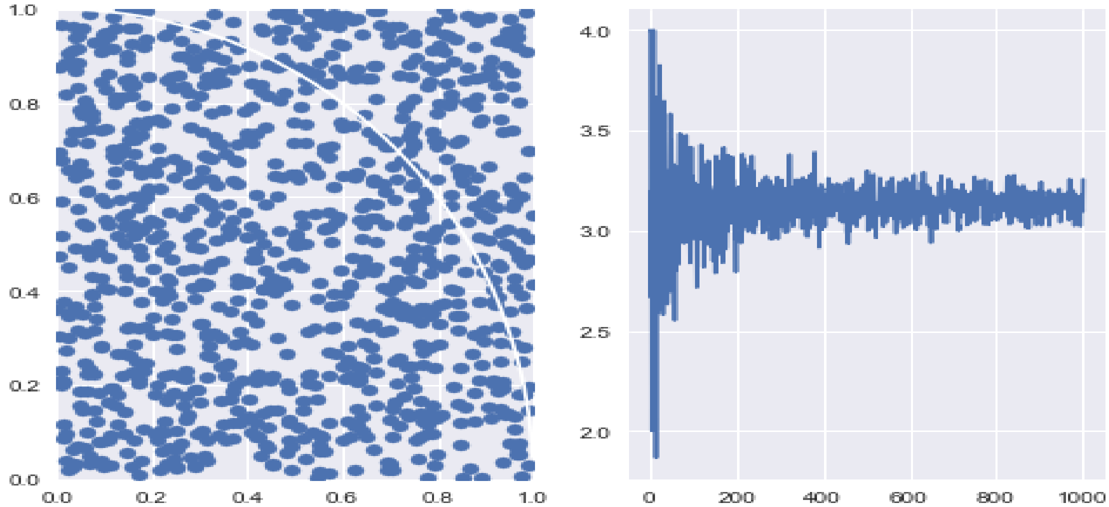


Abbildung 3-1: Erzeugter Zahl Pi durch Simulation.[5]

Durch Simulation ergeben die zufälligen Punkte sich auf einem Quadrat. Es wird überprüft, wie viele Punkte im Bereich des Viertelkreises und des Quadrats liegen und durch gelandete Punkte zur Herleitung der Zahl Pi. Deswegen finden wir jetzt zwei Verhältnisse, erstes Verhältnis ist Anzahl der gelandeten Punkte zwischen innerhalb Viertelkreis und innerhalb Quadrat, zweites Verhältnis ist Flächenverhältnis, das zwischen Viertelkreis und Quadrat ist. Damit wird die folgende Form zur Darstellung von zwei Verhältnissen abgeleitet:

$$\frac{F_q}{F_k} = \frac{Z_q}{Z_k} \tag{3.1}$$

Z_k und Z_q werden als Zahl (gelandete Punkte auf dem Viertelkreis) und Zahl (gelandete Punkte auf dem Quadrat). F_q bedeutet, dass die Flächen aus dem Quadrat kommen. F_k bedeutet, dass die Flächen aus dem Viertelkreis kommen.

$$F_k = \frac{1}{4} \times Pi \times r^2 \tag{3.2}$$

$$F_q = Laenge \times Breite \tag{3.3}$$

[5]Quelle: Python; Einige Darstellung

Durch Herleitung gibt es solche Form zur Rechnung der Zahl P_i:

$$P_i = 4 \times \frac{Z_k}{Z_q} \tag{3.4}$$

Durch Simulation mit ausreichenden Wiederholungen entstehen zwei Verhältnisse, die wir schon oben besprochen haben, und sie soll fast gleich sein. Die Form über Pi wird als Algorithmus bezeichnet und das Experiment tausendmal wiederholt wird und das Ergebnis ist rd. 3.14, wenn das Experiment zehntausend Mal wiederholt wird, ist Ergebnis rd. 3.141. Das heißt, wenn ein Experiment zehntausend Mal wiederholt wird, ist erzeugtes Ergebnisse näher zu theoretischem Wert. Code der Simulation sowie Erklärung liegen im Anhang.

3.1.4 Monte-Carlo-Ertragswertverfahren

In einer wissenschaftlichen Diskussion wird in der Immobilienbewertung über ein Verfahren zur Ertragswertermittlung diskutiert. Insbesondere Ertragswertverfahren mittels Monte-Carlo-Simulation, die in der Immobilienbewertung betrachtet wird.

Das Ertragswertverfahren wird durch ImmoWertV normiert und geht von genauen Eingangsgrößen aus. Aber Monte-Carlo-Simulation wird durch ein grundlegendes Konzept über „Stochastische Methode“ verdeutlicht und Simulation bezieht sich auf Wahrscheinlichkeit.

Mögliche Bewertungsmodelle werden durch den Gesetzgeber gemäß ImmoWertV definiert, danach werden folgende Modelle für praktischen Zweck angewendet.[6]

- MCE-Verfahren (Monte-Carlo-Ertragswert)
- MCS-Verfahren (Monte-Carlo-Sachwertverfahren)
- MCR-Verfahren (Monte-Carlo-Residualwert)

[6] Klaus Bernhard Gablenz: Grundstückswertermittlung für Praktiker: Bewertung nach ImmoWertV.

- MCDCF-Verfahren (Monte-Carlo-Discount-Cash-Flow-Verfahren)

Das Monte-Carlo-Verfahren ist jedoch nicht durch Vorschriften normiert. Zunächst gibt es einige Argumentierung über Monte-Carlo-Simulation.

Die vorhandene Vorteile und Nachteile der Monte-Carlo-Simulation zur Ableitung der Verkehrswerte in der Immobilienbewertung werden von SOMMER, JANSSEN, SCHNDEIDER, STROTKAMP, SAUERBORN, KIERIG und SIMON argumentiert.

Nach SOMMER: Die Anwendung der Monte-Carlo-Verfahren kann die Immobilienbewertung erweitern, weil die Integration zu besseren Ergebnissen führt. In seinen Argumentierungen kann es richtig sein, den Grad Wahrscheinlichkeit oder Gewissheit einer Wertermittlungsgröße in einem Prozentsatz anzugeben.[7]

Nach JANSSEN: Das Monte-Carlo-Verfahren wird bei größerem Objekt oder in strittigen Fällen als gute Alternative zum traditionellen Ertragswertverfahren angeboten. Im Rahmen der Monte-Carlo-Simulation bestehen keine systembezogenen Vorgaben hinsichtlich der Wahrscheinlichkeitszuordnung.[8]

Nach STROTKAMP und SAUERBORN: Konzentration auf normalverteilte Eingangsgröße und die Ergebnisse aus Simulation fast oder annährend die gleichen Ergebnisse aus klassischen Verfahren erzielt. Wie sie sich durch mathematische Vorgehensweise ergibt wird. Entgegen der Meinung von SOMMER und JANSSEN ist sie kein neues und genaueres Wertermittlungsverfahren.[9]

Nach KIERIG: Eigenschaften der Monte-Carlo-Simulation werden gesprochen, z.B. zentraler Grenzwertsatz. Viele Zufallszahlen durch Monte-Carlo-Simulation bei aus-

[7] Sommer, G. : Das Monte-Carlo-Verfahren in der Ertragswertermittlung, Der Sachverständige (DS 12/00), S. 27.

[8] Janssen, O.: Monte-Carlo-Simulationen verbessern die Bewertungsqualität von Immobilien, GUG 2002, 37.

[9] Stefan H. , Modell zur Bewertung wohnwirtschaftlicher Immobilien-Portfolios unter Beachtung des Risikos, Springer Gabler, 2010, S. 56.

reichenden Wiederholungen liefert eine Normalverteilung.[10]

Nach SIMON: Die Monte-Carlo-Simulation ist ein Verfahren, um unbekannte Werte von Parametern bestimmter Verteilungen über künstlich erzeugte Stichproben zu schätzen. Er steht das Verfahren grundsätzlich ablehnend gegenüber.[11]

Meine Meinung nach, so handelt es sich bei MCE um kein neues Wertermittlungsverfahren, sondern vielmehr um die Erweiterung und Optimierung von Wertermittlungsverfahren durch Simulationsprozess. Das Ziel kann nicht sein, Verkehrswert von Bewertungsobjekt besser zu treffen, sondern den Erwartungswert von Bewertungsobjekt besser zu bestimmen. In dieser Arbeit wird allgemeines Ertragswertverfahren als Modell zur Bewertung der Eigentumswohnung durch Simulation erläutert. Bewertung von Erwartungswert durch Monte-Carlo-Ertragswertverfahren mittels Software unter Vorgabe von empirischer Wahrscheinlichkeitsverteilung wird durchgeführt.

Wir haben oben schon erwähnt, wahrscheinliche Eingangsdaten mit einer entsprechenden Wahrscheinlichkeitsverteilung durch ausreichende Wiederholung führen zu verschiedene wahrscheinliche Ertragswerte, zum Schluss entsteht „wahrscheinlichster Ertragswert“ durch verschiedene wahrscheinliche Ertragswerte.

Das klassische Ertragswertverfahren wird jetzt in der Praxis durch genaue Annahme angesetzt und Bewertungsparameter geht von dem Bodenwert, der Miete, den Jahresrohertrag, der Bewirtschaftungskosten, Bodenwertverzinsung, Liegenschaftszinssatz, Barwertfaktor etc., Monte-Carlo-Ertragswertverfahren berücksichtigt auch auf solchem Bewertungsparameter, es gibt jedoch einen Unterschied im Vergleich zu klassischem Ertragswertverfahren, die Bewertungsparameter nicht durch punktgenaue Eingaben zur Bewertung von Immobilien sind, sondern durch Brandbreite und Mittelwert

[10] Stefan H. , Modell zur Bewertung wohnwirtschaftlicher Immobilien-Portfolios unter Beachtung des Risikos, Springer Gabler, 2010, S. 56.

[11] Simon, Th. : Verbessert die Monte-Carlo-Simulation die Grundstückswertermittlung?, GuG 2004, S. 95.

innerhalb von Bandbreiten.

3.2 Ablauf von Monte-Carlo-Ertragswertverfahren

Der Prozess von Monte-Carlo-Simulation wird durch ein Schaubild gezeigt.

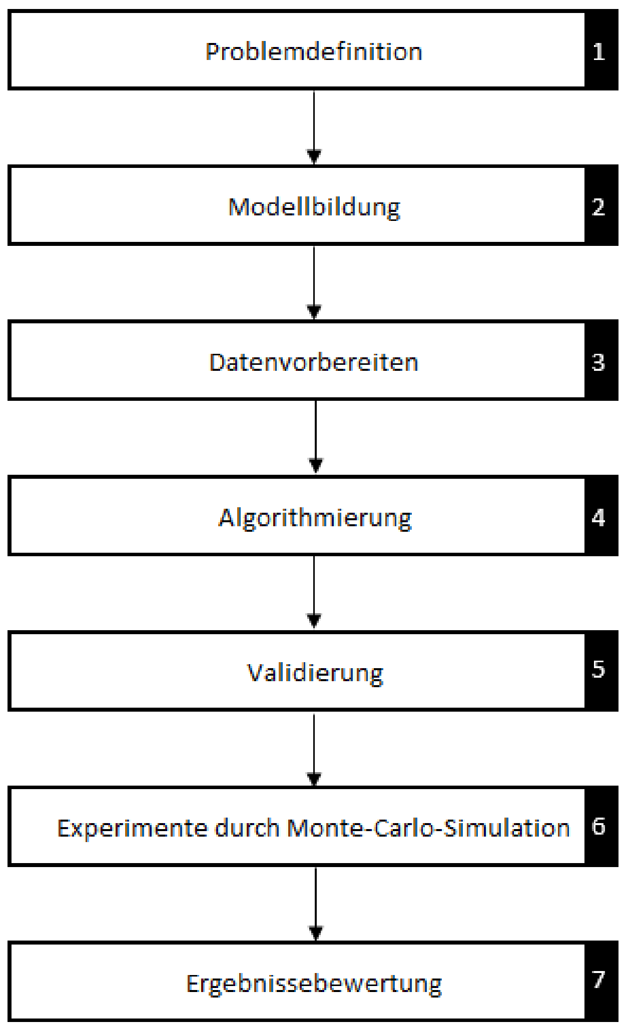


Abbildung 3-2: Ablauf von Simulation[12]

Durch Pfeilverbindung gibt es eine sequenzielle Abfolge und in der Praxis die Arbeitsschritte gehen nicht von einer sequenziellen Abfolge aus, damit Besteller unter

[12]Quelle: eigene Darstellung in Anlehnung an Simon S.42.

Möglichkeiten den Rücksprung zu einer früheren Phase berücksichtigen können. z.B. Wenn Probleme bei Gesamtprozess in einer Phase entstehen, ist danach eine Rücksprung zu berücksichtigen. Dann gibt es einige Grunde über Rücksprung zu einer früheren Phase.[13]

- Ein Modell entspricht einer realen Situation nicht und daher nachgebessert werden musst. (Von Phase 2 zu Phase 1)
- Wegen fehlender Daten wird Modell nicht vollständig entwickelt, deshalb gibt es Rücksprung, wie soll Modell korrigiert werden. (Von Phase 3 zu Phase 2)
- Ebenso könnten Probleme bei dem Algorithmus dazu Anlass geben, das Modell neu zu strukturieren. (Von Phase 4 zu Phase 2)

3.2.1 Problemdefinition

Simulationsprozess fängt mit einer Definition eines Problems und Untersuchung des Modells an. Auf dem Immobilienmarkt wird der Verkehrswert eines Objekts durch Angebote und Nachfrage zwischen unterschiedlichen Marktteilnehmer zusammen entscheiden. z.B. einige Käufer möchten ein Objekt kaufen und der Verkäufer möchten einen hohen Preis für Bewertungsgegenstand erzielen, aber Käufer haben unterschiedliche Ansätze über Miete, Bewirtschaftungskosten, Bodenwert, Restnutzungsdauer, Liegenschaftszinssatz und ihrer Marktentwicklung in der Zukunft für das Objekt, damit das Verhalten unterschiedliche Verkehrswerte zwischen Parteien bildet. Zum Schluss bemühen sie sich um Einigung über einen zu zahlenden Kaufpreis.

Ein Modell wird durch solches Marktverhalten zwischen Marktteilnehmer gebildet und beim Marktverhalten handelt es sich um ein reales System. Wir müssen nach Marktverhalten ein entsprechendes Modell zur Einigung möglichen Preises finden.

[13] Simon Thore (2011): Entwicklung einer Monte-Carlo-Simulation für das detaillierte Ertragswertverfahren S. 95.

3.2.2 Modellbildung der Monte-Carlo-Simulation

Nachdem Definition von Problem auf der Immobilienbewertung erstellt wurde, ist zweiter Schritt Modellbildung. Das Bewertungsobjekt in Kapitel 4 bezieht sich auf nicht vermietete Eigentumswohnung, deshalb wird Vergleichswertverfahren vor allem angewendet. Danach wird allgemeines Ertragswertverfahren nach ImmoWertV als Plausibilisierungsmethode bezeichnet. Deswegen bezieht das Modell sich auf allgemeines Ertragswertverfahren. Modell wird durch das nachstehende Schaubild gezeigt.

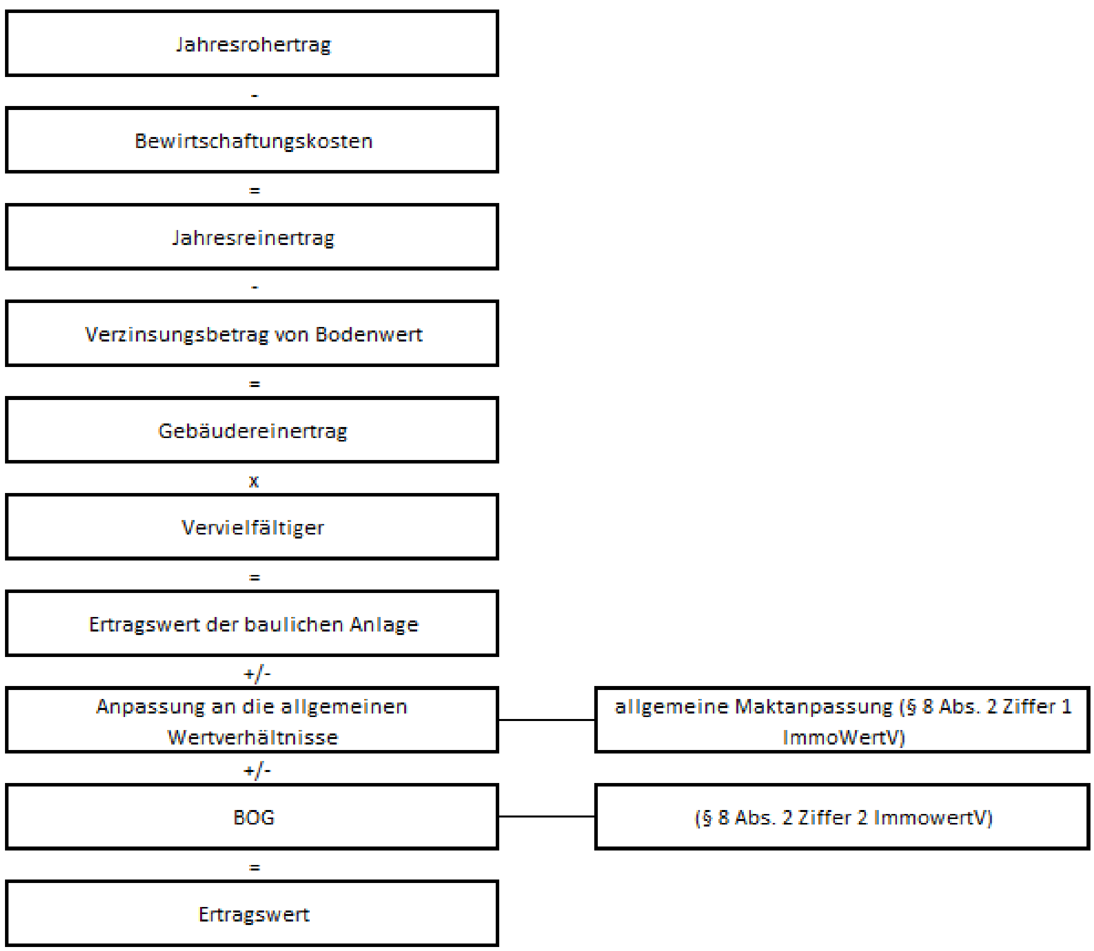


Abbildung 3-3: Ablauf von allgemein Ertragswertverfahren[14]

[14]Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an T. Simon S. 148.

3.2.3 Datenvorbereitung

In diesem Arbeitsschritte wird der Gegenstand der Betrachtung über Datenvorbereitung von Immobilienbewertung zur Implementation zur Simulation erklärt. Genaue Ergebnisse durch Simulation sind abhängig von der Qualität der Daten und Typen der Wahrscheinlichkeitsverteilungen.

Für diese Frage „mit welcher Verteilung“ ist Voraussetzung vor der Simulation, wenn Verteilung bestimmt wurde, würden Daten durch Verteilung erzeugt. Damit diskutieren wir vor allem über Bestimmung der Wahrscheinlichkeitsverteilung, danach über Qualität der Daten (unstrittige Bandbreite jeden Eingangsparameter) diskutieren.

Nach Argumentierung von Simon[15] kann Verteilung durch empirische auswertbare Daten ableiten, wenn keine empirische Auswertbare Daten vorhanden sind, wird man regelmäßig auf subjektive Methode zurückgreifen. z.B. Ableitung aus Expertenmeinungen, Ableitung aus theoretischer Überlegung.

Auswahl der Wahrscheinlichkeitsverteilung ist vor allem durch subjektive Expertenmeinung, die bei der Risikobetrachtung von Immobilieninvestitionen einen besonderen Stellwert einnehmen, da bei diesen regelmäßig zu wenig repräsentatives Datenmaterial für objektive Analysemethoden zur Verfügung stehen.[16]

Nach Argumentierung von Sommer[17] wird Bestimmung der Typen der Verteilungen durch Meinung von Sachverständigen angesetzt. Damit sind Typen der Verteilungen nicht Gleichverteilung oder Normalverteilung, sondern aufgrund Entwicklung der Bewertungsparameter in der Zukunft durch Klassen mit Wahrscheinlichkeiten zu entscheiden. Es gibt ein Beispiel zur Erklärung der Argumentierung von Sommer. Es ist

[15] Simon Thore (2011): Entwicklung einer Monte-Carlo-Simulation für das detaillierte Ertragswertverfahren S. 47.
[16] Simon Thore (2011): Entwicklung einer Monte-Carlo-Simulation für das detaillierte Ertragswertverfahren S. 47.
[17] Goetz Sommer (2000): Das Monte-Carlo-Verfahren in der Ertragswertermittlung S. 27.

zu betonen, dass Wahrscheinlichkeitsverteilung in der Simulation diskrete Verteilung nach Meinung von Sommer, Simon, Janssen ist. Aber ich rechne mit stetiger Verteilung der Ergebnisse. Es gibt nur Einführung zur Erklärung der Meinung aus Sommer und warum ich stetige Verteilung in dieser Arbeit benutze.

z.B. Liegenschaftszinssatz für Büro wird als Bewertungsparameter bezeichnet. Der folgende Schritt zeigt es, man kann Wahrscheinlichkeitsverteilung durch folgende Standards bilden. Bekannte Bedienung: Spanne von LZ ist von 6,75 bis 7,25%. Dann gibt es drei Standards zur Erstellung der Wahrscheinlichkeiten.

- Die Bürofläche weist zurzeit geringe Leerstände.
- Geeigneter Standort für Bürofläche.
- Vorhandene Lageflächen finden tatsächlich einen Abnehmer.

Durch obige Einschätzung über Liegenschaftszinssatz ergibt sich eine Wahrscheinlichkeitsverteilung mit einem Schwerpunkt unterhalb der Mitte der Bandbreite, danach wird eine diskrete oder in Stufen erfolgte Wahrscheinlichkeitsverteilung durch Sachverständige zugeordnet und Wahrscheinlichkeiten werden auch von Sachverständigen selbst angesetzt.

Tabelle 3.1: Klassen von Miete

Untere Gr.	Obere Gr.	LZ Mitte	W (%)
6.75	6.83	6.79	20%
6.83	6.92	6.88	25%
6.92	7.00	6.96	30%
7.00	7.08	7.04	15%
7.08	7.17	7.13	8%
7.17	7.25	7.21	2%

Zuerst wird der Bereich (von 6.75 bis 7,25%) 6 Klassen gebildet: (7.25-6.75)/6=0.0833

Das Verfahren erstellt eine Wahrscheinlichkeitsverteilung. In dieser Arbeit werden Dreieckverteilung und Normalverteilung in der Simulation angewendet. Möglichster

Wert über jeden Bewertungsparameter aus Mittelwert von Grundstückmarktbericht, unstrittige Bandbreite kommt aus Marktbericht und Dreieckverteilung oder Normalverteilung werden in der Simulation berücksichtigt. Warum ich mit stetiger Verteilung rechne, erster Grund ist es, dass Markt sich immer entwickelt und alle Variablen möglich sind, zweiter Grund ist es, dass ich mögliche Wahrscheinlichkeiten nach Markterfahrung hart darstellen und obige Standards aus Sommer verschwommen zur Bestimmung der Wahrscheinlichkeiten sind.

Über Qualität der Daten nach Sommer ist Ergebnis eine unstrittige Wahrscheinlichkeitsverteilung des resultierenden Ertragswerts, wenn Daten durch unstrittige Bandbreite erzeugt werden. Deshalb wird die Bandbreite in dieser Arbeit für jeden Bewertungsparameter aus Grundstückmarktbericht angenommen, für Sachverständige sind Daten aus Gutachterausschuss überzeugend.

Auswahl der Verteilung in dieser Arbeit wird am 3.3.4 Algorithmus noch mal diskutiert. Nach Auswahl der entsprechenden Bandbreite und Verteilung ist die Datenvorbereitung abgeschlossen.

3.2.4 Algorithmus

Algorithmus ist eine Vorgehensweise zur Lösung des Problems, durch Eingabedaten und Lösungsplan (Modell) in Ausgangsdaten umgewandelt.

Algorithmus besteht aus endlich vielen, wohldefinierten Einzelschritten. Damit können sie zur Ausführung in einem Computerprogramm implementiert, aber auch in menschlicher Sprache formuliert werden. Bei der Problemlösung wird eine bestimmte Eingabe in eine bestimmte Ausgabe überführt.[18]

Unter Algorithmus kann die Abbildung des realen Systems unter Einbeziehung des

[18] Ausführung in der deutschen Wikipedia. (Begriff „Algorithmen“, Abruf vom 26.10.2017)

vorher festgelegten mathematischen Modells auf die gewünschte Simulationssprache verstanden werden.[19]

Damit bezieht sich Algorithmus hier auf einige Begriffe.

- Abbildung zwischen einem Modell und einem realen System
- Mit einer Programmsprache zur Lösung des Problems

Im Abschnitte 3.2.3 haben wir darüber gesprochen, dass 3 unterschiedliche Verteilungen in Bewertungsmodell angewendet werden, damit Auswahl der Verteilung und Eingabedaten als Algorithmus in dieser Arbeit bezeichnet werden, weil Auswahl der Verteilung eine Verknüpfung zwischen der mathematisch notierten Ertragswertformel und einem realen System ist, und Auswahl der Verteilung ist eng für Lösung des Problems. Auf der anderen Seite wird die Ertragswertformel nachvollziehbar. Wir sollen jetzt nur auf Arten der Verteilungen achten.

Bevor wir unterschiedliche Verteilung verstehen, müssen wir folgende Frage wissen. Welche Bewertungsparameter haben Bandbreite? Weil Bandbreite Voraussetzung ist, führt Bewertungsparameter mit Bandbreite zu einer Verteilung von Bewertungsparameter.

In der Immobilienbewertung sind diese Bewertungsparameter Jahresrohertrag, Bewirtschaftungskosten, Barwertfaktor, Restnutzungsdauer, Liegenschaftszinssatz, Bodenwert. Zur Erstellung von unterschiedlicher Verteilung muss Bandbreite von Bewertungsparameter klar sein, aber welcher Bewertungsparameter Bandbreite hat und welcher Bewertungsparameter keine Bandbreite hat, deshalb gehen wir weiter davon aus, dass Bewertungsparameter durch variablen Eingangswert und festem Eingangswert zugeordnet wird. Zur Illustration wird folgendes Schaubild eingeführt:

[19] Simon, Th. : Verbessert die Monte-Carlo-Simulation die Grundstückswertermittlung?, GuG 2004, S. 96.

[20] Quelle: einige Darstellung

Type der Bewertungsparameter	Type der Variable	Bewertungsparameter	Type von Verteilung
variabler Eingangswert	unabhängige Variable	marktübliche Miete	Normalverteilung Gleichverteilung Dreieckverteilung
	unabhängige Variabel	Liegenschaftszinssatz	Normalverteilung Gleichverteilung Dreieckverteilung
	unabhängige Variable	Restnutzungsdauer	Normalverteilung Gleichverteilung Dreieckverteilung
	unabhängige Variable	Bodenrichtwert	Normalverteilung Gleichverteilung Dreieckverteilung
	abhängige Variable	Jahresrohertrag	
	abhängige Variable	Mietausfallwagnis	
	abhängige Variable	Bodenwertanteile	
	abhängige Variable	Barwertfaktor	
fester Eingangswert	feste Variable	Größe von Objekt	
	feste Variable	Größe von Grundstück	
	feste Variable	Verwaltungskosten	
	feste Variable	Instandhaltungskosten	

Abbildung 3-4: Bewertungsparameter[20]

Unabhängige Variable und feste Variable sind klar, unabhängige Variable in dieser Arbeit heißen es, dass wir dafür eine geeignete Verteilung finden müssen und Zufallsanzahl durch aktives Verhalten erzeugt werden. Fester Eingangswert bedeutet, dass Variable fest sind. Jahresrohertrags, Mietausfallwagnis, Bodenwertanteile und Barwertfaktor werden als abhängige Variablen bezeichnet, weil sie durch Beziehung aus anderem Bewertungsparameter bestimmt. z.B. Barwertfaktor wird durch Restnutzungsdauer und Liegenschaftszinssatz bestimmt.

$$V = \frac{q^n - 1}{q^n \times (q - 1)} \tag{3.5}$$

Wenn wir erzeugte Zufallszahl aus Restnutzungsdauer und Liegenschaftszinssatz durch eine Verteilung bekommen, können wir durch obige Form Barwertfaktor rechnen, das heißt, dass es eine Verbindung zwischen Restnutzungsdauer und Liegenschaftszinssatz zur Berechnung von Barwertfaktor gibt. In dieser Arbeit wird Barwertfaktor als abhängige Variable bezeichnet. Zum Schluss haben Größe von Objekt, Größe von Grundstück, Verwaltungskosten und Instandhaltungskosten als fester Eingangswert keine Bandbreite.

Wir können jetzt über erste Frage diskutieren. Welche Arten der Verteilung in dieser Untersuchung werden angewendet? Zur Illustration gibt es folgendes Bild zur Erklärung von Eigenschaften der Verteilungen und Untersuchungsobjekt ist Miete. Alle Verteilung ist symmetrische Verteilungen. z.B. Spanne von Miete: 3.6 bis 12 Euro pro Quadratmeter. Mittelwert: 6.5 Euro pro Quadratmeter. Sie sind hier nur Einführung zur Illustration der unterschiedlichen Verteilung. **Normalverteilung** wird durch Mittelwert und Standardabweichung von Miete erzeugt. Standardabweichung ist 5% der Mittelwert jedes Bewertungsparameters. Deshalb wird Normalverteilung durch Vorgabe der Mittelwert und Standardabweichung erzeugt. **Dreiecksverteilung** wird durch minimalen Wert, wahrscheinlichster Wert, minimalen, maximalen Wert bestimmt. Hier ist wahrscheinlichster Wert Median oder Mittelwert von der Bandbreite für symmetrische Verteilung. **Gleichverteilung** wird durch Vorgabe eines minimalen, Mittelwert und maximalen Wertes bestimmt.

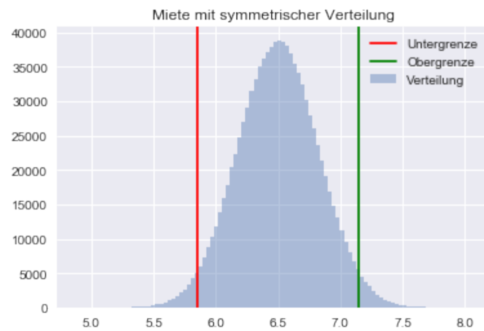


Abbildung 3-5: Normalverteilung der Miete.[21]

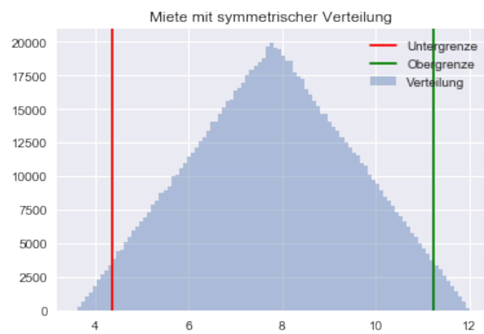


Abbildung 3-6: Dreieckeverteilung der Miete.[22]

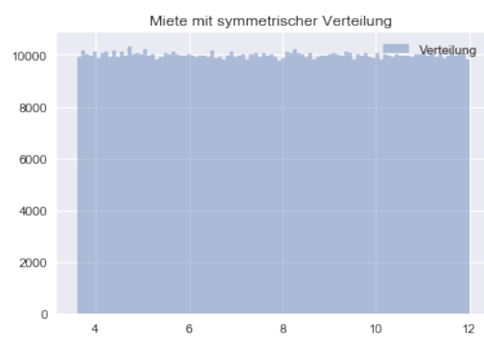


Abbildung 3-7: Gleichverteilung der Miete.[23]

[21] Quelle: einige Darstellung
[22] Quelle: einige Darstellung
[23] Quelle: einige Darstellung

3.2.5 Validierung

Die Arbeitsschrift bezieht sich auf Plausibilisierung für gebildetes Modell. Es gibt solche Aspekte.[24]

- Plausibilisierung des Modellzwecks, ob die Struktur des Modells mit der Struktur des realen Systems übereinstimmt.
- Plausibilisierung der Verhaltensgültigkeiten, ob es eine Umwelteinwirkung aus realem System für erzeugte Ergebnisse aus Simulation gibt. z.B. Eine Firma hat eine Büroimmobilie und wegen eines schlechten Managements die Firma geht dem Ruin entgegen. In diesem Fall wird ein schlechtes Management als Umwelteinwirkung bezeichnet, wenn wir jetzt mit allgemeinen Ertragswertverfahren durch Simulation Verkehrswert erzeugen, sind die Ergebnisse sinnlos, derzeit muss man mit anderem Modell unter realem System berücksichtigen.
- Plausibilisierung der vorliegenden Daten und erzeugte Ergebnisse durch Simulation, ob erzeugter Verkehrswert dem tatsächlichen Kaufpreis entspricht, auf diesem Grund ist darauf zu beachten, die individuelle oder realisierte Kaufpreise sind nicht gleich wie Verkehrswert.
- Plausibilisierung des Modellzwecks. Bewertungszweck für welche Marktteilnehmer, z.B. Käufer hoffen, dass sie durch einen niedrigen Preis eine Immobilie bezahlen im gegen zu dem Verkäufer, damit wahrscheinlichste Verkehrswerte dem Modellzweck entsprechen.

Wenn ein Modell allen Inhalten aus Validierung entspricht, gehen wir von nächstem Schritt aus.

3.2.6 Experiment durch Monte-Carlo-Simulation

Nachdem Validierung bestimmt wurde, wird Experiment jetzt durchgeführt. Bei Monte-Carlo-Simulation gibt es die Anzahl von einem Experiment mindeste 10.000 Mal

[24] Simon Thore (2011): Entwicklung einer Monte-Carlo-Simulation für das detaillierte Ertragswertverfahren S. 55.

Wiederholung. In dem Beispiel ist die Anzahl der Simulationsläufe 50.000 Mal Wiederholung.

Simulationsergebnisse werden durch Histogramm, Bild über Verteilungsfunktion und Boxplot verdeutlicht. z.B. Der arithmetische Mittelwert, das Minimum, das Maximum, der Median, und die Standardabweichung werden durch Boxplot erklärt.

3.2.7 Auswertung

Wenn die Simulationsergebnisse grafisch gerechnet werden, können sofort sie ausgewertet werden. Damit müssen wir mit folgenden Aspekte in dieser Arbeit unter Ergebnisse berücksichtigen.

- Plausibilisierung der erzeugter Verteilung und unstrittiger Bandbreite.
- Form der schiefen Verteilung (rechtsschiefe Verteilung oder linksschiefe Verteilung) und Beziehung zwischen Median und arithmetischen Mittelwert.
- Wie hoch ist Ertragswert aus dem Mittelwert jedes Parameters durch klassisches Ertragswertverfahren ohne Simulation?
- Wie hoch ist Ertragswert aus dem Mittelwert jedes Parameters mit symmetrischer Verteilung?
- Wie hoch ist Ertragswert aus dem Mittelwert jedes Parameters mit schiefer Verteilung?
- Beziehung zwischen Ertragswert aus dem Mittelwert jedes Parameters ohne Simulation und Ertragswert aus dem Mittelwert jedes Parameters mit Simulation. (Schiefe Verteilung und symmetrische Verteilung)
- Besprechung über erzeugte schiefe Verteilung und erzeugte symmetrische Verteilung.
- Verbesserung von Monte-Carlo-Ertragswert.

KAPITEL 4

Beispiel

In diesem Kapitel wird die Monte-Carlo-Simulation anhand eines Beispiels durch allgemeines Ertragswertverfahren nach ImmoWertV eingeführt.

Bewertungsobjekt ist Eigentumswohnung und das Objekt eignet sich zur Eigennutzung, deshalb wird allgemeines Ertragswertverfahren als Plausibilisierungsmethode angewendet und Verkehrswert wird durch Vergleichswertverfahren auch verdeutlicht, damit in Abschnitte 4.1 bezogen sich auf Ableitung von Verkehrswert durch Vergleichswertverfahren, in Abschnitte 4.2 wird Monte-Carlo-Ertragswert als Plausibilisierungsmethode gesprochen. Vergleich der Ergebnisse wird in Kapitel 5 erklärt.

Überblick

Es handelt sich um Eigentumswohnung aus dem Baujahr 1932 in Hannover, das Bewertungsobjekt besteht aus eine Vier Zimmerwohnung mit einer Wohnfläche von rd. 78 m^2. Der Miteigentumsanteil beträgt gemäß Grundbuch 137/1000-stel. Gesamtfläche sind 580 m^2, deshalb Größe von Grundstück sind 79,5 m^2.

Eine Garage oder ein Stellplatz gehört nicht zum Bewertungsgegenstand. Das Objekt wurde im Jahr 1985 umfassend modernisiert. Wertermittlungsstichtag gemäß § 3 (1) ist am 03.08.2015. Zweck der Gutachtenerstellung ist Bestimmung von Verkehrswert über den Verkehrswert (§194 BauGB).

Bei Grundbuch (Abteilung II und Abteilung III) gibt es keine wertbeeinflussenden Eintragungen und es wird unterstellt, dass zwischen dem Ausdruck des Grundbuchblattes und dem Wertermittlungsstichtag keine Änderungen eingetreten sind. Flächen und wGFZ wurden plausibilisiert. Hier nur bezieht sich auf unterschiedliche Verfahren und Argumentierung der unterschiedlichen Ergebnisse.

Eigentumswohnungen werden nach Lage und Ausstattung als Eigennutzobjekt oder als Renditeobjekte bezeichnet, Ableitung von Verkehrswert durch unterschiedliches Verfahren hängt von Eigennutzobjekt oder Renditeobjekte ab, für Eigennutzobjekt ist Vergleichswertverfahren geeignet und für Renditeobjekte ist Ertragswertverfahren zur Bewertung von Verkehrswert bevorzugt.

4.1 Vergleichswertverfahren

Über Type und Nutzung von Bewertungsobjekt wird Verkehrswert vor allem durch Vergleichswertverfahren mit Kaufpreisen vergleichbarer Objekte abgeleitet. Es ist zu betonen, dass Abweichungen der allgemeinen Wertverhältnisse auf Grundstückmarkt und Änderung einzelner Grundstückmerkmale durch Indexreihen oder Umrechnungskoeffizienten bei Anwendung von Vergleichswertverfahren erfolgen.

Dann gibt es einige Schritte über Prozess mit Vergleichswertverfahren:

- Sammlung von Kaufpreis aus Vergleichsobjekt mit Wertverhältnisse und übereinstimmenden Merkmale
- Unter Abweichung Berücksichtigung durch Indexreihen und Umrechnungskoeffizienten
- Ausschluss von ungewöhnlichen und persönlichen Verhältnissen
- Vergleichswert

Es handelt sich um Auskunft der Kaufpreissammlung 19 Transaktionen der Eigentumswohnung der Stadt Hannover seit 2011 aus Gutachterausschuss Hannover. Dann gibt es konjunkturelle Anpassung und Anpassung von Grundstückmerkmale. Die vom Gutachterausschuss der Stadt Hannover als Maß der baulichen Nutzung angegebene wGFZ entspricht mit der des Bewertungsobjektes hinreichend überein. Eine Anpassung an das Maß der baulichen Nutzung erfolgt nicht.

Zeitliche Anpassung

Die Umrechnung der vorliegenden Kaufpreise an den Wertermittlungsstichtag durch Indexreihen gemäß § 11 ImmoWertV erfolgt durch folgende Form über Preisentwicklung von der Eigentumswohnung:

Tabelle 4.1: Indexreihen

Jahr	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Index	100	108	119	128	139	148

Die Form aus Grundstückmarktbericht Hannover 2015 über Indexreihen zur Preisentwicklung wird durch Gutachterausschuss veröffentlicht. Wichtige Sachen sind es, dass die Indexzahlen für den 01.07. des jeweiligen Jahres in dem Grundstückmarktbericht gelten. Deshalb müssen die Indexzahlen mit entsprechendem Monat berücksichtigt werden und die Zwischenwerte können nach Angaben des Gutachterausschusses interpoliert werden.

Die Indexzahlen der Jahre 2010 bis 2014 konnten dem Grundstückmarktbericht des Gutachterausschusses entnommen werden. Gemäß tel. Auskunft des Gutachterausschusses vom 14.08.2015 kann für Juli 2015 ein Indexstand von 148 angenommen werden, weil Indexzahlen mit entsprechendem Monat berücksichtigt werden.

Auf der anderen Seite werden mitgeteilte Kaufpreise aus Gutachterausschuss von Vergleichsobjekten aufgrund ihrer wertbestimmenden Grundstückmerkmale teilweise vom Bewertungsobjekt abweichen und sind vergleichbar zu machen, damit Vergleichspreise in den wesentlichen, wertbestimmenden Merkmalen angepasst wurden.

In dem Grundstückmarktbericht Hannover 2015 werden nur Anpassungsfaktoren (Korrekturfaktoren) über Ausstattung, Gebäudegröße, Wohnfläche, Balkon/Terrasse, Garage, Vermietungssituation zur Berechnung des Vergleichsfaktors für Eigentumswohnung gegeben und keine Anpassungsfaktoren für Kaufpreissammlung (Transaktionspreise) veröffentlicht werden.

Aber diese Anpassungsfaktoren können hilfsweise zur Anpassung der Kaufpreissammlung an dem Bewertungsobjekt herangezogen werden.

Abweichung von diesen durchschnittlichen Eigenschaften des typischen Vergleichsobjekts erfordern Zu- und Abschläge durch Korrekturfaktor. Diese Korrekturfaktoren können mithilfe der nachfolgenden Regel ermittelt werden. Es gibt mehr Anpassungsfaktoren auf dem Grundstückmarktbericht 2015 Hannover, aber brauchen wir in diesem Beispiel nur folgende Anpassungsfaktoren.

- <u>Wohnfläche</u> Gemäß veröffentlichter Faktoren der Wohnfläche im Grundstückmarktbericht Hannover 2015, ein Trend hat herausgefunden, dass je größer Wohnfläche ist, desto höher ist der Verkaufspreis. Ein Korrekturfaktor ist rd. 5 Euro pro Quadratmeterpro Quadratmeter und der Korrekturfaktor kann zur Anpassung der Vergleichspreise von Vergleichsobjekt an dem Bewertungsobjekt herangezogen werden.

- <u>Balkon/Terrasse</u> Nach vorliegender Auskunft über Kaufpreissammlung verfügen einige Vergleichskauffälle über einen Balkon und einige Vergleichskauffälle nicht über einen Balkon, aufgrund Marktbericht Hannover 2015 gibt es ein Abschlag von rd. 3 % für Objekt nicht mit Balkon und Bewertungsobjekt hat einen Balkon, damit ein Ansatz zur Anpassung der Vergleichskaufpreise an dem Bewertungsobjekt berücksichtigt wird. Vergleichsobjekte mit Nummer 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16 beinhalten nicht Balkon, damit es ein Zuschlag 3 % für dieses Vergleichsobjekt zur Anpassung an Bewertungsgegenstand gibt.

- Vermietungssituation Gemäß der Anforderung des Gutachterausschusses Hannover ist im Mittel ein Abschlag in Höhe von 6 % für vermietete Eigentumswohnung. Durch Bewertungszweck ist Bewertungsobjekt zum Bewertungsstichtag nicht vermietet und In alle Kauffälle gibt es 3 Kauffälle wurden schon vermieten, Nummer 2, 3, 4 mit 5.83 Euro pro Quadratmeter, 7.00 Euro pro Quadratmeter, 6.61 Euro pro Quadratmeter. Deshalb gibt es Zuschlag in Höhe der 6 % für 3 Kauffälle, da Vergleichskauffälle mit Mietvertrag an den Bewertungsgegenstand ohne Mietvertrag angepasst werden.

Dann werden Vergleichspreise durch folgendes Bild verdeutlicht:

Tabelle 4.2: Kaufpreissammlung

Nummer	*Kaufdatum*	*Vergleichsmastab*	*Index*	*Vergleichsmastab* − 1	*V.* − 2
1	2011	1275	105	1797	1787
2	2011	1563	105	2203	2367
3	2011	1367	106	1909	2119
4	2011	1322	106	1846	2057
5	2011	1074	109	1458	1598
6	2011	1212	112	1602	1732
7	2012	1750	113	2292	2247
8	2012	1160	117	1467	1607
9	2012	1279	119	1591	1726
10	2012	1294	120	1596	1608
11	2012	1329	120	1639	1679
12	2013	1244	123	1497	1480
13	2013	1632	126	1917	2026
14	2013	1750	129	2008	2120
15	2013	1300	128	1503	1435
16	2013	1788	131	2020	2010
17	2014	1000	141	1050	1226
18	2015	1420	144	1459	1569
19	2015	1417	146	1436	1526

Hinweise: Angepasste Preise 1 bedeutet, dass ursprünglicher Vergleichsmaßstab durch zeitliche Anpassung, angepasste Preise 2 bedeutet, dass angepasste Preise 1 durch Anpassungsfaktoren noch mal angepasst werden. Es gibt zwei Beispiele darüber, wie man „Angepasste Preise 2“ bekommen. (Komplette Kaufpreissammlung liegt im Anhang)

Beispiel über Nummer 1

1. Schrift: Berechnung des Indexes

Die Indexzahl gilt für den 01.07. des jeweiligen Jahres in dem Grundstückmarktbericht und ist 108 Index für 2011, Kaufdatum von Nummer 1 ist 03.2011, damit die Indexzahlen mit entsprechendem Monat berücksichtigt werden müssen und die Zwischenwerte können nach Angaben des Gutachterausschusses interpoliert werden.

- 07.2010: 100
- 07.2011: 108
- 03.2011: 100 + (108-100) x 8/12 = 105.33 = 105

2. Schrift: Berechnung der angepassten Preise 1

Nach Auskunft des Gutachterausschusses kann eine Indexzahl von 148 vom 07.2015 für Wertermittlungsstichtag (03.08.2015) angenommen werden. Angepasste Preise 1 = 148/105 × 1275 = 1797 Euro pro Quadratmeter

3. Schrift: Berechnung der angepasste Preise 2

Wohnfläche sind 80 m^2 von Nummer 1 und Wohnfläche von Bewertungsobjekt sind 78m^2. Je größer Wohnfläche ist, desto höher ist der Verkaufspreis. (Das Bild im Anhang liegt) Ein Korrekturfaktor ist rd. 5 Euro pro Quadratmeter, Korrekturfaktor kann jetzt zur Anpassung der Kaufpreissammlung an dem Bewertungsobjekt herangezogen werden. Deshalb gibt es ein Abschlag für Vergleichsobjekt. Die angepassten Preise 2 = 1797 – 5 x (80-78) = 1787 Euro pro Quadratmeter

Beispiel über Nummer 2

Nummer 2 hat Mietvertrag, damit hier Schrift von dem angepassten Preis 1 zum angepassten Preis 2 erklärt wird. Die angepassten Preise 2 = (2203 + 5 × (78-72)) x 1.06 = 2367 Euro pro Quadratmeter Über 6 % haben wir oben schon bei Vermietungssituation von Korrekturfaktor gesprochen.

Beispiel über Nummer 7

Nummer 7 hat keinen Balkon und Bewertungsobjekt hat einen Balkon, damit es Korrekturfaktor zur Anpassung der Kaufpreissammlung an dem Bewertungsobjekt gibt und Schrift von dem angepassten Preis 1 zu dem angepassten Preis 2 erklärt wird. Der angepasste Preis 2 = (2292 – 5 x (100-78)) x 1.03 = 2247 Euro pro Quadratmeter. Über 3 % haben wir oben schon bei Balkon/Terrasse von Korrekturfaktor gesprochen.

Gemäß § 194 BauGB ist der Kaufpreis ohne Berücksichtigung von ungewöhnlichen und persönlichen Verhältnissen zu bewerten. Nach 2-Sigma-Regel werden Vergleichskaufpreise mit ungewöhnlichen und persönlichen Verhältnissen ausschalten.

Verkehrswert durch Vergleichswertverfahren

Vor Analyse von Ausreißer gibt es solche Analyse für vorliegende Vergleichskaufpreise

Tabelle 4.3: Analyse mittels Statistik

Mittelwert	1785
Standardabweichung	309
Obergrenze	2094
Untergrenze	1476

Deshalb ergibt ein Bereich zwischen 1454 und 2078, 12 Vergleichskaufpreise stehen zur Verfügung, dann gibt es neuen arithmetischen Mittelwert. 1744 Euro pro Quadratmeter wird als Vergleichswert angenommen.
Verkehrswert des Bewertungsobjekts wird durch Vergleichswertverfahren in Höhe von 136,000 Euro angenommen, dann wird der Monte-Carlo-Ertragswert als Plausibilisierung angewendet.

Tabelle 4.4: Vergleichswert

Vergleichswert	1,744.00 €/m^2
Wohnfläche rd.	78 €/m^2
Summe	136,032.00 €
	136,000.00 €

4.2 Monte-Carlo-Ertragswert

Jeder Bewertungsparameter in Abschnitt 4.2.2 wurde als Vorbereitung zur Simulation analysiert, besonders für Definition, Ableitung von Bewertungsparameter, Bandbreite des Bewertungsparameters, Mittelwert und entsprechende wahrscheinliche Verteilung. Es ist zu betonen, dass Normalverteilung und Dreieckverteilung in der Simulation wird angewendet.
Überblick:

- Miete: 3.6 – 12 Euro pro Quadratmeter; Mittelwert (6.5 Euro pro Quadratmeter)
- Jahresrohertrag: 3390 – 11209 Euro; Mittelwert (6,084.00 Euro)
- Bewirtschaftungskosten: 1259 – 1416Euro; Mittelwert (1,314.00 Euro)
- Liegenschaftszinssatz: 0 % – 8.7 %; Mittelwert (4 %)
- Restnutzungsdauer: 36 – 87 Jahren; Mittelwert (56 Jahre)
- Bodenwert: 7219 –38878 Euro; Mittelwert (19,875 Euro)

Danach wurde Ertragswert durch klassisches Ertragswertverfahren einmal gerechnet. Ergebnisse sind in Abschnitt 4.2.1 gegeben. In Abschnitt 4.2.2 und 4.2.3 wurde Ertragswert mit Dreieckverteilung und Normalverteilung durch Simulation analysiert.

4.2.1 Klassischer Ertragswert

Es gibt klassischen Ertragswert mit **Mittelwert** von veröffentlichter Bandbreite aus Grundstückmarktbericht Hannover 2015.

Tabelle 4.5: Ertragswertverfahren

Nutzungsart	Fläche(m^2)	Miete(€/m^2)	Ertrag/Jahr(€)
Wohnung	78	6.5	6,084.00€
Summe			6,084.00€

Verwaltungskosten	
335 Euro jährlich je Eigentumswohnung	335€
Summe	335€
Instandhaltungskosten	
11 Euro jährlich je Quadratmeter Wohnfläche	858€
Summe	858€
Mietausfallwagnis	
2 vom Hundert des Rohertrags	121.68€
Summe	121.68€
Marktübliche Jahresreinertrag	
Jahresrohertrag	6,084.00€
Bewirtschaftungskosten	1,314.68€
	4,769.32€
Ertragswert von baulichen Anlage	
Liegenschaftszinssatz	4
Bodenwertanteile	-795.00€
Barwertfaktor	22.22
Ertragswert von baulichen Anlage	88,309.39€
	88,309.39€
Ermittlung von Ertragswert	
Bodenwert	19,875.00€
Ertragswert	108,184.00€
	108,184.00€

Es gibt klassischen Ertragswert mit **Median** von veröffentlichter Bandbreite aus Grundstückmarktbericht Hannover 2015. Aber das Ergebnis ist nicht nachvollzielbar und wenig überzeugend. Es wird nur als Vergleichsdaten zu anderen Ergebnissen gesehen.

Tabelle 4.6: Ertragswertverfahren

Nutzungsart	Fläche(m^2)	Miete(€/m^2)	Ertrag/Jahr(€)
Wohnung	78	7.8	7,300.80€
Summe			7,300.80€
Verwaltungskosten			
335 Euro jährlich je Eigentumswohnung	335€		
Summe	335€		
Instandhaltungskosten			
11 Euro jährlich je Quadratmeter Wohnfläche	858€		
Summe	858€		
Mietausfallwagnis			
2 vom Hundert des Rohertrags	146.02€		
Summe	146.02€		
Marktübliche Jahresreinertrag			
Jahresrohertrag	7,300.80€		
Bewirtschaftungskosten	1,339.02€		
	5,961.78€		
Ertragswert von baulichen Anlage			
Liegenschaftszinssatz	4.35		
Bodenwertanteile	-864.56€		
Barwertfaktor	21.31		
Ertragswert von baulichen Anlage	108,621.79€		
	108,621.79€		
Ermittlung von Ertragswert			
Bodenwert	19,875.00€		
Ertragswert	128,496.79€		
	128,497.00€		

4.2.2 Analyse von Bewertungsparameter

Die Miete

Durch Grundstückmarktbericht 2015 der Stadt Hannover gibt es eine Bandbreite über Nettokaltmiete zwischen 3.60 – 12 Euro pro Quadratmeter, einen Mittelwert 6.5 Euro pro Quadratmeter und er wird als wahrscheinlichster Wert bezeichnet. Anhand Mittelwert in der Bandbreite und entsprechender Standabweichung (5 %) werden eine Normalverteilung des Erwartungswerts in der Simulation gebildet. Auf der anderen Seite geht Dreieckverteilung von Ertragswert von Min. , Max. und Mittelwert aus. Niedrigere Werte sind nicht ganz wahrscheinlich, aber auch nicht unrealistisch. Verteilungen werden durch folgendes Bild erzeugt. Nach Simulation entstehen solche Ergebnisse.

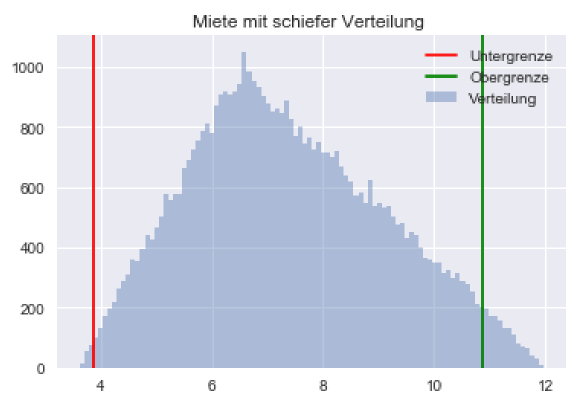


Abbildung 4-1: Verteilung von Miete[1]

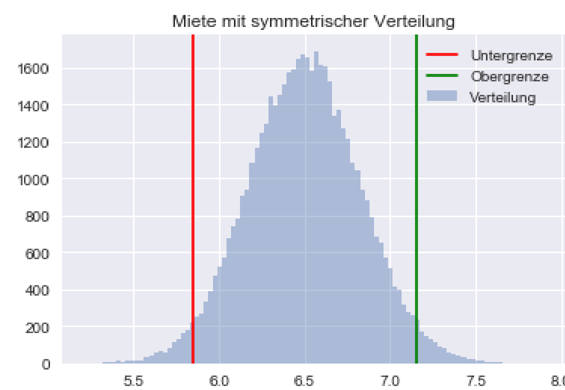


Abbildung 4-2: Verteilung von Miete[2]

Bei schiefer Verteilung: Diese Verteilung ist rechtsschiefe Verteilung, wir sind in der Lage die Form der Verteilung mit Augen zu erkennen und rechtschiefe Verteilung bedeutet auch, dass der rechte Teil des Graphs flacher als der Links ist. Auf der anderen Seite wird v(X) durch Python gerechnet und Ergebnis ist 0.28, v(X) ist größer als 0, deswegen wird diese Verteilung rechtsschiefe Verteilung bewiesen. Über v(X) haben wir schon im Abschnitt 2.2 gesprochen. Mittelwert der Miete nach Simulation ist 7.37 Euro pro Quadratmeter, Median ist 7.20 Euro pro Quadratmeter.

[2] Quelle: Python; einige Darstellung

Bei Normalverteilung: Diese Verteilung ist symmetrische Verteilung. Wir sind in der Lage, die Form der Verteilung mit Augen auch zu erkennen. Auf der anderen Seite wird v(X) durch Python gerechnet und Ergebnis ist rd. 0. (0.0013) Gilt $v = 0$, so ist die Verteilung auf beiden Seiten ausgeglichen. Deswegen ist diese Verteilung symmetrische Verteilung. Nach Simulation sind arithmetischer Mittelwert und Median der Miete 6.50 Euro pro Quadratmeter.

Jahresrohertrag

Der Rohertrag ergibt sich aus den bei ordnungsgemäßer Bewirtschaftung und zulässiger Nutzung marktüblich erzielbaren Erträgen, insbesondere Mieten und Pachten inklusive Vergütungen (§ 18 Abs. 2 ImmoWertV). Der Rohertrag enthält weder Ümlagen oder Betriebskosten"noch die Äbschreibung". Jahresrohertrag hat gleiche Form von schiefer Verteilung wie Miete. Deshalb wird das Bild hier nicht eingeführt.

Bewirtschaftungskosten

Die Bewirtschaftungskosten setzten sich gemäß ImmoWertV § 19 Abs. 2 aus den Verwaltungskosten, den Instandhaltungskosten, dem Mietausfallwagnis und ggf. den nicht umlagefähigen Betriebskosten zusammen. In dem Grundstückmarktbericht gibt es keine Daten über Bewirtschaftungskosten, aber das Mietausfallwagnis ist abhängig auch von Jahresrohertrag, durch diese Beziehung können wir auch eine schiefe Verteilung und eine symmetrische Verteilung in der Simulation bilden.

Die Verwaltungskosten

Gemäß der ImmoWertV i.d.F. vom 19.05.2010 § 19 Abs. 2 (1) die Verwaltungskosten umfassen insbesondere die Kosten der zur Verwaltung des Grundstücks erforderlichen Arbeitskräfte und Einrichtungen, die Kosten der Aufsicht, den Wert der vom Eigentümer persönlich geleisteten Verwaltungsarbeit sowie die Kosten der Geschäftsführung. In Ertragswertrichtlinie sind Verwaltungskosten in Bewirtschaftungskosten für Wohnung 335 Euro jährlich je Eigentumswohnung. Es gibt keine Aktualisierung für Verwaltungskosten durch Verbraucherpreisindex zum Wertermittlungsstichtag, weil die genannten Beiträge sich ab dem 1.1. eines jeden dem 1.1.2005 folgenden dritten Jahres um den Prozentsatz verändern und die letzten veröffentlichten Angaben beziehen sich auf den 01.01.2014. Damit werden 335 Euro jährlich je Eigentumswohnung angenommen.

Die Instandhaltungskosten

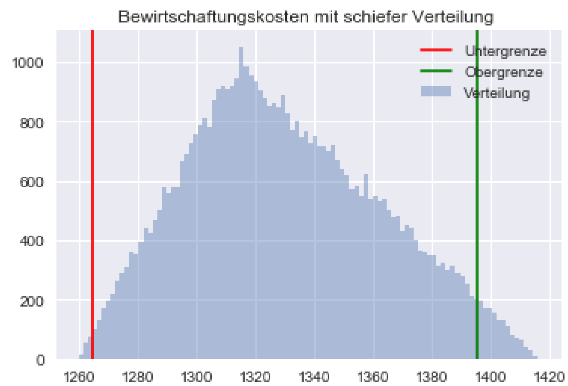
Gemäß der ImmoWertV § 19 Abs. 2 (2) umfassen sie die Kosten, die infolge von Abnutzung oder Alterung zur Erhaltung des der Wertermittlung zugrunde gelegten Ertragsniveaus der baulichen Anlage während ihrer Restnutzungsdauer aufgewendet werden müssen. Nach Ertragswertrichtlinie Anlage 1 (vgl. § 28 Ansatz 2 Nummer 2 und Absatz 5 II. BV) wird 11 Euro jährlich je Quadratmeter Wohnfläche für Wohnnutzung bestimmt und unter Berücksichtigung von Ausstattung und Alter von Gebäude werden 11 Euro jährlich je Quadratmeter Wohnfläche angenommen.

Mietausfallwagnis

Gemäß der ImmoWertV § 19 Abs. 2 (2) umfasst Mietausfallwagnis das Risiko von Ertragsminderungen, die durch uneinbringliche Rückstände von Mieten, Pachten und sonstigen Einnahmen oder durch vorübergehenden Leerstand von Raum entstehen. Aufgrund Ertragswertrichtlinie Anlage 1 werden 2 vom Hundert des marktüblich erzielbaren Rohertrags bei Wohnnutzung bestimmt.

Betriebskosten

Gemäß II. Berechnungsverordnung i.d.F. vom 23.11.2007 § 27 Betriebskosten sind grundstücksbezogene Kosten, Abgaben und regelmäßige Aufwendungen, die für den bestimmungsgemäßen Gebrauch des Grundstücks anfallen. Diese sind nur zu berücksichtigen, soweit sie nicht vom Eigentümer umgelegt werden können. In einigen Fällen, vornehmlich im gewerblichen Mietbereich, werden Betriebskosten vertraglich teilweise oder ganz auf den Eigentümer übertragen. Damit gibt es keine Betriebskosten. In der Grundstückmarktbericht der Stadt Hannover gibt es keine Informationen über Bewirtschaftungskosten. Auf der anderen Seite besteht Bewirtschaftungskosten aus Verwaltungskosten, Instandhaltungskosten, Mietausfallwagnis und Betriebskosten. Mietausfallwagnis hängt von Jahresrohertrag, damit die schiefe Verteilung der Bewirtschaftungskosten gleich wie schiefe Verteilung der Miete ist. Verteilungen werden durch folgendes Bild erzeugt.



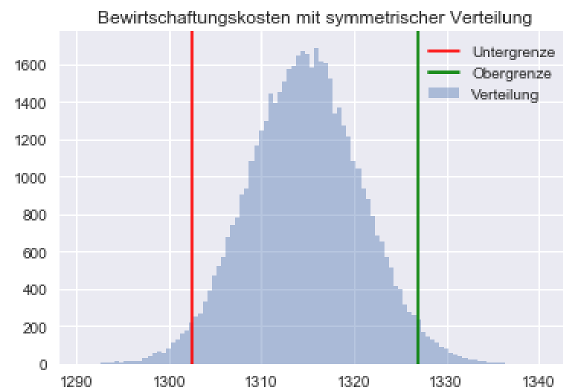


Abbildung 4-3: Verteilung von Bewirtschaftungskosten[3]

Abbildung 4-4: Verteilung von Bewirtschaftungskosten[4]

Nach Simulation entstehen solche Ergebnisse.

Bei schiefer Verteilung: Diese Verteilung ist rechtsschiefe Verteilung, wir können Form der Verteilung durch linkes Bild erkennen und rechtschiefe Verteilung bedeutet auch, dass der rechte Teil des Graphs flacher als der Links ist. Auf der anderen Seite wird v(X) durch Python gerechnet und Ergebnis ist 0.28, v(X) ist größer als 0 und v(X) ist gleich wie Miete, deswegen wird diese Verteilung rechtsschiefe Verteilung bewiesen. Arithmetischer Mittelwert der Miete nach Simulation ist 1,330 Euro, Median ist 1,327 Euro.

Bei Normalverteilung: Diese Verteilung ist symmetrische Verteilung, wir sind in der Lage, um Form der Verteilung mit Augen auch zu erkennen. Auf der anderen Seite wird v(X) durch Python gerechnet und Ergebnis ist rd. 0. (0.0013) Gilt $v = 0$, so ist die Verteilung auf beiden Seiten ausgeglichen, deswegen ist diese Verteilung symmetrische Verteilung. Nach Simulation sind arithmetischer Mittelwert und Median der Bewirtschaftungskosten sind 1,314 Euro.

[4] Quelle: Python; einige Darstellung

Liegenschaftszinssatz

Die Liegenschaftszinssätze sind die Zinssätze, mit denen Verkehrswerte von Grundstücken je nach Grundstücksart im Durchschnitt marktüblich verzinst werden (§ 14 Abs. 3 ImmoWertV). Gemäß § 20 ImmoWertV als Kapitalisierung und Abzinsung bezeichnet. Gemäß § 193 Absatz 5 BauGB bezeichnet man Liegenschaftszinssätze als die für die Wertermittlung erforderlichen Daten, die durch Gutachterausschüssen abgeleitet werden. Der Gutachterausschuss der Stadt Hannover veröffentlicht Liegenschaftszinssatz bei Grundstückmarktbericht für vermietete Eigentumswohnung. Der Liegenschaftszinssatz bezieht sich auf eine Gesamtnutzungsdauer von 90 Jahren und wird 4.0 % als Mittelwert für 2014 angegeben. Für das Berichtsjahr 2015 die folgenden durchschnittlichen Liegenschaftszinssätze für Mehrfamilienhäuser, damit wird Liegenschaftszinssatz für Eigentumswohnung im Jahr 2014 angenommen. Der Grundstückmarktbericht gibt die Bandbreite über Liegenschaftszinssatz direkt nicht an. Aber es gibt Korrekturwerte für den Liegenschaftszinssatz bei Abweichungen vom Normobjekt an. Deswegen sind wir in der Lage, durch unterschiedliche Korrekturwerte die Bandbreite von Liegenschaftszinssatz zu vermuten.

- Bodenrichtwertniveau (Min. Korrekturwerte: -1.2; Max. Korrekturwerte: +1.2)

- Anzahl der Wohnung/ Einheit (Min. Korrekturwerte: -0.45; Max. Korrekturwerte: +0.375)

- Nettokaltmiete (Min. Korrekturwerte: -0.85; Max. Korrekturwerte: +1.34)

- Baujahr (Min. Korrekturwerte: -1.4; Max. Korrekturwerte: +0.82)

- Größe der Wohnfläche (Min. Korrekturwerte: -0.67; Max. Korrekturwerte: +1)

Ursprüngliche Bandbreite liegt zwischen -0.57% und 8.735%. Durch Rundungsmethode wird diese Bandbreite noch mal bestimmt. Sie liegt zwischen 0 und 0.087. Verteilungen werden durch folgendes Bild erzeugt.

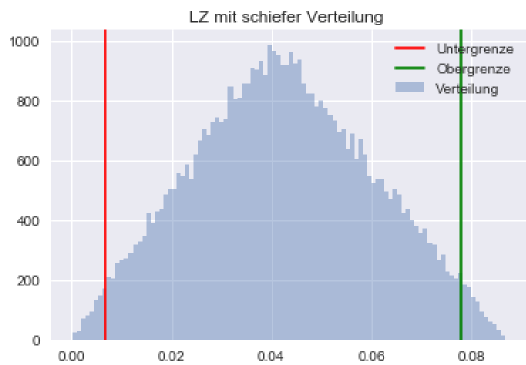


Abbildung 4-5: Verteilung von Liegenschaftszinssatz[5]

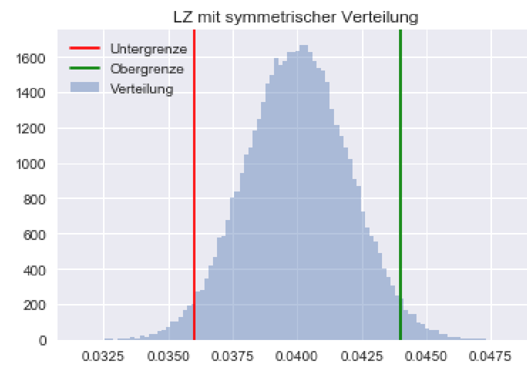


Abbildung 4-6: Verteilung von Liegenschaftszinssatz[6]

Nach Simulation entstehen solche Ergebnisse.

Bei schiefer Verteilung: Diese Verteilung ist leichte rechtsschiefe Verteilung, wir können jedoch Form der Verteilung durch linkes Bild nicht erkennen. Schiefe (v(X)) wird durch Python gerechnet und Ergebnis ist 0.073, v(X) ist nah an 0. Auf der anderen Seite ist arithmetischer Mittelwert 0.042 und ist Median 0.041, deswegen wird diese Verteilung leichte rechtsschiefe Verteilung bewiesen.

Bei Normalverteilung: Diese Verteilung ist symmetrische Verteilung, wir sind in der Lage, die Form der Verteilung mit Augen auch zu erkennen. Auf der anderen Seite wird v(X) durch Python gerechnet und Ergebnis ist rd. 0.(-0.001) Gilt $v = 0$, so ist die Verteilung auf beiden Seiten ausgeglichen. Auf der anderen Seite sind arithmetischer Mittelwert und Median gleich, deswegen ist diese Verteilung symmetrische Verteilung.

Wertermittlungsrelevantes Baujahr, fiktive Baujahr, Gesamt- und Nutzungsdauer

Die Restnutzungsdauer ist die Zahl der Jahre, in denen die baulichen Anlagen bei ordnungsgemäßer Bewirtschaftung voraussichtlich noch wirtschaftlich genutzt werden können. Durchgeführte Instandsetzung oder Modernisierungen können die Restnut-

[6]Quelle: Python; einige Darstellung

zungsdauer verlängern oder verkürzen. Im Grundstückmarktbericht-Hannover gibt es Bandbreite über Restnutzungsdauer zwischen 36 Jahre und 87 Jahre für Wohnungseigentum, Mittelwert ist 56 Jahre.
Deshalb ist Bandbreite für Monte-Carlo-Simulation von 36 bis 87, 56 Jahren werden als wahrscheinlichsten Wert angenommen. Verteilungen werden durch folgendes Bild erzeugt.

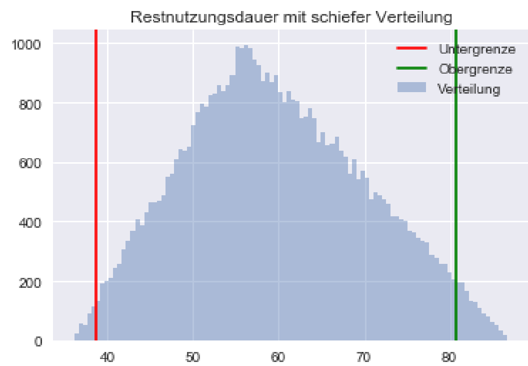


Abbildung 4-7: Verteilung von Restnutzungsdauer.[7]

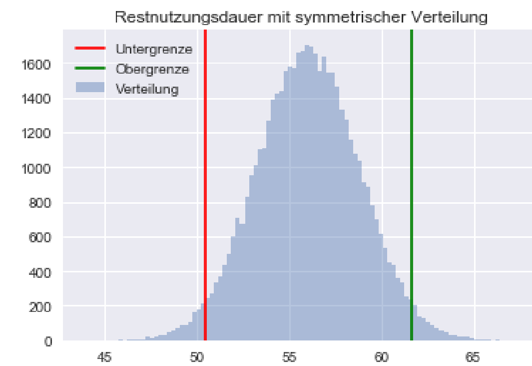


Abbildung 4-8: Verteilung von Restnutzungsdauer.[8]

Nach Simulation entstehen solche Ergebnisse.

Bei schiefer Verteilung: Diese Verteilung ist rechtsschiefe Verteilung, wir können Form der Verteilung durch linkes Bild erkennen und rechtschiefe Verteilung bedeutet auch, dass der rechte Teil des Graphs flacher als der Links ist. Auf der anderen Seite wird v(X) durch Python gerechnet und Ergebnis ist 0.21, v(X) ist größer als 0, deswegen wird diese Verteilung rechtsschiefe Verteilung bewiesen. Arithmetischer Mittelwert der Miete nach Simulation ist 60 Jahre, Median ist 59 Jahre.

Bei Normalverteilung: Diese Verteilung ist symmetrische Verteilung, wir sind in der Lage, die Form der Verteilung mit Augen auch zu erkennen. Auf der anderen Seite wird v(X) durch Python gerechnet und Ergebnis ist rd. 0.(0.002) Gilt $v = 0$, so ist die Verteilung auf beiden Seiten ausgeglichen, deswegen ist diese Verteilung symmetrische Verteilung. Nach Simulation sind arithmetischer Mittelwert und Median von Restnutzungsdauer 56 Jahre.

[8]Quelle: Python; einige Darstellung

Barwertfaktor

Der Kapitalisierung und Abzinsung sind Barwertfaktoren zugrunde zu legen und der jeweiligen Barwertfaktor ist unter Berücksichtigung der Restnutzungsdauer (§6 Absatz 6 Satz 1) und des jeweiligen Liegenschafszinssatzes (§14 Absatz 3) der Anlage 1 oder der Anlage 2 zu entnehmen (mit Zinssatz 1-10 % und Restnutzungsdauer von 1-100 Jahren)

Form:

$$V = \frac{q^n - 1}{q^n \times (q-1)} \tag{4.1}$$

Wobei:

- V: Barwertfaktor
- q: 1+Liegenschaftszinssatz
- n: Restnutzungsdauer

Ableitung von Barwertfaktor:

$$V = (q)^{-1} + (q)^{-2} + (q)^{-3} + ... + (q)^{-n} \tag{4.2}$$

$$V = 1 + (q)^{-1} + (q)^{-2} + ... + (q)^{-n+1} \tag{4.3}$$

Formel 4.3 minus Formel 4.2:

$$V = \frac{1 - q^{-n}}{(q-1)} \tag{4.4}$$

Durch eine Umsetzung der Form 4.4 bekommen wir die Form 4.1. Das ist Prozess der Ableitung von Barwertfaktor. Wir haben eine Verteilung von Liegenschaftszinssatz und eine Verteilung von Restnutzungsdauer, deshalb können mittels Beziehung zwischen Liegenschaftszinssatz und Restnutzungsdauer erzeugte Verteilung von Barwertfaktor bekommen.

[10] Quelle: Python; einige Darstellung

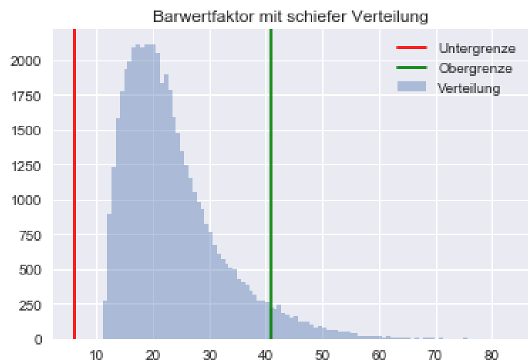


Abbildung 4-9: Verteilung von Barwertfaktor.[9]

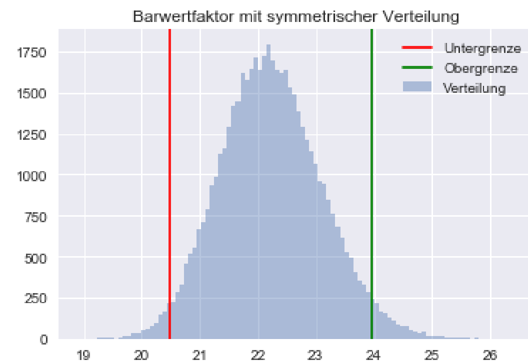


Abbildung 4-10: Verteilung von Barwertfaktor.[10]

Nach Simulation entstehen solche Ergebnisse:

Bei schiefer Verteilung: Diese Verteilung ist rechtsschiefe Verteilung. Wir sind fähig, Form der Verteilung durch linkes Bild zu erkennen und rechtschiefe Verteilung bedeutet auch, dass der rechte Teil des Graphs flacher als der Links ist. Auf der anderen Seite wird v(X) durch Python gerechnet und Ergebnis ist 1.39, v(X) ist größer als 0, deswegen wird diese Verteilung rechtsschiefe Verteilung bewiesen. Arithmetischer Mittelwert der Miete nach Simulation ist 24, Median ist 22.

Bei Normalverteilung: Diese Verteilung ist symmetrische Verteilung, wir sind in der Lage, die Form der Verteilung mit Augen auch zu erkennen. Auf der anderen Seite wird v(X) durch Python gerechnet und Ergebnis ist rd. 0.(0.2) Gilt v = 0, so ist die Verteilung auf beiden Seiten ausgeglichen, deswegen ist diese Verteilung symmetrische Verteilung. Nach Simulation sind arithmetischer Mittelwert und Median 22.

Bodenwert

Der Wert des Bodens ist gem. § 16 ImmoWertV ohne Berücksichtigung der vorhandenen baulichen Anlagen auf dem Grundstück vorrangig im Vergleichswertverfahren zu ermitteln. Maßgebend sind die Lagequalität sowie die zulässige Art und das zulässige Maß der baulichen Nutzung. Dabei erfolgt die Bewertung i.d.R. auf der Grundlage von Bodenrichtwerten (vgl. §§ 10 bis 12 ImmoWertV), die – sofern erforderlich - an das zu bewertende Grundstück angepasst werden. In dem Grundstückmarktbericht 2015 der Stadt Hannover gibt es eine Bandbreite über Bodenrichtwert zwischen 90

– 490 Euro pro Quadratmeter, einen Mittelwert 250 Euro pro Quadratmeter und er wird als wahrscheinlichster Wert bezeichnet. Anhand Mittelwert in der Bandbreite und entsprechender Standabweichung (5 %) wird eine Normalverteilung des Erwartungswerts in der Simulation gebildet. Auf der anderen Seite geht Dreieckverteilung von Ertragswert von Min. , Max. und Mittelwert aus. Verteilungen werden durch folgendes Bild erzeugt.

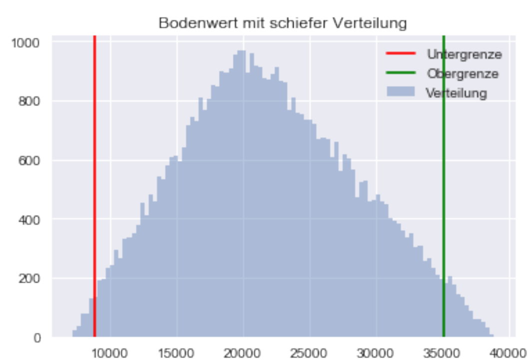


Abbildung 4-11: Verteilung von Bodenwert.[11]

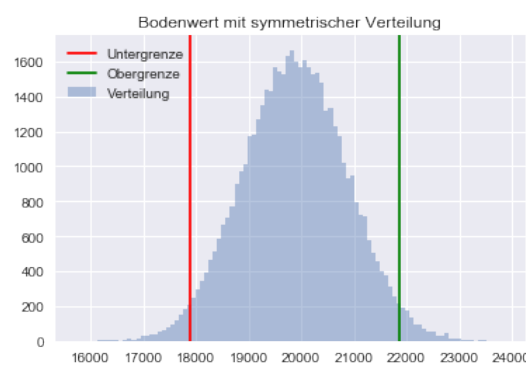


Abbildung 4-12: Verteilung von Bodenwert.[12]

Nach Simulation entstehen solche Ergebnisse.

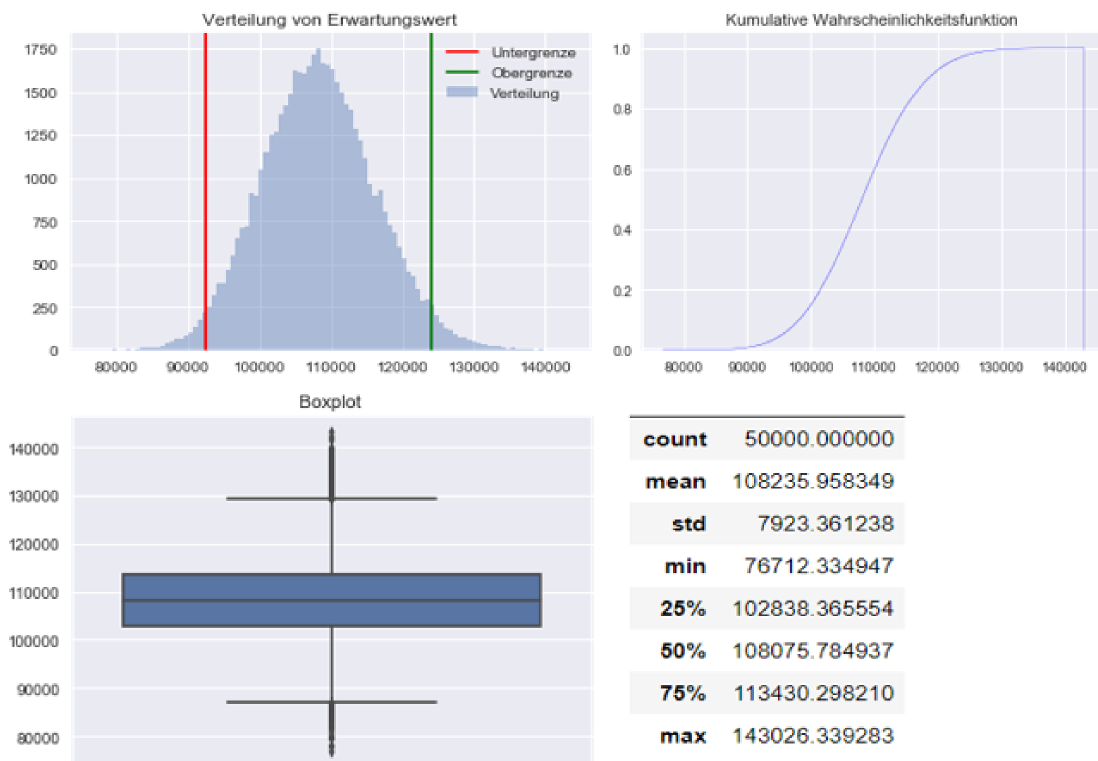
Bei schiefer Verteilung: Diese Verteilung ist rechtsschiefe Verteilung, wir sind in der Lage, die Form der Verteilung mit Augen zu erkennen und rechtschiefe Verteilung bedeutet auch, dass der rechte Teil des Graphs ist flacher als der linke Teil. Auf der anderen Seite wird v(X) durch Python gerechnet und Ergebnis ist 0.19, v(X) ist größer als 0, deswegen wird diese Verteilung rechtsschiefe Verteilung bewiesen. Arithmetischer Mittelwert der Miete nach Simulation ist 21,976 Euro, Median ist 21,563 Euro.

Bei Normalverteilung: Diese Verteilung ist symmetrische Verteilung. Wir können Form der Verteilung mit Augen auch erkennen. Auf der anderen Seite wird v(X) durch Python gerechnet und Ergebnis ist rd. 0.(0.2) Gilt $v = 0$, so ist die Verteilung auf beiden Seiten ausgeglichen, deswegen ist diese Verteilung symmetrische Verteilung. Nach Simulation sind arithmetischer Mittelwert und Median 19,873 Euro

[12]Quelle: Python; einige Darstellung

4.2.3 Monte-Carlo-Ertragswert

Durch Monte-Carlo-Ertragswertverfahren entstehen zwei Verteilungen. Erste Verteilung ist symmetrische Verteilungen mit Mittelwert von jeder Bandbreite des Bewertungsparameters. Der Mittelwert wird durch Gutachtausschuss nach 521 Kauffällen von Eigentumswohnung veröffentlicht. Das Ergebnis mit symmetrischer Verteilungen und durch klassisches Verfahren wird bezeichnet. Zweite Verteilung ist schiefe Verteilung. In der Verteilung sind Vorgabe der möglichsten Werte (veröffentlichter Mittelwert), min. Wert, max. Wert von jedem Bewertungsparameter. Dann werden abweichende Ergebnisse entnommen und unterschiedliche Ergebnisse werden analysiert. Danach gibt es eine Zusammenfassung:



count	50000.000000
mean	108235.958349
std	7923.361238
min	76712.334947
25%	102838.365554
50%	108075.784937
75%	113430.298210
max	143026.339283

Abbildung 4-13: Zusammenfassung der erzeugten Informationen über Ertragswert.[13]

Danach gibt es ein Prozess zur Analyse der vorliegenden Bild.

- Darstellung von Statistik (z.B. Median, Standardabweichung, etc.)

[13]Quelle: Python; einige Darstellung

- Darstellung der erzeugten Verteilung (Form der Verteilung, schief oder symmetrisch?)

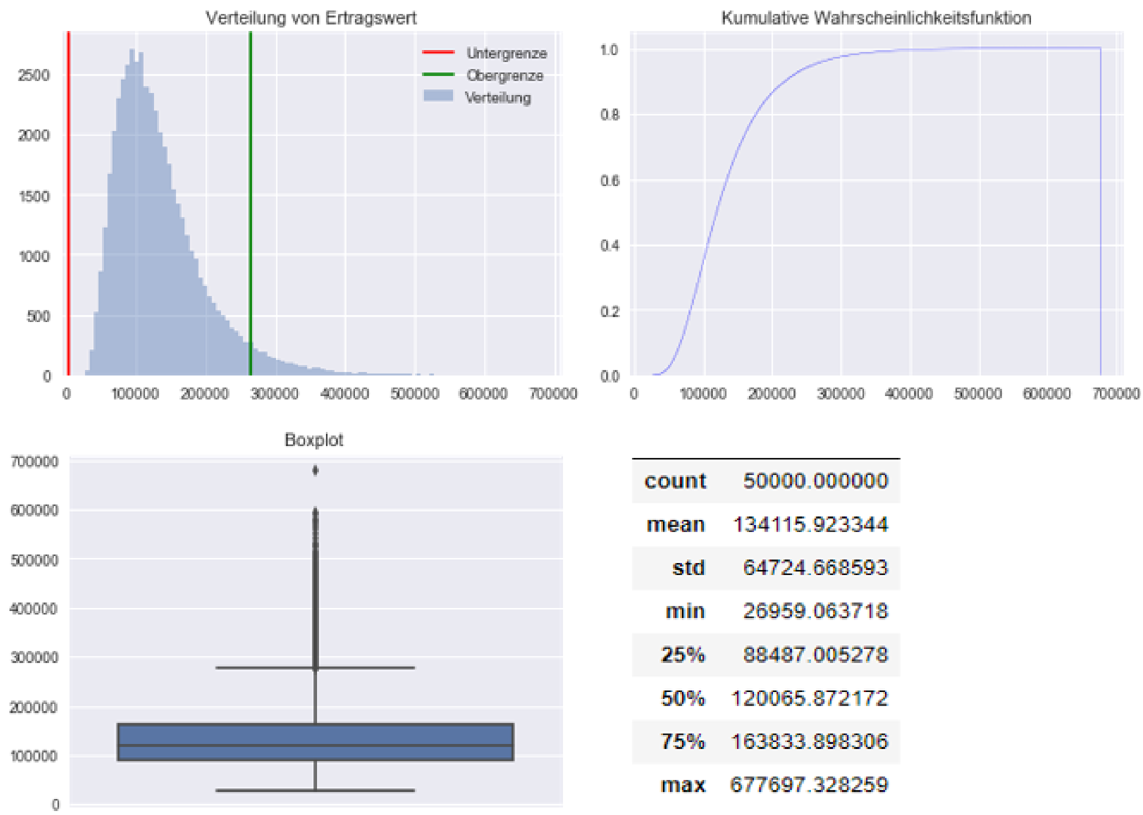
- Darstellung von kumulativen Wahrscheinlichkeitsfunktion (z.B. Bestimmung von Fehlurteil)

Wir können wichtige Informationen durch erstes Bild und viertes Bild entnehmen, z.B. der arithmetische Mittelwert, das Minimum, das Maximum, der Median etc.. Erstes Bild und drittes Bild zeigen ein Intervall. Das Intervall bedeutet eine Lage der Daten. In welcher Spanne liegen diese Daten. Es gibt sehr leichte Unterschiede zwischen arithmetischem Mittelwert und Median. Die Unterschiede können vernachlässigt werden. 108,235 Euro ist Median als Ergebnis.

Zweites Bild zeigt kumulative Wahrscheinlichkeitsfunktion, das heißt, wir können mittels des Bilds Wahrscheinlichkeiten für eine bestimmte Spanne von Verkehrswert finden. z.B. 25 % aller Verkehrswerte liegen unterhalb von 102,838.00 Euro oder Wahrscheinlichkeiten von Intervall zwischen 102,838.00 Euro und 108,075.00 Euro sind 25 %. Gesamtwahrscheinlichkeiten sind 1 und Wahrscheinlichkeiten von einem Punkt ist sinnlos bei stetiger Verteilung.

In Abschnitt 2.2 wir haben schon über Boxplot diskutiert, durch das Bild und 4. Bild können wir Lage von Daten und Höhe der Daten darstellen. z.B. Viele kleine unterschiedliche Punkte bei drittem Bild werden als Ausreißer bezeichnet. Wo liegt Median, wo liegt oberes Quartil, unteres Quartil und wie hoch ist es.

In Abschnitt 4.2.1 ist Ertragswert durch klassisches Ertragswertverfahren 108,184 Euro. Ertragswert durch Monte-Carlo-Simulation ist 108,075 Euro. Die beiden sind fast gleich. Danach beziehen wir uns darauf, wie groß Unterschiede zwischen Ertragswert mit symmetrischer Verteilung und Ertragswert mit schiefer Verteilung sind.



count	50000.000000
mean	134115.923344
std	64724.668593
min	26959.063718
25%	88487.005278
50%	120065.872172
75%	163833.898306
max	677697.328259

Abbildung 4-14: Zusammenfassung der erzeugten Informationen über Ertragswert.[14]

Bandbreite von Liegenschaftszinssatz aus Stichprobe ist zu groß (0 - 8.7 %). In dem Marktbericht gibt es direkt Bandbreite von Liegenschaftszinssatz nicht. Bestimmung der Bandbreite von Liegenschaftszinssatz wird durch Korrekturfaktoren und diese Bandbreite führt zu extremen Verkehrswerten. Nach erstem Bild ist Verteilung eine rechtsschiefe (links kopflastige) Verteilung und Median ist kleiner als der arithmetische Mittelwert. Für die schiefe Verteilung wird Median als Ertragswert bezeichnet. Ertragswert ist rd. 120,000 Euro, weil Median gegenüber extremen Ausreißern unempfindlich reagiert kann. Aufgrund des zweiten Bildes können wir Wahrscheinlichkeiten von Ertragswert durch klassisches Verfahren finden. Ertragswert durch klassisches Verfahren ist 108,184 Euro. Wenn mögliche Ertragswerte kleiner als 108,184 Euro, sind Wahrscheinlichkeiten rd. 40 %. 40 % der möglichen Ertragswerte liegen darunter und demnach 60 % darüber.

[14] Quelle: Python; einige Darstellung

4.2.4 Verbesserung von Monte-Carlo-Ertragswert

Diese Idee zu Verbesserung von MCE aus Simon.[15] Aber in dem Beispiel brauchen wir keine Verbesserung für MCE, weil die MCE und Vergleichswert annährend sind und median kann als Instrument zur Ausschaltung extremer Ausreißer dienen. Hier gibt es nur eine Erklärung für diese Methode, in diesem Beispiel wird MCE auch durch das Ergebnis aus Abschnitt 4.2.3 angenommen.

Gemäß § 194 Baugesetzbuch ist Verkehrswert ohne Rücksicht auf ungewöhnliche oder persönliche Verhältnisse, damit wir Ausreißer ausordnen. Aber ungewöhnliche und persönliche Verhältnisse sind durch eine Grenze zu bemessen. Jedoch lässt sich schwerlich eine Grenze ziehen, ab welchem Wert ausgeschlossen werden. Deswegen wird hier zentrales Schwankungsintervall mit 1-Sigma-Regel (einfaches Schwankungsintervall) eingeführt. Für andere zentrale Schwankungsintervalle gibt es hier keine weitere Erläuterung. 1-Sigma-Regel bedeutet, dass die Flächen 68,27% von Gesamtfläche der Verteilung besitzen, deshalb wird 31,73% der Daten als Ausreißer für jeden Bewertungsparameter bezeichnet. Auf der anderen Seite sind Stichproben groß (50,000 unterschiedliche Ertragswerte) und Gesetz der großen Zahlen beweist, dass Form von schiefer Verteilung durch ausreichende Wiederholung Normalverteilung annährend ist.

Jeder Bereich von Parameter mit 1-Sigma-Regel wird noch mal gerechnet. z.B. Ursprüngliche Daten über Miete: 3.6 – 12 Euro pro Quadratmeter, veröffentlichter Mittelwert aus Grundstückmarktbericht: 6.5 Euro pro Quadratmeter, durch Bandbreite und Mittelwert wird eine Dreieckverteilung erzeugt. Neuer Mittelwert ist 7.37 Euro pro Quadratmeter und die Standardabweichung beträgt 1.74 Euro pro Quadratmeter. Aufgrund des zentralen Schwankungsintervalls wird neue Bandbreite (5.63 - 9.11 Euro pro Quadratmeter) gebildet. Durch die Umsetzung wird schiefe Verteilung symmetrische Verteilung.

[15] Simon Thore (2004): Verbessert die Monte-Carlo-Simulation die Grundstückswertermittlung? S. 100.

- Miete: 5.63 - 9.11 Euro pro Quadratmeter, 7.37 Euro pro Quadratmeter auch als wahrscheinlichster Wert kommt aus ursprünglicher schiefer Dreieckverteilung.
- Bewirtschaftungskosten: 1298 - 1363 Euro, 1331 Euro als wahrscheinlichster Wert aus ursprünglicher schiefer Dreieckverteilung.
- Liegenschaftszinssatz: 4.0 % - 4.3 %, 4.2 % als wahrscheinlichster Wert aus ursprünglicher schiefer Dreieckverteilung.
- Restnutzungsdauer: 49 - 70 Jahren, 59 als wahrscheinlichster Wert aus ursprünglicher schiefer Dreieckverteilung.

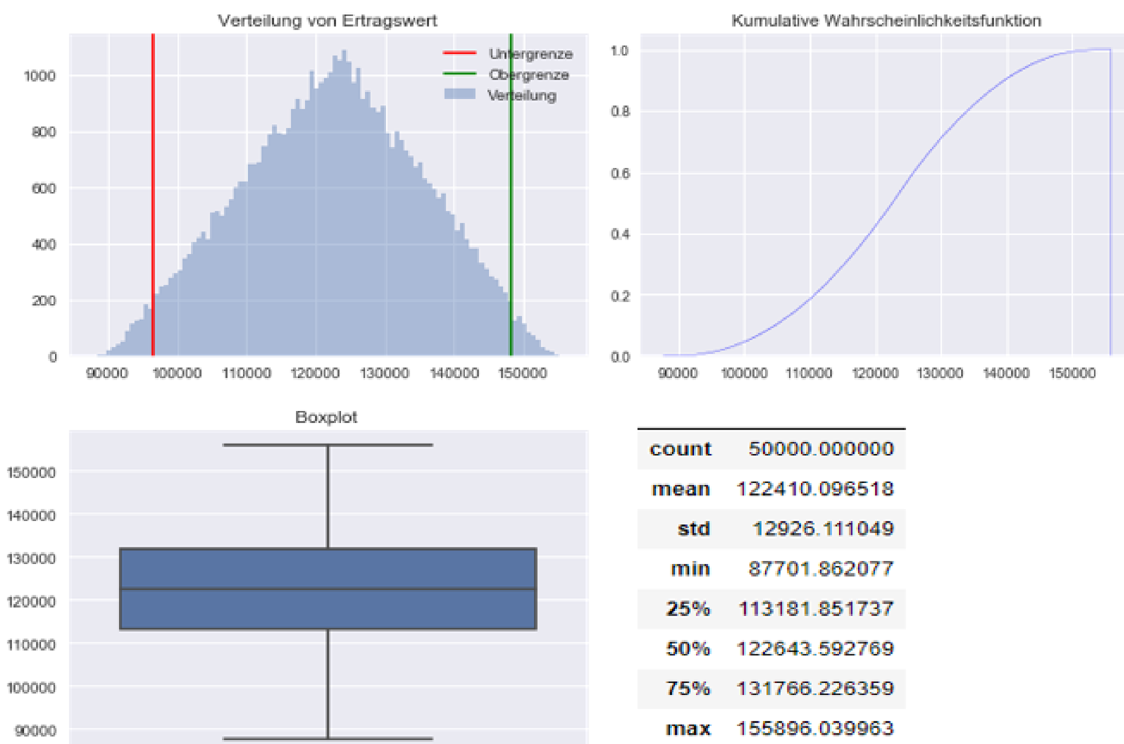


Abbildung 4-15: Zusammenfassung der erzeugten Informationen über Ertragswert[16]

Nach Simulation haben wir herausgefunden, dass die ursprüngliche schiefe Dreieckverteilung durch diese Transformationsvorschrift in eine symmetrische Verteilung umgesetzt wird.

[16] Quelle: Python; einige Darstellung

Diese Verteilung ist symmetrische Verteilung. Wir sind in der Lage, die Form der Verteilung mit Augen auch zu erkennen. Auf der anderen Seite wird v(X) durch Python gerechnet und Ergebnis ist rd. 0. (-0.04) Gilt v = 0, so ist die Verteilung auf beiden Seiten ausgeglichen. Deswegen ist diese Verteilung symmetrische Verteilung. Nach Simulation haben arithmetischer Mittelwert und Median sehr wenige Unterschiede. Diese Unterschiede können vernachlässigt werden. Ertragswert ist 122,410 Euro. In Abschnitt 4.2.1 haben wir darüber gesprochen, dass Ertragswert mit veröffentlichten Mittelwerten aus dem Grundstückmarktbericht Hannover zwischen klassischem Verfahren und symmetrischer Verteilung gleich soll sein. Durch Rechnung ist Ertragswert mit klassischem Verfahren 122,619 Euro.

Durch Verbesserung gibt es kurzes Intervall für jeden Bewertungsparameter. Die schiefe Verteilung wird in eine symmetrische Verteilung umgesetzt. Vielleicht wird diese Methode bei anderen Situationen betrachtet. Aber es gibt eine Frage zur Anwendung für diese Methode, ob es sich um Ausschaltung der Ausreißer bei Intervall von jedem Bewertungsparameter handelt. Meiner Meinung nach, wir haben schon Median von Monte-Carlo-Ertragswert entnommen, deswegen brauchen wir in diesem Beispiel keine Verbesserung.

4.2.5 Argumentierung der Ergebnisse

Tabelle 4.7: Argumentierung der Ergebnisse

Ohne Simulation		
1. Median aus Bandbreitenmitten jedes Parameters		128,497.00 €
2. Klassisches Ertragswertverfahren mit Mittelwerte		108,184.00 €
3. Vergleichswert		136,032.00 €
Ertragswert mit Simulation		
4. Ertragswert	Min	76,712.00 €
(symmetrische Verteilung)	Max	143,026.00 €
	Median	108,075.00 €
	Mittelwert	108,235.00 €
MCE mit Simulation		
5. Ertragswert	Min	26,959.00 €
(Schiefe Verteilung)	Max	677,697.00 €
	Median	120,000.00 €
	Mittelwert	134,115.00 €

Wir können jetzt alle Ergebnisse darstellen und auswerten. Es zeigt sich, dass Differenz zwischen unterschiedliche Ergebnisse erfolgt. Vor allem ist der Median aus Bandbreitenmitten jedes Parameters 128,497.00 Euro (Nummer 1), aber das Ergebnis jedoch wenig überzeugend, weil nur von den jeweiligen Untergrenzen und Obergrenzen der Bandbreiten ausgehen.

Der Wert mit Mittelwert aus Bandbreitenmitten jedes Parameters durch klassisches Verfahren (Nummer 2) und der Wert mit Mittelwert aus Bandbreitenmitten jedes Parameters mit symmetrischer Verteilung (Nummer 4) sind zu unterscheiden. Die beide sind fast gleich und sehr leichte Unterschiede entstehen. Differenz ist 51 Euro.

In diesem Beispiel ist MCE Plausibilisierungsmethode wegen Eigenschaften des Bewertungsobjekts, Verkehrswert wird durch Vergleichswert abgeleitet. Deswegen ist Vergleichswert (Nummer 3) 136,032.00 Euro.

Ertragswert mit symmetrischer Verteilung (Nummer 4) besteht aus 50,000 einzelnen unterschiedlichen Ertragswerten. Im Prinzip sind Wiederholungen der Simulation mindeste 10,000, hier werden 50,000 Wiederholungen in das Experiment angenommen. Durch Beobachtung der Ertragswert können wir es herausfinden, dass Median und arithmetischer Mittelwert fast gleich sind, weil diese Verteilung von Ertragswert symmetrische Verteilung ist. Damit wird Ertragswert als 108,235.00 Euro angenommen. Leichte Unterschiede zwischen arithmetischem Mittelwert und Median in der symmetrischen Verteilung vernachlässigt.

In der Verteilung von Monte-Carlo-Ertragswert (Nummer 5) wird eine schiefe Verteilung bewiesen, deshalb wird Median in Höhe von 120,000.00 Euro als Ertragswert angenommen, weil kann Median gegenüber extremen Ausreißern unempfindlich reagiert. Differenz zwischen Ertragswert (Nummer 4) und MCE (Nummer 5) ist in Höhe von 11,765 Euro.

Das zur Verkehrswertermittlung heranzuziehende Verfahren ist unter Berücksichtigung der Art des Wertermittlungsobjekts im gewöhnlichen Geschäftsverkehr der zur Verfügung stehenden Daten zu wählen. Allgemein ist das Vergleichswertverfahren heranzuziehen, wenn ausreichende verwertbare Daten zur Verfügung stehen. In dem Beispiel haben wir 19 Kauffälle. Das beste Verfahren ist das unmittelbare Vergleichswertverfahren. Monte-Carlo-Ertragswertverfahren wird in dieser Arbeit zur Plausibilisierung herangezogen werden weil Bewertungsobjekt eine nicht vermietete Eigentumswohnung ist. Die beiden Ergebnisse (MCE und Vergleichswert) sind annährend (Differenz rd. 13 %). Wir können 136,032.00 Euro als Verkehrswert von Bewertungsobjekt nehmen.

In Abschnitt 1.1 werden zwei Probleme gestellt, erstes Problem ist, ob der Sachverständige die Rahmen der deterministischen Bestimmung des Eingangsparameters zu berücksichtigenden unsicheren Faktoren ausreichend dokumentiert, es einen sichereren Weg zu bewerten gibt? Zweites Problem ist, ob ein Verhalten der Marktteilnehmer bei Kaufpreisbildung abgeschätzt wird? Erstes Problem wird durch Abb. 4-14 in Abschnitt 4.2.3 verdeutlicht. Zweites Problem wird durch Abb. 4-15 in Abschnitt 4.2.4

verdeutlicht.

Für erstes Problem können unsichere Faktoren in der Immobilienbewertung untersucht werden. Das heißt, jeder Bewertungsparameter geht genau mit einem bestimmten Wert in der Immobilienbewertung ein und das Verfahren führt zu einem eindeutigen Ergebnis, ob Sachverständige alle Risiken berücksichtigen. Durch Abb. 4.7 über MCE mit schiefer Verteilung können wir herausfinden, dass es eine Bandbreite von 50,000 unterschiedlichen Ertragswerten gibt und die Bandbreite jedes Bewertungsparameters und der veröffentliche Mittelwert aus allen Stichproben (591 Kauffälle für Eigentumswohnung) von Grundstückmarktbericht der Stadt Hannover werden veröffentlicht, damit das Verfahren als relativ sichererer Weg zur Bewertung des Verkehrswerts bezeichnet wird. Zum Schluss wird Median von MCE als wahrscheinlichster Verkehrswert (Erwartungswert) bestimmt. Deswegen können wir mittels Abb. 1.1 es sagen, dass die Mehrzahl der Interessenten für das Objekt Median von MCE (mögliches Preis) zu zahlen bereit ist, da Median von MCE Erwartungswert in der Bandbreite ist. Aber es gibt andere Frage, wie soll man die Differenz zwischen MCE und Vergleichswert argumentieren? Differenz ist in Höhe von 16,032 Euro (rd. 13 %).

In der Rechtsprechung wird die Spanne unterschiedlich beurteilt. Die Grenze der Spanne, über der ein Gutachten „offenbar unrichtig“ ist, wird im Extremfall mit ± 20 % bis 25 % um den „wahren“ Wert angegeben (OLG München, VersR 59; 1017; OLG Schleswig, VersR54, 506). Der BGH hat im Urteil vom 01.04.1987(ZSW 1988, 153) ausgeführt, dass bei Abweichungen, die in einer Größenordnung unter 15 % liegen, die Erheblichkeit regelmäßig zu verneinen ist. Nach einem neueren Urteil des OLG Schleswig kann eine exakte Feststellung eines bestimmten Betrags als Verkehrswert nicht gefordert werden, da es sich bei einem Verkehrswertgutachten letztendlich um eine Schätzung handelt, die das Marktverhalten wiedergeben soll. Abweichungen von 12,5 % halten sich damit im tolerablen Rahmen und führen nicht zur Unrichtigkeit des Gutachtens.[17] Deshalb kann diese Differenz angenommen werden. Durch Recht-

[17] Simon J. (2012); Einführung in die Verkehrswert-/Marktwertermittlung bebauter und unbebau-

sprechung können wir ein Intervall vermuten, (120,000 Euro ± 0.15 x 120,000 Euro). Untergrenze ist 102,000.00 Euro, Obergrenze ist 138,000.00 Euro. Wenn Verkehrswerte der Eigentumswohnung in der Bandbreite von Sachverständigen mit klassischem Verfahren bewertet werden, ist ein Ergebnis akzeptabel.

Für zweites Problem kann das Preisbildungsverhalten zwischen Käufer und Verkäufer am Grundstückmarkt untersucht werden. Es ist unterstellt, dass das Bewertungsobjekt verkauft würde und unterschiedliche Käufer mit ihrer Markterfahrung und ihrer Eingangsgröße für jedes Bewertungsparameter zur Verfügung stehen. Danach können sie entsprechenden „Mittelwert“ für jeden Bewertungsparameter aus seiner Meinung und unterschiedliche Wahrscheinlichkeitsverteilungen ansetzen. Deswegen werden hier Wahrscheinlichkeiten eingeführt, mit welchen ein bestimmter Verkehrswert von Marktteilnehmern überschritten oder unterschritten wird. Wahrscheinlichkeiten können durch kumulative Wahrscheinlichkeitsfunktion verdeutlicht. z.B. Eigentümer möchte seine Eigentumswohnung verkaufen. Er möchte einen hohen Preis für Bewertungsgegenstand erzielen, 145,000 Euro ist seiner Wunsch, so ergäbe sich hierfür eine Wahrscheinlichkeit von weniger als 5 % nach dem Bild von kumulativer Wahrscheinlichkeitsfunktion Abb. 4-15. Es gibt hier eine Erklärung. 95 % von Daten über erzeugten Ertragswert sind kleiner als 143,671.00 Euro und 100 % von Daten über erzeugten Ertragswert sind kleiner als 155,896.00 Euro (143,671.00 Euro durch Ansatz der Wahrscheinlichkeiten (z.B. 95 %) mit PYTHON gerechnet wird. Im Anhang liegen alle Daten über kumulativer Wahrscheinlichkeitsfunktion), damit 145,000 Euro in der Spanne zwischen 143,671.00 Euro und 155,896.00 Euro liegt. Damit würde Eigentumswohnung mit weniger Wahrscheinlichkeit (weniger als 5 %) zu 145,000 Euro verkauft. Oder Eigentümer möchte durch eine Bandbreite über Verkehrswert seine Eigentumswohnung verkaufen, z.B. von 122,643.00 Euro bis 131,766.00 Euro, Aufgrund Abb. 4-15 sind Wahrscheinlichkeiten 25 % zum Verkauf der Eigentumswohnung. Weitere Erklärung über Monte-Carlo-Ertragswert liegen im Kapitel 5.

ter Grundstücke

KAPITEL 5

Fazit

In diesem Kapitel fasst man zum Schluss der Arbeit wesentliche Erkenntnisse zusammen.

5.1 Zusammenfassung

Monte-Carlo-Ertragswertverfahren ist ein stochastisches Verfahren, das mit unstrittiger Bandbreite der Eingangsgröße und eingesetzter Wahrscheinlichkeitsverteilung künstlich generierte Stichprobe schätzt. Wenn durch erzeugte Verteilung von Ertragswert schiefe Verteilung bewiesen wird, hat der Ertragswert Sinn. In Abschnitt 4.2.1 gibt es einen Ertragswert (108,184.00 Euro) durch ein klassisches Ertragswertverfahren und der Ertragswert mit veröffentlichtem Mittelwert aus unstrittiger Bandbreite wird gerechnet. In Abschnitt 4.2.3 gibt es einen Ertragswert (108,235.00 € ist sowohl arithmetischer Mittelwert wie auch Median) mit symmetrischer Verteilung. Damit führt Ertragswert mit symmetrischer Verteilung zu gleichem Wert wie Ertragswert durch klassisches Verfahren mit Mittelwert aus Bandbreitenmitten jedes Parameters. Auf der anderen Seite führt Simulation zu einem anderen Ergebnis als die klassische Ertragswertermittlung, wenn schiefe Verteilung von Ergebnis erzeugt wird. Die Ursache liegt darin, dass arithmetischer Mittelwert und Median bei schiefer Verteilung nicht gleich sind und der Median als besonders robuster Schätzer für eine Verteilung extreme Ausreißer vernachlässigt. Deshalb hat Ertragswert von schiefer Verteilung in der Wertermittlung Sinn. Anwendungsbereich von MSC ist Ansatz der schiefen Verteilung für jeden Bewertungsparameter. Auf der anderen Seite sind Ertragswerte durch klassisches Verfahren und symmetrische Verteilung mit gleichem Mittelwert gleich, man kann natürlich direkt durch klassisches Verfahren mit Ertragswert rechnen. Damit ist Anwendung der schiefen Verteilung Voraussetzung, anderenfalls erübrigt sich die Simulation.

Das Ergebnis aus MCE ist rd. 120,000.00 Euro. In diesem Beispiel wird Verkehrswert durch Vergleichswertverfahren abgeleitet und MCE wird als Plausibilisierungsmethode bezeichnet. Vergleichswert ist 136,032.00 Euro. MCE und Vergleichswert hat Differenz in Höhe von 16,032.00 Euro (13 %) im Beispiel. In Abschnitt 4.2.5 haben wir durch Rechtsprechung darüber gesprochen.

In Kapitel 6 wird Verbesserung von MCE diskutiert, das Ziel ist es, dass Ausreißer auf den erzeugten Verkehrswert ausgeschaltet werden. Eine einfache zentrale Schwankungszentrale für jeden Eingangsparameter wird eingeführt, ob diese Methode einmal MCE verbessert. Ertragswert nach Verbesserung von MCE ist 122,410 Euro. und das Ergebnis nähert sich auch Vergleichswert. Aber hat Ergebnis Sinn? Die Verwendung von Randbereichen führt daher nicht unbedingt zu einem genaueren Ergebnis, weil Randwerte der Eingangsparameter in Randwerten der Ergebnisse resultieren und eben diese verändern den Median kaum.[1]

Es gibt Anwendungsbereichen von MCE[2]:

- Ein bereits gezahlter Kaufpreis kann einem Plausibilitätsnachweis unterzogen werden.
- Ein in einem früheren Gutachten ermittelter Ertragswert am wahrscheinlichsten liegt.

[1] Simon, Th. : Verbessert die Monte-Carlo-Simulation die Grundstückswertermittlung?, GuG 2004, S. 101

[2] Sommer, G. : Das Monte-Carlo-Verfahren in der Ertragswertermittlung, Der Sachverständige (DS 12/00), S. 30.

- In einem Verkehrswertgutachten kann angegeben werden, in welcher Bandbreite der Ertragswert am wahrscheinlichsten liegt.

Zum Schluss wird darüber diskutiert, ob der ermittelte Verkehrswert durch Simulation ImmoWertV oder BauGB konform ist. Klassisches Ertragswertverfahren ist nach §17 - §19 ImmoWertV zu regeln und MCE basiert auf klassischem Ertragswertverfahren als Modell. Im Rahmen des § 8 wird darüber diskutiert, dass ein Verfahren (Ertragswertverfahren, Sachwertverfahren oder anderes Verfahren) zur Ableitung von Verkehrswert unter Marktanpassung oder besonderen objektspezifischen Grundstücksmerkmalen des zu bewertende Grundstück berücksichtigt.[3] Bei MCE werden in dieser Arbeit 50,000 unterschiedliche Ertragswerte simuliert, deshalb berücksichtigt das Verfahren unter allen Möglichkeiten während Wertermittlung und MCE führt zu Erwartungswert. Es gibt dafür andere Frage, ob MCE die klassische Ertragswertmethode ersetz.

Voraussetzungen von Simulation sind Verteilung und Bandbreite von Eingangsparameter, jetzt beachten wir vor allem auf Verteilung. In dieser Arbeit werden Normalverteilung und Dreieckverteilung benutzt. Verteilung von Eingangsparameter soll durch vorliegende Daten bestimmen, aber es fehlt in Praxis immer Daten für entsprechende Verteilung, deshalb müssen Sachverständige entsprechende stetige Verteilungen oder diskrete Verteilungen nach Erfahrung ansetzen. Das Verhalten führt zu abweichenden Ergebnissen und erzeugte Verteilung nach Erfahrung wird nicht plausibilisiert. Bandbreite kommen aus Grundstückmarktbericht von Gutachterausschuss der Stadt Hannover, deshalb ist Bandbreite in dieser Arbeit unstrittige Spanne. Mittelwert wird durch 591 Kauffälle abgeleitet, er ist auch nachvollzielbar. MCE ist abhängig von Typen der Verteilungen und Qualität der Daten. Deswegen ersetz die MCE das klassische Ertragswertverfahren nicht, weil Typen der Verteilungen nicht plausibilisiert werden. MCE kann als gutes Verfahren zur Plausibilisierung von Verkehrswert aus anderen Verfahren, in Abschnitt 4.2.4 haben wir schon darüber gesprochen, dass MCE als

[3] Vgl. Simon, Th. : Verbessert die Monte-Carlo-Simulation die Grundstückswertermittlung?, GuG 2004, S. 101

theoretischer Wert bezeichnet wird und aufgrund Rechtsprechung über Spanne von Ableitung des Verkehrswerts durch unterschiedliches Verfahren (z.B. ± 15 % der Abweichung von MCE) wir Plausibilisierung machen können.

Meine Meinung nach, Das Ziel zur Anwendung der Simulation in der Immobilienbewertung kann nicht sein, Verkehrswert von Bewertungsobjekt besser zu treffen, sondern den Erwartungswert von Bewertungsobjekt besser zu bestimmen. Wie weit liegen die durch das klassische Ertragswertverfahren und die mit der Monte-Carlo-Simulation berechneten Verkehrswerte auseinander? Damit ist MCE in der Lage, in Praxis als Plausibilisierungsmethode verwendet zu werden.

Literaturverzeichnis

[1] Arnd Wiedemann, Martin Horchler: Discounted-Cash-flow-Verfahren im Immobilien-Portfoliomanagement, bank-verlag medien, 2008, S. 8-16.

[2] Bastian Breustedt (2005): Entwicklung und Implementation von Monte-Carlo-Simulation zur Auswertung von Messungen mit dem Kölner Ganzkörperzähler.

[3] Bernd R.L. und Klaus-Dieter Sommer (2006): Grundlagen der Monte-Carlo-Methode für die Unsicherheitsberechnung.

[4] Erich Kanngieser, Dieter Kertscher und Meike Jessen: Analyse nicht normativ geregelter Wertermittlungsverfahren, zfv, 6/2007.

[5] Grundstücksmarktbericht der Stadt Hannover 2015.

[6] Gunther Maier und Shanaka Herath: Immobilienbewertung mit hedonischen Preismodellen, Springer Gabler, 2014.

[7] Janssen, O. : Monte-Carlo-Simulationen verbessern die Bewertungsqualität von Immobilien, GUG 2002, 37.

[8] Janssen, O. : Simulation zu Investitionsentscheidungen leicht gemacht: Das Discounted-Cash-Flow-Verfahren.

[9] Judith Eckle-Kohler und Michael Kohler: Eine Einführung in die Statistik und ihre Anwendungen, 3. Auflage, Springer Spektrum, 2016.

[10] Konrad Wälder und Olga Wälder: Methoden zur Risikomodellierung und des Risikomanagements, Springer Vieweg, 2016.

[11] Manuel Neher und Klaus B. Gablenz (2013): Praxishandbuch Immobilienbewertung.

[12] Oliver Ursschel: Risikomanagement in der Immobilienwirtschaft, Karlsruher Schriften zur Bau-, Wohnungs- und Immobilienwirtschaft, Band 4, 2009.

[13] Qu Wei Dong: Using the Hypothetical Development Method Based on Monte Carlo Simulation to Improve the Valuation of Base Price of Land Leasing, China Land Sciences 2014, S. 11-18.

[14] Rupert Späth: Frühaufklärungssystem für Immobilienportfolios, Springer Gabler, 2014.

[15] Schmallowsky Katrin (2015) : Unternehmensbewertung mit Monte-CarloSimulationen, Wismarer Diskussionspapiere.

[16] Schneider Dieter G. : Einflusslinien/Einflusskurven im Disput zum Monte-Carlo-Verfahren bei Ertragswertermittlung. Der Sachverständige, S. 94-99.

[17] Simon J. (2012): Einführung in die Verkehrswert-/Marktwertermittlung bebauter und unbebauter Grundstücke.

[18] Simon, Th. : Verbessert die Monte-Carlo-Simulation die Grundstückswertermittlung?, GuG 2004, 93.

[19] Simon Th. (2011): Entwicklung einer Monte-Carlo-Simulation für das detaillierte Ertragswertverfahren.

[20] Simon Th. (2006): Plausibilisierung von Verkehrswert.

[21] Sommer, G. : Das Monte Carlo-Verfahren in der Ertragswertermittlung, Der Sachverständige (DS 12/00), S. 27-31.

[22] Sommer, G. und Kröll, R. : Lehrbuch zur Immobilienbewertung, Werner Verlag, 5. Auflage, 2017.

[23] Stefan H. , Modell zur Bewertung wohnwirtschaftlicher Immobilien-Portfolios unter Beachtung des Risikos, Springer Gabler, 2010.

[24] Thomas Müller-Gronbach, Erich Novak und Klaus Ritter: Monte Carlo-Algorithmen, Springer, 2011.

[25] Werner Gleißner, Tobias Just und Endre Kamaras: Simulationsbasierter Ertragswert als Ergänzung zum Verkehrswert, Springer Fachmedien Wiesbaden, 2017.

ANHANG A

Anhang

Bestimmung der Zahl Pi

November 25, 2017

```
In [1]: import matplotlib.pyplot as plt    # alle Pakete zur Implementierung der Simulation
        import numpy as np
        from numpy import random as nr
        import pandas as pd
        import random
        import seaborn as sns
        %matplotlib inline
```

1 Algorithmus

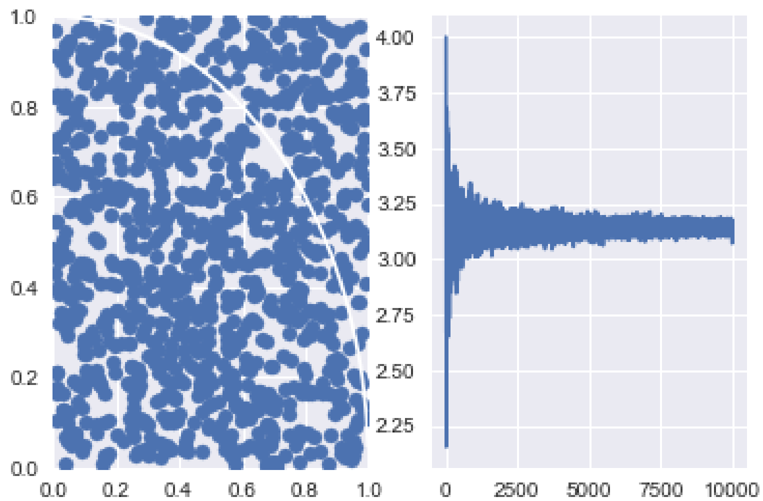
```
In [2]: A = nr.uniform (0,1,1000)# Zufällige Punkte durch Gleichverteilung für Zeichnung erzeu
        B = nr.uniform (0,1,1000)

        def M(Zq):
            Zk = 0.0
            for i in range(Zq):
                x = random.random()# Zufällige Punkte werden mit Spanne(von 0 bis 1)erzeugt
                y = random.random()
                if ( x**2 + y**2 ) < 1:  # Zufällige Punkte werden erzeugt im Bild, wenn
                    Zk += 1              # sie der Voraussetzung entsprechen.
            return (4*Zk/Zq) # Algorithmus
```

2 Zeichnung

```
In [3]: fig=plt.figure()
        p1=fig.add_subplot(121)
        p1.axis([0,1,0,1])
        p1.scatter(A, B)

        x = y = np.arange(-1, 1, 0.001)
        x, y = np.meshgrid(x,y)
        p1.contour(x, y, x**2 + y**2, [1])

        p2=fig.add_subplot(122)
        C = [ (i+1) for i in range(10000)]
        D = [ M((i+1)) for i in range(10000)]
```

1

```
D
p2.plot(C, D)
plt.show()
```



3 Ergebnis

```
In [4]: frame = pd.DataFrame(D)
        print frame.describe()
```

```
                  0
count  10000.000000
mean       3.141840
std        0.049462
min        2.153846
25%        3.124590
50%        3.141774
75%        3.158809
max        4.000000
```

Ertragswert mit schiefer Verteilung

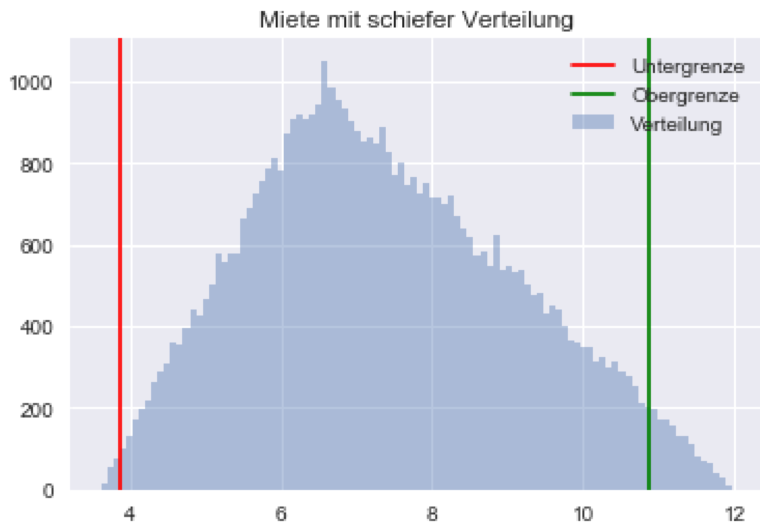
November 25, 2017

```
In [41]: import numpy as np   # alle Pakete zur Implementierung der Simulation
         import pandas as pd
         from numpy import random as nr
         import matplotlib.pyplot as plt
         import seaborn as sns
         from scipy import stats
         import pylab
         %matplotlib inline
```

1 Miete

```
In [42]: np.random.seed(2)
         Groesse = 78
         W = 50000                                # 500000 mal Wiederholung
         Miete = nr.triangular(3.6,6.5,12,W)      # Dreieckverteilung erzeugen

         mean=np.mean(Miete)                     # Voraussetzung zur Zeichnung der Linie
         std=np.std(Miete)
         observed_diff = mean - (2*(std))
         observed_diff1 = mean + (2*(std))
         observed_diff
         observed_diff1

         pylab.title('Miete mit schiefer Verteilung')  # Zeichnung der schiefer Verteilung
         sns.distplot(Miete ,bins=100,kde=False,label='Verteilung')
         pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
         pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
         pylab.legend()

Out[42]: <matplotlib.legend.Legend at 0x11dc3710>
```

1




```
In [43]: frame = pd.DataFrame(Miete) # Ergebnisse
         print frame.describe()      # Für folgende Schrifte sind Vorgabe
         print frame.skew()          # zur Implementierung gleich
         print frame.kurt()
```

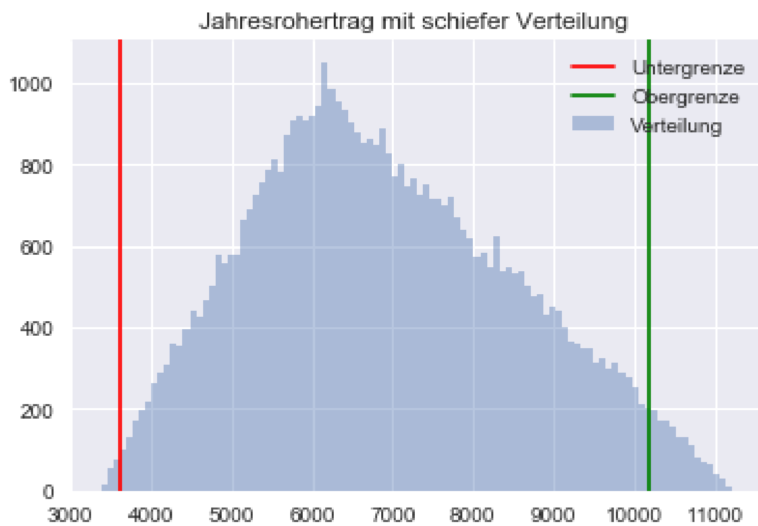
```
                  0
count  50000.000000
mean       7.370522
std        1.746958
min        3.622068
25%        6.066266
50%        7.196694
75%        8.609160
max       11.975438
0    0.287474
dtype: float64
0   -0.610286
dtype: float64
```

2 Jahresrohertrag

```
In [44]: Jahresrohertrag = Miete*Groesse*12
```

```
mean=np.mean(Jahresrohertrag)
std=np.std(Jahresrohertrag)
observed_diff = mean - (2*(std))
observed_diff1 = mean + (2*(std))
observed_diff
observed_diff1

#fig = plt.figure()
#ax = fig.add_subplot(222)
pylab.title('Jahresrohertrag mit schiefer Verteilung ')
sns.distplot(Jahresrohertrag ,bins=100,kde=False,label='Verteilung')
#sns.kdeplot(Miete,shade=True,color="r")
pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
pylab.legend()
```

```
Out[44]: <matplotlib.legend.Legend at 0x11393ac8>
```




```
In [45]: frame = pd.DataFrame(Jahresrohertrag)
         print frame.describe()
         print frame.skew()
         print frame.kurt()
```

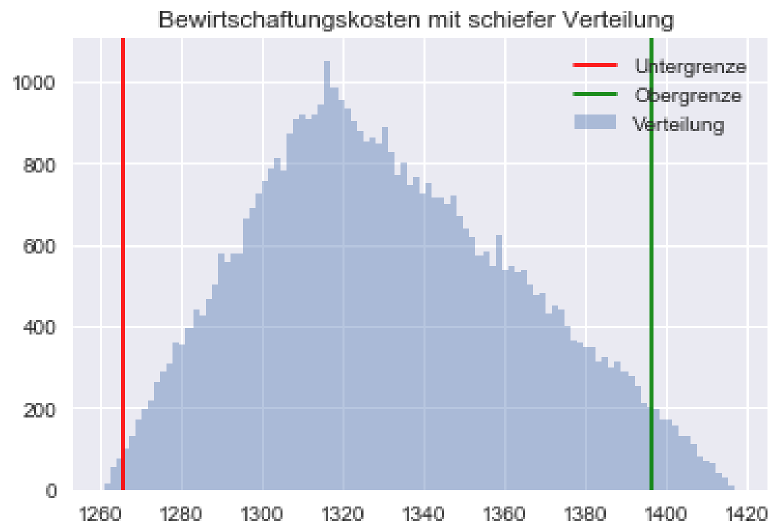
```
                  0
count  50000.000000
```

3

```
mean      6898.808680
std       1635.152495
min       3390.255548
25%       5678.025392
50%       6736.105490
75%       8058.174168
max      11209.010121
0    0.287474
dtype: float64
0   -0.610286
dtype: float64
```

3 Bewirtschaftungskosten

```
In [46]: np.random.seed(1)

         Verwaltungskosten = 335
         Instandhaltungskosten = Groesse * 11
         Mietausfallwagnis = 0.02 * Jahresrohertrag
         Bewirtschaftungskosten = Verwaltungskosten + Instandhaltungskosten + Mietausfallwagni

         mean=np.mean(Bewirtschaftungskosten)
         std=np.std(Bewirtschaftungskosten)
         observed_diff = mean - (2*(std))
         observed_diff1 = mean + (2*(std))
         observed_diff
         observed_diff1


         pylab.title('Bewirtschaftungskosten mit schiefer Verteilung ')
         sns.distplot(Bewirtschaftungskosten ,bins=100,kde=False,label='Verteilung')
         pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
         pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
         pylab.legend()

Out[46]: <matplotlib.legend.Legend at 0x12801cc0>
```




```
In [47]: frame = pd.DataFrame(Bewirtschaftungskosten)
         print frame.describe()
         print frame.skew()
         print frame.kurt()
```

```
                  0
count  50000.000000
mean    1330.976174
std       32.703050
min     1260.805111
25%     1306.560508
50%     1327.722110
75%     1354.163483
max     1417.180202
0    0.287474
dtype: float64
0   -0.610286
dtype: float64
```

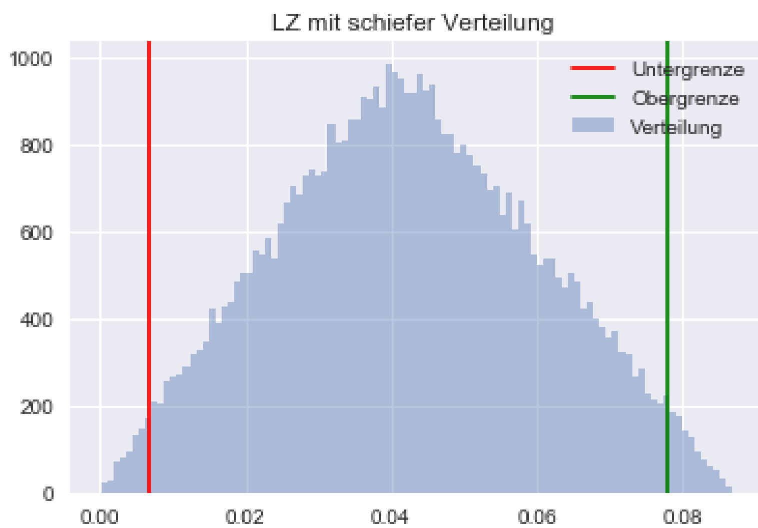
4 Liegenschaftszinssatz

```
In [48]: W = 50000
         LZ = nr.triangular(0,0.04,0.087,W)
```

5

```
mean=np.mean(LZ)
std=np.std(LZ)
observed_diff = mean - (2*(std))
observed_diff1 = mean + (2*(std))
observed_diff
observed_diff1


pylab.title('LZ mit schiefer Verteilung ')
sns.distplot(LZ ,bins=100,kde=False,label='Verteilung')
pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
pylab.legend()
```

Out[48]: <matplotlib.legend.Legend at 0x12e36518>



In [49]:
```
frame = pd.DataFrame(LZ)
print frame.describe()
print frame.skew()
```

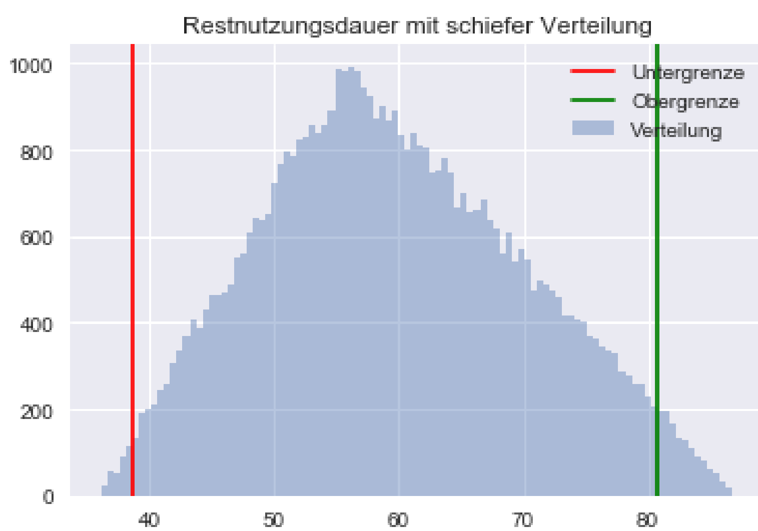
```
                  0
count  50000.000000
mean       0.042280
std        0.017817
min        0.000190
```

6

```
25%        0.029347
50%        0.041855
75%        0.055032
max        0.086801
0    0.073212
dtype: float64
```

5 Restnutzungsdauer

```
In [50]: Restnutzungsdauer = nr.triangular(36,56,87,W)
         mean=np.mean(Restnutzungsdauer)
         std=np.std(Restnutzungsdauer)
         observed_diff = mean - (2*(std))
         observed_diff1 = mean + (2*(std))
         observed_diff
         observed_diff1

         #fig = plt.figure()
         #ax = fig.add_subplot(222)
         pylab.title('Restnutzungsdauer mit schiefer Verteilung')
         sns.distplot(Restnutzungsdauer,bins=100,kde=False,label='Verteilung')
         #sns.kdeplot(Miete,shade=True,color="r")
         pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
         pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
         pylab.legend()

Out[50]: <matplotlib.legend.Legend at 0x1339d6a0>
```



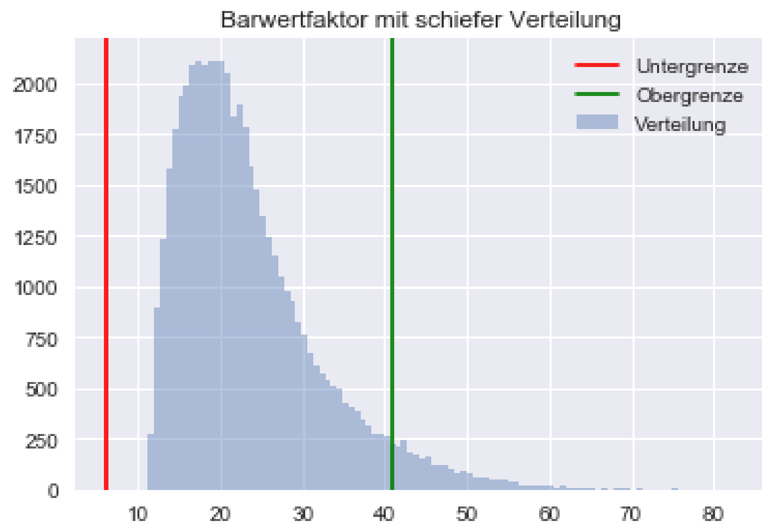
7

```
In [51]: frame = pd.DataFrame(Restnutzungsdauer)
         print frame.describe()
         print frame.skew()
```

```
                  0
count  50000.000000
mean      59.641388
std       10.522745
min       36.123462
25%       51.865578
50%       58.841870
75%       67.102995
max       86.762666
0    0.208594
dtype: float64
```

6 Barwertfaktor

```
In [52]: np.random.seed(1)

         Barwertfaktor = ((LZ+1)**Restnutzungsdauer-1)/((LZ+1)**Restnutzungsdauer*LZ)
         mean=np.mean(Barwertfaktor)
         std=np.std(Barwertfaktor)
         observed_diff = mean - (2*(std))
         observed_diff1 = mean + (2*(std))
         observed_diff
         observed_diff1

         #fig = plt.figure()
         #ax = fig.add_subplot(222)
         pylab.title('Barwertfaktor mit schiefer Verteilung')
         sns.distplot(Barwertfaktor,bins=100,kde=False,label='Verteilung')
         #sns.kdeplot(Miete,shade=True,color="r")
         pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
         pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
         pylab.legend()

Out[52]: <matplotlib.legend.Legend at 0x13952c88>
```




```
In [53]: frame = pd.DataFrame(Barwertfaktor)
         print frame.describe()
         print frame.skew()
```

```
                  0
count  50000.000000
mean      23.568452
std        8.713544
min       11.293222
25%       17.253919
50%       21.521308
75%       27.575178
max       82.761827
0    1.38569
dtype: float64
```

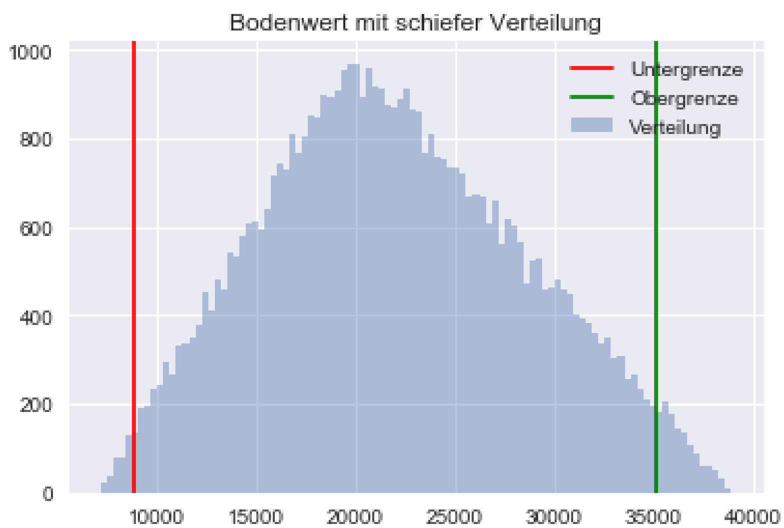
7 Bodenwert

```
In [54]: Bodenrichtwert = nr.triangular (90,250,490,W)
         Bodenwert  = Bodenrichtwert * 79.5
         Bodenwertanteile = Bodenwert * LZ
         mean=np.mean(Bodenwert)
         std=np.std(Bodenwert)
```

9

```
observed_diff = mean - (2*(std))
observed_diff1 = mean + (2*(std))
observed_diff
observed_diff1

#fig = plt.figure()
#ax = fig.add_subplot(222)
pylab.title('Bodenwert mit schiefer Verteilung')
sns.distplot(Bodenwert,bins=100,kde=False,label='Verteilung')
#sns.kdeplot(Miete,shade=True,color="r")
pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
pylab.legend()
```

```
Out[54]: <matplotlib.legend.Legend at 0x13f83f60>
```




```
In [55]: frame = pd.DataFrame(Bodenwert)
         print frame.describe()
         print frame.skew()
```

```
                  0
count  50000.000000
mean   21976.665445
std     6546.693359
min     7219.763984
```

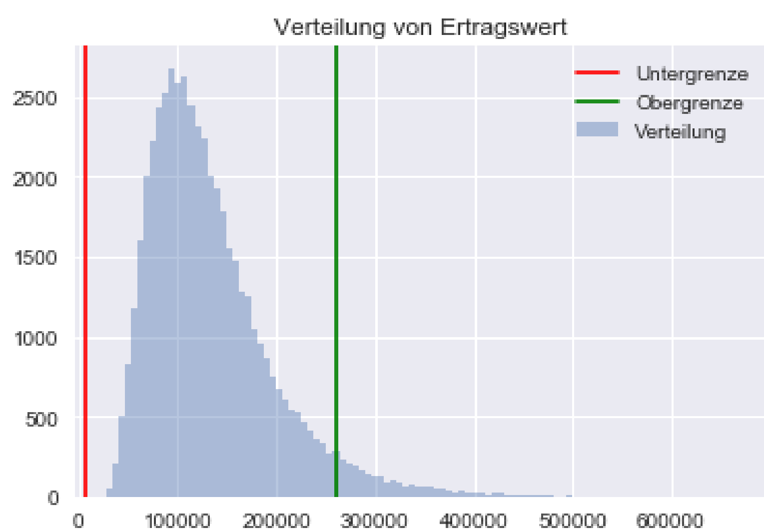
10

```
25%     17160.236998
50%     21564.999618
75%     26640.741847
max     38878.222091
0    0.185631
dtype: float64
```

8 Ertragswert

In [56]:
```
Ertragswert = (Jahresrohertrag-Bewirtschaftungskosten-Bodenwertanteile)*Barwertfaktor
mean=np.mean(Ertragswert)
std=np.std(Ertragswert)
observed_diff = mean - (2*(std))
observed_diff1 = mean + (2*(std))
observed_diff
observed_diff1

pylab.title('Verteilung von Ertragswert')
sns.distplot(Ertragswert,bins=100,kde=False,label='Verteilung')
pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
pylab.legend()
```

Out[56]:
```
<matplotlib.legend.Legend at 0x1456dc50>
```



11

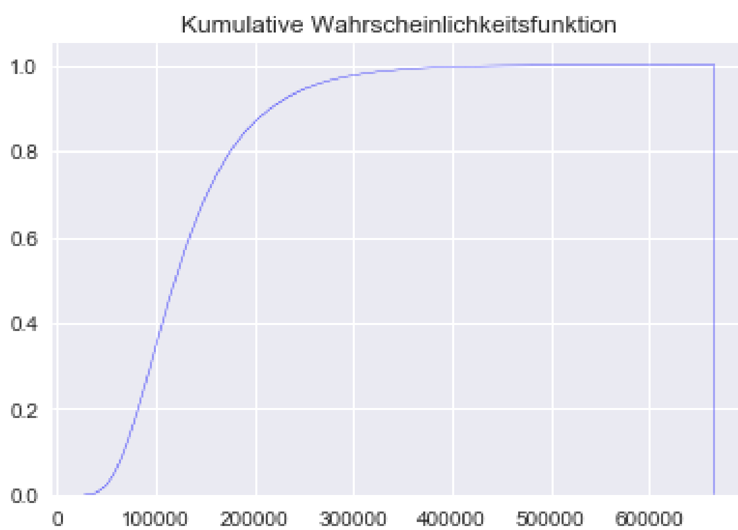
9 Ergebnisse

In [57]:
```
frame = pd.DataFrame(Ertragswert)
frame.describe()
```

Out[57]:

	0
count	50000.000000
mean	133546.983202
std	63644.863889
min	27462.990310
25%	88659.251562
50%	119965.865650
75%	163007.809655
max	665887.952496

In [58]:
```
def drawCumulativeHist(Ertragswert):
    plt.hist(Ertragswert,1000,normed=True,cumulative=True,color="b",histtype='step')
    plt.title('Kumulative Wahrscheinlichkeitsfunktion')
    plt.show()
drawCumulativeHist(Ertragswert)

frame = pd.DataFrame(Ertragswert)
frame.describe()
```



Out[58]:

	0
count	50000.000000

```
mean    133546.983202
std      63644.863889
min      27462.990310
25%      88659.251562
50%     119965.865650
75%     163007.809655
max     665887.952496
```

```
In [59]: print np.corrcoef(Ertragswert,Jahresrohertrag)
         print np.corrcoef(Ertragswert,Bodenwert)
         print np.corrcoef(Ertragswert,LZ)
         print np.corrcoef(Ertragswert,Restnutzungsdauer)
         print np.corrcoef(Ertragswert,Barwertfaktor)
```

```
[[ 1.          0.58865013]
 [ 0.58865013  1.        ]]
[[ 1.         -0.70939888]
 [-0.70939888  1.        ]]
[[ 1.         -0.71730962]
 [-0.71730962  1.        ]]
[[ 1.          0.11294464]
 [ 0.11294464  1.        ]]
[[ 1.          0.77469451]
 [ 0.77469451  1.        ]]
```

```
In [60]: print np.percentile(Ertragswert,10)
         print np.percentile(Ertragswert,20)
         print np.percentile(Ertragswert,30)
         print np.percentile(Ertragswert,40)
         print np.percentile(Ertragswert,50)
         print np.percentile(Ertragswert,60)
         print np.percentile(Ertragswert,70)
         print np.percentile(Ertragswert,80)
         print np.percentile(Ertragswert,90)
```

```
67839.4220541
82220.0633082
94817.6916789
106914.609846
119965.86565
134540.184645
152014.760733
176042.717234
217137.540039
```

13

Ertragswert mit symmetrischer Verteilung

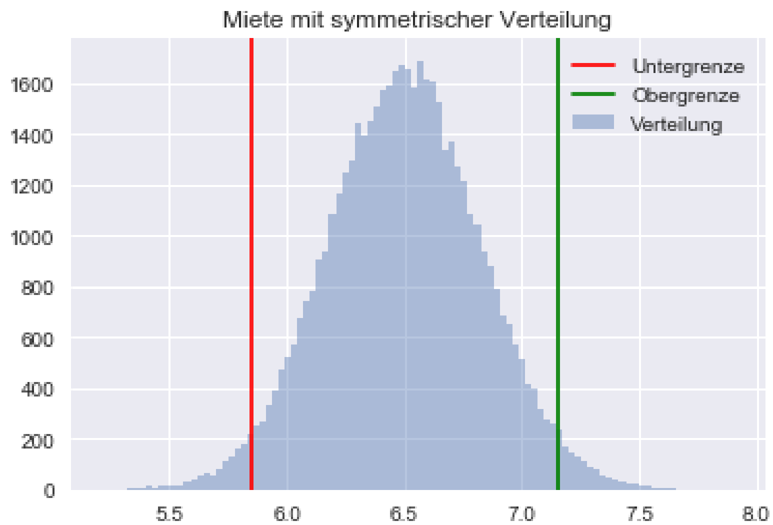
November 25, 2017

In [1]:
```
import numpy as np  # alle Pakete zur Implementierung der Simulation
import pandas as pd
from numpy import random as nr
import matplotlib.pyplot as plt
import seaborn as sns
from scipy import stats
import pylab
%matplotlib inline
```

1 Miete

In [2]:
```
np.random.seed(2)
W = 50000                          # 500000 mal Wiederholung
Groesse = 78
Miete = nr.normal(6.5,0.05*6.5,W)  # Normalverteilung erzeugen
Jahresrohertrag = Miete  *Groesse * 12

mean=np.mean(Miete)                # Voraussetzung zur Zeichnung der Linie
std=np.std(Miete)
observed_diff = mean - (2*(std))
observed_diff1 = mean + (2*(std))
observed_diff
observed_diff1

pylab.title('Miete mit symmetrischer Verteilung')  # Zeichnung der schiefer Verteilung
sns.distplot(Miete,bins=100,kde=False,label='Verteilung')
pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
pylab.legend()
```

Out[2]:
```
<matplotlib.legend.Legend at 0xb5eaa20>
```




```
In [3]: frame = pd.DataFrame(Miete)    # Ergebnisse
        print frame.describe()         # Für folgende Schrifte sind Vorgabe
        print frame.skew()             # zur Implementierung gleich
        print frame.kurt()
```

```
                  0
count  50000.000000
mean       6.499780
std        0.325315
min        5.212877
25%        6.280313
50%        6.499970
75%        6.717033
max        7.897922
0    0.013649
dtype: float64
0    0.029579
dtype: float64
```

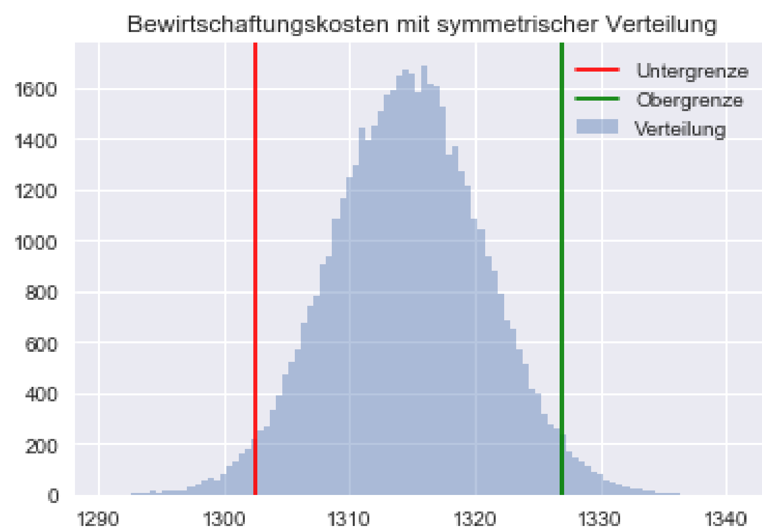
2 Bewirtschaftungskosten

```
In [4]: np.random.seed(1)
        Verwaltungskosten = 335
```

2

```
Instandhaltungskosten = Groesse * 11
Mietausfallwagnis = 0.02 * Jahresrohertrag
#Mietausfallwagnis = nr.triangular(93.6, 140.4, 185.33,W)
Bewirtschaftungskosten = Verwaltungskosten + Instandhaltungskosten + Mietausfallwagnis

mean=np.mean(Bewirtschaftungskosten)
std=np.std(Bewirtschaftungskosten)

observed_diff = mean - (2*(std))
observed_diff1 = mean + (2*(std))
observed_diff
observed_diff1

pylab.title('Bewirtschaftungskosten mit symmetrischer Verteilung')# Zeichnung
sns.distplot(Bewirtschaftungskosten,bins=100,kde=False,label='Verteilung')
pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
pylab.legend()
```

```
Out[4]: <matplotlib.legend.Legend at 0xbf8fd68>
```



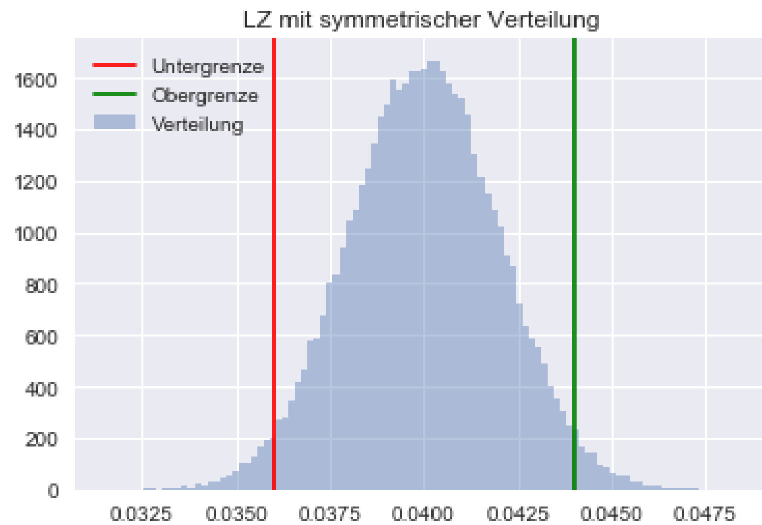

```
In [5]: frame = pd.DataFrame(Bewirtschaftungskosten)
        print frame.describe()
        print frame.skew()
```

3

```
                   0
count  50000.000000
mean    1314.675874
std        6.089893
min     1290.585065
25%     1310.567468
50%     1314.679436
75%     1318.742866
max     1340.849101
0    0.013649
dtype: float64
```

3 Liegenschaftszinssatz

```
In [6]: LZ = nr.normal(0.04,0.04*0.05,W)
        mean=np.mean(LZ)
        std=np.std(LZ)

        observed_diff = mean - (2*(std))
        observed_diff1 = mean + (2*(std))
        observed_diff
        observed_diff1

        pylab.title('LZ mit symmetrischer Verteilung')
        sns.distplot(LZ,bins=100,kde=False,label='Verteilung')

        pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
        pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
        pylab.legend()

Out[6]: <matplotlib.legend.Legend at 0xc5ade48>
```




```
In [7]: frame = pd.DataFrame(LZ)
        print frame.describe()
        print frame.skew()
```

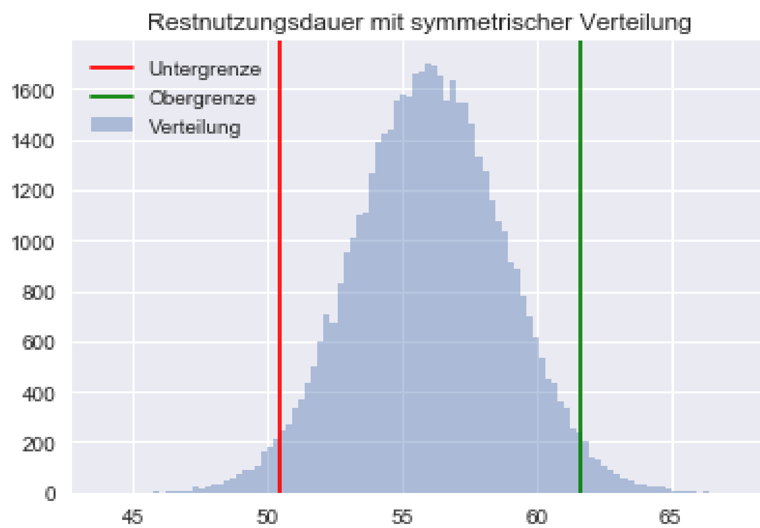
```
                 0
count  50000.000000
mean       0.040008
std        0.002001
min        0.031534
25%        0.038658
50%        0.040012
75%        0.041347
max        0.048336
0   -0.000721
dtype: float64
```

4 Restnutzungsdauer

```
In [8]: Restnutzungsdauer = nr.normal(56,56*0.05,W)
        mean=np.mean(Restnutzungsdauer)
        std=np.std(Restnutzungsdauer)

        observed_diff = mean - (2*(std))
```

```
        observed_diff1 = mean + (2*(std))
        observed_diff
        observed_diff1

        pylab.title('Restnutzungsdauer mit symmetrischer Verteilung')
        sns.distplot(Restnutzungsdauer,bins=100,kde=False,label='Verteilung')

        pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
        pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
        pylab.legend()
```

```
Out[8]: <matplotlib.legend.Legend at 0xcbccf98>
```




```
In [9]: frame = pd.DataFrame(Restnutzungsdauer)
        print frame.describe()
        print frame.skew()
```

```
                  0
count  50000.000000
mean      56.018809
std        2.788756
min       43.884716
25%       54.136084
50%       56.016677
75%       57.892073
```

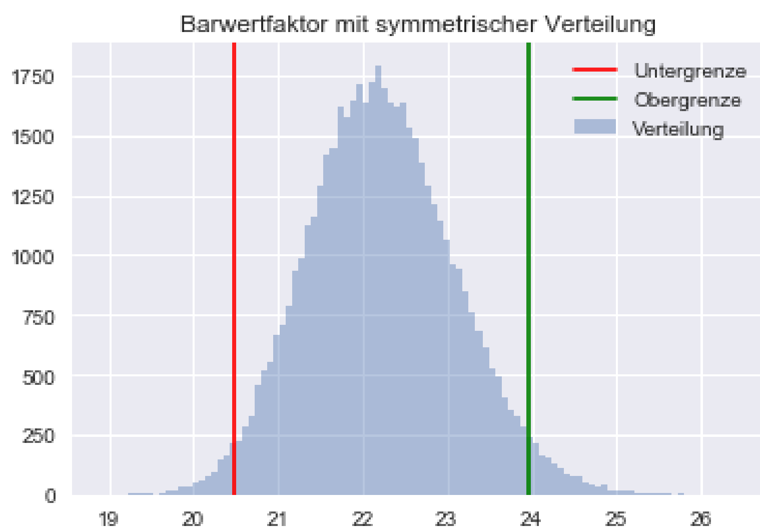
6

```
max       67.355507
0    0.001715
dtype: float64
```

5 Barwertfaktor

```
In [10]: Barwertfaktor = ((LZ+1)**Restnutzungsdauer-1)/((LZ+1)**Restnutzungsdauer*LZ)
         mean=np.mean(Barwertfaktor)
         std=np.std(Barwertfaktor)

         observed_diff = mean - (2*(std))
         observed_diff1 = mean + (2*(std))
         observed_diff
         observed_diff1
         pylab.title('Barwertfaktor mit symmetrischer Verteilung')
         sns.distplot(Barwertfaktor,bins=100,kde=False,label='Verteilung')
         pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
         pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
         pylab.legend()
```

```
Out[10]: <matplotlib.legend.Legend at 0xd201be0>
```



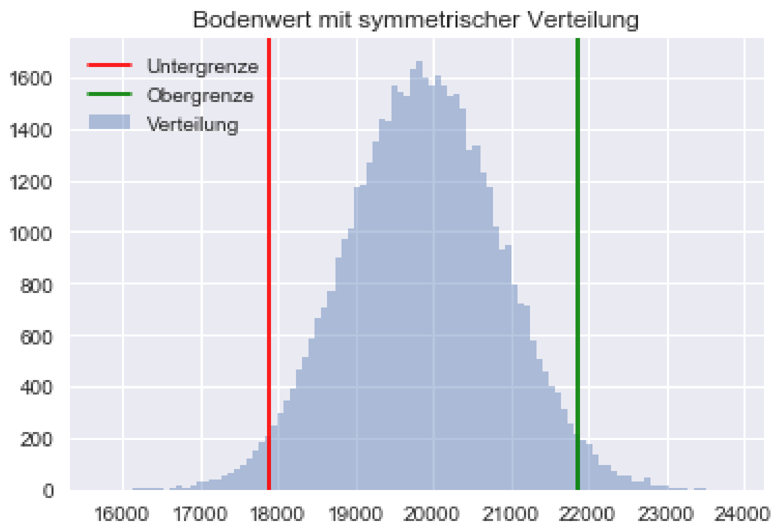

```
In [11]: frame = pd.DataFrame(Barwertfaktor)
         print frame.describe()
         print frame.skew()
```

7

```
                   0
count  50000.000000
mean      22.226536
std        0.872289
min       18.935878
25%       21.626457
50%       22.195788
75%       22.794440
max       26.395146
0    0.208776
dtype: float64
```

6 Bodenwert

```
In [12]: Bodenrichtwert = nr.normal(250,250*0.05,W)
         Bodenwert  = Bodenrichtwert * 79.5
         Bodenwertanteile=Bodenwert*LZ
         mean=np.mean(Bodenwert)
         std=np.std(Bodenwert)
         observed_diff = mean - (2*(std))
         observed_diff1 = mean + (2*(std))
         observed_diff
         observed_diff1

         #fig = plt.figure()
         #ax = fig.add_subplot(222)
         pylab.title('Bodenwert mit symmetrischer Verteilung')
         sns.distplot(Bodenwert,bins=100,kde=False,label='Verteilung')
         #sns.kdeplot(Miete,shade=True,color="r")
         pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
         pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
         pylab.legend()

Out[12]: <matplotlib.legend.Legend at 0xd8d6da0>
```




```
In [13]: frame = pd.DataFrame(Bodenwert)
         print frame.describe()
         print frame.skew()
```

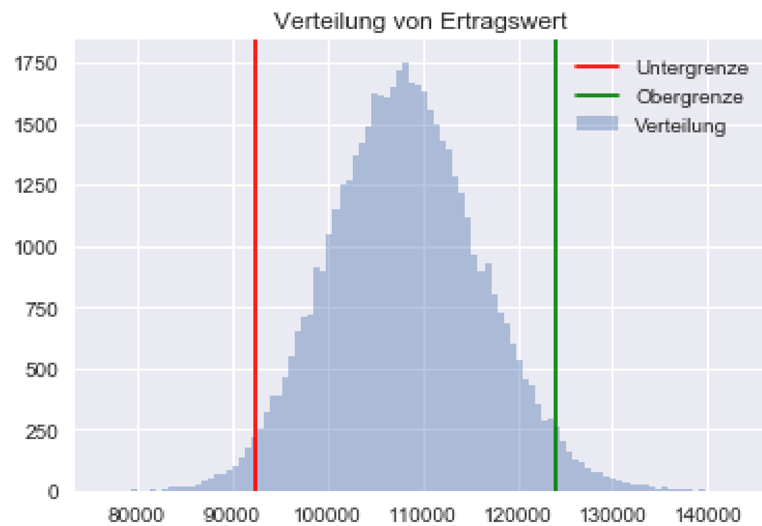
```
                  0
count  50000.000000
mean   19876.583754
std      990.248311
min    15719.976829
25%    19205.242829
50%    19875.481348
75%    20545.350723
max    23845.153809
0    0.00955
dtype: float64
```

7 Ertragswert

```
In [14]: Ertragswert = (Jahresrohertrag-Bewirtschaftungskosten-Bodenwertanteile) * Barwertfakt
         mean=np.mean(Ertragswert)
         std=np.std(Ertragswert)

         observed_diff = mean - (2*(std))
```

```
observed_diff1 = mean + (2*(std))
observed_diff
observed_diff1

pylab.title('Verteilung von Ertragswert')
sns.distplot(Ertragswert,bins=100,kde=False,label='Verteilung')
pylab.axvline(observed_diff, c='red', label='Untergrenze')
pylab.axvline(observed_diff1, c='green', label='Obergrenze')
pylab.legend()
```

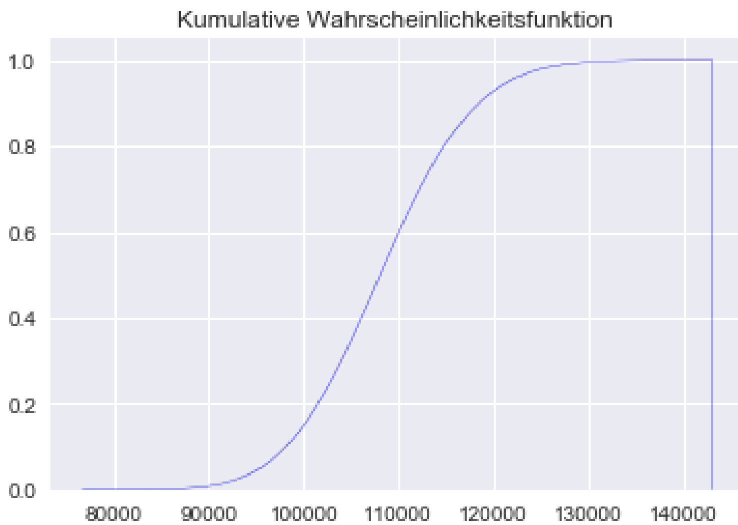
Out[14]: <matplotlib.legend.Legend at 0xdee9e80>



8 Ergebnisse

In [15]:
```
def drawCumulativeHist(Ertragswert):
    plt.hist(Ertragswert,1000,normed=True,cumulative=True,color="b",histtype='step')
    plt.title('Kumulative Wahrscheinlichkeitsfunktion ')
    plt.show()
drawCumulativeHist(Ertragswert)

frame = pd.DataFrame(Ertragswert)
frame.describe()
```

10



Out[15]:

	0
count	50000.000000
mean	108235.958349
std	7923.361238
min	76712.334947
25%	102838.365554
50%	108075.784937
75%	113430.298210
max	143026.339283

In [16]:
```
print np.percentile(Ertragswert,10)
print np.percentile(Ertragswert,20)
print np.percentile(Ertragswert,30)
print np.percentile(Ertragswert,40)
print np.percentile(Ertragswert,50)
print np.percentile(Ertragswert,60)
print np.percentile(Ertragswert,70)
print np.percentile(Ertragswert,80)
print np.percentile(Ertragswert,90)
```

```
98188.7112482
101517.500587
104000.537274
106102.640713
108075.784937
```

```
110059.247852
112209.054534
114763.919168
118523.302144
```

Liste mit 19 Kauffällen: Eigentumswohnungen

(Schlüssel der Elementeausprägungen siehe Anlage)

lfd. Nr.	Kauffallkennzeichen	Name Gemarkung	Datum des Vertrages	Anlass des Eigentumsübergangs	Vertragsart bei Wohnungs-/Teileigentum	Veräußerer	Erwerber	Kaufpreis [€]	Entstehung des Kaufpreises	Ungewöhn. Verhältnisse -Ursache-	Objektselbstständigkeit	Miteigentumsanteil [in .../10.000]	Wertbeeinfl. Umstand -Ursache-	Bodenrichtwert Bauland [€/m²]	Gebäudeart	Baujahr	Zahl oberirdischer Vollgeschosse	Wohnfläche [m²]	Balkon / Terrasse	Stockwerk	Vermietung Eigentumswohnung - Miete- [€/m²]	**Vergleichsmaßstab [€/m²]**
1	11.0181	Klein-Buchholz	03.2011	1	2	1	1	102.000	0	0	1	50	0	225	107	1920	4	80	1	2		**1.275**
2	11.0204	Klein-Buchholz	02.2011	1	2	1	1	112.500	0	0	1	1135	0	225	107	1930	3	72	1	0	5,83	**1.563**
3	11.1042	Klein-Buchholz	04.2011	1	2	1	1	82.000	0	0	1	1300	0	225	107	1934	4	60	1	2	7,00	**1.367**
4	11.1373	Klein-Buchholz	05.2011	1	2	1	1	78.000	0	0	1	990	0	225	107	1930		59	1	2	6,61	**1.322**
5	11.2206	Klein-Buchholz	08.2011	1	2	1	1	73.000	0	0	1	1132	0	225	107	1920	4	68	1	2		**1.074**
6	11.3696	Klein-Buchholz	11.2011	1	2	1	1	63.000	0	0	1	1000	0	225	107	1935	5	52	1	0		**1.212**
7	12.0244	Klein-Buchholz	01.2012	1	2	1	1	175.000	0	0	1	60	0	210	107	1915	4	100		0		**1.750**
8	12.1886	Klein-Buchholz	06.2012	1	2	1	1	58.000	0	0	1	798	0	210	107	1930	4	50	1	1		**1.160**
9	12.2833	Klein-Buchholz	07.2012	1	2	1	1	78.000	0	0	1	39	0	210	107	1920		61		0		**1.279**
10	12.2839	Klein-Buchholz	08.2012	1	2	1	1	110.000	0	0	1	54	0	210	107	1920		85		3		**1.294**
11	12.2843	Klein-Buchholz	08.2012	1	2	9	1	93.000	0	0	1	1002	0	210	107	1935	4	70	1	3		**1.329**
12	13.0065	Klein-Buchholz	01.2013	1	2	1	1	112.000	0	0	1	55	31	215	107	1915		90		2		**1.244**
13	13.1161	Klein-Buchholz	04.2013	1	2	1	1	111.000	0	0	1	1064	0	215	107	1960	3	68				**1.632**
14	13.2402	Klein-Buchholz	08.2013	1	2	1	1	119.000	0	0	1	1064	0	215	107	1960	3	68				**1.750**
15	13.2419	Klein-Buchholz	07.2013	1	2	1	1	130.000	0	0	1	60	0	215	107	1915	4	100		3		**1.300**
16	13.4059	Klein-Buchholz	10.2013	1	2	1	1	143.000	0	0	1	1700	0	215	107	1957	3	80	1	1		**1.788**
17	14.3226	Klein-Buchholz	09.2014	1	2	1	1	50.000	0	0	1	32	0	225	107	1920	4	50		2		**1.000**
18	15.0079	Klein-Buchholz	01.2015	1	2	1	1	79.500	0	0	1	612	0	235	107	1935	4	56	1	1		**1.420**
19	15.1275	Klein-Buchholz	04.2015	1	2	1	1	85.000	0	0	1	1014	0	235	107	1936	4	60	1	2		**1.417**

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit versichere ich, dass ich diese vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und in gleicher oder ähnlicher Fassung noch nicht in einem anderen Studiengang als Prüfungsleistung vorgelegt. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel, einschließlich der angegebenen oder beschriebenen Software, verwendet.

Ort:

Datum:

Haochen Long