



Marco Wölfle

## Statistik verstehen und anwenden

Mit Zahlenbeispielen aus der Immobilienwirtschaft



**Steinbeis-Transfer-Institut**  
**Angewandte Statistik und**  
**Volkswirtschaftslehre**  
der Steinbeis-Hochschule Berlin SHB



*Marco Wölfle*  
Statistik verstehen und anwenden

**Prof. Dr. Marco Wölfle** ist wissenschaftlicher Leiter der Steinbeis-Transfer-Institute „Angewandte Statistik und Volkswirtschaftslehre“, „Center for Real Estate Studies“ sowie „VWA Business School“. Dort ist er Inhaber der Juniorprofessur für Finanz- und Immobilienwirtschaft. Er war zuvor Rektor der International University of Cooperative Education Freiburg.

Wölfle studierte und promovierte an der Albert-Ludwig-Universität Freiburg, die ihm für die Leistungen im Rahmen seiner Dissertation „The Role of Information in Financial Markets“ den Constantin-von-Dietze-Preis verlieh. Seine derzeitigen Forschungsschwerpunkte befassen sich mit der Effizienz von energetischen Sanierungsmaßnahmen und der Effizienz unterschiedlicher Marktdesigns in der Immobilienwirtschaft.

In der Lehre vertritt Wölfle die quantitativen und qualitativen Forschungsmethoden, die Volkswirtschaftslehre, die Finanzmärkte und das betriebswirtschaftliche Rechnungswesen.

Schriftenreihe Empirische Wirtschaftsforschung

Marco Wölfle

## **Statistik verstehen und anwenden**

Mit Zahlenbeispielen aus der Immobilienwirtschaft



**Steinbeis-Transfer-Institut**  
**Angewandte Statistik und**  
**Volkswirtschaftslehre**  
der Steinbeis-Hochschule Berlin SHB

**Ansprechpartner:**

Steinbeis-Transfer-Institut  
Angewandte Statistik und Volkswirtschaftslehre  
Prof. Dr. Marco Wölfle  
Untere Waldstraße 22  
79194 Gundelfingen  
[www.steinbeis.de/su/1701](http://www.steinbeis.de/su/1701)

**Impressum**

© 2017 Steinbeis-Edition

Alle Rechte der Verbreitung, auch durch Film, Funk und Fernsehen, fotomechanische Wiedergabe, Tonträger jeder Art, auszugsweisen Nachdruck oder Einspeicherung und Rückgewinnung in Datenverarbeitungsanlagen aller Art, sind vorbehalten.

Schriftenreihe Empirische Wirtschaftsforschung

Marco Wölfle

Statistik verstehen und anwenden. Mit Zahlenbeispielen aus der Immobilienwirtschaft  
2. erweiterte Auflage, 2017 | Steinbeis-Edition, Stuttgart  
ISBN 978-3-95663-119-1

Satz: Marco Wölfle

Titelbild: ©Scanrail/Fotolia.com, bearbeitet von Steinbeis-Edition  
Druck: Frick Kreativbüro & Onlinedruckerei e.K., Krumbach

Steinbeis ist weltweit im unternehmerischen Wissens- und Technologietransfer aktiv. Zum Steinbeis-Verbund gehören derzeit rund 1.000 Unternehmen. Das Dienstleistungsportfolio der fachlich spezialisierten Steinbeis-Unternehmen im Verbund umfasst Forschung und Entwicklung, Beratung und Expertisen sowie Aus- und Weiterbildung für alle Technologie- und Managementfelder. Ihren Sitz haben die Steinbeis-Unternehmen überwiegend an Forschungseinrichtungen, insbesondere Hochschulen, die originäre Wissensquellen für Steinbeis darstellen. Rund 6.000 Experten tragen zum praxisnahen Transfer zwischen Wissenschaft und Wirtschaft bei. Dach des Steinbeis-Verbundes ist die 1971 ins Leben gerufene Steinbeis-Stiftung, die ihren Sitz in Stuttgart hat. Die Steinbeis-Edition verlegt ausgewählte Themen aus dem Steinbeis-Verbund.

192378-2017-03 | [www.steinbeis-edition.de](http://www.steinbeis-edition.de)

# Vorwort

Statistische Grundlagenwerke sind üblicherweise durch ein “Meer an Formeln” gekennzeichnet, für die wenig inhaltliche Erläuterung und wenige Beispiele für die Interpretation der gewonnenen Ergebnisse zur Verfügung gestellt werden. Das vorliegende Buch setzt an, um genau diesen Mangel zu beheben. Alle theoretischen Grundlagen werden intensiv und verständlich erläutert. Danach werden sie anhand eines Zahlenbeispiels veranschaulicht. Nach Möglichkeit werden die Berechnungen ebenfalls in Excel nachvollzogen. Zu jedem Themengebiet werden weitere Übungsaufgaben zum Selbststudium zur Verfügung gestellt.

Inhaltlich stammen die Zahlenbeispiele und Anwendungen meist aus der Immobilienwirtschaft, um einen konkreten sachlichen Bezug herzustellen. Bei der Auswahl der Zahlenbeispiele und Anwendungen wurde aber darauf geachtet, inhaltlich einfache und abgeschlossene Themen auszuwählen, so dass das Buch auch für Studierende außerhalb der Immobilienwirtschaft nachvollziehbar ist und nicht strikt in der Reihenfolge der Kapitel, sondern durchaus auch modular bearbeitet werden kann.

Im Aufbau folgt das Buch einer klassischen inhaltlichen Gliederung zur Vorstellung statistischer Methoden. Zwei der Kapitel sind vorab jedoch erwähnenswert: Das erste Kapitel enthält unter dem Titel “Mathematisches Basiswissen” eine nicht abschließende Zusammenstellung formal-methodischer Grundlagen, um den Einstieg zu erleichtern. Das letzte Kapitel behandelt das fortgeschrittene Verfahren der Regressionsanalyse bewusst in verkürzter und pragmatischer Form. Nach Bearbeitung des Kapitels soll der Leser die methodischen Grundlagen, Anwendungsmöglichkeiten und die Zielsetzung der Regressionsanalyse verstanden haben, um einfache eigene Berechnungen durchführen zu können und einen Einstieg in weiterführende Literatur zu erhalten. Dazu wird in dem Kapitel auch auf vertiefende Quellen hingewiesen. Was ist noch nötig, bevor Sie mit der Lektüre des Textes und der Bearbeitung der Formeln und Anwendungsbeispiele beginnen können? Ganz ohne Formeln geht es nicht. Also geht es auch nicht ohne Motivation und Disziplin. Der Aufwand lohnt sich aber. Denn Sie gewinnen nicht nur die Fähigkeit, eigene Daten qualifiziert zu hinterfragen. Sie schärfen auch Ihren Blick auf Daten und Schlussfolgerungen anderer. Es fällt Ihnen zunehmend leichter, deren Aussagen zu überprüfen und zu hinterfragen.

Marco Wölflé, Januar 2017.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Mathematisches Basiswissen</b>	<b>1</b>
1.1	Summenzeichen . . . . .	1
1.2	Doppelsummen . . . . .	2
1.3	Produktzeichen . . . . .	3
1.4	Fakultät . . . . .	4
1.5	Bruchrechnen . . . . .	4
1.6	Differenzen . . . . .	5
1.7	Stetige Veränderungsrate . . . . .	7
1.8	Logarithmen . . . . .	7
1.9	Minimumfunktion . . . . .	9
1.10	Interpolation . . . . .	9
1.11	Aufgaben und Lösungen . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Allgemeines und Grundlagen</b>	<b>18</b>
2.1	Gegenstand der Statistik . . . . .	18
2.2	Arten von Statistik . . . . .	19
2.2.1	Deskriptive Statistik . . . . .	19
2.2.2	Induktive Statistik . . . . .	19
2.3	Statistik in den Wirtschaftswissenschaften . . . . .	19
2.4	Täuschen mit Statistik . . . . .	20
2.4.1	Prozentwerte . . . . .	21
2.4.2	Darstellung . . . . .	22
2.4.3	Ungleichmäßige Verteilungen . . . . .	24
2.4.4	Trends . . . . .	25
2.5	Grundbegriffe . . . . .	26
2.5.1	Skalierung . . . . .	28
<b>3</b>	<b>Datengewinnung</b>	<b>31</b>
3.1	Primär- und Sekundärdaten . . . . .	31
3.2	Sekundärdatenquellen . . . . .	32
3.3	Primärdatenquellen . . . . .	34
3.3.1	Mündliche Befragung . . . . .	34
3.3.2	Telefonische Befragung . . . . .	35
3.3.3	Schriftliche Befragung . . . . .	35
3.3.4	Internetbefragung . . . . .	36
3.3.5	Messung und Beobachtung . . . . .	36
3.3.6	Experimente . . . . .	37
3.4	Ausrichtung der Daten . . . . .	37



<b>4</b>	<b>Häufigkeiten und Klassen</b>	<b>39</b>
4.1	Klassenbildung . . . . .	39
4.2	Häufigkeitsverteilung . . . . .	42
4.3	Klassenparameter . . . . .	44
4.4	Aufgaben und Lösungen . . . . .	46
<b>5</b>	<b>Daten darstellen</b>	<b>49</b>
5.1	Daten mit Excel bearbeiten . . . . .	52
<b>6</b>	<b>Lageparameter</b>	<b>58</b>
6.1	Arithmetisches Mittel . . . . .	59
6.2	Geometrisches Mittel . . . . .	61
6.3	Harmonisches Mittel . . . . .	64
6.4	Gewichtete Mittelwerte . . . . .	66
6.5	Gleitender Mittelwert . . . . .	68
6.6	Winsorisierung . . . . .	71
6.7	Median . . . . .	73
6.8	Perzentile . . . . .	74
6.9	Besondere Perzentile . . . . .	76
6.10	Modus . . . . .	78
6.11	Excel-Übung . . . . .	80
6.11.1	Arithmetisches Mittel . . . . .	80
6.11.2	Geometrisches Mittel . . . . .	81
6.11.3	Harmonisches Mittel . . . . .	81
6.11.4	Gewichtete Mittelwerte . . . . .	82
6.11.5	Gleitender Mittelwert . . . . .	83
6.11.6	Winsorisierung . . . . .	84
6.11.7	Median . . . . .	84
6.11.8	Perzentile . . . . .	86
6.12	Aufgaben und Lösungen . . . . .	86
6.12.1	Geometrisches Mittel . . . . .	86
6.12.2	Harmonisches Mittel . . . . .	88
6.12.3	Gewichtete Mittelwerte . . . . .	89
6.12.4	Gleitender Mittelwert . . . . .	90
6.12.5	Winsorisierung . . . . .	91
6.12.6	Median . . . . .	92
6.12.7	Perzentile . . . . .	93
6.12.8	Besondere Perzentile . . . . .	93
<b>7</b>	<b>Streuungsmaße</b>	<b>96</b>
7.1	Spannweite . . . . .	96
7.2	Perzentile . . . . .	96
7.3	Varianz und Standardabweichung . . . . .	96
7.4	Variationskoeffizient . . . . .	101
7.5	Standardisierung . . . . .	102
7.6	Excel-Übung . . . . .	103
7.7	Aufgaben und Lösungen . . . . .	106
7.7.1	Varianz und Standardabweichung . . . . .	106
7.7.2	Variationskoeffizient . . . . .	106
7.7.3	Standardisierung . . . . .	107

<b>8</b>	<b>Zentrale Momente</b>	<b>109</b>
8.1	Schiefe . . . . .	109
8.2	Kurtosis . . . . .	112
8.3	Excel-Übung . . . . .	114
8.4	Aufgaben und Lösungen . . . . .	115
<b>9</b>	<b>Konzentration</b>	<b>116</b>
9.1	Konzentrationsindizes . . . . .	117
9.2	Lorenzkurve . . . . .	119
9.3	Gini-Koeffizient . . . . .	123
9.4	Atkinson-Maß . . . . .	124
9.5	Hoover-Ungleichheitsverteilung . . . . .	125
9.6	Excel-Übung . . . . .	127
9.7	Aufgaben und Lösungen . . . . .	128
9.7.1	Konzentrationsmaße . . . . .	128
9.7.2	Lorenzkurve . . . . .	129
9.7.3	Gini-Koeffizient . . . . .	131
9.7.4	Hoover-Ungleichheitsverteilung . . . . .	132
<b>10</b>	<b>Indizes</b>	<b>133</b>
10.1	Gliederungszahlen . . . . .	133
10.2	Beziehungszahlen . . . . .	134
10.3	Indezzahlen . . . . .	134
10.4	Indextransformation . . . . .	142
10.4.1	Umbasierung . . . . .	142
10.4.2	Verkettung . . . . .	143
10.4.3	Verknüpfung . . . . .	145
10.5	Excel-Übung . . . . .	147
10.6	Aufgaben und Lösungen . . . . .	151
10.6.1	Indexberechnung . . . . .	151
10.6.2	Indextransformation . . . . .	151
10.6.3	Verknüpfung . . . . .	152
<b>11</b>	<b>Bivariate Daten</b>	<b>153</b>
11.1	Streudiagramm . . . . .	153
11.2	Kreuztabelle . . . . .	154
11.3	Korrelation . . . . .	156
11.3.1	Bravais-Pearson . . . . .	157
11.3.2	Spearman . . . . .	159
11.4	Excel-Übung . . . . .	160
11.5	Aufgaben und Lösungen . . . . .	162
<b>12</b>	<b>Wahrscheinlichkeitsrechnung</b>	<b>164</b>
12.1	Mengenlehre . . . . .	164
12.2	Ereignisalgebra . . . . .	167
12.3	Wahrscheinlichkeitsbegriffe . . . . .	168
12.3.1	Klassische Definition . . . . .	168
12.3.2	Empirische Definition . . . . .	169
12.3.3	Subjektive Definition . . . . .	170
12.4	Wahrscheinlichkeitsregeln . . . . .	171

12.5 Aufgaben und Lösungen . . . . .	176
<b>13 Wahrscheinlichkeitsverteilung</b>	<b>186</b>
13.1 Allgemeines . . . . .	186
13.2 Binomialverteilung . . . . .	188
13.3 Poisson-Verteilung . . . . .	190
13.4 Stetige Wahrscheinlichkeitsverteilungen . . . . .	191
13.5 Normalverteilung . . . . .	192
13.6 Aufgaben und Lösungen . . . . .	195
13.6.1 Binomialverteilung . . . . .	195
13.6.2 Poisson-Verteilung . . . . .	195
13.6.3 Normalverteilung . . . . .	196
<b>14 Schätztheorie</b>	<b>199</b>
14.1 Einführende Definitionen . . . . .	199
14.2 Schätztheorie . . . . .	200
14.3 Schätzung von Anteilen . . . . .	203
14.4 Notwendiger Stichprobenumfang . . . . .	203
14.5 Aufgaben und Lösungen . . . . .	204
<b>15 Regressionsanalyse</b>	<b>208</b>
15.1 Einfaches lineares Regressionsmodell . . . . .	209
15.1.1 Anwendungsbeispiel . . . . .	215
15.2 Multiple lineare Regression . . . . .	218
15.2.1 Anwendungsbeispiel . . . . .	219
15.2.2 Regression in der Praxis . . . . .	220
15.3 Herangehensweise und formale Annahmen . . . . .	220
15.3.1 Herleitung der Schätzer . . . . .	220
15.3.2 Wichtige Annahmen . . . . .	222
15.4 Gütekriterien . . . . .	227
15.4.1 Bestimmtheitsmaß . . . . .	227
15.4.2 Weitere Gütekriterien . . . . .	228
15.4.3 Parameterschätzer . . . . .	228
15.5 Anwendungsbeispiel . . . . .	230
15.6 Regression als Zeitreihenmodell . . . . .	234
15.7 Aufgaben und Lösungen . . . . .	236
<b>Literatur</b>	<b>239</b>
<b>Appendix</b>	<b>240</b>



# Kapitel 1

## Mathematisches Basiswissen

Dieses Kapitel besteht aus einer Auswahl grundlegender mathematischer Verfahren, die zum tieferen Verständnis der folgenden Kapitel hilfreich sind.

### 1.1 Summenzeichen

In der Statistik und zur Zusammenfassung von Sachverhalten wird oft das Summenzeichen verwendet und mit dem griechischen Buchstaben Sigma dargestellt:

$$N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = \sum_{i=1}^4 N_i \quad (1.1)$$

Es eignet sich besonders, wenn lange Summen in verkürzter Form dargestellt werden sollen:

$$N_1 + N_2 + \dots + N_m = \sum_{i=1}^m N_i \quad (1.2)$$

Gleichung (1.2) zeigt, dass der unter Umständen sehr lange Ausdruck auf der linken Seite in nur einem Term auf der rechten zusammengefasst werden kann. Da sich Summen wie eine Aneinanderreihung von Pluszeichen verhalten, lassen sich folgende Rechenregeln festlegen:

$$\sum_{i=1}^n (a_i + b_i) = \sum_{i=1}^n a_i + \sum_{i=1}^n b_i \quad (1.3)$$