

Der Inhalt (im Überblick)

	Einführung	xxv
1	Informationen visualisieren: <i>Der erste Eindruck</i>	1
2	Maße der zentralen Tendenz: <i>Der Mittelweg</i>	45
3	Messen von Variabilität und Streuung: <i>Mächtige Spannweite</i>	83
4	Berechnung von Wahrscheinlichkeiten: <i>Risiken eingehen</i>	127
5	Anwendung diskreter Wahrscheinlichkeitsverteilungen: <i>Erwartungen kontrollieren</i>	197
6	Permutationen, Variationen, Kombinationen: <i>Auswählen und anordnen</i>	241
7	Geometrische, Binomial- und Poisson-Verteilung: <i>Wir machen das diskret</i>	269
8	Anwendung der Normalverteilung: <i>Normalität</i>	325
9	Anwendung der Normalverteilung, Teil II: <i>Jenseits der Normalität</i>	361
10	Anwendung von Stichprobentechniken: <i>Stichproben ziehen</i>	415
11	Schätzen von Populationen und Stichproben: <i>Vorhersagen treffen</i>	441
12	Konfidenzintervalle festlegen: <i>Begründete Vermutungen</i>	487
13	Hypothesentests anwenden: <i>Befassen Sie sich mit der Befundlage</i>	521
14	Die χ^2 -Verteilung: <i>Irgendwas geht hier vor ...</i>	567
15	Korrelation und Regression: <i>Wo ist denn hier die Mittellinie?</i>	605
A	Übriggebliebenes: <i>Die Top Ten (der Themen, die wir nicht behandelt haben)</i>	643
B	Statistische Tabellen: <i>Zum Nachschlagen</i>	657
	Index	663

Der Inhalt (jetzt ausführlich)

Einführung

Ihr Statistiker-Gehirn. Sie versuchen, etwas zu lernen, und Ihr Hirn tut sein Bestes, damit das Gelernte **nicht** hängen bleibt. Es denkt nämlich: »Wir sollten lieber ordentlich Platz für wichtigere Dinge lassen, zum Beispiel dafür, welche Tiere einem gefährlich werden könnten oder dass es eine ganz schlechte Idee ist, nackt Snowboard zu fahren.« Tja, wie schaffen Sie es nun, Ihr Gehirn davon zu überzeugen, dass Ihr **Leben** von soliden Statistikenntnissen abhängen könnte?

Für wen ist dieses Buch?	xxvi
Wir wissen, was Sie gerade denken	xxvii
Metakognition: Nachdenken übers Denken	xxix
Und das können SIE tun, um sich Ihr Gehirn gefügig zu machen	xxxI
Lies mich!	xxxii
Die Gutachter	xxxiv
Danksagungen	xxxv

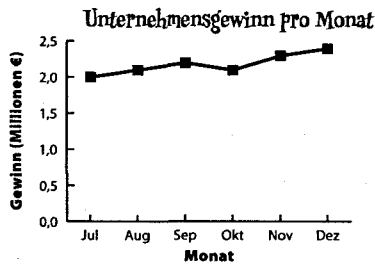
Informationen visualisieren

1

Der erste Eindruck

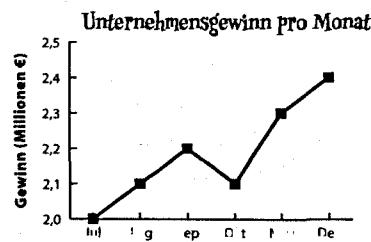
Ihre Zahlen sagen Ihnen nichts?

Statistik hilft Ihnen, Sinn in verwirrende Datensammlungen zu bringen. Statistik **macht Komplexes einfach**. Und sobald Sie herausgefunden haben, was in den Daten drinsteckt, brauchen Sie **Darstellungsmöglichkeiten**, um es anderen **grafisch vermitteln** zu können. Wenn Sie nach dem besten Diagrammformat für eine Aufgabe suchen, werfen Sie sich mal Ihre Jacke über und schnappen sich Ihren Lieblingsrechenchieber. Kommen Sie mit, wir fahren nach Statistingen.



Siehst du, was ich meine?
Der Gewinn ist Monat für
Monat fast der gleiche.

Ach was,
der Gewinn
ist umwerfend.
Guck doch, wie der
steigt!



Statistiken sind überall	2
Aber wozu Statistik lernen?	3
Das Märchen von den zwei Diagrammen	4
Manic Mango braucht ein paar Diagramme	7
Das bescheidene Kreisdiagramm	8
Balkendiagramme können für mehr Präzision sorgen	10
Vertikale Balkendiagramme	10
Horizontale Balkendiagramme	11
Auf die Skala kommt es an	12
Häufigkeitsskalen verwenden	13
Mit mehreren Datenreihen arbeiten	14
Kategorien vs. Zahlen	18
Mit gruppierten Daten arbeiten	19
Histogramm anlegen	20
Schritt 1: Balkenbreiten bestimmen	26
Schritt 2: Balkenhöhen bestimmen	27
Schritt 3: Histogramm zeichnen	28
Einführung der kumulierten Häufigkeit	34
Summenhäufigkeitspolygon zeichnen	35
Auswählen des passenden Diagrammtyps	39
Manic Mango hat den Spielmarkt gestürmt!	43

Maße der zentralen Tendenz

Der Mittelweg

2

Manchmal muss man einfach zum Kern einer Sache vordringen.

Es kann schwierig sein, in einer großen Menge von Zahlen Muster und Trends zu erkennen, und die Ermittlung eines **Durchschnittswerts** ist oft der erste Schritt in Richtung Erfassung des Gesamtbilds. Wenn Ihnen **Mittelwerte** zur Verfügung stehen, können Sie besonders repräsentative Werte in Ihren Daten schnell identifizieren und wichtige Schlüsse ziehen. In diesem Kapitel sehen wir uns für eine der wichtigsten Statistiken, die es gibt, verschiedene Berechnungsmöglichkeiten an – arithmetisches Mittel (oder schlicht Mittelwert), Median und Modalwert –, und Sie werden lernen, wie Sie **Daten** möglichst effektiv, knapp und sinnvoll **zusammenfassen** können.



Willkommen im Vital-Center	46
Der gebräuchlichste Mittelwert ist das arithmetische Mittel	47
Mittelwert-Mathe	48
Mit Unbekannten rechnen	49
Zurück zum Mittelwert	50
Zurück im Vital-Center	53
Everybody was Kung Fu fighting ...	54
Wir haben Ausreißer in den Daten	57
Diesmal waren's die Ausreißer (nicht der Butler)	58
Unterhaltung am Wasserspender	60
Bestimmung des Medians	61
In drei Schritten zum Median	62
Das Geschäft brummt	65
Schwimmkurs »Kleine Entchen«	66
Was ist mit Mittelwert und Median schiefgegangen?	69
Was sollte man mit solchen Daten machen?	69
Die vielen Arten des Mittelwerts (<i>Arithmetisches Mittel im Brennpunkt</i>)	71
Einführung des Modalwerts	73
In drei Schritten zum Modalwert	74
Glückwunsch!	75

Messen von Variabilität und Streuung

3

Mächtige Spannweite

Manches ist nicht sehr stabil, aber wie erkennt man das?

Mittelwerte leisten gute Arbeit und liefern Ihnen typische Werte Ihrer Daten, Sie erfahren von ihnen aber nicht die ganze Wahrheit. Okay, Sie kennen jetzt das Zentrum Ihrer Daten, aber arithmetisches Mittel, Median und Modalwert allein geben Ihnen nicht genug Informationen, um eine Datenreihe zu charakterisieren. In diesem Kapitel zeigen wir Ihnen, wie Sie bei der Entwicklung Ihrer statistischen Fähigkeiten die nächste Stufe erreichen – wir beginnen jetzt mit der Analyse von **Streuung und Variabilität** in Ihren Daten.



Alle drei Spieler haben die gleichen mittleren Ergebnisse im Korbwerfen, und jetzt brauche ich irgendetwas, um zwischen den dreien zu entscheiden. Glauben Sie, Sie können mir da helfen?



Gesucht wird: ein neuer Spieler	84
Wir müssen die Ergebnisse der Spieler vergleichen	85
Daten nach Spannweite unterscheiden	86
Das Problem mit den Ausreißern	89
Wir müssen von den Ausreißern weg	91
Die Quartile helfen uns aus der Patsche	92
Der Interquartilsabstand schließt Ausreißer aus	93
Quartil-Anatomie	94
Wir sind nicht auf Quartile beschränkt	98
Und was sind Perzentile?	99
Schwankungsbereiche mit Boxplots darstellen	100
Variabilität ist mehr als reine Streuung	104
Mittlere Abstände berechnen	105
Man kann die Variabilität mit der Varianz messen ...	106
... aber die Standardabweichung ist intuitiver	107
Vermessung einer Standardabweichung (<i>Standardabweichung im Brennpunkt</i>)	108
Eine schnellere Methode zur Berechnung der Varianz	113
Und wenn wir für Vergleichszwecke eine Baseline brauchen?	118
Werte aus verschiedenen Datenreihen mit z-Werten vergleichen	119
Standardwerte interpretieren	120
Statistinger Basketball-Club holt den Meisterschaftstitel!	125

Anwendung diskreter Wahrscheinlichkeitsverteilungen

5

Erwartungen kontrollieren

Auch unwahrscheinliche Ereignisse kommen vor, aber was sind die Konsequenzen?

Bis jetzt haben wir uns angesehen, was Ihnen Wahrscheinlichkeiten über die Sicherheit einzelner Ereignisse sagen. Wahrscheinlichkeiten sagen Ihnen aber nichts über die **Auswirkung** dieser Ereignisse **insgesamt** und was das für Sie bedeutet. Sicher, manchmal räumen Sie am Roulettetisch richtig ab, aber ist es das wert bei dem ganzen Geld, das Sie bis dahin verlieren? In diesem Kapitel zeigen wir Ihnen, wie Sie mit Wahrscheinlichkeiten die **langfristigen Resultate vorhersagen**, und auch, wie sich die **Sicherheit Ihrer Vorhersagen** messen lässt.



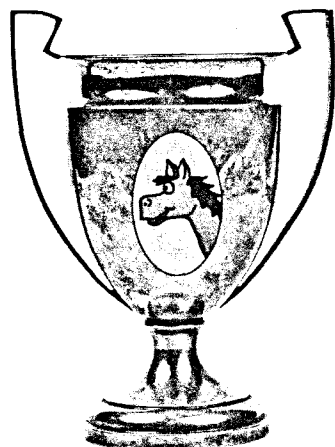
Zurück in der Statistinger Spielbank	198
Wir können für den einarmigen Banditen eine Wahrscheinlichkeitsverteilung anlegen	201
Der Erwartungswert sagt Ihnen das Resultat voraus ...	204
... und die Varianz erzählt Ihnen etwas über die Streuung	205
Varianz von Wahrscheinlichkeitsverteilungen	206
Berechnen wir jetzt die Varianz des einarmigen Banditen	207
Die Statistinger Spielbank hat die Preise geändert	212
Zwischen $E(X)$ und $E(Y)$ gibt es eine lineare Beziehung	217
Transformationen beim Spielautomaten	218
Allgemeine Formeln für lineare Transformationen	219
Jeder Zug am Hebel ist eine unabhängige Beobachtung	222
Kurzformen für Beobachtungen	223
Neuer einarmiger Bandit gesichtet	229
Addition von $E(X)$ und $E(Y)$ führt zu $E(X+Y)$...	230
... und Subtraktion von $E(X)$ und $E(Y)$ führt zu $E(X-Y)$	231
Man kann sogar lineare Transformationen addieren und subtrahieren	232
Jackpot!	238

Permutationen, Variationen, Kombinationen

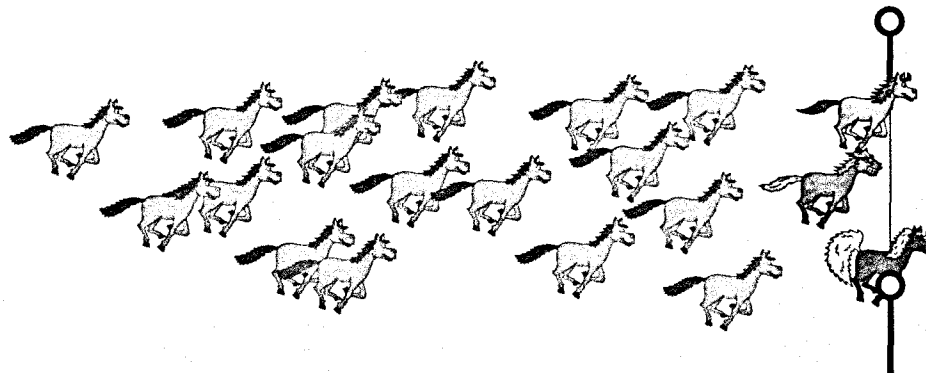
6 Auswählen und anordnen

Manchmal kommt es auf die Reihenfolge an.

Es ist zeitraubend, **alle vorhandenen Möglichkeiten** dazu durchzuzählen, wie sich irgendetwas anordnen lässt. Das Problem ist nur, dass solche Informationen zur Berechnung bestimmter Wahrscheinlichkeiten **unverzichtbar** sind. In diesem Kapitel zeigen wir Ihnen ein paar **zeitsparende Methoden**, an solche Informationen zu kommen, ohne vorher alle Varianten einzeln herausfinden zu müssen. Kommen Sie mal mit, dann zeigen wir Ihnen, wie sich solche **Möglichkeiten zählen** lassen.



Das Statistinger Derby	242
Dreier-Rennen ist angesagt	243
Wie viele Möglichkeiten zum Überqueren der Ziellinie gibt es?	245
Anzahl aller Anordnungen berechnen	246
Immer im Kreis ...	247
Zeit für Darwins Derby	251
Elementweise anordnen ist etwas anderes als nach Klasse anordnen	252
Wir müssen die Tiere nach Gattung anordnen	253
Generalisierte Formel für Permutationen nach Klassen	254
Zeit für das Zwanzig-Pferde-Rennen	257
Wie viele Möglichkeiten gibt es für die ersten drei Positionen?	258
Untersuchung von Variationen	259
Und wenn die Reihenfolge der Pferde egal ist?	260
Untersuchung von Kombinationen	261
Spielt die Reihenfolge wirklich eine Rolle? (<i>Kombination im Brennpunkt</i>)	262
Das Rennen ist gelaufen	268



Geometrische, Binomial- und Poisson-Verteilung

7

Wir machen das diskret

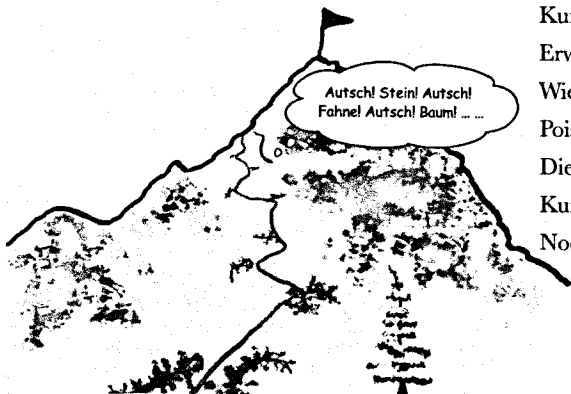
Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu berechnen, kostet Zeit.

Bisher haben wir uns angesehen, wie man Wahrscheinlichkeitsverteilungen berechnet und anwendet, aber es wäre doch nett, wenn man etwas hätte, mit dem es sich **leichter arbeiten** ließe oder das **schneller berechnet** werden könnte. In diesem Kapitel zeigen wir Ihnen ein paar **spezielle Wahrscheinlichkeitsverteilungen**, die klar definierten Mustern folgen. Wenn Sie diese Muster kennen, sind Sie in der Lage, **Wahrscheinlichkeiten, Erwartungswerte und Varianzen in Rekordzeit zu berechnen**. Lesen Sie weiter, dann stellen wir Ihnen die geometrische, die Binomial- und die Poisson-Verteilung vor.

Popcorn-Maschine



Getränkeautomat



Sven, der vom Pech verfolgte Snowboarder	270
Wir müssen Svens Wahrscheinlichkeitsverteilung finden	273
In dieser Wahrscheinlichkeitsverteilung gibt es ein Muster	274
Die Wahrscheinlichkeitsverteilung lässt sich algebraisch darstellen	277
Die geometrische Verteilung funktioniert auch mit Ungleichungen	279
Muster der Erwartungswerte der geometrischen Verteilung	280
Der Erwartungswert ist $1/p$	281
Bestimmung der Varianz unserer Verteilung	283
Kurzanweisung zur geometrischen Verteilung	284
Wer gewinnt den Drehstuhl?	287
Sie haben die geometrische Verteilung gebändigt	287
Mitmachen oder passen?	291
Generalisierung der Wahrscheinlichkeit für drei Fragen	293
Generalisieren wir die Wahrscheinlichkeit noch weiter	296
Was ist der Erwartungswert, was ist die Varianz?	298
Erwartungswert und Varianz der Binomialverteilung	301
Kurzanweisung zur Binomialverteilung	302
Erwartungswert und Varianz der Poisson-Verteilung	308
Wie sieht die Wahrscheinlichkeitsverteilung aus?	312
Poissonverteilte Variablen kombinieren	313
Die verkappte Poisson-Verteilung	316
Kurzanweisung zur Poisson-Verteilung	319
Noch jemand Popcorn?	319

Anwendung der Normalverteilung

8

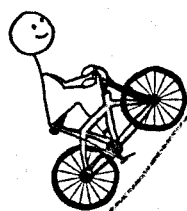
Normalität

Diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilungen kommen nicht mit jeder Situation zurecht.

Bis jetzt haben wir uns Wahrscheinlichkeitsverteilungen exakter Werte angesehen, aber das trifft nicht auf jeden Datensatz zu. Manche Daten **passen einfach nicht** zu den Wahrscheinlichkeitsverteilungen, denen wir bisher begegnet sind. In diesem Kapitel werden wir uns ansehen, wie **kontinuierliche Wahrscheinlichkeitsverteilungen** funktionieren, und wir werden Ihnen eine der wichtigsten Wahrscheinlichkeitsverteilungen überhaupt vorstellen – **die Normalverteilung**.



Diskrete Daten nehmen nur exakte Werte an ...	326
... aber nicht alle numerischen Daten sind diskret	327
Wie viel Verspätung?	328
Wir brauchen eine Verteilung für kontinuierliche Daten	329
Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen für kontinuierliche Daten	330
Wahrscheinlichkeit = Fläche	331
Zur Berechnung der Wahrscheinlichkeit beginnen Sie mit $f(x)$...	332
... dann bestimmen Sie die Wahrscheinlichkeit, indem Sie die Fläche berechnen	333
Wir haben die Wahrscheinlichkeit gefunden	337
Die Suche nach der verwandten Seele	338
Das Modell vom Mann	339
Die Normalverteilung ist das »Ideal« kontinuierlicher Daten	340
Und wie bestimmen wir normalverteilte Wahrscheinlichkeiten?	341
Drei Schritte zur Berechnung normalverteilter Wahrscheinlichkeiten	342
Schritt 1: Bestimmen Sie Ihre Verteilung	343
Schritt 2: Standardisieren auf $N(0, 1)$	344
Beim Standardisieren verschieben wir zuerst den Mittelwert ...	345
... anschließend stauchen wir die Kurve in der Breite zusammen	345
Berechnen Sie z für den Wert, dessen Wahrscheinlichkeit Sie suchen	346
Schritt 3: Schlagen Sie die Wahrscheinlichkeit in der Tabelle nach	349
Wahrscheinlichkeitstabelle der Standardnormalverteilung anwenden	349
Und wenn sie nicht gestorben sind ...	359



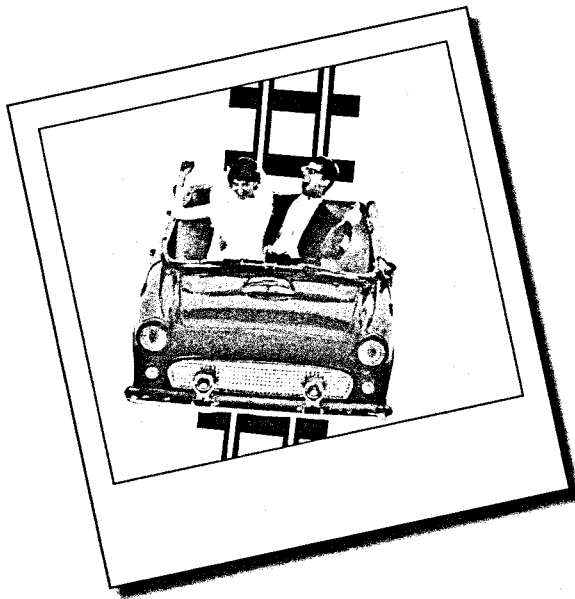
Anwendung der Normalverteilung, Teil II

Jenseits der Normalität

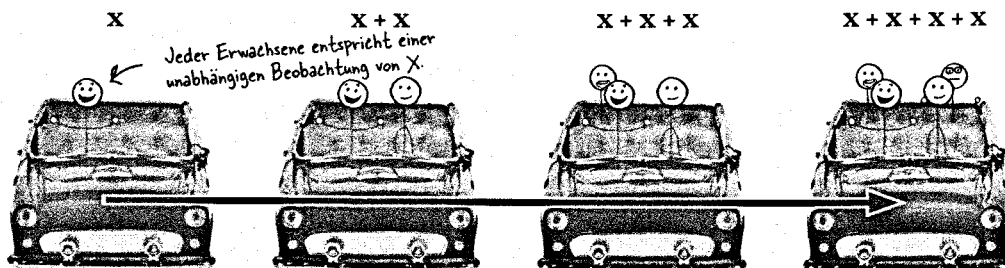
9

Wenn nur alle Wahrscheinlichkeitsverteilungen normal wären.

Mit der Normalverteilung wird das Leben um einiges **leichter**. Warum die ganze Zeit damit zubringen, einzelne Wahrscheinlichkeiten auszurechnen, wenn man in einem Rutsch ganze Wahrscheinlichkeitsbereiche nachsehen kann und dann immer noch Zeit für ein Spielchen bleibt? In diesem Kapitel erfahren Sie, wie sich **komplexere Probleme** im Handumdrehen lösen lassen, außerdem werden Sie herausfinden, wie sich die Vorzüge der Normalverteilung **auf andere Wahrscheinlichkeitsverteilungen übertragen** lassen.



Achterbahn ins Glück, alles einsteigen	363
Normalverteilung Bräute + Normalverteilung Bräutigame	364
Aber es geht immer noch um das Gewicht	365
Wie ist das kombinierte Gewicht verteilt?	367
Wahrscheinlichkeiten ermitteln	370
Immer mehr Leute wollen auf die Achterbahn ins Glück	375
Lineare Transformationen ändern Ihre Daten ...	376
... unabhängige Beobachtungen entsprechen der Anzahl Ihrer Werte	377
Erwartungswert und Varianz von unabhängigen Beobachtungen	378
Mitmachen oder passen?	383
Die Normalverteilung springt ein	386
Wann lässt sich die Binomial- durch die Normalverteilung schätzen?	389
Schätzung mit der Normalverteilung, überarbeitet	394
Die Binomialverteilung ist diskret, die Normalverteilung kontinuierlich	395
Vor Berechnung der Schätzung Kontinuitätskorrektur anwenden	396
Warum normal sein kein bisschen langweilig ist (<i>Normalverteilung im Brennpunkt</i>)	404
Achterbahn ins Glück, alles einsteigen	405
Wann lässt sich die Poisson- durch die Normalverteilung schätzen?	407
Regelrecht unkontrollierter Erfolg!	413



Anwendung von Stichprobentechniken

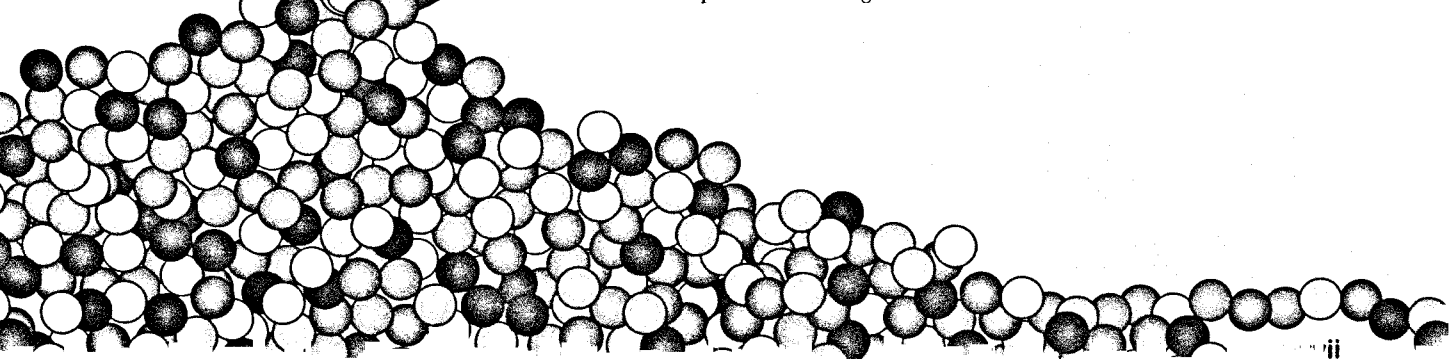
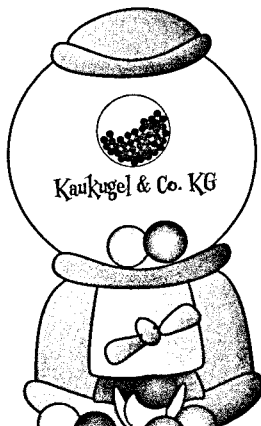
10

Stichproben ziehen

Statistik hat mit Daten zu tun, aber wo kommen die her?

Hin und wieder ist es leicht, Daten zu sammeln, beispielsweise das Alter der Leute, die ein Fitnesscenter besuchen, oder die Verkaufszahlen eines Spieleherstellers. Aber was ist, wenn es nicht so einfach ist, an Daten heranzukommen? Manchmal ist das, worüber wir etwas wissen wollen, **so umfangreich**, dass uns nicht klar ist, wo wir anfangen sollen. In diesem Kapitel beschäftigen wir uns damit, wie man **unter Realbedingungen effektiv Daten erhebt**, effizient, präzise und so, dass man sogar noch Zeit und Geld dabei spart. Herzlich willkommen zu den Stichprobenverfahren.

Der Kaukugel & Co.-Geschmackstest	416
Die Kaugummikugeln werden knapp	417
Kaukugel-Stichprobe statt gesamte Kaukugel-Population testen	418
So funktionieren Stichproben	419
Wenn die Stichprobenauswahl danebengeht ...	420
Wie man eine Stichprobe plant	422
Definieren Sie Ihren Stichprobenrahmen	423
Manchmal sind Stichproben systematisch verzerrt	424
Quellen systematischer Verzerrung	425
Wie man eine Stichprobe zieht	430
Einfache Zufallsauswahl	430
Auswahl einer einfachen Zufallsstichprobe	431
Es gibt noch andere Auswahlverfahren	432
Man könnte eine geschichtete Stichprobe ziehen ...	432
... oder eine Klumpenstichprobe...	433
... oder auch eine systematische Stichprobe	433
Eine Stichprobe für Kaukugel & Co.	439



Schätzen von Populationen und Stichproben

11

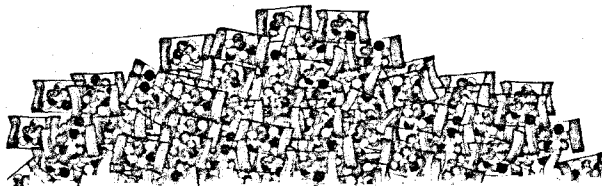
Vorhersagen treffen

Es wäre doch toll, wenn Sie bloß eine einzige Stichprobe ziehen müssten und wüssten, wie die Population aussieht.

Bevor Sie **Meisterschaft in allen Stichprobenfragen** für sich beanspruchen können, müssen Sie wissen, wie sich das meiste aus den von Ihnen erhobenen Stichproben herausholen lässt, also **Eigenschaften der Population** vorherzusagen und herauszufinden, wie sich die **Zuverlässigkeit** dieser Vorhersagen beschreiben lässt. In diesem Kapitel zeigen wir Ihnen, wie die Kenntnis Ihrer Stichprobe Ihnen dabei hilft, **Ihre Population kennenzulernen** und umgekehrt.

Also, wie lange hält der Geschmack wirklich?	442
Beginnen wir mit der Schätzung des Populationsmittelwerts	443
Mit Punktschätzern lassen sich Populationsparameter schätzen	444
Lassen Sie uns die Populationsvarianz schätzen	448
Wir brauchen einen anderen Schätzer als die Stichprobenvarianz	449
Welche Formel ist wofür?	451
Eine Frage der Verhältnismäßigkeit	454
Was hat das mit Stichproben zu tun?	459
Die Verteilung des Stichprobenanteils	460
Welchen Erwartungswert hat P_x ?	462
Und welche Varianz hat P_x ?	463
Bestimmen Sie die Verteilung von P_x ,	464
P_x folgt der Normalverteilung	465
Wir brauchen Wahrscheinlichkeiten für den Stichprobenmittelwert	471
Die Stichprobenverteilung des Mittelwerts	472
Bestimmen Sie den Erwartungswert von \bar{X}	474
Wie sieht's mit der Varianz von \bar{X} aus?	476
Welche Verteilung hat \bar{X} ?	480
Bei großem n kann man \bar{X} immer noch durch die Normalverteilung schätzen	481
Anwendung des zentralen Grenzwertsatzes	482
Die Stichproben haben die Situation gerettet!	486

Das ist toll! Wir haben jede Menge eindrucksvoller Statistiken, die wir für unsere Werbung nehmen können.



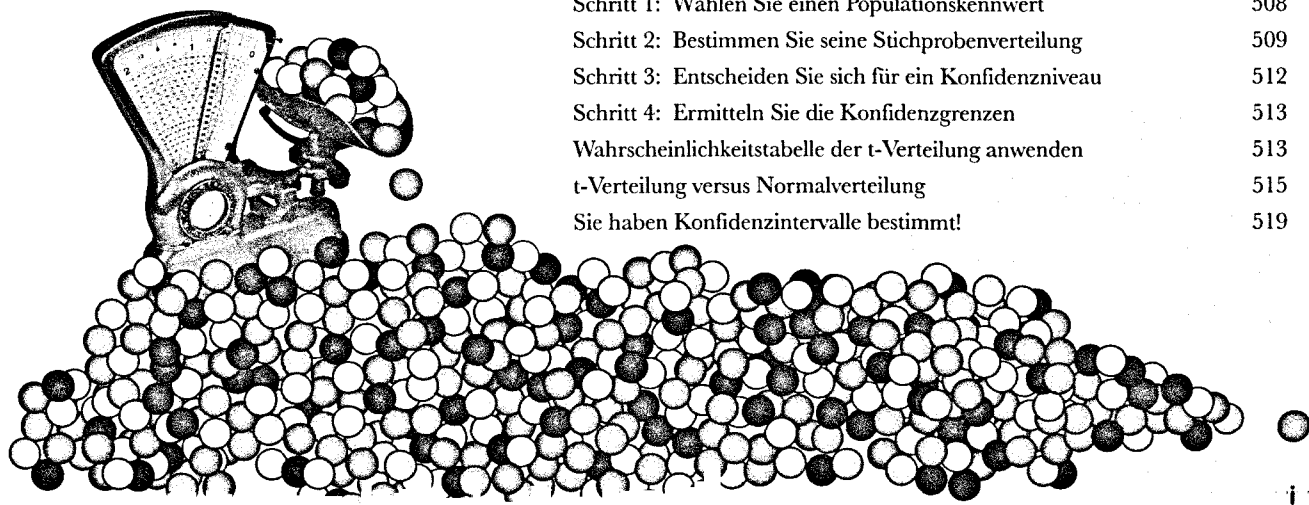
Konfidenzintervalle festlegen

12

Begründete Vermutungen

Manchmal kommt man mit einer Stichprobe nicht ganz zum richtigen Ergebnis. Sie haben gesehen, wie sich mit Punktschätzern die Werte der eigentlichen Populationsparameter Mittelwert, Varianz und Anteil schätzen lassen, das Problem ist aber, wie wollen Sie sicher sein, dass Ihre Schätzung korrekt ist? Alles in allem basieren Ihre Mutmaßungen ja lediglich auf einer einzigen Stichprobe – und wenn die nun danebenliegt? In diesem Kapitel werden Sie eine andere Methode kennenlernen, um Populationskennwerte zu schätzen, eine, die den Unsicherheitsfaktor einbezieht. Schnappen Sie sich Ihre Wahrscheinlichkeitstabellen, wir machen Sie jetzt bis ins letzte Detail mit Konfidenzintervallen bekannt.

Kaukugel & Co. hat Schwierigkeiten	488
Das Problem mit der Genauigkeit	489
Einführung von Konfidenzintervallen	490
Vier Schritte zur Bestimmung eines Konfidenzintervalls	491
Schritt 1: Wählen Sie einen Populationskennwert	492
Schritt 2: Bestimmen Sie seine Stichprobenverteilung	492
Schritt 3: Entscheiden Sie sich für ein Konfidenzniveau	494
Schritt 4: Ermitteln Sie die Konfidenzgrenzen	496
Beginnen Sie mit der Bestimmung von Z	497
Formen Sie die Ungleichung nach μ um	498
Und zu guter Letzt: Bestimmen Sie den Wert von \bar{X}	501
Fassen wir die einzelnen Schritte zusammen	503
Handliche Kurzformen für Konfidenzintervalle	504
Schritt 1: Wählen Sie einen Populationskennwert	508
Schritt 2: Bestimmen Sie seine Stichprobenverteilung	509
Schritt 3: Entscheiden Sie sich für ein Konfidenzniveau	512
Schritt 4: Ermitteln Sie die Konfidenzgrenzen	513
Wahrscheinlichkeitstabelle der t -Verteilung anwenden	513
t -Verteilung versus Normalverteilung	515
Sie haben Konfidenzintervalle bestimmt!	519



Hypothesentests anwenden

13

Befassen Sie sich mit der Befundlage

Sie können sich nicht auf alles verlassen, was man Ihnen erzählt.

Das Problem ist nur: Woran erkennen Sie, ob das, was Sie hören, auch stimmt? **Hypothesentests** bieten Ihnen die Möglichkeit zu überprüfen, mit welcher **Wahrscheinlichkeit** statistische Aussagen zutreffen. Sie ermöglichen, **vorliegende Befunde abzuwägen** und zu untersuchen, ob man **extreme Ergebnisse als reinen Zufall** betrachten kann oder ob womöglich noch dunklere Mächte am Werk sind. Kommen Sie mit und begleiten Sie uns durch dieses Kapitel, dann zeigen wir Ihnen, wie sich mithilfe von Hypothesentests Ihre schlimmsten **Befürchtungen bestätigen oder beseitigen** lassen.

In Statistiken gibt's ein neues Wundermittel	522
Wie sieht denn die Problemstellung aus?	524
Problemlösung aus 20 km Höhe	526
Die sechs Schritte des Hypothesentestens	527
Schritt 1: Formulieren Sie Ihre Hypothese	528
Schritt 2: Wählen Sie Ihre Prüfgröße	531
Schritt 3: Bestimmen Sie den Ablehnungsbereich	532
Schritt 4: Bestimmen Sie den p-Wert	535
Schritt 5: Liegt das Stichprobenergebnis im Ablehnungsbereich?	537
Schritt 6: Treffen Sie Ihre Entscheidung	537
Und wenn die Stichprobe größer wäre?	540
Führen wir noch einen Hypothesentest durch	543
Schritt 1: Formulieren Sie die Hypothesen	543
Schritt 2: Wählen Sie Ihre Prüfgröße	544
Binomialverteilung der Prüfgröße mit der Normalverteilung schätzen	547
Schritt 3: Bestimmen Sie den Ablehnungsbereich	548
Fehler kommen vor	552
Beginnen wir mit dem Fehler 1. Art	556
Und wie sieht's mit dem Fehler 2. Art aus?	557
Fehlentscheidungen für Schnarchivin identifizieren	558
Wir müssen den Wertebereich bestimmen	559
Bestimmen von P(Fehler 2. Art)	560
Einführung der Teststärke	561
Die Ärztin ist zufrieden	562



Die χ^2 -Verteilung

14

Irgendwas geht hier vor ...**Manchmal entwickeln sich die Dinge nicht ganz wie erwartet.**

Wenn Sie eine bestimmte Situation mit einer Wahrscheinlichkeitsverteilung modellieren, haben Sie eine genaue Vorstellung davon, wie sich die Dinge langfristig entwickeln. Und wenn **Erwartungen und Ergebnisse** nicht übereinstimmen? Wie können Sie feststellen, ob solche Abweichungen auf normale Schwankungen oder auf ein Problem mit dem dahinterstehenden Wahrscheinlichkeitsmodell zurückzuführen sind? In diesem Kapitel zeigen wir Ihnen, wie Sie **Daten** mit der χ^2 -Verteilung **analysieren** und **verdächtige Ergebnisse aufspüren**.

In der Statistinger Spielbank riecht es nach Ärger	568
Kümmern wir uns zuerst um die einarmigen Banditen	569
Der χ^2 -Test untersucht Unterschiede	571
Was stellt die Prüfgröße denn nun dar?	572
Die χ^2 -Verteilung hat zwei Hauptanwendungen	573
ν entspricht den Freiheitsgraden	574
Und die Signifikanz?	575
Hypothesentest mit χ^2	576
Sie haben das Rätsel um den einarmigen Banditen gelöst	579
In der Spielbank gibt es ein weiteres Problem	585
Mit der χ^2 -Verteilung kann man auf Unabhängigkeit prüfen	586
Erwartete Häufigkeiten mit der Wahrscheinlichkeitsrechnung bestimmen	587
Wie sieht's also mit den erwarteten Häufigkeiten aus?	588
Wir müssen noch die Freiheitsgrade berechnen	591
Generalisierte Berechnung von Freiheitsgraden	596
Und die Formel lautet ...	597
Sie haben gerade die Spielbank gerettet	599

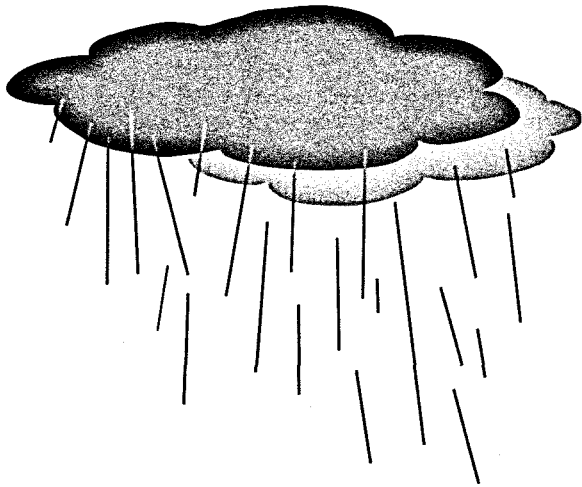


Korrelation und Regression

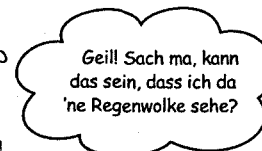
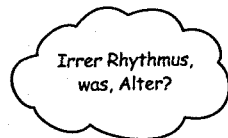
15

Wo ist denn hier die Mittellinie?

Haben Sie sich je gefragt, wie zwei Sachverhalte zusammenhängen? Bis jetzt haben wir uns überwiegend mit Bereichen der Statistik beschäftigt, die Ihnen etwas über eine einzige Variable mitteilen – Körpergröße von Männern, Punktstände von Basketballspielern, Geschmacksdauer von Kaugummikugeln. Andere Bereiche der Statistik beschäftigen sich dagegen mit den **Beziehungen zwischen Variablen**. Zusammenhänge erkennen zu können, kann Ihnen eine Menge Informationen über die Welt um Sie herum verschaffen, ein Wissen, das sich zu Ihrem Vorteil einsetzen lässt. Begleiten Sie uns, und wir zeigen Ihnen den **Schlüssel zur Aufdeckung von Zusammenhängen: Korrelation und Regression**.



Dem Wetter kann man nicht trauen	606
Analyse von Sonnenschein und Besucherzahlen	607
Untersuchung unterschiedlicher Datentypen	608
Visualisierung bivariater Daten	609
Streudiagramme machen Muster sichtbar	612
Korrelation versus Kausalzusammenhang	614
Vorhersage von Werten aufgrund der Trendlinie	618
Auch gut geraten ist immer noch geraten	619
Die Abweichungen müssen minimiert werden	620
Einführung der Summe der Abweichungsquadrate	621
Bestimmen Sie die Gleichung der Trendlinie	622
Steigung der Trendlinie bestimmen	623
Steigung der Trendlinie bestimmen, Teil II	624
Die Steigung b haben wir, aber was ist mit a ?	625
Sie haben die Beziehung hergestellt	629
Sehen wir uns verschiedene Korrelationen an	630
Der Korrelationskoeffizient misst, wie gut die Gerade zu den Daten passt	631
Zur Berechnung des Korrelationskoeffizienten r gibt es eine Formel	632
Bestimmung von r für die Konzertbesucherzahlen	633
Sie haben die Situation gerettet!	635

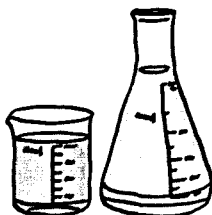


Übriggebliebenes

Die Top Ten (der Themen, die wir nicht behandelt haben)

A

Trotz allem ist immer noch etwas übrig geblieben. Wir haben hier noch ein paar Dinge, die Sie unserer Meinung nach wissen sollten. Wir hätten kein gutes Gefühl dabei, diese zu ignorieren, wenigstens **eine kurze Erwähnung** sollte es sein, denn wir wollten Ihnen eigentlich ein Buch anbieten, das Sie auch stemmen können, ohne vorher exzessiv im örtlichen Fitnesscenter trainiert zu haben. Bevor Sie also das Buch beiseite legen, **lesen Sie sich noch die folgenden Schmankerl durch**.



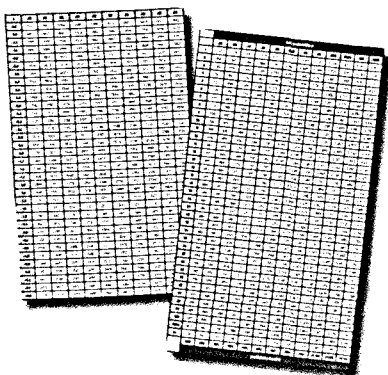
- | | |
|---|-----|
| 1. Zusätzliche Methoden zur Darstellung von Daten | 644 |
| 2. Verteilungsanatomie | 645 |
| 3. Experimente | 646 |
| 4. Alternative Notation der linearen Regression | 648 |
| 5. Der Determinationskoeffizient | 649 |
| 6. Nicht lineare Beziehungen zwischen zwei Variablen | 650 |
| 7. Konfidenzintervall der Steigung der Regressionsgeraden | 651 |
| 8. Stichprobenverteilungen – Unterschied zwischen zwei Mittelwerten | 652 |
| 9. Stichprobenverteilungen – Unterschied zwischen zwei Anteilen | 653 |
| 10. $E(X)$ und $\text{Var}(X)$ kontinuierlicher Wahrscheinlichkeitsverteilungen | 654 |

Statistische Tabellen

Zum Nachschlagen

B

Was würden Sie bloß ohne Ihre zuverlässigen **Wahrscheinlichkeitstabellen machen?** Wahrscheinlichkeitsverteilungen zu verstehen, reicht nicht ganz aus. Manchmal müssen Sie **Wahrscheinlichkeiten in Standardtabellen nachschlagen**. In diesem Anhang finden Sie Tabellen für die **Standardnormalverteilung**, die **t-Verteilung** und die **χ^2 -Verteilung**, damit können Sie dann nach Herzenslust Wahrscheinlichkeiten bestimmen.



- | | |
|--|-----|
| 1. Wahrscheinlichkeiten der Standardnormalverteilung | 658 |
| 2. Kritische Werte der t-Verteilung | 660 |
| 3. Kritische Werte der χ^2 -Verteilung | 661 |