

Quantitative Methoden der Informatik

Norman Markgraf

2023-07-01

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
1 Einleitung	6
1.1 Dieses Dokument	7
1.2 Screencasts	7
1.3 Kurz- oder Langtutorials	7
1.4 Lernfortschrittskontrolle	7
1.5 Übungs-Apps	8
2 Hinweise zu R und quarto	10
2.1 Warum R	10
2.2 Einrichtung von RStudio (posit Cloud)	11
3 Wissenschaftliche Grundlagen	15
3.1 Einführungsbeispiel	15
3.2 Grundbegriffe	17
3.3 Lösungshinweise	21
3.3.1 Aufgabe XXX	21
3.3.2 Aufgabe XXX	21
3.3.3 Aufgabe XXX	22
3.3.4 Aufgabe XXX	22
3.3.5 Aufgabe XXX	22
4 Grundlagen der qualitativen Datenanalyse	23
5 Explorative Datenanalyse	24
6 Normalverteilung	25
7 Lineare Regression	26
8 Inferenzstatistik	27
9 Einführung in die kausale Modellierung	28

10 Summary **29**

References **30**

Vorwort

All models are wrong, but some are useful ...

– George Box

Diese Unterlagen unterstützen Sie bei Ihrer Vor- und Nacharbeit der Präsenztermine. In den Präsenzterminen arbeiten wir gemeinsam und interaktiv an Fallstudien. Viele Studien zeigen: *Regelmäßige Vor-, Nach- und Mitarbeit ist ein sehr guter Prädiktor für den Erfolg in diesem Modul.* Nutzen Sie die Chance, die diese Unterlagen bieten!

Bitte melden Sie Unklarheiten und Fehler an norman.markgraf@fom-net.de.

Copyright

Diese Unterlagen wurden von Prof. Dr. Matthias Gehrke auf Basis des Studienbrief-Konzepts von Roswitha Grassl (beide FOM, <https://www.fom.de>) entwickelt und stehen unter einer Creative Commons Namensnennung – Nicht-kommerziell – Weitergabe unter gleichen Bedingungen cbea 3.0 Lizenz (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/legalcode.de>).

Colophon

Dieses Dokument wurde mit Hilfe von **quarto** aus einer Vorlage eines mit Hilfe von **KOMA**-Script und **LaTeX** unter Nutzung der **kaobook** Klasse gesetzt Dokumentes erstellt.

1 Einleitung

Willkommen bei der quantitativen Datenanalyse, die wir hier mit der Statistiksprache R umsetzen.

?@fig-wordcloud gibt Ihnen schon mal einen kleinen Einblick in die Themen, mit denen wir uns in den nächsten Wochen beschäftigen werden.



Neben dem vorliegenden Dokument, das Ihnen die Tonspur (und natürlich auch visuelle Materialien) liefert, gibt es noch eine Reihe weiterer Lernmaterialien. Hier finden Sie eine Übersicht und Hinweise dazu, wann und wie die Materialien anzuwenden sind.

1.1 Dieses Dokument

Begleitend zu den einzelnen Abschnitten der Veranstaltung finden Sie hier die passenden Kapitel. Diese können Sie von vorne nach hinten durcharbeiten. Es finden sich Erklärungen und Ergänzungen, erweitert um kurze Verständnisfragen oder Arbeitsaufträge. Am Ende eines Abschnitts gibt es einen Lernpfad, in dem auf weiteres Zusatzmaterial verwiesen wird, mit dem Sie die Inhalte zusätzlich vertiefen können. Dazu gibt es Lehrvideos (Screencasts), ergänzende Kurz- oder Langtutorials, Lernfortschrittskontrollen sowie interaktive Übungs-Apps.

1.2 Screencasts

Sie lernen lieber mit Videos? Zu verschiedenen Themen finden Sie Lehrvideos, in denen Sie die Inhalte auf einem anderen Weg vermittelt bekommen.

1.3 Kurz- oder Langtutorials

Zu einigen Themenbereichen gibt es Learnr-Tutorials. Kurze Einheiten zeigen die Kernpunkte des Themas auf und stellen anhand von Multiple-Choice-Fragen oder kurzen Coding-Aufgaben den Zusammenhang her. In längeren und ausführlicheren Tutorials können Sie die Inhalte nochmals durchgehen und sich erklären lassen.

1.4 Lernfortschrittskontrolle

Das sind kleine Learnr-Einheiten mit Wiederholungsfragen zu den Inhalten der Veranstaltung bzw. dieses Dokuments. Hiermit können Sie überprüfen, inwieweit Sie sich die Inhalte der Veranstaltung gemerkt haben (oder im Eigenstudium vorgearbeitet oder nachgeholt haben). Sie können damit identifizieren, wo eventuell noch Verständnisfragen offen sind. So können Sie an den entsprechenden Stellen in diesem Dokument noch einmal

nachschauen, Zusatzinformationen aus der angegebenen Literatur hinzuziehen oder den Screencast anschauen.

1.5 Übungs-Apps

In interaktiven Shiny-Apps (bzw. LearnR-Apps) können Sie Ihr Wissen auffrischen und anwenden. Hierzu wird die Theorie in Grundzügen zunächst wiederholt und anschließend in verschiedenen Übungen angewendet. Es gibt sowohl Quizfragen als auch Code-Fenster, in denen Sie direkt R-Code für Berechnungen und Analysen eingeben und testen können.

Die Apps führen Sie schrittweise durch die einzelnen Themen und Übungen.

In einem Code-Fenster können Sie Ihren R-Code eingeben. Manchmal sind Teile des R-Codes auch schon vorgegeben und Sie müssen lediglich eine paar Stellen ergänzen.

TODO: Abbildung 1.2.: Code-Fenster in den Shiny-Übungs-Apps

Wenn Sie auf Ausführen klicken, schicken Sie den R-Code ab (analog zum Abschicken des R-Codes in RStudio über Run Code – Details folgen im nächsten Kapitel) und es wird das Ergebnis ausgegeben. Sollten Sie nicht weiterkommen, können Sie sich über den Hinweise- Button Tipps holen, manchmal enthält dieser auch direkt die Lösung, dann heißt der Button auch entsprechend Lösung. Wenn Sie die Übung nochmal neu beginnen möchten, klicken Sie auf Neustart. Aktuell ist es (noch) nicht möglich in den Hinweisen zurückzugehen. Sollten Sie also einen vorigen Tipp nochmals nachschauen wollen, müssten Sie die Übung über den Neustart- Button neu beginnen.

Meist finden Sie unter den Übungen noch einen Button Interpretation oder Lösung. Wenn Sie diesen anklicken, bekommen Sie weitere Informationen oder die Lösung mit Erklärungen angezeigt.

TODO: Abbildung 1.3.: Button Interpretation in der Shiny-App

Eine kapitelweise Liste zu den Lernmaterialien finden Sie Anhang A Kapitel A.

2 Hinweise zu R und quarto

Lernergebnisse dieses Kapitels

Nach erfolgreichem Abschluss dieses Kapitels sind Sie in der Lage,

- Gründe für den Einsatz von R zu nennen;
- die Unterschiede zwischen R, RStudio und mosaic aufzuführen;
- eine R- oder eine RMarkdown-Datei anzulegen;
- die Unterschiede zwischen diesen zu beschreiben;
- Datensätze zu laden, einfache Befehle einzugeben und manche wichtigen Grundbefehle in R auszuführen.
- RMarkdown-Dokumente zu erstellen und zu bearbeiten;
- die wichtigsten Formatierungen in RMarkdown durchführen und Symbole einfügen zu können;
- R-Code in RMarkdown einfügen und ausführen zu können.

2.1 Warum R

[...] she was also following a wider trend: for many academics [...] R is the data-analysis tool of choice.¹

R ist ein weitverbreitetes und frei verfügbares Statistikprogramm, was viele Vorteile bietet:

- Methoden- und Anwendungsvielfalt (Finance, Marketing, HR, Psychologie, ...)²;

¹ Tippmann (2015), „Programming tools: Adventures with R“

² Siehe z. B. <https://cran.r-project.org/web/views/>

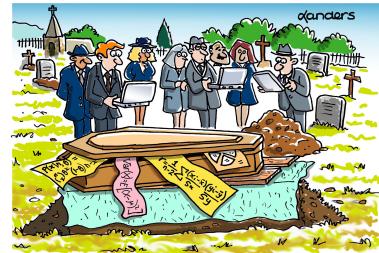
- neue Methoden der Datenanalyse werden häufig in R entwickelt (auch Big Data, KI, etc.);
- frei und offen, kostenlos;
- Sie können R im Studium nutzen, zu Hause oder auch am Arbeitsplatz;
- Schnittstellen zu sehr vielen Datenquellen/ -banken (auch Social-Media etc.);
- Erweiterungen u.a. für Microsoft, Oracle, SAP-Produkte, aber auch SPSS, SAS;
- unzählige Nutzer:innen weltweit in Unternehmen und Wissenschaft;³
- Möglichkeiten für Reporting, Apps, etc.;
- numerische Stabilität und Genauigkeit;
- große Entwickler:innen-Gemeinde mit langer Geschichte (seit 1993): R Konsortium, u. a. IBM, Microsoft, TIPCO, Google, ...

Das sind Gründe, warum wir uns für die Nutzung von **R** entschieden haben.

i Hinweis

Welchen Vorteil hat **R** in Bezug auf die Gütekriterien für Forschung?

³ Verbreitung siehe z. B.: <http://r4sts.com/articles/popularity/>



2.2 Einrichtung von RStudio (posit Cloud)

In Verbindung mit **R** (das eigentliche Statistikprogramm) wird **RStudio** (bzw. in der Cloud-Version **posit**), ein ebenfalls frei verfügbarer Editor/Integrierte Entwicklungsumgebung (IDE) genutzt. Innerhalb **R** wird noch **mosaic** eingesetzt, ein sogenanntes Paket *package*.

Bildlich gesprochen können Sie sich das so vorstellen:

- Statistik ist das Auto, mit dem der Weg von der Forschungsfrage zur vorläufigen Antwort bestritten werden kann.
- **R** ist ein Motor, der das Auto antreiben kann.

Auch wenn die Zeit für das „Einsetzen von Zahlen in Formeln“ und das „Abbildungen zeichnen per Hand“ gekommen ist: Die Ideen und Konzepte leben weiter -- in unseren Computerprogrammen.
<https://www.CAUSEweb.org>, © J. B. Landers, Bildunterschrift K. Lübke

- **RStudio Desktop** bzw. **posit** (Cloud-Version) ist das Cockpit, mit dem der Motor gesteuert werden kann.
- **mosaic** ist eine Zusatzausstattung, um die Motorsteuerung zu vereinfachen

Tipp

Spätestens jetzt sollten Sie **R** und die Zusatzprogramme installiert haben¹ oder den Zugang über die **posit**-Cloud eingerichtet haben.

Innerhalb von **RStudio** bzw. **posit** in der Cloud-Version arbeiten wir mit einem sogenannten Projekt. Damit ist sichergestellt, dass wir alle das gleiche sehen und die gleichen Dateien etc. zur Verfügung haben. Für die Übungsaufgaben in diesen Unterlagen und das Mitmachen gibt es ein eigenes Projekt: QDmR, in der Veranstaltung ist es dann ein anderes – Ihre Dozent:in teilt Ihnen mit, wie Sie es nutzen können.

Alles installiert? Oder posit-Cloud-Zugang eingerichtet? Dann können wir loslegen.

Hier gibt es zwei Möglichkeiten:

Sie arbeiten lokal

Laden Sie das Projekt (hier *QDmR*⁴) herunter und entzippen Sie es, in dem Sie das gezippte Verzeichnis in ein Verzeichnis Ihrer Wahl ziehen (**?@fig-XXX**).

Wechseln Sie in das entzippte Verzeichnis, hier *QDmR* (**?@fig-XXY**), und doppelklicken Sie auf die gleichnamige Projektdatei (in **?@fig-XXZ** markiert).

Wenn Sie **RStudio** schließen und das nächste Mal starten, wird das Projekt automatisch wieder geladen. Sie erkennen das in RStudio oben rechts (in **?@fig-XY** markiert).

Sie arbeiten in der Cloud

⁴ Download des Beispielprojekts:
<<https://www.dropbox.com/s/io0612okaez3dnb/QDmR.zip?dl=0>>

¹Eine Installationsanleitung finden Sie hier: <https://rawgit.com/luebby/Datenanalyse-mit-R/master/Installation/Install.html>

In der **posit**-Cloud-Version startet das Projekt automatisch durch Aufruf auf dem Link, denn sie in der Veranstaltung bekommen haben. Wichtig, Sie müssen das Projekt noch als permanente Kopie in Ihrem eigenen Workspace ablegen. Klicken Sie dazu hier auf *Save a Permanent Copy* (?@fig-XYZ)

Sonst fehlen Ihnen beim nächsten Mal die Sachen, die Sie gemacht haben.

Beim nächsten Login in **posit**-Cloud wird das Projekt automatisch aufgerufen bzw. Sie bekommen eine Liste, aus der Sie das Projekt wieder aufrufen können (?@fig-XYZ).

Hinweis

Denken Sie daran, das Verzeichnis, der Projektname und der dazugehörige Link in posit-Cloud, auf die hier im Text verwiesen wurde, variieren in der Umsetzung in Ihrer Vorlesung.

Verzweigung Ende – jetzt geht es wieder für alle gemeinsam weiter

Sobald Sie RStudio oder posit** gestartet haben, erscheinen drei oder vier Fenster, ähnlich wie in ?@fig-YYY. Hier wird der Aufbau von **RStudio** bzw. **posit** gezeigt, dem Editor, mit dem wir in der nächsten Zeit viel arbeiten werden.

Links oben finden Sie das Fenster, in dem die **R**- oder **quarto**-Skripte geöffnet und bearbeitet werden. Rechts oben werden die Umgebungsvariablen (*Environment*, dazu später mehr) und die Befehlshistorie (*History*) angezeigt. Links unten ist die R-Console, dort werden die R-Befehle ausgeführt und die Ergebnisse angezeigt. Rechts unten sehen Sie die Dateien (*Files*), also ähnlich wie ein Datei-Explorer. Auch werden hier die Grafiken (*Plots*) angezeigt, die mit **R** erzeugt werden. Weiterhin finden Sie unter Packages die installierten Pakete und bei *Help* wird die Hilfe angezeigt.

Bei den Dateien finden Sie *Beispiel.R* und *Beispiel.qmd*. Öffnen Sie mit einem Klick zunächst die *R*-Datei.

In Abbildung 2.8 sehen Sie in der ersten Zeile `#` Das ist ein *Beispiel-R*-Skript. Das ist ein Kommentar.

 Tipp

Kommentare in **R** beginnen immer mit dem Doppelkreuz `#`.

Der erste Befehl kommt in Zeile vier ‘library(mosaic)“

 Tipp

Sie sehen unterschiedliche Farben. Kommentare werden mit `#` eingeleitet und in grün angezeigt. Der eigentliche Befehl wird in blau angezeigt.²

Sobald Sie etwas geändert haben, wird hinter dem Dateinamen ein Sternchen angezeigt und die kleine Diskette ausgegraut und in blau dargestellt ([?@fig-2_9](#)). Durch Drücken darauf können Sie Datei speichern. Aber das kennen Sie ja bestimmt so oder so ähnlich aus anderen Programmen.

Sie können die Datei mit *File – Save As* auch unter einem anderen Namen speichern. Wie Sie die Datei nennen, ist eigentlich egal. Aber achten Sie darauf, keinen Punkt im Dateinamen zu haben, dann wäre es kein **R**-Skript mehr.

Beim erstmaligen Speichern kann passieren, dass ein Dialog, wie in [?@fig-2_10](#) gezeigt, erscheint.

Wählen Sie Ihr System default aus (beim Mac ist das UTF-8) und machen das Häkchen bei *Set as default encoding for source files* an. Wenn Sie OK drücken, kommt später dieses Fenster nicht mehr.

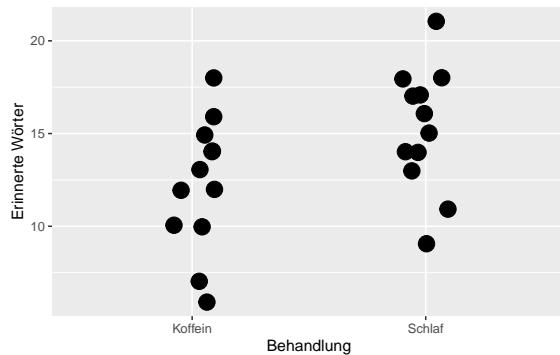
²Sie können das Farbschema auch ändern.

3 Wissenschaftliche Grundlagen

3.1 Einführungsbeispiel

In einer Studie von Mednick u. a.⁵ wird untersucht, ob mehr Wörter nach einem Nickerchen oder nach Einnahme einer Koffeintablette erinnert werden können.

In der Stichprobe konnten diejenigen, die ein Nickerchen gemacht hatten, im Mittel 15,25 Wörter erinnern, die, welche eine Koffeintabelle genommen hatten, 12,25. Die Schlafgruppe konnte also drei Wörter mehr erinnern, wie auch das Streudiagramm in Abbildung 3.1 zeigt.



⁵ Mednick u. a. (2008), „Comparing the benefits of caffeine, naps and placebo on verbal, motor and perceptual memory“

Abbildung 3.1: Streudiagramm erinnerte Anzahl Wörter nach Koffeintablette (links) vs. Nickerchen (rechts)

Ist das immer so? Ist der beobachtete Unterschied ungewöhnlich? Diese Fragen müssen wir uns stellen.

Um das herauszufinden, wurde simuliert, wie es wäre, wenn es keinen Unterschied gäbe. Das Histogramm in Abbildung 3.2 zeigt das Ergebnis.

Dies sind die Daten von 10 000 Zufalls-Simulationen, in denen simuliert wird, dass es eigentlich keinen Unterschied gibt zwischen der Anzahl der Wörter, die nach Kaffeegenuss und nach

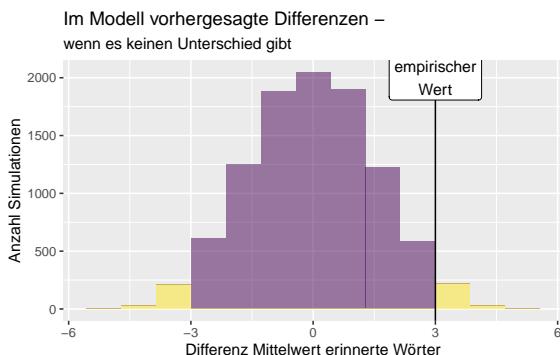


Abbildung 3.2: Histogramm der Differenz der Mittelwerte von 10.000 Simulationen unter der Annahme, dass es keinen Unterschied gibt

einem Nickerchen gemerkt werden können. Wir werden später selbst Simulationen durchführen. Ein Histogramm stellt die Ergebnisse (hier: Differenz der Anzahl der gemerkten Wörter) in bestimmten Gruppen dar (z. B. in den Intervallen (3; 4], (4; 5], ...)).

Mehr zum Histogramm im Kapitel *Explorative Datenanalyse*.

i Hinweis

Den Artikel zu der oben genannten Studie finden Sie unter <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2008.04.028>. Lesen Sie den Abstract! Was sind die Kernaussagen?

💡 Tipp

Sie finden die Antwort zu dieser Aufgabe wie zu vielen anderen auch in den Lösungshinweisen im Abschnitt XXX in diesem Kapitel. – Versuchen Sie stets, eine Aufgabe zunächst selbst zu lösen, bevor Sie nachschlagen. Die aktive Auseinandersetzung ist Ihr Schlüssel zum Lernerfolg!

Betrachten Sie noch einmal das Histogramm in Abbildung 3.2. Ist der beobachtete Unterschied von drei Wörtern eher selten? Ja, denn das kommt in weniger als 5% der simulierten Fälle vor. Das spricht dafür, dass es tatsächlich einen Unterschied gibt. Diese Herangehensweise an die Ergebnisse quantitativer Untersuchungen werden wir im Laufe dieser Veranstaltung häufiger nutzen.



Wie sind Sie zu Ihrer Einschätzung gekommen? Wie ordnen Sie die Erkenntnisse der Studie ein? Liefert die Studie Erkenntnisse, die Ihre Einschätzung bestätigen oder eher dagegen sprechen? Sie merken schon, es ist wichtig, sich ein Bild über den aktuellen Stand der Forschung zu machen, um die Ergebnisse einer Analyse einordnen zu können. Daher ist Literaturrecherche ein wichtiger Schritt.

3.2 Grundbegriffe

Lassen Sie uns mit ein paar wichtigen Grundbegriffen der Wissenschaftstheorie weitermachen. Wissenschaftlicher Realismus und Konstruktivismus sind unterschiedliche Zugänge zur Realität. Sie lernen die Begriffe Hypothese, Induktionsschluss und Deduktionsschluss kennen sowie die Gütekriterien für die Forschung. In den empirischen Methoden verwenden wir unterschiedliche Zugänge zu Realität. Laut dem wissenschaftlichen Realismus existiert eine reale Welt unabhängig von der Sicht des Betrachtenden. Dies kommt häufig in den quantitativen Methoden zur Anwendung. Im Konstruktivismus wird angenommen, dass Wissen über die Wirklichkeit erst durch Wahrnehmung erschaffen wird. Qualitative Methoden verfahren häufig nach diesem Ansatz.

Weitere Erkenntnistheorien sind u. a. Empirismus, die Quelle des Wissens ist (vorrangig) die Sinneserfahrung, und Rationalismus, die Quelle des Wissens ist (vorrangig) reines Denken.

In der quantitativen Datenanalyse arbeiten wir mit **Modellen**, i. d. R. mit mathematisch-statistische Modellen. Allgemein formuliert sind Modelle vereinfachte Darstellungen relevanter Teile der Realität. Modelle können u. a. graphisch, verbal oder mathematisch-statistisch dargestellt werden. Durch die Modellbildung und damit einhergehende Formalisierung können Fragestellungen einfacher untersucht werden.

In der quantitativen Datenanalyse müssen häufig **Hypothesen** formuliert und überprüft werden.

Hypothesen werden aus Theorie oder Beobachtungen abgeleitet und stellen Vermutungen über einen bestimmten Sachverhalt

Beispiel für eine Hypothese:
Alle Schwäne sind weiß. Um sie zu beweisen, müssten Sie alle Gewässer besuchen und alle Schwäne anschauen. Sie können sich aber nicht sicher sein, ob Sie nicht vielleicht einen Schwan übersehen haben. Um diese Hypothese zu widerlegen, reicht es, einen schwarzen Schwan zu finden.

an. Sie geben damit eine provisorische Antwort auf ein wissenschaftliches Problem und gehen dabei über den Einzelfall hinaus. Hypothesen sind überprüfbar und falsifizierbar, sind aber nicht beweisbar (*Falsifikationsprinzip* nach Karl Popper).

i Hinweis

Wie könnte die Hypothese zu unserem Einführungsbeispiel lauten?

Theorien wiederum sind Sammlungen von Hypothesen und schlagen eine (vorläufige) Antwort auf eine offene Frage vor. Eine Theorie lässt sich aber kaum im vollen Umfang überprüfen.

i Hinweis

Welche Theorien kennen Sie?

In der Wissenschaft gibt es verschiedene Schlusstechniken: [⁶, Quelle Beispiel]

- **Induktion:** Sie beobachten in der Realität Regelmäßigkeiten und schließen daraus auf eine allgemeine Vermutung (Generalisierung— vom Speziellen zum Allgemeinen).
- **Deduktion:** Sie leiten mit Hilfe logischer Regeln aus anderen, i. d. R. allgemeineren Aussagen neue Aussagen ab (vom Allgemeinen ins Spezielle).
- **Abduktion:** Sie verknüpfen verschiedene einzelne Beobachtungen (nicht regelmäßig auftretend) und entwickeln daraus Vermutungen über den Sachverhalt (ebenfalls vom Speziellen zum Allgemeinen).

i Hinweis

Eine Dozentin hat mehrfach beobachtet, dass ihre Studierenden interessiert am Fach Statistik sind. Nun schließt sie, dass alle Studierenden interessiert am Fach Statistik sind. Welche Schlussart liegt vor: Induktion, Deduktion

⁶ Stillfried u. a. (2013), Psychologische Grundlagen und Geschichte ; ein Lehrbuch: Hm, ich habe schon 30 Bohnen aus dem Sack gezogen . . . , alle weiß. Noch 30 Bohnen . . . , schon wieder alle weiß. Ich hab's: Die Bohnen müssen alle weiß sein! *Deduktion:* Ich habe die Bohnen in den Sack gefüllt. Sie waren alle weiß. Jetzt nehme ich eine Bohne aus dem Sack: Sie ist weiß! *Abduktion:* Vor mir steht ein Sack; ich sehe, dass weiße Bohnen darin sind. Ich finde eine weiße Bohne irgendwo im Raum auf dem Boden. Daraus schließe ich: Die Bohne muss aus dem Sack sein!

oder Abduktion?

Bezüglich der Induktion müssen Sie sich der damit verbundenen Induktionsproblematik bewusst werden. Selbst häufige regelmäßige Beobachtungen lassen nicht sicher auf ein allgemeines Gesetz schließen. Ein widersprechender Fall reicht, um zu zeigen, dass das allgemeine Gesetz nicht für alle Fälle gilt. Daher versuchen wir in der quantitativen Datenanalyse nicht Hypothesen zu beweisen, sondern gehen umgekehrt vor und widerlegen eine Hypothese oder zeigen zumindest, dass sie sehr unwahrscheinlich ist.

Induktion und Abduktion werden häufig zur Bildung von Hypothesen verwendet, während Deduktion zur Überprüfung von Hypothesen eingesetzt wird.

i Hinweis

Karl Popper hat sich umfänglich mit diesem Thema beschäftigt. Wer war Karl Popper?

Abschließend werfen wir einen Blick auf die Gütekriterien der Forschung. Neben **ethischen Aspekten** wie Diskriminierungsfreiheit und Datenschutz sind folgende Dinge wichtig: **Transparenz** (das Vorgehen ist dokumentiert und damit reproduzierbar), **Objektivität** und **Validität**.

Letztere kann noch unterschieden werden in **interne** (Gibt es keine anderen Erklärungen für den behaupteten Zusammenhang?) und **externe Validität** (Können die Ergebnisse auf andere Situationen übertragen werden?).

Empirische Forschungsprojekte können mit quantitativen und qualitativen Methoden durchgeführt werden:

Quantitative Methoden

- Messung und numerische Beschreibung der Wirklichkeit (vgl. wissenschaftlichen Realismus).
- Allgemeingültige Gesetze für die Grundgesamtheit.

- Ein Ausschnitt der beobachteten sozialen Vielfalt wird auf Skalen abgebildet, und es wird mit Häufigkeiten, Mittelwerten, Wahrscheinlichkeiten des Auftretens von Merkmalsausprägungen operiert.

Qualitative Methoden

- Verbalisierung der Erfahrungswirklichkeit (vgl. Konstruktivismus).
- Wirklichkeitsinterpretationen sind durch spezifische soziale Handlungsweisen geprägt und strukturieren gleichzeitig das soziale Handeln der Einzelperson vor.
- Der Untersuchungsgegenstand soll möglichst in seinem natürlichen Umfeld detailliert, ganzheitlich und umfassend erfasst werden.

Wir beschränken uns in diesen Unterlagen auf die quantitativen Methoden. Dazu werden Sie im folgenden Kapitel die Grundlagen kennenlernen.



Lernpfad Wissenschaftliche Grundlagen

- Bearbeiten Sie die Übungen, falls Sie diese noch nicht absolviert haben. — Die Lösungen finden Sie am Ende des Kapitels.
- Klären Sie erforderlichenfalls Ihnen noch unbekannte Begriffe und Sachverhalte eigenständig.
- Schauen Sie sich noch folgenden Screencast zu den wissenschaftlichen Schlusstechniken (<https://vimeo.com/459321513>) und den wissenschaftlichen Gütekriterien (<https://vimeo.com/459322250>) an. Das Passwort ist jeweils *FOMtest*.
- Zur Überprüfung Ihres Lernstands bearbeiten Sie bitte die ersten drei Wiederholungsfragen unter folgenden Link: https://fomshinyapps.shinyapps.io/Lernfortschrittskontrolle_01/



Zusammenfassung

Halten wir fest, was Sie in diesem Kapitel gelernt haben:

- Sie können die Gütekriterien der Forschung benennen.
- Sie haben gelernt, dass die Literaturrecherche in wissenschaftlichen Fragestellungen sehr wichtig ist.
- Sie können feststellen, ob es sich bei Sätzen um Hypothesen handelt, und wissen, dass diese nicht bewiesen, sondern nur falsifiziert werden können.
- Sie können zwischen Induktion, Deduktion und Abduktion unterscheiden.

3.3 Lösungshinweise

3.3.1 Aufgabe XXX

Vergleich von drei Gruppen (Koffeinaufnahme, Kurzschlaf, Placebo) im Erinnern von Wörtern, motorischen Fähigkeiten, Wahrnehmungen. Kurzschlaf verbesserte die Worterinnerung; Koffein beeinträchtigte das motorische Erinnern; Kurzschlaf und Koffein verbesserten die Erinnerung von Wahrnehmungen. Insgesamt zeigt sich der eingeschränkte Nutzen von Koffein deutlich.

3.3.2 Aufgabe XXX

Die Anzahl der Wörter, die nach Einnahme einer Koffeintablette oder nach einem Nickerchen erinnert werden können, unterscheidet sich. Oder: Nach einem Nickerchen können mehr Wörter erinnert werden als nach Einnahme einer Koffeintablette. Oder: Wenn ein Nickerchen gemacht wurde, können mehr Wörter erinnert werden als nach Einnahme einer Koffeintablette.

Tipp

Vielleicht ist Ihnen aufgefallen, dass die erste Hypothese nur einen Unterschied postuliert, während die beiden anderen eine Richtung („mehr“) vorgeben. Im ersten Fall ist es eine ungerichtete oder zweiseitige Hypothese, die beiden anderen sind gerichtete bzw. einseitige Hypothesen. Mehr dazu erfahren Sie in Kapitel XXX (*Inferenzstatistik*).

3.3.3 Aufgabe XXX

Aus Ihren Studium kennen Sie vielleicht die Prinzipal-Agenten-Theorie. Oder aus dem Allgemeinen die Relativitätstheorie. Und und und ...

3.3.4 Aufgabe XXX

Wiederholte Beobachtung desselben Phänomens und Schluss auf das Allgemeine: Induktion.

3.3.5 Aufgabe XXX

Sir Karl Raimund Popper, 1902–1994, war ein österreichisch-britischer Philosoph. Er hat im Rahmen seiner wissenschaftstheoretischen Arbeiten das empirische Falsifikationsprinzip aufgestellt.

4 Grundlagen der qualitativen Datenanalyse

5 Explorative Datenanalyse

6 Normalverteilung

7 Lineare Regression

8 Inferenzstatistik

9 Einführung in die kausale Modellierung

10 Summary

In summary, this book has no content whatsoever.

1 + 1

[1] 2

References