

# Kapitel 1

## Die Bedeutung der Statistik für die Medizin

Viele Leser greifen vermutlich nur gezwungenermaßen zu diesem Buch, weil sie sich für den Biomathematik-Kurs oder auf die Prüfung vorbereiten müssen. Sie betrachten die Statistik als überflüssigen und dazu noch schwer verdaulichen Ballast für ihre medizinische Ausbildung. Diese einführenden Zeilen sollen zeigen, dass die in diesem Buch vermittelten Kenntnisse dazu beitragen, viele medizinische Probleme klarer zu durchdenken.

Im Folgenden soll kurz angedeutet werden, welche Gesichtspunkte in den einzelnen Kapiteln von besonderem Interesse für die Medizin sind.

### **Beschreibende Statistik**

Wegen der Variabilität biologischer Systeme sind wissenschaftlich klinische Untersuchungen an wenigen Patienten wenig aussagekräftig. Das Krankengut muss zahlenmäßig so groß sein, dass sich zufallsbedingte Abweichungen einigermaßen ausgleichen. Im Kapitel „Beschreibende Statistik“ wird besprochen, wie die bei umfangreichen Untersuchungen auftretenden großen Datenmengen geordnet, zusammengefasst und übersichtlich dargestellt werden. Hierbei wird insbesondere eingegangen

- auf die verschiedenen Maße zur Charakterisierung eines „Durchschnitts“ (arithmetischer Mittelwert, Median, Modalwert),
- auf die Maße zur Kennzeichnung der Streuung (Varianz, Standardabweichung, Spannweite, Quartilsabstand usw.) und
- auf die Möglichkeiten zur grafischen Darstellung.

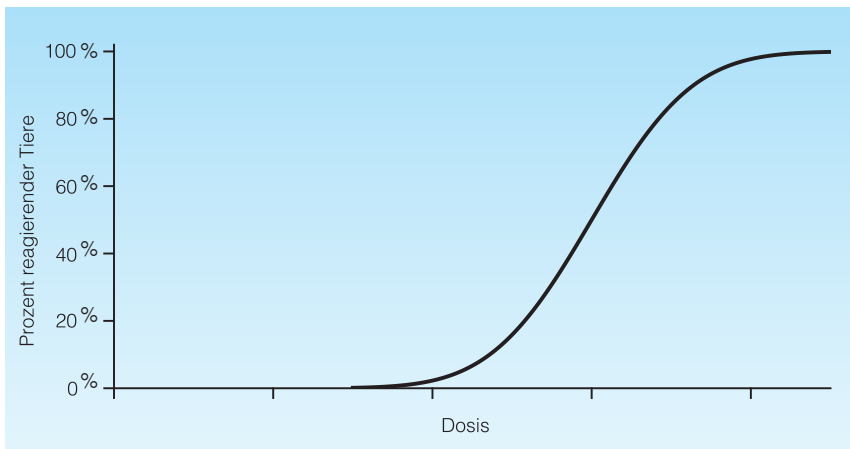
Als weiteres Thema mit medizinischer Bedeutung sind in diesem Kapitel die Perzentiltabellen bzw. Somatogramme zu nennen, mit deren Hilfe der Arzt beim Kind Wachstumsstörungen diagnostizieren kann.

### **Wahrscheinlichkeitsrechnung**

Die sich in der Technik abspielenden Vorgänge erscheinen uns in ihrem Ablauf vorhersehbar, sie gelten als determiniert, jedenfalls so lange, bis ein „techni-

ches Versagen“ uns eines besseren belehrt. Anders ist es in biologischen Systemen, die meist so komplex sind, dass die Variabilität offensichtlich ist.

Betrachten wir z.B. die Wirkung eines Pharmakons: Die Dosis-Wirkungs-Kurve sagt aus, bei wie viel Prozent der Versuchstiere die jeweilige Dosis die untersuchte Wirkung hatte. Ob dieselbe Dosis bei einem anderen, bisher noch nicht behandelten Versuchstier Wirkung hat, lässt sich nicht voraussagen: Nach den Begriffen der Wahrscheinlichkeitsrechnungen handelt es sich um ein „zufälliges Ereignis“, für das sich lediglich Wahrscheinlichkeiten angeben lassen.



**Abbildung 1.1:** Beziehung zwischen der Dosis eines verabreichten Medikamentes und der Reaktion von Versuchstieren. Auf der Abszisse ist die Dosis, auf der Ordinate der Prozentsatz der reagierenden Tiere dargestellt.

Wenn es um die Beobachtung mehrerer unvorhersehbarer Ereignisse geht, spielt die Frage eine Rolle, in welcher Beziehung diese Ereignisse stehen, d.h., ob man vom Auftreten eines Ereignisses auf die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten des anderen Ereignisses schließen kann.

## Vierfeldertafel

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung spielt auch in der ärztlichen Diagnostik eine Rolle, denn die Beziehung zwischen Krankheit, Symptom und Diagnose lässt sich nach den Regeln der Wahrscheinlichkeitsrechnung beschreiben. Die dabei verwendeten Begriffe Sensitivität, Spezifität und Prävalenz sind auch dem statistisch nicht interessierten Mediziner geläufig.

Sensitivität und Spezifität sind Eigenschaften des verwendeten Tests. Die Wahrscheinlichkeit, mit der der verwendete Test ein richtiges Ergebnis liefert, der sog. positive und negative Vorhersagewert, hängt jedoch in erster Linie von der Prävalenz ab.

## Entscheidungsfindung in der Medizin

Als Arzt ist man dank unzureichender diagnostischer Möglichkeiten häufig gezwungen, in einer Situation der Unsicherheit eine Entscheidung zu treffen.

In diesem Kapitel werden wir eine Formel entwickeln, mit deren Hilfe man errechnen kann, mit welcher Wahrscheinlichkeit ein festgestelltes Symptom für eine Krankheit  $K$  spricht. Diese Formel (Satz von Bayes) berücksichtigt die wesentlichen Gesichtspunkte, die jeder Arzt bei seinen differenzialdiagnostischen Überlegungen bedenkt: die Häufigkeit des Symptoms, die Häufigkeit der Krankheit  $K$  und die Häufigkeit, mit der das Symptom bei der Krankheit  $K$  auftritt.

Bei der zunehmenden Zahl von diagnostischen Tests spielt die Möglichkeit von falsch positiven Befunden eine immer wichtiger werdende Rolle. Mit Hilfe von sog. ROC-Kurven lässt sich erkennen, in welcher Weise die Sensitivität und die Häufigkeit der falsch positiven Befunde davon abhängt, an welcher Stelle der diagnostische „Cut-Off-Point“ eines Testes gesetzt wird. Diese Überlegungen spielen insbesondere bei Screeninguntersuchungen eine Rolle. Als Beispiel besprechen wir die röntgenologische Diagnose von Lungentuberkulose und die zytologische Diagnose eines Portioabstrichs.

Bei diagnostischen Entscheidungen spielen nicht nur Diagnosewahrscheinlichkeiten, sondern vor allem auch Risikoüberlegungen eine Rolle und auch die Zeitfenster, zu denen bei den infrage kommenden Krankheiten eine Therapie (noch) möglich ist.

Um diese komplexe Situation graphisch zu verdeutlichen, kann man einen Entscheidungsbaum zeichnen, aus dem hervorgeht, an welcher Stelle der Arzt eine Entscheidung fällen muss, welche Konsequenzen sich daraus ergeben können und an welchen Stellen der Spontanverlauf abgewartet werden kann oder vielleicht auch sollte.

## Risikoüberlegungen

In diesem Kapitel wird die Fragestellung, die in einer Vierfeldertafel ihren Ausdruck findet, unter dem Aspekt des Risikos behandelt. Unter diesem Aspekt ergibt sich eine ganz andere Nomenklatur. Das absolute und das relative Risiko werden definiert außerdem das durch einen speziellen Risikofaktor bedingte zuschreibbare Risiko.

Anstelle gesichtsloser Prozentsätze, bei denen oft unklar ist, was als 100 Prozent zugrunde gelegt wurde, werden die Begriffe Number needed to treat (NNT) und Number needed to harm (NNH) verwendet, die angeben, wie viele Patienten man behandeln muss, damit ein einziger von den Vorteilen profitiert (NNT) oder unter den Nebenwirkungen leidet (NNH).

Im Kapitel Risiko werden mit der Likelihood und den Odds zwei weitere Begriffe eingeführt, die zunächst etwas befremdlich erscheinen. Es handelt sich

im Ergebnis um eine Abstraktion von der Prävalenz, die ja sonst für differentialdiagnostische Überlegungen so wichtig ist. Als Ergebnis erhält man die Odds Ratio, welches eine Kennzahl ist, die die diagnostische oder therapeutische Bedeutung der in der Vierfeldertafel zusammengetragenen Daten in einer einzigen Zahl zusammenfasst. Die Odds Ratio ist deshalb für die Zusammenfassung mehrerer Studien in einer Metaanalyse bedeutsam.

## **Binomialverteilung**

Bei der wiederholten Durchführung eines Zufallsexperiments mit zwei möglichen Ausgängen, z.B. dem Wurf einer Münze, führt nur der Zufall Regie. Es ergibt sich eine sog. Binomialverteilung. Die Binomialverteilung nimmt bei einer großen Anzahl von Wiederholungen, z.B. Münzwürfen, die Eigenschaften der Normalverteilung. Natürlich gibt es in der Biologie keine Münzen und Würfel, aber die mehrfache Wiederholung eines Vorganges mit konstanter (oder annähernd konstanter) Einzelwahrscheinlichkeit ist bei biologischen Vorgängen gang und gäbe. Dies ist der Grund, warum die Normalverteilung in der Biologie häufig vorkommt.

Als Beispiel für zufallsbedingte Abweichungen bei der Befunderhebung wird das Differenzialblutbild besprochen. Man hat 1000 Ausstriche desselben Blutes untersucht und gefunden, dass die Ergebnisse in einem großen Bereich streuen. Dabei kann die diagnostische Aussagekraft des Differenzialblutbildes nicht größer sein als die Sicherheit, mit der es die wirklichen Verhältnisse im Blut widerspiegelt. Die Streuung der Ergebnisse des Differenzialblutbildes entsteht aber nicht durch ungenaues Arbeiten, sondern wir werden aufgrund mathematischer Überlegungen zeigen, dass sich diese Streuung zwangsläufig ergeben muss.

## **Normalverteilung**

Die Gauß- oder Normalverteilung spielt häufig eine große Rolle, wenn es darum geht, die Streuung von Messwerten oder die normale Variabilität biologischer Systeme zu erfassen. In diesem Kapitel wird die Anwendung der Gaußverteilung am Beispiel einer Erhebung über die Schwangerschaftsdauer bei fast 8000 Frauen aus der Göttinger Universitätsklinik besprochen.

Im ärztlichen Labor werden die Gaußverteilung und die sich aus ihr ableitenden Gesetzmäßigkeiten im Rahmen der Qualitätskontrolle eingesetzt, um die Streuung der Laborwerte auf einen einigermaßen akzeptablen Bereich einzuzengen.

Zufallsbedingte Abweichungen aufgrund der natürlichen Variabilität des biologischen Systems „Mensch“ spielen in der Medizin eine große Rolle. Diese Abweichungen erschweren die Befunderhebung und Diagnosestellung und versehen prognostische Voraussagen meist mit einem Fragezeichen.

Wenn eine größere Anzahl von zufallsbehafteten Größen additiv aufeinander einwirkt, wie es z.B. bei der Körpergröße mit den diversen genetischen und ernährungsbedingten Faktoren der Fall ist, ergibt sich in der Regel eine Normalverteilung. Es gibt jedoch auch Fälle, bei denen die Faktoren multiplikativ interagieren. Dies ist z.B. in der Biochemie bei der Wirkung von Enzymen der Fall. Hier ergibt sich eine schiefe Normalverteilung, die die übliche Form der Normalverteilung annimmt, wenn man eine halblogarithmische Darstellung wählt. Es handelt sich hierbei nicht um Datenkosmetik, sondern man wählt eine Form der Zahlendarstellung, die der tatsächlichen Interaktion der untersuchten Größen entspricht.

## **Fehler und ihre Vermeidung**

Bei der Durchführung wissenschaftlicher Untersuchungen gibt es vielfältige Möglichkeiten, Fehler zu machen. Es gibt zwei Kategorien von Fehlern, die systematischen Fehler, oft auch als Bias bezeichnet, und die zufälligen. Nur die zufälligen Fehler können in der späteren Auswertung teilweise korrigiert werden. Deshalb ist es wichtig, bereits bei der Planung einer Studie mögliche Fehlerquellen ins Kalkül zu ziehen, um einen Bias gar nicht erst entstehen zu lassen.

Auch als Leser einer wissenschaftlichen Veröffentlichung muss man über methodische Grundkenntnisse verfügen, um eine kritische Wertung der Arbeit vornehmen zu können. In diesem Kapitel werden auch die Grundzüge des Qualitätsmanagements besprochen, als Beispiel dient die Qualitätssicherung im Labor.

## **Korrelation und Regression**

Hierbei handelt es sich um Methoden, um die Abhängigkeit zwischen zwei Merkmalen zu beschreiben und um bei Kenntnis eines Wertes Voraussagen über den anderen Wert zu machen.

Als Beispiel wird auszugsweise aus einer Studie von Doll und Hill an 35 000 britischen Ärzten über den Zusammenhang von Lungenkrebs und Tabakkonsum berichtet. Die letzte Zwischenauswertung im Jahre 2004 zeigte, dass die Gefährlichkeit des Rauchens sogar noch größer ist, als bisher angenommen.

## **Kausalität**

Die Ursächlichkeit ist eine manchmal nicht einfach zu beantwortende Frage, insbesondere, wenn es um ein so komplexes Wesen wie den Menschen geht. Das Spektrum der kausalen Beziehung reicht von der „hinreichenden“ Ursache (Schussverletzung) über die „notwendige, aber nicht hinreichende Voraussetzung“ (Erreger bei Infektionskrankheiten), über Risikofaktoren (Rauchen und Lungenkrebs) bis hin zu einer bloßen Assoziation, also einem gehäuften gemeinsamen Auftreten.

Ob das gemeinsame Auftreten von zwei Ereignissen ursächlich ist, bedarf genauerer Überlegungen und Untersuchungen. Oft handelt es sich um eine rein zeitliche Koinzidenz oder um eine gemeinsame ursächliche Abhängigkeit zu einem dritten Faktor. Falsche Kausalaussagen ziehen sich wie ein roter Faden durch den gesamten Wissenschaftsbetrieb und sind auch in der Entscheidungsfindung eine der häufigsten Fehlerquellen. Der Mensch hat ein Bedürfnis, Erklärungsmuster zu suchen und steht diesen dann häufig unkritisch gegenüber.

Bei therapeutischen Interventionen spielt der Placeboeffekt eine wichtige Rolle. Der Placeboeffekt kann durchaus ursächlich sein, indem er über psychovegetative Mechanismen die Selbstheilungskräfte aktiviert, er kann aber auch über autosuggestive Effekte die Selbstwahrnehmung beeinflussen und damit eine nicht vorhandene Besserung vortäuschen. Darüber hinaus kann sich hinter dem Placeboeffekt auch nur eine zeitliche Koinzidenz mit einer sowieso stattfindenden Selbstheilung verstecken.

## Versuchsplanung

In diesem Kapitel werden die Grundzüge der Versuchsplanung besprochen. Die verschiedenen Formen der Datenerhebung werden erläutert, angefangen bei epidemiologischen Längsschnitt- oder Querschnitterhebungen über den klinischen Versuch bis hin zu Experimenten mit Tieren oder im Labor.

Die Grundbegriffe wie Ziel-, Einfluss- und Störgrößen, die Form der Durchführung als prospektive oder retrospektive Untersuchung, als Blind- oder Doppelblindstudie werden kurz angeschnitten. Details werden in den beiden folgenden Kapiteln erläutert.

Als Beispiel dienen die epidemiologischen Erhebungen, mit denen Semmelweis die Ära der Antisepsis einleitete.

## Der klinische Versuch

Der randomisierte klinische Versuch ist das schärfste Instrument, um auch kleine Unterschiede in der Wirksamkeit neuer Pharmaka und anderer, z. B. chirurgischer oder psychotherapeutischer Interventionen zu ermitteln. Die Evaluation von Nutzen und Risiken ist keineswegs trivial, weil die möglichen Einflussfaktoren zahlreich sind und vor allem, weil beim einzelnen Patienten nur darüber spekuliert werden kann, wie der Verlauf ohne die Intervention ausgesehen hätte.

Die Zufallszuteilung ist das zentrale Element einer randomisierten Studie, verträgt sich aber nur schlecht mit dem Rollenverständnis von Arzt und Patient. Als Beispiel wird eine randomisierte Studie beschrieben, bei der eine Knieoperation mit einer Scheinoperation doppelblind verglichen wird und der Placeboeffekt voll zur Geltung kommt.

## Epidemiologische Studien

Epidemiologische Studien dienen der Ursachenforschung, um die Bedeutung ätiologischer Faktoren zu ermitteln. Man unterscheidet im Wesentlichen die Querschnittserhebung, die Kohortenstudie und die Fall-Kontroll-Studie. Im Gegensatz zum klinischen Versuch kann der Epidemiologe nur beobachten und nicht intervenierend eingreifen.

Ein prominentes Beispiel für eine Kohortenstudie ist die Framinghamstudie, in der das heutige Wissen über die Ätiologie von Herz-Kreislauf-Erkrankungen gewonnen wurde. Welche Bedeutung Fall-Kontroll-Studien haben können, hat sie Suche nach dem EHEC-Erreger im Sommer 2011 gezeigt.

## Schätzen und Testen

Mit statistischen Testverfahren kann man prüfen, ob erhobene Daten für eine Hypothese sprechen oder ob sich die Daten auch durch zufallsbedingte Abweichungen erklären lassen. Dieses Teilgebiet heißt „Schließende Statistik“, im englischen Schrifttum „Inference Statistics“.

Angenommen, man will eine neue Therapie mit der bisher üblichen vergleichen: Zu diesem Zweck behandelt man zehn Patienten nach der alten und zehn nach der neuen Therapie. Nehmen wir an, die Ergebnisse der neuen Therapie seien geringfügig besser als nach der alten. Die Verfechter der neuen Heilmethode werden behaupten, die neue Therapie habe sich als überlegen gezeigt. Die Anhänger der alten Heilweise werden einwenden, die geringfügige Überlegenheit der neuen Therapie sei auf zufallsbedingte Einflüsse zurückzuführen, im Grunde bestehe kein Unterschied zwischen der Effizienz der alten und der neuen Therapie. Diese Frage kann endlos lange debattiert werden, ohne zu einer Lösung zu gelangen. Um Klarheit zu schaffen, können die Versuchsreihen verlängert werden, um nach weiteren 10, 20 oder 30 Behandlungen neu Bilanz zuziehen. Es ist arbeitsaufwendig und ethisch bedenklich, die Versuchsreihe fortzusetzen, bis alle Anhänger der alten Therapie die besseren Ergebnisse der neuen Heilweise nicht mehr auf zufallsbedingte Einflüsse zurückführen. Ethisch bedenklich deshalb, weil man bis zur Einigung über die Fragestellung vielen Patienten die – möglicherweise bessere – neue Therapie verweigert.

Der Ausweg aus dem oben beschriebenen Dilemma liegt in einem statistischen Testverfahren, mit dem ausgerechnet werden kann, wie hoch die Wahrscheinlichkeit ist, dass sich – um im obigen Beispiel zu bleiben – die neue Therapie lediglich aufgrund des Zufalls als besser erwiesen hat.

## Durchführung statistischer Testverfahren

In diesem Kapitel wird erläutert, nach welchen Kriterien man den für vorliegende Daten geeigneten Test auswählt. Darüber hinaus werden einige häufig

verwendete Testverfahren durchgerechnet. Der Übersichtlichkeit halber wird mit fiktiven Beispielen gearbeitet, um das Prinzip der Berechnungen zu demonstrieren.

## Demographischer Wandel

Im 19. Jahrhundert haben die Fortschritte der Hygiene zu einem drastischen Rückgang der Kindersterblichkeit geführt. Mit der Einführung der Impfungen und später der antibiotischen Behandlungsmöglichkeiten haben die Infektionskrankheiten ihren Schrecken verloren. Dies hat zu einer deutlichen Verlängerung der Lebenserwartung geführt. Parallel dazu ist die Geburtenrate gefallen, ein Phänomen, das sich weltweit in allen Ländern zeigt, in denen der Wohlstand steigt. Inzwischen werden in Deutschland wie auch in allen Industrieländern nur noch etwa  $2/3$  der Kinder geboren, die notwendig wären, damit sich die Bevölkerung 1 zu 1 reproduziert. Diese Entwicklung wird anhand der Zahlen des Statistischen Bundesamtes erläutert und in Beziehung gesetzt mit den soziologischen Veränderungen und dem damit einhergehenden Wertewandel.

## Grundzüge der Epidemiologie

Die Epidemiologie ist sicherlich das Fachgebiet der Medizin, welches den größten Nutzen für die Menschheit gebracht hat und auch in Zukunft bringen wird. Die Fortschritte der Hygiene und die Bekämpfung der Seuchen basieren auf Erkenntnissen der Epidemiologie. Aber auch heute ist dieses Fachgebiet gefragt, etwa, wenn eine neue Grippewelle im Anmarsch ist oder bei der Bekämpfung der neuen Volkskrankheiten wie Bewegungsmangel, Übergewicht, Hochdruck und Fettstoffwechselstörungen. Die EHEC-Epidemie im Frühsommer 2011 hat gezeigt, wie aktuell dieses Fachgebiet nach wie vor ist. Auch die zunehmende Impfmüdigkeit lässt das Wiederaufflackern längst überwunden geglaubter Infektionskrankheiten wie Masern befürchten.

Während das Schicksal des Einzelnen in der kurativen Medizin das Maß aller Dinge ist und dementsprechend bei therapeutischen Entscheidungen allein der Wille des Patienten ausschlaggebend ist, ist bei epidemiologischen Fragestellungen – und dazu gehören neben Impfungen auch Behandlungen mit Antibiotika, die zur Resistenzbildung führen können – auch immer das Gemeinwohl zu bedenken. Das Fachgebiet der *Public Health* behandelt nicht nur die wissenschaftlichen Aspekte des öffentlichen Gesundheitswesens, sondern auch die ökonomischen, insbesondere den Zugang des Einzelnen zu medizinischen Leistungen und die Fragen der Finanzierbarkeit.

In der kurativen Medizin ist der einzelne Patient sowohl Ausgangspunkt aller Überlegungen als auch der Zweck aller Bemühungen. In der Epidemiologie ist der Einzelne nur potentieller Überträger einer Infektionskette, er ist Datenliefe-



rant und hat damit seine Schuldigkeit getan. Ziel und Nutznießer epidemiologischer Forschung ist die Gemeinschaft. Eine ganz ähnliche Situation gilt für die medizinische Statistik im Allgemeinen.

## **Systematic Reviews und Metaanalysen**

Das in den letzten Jahren entstandene Fachgebiet der evidenzbasierten Medizin geht den umgekehrten Weg und hat Methoden entwickelt, wie der behandelnde Arzt die Flut medizinischer Veröffentlichungen so aufbereiten kann, dass er diese Erkenntnisse bei der Behandlung eines aktuellen Patienten nutzen kann.

Metaanalysen sind Zusammenfassungen mehrerer Untersuchungen zum selben Thema. Seit Jahren macht sich die Cochrane Collaboration, ein weltweit operierender Zusammenschluss von Wissenschaftlern, die sich der evidenzbasierten Medizin verpflichtet fühlen, um die Durchführung von Metaanalysen verdient. Die evidenzbasierte Medizin (EbM) hat sich zum Ziel gesetzt, alles Tun und Lassen in der Medizin auf den Prüfstand zu stellen. Der EbM ist nichts heilig, alles wird hinterfragt, vor allem alles, „was man schon immer so gemacht hat“. Diese in der Wissenschaft eigentlich nicht unübliche Methode hat anfänglich für viel Unruhe gesorgt, aber inzwischen ist die EbM fest in die Schulmedizin integriert.

## **Evidenzbasierte Medizin und Leitlinien**

Der besondere Ansatz der EbM besteht darin, dass der Nutzen für den Patienten stets im Mittelpunkt der Überlegungen steht. Es wird – nicht ganz zu Unrecht – unterstellt, dass im medizinischen Schrifttum bisher ein Ungleichgewicht bestand, das sich unter dem Gesichtspunkt wissenschaftlicher Innovation und auch im Interesse der forschenden Pharmafirmen herausgebildet hat, beispielsweise in der Weise, dass Studien mit „negativen“ Ergebnissen einfach nicht veröffentlicht wurden und dass auch in der Wissenschaft der Grundsatz gilt, „Wes Brot ich ess, des Lied ich sing“.

Nach Kriterien, die im Kapitel *Versuchsplanung* beschrieben sind, ist eine „Rangfolge der Evidenz“ erarbeitet worden. Bei sich widersprechenden Veröffentlichungen wird in der Gesamtschau den Daten mit einer höheren Evidenzstufe größeres Gewicht beigemessen.

Außerdem wurden für einzelnen Krankheitsbilder Leitlinien erarbeitet, in denen aufgelistet ist, wie welche Krankheit nach den neusten evidenzbasierten Erkenntnissen zu behandeln ist. Bisher war es eher so, dass es unter dem Dach der Schulmedizin bei vielen Erkrankungen widerstreitende „Schulen“ oder „Schulmeinungen“ gab, die sich mehr am Renommee ihrer Verfechter orientierten als an der Evidenzlage. Leidtragender eines solchen Expertenstreits ist natürlich der Patient. Die Leitlinien haben für den behandelnden Arzt haftungs-

rechtliche Konsequenzen, denn trotz der auch weiterhin geltenden Therapiefreiheit befindet sich der behandelnde Arzt im Falle eines Kunstfehlerprozesses in großen Rechtfertigungsnöten, wenn sich ergibt, dass die beanstandete Behandlung nicht im Einklang mit den Leitlinien steht.

## Literatursuche

In diesem Kapitel werden zunächst die allgemeinen Gesichtspunkte beschrieben, die für den Aufbau eines Dokumentationssystems wichtig sind.

Den Schwerpunkt dieses Kapitels bilden die medizinischen Literaturdienste. Diese sichten und katalogisieren das gesamte medizinische Schrifttum, vor allem Zeitschriften, und ermöglichen die gezielte Suche nach Veröffentlichungen zu einem speziellen Thema. Auf diese Weise kann man sich auch auf fremden Fachgebieten schnell über den aktuellen Stand des Wissens informieren.

## Die Dissertation

Fast jeder Medizinstudent möchte sein Studium mit einer Doktorarbeit abschließen. Spätestens hierbei werden Kenntnisse der medizinischen Statistik benötigt. In diesem Kapitel wird jedoch mehr auf die praktischen Probleme eingegangen, angefangen bei der Suche nach dem Doktorvater bis zur Anfertigung der Abbildungen.

## Mathematische Grundlagen

Häufigkeiten und Wahrscheinlichkeiten werden in der Regel als Zahl zwischen Null und Eins oder als Prozentsatz dargestellt. In der Epidemiologie ist die Angabe der Fälle bezogen auf 100 000 Personen üblich, was letztlich nur eine Verschiebung des Kommas bedeutet. Ganz anders ist es bei den in der *evidenzbasierten Medizin* üblichen Begriffen NNT und NNH (Number needed to treat und Number needed to harm), die auch eine Häufigkeit oder Wahrscheinlichkeit meinen, aber die Frage aus der Perspektive des behandelnden Arztes betrachten.

Insbesondere im englischsprachigen Schriftgut werden Risiken und Chancen gelegentlich in Form von Odds statt in Form von Häufigkeiten und Wahrscheinlichkeiten angegeben. Bei dieser Form der Darstellung werden die günstigen Ereignisse in Relation zu den ungünstigen gesetzt. Odds von drei bedeutet z. B., dass drei günstige Fälle auf einen ungünstigen Fall kommen, also auf vier Fälle insgesamt. Damit entspricht die Odds von drei einer 75%igen Wahrscheinlichkeit.

Abschließend wird das Wesen der Information erläutert. Die Information ist einerseits ein virtuelles Gut ohne Masse, Farbe oder sonstige physikalische Eigenschaft, aber andererseits ist das Wissen das Kernstück der menschlichen Kultur. Ohne Information kein Bewusstsein, keine Erinnerung, kein Gut und Böse, kein Wille, keine Hoffnung.