

2013: Internationales Jahr der Statistik

Bruno Ebner und Norbert Henze

Statistical thinking will one day be as necessary for efficient citizenship as the ability to read and write.

Samuel Wilks (1951)

Als am 22. September 2013 um 18 Uhr die Wahllokale schlossen, veröffentlichte das auf politische Meinungs- und Wahlforschung spezialisierte Umfrageinstitut Infratest dimap eine erste, unter anderem auf anonymen Befragungen von Wählern nach deren Stimmabgabe fußende Prognose über das Ergebnis der Wahl zum 18. Deutschen Bundestag. Die absoluten Abweichungen zwischen Prognosewert und tatsächlichem Stimmanteil betrugen bei jeder Partei maximal 0,5 %. Hier zeigte sich wieder einmal Millionen von Fernsehzuschauern, wie verblüffend genau Prognosen sind, denen ausgeklügelte statistische Methoden und Verfahren zugrunde liegen (die in diesem Fall Geheimnis von Infratest dimap sind).

Die große Bedeutung der Statistik nicht nur für Wahlprognosen und Meinungsumfragen, sondern mittlerweile für fast alle Lebensbereiche, spiegelt sich wider in dem von der American Statistical Association, dem Institute of Mathematical Statistics, der International Biometric Society, dem International Statistical Institute, der Bernoulli Society und der Royal Statistical Society als Initiatoren getragenen Aufruf, 2013 zum Internationalen Jahr der Statistik zu erklären (<http://www.statistics2013.org/>).

Das Jahr 2013 ist für die Statistik besonders geschichtsträchtig, erschien doch 1713 die *Ars Conjectandi* von Jakob Bernoulli (1654–1705). Das Werk gilt als Meilenstein für die Entwicklung der Stochastik, da Bernoulli als erster die Wichtigkeit eines Wahrscheinlichkeitsbegriffes für das gesamte menschliche Leben erkannte und damit weit über die bis dahin vorherrschende Wahrscheinlichkeitsrechnung als Lehre von den Glücksspiel-Chancen hinausging. Genau 250 Jahre ist es her, dass der bahnbrechende Aufsatz *Essay towards solving a problem in the Doctrine of Chance* von Thomas Bayes (1701–1761) vor der Royal Statistical Society verlesen wurde (der 1764 erschienene Sonderdruck trug interessanterweise den informativeren Titel *A Method of Calculating the Exact Probability of All Conclusions found on Induction*, vgl. [20]).

Mit diesem Aufruf, dem weltweit mehr als 2100 Organisationen in 124 verschiedenen Ländern folgten, waren insbesondere die folgenden Ziele verbunden:

- eine breite Öffentlichkeit für den zunehmenden Stellenwert der Statistik in fast allen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens zu sensibilisieren,
- junge Menschen für das Berufsfeld des Statistikers zu begeistern,

- Kreativität und Innovation in einer immer stärker datagetriebenen Forschung zu fördern.

In Deutschland haben sich unter anderem die Fachgruppe Stochastik der DMV, die Deutsche Statistische Gesellschaft, die Deutsche Region der Internationalen Biometrischen Gesellschaft, der Verein für Socialpolitik, die Deutsche Gesellschaft für Epidemiologie, die Deutsche Arbeitsgemeinschaft Statistik, der Verein zur Förderung des schulischen Stochastikunterrichts, die Deutsche Gesellschaft für Medizinische Informatik, Biometrie und Epidemiologie e. V., das Statistische Bundesamt und der Verband Deutscher Städtestatistiker dieser Initiative angeschlossen, siehe <http://www.statistik2013.de>. Die Breite der hier vertretenen Gebiete deutet an, welch allumfassende Bedeutung die Statistik heutzutage besitzt.

Mit diesem Aufsatz möchten wir einen kleinen Beitrag zum Internationalen Jahr der Statistik leisten und dabei insbesondere das erste der genannten Ziele verfolgen.

I Politische Arithmetik – Vorläufer der Statistik

Zur Geschichte der Statistik gibt es zahlreiche Bücher und Artikel (siehe z. B. [4, 8–11, 13, 15, 19, 23]), sodass wir an dieser Stelle nur einen kurzen Abriss geben.

Oft assoziiert man mit Statistik Tabellen und grafische Darstellungen und denkt vielleicht an Arbeitslosen-, Krebs- oder Kriminalitäts-Statistiken. Der Gebrauch des Wortes Statistik in solchen Zusammensetzungen spiegelt einen wichtigen Teilaspekt der Statistik in Form der amtlichen Statistik wider. Diese reicht bis ca. 3000 v. Chr. zurück, wo sie Unterlagen für die Planung des Pyramidenbaus bildete und Einwohner- sowie Standesregister und Grundsteuerkataster umfasste, siehe [13], S. 23.

Die amtliche Statistik in Deutschland ist seit 1950 im Statistischen Bundesamt in Wiesbaden sowie in 14 statistischen Landesämtern institutionalisiert. Im Statistik-Portal <http://www.statistik-portal.de> findet sich unter *Links* ein Zugang zu Webseiten zahlreicher statistischer Ämter im In- und Ausland.

Wie schon der Name suggeriert, hat die Statistik ihren Ursprung im Staatswesen (italienisch *statista* = Staatsmann, Politiker). Der eigentliche Wortsinn bezeichnet somit umgangssprachlich formuliert eine Sammlung von Daten, z. B. über Bevölkerung und Handel, die für einen Staatsmann von Interesse sind. Nach Kendall [11] war vermutlich Girolamo Ghilini (1589–1668) der erste, der

das Wort *statistisch* verwendete, als er sich auf *civile, politica, statistica e militare scienza* bezog (die für diesen Bezug angegebene Jahreszahl 1589 kann jedoch offensichtlich nicht stimmen). Als Universitätsstatistik wurde die von Hermann Conring (1606–1681) begründete wissenschaftliche Staatskunde als „Wissenschaft und Lehre von den Staatsmerkwürdigkeiten“ bezeichnet. Gottfried Achenwall (1719–1772) definierte Statistik im Sinne von Staatskunde. Der Gebrauch des Wortes Statistik in diesem Sinn verschwand zu Beginn des 19. Jahrhunderts, siehe z. B. [8], S. 81 ff.

Einer der ersten, der sich – abgesehen von Astronomen wie Tycho Brahe (1546–1601) und Johannes Kepler (1571–1630) – mit Fragen der Gewinnung von Erkenntnissen aus vorliegenden Daten beschäftigte und damit zusammen mit (Sir) William Petty (1623–1687) in England die so genannte politische Arithmetik begründete, war John Graunt (1620–1674), der durch sein 1662 erschienenes Werk *Natural and political observations upon the bills of mortality* als Begründer der Biometrie und der Bevölkerungsstatistik gilt. Petty führte statistische und demographische Methoden in die politische Ökonomie ein. Ein weiterer wichtiger Vertreter der politischen Arithmetik war Edmond Halley (1656–1742). Mit der Erstellung der Sterbetafeln der Stadt Breslau 1693 war er ein Pionier der Sozialstatistik. In Deutschland wurde die politische Arithmetik vor allem durch den Pfarrer Johann Peter Süßmilch (1707–1767) vertreten.

Ab ca. 1800 begann man, die mit der politischen Arithmetik verbundene Herangehensweise, nämlich Erkenntnisgewinn aus der Analyse von Daten zu ziehen, als Statistik zu bezeichnen. Auf der britischen Insel, wo ca. 100 Jahre später die Mathematische Statistik ihren Ausgang nahm, war Sir John Sinclair of Ulbster (1754–1835) der erste, der in seiner 21 Bände umfassenden Abhandlung *Statistical Account of Scotland drawn up from the communications of the ministers of the different parishes* (1791–1799) das Wort Statistik in diesem Wortsinn verwendete, siehe [15]. Der Ursprung der Statistik als eigenständige Wissenschaft von der Gewinnung, Analyse und Interpretation von Daten, um begründete Schlüsse zu ziehen und Prognosen zu treffen, ist somit nicht die Staatenkunde, sondern die politische Arithmetik, vgl. [11].

2 Die Mathematische Statistik entstand ab ca. 1900

Nachdem sich im 19. Jahrhundert der Gedanke durchgesetzt hatte, dass der Wahrscheinlichkeitsbegriff wissenschaftlich gesicherte Erkenntnisse durch geeignetes Auswerten von Daten ermöglicht, entstand ab ca. 1900 die Mathematische Statistik. Obgleich es bis dahin schon diverse Techniken wie die Methode der kleinsten Quadrate, den Zentralen Grenzwertsatz oder den Satz von Bayes gab, existierte noch keine kohärente Theorie. Den



Abbildung 1. Karl Pearson

Beginn einer solchen Theorie markierte ein Aufsatz von Karl Pearson (1857–1936) im Jahr 1900, in dem der mittlerweile sogar von Finanzämtern bei Steuerprüfungen routinemäßig eingesetzte Chi-Quadrat-Test eingeführt wurde. Dieser Test dient dazu, die Anpassungsgüte eines Modells an vorliegende Beobachtungen zu bewerten. Weitere Meilensteine in der Theorieentwicklung waren die Entdeckung der *t*-Verteilung des unter dem Pseudonym *Student* publizierenden William Sealy Gosset (1876–1937) im Jahr 1908 sowie eine Arbeit von Sir Ronald Aylmer Fisher (1890–1962) im Jahr 1925, in der mit den Begriffen Konsistenz, Suffizienz, Effizienz, Fisher-Information und Maximum-Likelihood-Schätzung die Grundlagen der Schätztheorie gelegt wurden. Fisher war zudem der Urheber der statistischen Versuchsplanung und der Varianzanalyse. 1933 publizierten Jerzy Neyman (1894–1981) und Egon Sharpe Pearson (1895–1980) eine grundlegende Arbeit zum optimalen Testen (Neyman–Pearson-Theorie), und 1950 wurde durch Abraham Wald (1902–1950), dem Erfinder der Sequentialverfahren, eine Theorie optimaler statistischer Entscheidungen begründet.

Während lange ausschließlich spezielle parametrische Verteilungsannahmen (insbesondere die einer zugrunde liegenden Normalverteilung) gemacht wurden, entstand ab ca. 1930 die Nichtparametrische Statistik. Hierbei standen zunächst Ergebnisse über die Abweichung der empirischen Verteilungsfunktion von der wahren, unbekannten Verteilungsfunktion im Vordergrund, die mit den Namen Waleri Iwanowitsch Glivenko (1897–1940), Francesco Paolo Cantelli (1875–1966) (Satz von Glivenko–Cantelli), Harald Cramér (1893–1985), Richard von Mises (1883–1953) (Cramér–von Mises-Test), Andrej Nikolajewitsch Kolmogorov (1903–1987) und Wladimir Iwanowitsch Smirnov (1887–1974) (Kolmogorov–Smirnov-Test) verknüpft sind. Im Gefolge entwickelte sich ab ca.

1950 eine mittlerweile sehr umfangreiche Theorie empirischer Prozesse für Zufallsvariablen mit Werten in allgemeinen metrischen Räumen, die vielfältige statistische Anwendungen besitzt, siehe z. B. [12].

Seit ca. 1960 wird die Entwicklung der Statistik maßgeblich von immer schnelleren Computern bestimmt. Waren es zunächst Fragen der Robustheit von Verfahren gegenüber Abweichungen von Modellannahmen, so kam später verstärkt der Aspekt hinzu, sich weiteren Anwendungen zu öffnen und „Daten für sich selbst sprechen zu lassen“, also explorative Datenanalyse zu betreiben. Auch die von Bradley Efron im Jahr 1979 begründeten Bootstrap-Verfahren (siehe [5]), die die beobachteten Daten für weitere Simulationen verwenden, um etwa die Verteilung einer komplizierten Teststatistik zu approximieren, wären ohne leistungsfähige Computer undenkbar.

Gewaltige Mengen an Daten entstehen auch bei der Analyse hochfrequenter hochdimensionaler Finanzzeitreihen oder bei modernen molekularbiologischen Untersuchungssystemen, sog. *Microarrays*. Letztere gestatten, eine Vielzahl von Einelnachweisen gleichzeitig durchzuführen. Mit solchen Microarray-Daten gehen neue Probleme einher, wie etwa die des multiplen Testens von vielen miteinander in Verbindung stehenden Hypothesen, etwa bei der Frage, welche von tausenden von Genen für eine bestimmte Krebsart verantwortlich sind. Hier ist es zweckmäßig, nicht die Wahrscheinlichkeit für einen Fehler erster Art, sondern den Prozentsatz falscher Ablehnungen (sog. *false discovery rate*) zu kontrollieren, siehe z. B. [2] und [6].

4 Automatisierte Datenerfassung – der Traum des Statistikers

3 Data mining – die Kunst, aus einem Datenberg etwas Wertvolles zu extrahieren

Aufgrund fast explosionsartig ansteigender Speicherkapazitäten und Rechengeschwindigkeiten ist aus der explorativen Datenanalyse ein *data mining* geworden, also eine Kunst, aus einem Berg an Daten etwas Wertvolles zu extrahieren. Oft fallen dabei so viele Daten an, dass in Sekundenbruchteilen entschieden werden muss, was für eine weitere Speicherung interessant ist und was nicht. So beträgt etwa die Rohdatenproduktion des ATLAS-Detektors von Elementarteilchen-Kollisionen am CERN in Genf ca. 60 Terabyte pro Sekunde. Von diesen werden jedoch nur ein Gigabyte zur weiteren Verwendung gespeichert. Dabei geschieht das Aussortieren von Daten in einer ersten Stufe im Mikrosekundenbereich über fest programmierte Chips, auf denen ein Algorithmus eingebaut ist, der – in der Hoffnung, nichts Wertvolles wegzuwerfen – nur interessante Daten zur weiteren Betrachtung zulässt.

Daten werden oft durch Kameras, Sensoren oder Radarsysteme in automatisierter Form als Bilder gewonnen. Diese Bilder müssen für den Computer lesbar gemacht und statistisch adäquat interpretiert werden. Die Möglichkeit, dem Computer ein Bewusstsein für seine Umgebung zu schaffen, findet mannigfaltige Anwendung. Das aktuelle Hightech der Automobilindustrie sind Fahrassistentensysteme wie z. B. das autonome Einparksystem, Abstandstempomaten und Stauassistenten. Um solche Steueraufgaben von Computern bewältigen zu lassen, ist eine kontinuierliche algorithmische Analyse der Umgebung unerlässlich. Hierbei werden fortlaufend Daten in Form von Bildern (siehe Abbildung 2) von Umfeldsensorik gesammelt und durch statistische Bildanalyseverfahren bewertet, sodass der Computer möglichst gute Hilfestellungen geben oder Entscheidungen treffen kann. Auch hier kommt es vor allem auf effiziente Algorithmen und eine hohe Rechenleistung an, da Entscheidungen in Sekundenbruchteilen erfolgen müssen, siehe auch [22].

Umfangreiches Datenmaterial findet auch in der Astrostatistik [17] Verwendung, so etwa beim Problem, mögliche γ -Strahlungsquellen aufzuspüren. Hier werden über Partikel-Zählkarten sogenannte *Skymaps* erzeugt, um ein Strahlungsbild des Alls zu erhalten. Um das Hintergrundrauschen herauszufiltern, überführt man die in Pixel zerlegten Bilder mit Hilfe von Schwellenwerttransformationen in Schwarz-Weiß-Gebilde, für die geometrische Minkowski-Funktionale berechnet werden. Methoden aus der räumlichen Statistik lassen dann Rückschlüsse auf die den Daten zugrunde liegende Struktur zu und erlauben, Strahlungsquellen möglichst gut zu lokalisieren. Große Forschungsprojekte (wie z. B. H.E.S.S., vgl. <http://www.mpi-hd.mpg.de/hfm/HESS/>) liefern die nötigen Daten, um die anhand von Simulationen entwickelten Methoden in der Praxis zu überprüfen. Abbildung 3 zeigt Skymaps der Überbleibsel der Super-Nova RX J1713.7-3946.



Abbildung 2. Rohdaten zur Fahrbahnerkennung, siehe <http://vision.caltech.edu/malaal/datasets/caltech-lanes/>

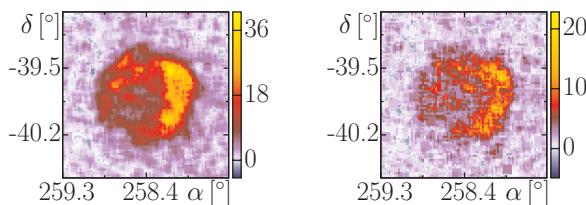


Abbildung 3. Skymaps, vgl. Fig. 6 aus [7], Nachdruck mit Erlaubnis
© ESO

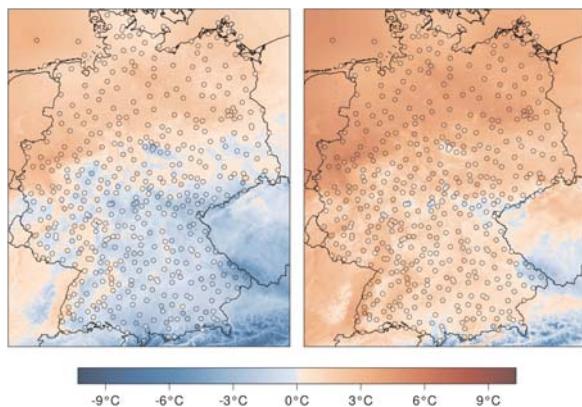


Abbildung 4. Quartile zur Wettervorhersage

Ein Daueranliegen der Meteorologie besteht darin, immer präzisere Wetterprognosen zu erstellen. Heutzutage verwendet man hierfür Ensemblemodelle, also mehrere numerische Modelle mit eventuell unterschiedlichen Randbedingungen. Nach aktuellen Forschungsergebnissen kann die Güte der Prognosen durch statistische Nachbearbeitungsverfahren erhöht werden. Solche Verfahren ermöglichen die Vorhersage in Form einer Wahrscheinlichkeitsverteilung, quantifizieren dadurch wetterabhängige Risiken und bieten somit den Nutzern, etwa aus Landwirtschaft, Luftfahrt oder Schifffahrt, zusätzliche qualitative Informationen an, siehe [21]. Abbildung 4 zeigt das obere und untere Temperaturvorhersage-Quartil für Deutschland am 3. Februar 2011, berechnet mittels eines räumlich adaptiven Ensembleverfahren (EMOS) und geostatistischer Interpolation, siehe [18].

Während bislang die historische Entwicklung und zukünftige Herausforderungen der Statistik beleuchtet wurden, möchten wir abschließend auf Aspekte eingehen, die mit dem über 60 Jahre alten Eingangszitat von Samuel Stanley Wilks (1906–1964) verbunden sind. Wilks sagt vor, dass ein mündiger Bürger neben Schreiben und Lesen auch Statistik (die des täglichen Lebens) beherrschen muss. Diese Forderung betrifft sowohl den Schulunterricht als auch das Hochschulstudium. Mittlerweile gehört zwar in fast jedem Studiengang an einer deutschen Universität ein Grundkurs in Statistik zum Pflichtprogramm, jedoch gibt es hierzulande insbesondere im Vergleich zum angelsächsischen Raum nur ein „statistics department“ (eine Fakultät für Statistik an der TU Dortmund) und

eine den Teil-Namen Statistik tragende Fakultät für Mathematik, Informatik und Statistik an der LMU München. Die zunehmende Bedeutung der Statistik an deutschen Universitäten zeigt sich aber etwa daran, dass in letzter Zeit einige spezielle Masterprogramme in Statistik eingeführt wurden (Bielefeld, Magdeburg, Berlin). Auf der schulischen Ebene gibt es mit der Leitidee Daten und Zufall eine Aufwertung der Statistik in den 2003 von der Kultusministerkonferenz als Folge der PISA-Studie verabschiedeten Bildungsstandards Mathematik. So steht etwa die Herbsttagung 2013 des Arbeitskreises Stochastik in der Schule der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik unter dem Motto „Förderung von Statistical Literacy im Stochastikunterricht“.

5 Wettbewerbe: Statistik-App des Jahres 2013 und statistische Irrtümer

Um die „statistische Mündigkeit“ zu fördern, gibt es auf der zentralen Webseite <http://www.statistik2013.de/> des Jahres der Statistik 2013 die Rubrik Wettbewerbe. Hier geht es zum einen um statistische Irrtümer und zum anderen um den Wettbewerb Statistik-App des Jahres 2013. Letzterer gliedert sich in die Kategorien didaktisch gelungene Entwicklungen für die statistische Aus- und Weiterbildung und Interaktive Visualisierungen sowie Apps, die zur Verbesserung der Methodenkompetenz beitragen oder komplexe gesellschaftsrelevante Sachverhalte darstellen. Beispielhaft ist ein Link zu einer Webseite der schwedischen Gapminder-Stiftung angegeben, auf der für 197 Staaten das inflationsbereinigte Pro-Kopf-Einkommen gegen die Lebenserwartung aufgetragen ist. Dabei kann man sogar die Entwicklung jedes einzelnen Landes seit 1829 in einem Film verfolgen.

Im Wettbewerb Statistische Irrtümer werden statistische Fehler und Lügen aus den Medien und anderen Veröffentlichungen gesucht. Dort finden sich unter dem Link *Unsinn in den Medien – vom sorglosen Umgang mit Daten* zahlreiche Beispiele für journalistische Irrtümer zu den Themengebieten Prozentangaben, bedingte Verteilungen, grafische Darstellungen, Mittelwerte, Zusammenhänge, Repräsentativität, Wahrscheinlichkeiten, Konfidenzintervalle, statistisches Testen von Hypothesen und Datenqualität. In wenigen Fällen deckten Journalisten aber auch Hanebüchen auf, so etwa im Zusammenhang mit der Jagd nach statistisch signifikanten Ergebnissen, um präkognitive Fähigkeiten beweisen zu können (Artikel „Gefühlte Zukunft“ in der *ZEIT* vom 30.12.2010). Ein nicht minder schwerer Fall von Signifikanzerschleichung liegt bei einem im British Medical Journal (BMJ 2008;337:a2768) erschienenen Artikel mit dem Titel „Rugby (the religion of Wales) and its influence on the Catholic church: should Pope Benedict XVI be worried?“ vor. In diesem prüften die Autoren allen Ernstes per Hypothesentest, ob 2008 die Gesundheit des Papstes in Gefahr war, weil das walisische Rugby-Nationalteam eine besonders erfolgreiche Saison hatte.

Sowohl die „gefühlte Zukunft“ als auch die vermeintlich statistisch begründete Sorge um die Papstgesundheit fallen unter das Motto „Eine blinde Henne findet auch einmal ein Korn (wenn sie lange genug danach sucht)“. Im ersten Fall wurden Probanden auf einem Bildschirm zwei zugezogene Vorhänge präsentiert. Hinter einem war ein erotisches Bild, hinter dem anderen eine nackte Wand. In 53 Prozent aller Fälle errieten die Testpersonen den Vorhang mit dem Bild (das erst *nach* ihrer Entscheidung zufällig platziert wurde). Die 53 Prozent Erfolgsquote können je nach Probandenzahl eine statistisch signifikante Abweichung vom blinden Raten darstellen. Man hatte jedoch nicht nur erotische Bilder auf deren Psi-Wirkung untersucht, sondern auch diverse andere Bilderkategorien, und sich danach das deutlichste Resultat „herausgepickt“. Im Fall der Papstgesundheit hätte sicherlich auch irgendeine andere unter Tausenden von Zeitreihen gut zu der zu einem geeigneten Zeitpunkt begonnenen Zeitreihe von Todesjahren von Päpsten passen können.

Ein anderer Link führt zur Unstatistik des Monats, die von Gerd Gigerenzer, Thomas Bauer und Walter Krämer ins Leben gerufen wurde (<http://www.unstatistik.de>). Dort werden jeweils aktuell publizierte Zahlen und vor allem deren Interpretationen hinterfragt. Diese Aktion soll nach dem Willen der Urheber „dazu beitragen, mit Daten und Fakten vernünftig umzugehen, in Zahlen gefassste Abbilder der Wirklichkeit korrekt zu interpretieren und eine immer komplexere Welt und Umwelt sinnvoller zu beschreiben“. So tituliert die Unstatistik des Monats September 2013 die Stadt Frankfurt/Main als „deutsche Hauptstadt des Verbrechens“, weil sie in der am 15. Mai vom Bundesinnenminister vorgestellten Polizeilichen Kriminalstatistik 2012 die höchste Anzahl gemeldeter Kriminalfälle, bezogen auf 100 000 Einwohner, aufweist.

Abgesehen davon, dass in verschiedenen Städten gewisse Delikte unterschiedlich aggressiv verfolgt werden, wäre jedoch nur eine Rangfolge seriös, die alle Personen aufnimmt, die in der jeweiligen Stadt Opfer oder Verursacher einer Straftat werden könnten. Dazu zählt gerade in Frankfurt die sehr große Zahl an Einpendlern, Messebesuchern, umsteigenden Reisenden am Hauptbahnhof oder Fluggästen. In der September-Unstatistik wird auch dargelegt, dass auf der Basis von Einwohnerzahlen der Vatikanstaat das kriminellste Land der Erde ist. An 99 Prozent aller Delikte war jedoch keiner der 492 Bürger des Vatikanstaats, sondern einer der ca. 18 Millionen Besucher beteiligt.

6 Lebenslange Haft und dann ein Freispruch – Statistik vor Gericht

Das Aufkommen der forensischen Statistik (siehe z. B. [1]) zeigt, dass statistisches Datenmaterial und daraus gezogene Schlüsse bei Indizienprozessen eine immer größere Rolle spielen. Zwei spektakuläre Fälle, in denen das Urteil jeweils lebenslange Haft lautete und erst nach Einschaltung ausgewiesener Statistiker Freisprüche erwirkten

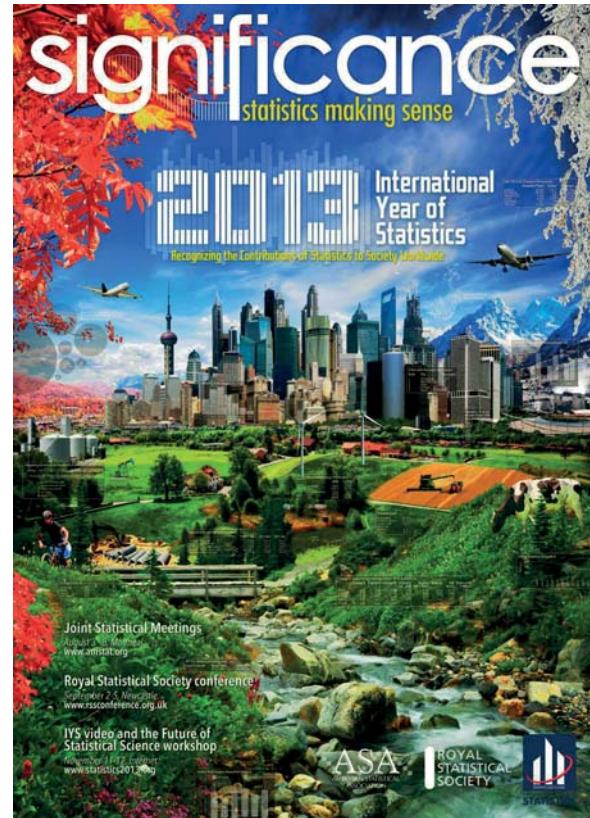


Abbildung 5. Poster zum Jahr der Statistik

werden konnten, sind die Prozesse gegen Sally Clark in England und Lucia de Berk in den Niederlanden. Sally Clark wurde 1999 verurteilt, weil auch ihr zweites Kind unter weithin ungeklärten Umständen starb (beim ersten hatte man plötzlichen Kindstod diagnostiziert). Das Gericht stützte sich maßgeblich auf ein Gutachten eines renommierten Kinderarztes, dem epidemiologische Studien vorlagen, nach denen die Wahrscheinlichkeit, dass in einer wohlhabenden Nichtraucherfamilie ein Kind an plötzlichem Kindstod stirbt, 1 zu 8543 beträgt. Er argumentierte, die Chance, dass auch das zweite Kind dieses Schicksal erleidet, sei mit ca. 1 zu 73 Millionen ($= (1/8543)^2$) so klein, dass ein Zufall praktisch ausgeschlossen sei. Die Jury ließ sich hiervon überzeugen und unterlag dazu noch dem so genannten Trugschluss des Anklägers (*prosecutor's fallacy*), indem sie diesen verschwindend kleinen Wert fälschlicherweise als Wahrscheinlichkeit für die Schuld der Mutter interpretierte.

Sally Clark wurde 2003 freigesprochen, nachdem sich die Royal Statistical Society (RSS) eingeschaltet und ihre Besorgnis über den Missbrauch von Statistik in diesem Fall ausgedrückt hatte. Die unterstellte Annahme, die Ereignisse A_j , dass das j -te Kind durch plötzlichen Kindstod stirbt ($j = 1, 2$), seien stochastisch unabhängig, sei sowohl empirisch nicht gerechtfertigt als auch aus prinzipiellen Gründen falsch. So könnten genetische oder Umweltfaktoren die (bedingte) Wahrscheinlichkeit für einen zweiten Kindstod deutlich erhöhen; die RSS führte noch weitere Aspekte von Missbrauch der Sta-

tistik im Fall Sally Clark an. Weitere Informationen und diverse Literaturangaben finden sich unter der Internetadresse http://en.wikipedia.org/wiki/Sally_Clark. Der Fall Lucia de Berk (Verurteilung wegen mehrfachen Mordes 2003, Freispruch 2010) ist vom Missbrauch der Statistik her ähnlich gelagert, siehe z. B. [3].

Selbstverständlich gäbe es noch viele weitere Beispiele für den sinnvollen Gebrauch oder den Missbrauch von Statistik, siehe z. B. [16]. So sind etwa alle Themengebiete, die in Abbildung 6 zu sehen sind, vom Agrarwesen über die nobelpreisprämierten Analysemethoden der Finanzwirtschaft sowie Umweltfragen bis hin zu Autopiloten in der Luftfahrt datenbasierend und haben somit direkt mit Statistik zu tun. Dass wir alle mit unseren Mausklicks zu wertvollen Datengebern werden und Firmen eine IP-Adressen-spezifische Konsum-Präferenz-Verteilung zukommen lassen, sehen wir daran, dass wir regelmäßig personalisierte Werbung erhalten. Dass dabei wie beim Unternehmen Citreo, einem der führenden Anbieter von Online-Werbung, täglich etwa 230 Terabyte an Daten anfallen [14], braucht uns nicht zu kümmern. Als statistik-mündige Bürger sollten wir aber wissen, dass eine solche Datensammelwut – von derjenigen der NSA ganz zu schweigen – Einfluss auf unser Leben hat.

Danksagung

Wir danken Martin Folkers für hilfreiche Diskussionen und Tilman Gneiting, Michael Scheuerer und Michael Klatt für die Überlassung von Abbildungen.

Literatur

- [1] Aitken, C. und Taroni, F. (2004): *Statistics and the Evaluation of Evidence for Forensic Statistics*. 2. Auflage, Wiley, New York.
- [2] Benjamini, Y. und Hochberg, Y. (1995): *Controlling the false discovery rate: a practical and powerful approach to multiple testing*. Journ. Roy. Statist. Soc. B 57 (1):289–300.
- [3] Buchanan, M. (2007): *Statistics: Conviction by numbers*. Nature 445, 254–255.
- [4] Desrosières, A. (2005): *Die Politik der großen Zahlen. Eine Geschichte der statistischen Denkweise*. Springer, Berlin.
- [5] Efron, B. (1979): *Bootstrap methods: Another look at the jackknife*. Ann. Statist. 7, 1–26.
- [6] Efron, B. (2011): *The future of statistics*. In: *International Encyclopedia of Statistical Sciences*, Miodrag Lovric (Hrsg.), Springer, vii–x.
- [7] Göring, D., Klatt, M. A., Stegmann, C. und Mecke, K. (2013): *Morphometric analysis in gamma-ray astronomy using Minkowski functionals*, A&A, 555, A38.
- [8] Hald, A. (1990): *A History of Probability and Statistics and their Applications before 1750*. Wiley, New York.
- [9] Hald, A. (1998): *A History of Mathematical Statistics from 1750 to 1930*. Wiley, New York.
- [10] Hald, A. (2007): *A History of parametric statistical Inference from Bernoulli to Fisher, 1713–1935*.
- [11] Kendall, M.G. (1960): *Studies in the history of probability and statistics. X. Where shall the history of statistics begin?* Biometrika 47, 3 and 4, 447–449.
- [12] Kosorok, M.R. (2008): *Introduction to Empirical Processes and Semiparametric Inference*. Springer, New York.
- [13] Menges, G. (1960): *Versuch einer Geschichte der internationalen Statistik von ihren Vorfätern im Altertum bis zur Entstehung des Völkerbundes*. Statistische Hefte 1, 22–64.
- [14] Müller, D. (2013): Die Tasche, der Trichter und ich. In: *DIE ZEIT*, 17.10.2013, S. 26.
- [15] Plackett, R.L. (1986): *The old statistical account. Journ. Roy. Statist. Soc. A* 149, 247–251.
- [16] Rüschenendorf, L. (1997): *Stochastik - eine interdisziplinäre Wissenschaft*. In: *Überblicke der Mathematik 1998* (A. Beutelspacher et al. (Hrsg.)). Vieweg, Wiesbaden, 108–127.
- [17] Sarro, L.M., Eyer, L., O'Mullane, W., und De Ridder, J. (2012): *Astrostatistics and Data Mining*. Springer, New York.
- [18] Scheuerer, M. und König, G. (2013): *Gridded locally calibrated, probabilistic temperature forecasts based on ensemble model output statistics* (submitted)
- [19] Stigler, S.M. (1986): *The History of Statistics: The Measurement of Uncertainty before 1900*. The Belknap Press of Harvard University Press. Cambridge, England.
- [20] Stigler, S.M. (2013): *The true Title of Bayes's Essay*. Statistical Science 28, Heft 3, 283–288.
- [21] Thorarinsdottir, T.L., Scheuerer, M. und Feldmann, K. (2012): *Statistische Nachbearbeitung von Ensemblevorhersagen*. promet 37, 3 und 4, 43–52.
- [22] Thrun, S., Burgard, W. and Fox, D. (2005): *Probabilistic Robotics*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts.
- [23] Witting, H. (1990): *Mathematische Statistik*. In: *Ein Jahrhundert Mathematik (1890–1990)*. Festschrift zum Jubiläum der DMV. Gerd Fischer et al. (Hrsg.). Vieweg, Wiesbaden, 781–815.

Dr. Bruno Ebner und Prof. Dr. Norbert Henze
Institut für Stochastik, Kaiserstraße 89–93, Karlsruher Institut für
Technologie, 76128 Karlsruhe
bruno.ebner@kit.edu
henze@kit.edu

Norbert Henze, geb. 1951, studierte in Hannover Mathematik und Informatik. Seit 1991 hat er eine Professur am KIT, vormals Universität Karlsruhe (TH). Er ist Autor von fünf Büchern, darunter des in 10. Auflage erschienenen Werkes *Stochastik für Einsteiger*, und zahlreicher wissenschaftlicher Aufsätze zur Statistik sowie Artikel zur Didaktik der Stochastik.



Bruno Ebner, geb. 1981, studierte in Karlsruhe Wirtschaftsmathematik und promovierte dort 2010 in Mathematische Statistik. Seit 2012 ist er Akademischer Rat am KIT. Er ist Autor wissenschaftlicher Artikel mit den Forschungsschwerpunkten asymptotische Statistik, stochastische Prozesse und zufällige Felder.

