

STOCHASTIK - Stoffsammlung

(Albrecht Häberlein 2007)

„Statistisches Denken durchzieht unsere gesamte Gegenwartskultur, angefangen von Alltagsfragen bis hin zu strategischen Planungen in fast allen Lebensbereichen. Insbesondere geschehen fast alle Entscheidungen im kurz- sowie langfristigen Bereich auf politischer, finanzwirtschaftlicher, industrieller und kulturpolitischer Ebene aufgrund von statistisch aufbereiteten Daten. Im Weiteren wird sowohl die Steuerung wissenschaftlicher Forschung wie auch diese selbst weitgehend von statistischen Methoden und Argumentationsweisen geprägt. Die Planung, Durchführung und Deutung von wissenschaftlichen Experimenten sind ohne statistische Verfahren nicht mehr denkbar – ja nicht mehr akzeptabel.“ (Ziegler2001)

Statistik ist das meistunterrichtete Fach an deutschen Universitäten. Schätzungsweise jeder dritte Studierende muss im Verlauf seines Studiums einen Kurs in Statistik belegen. (Arbeitskreis Stochastik). Gerade Forscher, die nicht „im Trend“ liegen, müssen die stochastischen Methoden beherrschen.

Historisch (siehe Feuerpfeil, Barth):

- Fragen beim Glücksspiel führten zur ersten W-Theorie im 17. Jhd. durch Pascal, Fermat, Huygens und Jacob Bernoulli.
- Zur selben Zeit begann die beschreibende Statistik durch Graunt, später Halley, die ihren Durchbruch erst um 1900 in der Biologie (Vererbungs-forschung) erzielte (Galton, Pearsson, Fisher).
- Die W-Th. wurde wesentlich erweitert durch Moivre, Laplace, Gauss, Poisson und Tschebyschow; sie fand ihre axiomatische Grundlegung durch Kolmogorow 1933.

Anwendungsgebiete :

- Glücksspiele
- Versicherungen
- Wirtschaft (Qualitätssicherung, Warenströme)
- Gesundheitswesen (Wirksamkeit von Arzneien, Diagnosen)
- Naturwissenschaft (statistische Physik, Quantenphysik, Meteorologie, Astronomie, Vererbungslehre, Mikrobiologie)
- Sozialwissenschaften (experimentelle Psychologie und Soziologie, Sprachforschung)
- Rechtsleben (genetischer Fingerabdruck, Indizienbeweis)
- Verkehr (Beobachtung, Besteuerung, Planung)
- Meinungsforschung (Politik, Bedürfnisse, Marktverhalten)

Leistungen der Stochastik:

- bringt Ordnung und Übersicht in große Datenmengen
- erfasst Trends und globale Veränderungen
- erlaubt Prognosen – mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit
- beurteilt die Aussagekraft von Erhebungen
- gibt Hinweise auf Abhängigkeiten
- Optimierung von Prozessen (Kosten, Material ...)
- Statistische Analyse gilt als unabdingbares Kriterium für Wissenschaftlichkeit in vielen Disziplinen

Was Stochastik nicht leistet:

- sie gibt keine sicheren Aussagen, insbesondere liefert sie keine Beweise
- selbst klar erscheinende statistische Befunde lassen sich zerpfücken
- Für den individuellen Fall sind die Aussagen wertlos (z.B. Lebenserwartung, Eignung eines Medikaments, IQ(?))
- ebenso für den einmaligen Fall
- Sie gibt kein Verständnis für die Kausalität, den Zusammenhang der Erscheinungen Sie besitzt kein philosophisches Fundament (vgl. Bemühungen von Mises)

Gefahren:

- Normative Interpretation der Ergebnisse (z.B. der „Durchschnittsbürger“ ...)
- Spezielle Aufbereitung der Daten, um gewünschte Aussagen zu erreichen ...
- erst Daten sammeln, hinterher Hypothesen aufstellen (vgl. PISA-Kritik von v. Colani)
- zu weite Extrapolation (z.B. Alter-Gedächtniskorrelation)
- falsche Verfahren (z.B. Mittelwert von Schulnoten)

Aussagen von R. Steiner zu Statistik/Wahrscheinlichkeitslehre

- Zufälle gibt es in der physischen Welt; bezieht man alle Welten mit ein, so herrscht ein innerer Zusammenhang
- Zufall ist ein Schattenbild höherer Notwendigkeit
- Zufall muss möglich sein, sonst gibt es keine Freiheit
- Wir sprechen von Zufall, wo wir mit Verstand und Vernunft nicht hinkommen
- Stochastik ist dort angebracht, wo es um den sinnlich-physischen Ablauf geht; ebenso wo es um Gruppen (nicht um den Einzelnen) geht; die tieferen Ursachen fallen aber heraus
- Lässt man als Erkenntnisinstrument nur die Stochastik zu, macht man sich zum Werkzeug Ahrimans
- Viele Probleme kommen aus der unsachgemäßen Handhabung der Statistik
- Statistik ergibt keinen kausalen Zusammenhang, sie legt ihn bestenfalls nahe
- Wahrscheinlichkeitsaussagen dürfen nicht deterministisch gedeutet werden
- In den Gesetzen der Weltgeschichte spielt der Einzelne nur eine statistische Rolle
- Statistik hat dort keinen Wert, wo der Überzeugungswert für das Geistige beginnt
- Die statistische Methode bleibt in den Naturwissenschaften an der Oberfläche der Dinge
- Bei sozialen Einrichtungen liefert die Statistik Zahlen, man bekommt aber keine Weisheit, die aus dem Menschen aufsteigt; Zahlen sind keine Beweismittel
- Die statistische Psychologie ist in Erziehung und Unterricht nicht brauchbar, man muss in das menschliche Wesen verstehend eindringen; Zahlen können hinterher als Bestätigung dienen

Zitate und Definitionen

Zur Stochastik/Zufall

- „Wenn jemand von allen Fertigkeiten und Künsten die Rechenkunst, die Messkunst und die Kunst des Wägens wegnimmt, so bleibt, um es offen zu sagen, nur etwas übrig, was fast minderwertig ist [...] Es bleibt nichts übrig als ein Erraten, ein Schließen durch Vergleichen und ein Schärfen der Sinneswahrnehmung durch Erfahrung und durch eine gewisse Übung, wobei man die – von vielen als Künste titulierten – Fähigkeiten des geschickten Vermutens (στοχαστικὴ sc. τέχνη) benützt, die durch stete Handhabung und mühevollen Arbeit herangebildet werden.“ (Platon in „Philebos“)
- „Die Wissenschaft befasst sich nur mit Ursachen, nicht mit Zufällen“ (Aristoteles)
- „Die Theorie der Wahrscheinlichkeit ist ein System, das uns beim Raten hilft“ (Richard Feynman)
- Zufall und W. sind nur Hilfsvorstellungen, ins Ungewisse zu raten (von Randow)
- „Zufall ist etwas, womit wir unwesentlichen Zusammenhang ausdrücken“ (Hegel)
- „alle Ereignisse sind durch ihre Ursachen absolut bestimmt; Zufall ist nur der Ausdruck unseres Unwissens“ (klassischer Determinismus)
- „wenigstens in einigen Bereichen regiert der Zufall“ (gemäßigter Indeterminismus)
- „Zufall regiert die gesamte Welt, er bewegt sich allerdings innerhalb bestimmter W.“ (totaler Indeterminismus)
- „Je älter man wird, desto mehr überzeugt man sich davon, dass Seine Heilige Majestät der Zufall die Geschäfte von drei Vierteln dieses traurigen Universums führt“ (Friedrich der Große)
- „Dabei wollen wir die Frage nicht diskutieren, ob es wirklichen Zufall gibt (was das auch immer sein soll), oder ob der Zufall nur deshalb als Lückenbüßer eintreten muss, weil wir die Situation nicht völlig durchschauen.“ (Barth)
- „Auch leuchtet es jedem Menschen ein, dass es nicht genügt, nur ein oder zwei Versuche angestellt zu haben, um auf diese Weise irgendein Ereignis beurteilen zu können, sondern dass dazu eine große Anzahl von Versuchen nötig ist; weiß doch selbst der beschränkteste Mensch, aus irgendeinem natürlichen Instinkt heraus von selbst und ohne jede Belehrung (was fürwahr erstaunlich ist), dass umso geringer die Gefahr ist, vom wahren Sachverhalt abzuweichen, je mehr diesbezügliche Beobachtungen gemacht worden sind.“ (Jakob Bernoulli in „Ars conjectandi“)

Klassische Wahrscheinlichkeit

- „Die Chance für das Eintreten eines Ereignisses ist gleich dem Anteil der für das Ereignis *günstigen* Fälle an den insgesamt *möglichen* Fällen“ (Fermat, Pascal 1654, für das Würfelspiel)
- „Die W. ist ein Grad der Sicherheit und unterscheidet sich von ihr wie ein Teil vom Ganzen. Sei zum Beispiel angenommen, die gesamte und absolute Sicherheit, die ich mit dem Buchstaben a oder mit der Einheit 1 bezeichne, bestehe aus 5 Wahrscheinlichkeiten oder Teilen, von denen drei für die gegenwärtige oder zukünftige Existenz irgendeines Ereignisses stehen, die restlichen dagegen, so soll dieses Ereignis $\frac{3}{5} a$ oder $\frac{3}{5}$ der Sicherheit besitzen,“ (Jakob Bernoulli)
- „Die Wahrscheinlichkeit für die Existenz eines Ereignisses ist also nichts anderes als das Verhältnis der Anzahl der *günstigen* Fälle zu der aller *möglichen* Fälle, wenn wir außerdem keinen Grund sehen, weswegen einer dieser Fälle leichter einträte als ein anderer“ (Laplace 1812); das gilt also in idealisierten Räumen mit gleichwahrsch. Ergebnissen

- Ist $H_n(A)$ die Häufigkeit, mit der Ereignis A in n Experimenten auftritt, so ist die frequentistische Wahrscheinlichkeit (nach Richard von Mises) definiert als „Stabilisierungswert“ unendlich vieler Experimente:
für $n \rightarrow \infty$ ist $P(A) := \text{„lim“ } H_n(A)$.
Dies ist jedoch kein Grenzwert im analytischen Sinn.
- Statt dessen gilt das (Bernoullische) Gesetz der großen Zahlen:
für $n \rightarrow \infty$ ist $\lim P(|H_n(A) - p| < \varepsilon) = 1$, wobei $H_n(A)$ die relative Häufigkeit eines Ereignisses A ist.
- Kritik an der frequ. W.: Jede Folge relativer Häufigkeiten von unregelmäßigen, also zufälligen Ereignisfolgen stabilisiert sich scheinbar – laut T.L.Fine 1973
- „Für Ereignisse, deren relative Häufigkeit nach einer hinreichend großen Anzahl von Versuchen ungefähr gleich einem festen Zahlenwert ist, heißt dieser Zahlenwert die „statistische Wahrsch.“ des Ereignisses. Sie ist also eine Messgröße.“ (Feuerpfeil)

Weitere Konzepte der Wahrscheinlichkeit:

- W. wird definiert über einen fairen Spieleinsatz (Bayes 1763)
- „subjektive W.“ lässt sich definieren als Grad der persönlichen Überzeugung; „es gibt keine real existierende W.“ (de Finetti)
- Weiterführung der Bayes-W. z.B. s. Koch
- „Unpräzise W.“ (Peter Walley): man kann einen Versuch mit verschiedenen W. brauchbar beschreiben, die W. liegt also in einem Intervall, das von einem unteren und einem oberen Wetteinsatz begrenzt wird (siehe Hennig)
- anstelle von a-priori-W gibt es nur verschiedene mathematische Modelle, welche die Realität approximieren und unter denen man frei auswählen kann (Laurie Davis)
- „Die Frage nach der objektiv vorhandenen W. ist als unsinnig entlarvt“ (s. Hennig)

Fragen

zum Fundament:

- Welche Theorie über die W. stimmt denn nun? Wohnt einem Reißnagel eine bestimmte (reale) W. inne, auf den „Rücken“ zu fallen, oder ist das nur ein Phantom?
- Gibt es echten Zufall, z.B. Ort eines Elektrons / radioaktiver Zerfall / Mutationen / Wetter?

zur Gesellschaft:

- Warum denken wir anders, als es die W-theorie vorschreibt? Vgl. das Ziegenproblem./ „Die Menschen folgen nicht den Prinzipien der W.theorie, wenn sie über das Eintreten ungewisser Ereignisse urteilen“ (Kahnemann und Tversky, s. v. Randow))
- Muss man der Statistik, die in alle Lebensbereiche Einhalt hineinwuchert, Einhalt gebieten? (vgl. W. Krämer)
- Kann Statistik als rückwärtsgewandte Bestandsaufnahme Hindernis für Zukünftiges sein?
- Welches sind die Gebiete, auf denen Stochastik seine Berechtigung hat?

zum Lehrplan:

- Wie sieht ein vernünftiger (menschenkundlich begründeter) Lehrplan für die Stochastik aus? Welche Fähigkeiten entwickelt der Schüler in dieser Disziplin? Für welche gesellschaftlichen Anforderungen wollen wir ausbilden?
- In welches Schüleralter gehören die für die Prüfungen vorgeschriebenen Stoffgebiete?

zur Praxis:

- Wie schult man bei Schülern den kritischen Umgang mit Statistiken?
- Gehört die Frage nach den philosophischen Grundlagen in die Schule? Wie tief soll der Schüler ggf. in die Grundlagenproblematik eintauchen?
- Wo finden wir die Zeit für den Stochastikunterricht?

Literatur/Internet (teilweise mit *Bemerkung*)

- Ziegler, Renuat: Rudolf Steiner zur Statistik, Arbeitshefte der Math.-Astr. Sektion am Goetheanum, Kleine Reihe, Heft 3. Dornach 2001
Zu den Themen Zufall, Chaos, Statistik sind Steiners Aussagen zusammengestellt und gebündelt, dazu ein Stellennachweis
- von Randow, Gero: Das Ziegenproblem. Rohwolt Taschenbuch Verlag, Hamburg 2004
Ein kurzweiliger Streifzug durch die Stochastik, der zur Vorsicht erzieht, in philosophische Tiefen führt und eine ganze Menge Mathematik enthält
- Kammermeyer Fritz und Zerpies, Roland: Statistik. Cornelsen Verlag Berlin 2003
Eine gut verständliche Zusammenstellung der Statistischen Methoden, allerdings meist ohne mathematische Begründung
- K.R.Koch: Einf. in die Bayes-Statistik. Springer Verlag, Berlin 2000
- De Finetti, Bruno: W.theorie. Ordenburg Verlag Wien 1981
- Fine, T.L.: Theories of Probability. Academic Press, New York 1973
- Baruk, Stella: Wie alt ist der Kapitän? Über den Irrtum in der Mathematik. Birkhäuser Verlag, Basel 1989
- Krämer, Walter: So lügt man mit Statistik. Campus Verlag Frankfurt/Main 1997
- Feuerpfeil, Jürgen und Heigl, Franz: W.rechnung und Statistik N, LK. Bayerischer Schulbuch Verlag München 1999
Ein anspruchsvolles Lehrbuch für den Leistungskurs, das in dieser Neuauflage mit viel Hintergrundinformation angereichert ist; die Statistik ist – lehrplangemäß- auf Zufallsgrößen, Verteilungen, Tschebyschow und Hypothesen beschränkt
- Barth, Friedrich et al.: Stochastik Grundkurs. Ehrenwirth Verlag München 1984
Ähnlich wie Feuerpfeil, aber für den Schüler etwas leichter zugänglich, guter historischer Teil
- Lambacher-Schweizer: W. und Statistik. Klett Verlag Stuttgart *mit etlicher Statistik*
- Althoff, Heinz: W. und Statistik, Metzlersche Verlagsbuchhandlung Stuttgart
- Athen, Herrmann et al.: Mathematik heute, Grundkurs Stochastik. Schroedel Schulbuchverlag
- <http://www.mathematik.uni-dortmund.de/ak-stoch/> : *Arbeitskreis Stochastik in der Schule der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik, hier findet sich z.B eine bildungspolitische Stellungnahme zum Stochastikunterricht in der Schule*
- <http://www.dagstat.de/> : *Deutsche Arbeitsgemeinschaft Statistik (DAGStat) Hier findet man z.B. etliche Nummern der Zeitschrift „Stochastik in der Schule“*
- <http://www.mpib-berlin.mpg.de/de/forschung/abc/stochastik.htm> : *natürliche Häufigkeiten anstatt der üblichen Wahrscheinlichkeitsmaße, Abhängigkeiten visualisieren mit so genannten Häufigkeitsbäumen.*
- <http://www.mathematik.uni-kassel.de/didaktik/HomePersonal/biehler/home/> : *beschreibt z.B. ein Schulprojekt, in dem auf eine traditionelle formale Einführung der Bayesschen Regel verzichtet wird, es werden spezielle, auf Häufigkeiten basierende Hilfsmittel zur Lösungsfindung verwendet.*
- http://www.mathematik.uni-kassel.de/stochastik.schule/sisonline/struktur/jahrgang19-99/heft3/1999-3_wirths.pdf : *Aufsatz zur Geburt der Wahrscheinlichkeitsrechnung*
- <http://www.math.uni-hamburg.de/home/hennig/papers/ww.pdf> : *zur Deutung der Wahrscheinlichkeit (Konstruktivistischer Ansatz)*
- <http://www.intelligentdesigner.de/Wahrscheinlichkeit.html> : *zur Kontroverse zwischen Schöpfung und Zufall*
- <http://www.stauff.de/> : *ein Mathe-Deutsch-Lehrer, der sehr interessante Texte etc. zur W. hat*
- <http://ordinarius.mathematik.uni-wuerzburg.de/~collani/pisa.pdf> : *Collani hat eine sehr kritische Haltung gegenüber Statistiken und übt auch fundiert Kritik an der PISA-Untersuchung*
- <http://ruessmann.jura.uni-sb.de/rw20/people/ruessmann/Indizien/indizien.htm> : *zum Umgang mit Wahrsch. bei der juristischen Bewertung von Indizien*