

Statistik für Verfahrenstechniker  
und Chemie-Ingenieure

Jürgen Raasch

unter Mitarbeit von Wulf Alex

2010

Karlsruhe

Ausgabedatum: 1. November 2011

Jürgen Raasch  
Am Kirchberg 43  
76229 Karlsruhe

[juergen.k.raasch@t-online.de](mailto:juergen.k.raasch@t-online.de)

Wulf Alex  
Rieslingweg 14  
76356 Weingarten (Baden)

[alex-weingarten@t-online.de](mailto:alex-weingarten@t-online.de)

Das Skriptum ist unvollständig und kann Fehler enthalten. Für Hinweise sind wir dankbar.

Skriptum, Korrekturen und Ergänzungen:

<http://www.alex-weingarten.de/skripten/statistik/>  
mit den Hyperlinks

- <http://www.alex-weingarten.de/skripten/statistik/buch.pdf>  
(Ganzes Skriptum)
- <http://www.alex-weingarten.de/skripten/statistik/vorwort.pdf>  
(Vorwort)
- <http://www.alex-weingarten.de/skripten/statistik/inhalt.pdf>  
(Inhalt)
- <http://www.alex-weingarten.de/skripten/statistik/probe.pdf>  
(Probeabschnitt)
- <http://www.alex-weingarten.de/skripten/statistik/errata.pdf>  
(Errata)

Das Skriptum wird unter der GNU Free Documentation License Version 1.3 (GNU FDL 1.3) veröffentlicht. Der verbindliche englische Text der Lizenz ist unter <http://www.gnu.org/licenses/fdl-1.3.html> zu finden; eine inoffizielle deutsche Übersetzung ist unter <http://www.gnu.de/documents/> verfügbar.

# Vorwort

Stochastische Vorgänge – das heißt Vorgänge, bei denen der Zufall einen mehr oder weniger großen Einfluss hat – spielen in Wirtschaft, Wissenschaft und Technik eine erhebliche Rolle. Deshalb wäre es wünschenswert, wenn Kenntnisse der mathematischen Statistik, also der mathematische Beschreibung stochastischer Vorgänge, weit verbreitet wären. Das Gegenteil ist der Fall. In vielen Ausbildungsgängen wird die mathematische Statistik eher als ein lästiges Randgebiet angesehen mit der Folge, dass Ingenieure und Vertreter ähnlicher Berufe sich zwar gut mit Differentialgleichungen auskennen, aber unsicher werden, sobald es um Fragen der mathematischen Statistik geht.

Wir beide – der eine Maschinenbauer, der andere Elektrotechniker – haben unser Berufsleben in einem Hochschulinstitut für Verfahrenstechnik verbracht und dabei in Forschung und Lehre viel mit Statistik zu tun gehabt. Als Ingenieure sehen wir die Statistik unter praktischen Gesichtspunkten, sie ist für uns ein Werkzeug. Die theoretischen Hinter-, Unter- und Abgründe überlassen wir gern den Mathematikern.

Die mathematischen Schwierigkeiten und damit auch die Voraussetzungen zum Verständnis unseres Textes halten sich in Grenzen. Es kommen ein paar Differentialquotienten und Integrale vor, aber ein großer Teil der Rechnungen geht nicht über die Schulmathematik hinaus. Die eigentlichen Hürden sind die statistischen Begriffe und Vorstellungen, die wir deshalb ausführlich und mit vielen Beispielen erläutern, auch vor dem Hintergrund, dass einige der Begriffe im Alltag ungenau und missverständlich benutzt werden.

Die Statistik gehört zu den Grundlagen vieler spezieller Wissensgebiete wie Fehler- und Ausgleichsrechnung, Versuchsplanung und Probenahme, Qualitätskontrolle, Mischungsanalyse, Spieltheorie, Risikoanalyse, Epidemiologie, Ökonometrie, Kryptologie, Meinungsforschung, Signaltheorie, nichtlineare Optimierung, Chaostheorie und weiterer. An einigen Stellen gehen wir auf derartige Themen ein. Unser Text will und kann Monografien zu diesen Fragen jedoch nicht annähernd ersetzen.

Wir beginnen mit einigen Beispielen, die das Verständnis und das Interesse für Fragestellungen der Statistik wecken sollen, sowie der Klärung einiger allgemeiner Begriffe. Es folgt ein ausführliches Kapitel zur Darstellung von Stichprobenergebnissen als Häufigkeitsverteilungen. Erst danach wird der schwierigere Begriff der Wahrscheinlichkeit eingeführt, der benötigt wird, um zum einen Grundgesamtheiten zu beschreiben und zum anderen Zusammenhänge zwischen dem Stichprobenergebnis und der zugehörigen Grundgesamtheit zu formulieren.

In den anschließenden Kapiteln werden einige wichtige diskrete und stetige Verteilungsfunktionen vorgestellt. Deren Anzahl ließe sich beliebig vergrößern. Unsere Auswahl beschränkt sich auf solche Verteilungen, die für die im weiteren Verlauf erläuterten praktischen Anwendungen in der Verfahrenstechnik gebraucht werden.

Bei der Darstellung von Messergebnissen wie auch bei der Veröffentlichung von Umfrageergebnissen sollte die Angabe von Konfidenzintervallen selbstverständlich sein, ist es aber immer noch nicht. Dieses Thema wird deshalb in unserem Text eingehend behandelt, insbesondere was die jeweiligen Voraussetzungen betrifft. Statistische Prüfverfahren (Tests) gehören zu den wichtigsten Anwendungsgebieten der mathematischen Statistik. Es gibt unzählige spezielle Prüfverfahren. Wir beschränken uns auf die Darstellung der prinzipiellen Vorgehensweise an einem leicht verständlichen Beispiel. Das Thema Varianzanalyse haben wir beiseite gelassen, auch aus dem einfachen Grund, dass uns praktische Anwendungen sehr selten beschäftigt haben. Regression und Korrelation werden dagegen in einem eigenen Kapitel behandelt.

Im vorletzten Kapitel haben wir einige wichtigere Anwendungen der mathematischen Statistik in der Mechanischen Verfahrenstechnik, unserem ehemaligen Arbeitsgebiet, zusammengestellt. Den Abschluss bildet ein Kapitel zum Einsatz des Computers bei statistischen Rechnungen, das zum Zeitpunkt der ersten Veröffentlichung des Skriptums im Netz mehr ein Platzhalter für künftige Erweiterungen als eine Informationsquelle ist. Auch die vorangehenden Kapitel dürften in den ersten Jahren ihres Daseins im World Wide Web (WWW) manche Änderung oder Ergänzung erfahren.

Der Text geht auf ein Skriptum zu einer Vorlesung *Statistische Methoden in der Verfahrenstechnik* zurück, die der Erstautor von 1979 bis 2006 in der Universität Karlsruhe (TH) gehalten hat, und vor ihm KARL SOMMER, jetzt Weihenstephan. In der Terminologie und der Wahl der Formelzeichen passen wir uns der deutschsprachigen Wikipedia an, um das Nachschlagen zu erleichtern. Wo es angebracht erscheint, nennen wir auch die englischen Fachausdrücke. Hierbei war uns das Glossar des *International Statistical Institute* (<http://isi.cbs.nl/>) in Den Haag eine Hilfe. Erstmals im Internet (Web) wurde das Skriptum am 17. Februar 2010 in Form einer pdf-Datei veröffentlicht. Die vorliegende Fassung des Skriptums wurde auf einem PC unter Debian GNU/Linux mit Hilfe der Programme `vi`, `gnuplot`, `xfig` und `pdflatex` hergestellt.

Es liegt uns am Herzen, dass Sie unsere Ausführungen verstehen. Scheuen Sie sich nicht, uns per Email zu fragen, wenn wir uns nicht klar genug ausdrücken oder wenn Sie meinen, dass ein wichtiges Thema fehlt. Es ist auch nicht auszuschließen, dass wir uns gelegentlich irren, aber das sollte ein seltenes Ereignis sein.

Karlsruhe, Anfang 2010

Jürgen Raasch

Wulf Alex