

Grundlagen der Signalverarbeitung

1. Einführung
2. **Signalstatistik**
3. Prinzip der kleinsten Fehlerquadrate
4. Orthogonalität und orthogonale Funktionen
5. Reihenentwicklungen mit orthogonalen Funktionen
6. Kontinuierliche Orthogonaltransformationen
7. Diskrete Orthogonaltransformationen
8. Schnelle Algorithmen
9. Korrelation
10. Faltung
11. Hauptachsentransformation



Universitätsmedizin
GREIFSWALD



DIE DEUTSCHEN
UNIVERSITÄTSKLINIKA®

MEDIENINFORMATION

Greifswald, 19. Oktober 2017

Vorpommern gesundheit - 20 Jahre SHIP und kein Ende in Sicht

Festveranstaltung zum Jubiläum der Gesundheitsstudie mit Minister Harry Glawe

Seit nunmehr 20 Jahren untersuchen Wissenschaftler aus Greifswald in einem Großprojekt die Gesundheit der Vorpommern. Diese sind damit die bestuntersuchten Bewohner einer Region überhaupt. Bei der SHIP-Studie (Study of Health in Pomerania) werden Erwachsene aus Vorpommern regelmäßig medizinisch und zahnmedizinisch untersucht, um den Zusammenhang zwischen Risikofaktoren und Krankheiten besser zu verstehen. Die gewonnenen Daten sollen den Gesundheitszustand aufzeigen und dabei helfen, den künftigen medizinischen und zahnmedizinischen Versorgungsbedarf in der Bevölkerung abzuschätzen.

Am Freitag, dem 3. November 2017, findet in der Universitäts- und Hansestadt ein Festsymposium statt, auf dem neben einem Rückblick auch die Zukunft der Bevölkerungsforschung und der SHIP-Studie im Mittelpunkt stehen (s. Programm). Im Vorfeld der Veranstaltung lädt die Unimedizin Greifswald um 13.15 Uhr zu einem Pressegespräch mit Gesundheitsminister Harry Glawe ein.

Pressekonferenz zu 20 Jahren SHIP-Studie
**Freitag, 3. November 2017,
um 13.15 Uhr**

MAJUWI - Maritimes Jugenddorf Wieck, Seminarraum
Yachtweg 3, 17493 Greifswald/Eldena

SHIP - Study of Health in Pomerania

Epidemiologische Studien untersuchen die Häufigkeit von Erkrankungen und deren Risikofaktoren. Die meisten dieser Studien fokussieren dabei auf einzelne ausgewählte Erkrankungen wie Herzinfarkt, Schlaganfall, Diabetes mellitus und andere. Doch die Gesundheit eines Menschen wird nicht allein durch eine Erkrankung bestimmt, hier wirken viele Einflussfaktoren in einer sehr komplexen Art und Weise zusammen. Zu diesen Einflussfaktoren gehören soziale und berufliche Lebensumstände, gesundheitsbeeinträchtigende Verhaltensweisen sowie eine Vielfalt von psychischen und körperlichen Funktionsstörungen und Erkrankungen.

Es gibt weltweit kaum Studien, die das Thema Gesundheit in seiner Komplexität untersuchen. Dies war einer der wesentlichen Hintergründe, die Gesundheitsstudie *Study of Health in Pomerania* (SHIP) ins Leben zu rufen.

SHIP - Study of Health in Pomerania

Auslöser: Auffallend niedrige Lebenserwartung im Nordosten Deutschlands

Verdacht: Besonders häufiges Auftreten von Risikofaktoren für wichtige Krankheiten

Erweiterung: auf deutsche Auswanderer in Pommerode/Blumenau (Brasilien)

Untersuchung: ca. 20 Stunden (Interview, EKG, Zahnstatus, US, Schlaflabor, Kernspintomographie, 3D-Body-Scanner usw.)

Ziele

Die SHIP-Studie verfolgt das wesentliche Ziel, Gesundheit in ihrer Komplexität zu untersuchen. Dabei geht es um die Prävalenz und Inzidenz häufiger und populationsrelevanter Erkrankungen und ihrer Risikofaktoren. Zu den wichtigsten untersuchten Erkrankungen gehören:

- Herz-Kreislauferkrankungen
- Diabetes mellitus
- Leber- und Gallenblasenerkrankungen
- neurologische Erkrankungen
- Schilddrüsenerkrankungen
- Zahnerkrankungen
- Lungenerkrankungen
- Sucht und Risikoverhalten

Quer- und Längsschnittdesign

SHIP-0: SHIP wurde zunächst als Querschnittstudie geplant und die Untersuchungen an Probanden wurden vom 16.10.1997 bis 19.05.2001 in Stralsund und Greifswald durchgeführt.

SHIP-1: Am 23.10.2002 begann das 5-Jahres-Follow-up von SHIP. Die Probanden aus SHIP-0 wurden erneut eingeladen und in Greifswald untersucht. Die Datenerhebung wurde im Sommer 2006 abgeschlossen.

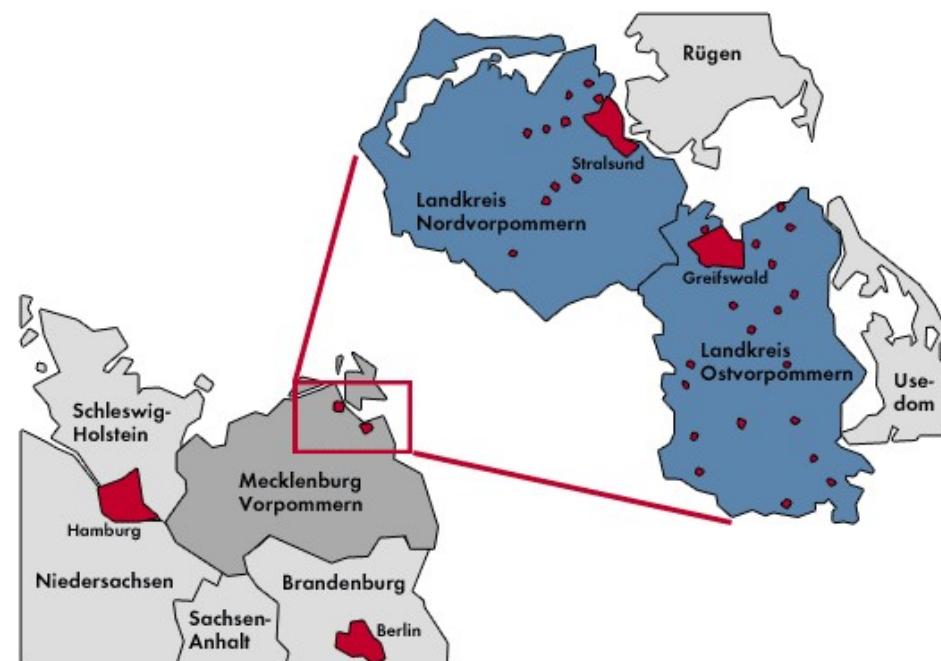
SHIP-2: Am 25.06.2008 wurde ein 11-Jahres-Follow-up (SHIP-2) der populationsbasierten Studie durchgeführt. Das Projekt verfolgt das zentrale Ziel, den Gesundheitszustand der hiesigen Bevölkerung in Bezug auf Risikofaktoren, Erkrankungen und deren Folgen im Verlauf ihres Lebens zu beobachten. Die Datenerhebung wurde im September 2012 abgeschlossen.

SHIP-3: Seit Januar 2014 wird ein 17-Jahres-Follow-up (SHIP-3) durchgeführt. Dazu werden alle SHIP-0 Probanden eingeladen und ihnen sowohl die Basis-Untersuchung als auch weitergehende Untersuchung der Klinik für Innere Medizin B und das Ganzkörper-MRT angeboten (siehe Probandeninformation).

Stichprobenziehung SHIP-0

Zur Gewinnung der repräsentativen SHIP-0 Zufallstichprobe von 20 bis 79-jährigen Frauen und Männern diente ein zweistufiges Stichprobenverfahren

Region: Die Studienregion wurde in drei *Regionen* (Stralsund + ehemaliger Landkreis, Greifswald + ehemaliger Landkreis, Anklam + ehemaliger Landkreis) gegliedert.



Stichprobenziehung SHIP-0

Cluster:

Im ersten Ziehungsschritt erfolgte innerhalb dieser drei Regionen auf der Ebene der Orte eine *Clusterung*. Orte mit über 1500 Einwohnern wurden mit Wahrscheinlichkeit 1 für den nächsten Auswahlschritt ausgewählt. Aus den kleineren Gemeinden jeder Region wurde mit Hilfe einer einfachen Zufallsziehung eine Teilmenge für den nächsten Auswahlschritt ermittelt ("Primary sampling units" (PSUs)).

Schicht:

Im zweiten Ziehungsschritt wurde die Bevölkerung der ausgewählten Orte auf 24 *Alters- und Geschlechtschichten* aufgeteilt, aus denen, proportional zur Bevölkerungszahl in den größeren Orten und repräsentativ für die restlichen Orte in den kleineren Gemeinden, Probanden ausgewählt wurden.

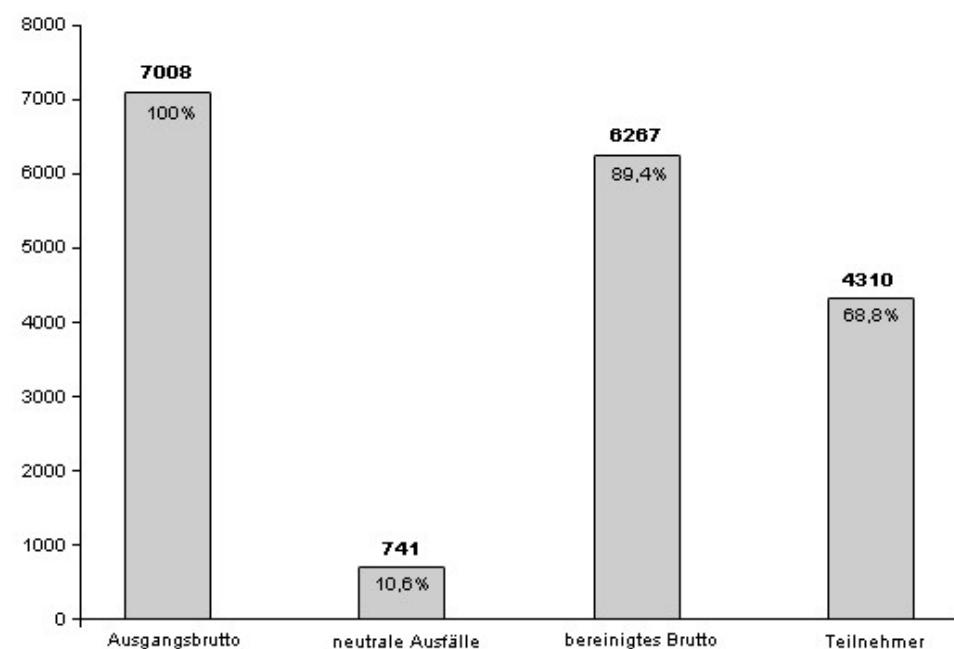
Datenqualität

Response

SHIP-0 wurde mit einer Teilnahmerate von 68,8% abgeschlossen. Die Teilnahmerate der Frauen war mit 69,4% geringfügig höher als die der Männer (68,2%). Die Teilnahme in den Altersgruppen reichte von 76,6% (50 - <60) bis 49,5% (70 - <80) bei den Frauen und von 74,3% (60 - <70) bis 63,2 (70 - <80) bei den Männern.

Von 7008 angeschriebenen Personen waren bis Studienende (19.05.2001), 615 (8,8%) verzogen und 126 (1,8%), verstorben.

Stichprobenumfang nach Studienabschluß



Ergebnisse und Publikationen

Die Ergebnisse sind in nationalen und internationalen Publikationen veröffentlicht worden, die in der Regel im Index Medicus (Medline) gelistet sind.

Weitere Übersichten

- Publikationsliste des Forschungsverbundes CM
 - Jahresberichte IES (darin projektbezogene Publikationslisten)



Powered

- Koch M*, Freitag-Wolf S, Schlesinger S, Borggrefe J, Hov J, Jensen M , et al. *Serum metabolomic profiling highlights pathways associated with liver fat content in a general population sample.* (Originalartikel) EUROPEAN JOURNAL OF CLINICAL NUTRITION. 2017; 71(8):995-1001. PubMed

Kromrey M*, Liedtke K, Ittermann T, Langner S, Kirsch M, Weitschies W , et al. *Intravenous injection of gadobutrol in an epidemiological study group did not lead to a difference in relative signal intensities of certain brain structures after 5 years.* (Originalartikel) EUROPEAN RADIOLOGY. 2017; 27(2):772-777. PubMed

Kromrey M*, Bülow R, Hübner J, Paperlein C, Lerch M, Ittermann T , et al. *Prospective study on the incidence, prevalence and 5-year pancreatic-related mortality of pancreatic cysts in a population-based study.* (Originalartikel) GUT. 2017. PubMed

Kühn J*, Meffert P, Heske C, Kromrey M, Schmidt C, Mensel B , et al. *Prevalence of Fatty Liver Disease and Hepatic Iron Overload in a Northeastern German Population by Using Quantitative MR Imaging.* (Originalartikel) RADIOLOGY. (open access) 2017. PubMed

Lange A*, Nautsch A, Weitmann K, Ittermann T, Heckmann M *Breastfeeding motivation in Pomerania: Survey of neonates in Pomerania (SNiP-Study)* (Originalartikel) International Breastfeeding Journal. 2017; 12(3). <http://www.internationalbreastfeedingjournal.com/content/12/1/3>

Lange A*, Lange J, Ittermann T, Napp M, Krüger P, Bahlmann H , et al. *Population-based study of the incidence of congenital hip dysplasia in preterm infants from the*

Tight interactions

Professor Dr med Henry Völzke of the University of Greifswald, Principal Investigator of the Study of Health in Pomerania (SHIP) project, details some of its current research findings and methodologies

What makes your approach and methodology unique from other population-based studies?

The unique selling point is the wide focus of the project. It is based on the general hypotheses that common diseases share common risk factors, i.e. that there are tight interactions among common disorders and factors which predispose humans toward developing certain diseases. These hypotheses require comprehensive examination. Indeed, the current data collection for the 15-year follow-up of the original cohort (SHIP-2) and for the baseline examinations of SHIP-TREND include the most comprehensive analysis programme ever performed in population-based research. The assessments range from interviews over laboratory analysis, somatometric and blood pressure measurements, dental, dermatological, cardio-metabolic and various ultrasound examinations, to more demanding methods such as cardiopulmonary exercise tests, sleep monitoring and whole-body magnetic resonance imaging. Data collection takes more than 24 hours if a proband takes part in the full examination programme.

Has the project yielded any significant findings to date?

The comprehensive examinations allow us to investigate associations between disorders that might be regarded as being separate from each other. SHIP data suggests that dental diseases and thyroid disorders contribute to metabolic and cardiovascular diseases. We have demonstrated that fatty liver disease is a classical multifactorial disorder and tightly related to endocrine disorders, cardiovascular diseases and mortality. SHIP has also contributed to genome-wide analyses that uncovered the genetic basis of common diseases including gout, hepatic steatosis and goiter to name but a few. Currently, about one paper a week based on SHIP data is published in peer-reviewed scientific journals such as *Science*, *Nature* or *Nature Genetics* and others.

How did you ensure the accuracy of your sample data and its overall representation of the population?

SHIP-0, the baseline study has started as a classical prevalence study with significant recruitment efforts undertaken, mirrored by a relatively high baseline response. Consequently, large efforts were also made in the recruitment

for the first follow-up. The response of 83.6 per cent achieved for the five-year follow-up SHIP-1 is lower than follow-up responses in studies that have been a priori designed as cohort studies with less recruitment effort at baseline, but our follow-up response has also been adjusted for the comprehensive examination programme of the SHIP project. The advantage of our approach with high baseline response over the approach of 'classical' cohort studies with low baseline response is that bias in both incidence estimates and association analyses can be evaluated.

SHIP study populations comprise inhabitants of West Pomerania selected from local population registries – the only inclusion criterion is German citizenship. The high baseline and follow-up responses are achieved with a multi-step invitation procedure. Firstly, we approach selected persons with up to three invitation letters. Secondly, we attempt to make an appointment with telephone calls. Thirdly, for persons who are not reachable after several attempts, we undertake in-person contacts at home. And finally, those unwilling to participate for reasons such as illness or lack of time or interest are offered examinations at their home (SHIP-Home) or in temporary examination centres, which we currently have in the larger cities of the rural study region to shorten the distance between the participant's home and the SHIP examination site. Initial experiences indicate that this is a very effective way of recruitment, as over 20 per cent of initial non-respondents subsequently decide to participate.

Moving forward, will you recommend actions to improve the health of individuals residing in Pomerania and put it on a par with other regions?

Given the huge burden of modifiable risk factors in the community, political action is required. Indeed and as an example, the Federal State of Mecklenburg-West Pomerania has recently established one the strictest non-smoker protection laws in Germany. Some preventive programmes targeting overweight and obesity have also been introduced, but there is a need to do more.

The University Medicine Greifswald contributes to the German Centre of Cardiovascular Research with the large CARDIO-PREVENT project, which investigates new ways of primary and secondary prevention in West

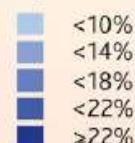


Pomerania. This project has just started, but may provide knowledge on how to make prevention effective.

What are the next steps in this project and what remains to be done?

The GANI_MED consortium is an important extension of SHIP to clinical practice. Within GANI_MED, SHIP standards are transferred to clinical routine. Applying these standards, large patient cohorts are recruited from the University Hospital Greifswald. The common approach to standardisation ensures the best possible comparability between SHIP and GANI_MED cohorts, and not only allows case-control studies but will also serve as infrastructure to help select patients for clinical studies.

Poverty Risk Rate 2007





Knowing the ropes

An ongoing and ambitious population-based research undertaking looking into the **Study of Health in Pomerania (SHIP)** seeks to explain the vast regional health disparities in Germany and beyond

AFTER THE REUNIFICATION of Germany in 1990, it became clear that there were substantial disparities in life expectancy not only between West and East, but also between Southeast and Northeast Germany. The population of West Pomerania – the most Northeastern region – had the lowest life expectancy, but the reasons behind this were unclear. There was no available scientific data from East Germany which would enable a comparison of the health status of its communities with Western counterparts. This necessitated population-based research to try to answer the question of what risk factors and diseases were at play, and to create the basis for interdisciplinary research.

In the second half of the 20th century, population-based studies were mainly designed with a focus on specific questions or diseases. Besides a growing number of population studies specifically addressing the heart, other studies exist which focus on, for example, thyroid, liver or dental diseases, but very few provide comprehensive information on the complex associations between risk factors, subclinical disorders and diseases of different organ systems. Historically, the University of Greifswald, like many other East German universities, had a good reputation for student training but lacked a scientific one, leading the Federal Minister of Education and Research in the 1990s to invest in research infrastructure in East Germany, creating the Community Medicine Research Network, which subsequently initiated the Study of Health in Pomerania (SHIP) project.

MAPPING DISPARITIES

SHIP has three major objectives: (1) to describe the health status of the Northeast German population and find answers as to why Northeast German people die earlier than Germans from other regions; (2) to investigate the complex associations among risk factors, subclinical disorders and diseases without focusing on one specific disease or disease group; and (3) to provide

the Community Medicine Research Network with high-quality data for research questions.

Professor Dr med Henry Völzke is Chair of Clinical Epidemiology at the Institute for Community Medicine in Greifswald and Principal Investigator of the SHIP project, and he confirms that analyses of baseline SHIP data supports the hypothesis of an accumulation of common risk factors and disease in the West Pomeranian population. "In comparison to Southern Germany and the Ruhr area, West Pomerania has a higher prevalence of overweight and obesity. This results, for example, in an exceptionally high prevalence of gallstone disease in the region," he reveals. "Every second woman and third man aged 60 to 79 years has either a history of cholecystectomy or sonographic evidence of current gallstones."

This prevalence is one of the highest ever reported; only Native Americans exhibit higher figures. Obesity is also a risk factor for hepatic steatosis, and a fatty liver affects approximately 30 per cent of all adults in West Pomerania. The prevalence of hypertension is also high, with 50 per cent affected; among men living in Northern Germany as a whole, it is 61 per cent, whereas it is just 40 per cent among men living in Southern Germany. Similarly, the prevalence of left ventricular hypertrophy in West Pomerania is 50 per cent higher than in Southern Germany. These disparities cannot be explained by regional differences of the German healthcare system.

RAISING THE STANDARD

There are at least three significant challenges for large-scale longitudinal studies with population representativeness. Firstly, both high baseline and follow-up responses are needed, and SHIP has developed innovative examination methods and logistics in order to recruit as many participants as possible. Secondly, very high levels of standardisation are required to enable the best possible internal and external validity of data collection. Standard operation procedures



BLOOD PRESSURE MEASUREMENT

are in place for all examinations, and the flow of the examinations is tested in pilot studies.

"All examiners are trained over several months before being certified," explains Völzke, "with at least one observer taking part who is already certified as a SHIP examiner. Statistical analyses are conducted using Bland & Altman Plots for continuously distributed variables. Certifications are repeated semi-annually with six to 10 volunteers; indeed, SHIP is continuously monitored by an external board of independent scientists, and descriptive statistics and controls for plausibility are performed every three months and reported to the data safety and monitoring committee."

Völzke is confident that the effort to safeguard the highest quality standards results in low method and observe variabilities, which is important considering the long duration of the project. And in that duration lies the third challenge, and perhaps one of the greatest: obtaining funding commitments for long-term studies such as SHIP can be hard work. For many agencies, a funding period of five years might already seem long, but 10 years or more could seem like an eternity. However, large cohort studies can require funding of 30 years or more in order to collect information on future events that is as extensive as possible.

"We are working on making the SHIP unsinkable," smiles Völzke. "Up until now, our basic funding has made morbidity and mortality follow-ups of our cohorts possible. However, we are strongly interested in continuing the comprehensive examinations and in drawing further TRENDS samples over the coming decades, and are engaged in ongoing talks with potential funding sources which we hope will enable us to achieve this goal."

MANY PORTS IN A STORM

SHIP is based on a fruitful collaboration between various medical disciplines, and it is this tight cooperation between epidemiologists and local and external medical specialists which ensures the high quality, comprehensive nature of the SHIP project, as Völzke is keen to point out: "SHIP is not a one-man-show. The local collaborators are organised within the Research Network

INTELLIGENCE

STUDY OF HEALTH IN POMERANIA

OBJECTIVES

The Study of Health in Pomerania is a population-based project, which consists of two independent cohorts (SHIP and SHIP-TREND). The SHIP investigates common risk factors, subclinical disorders and manifest disease in the high-risk population of northeast Germany.

KEY COLLABORATORS

SHIP is based on a very fruitful collaboration of many medical disciplines and individuals - local collaborators are organised in the Research Network of Community Medicine.

Large-scale German studies:

KORA • Helinz Niedorf Recall study

Major population studies:

Framingham Heart Study (USA) • Rotterdam Study (The Netherlands) • INTER99 (Denmark)

FUNDING

The work is part of the Community Medicine Research net (CMR) of the University of Greifswald, Germany. Support comes from: Federal Ministry of Education and Research, Federal Ministry of Cultural Affairs, Social Ministry of the Federal State of Mecklenburg-West Pomerania, Federal Ministry of Nutrition, Agriculture and Consumer's Safety, German Research Foundation, Competence Network Heart Failure, Competence Network Diabetes, German Asthma and COPD Network, Genopathomik, Alfred Krupp von Bohlen und Halbach Foundation, Alexander von Humboldt Foundation, Leibniz Society, Siemens AG, Health Care Sector (Erlangen), Pfizer Pharma GmbH (Berlin), Novo Nordisk (Malte), Data Input GmbH (Germany), Imedos Systems (Jena), Heinen and Löwenstein (Bad Ems), GABA International AG (Thewil, Switzerland).

CONTACT

Professor Dr med Henry Völzke

Institute for Community Medicine
SHIP Clinical-Epidemiological Research
University Medicine Greifswald
Walther-Rathenau-Str. 48
D-17487 Greifswald
Germany

T +49 383 486 7541
E voelzke@uni-greifswald.de

HENRY VOLZKE is Chair of Clinical Epidemiology at the Institute for Community Medicine, Greifswald, and Principal Investigator of the Study of Health in Pomerania (SHIP). Following his medical training and a decade as a physician, he obtained a Dr med in Internal Medicine and a PD Dr med Habil in Epidemiology and Social Medicine, in which he currently specialises.



Datennutzung

Regeln

Die Möglichkeiten der Nutzung von Daten aus SHIP sind in einer "Regelungen zur Nutzung von und Umgang mit Daten und Probenmaterial" [►](#) beschrieben.

Nutzer

Die Daten stehen in erster Linie den Mitgliedern und Mitarbeitern des Forschungsverbundes Community Medicine der Universität Greifswald sowie ihren Kooperationspartnern zur Verfügung.

Beantragung

Die Daten können ausschließlich über ein Webformular [►](#), welches mit dem Datenverzeichnis (Data Dictionary) verknüpft ist, zur Nutzung und Übergabe beantragt werden. Dabei können die beantragten Daten im Detail angegeben werden. Diese Beantragung wird über die Transferstelle für Daten- und Biomaterialienmanagement [►](#) abgewickelt.

Stand der Datenaufbereitung

Die Daten aus **SHIP-0** stehen vollständig zur Verfügung.

SHIP-1 Daten sind seit März 2007 für die Übergabe freigegeben.

Einige Bereiche werden noch bearbeitet (Details an dieser Stelle).

SHIP-2 und **SHIP-Trend** Daten stehen erst nach Ende der Untersuchungsphasen zur Verfügung (>2011).

**Regelungen der Universitätsmedizin
Greifswald zur Nutzung von Daten und Probenmaterial der Studien
„Leben und Gesundheit in Vorpommern“ (SHIP)
„Community Medicine im Neugeborenenalter“ (SNiP)
„Greifswald Approach to Individualized Medicine“ (GANI_MED)**

vom 03.07.2012

Aufgrund von § 91 Abs. 1 des Landeshochschulgesetzes (LHG M-V) vom 5. Juli 2002 (GOVBI. M-V S. 398), zuletzt geändert durch Artikel 6 des Gesetzes vom 17. Dezember 2009 (GVOBI. M-V S. 729, 734) erlässt die Universitätsmedizin Greifswald folgende Nutzungsordnung:¹

I. Allgemeine Vorschriften

§ 1 Regelungsgegenstand

(1) Gegenstand dieser Nutzungsordnung sind die in den folgenden Studien gewonnenen Daten sowie das hieraus resultierende Probenmaterial:

- „Leben und Gesundheit in Vorpommern“ (Study of Health in Pomerania, SHIP)
- „Community Medicine im Neugeborenenalter“ (Survey of Neonates in Pomerania, SNiP)
- „Individualisierte Medizin in Greifswald“ (Greifswald Approach to Individualized Medicine, GANI_MED)
- zu SHIP, SNiP und GANI_MED assoziierte Studien.

(2) Im Rahmen der SHIP-Studien werden von Probanden der Studie Blut-, Stuhl-, Harn-, Speichelproben und Abstriche von Zunge und Zahnfleischtaschen aus Nase und Rachen gewonnen;

im Rahmen von SNiP (SNiP und ggf. folgende) Nabelschnurblut, Plazentagewebe sowie Mundschleimhaut oder EDTA-Blut von deren Müttern;

im Rahmen von GANI_MED werden von den rekrutierten Patienten Blut-, Harn- und Speichelproben sowie kohortenabhängig Stuhlproben, Abstriche von Zunge und Zahnfleischtaschen, Abstriche aus Nase und Rachen sowie Material von Leberbiopsien gewonnen.

2 Signalstatistik

- 2.1 Zufallsprozesse
- 2.2 Univariate Zufallssignale
 - 2.2.1 Stetige Verteilungs- und Dichtefunktion
 - 2.2.2 Beispiele für stetige Zufallsgrößen
 - 2.2.3 Diskrete Verteilungs- und Dichtefunktion
 - 2.2.4 Empirische Kenngrößen
 - 2.2.5 Beispiele für empirische Kenngrößen
 - 2.2.6 Entropie
 - 2.2.7 Stationarität und Ergodizität
- 2.3 Multivariate Zufallsgrößen
 - 2.3.1 Verteilungs- und Dichtefunktionen
 - 2.3.2 Kovarianz
 - 2.3.3 Korrelation
 - 2.3.4 Korrelationskoeffizient
 - 2.3.5 Korrelation innerhalb eines Signals

Zufallsprozesse – Begriffe

Zufälligkeiten

- Ursache in zufälligem Prozess, z.B. Störungen als Überlagerung auf Nutzsignalen
 - Folge: Information ist verborgen und verzerrt**
- häufigste Form ist Zufallssignal als Schwankung einer physikalischen Größe (Raum-Zeit-Signal)
- zufällig sind nicht Zeit oder Ort
- zu definierten Zeitpunkten bzw. Orten **Zufallsprozess**
- auch stochastischer Prozess als Modell einer physikalischen Größe

Zufallsprozesse – Begriffe

Ensemble

- auch Schar zufälliger Signale bei unabhängigen Beobachtungen
- ist Menge der Zufallssignale
- kann alle möglichen Ausprägungen einer Signalmessung enthalten
- auch: Menge von Alternativen mit ihrer Auftretenswahrscheinlichkeit

Signalepisode

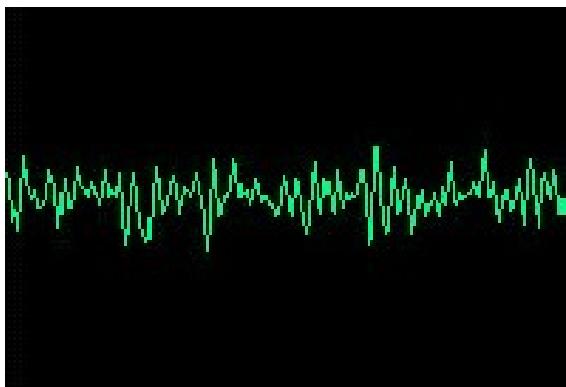
- auch Realisierung des Prozesses
- ist einzelnes Signal eines Ensembles

Realisierung eines Zufallsprozesses

- **Verlauf des Sperrstroms einer flackernden Kerze**

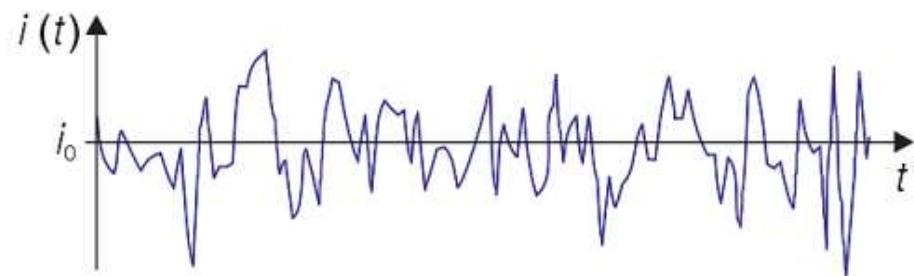
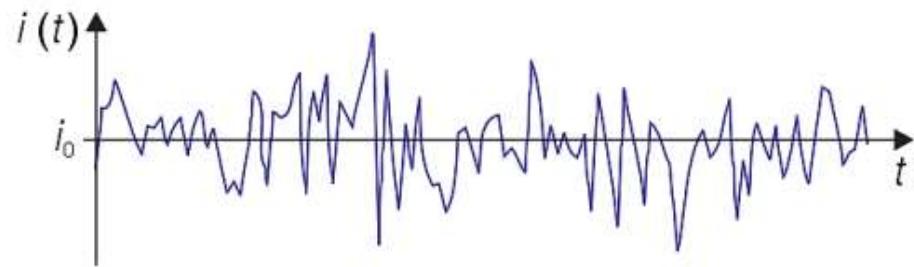


Zufallssignal

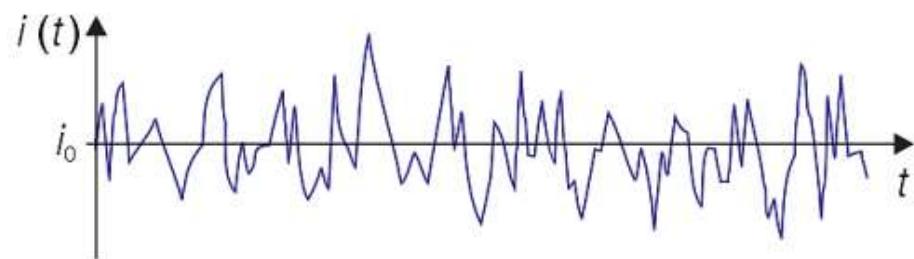


Rauschen eines Verstärkers
ohne Eingangssignal

→ t



⋮



Verlauf des Sperrstroms $i(t)$ vor einer flackernden Kerze

Zufallsprozesse – Begriffe

- Darstellung eines Spannungsverlaufs über der Zeit
- Ausgang eines Verstärkers gemessen, Spannung entsteht durch thermische Bewegung von Ladungsträgern
- Gesamtheit ist stochastischer Prozess (Rauschen)
- Beschreibung durch statistische Eigenschaften
- anderes Beispiel: viele Röntgenaufnahmen derselben Region

Chance für Informationsgewinnung gegeben, wenn

Signal kein einmaliges Ereignis

Zufallsprozesse – Notation

- Zufallsgrößen mit X,Y
- Realisierung einer Zufallsgröße mit x,y

Zufallsprozesse – Beschreibung

- mit Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung (erfasst Gesetzmäßigkeiten zufälliger Ereignisse)
- mathematische Statistik: Auswertung von Versuchsergebnissen mit Methoden der Wahrscheinlichkeitsrechnung
- WR + math. Statistik = Stochastik
- wichtig: Modellvorstellungen

Wahrscheinlichkeitsrechnung – Begriffe

- zufälliges Ereignis (E_i)
- Wahrscheinlichkeiten zufälliger Ereignisse $P(E_i)$
- Zufallssignal (~größe, ~variable) X :
Jedem Elementarereignis E_i aus der Ereignismenge E wird eine reelle Zahl $X(E_i)$ zugeordnet
- Beschreibung des Zufallssignals durch Wahrscheinlichkeitsverteilungen und Momente

Statistik – Begriffe

- Grundgesamtheit, Stichprobe
- Schätz- und Prüfverfahren
- Varianzanalyse, Regressions- und Korrelationsanalyse

Statistische Eigenschaften zufälliger Signale wichtig,
da SV-Verfahren Signalstatistik verändern.

Definition der Wahrscheinlichkeit einer Zufallsgröße

- “klassisch” von Laplace 1812
- statistisch von R.v. Mises 1919
- axiomatisch von Kolmogoroff 1933

Klassische Definition von Pierre-Simon Laplace 1812

$P(A) = m/n =$ Zahl der günstigen Fälle / Zahl der möglichen Fälle

Annahmen: alle möglichen Fälle gleichwahrscheinlich
endliche Anzahl von Elementarereignissen

Statistische Definition von R.v. Mises 1919

Richard Edler von Mises:
1920-1933 Professor an der Friedrich-Wilhelm-Universität Berlin

Grenzwert für $n \rightarrow$ Unendlich

Existenz des Grenzwertes lässt sich nicht beweisen

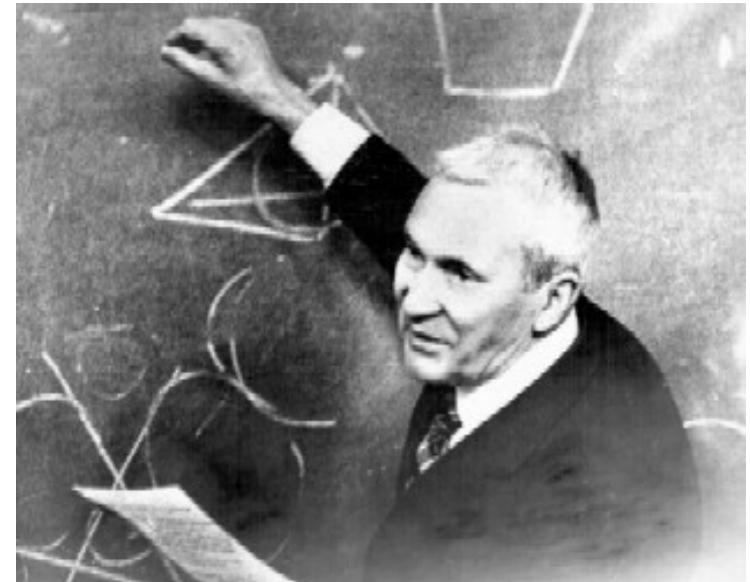
Axiomatische Definition von A.N. Kolmogoroff 1933

- Ereignisraum hat die Struktur einer σ -Algebra
- σ -Algebra stellt bezüglich Komplementbildung und Bildung von abzählbar unendlich vielen Vereinigungen und Durchschnitten geschlossenes Mengensystem dar
- Nichtnegativität: $P(A) \geq 0$ für jedes Zufallsereignis
- Normiertheit: $P(E) = 1$ für das sichere Ereignis
- σ -Additivität: $P(A_1 \text{ OR } A_2 \text{ OR } \dots) = P(A_1) + P(A_2) + \dots$
für abzählbar unendlich viele, paarweise disjunkte Ereignisse A_i

A.N. Kolmogoroff

* 1903 in Tambov (Russia)

† 1987 in Moskau



Philosophische Folgerungen

- Ereignisse haben auch ohne Messprozess eine Wahrscheinlichkeit
- Aufbau der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf Basis von Messungen haben sich nicht durchgesetzt



Immanuel Kant
(1724-1804)

Prämissen:

Wahrscheinlichkeiten existieren *a priori*, relative Häufigkeiten werden durch Experimente *a posteriori* festgestellt

Drei Erfahrungstatsachen:

1. Ereignisse mit kleinen Wahrscheinlichkeiten kommen selten vor.
2. Wahrscheinlichkeiten kann man durch relative Häufigkeiten schätzen.
3. Relative Häufigkeiten stabilisieren sich, je umfangreicher das verwendete Datenmaterial ist.

Wahrscheinlichkeit für die Geburt eines Mädchens

- Laplace: Daten aus London, Berlin, St. Petersburg, Frankreich
- relative Häufigkeit überall 0,49
- mit Ausnahme von Paris (0,50)

Wahrscheinlichkeit für die Geburt eines Mädchens

- Laplace: Daten aus London, Berlin, St. Petersburg, Frankreich
- relative Häufigkeit überall 0,49
- mit Ausnahme von Paris (0,50)
- Ursache: Berücksichtigung von Findelkindern in Paris (Pariser setzen bevorzugt Mädchen aus)

[http://digital.slub-dresden.de/werkansicht/cache.off?id=5363&tx_dlf\[id\]=28163&tx_dlf\[page\]=1](http://digital.slub-dresden.de/werkansicht/cache.off?id=5363&tx_dlf[id]=28163&tx_dlf[page]=1)

Des Grafen Laplace
Philosophischer Versuch
über
Wahrscheinlichkeiten.

Nach der dritten Pariser Auflage
übersetzt
von
Friederich Wilhelm Tönnies.

Als wissenschaftliche Anleitung

zur

Berichtigung unserer Urtheile in Fällen der Ungewissheit,
für Philosophen, Aerzte, Richter, Theologen, Naturforscher
und Staatsmänner,



mit erläuternden Anmerkungen

herausgegeben

von

Karl Christian Langsdorf.



Heidelberg, 1819.

Neue akademische Buchhandlung von Karl Groos.

510 f

fortgesetzter Wiederholung wird der Zwischenraum Null, und die Wahrscheinlichkeit verwandelt sich in Gewissheit.

Wird dieser Lehrsatz auf das in den verschiedenen Theilen Europas bemerkte Verhältniß der Geburten der Knaben zu den Geburten der Mädchen angewendet, so findet sich, daß dieses Verhältniß, welches überall dem Verhältnisse von 22 zu 21 ungefähr gleich ist, mit äußerst hoher Wahrscheinlichkeit eine größere Richtigkeit in den Geburten der Knaben anzeigen; bedenkt man ferner, daß in Neapel dasselbe Verhältniß statt findet, wie in Petersburg, so zeigt sich deutlich, daß der Einfluß des Klimas hierbei unmerkbar ist. Es ließ sich also gegen die gewöhnliche Meinung vermutthen, daß diese größere Anzahl der männlichen Geburten auch im Oriente besthebe. Ich hatte deshalb die nach Aegypten geschickten französischen Gelehrten eingeladen, sich mit dieser interessanten Untersuchung zu beschäftigen; aber die Schwierigkeit, genaue Nachweisungen über die Geburten zu erhalten, ließ sie ihren Zweck nicht erreichen. Glücklicher Weise hat von Humboldt diesen Gegenstand unter den unermesslich vielen neuen nicht vernachlässigt, die von ihm in Amerika mit soviel Scharfsinn, Standhaftigkeit und Muth beobachtet und gesammelt worden sind. Er fand zwischen den Wendekreisen dasselbe Verhältniß der Geburten der Knaben zu den Geburten der Mädchen wieder, welches in Paris statt findet; darnach ist also die größere Anzahl männlicher Geburten als ein allgemeines Gesetz des Menschen Geschlechts anzusehen. Die Gesetze, welche in dieser Hinsicht die verschiedenen Thierarten befolgen, scheinen mir die Aufmerksamkeit der Naturforscher zu verdienen.

Da das Verhältniß der Geburten der Knaben zu den Geburten der Mädchen sehr wenig von der Einheit verschieden ist,

so könnten selbst ziemlich grosse Anzahlen an einem Orte beobachteter Geburten hierin ein dem allgemeinen Gesetze zuwiderlaufendes Resultat liefern, ohne daß man darum berechtigt wäre, hieraus zu schließen, dieses Gesetz sey da nicht vorhanden. Um einen solchen Schluss zu machen, muß man sehr große Anzahlen gebrauchen und sich versichern, daß eine solche Folgerung hohe Wahrscheinlichkeit hat. Buffon führt, zum Beispiel, in seiner politischen Arithmetik mehrere Gemeinden in Burgund an, in welchen die Anzahl der geborenen Knaben von der Anzahl geborner Mädchen übertroffen wurde. Unter diesen hatte die Gemeinde Garcelle-Grignon bei 2009 Geburten während fünf Jahren 1026 Mädchen und 983 Knaben. Obgleich diese Zahlen beträchtlich sind, so zeigen sie dennoch eine größere Möglichkeit in den Geburten der Mädchen nur mit der Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{10}$ an, welche kleiner ist, als die Wahrscheinlichkeit, in dem Spiele Münz und Flach die Münzseite nicht viermal hinter einander zu werfen, und nicht hinreicht, um die Ursachen dieser Anomalie aufzusuchen, die aller Wahrscheinlichkeit verschwinden würde, wenn man die Geburten in dieser Gemeinde während eines ganzen Jahrhunderts verfolgte.

Die Geburtsregister, welche mit Sorgfalt geführt werden, um den Staat seiner Bürger zu versichern, können zur Bestimmung der Bevölkerung eines großen Reiches dienen, ohne daß man müthig hat, zu der Zählung der Bewohner, einem eben so mühsamen, als schwierigen Geschäfte, wenn es mit Genauigkeit ausgeführt werden soll, seine Zuflucht zu nehmen. Dann muß aber das Verhältniß der Bevölkerung zu den jährlichen Geburten bekannt seyn. Das genaueste Mittel, dieses zu erhalten, besteht darin, erstens

solche Abtheilungen des Reiches dazu auszuwählen, die auf eine fast gleiche Weise über der ganzen Oberfläche desselben vertheilt sind, um dadurch das allgemeine Resultat von Lokalumständen unabhängig zu erhalten; zweitens für einen gegebenen Zeitpunkt die Bewohner mehrerer Gemeinen in jeder dieser Abtheilungen sorgfältig zu zählen; drittens, durch die Geburtsliste während mehreren dem gegebenen Zeitpunkte vorhergehenden und nachfolgenden Jahre die entsprechende mittlere Anzahl der jährlichen Geburten zu bestimmen. Wird diese Anzahl durch die Zahl der Einwohner dividirt, so ergibt sich das Verhältniß der jährlichen Geburten zu der Bevölkerung, und zwar um so sicherer, je beträchtlicher jene Zählungsangaben sind. Die französische Regierung, welche von dem Nutzen solcher Zählung überzeugt war, verordnete auf meine Bitte deren Ausführung. In dreißig über ganz Frankreich gleich vertheilten Departementern wurden die Gemeinen ausgesucht, welche die genauesten Nachweisen liefern konnten. Ihre Zählungen gaben 2037615 Individuen als Gesammtsumme ihrer Bewohner am 23. September 1802. Die Geburtsliste dieser Gemeinen in den Jahren 1800, 1801 und 1802 gab:

Geborene:	Berechlicht:	Gestorbene:
110312 Knaben.	46037.	103659 Männer.
105287 Mädchen.		99443 Weiber.

Das Verhältniß der Bevölkerung zu den jährlichen Geburten ist also $28 \frac{352845}{100000}$; es ist größer, als man bisher geschäfft hatte. Multiplizirt man mit diesem Verhältnisse die Anzahl der jährlichen Geburten in Frankreich, so erhält man dessen Bevölkerung.

Hier bietet sich die Aufgabe dar, die Wahrscheinlichkeit

zu bestimmen, daß die so gefundene Bevölkerung von der wahren nicht über eine gegebene Gränze entfernt sei. Zudem ich diese Aufgabe auflöste und auf ihre Auflösung die vorhergehenden Data anwendete, fand ich, daß, wenn man die Anzahl der jährlichen Geburten in Frankreich zu einer Million annimmt, wodurch man eine Bevölkerung von 28352845 Bewohner erhält, fast drei hundert tausend gegen Eins zu wetten ist, daß der Frühling in diesem Resultate noch nicht eine halbe Million betrage.

Das Verhältniß der Geburten der Knaben zu den Geburten der Mädchen, welches obige Liste angibt, ist 22 zu 21; und die Ehen verhalten sich zu den Geburten, wie drei zu vierzehn.

In Paris entfernen sich die Tausen der Kinder beider Geschlechter etwas von dem Verhältnisse 22 zu 21. Seit 1745, zu welchem Zeitpunkte man anfing, die Geschlechter in den Geburtsregistern zu unterscheiden, bis zu Ende 1784 wurden in dieser Hauptstadt 393386 Knaben und 377555 Mädchen getauft. Das Verhältnis dieser beiden Zahlen ist ungefähr 25 zu 24; es scheint also, daß sich zu Paris durch eine besondere Ursache die Tausen beider Geschlechter mehr der Gleichheit nähern. Wendet man die Wahrscheinlichkeitsrechnung hierauf an, so findet sich, daß für das Daseyn dieser Ursache 238 gegen Eins zu wetten ist, und dies reicht hin, um deren Auflösung zu rechtfertigen. Indem ich darüber nachdachte, schien mir der bemerkte Unterschied davon abzuhängen, daß die Eltern vom Lande und aus den Provinzen, welche einigen Vortheil dabei finden, die Knaben bei sich zu behalten, weniger Knaben im Verhältnisse gegen die Mädchen in das Pariser Kindelhaus geschickt hatten, als das Verhältniß der Geburten beider Geschlechter.

2 Signalstatistik

2.1 Zufallsprozesse

2.2 Univariante Zufallssignale

2.2.1 Stetige Verteilungs- und Dichtefunktion

2.2.2 Beispiele für stetige Zufallsgrößen

2.2.3 Diskrete Verteilungs- und Dichtefunktion

2.2.4 Empirische Kenngrößen

2.2.5 Beispiele für empirische Kenngrößen

2.2.6 Entropie

2.2.7 Stationarität und Ergodizität

2.3 Multivariate Zufallsgrößen

2.3.1 Verteilungs- und Dichtefunktionen

2.3.2 Kovarianz

2.3.3 Korrelation

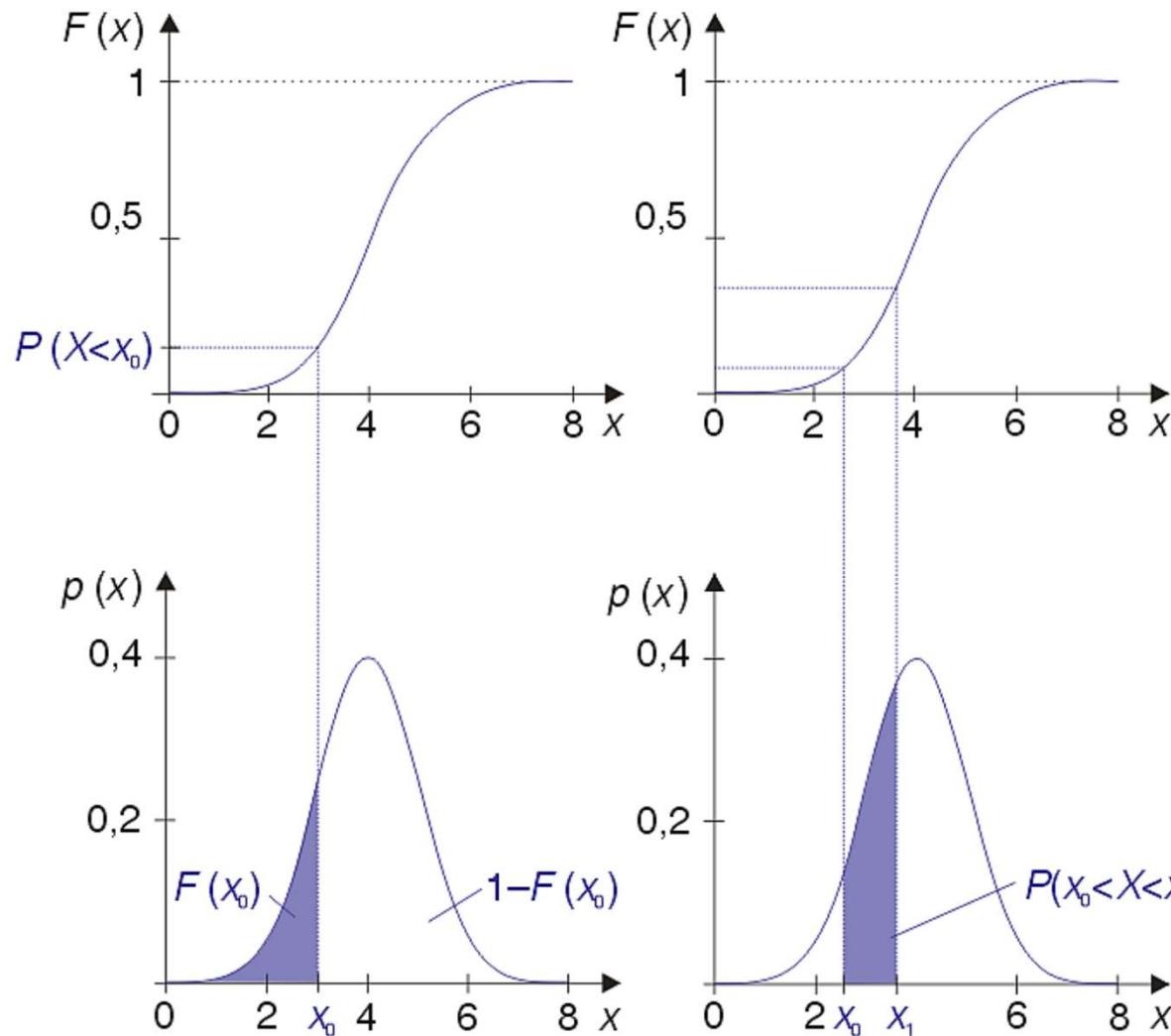
2.3.4 Korrelationskoeffizient

2.3.5 Korrelation innerhalb eines Signals

Verteilungsfunktion $F(x) \dots$

Zufallsgröße heißt stetig, wenn sie alle Werte eines gegebenen endlichen oder unendlichen Intervalls der reellen Zahlenachse annehmen kann

Anzahl der Realisationen ist damit nicht abzählbar und es kann eine von Null verschiedene Wahrscheinlichkeit nur einem Intervall zugeordnet werden.



Verteilungsfunktion $F(x)$ und Wahrscheinlichkeitsdichte $p(x)$ einer stetigen Zufallsgröße

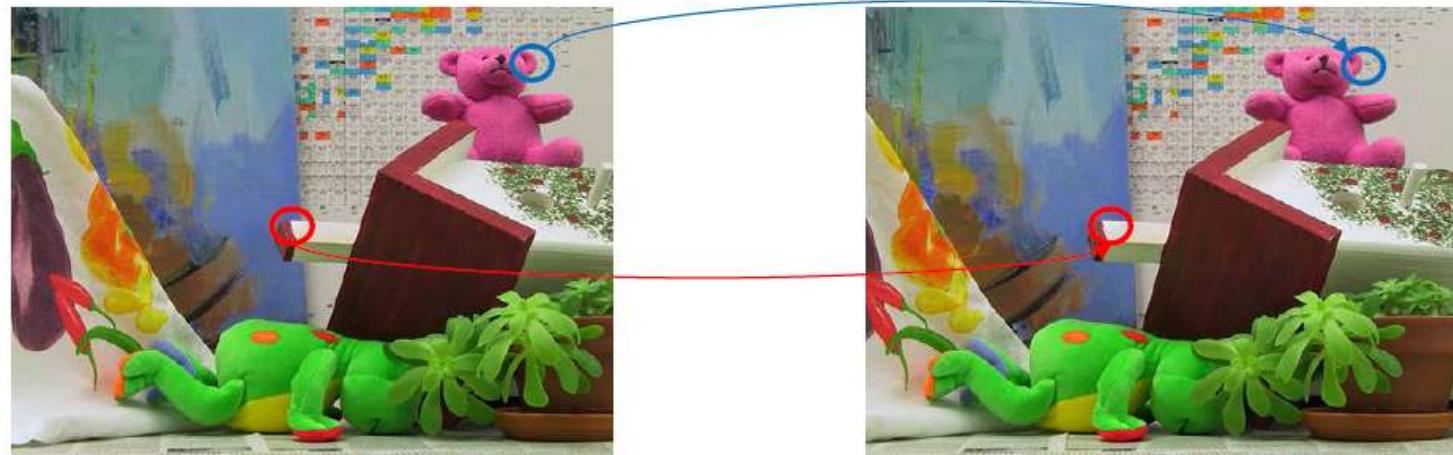
Zufallsgrößen haben Kenngrößen ...

Erwartungswert einer Zufallsgröße

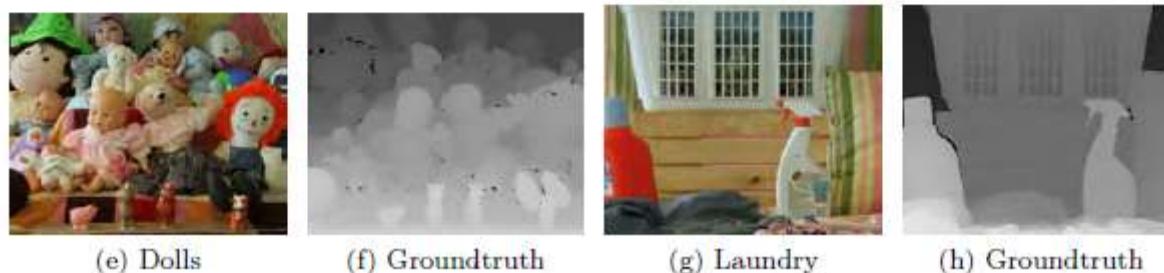
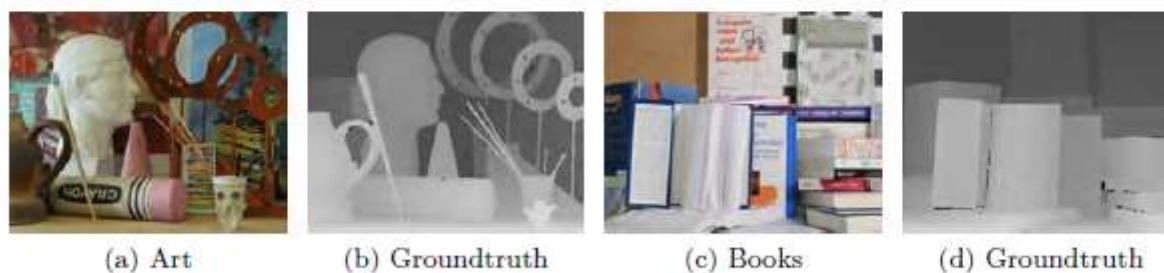
- fundamentales Konzept in der Evaluation eines Zufallsprozesses
- Zufallsprozess muss eine Weile beobachtet werden
- *the mean of a random process is the average of all realisations of that process*

Algorithmik – Korrespondenzanalyse

- Korrespondenzanalyse: Wiederfinden von Objektpunkten in räumlich/zeitlich versetzten Aufnahmen
- Lokales Matching: regionale Betrachtung der Intensitäten
- Globales Matching: Minimierung einer Kostenfunktion für das gesamte Bild



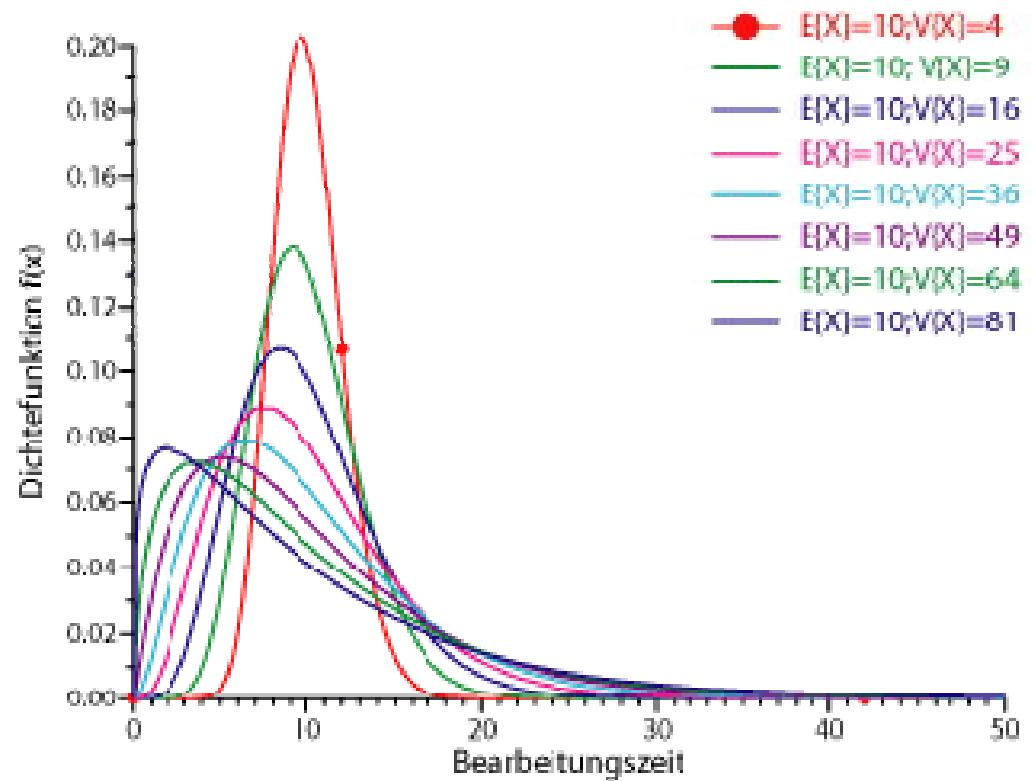
(Bilder: Scharstein/Szeliski/Middlebury)



Ergebnisse – Messgenauigkeit

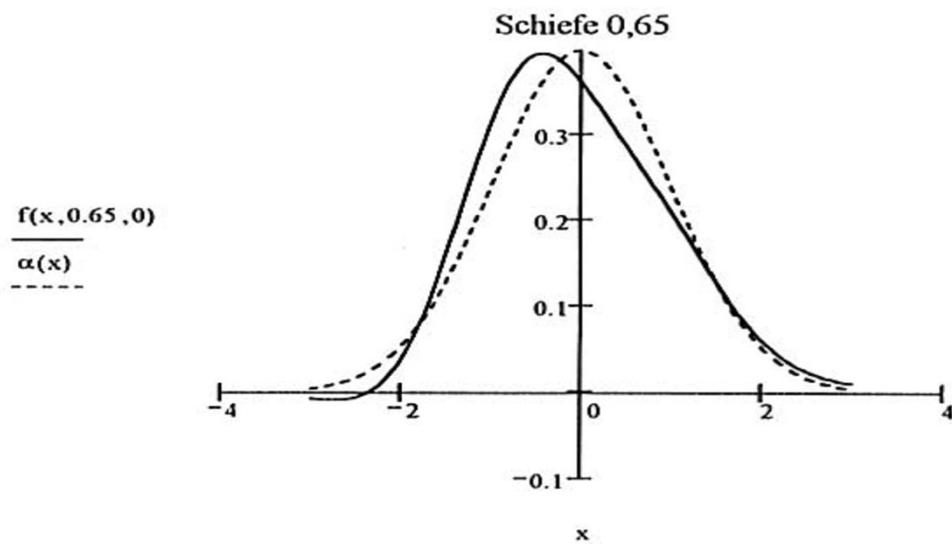
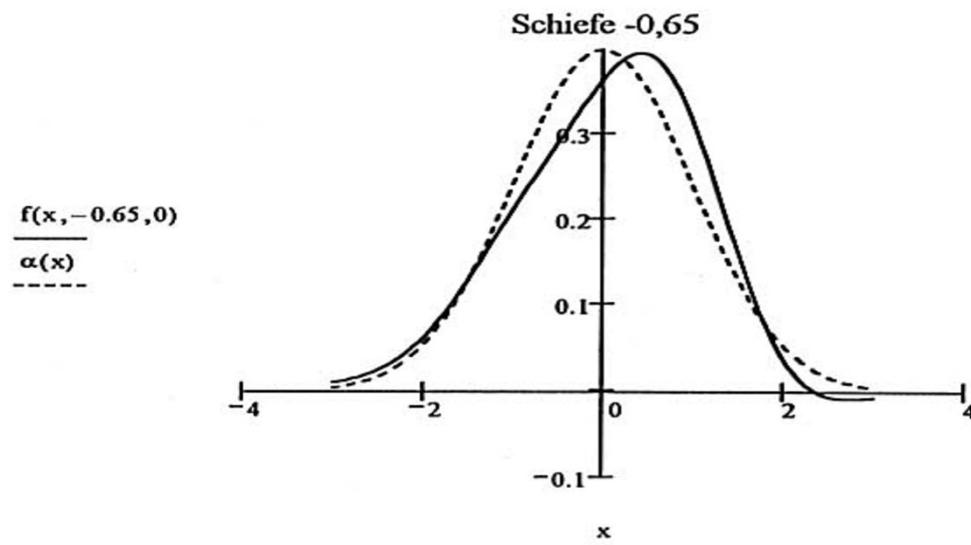
Algorithmus	Tsukuba	Venus	Teddy	Cones	Fehler [%]	σ
CostFilter	1,51	0,20	6,16	2,71	2,65	2,56
PlaneFitBP	0,97	0,17	6,65	4,17	2,99	2,99
eSGM	3,57	0,72	5,38	3,17	3,21	1,92
SGM	3,26	1,00	6,02	3,06	3,34	2,06
RealtimeVAR	3,33	1,15	6,18	4,66	3,83	2,13
RealtimeBP	1,49	0,77	8,72	4,61	3,90	3,62
RealtimeABW	1,26	0,33	10,70	4,81	4,28	4,70
RealtimeGPU	2,05	1,92	7,23	6,41	4,40	2,81
RealtimeCensus	5,08	1,58	7,96	4,10	4,68	2,64
RealtimeBFV	1,71	0,55	9,90	6,66	4,71	4,36
FastAggreg	1,16	4,03	9,04	5,37	4,90	3,27
ReliabilityDP	1,36	2,35	9,82	12,90	6,61	5,64
SSD	5,23	3,74	16,50	10,60	9,02	5,79

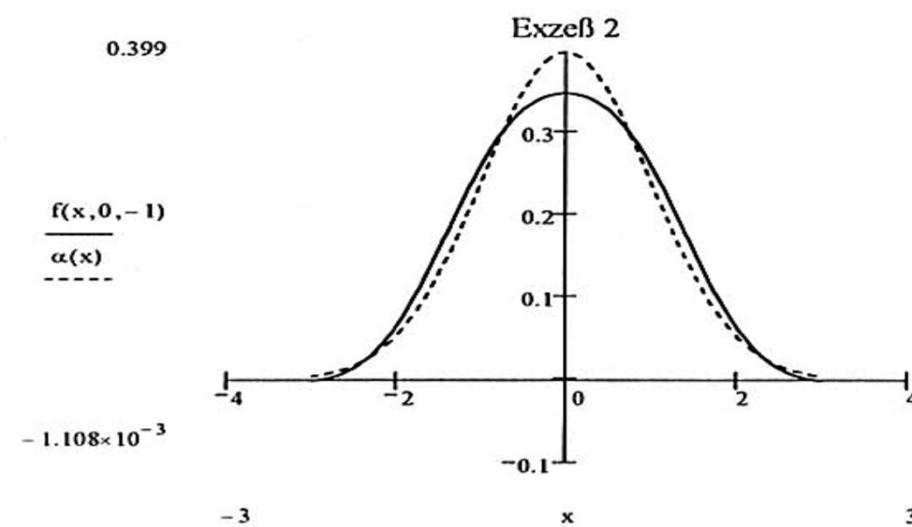
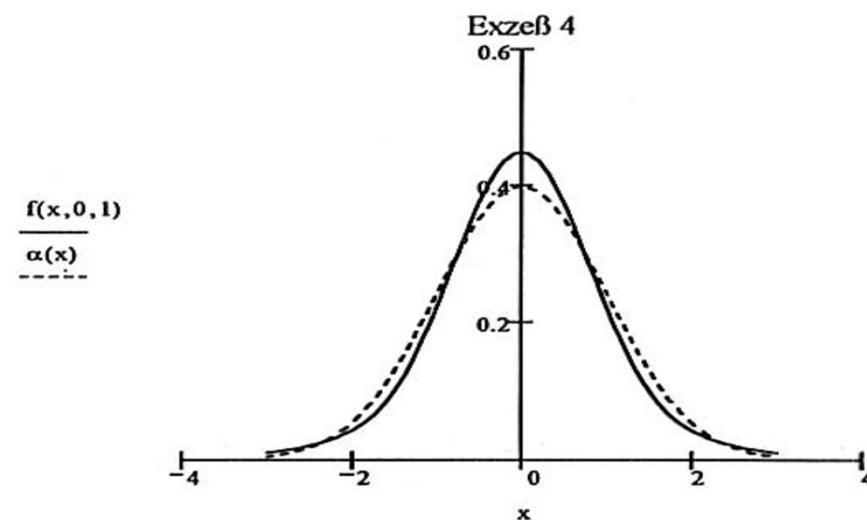
Prozentuale Anzahl an Fehlzuweisung größer als einen Pixel
in nicht überdeckten Bereichen



Gamma-Verteilung zur Beschreibung von Bearbeitungszeiten in der Logistik

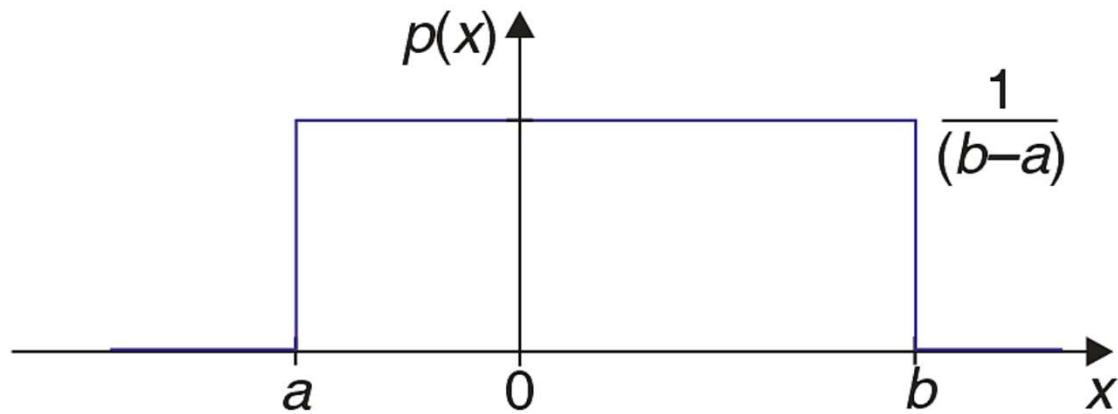
<http://www.pom-consult.de/ProduktionundLogistik/produktionundlogistik-477.html>





2 Signalstatistik

2.1	Zufallsprozesse
2.2	Univariate Zufallssignale
2.2.1	Stetige Verteilungs- und Dichtefunktion
2.2.2	Beispiele für stetige Zufallsgrößen
2.2.3	Diskrete Verteilungs- und Dichtefunktion
2.2.4	Empirische Kenngrößen
2.2.5	Beispiele für empirische Kenngrößen
2.2.6	Entropie
2.2.7	Stationarität und Ergodizität
2.3	Multivariate Zufallsgrößen
2.3.1	Verteilungs- und Dichtefunktionen
2.3.2	Kovarianz
2.3.3	Korrelation
2.3.4	Korrelationskoeffizient
2.3.5	Korrelation innerhalb eines Signals



Gleichverteilung

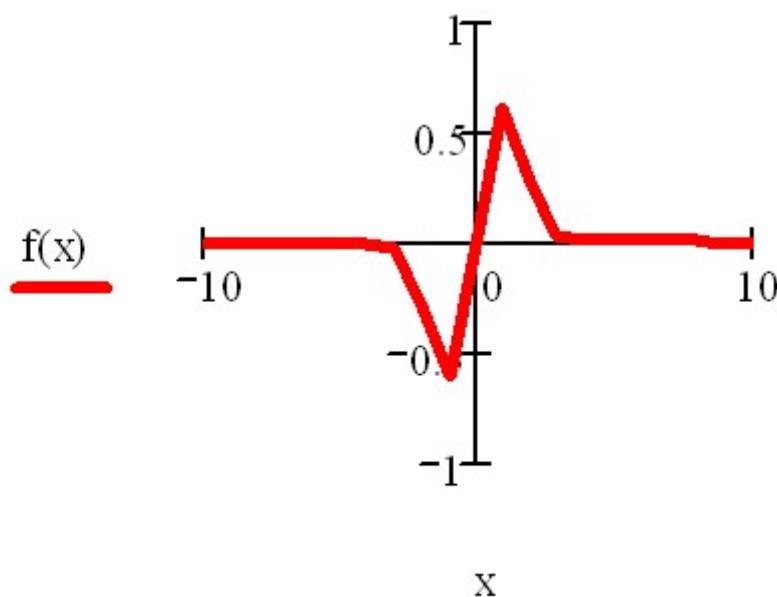


Noch heute hat die inzwischen denkmalgeschützte Sternwarte in Wissenschaftskreisen und darüber hinaus einen hohen Bekanntheitsgrad. Zusammen mit Gauß' Portrait war sie als eines von mehreren Göttinger Gebäuden auf dem letzten 10-D-Mark-Schein abgebildet. Äußerlich zeigt sie sich noch immer im historischen Erscheinungsbild. Unter verschiedenen anderen dort untergebrachten Erinnerungsstücken wird in der Sternwarte eine von Gauß' schwarzen Hausmützen aus Samt aufbewahrt, ebenso wie etliche seiner astronomischen Geräte.





$$f(x) := x \exp\left(-\frac{1}{2} \cdot x^2\right)$$



Beispiele für Wahrscheinlichkeitsdichtefunktionen

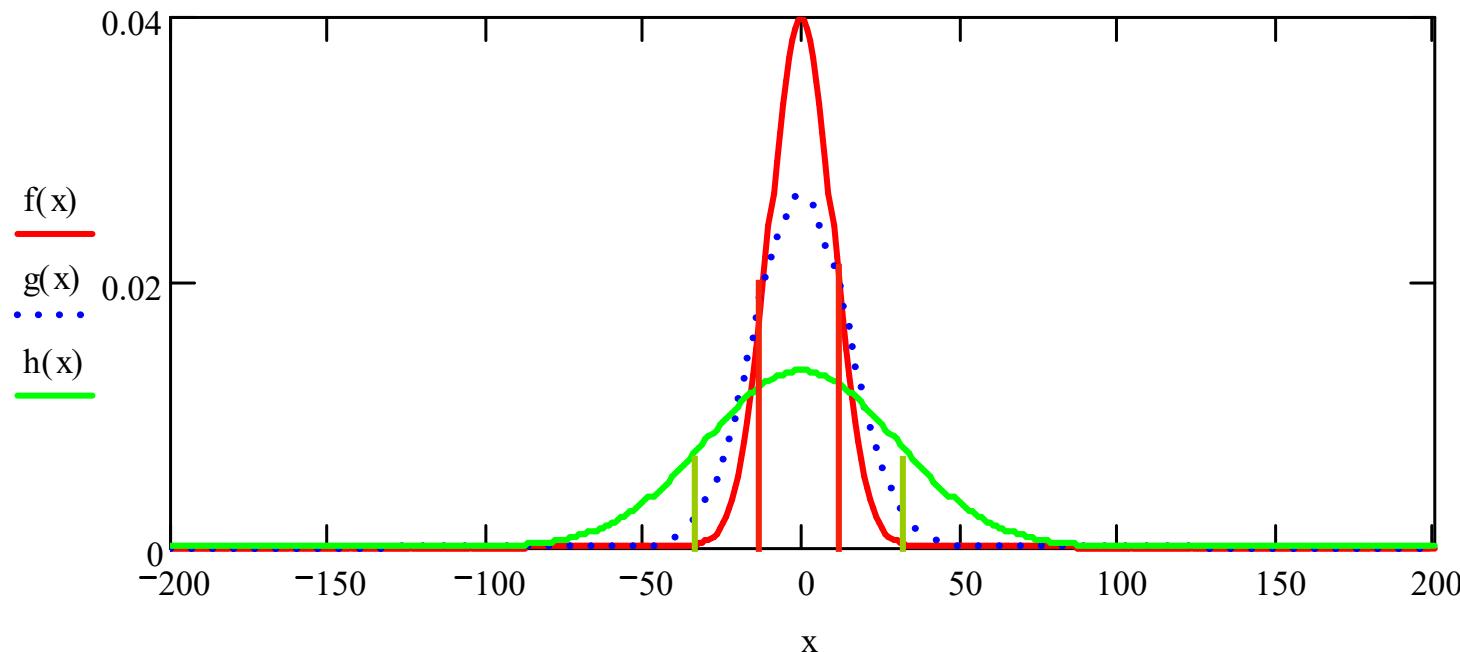


Abb.: Normalverteilungen mit den Streuungen rot=10, blau=15, grün=30

$$\mu \pm 1\sigma = 68,3\%$$

$$\mu \pm 2\sigma = 95,4\%$$

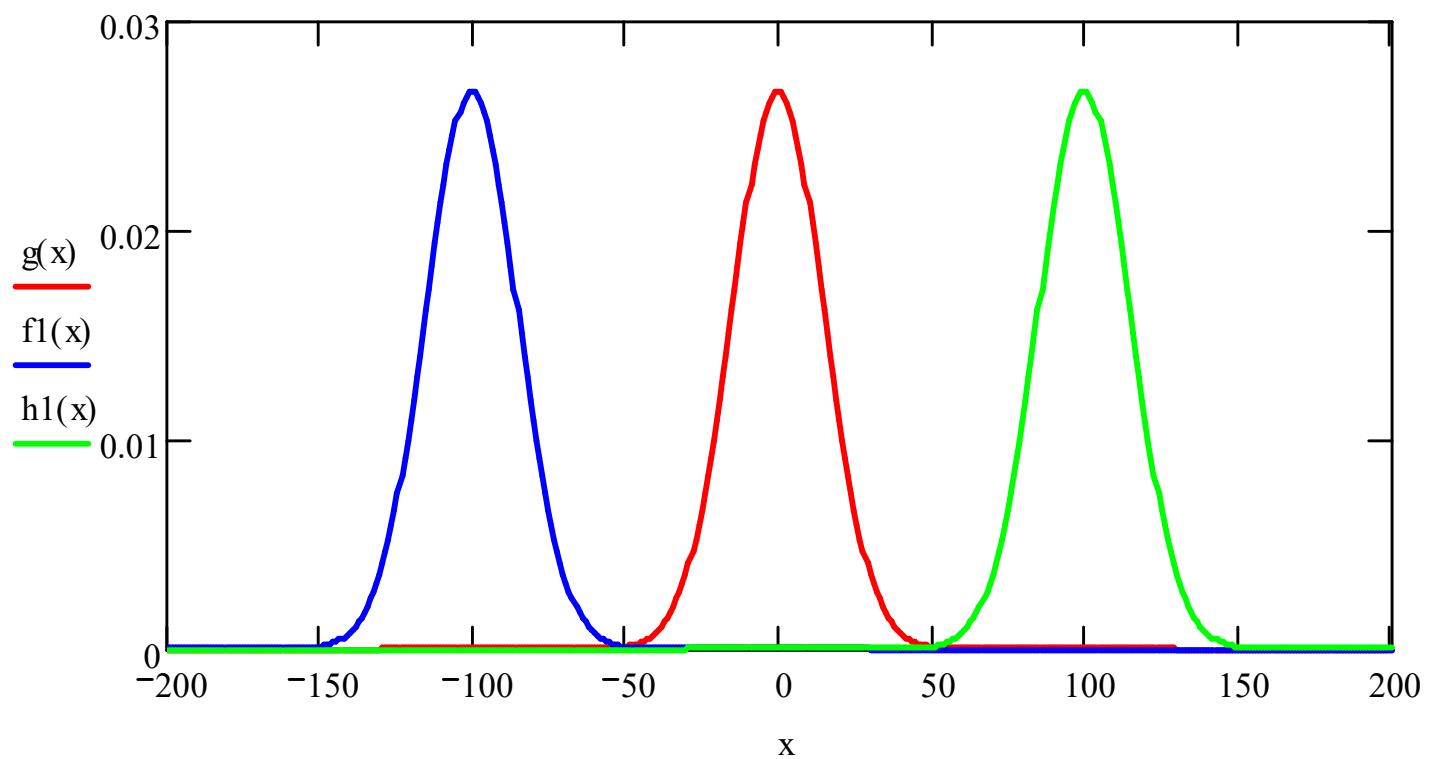


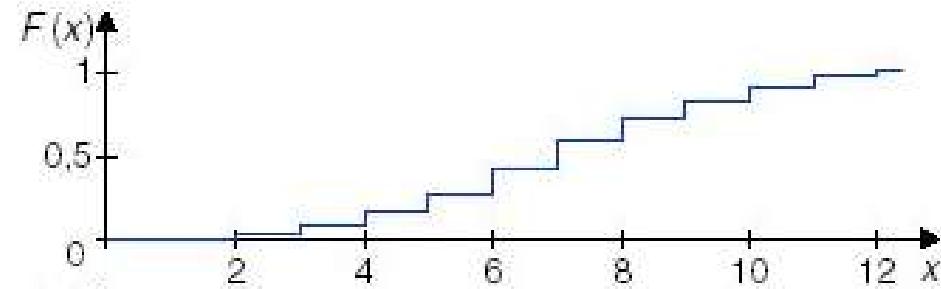
Abb.: Normalverteilungen mit den Mittelwerten $-100, 0, 100$)

2 Signalstatistik

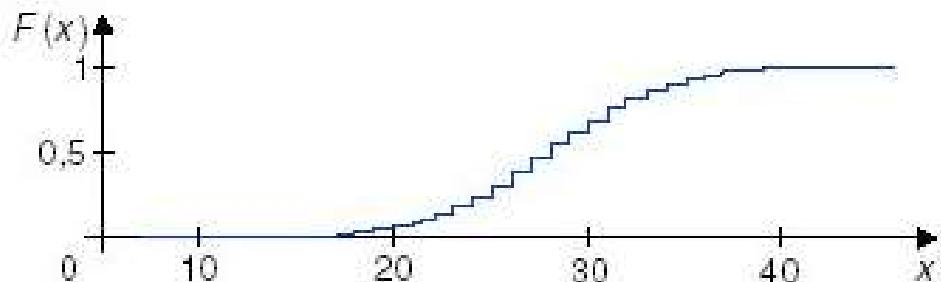
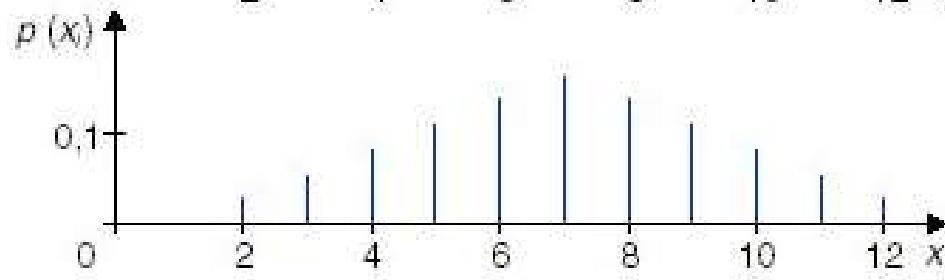
2.1	Zufallsprozesse
2.2	Univariate Zufallssignale
2.2.1	Stetige Verteilungs- und Dichtefunktion
2.2.2	Beispiele für stetige Zufallsgrößen
2.2.3	Diskrete Verteilungs- und Dichtefunktion
2.2.4	Empirische Kenngrößen
2.2.5	Beispiele für empirische Kenngrößen
2.2.6	Entropie
2.2.7	Stationarität und Ergodizität
2.3	Multivariate Zufallsgrößen
2.3.1	Verteilungs- und Dichtefunktionen
2.3.2	Kovarianz
2.3.3	Korrelation
2.3.4	Korrelationskoeffizient
2.3.5	Korrelation innerhalb eines Signals

Eine Zufallsgröße heißt diskret, wenn sie endlich viele Werte x_1 , x_2, \dots, x_n oder abzählbar unendlich viele Werte $x_i (i \in \mathbb{N})$ annehmen kann.

Wahrscheinlichkeitsfunktion einer diskreten Zufallsgröße X ist Abbildung, die den Realisationen x_i der Zufallsgröße Wahrscheinlichkeiten zuordnet



Augensumme für
zwei Würfel



Augensumme für
acht Würfel

Verteilungsfunktion $F(x)$ und Wahrscheinlichkeitsfunktion $p(x_i)$ einer diskreten Zufallsgröße x

2 Signalstatistik

2.1	Zufallsprozesse
2.2	Univariate Zufallssignale
2.2.1	Stetige Verteilungs- und Dichtefunktion
2.2.2	Beispiele für stetige Zufallsgrößen
2.2.3	Diskrete Verteilungs- und Dichtefunktion
2.2.4	Empirische Kenngrößen
2.2.5	Beispiele für empirische Kenngrößen
2.2.6	Entropie
2.2.7	Stationarität und Ergodizität
2.3	Multivariate Zufallsgrößen
2.3.1	Verteilungs- und Dichtefunktionen
2.3.2	Kovarianz
2.3.3	Korrelation
2.3.4	Korrelationskoeffizient
2.3.5	Korrelation innerhalb eines Signals

Empirische Kenngrößen

peira πείρα Versuch, Erfahrung

empeiros erfahren

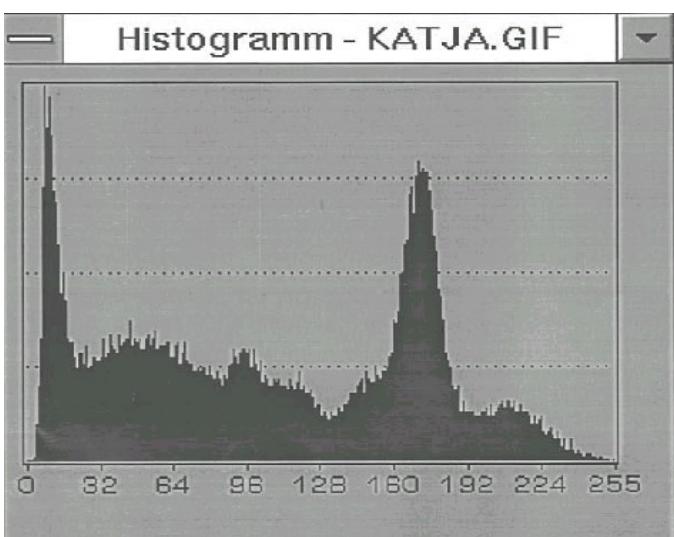
peirates Seeräuber

Piraterie, Empirie Erfahrung

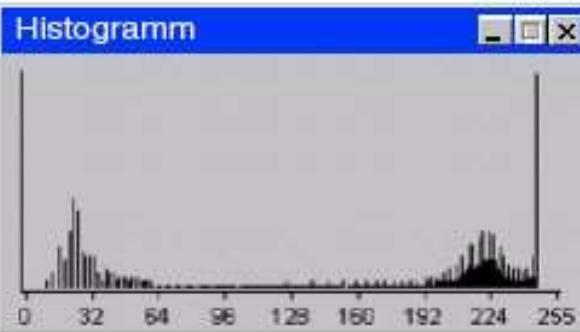
Empirismus Lehre, die alle Erkenntnis aus sinnlicher Erfahrung, bloßer Anschauung herleitet

2 Signalstatistik

2.1	Zufallsprozesse
2.2	Univariate Zufallssignale
2.2.1	Stetige Verteilungs- und Dichtefunktion
2.2.2	Beispiele für stetige Zufallsgrößen
2.2.3	Diskrete Verteilungs- und Dichtefunktion
2.2.4	Empirische Kenngrößen
2.2.5	Beispiele für empirische Kenngrößen
2.2.6	Entropie
2.2.7	Stationarität und Ergodizität
2.3	Multivariate Zufallsgrößen
2.3.1	Verteilungs- und Dichtefunktionen
2.3.2	Kovarianz
2.3.3	Korrelation
2.3.4	Korrelationskoeffizient
2.3.5	Korrelation innerhalb eines Signals



Skalare - KATJA.GIF	
aus den Grauwerten	
Bildgröße:	262144
kleinster Grauwert:	8
größter Grauwert:	252
Grauwertspanne:	244
Dynamik:	0.94
Entropie:	7.93
aus dem Grauwertehistogramm	
häufig. Grauwert:	10
versch. Grauwerte:	245
Mittelwert:	104.1
Varianz:	5481.9
Standardabweichung:	74.0
norm. Schiefe:	-0.02
norm. Exzeß:	-1.50
Entropie:	7.04
Anisotropie:	0.47
aus dem kumulat. Histogramm	
Median:	108
aus den Matrizen	
Homogenität:	1.00
Kontrast:	0.00
Entropie:	11.00
Run-Length-Effektivität:	0.00



Skalare - avh1024.gif

aus den Grauwerten

Bildgröße:	1048576
kleinster Grauwert:	0
größter Grauwert:	254
Grauwertspanne:	254
Dynamik:	1.00
Entropie:	7.99

aus den Vektoren

häufig. Grauwert:	254
versch. Grauwerte:	209
Mittelwert:	163.1
Varianz:	7495.5
Standardabweichung:	86.6
norm. Schiefe:	-0.57
norm. Wölbung:	1.71
Entropie:	6.86
Anisotropie:	0.57
Median:	206

aus den Matrizen

Homogenität:	0.61
Kontrast:	0.39
Entropie:	11.86
Run-Length-Effektivität:	0.20
Korrelation (RG, RB, GB):	1.00

Skalare - KATJA.GIF

aus den Grauwerten

Bildgröße:	262144
kleinster Grauwert:	8
größter Grauwert:	252
Grauwertspanne:	244
Dynamik:	0.94
Entropie:	7.93

aus dem Grauwertehistogramm

häufig. Grauwert:	10
versch. Grauwerte:	245
Mittelwert:	104.1
Varianz:	5481.9
Standardabweichung:	74.0
norm. Schiefe:	-0.02
norm. Wölbung:	-1.50
Entropie:	7.04
Anisotropie:	0.47

aus dem kumulat. Histogramm

Median:	108
---------	-----

aus den Matrizen

Homogenität:	1.00
Kontrast:	0.00
Entropie:	11.00
Run-Length-Effektivität:	0.00

Eine Reihe weiterer Kennwerte für Mittelwerte und Streuungsmaße bekannt:

Mittelwerte: z.B. Median, Modalwert, geometrisches und harmonisches Mittel

Streuungsmaße: Variationskoeffizient und Spannweite

Median

(stetig:) der Wert, auf dessen linker und rechter Seite die Flächen unter der Wahrscheinlichkeitsdichte $p(x)$ gleich sind oder $F(x) = 0,5$

(diskret:) die kleinste aller Realisationen x_i für die gilt

$F(x_i) \geq 0,5$ (in Rangfolge mittlerer Wert)

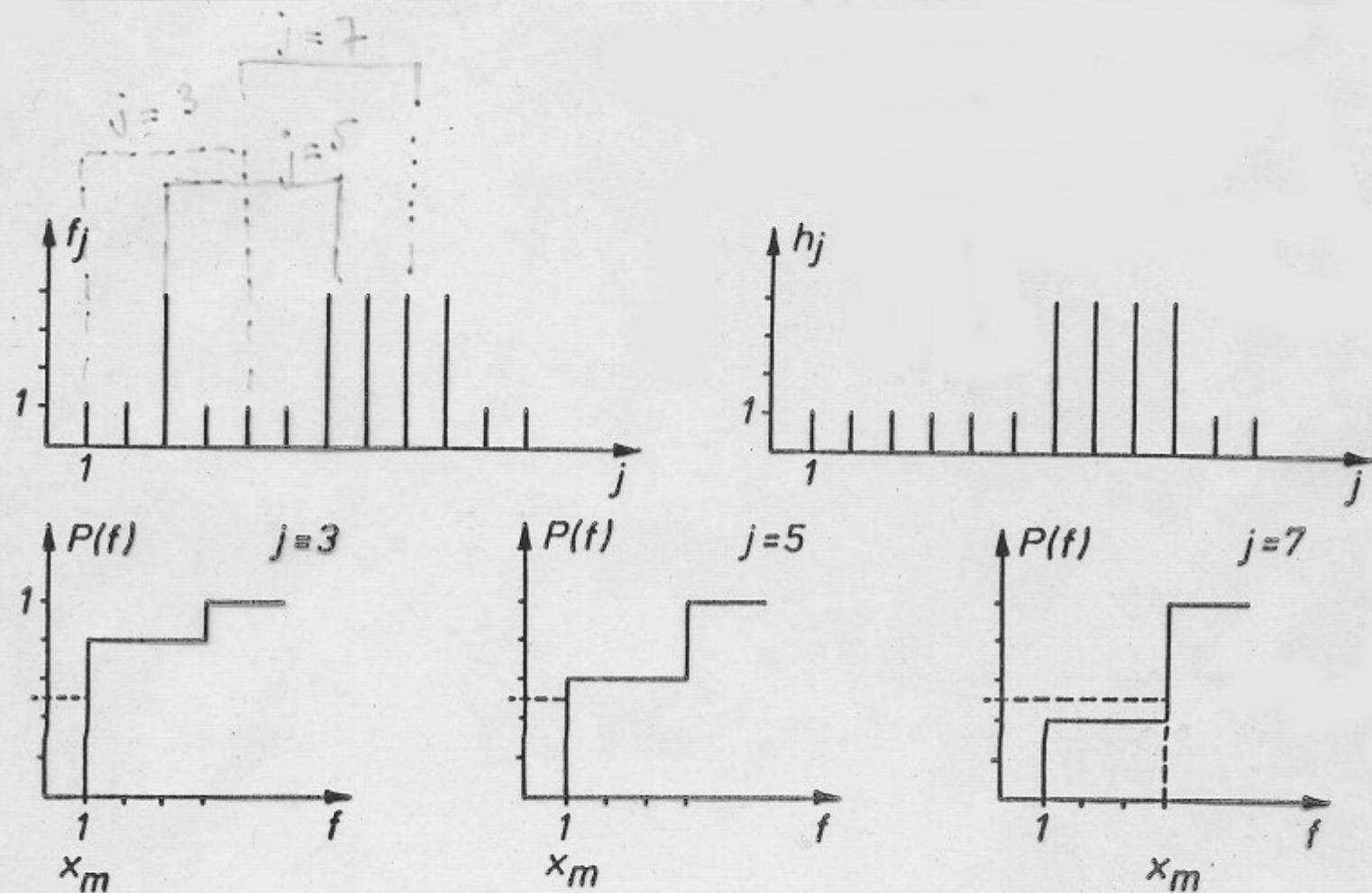


Bild 2.16 Eine Folge $[f_j]$ und das Ergebnis $[h_j]$ der Medianfilterung. Die empirische Verteilung $P(f)$ ist dargestellt, wenn die Mitte eines Filters der Breite 5 an den Stellen $j = 3, 5$ und 7 liegt. Der Einfluß des Randes wurde vernachlässigt.

Modalwert

(stetig:) Wert mit maximaler Wahrscheinlichkeitsdichte, d.h. der Wert, der am häufigsten auftritt $p(x_M) \geq p(x)$ für alle x verschieden von x_M

(diskret:) Wert mit größter Wahrscheinlichkeit

Variationskoeffizient: auf den Mittelwert bezogene Standardabweichung

(gut zum Vergleich der Streuungen von Zufallsgrößen mit unterschiedlichen Mittelwerten)

Empirie		Wahrscheinlichkeitsrechnung	
Experiment → Stichprobe		Theorie → Grundgesamtheit	
Messgröße x		Zufallsgröße x	
Messwerte einer kont. Messgröße x	Messwerte einer diskr. Messgröße x_i	Zufallswerte einer kont. Zufallsgröße x	Zufallswerte einer diskr. Zufallsgröße x_i
Häufigkeitsfunktion $h(x)$	Häufigkeiten $h(x_i) = h_i$	Wkt.-dichtefunktion $p(x)$	Wkt.-funktion $p(x_i) = p_i$
stetige	nicht stetige	stetige	nicht stetige
Verteilungsfkt. $F(x)$	Verteilungsfkt. $F(x)$	Verteilungsfkt. $F(x)$	Verteilungsfkt. $F(x)$
Beispiele für Diagramme:			
—	Abb. 3.8	Abb. 3.7	Abb. 3.4
Beispiele für Prozesse:			
Gezeiten, Wetter...	under Würfel	6-seitiger Würfel	—
Beispiele für Messgeräte:			
Gezeitenrechner s. [31]	Webkamera s. Abschnitt 2.4.6	—	—

Empirische Größen

Experiment - Stichprobe

kontinuierliche Messgröße x ,
Häufigkeitsfunktion $h(x)$,
stetige Verteilungsfunktion $F(x)$

diskrete Messgröße x_i ,
Häufigkeiten $h(x_i)$,
nichtstetige Verteilungsfunktion
 $F(x)$

Wahrscheinlichkeitsbegriffe

Theorie - Grundgesamtheit

Zufallswerte einer kontinuierlichen Zufallsgröße,
Wahrscheinlichkeitsdichtefunktion,
stetige Verteilungsfunktion $F(x)$

Zufallswerte x_i einer diskreten Zufallsgröße,
Wahrscheinlichkeitsfunktion $p(x_i) = p_i$,
nichtstetige Verteilungsfunktion $F(x)$

2 Signalstatistik

2.1	Zufallsprozesse
2.2	Univariate Zufallssignale
2.2.1	Stetige Verteilungs- und Dichtefunktion
2.2.2	Beispiele für stetige Zufallsgrößen
2.2.3	Diskrete Verteilungs- und Dichtefunktion
2.2.4	Empirische Kenngrößen
2.2.5	Beispiele für empirische Kenngrößen
2.2.6	Entropie
2.2.7	Stationarität und Ergodizität
2.3	Multivariate Zufallsgrößen
2.3.1	Verteilungs- und Dichtefunktionen
2.3.2	Kovarianz
2.3.3	Korrelation
2.3.4	Korrelationskoeffizient
2.3.5	Korrelation innerhalb eines Signals

Entropie

- quantitatives Maß für **Informationsgehalt**
- Erinnerung: Information = Beseitigung von Ungewissheit

Etymologische Deutung:

trepein (τρέπειν): wenden

tropos: Wendung

(Tropen: heiße Zone zwischen den Wendekreisen)

Entropium,

Entropie: Hinwendung

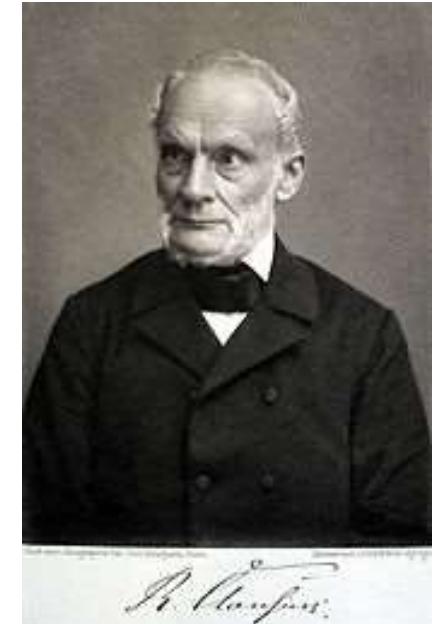
(Bezeichnung für den irreversiblen Übergang der Wärmeenergie von höherem zu niederm Temperaturniveau, erweitert zur Bezeichnung für die Neigung eines Systems, dem wahrscheinlichsten, dh. am wenigsten geordneten/organisierten Zustand zuzustreben)

Historie

1865 von Clausius (1822-1888) für thermodynamische Zustände eingeführt

Zustandgröße

Maß für Irreversibilität



Schmelzendes Eis in einem warmen Raum ist ein einfaches Beispiel für die Erhöhung der Entropie (Erstmals von Rudolf Clausius 1862 beschrieben).

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ice_water.jpg#/media/File:Ice_water.jpg

Erinnerung

1. Hauptsatz der Thermodynamik

Es sind nur Vorgänge erlaubt, bei denen die innere Energie eines abgeschlossenen Systems konstant bleibt.

2. Hauptsatz der Thermodynamik

Welche der erlaubten Zustandsänderungen laufen freiwillig ab?

Bei einer freiwilligen Zustandsänderung nimmt die Entropie zu (irreversibler Prozess des Wärmetransports).

perfekt wärmeisoliert

In einem geschlossenen adiabaten System kann die Entropie nicht abnehmen, sie nimmt in der Regel zu. Nur bei reversiblen Prozessen bleibt sie konstant.

Clausius:

Es gibt keine Zustandsänderung, deren einziges Ergebnis die Übertragung von Wärme von einem Körper niederer auf einen Körper höherer Temperatur ist.

Alle spontan ablaufenden Prozesse sind **irreversibel**. Dort findet immer eine Entropiezunahme statt. Beispiele sind die Vermischung von zwei unterschiedlichen Gasen und der Wärmefluss von einem heißen zu einem kalten Körper ohne Gewinnung von Arbeit. Die Wiederherstellung des Anfangszustandes erfordert dann den Einsatz von Energie oder Information. **Reversible** Prozesse sind nicht mit einer Erhöhung der Gesamtentropie verbunden und laufen daher auch nicht spontan ab. Durch die theoretische Beschreibung spontan ablaufender Prozesse zeichnet der zweite Hauptsatz der Thermodynamik eine Richtung der Zeit aus, die mit unserer intuitiven Erfahrungswelt übereinstimmt.

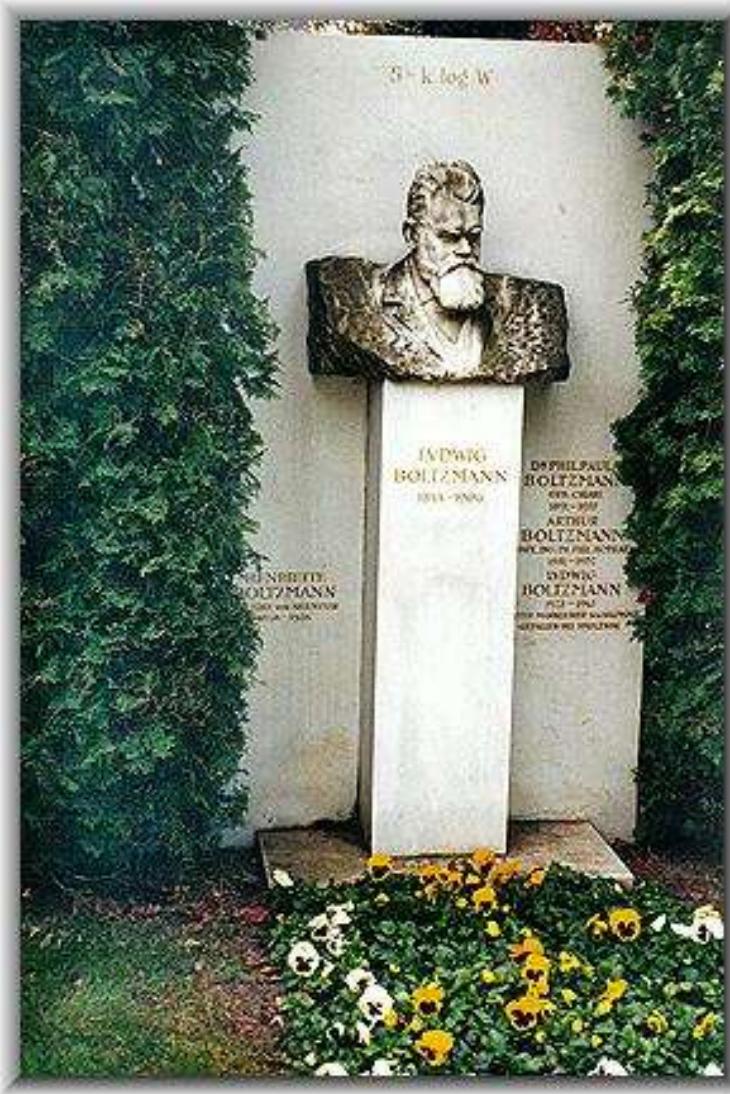
Mit der Zunahme von Entropie geht die Zunahme an Unordnung einher.

Beispiel:

- Diffusion von Gasen
- Mischen von Spielkarten

Entropie

- ist Maß für Wahrscheinlichkeit eines Zustands oder Maß für Information
- Wahrscheinlichkeit klein → Informationsgehalt groß



1877

Ludwig Boltzmann

formuliert Zusammenhang
zwischen Entropie und
Wahrscheinlichkeit eines
Zustands

$$S = k \ln W \quad \text{oder}$$

$$S = k \ln (W_2/W_1)$$

$$S = k \ln W$$

S Entropie

k Boltzmannkonstante $8,617343 \cdot 10^{-5}$ eV/K

W Zahl der Zustände, die Teilchen eines Systems
annehmen können

Wiener

erkannte formale Ähnlichkeit zur entscheidenden Formel der Shannonschen Informationstheorie

(Völz: Shannon bezieht sich auf Wiener, Wiener auf v. Neumann, später aber wieder auf Shannon....)

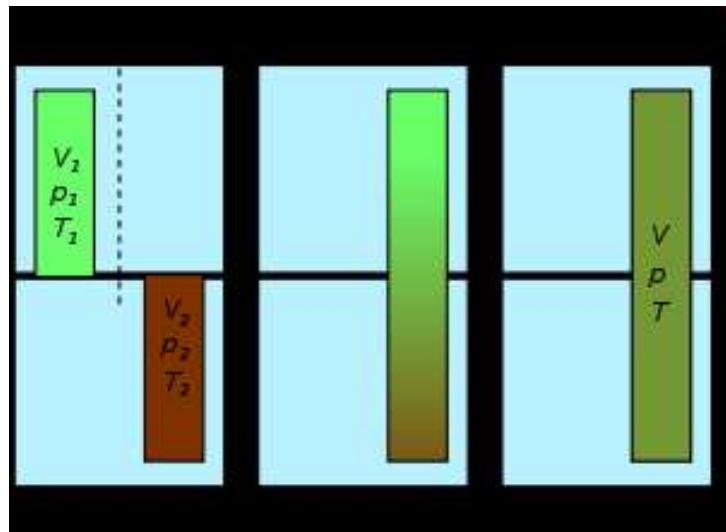
- Zusammenhang mit optimaler Fragestrategie bei der Kodierung von Zeichen

Digitaltechnik:

n Schalter mit $N = 2^n$ Zuständen bzw. Kodiermöglichkeiten

Skat:

bei $N=32$ Skatkarten $n = \lceil \log_2 N \rceil = 5$, d.h. Kennzeichnung einer Karte durch 5 bit



Die Mischungsentropie entspricht der Entropieänderung bei Expansion der Gase von ihren ursprünglichen Volumina V_1 oder V_2 auf das gemeinsame Gemischvolumen V :

$$\Delta S = n_1 \cdot R \cdot \ln \frac{V}{V_1} + n_2 \cdot R \cdot \ln \frac{V}{V_2}$$

oder mit n_1 , n_2 und $n = n_1 + n_2$:

$$\Delta S = R \cdot \left(n_1 \cdot \ln \frac{n}{n_1} + n_2 \cdot \ln \frac{n}{n_2} \right)$$

mit n Stoffmenge und R universelle Gaskonstante

2 Signalstatistik

2.1	Zufallsprozesse
2.2	Univariate Zufallssignale
2.2.1	Stetige Verteilungs- und Dichtefunktion
2.2.2	Beispiele für stetige Zufallsgrößen
2.2.3	Diskrete Verteilungs- und Dichtefunktion
2.2.4	Empirische Kenngrößen
2.2.5	Beispiele für empirische Kenngrößen
2.2.6	Entropie
2.2.7	Stationarität und Ergodizität
2.3	Multivariate Zufallsgrößen
2.3.1	Verteilungs- und Dichtefunktionen
2.3.2	Kovarianz
2.3.3	Korrelation
2.3.4	Korrelationskoeffizient
2.3.5	Korrelation innerhalb eines Signals

Wanderwörter

Zur Zeit der Völkerwanderung sind Völker gewandert – das ist bekannt. Aber über längere Zeiträume betrachtet, sind Stämme wie Individuen eigentlich immer gewandert. Mit diesen Wanderungen wandert auch so manches Wort mit. Andere Wörter dagegen werden eher geholt, zum Beispiel zusammen mit der Sache (oder der Idee), die sie bezeichnen. Das ergibt ein munteres Hin und Her, das die Etymologie vor schwere Aufgaben stellt – bisweilen auch vor unlösbare. Die Herkunft mancher Wörter will sich partout nicht sicher herleiten lassen und der Etymologe kann nur im Ungefähren herumtasten. Wenn man ein Wort zwar ein paar Stationen zurückverfolgen, aber eben nicht auf seinen Ursprung zurückführen kann, kommt der Begriff des „Wanderwortes“ ins Spiel.

Die meisten Begriffe aus dem Englischen werden ohne Probleme ins grammatische System der deutschen Sprache integriert. So erhalten beispielsweise Substantive im Allgemeinen das Genus eines bedeutungsähnlichen deutschen Wortes: *das Meeting, die Story, die Lady, der Lover*.

Wie bei heimischen Wörtern bilden sich auch bei Fremdwörtern aus dem Englischen oft Reihen mit gleichem Wortausgang im selben Genus: *das Skating, das Walking, das Mobbing; die Publicity, die Community, die Society*.

Aus dem Englischen übernommene Verben werden im Allgemeinen regelmäßig konjugiert, folgen also der schwachen Konjugation: *ich surfe, ich surfte, ich habe gesurft; er jobbt, er jobbte, er hat gejobbt; wir managen, wir managten, wir haben gemanagt*.

Verben wie *downloaden* oder *upgraden* werden als zusammengehörige Einheit gesehen, der erste Bestandteil ist also nicht abtrennbar: *ich downloade/upgrade, ich habe downloadet/upgegradet*.

Stationarität und Ergodizität

- wichtig, falls zeitabhängige Funktion betrachtet wird
- Aussage über Stabilität des Zufallsprozesses in Abhängigkeit von der Zeit und bezüglich der statistischen Größen
- Einschränkung auf stationäre und ergodische Signale entsprechen häufig auch den realen Bedingungen und sind der mathematischen Handhabung dienlich

Stationarität

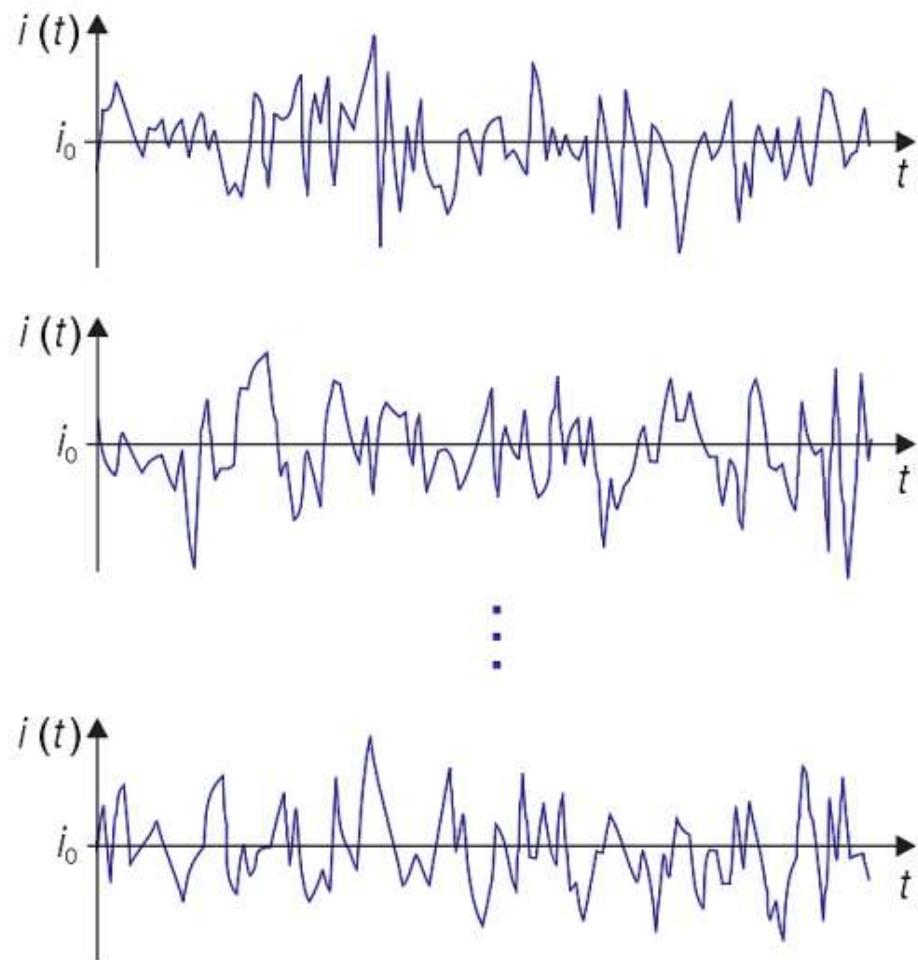
- Signale sind stationär, wenn sich ihre Wahrscheinlichkeitsdichte und damit die daraus ermittelten Kenngrößen bei zeitlicher Verschiebung nicht ändern → Gleichung
- Stationarität manchmal erst nach Einschwingprozess erreicht
- Beispiel: Rauschen eines Widerstandes
- ein stationärer Prozess hat konstante und zeitunabhängige Wahrscheinlichkeitsdichte, Umkehrung gilt nicht!!
- unterschieden wird in stark und schwach stationäre Prozesse
- jeder stark stationäre Prozess ist auch schwach stationär, Umkehrung gilt nicht
- schwache Stationarität: bezieht sich nur auf die ersten beiden Momente
- Stationarität hier in SV = schwache Stationarität

Ergodizität

- Ensemble so wählen, dass für begrenzten Zeitraum sehr viele Signale verfügbar oder auch möglich nur ein Signal über einen sehr langen Zeitraum?
- Frage: Messwerte zur Berechnung der statistischen Eigenschaften „vertikal oder horizontal“?
- Antwort: wenn der Prozess ergodisch ist, dann ergibt sich identisches Ergebnis
- → Ein stationärer stochastischer Prozess ist ergodisch, wenn alle seine statistischen Eigenschaften aus einer einzigen Realisierung abgeleitet werden können.

Frage:

Messwerte zur Berechnung
der statistischen
Eigenschaften „vertikal“
oder „horizontal“?



Die Ordnung der Sinne: zu den ... - Google Bücher - Mozilla Firefox

Datei Bearbeiten Ansicht Chronik Lesezeichen Extras Hilfe

http://books.google.de/books?id=T6OZvsTqjtG&pg=PA203&dq=ergodisch+wortherkunft&source=bl&ots=_xUcVWwb8Z&sig=GJL06m58R

ergodisch wortherkunft

LEO dict.cc Mitarbeiter

dict.cc | unterstützen | Wörter... BVG.de - Fahrplanauskunft Amazon.de: Winterbettwäsche Leading Blog: A Leadership Blo... Lucid Die Ordnung der Sinne: zu...

Web Bilder Videos Maps News Shopping E-Mail Mehr ▾ Meine Bibliothek | Anmelden

Google bücher ergodisch wortherkunft Nach Büchern suchen Erweiterte Buchsuche

Die Ordnung der Sinne: zu den Grundlagen eines medienökonomischen Menschen Von Michael Treutler

 ★★★★
0 Rezensionen
Rezension schreiben
Über dieses Buch

Dieses Buch durchsuchen Suche
Zu meiner Bibliothek hinzufügen ▾

Dieses Buch erwerben
[transcript Verlag](#)
[Amazon.de](#)
[Buch.de](#)
[Buchkatalog.de](#)
[In einer Bibliothek suchen](#)
[Buchhandlungen in Ihrer Nähe suchen](#)
[Alle Händler »](#)

Ähnliche Bücher


Alle ähnlichen Bücher »

Anzeigen
Berlin Angebote -70%
Unschlagbare Angebote &
Gutscheine in Berlin. Bis zu -70%
sparen!
[www.GROUPON.de/Rabatte+Berlin](#)

Seiten werden mit Genehmigung von
[transcript Verlag](#)
angezeigt. Urheberrecht.

Element innerhalb menschlicher Interaktionen.
Wie North beschreibt, wird durch elementare Unsicherheit der Wandel ‚an sich‘ zur einzigen Konstante, in von unpersönlicher Kommunikation und unpersönlichem Tausch geprägten Gesellschaften: »[U]ncertainty is not an unusual condition; it has been the underlying condition responsible for the evolving structure of human organization throughout history and pre-history.«⁴⁷⁹ North benutzt für die Bezeichnung dieser, vom permanenten Wandel geprägten Welt den Ausdruck der »nicht-ergodischen Welt« (non-ergodic world), welchen er aus der Physik entlehnt und dessen lexikalische Definition er anführt: »Ergodic is defined in Webster's dictionary as ‚involving or relating to the probability that any state will recur, especially having zero probability that any state will never recur.‘ Therefore, ‚an ergodic stochastic process simply means that averages calculated from past observations cannot be persistently different from the time average of future outcomes [...]“.«⁴⁸⁰ Eine ergodische Welt würde durch die Gleichförmigkeit wiederkehrender Ereignisse dem gleichen Prognosepotential der in Teil I erläuterten neoklassischen »Rational-Choice-Theorie« nach Paul Samuelson folgen.⁴⁸¹

479 North, Douglass C. (2005): S. 14.
480 Vgl. North, Douglass C. (2005): S. 19.
481 Der von North verwendete Begriff der »nicht-ergodischen Welt« für die Bezeichnung einer sich verändernden, nicht eindeutig prognostizierbaren Umwelt, ist selbst ein Beispiel für die Probleme der Verbindung von medienwissenschaftlicher und ökonomischer Theoriebildung. Der Begriff »ergodisch« kommt ursprünglich aus der Physik, wo er gemäß der von North zitierten Weise verstanden wird. Der Begriff wird jedoch auch in den Literaturwissenschaften als Bezeichnung für nichtlineare Texte benutzt. Insbesondere wird dadurch die aktive Veränderung des »Textverlaufes« durch Anwendung von Hyperlinks durch den Leser in virtuellen Umwelten oder auch die aktive, erst durch die Spielhandlung entstehende »Schreibung« des Spielsverlaufs in interaktiven Rollenspielen bezeichnet. Die Verwendung des Begriffes leitet

Suchen: erg Abwärts Aufwärts Hervorheben Groß-/Kleinschreibung

Fertig

organization throughout history and pre-history.⁴⁷⁹ North benutzt für die Bezeichnung dieser, vom permanenten Wandel geprägten Welt den Ausdruck der »nicht-ergodischen Welt« (non-ergodic world), welchen er aus der Physik entlehnt und dessen lexikalische Definition er anführt: »Ergodic is defined in Webster's dictionary as ›involving or relating to the probability that any state will recur, especially having zero probability that any state will never recur.‹ Therefore, ›an ergodic stochastic process simply means that averages calculated from past observations cannot be persistently different from the time average of future outcomes [...].«⁴⁸⁰ Eine ergodische

Gibt es im Konfigurationsraum zwei oder mehrere lokale Energieminima, die durch eine Energiebarriere getrennt sind, so ist das System dann **ergodisch**, wenn die Barrieren von einem *Random Walk* in einer endlichen Anzahl von Schritten überwunden werden können. In der Praxis treten Ergodizitätsprobleme vor allem bei Systemen hoher Dichte auf. Falls dabei verschiedene Kristallmodifikationen auftreten, so gehören dazu im Konfigurationsraum Energieminima, die durch zum Teil unüberwindbare Barrieren getrennt sind.

<http://www.uni-ulm.de/leibing/diplom/node9.html>

Ergodizität:

Ein stationärer stochastischer Prozess ist ergodisch,
wenn alle seine statistischen Eigenschaften
aus einer einzigen Realisierung abgeleitet werden können.

Beispiel: Identität des Ensemblemittelwerts mit dem Zeitmittelwert

$$\text{E}(X)m_1 = m_t = \int_{-\infty}^{\infty} x p(x) dx = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} x(t) dt$$

oder

$$\text{D}^2(X) = \int_{-\infty}^{\infty} (x - m_1)^2 p(x) dx = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{2T} \int_{-T}^{+T} (x(t) - m_1)^2 dt$$