



**„TÁMOP-4.1.2/A/1-11/1-2011-0015 Egészségügyi Ügyvitelszervező Szakirány:  
Tartalomfejlesztés és Elektronikus Tananyagfejlesztés a BSc képzés keretében”**



**SZÉCHENYI TERV**

**Biostatistik**

**e-Book**

**Dinya Elek**

Semmelweis Egyetem  
Cím: 1085. Budapest, Üllői út 26.  
Telefon: +36 (1) 459-1500  
E-mail: [hirek@semmelweis-univ.hu](mailto:hirek@semmelweis-univ.hu)  
Honlap: <http://semmelweis-egyetem.hu>



A projektek az Európai Unió  
támogatásával valósulnak meg.



## Inhalt

Inhalt.....	2
Einführung.....	3
Worüber werde ich lernen?.....	3
Wie wird es in der Praxis benutzt?.....	4
Sie können schon gehört haben.....	6
1. Wahrscheinlichkeitsrechnung.....	8
2. Verteilungen.....	10
3. Datentypen.....	12
4. Datenreduktion.....	14
5. Konfidenzintervall.....	16
6. Power (Teststärke).....	18
7. T-Test.....	20
8. ANOVA.....	22
9. Die Eigenschaften der Rangen.....	25
10. Korrelation.....	27
11. Lineare Regression.....	30
12. Analyse von Kontingenztabellen.....	32
13. Testen von Hypothesen.....	34
Zusammenfassung.....	36

### Einführung

#### Worüber werde ich lernen?

Die Zahlen lügen nicht: die Statistik ist die Methodik und Praktik von systematische Sammeln und Analyse von quantitativen Informationen über die Wirklichkeit (reelle Welt). Die induktive Statistik (auch mathematische Statistik genannt) ist die Mittel für die Sammlung von Informationen. Im medizinischen Bereich wird es Biostatistik genannt.



*Carl Friedrich Gauss (1777-1855)*

Welche Kenntnisse wird im Bereich der Biostatistik gebraucht?

Die Abbildung zeigt eine der wichtigsten Verteilung (Dichtefunktion), die sog. Normalverteilung. Die Normalverteilung wird oftmals als Gauß-Verteilung oder auch als Glockenkurve genannt. Die Dichtefunktion sieht folgend aus:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}$$

Wenn eine Zufallsvariable  $x$  normalverteilt ist, wird als folgendes notiert:

$$X \sim \mathcal{N}(m, \sigma^2).$$

Im speziellen Fall, wenn  $x \sim N(0, 1)$ , dann hat die Zufallsvariable  $x$  eine standard Normalverteilung. Das Wort *Statistik* stammt aus dem lateinischen Wort *status* (der Staat, der Zustand); als erster benutzte das Wort Gottfried Achenwall für die Analyse der Daten, die im Zusammenhang mit den Tätigkeiten des Staates waren.

Heutzutage ist die Bedeutung des Wortes *Statistik* bedeutend erweitert, es wird die induktive Statistik (auf mathematische Kenntnisse, insbesondere auf die Wahrscheinlichkeitstheorie basierend) darunter verstanden.



*Gottfried Achenwall (1719-1772)*

### Wie wird es in der Praxis benutzt?

Biostatistik ist eine angewandte Wissenschaft, es wird für die Bearbeitung und Analyse der Daten benutzt. In der Welt der Rechentechnik wird selten manuell gerechnet, da hervorragende statistische analytische Programme zur Verfügung stehen. Eine der Möglichkeiten von den vielen Programme ist Excel, mit deren Funktionen oder auch deren statistischen Modul ist es möglich alltägliche Aufgaben zu lösen.



*Augustus De Morgan (1806–1871)*

### Schritte der Analyse:

- Nutzung von universalen Datenformat (zB. Excel).
- Universal Data Format (zB. Excel).
- Deskriptive Statistik (descriptive statistics).
- Streudiagramm (Scatter plot diagram).
- Möglichst die einfachen effizienten praktischen Methoden anwenden. (Die Nutzung von komplizierten Methoden ist inopportun.)
- Nutzung von validierten Programme.

### Folgerungen ziehen:

- Überprüfen für Type-I, II Fehlern.
- Mehrfache Vergleich abfertigen.
- Eine Hypothese – Eine Antwort.
- Frage Überschätzung vs. Unterschätzung?
- Statistische vs. Klinische Signifikanz?
- Ist das Resultat fachlich (klinisch) relevant?



*Adrien-Marie Legendre (1752-1833)*

### Sie können schon gehört haben...

Lesen Sie bitte die folgende Fallstudie und beantworten Sie die folgenden Fragen!

In einer klinischer Studie die Wirkung eines neuen Bronchodilatators auf der Wert von Forced Expiratory Volume ( $FEV_1$  %) wurde mit 12 Patienten mit COPD untersucht. Während des Tests wurden die Werte für jeden Patienten vor der Behandlung und 10 Minuten später nach der Behandlung gemessen.



Ist es möglich die Wirkung des Produkts durch die Beobachtung der Werten zu bestimmen?



- a) Ja
- b) Nein**
- c) Ich bin unsicher in meinen Antwort.

Ist die Anwendung von Biostatistik nötig für die objektiven Erhebung?

- a) Nein
- b) Ja**
- c) Ich bin unsicher in meinen Antwort.

Wann kann Biostatistik hilfreich sein?

- a) Wenn man die nötige biostatistische Kenntnisse hat.**
- b) Der Rechner kann ohne Menschliche hilfe die Aufgabe lösen, es müssen nur die Daten fertiggestellt werden.
- c) Es ist genügend das neue Produkt an einen Kranken zu testen, es wird keine weitere Personen für den Untersuchung benötigt, und auch die Anwendung der Biostatistik ist unnötig.

## 1. Wahrscheinlichkeitsrechnung

Die Aufgabe dieses Modul ist die Kontrollierung der Kenntnisse über die Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung.



*Abraham de Moivre (1667-1754)*

Die Wahrscheinlichkeitsrechnung ist eine der wichtigsten Fachgebiete der Mathematik. Es beschäftigt sich mit den möglichen Ergebnissen von Zufallsgeschehen (stochastische Prozesse), ordnet zu den einzelnen Ereignisse Wahrscheinlichkeiten zu.

Es bietet Hilfe zu unseren richtigen Entscheidungen, und in der Biostatistik ist es auch unentbehrlich. Es wird anhand  $p$  (die bezeichnet die Wahrscheinlichkeit) entschieden, ob eine medizinische Behandlung erfolgreich war oder nicht.

Bedeutende Bereiche sind die klassische Wahrscheinlichkeitsrechnung, mathematische Statistik (ein Bereich von diesen ist Biostatistik), Theorie von stochastischen Prozesse und Informationstheorie.

## Biostatistik

---

Das Wort Wahrscheinlichkeit (probabilitas) wurde als erster von Jacob Bernoulli Schweizer Mathematiker benutzt in seinem Arbeit „Ars Conjectandi“ (Art des Tippens) im Jahre 1713.

In den XX Jahrhundert wurde die Wahrscheinlichkeitsrechnung von Kolmogorow axiomatisiert und wurde als Anwendungsbereich für Maße eingestuft.



*Jakob Bernoulli (1654-1705)*

## 2. Verteilungen

Die Aufgabe dieses Modul ist die Kontrollierung der Kenntnisse über die Eigenschaften der wichtigsten stetigen und diskreten Verteilungen.



*Andrey Kolmogorov (1903-1987)*

Eine der Aufgaben der Wahrscheinlichkeitsrechnung ist die Aufklärung der möglichen Verteilungen, die Beschreibung deren Eigenschaften. Die mathematische Statistik gründet auf diese Kenntnisse und benutzt die. Das Kapitel zum Lesen vom eBook ist Verteilungen.

Es ist wichtig, dass die Verteilung der Daten erkannt wird, weil die Kenntnisse über der Verteilung der beobachteten Werten, machen die Lösung der Aufgabe einfacher.

Die Eigenschaften der bekannten Verteilungen (zB. die Gauß-Verteilung) ist gut umschrieben, darum ist es sehr nützlich diese zu lernen, weil mit diesen Wissen die Lösung der statistischen Aufgaben viel einfacher ist.



## Biostatistik

---



*Blaise Pascal (1623-1662)*

### 3. Datentypen

Die Aufgabe dieses Modul ist die Kontrollierung der Gelernten über die Eigenschaften der Skalenniveaus durch einige Beispiele. Das Kapitel zum Lesen vom eBook ist Datentypen.



*Thomas Bayes (1701-1761)*

Die Daten können in vier Datentypen (Skalenniveaus) geordnet werden. Die Kenntnis, welche Skalenniveau die betrachteten Zufallsvariable  $\xi$  gehört, ist grundsätzlich Wichtig im Hinblick zu biostatistische Analyse.

Jede zusammenstellende Statistische Verfahren ist auf ein gegebenen Datentyp ausgearbeitet! Die Daten können kategorial (klassifizierend) oder nicht kategorial (quantitativ) sein. Die kategorialen Daten können nominale (nennbar) und ordinale (skalierbar) sein. Die quantitativen Daten können stetige (oder diskrete) Werte haben, die auch oft als metrisch bezeichnet wird.

Man kann Daten an Intervallskala, wo die Punkt 0 eigenmächtig Ausgewählt ist, und Daten an Verhältnisskala, wo eine fixe null Punkt gibt und multiplikative arithmetische Operationen durchgeführt werden können, unterschieden.



Die Kardinalskalen wurden von Stevens Stanley Smith (1946) in seinem Artikel "On the Theory of Scales of Measurement" Science 103 (2684): 677–680 c. veröffentlicht.



*Stanley Smith Stevens*

*Stanley Smith Stevens (1906–1973)*

## 4. Datenreduktion

Die Aufgabe dieses Modul ist die Kontrollierung der Gelernten über die Datenreduktion. Das Kapitel zum Lesen vom eBook ist Datenreduktion.



*Siméon Poisson (1781-1840)*

Die Datenreduktion ist ein Verfahren (verhältnismäßig einfache Rechenmethode), wo die Eigenschaften der Daten in ein einziges Wert komprimiert wird.

Die Kenntnisse und Auslegung diese Werte (zB. Mittelwert, Standardabweichung) ist wichtig für dem Verständnis der Art von Werten und kann nützliche Informationen liefern für die weitere Analyse. Eigentlich ist es eine Transformation, um eine kleineren Umfang der Daten zu erreichen.

Die Datenreduktion im weitere kann die folgenden bedeuten:

- Aggregation,
- wählen einen Teilmenge der Attributen,
- Dimensionsverkleinerung,
- Verringerung der Datenmenge (alternative Abbildung, Modellierung).



## Biostatistik

---



*Andrey Markov (1856-1922)*

## 5. Konfidenzintervall

Die Aufgabe dieses Modul ist die Kontrollierung der Gelernten über den Konfidenzintervallen. Das Kapitel zum Lesen vom eBook ist Konfidenzintervalle.



*Pierre-Simon de Laplace (1749-1827)*

Die Konfidenzintervall (CI), auch als Vertrauensbereich oder Erwartungsbereich genannt, ist eine Intervallschätzung der kalkulierten Parametern, wo der Populationswert der Parameter (zB. Mittelwert) mit einem gewissen Häufigkeit  $(1-\alpha)$  innerhalb einer Intervall liegt.

Die Konfidenzintervall ist in einem gegebenen Signifikanzniveau die untere und obere Grenzwert der geschätzte Zufallsvariable. Um eine Konfidenzintervall kalkulieren zu können, sollten einige Voraussetzungen getroffen sein, zB. sollte die Fehler der Schätzung eine Normalverteilung haben. Bei einen gewissen Zuverlässigkeit bedeutet eine kleinere Konfidenzintervall genauere Schätzung. Dies hängt von mehreren Parametern ab, so zB. von der Anzahl der Proben (N).



*Pafnutyij Lvovics Csebisov (1821-1894)*

Die Intervallschätzung kann mit der Punktschätzung gleichgestellt werden. Bei einer Punktschätzung wird der gegebene Parameter mit einem Wert gegeben (z.B. Mittelwert): der richtige Wert ist wahrscheinlich nahe zu diesem Wert. Die Verallgemeinerung der Konfidenzintervalle ist ein mehrdimensionaler Zuverlässigkeitsbereich.

Dies kann nicht nur auf die Einordnung des Schätzfehlers benutzt werden, sondern um nachzuweisen, dass ein Parameter nicht mit genügender Genauigkeit geschätzt wurde, und ob in einem solchen Fall die anderen Parameter auch ungenau geschätzt wurden.

## 6. Power (Teststärke)

Die Aufgabe dieses Modul ist die Kontrollierung der Gelernten über den Power (Teststärke), die Bestimmung der Probenanzahl. Das Kapitel zum Lesen vom eBook ist Power (Teststärke).



*Gerolamo Cardano (1501-1576)*

Die Aufgabe der Teststärke ist die (minimale) Anzahl der Proben zu zeigen, die zu der erwarteten Genauigkeit nötig und ausreichend ist.

Es ist wichtig der nötigen minimalen Anzahl zu bestimmen, weil unnötige große Anzahl der Proben auch die Kosten der Forschung und auch zu den Durchführung nötigen Zeit drastisch erhöht, welche auch bei klinischen Forschungen auch zu ethische Probleme führen kann.

Es sollte also die minimale Anzahl der Proben bestimmt werden, an welchen die erwartete Wirkung mit Sicherheit nachzuweisen ist. In der Forschung ist eine der wichtigsten Aufgaben das Gleichgewicht zwischen die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Forschung, die zur verfügung stehenden materiellen Quellen und die anwendbare Zeit.

Bei der Planung von klinischen Forschungen ist eine der wichtigsten Schritte die Bestimmung der nötigen Probenanzahl.

Es wird mit der Erhöhung der Probenanzahl der Konfidenzintervall kleiner, und so die statistischen Proben können schon kleinere wirkliche Unterschiede signifikant zeigen.

Ähnliche Wirkung hat die Verkleinerung der Standardabweichung, die mit identischen und homogenen Umständen der Untersuchungen und mit Verbesserung der Forschungsplan erreichbar ist.



*Pierre de Fermat (1601-1665)*

Die Methoden zur Bestimmung der nötigen Probenanzahl bauen im Allgemeinen an der Normalverteilung und der Student-t-Verteilung.

## 7. T-Test

Die Aufgabe dieses Modul ist die Kontrollierung der Gelernten über den einfacheren parametrischen Proben (T-Test, Z-Test). Das Kapitel zum Lesen vom eBook ist Parametrischen Tests.



*William Sealy Gosset (1876-1937)*

Ein häufiges Problem ist, dass man wissen möchte, ob zwei Normalverteilungen dieselben Mittelwerte haben.

Ein Beispiel: die Messwerte vor der Behandlung sind ähnlich, wie die Messwerte nach der Behandlung, beziehungsweise hat die Behandlung den Wert der Variablen signifikant beeinflusst, und wie.

T-Tests und Z-Tests werden für die Zusammenstellung von zwei Datenreihe benutzt, natürlich mit unterschiedlichen Bedingungen.



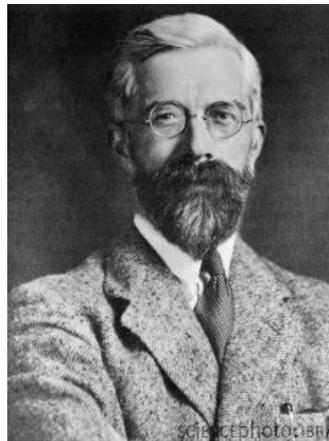
*Frank Yates (1902-1994)*

In Allgemeinen ist es wahr, nicht nur in diesem Kapitel benutzte zusammenstellende Tests: jede statistische Verfahren (Test) hat für die Benutzung ein System von Voraussetzungen, welche die Werte erfüllen müssen, damit die Folgerungen zuverlässig seien!

So ist zB. für den Zweistichproben-t-Test die Normalität der Zufallsvariable, die Homogenität der Varianzen, die Unabhängigkeit der Gruppen.

## 8. ANOVA

Dieses Modul überprüft die Kenntnisse über die Nutzung von ANOVA (Analyse von Varianz).



*Sir Ronald Aylmer Fisher (1890-1962)*

Analyse von Varianz ist eine statistische Methode für die Vergleich von die Durchschnitten von mehr als zwei Gruppen mit homogenen Standardabweichungen und Normalverteilung (ANOVA=ANalysis Of Variance).

Sie ist eine der wichtigsten statistische Methoden: wir sind daran interessiert, ob die Unterschied den Durchschnitten in die einzelnen Gruppen signifikant ist oder nicht.

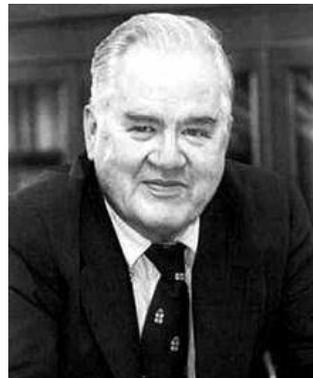
Die Methode kann als die Generalisierung von die Einstichproben- und Zweistichproben-t-Testen berücksichtigt werden sein.

Sie vergleicht die verschiedene Mittelwerte der Population zueinander mit dem Hilfe der Varianzen: auf der Grundlange von der gesamten Varianz der Gesamtdatenmenge sucht sie die Antwort auf die Frage ob die Unterschied der Standardabweichungen der Gruppen die

Konsequenz von der Zufall oder eine andere erklärende Faktor (zum Beispiel die Medikament) ist.



Die Gesamtvarianz ist in zwei Teile verteilt: Varianz zwischen die Gruppen und Varianz in die Gruppen, und sie werden mit der F-Probe vergleicht. In dem Divisor steht die Varianz in der Gruppen und die Freiheitsgrade ist die Summe der Freiheitsgraden der Komponenten.



*John Wilder Tukey (1915-2000)*

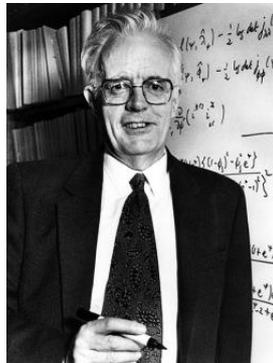
Wenn durch die Analyse es stellte sich heraus, dass nicht alle Durchschnitte der Behandlungsgruppen gleich sind, dann können wir die signifikanten unterschiedlichen Gruppenpaare mit einem passenden post-hoc Test (nachfolgende Analyse) filtern. Es gibt mehrere Methoden für das Filtern, zum Beispiel die Methode von Tukey gibt üblicherweise gute Ergebnisse. Die ANOVA-Methoden sind klassifiziert bei der Nummer



der Gesichtspunkte der Untersuchung (einfaktorielle und mehrfaktorielle Analyse der Varianz) und bei der Unabhängigkeit der Proben. Analyse der Varianz mit wiederholten Messungen bedeutet dass die Proben mit mindestens einem Aspekt verwandt sind.

## 9. Die Eigenschaften der Rangen

Dieses Modul überprüft die Kenntnisse über die nichtparametrischen Verfahren. Kapitel zu lesen von dem eBook: nichtparametrischen Verfahren.



*Sir David R. Cox (1924-)*

Die gemeinsame Eigenschaft diese Methoden ist dass sie übernehmen keine spezifische Verteilung der Daten (im Gegensatz zu zum Beispiel der Normalität im Fall von parametrischen Methoden).

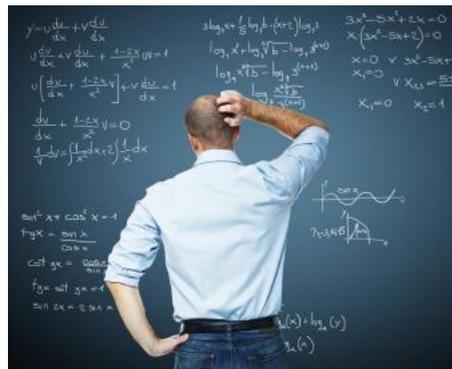
Deshalb werden diese Methoden in weiterem Sinne auch verteilungslosen Methoden genannt. Solche Verfahren sind Rangstatistiken genannt. Die Stärke der nonparametrischen Proben ist kleiner als die Stärke der parametrischen Proben.

Was heisst die Rangtransformation?

Alle Daten sind in aufsteigender Reihenfolge gesetzt (unabhängig von die Gruppen), die Daten sind mit natürlichen Zahlen indiziert (Anzahl, Rang wird gegeben), und in den Berechnungen die Rangen werden statt der Daten benutzt.

## Biostatistik

Wenn wir finden zwei oder mehrere gleiche Datenwerten, wir benutzen deren Durchschnittsrang. Die Rangwerte werden zu den originellen Gruppen verteilt. Diese Transformation ausdrückt die originellen Beobachtungen natürlich auf einem Ordinalskala.



*George Edward Pelham Box (1919-2013)*

Wenn es gibt keine Unterschied zwischen dem Median der zwei Gruppen (nämlich  $H_0$  ist erfüllt), beide Gruppen werden Daten mit niedrigem und hohem Rang haben, und die Durchschnittsrangen werden auch nahezu gleichen. Wenn  $H_0$  wird abzulehnt, dann eine der Gruppen hat mit hohem Wahrscheinlichkeit höhere Durchschnittsrang als die andere Gruppe. Wenn es gibt viele gleichen Range (tied oder verwandte Range), es ist unvorteilhaft weil die Probe unterschätzt die Signifikanz.

## 10. Korrelation

Dieses Modul überprüft die Kenntnisse über Korrelationkalkulierung. Kapitel zu lesen von dem eBook: Regressionstesten.



*Karl Pearson (1857-1936)*

Der Korrelationskoeffizient ( $r$ ) als Parameter qualifiziert die Stärke, die Richtung des Zusammenhanges und der Grad der Abhängigkeit zwischen den Variablen der Population.

Der Korrelationskoeffizient hat zwei wichtige Eigenschaften:

- Im Fall von unabhängigen Variablen der Wert von  $r$  ist 0, der Zusammenhang ist unkorreliert.
- Im Fall von (nicht stochastischen) Variablen in eine lineare Funktionsbeziehung die Maximalwerte von  $r$  sind  $[-1, 1]$ . Korrelation in der allgemeinen statistischen Benutzung zeigt dass zwei beliebigen Werte nicht unabhängig voneinander sind, anzupassen zu der Typ der Daten.

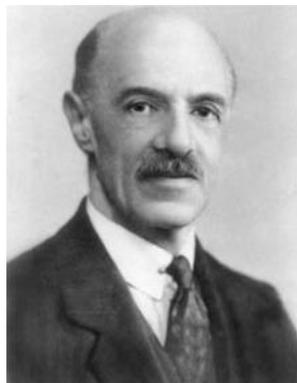
Erinnern Sie sich an, was die Merkmale der normalverteilten Zufallsvariablen sind?

Wenn normalverteilten Zufallsvariablen unkorreliert sind, sind sie auch unabhängig. Also Korrelation kann die Stärke der Zusammenhang zwischen normalverteilten messbare Größen vermessen.

# korreláció

## normális eloszlás

Rangkorrelationskoeffizienten vermessen ob zwei Serien zusammen verändern sich. Rangkorrelation wird negativ wenn eine Serie steigt solange die andere gesenkt.



*Charles Spearman (1863-1945)*

Es gibt mehrere Rangkorrelationen, davon der Spearman-Rangkorrelation und der Kendel-Korrelation sind am meisten benutzt.

Wie im Fall von dem Korrelation, die Werte fallen in dem Intervall  $[-1, 1]$ .

Die Werte:

- +1, wenn die Rangserien gleich sind;

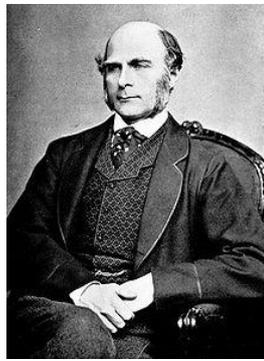


- 0, wenn die Rangserien unabhängig sind, und
- -1, wenn sie die Umkehrung voneinander sind.

Rangkorrelationen sind die nicht so verteilungempfindlichen Alternativen der Linearkorrelationskoeffizient.

## 11. Lineare Regression

Dieses Modul überprüft die Kenntnisse über lineare Regressionkalkulierung. Kapitel zu lesen von dem eBook: Regressionanalyse.



*Sir Francis Galton (1822-1911)*

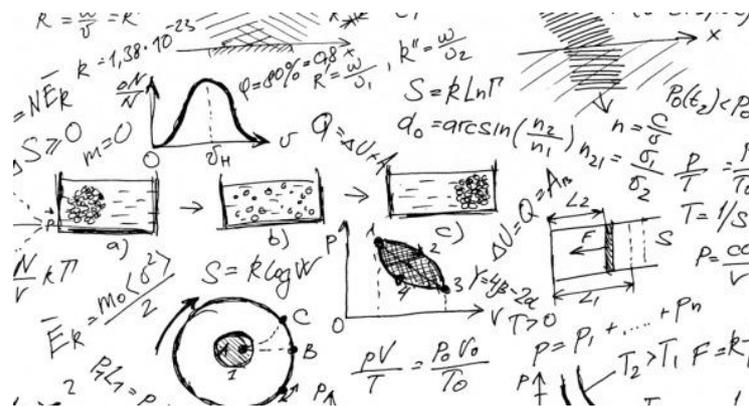
Wenn es gibt eine Verbindung zwischen zwei (oder mehr) Variablen, wir möchten oft von einen Wert die anderen voraussagen (kalkulieren) in Form einer Funktion.

Die einfachste Regressionverbindung zwischen zwei Variablen ist die Linearverbindung.

Was genau bedeutet das?

Das bedeutet das wir versuchen während der Linearregressionschätzung eine Gerade an der Punktwolke (scatter plot) der Daten einlegen. Während der Linearregressionkalkulierung wir schätzen von der Probe die Werten  $a$  (Intersection) und  $b$  (Steigung der Gerade oder die Kovarianz zwischen die Variablen) damit wir zum Beispiel die durchschnittliche Quadratfehler minimalisieren. Die einfachste und häufigste Schätzungsmethode ist die Methode der kleinsten Quadrate.

Der Konstant  $a$  kann weglassen werden sein, was bewirkt normalerweise schlechter Passung.



Die Untersuchung von der Linearverbindung von mehr als zwei Variablen oder von nichtlinearen Problemen ist komplexer.

Die einfache Linearregressionmodell kann generalisiert werden wenn wir haben  $n$  erklärende Variablen und wir schätzen deren Wirkung an  $y$ . So können wir auch die Nichtlinearität der erklärenden Variablen in das Modell integrieren.



Abraham Wald (1902-1950)

Das mehrfache Linearregressionmodell erlaubt dass die erklärenden Variablen miteinander korreliert wären (partielle Wirkung).

## 12. Analyse von Kontingenztabelle

Dieses Modul überprüft die Kenntnisse über Kontingenztabelle.



*Harald Cramér (1983-1985)*

Wenn zwei Eigenschaften einer Population durch eine  $r$ -wertige bzw. eine  $k$ -wertige diskrete Zufallsvariable charakterisiert werden, kann ihr gemeinsames Verhalten durch eine Frequenztabelle mit  $r$  Zeilen und  $k$  Spalten ( $r \times k$  Kontingenztabelle) beschrieben werden.

Außer der allgemeinen Verwendung (Unabhängigkeit, Homogenität, Analyse der Passung) spielt sie auch eine wichtige Rolle in der Epidemiologie.

Zum Beispiel, wenn es keine Verbindung zwischen den Variablen gibt, sind sie unabhängig, dann sind die Unterschiede nahe bei null, so dass der Chi-Quadrat-Wert auch nahe bei null ist.

Wenn die Khi-Square Wert ist weit von null, die Variablen sind mit grossen Wahrscheinlichkeit nicht unabhängig.

Die Nullhypothese von diesen Khi-Square-Proben ist die Unabhängigkeit der Variablen. Kalkulierung der Freiheitsgrade üblicherweise:  $df = (\text{Nummer der Zeilen} - 1) (\text{Nummer der Spalten} - 1)$ .



Voraussetzungen der Durchsetzbarkeit der Khi-Square-Test:

- (i)  $n$  (Stichprobengrösse) ist hinreichend gross,  $\geq 50$  (ii) alle Zellen in dem Kontingenztabelle der voraussichtlichen Häufigkeiten sind grösser als 1 (iii) die Nummer der Zellen mit einem Wert zwischen 1 und 5 in dem Kontingenztabelle der voraussichtlichen Häufigkeiten kann mindestens 20% der Zellennummer sein

(zum Beispiel im Fall von eine Vier-Felder-Tabelle: alle Zellen müssen grösser als 5 sein).



*Alan Agresti Distinguished Professor Emeritus*

## 13. Testen von Hypothesen

Dieses Modul überprüft die Kenntnisse über Testen von Hypothesen. Kapitel zu lesen von dem eBook: testen von Hypothesen.



*Ernst Hjalmar Waloddi Weibull (1887-1979)*

Hypothese: ein Ansatz über die Verteilung oder irgendeine Parameter der geprüften Population. Er kann einfach wie eine Gleichheit oder komplex (Gesamtheit von mehreren Hypothesen) sein.

Ziel: die Inspektion der Vorstellung über der geprüften Population auf Grund einer Probe.

Die Testen eine Hypothese ist eine statistische Entscheidung: der Widerspruch des Verschlusses oder  $H_0$  Hypothese für eine alternative  $H_1$  Hypothese, oder der Empfang von der  $H_0$  Hypothese. Richtig über  $H_0$  und  $H_1$ : sie sind üblicherweise gegenseitig ausschliessend.

Die folgenden Begriffe sind wichtig:



1. Statistische Probe: Verfahren während das wir entscheiden über die Empfang oder Verschluss der  $H_0$  Hypothese auf Grund der Stichprobe.
2. Probefunktion: ein Funktion der Stichprobe deren Verteilung ist bekannt wenn die Wahrheit der  $H_0$  Hypothese (einfache Hypothese) ist voraussetzt. Er hilft in der Entscheidung über dem Empfang einer der Hypothesen.
3. Signifikanzniveau: die Wahrscheinlichkeit dass der Probefunktion fällt in das sogenannte kritischen Bereich (zum Beispiel in dem Fall von Normalverteilung in einer der 2,5% Bereichen). Auf Grund der Lage des kritischen Bereichs wir unterschieden links, rechts oder bilateralen Signifikanzniveaus.



## Zusammenfassung

1. Richtige Entscheidung kann nur anhand Daten mit gutem Qualität gefallen werden!
2. Prüfen Sie immer vor den Analyse die Daten, die für die Analyse bestimmt sind!
3. Die Richtigkeit der Entscheidung ist immer mit einem gewissen Wahrscheinlichkeit gültig.
4. Wenn eine Entscheidung getroffen wird, sollten alle möglichen Umstände in Hinsicht genommen werden.
5. Die statistische Signifikanz ist nicht dieselbe wie die klinische Signifikanz.
6. Am Ende der Analyse stellen Sie immer die Frage: Ist das Ergebniss klinisch Relevant? Entscheiden Sie immer anhand dies über die Nützlichkeit des Erfolgs!