

Wie fühlen Sie sich heute? 1 unter 100, 1%, oder ganz einfach 0,01?



Deskriptive Statistik

Schay G.

Wie können Sie effizient naturwissenschaften lernen?

Naturwissenschaft ist wie eine Sprache: am besten übt man, und versucht neue dinge zu verstehen.

Was unverständlich scheint, das schaut man nochmal durch, solange bis man es wenigstens ein bisschen benutzen kann.

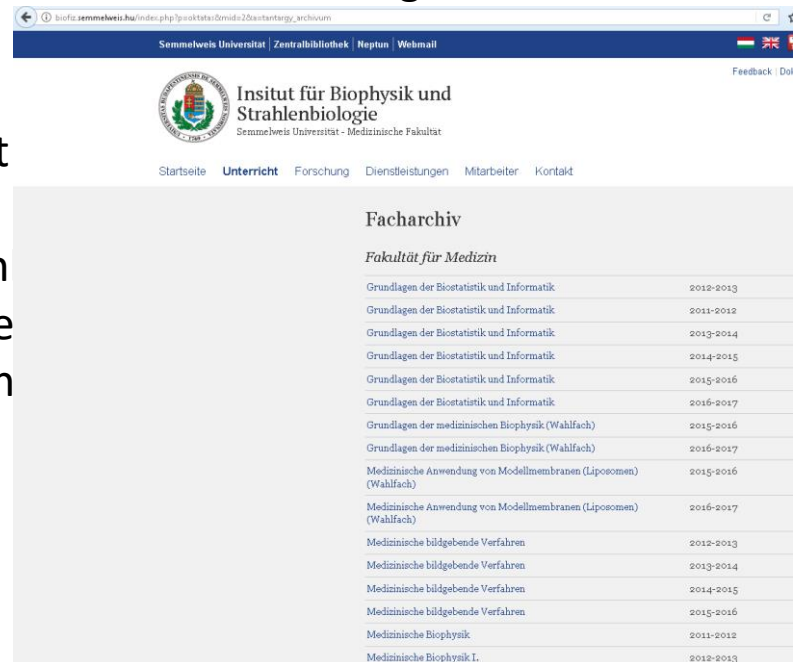
Lassen Sie nie eine Frage offen länger als eine Woche!

Sie können während der Vorlesung und Praktika ihre Fragen stellen, wir versuchen die zu beantworten.

Kommen sie zu der Vorlesungen mit unter

<http://biofiz.semmelweis.hu> erreich

Falls nicht in dem aktuellen Semeste
vorigen Jahr mit, die Veränderungen



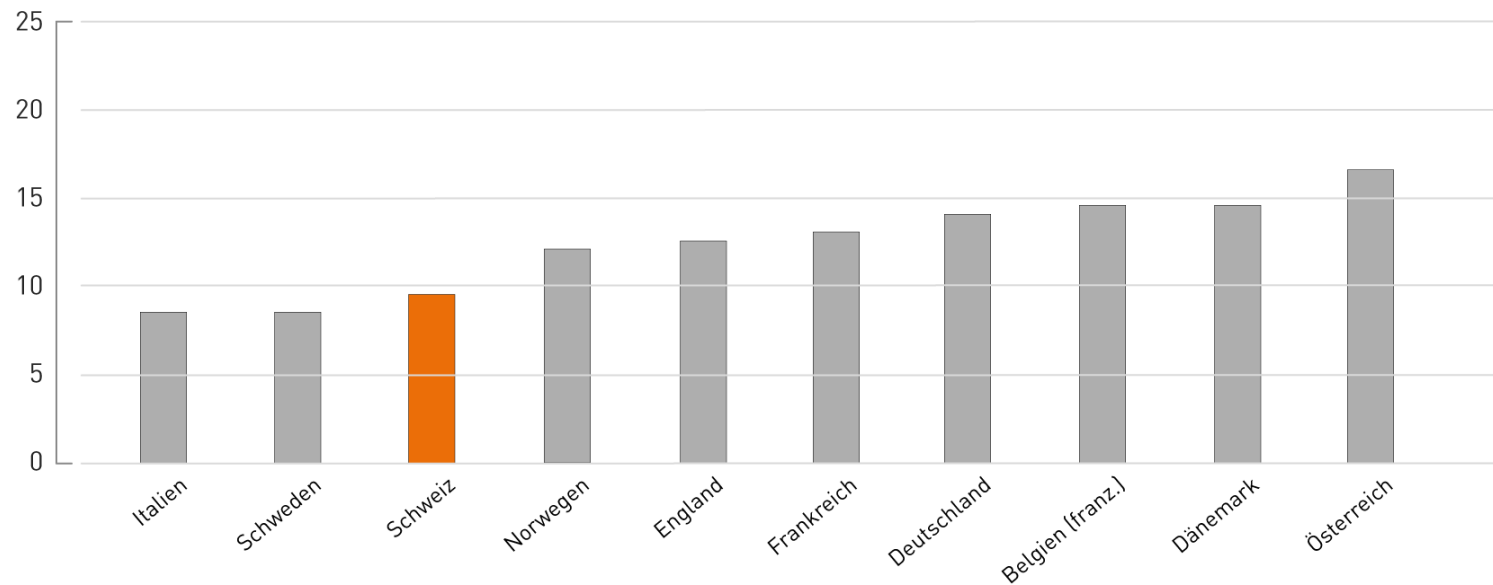
The screenshot shows the website of the Institute for Biophysics and Radiation Biology at Semmelweis University. The page is titled 'Facharchiv' (Subject Archive) and lists various courses and their corresponding semesters. The courses are organized into two main sections: 'Grundlagen der Biostatistik und Informatik' and 'Medizinische Biophysik'. The first section lists the 'Grundlagen der Biostatistik und Informatik' course for semesters 2012-2013 through 2016-2017. The second section lists the 'Medizinische Biophysik' course for semesters 2012-2013 through 2016-2017, with a sub-section for 'Medizinische Anwendung von Modellmembranen (Liposomen) (Wahlfach)' for semesters 2015-2016 and 2016-2017.

Facharchiv	
Fakultät für Medizin	
Grundlagen der Biostatistik und Informatik	2012-2013
Grundlagen der Biostatistik und Informatik	2011-2012
Grundlagen der Biostatistik und Informatik	2013-2014
Grundlagen der Biostatistik und Informatik	2014-2015
Grundlagen der Biostatistik und Informatik	2015-2016
Grundlagen der Biostatistik und Informatik	2016-2017
Grundlagen der medizinischen Biophysik (Wahlfach)	2015-2016
Grundlagen der medizinischen Biophysik (Wahlfach)	2016-2017
Medizinische Anwendung von Modellmembranen (Liposomen) (Wahlfach)	2015-2016
Medizinische Anwendung von Modellmembranen (Liposomen) (Wahlfach)	2016-2017
Medizinische bildgebende Verfahren	2012-2013
Medizinische bildgebende Verfahren	2013-2014
Medizinische bildgebende Verfahren	2014-2015
Medizinische bildgebende Verfahren	2015-2016
Medizinische Biophysik	2011-2012
Medizinische Biophysik I.	2012-2013

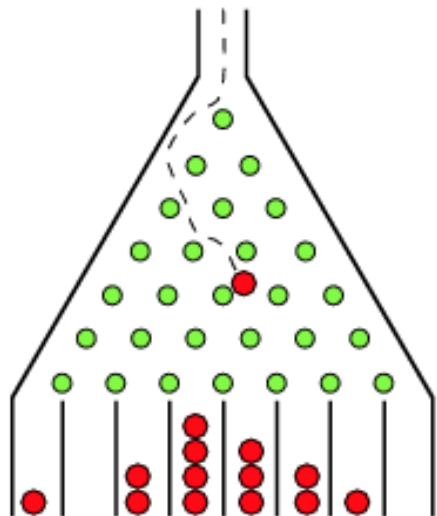
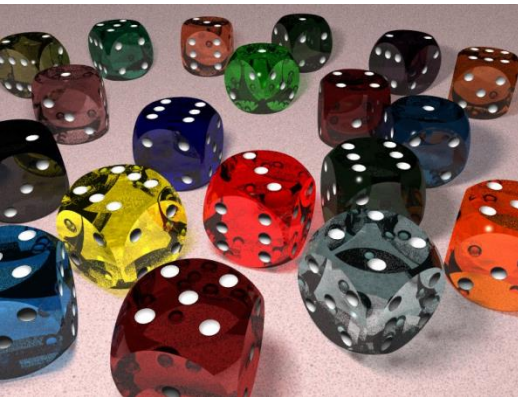
Statistik ist auch in der Zahnmedizin...

Differenz in der Häufigkeit des mehrmals täglichen Zähneputzens

- ▶ zwischen Kindern aus Familien mit niedrigem und mit hohem Einkommen, in Prozentpunkten (2013/2014)



Quelle: HBSC Survey
www.economiesuisse.ch



Die Statistik beschäftigt sich mit
Massenerscheinungen,
aber

Einzelereignisse sind am meisten zufällig

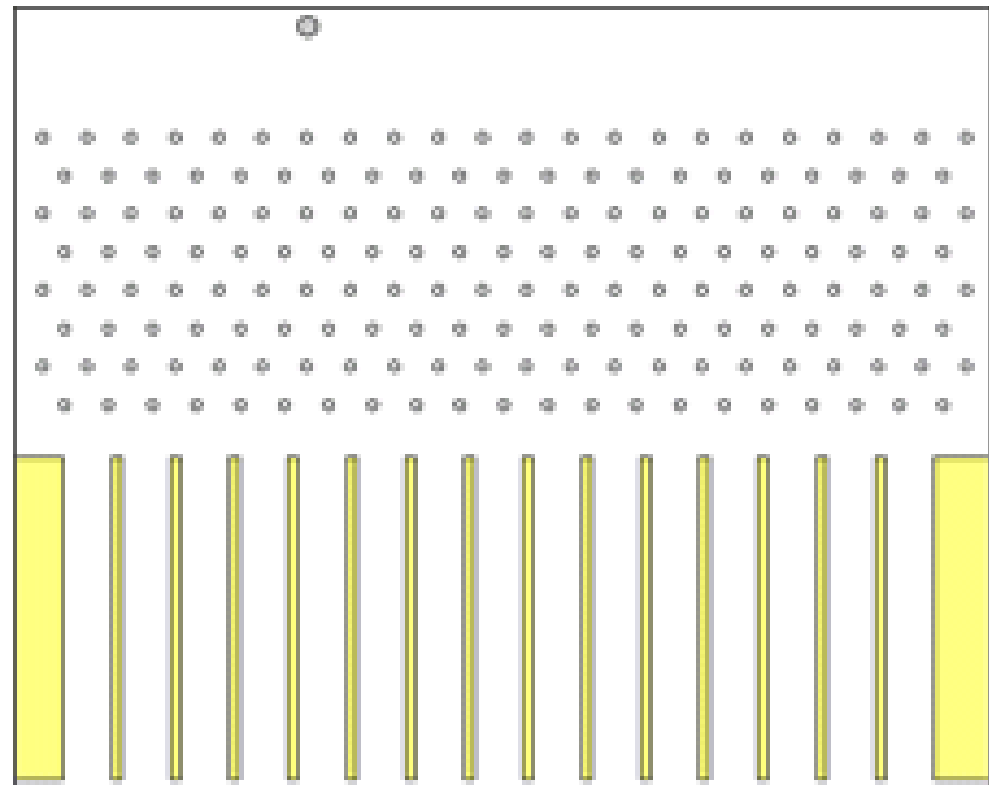
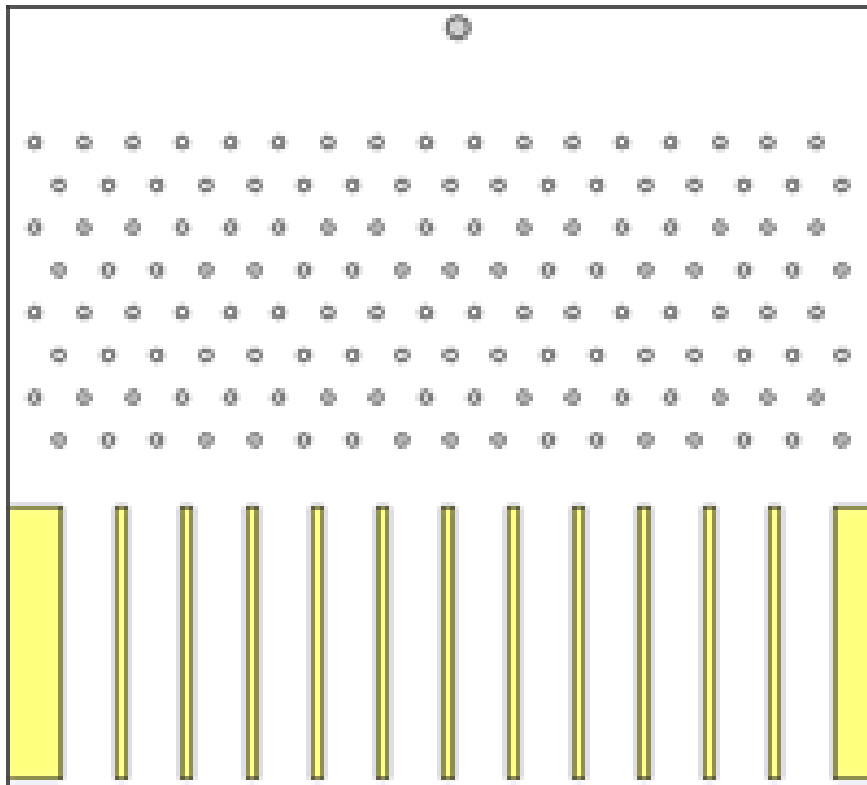
Statistik benutzt die Methoden der
Wahrscheinlichkeitsrechnung.

Fundamentalregeln:

Statistischen Aussagen beziehen sich nie auf
ein Einzelereignis, sondern nur
auf Gesamtheiten vieler Ereignisse.

Jede statistische Aussage ist mit einer
prinzipiell unvermeidlichen Unsicherheit
behaftet.

Galtonscher Brett

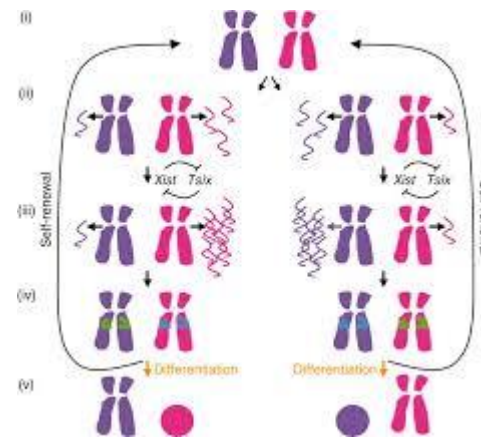


Die einzelnen Kugeln können wir theoretisch folgen, aber doch **nicht vorhersagen** welchen V
trotzdem, ein **durchschnittliches Benehmen** können wir beobachten.

Federteile und Blütenblätter



Zufälligkeit ist überall in der Natur



Gene



Blitze

Doch: wir sehen auch Ordnung...



Blätter

Statistik versucht Konzepte hinter, und in der Zufälligkeiten zu finden.

Oft „das grosse Bild“ zeigt etwas „sinnvolles“, wobei die einzelnen Elemente anscheinend rein zufällig sind.



Wozu braucht eine Ärztin / ein Arzt Statistik?

- zum Verstehen der medizinischen Fachliteratur („How to Read a Paper“) insbesondere von Originalarbeiten in Fachzeitschriften über
 - experimentelle
 - klinische
 - epidemiologische
 - sonstige (z. B. gesundheitsökonomische) Studien
- „Evidence-based Medicine“ Bewertung und Kommunikation von Chancen und Risiken
- bei eigenen Untersuchungen
 - Doktorarbeit
 - Industrie
 - Gesundheitsbehörden

das erste Anwendungs-
gebiet der Statistik
bestand in der
Staatsbeschreibung
(Völkszählung)
Status = Zustand



Semmelweis (1818-
1865) war der erste
bekannte Arzt, der
den Nutzen einer
neuen Therapie
mit statistischen
Methoden belegte



Was messen Physiker, Arzt und Medizinstudent?

WER MISST WAS?		
PHYSIKER	ARZT	MEDIZINSTUDENT IM PHYSIKPRAKTIKUM
Länge	Körpergröße	Durchmesser von Erythrozyten (3)
Frequenz	Pulsfrequenz	Impulshäufigkeit (9,20)
Temperatur	Körpertemperatur	—
Konzentration	Blutzuckerspiegel	Glycerinkonzentration der Lösung (5)
Spannung	EKG-Signal	EKG-Signal (24)
Leistungsdichte	Hörschwelle	Hörschwelle (22)
Druck	Blutdruck	—
Impedanz	Hautimpedanz (Hautwiderstand)	Hautimpedanz (21)

DavidX - Das Arztprogramm - 19.04.2005 - Allgemeinmedizin - Gabriele Kuhlmann 24.01.1950

Program Patient Abrechnung Statistik Labor Datenaustausch Optionen Info Hilfe

Patient 139 Pr geb? Schein fehlt

AOK Rheinland-Platz
Rezeptgebührenpflichtig

Kuhlmann, Gabriele
24.01.1950 W
Tel: 0551-499090

Straße: Will-Eichler-Str. 25
Plz/Ort: 37079 Göttingen
Beruf: Nation:

Dauerdiagnosen
Arterielle Hypertonie, I70.1 G

Dauermedikamente
atenolol 50 von ct 100 Filmb. N3
Acetylcystein 200 Heumann Tbl. Nr. 20

Überweisender Arzt
Dr. med. Beatrix Hahlbrock
0551-499090

Hausarzt
Dr. med. Wolfgang Apel
0551-499090

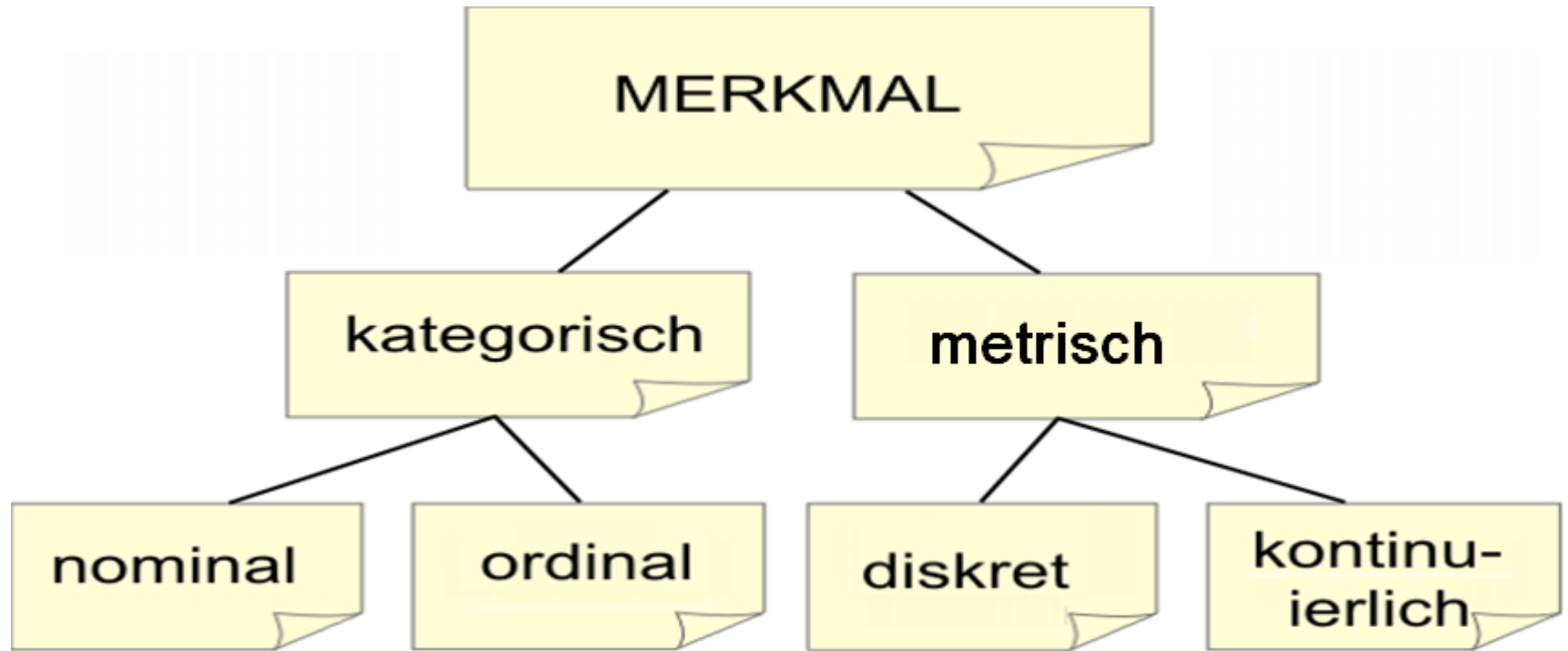
Risiko PENALR G
Bemerkung MIGR

Gruppe: Gesamtübersicht-default von 19.04.2002 bis 19.04.2005

Name	Einheit	04.11.2004	05.10.2004	04.08.2004	05.07.2004	Min	Max
%Hypo	%			0.5		0.5 0.0	5.0
B. BURGDORFERI-AK (EIA) IGM		positiv	positiv	positiv	positiv		
B. BURGDORFERI-AK IGG (EIA)		negativ	negativ	negativ	negativ	5	10
Ery-Vert-Breite	%		11.6			11.6 11.5	14.5
Erythrozyten	Milliul	4,12	3,95	4			6
Haematokrit	V %		36.2	36		36.2 37.0	52.0
Haemoglobin	g/dl		12.3			12.3 12.0	16.0
Leukozyten	/ul		7			6.5 4.0	10.0
MCH	pg		32.1			32.1 27.0	34.0
MCHC	g/dl		34.0			34.0 31.0	37.0
MCV	ucm		94.4			94.4 80.0	99.0
P 18 (p18-Protein)		negativ	negativ	negativ	negativ		
P 18 (p18-Protein)		negativ	negativ	negativ	negativ		
P 21		negativ	negativ	negativ	negativ		
P 21		negativ	negativ	negativ	negativ		
P 21 (OspA)		negativ	negativ	negativ	negativ		
P 21 (OspC)		negativ	negativ	negativ	negativ		
P 30		negativ	negativ	negativ	negativ		
P 31 (OspA)		negativ	negativ	negativ	negativ		
P 31 (OspA)		negativ	negativ	negativ	negativ		
P 39 (p39-Protein)		negativ	negativ	negativ	negativ		
P 39 (p39-Protein)		negativ	negativ	negativ	negativ		
P 41 (FLAGELLUM)		positiv	positiv	positiv	positiv		
P 41 (FLAGELLUM)		negativ	negativ	negativ	negativ		

Labormessergebnisse

Name	Einheit	04.11.2004	05.10.2004	04.08.2004	05.07.2004	Min	Max
%Hypo	%			0.5		0.5 0.0	5.0
B. BURGDORFERI-AK (EIA) IGM		positiv	positiv	positiv	positiv		
B. BURGDORFERI-AK IGG (EIA)		negativ	negativ	negativ	negativ	5	10
Ery-Vert-Breite	%		11.6			11.6 11.5	14.5
Erythrozyten	Milliul	4,12	3,95	4			6
Haematokrit	V %		36.2	36		36.2 37.0	52.0
Haemoglobin	g/dl		12.3			12.3 12.0	16.0
Leukozyten	/ul		7			6.5 4.0	10.0
MCH	pg		32.1			32.1 27.0	34.0
MCHC	g/dl		34.0			34.0 31.0	37.0
MCV	ucm		94.4			94.4 80.0	99.0
P 18 (p18-Protein)		negativ	negativ	negativ	negativ		



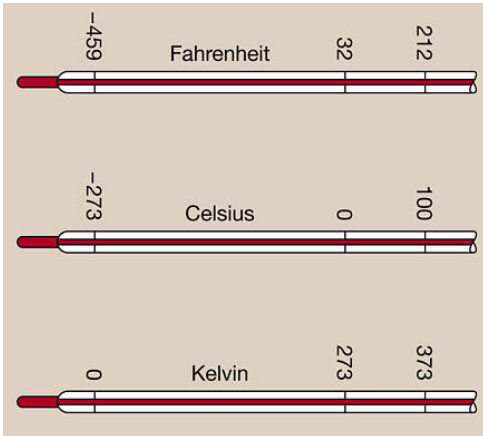


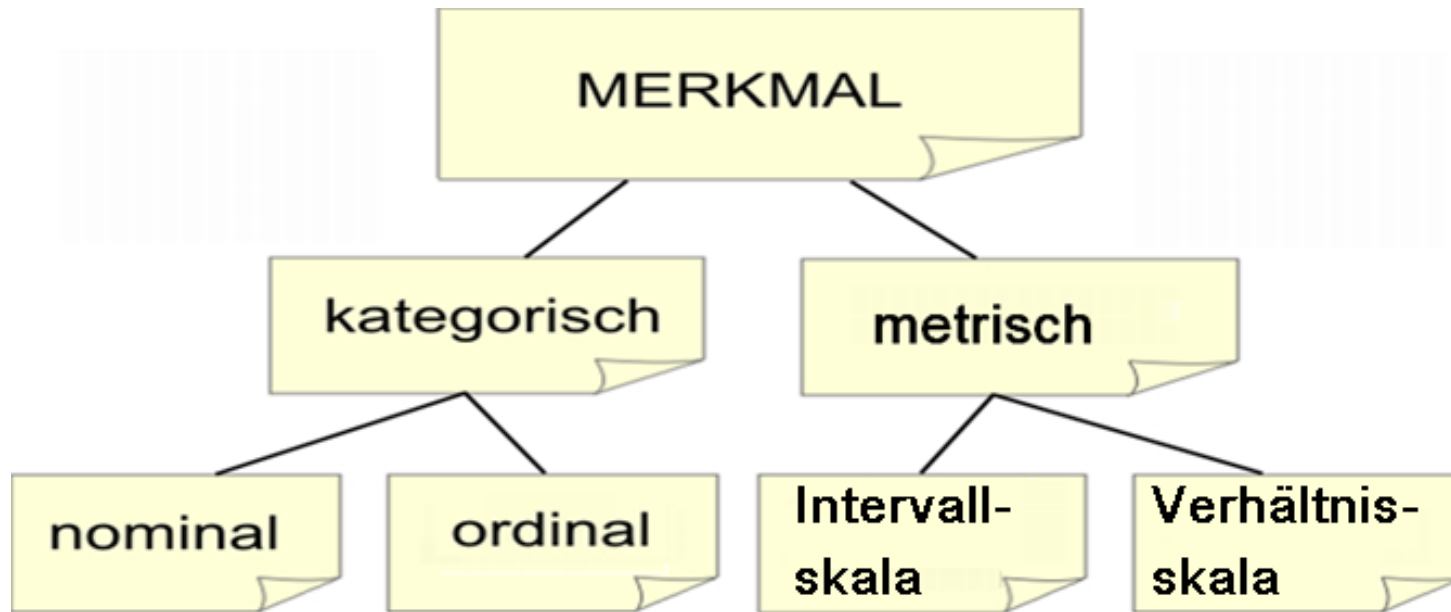
Übung mit Komparativ und Superlativ

gut



Skalentypen der metrischen Merkmale

	diskret	kontinuierlich																																																	
<div>Intervall- skala</div> <div>definierte Differenz, „kein“ 0 Punkt</div>	<div>Tage in einem Kalender</div> <table><tr><th colspan="7">Feb - 2009</th></tr><tr><th>Mo</th><th>Di</th><th>Mi</th><th>Do</th><th>Fr</th><th>Sa</th><th>So</th></tr><tr><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>29</td><td>30</td><td>31</td><td>1</td></tr><tr><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>8</td></tr><tr><td>9</td><td>10</td><td>11</td><td>12</td><td>13</td><td>14</td><td>15</td></tr><tr><td>16</td><td>17</td><td>18</td><td>19</td><td>20</td><td>21</td><td>22</td></tr><tr><td>23</td><td>24</td><td>25</td><td>26</td><td>27</td><td>28</td><td>1</td></tr></table>	Feb - 2009							Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	1	<div>Tempe- ratur in °C</div> 
Feb - 2009																																																			
Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So																																													
26	27	28	29	30	31	1																																													
2	3	4	5	6	7	8																																													
9	10	11	12	13	14	15																																													
16	17	18	19	20	21	22																																													
23	24	25	26	27	28	1																																													
<div>Verhältnis- skala</div> <div>definiertes Verhältnis, 0 Punkt</div>	<div>Anzahl der Zähne</div> 	<div>Tempe- ratur in K</div> 																																																	



$=, \neq$

$=, \neq$

$=, \neq$

$=, \neq$

Auseinanderhalten

$<, >$

$<, >$

$<, >$

Anordnung

$+, -$

$+, -$

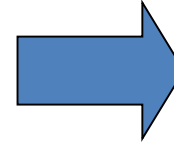
Differenz

$*, /$

Verhältnis 14

„Entwicklungsstand“





Ein
Element

Stichprobe:

Grundgesamtheit (Population):

Gesamtheit der Individuen (Elemente),
deren Eigenschaften bei der Studie
untersucht werden sollen.

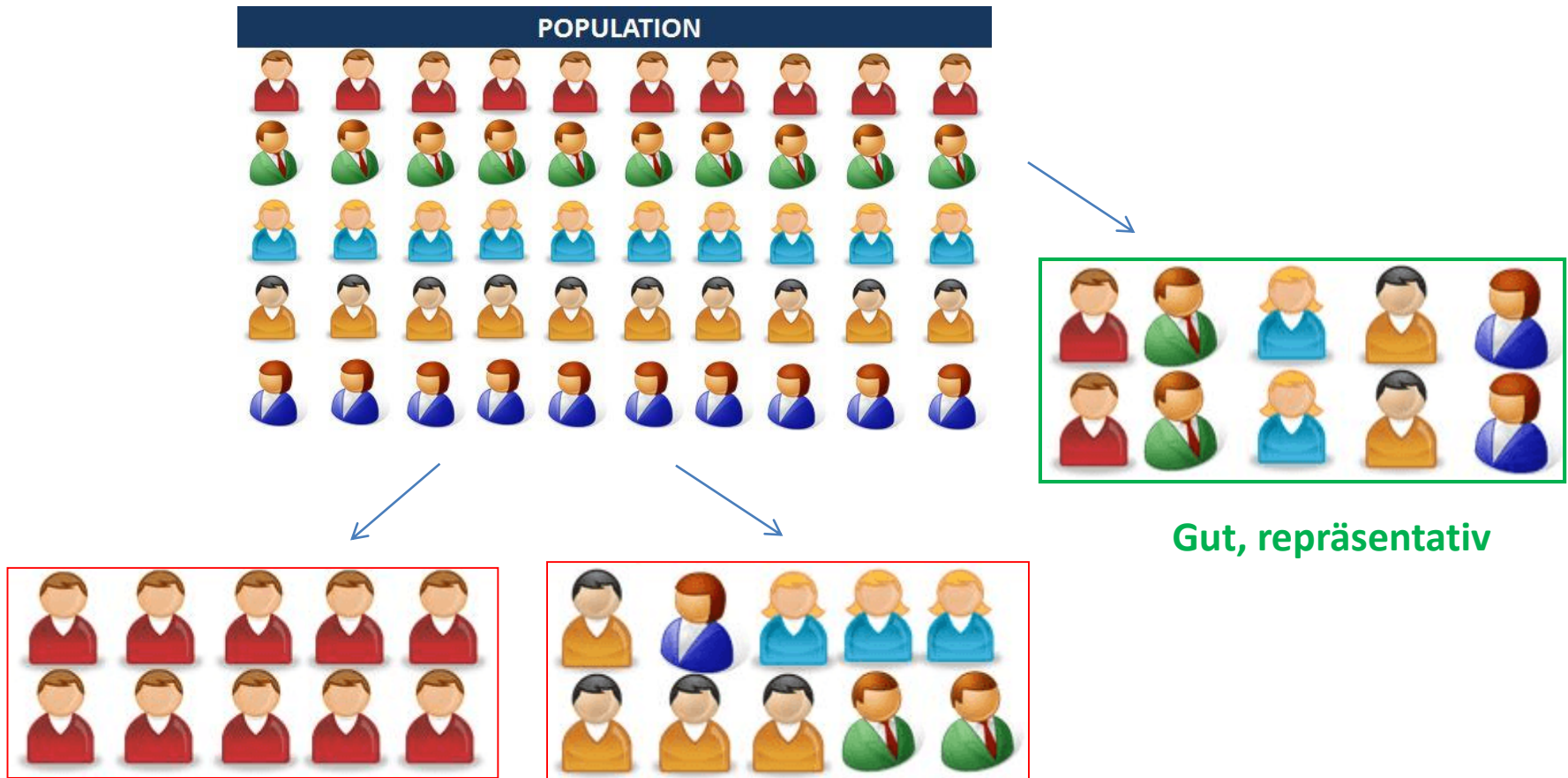
$N = \infty$ oder ungeheuer groß

Der für die Studie
ausgewählte Teil der
Population.

$n \ll N$

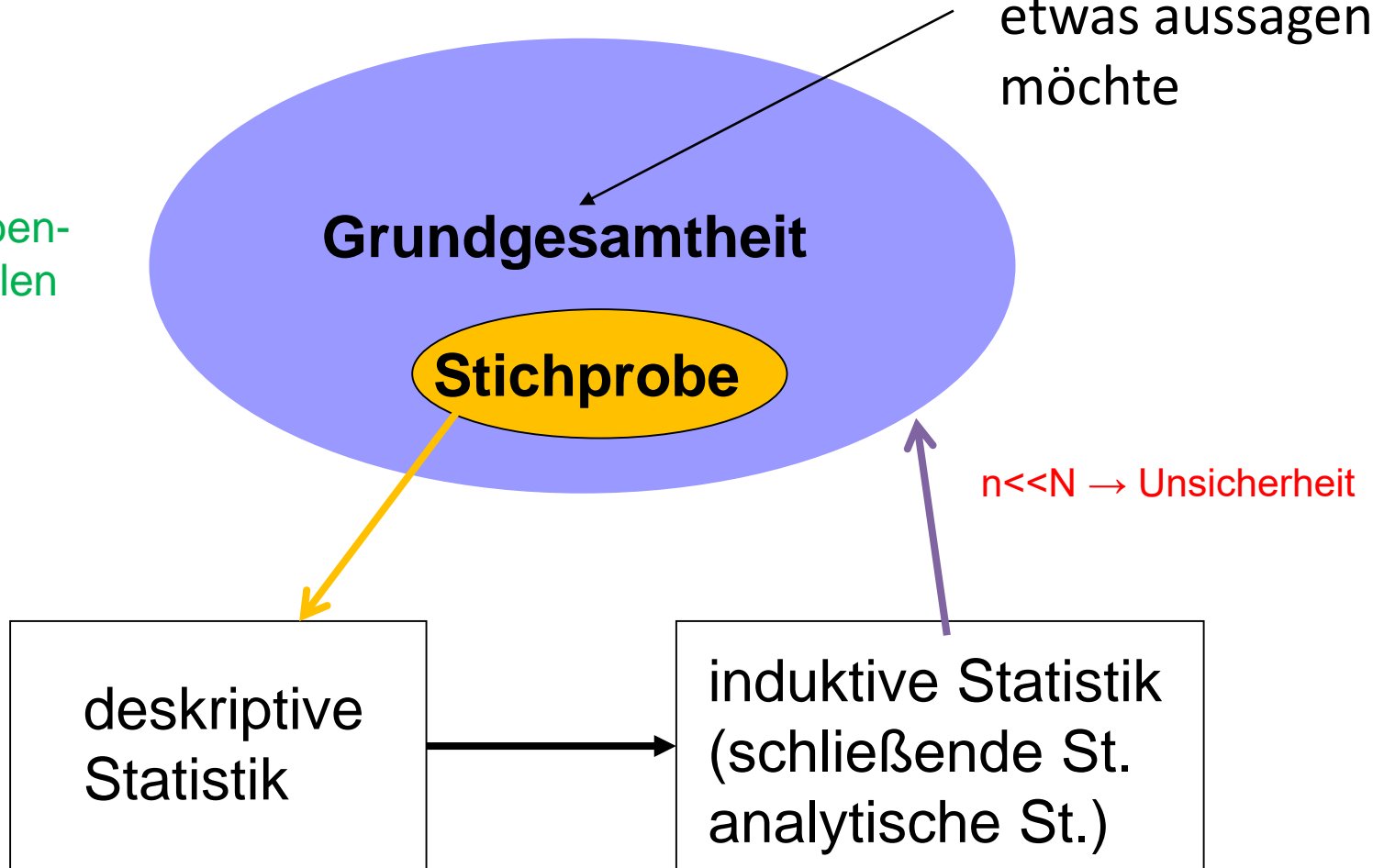
*Umfang d. Stichprobe =
Anzahl d. Daten*

Wir brauchen eine **repräsentative Stichprobe**



die Stichprobenelemente sollen zufällig ausgewählt werden

über die man etwas aussagen möchte



Frage: Wie hoch ist die normale Pulsfrequenz?

Merkmal: Pulsfrequenz (1/Min), metrisch mit Verhältnisskala



Stichprobe

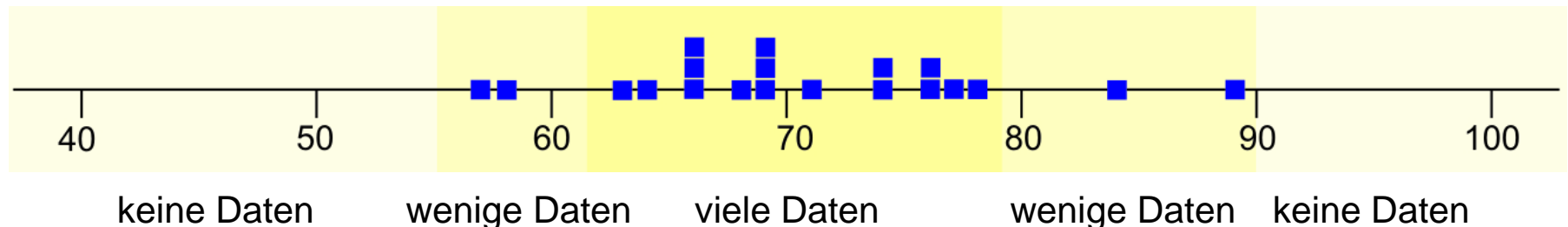
66	56	89	63	66	69	71	68	58	69
78	66	64	84	74	76	69	77	74	76

Was kann man damit anfangen? (wären z.B. 700 Daten....)



Die Werte sollen **geordnet** und **verdichtet** werden.

Stellen wir die Daten entlang einer Zahlengeraden dar!



benutzen wir Klassen!

Unterteilen wir die Zahlengerade in gleich breite Klassen (Intervalle) und zählen wir ab, wie viele Daten sich in den so erhaltenen **Klassen** befinden!

Die Klassengrenzen sind nach Belieben festlegbar.

KLASSENGRENZEN	HÄUFIGKEIT
$55 \leq x_i < 60$	2
$60 \leq x_i < 65$	2
$65 \leq x_i < 70$	7
$70 \leq x_i < 75$	3
$75 \leq x_i < 80$	4
$80 \leq x_i < 85$	1
$85 \leq x_i < 90$	1
insgesamt:	$n = 20$

Excel:

=frequency(...)

=Häufigkeit(...)

Hier z.B. Die Klassenbreite ist 5, Grenzen sind zu Zehner angepasst.

Häufigkeitsdichte

$$\frac{\Delta n}{\Delta x}$$

Einheit: $\left(\frac{\frac{\text{Stück}}{5 \frac{1}{\text{Min}}}}{\frac{1}{\text{Min}}} \right) = \left(\frac{\text{St.} \cdot \text{Min}}{5} \right)$

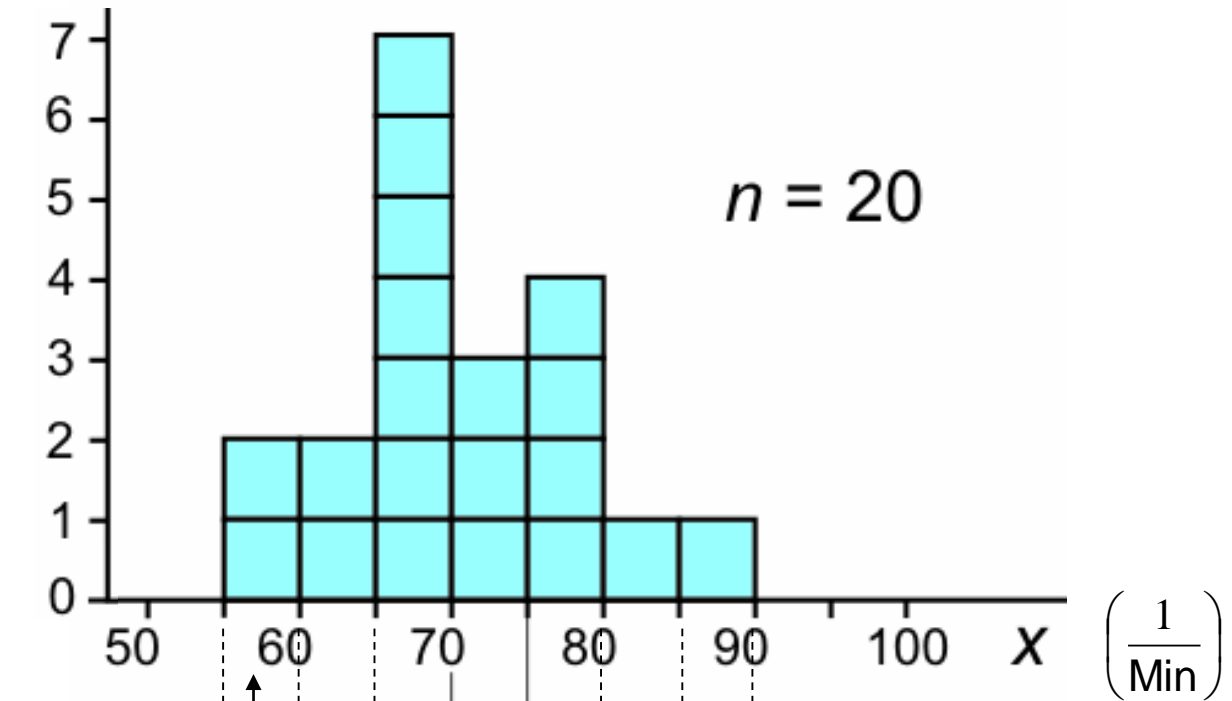
n.B. „Stück“ als Einheit lässt man oft weg.

Die Fläche unter der Treppenfunktion zwischen 55 und 60:

$$5 \frac{1}{\text{Min}} \cdot 2 \frac{\text{Min}}{5} = 2$$

Die Gesamtfläche unter der Treppenfunktion: $20 = n$,

Anzahl der Messdaten in der Stichprobe

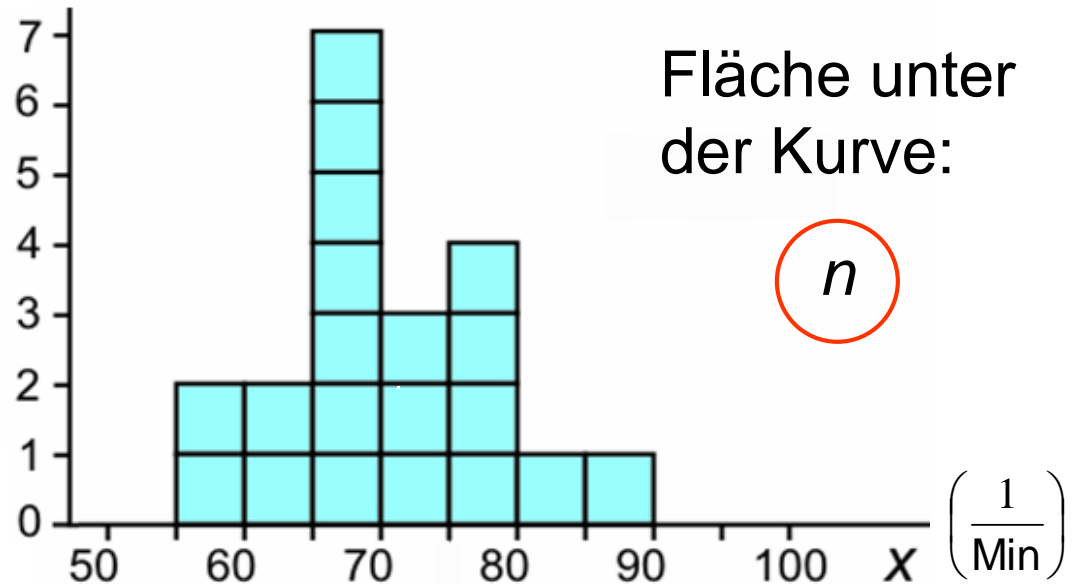


KLASSEN	HÄUFIGKEIT
$55 \leq x_i < 60$	2
$60 \leq x_i < 65$	2
$65 \leq x_i < 70$	7
$70 \leq x_i < 75$	3
$75 \leq x_i < 80$	4
$80 \leq x_i < 85$	1
$85 \leq x_i < 90$	1
insgesamt:	$n = 20$

Häufigkeitsdichte- verteilung

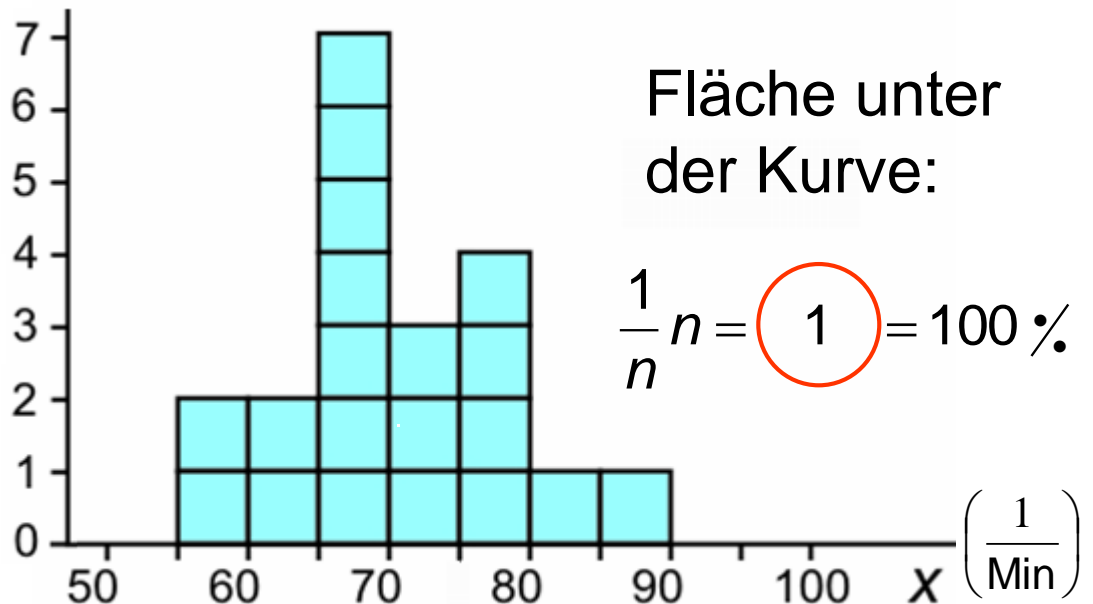
absolute

$$\frac{\Delta n}{\Delta x} \left(\frac{\text{Min}}{5} \right)$$

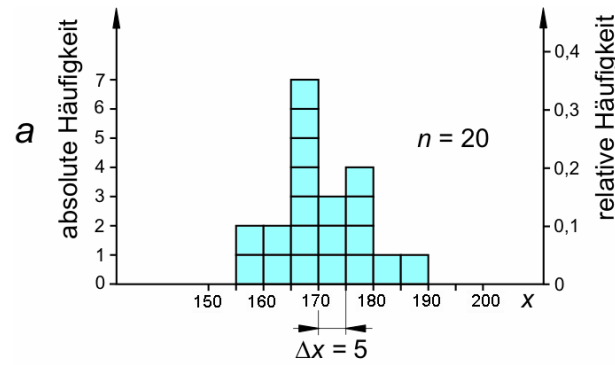


$$\frac{1}{n} \frac{\Delta n}{\Delta x} \left(\frac{1}{20} \frac{\text{Min}}{5} \right)$$

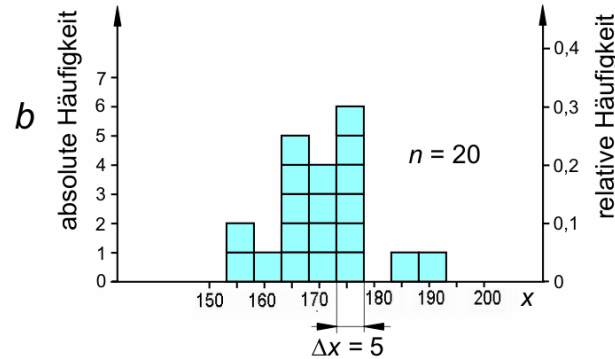
relative



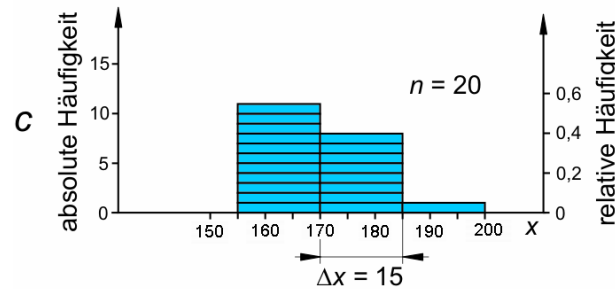
Die Klassenbreite kann das Aussehen des Histogramms wesentlich beeinflussen, wenn die Datenmenge nicht groß genug ist.
In diesem Fall gibt es auch eine relativ hohe Instabilität des Histogramms



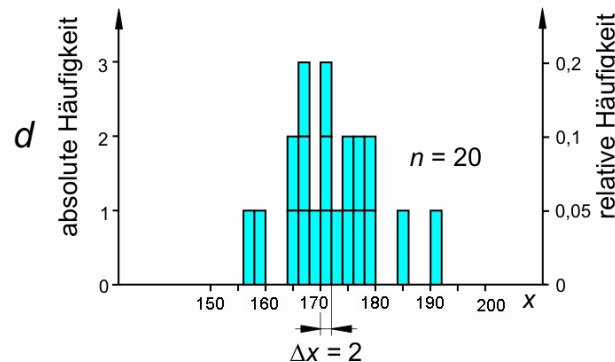
Selbe Grundgesamtheit, 2 Stchproben

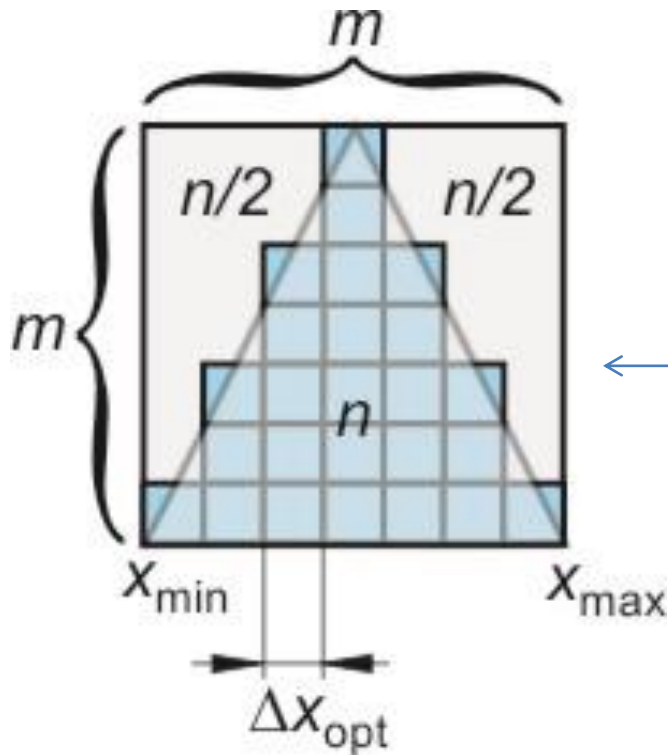


Zu große Klassenbreite



Zu kleine Klassenbreite





Bestimmung der optimalen Klasseneinteilung

Weil oft die Daten um einem zentralen Wert gestreut sind, hat das Histogramm ein „Gipfel“.

optimale Klassenanzahl m Stück:

$$m^2 = 2n$$

$$m = \sqrt{2n}$$

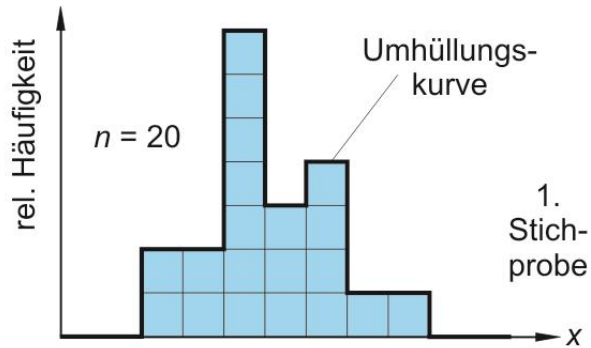
$$m = \sqrt{40} = 6.3$$

optimale Klassenbreite Δx :

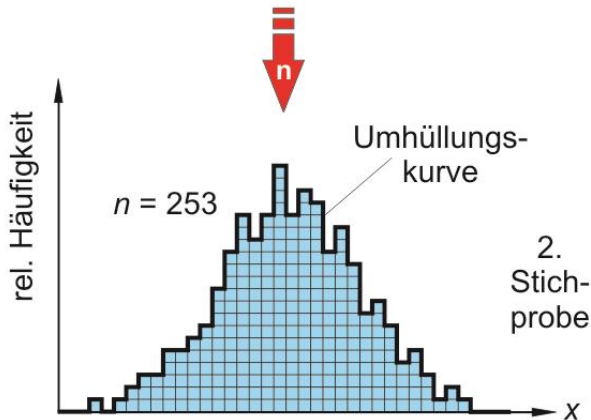
$$\Delta x = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{m}$$

$$\Delta x = \frac{89 - 56}{6.3} = 5.2$$

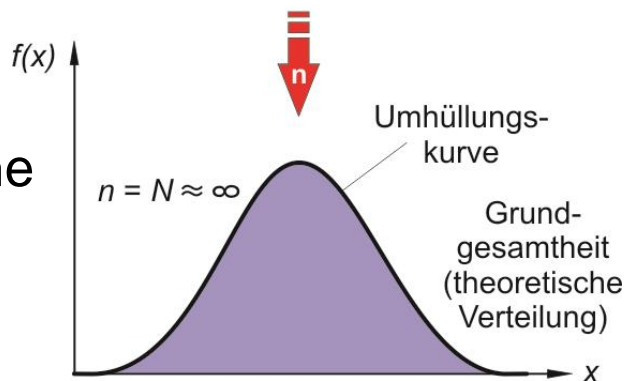
empirische
Funktion



empirische
Funktion



theoretische
Funktion

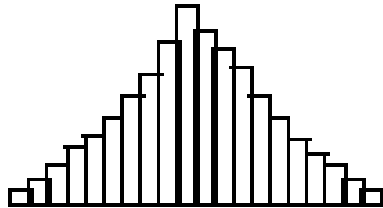


n vergrößert sich,
die Klassenbreite Δx kann
verkleinert werden

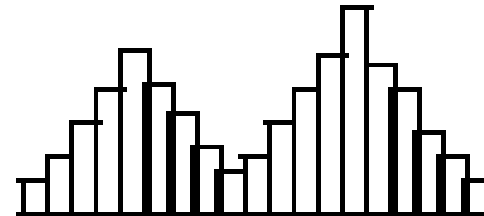
Bei großen Stichproben ergibt die empirische Verteilungsfunktion **eine sehr gute Näherung** der theoretischen Verteilungsfunktion. (Die Stichprobe ist „fast gleich“ der Grundgesamtheit.)

Analyse von Häufigkeitsverteilungen

homogene symmetrische Stichprobe:

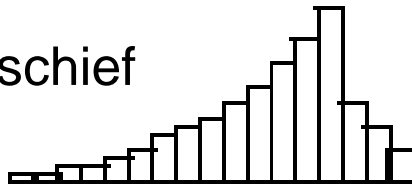


heterogene Stichprobe:

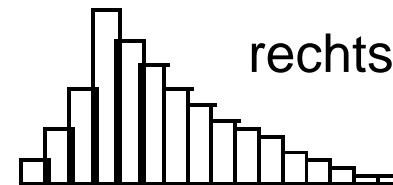


homogene nichtsymmetrische Stichproben:

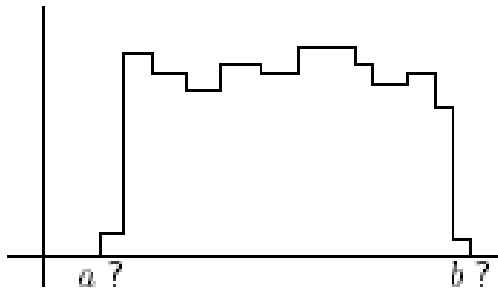
linksschief



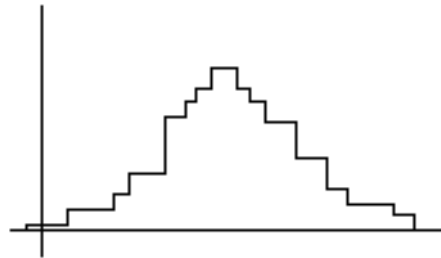
rechtsschief



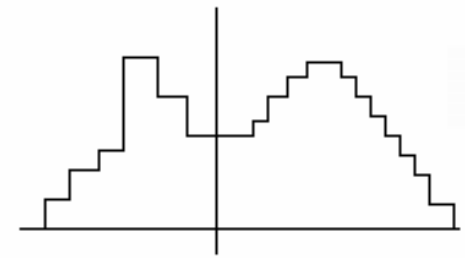
Vermutungen macht man auch:



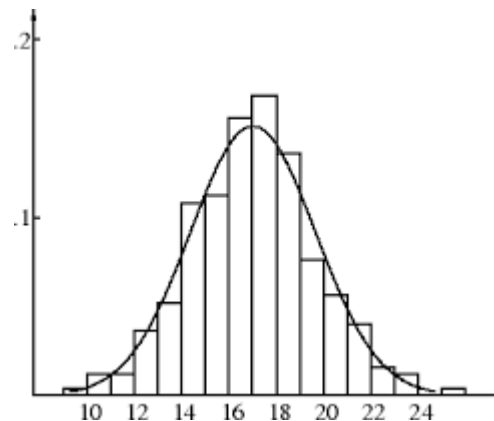
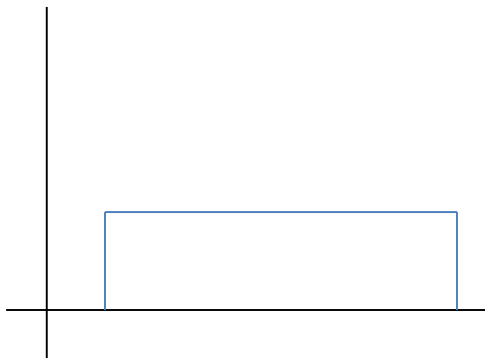
Gleichverteilung?



Normalverteilung?



Überlagerung von zwei Normalverteilungen?

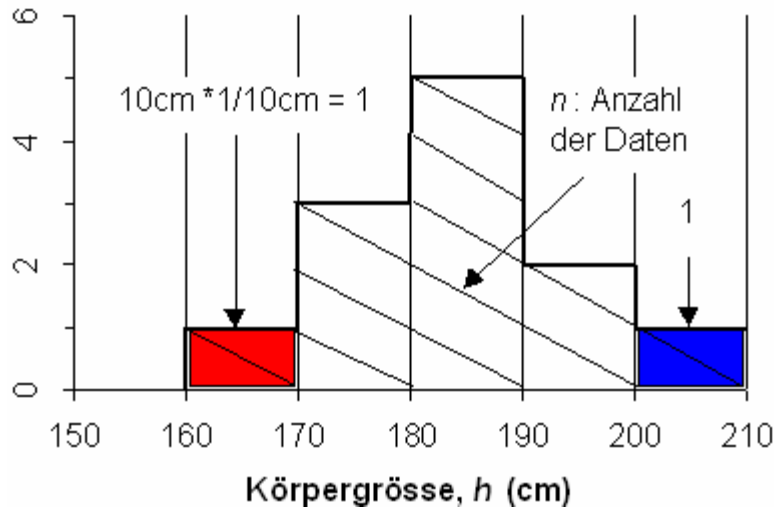


Vergleichen mit bekannten Verteilungen...

Häufigkeitsverteilung

$$\frac{\Delta N}{\Delta h}$$

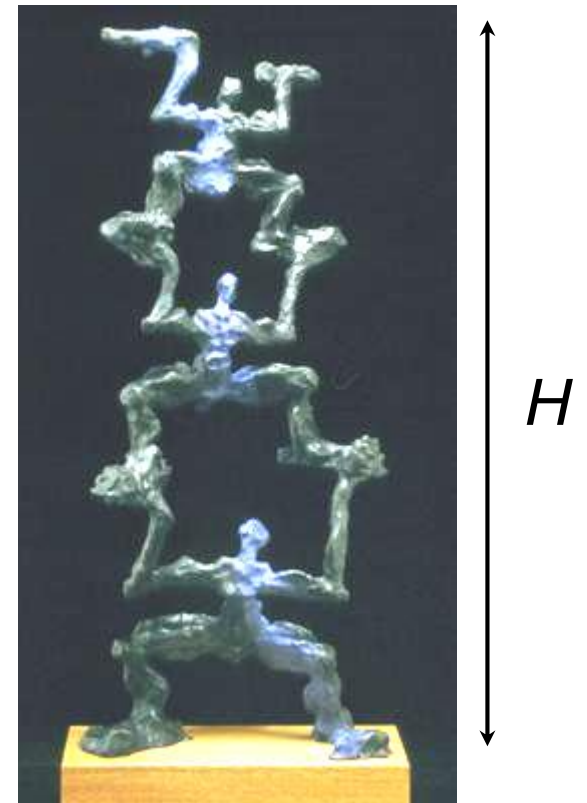
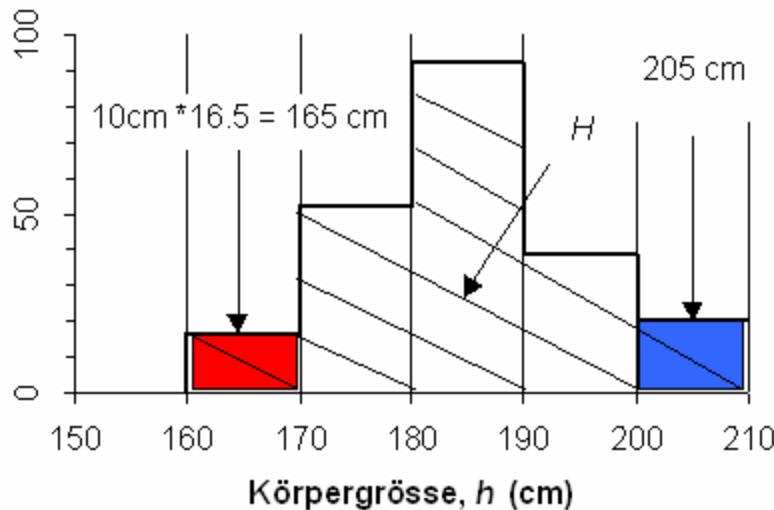
$$\left(\frac{1}{10\text{cm}} \right)$$



h : Körperhöhe

H : kollektive Höhe,
Gesamthöhe

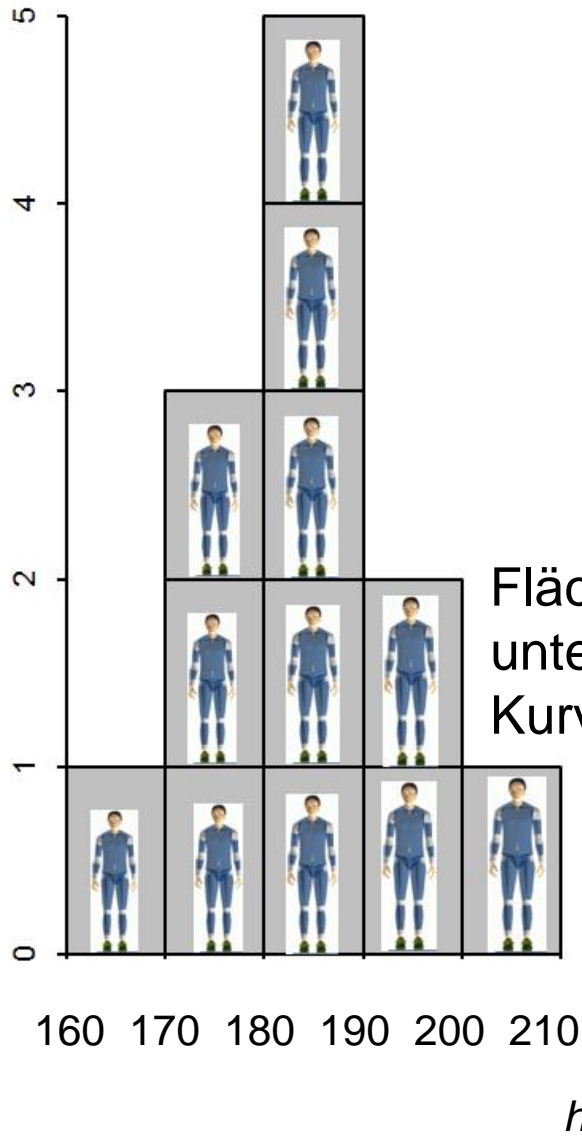
$$\frac{\Delta H}{\Delta h}$$



Spektrum ist eine spezielle Häufigkeitsverteilung

Häufigkeitsdichte

$$\frac{\Delta N}{\Delta h} \left(\frac{1}{10 \text{ cm}} \right)$$

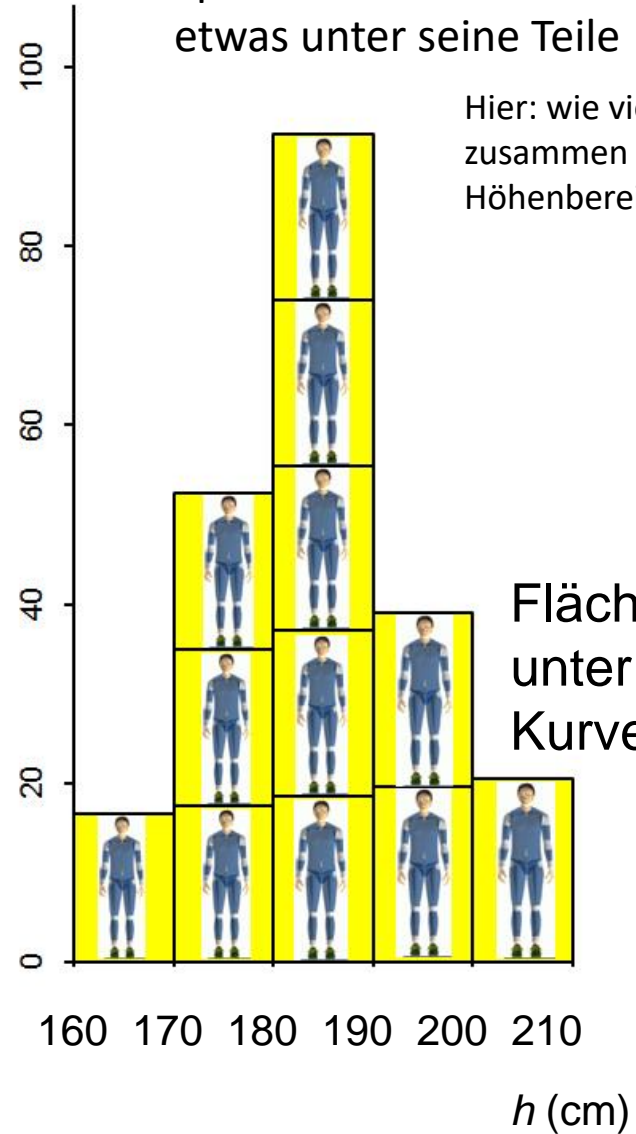


Spektrum

Spektrum ist die Verteilung von etwas unter seine Teile

Hier: wie viel Höhe ist zusammen in einem Höhenbereich

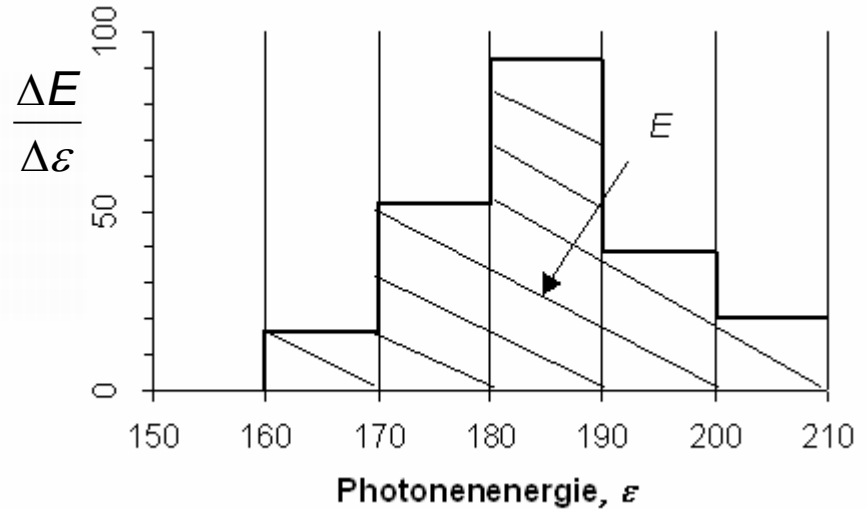
$$\frac{\Delta H}{\Delta h}$$



Beispiel aus der Physik

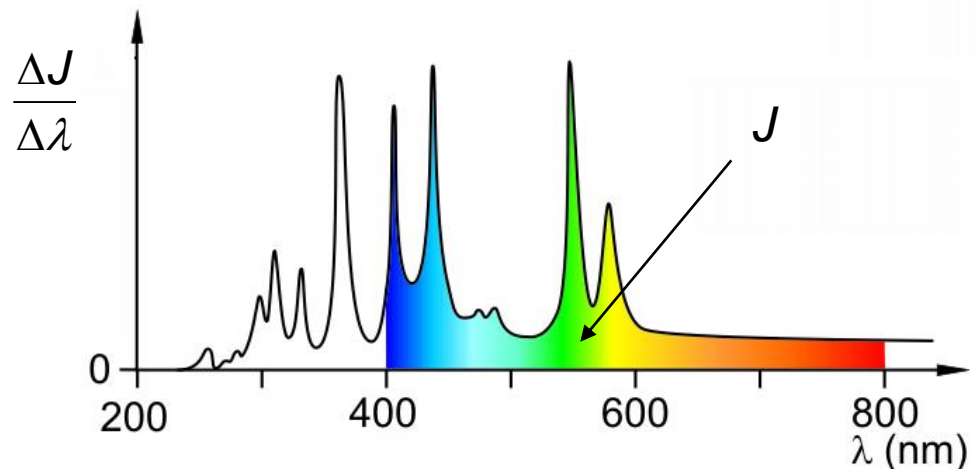
Emissionsspektrum:

wie verteilt sich die emittierte Energie über die Photonenenergien



charakteristische Größe
des Energietransports:
Intensität

Benützung der
Wellenlänge ist
bequemer als die der
Photonenenergie



Lageparameter. Charakterisierung des Zentrums der Daten

Durchschnittswert (der arithmetische Mittelwert)

=average(...)
=Mittelwert(...)

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Modus (Modalwert, Dichtemittel): der Wert mit der größten Wahrscheinlichkeit;
der häufigste Wert einer Häufigkeitsverteilung

=mode(...)
=Modalwert(...)

Median (Zentralwert): halbiert eine Stichprobe.

Anzahl der Daten der Stichprobe kleiner als Median =
= Anzahl der Daten der Stichprobe größer als Median

$$x_{\text{med}} = \begin{cases} x_{(n+1)/2} & \text{falls } n \text{ ungerade} \\ (x_{n/2} + x_{(n/2+1)})/2 & \text{falls } n \text{ gerade} \end{cases}$$

=median(...)
=Median(...)

Durchschnittswert (der arithmetische Mittelwert)

Beispiel: Schritte

$$x_1 + x_2 + x_3 =$$



$$= \bar{x} + \bar{x} + \bar{x} = 3 \bar{x}$$

$$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) = \sum x_i - \sum \bar{x} = \sum x_i - n\bar{x} = 0$$

Die Summe der Abweichungen der Daten von diesem Wert ist gleich Null.

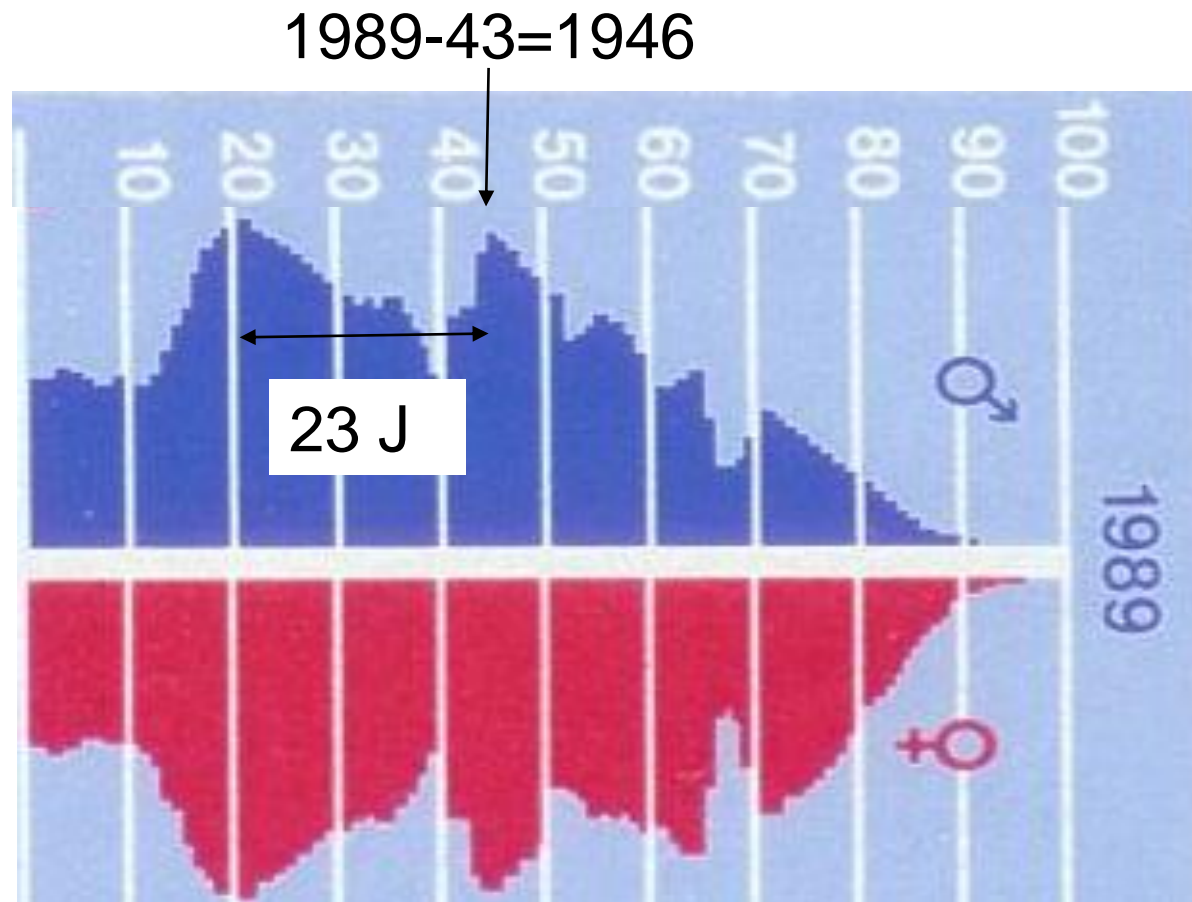
$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

=Mittelwert(...)

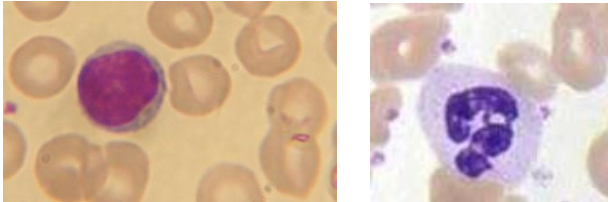
Beispiel, und modalität

Altersaufbau der deutschen Bevölkerung

Unimodal: die Verteilung hat nur einen Gipfel
Bimodal: die Verteilung hat zwei Gipfel.
Multimodal: die Verteilung hat mehrere Gipfel.

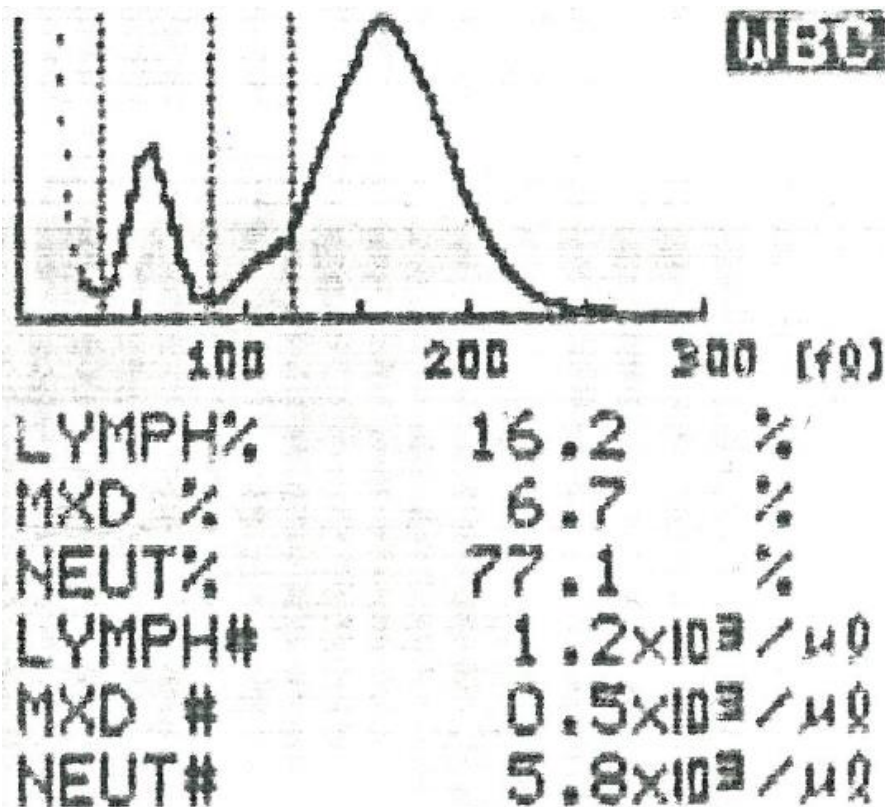


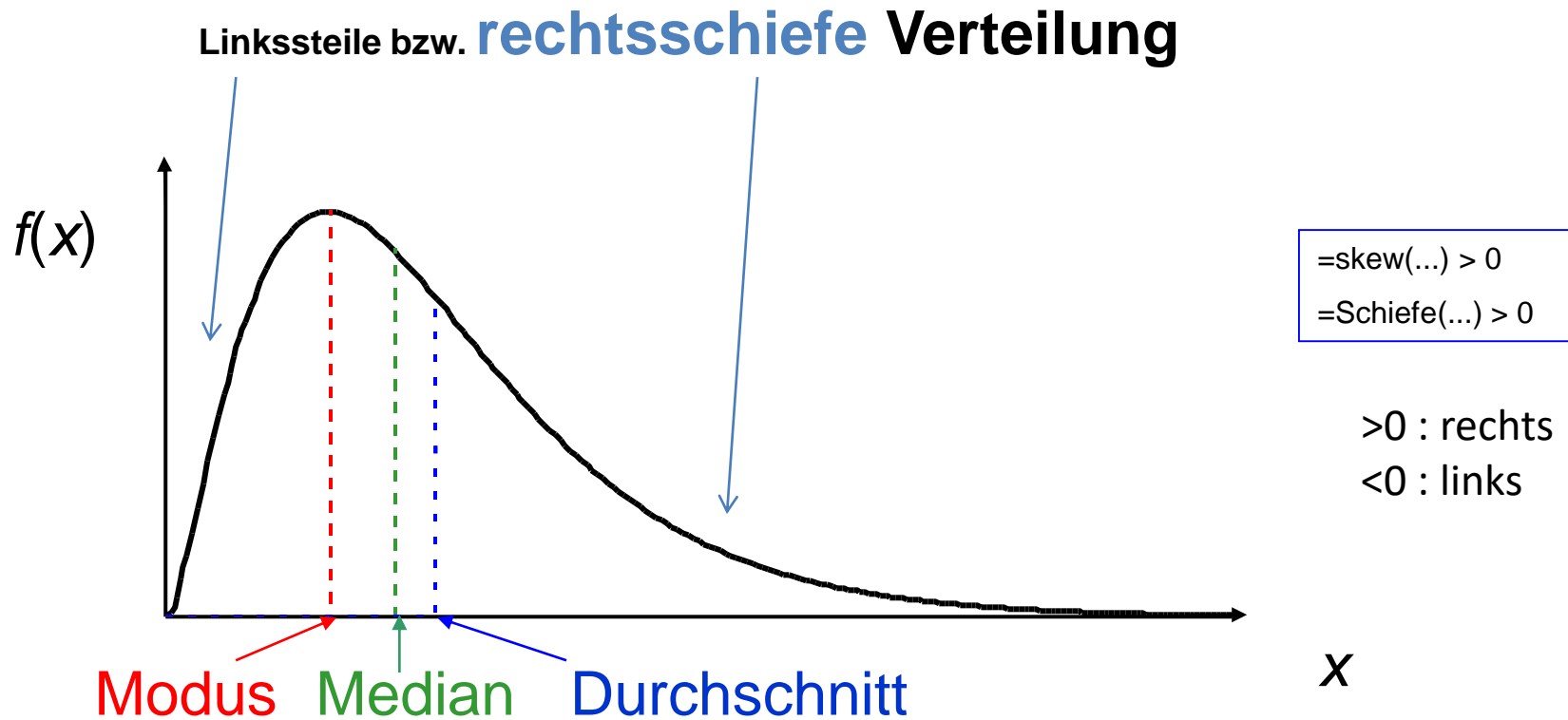
Beispiel in der Medizin



Coulter Zähler

Grössenverteilung der Zellen



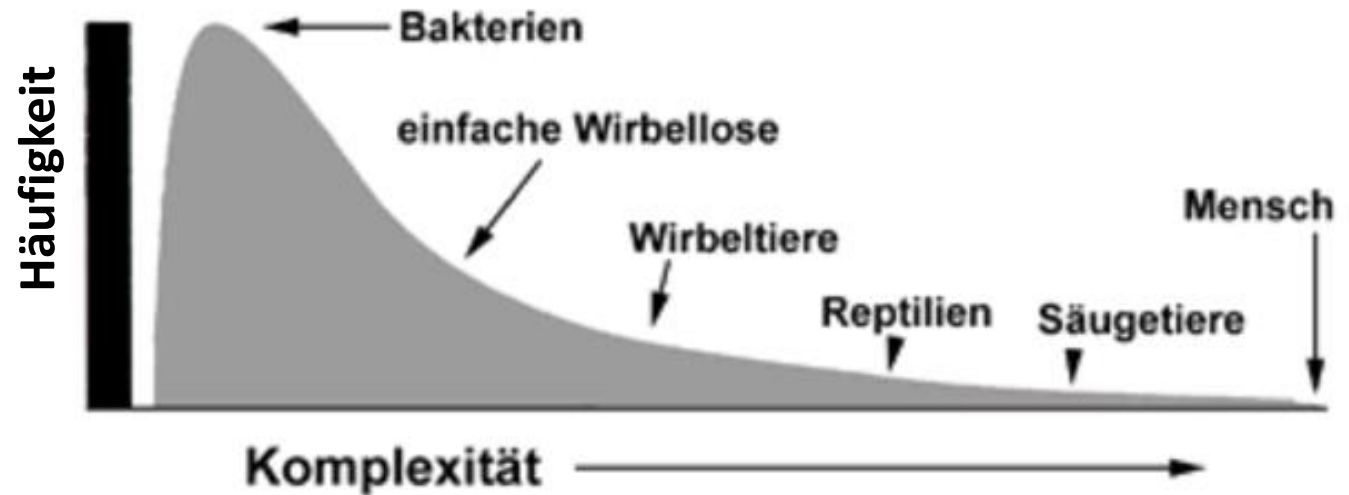
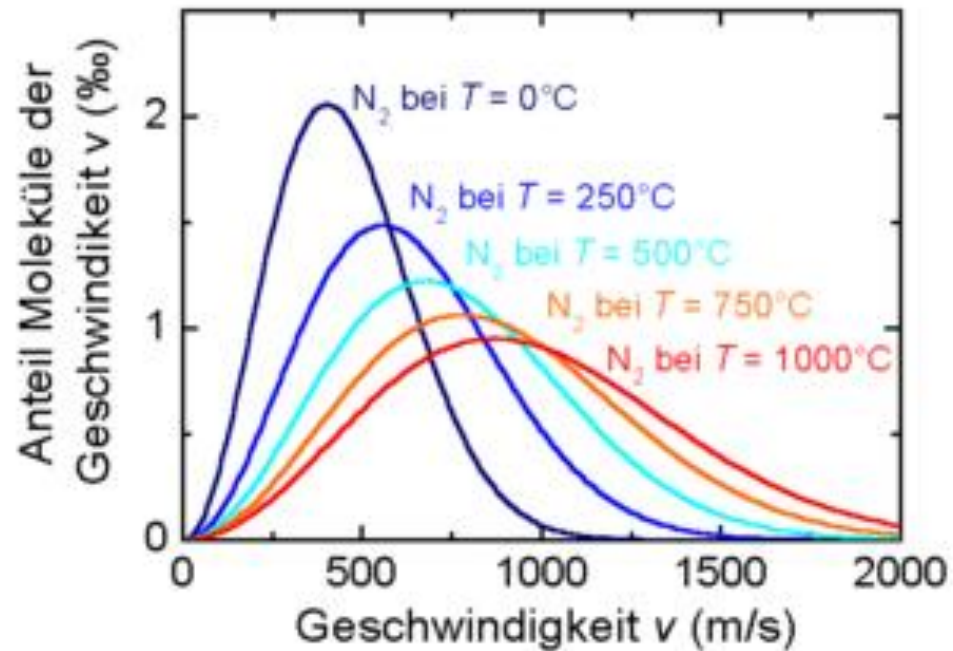


z.B. Einkommensverteilungen in einem Land:

Der Großteil der Bevölkerung verdient relativ wenig,
während es nur wenig Leute gibt, die sehr viel verdienen.

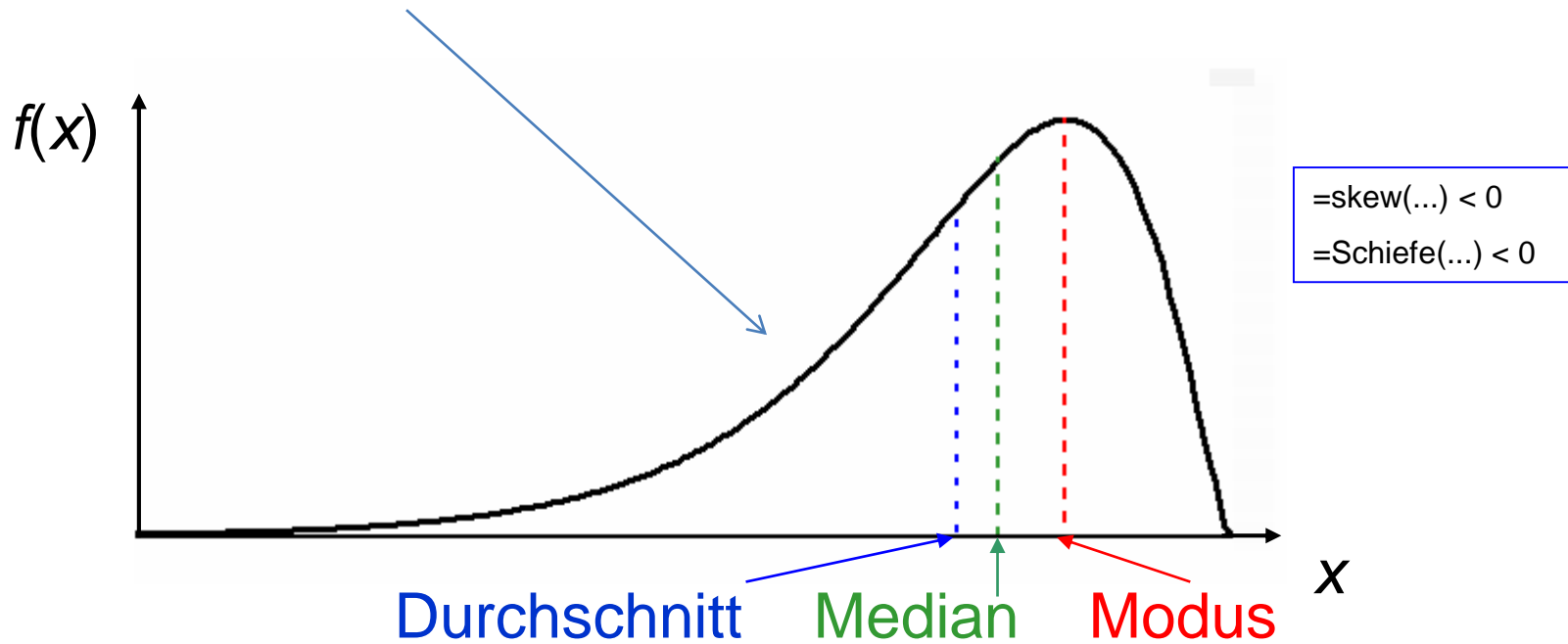
Weitere Beispiele

Maxwell-Boltzmann-Verteilung
(siehe später in der Physik)

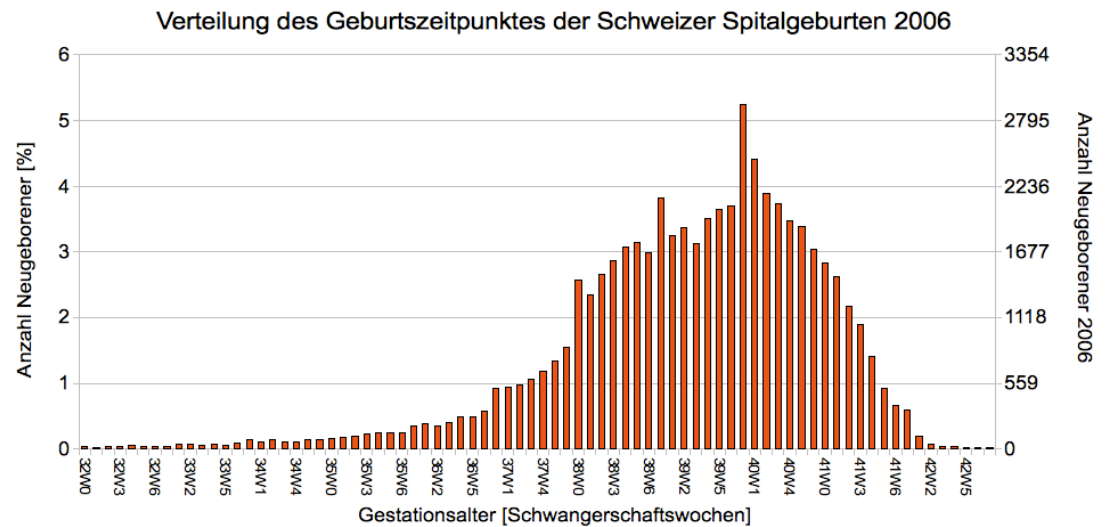


Komplexität der Tiere

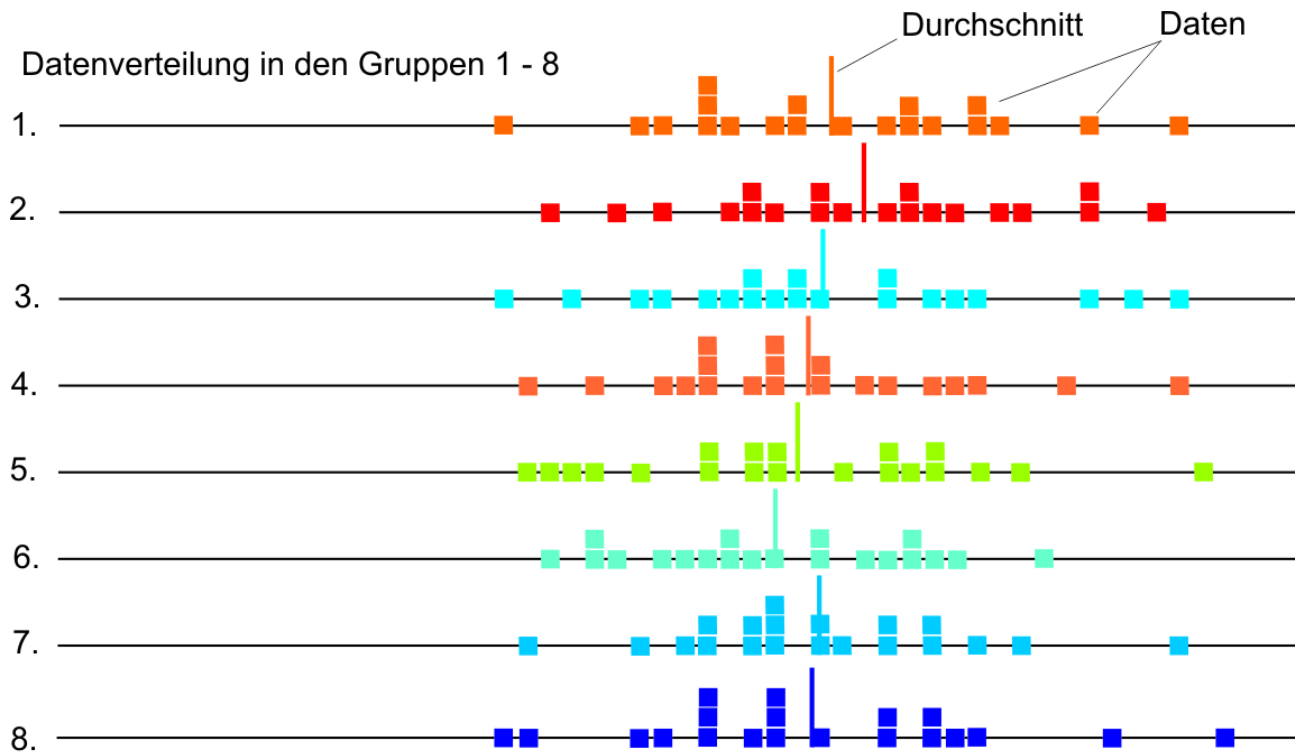
Linksschiefe bzw. rechtssteile Verteilung



z.B. Dauer einer Schwangerschaft

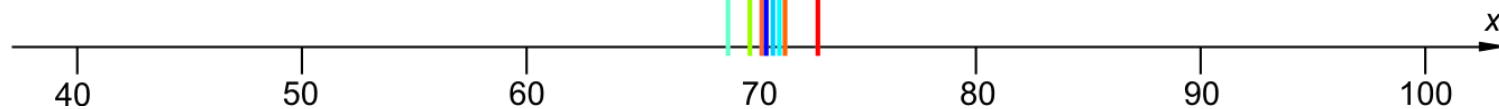


Daten und ihre Durchschnittswerte



Die Daten streuen um den Durchschnittswert.

Verteilung der Durchschnittswerte der Gruppen 1 - 8



Pulsfrequenzen (1/Min)

Streuungsparameter.

Charakterisierung der Variation der Daten

Standardabweichung

(Streuung der
Messdaten, s):
die mittlere Abweichung
vom Durchschnitt:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

=stdev(...)
=Stabw(...)

das Quadrat der Streuung,
die mittlere quadratische
Abweichung, auch als
Varianz bezeichnet:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}$$

=var(...)
=Varianz(...)

Spannweite: $x_{\max} - x_{\min}$

=max(...)-min(...)

α -Quantil

$$0 < \alpha < 1$$

(seien dazu die x_i aufsteigend sortiert):

$$x_\alpha = \begin{cases} x_{[n\alpha]+1} & \text{falls } n\alpha \text{ keine ganze Zahl ist} \\ (x_{n\alpha} + x_{n\alpha+1})/2 & \text{falls } n\alpha \text{ ganzzahlig ist} \end{cases}$$

$x_{1/4}$ – unteres Quartil $x_{3/4}$ – oberes Quartil

$x_{1/10}$ – unteres Dezil $x_{9/10}$ – oberes Dezil

halber Quartilabstand : $(x_{3/4} - x_{1/4})/2$

=Quantil(...)



Hier kann nur
 α = einige
quartile sein!

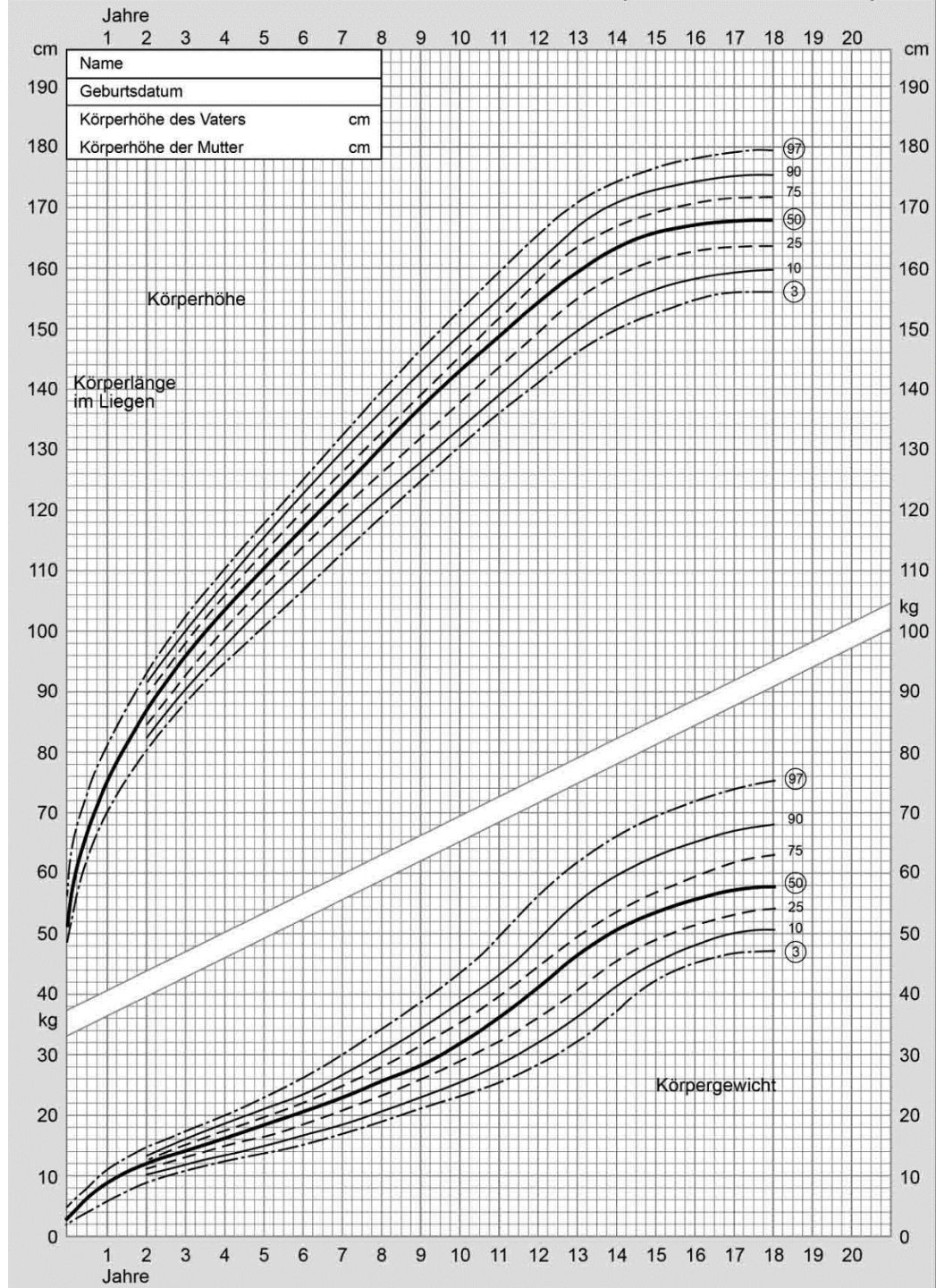
mit Wörter: z.B. **Dezile**

Durch Dezile (lat. „Zehntelwerte“) wird die Verteilung in 10 gleich große Teile zerlegt. Unterhalb des dritten Dezils liegen 30 % der Verteilung.

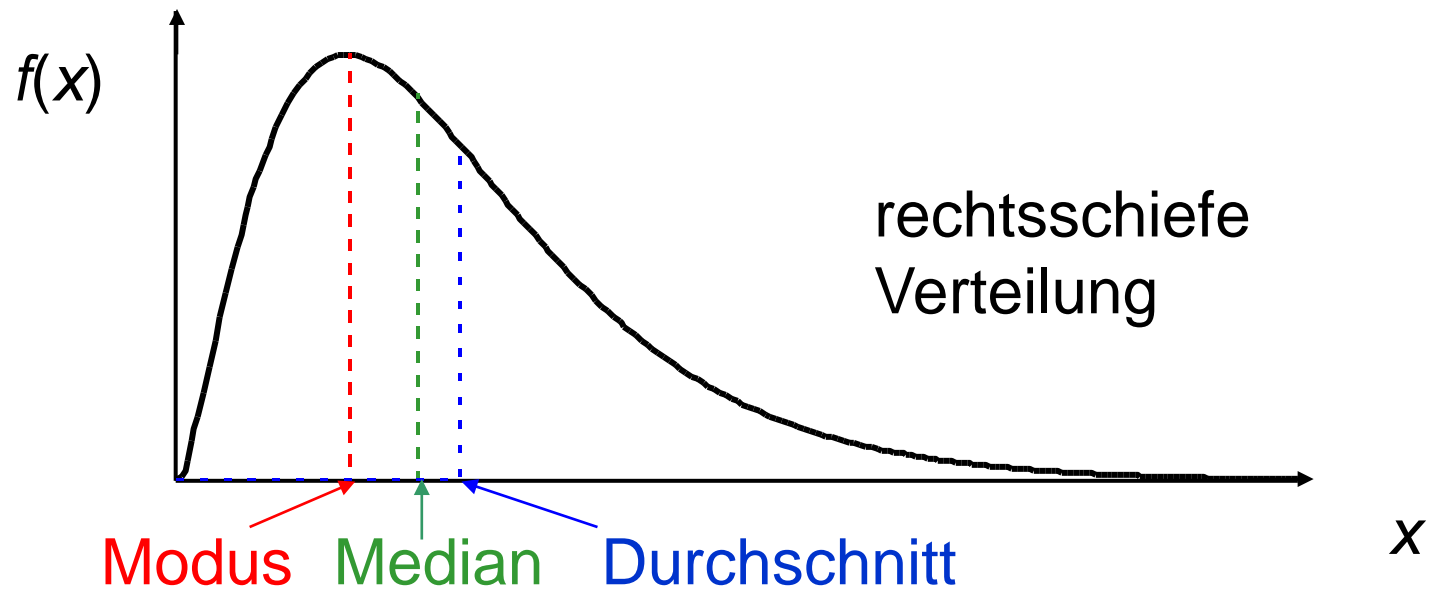
Perzentilenkurven
sind ein Werkzeug
für den Arzt.

Wachstums- und
Gewichtskurven
für Mädchen

=percentile(...)
=Quantil(...)



Die Lageparametern sind generell nicht identisch.

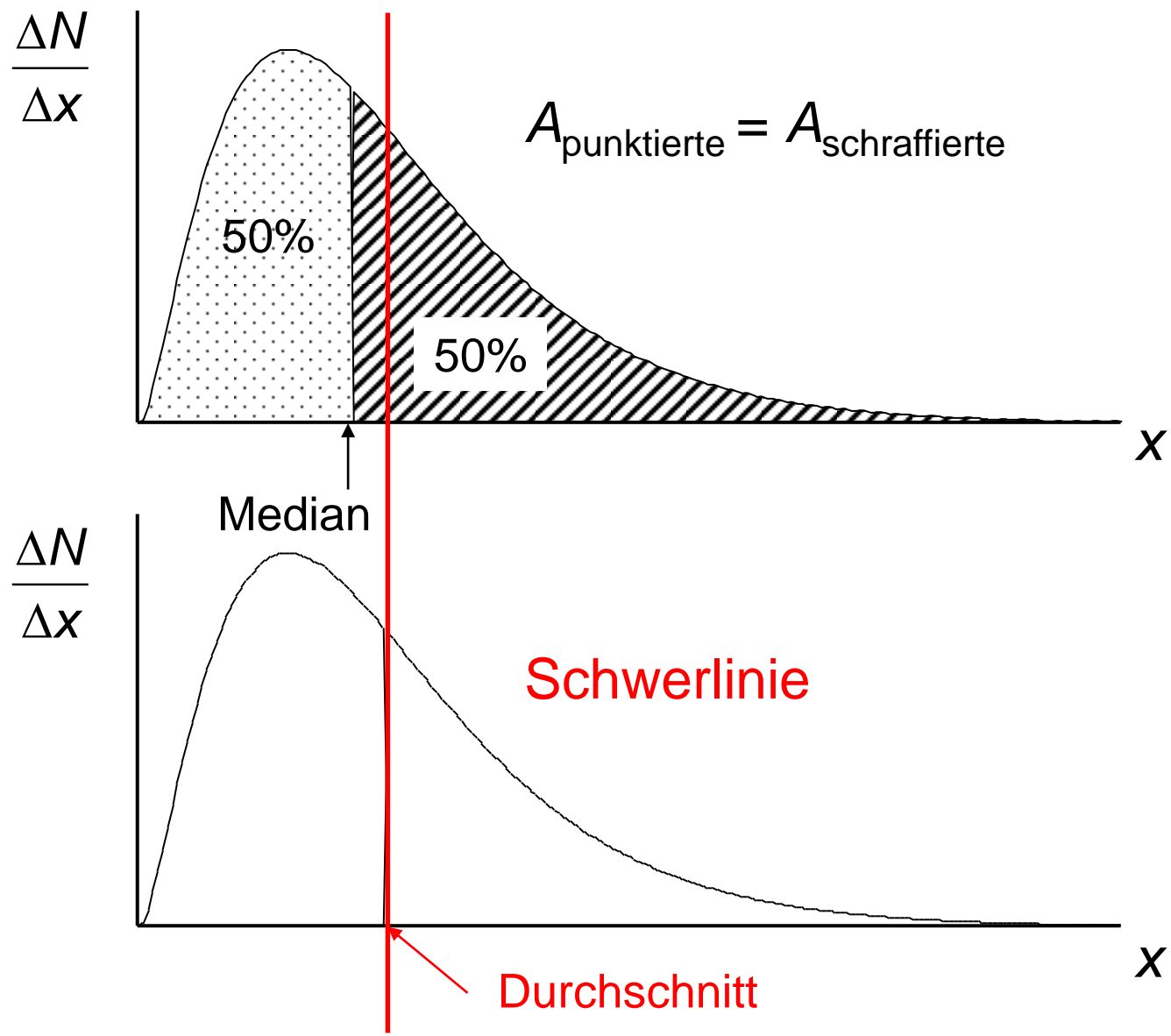


Vorsicht mit Skalentypen!

Besonders mit zahlen: die originelle Skala kann gut „nur“ nominal, oder ordinal sein (z.B. Noten)

Skalentypen	zulässige Lage-Parameter	zulässige Streuungs-Parameter
Nominalskala	Modus	–
Ordinalskala	Modus, Median	–
numerische Skalen	Modus, Median, Durchschnittswert	Spannweite, Quartilabstand, Standardabweichung

Position des Medians und des Durchschnitts einer Verteilung (1)



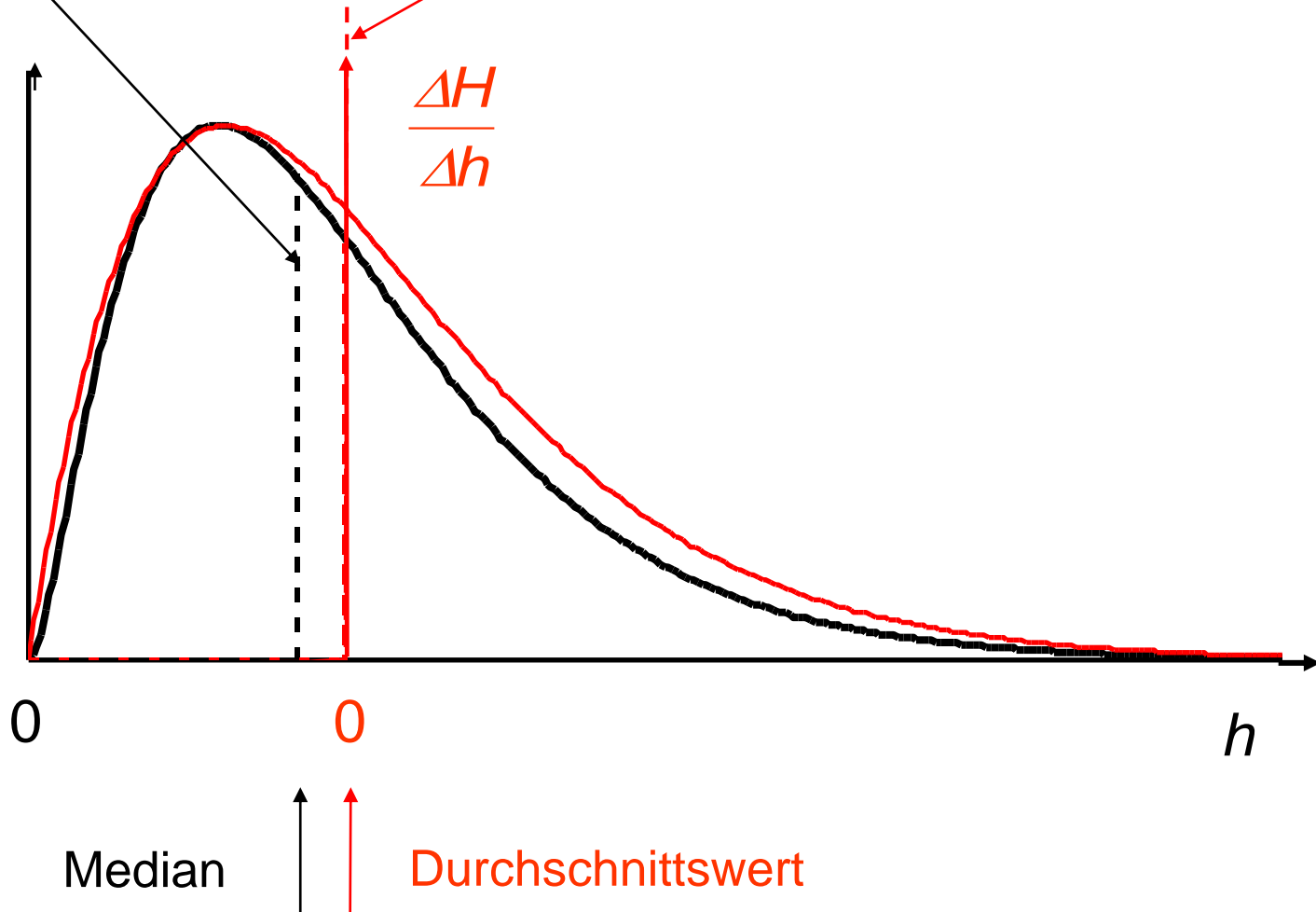
Position des Medians und des Durchschnitts einer Verteilung (2)

Flächenhalbierungslinie
der Häufigkeitsverteilung

Flächenhalbierungslinie
des Spektrums

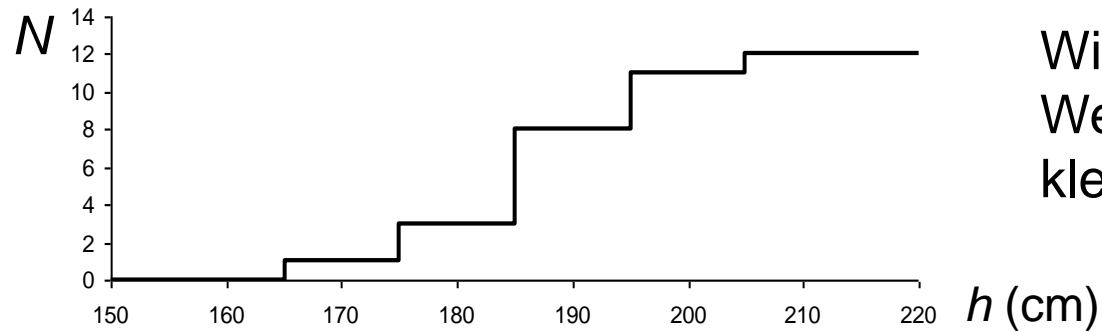
$$\frac{\Delta N}{\Delta h}$$

$$\frac{\Delta H}{\Delta h}$$



Summen- (kumulierte/kumulative) Häufigkeitsverteilung

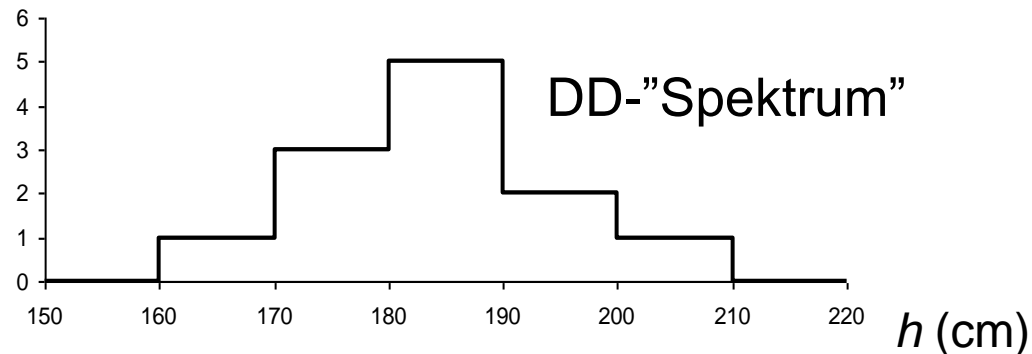
Summen-
Häufigkeits-
verteilung



Wieviele
Werte sind
kleiner als h ?

Häufigkeitsdichte-
Verteilung

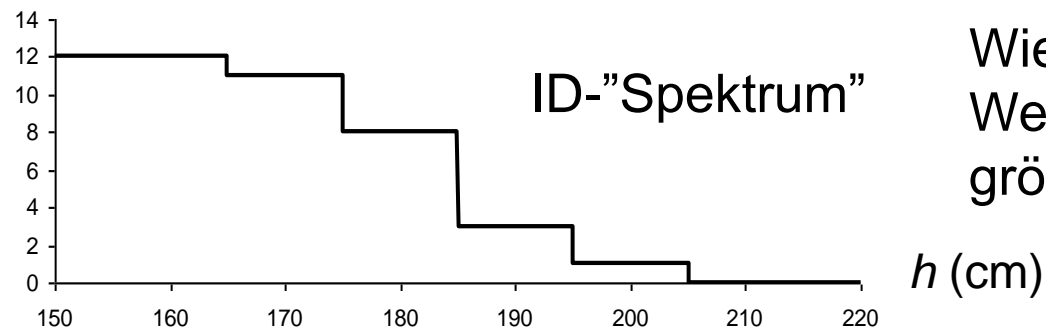
$$\frac{\Delta N}{\Delta h} \left(\frac{1}{10 \text{ cm}} \right)$$



DD-"Spektrum"

„Summen-
Häufigkeits-
verteilung“

$$M = N_0 - N$$



ID-"Spektrum"

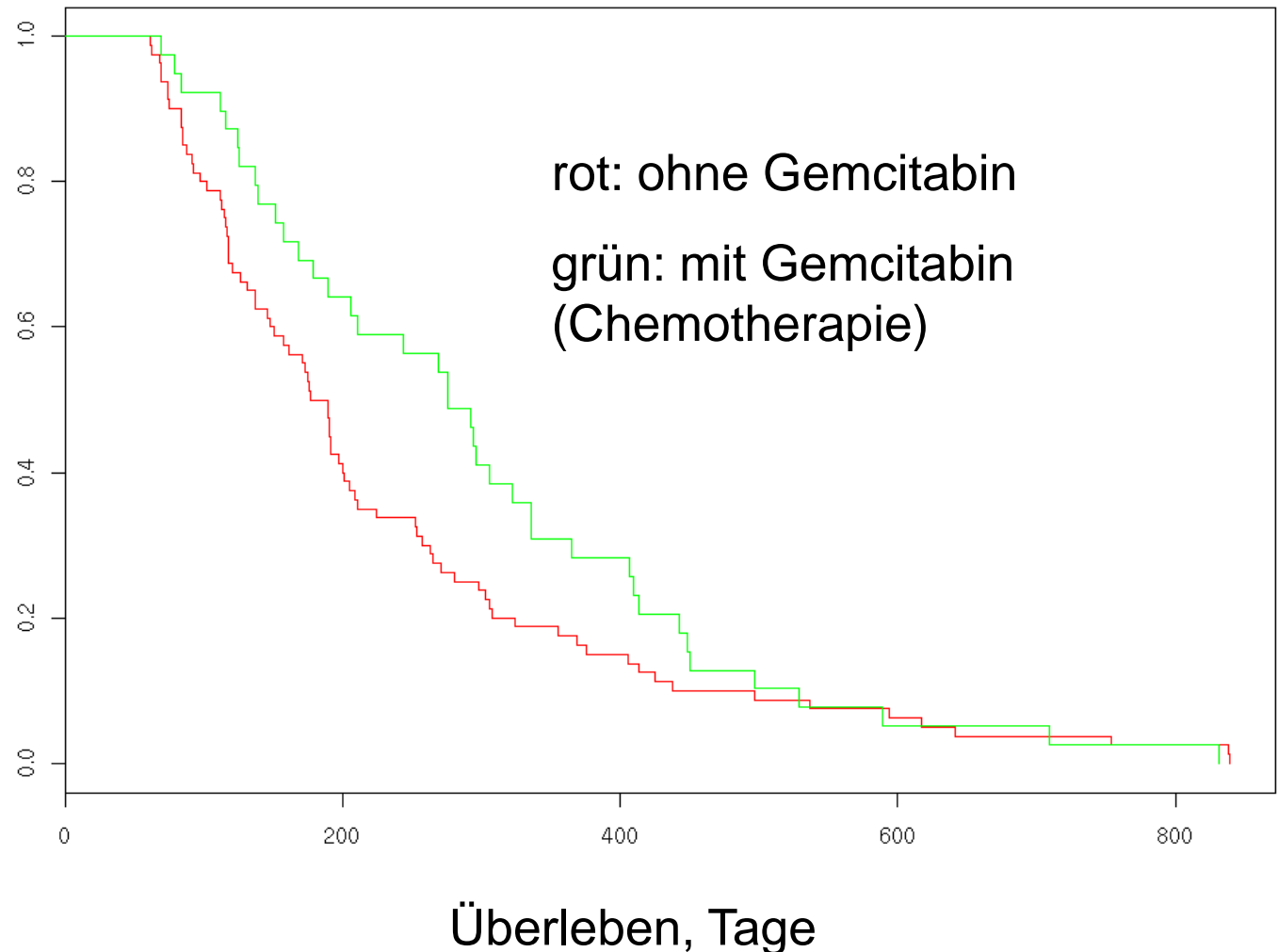
Wieviele
Werte sind
grösser als h ?

relative
„Summen-
Häufigkeits-
verteilung“

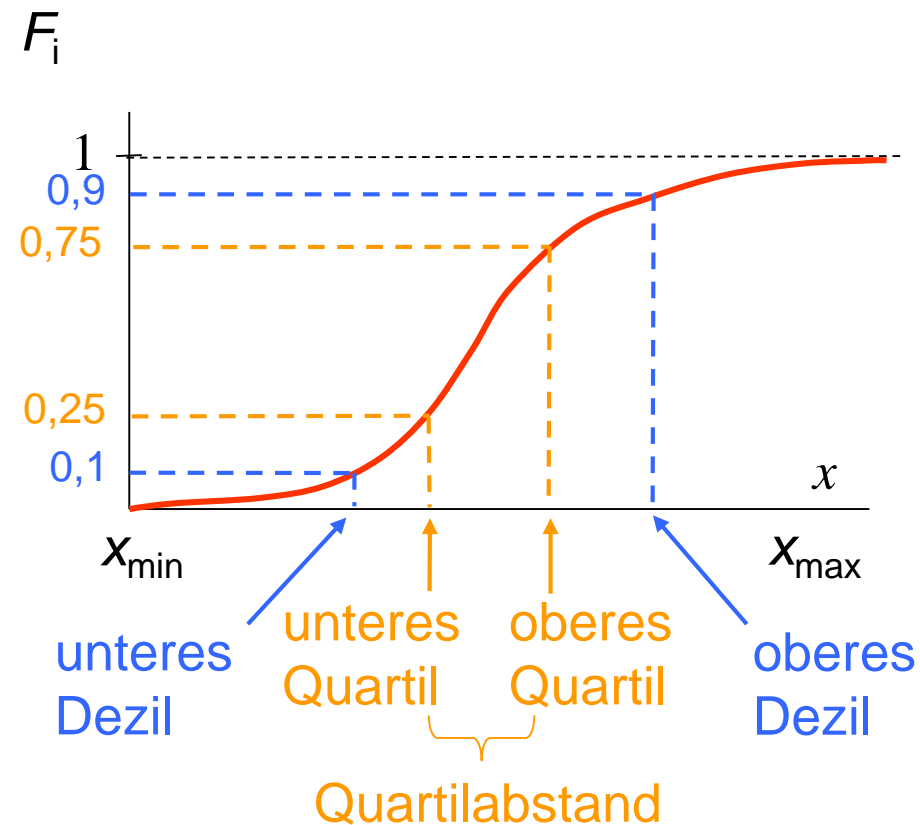
Überlebenskurven

Wirkung der Chemotherapie. Pankreaskarzinom

kumulatives
Überleben
nach der
Operation



Quantile und die relative Summenhäufigkeits- verteilung



Beispiel in der
Physikpraktikum:

Coulter Zähler

(siehe viel später...)

