

# Statistik

CH.2 - Begriff der Häufigkeit

SS 2023 | | Prof. Dr. Buchwitz, Sommer, Henke

Wir geben Impulse

- Kennenlernen der zentralen Grundbegriffe bei statistischen Untersuchungen.
- Definition und Einordnung von Beobachtungsgrößen anhand des Skalenniveaus.
- Diskussion und Definition absoluter und relativer Häufigkeiten.
- Einführung in elementare grafische Darstellungen.
- Schaffen von Verständnis für die empirische Verteilungsfunktion.

1 Grundbegriffe

2 Häufigkeiten

- **Statistische Einheit:** Träger der Information (Merkmalsträger, Untersuchungsobjekt)
- **Grundgesamtheit:** statistische Masse, Population
- **Untersuchungsmerkmal  $X_i$ :** Eigenschaft der statistischen Einheit
- **Merkmalsausprägung:** Erscheinungsformen eines Merkmals
- **Beobachtungswert  $x_i$ :** Die für das  $i$ -te Untersuchungsobjekt beobachtete Ausprägung des Untersuchungsmerkmals

# Beispiel: Grundlegende Begriffe

Im Rahmen einer Vollerhebung sollen verschiedene Eigenschaften von allen Mescheder Studierenden dieser Vorlesung in diesem Raum untersucht werden.

- **Grundgesamtheit:** Alle Mescheder Studierende (räumliche Identifikation) dieser Vorlesung (sachliche Identifikation), die heute (zeitliche Identifikation) anwesend sind
- **Merkmalsträger:** Jede/r Studierende
- **Merkmale:** Alter, Geschlecht, Wohnort, Note in Mathe

## Merkmalsausprägungen:

	Alter	Geschlecht	Wohnort	Note
Student:in a	19	m	Meschede	2,3
Student:in b	20	f	Meschede	1,3
Student:in c	22	f	Brilon	4,0
Student:in d	25	m	Winterberg	3,0

# Klassifikation von Merkmalen (qualitativ & quantitativ)

- **Qualitative Merkmale:** variieren artmäßig
  - ▶ z.B. Geschlecht, Rechtsform von Unternehmen, Haarfarbe etc.
- **Quantitative Merkmale:** variieren der Größe nach
  - ▶ z.B. Alter, Einkommen, Kinderzahl etc.

- **Nominalskala:** für qualitative Merkmale, für die keine sinnvolle Reihenfolge der Ausprägungen gegeben ist.
  - ▶ z.B. Studiengang, Religionszugehörigkeit, Geschlecht
- **Ordinalskala:** für Merkmale mit einer natürlichen Reihenfolge. Die Abstände zwischen den Ausprägungen sind nicht quantifizierbar.
  - ▶ z.B. Schulnoten, Bildungsabschlüsse
- **Metrische Skala:** für Merkmale, bei denen sowohl die Reihenfolge als auch die Abstände zwischen den Ausprägungen sinnvoll definiert sind.
  - ▶ z.B. Umsatz, Alter, Temperatur in °C

- **Diskrete Merkmale:** können nur bestimmte Werte (z.B. nur ganzzahlige) annehmen
  - ▶ z.B. Anzahl der Studierenden an einer Hochschule, Anzahl der Einwohner eines Landes
- **Stetige Merkmale:** können in einem bestimmten Intervall jeden beliebigen Wert annehmen
  - ▶ z.B. Längen, Breiten, Gewichte



1 Grundbegriffe

2 Häufigkeiten

## Definition: Absolute Häufigkeit

Beobachtet man an  $n$  statistischen Einheiten ein Merkmal  $X$  mit  $k$  Merkmalsausprägungen, so gilt für die **absolute Häufigkeit**  $H_j$  der  $j$ -ten Merkmalsausprägung.

$$H_j = \text{"Anzahl der Beobachtungswerte, die in der } j\text{-ten Ausprägung auftreten"} \text{ für } j = 1, \dots, k$$

## Definition: Relative Häufigkeit

Die **relative Häufigkeit**  $h_j$  gibt den prozentualen Anteil der statistischen Einheiten, die die  $j$ -te Merkmalsausprägung tragen, an.

$$h_j = \frac{1}{n} \cdot H_j \quad \text{für } j = 1, \dots, k$$

# Beispiel: Absolute und relative Häufigkeit

```
# Daten: Alter befragter Personen  
age <- c(19, 21, 20, 21, 19, 23, 22, 19, 20, 19)
```

```
# Absolute Häufigkeit  
table(age)
```

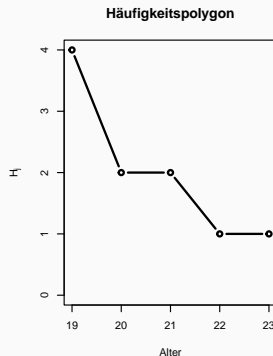
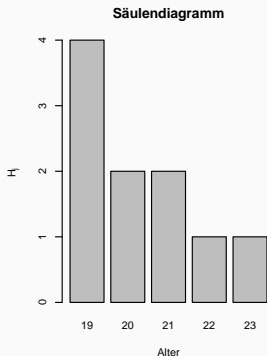
```
## age  
## 19 20 21 22 23  
##  4  2  2  1  1
```

```
# Relative Häufigkeit  
proportions(table(age))
```

```
## age  
##  19  20  21  22  23  
## 0.4 0.2 0.2 0.1 0.1
```

# Beispiel: Graphische Darstellungsmöglichkeiten von Häufigkeiten

```
par(mfrow=c(1,3))
plot(table(age), main = "Stabdiagramm",
     xlab = "Alter", ylab = expression(H[j]))
barplot(table(age), main = "Säulendiagramm",
         xlab = "Alter", ylab = expression(H[j]))
plot(table(age), type="b", main = "Häufigkeitspolygon",
     xlab = "Alter", ylab = expression(H[j]))
```



- Ein Histogramm ist eine Möglichkeit, die Häufigkeitsverteilung klassierter Daten graphisch darzustellen.
- Die Häufigkeiten werden als aneinander stoßende Rechtecke dargestellt, deren Flächen proportional zur Häufigkeit der Beobachtungswerte der Klassen sind.
- Nicht die Höhe des Rechteckes über eine Klasse ist proportional zur Klassenhäufigkeit, sondern die Fläche selbst.
- Erstellt werden können Histogramme mit dem R-Befehl `hist()`.

- In einer Befragung wurden  $n = 80$  Personen nach der Anzahl der verbrachten Urlaubstage pro Jahr befragt. Die Daten wurden in Klassen unterschiedlicher Breiten erfasst und die jeweiligen Häufigkeiten ausgezählt bzw. berechnet.

$j$	Klasse $K_j$	$H_j$	$h_j$	Klassenbreite	norm. $H_j$	norm. $h_j$
1	[0;8)	6	0.075	8	0.750	0.0094
2	[8;18)	16	0.200	10	1.600	0.0200
3	[18;25)	20	0.250	7	2.857	0.0357
4	[25;30)	14	0.175	5	2.800	0.0350
5	[30;35)	12	0.150	5	2.400	0.0300
6	[35;43)	12	0.150	8	1.500	0.0187

Die normierten absoluten und relativen Klassenhäufigkeiten setzen die Klassenhäufigkeiten in Relation zur Klassenbreite, sodass diese Werte einen Vergleich erlauben. Es gilt  $\text{norm. } H_j = H_j / \text{Klassenbreite}$  (norm.  $h_j$  analog).

# Beispiel: Histogramm

Histogramm der klassifizierten Urlaubstage



Die Fläche der zu den Klassen 5 und 6 gehörenden Rechtecke ist identisch, da gilt  $H_5 = H_6$  (bzw.  $h_5 = h_6$ ).

## Definition: Empirische Verteilungsfunktion

Die empirische Verteilungsfunktion  $S$  eines an  $n$  Untersuchungseinheiten beobachteten Merkmals  $X$ , das  $k$  Merkmalsausprägungen  $a_1, \dots, a_k$  besitzt, wird durch die Folge der relativen Summenhäufigkeiten bestimmt.

$$S_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^j H_j = \sum_{i=1}^j h_j \quad \text{für } j = 1, \dots, k$$



- Fortsetzung auf Basis der Befragung zum Urlaubsverhalten von  $n = 80$  Personen.

$j$	Klasse $K_j$	$H_j$	$h_j$	emp. Verteilungsfkt.
1	[0;8)	6	0.075	0.075
2	[8;18)	16	0.200	0.275
3	[18;25)	20	0.250	0.525
4	[25;30)	14	0.175	0.700
5	[30;35)	12	0.150	0.850
6	[35;43)	12	0.150	1.000

Empirische Verteilungsfunktion



- Kann unsere Hochschule eine Untersuchungseinheit sein?
- Nach welchen Kriterien werden Grundgesamtheiten abgegrenzt?
- Was ist der Unterschied zwischen einem Merkmalsträger und einer Merkmalsausprägung?

- Kann unsere Hochschule eine Untersuchungseinheit sein?
  - ▶ Ja, wenn die Grundgesamtheit z.B. aus allen Hochschulen eines Landes besteht.
- Nach welchen Kriterien werden Grundgesamtheiten abgegrenzt?
  - ▶ Räumlich, sachlich, zeitlich
- Was ist der Unterschied zwischen einem Merkmalsträger und einer Merkmalsausprägung?
  - ▶ Merkmalsträger ist die Person oder das Objekt, das untersucht wird, Merkmalsausprägung ist eine der Erscheinungsformen einer Eigenschaft des Merkmalsträgers.

- Wodurch unterscheiden sich absolute von relativen Häufigkeiten?
- Was ist der Unterschied zwischen einem Stabdiagramm und einem Histogramm?
- Was zeigt die empirische Verteilungsfunktion?

- Wodurch unterscheiden sich absolute von relativen Häufigkeiten?
  - ▶ Die absolute Häufigkeit gibt die Anzahl der Beobachtungen wieder, die relative Häufigkeit gibt den Anteil der Beobachtung an der Gesamtanzahl wieder.
- Was ist der Unterschied zwischen einem Stabdiagramm und einem Histogramm?
  - ▶ In einem Stabdiagramm gibt die Höhe des Stabs die Häufigkeit wieder, in einem Histogramm ist es die Fläche der Balken, die die Häufigkeit wiedergibt.
- Was zeigt die empirische Verteilungsfunktion?
  - ▶ Anhand der empirischen Verteilungsfunktion kann man die relative Häufigkeit ablesen, mit der ein Wert höchstens eine bestimmte Größe hat. Die empirische Verteilungsfunktion gibt so die kumulierten relativen Häufigkeiten bis zu einem bestimmten Wert an.

```
Sys.time()
```

```
## [1] "2023-08-01 12:25:09 Etc"
```

```
sessionInfo()
```

```
## R Under development (unstable) (2022-07-26 r82626)
## Platform: x86_64-pc-linux-gnu (64-bit)
## Running under: Ubuntu 22.04 LTS
##
## Matrix products: default
## BLAS: /usr/lib/x86_64-linux-gnu/openblas-pthread/libblas.so.3
## LAPACK: /usr/lib/x86_64-linux-gnu/openblas-pthread/libopenblas-p0.3.20.so
##
## locale:
##  [1] LC_CTYPE=en_US.UTF-8      LC_NUMERIC=C
##  [3] LC_TIME=en_US.UTF-8      LC_COLLATE=en_US.UTF-8
##  [5] LC_MONETARY=en_US.UTF-8  LC_MESSAGES=en_US.UTF-8
##  [7] LC_PAPER=en_US.UTF-8     LC_NAME=C
##  [9] LC_ADDRESS=C             LC_TELEPHONE=C
## [11] LC_MEASUREMENT=en_US.UTF-8 LC_IDENTIFICATION=C
##
## attached base packages:
## [1] grid      stats      graphics  grDevices  utils      datasets  methods
## [8] base
##
## other attached packages:
##  [1] vcd_1.4-10      forcats_0.5.1    stringr_1.4.0
##  [4] dplyr_1.0.9     purrr_0.3.4      readr_2.1.2
##  [7] tidyr_1.2.0     tibble_3.1.8     ggplot2_3.3.6
## [10] tidyverse_1.3.2 texreg_1.38.6    kableExtra_1.3.4
## [13] ineq_0.2-13     HistogramTools_0.3.2 gtools_3.9.3
## [16] fGarch_4021.86  car_3.1-0        carData_3.0-5
```