



TECHNISCHE UNIVERSITÄT  
CHEMNITZ

Professur Psychologie digitaler Lernmedien

Institut für Medienforschung

Philosophische Fakultät



Statistik I

# Tabellen und Abbildungen

A Beautiful Mind (2001). DreamWorks Pictures.

# Überblick

- Tabellen
- Abbildungen
  - Histogramm und Polygonzug
  - Box-Plot und Violin-Plot
  - Balken- und Säulendiagramm
  - Streudiagramm
  - Kreisdiagramm
- Exkurs: Standardabweichung vs. Standardfehler

# Einführung

- **Definition:** Statistik als Suche nach Mustern in Zahlen
- **Ergebnisdarstellung:** Wie stellt man das Ergebnis dieser Suche adäquat dar?
- **Mehrere Möglichkeiten:**
  - **Fließtext:** Statistische Kennwerte im Fließtext einfügen
  - **Tabellen:** Statistische Kennwerte in Tabellen aufbereiten
  - **Abbildungen:** Statistische Kennwerte in Abbildungen visualisieren

# Empfehlungen zur Gestaltung von Tabellen

- **Weniger ist (oftmals) mehr**
  - Tabellen sparsam verwenden
  - Keine oder nur wenige Farben einsetzen
- **Konventionen zur Gestaltung**
  - Formatierung nach APA-Richtlinien
  - Nur horizontale Linien verwenden
  - Zu Maßen der zentralen Tendenz immer auch Streuungsmaße (z. B. Standardabweichungen) hinzufügen

# Beispiele für Tabellen in Fachzeitschriften I

**Table 1**  
Means and standard deviations of performance on Retention and Comprehension tests at the posttest as a function of group.

	CONT + UNLAB		CONT + LAB		SEG + UNLAB		SEG + LAB		INT	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Retention	10.1	3.6	10.2	3.4	10.5	3.5	12.9	3.0	12.6	2.9
	63.3%	22.6%	63.8%	21.3%	65.7%	21.9%	80.5%	18.8%	79.0%	18.0%
Comprehension	3.1	1.8	3.5	2.1	3.2	1.9	4.1	1.7	3.6	2.0
	44.2%	26.1%	50.2%	29.5%	46.3%	27.4%	58.0%	24.7%	51.5%	29.0%
Overall	13.2	4.7	13.7	4.9	13.7	4.9	16.9	4.4	16.2	4.3
	57.4%	20.5%	59.7%	21.2%	59.8%	21.4%	73.6%	18.9%	70.6%	18.8%

CONT + UNLAB = group of students who received continuous text and unlabelled picture.

CONT + LAB = group of students who received continuous text and labelled picture.

SEG + UNLAB = group of students who received segmented text and unlabelled picture.

SEG + LAB = group of students who received segmented text and labelled picture.

INT = group of students who received the text and picture in a spatially integrated format.

Quelle: Florax und Plötzner (2010)

**Table 1**  
Mean scores on retention, transfer, and interest tests and their corresponding standard deviations for the four groups.

Group			Type of test					
			Retention		Transfer		Interest	
Personalization	Speech	Group size	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Formal	Standard German	51	6.54	2.80	8.41	3.48	4.67	2.38
Personalized	Standard German	53	7.87	2.48	11.43	3.41	5.64	1.66
Formal	Dialect	52	7.32	2.47	9.66	2.47	5.43	2.01
Personalized	Dialect	54	8.43	2.69	11.62	3.68	5.01	2.15

Note. Retention scores ranged from 1.5 to 12, transfer scores ranged from 1.5 to 18, and interest scores ranged from 1 to 9 (the higher the score, the higher the retention, transfer, or interest).

Quelle: Rey und Steib (2013)

# Beispiele für Tabellen in Fachzeitschriften II

**Means and Standard Deviations for the Similar and Transfer Test Scores and Ratings of Cognitive Load for the Different Instructional Conditions and Levels of Expertise (Experiment 1)**

Expertise Level	Year 8 ( <i>n</i> = 180)			Year 9 ( <i>n</i> = 180)		
	Theorem and Step Guidance ( <i>n</i> = 60)	Step Guidance ( <i>n</i> = 60)	Problem Solving ( <i>n</i> = 60)	Theorem and Step Guidance ( <i>n</i> = 60)	Step Guidance ( <i>n</i> = 60)	Problem Solving ( <i>n</i> = 60)
Total scores for similar test (0–9)						
<i>M</i>	5.73	6.47	3.97	6.02	7.42	4.52
<i>SD</i>	1.10	0.93	1.09	0.93	0.81	0.97
Total scores for transfer test (0–9)						
<i>M</i>	4.28	5.23	2.30	4.55	6.08	2.72
<i>SD</i>	1.12	0.87	0.79	1.00	0.81	0.76
Ratings of cognitive load (1–9)						
<i>M</i>	5.32	4.73	7.30	4.97	2.73	7.28
<i>SD</i>	1.58	1.07	0.98	1.64	0.73	0.85

Quelle: Bokosmaty, Sweller und Kalyuga (2015)



# Was kann man an der unten dargestellten Tabelle kritisieren?

Unnötiger Einsatz von Farben

0%

Tabelle enthält keine Streuungsmaße

0%

Tabelle enthält vertikale Linien

0%

Tabelle insgesamt überflüssig

0%

Nichts

0%

	Gruppengröße	Lernleistung
Mit Personalisierungen	47	2.15
Ohne Personalisierungen	46	1.34



# Was kann man an der unten dargestellten Tabelle kritisieren?

Unnötiger Einsatz von Farben

##.##%

Tabelle enthält keine Streuungsmaße

##.##%

Tabelle enthält vertikale Linien

##.##%

Tabelle insgesamt überflüssig

##.##%

Nichts

##.##%

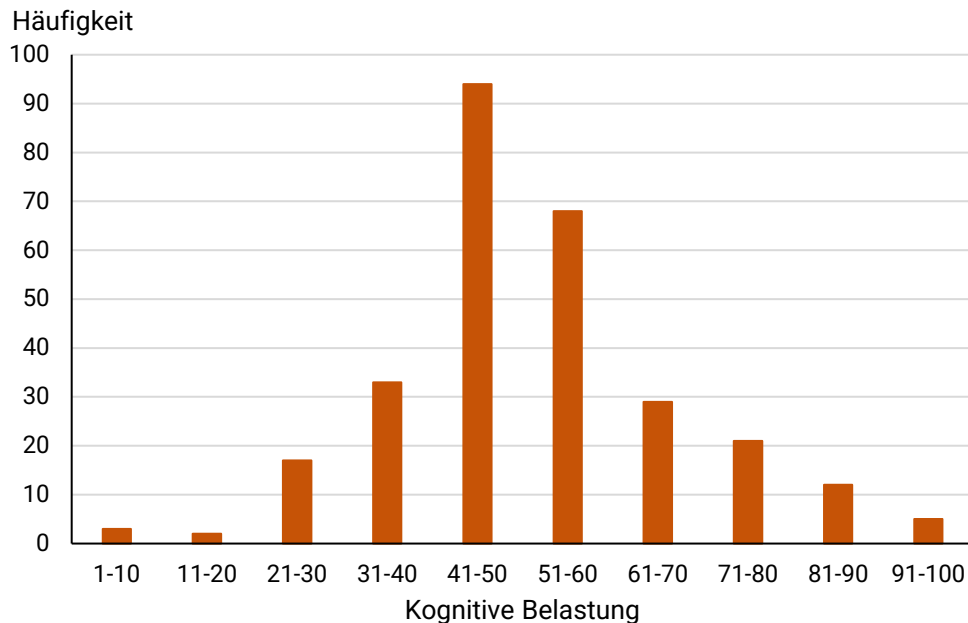
	Gruppengröße	Lernleistung
Mit Personalisierungen	47	2.15
Ohne Personalisierungen	46	1.34

# Abbildungen (z. B. Leonhart, 2017)

- Formen von Abbildungen
  - Histogramm
  - Polygonzug
  - Box-Plot
  - Balkendiagramm
  - Säulendiagramm
  - Streudiagramm
  - Kreisdiagramm
- Empfehlungen zur Gestaltung von Abbildungen

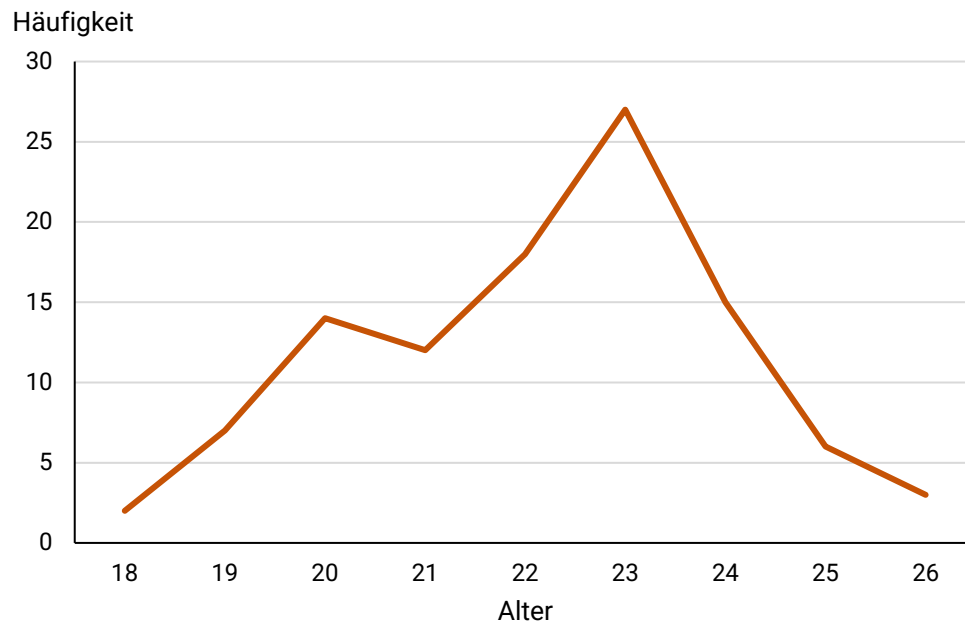
# Histogramm

- **Histogramm:** Abbildung einer Häufigkeitsverteilung in Säulenform
- **Beispiel:** Kognitive Belastung auf einer 100-stufigen Ratingskala



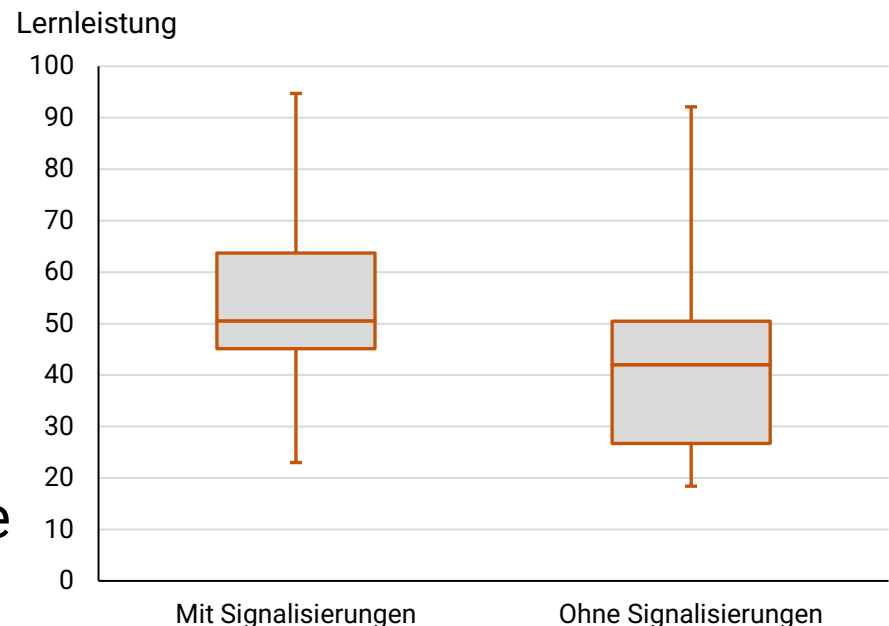
# Polygonzug

- **Polygonzug:** Abbildung einer Häufigkeitsverteilung in Linienform
- **Beispiel:** Altersverteilung einer Stichprobe



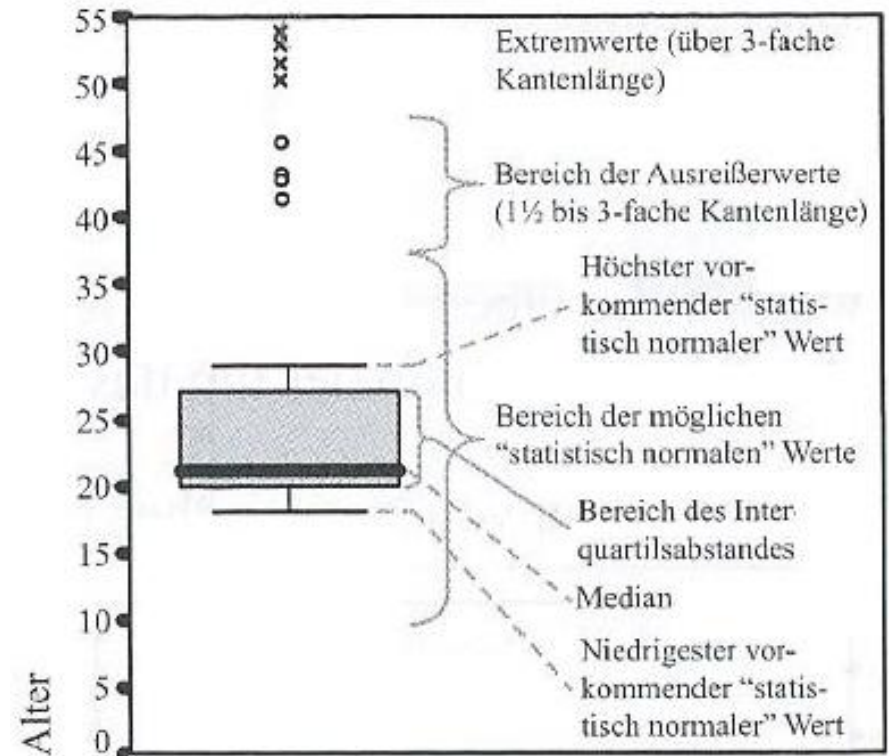
# Box-Plot (z. B. Leonhart, 2017)

- **Box-Plot** (auch Box-Whisker-Plot genannt): Abbildung, die Maße der zentralen Tendenz (meist der Median) und Streuungsmaße (meist Quartile der Gruppen) darstellt
- **Beispiel:** Vergleich der Lernleistungen zwischen den Gruppen mit und ohne Signalisierungen
  - **Median:** Linie in der „Box“
  - **Interquartilbereich:** „Box“
  - **$Q_1$ :** Unteres Ende der „Box“
  - **$Q_3$ :** Oberes Ende der „Box“
  - **Whiskers:** Enthalten alle weiteren Werte, aber ohne Ausreißer oder Extremwerte



# Box-Plot (z. B. Leonhart, 2017)

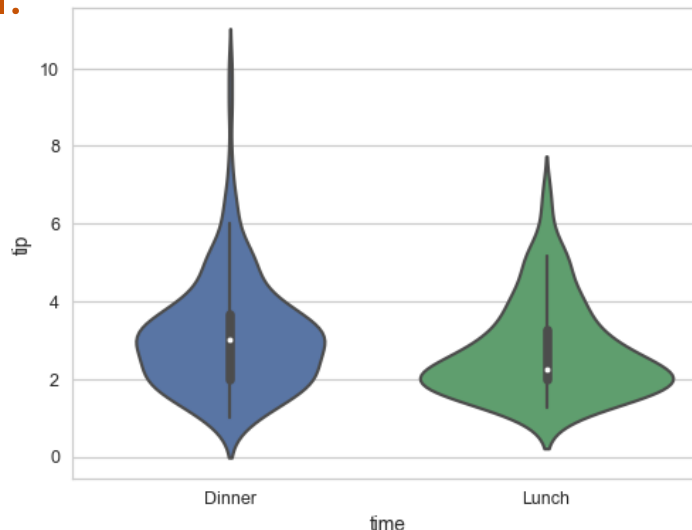
- **Beispiel:** Box-Plot mit Ausreißern und Extremwerten
- **Ausreißer** (als Kreise dargestellt): Werte zwischen dem 1.5- und 3-fachen Abstand des Interquartilbereichs zu  $Q_1$  bzw.  $Q_3$
- **Extremwerte** (als Kreuze oder Sterne dargestellt): Werte größer als der 3-fache Abstand des Interquartilbereichs zu  $Q_1$  bzw.  $Q_3$



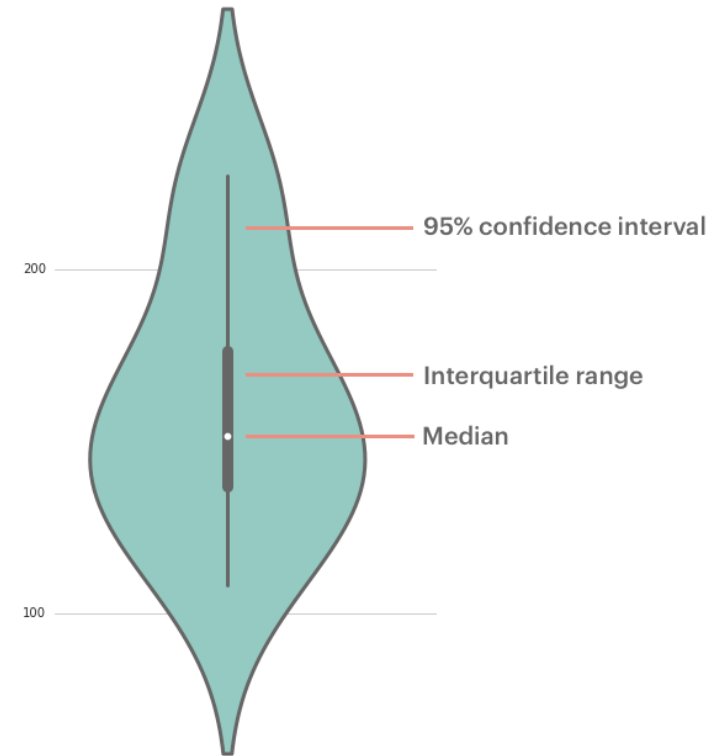
Quelle: Leonhart (2017)

# Violin-Plot (Hintze & Nelson, 1998)

- **Violin-Plot:** Weiterentwicklung des Box-Plot mit Darstellung der Wahrscheinlichkeitsdichte der Daten
- Violin-Plots enthalten mehr Informationen als Box-Plots
- **Beispiel:**



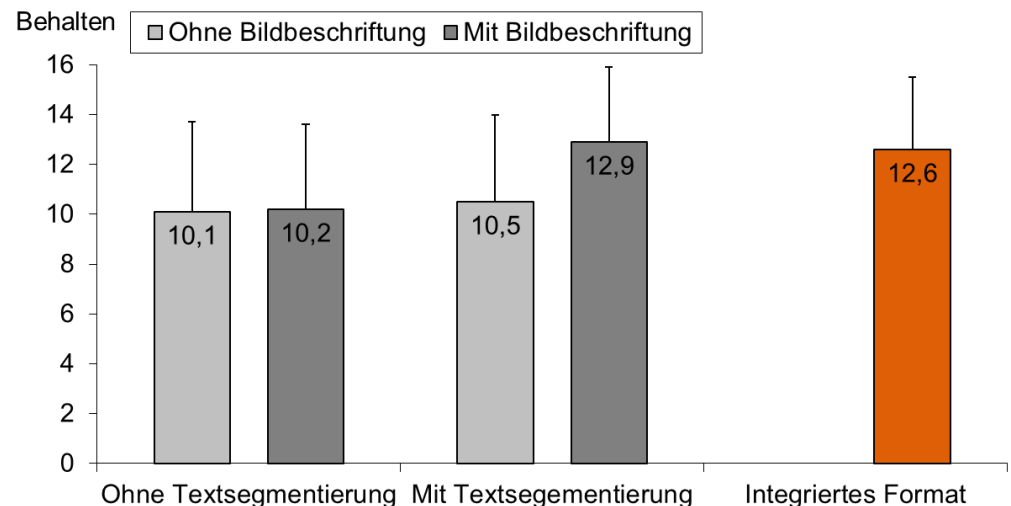
Quelle: <https://seaborn.pydata.org/generated/seaborn.violinplot.html>



Quelle: <https://blog.modeanalytics.com/violin-plot-examples>

# Balken- und Säulendiagramm (z. B. Leonhart, 2017)

- **Balken- und Säulendiagramm:** Abbildung von Daten in Balken- oder Säulenform
- Häufig werden die Mittelwerte verschiedener Gruppen und die dazugehörigen Streuungen (z. B. Standardabweichungen in Form von Fehlerbalken) dargestellt
- **Beispiel:** Experiment zum Split-Attention Effekt von Florax und Plötzner (2010)





# Was kann man an dem rechts dargestellten Säulendiagramm kritisieren?

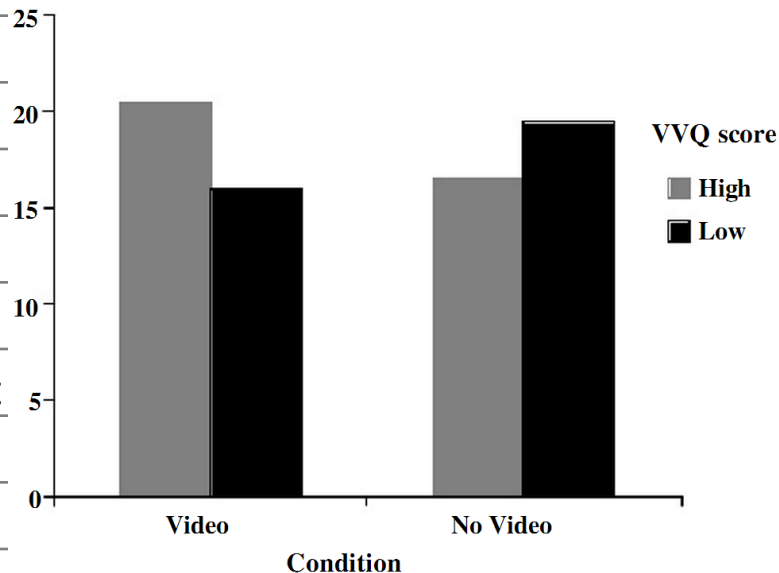
Unklar, was die y-Achse inhaltlich repräsentiert

Fehlende Streuungsmaße

Fehlende Farben in der Abbildung

Säulen nicht genügend räumlich voneinander getrennt

Unklar, wofür „VVQ score“ steht



Quelle: Homer, Plass und Blake  
(2008, Exp. 2)



# Was kann man an dem rechts dargestellten Säulendiagramm kritisieren?

Unklar, was die y-Achse inhaltlich repräsentiert



Fehlende Streuungsmaße



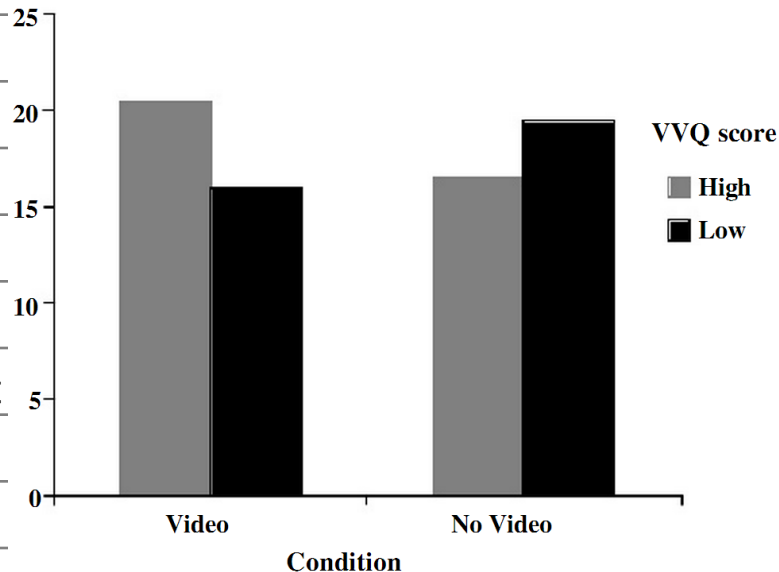
Fehlende Farben in der Abbildung



Säulen nicht genügend räumlich voneinander getrennt



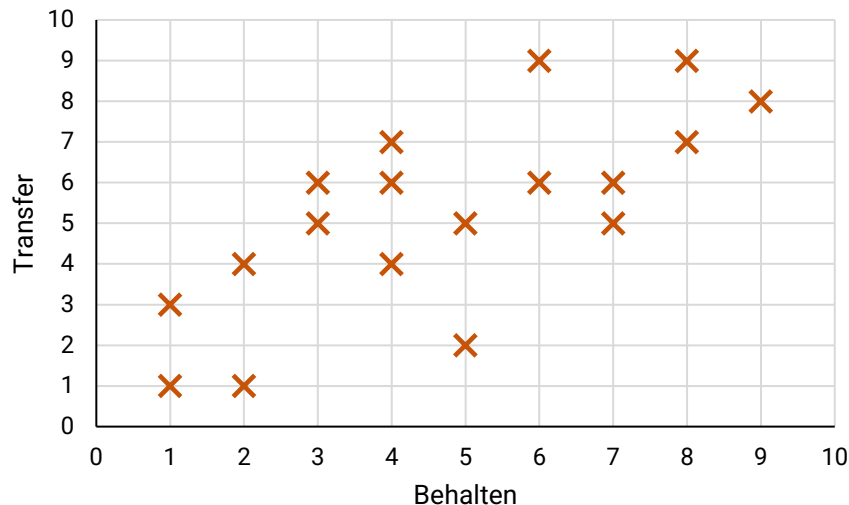
Unklar, wofür „VVQ score“ steht



Quelle: Homer, Plass und Blake (2008, Exp. 2)

# Streudiagramm (z. B. Leonhart, 2017)

- **Streudiagramm** (engl. scatter plot oder scattergraph): Abbildung, die den Zusammenhang zwischen zwei stetigen Variablen verdeutlicht
- Form der Punktwolke liefert Hinweise über den Zusammenhang der beiden Variablen
- **Beispiel:** Fiktiver Zusammenhang zwischen Behalten und Transfer





# Was kann an dem rechts dargestellten Streudiagramm kritisiert werden?

Achsen beginnen nicht bei Null

Unnötige farbige Markierungen

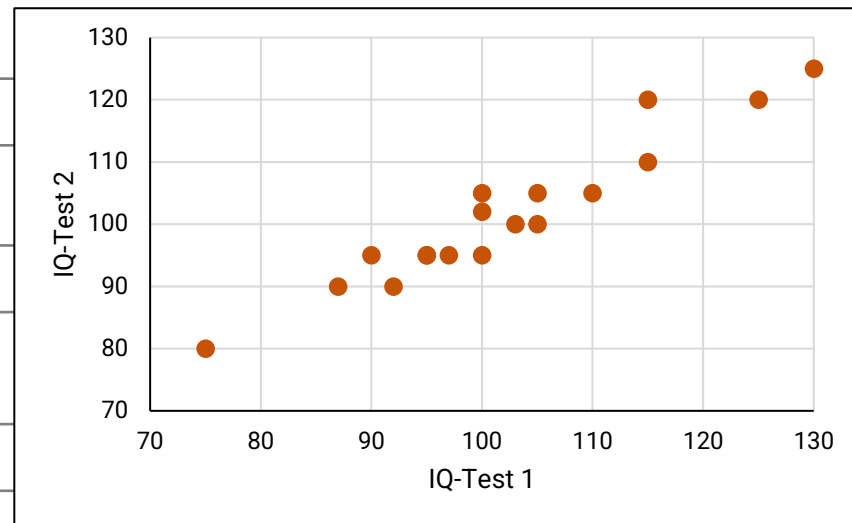
Kreise statt Kreuze als Markierungen

Unnötige Hilfsgitterlinien

0%

Keine der vorherigen Antworten ist korrekt

0%





# Was kann an dem rechts dargestellten Streudiagramm kritisiert werden?

Achsen beginnen nicht bei Null

Unnötige farbige Markierungen

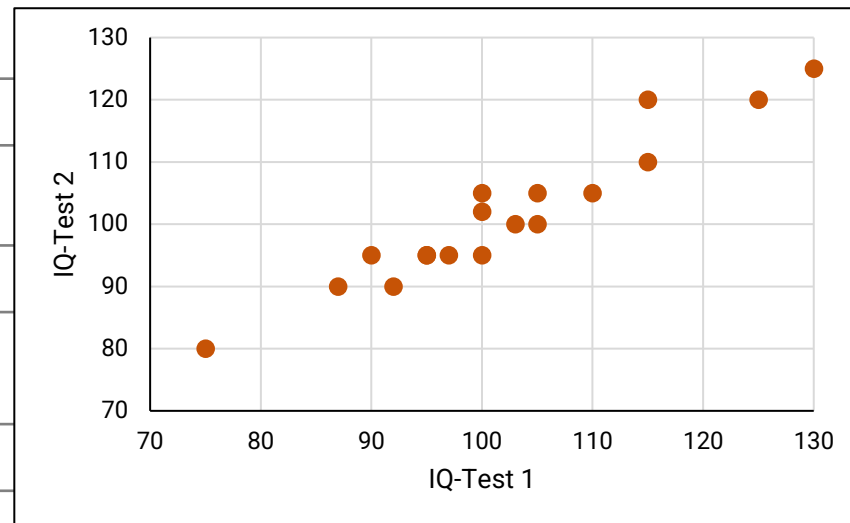
Kreise statt Kreuze als Markierungen

Unnötige Hilfsgitterlinien

##.##%

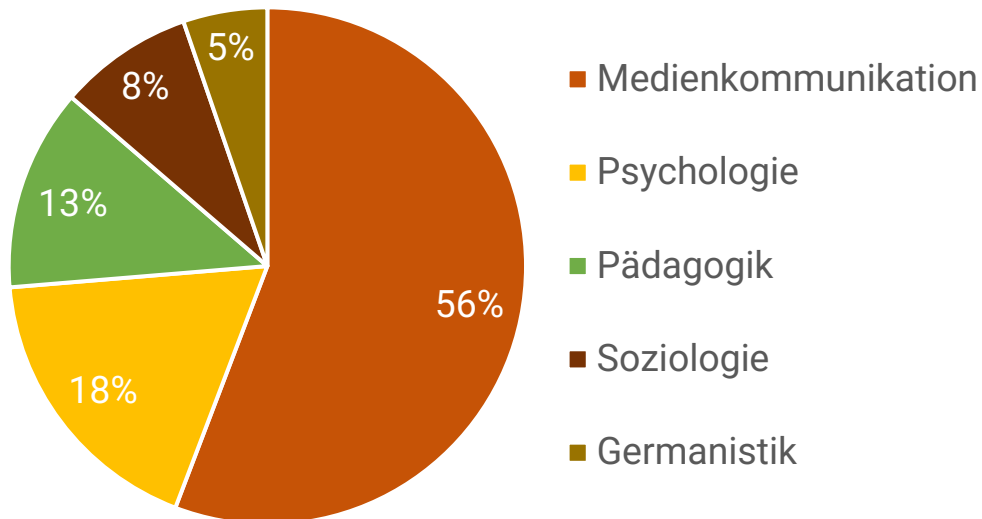
Keine der vorherigen Antworten ist korrekt

##.##%



# Kreisdiagramm

- **Kreisdiagramm** (auch als Kuchen- oder Tortendiagramm bezeichnet): Abbildung, die Teile eines Ganzen in Kreissektoren anordnet
- Prozentwerte werden z. T. als Kreisdiagramme visualisiert
- **Beispiel:** Prozentuale Aufschlüsselung der Studierenden nach Studienfächern

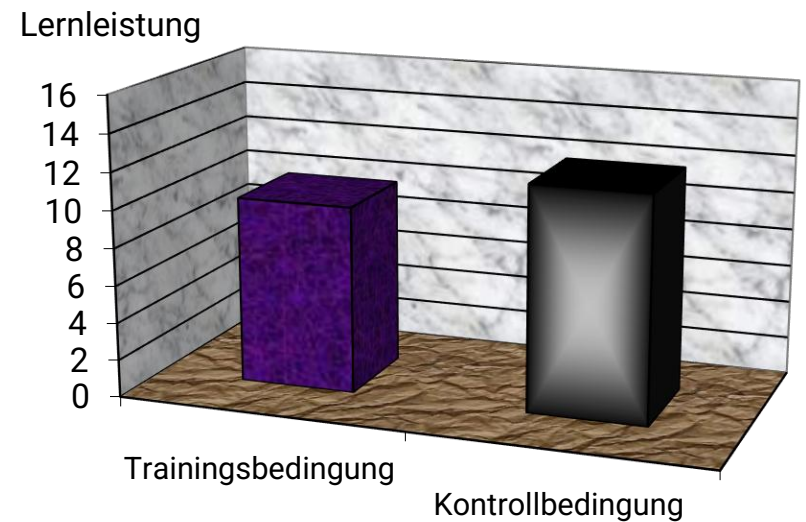
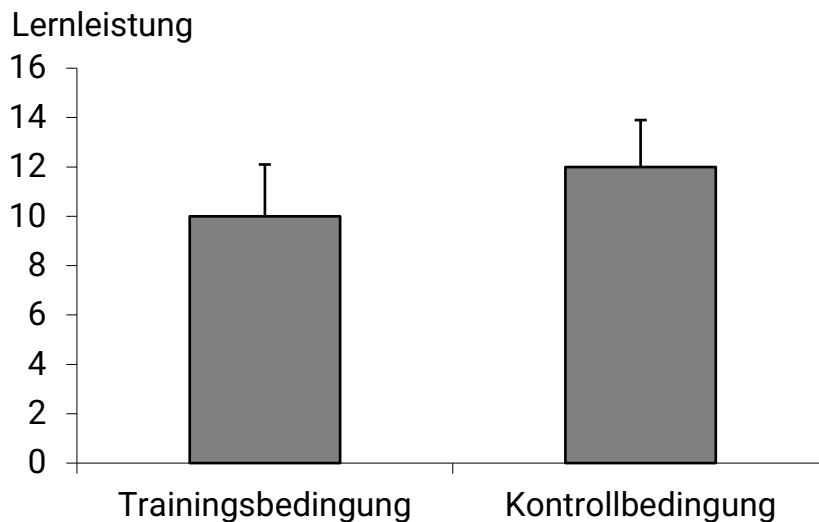


# Empfehlungen zur Gestaltung von Abbildungen (Rey, 2020)

- **Weniger ist (oftmals) mehr**
  - Abbildungen äußerst sparsam verwenden
  - Gestaltungsempfehlungen aus der CLT und CTML beachten
  - Keine oder nur wenige Farben einsetzen
- **Wahrheit und Klarheit**
  - Zusammenhänge in den Daten nicht vortäuschen
  - Daten in den Vordergrund stellen
  - Verständliche und vollständige Abbildungsbeschriftung (Legende) hinzufügen
  - Abbildungen sollten neben Maßen der zentralen Tendenz auch Streuungsmaße (z. B. Standardabweichungen) enthalten

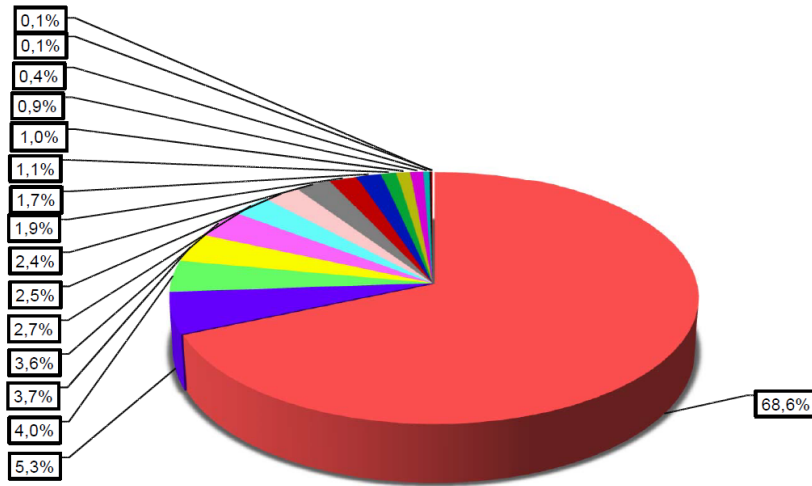
# Beispiele für Abbildungen (Rey, 2020)

- Einfarbige vs. mehrfarbige Abbildungen
- Abbildungen mit vs. ohne Streuungsmaß (hier: Standardabweichung)
- Zweidimensionale vs. dreidimensionale Abbildungen
- Abbildungen ohne vs. mit Hilfslinien



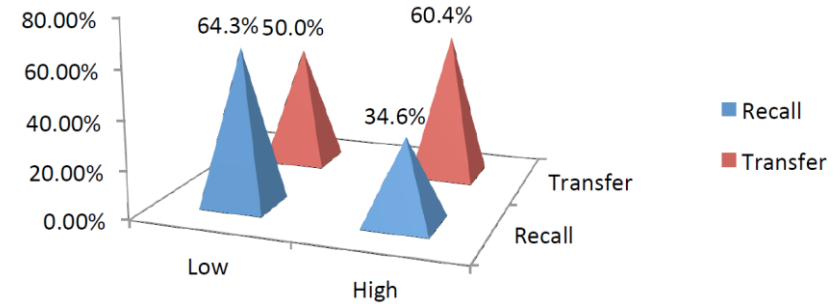
Quelle: Rey (2020)

# Beispiele für Abbildungen



■ Sachsen	■ Bayern	■ Thüringen	■ Baden-Württemberg
■ Nordrhein-Westfalen	■ Sachsen-Anhalt	■ Niedersachsen	■ Brandenburg
■ Hessen	■ Berlin	■ Mecklenburg-Vorpommern	■ Schleswig-Holstein
■ Rheinland-Pfalz	■ Hamburg	■ Saarland	■ Bremen

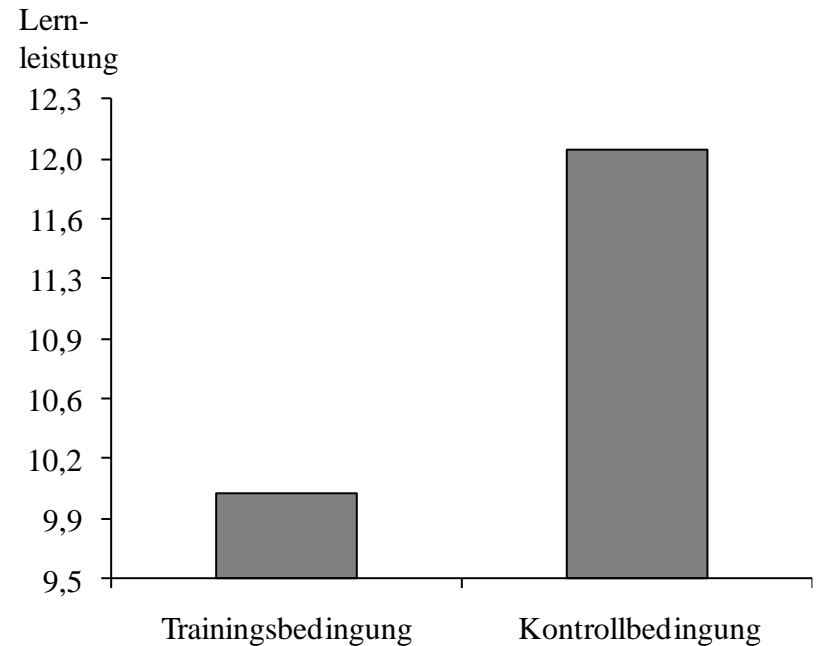
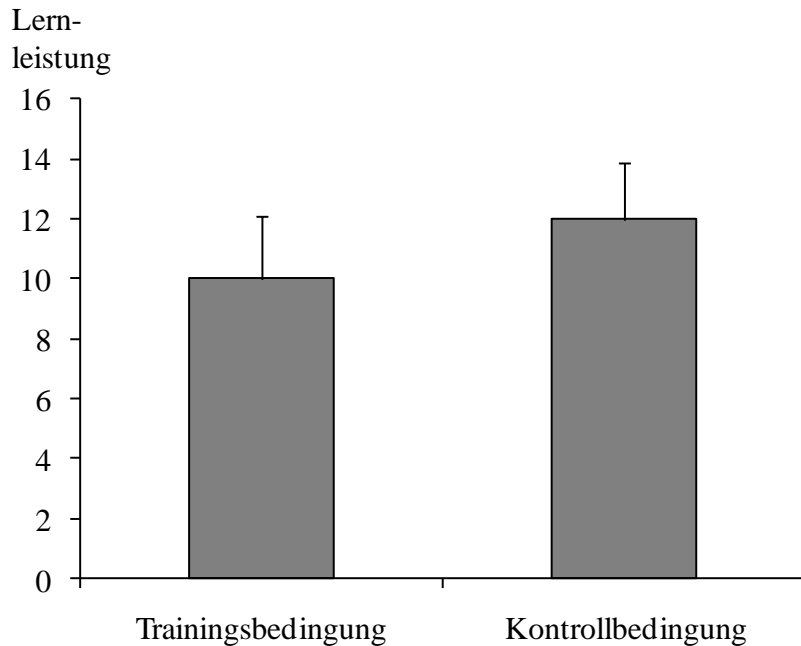
Quelle: Jahresstatistik der TU Chemnitz für das Berichtsjahr 2023.



Quelle: Rias und Zaman (2013).

# Beispiele für Abbildungen (Rey, 2020)

- Abbildungen mit vs. ohne Streuungsmaß (hier: Standardabweichung)
- Abbildungen mit großem vs. kleinem Wertebereich der y-Achse



Quelle: Rey (2020)

# Exkurs: Standardabweichung vs. Standardfehler (z. B. Koschack, 2008)

- Standardabweichung und Standardfehler unterscheiden sich
- **Standardabweichung** (engl. standard deviation, *SD*): Grob gesagt die durchschnittliche Abweichung der Messwerte von ihrem Mittelwert
- **Formel:** 
$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$
- **Standardfehler** (engl. standard error of the mean, *SEM* bzw. *SE*): Theoretische Streubreite der Gruppenmittelwerte, die sich aus unendlich vielen, aus der Population gezogenen Stichproben ergeben würde
- **Formel:**  $SEM = \frac{SD}{\sqrt{n}}$  (Wichtig: *SEM* über *SD* & nicht  $SD^2$  berechnen)

# Exkurs: Standardabweichung vs. Standardfehler (Koschack, 2008)

- Vergleich zwischen Standardabweichung und Standardfehler:

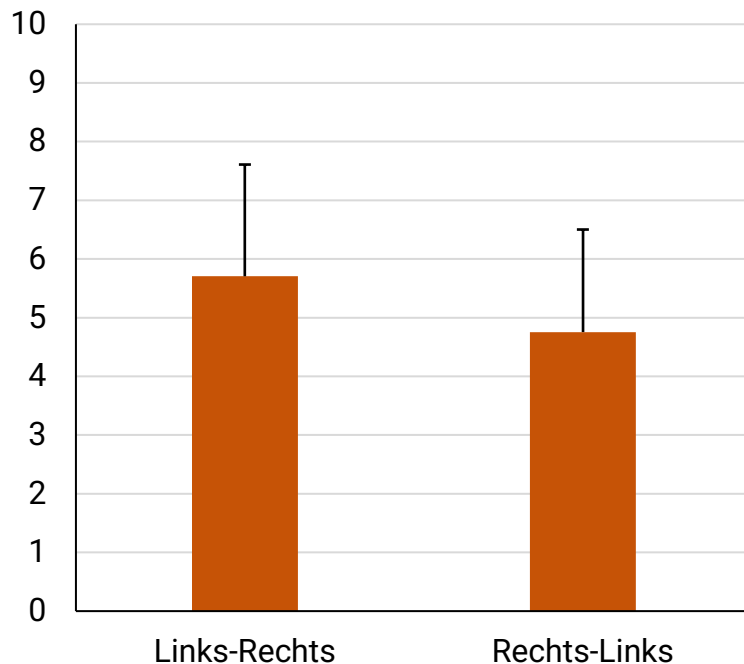
Standardabweichung (SD)	Standardfehler (SE bzw. SEM)
Aussage über die Streuung der erhobenen Werte in einer Stichprobe	Aussage über die „Genauigkeit“ des Mittelwerts in einer Stichprobe
Abhängig von der Variabilität des zu messenden Konstruktes	Abhängig von der Messgenauigkeit
Deskriptivstatistisches Maß	Inferenzstatistisches Maß
Sehr geringer Einfluss der Stichprobengröße auf dieses Maß	Sehr großer Einfluss der Stichprobengröße auf dieses Maß

- Empfehlung von Koschack (2008, S. 259): „Die Angabe der Standardabweichung ist also auf jeden Fall der des Standardfehlers vorzuziehen.“

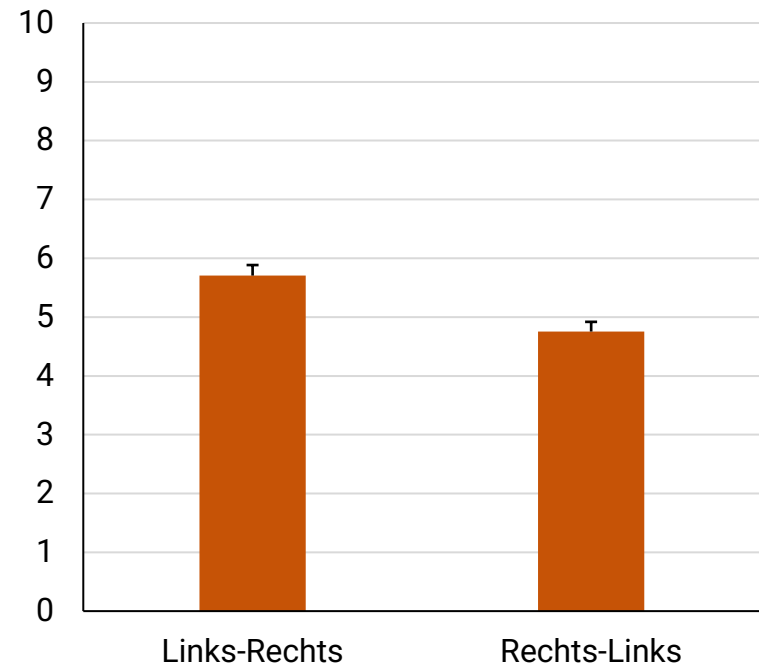
# Exkurs: Standardabweichung vs. Standardfehler

- Beispiel für den Unterschied zwischen Standardabweichung und Standardfehler (für ein Experiment mit zwei Gruppen und  $N = 113$ ):

Säulendiagramm mit  
Standardabweichungen



Säulendiagramm mit  
Standardfehlern



# Zusammenfassung

- **Fließtext, Tabellen und Abbildungen:** Unterschiedliche Möglichkeiten der Ergebnisdarstellung
- **Empfehlung:** Tabellen sparsam einsetzen und nach gängigen Konventionen gestalten
- **Ausgewählte Formen von Abbildungen:** Histogramm, Polygonzug, Box- und Violin-Plot, Balken- und Säulendiagramm, Streudiagramm und Kreisdiagramm
- **Für Tabellen und Abbildungen gilt:** Weniger ist (oftmals) mehr; Wahrheit und Klarheit herstellen
- **Standardabweichung  $\neq$  Standardfehler:** Immer angeben, welches Streuungsmaß visualisiert wird

# Prüfungsliteratur

- Leonhart, R. (2022). *Lehrbuch Statistik. Einstieg und Vertiefung* (5. Auflage). Bern: Huber.
  - Grafische Darstellungen (S. 89–101)
- Rasch, B., Friese, M., Hofmann, W., & Naumann, E. (2021). *Quantitative Methoden 1: Einführung in die Statistik für Psychologie, Sozial- & Erziehungswissenschaften* (5. Aufl.). Heidelberg: Springer.
  - Darstellung von Daten (S. 5–7)
- Rey, G. D. (2020). *Methoden der Entwicklungspsychologie. Datenerhebung und Datenauswertung* (3., überarbeitete Auflage). Norderstedt BoD.

(Unter-)Kapitel	Taschenbuch	E-Book (ePUB)	Webseite
Datenvisualisierung	S. 104–105	S. 84–85	S. 93

- Koschack, J. (2008). Standardabweichung und Standardfehler: der kleine, aber feine Unterschied. *Z Allg Med*, 84, 258–260.

# Weiterführende Literatur

- Bortz, J., & Schuster, C. (2010). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (7. Aufl.). Berlin: Springer.
  - Grafische Darstellungen von Merkmalsverteilungen (S. 39–47)
- Eid, M., Gollwitzer, M., & Schmitt, M. (2017). *Statistik und Forschungsmethoden* (5. Aufl.). Weinheim: Beltz.
  - Univariate Deskriptivstatistik (S. 127–168)
- Tufte, E. R. (2001). *The visual display of quantitative information* (2. Aufl.). Cheshire, Connecticut: Graphics Press.
- Hintze, J. L., & Nelson, R. D. (1998). Violin plots: a box plot-density trace synergism. *The American Statistician*, 52, 181–184.
- Rias, R. M., & Zaman, H. B. (2013). Understanding the role of prior knowledge in a multimedia learning application. *Australasian Journal of Educational Technology*, 29, 537–548.