

**In welchen Situationen sind
nichtparametrische oder
verteilungsfreie Verfahren angezeigt?**

Inhaltsverzeichnis

In welchen Situationen sind nichtparametrische oder verteilungsfreie Verfahren angezeigt?	2
Lernhinweise	2
Theorie (1-5)	2
1. ordinal oder nominal skalierte Merkmale	2
2. ordinales Skalenniveau bei einer erschlossenen Konstruktvariable	4
3. nicht erfüllte Verteilungsvoraussetzungen parametrischer Verfahren	6
4. Vergleich ganzen Häufigkeitsverteilungen	8
5. Zusammenfassung zum Lernschritt	9

In welchen Situationen sind nichtparametrische oder verteilungsfreie Verfahren angezeigt?

Lernhinweise

Die Frage "parametrische oder nichtparametrische Auswertungsverfahren?" stellt sich nicht nur bei der Planung einer empirischen Untersuchung. Vielmehr muss die Frage im Zusammenhang mit jeder statistischen Datenauswertung neu überdacht und beantwortet werden.

Wieso denn das?

Ganz einfach: Nichtparametrische oder verteilungsfreie Verfahren werden aus ganz unterschiedlichen Gründen eingesetzt, die bei der Planung einer Untersuchung nicht alle vollständig überblickt werden können.

Im folgenden werden die vier wichtigsten Situationen besprochen, in denen nichtparametrische oder, wie man auch sagt, verteilungsfreie Verfahren zum Einsatz kommen.

Geschätzte Bearbeitungszeit & Benötigte Vorkenntnisse

Diesen Lernschritt können Sie in ca. 30 Minuten bearbeiten, wenn Sie mit den Eigenschaften der verschiedenen Skalenniveaus und dem Grundprinzip entscheidungsstatistischer Verfahren vertraut sind.

Theorie (1-5)

Inhaltsübersicht:

- 1. ordinal oder nominal skalierte Merkmale
- 2. ordinales Skalenniveau bei einer erschlossenen Konstruktvariable
- 3. nicht erfüllte Verteilungsvoraussetzungen parametrischer Verfahren
- 4. Vergleich ganzen Häufigkeitsverteilungen
- 5. Zusammenfassung zum Lernschritt

1. ordinal oder nominal skalierte Merkmale

Die parametrischen Verfahren zum Vergleich von Stichprobenmittelwerten oder Stichprobenvarianzen (t-Tests, F-Test, Varianzanalyse etc.) basieren auf Verteilungskennwerten

$$(\bar{x}, s)$$

und Schätzwerten für die Parameter der jeweiligen Prüfverteilungen (z.B.

$$\hat{\sigma}_x^2$$

).

Verteilungskennwerte und -parameter können aber nur bestimmt werden, wenn das interessierende Merkmal X zumindest intervallskaliert ist. Für ordinal und nominal skalierte Merkmale können weder Mittelwerte noch Standardabweichungen angegeben werden, parametrische Verfahren sind in diesen Fällen für den Vergleich von Stichprobendaten nicht brauchbar.

In welchen Situationen sind nichtparametrische oder verteilungsfreie Verfahren angezeigt?

Glücklicherweise gibt es nun aber auch für ordinal und nominal skalierte Daten Verfahren, mit denen Verteilungen bezüglich ihrer Ähnlichkeit verglichen werden können. Da sich diese Verfahren nicht auf Verteilungskennwerte und -parameter stützen, spricht man von nichtparametrischen Verfahren.

Beispiel: Wenn ordinal oder nominal skalierte Stichprobendaten auf signifikante Unterschiede untersucht werden sollen

Am Sporttag unserer Eurotest AG haben sich 14 Mitarbeitende am Wettkampf im Bogenschiessen beteiligt. Am abendlichen Fest wird zum krönenden Abschluss die folgende Rangliste zum Bogenschiessen präsentiert:

1. Rang	Nina Reinhardt
2. Rang	Susanne Aepli
3. Rang	Urs Zwahlen
4. Rang	Dorothea Zink
5. Rang	Oliver Berger
6. Rang	Marianna Zweig
7. Rang	Fritz Hefti
8. Rang	Marlene Gerber
9. Rang	Willi Weiss
10. Rang	Mick Godenzi
11. Rang	Felix Habermacher
12. Rang	Roland von Waldkirch
13. Rang	Anna Hübscher
14. Rang	Innozenz Q. Testli

Nach kurzer Einsichtnahme frohlocken die beteiligten Damen:



Wir sind bedeutend besser im Bogenschiessen als unsere männlichen Kollegen !!!!!

Natürlich glauben wir den Damen gerne und gratulieren zum Erfolg. Allein, wir können ihre Behauptung auch entscheidungsstatistisch überprüfen, wenn wir ein Verfahren zu Verfügung haben, mit dem wir die Resultate der weiblichen und männlichen Bogenschützen bezüglich der zentralen Tendenzen in den Rangverteilungen vergleichen können. Solche Verfahren, die sich nur auf die Ranginformation der Daten stützen, gehören zu den nichtparametrischen Verfahren.

Wir halten fest

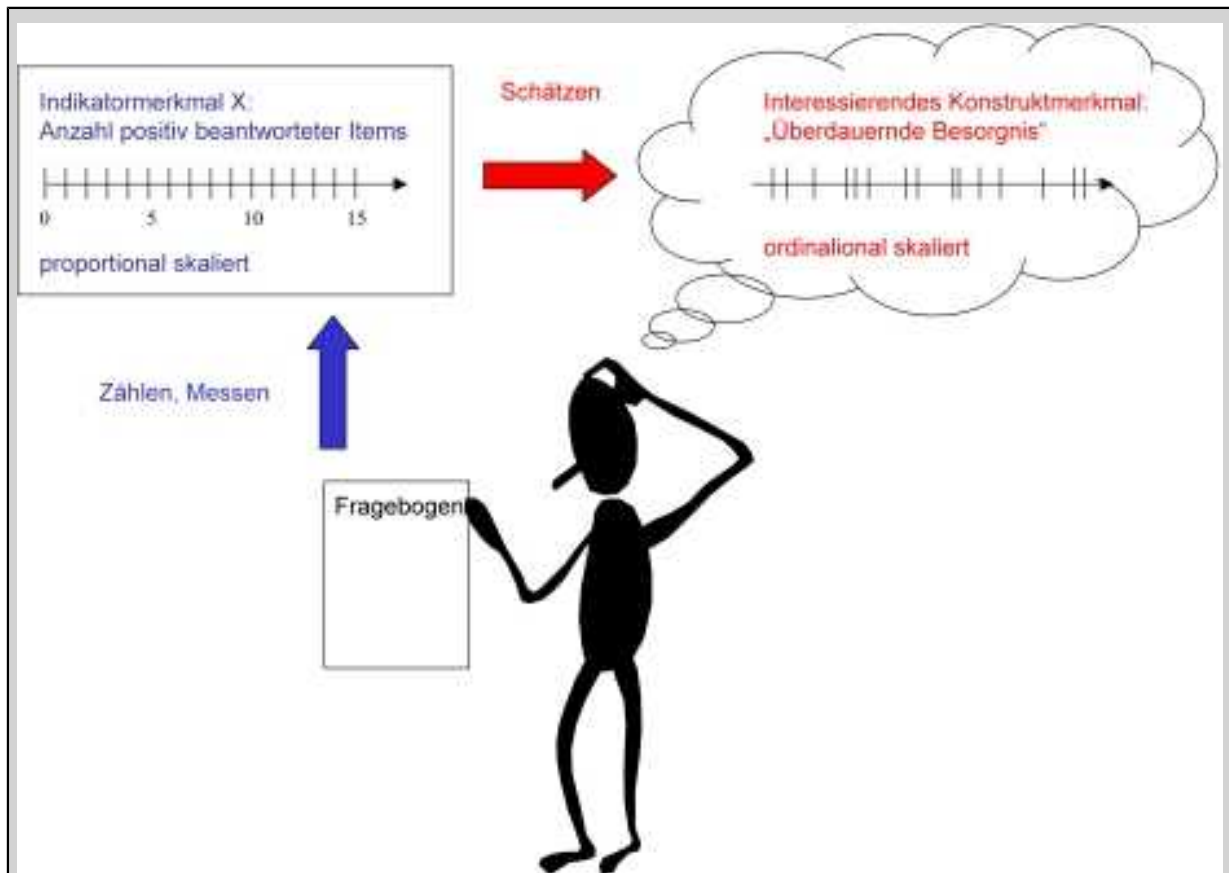
Nichtparametrische Verfahren kommen zum Einsatz, wenn das interessierende Merkmal X ordinal oder nominal skaliert ist.

2. ordinales Skalenniveau bei einer erschlossenen Konstruktvariable

Nun kommt es in den Sozialwissenschaften aber auch häufig vor, dass mit einem beobachtbaren Merkmal X (man spricht in diesem Fall auch von einer Indikatorvariablen) ein nicht beobachtbares Konstrukt eingeschätzt wird. Die erhobene Indikatorvariable X ist dabei oft intervall- oder gar proportional skaliert, unsicher ist aber meist, inwieweit das interessierende Konstrukt, über das eine Aussage gemacht werden soll, den Anforderungen einer Intervallskala genügt. Auch in diesen Fällen wählen wir nichtparametrische Auswertungsverfahren und schützen uns damit vor übertriebenen Interpretationen bezüglich des interessierenden Konstrukts.

In welchen Situationen sind nichtparametrische oder verteilungsfreie Verfahren angezeigt?

Beispiel: Über eine proportional skalierte Indikatorvariable wird ein ordinal skaliertes Konstrukt eingeschätzt.



Wir möchten unsere Probandinnen und Probanden bezüglich des Konstruktmerkmals "Überdauernde Besorgnis" einschätzen, wobei unter dem Konstrukt "Überdauernde Besorgnis" eine situationsunabhängige, generelle Lebensbesorgnis verstanden werden soll.

Da man den Ausprägungsgrad dieses Konstrukts nicht wie eine physikalische Grösse messen kann, muss seine Ausprägung z.B. anhand eines geeigneten Fragebogens geschätzt werden. Auf diesem haben die Testpersonen eine Reihe von Aussagen, die ganz unterschiedliche Aspekte der generellen Lebensbesorgnis thematisieren, positiv oder negativ zu beantworten. Die Anzahl positiv beantworteter Items ist dann das Indikatormerkmal X, seine Ausprägung dient als Schätzwert für den Ausprägungsgrad des tatsächlich interessierenden Konstruktmerkmals "Überdauernde Besorgnis".

Die Indikatorvariable X, d.h. die Anzahl positiv beantworteter Items, wird in ganzen Zahlen ausgedrückt und ist sicher proportional skaliert. Leider ist aber nicht anzunehmen, dass das über X geschätzte Konstrukt "Überdauernde Besorgnis" der strengen Metrik einer Intervall- oder Proportionalskala folgt. So kann z.B. mit Sicherheit angenommen werden, dass einem Unterschied von 2 Punkten im Indikatormerkmal X nicht immer derselbe Unterschied im interessierenden Konstrukt "Überdauernde Besorgnis" entspricht.

Wollen wir Aussagen zum Konstrukt "Überdauernde Besorgnis" machen, so müssen wir von ordinal skalierten Daten ausgehen, obwohl das Indikatormerkmal X (Anzahl positiv beantworteter Items) proportional skaliert ist.

Wir halten fest

Nichtparametrische Verfahren kommen zum Einsatz, wenn von einem interessierenden Konstrukt, das über eine intervall- oder proportional skalierte Indikatorvariable eingeschätzt wird, höchstens ein ordinales Skalenniveau angenommen werden darf.

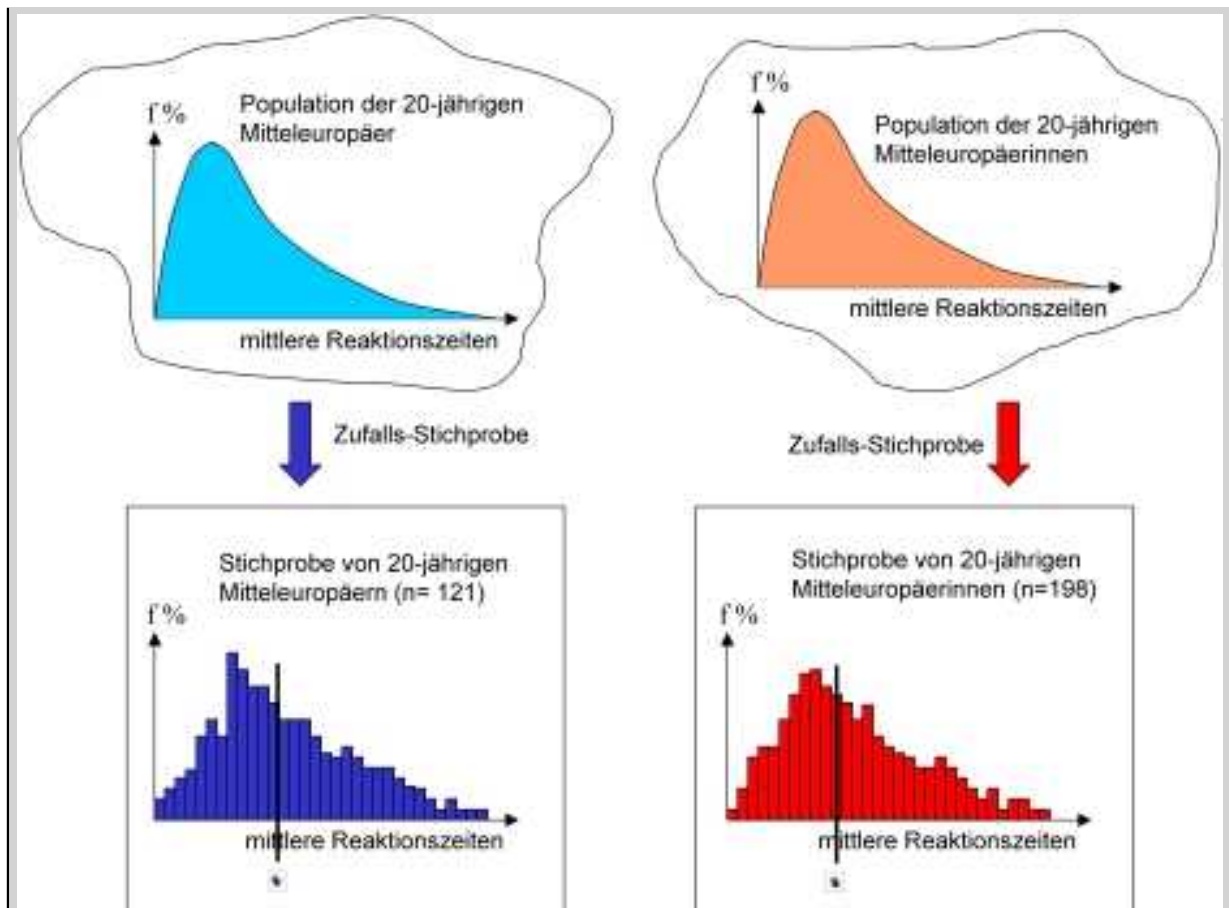
3. nicht erfüllte Verteilungsvoraussetzungen parametrischer Verfahren

Auch in der dritten Situation, die den Einsatz nichtparametrischer Verfahren erfordert, ist das interessierende Merkmal X intervall- oder proportional skaliert. Damit wären parametrische Verfahren denkbar. Sind nun aber eine oder mehrere Voraussetzungen nicht erfüllt, die die parametrischen Verfahren an die Daten stellen (z.B. Normalverteilung des Merkmals X in der Population), so fallen die parametrischen Verfahren aus diesem Grund aus. Auch in diesen Fällen wählen wir nichtparametrische Verfahren, weil diese bezüglich der Verteilung des interessierenden Merkmals in der Population nichts voraussetzen. Da in solchen Fällen verletzte Verteilungsvoraussetzungen im Vordergrund stehen, nennt man nichtparametrische Verfahren häufig auch verteilungsfreie Verfahren.

Beispiel: Ein proportional skaliertes Merkmal ist in den Populationen nicht normalverteilt: Wir wählen ein nichtparametrisches Verfahren

In sog. Reaktionstests werden Probandinnen und Probanden bezüglich der Geschwindigkeit untersucht, mit der sie auf einen visuellen oder akustischen Reiz reagieren können. Konkret misst man die Zeit, die verstreicht, bis die Versuchsperson nach einer Reizpräsentation z.B. einen Knopf drückt oder auf ein Fusspedal tritt. Die Versuchspersonen lösen ganze Serien gleichartiger Reaktionsaufgaben; der Mittelwert der Reaktionszeiten einer Person gilt dann als personenspezifische mittlere Reaktionszeit. Je eine Stichprobe weiblicher und männlicher Probanden hat diesen etwas langweiligen aber klassischen Test absolviert, von beiden Stichproben liegen die Verteilungen der personenspezifischen mittleren Reaktionszeiten vor.

In welchen Situationen sind nichtparametrische oder verteilungsfreie Verfahren angezeigt?



Wollen wir nun prüfen, ob der zwischen den beiden Stichproben feststellbare Unterschied in den Verteilungsmittelwerten als Geschlechtsunterschied interpretiert werden darf, fällt uns als erstes natürlich ein t-Test für unabhängige Stichproben ein. Dies wohl deshalb, weil das interessierende Merkmal "mittlere Reaktionszeit" proportional skaliert ist.

Prüfen wir nun, ob die Voraussetzungen gegeben sind, die für die Durchführung eines t-Tests erfüllt sein müssen, so kommen wir zur Frage nach der Verteilung des interessierenden Merkmals "mittlere Reaktionszeit" in den Populationen der Probandinnen und Probanden. Wir konsultieren die diesbezügliche Fachliteratur und kommen zum Schluss, dass das Merkmal "mittlere Reaktionszeit" wohl monomodal, also eingipflig, aber nie normal verteilt sein kann. Dies leuchtet uns auch ein, ist doch der menschlichen Reaktionsfähigkeit gegen unten eine physikalische Grenze gesetzt.

Somit liegt wohl ein proportional skaliertes Merkmal vor, leider ist dieses Merkmal aber in den Populationen der Männer und Frauen nicht normalverteilt. Die beiden Stichprobenmittelwerte können nicht mit einem t-Test für unabhängige Stichproben verglichen werden.

Wir können unsere Frage nur beantworten, wenn wir die beiden Stichproben mit einem Verfahren vergleichen, das bezüglich der Verteilung des Merkmals in den Populationen nichts voraussetzt. Solche Verfahren nennen wir verteilungsfreie oder nichtparametrische Verfahren.

Wir halten fest

Nichtparametrische (verteilungsfreie) Verfahren kommen zum Einsatz, wenn das interessierende Merkmal wohl intervall- oder proportional skaliert ist, wenn aber eine oder mehrere Voraussetzungen nicht erfüllt sind, die parametrische Auswertungsverfahren an die Daten stellen.

4. Vergleich ganzen Häufigkeitsverteilungen

Häufig stehen wir vor der Frage, ob die beobachtete Verteilung eines intervall- oder proportional skalierten Merkmals nur zufällig von einer theoretisch erwarteten Verteilung, z.B. einer Normalverteilung, abweicht. In diesen Fällen möchten wir ganze Verteilungen bezüglich eines signifikanten Unterschiedes untersuchen.

Solche Vergleiche, die ganze Verteilungen betreffen, sind unabhängig vom Skalenniveau des interessierenden Merkmals mit einem speziellen nichtparametrischen Verfahrens, konkret mit einem univariaten oder linearen

χ^2

-Verfahren, möglich.

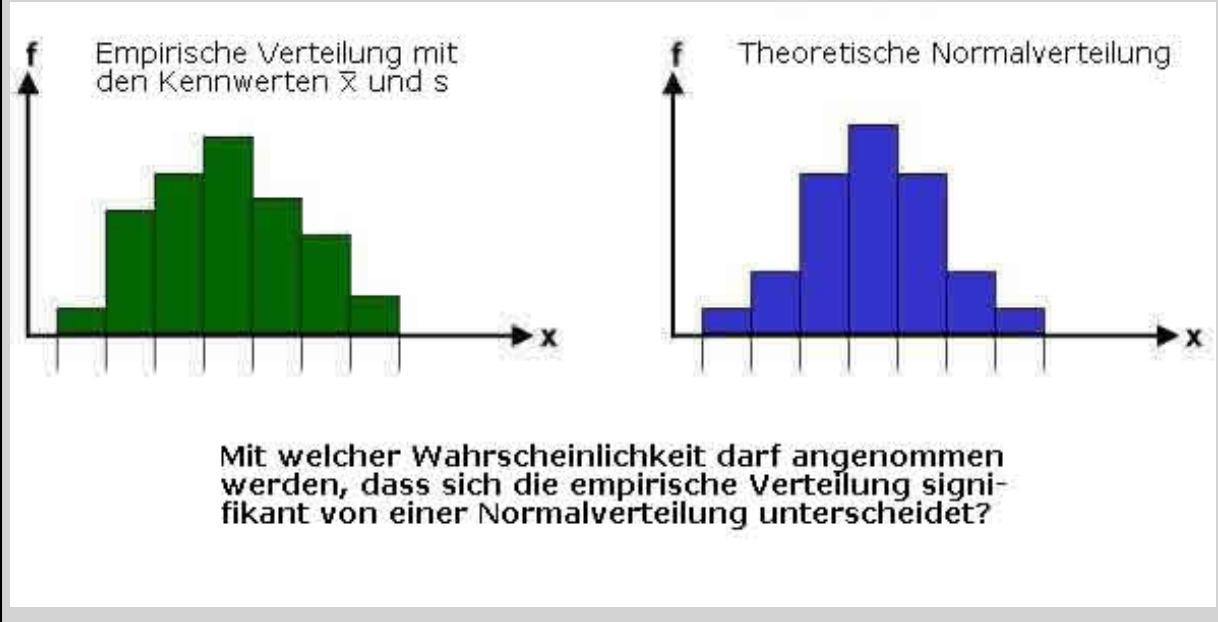
Beispiel: Wir vergleichen eine empirische Verteilung mit einer Normalverteilung. Unterscheiden sich die beiden Verteilungen signifikant?

In der Forschungspraxis stellt sich häufig die Frage, ob die in einer Stichprobe erhobene Verteilung eines Merkmals X nur zufällig von einer Normalverteilung abweicht. Diese Frage kann mit einem speziellen nichtparametrischen Verfahren, mit einem linearen

χ^2

-Verfahren entscheidungstatistisch angegangen werden.

Konkret können wir bestimmen, mit welcher Irrtumswahrscheinlichkeit p angenommen werden darf, dass sich die Verteilung des Merkmals in der Stichprobe signifikant von einer Normalverteilung unterscheidet.



Wir halten fest

Ein nichtparametrisches Verfahren, konkret ein univariates oder lineares Chi-Quadrat-Verfahren, wird eingesetzt, wenn zwei ganze Verteilungen bezüglich eines signifikanten Unterschieds geprüft werden sollen.

5. Zusammenfassung zum Lernschritt

Weil die vier ganz unterschiedlichen Gründe für die Wahl eines nichtparametrischen (verteilungsfreien) Verfahrens so wichtig sind, prägen wir sie uns ein!

wir wählen ein nichtparametrisches (verteilungsfreies) Verfahren:

1. wenn das interessierende Merkmal X ordinal oder nominal skaliert ist.
2. wenn von einem interessierenden Konstrukt, das über ein intervall- oder proportional skaliertes Indikatormerkmal eingeschätzt wird, höchstens ein ordinales Skalenniveau angenommen werden darf.
3. wenn das interessierende Merkmal wohl intervall- oder proportional skaliert ist, wenn aber eine oder mehrere Voraussetzungen nicht erfüllt sind, die parametrische Auswertungsverfahren an die Daten stellen.
4. wenn wir zwei ganze Verteilungen vergleichen und bezüglich eines signifikanten Unterschieds prüfen wollen.

Im Zusammenhang mit der Frage "Parametrisches oder nichtparametrisches Auswertungsverfahren?" erinnern wir uns auch an einen Sachverhalt, der bei der Einführung der vier Skalenniveaus angesprochen wurde. Damals wurden die Skalenniveaus wie folgt hierarchisch geordnet:

Skala	Skalenniveau	Information über
Nominalskala	1	Gleichheit/Verschiedenheit
Ordinalskala	2	grösser/kleiner Relationen
Intervallskala	3	Vergleich von Differenzen
Proportionalskala	4	Vergleich von Proportionen

Dieser Tabelle entnehmen wir, dass mit steigendem Skalenniveau die Information über die skalierten Daten zunimmt. So können z.B. auf dem Niveau einer Intervallskala Differenzen zwischen verschiedenen Ausprägungsgraden des interessierenden Merkmals adäquat beschrieben werden. Dies bedeutet natürlich, dass die intervallskalierten Ausprägungen auch bezüglich der grösser/kleiner Relationen und bezüglich ihrer Gleichheit/Verschiedenheit beurteilt werden können.

Wir merken uns

- Daten dürfen immer auch auf einem tieferen Skalenniveau ausgewertet werden als sie erhoben wurden. Dies ganz einfach deshalb, weil sie die für die Auswertung notwendige Information beinhalten.
- Daten dürfen aber höchstens auf dem Skalenniveau ausgewertet werden, auf dem sie erhoben wurden. Eine Auswertung auf einem höheren Niveau ist nie zulässig, weil die Daten die Information eines höheren Niveaus nicht beinhalten.
- So dürfen z.B. intervallskalierte Daten auch auf ordinalem oder nominalem Skalenniveau ausgewertet werden. Eine Auswertung ordinal skalierte Daten ist indessen auf Intervallskalenniveau nicht möglich.

Damit können wir uns bezüglich der Gretchenfrage "Parametrische oder nichtparametrische Verfahren?" folgendes merken:

Intervall- oder proportional skalierte Daten können auch mit nichtparametrischen Verfahren ausgewertet werden, ordinal oder nominalskalierte Daten aber nie mit parametrischen Auswertungsverfahren.