

## Vergleiche von Gruppen hinsichtlich Ihrer zentralen Tendenz

Im folgenden sollen Analyseverfahren dargestellt werden, die zwei oder mehr Gruppen hinsichtlich ihrer zentralen Tendenz in einer einzelnen Variablen vergleichen. Im Fall metrischer und idealerweise normalverteilter Variablen sind die Verfahren der Wahl für zwei Gruppen der T-Test für unabhängige Stichproben oder für mehrere Gruppen die einfaktorielle Varianzanalyse. In diesem Zusammenhang wird hier - wenn auch im eigentlichen Sinn kein Gruppenvergleich - der T-Test für abhängige Variablenpaare dargestellt. Bei ordinalskalierten Variablen oder wenn die Verteilungsvoraussetzungen für die parametrischen Verfahren nicht als gegeben angenommen werden können, wird der Zweigruppen-Vergleich mittels U-Test und der Mehrgruppenvergleich mit dem Kruskal-Wallis-Test berechnet.

The screenshot shows the 'Analyze' menu with 'Mittelwerte vergleichen' and 'Einfaktorielle ANOVA' highlighted. Lines connect these options to callout boxes on the right.

- ① T-Test für eine Stichprobe: Prüft, ob ein Gruppenmittelwert von einem bestimmten Wert verschieden ist.
- ② T-Test für unabhängige Stichproben: Mittelwertsvergleich zwischen zwei Gruppen.
- ③ T-Test für abhängige Variablenpaare (i.e.S. kein Gruppenvergleich)
- ④ Einfaktorielle Varianzanalyse: Mittelwertsvergleich zwischen mehr als zwei Gruppen.

Verfahren für Mittelwertsvergleiche von metrischen Variablen

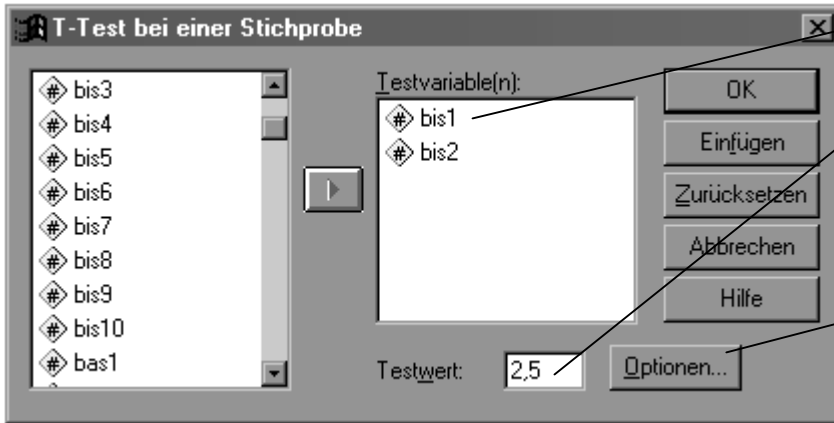
The screenshot shows the 'Analyze' menu with 'Nichtparametrische Tests' highlighted. A sub-menu is open showing 'Kruskal-Wallis-Test' and 'U-Test'. Lines connect these options to callout boxes on the right.

- ⑤ U-Test für den Vergleich von zwei Gruppen.
- ⑥ Kruskal-Wallis-Test für den Vergleich von mehr als zwei Gruppen.

Verfahren für Gruppenvergleiche bei ordinalskalierten Variablen bzw. bei fehlenden Verteilungsvoraussetzungen

## T-Test für eine Stichprobe

Der T-Test für eine Stichprobe ist im eigentlichen Sinn kein Gruppenvergleich, sondern prüft, ob der Wert in einer Variablen (in der Gesamtheit der analysierten Fälle der aktuellen Datendatei) von einem bestimmten Wert abweicht. Dies kann z.B. beim Vergleich einer Stichprobe mit dem Mittelwert einer Normstichprobe sinnvoll sein, dürfte aber dennoch eine relativ seltene Analyse darstellen.



Ausgewählte Testvariable(n)

Testwert. In diesem Beispiel wird geprüft, ob der Mittelwert der ausgewählten Variablen von 2,5 abweicht.

Unter "Optionen" kann die Wahrscheinlichkeit für das Konfidenzintervall der Abweichung vom Testwert eingestellt werden. Auf den eigentlichen Test hat das keinen Einfluss.

Dialogfeld „T-Test bei einer Stichprobe“

### T-Test für eine Stichprobe: Ausgabe

#### T-Test

**Statistik bei einer Stichprobe**

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
BIS1	733	2,65	,84	,03
BIS2	731	2,76	,93	,03

**Test bei einer Stichprobe**

	Testwert = 2,5					
	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
					Untere	Obere
BIS1	4,985	732	,000	,15	,09	,22
BIS2	7,695	730	,000	,26	,20	,33

Beide ausgewählten Variablen weichen hochsignifikant vom gewählten Testwert 2,5 ab. Die Prüfgröße ist der T-Wert mit den zugehörigen Freiheitsgraden unter "df". Die  $H_0$ -Wahrscheinlichkeit steht unter "Sig.". Der Mittelwert der Variablen "BIS1" z.B. weicht mit  $T = 4,985$ ,  $df = 732$  und  $p \leq .001$  von 2,5 ab.

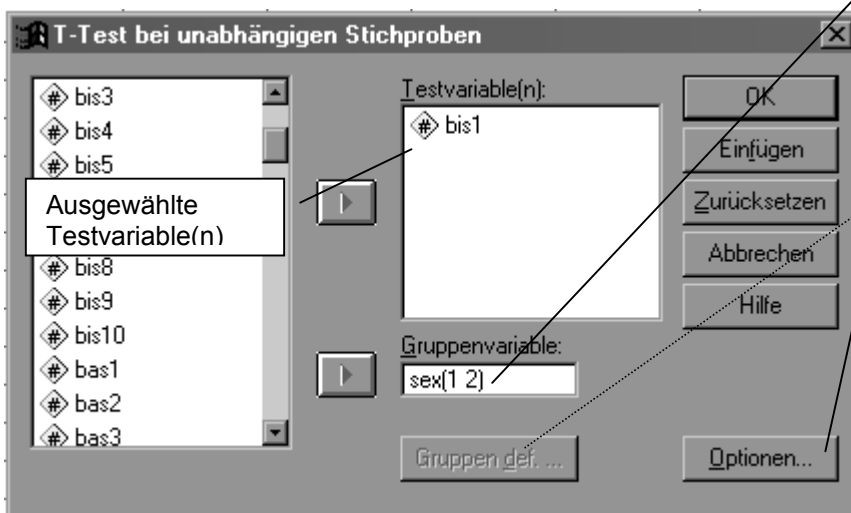
## T-Test für unabhängige Stichproben

### Datenstruktur: Gruppenvariablen

Ein wichtiges Grundprinzip bezüglich der Datenstruktur ist bei allen Gruppenvergleichen zu beachten: Es wird eine Gruppenvariable benötigt, welche für jeden Fall die Information über die Gruppenzugehörigkeit enthält. Im Nebenstehenden Beispiel enthält die Variable "sex" die Information über das Geschlecht des jeweiligen Falls (Gruppe 1: Fall 1 & 3; Gruppe 2: Fall 3)

	sex	sc.bis	sc.bas
1	1	2,50	2,56
2	2	1,40	3,30
3	1	2,10	3,50

(z.B. 1=männlich, 2=weiblich)



Dialogfeld „T-Test bei unabhängigen Stichproben“

Die Gruppenvariable enthält die Information über die Zugehörigkeit jedes Falls zu den Testgruppen.

Unter "Gruppen definieren" muss festgelegt werden, welche Werte für welche der beiden zu testenden Gruppen stehen (im Bsp. 1=männlich, 2=weiblich)

Hier kann die Wahrscheinlichkeit für das Konfidenzintervall der Mittelwertsdifferenz eingestellt werden. Auf den eigentlichen Test hat das keinen Einfluss. Zudem kann gewählt werden, ob nur Fälle mit gültigen Werten in allen Testvariablen berücksichtigt werden sollen ("Listenweiser Fallausschluss")

T-Test für unabhängige Stichproben: Ausgabe

**T-Test**

**Gruppenstatistiken**

	SEX Geschlecht	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
BIS1	1 m	53	2,38	,79	,11
	2 w	103	2,69	,84	8,28E-02

Im ersten Teil der Ausgabe finden sich die Größen der verglichenen Gruppen und die deskriptiven Kennwerte der Testvariablen in diesen Gruppen (z.B. hier:  $N = 52$  in Gruppe 1 (Männer) mit einem Mittelwert von  $AM = 2,38$  und einer Standardabweichung von  $SD = 0,79$ ).

		Test bei unabhängigen Stichproben					Ergebnis des T-Tests			
		Levene-Test der Varianzgleichheit		T-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
BIS1	Varianzen sind gleich	,227	,635	-2,240	154	,027	-,31	,14	-,59	-3,69E-02
	Varianzen sind nicht gleich			-2,285	111,017	,024	-,31	,14	-,58	-4,15E-02

Die Ergebnisse des T-Tests werden standardmäßig für gleiche Varianzen (1. Zeile) und ungleiche Varianzen (2. Zeile) ausgegeben). Verwirrenderweise ist der Test auf Varianzgleichheit in der selben Tabelle, aber in den ersten Spalten untergebracht. Zuerst muss festgestellt werden, ob Varianzhomogenität angenommen werden kann, hierzu sollte die Signifikanz des F-Tests am besten  $\geq 10\%$  (d.h. *nicht* signifikant) sein. Ist dies der Fall, sind T-Wert, Freiheitsgrade und Irrtumswahrscheinlichkeit der 1. Zeile, andernfalls der 2. Zeile der Ergebnistabelle zu entnehmen. Im Beispiel ist  $F$  mit  $p = .635$  nicht signifikant, d.h. die relevanten Ergebnisse sind ein T-Wert von  $-2,240$  mit  $154$  Freiheitsgraden und  $p = .027$ : Der Mittelwertsunterschied von  $0,31$  ist signifikant auf dem  $5\%$ -Niveau.

## T-Test bei gepaarten Stichproben

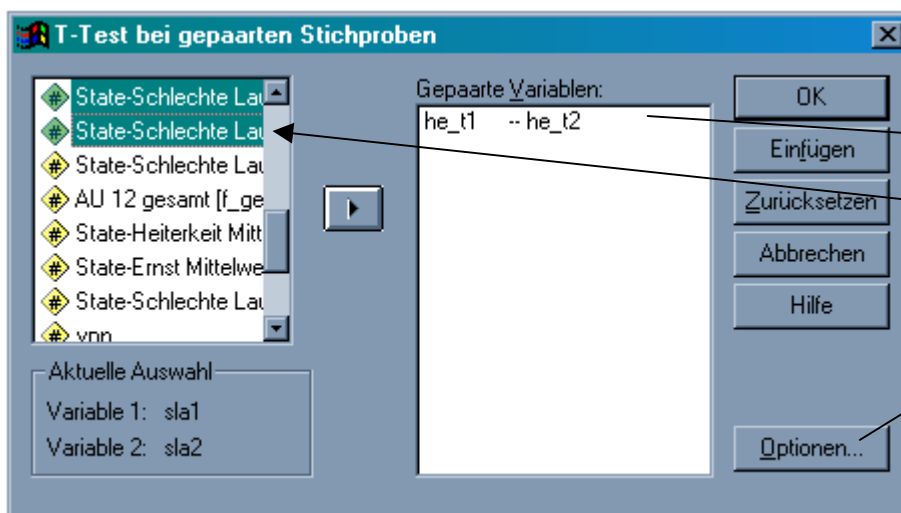
### Datenstruktur: Messwiederholungen

Der Begriff „gepaarte Stichproben“ ist etwas irreführend - in den meisten Fällen in der psychologischen Forschung werden Mittelwerte von Variablen verglichen, die beide an denselben Personen erhoben wurden. Damit ist auch die Datenstruktur eine andere als beim Tests für Gruppenvergleiche i.e.S.:

	vpn	he_t1	he_t2
1	10	21	25
2	11	25	29
3	12	24	24
4	14	26	32
5	15	30	31
6	16	22	23
7	18	17	29
8	20		

### Beispiel:

Für *jeden Fall* liegen in *jeder der beiden Variablen* he\_t1 (z.B. Messwert vor Treatment) und he\_t2 (z.B. Messwert nach Treatment) Werte vor. Diese sind „gepaart“, da die Werte eines Falls (in einer Zeile der Datendatei) jeweils an derselben Person erhoben wurden.



Dialogfeld „T-Test für gepaarte Stichproben“

Ausgewählte Variablenpaare. In der Variablenliste müssen *immer zwei Variablen* markiert werden, die dann als Paar in die Analyseliste „herübergeholt“ werden.

Hier kann die Wahrscheinlichkeit für das Konfidenzintervall der Mittelwertsdifferenz eingestellt werden. Auf den eigentlichen Test hat das keinen Einfluss.

Ausgabe „T-Test bei unabhängigen Stichproben“

**T-Test**

Statistik bei gepaarten Stichproben

		Mittelwert	N	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Paaren 1	State-Heiterkeit t1	24,75	73	6,827	,799
	State-Heiterkeit t2	27,73	73	6,899	,807

Deskriptivstatistiken für beide Variablen

Korrelationen bei gepaarten Stichproben

		N	Korrelation	Signifikanz
Paaren 1	State-Heiterkeit t1 & State-Heiterkeit t2	73	,718	,000

Korrelation zwischen beiden Variablen - je höher dieser Zusammenhang, desto sensibler der Test. Bei Vorher-Nachher-Messungen ist diese Korrelation oft sehr hoch.

Test bei gepaarten Stichproben

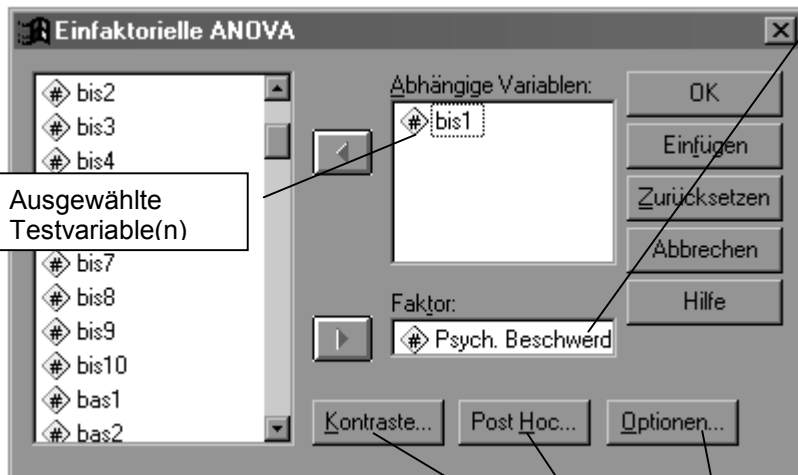
		Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
		Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
					Untere	Obere			
Paaren 1	State-Heiterkeit t1 - State-Heiterkeit t2	-2,97	5,159	,604	-4,18	-1,77	-4,923	72	,000

Mittelwert der Differenzen zwischen beiden Variablen

Ergebnis des T-Tests

Im Beispiel unterscheidet sich der Mittelwert der ersten Variablen ( $AM = 24,75$ ;  $SD = 6,827$ ) von dem der zweiten ( $AM = 27,73$ ;  $SD = 6,899$ ) signifikant auf dem 0,1%-Niveau ( $T = -4,923$ ;  $df = 72$ ;  $p < .001$ ).

### Einfaktorielle Varianzanalyse



Die Gruppenvariable enthält die Information über die Zugehörigkeit jedes Falls zu den Testgruppen. Es wird für automatisch jeden unterschiedlichen Wert, der in der Gruppenvariablen vorkommt, eine Gruppe in der Analyse gebildet. Dies muss insofern beachtet werden, als z.B. nicht einzelne Werte zu selten auftreten dürfen, um eine sinnvolle Analyse zu ermöglichen. Sind nicht alle vorhandenen Ausprägungen der Gruppenvariablen von Interesse, muss vorher ein entsprechender Filter eingerichtet werden (Daten - Fälle auswählen).

Dialogfeld „Einfaktorielle ANOVA“

Unter "Kontraste" stehen verschiedene Tests zur Prüfung spezifischer Trends in den untersuchten Variablen - z.B. eine lineare oder quadratische Veränderung von Gruppe zu Gruppe - zur Verfügung.  
 Unter "Post Hoc" können verschiedene Verfahren zum Vergleich einzelner Gruppen innerhalb der Gesamtanalyse gewählt werden.

Unter "Optionen" kann die Behandlung fehlender Werte eingestellt werden. Außerdem können als zusätzliche Ausgaben Deskriptivstatistiken für die einzelnen Gruppen, ein Test auf Varianzhomogenität und ein Diagramm der Mittelwerte eingestellt werden.

### Einfaktorielle Varianzanalyse: Standardausgabe

**Einfaktoriell**

**ANOVA**

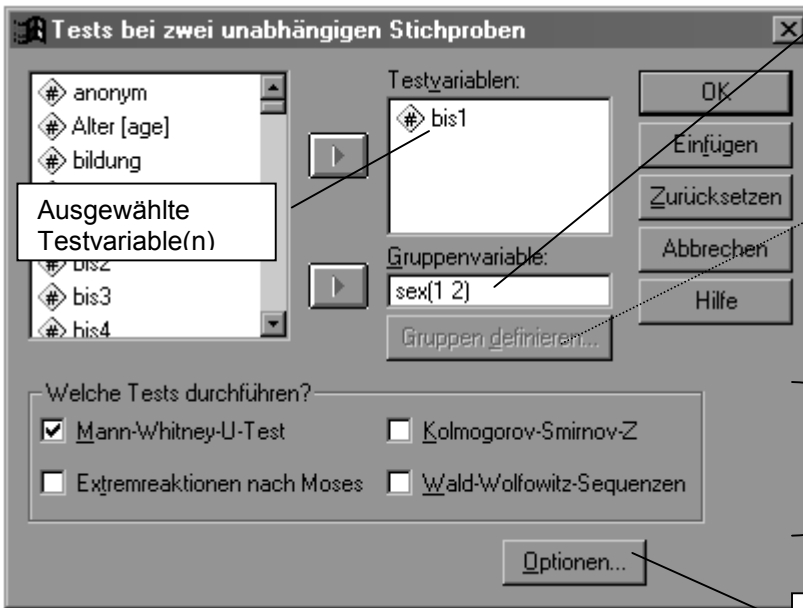
BIS1

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	8,499	10	,850	1,205	,284
Innerhalb der Gruppen	509,177	722	,705		
Gesamt	517,675	732			

Wenn keine zusätzlichen Analysen oder Ausgaben eingestellt sind, ist die Standardausgabe der einfaktoriellen Varianzanalyse denkbar einfach. Die relevante Prüfgröße ist der F-Wert, Hypothesen- und Fehlerfreiheitsgrade finden sich in den Zeilen "Zwischen den Gruppen" und "Innerhalb der Gruppen". Im Beispiel ist der Gruppeneffekt mit  $F = 1,205$ ;  $df = 10,722$  und  $p = .284$  nicht signifikant.

Vorsicht bei mehreren Analysen: Unkomfortablerweise ist die Gruppenvariable der Ausgabe nicht mehr zu entnehmen!

## U-Test für zwei unabhängige Stichproben



Die Gruppenvariable enthält die Information über die Zugehörigkeit jedes Falls zu den Testgruppen.  
 Unter "Gruppen definieren" muss festgelegt werden, welche Werte für welche der beiden zu testenden Gruppen stehen (im Bsp. 1=männlich, 2=weiblich)

Von den verschiedenen Tests, die hier zur Auswahl stehen, soll hier nur der U-Test interessieren. Ein Rechtsklick auf die anderen Auswahlfelder informiert darüber, was sich z.B. hinter dem schönen Namen "Moses-Test" verbirgt...

Unter "Optionen" kann die Behandlung fehlender Werte sowie die Ausgabe zusätzlicher Deskriptivstatistiken eingestellt werden.

Dialogfeld „Nichtparametrische Tests bei zwei unabhängigen Stichproben“

### Nichtparametrische Tests, 2 unabhängige Stichproben: U-Test Standardausgabe

## Nichtparametrische Tests

### Mann-Whitney-Test

#### Ränge

	SEX Geschlecht	N	Mittlerer Rang	Rangsumme
BIS1	1 m	236	332,53	78476,50
	2 w	497	383,37	190534,50
Gesamt		733		

#### Statistik für Test<sup>a</sup>

	BIS1
Mann-Whitney-U	50510,500
Wilcoxon-W	78476,500
Z	-3,230
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	,001

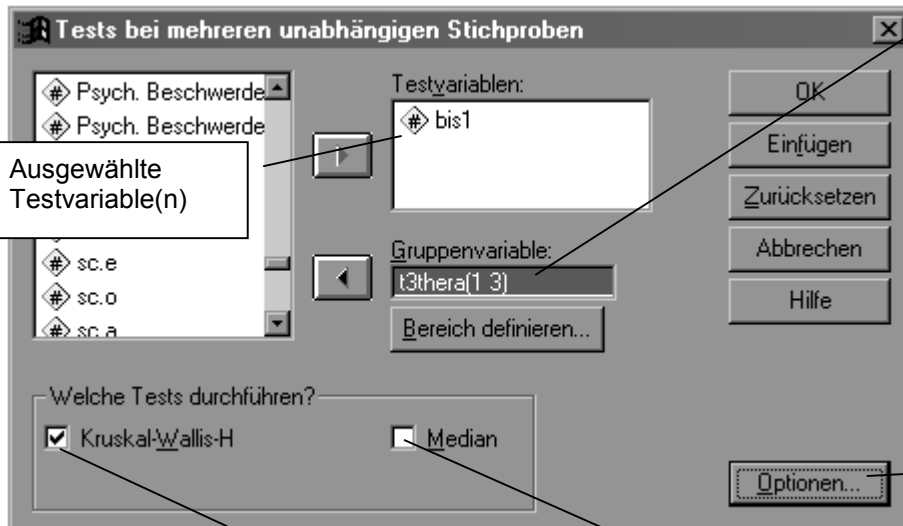
a. Gruppenvariable: SEX Geschlecht

Die Rangvergabe, auf denen die mittleren Ränge basieren, erfolgt so, dass die *niedrigsten* Werte die *niedrigsten* Ränge erhalten (Rang 1 = letzter Platz, sozusagen). D.h. im Beispiel sind die Werte der Frauen (Gruppe 2) in der untersuchten Variablen höher als die der Männer.

Die Prüfgröße ist der U-Wert bzw. der daraus resultierende und handlichere Z-Wert. Im Beispiel ergibt sich also:  $Z = -3,23$ ;  $p < .001 \rightarrow$  ein hoch-signifikanter Gruppenunterschied.



## Kruskal-Wallis-Test für mehrere unabhängige Stichproben



Ausgewählte Testvariable(n)

Die Gruppenvariable enthält die Information über die Zugehörigkeit jedes Falls zu den Testgruppen. Unter "Bereich definieren" muss festgelegt werden, welcher Wertebereich als gültige Gruppenmerkmale interpretiert wird (im Bsp. von 1-3). Der Bereich muss kontinuierlich sein, d.h. z.B. die Gruppen 1, 2 und 4 zu testen und 3 auszulassen, ist (ohne Filter) nicht möglich.

Unter "Optionen" kann die Behandlung fehlender Werte sowie die Ausgabe zusätzlicher Deskriptivstatistiken eingestellt werden.

Dialogfeld „Nichtparametrische Tests bei mehreren unabhängigen Stichproben“

"Ordinale ANOVA", Ergebnisse s.u.

Erstellt eine Kontingenztabelle mit der Anzahl der Fälle pro Gruppe größer bzw. kleiner oder gleich dem beobachteten Median. Für die Tabelle wird eine Chi-Quadrat-Statistik berechnet

### Nichtparametrische Tests, 2 unabhängige Stichproben: Kruskal-Wallis-Test Standardausgabe

## Nichtparametrische Tests

### Kruskal-Wallis-Test

Ränge

T3THERA Therapie in	N	Mittlerer Rang
BIS1 1 nein	399	321,44
2 drueber nachgedacht	171	375,90
3 in Therapie	132	410,75
Gesamt	702	

Auch hier: Die *niedrigsten* Werte erhalten die *niedrigsten* Ränge. D.h. im Beispiel sind die Werte der Gruppe 3 am höchsten, der Gruppe 1 am niedrigsten.

Statistik für Test<sup>a,b</sup>

	BIS1
Chi-Quadrat	25,459
df	2
Asymptotische Signifikanz	,000

Die Prüfgröße ist hier ein Chi-Quadrat-Wert. Im Beispiel ergibt sich also:  $\chi^2 = 25,46$  bei 2 Freiheitsgraden;  $p < .001 \rightarrow$  ein hochsignifikanter Gruppenunterschied.

- a. Kruskal-Wallis-Test
- b. Gruppenvariable: T3THERA Therapie in den letzten 2 Jahren