

Kapitel 6: Zweifaktorielle Varianzanalyse

Durchführung einer zweifaktoriellen Varianzanalyse ohne Messwiederholung	1
Effektstärke und empirische Teststärke einer zweifaktoriellen Varianzanalyse ohne Messwiederholung	9
Literatur	10

Durchführung einer zweifaktoriellen Varianzanalyse ohne Messwiederholung

Dieser Abschnitt zeigt die Durchführung der in Kapitel 6 behandelten zweifaktoriellen Varianzanalyse ohne Messwiederholung mit R. Als Beispiel dient wie schon in Kapitel 5 die Frage, ob es einen signifikanten Unterschied zwischen der Erinnerungsleistung von Adjektiven bei „struktureller“, „bildhafter“ oder „emotionaler“ Verarbeitung der Wörter gibt. Neben dem Faktor „Verarbeitungsbedingung“ soll hier nun zusätzlich der Einfluss des Faktors „Geschlecht“ auf die Erinnerungsleistung untersucht werden. Zusätzlich erlaubt die zweifaktorielle Varianzanalyse Aussagen über eine mögliche Wechselwirkung zwischen den beiden Faktoren.

Lesen Sie zunächst den Beispieldatensatz ein.

```
library(foreign)
beispiel <- read.spss("Beispieldatensatz.sav",
                    to.data.frame = TRUE)
```

Lassen Sie sich als erstes die deskriptiven Statistiken ausgeben. In diesem Fall interessieren uns die Mittelwerte und Anzahl der Fälle der einzelnen Merkmalskombinationen sowie in den Bedingungen insgesamt. Verwenden Sie hierfür die Funktion `describeBy()` des Pakets `psych`. Da Sie dieses Mal zwei Faktoren haben, fassen Sie die beiden Faktoren mit der Funktion `list()` zusammen. Sie werden dann allerdings nicht die deskriptiven Statistiken für die einzelnen Faktoren insgesamt erhalten. Hierfür können Sie die Funktion `describeBy()` für beide Faktoren separat anwenden.

```
library(psych)
describeBy(beispiel$ges, beispiel$sex)
describeBy(beispiel$ges, beispiel$bed)
describeBy(beispiel$ges, list(beispiel$sex, beispiel$bed))
```

Gehen Sie für eine zweifaktorielle Varianzanalyse zunächst genauso vor wie bei einer einfaktoriellen Varianzanalyse. Sie verwenden wieder die Funktion `aov()`, geben als erstes die abhängige Variable an, die Sie untersuchen möchten („Gesamtzahl erinnertes Adjektive“). Außerdem müssen Sie spezifizieren, welche Gruppen oder experimentelle Bedingungen das Verfahren miteinander vergleichen soll. Dazu geben Sie eine Tilde ein, dann die Variable „Verarbeitungsbedingung“, einen Stern und dann die Variable „Geschlecht“. Der Stern ist nötig, damit R auch den Interaktionsterm der beiden unabhängigen Variablen berücksichtigt. Sie
Quelle: <https://lehrbuch-psychologie.springer.com/content/zu-den-spss-r-und-gpower-aufgaben-und-ergaenzungen>

Aus: Rasch, Friese, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2*, 5. Auflage. Heidelberg: Springer.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature

R-Ergänzungen

Rasch, Friese, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2* (5. Auflage). Heidelberg: Springer.

untersuchen nun den Einfluss von zwei Faktoren auf die abhängige Variable, berechnen also eine zweifaktorielle Varianzanalyse. Durch Hinzufügen weiterer Faktoren könnten Sie beliebige mehrfaktorielle Varianzanalysen rechnen. Außerdem sollten Sie vor der Analyse noch die Kontraste von R verändern über folgenden Befehl:

```
options(contrasts = c("contr.helmert", "contr.poly"))
ges <- beispiel$ges
bed <- beispiel$bed
sex <- beispiel$sex
anova.zweif <- aov(ges ~ bed * sex)
```

Bei der Ausgabe einer zweifaktoriellen Varianzanalyse mit der Funktion `summary()`, verwendet R die Quadratsummen vom Typ I, wodurch Sie andere *F*-Werte erhalten als in SPSS, da SPSS per Standardeinstellung die Quadratsummen vom Typ III verwendet. Möchten Sie die Analyse mit den Quadratsummen vom Typ III durchführen, benötigen Sie die Funktion `Anova()` des Pakets `car`.

```
library(car)
Anova(anova.zweif, type = "III")
```

Als nächstes berechnen Sie einen Post Hoc Test. Sie haben die Möglichkeit, aus verschiedenen Verfahren einen geeigneten Post Hoc Test auszuwählen (z.B. Tukey). Ein Post Hoc Test ist erst dann sinnvoll, wenn ein Faktor mehr als zwei Stufen hat, in unserem Beispiel also für den Faktor „Verarbeitungsbedingung“. Ein signifikantes Ergebnis für den Haupteffekt „Geschlecht“ ist dagegen direkt interpretierbar, da hier nur zwei Gruppen miteinander verglichen werden. Verwenden Sie die Funktion `TukeyHSD()`, um auch eine Post Hoc Analyse der Wechselwirkung vorzunehmen.

```
TukeyHSD(anova.zweif)
```

Für die Berechnung des partiellen Eta-Quadrats verwenden Sie die Funktion `etaSquared()` des Pakets `lsr`. Auch hier spezifizieren wir wieder die Quadratsumme vom Typ III.

```
install.packages("lsr")
library(lsr)
etaSquared(anova.zweif, type = 3)
```

Obwohl Sie sich bereits die Mittelwerte haben ausgeben lassen, kann es zusätzlich sinnvoll sein, sich die potentielle Wechselwirkung zwischen den untersuchten Faktoren auch grafisch anzeigen zu lassen. Wir erstellen die Grafik wieder mithilfe von `ggplot()`.

Quelle: <https://lehrbuch-psychologie.springer.com/content/zu-den-spss-r-und-gpower-aufgaben-und-ergaenzungen>

Aus: Rasch, Friese, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2*, 5. Auflage. Heidelberg: Springer.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature

```
library(ggplot2)
linie.zweif <- ggplot(beispiel, aes(x=bed, y=ges, color = sex,
                                   group = sex)) +
  stat_summary(fun.y = mean, geom = "point") +
  stat_summary(fun.y = mean, geom = "line") +
  labs(title = "Interaktionsdiagramm",
       x = "Verarbeitungsbedingung",
       y = "Mittelwert der Gesamtzahl erinnerter Adjektive",
       color = "Geschlecht")
```

Im Folgenden werden die Tabellen des R-Outputs einzeln beschrieben.

```
Descriptive statistics by group
group: maennlich
  vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
x1    1 52 9.19 4.01   8.5   8.93 3.71  2 21   19 0.61    0.05 0.56
-----
group: weiblich
  vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
x1    1 98 10.54 4.5   10  10.34 4.45  1 26   25 0.61    0.63 0.45
```

```
Descriptive statistics by group
group: strukturell
  vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
x1    1 50  7.2 3.16   7   7.03 2.97  1 15   14 0.45   -0.08 0.45
-----
group: bildhaft
  vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
x1    1 50  11 4.14   10  10.75 4.45  5 26   21 0.9    1.51 0.59
-----
group: emotional
  vars  n mean  sd median trimmed  mad min max range skew kurtosis  se
x1    1 50 12.02 4.21   11  11.78 3.71  4 23   19 0.47   -0.11 0.59
```

```
Descriptive statistics by group
: maennlich
: strukturell
```

Quelle: <https://lehrbuch-psychologie.springer.com/content/zu-den-spss-r-und-gpower-aufgaben-und-ergaenzungen>

Aus: Rasch, Friese, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2*, 5. Auflage. Heidelberg: Springer.

R-Ergänzungen

Rasch, Friese, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2* (5. Auflage). Heidelberg: Springer.

```
vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
x1 1 16 6.38 2.9 6 6.14 1.48 2 14 12 0.85 0.74 0.72
-----
: weiblich
: strukturell
vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
x1 1 34 7.59 3.25 7 7.5 2.97 1 15 14 0.25 -0.3 0.56
-----
: maennlich
: bildhaft
vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
x1 1 15 10.07 3.61 10 9.92 2.97 5 17 12 0.24 -1.09 0.93
-----
: weiblich
: bildhaft
vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
x1 1 35 11.4 4.33 10 11.1 4.45 5 26 21 0.98 1.54 0.73
-----
: maennlich
: emotional
vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
x1 1 21 10.71 4.01 11 10.41 2.97 4 21 17 0.67 0.09 0.88
-----
: weiblich
: emotional
vars n mean sd median trimmed mad min max range skew kurtosis se
x1 1 29 12.97 4.15 13 12.84 4.45 4 23 19 0.37 -0.19 0.77
```

In den ersten beiden Tabellen des Outputs stehen die untersuchten Faktoren mit ihren einzelnen Stufen bzw. experimentellen Bedingungen. Der Faktor „Verarbeitungsbedingung“ hat drei Stufen („strukturell“, „bildhaft“ und „emotional“), der Faktor „Geschlecht“ zwei Stufen („maennlich“, „weiblich“). In der Spalte „n“ ist die Anzahl der Versuchspersonen in den jeweiligen experimentellen Bedingungen aufgelistet.

Mit dem Befehl `mean(beispiel$ges)` erhalten Sie den Gesamtmittelwert der Anzahl erinnerter Adjektive, gemittelt über alle Gruppen (10,07 Adjektive). Die erste Tabelle gibt die Mittelwerte des Haupteffekts „Geschlecht“ an: Gemittelt über alle Verarbeitungsbedingungen haben Männer 9,19 und Frauen 10,54 Adjektive erinnert. Die zweite Tabelle liefert für die einzelnen Stufen des Faktors

Quelle: <https://lehrbuch-psychologie.springer.com/content/zu-den-spss-r-und-gpower-aufgaben-und-ergaenzungen>

Aus: Rasch, Friese, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2*, 5. Auflage. Heidelberg: Springer.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature

R-Ergänzungen

Rasch, Friese, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2* (5. Auflage). Heidelberg: Springer.

„Verarbeitungsbedingung“ die bereits aus Kapitel 5 bekannten Werte ohne Berücksichtigung des Faktors Geschlecht: 7,20 erinnerte Adjektive in der strukturellen, 11,00 in der bildhaften und 12,02 in der emotionalen Verarbeitungsbedingung. Die Mittelwerte für die Kombinationen der verschiedenen Faktorstufen lassen sich aus der letzten Tabelle ablesen: So haben z.B. Männer, die die Adjektive strukturell verarbeitet haben, 6,38 Adjektive erinnert, Frauen dagegen 7,59 Adjektive. Die Spalte „n“ gibt die Anzahl der Versuchspersonen in den einzelnen Bedingungskombinationen an.

Mit der zweifaktoriellen Varianzanalyse lassen sich drei verschiedene Effektarten untersuchen:

- Gibt es einen systematischen Unterschied zwischen der strukturellen, bildhaften und emotionalen Verarbeitungsbedingung (Haupteffekt „Verarbeitungsbedingung“)?
- Liegt ein systematischer Unterschied zwischen der Erinnerungsleistung von Frauen und Männern vor (Haupteffekt „Geschlecht“)?
- Ist der Einfluss der Art der Verarbeitung der Adjektive anders für Frauen als für Männer (Wechselwirkung „Verarbeitungsbedingung“ x „Geschlecht“)?

Antworten auf diese Fragen liefert die folgende Tabelle:

Anova Table (Type III tests)

Response: ges

	Sum Sq	Df	F value	Pr(>F)
(Intercept)	12976.5	1	889.5790	< 0.00000000000000022 ***
bed	583.1	2	19.9873	0.00000002185 ***
sex	85.5	1	5.8607	0.01673 *
bed:sex	7.5	2	0.2576	0.77329
Residuals	2100.6	144		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

	eta.sq	eta.sq.part
bed	0.205166139	0.217283466
sex	0.030079616	0.039107805
bed:sex	0.002643839	0.003564516

Die zweite Zeile („bed“) enthält das Ergebnis für den Haupteffekt „Verarbeitungsbedingung“. Der F -Wert $F_{(2;144)} = 19,987$ tritt mit einer Wahrscheinlichkeit von $p < 0,001$ unter der Nullhypothese auf. Wie bereits aus Kapitel 5 bekannt, unterscheidet sich die Erinnerungsleistung stark zwischen den drei experimentellen Bedingungen „strukturell“, „bildhaft“ und „emotional“. Wir haben als Effektstärke das partielle Eta-Quadrat berechnet. Es liegt ein großer Effekt vor ($\eta_p^2 = 0,217$; Cohen, 1988).

Quelle: <https://lehrbuch-psychologie.springer.com/content/zu-den-spss-r-und-gpower-aufgaben-und-ergaenzungen>

Aus: Rasch, Friese, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2*, 5. Auflage. Heidelberg: Springer.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature

Für die Berechnung der beobachteten Teststärke verwenden wir die Funktion `power.anova.test()`¹.

```
power.anova.test(groups = 3, n = 50,  
                 between.var = 583.1,  
                 within.var = 2100.6)
```

```
Balanced one-way analysis of variance power calculation
```

```
groups = 3  
n = 50  
between.var = 583.1  
within.var = 2100.6  
sig.level = 0.05  
power = 0.9981677
```

NOTE: n is number in each group

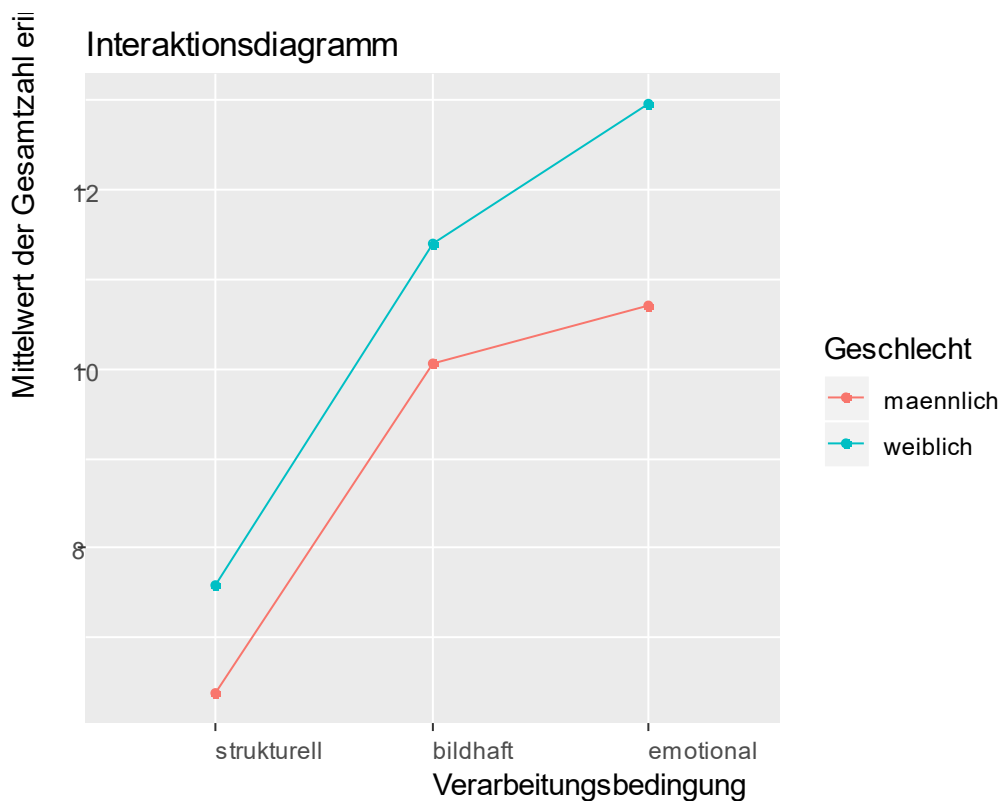
Die Wahrscheinlichkeit, diesen Effekt mit 150 Versuchspersonen zu finden, falls er wirklich existiert, war größer als 99%.

Die dritte Zeile in der Varianzanalyse zeigt die Werte für den Haupteffekt „Geschlecht“. Die Wahrscheinlichkeit des F -Werts $F_{(1;144)} = 5,861$ unter der Nullhypothese beträgt $p = 0,017$. Sie ist kleiner als das Signifikanzniveau $\alpha = 0,05$. Es besteht also ein signifikanter Unterschied zwischen der Erinnerungsleistung von Frauen und Männern, unabhängig von der Art der Verarbeitungsbedingung. Aus der vorherigen Tabelle der deskriptiven Statistik lässt sich erkennen, dass Frauen deskriptiv mehr Adjektive erinnern als Männer. Aus dem signifikanten Haupteffekt lernen wir nun, dass dieser Unterschied statistisch signifikant ist. Die Effektgröße beschreibt mit $\eta_p^2 = 0,039$ einen kleinen bis mittleren Effekt.

Die vierte Zeile gibt die Testung der Wechselwirkung an. Der F -Wert von $F_{(2;144)} = 0,258$ ($p = 0,773$) zeigt an, dass die Wechselwirkung nicht signifikant ist. Ist es auf Grund dieses Ergebnisses möglich, die Nullhypothese anzunehmen, dass keine Wechselwirkung zwischen den Faktoren „Verarbeitungsbedingung“ und „Geschlecht“ auf die Erinnerungsleistung besteht? Ein Blick auf das von R erstellte Profildiagramm ist bei der Einschätzung dieser Frage hilfreich.

¹ Strenggenommen, ist diese Funktion nur für eine einfaktorielle, balancierte Varianzanalyse geeignet. Das Problem ist, dass in unserem Fall ein zweifaktorielles, unbalanciertes Versuchsdesign vorliegt, da das Geschlecht nicht gleichmäßig verteilt ist. Eine Poweranalyse in R für diesen Fall würde jedoch den Rahmen dieses Kapitels sprengen.

Quelle: <https://lehrbuch-psychologie.springer.com/content/zu-den-spss-r-und-gpower-aufgaben-und-ergaenzungen>



Die Parallelität der Geraden für Männer und Frauen zwischen den Bedingungen „strukturell“ und „bildhaft“ scheint zu bestätigen, dass zumindest hier keine Wechselwirkung zwischen den beiden Faktoren „Verarbeitungsbedingung“ und „Geschlecht“ besteht. Allerdings erinnern Frauen in der Bedingung „emotional“ mehr Wörter als in der Bedingung „bildhaft“, während dieser Unterschied für Männer geringer ausfällt. Liegt hier wirklich keine Wechselwirkung vor? Für diese Entscheidung ist eine a posteriori Powerberechnung erforderlich (siehe G*Power Ergänzungen für dieses Kapitel).

Für die a posteriori Powerberechnung ist es erforderlich, eine inhaltlich relevante Effektgröße festzulegen und zu berechnen, mit welcher Sicherheit wir diese inhaltlich relevante Effektgröße ausschließen können. Sie könnten z.B. festlegen, dass ein mittlerer Effekt nach Cohen (1988) von $f = 0,25$ ($\Omega^2 = 0,06$) inhaltlich relevant ist. Ist es möglich, in der vorliegenden Untersuchung einen Wechselwirkungseffekt dieser Größe mit ausreichender Sicherheit auszuschließen? Die Teststärke für $f = 0,25$ liegt bei den vorliegenden Bedingungen für die Wechselwirkung bei $1 - \beta = 78\%$. Sie können also mit 78%iger Sicherheit ausschließen, dass kein Wechselwirkungseffekt der Größe $f = 0,25$ vorliegt. Und Sie können sogar mit einer über 99%igen Sicherheit ausschließen, dass ein großer Effekt von $f = 0,40$ existiert (vgl. G*Power Ergänzungen zu diesem Kapitel).

Die von R mit der Funktion `power.anova.test()` berichtete Wert für die beobachtete Teststärke ist nur in wenigen Fällen aussagekräftig. Warum? Bei einem signifikanten Ergebnis ist die Berechnung der Teststärke nicht notwendig, da ja ein Effekt gefunden wurde. Es ist also uninteressant, wie groß die Wahrscheinlichkeit war, einen Effekt dieser Größe zu finden, falls er
Quelle: <https://lehrbuch-psychologie.springer.com/content/zu-den-spss-r-und-gpower-aufgaben-und-ergaenzungen>

Aus: Rasch, Friese, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2*, 5. Auflage. Heidelberg: Springer.

R-Ergänzungen

Rasch, Friese, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2* (5. Auflage). Heidelberg: Springer.

existiert, denn auf Grund des signifikanten Ergebnisses hat man bereits die Entscheidung getroffen, dass er existiert.

Bei nicht signifikanten Ergebnissen ist die beobachtete Teststärke ebenfalls wenig hilfreich, weil der Wert sinkt, je kleiner der empirische Effekt bzw. je kleiner der Unterschied zwischen den experimentellen Bedingungen ist. Besonders in solchen Fällen, in denen die Wahrscheinlichkeit des *F*-Werts unter der Nullhypothese sehr hoch ist, und wir eigentlich besonders sicher sein sollten, dass die Nullhypothese zutrifft, gibt die beobachtete Teststärke einen sehr niedrigen Wert an. Deshalb erlaubt die beobachtete Teststärke keine inhaltlich relevante Aussage. Stattdessen muss für die a posteriori Teststärkeberechnung ein inhaltlich relevanter Effekt festgelegt werden. Allein diese Berechnung erlaubt eine sinnvolle Aussage über die Sicherheit, nach einem nicht signifikanten Ergebnis einen inhaltlich relevanten Effekt auszuschließen.

Eine Ausnahme für eine sinnvolle Nutzung der beobachteten Teststärke tritt auf, wenn der aus den vorliegenden Daten geschätzte empirische Effekt eine inhaltlich relevante Größe erreicht, und trotzdem kein signifikantes Ergebnis auftritt. In diesem Fall macht die beobachtete Teststärke eine inhaltlich sinnvolle Aussage über die Wahrscheinlichkeit, mit der ein Effekt dieser Größe in der vorliegenden Untersuchung gefunden werden konnte. In diesen Fällen wird die beobachtete Teststärke eine unbefriedigende Größe erreichen.

Die Tabelle mit der Post Hoc Analyse entspricht im Wesentlichen der in den R Ergänzungen für Kapitel 5 beschriebenen Ausgabe: Während sich die Mittelwerte zwischen den Bedingungen „strukturell“ und „bildhaft“ signifikant unterscheiden, zeigt sich kein Unterschied zwischen den Bedingungen „bildhaft“ und „emotional“.

```
Tukey multiple comparisons of means
 95% family-wise confidence level

Fit: aov(formula = ges ~ bed * sex)

$bed
      diff      lwr      upr    p adj
bildhaft-strukturell  3.80  1.9910138  5.608986  0.0000055
emotional-strukturell  4.82  3.0110138  6.628986  0.0000000
emotional-bildhaft    1.02 -0.7889862  2.828986  0.3780122
$sex
      diff      lwr      upr    p adj
weiblich-maennlich  1.607732  0.3125473  2.902916  0.0153389

$`bed:sex`
      diff      lwr      upr    p adj
bildhaft:maennlich-strukturell:maennlich  3.6916667 -0.2732185  7.6565519  0.0836308
emotional:maennlich-strukturell:maennlich  4.3392857  0.6783963  8.0001752  0.0102504
strukturell:weiblich-strukturell:maennlich  1.2132353 -2.1313397  4.5578103  0.9007802
bildhaft:weiblich-strukturell:maennlich    5.0250000  1.6957496  8.3542504  0.0003500
```

Quelle: <https://lehrbuch-psychologie.springer.com/content/zu-den-spss-r-und-gpower-aufgaben-und-ergaenzungen>

Aus: Rasch, Friese, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2*, 5. Auflage. Heidelberg: Springer.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature

R-Ergänzungen

Rasch, Frieze, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2* (5. Auflage). Heidelberg: Springer.

emotional:weiblich-strukturell:maennlich	6.5905172	3.1549167	10.0261177	0.0000021
emotional:maennlich-bildhaft:maennlich	0.6476190	-3.0818874	4.3771255	0.9960471
strukturell:weiblich-bildhaft:maennlich	-2.4784314	-5.8979765	0.9411138	0.2965356
bildhaft:weiblich-bildhaft:maennlich	1.3333333	-2.0712247	4.7378914	0.8676248
emotional:weiblich-bildhaft:maennlich	2.8988506	-0.6097756	6.4074768	0.1679333
strukturell:weiblich-emotional:maennlich	-3.1260504	-6.1879266	-0.0641742	0.0424003
bildhaft:weiblich-emotional:maennlich	0.6857143	-2.3594150	3.7308436	0.9868295
emotional:weiblich-emotional:maennlich	2.2512315	-0.9098212	5.4122843	0.3158347
bildhaft:weiblich-strukturell:weiblich	3.8117647	1.1552853	6.4682441	0.0008081
emotional:weiblich-strukturell:weiblich	5.3772819	2.5886756	8.1658883	0.0000018
emotional:weiblich-bildhaft:weiblich	1.5655172	-1.2046906	4.3357251	0.5786165

Effektstärke und empirische Teststärke einer zweifaktoriellen Varianzanalyse ohne Messwiederholung

Die Effektstärke η_p^2 wird mit der Funktion `etaSquared()` des Pakets `lsr` berechnet. Darüber hinaus gibt es die Möglichkeit, in G*Power über die Varianzen die empirische Effektstärke auszurechnen (siehe G*Power-Ergänzungen zu Kapitel 6 sowie Kapitel 6.3 in Band 2).

Quelle: <https://lehrbuch-psychologie.springer.com/content/zu-den-spss-r-und-gpower-aufgaben-und-ergaenzungen>

Aus: Rasch, Frieze, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2*, 5. Auflage. Heidelberg: Springer.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature

R-Ergänzungen

Rasch, Friese, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2* (5. Auflage). Heidelberg: Springer.

Literatur

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Hillsdale, NY: Erlbaum.

Quelle: <https://lehrbuch-psychologie.springer.com/content/zu-den-spss-r-und-gpower-aufgaben-und-ergaenzungen>

Aus: Rasch, Friese, Hofmann & Naumann (2021). *Quantitative Methoden. Band 2*, 5. Auflage. Heidelberg: Springer.

© Springer-Verlag GmbH Deutschland, ein Teil von Springer Nature