

Master of Science in Pflege

Modul: Statistik

Itemanalyse / Skalenanalyse / Faktoranalyse

Oktober 2012

Prof. Dr. Jürg Schwarz

Folie 2

Programm 17. Oktober 2012: Vormittag (09.15 – 12.30)

- Vorlesung
 - Einführung, Itemanalyse und Reliabilitätsanalyse, Beispiel mit SPSS
 - Faktoranalyse, Beispiel mit SPSS
- Tutorat / Assignment: Einführung zum Thema
 - Informationen zur Itembatterie über Wertvorstellungen / Vorbereiten des Datensatzes

Programm 17. Oktober 2012: Nachmittag (13.30 – 17.00)

- Anwendung in der Pflegewissenschaft: Beispiele
 - Coolbrandt et al. (2012) und Heaman & Gupton (2009)
- Tutorat / Assignment
 - Begleitetes Lösen des Assignments
- Remains of the Day

Ziele der Vorlesung

Sie kennen den Begriff "Konstrukt".

Sie kennen die Itemschwierigkeit und können diese mit SPSS berechnen.

Sie kennen die Itemtrennschärfe und können diese mit SPSS berechnen.

Sie kennen Cronbachs Alpha als Mass für die Reliabilität und können es mit SPSS berechnen.

Sie kennen das Konzept der Faktoranalyse und können diese mit SPSS durchführen (Hauptkomponentenanalyse).

Im Einzelnen wissen Sie, wie...

- eine Korrelationsmatrix zu interpretieren ist.
- sich die "richtige" Faktorenzahl bestimmen lässt (Scree-Plot, Kaiser-Kriterium).
- die Varimax-Rotation eingesetzt wird, um die Faktorenlösung besser interpretieren zu können.
- die Faktoren in Bezug auf ihre Bedeutung zu interpretieren sind.
- wie Faktorwerte und Summenskalen berechnet werden.

Einführung

Beispiel für ein Konstrukt

Im Health Survey for England 2003 wurde der "General Health Questionnaire" (GHQ-12) verwendet, um "psychosocial well-being" zu messen. Der GHQ-12 ist eine Batterie mit 12 Items.

Ausschnitt aus dem Fragebogen:

| GENERAL HEALTH OVER THE LAST FEW WEEKS | | | | | |
|--|--|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Please read this carefully: We should like to know how your health has been in general over the past few weeks . Please answer ALL the questions by ticking the box below the answer which you think most applies to you. | | | | | |
| HAVE YOU RECENTLY: | | | | | |
| | | Tick one box ³¹¹ | | | |
| | | Better than usual | Same as usual | Less than usual | Much less than usual |
| Q8 | been able to concentrate on whatever you're doing? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 |
| | | Tick one box ³¹² | | | |
| | | Not at all | No more than usual | Rather more than usual | Much more than usual |
| Q9 | lost much sleep over worry? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 |
| | | Tick one box ³¹³ | | | |
| | | More so than usual | Same as usual | Less useful than usual | Much less useful |
| Q10 | felt you were playing a useful part in things? | <input type="checkbox"/> 1 | <input type="checkbox"/> 2 | <input type="checkbox"/> 3 | <input type="checkbox"/> 4 |

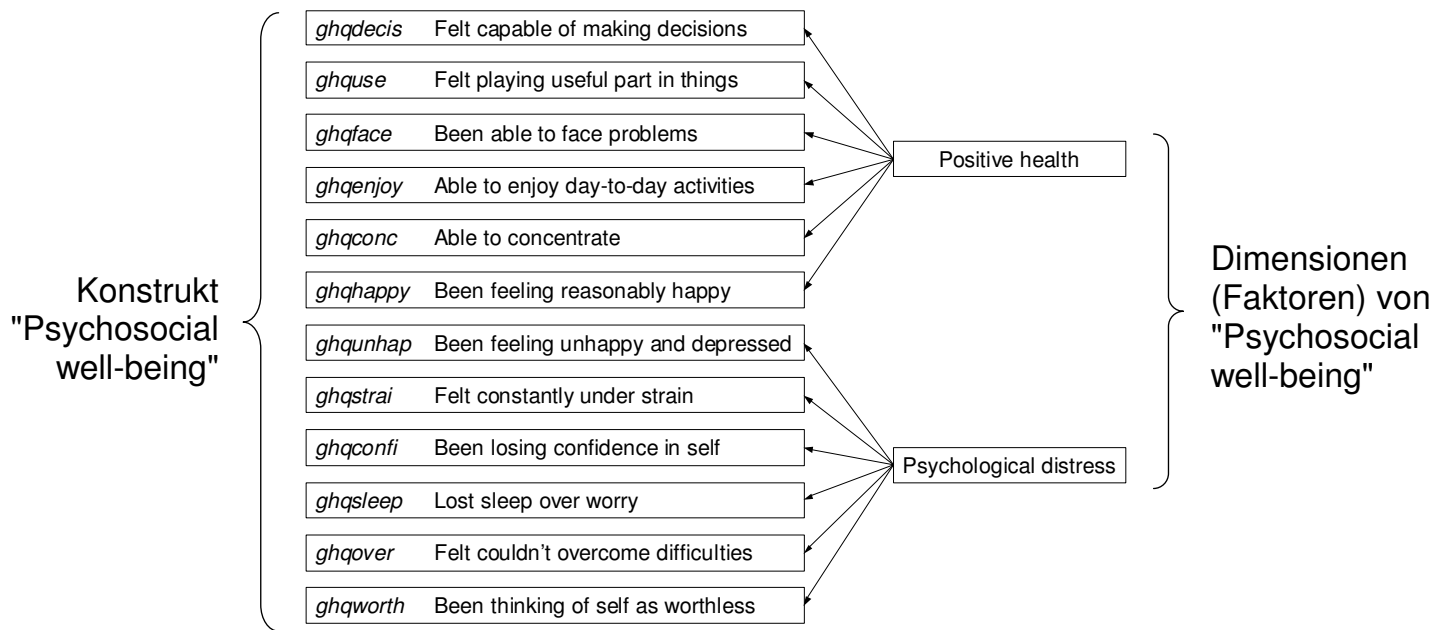
Frage I:

Eignen sich diese Items um gemeinsam ein Konstrukt zu messen?

=> Durchführen einer Itemanalyse und einer Skalenanalyse

Unterdimensionen des General Health Questionnaire?

Es könnte im GHQ-12 Gruppen von Items geben, die je einen unterschiedlichen Aspekt (Dimension, Faktor) von "psychosocial well-being" messen:



Frage II:

Hat der GHQ-12 eine Struktur? Gibt es Dimensionen, die getrennt zu berücksichtigen sind?

=> Durchführen einer Faktoranalyse

Was sind Konstrukte?

- Ein Konstrukt ist eine abstrakte Idee, die nicht direkt beobachtet und gemessen werden kann.

| | | |
|-----------|---|-----------------------|
| Faktor | ↔ | technischer Begriff |
| Dimension | ↔ | theoretischer Begriff |
| Item | ↔ | im Fragebogen |
| Indikator | ↔ | theoretischer Begriff |

Beispiele: Psychosocial well-being, Motivation, Angst, Mitarbeiterzufriedenheit
- Komplexe Konstrukte umfassen oft verschiedene Aspekte (Dimensionen, Faktoren).

Beispiele: Psychosocial well-being = positive health + psychological distress
 Stressreaktivität = Totstellreflex + Herzphobie + Negativismus + Störbarkeit
 Intelligenz = Verbale Intelligenz + mathematisch-logische Intelligenz + ...
- Um Konstrukte zu messen, müssen Indikatoren gefunden werden, die messbar sind.

Beispiel: Soziale Schicht = Einkommen + Bildungsjahre + Berufskategorie
- Um Konstrukte zu messen, werden oft mehrere Items mit Ratingskalen verwendet. Von diesen Items wird angenommen, dass sie Indikatoren für das Konstrukt sind. Technisch betrachtet ist ein Konstrukt daher oft eine Itembatterie. In SPSS, in Artikeln und in diesem Skript wird eine Itembatterie auch als Skala bezeichnet.

Beispiel: General Health Questionnaire (GHQ-12)
- Es gibt verschiedene Möglichkeiten, diese Items zu einem Score zu verdichten.

Beispiel: Summenscore: Die Werte der Items einer Itembatterie werden aufsummiert.
 Beispiel: Apgar Score – Bestimmung der Vitalfunktionen eines Neugeborenen

Beurteilung der Qualität eines Instruments

Aspekte für die Beurteilung der Qualität: Objektivität, Reliabilität und Validität

Wie kann die Qualität eines Instrumentes beurteilt werden?

Common sense: Inhaltliche Überlegungen

Itemanalyse und Reliabilitätsanalyse ← "Teil I" der Vorlesung

- Verteilung der Antworten
- Itemschwierigkeit
- Itemtrennschärfe
- Reliabilitätsanalyse

Dimensionalitätsüberprüfung ← "Teil II" der Vorlesung

- Faktoranalyse

Bei welcher Gelegenheit wird die Qualität eines Instruments mit welchem Ziel beurteilt?

- Bei Pretests: Erkennen, wo und wie der Fragebogen verbessert werden könnte.
- Bei bestehende Datensätzen: Geeignete Items für weitere Analysen auswählen.

Teil I: Itemanalyse und Reliabilitätsanalyse

Verteilung der Antworten (Deskriptive Analyse)

Beispiel GHQ-12 im Health Survey for England 2003 (n = 8'833)

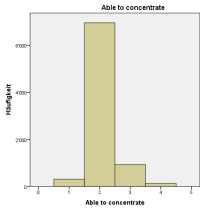
Statistiken

| | ghqconc | ghqsleep | ghquse | ghqdecis | ghqstrai | ghqover | ghqenjoy | ghqface | ghqunhap | ghqconfi | ghqworth | ghqhappy | |
|--------------------|---------|----------|--------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|------|
| N | Gültig | 8328 | 8329 | 8296 | 8321 | 8318 | 8316 | 8332 | 8328 | 8317 | 8321 | 8329 | 8328 |
| | Fehlend | 505 | 504 | 537 | 512 | 515 | 517 | 501 | 505 | 516 | 512 | 504 | 505 |
| Mittelwert | | 2.11 | 1.81 | 2.04 | 2.01 | 1.94 | 1.73 | 2.14 | 2.05 | 1.77 | 1.65 | 1.41 | 2.01 |
| Median | | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 2.00 | 1.00 | 2.00 |
| Standardabweichung | | .449 | .741 | .504 | .400 | .715 | .667 | .518 | .404 | .768 | .740 | .660 | .510 |
| Minimum | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Maximum | | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

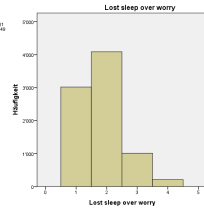
- **Fehlende Werte:**
Ca. 6% fehlende Werte, scheint unproblematisch. Zudem bei allen Items ähnlicher Anteil. *ghquse* ("felt playing useful part in things") ist möglicherweise etwas unspezifisch und wird vielleicht darum weniger häufig beantwortet.
- **Mittelwert / Median:** Unterschiede zwischen Mittelwert und Median
→ Einige Verteilungen sind nicht symmetrisch.
- **Standardabweichung:** Variabilität wird mit Hilfe der Histogramme beurteilt (siehe unten).
- **Minimum / Maximum:**
Werte zwischen 1 und 4 → Der gesamte Skalenbereich wurde genutzt.

Beispiel GHQ-12: Histogramme

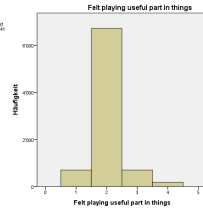
ghqconc



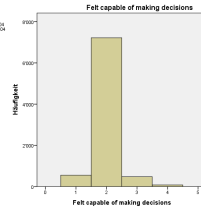
ghqsleep



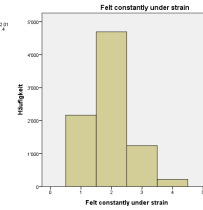
ghquse



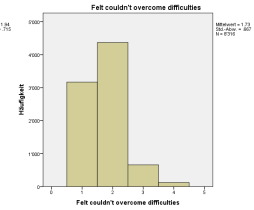
ghqdecis



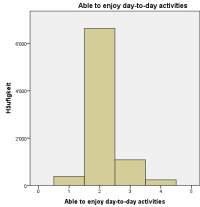
ghqstrai



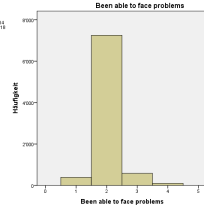
ghqover



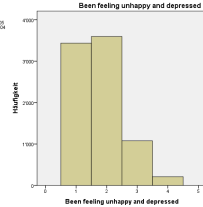
ghqenjoy



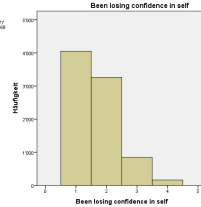
ghqface



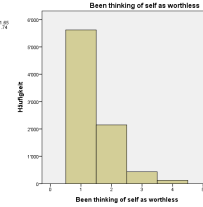
ghqunhap



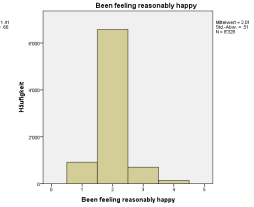
ghqconfi



ghqworth



ghqhapp



Variablen *ghqconc*, *ghquse*, *ghqdecis*, *ghqenjoy*, *ghqface* und *ghqhapp*:

Die Items weisen wenig Varianz auf, könnte problematisch sein.
Die am häufigsten gewählte Kategorie 2 steht für "gleich wie immer".

Variablen *ghqsleep*, *ghqstrai*, *ghqover*, *ghqunhap*, *ghqconfi* und *ghqworth*:

Diese Items weisen mehr Varianz auf, sind aber stark rechtschief.
Bodeneffekte insbesondere bei *ghqunhap*, *ghqconfi* und *ghqworth*.
Die häufig gewählte Ausprägung 1 steht für einen besonders guten Gesundheitszustand.

Itemschwierigkeit (auch p-Wert genannt)

Die Schwierigkeit eines Items gibt an, wie gross der Anteil der Antwortenden ist, die das Item im Sinne der höheren Merkmalsausprägung beantwortet.

Berechnung der Itemschwierigkeit

- Kontinuierliche Items (Ratingskalen): Itemschwierigkeit = arithmetisches Mittel des Items
- Binäre Items (Ja/Nein): Die Itemschwierigkeit ist der Anteil der Probanden, welcher eine Frage mit Ja beantwortet, wenn die Codierung lautet: Ja = 1, Nein = 0.

$$\text{Itemschwierigkeit}_{\text{Item } i} = p = \frac{\text{Anzahl korrekte Antworten}_{\text{Item } i}}{\text{Anzahl gültige Antworten}_{\text{Item } i}}$$

Interpretation der Itemschwierigkeit

- Hoher p-Wert (Wert der Itemschwierigkeit) → Item ist "einfach"
- Tiefer p-Wert (Wert der Itemschwierigkeit) → Item ist "schwierig"

In der Regel ist in einer Itembatterie eine gute Durchmischung wünschenswert.

Items mit extremen Werten sollten überarbeitet werden.

Bei binären Items beispielsweise liegt der p-Wert zwischen 0 und 1 (.5 = mittlere Schwierigkeit):
Items mit $p < .1$ (sehr schwierig) oder $p > .9$ (sehr einfach) sollten überarbeitet werden.

Beispiel Itemschwierigkeit mit binären Items: Eine fiktive Umfrage zu Steuern

Zum Beispiel Item 5: "Sollten die Steuern Ihrer Meinung nach gesenkt werden? Ja oder Nein?"

| Proband | Item | | | | |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 1 | n | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | n | 0 | 0 | 1 |
| 3 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | n |
| 7 | 1 | 0 | 1 | 1 | n |
| n_j | 7 | 0 | 4 | 2 | 4 |
| n_a | 7 | 5 | 7 | 7 | 5 |
| n_g | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| p | 1.00 | 0.00 | 0.57 | 0.29 | 0.80 |

Legende

0 = nein, 1 = ja, n = keine Antwort

n_j = Anzahl "Ja"-Antworten

n_a = Anzahl antwortende Personen

n_g = gesamte Anzahl befragter Personen

p = Itemschwierigkeit = n_j/n_a

Item 1 ist zu "einfach", es ist keine Unterscheidung sichtbar.

Item 2 scheint entweder zu "schwierig" zu sein oder wird nicht verstanden.

→ Beide Items sollten entfernt werden.

Item 3 hat eine durchschnittliche Schwierigkeit. Item 4 ist relativ schwierig, Item 5 relativ einfach.

Ein Beispiel mit Items mit Ratingskala folgt weiter unten.

Itemtrennschärfe

Die Trennschärfe ist die Korrelation zwischen einem Item und der Itembatterie ohne dieses Item.

- Die Trennschärfe eines Items gibt an, wie gut der Wert der Itembatterie aufgrund dieses einzelnen Items vorhersagbar ist.
- Die Werte liegen im **Bereich von -1 bis 1**.
- Je höher die Trennschärfe, desto stärker misst das Item das, was die Itembatterie misst. Positive Werte nahe bei 1 sind wünschenswert.
- Ist ein Wert negativ, so kann dies an der "Rotation" des Items liegen (Richtung/Polung). Ist die Rotation aber korrekt, sollte das Item verworfen oder überarbeitet werden.

Faustregel: Items mit einer Trennschärfe unter **.30** werden verworfen oder überarbeitet.

Beispiel GHQ-12

Analysieren ▶ Skalierung ▶ Reliabilitätsanalyse... ▶ Statistiken: "Skala wenn Item gelöscht"

Item-Skala-Statistiken

| | Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen | Skalenvarianz, wenn Item weggelassen | Korrigierte Item-Skala-Korrelation | Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen |
|----------|---|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| ghqconc | 20.54 | 21.309 | .532 | .886 |
| ghqsleep | 20.84 | 19.411 | .572 | .885 |
| ghquse | 20.60 | 21.192 | .487 | .888 |
| | | | : | |

Spalte "Korrigierte Item-Skala-Korrelation":

Die Trennschärfen liegen zwischen .487 und .738.

Das heisst, jedes der Items widerspiegelt hinreichend gut, was die Skala als ganze misst.

Reliabilitätsanalyse

- Die Reliabilitätsanalyse wird eingesetzt, um zu quantifizieren wie gut alle Items einer Batterie zusammen das gleiche theoretische Konstrukt messen, z.B. Psychosocial well-being.
- Eine hohe durchschnittliche Korrelation zwischen den Items weist darauf hin, dass sie alle das gleiche Konstrukt messen.
- Meistens wird die Reliabilität durch den Koeffizienten **Cronbachs Alpha** gemessen. Cronbachs Alpha ist ein Mass für die "interne Konsistenz" einer Skala. Cronbachs Alpha ist eine positive Funktion der durchschnittlichen Korrelation zwischen den Items einer Batterie und hängt positiv von der Anzahl Items ab.

Voraussetzungen zur Berechnung von Cronbachs Alpha

- Alle Items messen das gleiche theoretische Konstrukt
- Metrische Variablen
- Alle Items sind in die gleiche Richtung gepolt (z.B. hohe Werte stehen bei allen Items für eine gute psychische Gesundheit)
- Gleichverteilung (ideal: Normalverteilung)

Beurteilung von Cronbachs Alpha

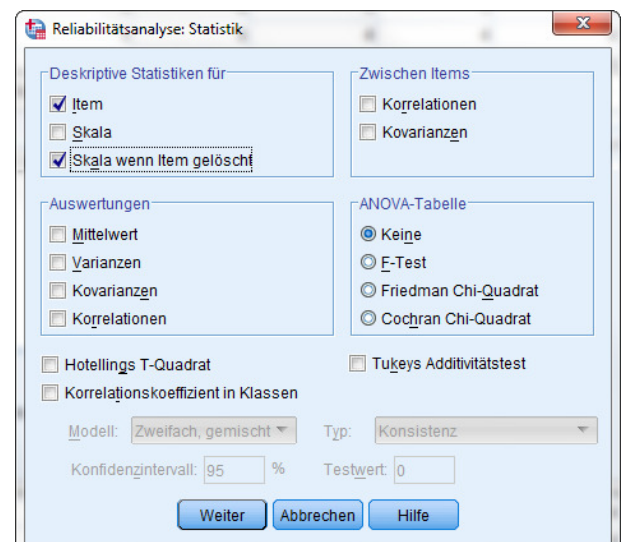
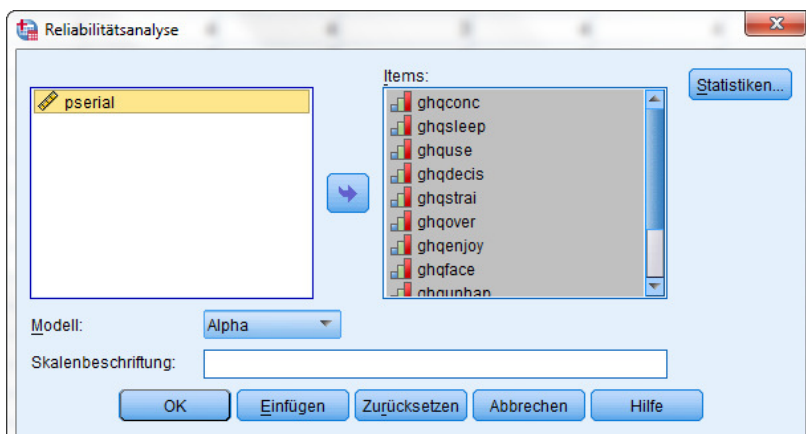
Alpha sollte $> .80$ sein. In der Praxis werden jedoch auch Werte ab $.60$ oder $.70$ akzeptiert.

Teil I: Itemanalyse und Reliabilitätsanalyse mit SPSS

General Health Questionnaire (GHQ-12) im Health Survey for England 2003 (n = 8'833)

Daten: GHQ.sav; Syntax: GHQ.sps

Analysieren ► Skalierung ► Reliabilitätsanalyse...



Syntax:

```
RELIABILITY
/VARIABLES=ghqconc ghqsleep ghquse ghqdecis ghqstrai ghqover ghqenjoy ghqface ghqunhap ghqconfi ghqworth ghqhappy
/SCALE('ALL VARIABLES') ALL
/MODEL=ALPHA
/STATISTICS=DESCRIPTIVE
/SUMMARY=TOTAL.
```

Ergebnisse

Zusammenfassung der Fallverarbeitung

| | N | % |
|-----------------------------|------|-------|
| Fälle Gültig | 8188 | 92.7 |
| Ausgeschlossen ^a | 645 | 7.3 |
| Gesamt | 8833 | 100.0 |

a. Listenweise Löschung auf der Grundlage aller Variablen in der Prozedur.

Zusammenfassung der Fälle

7% der Fälle werden aufgrund fehlender Werte ausgeschlossen. → OK

Reliabilitätsstatistiken

| Cronbachs Alpha | Anzahl der Items |
|-----------------|------------------|
| .891 | 12 |

Reliabilitätsstatistiken

Die **Reliabilität** der Skala ist hoch (Cronbachs Alpha = .891). → OK

Itemstatistiken

| | Mittelwert | Standardabweichung | N |
|----------|------------|--------------------|------|
| ghqconc | 2.11 | .444 | 8188 |
| ghqsleep | 1.81 | .739 | 8188 |
| ghquse | 2.04 | .500 | 8188 |
| ghqdecis | 2.01 | .395 | 8188 |
| ghqstrai | 1.94 | .712 | 8188 |
| ghqover | 1.73 | .665 | 8188 |
| ghqenjoy | 2.14 | .514 | 8188 |
| ghqface | 2.05 | .400 | 8188 |
| ghqunhap | 1.77 | .765 | 8188 |
| ghqconfi | 1.65 | .738 | 8188 |
| ghqworth | 1.40 | .657 | 8188 |
| ghqhappy | 2.01 | .508 | 8188 |

Itemstatistiken

Da die **Itemschwierigkeit (p-Wert)** das arithmetische Mittel ist, ist sie in der Spalte "Mittelwert" ersichtlich.

Skala von 1 bis 4 → mittlere Schwierigkeit bei 2.5

Vom Wortlaut her ist jedoch 2 eine Art mittlere Kategorie ("same as usual").

Die Itemschwierigkeit variiert zwischen 1.40 und 2.14. Das heisst, die Durchmischung ist nicht sehr hoch; einige Items sind sehr "schwierig" (tiefe p-Werte).

Item-Skala-Statistiken

| | Skalenmittelwert, wenn Item weggelassen | Skalenvarianz, wenn Item weggelassen | Korrigierte Item-Skala-Korrelation | Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen |
|----------|---|--------------------------------------|------------------------------------|--|
| ghqconc | 20.54 | 21.309 | .532 | .886 |
| ghqsleep | 20.84 | 19.411 | .572 | .885 |
| ghquse | 20.60 | 21.192 | .487 | .888 |
| ghqdecis | 20.64 | 21.699 | .497 | .888 |
| ghqstrai | 20.71 | 19.223 | .634 | .881 |
| ghqover | 20.92 | 19.186 | .697 | .876 |
| ghqenjoy | 20.51 | 20.904 | .536 | .885 |
| ghqface | 20.60 | 21.326 | .595 | .884 |
| ghqunhap | 20.88 | 18.270 | .738 | .874 |
| ghqconfi | 20.99 | 18.526 | .726 | .875 |
| ghqworth | 21.24 | 19.467 | .653 | .879 |
| ghqhappy | 20.64 | 20.674 | .596 | .883 |

Item-Skala-Statistiken

Da die **Itemtrennschärfe** die Korrelation zwischen einem einzelnen Item und dem Summenscore ist, erscheint sie in der Spalte "Korrigierte Item-Skala-Korrelation".

Die Itemtrennschärfe variiert zwischen .487 und .738 und liegt damit deutlich über .30 → OK

In der Spalte "**Cronbachs Alpha, wenn Item weggelassen**" ist für jedes Item ersichtlich, wie hoch Cronbachs Alpha wäre, würde dieses Item weggelassen.

Bei keinem der Items würde Cronbachs Alpha höher, würde dieses Item weggelassen.

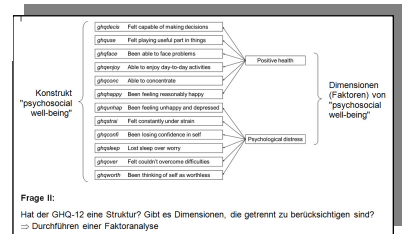
Dies spricht dafür, alle Items beizubehalten. → OK

Fazit Frage I

Jedes der Items repräsentiert die gesamte Batterie.

Die Batterie insgesamt weist jedoch wenig Variation auf.

Die Items des GHQ-12 können aus Sicht der Reliabilität als Skala verwendet werden.

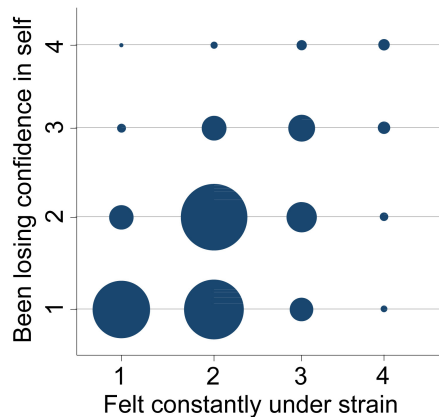


Teil II: Faktoranalyse

Wie können Dimensionen (Faktoren) entdeckt werden?

- Eine Faktoranalyse befasst sich damit, wie verschiedene Items zusammenhängen und sich zu Faktoren zusammenfassen lassen.
- Das Ziel ist es, Items als Faktoren zusammenzufassen und durch allgemeinere Begriffe zu ersetzen. Der allgemeine Begriff reflektiert den zugrundeliegenden Inhalt.
- Jeder Faktor repräsentiert mehrere Items. Es ist effizienter, etwas durch wenige Faktoren darzustellen als durch viele einzelne Items.
- Achtung: Bei einer Faktoranalyse sind theoretische und empirische Fakten einzubeziehen.

Grundidee der Faktoranalyse



Annahme: Einige Variablen hängen tendenziell zusammen.

Beispiel GHQ-12:

ghqstrai ("felt constantly under strain")

ghqconfi ("been losing confidence in self")

Drei mögliche Ursachen für Korrelation *ghqstrai* – *ghqconfi*:

- Variable *ghqstrai* beeinflusst Variable *ghqconfi*.
- Variable *ghqconfi* beeinflusst Variable *ghqstrai*.
- **Beide Variablen werden durch einen Faktor beeinflusst.**

Hauptschritte bei der Durchführung einer Faktoranalyse

1. Wahl der Variablen

- Nur theoretisch relevante Variablen einbeziehen
- Ausreichende Anzahl Variablen (4 oder mehr pro Faktor)
- Keine zu kleine Stichprobe
- Deskriptive Analyse durchführen (wie im Teil I: Itemanalyse und Reliabilitätsanalyse)
- Korrelationsmatrix betrachten

2. Eignung prüfen und Extraktion der Faktoren

- Eignung prüfen: Inverse Korrelationsmatrix, Bartlett-Test und KMO-Wert beurteilen
- Extraktionsmethode wählen (Hauptkomponentenanalyse, Hauptachsenanalyse)

3. Bestimmen der Anzahl Faktoren

- Kriterien: Eigenwert, Scree-Plot, Faustregeln

4. Interpretation der Faktoren

- Rotation der Faktormatrix, Zuordnen der Variablen auf Faktoren, Interpretation

5. Optional: Berechnung der Summenskalen oder Faktorwerte

- Summenskalen oder Faktorwerte berechnen

Stichprobengrösse: Faustregeln

Wie gross soll die Stichprobe sein?

Es gibt keine wissenschaftlich exakte Antwort.

Einige Faustregeln geordnet nach absteigendem Auftreten in Artikeln:

1. 10er-Regel: Es sollten mindestens 10 Probanden pro Item im Konstrukt vorhanden sein.
2. STV-Verhältnis (**s**ubjects-**t**o-**v**ariables ratio, STV): Das Verhältnis der Anzahl Probanden zur Anzahl Variablen sollte nicht kleiner als 5 sein.
3. 150er-Regel: Es sollten mindestens 150-300 Probanden sein.
Rund 150, falls die Analyse nur wenige, hoch korrelierende Variablen berücksichtigt.
4. 200er-Regel: Es sollten mindestens 200 Probanden sein ungeachtet des STV-Verhältnisses.

Diese Faustregeln schliessen sich gegenseitig nicht aus:

Beispielsweise verwenden einige Forscher beides, das STV-Verhältnis und die 200er-Regel.

Allgemein geht man davon aus, dass die Stichprobengrösse mindestens 50 betragen soll.

Problematische Aspekte

Viele Entscheidungen beim Extrahieren und Interpretieren der Faktoren sind subjektiv.

Der gleiche Datensatz kann verschiedene Resultate produzieren, je nach "Entscheidungspfad".

Obwohl die Variablen mindestens intervallskaliert skaliert sein müssen, werden in der Praxis oft Variablen mit niedrigerem Skalenniveau einbezogen, was zu falschen Aussagen führen kann.

Problematik fehlender Werte (missing values)

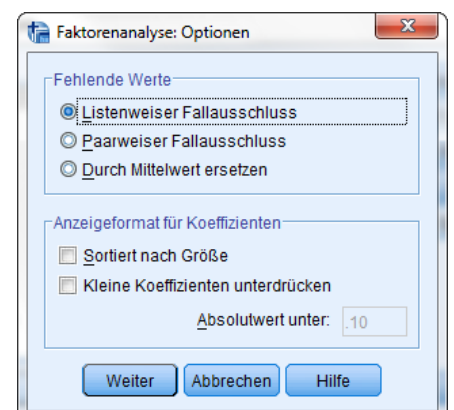
Itembatterien weisen oft viele fehlende Werte auf.

Je nach "missing treatment" sind die Resultate verschieden in Bezug auf

- Anzahl Faktoren
- Interpretation der Faktoren

Es gibt keine Patentlösung zum Umgang mit fehlenden Werten.

Je nach der Datenlage und Kontext muss ein anderes Vorgehen gewählt werden.



Teil II: Faktoranalyse mit SPSS

Itembatterie "General Health Questionnaire" (GHQ-12) im Health Survey for England 2003

Daten: GHQ.sav; Syntax: GHQ.sps

Erster Schritt: Wahl der Variablen

- Theoretisch relevante Variablen Skala GHQ-12: Alle Items plausibel → OK

- Ausreichende Anzahl Variablen Vermutung: 2 Faktoren à 6 Variablen
 - Psychological distress
 - Positive health
 → OK

- Keine zu kleine Stichprobe Sehr grosse Stichprobe (n = 8'833) → OK

- Deskriptive Analyse Histogramme betrachten.
Im Idealfall normalverteilte Variablen.

- Korrelationsmatrix Siehe unten

Korrelationsmatrix der Variablen

Analysieren ▶ Korrelationen ▶ Bivariate Korrelationen

| | | Korrelationen ^b | | | | | | | | | | | |
|----------|--------------------------|----------------------------|----------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|---------|--------|----------|----------|
| | | ghqsleep | ghqstrai | ghqover | ghqworth | ghqunhap | ghqconfi | ghqhappy | ghqface | ghqconc | ghquse | ghqdecis | ghqenjoy |
| ghqsleep | Korrelation nach Pearson | 1 | .545** | .483** | .387** | .547** | .459** | .343** | .312** | .330** | .228** | .226** | .297** |
| | Signifikanz (2-seitig) | | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 |
| ghqstrai | Korrelation nach Pearson | .545** | 1 | .598** | .418** | .592** | .492** | | | | | | |
| | Signifikanz (2-seitig) | .000 | | .000 | .000 | .000 | .000 | | | | | | |
| ghqover | Korrelation nach Pearson | .483** | .598** | 1 | .517** | .593** | .582** | | | | | | |
| | Signifikanz (2-seitig) | .000 | .000 | | .000 | .000 | .000 | | | | | | |
| ghqworth | Korrelation nach Pearson | .387** | .418** | .517** | 1 | .574** | .689** | | | | | | |
| | Signifikanz (2-seitig) | .000 | .000 | .000 | | .000 | .000 | | | | | | |
| ghqunhap | Korrelation nach Pearson | .547** | .592** | .593** | .574** | 1 | .671** | | | | | | |
| | Signifikanz (2-seitig) | .000 | .000 | .000 | .000 | | .000 | | | | | | |
| ghqconfi | Korrelation nach Pearson | .459** | .492** | .582** | .689** | .671** | 1 | | | | | | |
| | Signifikanz (2-seitig) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | | | | | | | |
| ghqhappy | Korrelation nach Pearson | .343** | .376** | .397** | .449** | .502** | .460** | 1 | | | | | |
| | Signifikanz (2-seitig) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | | | | | | |
| ghqface | Korrelation nach Pearson | .312** | .365** | .443** | .395** | .428** | .427** | .487** | 1 | | | | |
| | Signifikanz (2-seitig) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | | | | | |
| ghqconc | Korrelation nach Pearson | .330** | .352** | .369** | .319** | .362** | .379** | .370** | .417** | 1 | | | |
| | Signifikanz (2-seitig) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | | | | |
| ghquse | Korrelation nach Pearson | .228** | .217** | .344** | .362** | .321** | .368** | .368** | .389** | .389** | 1 | | |
| | Signifikanz (2-seitig) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | | | |
| ghqdecis | Korrelation nach Pearson | .226** | .268** | .345** | .330** | .308** | .355** | .380** | .485** | .438** | .488** | 1 | |
| | Signifikanz (2-seitig) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | | |
| ghqenjoy | Korrelation nach Pearson | .297** | .351** | .379** | .323** | .377** | .363** | .416** | .469** | .440** | .439** | .367** | 1 |
| | Signifikanz (2-seitig) | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | .000 | |

Achtung: Die Variablen sind aus didaktischen Gründen so gruppiert, dass die Struktur besser sichtbar ist. Normalerweise ist dies nicht der Fall!

** Die Korrelation ist auf dem Niveau von 0,01 (2-seitig) signifikant.

b. Listenweise N=8188

Es könnten zwei Faktoren sein (blau, grün), wobei *ghqhappy* nicht eindeutig zuordnenbar ist.

Was ist bei der Bewertung der Korrelationsmatrix wichtig?

Signifikanzniveau der Korrelationen

- Das Signifikanzniveau drückt aus, ob ein Korrelationskoeffizient lediglich zufällig verschieden von Null ist oder ob er mit hoher Wahrscheinlichkeit tatsächlich verschieden von Null ist.
- Das Signifikanzniveau soll vor Beginn der Untersuchung gewählt werden (1% oder 5%). Dies geschieht in Abhängigkeit von der Stichprobengröße und des Ziels der Analyse. Selten, insbesondere bei grossen Stichproben, wird das Signifikanzniveau 0.1% gewählt.

Werte der Korrelationskoeffizienten

- Eine Faktoranalyse ist problematisch, wenn viele tiefe und keine hohen Korrelationskoeffizienten vorhanden sind. In diesem Fall ist die Datenstruktur zu heterogen.
- Am besten eignen sich "Cluster" hoch korrelierender Variablen. Diese Cluster geben Hinweise auf die dahinterliegende Faktorstruktur.

Auf der Basis der Korrelationsmatrix können Sie nicht entscheiden, wie viele Faktoren vorliegen.

=> Führen Sie eine Faktorenanalyse durch!

Zweiter Schritt: Eignung prüfen und Extraktion der Faktoren

Analysieren ▶ Dimensionsreduzierung ▶ Faktorenanalyse

The image displays five screenshots of the SPSS Factor Analysis dialog boxes, illustrating the configuration for a principal component analysis (PCA):

- Faktorenanalyse:** Shows the list of variables (pserial, ghqconc, ghqsleep, ghquse, ghqdecis, ghqstrai, ghqover, ghqenjoy) and the 'Auswahlvariable:' field. Buttons for 'Deskriptive Statistik...', 'Extraktion...', 'Rotation...', 'Werte...', and 'Optionen...' are visible.
- Faktorenanalyse: Deskriptive Statist...:** Shows the 'Statistiken' section with 'Anfangslösung' checked. The 'Korrelationsmatrix' section has 'Koeffizienten', 'Inverse', 'Signifikanzniveau', and 'KMO und Bartlett-Test auf Sphärität' checked.
- Faktorenanalyse: Extraktion:** Shows the 'Methode' dropdown set to 'Hauptkomponenten'. The 'Anzeige' section has 'Nicht rotierte Faktoren' and 'Screeplot' checked. The 'Extrahieren' section has 'Basierend auf dem Eigenwert' selected with 'Eigenwerte größer als:' set to 1. The 'Maximalzahl der Iterationen für Konvergenz' is set to 25.
- Faktorenanalyse: Rotation:** Shows the 'Methode' section with 'Keine', 'Quartimax', 'Varimax', 'Equamax', 'Oblimin, direkt', and 'Promax' options. The 'Anzeige' section has 'Rotierte Lösung' and 'Ladungsdiagramm(e)' checked. The 'Maximalzahl der Iterationen für Konvergenz' is set to 25.
- Faktorenanalyse: Faktorwerte:** Shows the 'Als Variablen speichern' checkbox checked. The 'Methode' section has 'Regression' selected. The 'Koeffizientenmatrix der Faktorwerte anzeigen' checkbox is unchecked.

Inverse Korrelationsmatrix: Eignung der Daten beurteilen I

Die Korrelationsstruktur eignet sich dann für eine Faktoranalyse, wenn die Inverse eine Diagonalmatrix darstellt. Im Wesentlichen handelt es sich um ein optisches Hilfsmittel.

Beurteilung:

- Es gibt keine allgemeingültige Regel!
- Eine Matrix ist diagonal, wenn die nicht-diagonalen Werte "möglichst nahe bei Null" sind.
Das heisst, die nicht-diagonalen Werte sollten deutlich kleiner sein als die auf der Diagonalen.

Beispiel GHQ-12

Inverse Korrelationsmatrix

| | ghqconc | ghqsleep | ghquse | ghqdecis | ghqstrai | ghqover | ghqenjoy | ghqface | ghqunhap | ghqconfi | ghqworth | ghqhappyy |
|-----------|---------|----------|--------|----------|----------|---------|----------|---------|----------|----------|----------|-----------|
| ghqconc | 1.523 | -.136 | -.150 | -.298 | -.117 | -.035 | -.280 | -.131 | .008 | -.115 | .039 | -.078 |
| ghqsleep | -.136 | 1.649 | .004 | .048 | -.452 | -.169 | -.021 | .005 | -.399 | -.100 | -.015 | -.037 |
| ghquse | -.150 | .001 | 1.565 | -.442 | .187 | -.122 | -.332 | -.037 | -.012 | -.085 | -.154 | -.103 |
| ghqdecis | -.298 | .048 | -.442 | 1.617 | -.024 | -.068 | -.008 | -.392 | .083 | -.075 | -.036 | -.118 |
| ghqstrai | -.117 | -.452 | .187 | -.024 | 1.981 | -.596 | -.134 | -.028 | -.470 | -.046 | .010 | -.047 |
| ghqover | -.035 | -.169 | -.122 | -.068 | -.596 | 2.086 | -.064 | -.207 | -.290 | -.336 | -.213 | .061 |
| ghqenjoy | -.280 | -.021 | -.332 | -.008 | -.134 | -.064 | 1.580 | -.369 | -.050 | -.004 | .035 | -.184 |
| ghqface | -.131 | .005 | -.037 | -.392 | -.028 | -.207 | -.309 | 1.745 | -.678 | -.053 | -.059 | -.330 |
| ghqunhap | .008 | -.399 | -.012 | .083 | -.470 | -.290 | -.050 | -.078 | 2.521 | -.752 | -.249 | -.352 |
| ghqconfi | -.115 | -.100 | -.085 | -.075 | -.046 | -.336 | -.004 | -.053 | -.752 | 2.605 | -.990 | -.060 |
| ghqworth | .039 | -.015 | -.154 | -.036 | .010 | -.213 | .035 | -.059 | -.249 | -.990 | 2.097 | -.204 |
| ghqhappyy | -.078 | -.037 | -.103 | -.118 | -.047 | .061 | -.184 | -.330 | -.352 | -.060 | -.204 | 1.651 |

Diagonale

Die nicht-diagonalen Beträge sind deutlich kleiner als die Werte auf der Diagonalen.
→ Die Korrelationsstruktur eignet sich recht gut für eine Faktoranalyse.

Bartlett-Test: Eignung der Daten beurteilen II

Nullhypothese H_0 :

Die Stichprobe stammt aus einer Grundgesamtheit, in der alle Variablen vollständig unkorreliert sind.

Voraussetzung: Die Daten sind normalverteilt.

Beispiel GHQ-12

KMO- und Bartlett-Test

| | | |
|---|---------------------------|-----------|
| Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin. | | .920 |
| Bartlett-Test auf Sphärizität | Ungefähres Chi-Quadrat | 42869.025 |
| | df | 66 |
| | Signifikanz nach Bartlett | .000 |



Im Fall der GHQ-Daten ist der Bartlett-Test signifikant ($p = .000$) und dementsprechend kann die Nullhypothese verworfen werden. Die Variablen sind nicht vollständig unkorreliert.

Also kann mit der Faktoranalyse weitergefahren werden.

Achtung: Die Aussage "Die Variablen sind korreliert." ist falsch.
Die Alternativhypothese kann nicht postuliert werden.

Kaiser-Meyer-Olkin (KMO): Eignung der Daten beurteilen III

Kaiser, Meyer und Olkin haben ein "measure of sampling adequacy" (MSA) entwickelt, welches das Standardprüfverfahren für die Eignung der Daten für eine Faktoranalyse ist.

Das MSA-Kriterium testet, ob die partiellen Korrelationen zwischen den Variablen klein sind.

Das MSA-Kriterium zeigt, in welchem Umfang die Ausgangsvariablen zusammengehören, und hilft somit zu beurteilen, ob eine Faktoranalyse sinnvoll ist oder nicht.

Für die Bestimmung von MSA wird der KMO-Wert berechnet.

Faustregel: Der KMO-Wert sollte .60 oder höher sein, um mit der Faktoranalyse fortzufahren.

Kaiser (1970) schlägt als untere Grenze .50 vor, wünschenswert wäre jedoch .80 oder höher.

Beispiel GHQ-12

KMO- und Bartlett-Test

| | | |
|---|---------------------------|-----------|
| Maß der Stichprobeneignung nach Kaiser-Meyer-Olkin. | | .920 |
| Bartlett-Test auf Sphärizität | Ungefähres Chi-Quadrat | 42869.025 |
| | df | 66 |
| | Signifikanz nach Bartlett | .000 |

KMO-Wert

| | |
|--------------|--------------|
| .00 bis .49 | inakzeptabel |
| .50 bis .59 | miserabel |
| .60 bis .69 | unbedeutend |
| .70 bis .79 | mittelmässig |
| .80 bis .89 | respektabel |
| .90 bis 1.00 | wunderbar |

Typen des Faktorisierens: Hauptkomponentenanalyse vs. Hauptachsenanalyse

Hauptkomponentenanalyse (PCA, "Principal Component Analysis", Standard in SPSS)

- Ziel: Datenstruktur reproduzieren
- Kein kausaler Zusammenhang zwischen Faktoren und Variablen
- Faktoren sind "allgemeine Begriffe" und werden oft **Komponenten** genannt.
- Prozess: Der erste Faktor wird so gewählt, dass er einen möglichst grossen Anteil der Varianz in den Variablen erklärt. Jeder weitere Faktor erklärt einen maximalen Anteil der jeweils verbleibenden Varianz. Es werden so lange Faktoren extrahiert, bis die gesamte Varianz in den Variablen erklärt wird.
- Werden Variablen hinzugefügt, so verändern sich die Faktorladungen.

Hauptachsenanalyse (PAF, "Principal Axis Factoring")

- Ziel: Ursache der Korrelationsstruktur bestimmen
- Kausale Interpretation: Faktoren verursachen die Korrelation zwischen Variablen
- Prozess: Der erste Faktor wird so gewählt, dass er einen möglichst grossen Anteil der gemeinsamen Varianz der Variablen erklärt. Jeder weitere Faktor erklärt einen maximalen Anteil der jeweils verbleibenden gemeinsamen Varianz der Variablen. Es werden so lange Faktoren extrahiert, bis die gesamte gemeinsame Varianz der Variablen erklärt wird.
- Werden Variablen hinzugefügt, so verändern sich die Faktorladungen grundsätzlich nicht.

Beispiel GHQ-12: Das Ergebnis der Extraktion im Vergleich

Komponentenmatrix^a

| | Komponente | |
|----------|------------|-------|
| | 1 | 2 |
| ghqconc | .619 | .314 |
| ghqsleep | .634 | -.378 |
| ghquse | .583 | .479 |
| ghqdecis | .593 | .499 |
| ghqstrai | .692 | -.374 |
| ghqover | .753 | -.242 |
| ghqenjoy | .628 | .336 |
| ghqface | .683 | .292 |
| ghqunhap | .786 | -.327 |
| ghqconfi | .781 | -.234 |
| ghqworth | .718 | -.192 |
| ghqhappy | .679 | .118 |

Extraktionsmethode:
Hauptkomponentenanalyse.

Faktorenmatrix^a

| | Faktor | |
|----------|--------|-------|
| | 1 | 2 |
| ghqconc | .575 | .237 |
| ghqsleep | .597 | -.255 |
| ghquse | .547 | .368 |
| ghqdecis | .561 | .406 |
| ghqstrai | .663 | -.281 |
| ghqover | .728 | -.183 |
| ghqenjoy | .586 | .258 |
| ghqface | .648 | .249 |
| ghqunhap | .779 | -.298 |
| ghqconfi | .764 | -.192 |
| ghqworth | .684 | -.134 |
| ghqhappy | .636 | .103 |

Extraktionsmethode:
Hauptachsen-Faktorenanalyse.

Faktorladung

Faktorladungen

Die Faktorladung einer Variable ist die Korrelation zwischen der Variable und dem Faktor.

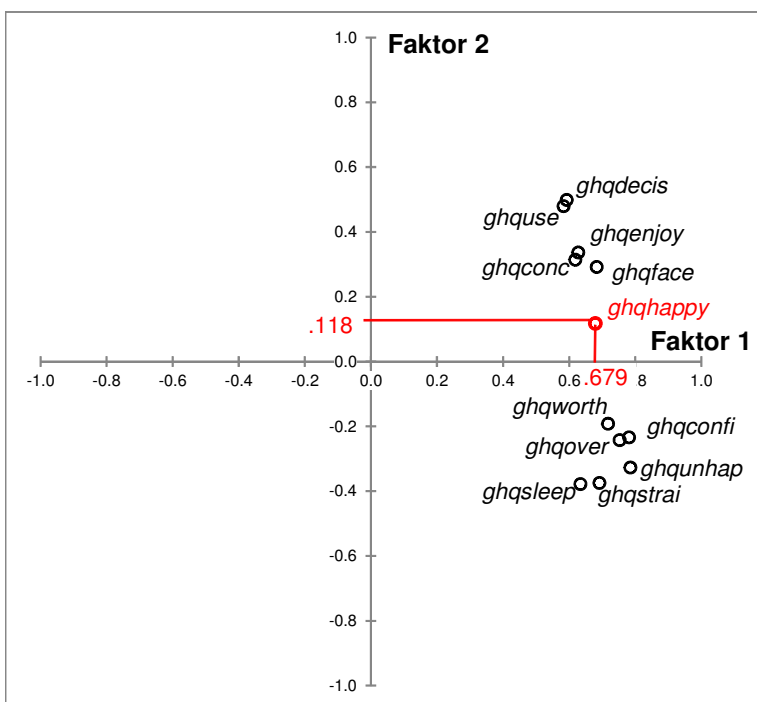
Typische Aussage: "Die Variable *ghqconc* lädt mit .619 auf Faktor 1."

Theoretisch sind Werte zwischen -1 und +1 möglich. Der Betrag der Faktorladung zeigt an, wie eng eine Variable mit einem Faktor zusammenhängt: Beträge nahe bei 0 zeigen an, dass kaum ein Zusammenhang besteht. Je höher der Betrag, desto enger ist der Zusammenhang.

Graphische Interpretation der Faktorladungen

Jede Variable kann in einem Koordinatensystem als Vektor beschrieben werden, welcher durch seine Faktorladungen gebildet wird.

Die Faktorladungen können als Koordinaten interpretiert werden.



Komponentenmatrix^a

| | Komponente | |
|----------|------------|-------|
| | 1 | 2 |
| ghqconc | .619 | .314 |
| ghqsleep | .634 | -.378 |
| ghquse | .583 | .479 |
| ghqdecis | .593 | .499 |
| ghqstrai | .692 | -.374 |
| ghqover | .753 | -.242 |
| ghqenjoy | .628 | .336 |
| ghqface | .683 | .292 |
| ghqunhap | .786 | -.327 |
| ghqconfi | .781 | -.234 |
| ghqworth | .718 | -.192 |
| ghqhappy | .679 | .118 |

Extraktionsmethode:
Hauptkomponentenanalyse.
a. 2 Komponenten extrahiert

Kommunalität ("Gemeinsamkeit")

Die Variablen können üblicherweise nicht vollständig durch die Faktoren erklärt werden. Die Anzahl der Faktoren ist normalerweise deutlich kleiner als die Anzahl der Variablen.

Kommunalität ist der Anteil der Gesamtvarianz einer Variablen, der durch alle Faktoren gemeinsam erklärt wird.

Kommunalität gibt an, in welchem Ausmass die Variable durch die Faktoren "erklärt" wird.

Beispiel GHQ-12

Kommunalitäten

| | Anfänglich | Extraktion |
|----------|------------|------------|
| ghqconc | 1.000 | .481 |
| ghqsleep | 1.000 | .546 |
| ghquse | 1.000 | .570 |
| ghqdecis | 1.000 | .600 |
| ghqstrai | 1.000 | .619 |
| ghqover | 1.000 | .626 |
| ghqenjoy | 1.000 | .507 |
| ghqface | 1.000 | .552 |
| ghqunhap | 1.000 | .724 |
| ghqconfi | 1.000 | .665 |
| ghqworth | 1.000 | .553 |
| ghqhapp | 1.000 | .475 |

Extraktionsmethode:
Hauptkomponentenanalyse.

Komponentenmatrix^a

| | Komponente | |
|----------|------------|-------|
| | 1 | 2 |
| ghqconc | .619 | .314 |
| ghqsleep | .634 | -.378 |
| ghquse | .583 | .479 |
| ghqdecis | .593 | .499 |
| ghqstrai | .692 | -.374 |
| ghqover | .753 | -.242 |
| ghqenjoy | .628 | .336 |
| ghqface | .683 | .292 |
| ghqunhap | .786 | -.327 |
| ghqconfi | .781 | -.234 |
| ghqworth | .718 | -.192 |
| ghqhapp | .679 | .118 |

Extraktionsmethode:
Hauptkomponentenanalyse.

Beispiel Variable *ghqconc*:

Kommunalität nach Extraktion .481

→ 48.1% der Varianz von *ghqconc* wird durch die Faktoren 1 und 2 erklärt.

Zusammenhang mit Komponentenmatrix

$$0.481 = .619^2 + .314^2$$

$$48.1\% = 38.3\% + 9.8\%$$

Dritter Schritt: Bestimmen der Anzahl Faktoren

Es gibt kein eindeutiges Verfahren, um die Anzahl Faktoren zu bestimmen.

Common Sense: Limitieren Sie die Anzahl Faktoren auf jene, deren Bedeutung verständlich ist.

- **Kaiser-Kriterium**

Die Kaiser-Kriterium lässt alle Komponenten mit Eigenwerten unter 1.0 wegfallen. Es ist die Standardeinstellung in SPSS und den meisten anderen Statistikprogrammen. Das Kaiser-Kriterium wird aber nicht als ausschliessliche Entscheidungsbasis empfohlen.

- **Scree-Plot**

Der Scree-Plot stellt die Komponenten auf der x-Achse und die entsprechenden Eigenwerte auf der y-Achse dar. Es werden alle Komponenten ab dem **Ellenbogen** weggelassen.

- **Erklärte Varianz als Kriterium**

Einige Forscherinnen wenden lediglich die Regel an, eine ausreichende Anzahl Faktoren zu behalten, um 90% (manchmal 80%) der Varianz zu beschreiben.

Kaiser-Kriterium (Eigenwerte > 1.0)

- Ein Eigenwert zeigt, wie viel der Gesamtvarianz aller Variablen durch den Faktor erklärt ist.
- Das Kaiser-Kriterium verlangt, alle Komponenten mit einem Eigenwert < 1.0 wegzulassen.
- Das Kaiser-Kriterium wird nicht als ausschliessliche Entscheidungsgrundlage empfohlen, da es häufig dazu führt, zu viele Faktoren zu wählen.
- Der Eigenwert entspricht dem Anteil der Gesamtstreuung, der durch den Faktor erklärt wird.

Beispiel GHQ-12

Erklärte Gesamtvarianz

| Komponente | Anfängliche Eigenwerte | | | Summen von quadrierten Faktorladungen für Extraktion | | | Rotierte Summe der quadrierten Ladungen | | |
|------------|------------------------|---------------|--------------|--|---------------|--------------|---|---------------|--------------|
| | Gesamt | % der Varianz | Kumulierte % | Gesamt | % der Varianz | Kumulierte % | Gesamt | % der Varianz | Kumulierte % |
| 1 | 5.588 | 46.568 | 46.568 | 5.588 | 46.568 | 46.568 | 3.796 | 31.635 | 31.635 |
| 2 | 1.330 | 11.082 | 57.650 | 1.330 | 11.082 | 57.650 | 3.122 | 26.016 | 57.650 |
| 3 | .803 | 6.688 | 64.338 | | | | | | |
| 4 | .666 | 5.549 | 69.887 | | | | | | |
| 5 | .611 | 5.095 | 74.982 | | | | | | |
| 6 | .572 | 4.765 | 79.748 | | | | | | |
| 7 | .549 | 4.571 | 84.318 | | | | | | |
| 8 | .466 | 3.882 | 88.200 | | | | | | |
| 9 | .426 | 3.548 | 91.748 | | | | | | |
| 10 | .365 | 3.039 | 94.787 | | | | | | |
| 11 | .352 | 2.933 | 97.720 | | | | | | |
| 12 | .274 | 2.280 | 100.000 | | | | | | |

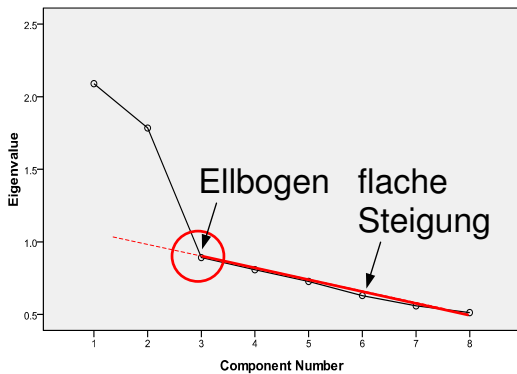
Der Eigenwert entspricht dem Anteil der Gesamtstreuung, der durch den Faktor erklärt wird. Dazu werden die Variablen z-transformiert (Standardabweichung 1 und Mittelwert 0). Damit ist die gesamte zu erklärende Streuung beim GHQ-12 (= 12 Variablen) ebenfalls 12. Von diesem Betrag erklärt der erste Faktor 5.588 und damit 5.588/12 (46.568%) der Gesamtstreuung. Der zweite Faktor erklärt einen Anteil von 1.330/12 (11.082%) der Gesamtstreuung.

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Höchstens 2 Faktoren ↔ Kaiser-Kriterium (Eigenwerte > 1.0)

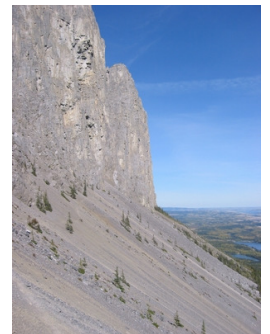
Scree-Plot

Beispiel mit fiktiven Daten



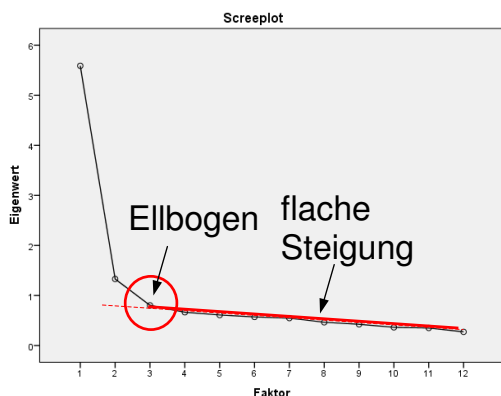
Ellbogen-Kriterium:

- Falls die Faktoren zufällig entstanden sind, ist die Steigung flach.
- Nur Faktoren oberhalb des Ellbogens werden gezählt.



Scree ("Geröll")

Beispiel GHQ-12



Der Ellbogen ist bei 3 → 2 Faktoren behalten

Typische Aussage:

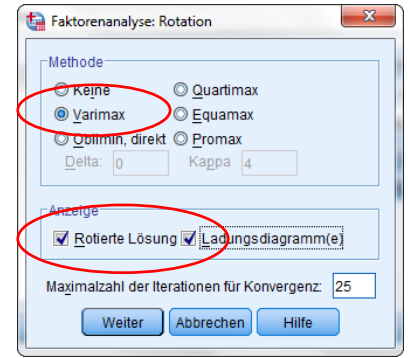
Ich habe mich für zwei Faktoren entschieden, weil dies theoretisch plausibel ist und konsistent ist sowohl mit dem Kaiser-Kriterium (Eigenwert > 1) als auch dem Scree-Plot.

Vierter Schritt: Interpretation der Faktoren

Rotation

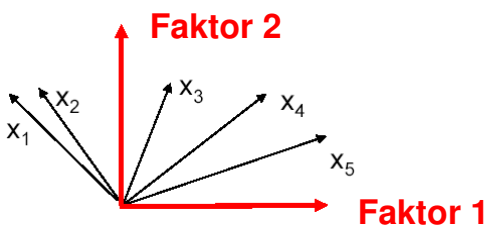
Die Rotation führt zu einer besseren Lesbarkeit der Ergebnisse.

Die Varimax-Rotation wahrt die Unabhängigkeit der Faktoren. Die Faktoren werden dabei so rotiert, dass die Varianz der quadrierten Ladungen pro Faktor maximiert wird. Mittlere Ladungen werden tendenziell "kleiner" oder "grösser", so dass die Faktorstruktur einfacher interpretierbar ist.

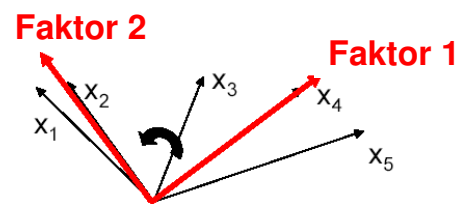


Symbolische Darstellung:

Vor der Rotation:



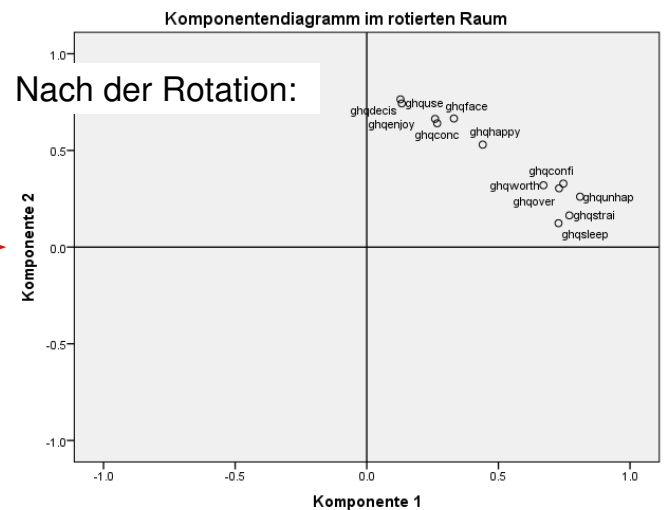
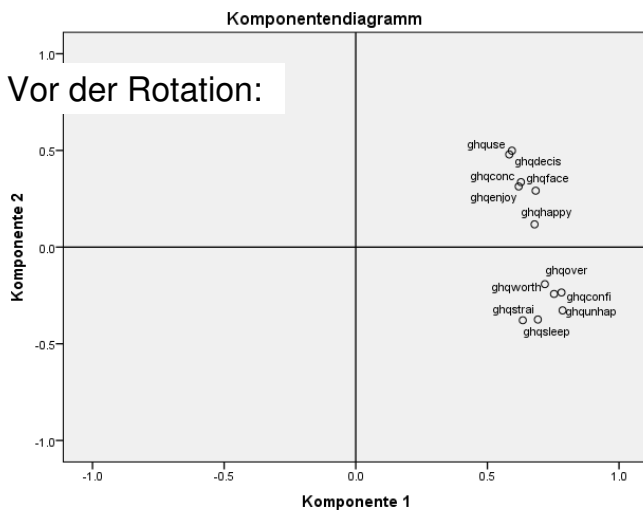
Nach der Rotation:



AF 642 - 645

Beispiel GHQ-12: Rotation und Ladungsdiagramme in SPSS

Ladungsdiagramme stellen im Wesentlichen eine Visualisierung dar.



Komponentenmatrix^a

| | Komponente | |
|----------|------------|-------|
| | 1 | 2 |
| ghqconc | .619 | .314 |
| ghqsleep | .634 | -.378 |
| ghquse | .583 | .479 |
| ghqdecis | .593 | .499 |
| ghqstrai | .692 | -.374 |

Rotierte Komponentenmatrix^a

| | Komponente | |
|----------|------------|------|
| | 1 | 2 |
| ghqconc | .267 | .640 |
| ghqsleep | .728 | .124 |
| ghquse | .133 | .743 |
| ghqdecis | .128 | .764 |
| ghqstrai | .769 | .164 |

Beurteilung der Ladungen und Zuordnung der Variablen auf die Faktoren

Eine Ladung muss bestimmte Kriterien erfüllen

- Ein Faktor kann interpretiert werden, wenn mindestens 4 Variablen eine höhere Ladung als .60 aufweisen.
- Ein Faktor kann interpretiert werden, wenn mindestens 10 Variablen eine höhere Ladung als .40 haben.
- Falls weniger als 10 Variablen eine höhere Ladung als .40 haben und die Stichprobengröße weniger als 300 beträgt, ist die Ladungsstruktur wahrscheinlich zufällig.
- Eine Faktorladung unter .20 kann nicht berücksichtigt werden
→ Solche Items entfernen und die Analyse erneut durchführen.

Beispiel GHQ-12

Hier ist das erste Kriterium erfüllt:

Die beiden Faktoren weisen 6, beziehungsweise 5 Variablen mit einer Ladung von $\geq .6$ auf.

Rotierte Komponentenmatrix^a

| | Komponente | |
|----------|------------|------|
| | 1 | 2 |
| ghqconc | .267 | .640 |
| ghqsleep | .728 | .124 |
| ghquse | .133 | .743 |
| ghqdecis | .128 | .764 |
| ghqstrai | .769 | .164 |
| ghqover | .730 | .304 |
| ghqenjoy | .259 | .663 |
| ghqface | .331 | .665 |
| ghqunhap | .810 | .261 |
| ghqconfi | .747 | .328 |
| ghqworth | .671 | .320 |
| ghqhappy | .440 | .530 |

Querladungen (cross-loadings)

Eine Querladung liegt vor, wenn eine Variable hoch auf mehr als einen Faktor lädt.

(zwei oder mehr Faktorladungen $>.3$ oder $>.4$)

Das Item hängt (inhaltlich) mit mehreren Faktoren zusammen. Es korreliert mit anderen Items, die auf die betroffenen Faktoren laden.

Ist das Ziel, scharf abgegrenzte Faktoren zu finden und daraus beispielsweise Summenscores zu bilden, so wird die Differenz zwischen den Ladungen betrachtet.

- Differenz klein ($<.2$):
Die Variable kann keinem Faktor zugeordnet werden.
→ Ausschliessen und Analyse erneut durchführen.
(Es sei denn, theoretische Gründe sprechen deutlich dagegen.)
- Differenz gross ($>.2$):
Die Variable kann jenem Faktor zugeordnet werden, auf den sie am höchsten lädt.

Ist das Ziel, Gemeinsamkeiten von Konzepten aufzuzeigen, so sind Querladungen von theoretischem Interesse und werden beibehalten. Sie müssen theoretisch plausibel sein.

Rotierte Komponentenmatrix^a

| | Komponente | |
|----------|------------|------|
| | 1 | 2 |
| ghqconc | .267 | .640 |
| ghqsleep | .728 | .124 |
| ghquse | .133 | .743 |
| ghqdecis | .128 | .764 |
| ghqstrai | .769 | .164 |
| ghqover | .730 | .304 |
| ghqenjoy | .259 | .663 |
| ghqface | .331 | .665 |
| ghqunhap | .810 | .261 |
| ghqconfi | .747 | .328 |
| ghqworth | .671 | .320 |
| ghqhappy | .440 | .530 |

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.
Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

a. Die Rotation ist in 3 Iterationen konvergiert.

Inhaltliche Interpretation der Faktoren

Die Items werden innerhalb der Faktoren nach absteigendem Betrag der Ladung sortiert. Das Vorzeichen der Ladung (oder die Ladung selbst) wird notiert.

Was ist das "Thema" der Faktoren? Wofür stehen die Faktoren?

- Itemtexte ansehen. Dabei sind insbesondere die am höchsten ladenden Variablen hilfreich (sogenannte "Markiervariablen").
- Auch der Kontext der Studie kann Hinweise geben.

Beispiel GHQ-12

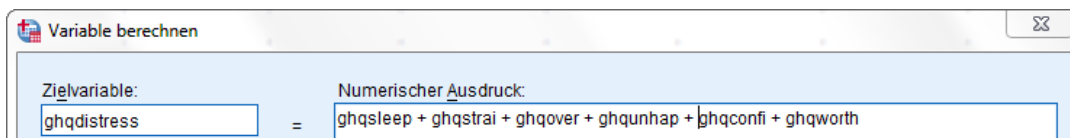
| | Faktor 1 | Faktor 2 | Mögliche Bezeichnung: |
|--|----------|----------|---------------------------------|
| <i>ghqunhap</i> Been feeling unhappy and depressed | + | | "psychological distress" |
| <i>ghqstrai</i> Felt constantly under strain | + | | |
| <i>ghqconfi</i> Been losing confidence in self | + | | |
| <i>ghqover</i> Felt couldn't overcome difficulties | + | | |
| <i>ghqsleep</i> Lost sleep over worry | + | | |
| <i>ghqworth</i> Been thinking of self as worthless | + | | |
| <i>ghqdecis</i> Felt capable of making decisions | | + | "positive health" |
| <i>ghquse</i> Felt playing useful part in things | | + | |
| <i>ghqface</i> Been able to face problems | | + | |
| <i>ghqenjoy</i> Able to enjoy day-to-day activities | | + | |
| <i>ghqconc</i> Able to concentrate | | + | |
| <i>ghqhappy</i> Been feeling reasonably happy | | + | |

Fünfter Schritt (optional): Summenskalen oder Faktorwerte berechnen

Auf Basis der Faktorenlösung werden in der Regel Summenskalen berechnet. Alternativ können Faktorwerte berechnet werden.

Berechnen von Summenskalen in SPSS

Transformieren ▶ Variablen berechnen...

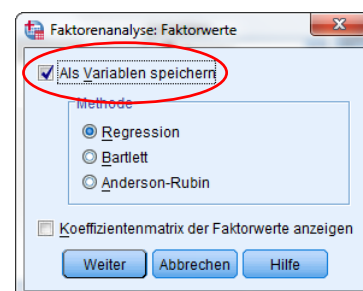


Zuvor für jeden Faktor die Reliabilität prüfen! (Cronbachs Alpha)

Berechnen von Faktorwerten in SPSS

Meist wird die "Regressionsmethode" verwendet. Daneben gibt es weitere Methoden.

Ist in SPSS als Teil der Faktoranalyse implementiert (Option "Werte").



Literatur

Hankins, M. (2008)

The factor structure of the twelve item General Health Questionnaire (GHQ-12): the result of negative phrasing? *Clinical Practice and Epidemiology in Mental Health*, 4:10, www.cpementalhealth.com/content/4/1/10 (Zugriff: Oktober 2012)

Jackson, C. (2007)

The General Health Questionnaire. *Occupational Medicine*, 57:79, <http://occmed.oxfordjournals.org/content/57/1/79.full> (Zugriff: Oktober 2012)

Kaiser H. (1970).

A second generation little jiffy. *Psychometrika*, 35(4), 401-415.

www.ats.ucla.edu/stat/spss/faq/alpha.html (Zugriff: Oktober 2012)

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Ziele der Vorlesung | 3 |
| Einführung | 4 |
| Beispiel für ein Konstrukt..... | 4 |
| Was sind Konstrukte? | 6 |
| Beurteilung der Qualität eines Instruments..... | 7 |
| Teil I: Itemanalyse und Reliabilitätsanalyse | 8 |
| Verteilung der Antworten (Deskriptive Analyse)..... | 8 |
| Itemschwierigkeit (auch p-Wert genannt) | 10 |
| Itemtrennschärfe | 12 |
| Reliabilitätsanalyse | 13 |
| Teil I: Itemanalyse und Reliabilitätsanalyse mit SPSS | 14 |
| Teil II: Faktoranalyse | 17 |
| Hauptschritte bei der Durchführung einer Faktoranalyse..... | 18 |
| Stichprobengröße: Faustregeln..... | 19 |
| Problematische Aspekte..... | 20 |
| Teil II: Faktoranalyse mit SPSS | 21 |
| Erster Schritt: Wahl der Variablen | 21 |
| Dritter Schritt: Bestimmen der Anzahl Faktoren..... | 32 |
| Fünfter Schritt (optional): Summenskalen oder Faktorwerte berechnen | 40 |
| Literatur..... | 41 |