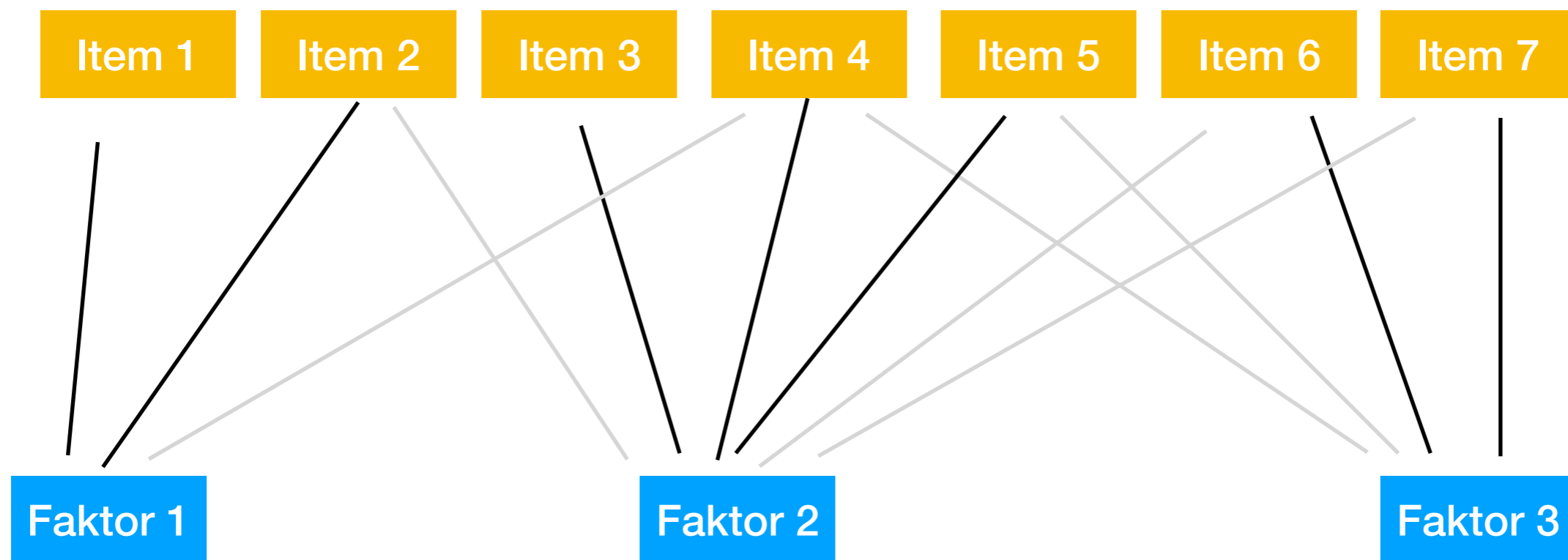


# Die Explorative Faktorenanalyse

## EFA



## Wann und warum?

- Viele Variablen (häufig Likert-Items eines **Fragebogens**)
- Zusammenfassung zu weniger Faktoren (Skalen, Dimensionen, Subskalen): **Dimensionsreduktion**
- Aufdecken der **Faktorstruktur**:
  - Welches Item gehört zu welchem Faktor?
  - Wie viele Faktoren machen statistisch Sinn?

## Voraussetzungen

- Das Faktormodell passt zur Fragestellung: theoretisch begründbar
- Variablen sind metrisch oder Likert-Items
- Keine Ausreißer
- Daten sind statistisch geeignet für eine EFA
  - MSA-Werte  $> 0,5$
  - KMO-Kriterium  $> 0,5$
  - Bartlett-Test:  $p < 0,05$
- Fallzahl genügend groß

## Voraussetzungen

- Das Faktormodell passt zur Fragestellung: theoretisch begründbar
- Variablen sind metrisch oder Likert-Items
- Keine Ausreißer
- Daten sind statistisch geeignet für eine EFA
  - MSA-Werte  $> 0,5$
  - KMO-Kriterium  $> 0,5$
  - Bartlett-Test:  $p < 0,05$
- Fallzahl genügend groß

## Voraussetzungen

### MSA-Werte > 0,5

- Measure of sample adequacy
- Korrelation jeder Variable mit den übrigen Variablen
- Eignung jeder einzelnen Variable

Anti-image Correlation	A1	A2	A3	A4	A5	C1	C2	C3
	,754 <sup>a</sup>	,241	,132	,024	,031			
	,241	,836 <sup>a</sup>	-,267	-,159	-,101			
	,132	-,267	,870 <sup>a</sup>	-,159	-,258			
	,024	-,159	-,159	,878 <sup>a</sup>	-,068			
	,031	-,101	-,258	-,068	,904 <sup>a</sup>			
	-,046	,023	-,004	,048	,024			
	-,047	,025	-,018	-,147	,029			
	-,036	-,117	-,002	,036	-,027			

## Voraussetzungen

### **KMO-Koeffizient $> 0,5$**

- Kaiser-Meyer-Olkin-Koeffizient
- Gibt an, wie stark die Variablen miteinander korrelieren
- Eignung der Korrelationsmatrix insgesamt

## Voraussetzungen

### **Bartlett-Test: $p < 0,05$**

- Prüft Nullhypothese: Variablen korrelieren nicht.
- Bei kleiner Stichprobe nicht verlässlich (niedrige Power)

## Voraussetzungen

### Fallzahl genügend groß

- Keine allgemein gültige Faustregel
- Abhängig von der Datenstruktur und den Zusammenhängen der Variablen untereinander
- Bei guten Voraussetzungen (hohe Kommunalitäten, starke Faktorladungen):  $N > 60$
- Bei schlechten Voraussetzungen (niedrige Kommunalitäten, schwache Faktorladungen):  
 $N > 500$   
Kommunalität: durch die Faktoren erklärter Varianzanteil der Variable

Bühner, M. (2011). Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion (3. Aufl.). München, Deutschland: Pearson Studium.



## **Explorativ**

- > mehrere Einstellungen/Methoden möglich**
- > „Spielen“ mit den Daten erlaubt**

## Anzahl der Faktoren

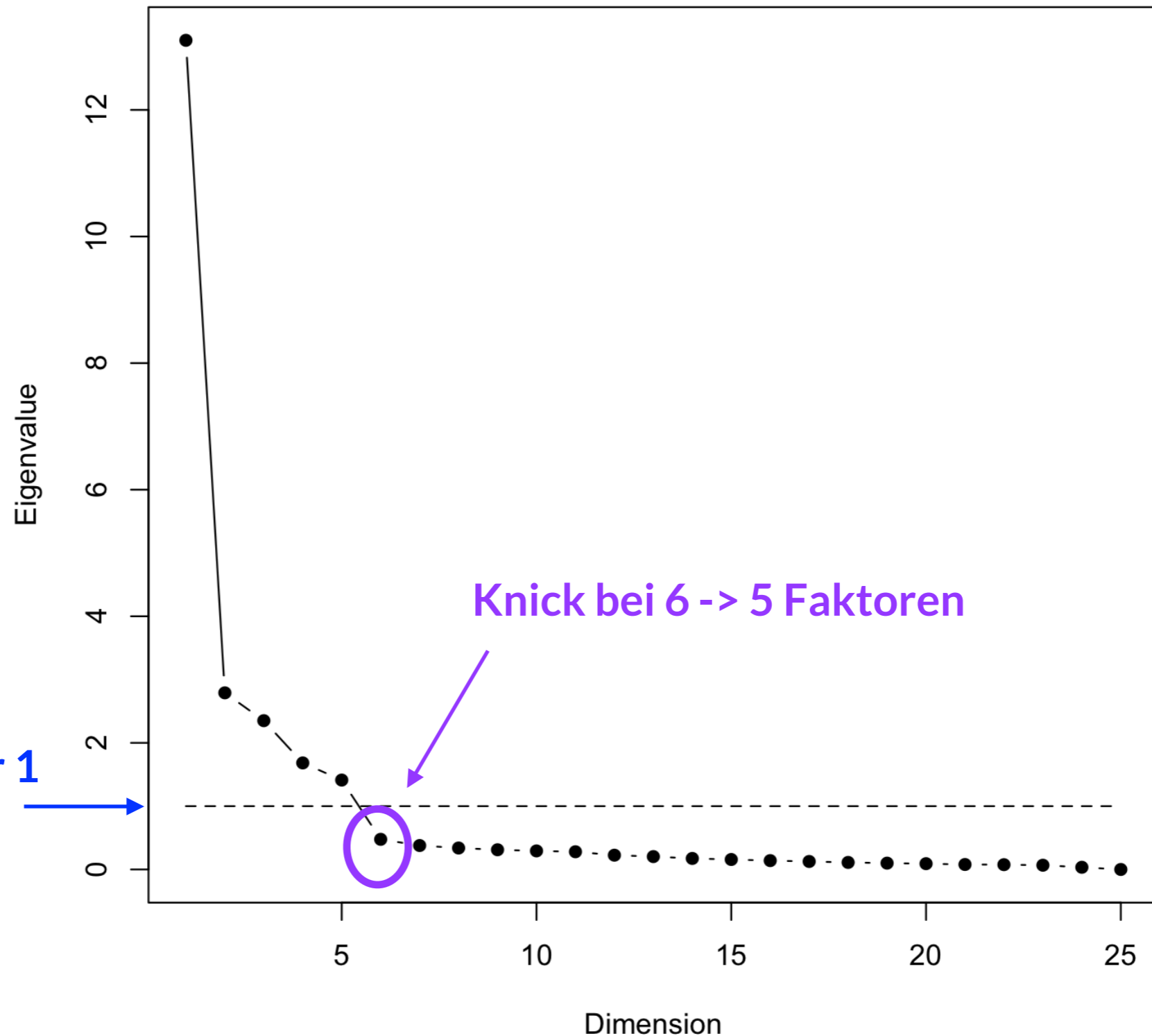
- Anzahl inhaltlich passend vorgeben
- Eigenwert größer 1 (Kaiser-Kriterium)

Eigenwert = Summe der quadrierten Ladungen aller Items auf einen Faktor

Eigenwert > 1: Faktor erklärt mehr Varianz als ein einzelnes standardisiertes Item

- Screeplot betrachten und entscheiden
  - Stelle mit Knick -> ein Faktor weniger
- Weitere Möglichkeiten:
  - MAP-Test (Minimum-Average-Partial-Test)
  - Parallelanalyse nach Horn

Scree Plot



5 Eigenwerte größer 1  
-> 5 Faktoren

Knick bei 6 -> 5 Faktoren

## Methoden (Auswahl)

- **Hauptachsenfaktorenanalyse**
  - Ziel: Korrelationen möglichst gut durch Faktoren reproduzieren
  - Korrelationsmatrix, Schätzung Hauptkomponenten
- **Maximum-Likelihood-Faktorenanalyse**
  - Ziel: Korrelationen möglichst gut durch Faktoren reproduzieren
  - Korrelationsmatrix, Schätzung ML
  - Passt am besten zur CFA
- **Hauptkomponentenanalyse (keine Faktorenanalyse)**
  - Ziel: maximale Varianzaufklärung
  - Nur sinnvoll, wenn es keine Messfehler gibt

## Rotation

- Verbessert die **Interpretierbarkeit** der Faktoren
- Korrelierte Faktoren (theoretisch begründen):  
**Oblique** Rotation, z.B. Oblimin oder Promax
- Unkorrelierte Faktoren (theoretisch begründen):  
**Orthogonale** Rotation, z.B. Varimax

## Die Schritte

### 1. Stichprobeneignung

- MSA-Koeffizienten  $> 0,5$ 
  - SchlieÙe Variablen aus, die das Kriterium nicht erfüllen
  - Rechne neu
- KMO  $> 0,5$
- Bartlett-Test:  $p < 0,05$

## Die Schritte

### 2. Anzahl Faktoren

- Screeplot betrachten und über geeignete Anzahl an Faktoren entscheiden
- evtl. erklärte Varianz und rotierte Faktorladungen dafür berücksichtigen
- ggf. Anzahl der Faktoren anpassen und EFA erneut durchführen

## Die Schritte

### 3. Ergebnis Modell

- Kommunalitäten betrachten
- Erklärte Gesamtvarianz betrachten

	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5
SS loadings	2.69	2.32	2.03	1.98	1.56
Proportion Var	0.11	0.09	0.08	0.08	0.06
Cumulative Var	0.11	0.20	0.28	0.36	0.42

Erklärte Gesamtvarianz 42 %



## Die Schritte

### 4. Ergebnis Faktoren

Rotierte  
Faktorladungen  
betrachten und  
interpretieren

Loadings:

	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5
A1				-0.39	
A2				0.60	
A3				0.66	
A4				0.45	
A5		0.35		0.58	
C1			0.53		
C2			0.62		
C3			0.55		
C4			-0.65		
C5			-0.57		
E1		-0.59			
E2		-0.67			
E3		0.49		0.31	0.31
E4		0.61		0.36	
E5		0.49	0.31		
N1	0.87				

## Berichten der Ergebnisse

- Vorgehensweise transparent:
  - Anzahl Variablen, Ausschluss Variablen
  - Art der Methode (ML, Hauptachsen, Hauptfaktoren...)
  - Auswahl der Anzahl der Faktoren (Eigenwerte, Screeplot,...)
  - Art der Rotation
- Voraussetzungskriterien (Bartlett, MSA, KMO)
- Faktorladungen, Zuordnung zu Faktoren, Bezeichnung der Faktoren
- Evtl. Methode zur Faktorenbildung

## Referenzen

Bühner, M. (2011). Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion (3. Aufl.). München, Deutschland: Pearson Studium.

Field, A., Miles, J., & Field, Z. (2012). Discovering Statistics Using R. London, UK: SAGE Publications.

Field, A. (2013). Discovering Statistics Using IBM SPSS Statistics (4. Aufl.). London, UK: SAGE Publications.

# Komm in die Statistik-Akademie!



- Mehr als 60 verständlich aufbereitete Statistikt Themen mit Videos und schriftlichen Unterlagen zur schnellen Hilfe
- Videoanleitungen und Beispiele für die Umsetzung mit SPSS, R und DATAtab
- Internes Forum als Expertenkanal zu mir zur Beantwortung all Deiner Fragen (im Premium-Paket)

# Komm in die **Statistik-Akademie!**



- Monatlich **zwei Online-Seminare** und **ein CoWorking** mit Statistik-Themen und Zeit für Deine individuellen Fragen (im Premium-Paket)
- **FAQ-Bereich** mit den Antworten auf die häufigsten Fragen
- **Statistik-Lexikon** mit Erklärung der wichtigsten Begriffe
- Eine **Gemeinschaft von Gleichgesinnten** zum Austausch und zur gegenseitigen Motivation (im Premium-Paket)

Komm in die **Statistik-Akademie!**

[www.statistik-akademie.de/akademie](http://www.statistik-akademie.de/akademie)