

Einführung in die Meta-Analyse

Michael Bosnjak

Download der Folien als PDF unter:
<http://metaanalyse.online-forschung.info>

Agenda

- Zwei Thesen zum Einstieg
- Begriffe, Konzepte und Zusammenhänge
- Fragestellungen und Anwendungsbereiche
- Ablauf einer 'typischen' Meta-Analyse (bare-bones, fixed effects)
- Besonderheiten des 'random effects' Modells
- Erweiterungen der 'bare bones' Meta-Analyse
- Validitätsgefährdende Quellen

These 1

„Wenn wir erfahren möchten, ob Psychotherapie (PT) einen Einfluss auf die Lebenszufriedenheit (LZ) hat, sammeln wir einfach alle verfügbaren Vergleichsuntersuchungen zu diesem Thema und ordnen sie jeweils einer der drei Kategorien zu: (1) PT wirkt positiv auf LQ, (2) PT hat keinen Einfluss auf LQ oder (3) PT hat einen negativen Einfluss auf LQ. Diejenige Kategorie, in denen sich die meisten Untersuchungen befinden, zeigt uns den wahren Zusammenhang auf.“

Was ist von diesem Vorschlag zu halten?

Zu These 1

- Spezifität-Generalität der Fragestellung, Auswahl der Studien & 'Äpfel und Birnen' Argument
- 'Verfügbarkeit' von Studien & Schubladenproblem (file-drawer problem, publication bias)
- Ggf. verfügbare Informationen könnten unberücksichtigt bleiben:
 - Stärke des Zusammenhangs? (Effektstärken der Primärstudien)
 - Präzision der Effektstärken? (Standardfehler der ES Schätzungen)
 - 'Güte' der berücksichtigten Untersuchungen? (garbage-in and garbage-out)
 - 'Auszahlen' versus testen (Sign-Test!)

➤ 'Vote-Counting' als Minimallösung bzw. Notbehelf

These 2

"... okay, vote-counting ist vielleicht eine Minimallösung, aber wir könnten doch die exakten p-Werte der Primärstudien aggregieren !?"

Zu These 2:

- p-Wert-Aggregation nach Stouffer et al. (1949):

$$Z_i = \frac{\sum_{i=1}^k z_{p(i)}}{\sqrt{k}}$$

Nicht 'erfunden' aber wieder aufgegriffen und 'vermarktet' von Rosenthal (1979). Wichtig zum Verständnis des widerlegungssicheren Stichprobenumfangs ('fail-safe-N').

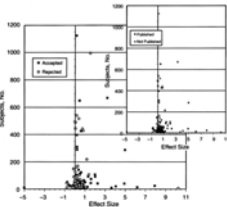
- Probleme:
 - Verfügbarkeit der exakten p-Werte?
 - 'Signifikanz' vs. 'Effektstärke'
 - Werden alle verfügbaren Informationen tatsächlich effektiv genutzt?

Agenda

- Zwei Thesen zum Einstieg
- **Begriffe, Konzepte und Zusammenhänge**
- Fragestellungen und Anwendungsbereiche
- Ablauf einer 'typischen' Meta-Analyse (bare-bones, fixed effects)
- Besonderheiten des 'random effects' Modells
- Erweiterungen der 'bare bones' Meta-Analyse
- Validitätsgefährdete Quellen

Begriffe, Konzepte und Zusammenhänge I

- **Effektstärke (ES):**
Maß für die Stärke eines Zusammenhangs bzw. Unterschieds (z.B. stand. Mittelwertsunterschied zw. Gruppen, korrelative Zusammenhänge)
- **Standardfehler einer ES-Schätzung = bedingte ES-Standardabweichung (SE_{ES}):**
Streuung der ES-Schätzungen bei konstantem n. Maß für die Präzision der ES-Schätzung. Abhängig vom Stichprobenumfang: je größer n, desto kleiner SE_{ES}.
-> siehe funnel graph
- **ES-Mittelwert:**
Mittelwert der ES-Schätzungen.
- **Standardfehler des ES-Mittelwerts (SE_{ES}):**
Streuung des Mittelwerts der ES-Schätzungen um den 'wahren' ES-Wert (fixed effects) bzw. den 'wahren' ES-Mittelwert (random effects).



Begriffe, Konzepte und Zusammenhänge II

„Grundgleichung“ der inferenzstatistischen Signifikanzprüfung:

$$(Statistische \text{ Prüfgröße}) = (Effektstärke) * (Stichprobenumfang)$$

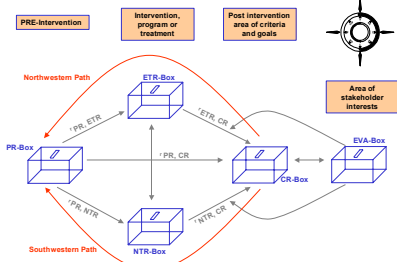
H₀ wird beibehalten wenn |Statistische Prüfgröße| <= (krit. Wert)
H₀ wird zurückgewiesen wenn |Statistische Prüfgröße| > (krit. Wert)

Begriffe, Konzepte und Zusammenhänge III

(systematischer) Bias	(unsystematische) Meßfehler in aV & uV
⇓	⇓
Gefahr für Validität, z.B. bezügl. der internen Validität externen Validität Konstruktvalidität	Reliabilitätsminderung
Stat. Schlußfolgerungsvalidität	⇓
	Gefahr der ES-Unterschätzung aufgrund höherer 'within-studies' Variabilität

Agenda

- Zwei Thesen zum Einstieg
- Begriffe, Konzepte und Zusammenhänge
- Fragestellungen und Anwendungsbereiche
- Ablauf einer 'typischen' Meta-Analyse (bare-bones, fixed effects)
- Besonderheiten des 'random effects' Modells
- Erweiterungen der 'bare bones' Meta-Analyse
- Validitätsgefährdende Quellen



Fragestellung & Anwendungsbereiche in der MA

- Auswahl 'typischer' meta-analytischer Fragestellungen:
 - PR-ETR-CR-Pfad: Mittlerer Effekt experimenteller Treatments, z.B. Vergleich von Treatment- und Kontrollgruppe bezügl. CR, theoretisch postulierte Kontraste zwischen mehreren exp. Treatmentstufen etc.
 - PR-NTR-CR-Pfad: Mittlerer Effekt nichtexperimenteller Zusammenhänge, z.B. Prä-Post-Vergleiche nach therapeutischen Interventionen.
 - PR-CR-Pfad: Mittlerer Zusammenhang zwischen Variablen ohne Einfluß eines Treatments, z.B. Einstellungs-Verhaltens-Relation über k Studien, mittlerer inkrementeller Varianzanteil durch Hinzunahme einer TOPB-modellexternen Variablen etc.
 - Mittlere Anteilswerte über k deskriptive Studien
- Anwendungsbereiche, z.B.:
 - Psychologie: Psychotherapieforschung (Glass), Wirtschaftspsychologie / A & O (Hunter, Schmidt), Erwartungs- und Versuchsleitereffekte (Rostenthal)
 - Medizin, Wirtschaftswissenschaften, Soziologie, Kriminologie ...

Agenda

- Zwei Thesen zum Einstieg
- Begriffe, Konzepte und Zusammenhänge
- Fragestellungen und Anwendungsbereiche
- Ablauf einer 'typischen' Meta-Analyse (bare-bones, fixed effects)
- Besonderheiten des 'random effects' Modells
- Erweiterungen der 'bare bones' Meta-Analyse
- Validitätsgefährdende Quellen

Ablauf einer 'typischen' Meta-Analyse : Übersicht

'Bare-bones' Meta-Analyse (fixed effects):

1. Problemformulierung
2. Systematische Erfassung und Sammlung der Primärstudien
3. Informationsextraktion und Codierung der Primärstudien
4. Synthese/Aggregation der beobachteten Effektstärken
5. Test auf Populationsnulleffekt
6. Homogenitätstest
7. Sensitivitätsanalysen
8. Interpretation der Ergebnisse
9. Präsentation der Ergebnisse

Schritt 1: Problemformulierung

- Festlegung der Fragestellung (siehe Fragetypen)
 - Welche Effektgrößen?
 - Moderatorhypothesen a-priori theoretisch ableitbar?
 - Einschluss-/Ausschlusskriterien von Primärstudien?
 - Umgang mit abhängigen ES?
- Beschaffenheit des 'Studienuniversums' und des bzw. der dazugehörigen 'ES-Universumsparameter'?
 - *Modell fester Effekte:*
 - Primärstudien als Stichprobe aus einem Universum mit einem einzigen gemeinsamen ES-Parameter.
 - Unterschiede zwischen den Studien gehen ausschließlich auf sampling error zurück.
 - *Modell zufälliger Effekte:*
 - Primärstudien gehören zu 'benachbarten' aber dennoch unterschiedlichen Universen mit jeweils einem 'wahren' ES-Parameter.
 - 'Wahre ES-Parameter' streuen um einen 'wahren mittleren ES-Parameter'.
 - Unterschiede zwischen den Studien aufgrund von sampling error *und* ES-Variabilität im Studienuniversum.
 - Ursache für ES-Variabilität: Summe der Unterschiede in Primärstudienmerkmalen (-> study characteristics at random).

Schritt 2: Erfassung / Sammlung der Primärstudien

- Festlegung der Suchstrategie in Abhängigkeit von Fragestellung
- Datenquellen:
 - Indexierte und veröffentlichte Studien (Journals, Buchkapitel, etc.)
 - Indexierte und nicht-veröffentlichte Studien (z.T. Dissertationen, Diplomarbeiten, Konferenzabstracts)
 - Nicht-veröffentlichte Studien / 'Schubladen-Untersuchungen' (publication bias!)
- Strategien:
 - Recherche in bibliographischen Datenbanken
 - Recherche in Clearinghouses
 - Befragung von Experten/netzwerken
 - Snow-balling

Schritt 3: Informationsextraktion und Codierung I

ES und SE, Extraktion/Berechnung und Transformation

d-Familie	r-Familie
$Glass_d = \frac{M_1 - M_2}{s_{control}}$	Pearson'sche P-M-Korrelation für paarweise kontinuierliche Variablen und Derivate, wie z.B. r_{pb} (dichotom/kontinuierlich) ρ (ordinal/ordinal) ... und auch ... Fisher's Z_r , quadrierte r-Derivate (z.B. η^2).
$Hedges's_g = \frac{M_1 - M_2}{s_{pooled}}$	
$Cohen's_d = \frac{M_1 - M_2}{\sigma}$	

Schritt 3: Informationsextraktion und Codierung II

Codierung von (potentiell) relevanten Studienmerkmalen

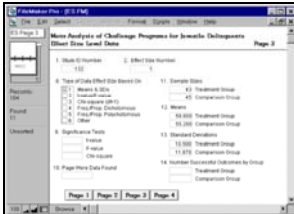


Figure 5.11: Example FileMaker Pro Screen for Data Entry from the Challenge Meta-Analysis

Schritt 3: Informationsextraktion und Codierung III

Bewertung der Studienqualität durch Codierer

Campbell-Schule	Chalmers-Schule
Ziel: Erfassung systematischer Störquellen	Ziel: Ein Qualitätsscore pro Studie
Bewertungskategorien (und Anzahl potentieller Störquellen):	• Subset des Campbell-Systems
1. Interne Validität (13)	• Schwerpunkte in den Bereichen Konstruktvalidität und statistische Schlußfolgerungsvalidität
2. Externe Validität (3)	• detaillierte Anweisungen zur Bewertung
3. Konstruktvalidität (10)	• besonderes Gewicht: blinding
4. Statistische Schlußfolgerungsvalidität (7)	

Schritt 3: Informationsextraktion und Codierung III

Selektion von Studien nach folgender 'Formel':

$$\text{Quality} = \text{Relevance} + \text{Acceptability} - \text{Bias}$$

... wobei ...

- Relevanz abhängig von Konstrukt- und externer Validität (Selektionsschritt 1)
- Akzeptierbarkeit abhängig von interner und stat. Schlußfolgerungsvalidität (Selektionsschritt 2)
- Bias-Abschätzung in Primärstudien möglich? (z.B. Selektionsverzerrungen, attrition etc.)
- Coder-Bias und Bestimmung der Interraterreliabilität nicht vergessen ☺!

Schritt 4: Synthese/Aggregation der ES I

Voraussetzungen:

- Gemeinsames Maß der ES, ggf. zusätzliche Transformationen notwendig:
 - r-Familie: Fisher's Z_r
 - d-Familie: adjustment for small sample sizes
- Statistische Unabhängigkeit der ES ist sichergestellt
- Lösung für fehlende Werte wurde angewandt

Schritt 4: Synthese/Aggregation der ES IIa

Ziel: Stichprobenfehlerkorrigierte Berechnung der mittleren Effektstärke.

Vorgehen: Berechnung der gewichteten mittleren Effektstärke entspr. der allgemeinen Formel:

$$\overline{ES} = \frac{\sum (w \times ES)}{\sum w}$$

Ermittlung der primärstudien-spezifischen Gewichte über die inverse bedingte ES-Varianz (inverse variance weight):

$$w = \frac{1}{SE_i^2}$$

Schritt 4: Synthese/Aggregation der ES IIb

- Der Standardfehler (SE) ist ein direktes Maß der ES-Präzision: je größer n , desto kleiner SE, desto präziser ist die Effektstärkenschätzung (-> siehe funnel graph!)
- Hedges konnte zeigen, dass SE^{-2} das optimale Gewicht darstellt.
- Beispiel 1: w bei standardisierten Mittelwertsunterschieden

$$SE_i = \sqrt{\frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} + \frac{\overline{ES}_{sm}}{2(n_1 + n_2)}} \quad w = \frac{1}{SE_i^2}$$

- Beispiel 2: w bei Z_r -transformierten Korrelationskoeffizienten

$$SE_i = \sqrt{\frac{1}{n-3}} \quad w = n-3$$

Schritt 5: Test auf Populationsnulleffekt

Konfidenzintervall der gewichteten mittleren ES-Schätzungen

$$\overline{ES} - 1.96 (SE_{\overline{ES}}) < \theta < \overline{ES} + 1.96 (SE_{\overline{ES}})$$

Enthält das (hier 95%-ige) Konfidenzintervall den Wert 0, behalten wir die H_0 ('wahrer' Nulleffekt) bei, ansonsten weisen wir die H_0 zurück.

... und/oder per Z-Test ...

$$Z = \frac{\overline{ES}}{SE_{\overline{ES}}}$$

Exkurs: Illustration der Schritte 4 und 5

The Weighted Mean Effect Size

- Start with the effect size (ES) and inverse variance weight (w) for 10 studies.

Study	ES	w
1	-0.33	11.91
2	0.32	28.57
3	0.39	58.82
4	0.31	29.41
5	0.17	13.89
6	0.64	8.55
7	-0.33	9.80
8	0.15	10.75
9	-0.02	83.33
10	0.00	14.83

$$\overline{ES} = \frac{\sum (w \times ES)}{\sum w}$$

The Weighted Mean Effect Size

Study	ES	w	w*ES
1	-0.33	11.91	-3.93
2	0.32	28.57	9.14
3	0.39	58.82	22.94
4	0.31	29.41	9.12
5	0.17	13.89	2.36
6	0.64	8.65	5.47
7	-0.33	9.80	-3.24
8	0.15	10.75	1.61
9	-0.02	83.33	-1.67
10	0.00	14.83	0.00

- Start with the effect size (ES) and inverse variance weight (w) for 10 studies.
- Next, multiply w by ES.

The Weighted Mean Effect Size

Study	ES	w	w*ES
1	-0.33	11.91	-3.93
2	0.32	28.57	9.14
3	0.39	58.82	22.94
4	0.31	29.41	9.12
5	0.17	13.89	2.36
6	0.64	8.65	5.47
7	-0.33	9.80	-3.24
8	0.15	10.75	1.61
9	-0.02	83.33	-1.67
10	0.00	14.83	0.00

- Start with the effect size (ES) and inverse variance weight (w) for 10 studies.
- Next, multiply w by ES.
- Repeat for all effect sizes.

The Weighted Mean Effect Size

Study	ES	w	w*ES
1	-0.33	11.91	-3.93
2	0.32	28.57	9.14
3	0.39	58.82	22.94
4	0.31	29.41	9.12
5	0.17	13.89	2.36
6	0.64	8.65	5.47
7	-0.33	9.80	-3.24
8	0.15	10.75	1.61
9	-0.02	83.33	-1.67
10	0.00	14.83	0.00
		269.96	41.82

- Start with the effect size (ES) and inverse variance weight (w) for 10 studies.
- Next, multiply w by ES.
- Repeat for all effect sizes.
- Sum the columns, w and ES.
- Divide the sum of (w*ES) by the sum of (w).

$$\overline{ES} = \frac{\sum (w \times ES)}{\sum w} = \frac{41.82}{269.96} = 0.15$$

The Standard Error of the Mean ES

Study	ES	w	w*ES
1	-0.33	11.91	-3.93
2	0.32	28.97	9.24
3	0.39	58.82	22.94
4	0.31	29.41	9.12
5	0.17	13.89	2.36
6	0.64	8.65	5.47
7	-0.33	9.80	-3.24
8	0.15	10.75	1.61
9	-0.02	83.33	-1.67
10	0.00	14.43	0.00
		269.96	41.82

- The standard error of the mean is the square root of 1 divided by the sum of the weights.

$$se_{ES} = \sqrt{\frac{1}{\sum w}} = \sqrt{\frac{1}{269.96}} = 0.061$$

Mean, Standard Error, Z-test and Confidence Intervals

Mean ES

$$\overline{ES} = \frac{\sum (w \times ES)}{\sum w} = \frac{41.82}{269.96} = 0.15$$

SE of the Mean ES

$$se_{ES} = \sqrt{\frac{1}{\sum w}} = \sqrt{\frac{1}{269.96}} = 0.061$$

Z-test for the Mean ES

$$Z = \frac{\overline{ES} - 0}{se_{ES}} = \frac{0.15}{0.061} = 2.46$$

95% Confidence Interval

$$Lower = \overline{ES} - 1.96(se_{ES}) = 0.15 - 1.96(0.061) = 0.03$$

$$Upper = \overline{ES} + 1.96(se_{ES}) = 0.15 + 1.96(0.061) = 0.27$$

Schritt 6: Homogenitätstest

- Grundfrage:** Stammen die beobachteten ES aus dem selben Universum, d.h. gehören sie zum selben 'wahren' Wert?
- H₀:** Der *sampling error* ist die einzige Varianzquelle.
 - Es wird geprüft, wie wahrscheinlich es ist, dass die Summe aller jeweils an der bedingten ES-Varianz (= Gesamtvarianz der Studie i) relativierten ES-Abweichungsquadrate (= quadrierte Abweichung der Studie i vom gewichteten ES-Mittelwert) null ist.
 - Annähernd chi²-verteilte Teststatistik Q mit df= k-1:

$$Q = \sum_{i=1}^k \frac{(ES_i - \overline{ES})^2}{se_i^2}$$

Exkurs: Vorgehen bei Inhomogenität

- Ein einziger ES-Mittelwert ist bei Inhomogenität nicht sinnvoll interpretierbar!
- Die Studien unterscheiden sich substantziell, sie schätzen *unterschiedliche* ES-Populationskennwerte.
- Zwei Optionen für das weitere Vorgehen:
 - Moderatoranalysen (ANOVA / MR):
 - aV: Effektmaß
 - uV's: Studienmerkmale, Subgruppen inhaltlich bedeutsamer Variablen etc.
 - Modell zufälliger Effekte annehmen, falls theoretisch sinnvoll.

Schritt 7: Sensitivitätsanalysen

- Berücksichtigung von Qualitätskriterien als zusätzlicher Gewichtungvariable (-> Chalmers-Schule) bzw. Subgruppenbildung über Qualitätsmerkmale
- Variation der Analysemodelle (fixed / random)
- Variation der Sampling-Basis (Re-sampling-Verfahren anwenden, Erweiterung bzw. Verengung der Einschluss-/Ausschlusskriterien über unterschiedliche Studienmerkmale)
- Gezielter Ausschluss von Ausreißern
- Publikationsbias:
 - Visuelle Analyse des funnel graph
 - Fail-safe-N berechnen (siehe Stouffer-Methode)
 - Korrelative Zusammenhänge zwischen Studienmerkmalen und ES betrachten

Schritt 8: Interpretation der Ergebnisse

- Cohen's 'Faustregeln':
 - Einteilung in kleine/mittlere/große Effekte
 - Standardisierte Mittelwertsunterschiede: 0.2/0.5/0.8
 - Korrelationskoeffizienten: 0.10/0.25/0.40
- Hervorhebung der praktischen Bedeutsamkeit durch Berücksichtigung der 'Erfolgs-/Misserfolgsrate' (z.B. BESD)
 - Welchen Effekt hat das Treatment auf die dichotomisierte *Erfolgs- bzw. Misserfolgsrate?*
 - Betrachtungsbasis: Erfolgs-/Misserfolgshäufigkeit über alle Gruppen jeweils 100%
 - Liegt *kein* Treatmenteffekt vor, dann gilt: 50% fallen in Treatmentgruppe, 50% fallen in Kontrollgruppe
 - Liegt ein Treatmenteffekt (d.h. $r > 0$) vor, dann gilt:
 - Erfolgsrate in Treatmentgruppe: $5 + (0.5 * r)$
 - Erfolgsrate in Kontrollgruppe: $5 - (0.5 * r)$
 - 'Effekt' des Treatments: Differenz der Erfolgsraten zw. Gruppen
 - Beispiele: Erfolg von Aspirin auf die Verhütung von Herzinfarkten, Erfolg von Psychotherapie ...

Exkurs: Rückrechnung von r aus dem BESD

- 'Im Kopf': Betrag einer (Spaltendifferenz / 100)
- Rechnerisch über den Korrelationskoeffizienten 'phi' für paarweise dichotome Variablen:

		aV	
		☺	☹
uV	Exp	a	b
	Con	c	d

$$r = \phi = \frac{(a * d) - (b * c)}{\sqrt{(a + c) * (b + d) * (a + b) * (c + d)}}$$

Schritt 9: Präsentation der Ergebnisse

- Richtlinien als Präsentationshilfen heranziehen
 - APA Publication Manual
 - Adelheid, Nicol & Pexman (1999, p. 111-117): Ratschläge für den Aufbau von 'play it safe'-Tabellen und weitere praktische Hinweise
 - Taylor Halverson (1994)
- Visualisierung der Ergebnisse
 - stem-and-leaf plot(s)
 - funnel plot(s)
 - box plot(s)

Agenda

- Zwei Thesen zum Einstieg
- Begriffe, Konzepte und Zusammenhänge
- Fragestellungen und Anwendungsbereiche
- Ablauf einer 'typischen' Meta-Analyse (bare-bones, fixed effects)
- Besonderheiten des 'random effects' Modells
- Erweiterungen der 'bare bones' Meta-Analyse
- Validitätsgefährdete Quellen

Besonderheiten des 'random effects' Modells

- Annahme einer zusätzlichen 'between studies' Varianzquelle: (zufällige) Variabilität der 'wahren' ES-Parameter um den 'wahren mittleren ES-Parameter'
- Konsequenzen:
 - Interpretation des Mittelwertes der beobachteten ES nur in Zusammenhang mit Schätzung der 'between-study variance' sinnvoll
 - Konservativere Testung: Konfidenzintervall um Schätzung des 'wahren mittleren ES-Parameter' größer
- Konzeptionelle Implikationen:
 - Generalisierung der Ergebnisse auf 'zukünftige Studien' möglich
 - Sparsames Vorgehen wenn ...
 - Anzahl der Studien groß
 - keine sinnvoll interpretierbare Moderatorhypothesen vorhanden
 - Überprüfung aller theoretisch denkbaren Moderatorhypothesen unpraktikabel

Agenda

- Zwei Thesen zum Einstieg
- Begriffe, Konzepte und Zusammenhänge
- Fragestellungen und Anwendungsbereiche
- Ablauf einer 'typischen' Meta-Analyse (bare-bones, fixed effects)
- Besonderheiten des 'random effects' Modells
- Erweiterungen der 'bare bones' Meta-Analyse
- Validitätsgefährdende Quellen

Erweiterungen der 'bare-bones meta-analysis'

- Korrektur von Studienartefakte nach Hunter/Schmidt
 - Die Artefaktkomponente ('compound artifact multiplier', A):
(Attenuated study population correlation)
 $= A * (\text{Unattenuated population correlation})$
 $A = a_1 * a_2 * a_3 * a_4 * a_5 * a_6$
 - Zerlegung der Artefaktkomponenten 'A':
 - a_1 : Nicht-perfekte Reliabilität
 - a_2 : Künstliche Dichotomisierung kontinuierlicher Variablen
 - a_3 : Nicht-perfekte Konstruktvalidität
 - a_4 : Range restriction
 - a_5 : Verzerrte Korrelationskoeffizienten (relevant bei $n < 20$)
 - a_6 : Konfundierte Zusammenhangsmaße
- Quality weighting nach Chalmers

Agenda

- Zwei Thesen zum Einstieg
- Begriffe, Konzepte und Zusammenhänge
- Fragestellungen und Anwendungsbereiche
- Ablauf einer 'typischen' Meta-Analyse (bare-bones, fixed effects)
- Besonderheiten des 'random effects' Modells
- Erweiterungen der 'bare bones' Meta-Analyse
- Validitätsgefährdende Quellen

Validitätsgefährdende Quellen : Übersicht

Gefahren für Meta-Analysen im Hinblick auf die Validität ...

- ... der ermittelten Zusammenhangsstärke(n).
- ... der Kausalrichtung ermittelter Zusammenhänge.
- ... der Generalisierbarkeit der meta-analytischen Befunde.

Literatur

Cooper, H. & Hedges, L.V. (Eds.) (1994). *The Handbook of Research Synthesis*. New York, NY: Sage.

Rosenthal, R., Rosnow, R.L. & Rubin, D.B. (Eds.) (2000). *Contrasts and Effect Sizes in Behavioral Research - A Correlation Approach*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
