

Elektronisches Supplement 3. Beschreibung der Modelle.

Um die Frage nach der Angemessenheit der Mehrebenen-Faktorenanalyse umfassend zu beurteilen, wurden vorab, in ihrer Struktur dem ML-CFM-Modell äquivalente, konfirmatorische Einebenen-Faktormodelle (SL-CFM) für die Schülerurteile der Gesamtstichprobe (SL-CFM-G), für die Abweichungen der individuellen Schülerurteile von den Klassenmittelwerten (SL-CFM-L1) sowie für die Klassenmittelwerte (SL-CFM-L2) gerechnet.

Im Modell 1 (SL-CFM-G), wird die Mehrebenen-Datenstruktur *nicht* berücksichtigt. Für die beim Fall i beobachteten Klimavariablen im Vektor Y_i stellen wir ein Messmodell mit k latenten Klimadimensionen im Vektor η_i , einer Ladungsmatrix Λ und Residuen im Vektor ε_i auf (vgl. Gleichung 1).

$$Y_i = \Lambda \eta_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

Es sind keine Ordinatenabschnitte vorhanden, weil in unsere Studie die manifesten Variablen (die Klimaelemente) am jeweiligen Globalmittel zentriert wurden.

Das Faktormodell auf Ebene L1, Modell 2 (SL-CFM-L1), definiert latente Klimadimensionen auf Schülerebene und basiert auf der Kovarianzmatrix der klassenintern zentrierten Klimaelemente. Gleichung 2 zeigt das Messmodell für die beim Fall i in der Klasse g beobachteten individuellen Abweichungen von den Erwartungswerten der Klasse g . Diese Abweichungen werden erklärt durch die latenten Klimadimensionen im Vektor η_{Wgi} , die Ladungsmatrix Λ_W sowie die Residuen im Vektor ε_{Wgi} . Weil die latenten Klimadimensionen im Vektor η_{Wgi} sowie die Residuen im Vektor ε_{Wgi} definitionsgemäß den Mittelwert null besitzen, enthält μ_g die Mittelwerte der beobachteten Klimavariablen für die Klasse g .

$$Y_{gi} - \mu_g = \Lambda_W \eta_{Wgi} + \varepsilon_{Wgi} \quad (2)$$

Das Faktormodell auf Ebene L2, Modell 3 (SL-CFM-L2), definiert latente Klimadimensionen auf Klassenebene und basiert auf der Kovarianzmatrix der aggregierten Klimabewertungen. Es erklärt die Erwartungswerte der Klasse g durch die latenten Klimadimensionen η_{Bg} auf Klassenebene, die Ladungsmatrix Λ_B und die Residuen im Vektor ε_{Bg} (vgl. Gleichung 3).

$$\mu_g = \Lambda_B \eta_{Bg} + \varepsilon_{Bg} \quad (3)$$

Es sind keine Ordinatenabschnitte vorhanden, weil in unsere Studie die Klimaelemente am jeweiligen Globalmittel zentriert wurden.

In einem weiteren Auswertungsschritt wurden die partiellen Modelle 2 und 3 in den Mehrebenen-Modellen, Modelle 4 und 5 (ML-CFM), zusammengeführt und simultan analysiert. In diesen Modellen werden je vier latente Klimadimensionen auf Schüler- und Klassenebene definiert (vgl. Gleichung 4). Mit diesen Modellen wurde die konfigurale Invarianz des LFSK 4-8 über Schüler- und Klassenebene getestet.

$$Y_{gi} = \Lambda_B \eta_{Bg} + \varepsilon_{Bg} + \Lambda_W \eta_{Wgi} + \varepsilon_{Wgi} \quad (4)$$

Darüber hinaus wurde die metrische Invarianz des LFSK 4-8 über Schüler- und Klassenebene überprüft. Gleichung 5 definiert das zugehörige Mehrebenen-Modell, Modell 6, mit gleichgesetzten Faktorladungen auf L1 und L2.

$$Y_{gi} = \Lambda (\eta_{Bg} + \eta_{Wgi}) + \varepsilon_{Bg} + \varepsilon_{Wgi} \quad (5)$$