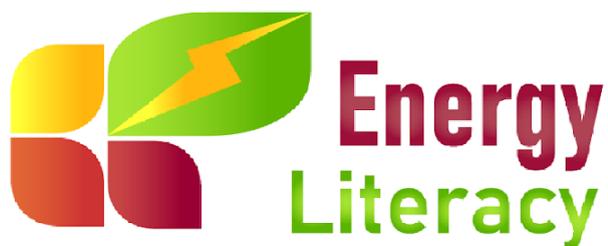


# EINEN BERICHT ÜBER DIE STATISTISCHE AUSWERTUNG DER KOMPETENZEN JUNGER ERWACHSENER IM BEREICH DER ENERGIEKOMPETENZ



Energiekompetenz - Praktische Schulungen für nachhaltigen Energieverbrauch  
durch persönliche Verhaltensänderungen

## Mitwirkende:

Mednarodni inštitut za implementacijo trajnostnega razvoja, Maribor (MIITR)

Graz, Juli, 2022

# REPORT EL PRACTICE: FRAGEBOGEN ZU DEN KOMPETENZEN

Dieser Bericht umfasst die Ergebnisse der im Rahmen des Erasmus+-Projekts "*Energy Literacy Practice*" durchgeführten Fragebögen. Ziel dieses Projekts ist es, das Niveau der Energiekompetenz *junger Erwachsener* zu bewerten, um mögliche Lücken zu ermitteln und auf der Grundlage der ausgewerteten Antworten dieses Fragebogens und des nationalen Berichts zum Stand der Technik neue Lernmaterialien zu entwickeln.

## Einleitung:

**Der Aufbau von Energiekompetenz** ist die Fähigkeit, Kompetenzen und Wissensstand sowie die tatsächlichen Bedürfnisse junger Menschen zu verstehen

## Methodik:

Die Fallstudie wurde auf nationaler Ebene in fünf verschiedenen Ländern durchgeführt, nämlich in Slowenien, Griechenland, Österreich, Kroatien und Polen, mit der zusätzlichen Option eines anderen Landes, wenn die angesprochene Person in einem anderen Land lebte. Eine Zufallsstichprobe mit dem Endergebnis von  $n=219$  ausgefüllten Fragebögen wurde für die weitere Analyse herangezogen. Die daraus resultierende Stichprobe umfasste überwiegend weibliche Teilnehmer und einen geringen Anteil männlicher Teilnehmer (71,1 % bzw. 28,9 %). Die überwiegende Mehrheit der Teilnehmenden besaß entweder ein eigenes Haus/eine eigene Wohnung (48,4 %), gefolgt von einem gemieteten Haus/einer gemieteten Wohnung, einer Wohngemeinschaft oder einer anderen Option (30,6 %, 18,7 % bzw. 2,3 %), und verfügte über eine hohe Schulbildung, gefolgt von einer Sekundarschulbildung (83,6 % bzw. 16,4 %).

Der Fragebogen bestand zunächst aus sieben allgemeinen Fragen, gefolgt von 27 thematischen Fragen. Die thematischen Fragen basierten auf einer fünfstufigen Likert-Skala, die von 5 (stimme voll und ganz zu) bis 1 (stimme überhaupt nicht zu) reichte (Likert, 1967), und dienten der Erforschung der Energiekompetenz der Teilnehmer\*innen. Die gesammelten statistischen Daten und ihre weitere Analyse wurden mit Hilfe des Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) Version 28.0 durchgeführt.

Für ein detailliertes Verständnis der gewonnenen Ergebnisse wurde eine Faktorenanalyse durchgeführt, um grundlegende Variablen oder Faktoren zu ermitteln, die etwaige Korrelationsmuster innerhalb einer Reihe von beobachteten Variablen erklären. Aus diesem Grund wurde die Faktorenanalyse gewählt, vor allem wegen ihres Potenzials, die Datenmenge zu reduzieren und eine kleine Anzahl von Faktoren zu identifizieren, die die Varianz über eine

größere Anzahl von erstellten Variablen am besten erklären (Batagelj, 2010). Bei der Durchführung der Analyse wurde die Hauptkomponentenanalyse (PCA) für die Extraktion verwendet, hauptsächlich wegen ihrer Praktikabilität und Bevorzugung (DeCoster, 1998), wie im Modell (Gl. 1) zu sehen:

$$z_1 = a_{11} F_1 + a_{12} F_2 + \dots + a_{1k} F_k$$

$$z_2 = a_{21} F_1 + a_{22} F_2 + \dots + a_{2k} F_k \quad (\text{Gl. 1})$$

–

$$z_k = a_{k1} F_1 + a_{k2} F_2 + \dots + a_{kk} F_k$$

Darüber hinaus wurden sowohl Gemeinsamkeiten als auch Eigenwerte verwendet, um Schlüsselfaktoren zu definieren, die als Anteile an der Varianz der einzelnen Variablen fungieren.  $z_i$  kann durch die Hauptkomponenten erklärt werden und misst den Prozentsatz der Varianz innerhalb einer bestimmten Variablen, der durch alle Faktoren gemeinsam erklärt wird, und kann als die Zuverlässigkeit des Indikators interpretiert werden, wie unten dargestellt (Bastič, 2006), (Gleichung 2):

$$h_i^2 = a_{i1}^2 + a_{i2}^2 + \dots + a_{im}^2 \quad (\text{Gl. 2})$$

Der Eigenwert ist die Summe der quadrierten Faktorgewichte für den Faktor  $j$ . Die Eigenwerte drücken einen Teil der Gesamtvarianz aus und werden durch den Faktor  $j$  erklärt. Die Faktoren werden dabei so definiert, dass die erste Komponente den höchsten Anteil an der Gesamtvarianz erklärt, wobei jede nachfolgende Komponente immer weniger Varianz beiträgt, siehe Gl. 3.

$$\lambda_j = a_{1j}^2 + a_{2j}^2 + \dots + a_{kj}^2 \quad (\text{Gl. 3})$$

$$\lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_k$$

Unter Berücksichtigung der vorgenannten Regeln wurde der minimale Eigenwert, der für gute Varianzergebnisse noch gültig ist, auf 1 oder mehr festgelegt, wobei Varianzen unterhalb dieses

Wertes wenig bis keine Auswirkungen auf das Gesamtergebnis haben. Die für die Faktorenanalyse verwendete Syntax ist in Abb. 1 zu sehen.

```

1 * Encoding: UTF-8.
2
3 set tvars both.
4
5 FACTOR
6 /VARIABLES V1 V2 V3 V4 V5 V6 V7 V8 V9 V10 V11 V12 V13 V14 V15 V16 V17 V18 V19 V20 V21 V22 V23 V24 V25 V26 V27 V28 V29 V30 V31 V32 V33 V34
7 /MISSING PAIRWISE
8 /PRINT INITIAL DET KMO CORRELATION EXTRACTION ROTATION
9 /FORMAT SORT BLANK (.30)
10 /PLOT EIGEN
11 /CRITERIA MINEIGEN (1) ITERATE (100)
12 /EXTRACTION PC
13 /CRITERIA ITERATE (100)
14 /ROTATION VARIMAX
15 /METHOD=CORRELATION.
16
17

```

Abb. 1: Eine Syntax, die für die Faktorenanalyse entwickelt wurde, um die Ergebnisse zu erhalten.

## Ergebnisse:

Eine Korrelationsanalyse zeigte die Sinnhaftigkeit der PCA-Faktorenanalyse auf. Die Angemessenheit der Faktorenanalyse wird auch anhand des Bartlett-Tests auf Sphärizität geprüft, mit dessen Hilfe festgestellt werden kann, ob die Korrelationen zwischen den Variablen hoch genug sind, um auf das Vorhandensein von Faktoren hinzuweisen (Meyers et al., 2006), sowie mit dem Keiser-Meyer-Olkin-Index (KMO), einem Index, der den Grad der Korrelation zwischen den Variablen untersucht (Meyers et al., 2006) (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Kaiser-Mayer-Olkin- und Bartlett-Test.

KMO und Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin-Maß der Stichprobenadäquanz.		,828
Bartlett's Test der Sphärizität	Ca. Chi-Quadrat	2935,634
	df	561
	Sig.	,000

Wenn die KMO-Analyse einen Wert von 0,6 oder höher aufweist, werden die Daten als geeignet für die Durchführung einer Faktorenanalyse angesehen (UCLA, 2011). In unserem Fall ist der KMO-Wert mit 0,828 sehr hoch. Die faktoranalytischen Beziehungen können nur durchgeführt werden, wenn die resultierende Matrix keine Identitätsmatrix ist. Dies wird mithilfe des Bartlett-Tests auf Sphärizität berechnet. Wenn der Signifikanzwert unter 0,05 liegt, ist die Matrix keine Identitätsmatrix (Field, 2005). Unsere Ergebnisse ergaben eine Signifikanz von 0,000, was eine weitere Datenverarbeitung ermöglicht.

Tabelle 2 zeigt die Gemeinsamkeiten der Ergebnisse, und es ist zu beobachten, dass sie über 0,5 liegen. Dies bedeutet, dass die Variablen signifikant sind und somit keine von ihnen verworfen werden kann.

Tabelle 2: Gemeinsamkeiten der Variablen.

Gemeinschaften			Erklärte Gesamtvarianz		
	Ursprüngliche	Auszug			
V1	1,000	,647	V18	1,000	,647
V2	1,000	,582	V19	1,000	,605
V3	1,000	,674	V20	1,000	,695
V4	1,000	,660	V21	1,000	,413
V5	1,000	,690	V22	1,000	,629
V6	1,000	,574	V23	1,000	,623
V7	1,000	,526	V24	1,000	,583
V8	1,000	,667	V25	1,000	,680
V9	1,000	,687	V26	1,000	,600
V10	1,000	,678	V27	1,000	,648
V11	1,000	,773	V28	1,000	,483
V12	1,000	,691	V29	1,000	,576
V13	1,000	,596	V30	1,000	,699
V14	1,000	,543	V31	1,000	,752
V15	1,000	,635	V32	1,000	,714
V16	1,000	,677	V33	1,000	,602
V17	1,000	,736	V34	1,000	,609

Extraktionsmethode:  
Hauptkomponentenanalyse.

Tabelle 3 zeigt die gesamte erklärte Varianz, wobei die Spalte "Gesamt" die Eigenwerte enthält. Bei der Auswahl der Hauptkomponenten wurde ein konventionelles Kriterium verwendet, d. h. die ausgewählten Faktoren weisen eine Mindestvarianz von 60 % auf. In unserem Fall ein Faktorenmodell mit 9 Faktoren, die 63,52 % der Datenvarianz erklären. Eine solche Verteilung ist zufriedenstellend, da sie mehr als 2/3 der Gesamtvarianz umfasst und die Gesamtergebnisse hinreichend gut darstellt.

Tabelle 3: Erklärte Gesamtvarianz.

Komponente	Erklärte Gesamtvarianz								
	Anfängliche Eigenwerte			Extraktion Summen der quadrierten Ladungen			Rotation Summen der quadrierten Ladungen		
	Insgesamt	% der Abweichung	Kumulativ %	Insgesamt	% der Abweichung	Kumulativ %	Insgesamt	% der Abweichung	Kumulativ %
1	7,719	22,702	22,702	7,719	22,702	22,702	3,735	10,985	10,985
2	3,797	11,168	33,869	3,797	11,168	33,869	3,669	10,791	21,776
3	1,891	5,562	39,431	1,891	5,562	39,431	3,457	10,167	31,943
4	1,837	5,402	44,833	1,837	5,402	44,833	2,355	6,928	38,870
5	1,595	4,690	49,523	1,595	4,690	49,523	2,181	6,414	45,285
6	1,419	4,173	53,696	1,419	4,173	53,696	1,871	5,504	50,788
7	1,257	3,697	57,394	1,257	3,697	57,394	1,689	4,968	55,756
8	1,058	3,111	60,505	1,058	3,111	60,505	1,418	4,170	59,926
9	1,026	3,018	63,523	1,026	3,018	63,523	1,223	3,597	63,523

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Um eine vereinfachte Faktorenstruktur zu definieren, wurde eine Faktorenrotationsmatrix erstellt. Die modifizierten (rotierten) Gewichte (Korrelationen) der zugehörigen Faktoren sind in

Tabelle 4 dargestellt. Korrelationen mit einem Wert von 0,3 oder weniger wurden verworfen, da die niedrigen Korrelationen für die weitere Interpretation nicht von Bedeutung waren. Tabelle 4 zeigt die Variablen, die hohe Faktorgewichte für die 9 ausgewählten Faktoren aufwiesen.

Tabelle 4: Rotierte Komponentenmatrix.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
V23	,690								
V30	,676								
V33	,638		,354						
V13	,560		,346						
V20	,530						,497		,337
V8	,498	,351							
V22	,492	,354							
V14	,454		,426						
V21	,394			,358					
V25		,788							
V19		,716							
V24		,670							
V27		,652							
V16		,552			,549				
V15		,525		,310	,480				
V28	,396	,439							
V11			,844						
V12			,814						
V10			,734						
V9			,708						
V32			,350	,717					
V31				,691					
V29				,639					
V17					,767				
V18		,450			,609				
V2									
V1	,402					,484			
V7						,337	,595		
V3								,788	
V26									,612
V34							,371		

Extraktionsmethode: Hauptkomponentenanalyse.

Rotationsmethode: Varimax mit Kaiser-Normalisierung.

a. Die Rotation konvergierte in 20 Iterationen.

Tabelle 5: Identifizierte und aggregierte Faktoren.

Identifizierte Faktoren (F)	Aggregierte Faktoren (AF)	Erklärte Varianz (in %)
F1: Energieeffizientes Verhalten F5: Bildung und Sensibilisierung F7: Bildungshintergrund	AF1: Bildung und Sensibilisierung	31,81

F2: EU-Richtlinien F9: Investitionen in die Energieeffizienz	AF2: Investitionen in die Energieeffizienz	14,17
F6: Alter F8: Geschlecht	AF3: Alter und Geschlecht	7,28
F3: Klimawandel und Umweltschutz	AF4: Klimawandel und Umweltschutz	5,56
F4: Nachhaltige Lebensstile und soziales Umfeld	AF5: Nachhaltige Lebensstile und soziales Umfeld	5,40

Die SPSS-Ergebnisse halfen uns, 9 Faktoren zu identifizieren, die den größten Einfluss auf die Energiekompetenz haben, und dies wird uns bei der Gestaltung von Themen innerhalb unserer weiteren Projektentwicklung helfen. Eine genauere Analyse dieser Faktoren ergab, dass sich einige von ihnen inhaltlich oder semantisch überschneiden, z. B. Bildung und Bildungshintergrund, Sensibilisierung. Die Gruppierung dieser Faktoren in fünf übergreifende Themen ermöglicht eine bessere Identifizierung und Erklärung von Kompetenzlücken und Themen, die bei der Entwicklung der Bildungsmaterialien berücksichtigt werden müssen (siehe Tabelle 5). Daher sollte der Schwerpunkt auf die folgenden Punkte gelegt werden:

- Bildung und Sensibilisierung
- Investitionen in die Energieeffizienz
- Alter und Geschlecht sind Faktoren für ein nachhaltigeres Energieverhalten
- Klimawandel und Umweltschutz
- Nachhaltiger Lebensstil und soziales Umfeld

## Schlussfolgerungen

Einige der erarbeiteten Themen decken sich mit den vorgeschlagenen Themen des Antragsformulars. Dies wird uns jedoch eine hervorragende Ausgangsbasis für unsere weitere Projektentwicklung bieten.

## Referenzen:

- Bastič, M., 2006. Research Methods, University of Maribor, Faculty of Economics and Business, Maribor, Slovenia.
- Batagelj, V., 2010. Faktorenanalyse: Studienmaterial für das postgraduale Studium der Statistik. Fakultät für Mathematik und Physik, Universität von Ljubljana. Online verfügbar: <http://vlado.fmf.uni-lj.si/vlado/podstat/Mva/FA.pdf> (Abgerufen am 12.07.2022).
- DeCoster, J., 1998. Überblick über die Faktorenanalyse. Online verfügbar: <http://www.stathelp.com/notes.html> (Abgerufen am 12.07.2022).
- Ferligoj, A., Leskošek, K. & Kogovšek, T., 1995. Zuverlässigkeit und Gültigkeit von Messungen, Fakultät für Sozialwissenschaften, Maribor, Slowenien.

---

Field, A., 2005. Faktorenanalyse mit SPSS. Research Methods II: Factor Analysis on SPSS Abgerufen von:  
<http://www.statisticshell.com/factor.pdf>

Meyers, L.S., Gamst, G., Guarino, A.J., 2006. Applied Multivariate Research, Design and Interpretation. Sage  
Publication Inc, Thousand Oaks, CA, USA

UCLA, 2011. Hauptkomponentenanalyse. Academic Technology Services. University of California, Los Angeles.  
Online verfügbar: [http://www.ats.ucla.edu/stat/SPSS/output/principal\\_component.htm](http://www.ats.ucla.edu/stat/SPSS/output/principal_component.htm)