



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

*DEVELOPMENT OF INQUIRY-BASED  
LEARNING VIA IYPT*



# Die Entwicklung von sozialer Kompetenz durch IYPT

---

**Wie führt die Teilnahme am IYPT zur Entwicklung von  
sozialer Kompetenz?**



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

*DEVELOPMENT OF INQUIRY-BASED  
LEARNING VIA IYPT*



**Titel:** Die Entwicklung von sozialer Kompetenz durch IYPT

**Untertitel:** Wie führt die Teilnahme am IYPT zur Entwicklung von sozialer Kompetenz?

**Author:innen:** Sergej Faletič, Boyka Aneva, Mihály Hömöstrej, Péter Jenei, František Kundracik, Assen Kyuldjiev, Thomas Lindner, Hynek Němec, Martin Plesch, Harald Puhr

**Veröffentlicht am:**

**URL:**

**ISBN:**

**Datum:** 10. April 2022

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



## INHALTSVERZEICHNIS

Richtlinien für die Entwicklung sozialer Kompetenzen durch forschungsbasiertes Lernen im YPT	6
I. Die Teilnahme am YPT verstärkt die Entwicklung von sozialen Kompetenzen	6
II. Die Verknüpfung von forschungsbasiertem Lernen und außerschulischen Aktivitäten	7
III. Forschungsbasiertes Lernen baut auf sozialen Kompetenzen auf	7
IV. Forschungsbasiertes Lernen baut auf vorhandenen Physikkennnissen auf	8
V. Eine vor kurzem erfolgte Teilnahme im YPT verbessert die Entwicklung sozialer Kompetenzen	10
VI. Eine vor kurzem erfolgte Teilnahme am YPT erhöht den Nutzen von außerschulischen Aktivitäten	11
VII. Lehrer:innen entwickeln eine positive Sichtweise auf die Teilnahme am YPT	12
VIII. Lehrer:innen geben der Teilnahme am YPT den Vorzug vor anderen außerschulischen Aktivitäten	13
IX. Soziale Kompetenzen haben einen positiven Einfluss auf die Leistung von Schüler:innen	14
X. Die Teilnahme am YPT verbessert die Forschungsleistung	16
XI. Durch Vorbereitung wird der Nutzen der YPT-Teilnahme verstärkt	16
XII. Wissenschaftliche Argumentation, Diskussion und Englisch als zentrale Kompetenzen	18
XIII. Länderübergreifende Unterschiede spielen eine Rolle	19
1. Supplement: Students' Assessment of Soft-Skill Development	1
1.1 Data characteristics	1
1.2 Findings	4
1.2.1 Differences in usefulness of RPC, YPT and other activities for Soft Skills	6
1.2.2 Impact of years to final exam on usefulness of RPC, YPT and other activities	8
1.2.3 Impact of physics classes on usefulness of RPC, YPT and other activities	10
1.2.4 Impact of participation in YPT activities on usefulness of RPC, YPT and other activities	12
1.2.5 Impact of participation in non-YPT competitions on usefulness of RPC, YPT and other activities	15
1.2.6 Impact of RPC, YPT and other activities on self-evaluation	18
1.3 Differences in soft skills development across countries	19
2. Supplement: Teachers' Assessment of Soft-Skill Development	33
2.1 Data characteristics	33

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



2.2	Results	33
2.2.1	Regular physics classroom: RPC	34
2.2.2	Young Physicists' Tournament: YPT	35
2.2.3	Non-YPT like competitions: Non-YPT	36
2.3	Comparison of soft skills	38
2.3.1	Paired t-test on soft skills (RPC vs. YPT)	38
2.3.2	Paired t-test on soft skills (YPT vs. Non-YPT, without CZ)	39
2.3.3	Paired t-test on soft skills (RPC vs. Non-YPT, without CZ)	40
2.4	Country-level effects	41
2.5	Comparison of soft-skill evaluations between students and teachers	42
3.	Supplement: The Effect of Soft Skills in Inquiry-Based-Learning on Student Performance	45
3.1	Theoretical background	45
3.1.1	Problem-based learning	46
3.1.2	Soft skills	46
3.1.3	Research questions and hypotheses	47
3.2	Methodology	48
3.3	Results	49
3.4	Discussion	50
3.5	Limitations	51
3.6	Conclusion	51
4.	Bibliography	52
	Appendix A: Overview of soft skills mentioned in literature	57
	Appendix B: Master theses	59
	Appendix C: Descriptive statistics on teams	60
	Appendix D: Descriptive statistics on teams	61
	Appendix E: Descriptive statistics on variables	62
	Appendix F: Regression results for importance of soft skills	63
	Appendix G: Regression results for development of soft skills	66
	Appendix H: Regression results for proficiency in teamwork	69
	Appendix I: Regression results for proficiency in English skills	70
	Appendix J: Regression results for comparison between IBL and regular physics class	71
	Appendix K: Regression results for hours spent preparing	72



## **Die Verbindung zwischen forschungsbasiertem Lernen im YPT und der Entwicklung von sozialen Kompetenzen**

*IO2 Dibali: 2019-1-SK01-KA201-060798*

### **BERICHT**

Wie stehen forschungsbasiertes Lernen und die Entwicklung sozialer Kompetenzen bei Oberstufenschüler:innen in Verbindung zueinander? Dieser Frage gehen wir im folgenden Bericht nach. Zur Beantwortung führten wir drei Forschungsarbeiten durch. Als erstes untersuchten wir, wie Schüler:innen die Beteiligung am YPT für die Entwicklung ihrer sozialen Kompetenzen wahrnehmen. Zweitens untersuchten wir, wie Lehrer:innen die Teilnahme ihrer Schüler:innen am YPT für die Entwicklung ihrer sozialen Kompetenzen bewerten. Als drittes verglichen wir unsere Erfahrungen, wie sich die Entwicklung sozialer Kompetenzen zur Leistung in Forschungsaufgaben verhält, mit den Bewertungen von internationalen Expertengremien im Zusammenhang eines Physikwettbewerbs.

Diese drei Stufen wurden zusammengefasst, wobei die beiden Bereiche „forschungsbasiertes Lernen“ und „Entwicklung sozialer Kompetenzen“ in ihrer Gewichtung gleichgesetzt wurden. Daraus lässt sich im Fazit sagen, wie einerseits forschungsbasiertes Lernen die Entwicklung der sozialen Kompetenzen von Schüler:innen unterstützt und andererseits, wie diese sozialen Kompetenzen die Leistung bei der Forschungsarbeit der Schüler:innen beeinflusst.

Die Daten für die drei Stufen beinhalten 308 Schüler:innen-Befragungen für Stufe eins, 33 Lehrer:innen-Befragungen für die zweite Stufe, und 794 Expert:inneneinschätzungen (Lehrer:innen, Forschende und Universitätsprofessor:innen) von Schüler:innenleistungen für die Stufe drei.

Um die detaillierten Erkenntnisse unserer Analyse herauskristallisieren zu können, schlagen wir im Folgenden dreizehn Richtlinien für die Entwicklung von sozialen Kompetenzen der Schüler:innen vor. In den ergänzenden Unterlagen, die diesem Bericht hinzugefügt sind, präsentieren wir unsere Ergebnisse im Detail. Diese ergänzenden Unterlagen bestehen aus den folgenden drei Abschnitten: 1. Umfrage für Schüler:innen: Wie bewerten Schüler:innen die Entwicklung sozialer Kompetenzen durch regulären Physikunterricht, YPT-Aktivitäten und andere außerschulische Aktivitäten? 2. Umfrage für Lehrpersonal: Wie bewerten Lehrer:innen die Entwicklung sozialer Kompetenzen durch diese drei Arten des Lernens? 3. Ergebnis einer Expert:innenevaluierung: In welcher Beziehung stehen soziale Kompetenzen und forschungsbasiertes Lernen zueinander? Diese Analysen wurden als Teil zweier Masterarbeiten geführt, die im Anhang Appendix B (separates Dokument) angeführt sind. Auf das ergänzende Material verweisen wir im gesamten Bericht.



## Richtlinien für die Entwicklung sozialer Kompetenzen durch forschungsbasiertes Lernen im YPT

### I. Die Teilnahme am YPT verstärkt die Entwicklung von sozialen Kompetenzen

In unserer Umfrage berichteten Schüler:innen, dass sie die Teilnahme an YPT-Aktivitäten als hilfreich für die Entwicklung von sozialen Kompetenzen empfunden haben (siehe 1.2.1). Obwohl wir einige Abweichungen innerhalb der Kategorien von sozialen Kompetenzen beobachten konnten, war die durchschnittliche Beurteilung des Nutzens von YPT-Aktivitäten für soziale Kompetenzen 4 (von 5). Allgemein zeigt dieser wissenschaftliche Beitrag, dass forschungsbasiertes Lernen (ein Kernbereich vom YPT) positiv mit der Entwicklung sozialer Kompetenzen zusammenhängt. Der wahrgenommene Nutzen von YPT-Aktivitäten steht in einem deutlichen Zusammenhang mit der individuellen Entwicklung sozialer Kompetenzen. Dies berücksichtigen wir als Indikator dafür, dass YPT-Aktivitäten eine grundlegende Auswirkung auf soziale Kompetenzen haben.

Auch der reguläre Physikunterricht wurde von Schüler:innen als nützlich bewertet, um soziale Kompetenzen zu entwickeln. In der Umfrage beobachteten wir eine ähnlich hohe Bewertung des Nutzens von herkömmlichem Physikunterricht, als auch von YPT-Aktivitäten. Daher wendeten wir einen T-Test an, um genauer differenzieren zu können, welche Unterschiede sich in diesem Nutzen zeigen. Unsere Ergebnisse zeigen nur wenige Unterschiede im wahrgenommenen Nutzen. Nur im Falle der "Diskussionsfähigkeit" zeigt sich, dass Schüler:innen YPT-Aktivitäten als signifikant nützlicher wahrgenommen haben, als herkömmlichen Physikunterricht. Für alle anderen Arten von sozialen Kompetenzen konnten wir statistisch keine bedeutsamen Unterschiede feststellen ( $p \leq 0.10$ ).

Für Lehrer:innen implizieren diese Feststellungen, dass die Teilnahme an YPT-Aktivitäten Schüler:innen helfen, ihre sozialen Kompetenzen zu entwickeln. Das bedeutet, dass die Teilnahme am YPT den herkömmlichen Physikunterricht ergänzen sollte. Denn, obwohl nur spezielle soziale Kompetenzen entwickelt werden, verbessern sich die Leistungen vom herkömmlichen Physikunterricht durch die Teilnahme an YPT-Aktivitäten dennoch. Schüler:innen sehen die Teilnahme an YPT-Aktivitäten nicht als substanziell nützlicher an, als den herkömmlichen Physikunterricht. Daher müssen Lehrer:innen besser kommunizieren, wie YPT den Unterricht bereichern kann.

#### *Nützlichkeit von herkömmlichem Physikunterricht vs. YPT-Aktivitäten*

Soziale Kompetenzen	t	df	p
Teamwork	-0.845	97	0.400
Fähigkeit, Informationen zu finden/nutzen	1.145	92	0.255
Kreativität	0.223	91	0.824
Präsentationsfähigkeiten	-1.104	95	0.272
Diskussionsfähigkeiten	<b>-2.188</b>	<b>99</b>	<b>0.031</b>
Englischkenntnisse	0.520	94	0.604

Hinweis: T-Test der Schüler:innen, Koeffizient mit  $p \leq 0.10$  in fett hervorgehoben



## II. Die Verknüpfung von forschungsbasiertem Lernen und außerschulischen Aktivitäten

In einem Teil der Umfrage (siehe 1.2.1) bewerteten Schüler:innen auch den Nutzen von anderen außerschulischen Aktivitäten (z.B. Physikolympiade, IJSO, EUSO oder wissenschaftliche Projektwettbewerbe). Allgemein bewerten Schüler:innen solche außerschulischen Aktivitäten als nützlich, um ihre sozialen Kompetenzen zu entwickeln. Wir fanden heraus, dass - basierend auf der Selbstbeurteilung von Schüler:innen - außerschulische Aktivitäten eine bedeutend höhere Auswirkung auf soziale Kompetenzen haben, als herkömmlicher Physikunterricht. Und auch im Vergleich zu YPT-Aktivitäten konnten wir einen größeren wahrgenommenen Nutzen für alle Arten von sozialen Kompetenzen durch außerschulische Aktivitäten beobachten, mit der bemerkenswerten Ausnahme in „Präsentationsfähigkeit“ und „Diskussionsfähigkeit“.

Ein bedeutender Einwand gibt es wegen dem wahrgenommenen Nutzen von anderen außerschulischen Aktivitäten. Da die Aktivitäten von den Schüler:innen selbst gewählt werden, könnten sie ihnen gegenüber voreingenommen sein. Das könnte den größer wahrgenommenen Nutzen von anderen außerschulischen Aktivitäten im Vergleich zu YPT-Aktivitäten erklären.

Für Lehrer:innen bedeuten diese Ergebnisse, dass YPT-Aktivitäten und andere außerschulische Aktivitäten sich gegenseitig ergänzen können. Durch das Ergebnis empfehlen wir den Lehrer:innen, forschungsbasierte Lernaktivitäten im herkömmlichen Physikunterricht verstärkt einzusetzen und die Schüler:innen für eine Teilnahme an YPT-Aktivitäten zu ermutigen. Darüber hinaus sollten Lehrer:innen diese Aktivitäten mit den anderen außerschulischen Aktivitäten der Schüler:innen verbinden, um die Entwicklung von sozialen Kompetenzen durch beide Arten von Lernen zu maximieren.

### *Der Nutzen von YPT-Aktivitäten vs. andere Aktivitäten*

Soziale Kompetenzen	t	df	p
Teamwork	<b>-3.946</b>	92	<b>0.000</b>
Fähigkeit, Informationen zu finden/nutzen	<b>-6.046</b>	90	<b>0.000</b>
Kreativität	<b>-4.887</b>	89	<b>0.000</b>
Präsentationsfähigkeiten	-1.273	91	0.206
Diskussionsfähigkeiten	-0.102	94	0.919
Englischkenntnisse	<b>-4.661</b>	90	<b>0.000</b>

Hinweis: T-Test der Schüler:innen, Koeffizient mit  $p \leq 0.10$  in fett hervorgehoben

## III. Forschungsbasiertes Lernen baut auf sozialen Kompetenzen auf

Der berichtete Nutzen durch die Schüler:innenteilnahme an YPT-Aktivitäten zeigt bedingte Unterschiede in der Anzahl von Jahren, die die Schüler:innen noch bis zum Schulabschluss zu absolvieren haben (siehe 1.2.2). In unserer Regressionsanalyse fanden wir heraus, dass Schüler:innen, die noch einige Zeit bis zum Schulabschluss vor sich haben, die Teilnahme an YPT-Aktivitäten als weniger nützlich empfanden, als Schüler:innen, die sich im letzten oder zweitletzten Schuljahr befanden. Nur in den Themen „Teamwork“ und „Englischkenntnisse“ konnten wir keine Unterschiede im wahrgenommenen Nutzen feststellen. In keiner anderen außerschulischen Aktivität haben sich ähnliche Unterschiede gezeigt.

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



Noch aufschlussreicher sind diese Erkenntnisse, wenn man sie mit der wahrgenommenen Nützlichkeit von herkömmlichem Physikunterricht in der Zeit vor dem Maturajahr vergleicht. In dieser Analyse sehen wir folgendes gegenteiliges Bild: Schüler:innen, die sich in den ersten Jahren der Oberstufe befanden, empfanden herkömmlichen Physikunterricht nützlicher als Maturant:innen. Das unterstreicht die Ergänzung von herkömmlichem Physikunterricht mit YPT-Aktivitäten.

Für Lehrer:innen implizieren diese Ergebnisse, dass die Teilnahme an YPT-Aktivitäten für Schüler:innen ein Schlusstein-Element bilden könnte. Es scheint, als ob Lehrer:innen ein ausreichendes Level an Fähigkeiten der Schüler:innen sicherstellen müssen, um das Maximum aus der Teilnahme am YPT herauszuholen. Lehrer:innen sollten daher auf bestehende soziale Kompetenzen (und auf technische Fähigkeiten) der Schüler:innen aufbauen, um die Entwicklung sozialer Kompetenzen in den letzten Jahren vor der Matura zu maximieren. Für junge Schüler:innen, die noch ein paar Jahre bis zur Matura haben, und die mutmaßlich weniger fachspezifische Fähigkeiten im Vergleich zu älteren Schüler:innen mitbringen, zeigen diese Ergebnisse, dass ein zusätzlicher Bedarf für einen Leitfaden durch Lehrer:innen besteht. In diesem Falle sollte von den Lehrer:innen sichergestellt werden, dass die Schüler:innen eine ausreichende Vorbereitung und Unterstützung für YPT-Aktivitäten erhalten. So kann das Gefühl der Überforderung, das durch die Anforderungen des YPT-Events entstehen könnten, vermieden werden. Dieser Schritt wird dabei helfen, den Nutzen durch YPT-Aktivitäten für jüngere Schüler:innen zu maximieren.

*Unterschiede des Nutzens von YPT-Aktivitäten basierend auf den Jahren bis zur Matura*

Soft Skills - YPT	1	2	3+	R <sup>2</sup>
Teamwork	0.086	-0.113	-0.239	0.017
Standardfehler	0.205	0.213	0.247	
p-value	0.677	0.596	0.336	
Fähigkeiten, Informationen zu finden/ Zu nutzen	-0.024	<b>-0.476</b>	<b>-0.498</b>	0.053
Standardfehler	0.234	<b>0.247</b>	<b>0.288</b>	
p-value	0.919	<b>0.057</b>	<b>0.086</b>	
Kreativität	-0.164	<b>-0.493</b>	-0.146	0.038
Standardfehler	0.220	<b>0.236</b>	0.275	
p-value	0.458	<b>0.039</b>	0.596	
Präsentationsfähigkeiten	-0.029	<b>-0.408</b>	-0.108	0.036
Standardfehler	0.202	<b>0.215</b>	0.257	
p-value	0.886	<b>0.060</b>	0.675	
Diskussionsfähigkeiten	0.021	-0.310	<b>-0.383</b>	0.046
Standardfehler	0.183	0.192	<b>0.228</b>	
p-value	0.911	0.109	<b>0.096</b>	
Englischkompetenz	-0.002	0.017	-0.271	0.015
Standardfehler	0.181	0.191	0.232	
p-value	0.990	0.931	0.246	

Hinweis: lineare Regression, Basisdaten: Maturajahr, Koeffizient mit  $p \leq 0.10$  in fett hervorgehoben





#### IV. Forschungsbasiertes Lernen baut auf vorhandenen Physikkenntnissen auf

In unserer Umfrage geben Schüler:innen an, dass sie die Teilnahme an YPT-Veranstaltungen umso nützlicher empfinden, desto mehr regulären Physikunterricht sie pro Woche besuchen (siehe 1.2.3). Nur für „Präsentationsfähigkeiten“ und „Diskussionsfähigkeiten“ konnten wir dieses Verhältnis nicht beobachten. Obwohl die Ergebnisse sich bei verschiedenen sozialen Fähigkeiten unterscheiden, zeigt sich, dass Schüler:innen mit 4 Wochenstunden Physik die Teilnahme an YPT-Events am nützlichsten empfinden. Die Umfrage zum herkömmlichen Physikunterricht ähnelt der der YPT-Aktivitäten: je mehr Unterrichtsstunden die Schüler:innen besuchen, desto nützlicher empfanden sie den Unterricht. Für andere außerschulische Aktivitäten konnten wir keine vergleichbaren Effekte feststellen.

Für Lehrer:innen implizieren diese Ergebnisse, dass zumindest physikalische Grundkenntnisse für die Entwicklung von sozialer Kompetenzen durch YPT-Aktivitäten wichtig sind. Gleichzeitig können Schüler:innen mit bereits fortgeschritteneren Physikkenntnissen am meisten in Bezug auf soziale Kompetenzen durch die Teilnahme am YPT profitieren. Daraus ergeben sich zwei Strategien für das Handeln der Lehrer:innen, um den Nutzen durch forschungsbasiertes Lernen zu verstärken. Erstens können Schüler:innen, die viele Physikstunden und bereits ein gutes Know-How mitbringen, forschungsbasierte Lernaktivitäten in Gruppenarbeiten ausüben, um die Entwicklung sozialer Kompetenzen zu maximieren. Zweitens: Wenn Schüler:innen nur über die notwendigsten Physikkenntnisse verfügen, sollten Lehrer:innen darauf achten, dass es zu keinem Gefühl der Überforderung kommt. Dieses Gefühl kann nämlich einen nachteiligen Effekt mit sich bringen, wie bereits oben betont. Durch die Verbesserung der Physikgrundlagen entwickeln sich parallel die sozialen Kompetenzen weiter.

##### *Unterschiede im Nutzen von YPT-Aktivitäten basierend auf der Anzahl von regulären Physikstunden pro Woche*

Soziale Kompetenzen - YPT	1	2	3	4	5+	R <sup>2</sup>
Teamwork	0.500	<b>1.052</b>	<b>1.067</b>	<b>1.350</b>	0.750	0.076
Standardfehler	0.654	<b>0.507</b>	<b>0.518</b>	<b>0.530</b>	0.580	
p-Wert	0.446	<b>0.040</b>	<b>0.042</b>	<b>0.012</b>	0.198	
Fähigkeiten, Informationen zu finden/ Zu nutzen	1.083	<b>1.048</b>	<b>1.126</b>	<b>1.233</b>	1.083	0.034
Standardfehler	0.773	<b>0.600</b>	<b>0.614</b>	<b>0.627</b>	0.686	
p-Wert	0.164	<b>0.084</b>	<b>0.069</b>	<b>0.052</b>	0.117	
Kreativität	0.167	0.500	0.381	0.767	0.667	0.032
Standardfehler	0.720	0.559	0.573	0.584	0.638	
p-Wert	0.817	0.373	0.507	0.192	0.299	
Präsentationsfähigkeiten	0.167	0.649	0.598	0.857	0.792	0.036
Standardfehler	0.675	0.524	0.536	0.546	0.598	
p-Wert	0.805	0.218	0.267	0.119	0.188	
Diskussionsfähigkeiten	-0.167	0.333	0.398	0.633	<b>1.000</b>	0.079
Standardfehler	0.601	0.466	0.476	0.487	<b>0.525</b>	
p-Wert	0.782	0.476	0.405	0.196	<b>0.059</b>	
Englischkompetenz	-0.083	0.648	<b>0.770</b>	<b>1.000</b>	<b>0.917</b>	0.092
Standardfehler	0.571	0.444	<b>0.454</b>	<b>0.462</b>	<b>0.507</b>	
p-Wert	0.884	0.147	<b>0.092</b>	<b>0.032</b>	<b>0.073</b>	

Hinweis: Lineare Regression, Basisdaten: kein wöchentlicher Physikunterricht, Koeffizient mit  $p \leq 0.10$  in fett hervorgehoben

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



## V. Eine vor kurzem erfolgte Teilnahme im YPT verbessert die Entwicklung sozialer Kompetenzen

Wie sehr der Nutzen vom YPT für die Schüler:innen davon abhängt, wie lange die Teilnahme am YPT her ist, analysierten wir ebenfalls in unserer Umfrage (1.2.4). Die Schüler:innen hatten entweder „nie“, „vor diesem Jahr“ oder „in diesem Jahr“ teilgenommen. Außer in den „Englischkompetenzen“ finden wir keinen statistisch bedeutsamen Unterschied, der vom zeitlichen Abstand zur jüngsten Teilnahme abhängt. Trotzdem scheint auf, dass eine Teilnahme am YPT, die gerade erst stattgefunden hat, einen größeren Effekt hat, als eine Teilnahme, die schon länger zurück liegt. Ähnliche Beobachtungen machen wir bezüglich des empfundenen Nutzens von herkömmlichem Physikunterricht. Unsere Ergebnisse zeigen eine bessere Wirkung von regulärem Physikunterricht auf die Entwicklung sozialer Kompetenzen, wenn Schüler:innen gerade erst an einem YPT-Wettbewerb teilgenommen haben, als für Schüler:innen, deren Teilnahme länger zurück liegt, ausgenommen bei den „Präsentationsfähigkeiten“. Eine mögliche Erklärung dafür könnte sein, dass die Teilnahme an YPT-Wettbewerben die Schüler:innen ermutigt und motiviert, ihre sozialen Kompetenzen auch während regulärem Physikunterricht zu verbessern.

Für Lehrer:innen implizieren diese Ergebnisse, dass Schüler:innen an YPT-Wettbewerben teilnehmen und regelmäßig forschungsbasierte Lernmethoden im Unterricht einsetzen sollten. Sie werden nicht nur direkt von der Teilnahme am YPT profitieren, sondern sie werden auch mehr Nutzen aus dem Physikunterricht ziehen. Daraus könnte geschlossen werden, dass – entgegen der vorhergehenden Annahmen (siehe III.) - die Teilnahme auch schon vor dem Maturajahr relevant ist. Allerdings kann man diese beiden Theorien in der Praxis zusammenbringen, in dem man eine erste Teilnahme an YPT-Wettbewerben in den ersten Schuljahren der Oberstufe verwendet, um die Entwicklung sozialer Kompetenzen durch eine weitere YPT-Teilnahme in höheren Schulstufen zu maximieren. Bei all dem zeigt unser Ergebnis, dass junge Schüler:innen eine besonders gute Unterstützung und Führung durch Lehrer:innen benötigen. Damit sollen, wie oben angesprochen, ungewollte Konsequenzen verhindert werden.

### *Nutzenunterschied von regulärem Unterricht ausgehen von der jüngsten Teilnahme an YPT-Aktivitäten*

Soft Skills - RPC	Earlier	This year	R <sup>2</sup>
Teamwork	<b>-0.954</b>	-0.954	0.078
Standardfehler	<b>0.284</b>	0.981	
p-Wert	<b>0.001</b>	0.333	
Fähigkeit, Information zu suchen/ Zu finden	<b>-0.966</b>	1.117	0.081
Standardfehler	<b>0.295</b>	0.982	
p-Wert	<b>0.001</b>	0.257	
Kreativität	<b>-0.856</b>	0.298	0.060
Standardfehler	<b>0.288</b>	0.993	
p-Wert	<b>0.003</b>	0.765	
Präsentationsfähigkeiten	-0.406	1.209	0.024
Standardfehler	0.291	1.005	
p-Wert	0.166	0.231	
Diskussionsfähigkeiten	<b>-0.620</b>	1.380	0.038

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



Standardfehler	<b>0.320</b>	1.065	
p-Wert	<b>0.055</b>	0.197	
Englischkompetenz	<b>-0.538</b>	0.000	0.023
Standardfehler	<b>0.300</b>	1.033	
p-Wert	<b>0.074</b>	1.000	

Hinweis: Lineare Regression, Basisdaten: keine Teilnahme, Koeffizient mit  $p \leq 0.10$  in fett hervorgehoben

## VI. Eine vor kurzem erfolgte Teilnahme am YPT erhöht den Nutzen von außerschulischen Aktivitäten

Parallel zu unserer oben genannten Analyse untersuchen wir Unterschiede, wie der Nutzen von außerschulischen Aktivitäten wahrgenommen wird, mit dem Aspekt, wann die letzte Teilnahme an YPT-Wettbewerben stattgefunden hat (siehe 1.2.4). Unsere Ergebnisse erläutern, dass Schüler:innen, die vor kurzem an YPT-Wettbewerben teilgenommen haben, außerschulische Aktivitäten als nützlicher empfanden, als Schüler:innen, deren Teilnahme einige Zeit zurück liegt. Wie bereits oben erkannt, könnte eine mögliche Erklärung dafür sein, dass die Teilnahme an YPT-Wettbewerben Schüler:innen dazu motiviert, mehr Nutzen aus außerschulischen Aktivitäten zu ziehen.

Interessant ist, dass unsere Werte nicht aussagen, dass außerschulische Aktivitäten einen ähnlichen Effekt erzielen (siehe 1.2.5). Eine kürzliche Teilnahme an außerschulischen Aktivitäten führt weder im Fall von regulärem Physikunterricht, noch im Fall von YPT-Wettbewerben zu einem größeren empfundenen Nutzen. Es scheint, als ob Schüler:innen das Erlernte oder die Motivation von anderen außerschulischen Aktivitäten nicht so gut auf regulären Physikunterricht transferieren können, wie im Fall vom YPT.

Für Lehrende bedeuten diese Ergebnisse, dass es einen positiven Effekt der Teilnahme an YPT-Wettbewerben auf andere außerschulischen Aktivitäten gibt. In die andere Richtung – also von außerschulischen Aktivitäten auf die Teilnahme am YPT - kann ein solcher Effekt jedoch nicht nachgewiesen werden. Daher empfehlen wir Lehrer:innen, speziell Schüler:innen mit passenden außerschulischen Aktivitäten in die Vorbereitung vom YPT einzubeziehen. Dabei ermöglichen Lehrer:innen ihren Schüler:innen einen direkten Nutzen von ihrer YPT-Teilnahme zu ziehen und gleichzeitig profitieren die Schüler:innen indirekt durch eine bessere Entwicklung ihrer sozialen Kompetenzen in anderen außerschulischen Aktivitäten.

*Unterschiede im Nutzen von anderen Aktivitäten basierend auf eine vor kurzem erfolgte Teilnahme am YPT*

Soziale Kompetenzen - Sonstige	Früher	Dieses Jahr	R <sup>2</sup>
Teamwork	<b>-0.609</b>	0.622	0.057
Standardfehler	<b>0.222</b>	0.765	
p-Wert	<b>0.007</b>	0.418	
Recherchefähigkeit	<b>-0.491</b>	0.600	0.039
Standardfehler	<b>0.229</b>	0.730	
p-Wert	<b>0.034</b>	0.413	
Kreativität	<b>-0.527</b>	-0.427	0.044
Standardfehler	<b>0.220</b>	0.673	

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



p-Wert	<b>0.018</b>	0.526	
Präsentationsfähigkeit	<b>-0.527</b>	1.056	0.032
Standardfehler	<b>0.296</b>	0.983	
p-Wert	<b>0.077</b>	0.285	
Diskussionsfähigkeit	<b>-0.620</b>	0.017	0.036
Standardfehler	<b>0.280</b>	0.892	
p-Wert	<b>0.028</b>	0.985	
Englischkompetenz	<b>-0.610</b>	0.556	0.051
Standardfehler	<b>0.237</b>	0.787	
p-Wert	<b>0.011</b>	0.481	

Hinweis: Linearer Rückgang, Basisdaten: keine Teilnahme, Koeffizient mit  $p \leq 0.10$  in fett hervorgehoben

## VII. Lehrer:innen entwickeln eine positive Sichtweise auf die Teilnahme am YPT

In einer zweiten Umfrage analysieren wir eine Evaluierung, wie Lehrer:innen den Nutzen von YPT-Wettbewerben auf die Entwicklung sozialer Kompetenzen von Schüler:innen erleben. Lehrer:innen empfanden grundsätzlich YPT-Wettbewerbe als sehr nützlich für die Entwicklung der sozialen Kompetenzen von Schüler:innen (siehe 2.2.2). Das ist insbesondere im Vergleich zum empfundenen Nutzen von regulärem Physikunterricht ein starkes Ergebnis (siehe 2.2.1). Resultate eines gekoppeltem T-Test (siehe 2.3.1) bestätigen diese Wahrnehmungen. Wir konnten einen größeren wahrgenommenen Nutzen für alle bei YPT-Wettbewerbe benötigten sozialen Kompetenzen beobachten, als im regulären Physikunterricht.

Während diese Analyse den Nutzen von YPT-Wettbewerben für die Entwicklung von sozialen Kompetenzen bestätigt, gilt ein wichtiger Einspruch. An der Lehrer:innenumfrage nahmen nur Lehrpersonen teil, die bereits Erfahrung mit YPT-Aktivitäten hatten. Daher könnte es sein, dass es eine Wahrnehmungsverzerrung der Lehrer:innen gibt. Möglicherweise wäre so auch erklärt, warum Schüler:innen (siehe 1.2.1) und Lehrer:innen einen unterschiedlichen Nutzen von YPT-Wettbewerben wahrnehmen. Während Lehrer:innen einen Nutzen in allen Arten von sozialen Kompetenzen durch YPT-Wettbewerbe nennen, nehmen Schüler:innen den Nutzen anders wahr, außer bei den „Diskussionsfähigkeiten“. In einer zusätzlichen Analyse (siehe 2.5) beobachten wir, wie Schüler:innen jeweils den Nutzen von regulärem Physikunterricht auf die Entwicklung ihrer sozialen Kompetenzen mit dem Nutzen von YPT-Wettbewerben vergleichen, und wie Lehrer:innen diese beiden Aktivitäten miteinander vergleichen. Wir beobachten, dass Lehrer:innen YPT-Wettbewerbe als viel nützlicher für die Entwicklung aller sozialer Kompetenzen empfinden. Auf der anderen Seite hatten Schüler:innen einen deutlich differenzierteren Blick und empfanden mehr Nutzen durch YPT-Aktivitäten für „nur“ vier von sechs Sozialkompetenzen.

Für Lehrpersonal könnte dieses Ergebnis bedeuten, dass sie sich regelmäßig Gedanken über die Entwicklung sozialer Kompetenzen von Schüler:innen durch forschungsbasierte Lernaktivitäten machen sollten. Das könnte den Lehrer:innen helfen zu überprüfen, ob die YPT-Aktivitäten tatsächlich im erwarteten Ausmaß zur Entwicklung der sozialen Kompetenzen der Schüler:innen beitragen. Aus den Ergebnissen lässt sich für Lehrer:innen auch ableiten, dass sie Schüler:innen auf den Nutzen durch die Teilnahme am YPT hinweisen sollten. Es bleibt aber die Frage, warum Lehrer:innen die Teilnahme am YPT viel positiver bewerten, als Schüler:innen, sofern die beiden unterschiedlichen Wahrnehmung die einzigen Verzerrungen im Ergebnis sind. Trotzdem sollten

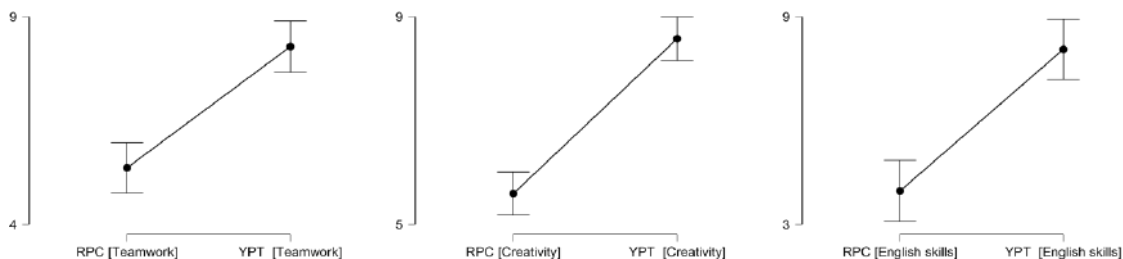
Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



Lehrer:innen ihre Schüler:innen motivieren am YPT teilzunehmen, und sollten ihnen erklären, wie YPT-Aktivitäten und forschungsbasiertes Lernen regulären Physikunterricht bereichern und keines Falls überflüssig sind.

*Gekoppelte Stichprobe für T-Test: Soziale Kompetenzen in RCP vs. YPT*

Messung 1	Messung 2	Test	Statistik	df	p
RPC [Teamwork]	- YPT [Teamwork]	Schüler:in	-6.503	31	< .001
RPC [Kreativität]	- YPT [Kreativität]	Schüler:in	-10.225	31	< .001
		Wilcoxon	0.000		< .001
RPC [Diskussionsfähigkeit]	- YPT [Diskussionsfähigkeit]	Schüler:in	-7.126	32	< .001
RPC [Recherchenfähigkeit]	- YPT [Recherchenfähigkeit]	Schüler:in	-7.742	31	< .001
		Wilcoxon	0.000		< .001
RPC [Präsentationsfähigkeiten]	- YPT [Präsentationsfähigkeiten]	Schüler:in	-6.040	32	< .001
RPC [Englischkompetenz]	- YPT [Englischkompetenz]	Schüler:in	-6.759	31	< .001



### VIII. Lehrer:innen geben der Teilnahme am YPT den Vorzug vor anderen außerschulischen Aktivitäten

In einem weiteren Teil der Umfrage werden Lehrer:innen nach dem Nutzen anderer außerschulischer Aktivitäten (z.B. Physikolympiade, IJSO, EUSO oder Wissenschaftswettbewerbe) für die Entwicklung von sozialer Kompetenzen der Schüler:innen befragt. Im Durchschnitt bewerteten Lehrer:innen andere außerschulische Aktivitäten ähnlich wie regulären Physikunterricht, mit kleinen Abweichungen innerhalb der verschiedenen Arten von sozialen Kompetenzen (5 von 10, siehe 2.2.3). Da sich diese Bewertung unter den Werten von YPT-Aktivitäten bewegt, vergleichen wir die Lehrer:innenumfrage für YPT-Aktivitäten mit der der anderen außerschulischen Aktivitäten. Wie im Fall von regulärem Physikunterricht berichteten Lehrer:innen, dass die YPT-Aktivitäten nützlicher für die Entwicklung von sozialer Kompetenzen der Schüler:innen sei, als andere Aktivitäten (siehe 2.3.2).

Auch hier könnte ein Selektionsfehler ein mögliches Hindernis darstellen. Lehrer:innen könnten durch ihr Erlebnis und ihre Beteiligung positiv gegenüber der YPT-Aktivitäten beeinflusst werden. Jedoch trifft das auch auf die Schüler:innen zu, die durch ihre individuell gewählten außerschulischen Aktivitäten voreingenommen sein könnten (siehe 1.2.1). Dadurch lässt sich erklären, warum Lehrer:innen YPT als nützlicher für sämtliche Arten von sozialer Kompetenzen erachten, als andere außerschulischen Aktivitäten, während Schüler:innen, mit der Ausnahme von „Diskussionsfähigkeiten“ und „Präsentationsfähigkeiten“ zu einer anderen Einschätzung kommen.

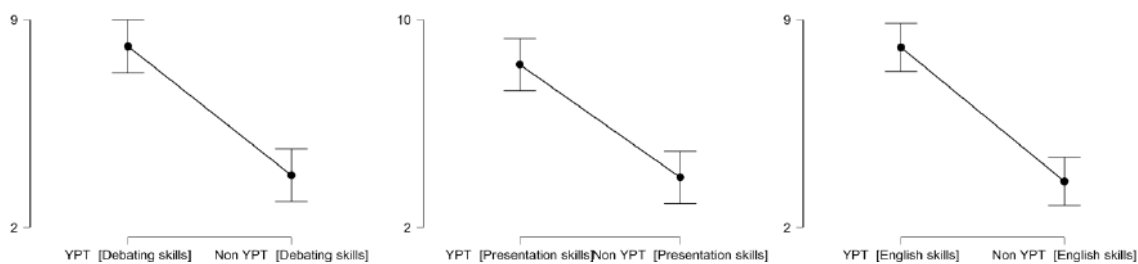
Für Lehrer:innen implizieren diese Ergebnisse einmal mehr, dass regelmäßige Reflexion des Entwicklungsstandes der sozialen Kompetenzen ihrer Schüler:innen, die durch forschungsbasierte Lernaktivitäten entfaltet werden, wichtig sind. Außerdem empfehlen diese Ergebnisse, dass Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



Lehrer:innen immer die Kombination der Vorteile - YPT-Aktivitäten und andere außerschulischen Aktivitäten - nutzen sollen. Weder Lehrer:innen noch Schüler:innen sollen die beiden Arten von Aktivitäten als gegenseitigen Ersatz, oder noch schlimmer, als konflikthaft zueinander sehen. Stattdessen sollen Lehrer:innen sicherstellen, dass Schüler:innen die erkennbare Motivation von anderen außerschulischen Aktivitäten auf YPT-Aktivitäten ausweiten. Schüler:innen sollen diese Aktivitäten als ergänzend sehen. Das ist sehr wichtig, weil unsere Schüler:innenumfrage Potential für positive Wechselwirkung und gegenseitige Unterstützung zwischen den beiden Arten von Aktivitäten zeigt.

*Gekoppelte Stichprobe für T-Test: Soziale Kompetenzen im YPT vs. Nicht-YPT*

Messung 1	Messung 2	Test	Statistik	df	p
YPT [Teamwork]	- Nicht YPT [Teamwork]	Schüler:in	-6.503	3 1	< .00 1
YPT [Kreativität]	- Nicht YPT [Kreativität]	Schüler:in	-10.225	3 1	< .00 1
YPT [Diskussionsfähigkeit]	- Nicht YPT [Diskussionsfähigkeit]	Schüler:in	0.000		< .00 1
YPT [Recherchenkompetenz]	- Nicht YPT [Recherchenkompetenz]	Schüler:in	-7.126	3 2	< .00 1
YPT [Präsentationsfähigkeit]	- Nicht YPT [Präsentationsfähigkeit]	Schüler:in	-7.742	3 1	< .00 1
		Wilcoxon	0.000		< .00 1
YPT [Englischkompetenz]	- Nicht YPT [Englischkompetenz]	Schüler:in	-6.040	3 2	< .00 1



**IX. Soziale Kompetenzen haben einen positiven Einfluss auf die Leistung von Schüler:innen**

Aus den Expertenevaluationen erarbeiteten wir, wie sich die Wahrnehmung von Schüler:innen auf ihre sozialen Kompetenzen zu ihrer Leistung in forschungsbasiertem Lernen verhält (siehe 3.3, Hypothese P.2). Für diese Analyse verwendeten wir als Leistungsmaßstab die Benotung der Schüler:innenpräsentationen durch die Juror:innen der YPT-Wettbewerbe. Im ersten Schritt konnten wir beobachten, dass Schüler:innen, die ihren sozialen Kompetenzen mehr Bedeutung beimessen, auch eine bessere Leistung erzielen. Obwohl dieses Verhältnis Teil einer Verzerrung sein könnte (z.B. weil nur Schüler:innen mit einer gut ausgebildeten sozialen Kompetenz diese auch als wichtig empfinden), kann dieses Ergebnis zu einem motivierenden Effekt führen. Wenn Schüler:innen ihre

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



sozialen Kompetenzen als wichtig erachten, sind sie auch motiviert, diese zu verbessern, was wiederum zu einer besseren Leistung führt.

Im zweiten Schritt weiten wir die Analyse auf die von den Schüler:innen wahrgenommene Befähigung in verschiedenen sozialen Kompetenzen aus und sehen uns an, wie diese Befähigung sich auf die Leistung auswirkt. Im Test prüfen wir sechs verschiedene Sozialkompetenzen. Das Ergebnis zeigt, dass eine bessere wissenschaftliche Argumentationsfähigkeit (prof\_post-reasoning), Diskussionsfähigkeit (prof\_post\_debating), und Englischkompetenz (prof\_post\_english) die Leistung in forschungsbasiertem Lernen verstärken.

*Rückgängige Ergebnisse für die Wichtigkeit von individueller sozialer Kompetenz*

Begriff	Schätzung	Standardfehler	Statistik	p.Wert
(Intercept)	-8.86	1.41	-6.30	0.00000000
tournamentAYPT2021	1.61	0.25	6.39	0.00000000
roleRep	0.26	0.12	2.07	0.03915244
roleRev	0.67	0.15	4.57	0.00005555
age	0.27	0.07	3.87	0.00011965
importance_teamwork	1.46	0.18	8.00	0.00000000
importance_research	1.99	0.23	8.69	0.00000000
importance_reasoning	0.58	0.18	3.15	0.00171139
importance_presentation	-2.20	0.35	-6.31	0.00000000
importance_debating	1.08	0.25	4.40	0.00001239
importance_english	-0.81	0.11	-7.52	0.00000000

*Rückgängige Ergebnisse für die Befähigung nach der Vorbereitungsphase im Jahr 2020*

Begriff	Schätzung	Standardfehler	Statistik	p.Wert
(Intercept)	-2.42	1.67	-1.45	0.14684470
tournamentAYPT2021	1.22	0.21	5.73	0.00000001
roleRep	0.29	0.14	2.13	0.03331587
roleRev	0.66	0.17	4.01	0.00006743
age	0.36	0.11	3.31	0.00097471
prof_post_teamwork	-0.14	0.19	-0.76	0.44499886
prof_post_research	-0.01	0.11	-0.06	0.95270594
prof_post_reasoning	0.47	0.23	2.09	0.03661578
prof_post_presentation	-1.00	0.33	-3.07	0.00225924

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



prof_post_debating	0.48	0.26	1.87	0.06169911
prof_post_english	0.58	0.10	5.86	0.00000001

Für Lehrer:innen bedeuten diese Ergebnisse, dass soziale Kompetenzen eine wichtige Rolle für Schüler:innen spielen und, dass bessere Fähigkeiten bei sozialen Kompetenzen die Leistung steigern. Zudem erkennen wir, dass Schüler:innen, die die Entwicklung sozialer Kompetenz als wichtig erachten, auch bessere Leistungen erreichen. Dadurch empfiehlt sich für Lehrer:innen eine Fokussierung auf den Erwerb von Sozialkompetenzen bei ihren Schüler:innen, um die Forschungsfähigkeiten der Schüler:innen in Physik (und wahrscheinlich darüber hinaus) zu maximieren. Lehrer:innen sollten Schüler:innen motivieren, in die Entwicklung ihrer Sozialkompetenzen zu investieren. In Anbetracht der Ergebnisse der ersten beiden Bereiche des Berichts, ist die Teilnahme an YPT-Events besonders hilfreich, um dieses Ziel zu erreichen, wenn sie gleichzeitig mit anderen außerschulischen Aktivitäten gekoppelt ist.

## X. Die Teilnahme am YPT verbessert die Forschungsleistung

Als nächstes analysierten wir Expertenberichte, um zu verstehen, wie die Vorbereitung auf YPT-Events die Leistungen von Schüler:innen verstärkt (siehe 3.3, Hypothese S.1a). Zu diesem Zweck verglichen wir, wie sich das Niveau der sozialen Kompetenzen vor und nach YPT-Events auf die Leistungen in forschungsbasiertem Lernen auswirkt. In unserer Studie beobachteten wir, dass nur die Präsentationsvorbereitung die Leistung steigert. Wie bereits oben angesprochen, erkannten wir, dass die Leistungssteigerung in 3 von 6 Fällen durch Nachbearbeitung passiert. Demnach scheint die "Präsentationsfähigkeit" ein Ausreißer zu sein. Während hier die Leistung durch Vorbereitung gesteigert werden kann, wird sie durch Nachbearbeitung sogar verringert. Trotzdem schließen wir daraus, dass die Vorbereitung für YPT-Events die Leistung in forschungsbasiertem Lernen steigert.

Für Lehrer:innen bedeuten diese Ergebnisse, dass die Leistung in forschungsbasiertem Lernen nachweislich durch die Vorbereitung der Klasse auf die YPT-Teilnahme gesteigert wird. Diese Leistungssteigerung erfolgt durch eine bessere Beherrschung sozialer Kompetenzen. Lehrer:innen sollten Schüler:innen dazu motivieren und ermutigen, an Vorbereitungskursen für YPT-Events teilzunehmen. Dabei werden Lehrer:innen bedeutend zur Entwicklung sozialer Kompetenzen von Schüler:innen beitragen und schließlich auch zu ihrer Leistung in forschungsbasiertem Lernen.

### *Regressionsergebnisse für den Leistungsstand vor der Vorbereitungsphase im Jahr 2021*

Begriff	Schätzung	Standardfehler r	Statistik	p-Wert
(Intercept)	-5.87	2.66	-2.20	0.02789855
roleRep	0.36	0.15	2.48	0.01342152
roleRev	0.73	0.15	5.00	0.00000078
age	0.79	0.15	5.37	0.00000011
prof_prae_teamwork	-0.92	0.29	-3.21	0.00139121
prof_prae_research	-0.13	0.11	-1.17	0.24442857
prof_prae_reasoning	-0.03	0.27	-0.13	0.89899302

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.





prof_prae_presentation	0.74	0.41	1.81	0.07114430
prof_prae_debating	0.07	0.30	0.25	0.80597444
prof_prae_english	-	-	-	-

## XI. Durch Vorbereitung wird der Nutzen der YPT-Teilnahme verstärkt

Für weitere Analysen, wie sich YPT-Eventvorbereitungen auf die Wettbewerbsleistung auswirken, berücksichtigen wir die Dauer der Vorbereitungszeit, und wie sie die Leistung in forschungsbasiertem Lernen beeinflusst (siehe 3.3, Hypothese S.1b). Unsere Ergebnisse geben an, dass die Schüler:innen umso bessere Leistungen in YPT-Turnieren erreichen, desto mehr Zeit sie in die Vorbereitung gesteckt haben. Wir nehmen an, dass dieser Effekt, wie oben besprochen, über den Erwerb von sozialen Kompetenzen erzielt wird. Vorbereitung ermöglicht Schüler:innen ihre soziale Kompetenz zu trainieren, was ihnen einen Vorteil im tatsächlichen YPT-Wettbewerb verschafft.

### *Regressionsergebnisse für die Stunden, die für die Vorbereitung verwendet wurden*

Begriff	Schätzung	Standardfehler r	Statistik	p.Wert
(Intercept)	-5.77	0.97	-5.97	3.66E-09
tournamentAYPT2021	0.51	0.15	3.50	0.00050284
roleRep	0.34	0.14	2.52	0.01183890
roleRev	0.65	0.17	3.94	0.00008833
age	0.66	0.06	11.88	7.83E-30
h_prep_AYPT	0.01	0.00	7.86	1.39E-14

Interessant ist die Erkenntnis, dass Schüler:innen diesen Nutzen der Vorbereitung auch wahrnehmen. Wenn sie gefragt wurden, ob die Vorbereitung auf YPT ihnen half ihre sozialen Kompetenzen zu entwickeln, war die durchschnittliche Antwort über alle sozialen Kompetenzen 2,39 (Skala Bereich aus „1: ein bisschen“ bis „3: sehr viel“). Nur „Englischkenntnisse“ gelten als Ausreißer mit einer mittleren Antwort von 1,70. Für die anderen Kategorien von sozialen Kompetenzen beobachteten wir einen Wert von über 2,0. Im Falle von „wissenschaftlicher Argumentationsfähigkeit“ und „Diskussionsfähigkeit“, waren die Rückmeldungen zur Entwicklung von sozialen Kompetenzen sogar über 2,7.

### *Beschreibende Statistik zu den Variablen der sozialen Kompetenzen*

Variable	Durchschnitt	Std. Abweichung	Min.	Max.	N Teams
Entwicklung Teamwork	2.319	0.746	1.0	3.0	12
Entwicklung unabhängige Forschung	2.319	0.533	1.5	3.0	12
Entwicklung wissenschaftliche Argumentation	2.750	0.405	2.0	3.0	12
Entwicklung Präsentationsfähigkeit	2.513	0.457	2.0	3.0	12
Entwicklung Diskussionsfähigkeit	2.722	0.422	2.0	3.0	12
Entwicklung Englischkenntnisse	1.694	0.895	1.0	3.0	12
Allgemeine Entwicklung sozialer Kompetenzen	2.386	0.379	1.8	3.0	12

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



Für Lehrer:innen implizieren diese Ergebnisse, dass sie einen erheblichen Anteil des Physikunterrichts für forschungsbasierte Lernaktivitäten verwenden sollten. Auf der einen Seite wird dies die Entwicklung sozialer Kompetenz an sich verbessern. Auf der anderen Seite geschieht eine Vertiefung in die Forschungsarbeit durch die zusätzliche Vorbereitungszeit der Schüler:innen. Diese Zusatzstunden verbessern auch die Sozialkompetenzen. Hier könnte auch eine Verstärkungswirkung zwischen den beiden Verhältnissen liegen. Es scheint, als ob Schüler:innen diesen Nutzen in Bezug auf bessere Leistung im YPT erkennen. Lehrer:innen sollten deshalb auf diese positive Wahrnehmung der Schüler:innen aufbauen, um sie für die Teilnahme an YPT-Events zu motivieren. Idealerweise schaffen es Lehrer:innen, diese Vorbereitungen mit außerschulischen Aktivitäten zu verbinden. Unsere Ergebnisse der ersten beiden Bereiche des Berichts empfehlen, dass die Verbindung zwischen dem YPT und anderen außerschulischen Aktivitäten in einen positiven Wechselwirkungseffekt münden werden.

## **XII. Wissenschaftliche Argumentation, Diskussion und Englisch als zentrale Kompetenzen**

Im Einklang mit den Ergebnissen von Deep et al. (2019) zeigen Expert:inneneinschätzungen, dass die Fähigkeiten für wissenschaftliche Argumentationsfähigkeiten, Diskussionsfähigkeiten und Englischkenntnisse den größten Beitrag zur Leistung im YPT ausmachen (siehe 3.3 und Regressionskoeffizienten unten). Diese Ergebnisse bekräftigen die Wichtigkeit von Vorbereitungsunterricht für die bestmögliche Leistung im YPT. Schüler:innen berichteten, dass der Vorbereitungsunterricht für „wissenschaftliche Argumentationsfähigkeit“ und „Diskussionsfähigkeit“ den größten Beitrag an der Entwicklung ihrer sozialen Kompetenzen ausmacht (siehe unten „Beitrag zur Entwicklung“). Gleichzeitig erklärten Schüler:innen, dass sie ihre sozialen Fähigkeiten als sehr wichtig empfanden, um eine bessere Leistung in YPT-Wettbewerben zu erreichen (siehe unten „Empfundene Relevanz“). Jedoch beobachteten wir, dass Schüler:innen „Englischkenntnisse“ weder für YPT, noch für die Vorbereitungsklassen als wichtig empfanden. Während das selbsterklärend sein könnte (weil Schüler:innen ihre Englischkenntnisse als nicht wichtig erachten, und dadurch auch keine Verbesserung erkennen), könnte es auch eine Qualifikationslücke sein, die durch den Vorbereitungsunterricht überdeckt wurde.

Für weitere Analysen gehen wir zurück zu den Ergebnissen aus den Teilen 1 und 2 unseres Berichts (siehe 1.2 und 2.2). Diese zeigen, dass der Beitrag zur „Diskussionsfähigkeit“ besonders wichtig ist, weil die selbstberichtete Qualifikation der Schüler:innen unter dem Durchschnitt aller sozialen Kompetenzen (3.65 vs 3.92) liegt. Dazu kommt die Rückmeldung der Schüler:innen, dass der herkömmliche Physikunterricht unterdurchschnittlich nützlich für die Entwicklung dieser sozialen Kompetenz sei (3.56 vs. 3.74). Für „Englischkenntnisse“ jedoch berichteten die Schüler:innen über sich selbst von einer hohen Qualifikation (4.13) und betrachteten herkömmlichen Physikunterricht als nützlich für die Entwicklung (3.97). Eine Erklärung für dieses Ergebnis könnte sein, dass die Schüler:innen keinen zusätzlichen Gewinn für ihre Englischkenntnisse durch die Vorbereitungsklassen empfanden. Diese Ergebnisse erscheinen unvereinbar mit den Werten aus der Lehrer:innenumfrage zu sein. Im Gegensatz zu den Schüler:innen antworteten die Lehrer:innen, dass Englischkenntnisse im herkömmlichen Unterricht kaum geschult werden (4.04), während der Beitrag von Englisch in YPT-Aktivitäten wesentlich höher sei (8.07, beides auf einer Skala von 1 bis 10).

Für die Tätigkeit der Lehrer:innen haben diese Ergebnisse große Auswirkungen. Als erstes empfehlen wir Lehrer:innen sich auf die Entwicklung von wissenschaftlicher Argumentation, Diskussions- und

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



Englischkompetenzen zu fokussieren, um den positiven Effekt, den soziale Kompetenzen auf die Leistung von Schüler:innen in forschungsbasiertem Lernen haben, zu maximieren. Dazu empfehlen wir, dass YPT-Aktivitäten, die insbesondere auf die Entwicklung von wissenschaftlichen Argumentationen und Diskussionsfähigkeiten einen starken Effekt haben, eine zentrale Rolle in der Vorbereitung von Schüler:innen für Forschungsaufgaben spielen sollen. Zweitens sollten Lehrer:innen das Feedback von Schüler:innen auswerten und analysieren, warum Schüler:innen den Vorbereitungskurs als nicht hilfreich für ihre Englischkenntnisse empfinden. Ein solches Feedback könnte zeigen, ob die Wahrnehmung von Schüler:innen lediglich das Ergebnis der selbsterklärenden These ist, oder ob der Vorbereitungsunterricht eine Anpassung erfordert, um die Englischkenntnisse besser zu fördern. Als drittes sollten Lehrer:innen sich erkundigen, warum nur 3 von 6 sozialen Kompetenzen die Leistung der Schüler:innen im YPT verstärken. Diese Frage sollte als Ansporn gesehen werden, die Lücken in den Ergebnissen zu füllen. Somit sollten Lehrer:innen sicherstellen, dass Schüler:innen ihr gesamtes Portfolio an sozialen Kompetenzen während forschungsbasierter Lernaktivitäten verbessern können. Wenn Schüler:innen das Gefühl haben, dass sie nicht alle ihre sozialen Kompetenzen während dem forschungsbasierten Lernen einsetzen können, könnte dies negative Langzeitfolgen für ein motiviertes Arbeiten der Schüler:innen an ihren Sozialkompetenzen haben.

Variable	Beitrag zur Leistung	Beitrag zur Entwicklung	Empfundene Relevanz
Teamwork	-0.14	2.319	4.250
Unabhängige Forschung	-0.01	2.319	3.902
Wissenschaftliche Argumentation	0.47	2.750	4.777
Präsentationsfähigkeit	-1.00	2.513	4.375
Diskussionsfähigkeit	0.48	2.722	4.736
Englischkompetenz	0.58	1.694	3.319

Hinweis: der „Beitrag zur Leistung“ ist der Koeffizient eines linearen Modells, das die Leistung im YPT auf die Fähigkeiten der sozialen Kompetenzen zurückführt;  
 der „Beitrag zur Entwicklung“ ist der durchschnittliche Beitrag in der YPT-Vorbereitung zur Entwicklung sozialer Kompetenzen (Skala 1-3);  
 die „empfundene Relevanz“ ist die durchschnittliche Wichtigkeit, die von den Schüler:innen den einzelnen Kategorien von sozialen Kompetenzen für den Erfolg im YPT zugeschrieben wird (Skala 1-5).

### XIII. Länderübergreifende Unterschiede spielen eine Rolle

Da unsere Daten Antworten von Schüler:innen und Lehrer:innen aus verschiedenen Ländern beinhalten, interessiert uns, wie länderübergreifende Unterschiede unsere Ergebnisse beeinflussen (siehe 1.3 und 2.4). Wir beobachteten, dass sich Antworten sowohl von Schüler:innen, als auch von Lehrer:innen von Land zu Land unterscheiden. Die Faktoren der jeweiligen Heimatländer (z.B. Bildungssystem, Lehrpläne, Unterrichtsstil) scheinen eine Auswirkung darauf zu haben, wie Schüler:innen und Lehrer:innen den Nutzen der verschiedenen Aktivitäten zur Entwicklung der sozialen Kompetenzen empfinden. Übereinstimmend mit dieser Beobachtung erkennen wir auch, dass die selbstberichteten Qualifikationen sozialer Kompetenzen nach Ländern variieren.

Es gibt jedoch Unterschiede zwischen den Aussagen von Schüler:innen und den Aussagen der Lehrer:innen über den Ländereffekt. Während sich bei Schüler:innen alle Sozialkompetenzen durch den empfundenen Nutzen von YPT-Aktivitäten im Ländervergleich unterscheiden, geben

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



Lehrer:innen nur Unterschiede in der „Fähigkeit, Informationen zu recherchieren und zu verwenden“ an. Nach demselben Muster geben Lehrer:innen an, dass es Unterschiede im Nutzen von anderen außerschulischen Aktivitäten gibt, während wir bei Schüler:innen keine Unterschiede dazu in den Umfragen finden.

Für Lehrer:innen implizieren diese Ergebnisse, dass der Vorbereitungsunterricht für YPT mehr Anpassung verlangt, als zunächst von Lehrer:innen angenommen wurde. Schüler:innen aus verschiedenen Ländern gaben an, dass sie unterschiedlichen Nutzen wahrnehmen, mit YPT ihre sozialen Kompetenzen zu entwickeln. Die Antwort der Lehrer:innen zeigt jedoch keine eindeutigen Unterschiede über diese Dimensionen, vielleicht aufgrund einer geringeren Anzahl an Beobachtungen.

*Unterschiede in den Schüler:innen-Antworten basierend auf Länder*

	<b>Soziale Kompetenzen – Schüler:innen</b>	<b>df</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
RPC	Teamwork	4	3.637	0.007
RPC	Kreativität	4	2.021	0.094
YPT	Teamwork	8	7.812	0.000
YPT	Fähigkeit in Recherche und Informationsnutzung	7	4.602	0.000
YPT	Kreativität	7	5.272	0.000
YPT	Präsentationsfähigkeiten	8	16.316	0.000
YPT	Diskussionsfähigkeiten	8	7.476	0.000
YPT	Englischkenntnisse	8	6.749	0.000

Hinweis: ANOVA (Wert ~ Land), nur der Koeffizient von  $p \leq 0.10$  miteingeschlossen

*Unterschiede in den Lehrer:innen-Antworten basierend auf Länder*

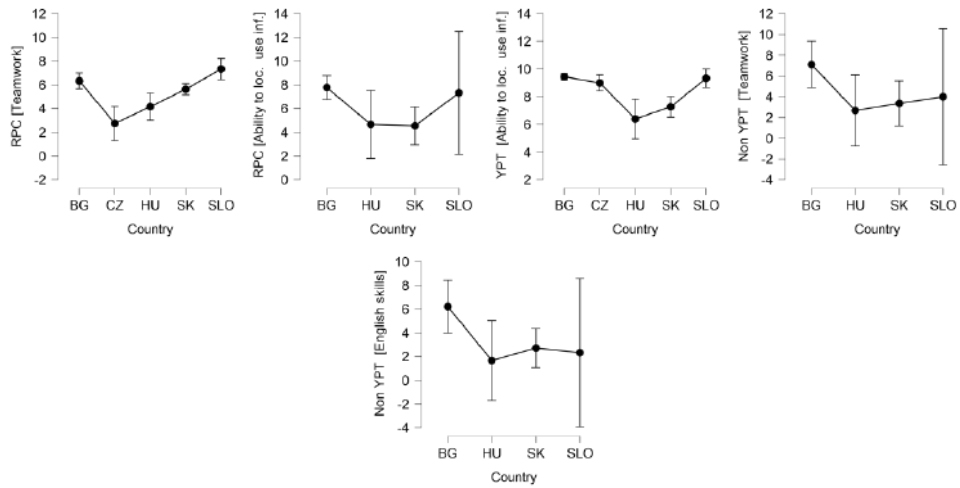
	<b>Soziale Kompetenzen – Lehrer:innen</b>	<b>df</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
RPC	Teamwork	4	3.188	0.028
RPC	Fähigkeit in Recherche und Informationsnutzung	4	3.550	0.018
YPT	Fähigkeit in Recherche und Informationsnutzung	4	2.763	0.048
Other	Teamwork	3	3.365	0.034
Other	Englischkenntnisse	3	4.235	0.015

Hinweis: ANOVA (Wert ~ Land), nur der Koeffizient von  $p \leq 0.10$  miteingeschlossen



Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union

## DEVELOPMENT OF INQUIRY-BASED LEARNING VIA IYPT



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



# **The relationship between inquiry-based learning in YPT and the development of soft skills**

*IO2 Dibali: 2019-1-SK01-KA201-060798*

## **SUPPLEMENTARY MATERIALS**

In this document, we provide supplementary materials that offer further details on the condensed guidelines presented in our report. These supplementary materials consist of three sections. The first section shows survey results on students' assessment of soft-skill development through regular physics classes, YPT-related activities, and other extracurricular activities. The second section present results from a survey of teachers' assessment of soft-skill development through these three types of activities. In section three, we present result from an expert evaluation of the relation between soft skills and performance in inquire-based learning. This analysis was conducted as part of two master theses that are included in Appendix B (separate documents).

## **1. Supplement: Students' Assessment of Soft-Skill Development**

### **1.1 Data characteristics**

In total, 308 students from nine countries participated in the survey. While gender was not included in some of the surveys, the female-male split overall was about one third to two thirds. In some countries the share of male participants in the survey was even 70% and beyond (Czech Republic, Hungary). In one country (Slovenia), the share of females exceeded that of male participants.

Students were classified based on the school years until they would write their final exams. Overall, for this categorization the split was even: 19% of students were in their final school year, 26% had one and 28% had two years until completion. About one fifth of the participants still had to complete three or more years until their final exams. Slovenia constitutes somewhat of an outlier with 22% of participants in their final year and 78% of participants in their second to last school year. As part of the survey, students were asked about their regular weekly physics classes. About half of participants took four hours of weekly physics classes. In the case of students from Slovakia and Slovenia, this share is even higher at 65% and 78%, respectively. 25% of participants from Bulgaria and 19% of participants from Hungary took 5 hours or more of weekly physics classes. Students also reported the time they spent on physics-related extracurricular activities. 28% of participants reported that they spent more than 20 hours per month on physics-related extracurricular activities, another 22% answered that they spent between 10 and 20 hours per month on these activities. Again, country differences seem to persist. 43% and 44% of students from Czech Republic and Slovenia, respectively, reported that they spend more than 20 hours per month on extra-curricular activities.



### Gender

Country	Unknown		Female		Male		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%
Austria	13	100	0	0	0	0	13	4
Bulgaria	0	0	7	33	14	67	21	7
Czech Rep.	0	0	7	30	16	70	23	7
Germany	3	100	0	0	0	0	3	1
Hungary	1	1	19	26	52	72	72	23
Iran	1	100	0	0	0	0	1	0
Russia	1	100	0	0	0	0	1	0
Slovakia	0	0	63	38	102	62	165	54
Slovenia	0	0	5	56	4	44	9	3
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>101</b>	<b>33</b>	<b>188</b>	<b>61</b>	<b>308</b>	<b>100</b>

### Years to final exam

Country	Unknown		0		1		2		3+		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Austria	13	100	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4
Bulgaria	0	0	7	33	6	29	4	19	4	19	21	7
Czech Rep.	0	0	9	39	5	22	6	26	3	13	23	7
Germany	3	100	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1
Hungary	1	1	22	31	22	31	22	31	5	7	72	23
Iran	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Russia	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Slovakia	0	0	20	12	40	24	53	32	52	32	165	54
Slovenia	0	0	2	22	7	78	0	0	0	0	9	3
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>6</b>	<b>60</b>	<b>19</b>	<b>80</b>	<b>26</b>	<b>85</b>	<b>28</b>	<b>64</b>	<b>21</b>	<b>308</b>	<b>100</b>

### Regular physics classes per week

Country	Unknown		0		1		2		3		4		5+		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Austria	13	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	4
Bulgaria	0	0	2	7	1	4	7	25	0	0	11	39	7	25	28	10
Czech Rep.	0	0	2	9	1	4	0	0	9	39	11	48	0	0	23	8
Germany	3	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1
Hungary	1	1	1	1	2	3	14	19	21	29	20	27	14	19	73	25
Iran	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Russia	1	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Slovakia	0	0	3	2	5	4	2	1	37	27	90	65	2	1	139	48
Slovenia	0	0	0	0	0	0	0	0	2	22	7	78	0	0	9	3
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>23</b>	<b>8</b>	<b>69</b>	<b>24</b>	<b>139</b>	<b>48</b>	<b>23</b>	<b>8</b>	<b>290</b>	<b>100</b>

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



### Average hours spent on physics-related extracurricular activities per month

Country	Unknown		≤5		≤10		≤20		>20		Total	
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%
Austria	0	0	13	100	0	0	0	0	0	0	13	4
Bulgaria	4	19	2	10	3	14	5	24	7	33	21	7
Czech Rep.	3	13	1	4	1	4	8	35	10	43	23	7
Germany	0	0	3	100	0	0	0	0	0	0	3	1
Hungary	12	17	4	6	11	15	24	33	21	29	72	23
Iran	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0	1	0
Russia	0	0	1	100	0	0	0	0	0	0	1	0
Slovakia	56	34	1	1	38	23	27	16	43	26	165	54
Slovenia	1	11	1	11	0	0	3	33	4	44	9	3
<b>Total</b>	<b>76</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>9</b>	<b>53</b>	<b>17</b>	<b>67</b>	<b>22</b>	<b>85</b>	<b>28</b>	<b>308</b>	<b>100</b>

Participants indicated their most recent participation in YPT-related activities. Only in the case of “Work on problems” events, more than half (53%) of the students participated in YPT-related activities at least once. In the other events the majority of students had never participated. When asked about their participation in other physics competitions and events, students gave similar responses as for YPT-related events. With the exception of Ad hoc competitions (42%) and Other Science Olympiads (50%), more than half of the students had never participated in any events. Yet 46% of students had participated in a Physics Olympiad at least once. Only a part of the participants evaluated their overall experience with YPT. Yet for these 73 participants, the overall evaluation was very positive (median of 4). Although the results also show some outliers, the evaluation seems equally positive across all countries.

### Most recent participation in YPT-related activities

Event	This year		Last year		Earlier		Never		Total
	#	%	#	%	#	%	#	%	#
Preparatory seminar	42	19	27	12	12	5	139	63	220
Work on problems	84	35	29	12	13	5	112	47	238
Regional YPT event	47	22	21	10	16	8	125	60	209
National YPT event	50	25	9	4	15	7	129	64	203
AYPT or similar international event	9	5	5	3	13	7	161	86	188
IYPT	21	11	6	3	14	7	151	79	192



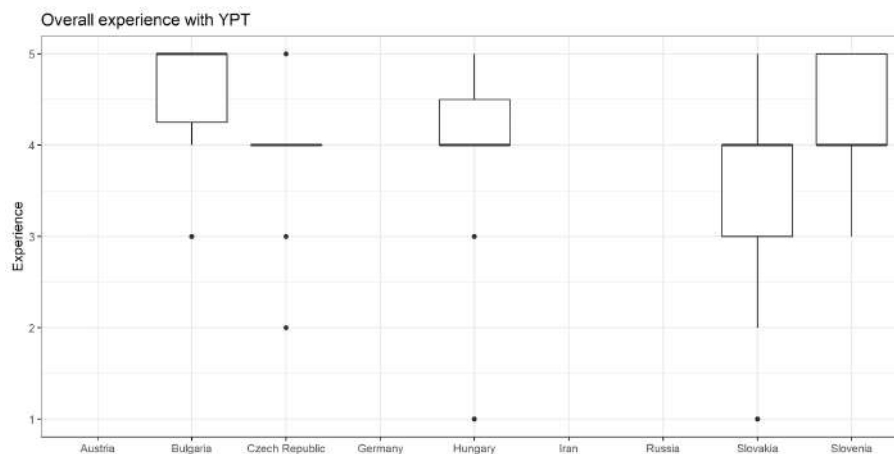


### Participation in other physics competitions or preparation for them

Event	This year		Last year		Earlier		Never		Total
	#	%	#	%	#	%	#	%	
Physics Olympiad	46	19	29	12	36	15	128	54	239
IJSO or EUSO	2	1	9	5	3	2	173	93	187
IYNT	2	1	2	1	5	3	176	95	185
Other Science Olympiad	60	26	24	10	32	14	117	50	233
Project Science Competition	18	15	9	8	8	7	83	70	118
Seminar or correspondence	42	20	16	7	28	13	129	60	215
Ad hoc competitions	73	32	38	17	29	13	87	38	227
Debate club or similar	18	9	14	7	17	8	156	76	205

### Overall experience with YPT

Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
73	235	3.82	4	0.96	1	5



## 1.2 Findings

In the survey, students were asked to evaluate their own soft skills. In addition to this evaluation, students also indicated the usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities to develop these soft skills. Most students (about 280) completed questions on the self-evaluation of soft skills. For the assessment of usefulness of physics classes, YPT-related activities, and other activities, only responses from half the participants are available (about 140 responses).

On average, students evaluated their soft skills very positively (median = 4). The lowest mean evaluations were on “Debating skills” (3.65). The highest self-evaluations were on “Ability to locate and use information” (4.18) and “English skills” (4.13). Self-evaluations for all categories of soft skills were positively correlated ( $r \sim 0.3$ ).



In the survey, students responded that regular physics classes, YPT-related activities, as well as other activities were useful to enhance their soft skills (median  $\geq 4$ ). It seems that other activities were perceived as most useful to increase soft skills and that YPT-related activities contributed slightly more than regular physics classes (see tests below). For all three types of activities, usefulness was positively correlated across categories of soft skills. These correlations were highest for YPT-related activities ( $r \sim 0.5$ - $0.6$ ), indicating that YPT-related activities have the most holistic impact on soft skills.

### Self-evaluation by student

Soft Skills	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Teamwork	277	31	3.91	4	0.84	1	5
Ability to loc. and use information	264	44	4.18	4	0.76	1	5
Creativity	263	45	3.94	4	0.91	1	5
Presentation skills	274	34	3.73	4	1.04	1	5
Debating skills	275	33	3.65	4	1.03	1	5
English skills	276	32	4.13	4	0.90	1	5

	Soft Skills	1	2	3	4	5	6
1	Teamwork	1.00					
2	Ability to loc. and use information	0.35	1.00				
3	Creativity	0.25	0.60	1.00			
4	Presentation skills	0.20	0.29	0.25	1.00		
5	Debating skills	0.39	0.29	0.29	0.38	1.00	
6	English skills	0.25	0.21	0.23	0.17	0.33	1.00

Note: Pearson correlation coefficients.

### Usefulness of regular physics classes

Soft Skills	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Teamwork	154	154	3.79	4	1.07	1	5
Ability to loc. and use information	150	158	3.81	4	1.01	1	5
Creativity	154	154	3.58	4	1.03	1	5
Presentation skills	152	156	3.75	4	1.03	1	5
Debating skills	151	157	3.56	4	1.06	1	5
English skills	151	157	3.97	4	1.01	1	5

	Soft Skills	1	2	3	4	5	6
1	Teamwork	1.00					
2	Ability to loc. and use information	0.64	1.00				
3	Creativity	0.55	0.51	1.00			
4	Presentation skills	0.51	0.51	0.29	1.00		
5	Debating skills	0.47	0.50	0.41	0.50	1.00	
6	English skills	0.43	0.41	0.39	0.45	0.37	1.00

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



Note: Pearson correlation coefficients.

### Usefulness of YPT activities

Soft Skills	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Teamwork	142	166	3.82	4	1.03	1	5
Ability to loc. and use information	133	175	3.97	4	0.92	1	5
Creativity	127	181	3.93	4	0.90	1	5
Presentation skills	139	169	3.56	4	1.07	1	5
Debating skills	135	173	3.67	4	1.01	1	5
English skills	141	167	3.67	4	1.19	1	5

	Soft Skills	1	2	3	4	5	6
1	Teamwork	1.00					
2	Ability to loc. and use information	0.60	1.00				
3	Creativity	0.60	0.63	1.00			
4	Presentation skills	0.67	0.55	0.49	1.00		
5	Debating skills	0.69	0.47	0.53	0.58	1.00	
6	English skills	0.67	0.45	0.49	0.55	0.65	1.00

Note: Pearson correlation coefficients.

### Usefulness of other activities

Soft Skills	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Teamwork	149	159	4.32	4	0.79	2	5
Ability to loc. and use information	146	162	4.38	5	0.73	2	5
Creativity	144	164	4.38	4	0.68	3	5
Presentation skills	145	163	3.93	4	0.98	1	5
Debating skills	141	167	3.94	4	0.90	1	5
English skills	146	162	4.40	5	0.79	1	5

	Soft Skills	1	2	3	4	5	6
1	Teamwork	1.00					
2	Ability to loc. and use information	0.49	1.00				
3	Creativity	0.32	0.33	1.00			
4	Presentation skills	0.40	0.45	0.29	1.00		
5	Debating skills	0.38	0.40	0.28	0.44	1.00	
6	English skills	0.36	0.46	0.31	0.28	0.36	1.00

Note: Pearson correlation coefficients.



### 1.2.1 Differences in usefulness of RPC, YPT and other activities for Soft Skills

To verify the descriptive statistics from above, we use t-tests to test for differences between the perceived usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities. With the exception of “Debating skills” ( $p = 0.031$ ), we observe no statistically significant differences between the perceived usefulness of regular physics classes and YPT-related activities. We find that participants indicated greater usefulness for other activities than for regular physics classes across all categories of soft skills ( $p < 0.100$ ). We also observe that students perceived other activities as more useful ( $p < 0.001$ ) than YPT-related activities. Only in the case of “Presenting skills” ( $p = 0.206$ ) and “Debating skills” ( $p = 0.919$ ), we observed no statistically significant differences between YPT-related activities and other activities.

#### Usefulness of regular classes vs. YPT activities

Soft Skills	t	df	p
Teamwork	-0.845	97	0.400
Ability to loc. and use information	1.145	92	0.255
Creativity	0.223	91	0.824
Presentation skills	-1.104	95	0.272
Debating skills	<b>-2.188</b>	<b>99</b>	<b>0.031</b>
English skills	0.520	94	0.604

Note: Student’s t-test. coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.

#### Usefulness of regular classes vs. other activities

Soft Skills	t	df	p
Teamwork	<b>-5.422</b>	<b>147</b>	<b>0.000</b>
Ability to loc. and use information	<b>-6.650</b>	<b>142</b>	<b>0.000</b>
Creativity	<b>-8.820</b>	<b>142</b>	<b>0.000</b>
Presentation skills	<b>-1.890</b>	<b>142</b>	<b>0.061</b>
Debating skills	<b>-4.101</b>	<b>138</b>	<b>0.000</b>
English skills	<b>-5.527</b>	<b>142</b>	<b>0.000</b>

Note: Student’s t-test. coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.

#### Usefulness of YPT activities vs. other activities

Soft Skills	t	df	p
Teamwork	<b>-3.946</b>	<b>92</b>	<b>0.000</b>
Ability to loc. and use information	<b>-6.046</b>	<b>90</b>	<b>0.000</b>
Creativity	<b>-4.887</b>	<b>89</b>	<b>0.000</b>
Presentation skills	-1.273	91	0.206
Debating skills	-0.102	94	0.919
English skills	<b>-4.661</b>	<b>90</b>	<b>0.000</b>

Note: Student’s t-test. coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.



## 1.2.2 Impact of years to final exam on usefulness of RPC, YPT and other activities

We test the hypothesis that the perceived usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities depends on the students' level of knowledge—the number of years to their final exam. Below, we show regression results for the perceived usefulness with the responses of students in their final year as baseline.

For regular physics classes, we find greater perceived usefulness for “Ability to locate and use information” ( $p = 0.084$ ) and “Creativity” ( $p = 0.045$ ) for students who still had three or more years until their final exam. Students who had only two years until their final exam only indicated greater usefulness of regular physics classes for “Creativity” ( $p = 0.067$ ). Students who were in their last year before their final exam perceived regular physics classes as more useful for “English skills” ( $p = 0.086$ ). For the usefulness of YPT-related activities, we found somewhat surprising results. Students who still had two years until their final exam indicated lower usefulness of YPT-related activities for “Ability to located and use information” ( $p = 0.057$ ), “Creativity” ( $p = 0.039$ ), “Presentation skills” ( $p = 0.060$ ). Students with three or more years until their final exam considered lower usefulness of YPT-related activities for “Ability to located and use information” ( $p = 0.086$ ) and “Debating skills” ( $p = 0.096$ ). Apart from these differences, we observed no significant variation in the usefulness for YPT-related activities. For the perceived usefulness of other activities, we found no significant differences dependent on number of years to final exam.

### Differences in usefulness of regular classes based on years to final exam

Soft Skills - RPC	1	2	3+	R <sup>2</sup>
Teamwork	-0.071	0.457	0.417	0.051
Std. Error	0.243	0.230	0.263	
p-value	0.772	0.049	0.115	
Ability to loc. and use information	0.053	0.371	<b>0.447</b>	0.035
Std. Error	0.236	0.225	<b>0.257</b>	
p-value	0.824	0.101	<b>0.084</b>	
Creativity	0.253	<b>0.414</b>	<b>0.514</b>	0.033
Std. Error	0.238	<b>0.225</b>	<b>0.254</b>	
p-value	0.289	<b>0.067</b>	<b>0.045</b>	
Presentation skills	0.021	0.115	-0.079	0.004
Std. Error	0.240	0.228	0.262	
p-value	0.929	0.616	0.762	
Debating skills	0.067	0.188	-0.003	0.006
Std. Error	0.251	0.237	0.269	
p-value	0.790	0.429	0.991	
English skills	<b>0.405</b>	0.060	0.237	0.025
Std. Error	<b>0.234</b>	0.222	0.258	
p-value	<b>0.086</b>	0.787	0.359	

Note: Linear regression, baseline: year of final exam, coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.



### Differences in usefulness of YPT activities based on years to final exam

Soft Skills - YPT	1	2	3+	R <sup>2</sup>
Teamwork	0.086	-0.113	-0.239	0.017
Std. Error	0.205	0.213	0.247	
p-value	0.677	0.596	0.336	
Ability to loc. and use information	-0.024	<b>-0.476</b>	<b>-0.498</b>	0.053
Std. Error	0.234	<b>0.247</b>	<b>0.288</b>	
p-value	0.919	<b>0.057</b>	<b>0.086</b>	
Creativity	-0.164	<b>-0.493</b>	-0.146	0.038
Std. Error	0.220	<b>0.236</b>	0.275	
p-value	0.458	<b>0.039</b>	0.596	
Presentation skills	-0.029	<b>-0.408</b>	-0.108	0.036
Std. Error	0.202	<b>0.215</b>	0.257	
p-value	0.886	<b>0.060</b>	0.675	
Debating skills	0.021	-0.310	<b>-0.383</b>	0.046
Std. Error	0.183	0.192	<b>0.228</b>	
p-value	0.911	0.109	<b>0.096</b>	
English skills	-0.002	0.017	-0.271	0.015
Std. Error	0.181	0.191	0.232	
p-value	0.990	0.931	0.246	

Note: Linear regression, baseline: year of final exam, coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.

### Differences in usefulness of other activities based on years to final exam

Soft Skills - Other	1	2	3+	R <sup>2</sup>
Teamwork	-0.081	-0.070	-0.167	0.005
Std. Error	0.184	0.176	0.203	
p-value	0.659	0.693	0.412	
Ability to loc. and use information	0.090	0.061	-0.047	0.005
Std. Error	0.175	0.165	0.190	
p-value	0.609	0.711	0.807	
Creativity	-0.163	-0.079	0.003	0.010
Std. Error	0.163	0.154	0.176	
p-value	0.318	0.606	0.985	
Presentation skills	-0.028	0.012	-0.056	0.001
Std. Error	0.234	0.221	0.253	
p-value	0.906	0.957	0.826	
Debating skills	0.037	0.135	-0.140	0.011
Std. Error	0.218	0.208	0.238	
p-value	0.866	0.517	0.558	
English skills	0.279	-0.017	-0.057	0.028
Std. Error	0.186	0.177	0.200	
p-value	0.136	0.925	0.776	

Note: Linear regression, baseline: year of final exam, coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.



### 1.2.3 Impact of physics classes on usefulness of RPC, YPT and other activities

We test the hypothesis that the perceived usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities depends on the students' weekly physics classes. Below, we show regression results for the perceived usefulness with the responses of students without weekly physics classes as baseline.

As expected, we observe that students perceive their regular physics classes the more useful the greater the number of weekly physics classes. With some variation, we find that students who take more hours of weekly physics classes consider their classes as more useful to develop the "Ability to locate and use information", "Creativity", and "English skills". At the same time, we find no significantly greater effects for students with five or more hours of weekly physics classes. For the participation in YPT-related activities, we observe greater perceived usefulness to enhance "Teamwork" skill, the "Ability to locate and use information", "Debating skills", and "English skills" contingent on the number of weekly physics classes. For participation in other activities, we find lower usefulness to develop the "Ability to locate and use information", "Creativity", and "Debating skills" for students who take only one hour of weekly physics classes.

#### Differences in usefulness of regular classes based on regular physics classes per week

Soft Skills - RPC	1	2	3	4	5+	R <sup>2</sup>
Teamwork	0.350	0.239	0.805	0.156	0.327	0.063
Std. Error	0.707	0.487	0.497	0.533	0.568	
p-value	0.621	0.625	0.108	0.771	0.566	
Ability to loc. and use information	0.867	<b>0.904</b>	<b>1.343</b>	<b>1.033</b>	0.836	0.071
Std. Error	0.726	<b>0.460</b>	<b>0.471</b>	<b>0.503</b>	0.536	
p-value	0.235	<b>0.051</b>	<b>0.005</b>	<b>0.042</b>	0.121	
Creativity	0.850	<b>1.230</b>	<b>1.274</b>	<b>1.267</b>	<b>1.055</b>	0.051
Std. Error	0.682	<b>0.470</b>	<b>0.481</b>	<b>0.514</b>	<b>0.549</b>	
p-value	0.215	<b>0.010</b>	<b>0.009</b>	<b>0.015</b>	<b>0.057</b>	
Presentation skills	-0.150	0.216	0.673	0.489	0.145	0.050
Std. Error	0.686	0.472	0.484	0.517	0.551	
p-value	0.827	0.648	0.166	0.346	0.792	
Debating skills	-0.450	0.314	0.544	0.522	0.164	0.034
Std. Error	0.712	0.491	0.502	0.537	0.573	
p-value	0.528	0.523	0.280	0.332	0.775	
English skills	0.950	<b>1.257</b>	<b>1.270</b>	<b>1.089</b>	<b>0.927</b>	0.057
Std. Error	0.669	<b>0.461</b>	<b>0.471</b>	<b>0.504</b>	<b>0.538</b>	
p-value	0.158	<b>0.007</b>	<b>0.008</b>	<b>0.032</b>	<b>0.087</b>	

Note: Linear regression, baseline: no weekly physics classes, coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.



### Differences in usefulness of YPT activities based on regular physics classes per week

Soft Skills - YPT	1	2	3	4	5+	R <sup>2</sup>
Teamwork	0.500	<b>1.052</b>	<b>1.067</b>	<b>1.350</b>	0.750	0.076
Std. Error	0.654	<b>0.507</b>	<b>0.518</b>	<b>0.530</b>	0.580	
p-value	0.446	<b>0.040</b>	<b>0.042</b>	<b>0.012</b>	0.198	
Ability to loc. and use information	1.083	<b>1.048</b>	<b>1.126</b>	<b>1.233</b>	1.083	0.034
Std. Error	0.773	<b>0.600</b>	<b>0.614</b>	<b>0.627</b>	0.686	
p-value	0.164	<b>0.084</b>	<b>0.069</b>	<b>0.052</b>	0.117	
Creativity	0.167	0.500	0.381	0.767	0.667	0.032
Std. Error	0.720	0.559	0.573	0.584	0.638	
p-value	0.817	0.373	0.507	0.192	0.299	
Presentation skills	0.167	0.649	0.598	0.857	0.792	0.036
Std. Error	0.675	0.524	0.536	0.546	0.598	
p-value	0.805	0.218	0.267	0.119	0.188	
Debating skills	-0.167	0.333	0.398	0.633	<b>1.000</b>	0.079
Std. Error	0.601	0.466	0.476	0.487	<b>0.525</b>	
p-value	0.782	0.476	0.405	0.196	<b>0.059</b>	
English skills	-0.083	0.648	<b>0.770</b>	<b>1.000</b>	<b>0.917</b>	0.092
Std. Error	0.571	0.444	<b>0.454</b>	<b>0.462</b>	<b>0.507</b>	
p-value	0.884	0.147	<b>0.092</b>	<b>0.032</b>	<b>0.073</b>	

Note: Linear regression, baseline: no weekly physics classes, coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.





### Differences in usefulness of other activities based on regular physics classes per week

Soft Skills - Other	1	2	3	4	5+	R <sup>2</sup>
Teamwork	-0.200	0.064	0.287	0.022	0.164	0.022
Std. Error	0.533	0.367	0.377	0.401	0.428	
p-value	0.708	0.862	0.448	0.956	0.703	
Ability to loc. and use information	<b>-1.000</b>	-0.114	0.038	-0.278	-0.227	0.060
Std. Error	<b>0.513</b>	0.373	0.381	0.401	0.423	
p-value	<b>0.053</b>	0.760	0.920	0.489	0.592	
Creativity	<b>-1.167</b>	-0.138	-0.038	-0.111	-0.136	0.055
Std. Error	<b>0.512</b>	0.345	0.352	0.371	0.392	
p-value	<b>0.024</b>	0.691	0.913	0.765	0.728	
Presentation skills	-0.850	0.372	0.454	0.576	-0.145	0.074
Std. Error	0.646	0.446	0.459	0.490	0.520	
p-value	0.191	0.406	0.324	0.241	0.780	
Debating skills	-0.867	-0.357	-0.171	-0.200	-0.018	0.027
Std. Error	0.663	0.420	0.434	0.462	0.490	
p-value	0.194	0.397	0.694	0.666	0.970	
English skills	-0.250	0.375	0.405	0.500	0.727	0.041
Std. Error	0.558	0.405	0.415	0.436	0.461	
p-value	0.655	0.357	0.331	0.254	0.117	

Note: Linear regression, baseline: no weekly physics classes, coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.

#### 1.2.4 Impact of participation in YPT activities on usefulness of RPC, YPT and other activities

We test the hypothesis that the perceived usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities depends on the students' most recent participation in YPT-related activities. Below, we show regression results for the perceived usefulness with the responses of students who never participated in YPT-related activities as baseline. Depending on the year of the survey, the year of reference—"This year"—is either 2021 or 2020. For some tests, no students responded that they had participated in YPT-related activities two or more years prior to the survey. In this case, the category is omitted in the regression tables.

For some types of soft skills, we observe that students that participated previously in YPT-related activities consider regular physics classes and other activities as less useful to develop these soft skills. We observe these effects for nearly all types of soft skills. This suggests that synergies between YPT-related activities and regular physics classes as well as other activities are limited. Apart from "English skills", we observe no differences in the perceived usefulness of YPT-related activities based on the most recent participation.



### Differences in usefulness of regular classes based on most recent participation in YPT activities

Soft Skills - RPC	Earlier	This year	R <sup>2</sup>
Teamwork	<b>-0.954</b>	-0.954	0.078
Std. Error	<b>0.284</b>	0.981	
p-value	<b>0.001</b>	0.333	
Ability to loc. and use information	<b>-0.966</b>	1.117	0.081
Std. Error	<b>0.295</b>	0.982	
p-value	<b>0.001</b>	0.257	
Creativity	<b>-0.856</b>	0.298	0.060
Std. Error	<b>0.288</b>	0.993	
p-value	<b>0.003</b>	0.765	
Presentation skills	-0.406	1.209	0.024
Std. Error	0.291	1.005	
p-value	0.166	0.231	
Debating skills	<b>-0.620</b>	1.380	0.038
Std. Error	<b>0.320</b>	1.065	
p-value	<b>0.055</b>	0.197	
English skills	<b>-0.538</b>	0.000	0.023
Std. Error	<b>0.300</b>	1.033	
p-value	<b>0.074</b>	1.000	

Note: Linear regression, baseline: no participation, coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.



### Differences in usefulness of YPT activities based on most recent participation in YPT activities

Soft Skills - YPT	Earlier	This year	R <sup>2</sup>
Teamwork	-0.239	0.437	0.014
Std. Error	0.234	0.635	
p-value	0.309	0.493	
Ability to loc. and use information	0.102	0.837	0.013
Std. Error	0.269	0.728	
p-value	0.706	0.253	
Creativity	-0.302	0.669	0.024
Std. Error	0.252	0.681	
p-value	0.233	0.328	
Presentation skills	-0.090	0.521	0.008
Std. Error	0.232	0.644	
p-value	0.699	0.420	
Debating skills	-0.172	-0.113	0.006
Std. Error	0.214	0.581	
p-value	0.422	0.846	
English skills	<b>-0.393</b>	0.401	0.039
Std. Error	<b>0.205</b>	0.553	
p-value	<b>0.057</b>	0.470	

Note: Linear regression, baseline: no participation, coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.



### Differences in usefulness of other activities based on most recent participation in YPT activities

Soft Skills - Other	Earlier	This year	R <sup>2</sup>
Teamwork	<b>-0.609</b>	0.622	0.057
Std. Error	<b>0.222</b>	0.765	
p-value	<b>0.007</b>	0.418	
Ability to loc. and use information	<b>-0.491</b>	0.600	0.039
Std. Error	<b>0.229</b>	0.730	
p-value	<b>0.034</b>	0.413	
Creativity	<b>-0.527</b>	-0.427	0.044
Std. Error	<b>0.220</b>	0.673	
p-value	<b>0.018</b>	0.526	
Presentation skills	<b>-0.527</b>	1.056	0.032
Std. Error	<b>0.296</b>	0.983	
p-value	<b>0.077</b>	0.285	
Debating skills	<b>-0.620</b>	0.017	0.036
Std. Error	<b>0.280</b>	0.892	
p-value	<b>0.028</b>	0.985	
English skills	<b>-0.610</b>	0.556	0.051
Std. Error	<b>0.237</b>	0.787	
p-value	<b>0.011</b>	0.481	

Note: Linear regression, baseline: no participation, coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.

#### 2.2.5 Impact of participation in non-YPT competitions on usefulness of RPC, YPT and other activities

We test the hypothesis that the perceived usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities depends on the students' most recent participation in other, non-YPT activities. Below, we show regression results for the perceived usefulness with the responses of students who never participated in other activities as baseline. Depending on the year of the survey, the year of reference—"This year"—is either 2021 or 2020.

Based on our survey, we cannot identify any differences in the perceived usefulness of activities to develop soft skills based on recent participation in non-YPT activities consider.



**Differences in usefulness of regular classes based on most recent participation in other activities**

<b>Soft Skills - RPC</b>	<b>Earlier</b>	<b>This year</b>	<b>R<sup>2</sup></b>
Teamwork	0.007	-1.593	0.026
Std. Error	0.343	1.187	
p-value	0.983	0.184	
Ability to loc. and use information	0.223	-1.635	0.050
Std. Error	0.301	1.008	
p-value	0.462	0.110	
Creativity	0.005	-1.528	0.028
Std. Error	0.320	1.104	
p-value	0.987	0.171	
Presentation skills	-0.288	-1.788	0.048
Std. Error	0.312	1.102	
p-value	0.359	0.109	
Debating skills	0.005	-1.462	0.026
Std. Error	0.322	1.111	
p-value	0.987	0.193	
English skills	0.260	-1.673	0.039
Std. Error	0.349	1.204	
p-value	0.459	0.169	

Note: Linear regression, baseline: no participation, coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.



### Differences in usefulness of YPT activities based on most recent participation in other activities

Soft Skills - YPT	Earlier	This year	R <sup>2</sup>
Teamwork	-0.065	-1.065	0.024
Std. Error	0.213	0.845	
p-value	0.761	0.212	
Ability to loc. and use information	0.130	-0.783	0.016
Std. Error	0.233	0.921	
p-value	0.577	0.399	
Creativity	-0.106	-0.932	0.018
Std. Error	0.230	0.905	
p-value	0.648	0.307	
Presentation skills	0.158	-0.978	0.027
Std. Error	0.229	0.893	
p-value	0.493	0.278	
Debating skills	0.138	-1.122	0.035
Std. Error	0.204	0.816	
p-value	0.500	0.173	
English skills	-0.134	-1.178	0.036
Std. Error	0.203	0.802	
p-value	0.511	0.147	

Note: Linear regression, baseline: no participation, coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.



### Differences in usefulness of other activities based on most recent participation in other activities

Soft Skills - Other	Earlier	This year	R <sup>2</sup>
Teamwork	0.006	-0.327	0.002
Std. Error	0.243	0.838	
p-value	0.979	0.698	
Ability to loc. and use information	0.019	-0.365	0.004
Std. Error	0.218	0.710	
p-value	0.930	0.608	
Creativity	-0.145	-0.529	0.016
Std. Error	0.208	0.676	
p-value	0.489	0.436	
Presentation skills	0.197	0.120	0.008
Std. Error	0.282	0.916	
p-value	0.488	0.896	
Debating skills	0.167	0.083	0.006
Std. Error	0.295	0.925	
p-value	0.575	0.929	
English skills	-0.041	-0.327	0.002
Std. Error	0.279	0.929	
p-value	0.884	0.727	

Note: Linear regression, baseline: no participation, coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.

#### 2.2.6 Impact of RPC, YPT and other activities on self-evaluation

We test the benefits of regular physics classes, participation in YPT-related activities, and participation in other activities in terms of the students' self-evaluation of soft skills. Our results provide strong support that these activities enhance the students' evaluation of their soft skills. We find positive correlation coefficients between regular physics classes, participation in YPT-related activities, and participation in other activities and self-evaluation for all types of soft skills. Using multivariate regression analysis, we find statistically significant relations between physics-related activities and the self-evaluation of soft skills ( $p \leq 0.100$ ). We consider this as support for the usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities to develop students' soft skills.



Soft Skills – Self-evaluation	RPC	YPT	Other
Teamwork	0.46	0.25	0.48
Ability to loc. and use information	0.70	0.42	0.57
Creativity	0.47	0.31	0.53
Presentation skills	0.54	0.30	0.74
Debating skills	0.35	0.46	0.56
English skills	0.48	0.40	0.56

Note: Pearson correlation coefficients for self-evaluation with usefulness of each activity for the respective skill.

Soft Skills – Self-evaluation	RPC	YPT	Other	Adj. R <sup>2</sup>
Teamwork	<b>0.331</b>	<b>0.183</b>	<b>0.331</b>	0.349
Std. Error	<b>0.080</b>	<b>0.096</b>	<b>0.110</b>	
p-value	<b>0.000</b>	<b>0.061</b>	<b>0.003</b>	
Ability to loc. and use information	<b>0.578</b>	<b>0.265</b>	0.137	0.637
Std. Error	<b>0.081</b>	<b>0.080</b>	0.100	
p-value	<b>0.000</b>	<b>0.001</b>	0.176	
Creativity	<b>0.346</b>	<b>0.303</b>	<b>0.201</b>	0.446
Std. Error	<b>0.102</b>	<b>0.086</b>	<b>0.112</b>	
p-value	<b>0.001</b>	<b>0.001</b>	<b>0.077</b>	
Presentation skills	<b>0.279</b>	<b>0.129</b>	<b>0.686</b>	0.750
Std. Error	<b>0.063</b>	<b>0.068</b>	<b>0.079</b>	
p-value	<b>0.000</b>	<b>0.061</b>	<b>0.000</b>	
Debating skills	<b>0.190</b>	<b>0.198</b>	<b>0.356</b>	0.335
Std. Error	<b>0.071</b>	<b>0.087</b>	<b>0.100</b>	
p-value	<b>0.008</b>	<b>0.025</b>	<b>0.001</b>	
English skills	<b>0.332</b>	<b>0.207</b>	<b>0.477</b>	0.452
Std. Error	<b>0.078</b>	<b>0.104</b>	<b>0.118</b>	
p-value	<b>0.000</b>	<b>0.049</b>	<b>0.000</b>	

Note: Linear regression of self-evaluation for soft skills on usefulness of each activity for the respective skill, coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.

### **2.3 Differences in soft skills development across countries**

To test the impact of country differences on our results, we use ANOVA to test for differences in self-evaluation and perceived usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities contingent on the student's home country. We observe that students' self-evaluations for nearly all types of soft skills differ by country. We find across-country differences in the perceived usefulness of regular physics classes for only two out of six soft skills. In the case of YPT-related activities, however, we observe that the perceived usefulness for all types of soft skills depends on students' home countries. We observe no country differences for the usefulness of participation in other activities.





### Differences in self-evaluation based on country

Soft Skills – self-evaluation	df	F	p
Teamwork	8	1.664	0.107
Ability to loc. and use information	6	<b>1.825</b>	<b>0.073</b>
Creativity	7	<b>2.828</b>	<b>0.005</b>
Presentation skills	8	<b>2.519</b>	<b>0.012</b>
Debating skills	8	<b>1.816</b>	<b>0.096</b>
English skills	8	<b>2.115</b>	<b>0.043</b>

Note: ANOVA (Value ~ Country), coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.

### Differences in usefulness of regular physics classes based on country

Soft Skills – RPC	df	F	p
Teamwork	4	<b>3.637</b>	<b>0.007</b>
Ability to loc. and use information	4	0.502	0.734
Creativity	4	<b>2.021</b>	<b>0.094</b>
Presentation skills	4	1.944	0.106
Debating skills	4	0.587	0.672
English skills	4	1.892	0.115

Note: ANOVA (Value ~ Country), coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.

### Differences in usefulness of YPT activities based on country

Soft Skills – YPT	df	F	p
Teamwork	8	<b>7.812</b>	<b>0.000</b>
Ability to loc. and use information	7	<b>4.602</b>	<b>0.000</b>
Creativity	7	<b>5.272</b>	<b>0.000</b>
Presentation skills	8	<b>16.316</b>	<b>0.000</b>
Debating skills	8	<b>7.476</b>	<b>0.000</b>
English skills	8	<b>6.749</b>	<b>0.000</b>

Note: ANOVA (Value ~ Country), coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.

### Differences in usefulness of other activities classes based on country

Soft Skills – Other	df	F	p
Teamwork	4	0.452	0.770
Ability to loc. and use information	4	0.620	0.649
Creativity	4	1.540	0.194
Presentation skills	4	0.804	0.524
Debating skills	4	0.658	0.623
English skills	4	0.741	0.566

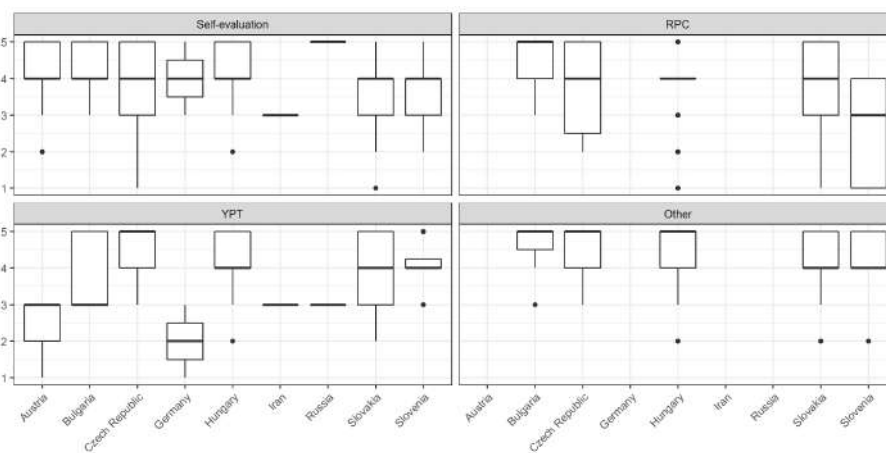
Note: ANOVA (Value ~ Country), coefficients with  $p \leq 0.10$  highlighted bold.

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



To further investigate the results from above, we provide country-level summary statistics for students' self-evaluation and the usefulness of regular physics classes, YPT-related activities, and other activities for each soft skill separately. Note: For Austria, Germany, Iran, and Russia, data on the perceived usefulness of YPT-related activities is coded on a scale from 1 to 3 instead of the 1 to 5 scale applied to all other measurements.

### Teamwork



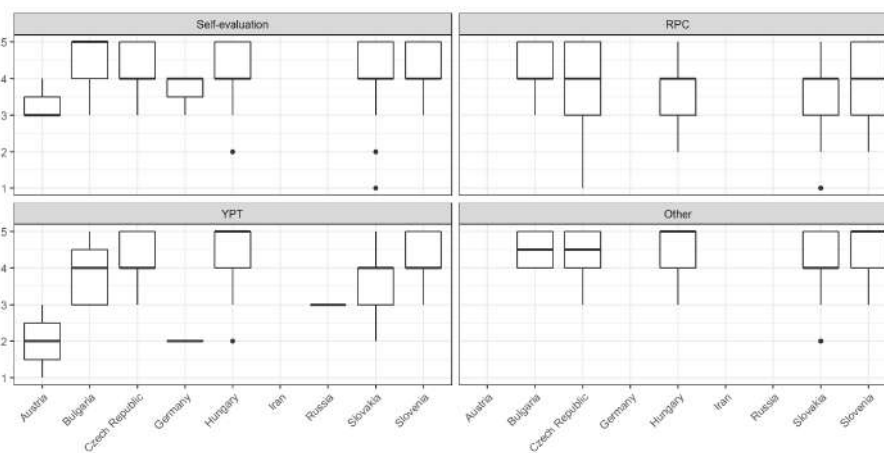


Country	Type	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Austria	Self-evaluation	13	0	4.08	4.0	0.95	2	5
	RPC	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	13	0	2.38	3.0	0.77	1	3
	Other	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
Bulgaria	Self-evaluation	21	0	4.19	4.0	0.75	3	5
	RPC	7	14	4.43	5.0	0.79	3	5
	YPT	7	14	3.86	3.0	1.07	3	5
	Other	7	14	4.57	5.0	0.79	3	5
Czech Rep.	Self-evaluation	19	4	3.68	4.0	1.25	1	5
	RPC	19	4	3.68	4.0	1.29	2	5
	YPT	15	8	4.40	5.0	0.83	3	5
	Other	20	3	4.40	5.0	0.75	3	5
Germany	Self-evaluation	3	0	4.00	4.0	1.00	3	5
	RPC	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	3	0	2.00	2.0	1.00	1	3
	Other	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
Hungary	Self-evaluation	46	26	4.11	4.0	0.71	2	5
	RPC	41	31	3.76	4.0	1.11	1	5
	YPT	46	26	4.11	4.0	0.85	2	5
	Other	39	33	4.36	5.0	0.81	2	5
Iran	Self-evaluation	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Russia	Self-evaluation	1	0	5.00	5.0	0.00	5	5
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Slovakia	Self-evaluation	164	1	3.85	4.0	0.80	1	5
	RPC	78	87	3.91	4.0	0.89	1	5
	YPT	48	117	3.83	4.0	0.93	2	5
	Other	75	90	4.27	4.0	0.78	2	5
Slovenia	Self-evaluation	9	0	3.44	4.0	1.01	2	5
	RPC	9	0	2.67	3.0	1.41	1	4
	YPT	8	1	4.13	4.0	0.64	3	5
	Other	8	1	4.13	4.0	0.99	2	5

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



### Ability to locate and use information



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.

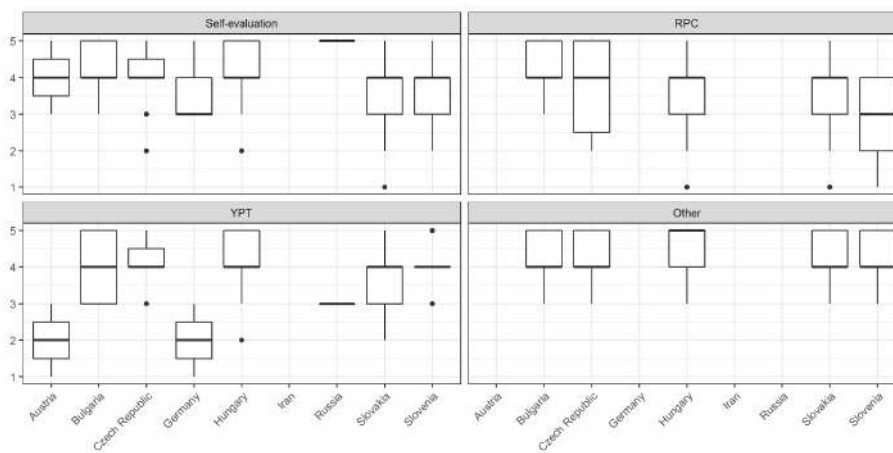


Country	Type	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Austria	Self-evaluation	3	10	3.33	3.0	0.58	3	4
	RPC	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	3	10	2.00	2.0	1.00	1	3
	Other	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
Bulgaria	Self-evaluation	21	0	4.48	5.0	0.60	3	5
	RPC	7	14	4.29	4.0	0.76	3	5
	YPT	7	14	3.86	4.0	0.90	3	5
	Other	6	15	4.50	4.5	0.55	4	5
Czech Rep.	Self-evaluation	21	2	4.10	4.0	0.77	3	5
	RPC	18	5	3.72	4.0	1.41	1	5
	YPT	15	8	4.27	4.0	0.70	3	5
	Other	18	5	4.28	4.5	0.83	3	5
Germany	Self-evaluation	3	0	3.67	4.0	0.58	3	4
	RPC	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	3	0	2.00	2.0	0.00	2	2
	Other	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
Hungary	Self-evaluation	45	27	4.31	4.0	0.76	2	5
	RPC	39	33	3.72	4.0	1.02	2	5
	YPT	48	24	4.31	5.0	0.83	2	5
	Other	39	33	4.49	5.0	0.64	3	5
Iran	Self-evaluation	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Russia	Self-evaluation	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Slovakia	Self-evaluation	162	3	4.14	4.0	0.78	1	5
	RPC	77	88	3.83	4.0	0.92	1	5
	YPT	47	118	3.79	4.0	0.78	2	5
	Other	74	91	4.31	4.0	0.78	2	5
Slovenia	Self-evaluation	9	0	4.33	4.0	0.71	3	5
	RPC	9	0	3.78	4.0	1.09	2	5
	YPT	9	0	4.11	4.0	0.78	3	5
	Other	9	0	4.56	5.0	0.73	3	5

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



## Creativity



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.

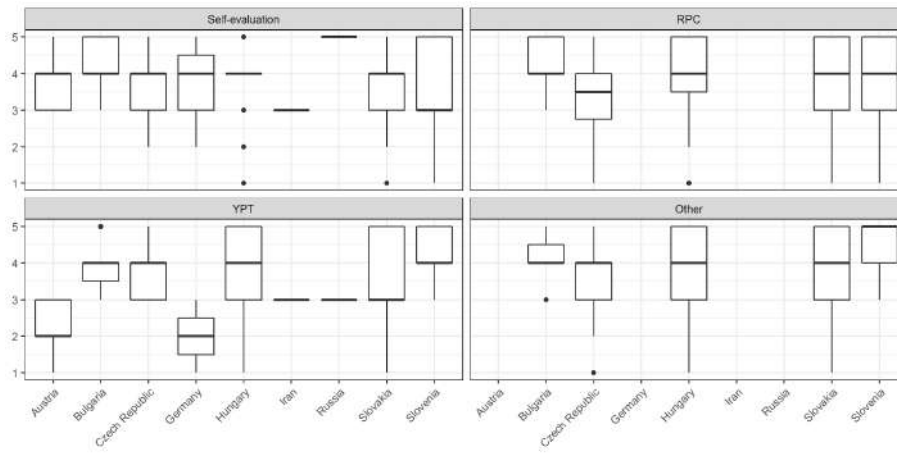


Country	Type	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Austria	Self-evaluation	3	10	4.00	4.0	1.00	3	5
	RPC	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	3	10	2.00	2.0	1.00	1	3
	Other	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
Bulgaria	Self-evaluation	21	0	4.19	4.0	0.81	3	5
	RPC	7	14	4.29	4.0	0.76	3	5
	YPT	7	14	4.00	4.0	1.00	3	5
	Other	7	14	4.29	4.0	0.76	3	5
Czech Rep.	Self-evaluation	19	4	3.95	4.0	0.91	2	5
	RPC	19	4	3.74	4.0	1.19	2	5
	YPT	15	8	4.07	4.0	0.70	3	5
	Other	16	7	4.31	4.0	0.60	3	5
Germany	Self-evaluation	3	0	3.67	3.0	1.15	3	5
	RPC	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	3	0	2.00	2.0	1.00	1	3
	Other	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
Hungary	Self-evaluation	45	27	4.31	4.0	0.73	2	5
	RPC	40	32	3.60	4.0	1.08	1	5
	YPT	44	28	4.25	4.0	0.75	2	5
	Other	38	34	4.61	5.0	0.59	3	5
Iran	Self-evaluation	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Russia	Self-evaluation	1	0	5.00	5.0	0.00	5	5
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Slovakia	Self-evaluation	162	3	3.81	4.0	0.94	1	5
	RPC	79	86	3.56	4.0	0.94	1	5
	YPT	45	120	3.80	4.0	0.81	2	5
	Other	74	91	4.30	4.0	0.72	3	5
Slovenia	Self-evaluation	9	0	3.78	4.0	0.97	2	5
	RPC	9	0	2.89	3.0	1.05	1	4
	YPT	9	0	4.11	4.0	0.60	3	5
	Other	9	0	4.22	4.0	0.67	3	5

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



### Presentation skills





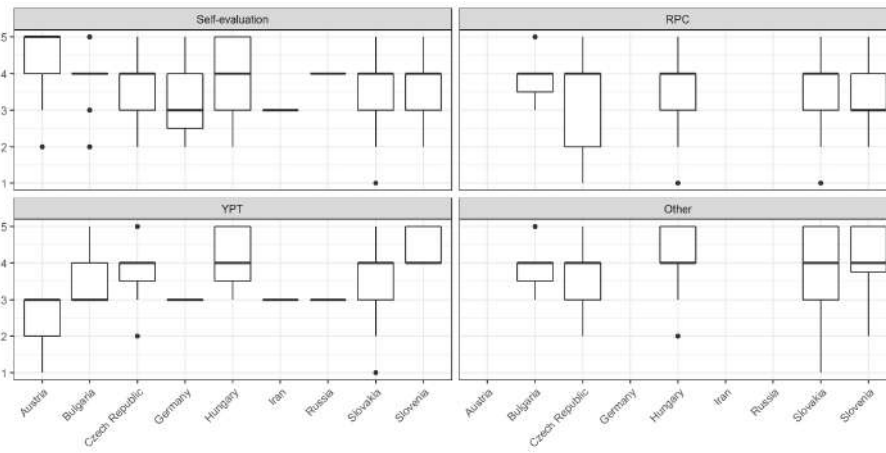


Country	Type	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Austria	Self-evaluation	13	0	3.92	4.0	0.76	3	5
	RPC	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	13	0	2.38	2.0	0.65	1	3
	Other	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
Bulgaria	Self-evaluation	21	0	4.33	4.0	0.66	3	5
	RPC	7	14	4.29	4.0	0.76	3	5
	YPT	7	14	3.86	4.0	0.69	3	5
	Other	7	14	4.14	4.0	0.69	3	5
Czech Rep.	Self-evaluation	19	4	3.84	4.0	0.83	2	5
	RPC	20	3	3.25	3.5	1.02	1	5
	YPT	15	8	3.80	4.0	0.77	3	5
	Other	20	3	3.70	4.0	1.03	1	5
Germany	Self-evaluation	3	0	3.67	4.0	1.53	2	5
	RPC	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	3	0	2.00	2.0	1.00	1	3
	Other	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
Hungary	Self-evaluation	45	27	3.89	4.0	0.93	1	5
	RPC	39	33	3.87	4.0	1.06	1	5
	YPT	45	27	3.78	4.0	0.97	1	5
	Other	36	36	3.94	4.0	0.95	1	5
Iran	Self-evaluation	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Russia	Self-evaluation	1	0	5.00	5.0	0.00	5	5
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Slovakia	Self-evaluation	162	3	3.59	4.0	1.10	1	5
	RPC	77	88	3.79	4.0	0.96	1	5
	YPT	45	120	3.53	3.0	1.16	1	5
	Other	75	90	3.92	4.0	1.02	1	5
Slovenia	Self-evaluation	9	0	3.44	3.0	1.42	1	5
	RPC	9	0	3.56	4.0	1.42	1	5
	YPT	9	0	4.33	4.0	0.71	3	5
	Other	7	2	4.43	5.0	0.79	3	5

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



### Debating skills



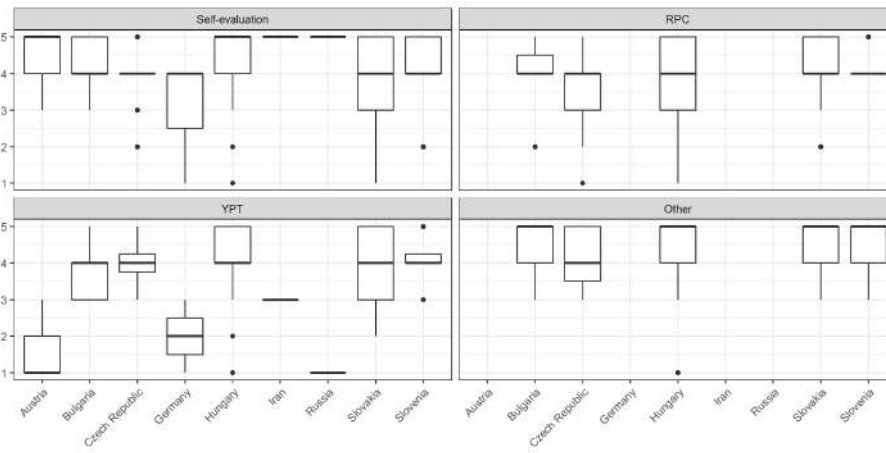


Country	Type	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Austria	Self-evaluation	13	0	4.23	5.0	1.01	2	5
	RPC	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	13	0	2.38	3.0	0.77	1	3
	Other	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
Bulgaria	Self-evaluation	21	0	3.95	4.0	0.80	2	5
	RPC	7	14	3.86	4.0	0.69	3	5
	YPT	7	14	3.57	3.0	0.79	3	5
	Other	7	14	3.86	4.0	0.69	3	5
Czech Rep.	Self-evaluation	21	2	3.81	4.0	0.81	2	5
	RPC	19	4	3.32	4.0	1.20	1	5
	YPT	15	8	3.80	4.0	0.94	2	5
	Other	18	5	3.67	4.0	0.84	2	5
Germany	Self-evaluation	3	0	3.33	3.0	1.53	2	5
	RPC	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	2	1	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
Hungary	Self-evaluation	45	27	4.07	4.0	0.86	2	5
	RPC	39	33	3.54	4.0	1.19	1	5
	YPT	43	29	4.05	4.0	0.75	3	5
	Other	34	38	4.09	4.0	0.90	2	5
Iran	Self-evaluation	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Russia	Self-evaluation	1	0	4.00	4.0	0.00	4	4
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Slovakia	Self-evaluation	161	4	3.44	4.0	1.07	1	5
	RPC	77	88	3.64	4.0	1.01	1	5
	YPT	44	121	3.57	4.0	1.11	1	5
	Other	74	91	3.93	4.0	0.93	1	5
Slovenia	Self-evaluation	9	0	3.56	4.0	0.88	2	5
	RPC	9	0	3.33	3.0	0.87	2	5
	YPT	9	0	4.33	4.0	0.50	4	5
	Other	8	1	4.00	4.0	1.07	2	5

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



### English skills





Country	Type	Valid	Missing	Mean	Median	SD	Min.	Max.
Austria	Self-evaluation	13	0	4.62	5.0	0.65	3	5
	RPC	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	13	0	1.38	1.0	0.65	1	3
	Other	0	13	0.00	0.0	0.00	0	0
Bulgaria	Self-evaluation	21	0	4.38	4.0	0.67	3	5
	RPC	7	14	4.00	4.0	1.00	2	5
	YPT	7	14	3.71	4.0	0.76	3	5
	Other	7	14	4.43	5.0	0.79	3	5
Czech Rep.	Self-evaluation	19	4	3.95	4.0	0.78	2	5
	RPC	19	4	3.63	4.0	1.01	1	5
	YPT	16	7	4.00	4.0	0.73	3	5
	Other	19	4	4.11	4.0	0.81	3	5
Germany	Self-evaluation	3	0	3.00	4.0	1.73	1	4
	RPC	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	3	0	2.00	2.0	1.00	1	3
	Other	0	3	0.00	0.0	0.00	0	0
Hungary	Self-evaluation	45	27	4.38	5.0	0.89	1	5
	RPC	39	33	3.72	4.0	1.34	1	5
	YPT	45	27	4.13	4.0	0.97	1	5
	Other	35	37	4.43	5.0	0.98	1	5
Iran	Self-evaluation	1	0	5.00	5.0	0.00	5	5
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	3.00	3.0	0.00	3	3
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Russia	Self-evaluation	1	0	5.00	5.0	0.00	5	5
	RPC	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
	YPT	1	0	1.00	1.0	0.00	1	1
	Other	0	1	0.00	0.0	0.00	0	0
Slovakia	Self-evaluation	164	1	4.01	4.0	0.90	1	5
	RPC	77	88	4.14	4.0	0.82	2	5
	YPT	47	118	3.83	4.0	0.89	2	5
	Other	76	89	4.45	5.0	0.70	3	5
Slovenia	Self-evaluation	9	0	4.22	4.0	0.97	2	5
	RPC	9	0	4.22	4.0	0.44	4	5
	YPT	8	1	4.13	4.0	0.64	3	5
	Other	9	0	4.44	5.0	0.73	3	5

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



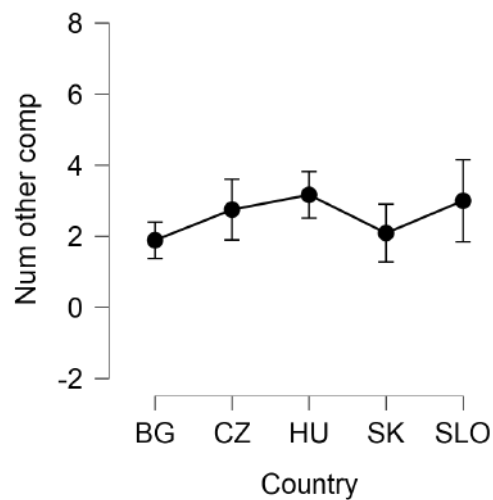
### 3. Supplement: Teachers' Assessment of Soft-Skill Development

#### 3.2 Data characteristics

In this project, we have conducted a survey among 11 Slovakian, 9 Bulgarian, 6 Hungarian, 4 Czech and 3 Slovenian teachers, who are involved in preparing high school students for IYPT or any local organized YPT competitions. We have mapped they observed or assumed effect on soft (e.g. teamwork, creativity) and physical hard skills (e.g. high school physics, data analysis) in different teaching forms (RCP, YPT and Non-YPT competitions). Given the COVID situation, teachers carried out their preparatory work in 2020/2021 mainly online. This is why it is important to mention that most colleagues have been involved in preparing for YPT-type competitions for several years. Teachers had to fill in a questionnaire and answer 16x3 quantitative and 15 qualitative questions about the impact and characteristics of RCP, YPT and Non-YPT competitions.

#### Descriptives - Num other comp

Country	Mean	SD	N
BG	1.889	1.537	9
CZ	2.750	1.708	4
HU	3.167	1.602	6
SK	2.091	2.700	11
SLO	3.000	2.000	3



Data on teachers' answers from the questionnaire were provided in Excel format. For carrying out the empirical analysis, the software JASP<sup>1</sup> was used. First, descriptive analyses on skills as well as a correlation matrix using all variables. Secondly, for testing the hypotheses paired and independent t-tests (and Wilcoxon or Mann-Whitney-tests where needed) were computed. If Wilcoxon or Mann-Whitney-test was used, it is always the relevant result, t-tests are in these cases not relevant.

#### 3.3 Results

The study investigates soft skills in the context of RPC, YPT, and non-YPT. Based on the teachers' evaluation, we can determine which effect their colleagues see in different educational settings. In

<sup>1</sup> <https://jasp-stats.org/>

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

*DIE ENTWICKLUNG VON FORSCHUNGS-  
BASIERTEM LERNEN VIA IYPT*



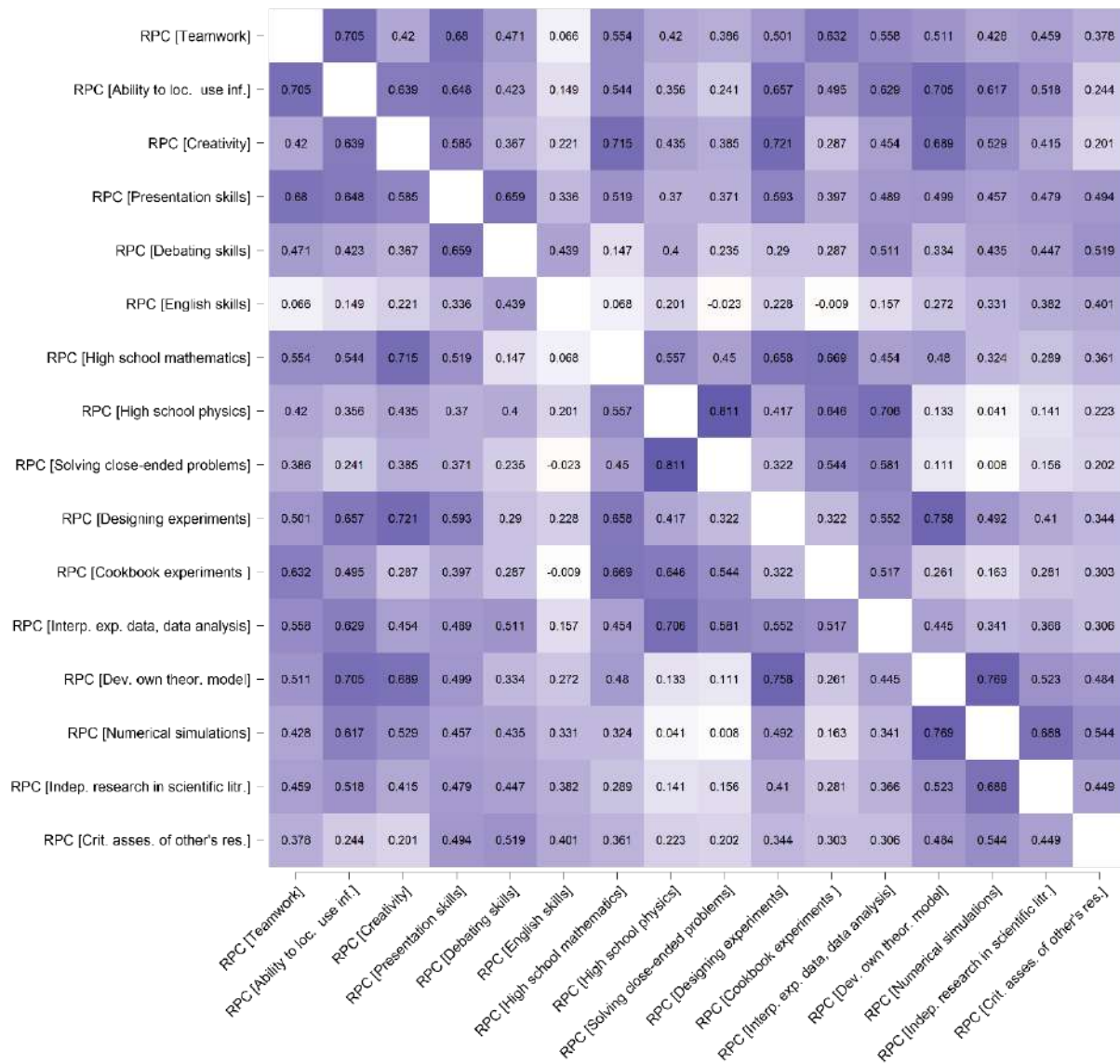
In addition, we can explore relationships between effects that provide indirect insights into teachers' work.



## 2.2.1 Regular physics classroom: RPC

### Descriptive Statistics: Soft skills in RPC

	RPC [Teamwork]	RPC [Ability to loc. use inf.]	RPC [Creativity]	RPC [Presentation skills]	RPC [Debating skills]	RPC [English skills]
Valid	33	33	32	33	33	32
Missing	0	0	1	0	0	1
Mean	5.364	5.788	5.594	6.000	4.727	3.969
Std. Dev.	2.382	2.522	1.965	2.179	2.349	2.946
Minimum	1.000	1.000	1.000	1.000	0.000	0.000
Maximum	10.000	10.000	9.000	10.000	9.000	10.000



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.





Of the soft skills, RPC develops most the *Presentation skills*  $m = 6.172$ , which shows a very strong correlation with *Designing experiments*  $r = 0,671$   $p < .001$ . *Teamwork* shows the highest degree of correlation with *Interpreting experimental data, data analysis*  $r = 0.764$   $p < .001$ , while *Creativity* with the *Designing experiments* shows  $r = 0.746$   $p < .001$ , which correlations show the conscious choice of teachers' working methods. In physics classes, teachers feel the least development of *English language skills*  $m = 4.036$ . The development of *English skills* in regular physics classes (RPC) does not correlate with anything, it is probably not actually present in the classes, it is a possibility only – there is only one mentionable correlation with *Debating skills*, but it must be because of the assumptions of the questioned teachers, who are making some debates in English in their lessons. The other soft skills do not show much relationship with each other either, which may suggest that colleagues are trying to develop these soft skills independently in RPC. The strongest correlation was found between *Teamwork* and *Ability to use and locate information*  $r = 0.71$   $p < .001$ , and between *Debating* and *Presentation skills*  $r = 0.628$   $p < .001$ . The two values probably illustrate well the relationships found in teachers' ways of organizing work, and the both skills are having interrelations. In the Hard Skills the strongest correlation to be found is between *High school physics* and *Solving close ended problems in physics*  $r = 0.837$   $p < .001$ . This one is highly the strongest correlation in RPC, which are also the main skills of a successful final exam. It is also clear that *Numerical simulations*  $m = 2.966$  are not typical in RPC education, for which teachers choose other platforms.

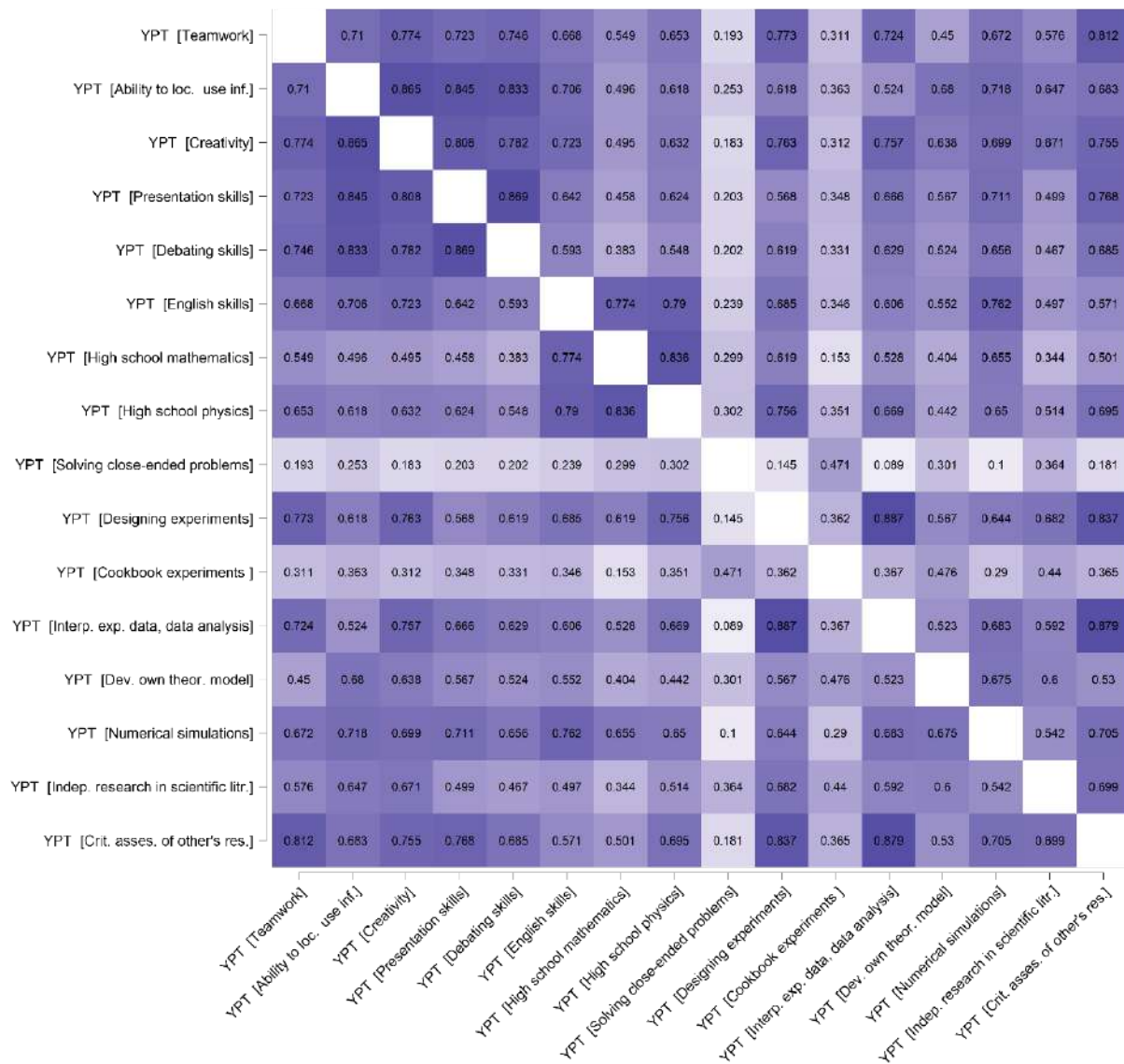
### 3.2.2 Young Physicists' Tournament: YPT

Descriptive Statistics: Soft skills in YPT

	YPT [Teamwork]	YPT [Ability to loc. use inf.]	YPT [Creativity]	YPT [Presentation skills]	YPT [Debating skills]	YPT [English skills]
Valid	32	32	33	33	33	33
Missing	1	1	0	0	0	0
Mean	8.281	8.156	8.576	8.394	8.182	8.061
Std. Deviation	1.922	2.259	1.696	2.179	2.157	2.263
Minimum	2.000	2.000	2.000	2.000	1.000	2.000
Maximum	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000	10.000

In the case of YPT preparation, all soft skills show a high value in terms of judging the developmental effect compared to the RPC values. Paired t-tests show a positive significant difference for all soft skills. Teachers assess all soft-skills types to be strongly positively correlated.

In the case of YPT-type competitions, there is no meaningful correlation among the Soft Skills, and in the opinion of teachers, a strong connection can be discovered between almost everything. *High school physics* shows very strong correlations ( $r > 0.8$ ) with *Teamwork*, *High school mathematics*, *Designing experiments*, *Interpreting experimental data, data analysis* and *Critical thinking of others results*. *Cookbook experiments* and *Solving close-ended problems* are having remarkable low marks.



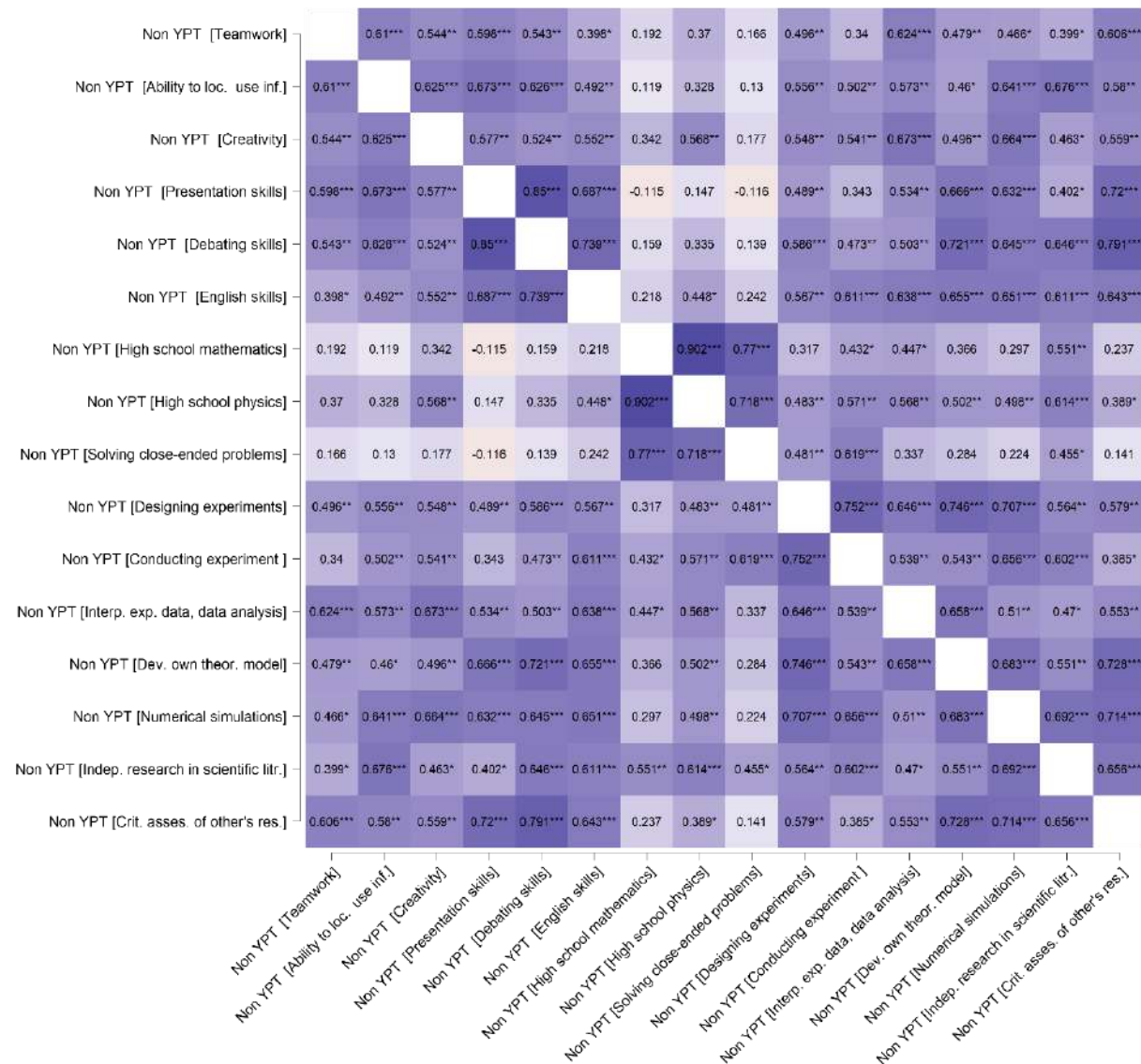
### 3.2.3 Non-YPT like competitions: Non-YPT

Czech teachers did not answer the questions of the questionnaire in this part, so the answers belong to the teachers of Bulgaria, Hungary, Slovakia and Slovenia.



**Descriptive Statistics: Soft skills in Non-YPT**

	Non YPT [Teamwork]	Non YPT [Ability to loc. use inf.]	Non YPT [Creativity]	Non YPT [Presentation skills]	Non YPT [Debating skills]	Non YPT [English skills]
Valid	29	28	29	29	29	29
Missing	0	1	0	0	0	0
Mean	4.448	6.607	6.207	3.931	3.759	3.552
Std. Deviation	3.460	2.726	2.513	3.432	3.214	3.214
Minimum	0.000	1.000	1.000	0.000	0.000	0.000
Maximum	10.000	10.000	9.000	10.000	10.000	10.000



Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



Traditional competitions are judged by teachers to help students *Ability to locate and use information* and develop *Creativity*, but the other soft skills are also less than the impact of RPC development. Due to the diversity of Non-YPT competitions, there is only a few strong correlations between their effects on soft skills as judged by teachers: *Presentation* and *Discussion skills*  $r = 0.85$   $p < .001$ , and between *Discussion* and *English language skills*  $r = 0.739$   $p < .001$ .

In the case of YPT-type competitions, it can be said that the impact on the development of different soft skills forms a complete system. This is a good reflection of the practice, as successful racing requires all of the soft skills listed, and it is not possible to single out a few of them in terms of importance.

### **3.3 Comparison of soft skills**

The comparison between the values given for the assessment of the soft skills listed in section 1.4 and the relationships and differences between them can be found in the following paragraphs. Also some of the results (mostly with significant difference) are shown.

#### **3.3.2 Paired t-test on soft skills (RPC vs. YPT)**

One of the most striking questions in our research is whether we see these significant differences between RPC and YPT in their impact on soft skills. To do this, we perform paired t-tests – or Wilcoxon-test, if needed.

**Test of Normality (Shapiro-Wilk): Soft Skill in RCP vs. YPT**

		<b>W</b>	<b>p</b>
RPC [Teamwork]	- YPT [Teamwork]	0.949	0.135
RPC [Creativity]	- YPT [Creativity]	0.925	0.028
RPC [Debating skills]	- YPT [Debating skills]	0.951	0.143
RPC [Ability to loc. use inf.]	- YPT [Ability to loc. use inf.]	0.918	0.018
RPC [Presentation skills]	- YPT [Presentation skills]	0.960	0.263
RPC [English skills]	- YPT [English skills]	0.940	0.075

*Note.* Significant results suggest a deviation from normality.

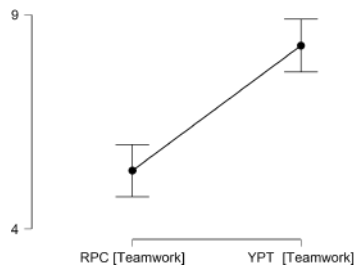
**Paired Samples T-Test: Soft Skill in RCP vs. YPT**

<b>Measure 1</b>	<b>Measure 2</b>	<b>Test</b>	<b>Statistic</b>	<b>df</b>	<b>p</b>
RPC [Teamwork]	- YPT [Teamwork]	Student	-6.503	31	< .001
RPC [Creativity]	- YPT [Creativity]	Student	-10.225	31	< .001
		Wilcoxon	0.000		< .001
RPC [Debating skills]	- YPT [Debating skills]	Student	-7.126	32	< .001
RPC [Ability to loc. use inf.]	- YPT [Ability to loc. use inf.]	Student	-7.742	31	< .001
		Wilcoxon	0.000		< .001
RPC [Presentation skills]	- YPT [Presentation skills]	Student	-6.040	32	< .001
RPC [English skills]	- YPT [English skills]	Student	-6.759	31	< .001

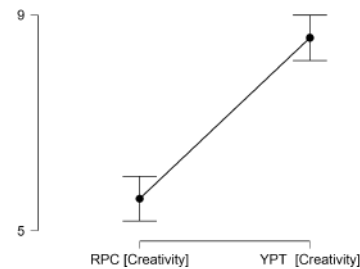
As can be seen, YPT achieved a significantly better effect than class work in all of the soft skill areas examined, which is, of course, due to the significant difference from class work organization methods.



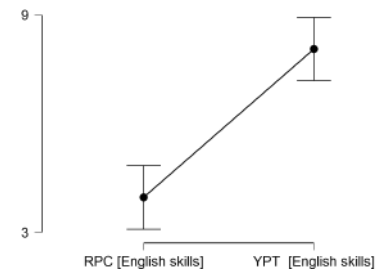
**RPC [Teamwork] - YPT  
[Teamwork]**



**RPC [Creativity] - YPT  
[Creativity]**



**RPC [English skills] - YPT  
[English skills]**



### 3.3.3 Paired t-test on soft skills (YPT vs. Non-YPT, without CZ)

Also, an important question in our research is whether we see these significant differences between YPT and non-YPT in their impact on soft skills. To do this, we perform paired t-tests – and Wilcoxon-test if needed.

**Test of Normality (Shapiro-Wilk): Soft Skills in YPT vs. Non-YPT**

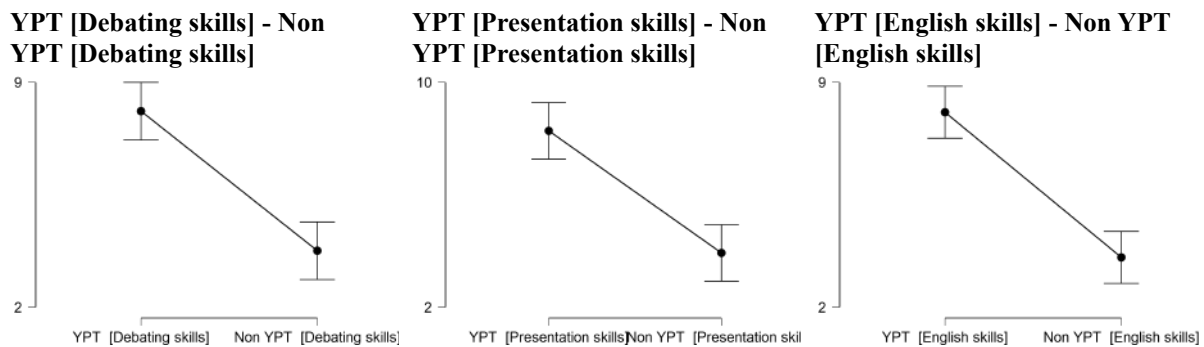
		W	p
YPT [Teamwork]	- Non YPT [Teamwork]	0.941	0.117
YPT [Creativity]	- Non YPT [Creativity]	0.940	0.097
YPT [Debating skills]	- Non YPT [Debating skills]	0.967	0.473
YPT [Ability to loc. use inf.]	- Non YPT [Ability to loc. use inf.]	0.931	0.067
YPT [Presentation skills]	- Non YPT [Presentation skills]	0.928	0.048
YPT [English skills]	- Non YPT [English skills]	0.949	0.173

**Paired Samples T-Test: Soft Skills in YPT vs. Non-YPT**

Measure 1	Measure 2	Test	Statistic	df	p
YPT [Teamwork]	- Non YPT [Teamwork]	Student	5.393	27	< .001
YPT [Creativity]	- Non YPT [Creativity]	Student	5.752	28	< .001
YPT [Debating skills]	- Non YPT [Debating skills]	Student	7.026	28	< .001
YPT [Ability to loc. use inf.]	- Non YPT [Ability to loc. use inf.]	Student	2.731	27	0.011
YPT [Presentation skills]	- Non YPT [Presentation skills]	Student	6.265	28	< .001
YPT [English skills]	- Non YPT [English skills]	Wilcoxon	293.500		< .001
YPT [English skills]	- Non YPT [English skills]	Student	8.089	28	< .001



As the results show well, non-YPT-type competitions give a significantly worse developmental effect for all soft skills than *Ability to locate. & use information*, according to teachers.



### 3.3.4 Paired t-test on soft skills (RPC vs. Non-YPT, without CZ)

It is also an important relation for the research hypothesis, and an interesting addition for the whole picture of the soft skills. Since basically RPC and traditional tournaments are in a kind of symbiosis, no major differences are expected.

**Test of Normality (Shapiro-Wilk): Soft Skills in RPC vs. non-YPT**

		W	p
RPC [Teamwork]	- Non YPT [Teamwork]	0.970	0.567
RPC [Creativity]	- Non YPT [Creativity]	0.942	0.113
RPC [Debating skills]	- Non YPT [Debating skills]	0.932	0.062
RPC [Ability to loc. use inf.]	- Non YPT [Ability to loc. use inf.]	0.933	0.075
RPC [Presentation skills]	- Non YPT [Presentation skills]	0.968	0.519
RPC [English skills]	- Non YPT [English skills]	0.972	0.623

**Paired Samples T-Test: Soft Skills in RPC vs. non-YPT**

Measure 1	Measure 2	t	df	p
RPC [Teamwork]	- Non YPT [Teamwork]	2.158	28	0.040
RPC [Creativity]	- Non YPT [Creativity]	-1.823	28	0.079
RPC [Debating skills]	- Non YPT [Debating skills]	2.059	28	0.049
RPC [Ability to loc. use inf.]	- Non YPT [Ability to loc. use inf.]	-0.915	27	0.368
RPC [Presentation skills]	- Non YPT [Presentation skills]	3.447	28	0.002
RPC [English skills]	- Non YPT [English skills]	0.584	27	0.564

What can be seen, with great certainty, only three significant differences can be observed. *Teamwork* is significantly worse for Non-YPT than for RPC  $t = 2.158$   $p = .04$ . In addition, *Debating skills* are less developed in Non-YPT tournaments even compared to RPC  $t = 2.059$   $p = .049$ ., and *Presentation skill*, is also significantly worse in Non-YPT as in RPC  $t = 3.447$   $p = .002$ .

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

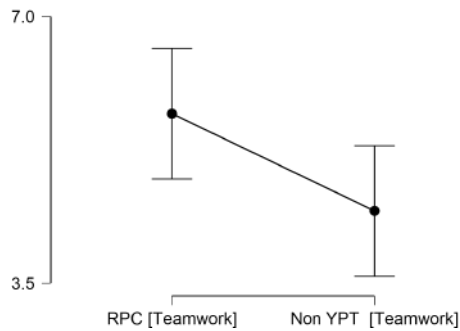
*DIE ENTWICKLUNG VON FORSCHUNGS-  
BASIERTEM LERNEN VIA IYPT*



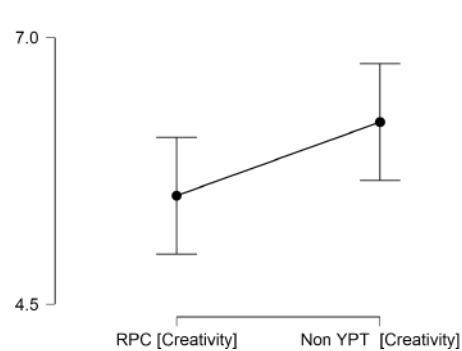
Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



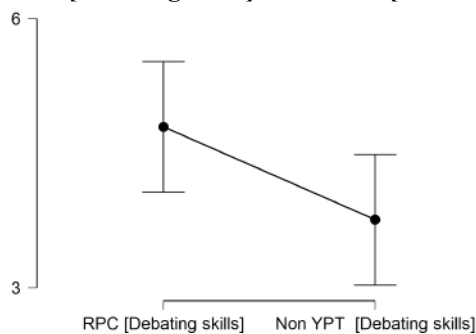
**RPC [Teamwork] - Non YPT [Teamwork]**



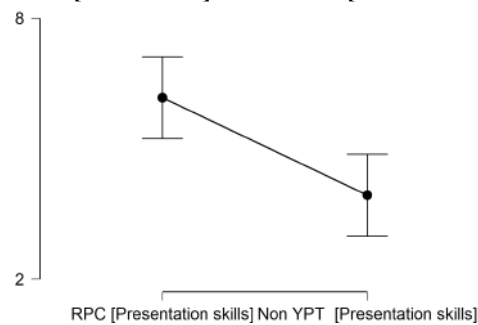
**RPC [Creativity] - Non YPT [Creativity]**



**RPC [Debating skills] - Non YPT [Debating skills]**



**RPC [Pres. skills] - Non YPT [Presentation skills]**



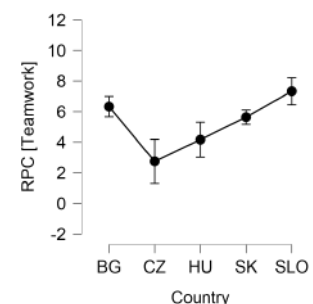
To sum up, according to the answers of the teachers YPT has in every questioned Soft skill a significantly higher positive influence than RPC or Non-YPT competitions.

### 3.4 Country-level effects

First we investigated the soft skills in RPC in the 5 countries. Here we can see the full analysis of them. The only skill *Ability to use and locate information* seems to have a country dependent value. The very similar values of the soft skills in RPC show that investigated countries have basically quite similar educational styles.

**ANOVA - RPC [Teamwork]**

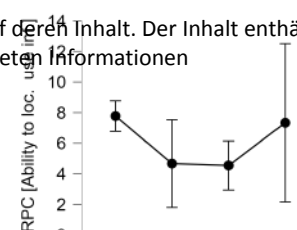
Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	$\eta^2$
Country	56.841	4	14.210	3.188	0.028	0.313
Residuals	124.795	2	4.457			
		8				



**ANOVA - RPC [Ability to loc. use inf.]**

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	$\eta^2$
Country	68.482	4	17.121	3.550	0.018	0.336

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.







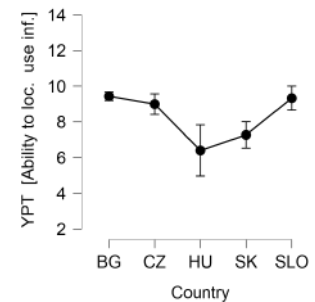
**ANOVA - RPC [Ability to loc. use inf.]**

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	$\eta^2$
Residuals	135.033	2 8	4.823			

In the following we also only show skills where a significant effect of the country has been found: Ability to locate and use information in YPT, Teamwork and English skills in Non-YPT (without CZ). That depends on mostly on the different competition culture of Bulgaria (only 6 of the 19<sup>2</sup> mentioned competitions are only on national level) compared to the 3 other countries (41 of 54<sup>2</sup> mentioned competitions are only on national level, and the 11 mentioning are “Physics Olympiad” which is also a competition on mother tongue). It is important to emphasize that no significant effect of the countries in YPT has been found in any soft skill.

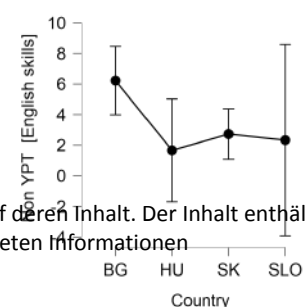
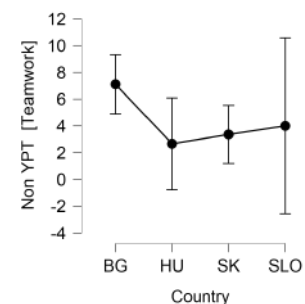
**ANOVA - YPT [Ability to loc. use inf.]**

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	$\eta^2_p$
Country	45.948	4	11.487	2.763	0.048	0.290
Residuals	112.271	2 7	4.158			



**ANOVA - Non YPT [Teamwork]**

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	$\eta^2$
Country	96.405	3	32.135	3.365	0.034	0.288
Residuals	238.768	2 5	9.551			



<sup>2</sup> beside YPT competitions

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



**ANOVA - Non YPT [English skills]**

Cases	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p	$\eta^2$
Country	97.435	3	32.478	4.235	0.015	0.337
Residuals	191.737	$\frac{2}{5}$	7.669			

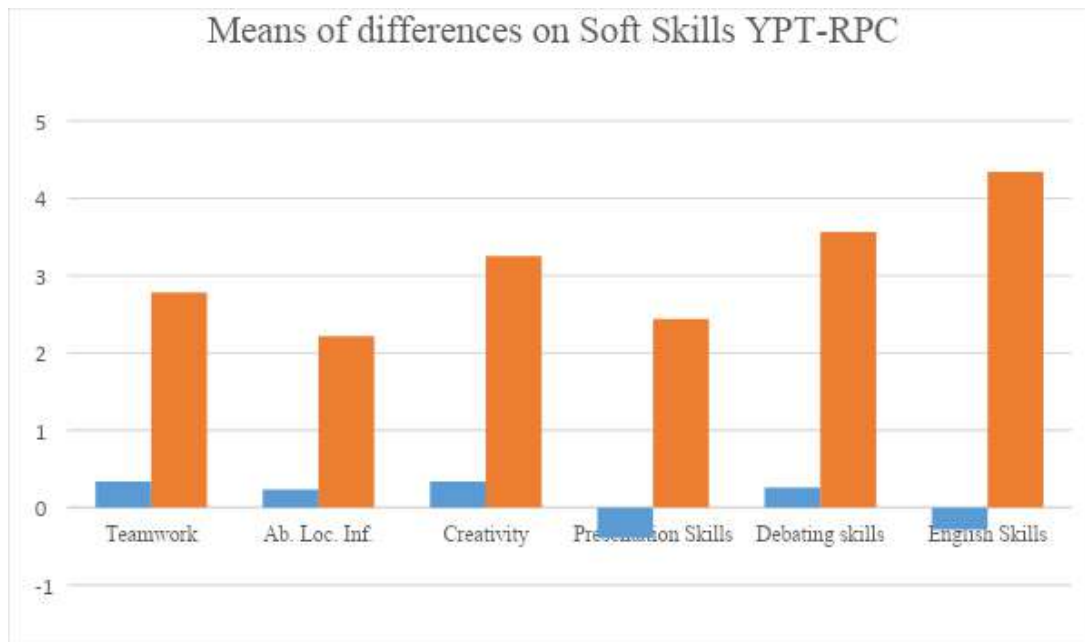
**3.5 Comparison of soft-skill evaluations between students and teachers**

Based on survey results on the perceived usefulness of regular physics classes and YPT-related activities by students and teachers, we compared how these two groups considered the two types of activities. For this analysis, complete answers by participants are a precondition, therefore we heavily cleaned data: only 77 students and 32 teachers answered all the questions. In addition, students' answers don't show normal distributions: thus, we applied Mann-Whitney tests.



### Group Descriptives: Differences of Soft Skills between YPT and RPC

	Group	N	Mean	SD	SE
Diff. Team	Student	77	0.338	2.664	0.304
	Teacher	32	2.781	2.419	0.428
Diff. Ab.loc.	Student	77	0.234	2.470	0.282
	Teacher	32	2.219	1.621	0.287
Diff. Crea.	Student	77	0.338	2.210	0.252
	Teacher	32	3.250	1.967	0.348
Diff. Pres.	Student	77	-0.390	2.848	0.325
	Teacher	32	2.438	2.299	0.406
Diff. Deb.	Student	77	0.260	2.520	0.287
	Teacher	32	3.563	2.758	0.488
Diff. Eng.	Student	77	-0.286	1.856	0.211
	Teacher	32	4.344	3.404	0.602



Note: Blue bar shows differences in evaluation for regular physics classes and YPT-related activities by students; orange bar shows differences in evaluation for regular physics classes and YPT-related activities by students.



### Independent Samples T-Test: Differences of Soft Skills between YPT and RPC

	Test	Statistic	df	p
Diff. Team	Student	-4.477	107	< .001
	Mann-Whitney	544.000		< .001
Diff. Ab.loc.	Student	-4.181	107	< .001
	Mann-Whitney	560.500		< .001
Diff. Crea.	Student	-6.463	107	< .001
	Mann-Whitney	355.500		< .001
Diff. Pres.	Student	-4.978	107	< .001
	Mann-Whitney	495.500		< .001
Diff. Deb.	Student	-6.059	107	< .001
	Mann-Whitney	413.500		< .001
Diff. Eng.	Student	-9.137	107	< .001
	Mann-Whitney	311.500		< .001

Across all types of soft skills, we observe that the differences in the perceived usefulness of regular physics classes in comparison to YPT-related activities are significantly less pronounced in the evaluation by students than in the evaluation by teachers ( $p < 0.001$ ). Overall, however, we also find that students as well as teachers consider YPT-related activities as more useful than regular physics classes to develop the students' soft skills. Only in the case of "Presentation skills" and "English skills", students reported that they considered their regular physics classes as more useful to develop their soft skills. Teachers reported greater assumed usefulness for YPT-related activities across all types of soft skills.



## 4. Supplement: The Effect of Soft Skills in Inquiry-Based-Learning on Student Performance

In this deep-dive, we investigate how students' soft skills development influences learning outcomes. To this end, two master theses (Poier, 2021; Schweighart, 2021; Full theses appended) investigated how student performance in the Austrian Young Physicists' Tournament related to students' self-assessed soft skills development. A separate round of qualitative interviews with teachers guided the development of the questionnaire for this subsection of IO2.

The master theses of Poier (2021) and Schweighart (2021) dealt with the question, to what extent soft skills effect student performance in inquiry-based learning (IBL) and problem-based learning (PLB) environments. This document summarizes the theoretical background of IBL, PBL and soft skills. Afterwards, the empirical analysis based on the data from the Austrian Young Physicists Tournament (AYPT) is presented and discussed in the light of current literature.

### 4.2 Theoretical background

IBL is known under many different terms, such as scientific inquiry, inquiry-based teaching, authentic inquiry, modelling and argumentation, or hands-on science (Furtak et al., 2012; Rönnebeck et al., 2016). All of them have in common that the approach aims for students to *“develop the ability to think and act in ways associated with inquiry, including asking questions, planning and conducting investigations, using appropriate tools and techniques to gather data, thinking critically and logically about relationships between evidence and explanations, constructing and analyzing alternative explanations, and communicating scientific arguments”* (National Research Council, 1996, page 105). While IBL is most often connected with STEM courses, it is not limited to those subjects. In effect, IBL is used in a variety of subjects (Mieg, 2019).

Pedaste et al. (2015) identified a framework which comprises the phases of the inquiry cycle. After an orientation phase, where students become interested in the topic, the conceptualization phase can either include questioning or hypothesis generation depending on whether specific ideas what to investigate already exist. Experiments or other methods to find answers are carried out in the investigation phase where the data is also interpreted. In the conclusion phase, the question or hypothesis from the conceptualization phase is compared to the data. All phases are accompanied by a discussion phase (Pedaste et al., 2015).

Many articles were published discussing whether IBL positively impacts student performance. A widely-known article by Kirschner et al. (2006) compared IBL to minimally guided instruction and argued that due to cognitive overload of the working memory the outcomes in IBL situations are worse than student performance in traditional teaching settings. Hmelo-Silver et al. (2007) clarified that IBL does not necessarily entail minimal guidance and that especially with the use of guidance, several studies show that guided IBL settings led to improved performance compared to direct instruction. Furtak et al. (2012), as well as Lazonder and Harmsen (2016) supported this view in their meta-studies which found that guided IBL settings were more effective than minimally or unguided versions.

In a longitudinal study among high school students from the UK, the effect of IBL on scores of the science sections of the General Certificate of Secondary Education and PISA test was only small. Students filled in a questionnaire alongside their examinations how much IBL took place in the time before the testing. The authors, however, point out that while the impact on grades was minimal, other



factors were not taken into account, such as possibly improved motivation, interest and engagement as a result of IBL (Jerrim et al., 2019).

#### **4.2.2 Problem-based learning**

The main difference of IBL and PBL lies in its origins. In its beginnings, IBL was mainly used in science education, while PBL originated from medical courses (Hmelo-Silver et al., 2007). In PBL, the approach how the problem is worked on and how the solution is found is considered the final product. While the teacher supports the students that work in small groups, they are to work on their solution in a self-directed manner, which helps them to gain “lifelong learning skills” (Hmelo-Silver, 2004, page 235). These process skills comprise for example critical thinking skills and the capability to analyse situations in depth (Oliver, 2000). IBL and PBL need to be differentiated from project-based learning (PjBL), which does not comprise an ill-defined problem and where a concrete solution needs to be produced (Bereiter & Scardamalia, 2006). Both, PBL and IBL are based on constructivism which states that the students construct or create knowledge themselves as opposed to having it transferred to them by the instructor (Chang & Mao, 1999).

Othmann et al. (2013) proposed a framework for PBL settings called “Ladder of Active Learning”, where the ladders start with the introduction to the problem, input, group meeting, presentation, and exercises. While all of the ladders entail different steps, they all end with the reflection step. In a meta-analysis which investigated how effective PBL settings were compared to more traditional teaching methods, slightly more knowledge was acquired in conventional learning environments compared to PBL environments (Dochy et al., 2003). However, Ibrahim et al. (2018) observed that students perceived PBL helpful to learn especially the basics of the science curriculum and that students reported of higher motivational levels. In addition, students’ satisfaction levels in PBL classes are improved (Khoshnevisasl et al., 2014). Many authors conclude that the main advantage of PBL is the possibility to develop soft skills (Bruder & Prescott, 2013; Carvalho, 2016; Choi et al., 2014; Dochy et al., 2003; Hattie, 2009; Mohd-Yusof et al., 2013; Yeh et al., 2011). In the following section, the term soft skills will be scribed in more detail.

#### **4.2.3 Soft skills**

Many different synonyms for the term soft skills exist, such as generic competences, life skills, transferable skills, twenty-first century skills, or noncognitive skills (Cinque, 2016; Heckman & Kautz, 2012). But all of them have in common that they are defined as “personal transversal competences such as social aptitudes, language and communication capability, friendliness and ability of working in team, and other personality traits that characterize relationships between people (Cimatti, 2016, page 97). However, an exact list which competencies fall under the category soft skills does not exist (Cinque, 2016; Vogler et al., 2018).

Li et al. (1999) showed that students that are involved in learning communities at university perceived to develop critical thinking skills and communication skills due to integration of academic and social aspects. Other studies also found that collaborating at university can lead to problem-solving and decision-making skills (Smith & Bath, 2006), as well as other generic skills (Ballantine & McCourt Larres, 2007). It was observed that classes which incorporated the teaching of content knowledge and soft skills at the same time were found to be more effective than courses which focused on teaching only soft skills (Chamorro-Premuzic et al., 2010).



Many articles deal with the topic of which soft skills are developed in the course of IBL and PBL settings. In the analysis of the literature by Poier (2021), communication skills, critical thinking skills and research skills were mentioned most often in connection with IBL (see Appendix A / Table 1). In connection with PBL, the soft skills stated most often were communication skills, problem-solving skills, and teamwork skills (see Appendix A / Table 2).

To what degree soft skills have an influence on student performance was analysed by Chamorro-Premuzic et al. (2010). In this study, academic success was positively linked to how important students perceived soft skills for success, as well as how much they felt they had developed soft skills. This positive relationship was confirmed in a study among 536 (vice)principals in Nigeria who reported the same perception (Obilor, 2019). However, the same opinion could not be found among students (Majid et al., 2012). In a study by Hwang (2018), a positive correlation between teamwork skills and improved performance at an Enterprise Resource Planning simulation with university students could be found.

#### **4.2.4 Research questions and hypotheses**

Sungur and Tekkaya (2006) suggest further research to find out to what extent soft skills influence academic performance in IBL and PBL settings.

The master thesis of Poier (2021) stated as the research question was: How does proficiency in soft skills influence student performance in IBL situations? For this purpose, the following hypotheses were tested:

Hypothesis P.1: The more important students gauge soft skills to be for success, the better their academic performance.

Hypothesis P.2: The better the students self-assess their development of soft skills during the preparation period, the better their academic performance.

Hypothesis P.3: The better students self-assess their teamwork skills, the better their performance.

Hypothesis P.4: The better students self-assess their English skills, the better their performance.

Schweighart (2021) examined the following research questions in her master thesis: “How does the self-assessed development of soft skills influence student performance in PBL situations? Which soft skills are considered most important for PBL in order to be successful?” In this context, the following hypotheses were tested:

Hypothesis S.1.a: The development of soft skills in IBL situations (preparation for AYPT) is expected to be higher compared to regular physics classes.

Hypothesis S.1.b: The self-assessed development of soft skills in IBL situations (preparation for AYPT) is expected to be higher the more hours the pupils spent preparing for AYPT.

Hypothesis S.2: The higher students’ self-assess the development of soft skills (after the preparation for AYPT) the better they perform.

Hypothesis S.3.a: Students self-assess their problem-solving skills higher after the preparation period.

Hypothesis S.3.b: Students self-assess other skills (beside problem-solving) higher after the preparation period.



Hypothesis S.4: The higher students rate their problem-solving skills (after the preparation) the more they feel to develop specific content knowledge.

Hypothesis S.5.a: Students who think problem solving is important to succeed, score higher on AYPT.

Hypothesis S.5.b: Students who think other skills (beside problem solving) are important for success, score higher on the AYPT.

### **4.3 Methodology**

The data used for the empirical testing stems from the AYPT of the years 2020 and 2021. Team leaders/teachers filled in questionnaires on their impression of students' soft skills development. The results were then used to create a survey for students which they filled out around the time of the competitions (see Appendix B for the full theses including data on the survey). Five teams completed the questionnaire in 2020, and seven teams in the year 2021. Appendix C (Table 3) includes an overview of all teams participating in 2020 and 2021 (in an anonymized way) and further information on the mean grade, the standard deviation, the minimum and maximum grade received as well as the number of stages the team participated in and the number of grades received.

In the two years, jurors awarded 1,338 grades in total. However, only grades of teams were used for statistical analysis who also filled in the questionnaire. The grades function as the dependent variables.

The questionnaires gathered data on the following soft skills: teamwork, independent research in literature and other sources, scientific reasoning skills, presentation skills, debating skills, English skills, creativity, self-directed learning, and problem-solving (the last three soft skills were added in 2021). For each soft skill, the students were asked to rate the importance for success, self-assess their proficiency before their very first AYPT and after the current preparation phase as well as the development in the soft skill during the preparation phase.

The hypotheses were tested via linear regressions using the ordinary least squares (OLS) method. The two master theses focused on the following aspects: Poier (2021) used only those variables that were part of the survey in both years leading to fewer variables, but a more observations (794) for the sample (see Appendix D / Table 4 for descriptive statistics on the variables)(Poier, 2021). And Schweighart (2021) included all variables. This is why only the respondents from 2021 could be considered for the linear regressions of the new variables. This led to between 507 and 582 observations for the sample (see Appendix E / Table 5).





#### **4.4 Results**

In this section, the results of various linear regressions to test the hypotheses are presented. Poier (2021) tested the importance of soft skills twofold: First, the aggregated independent variable General importance soft skills (which includes importance of teamwork, independent research, scientific reasoning, presentation, debating and English skills) was used. The linear regression showed an estimator of 0.6473 and a low p-value of 0.00013 (see Appendix F / Table 6). When computing the linear regressions via the importance of individual soft skills, the result is more varied: While a positive relationship between the importance of teamwork (estimator = 1.6635), independent research (estimator = 2.1286), scientific reasoning (estimator = 0.8897), and debating skills (estimator = 1.0368) and grade could be found, a negative link was observed between the importance of presentation skills (estimator = -2.6363), the importance of English skills (estimator = -0.9365) and grade (see Appendix F / Table 7). For hypothesis P.1 it can be summarized that in general, the more important students gauge soft skills for success, the better their performance. When looking at the level of individual soft skills, support for hypothesis P.1 can be found for the soft skills of teamwork, independent research, scientific reasoning and debating skills (Poier, 2021).

Also the influence of soft skills development was calculated in two ways: While the general development of soft skills did not yield significant results (see Appendix G / Table 10) because of a p-value of 0.080, the development of individual soft skills led to significant results for the development of teamwork (estimator = 1.6261), scientific reasoning (estimator = 3.4105), presentation skills (estimator = -3.0370), debating skills (estimator = -1.6347), and English skills (estimator = 0.2993) (see Appendix G / Table 11). Thus, it can be summarized support for hypothesis P.2, which predicted the positive influence of the development of soft skills on academic success, could be found for teamwork, scientific reasoning, and English skills (Poier, 2021).

Support for hypothesis P.3, “The better students self-assess their teamwork skills, the better their performance”, could not be found due to insignificant results of the independent variable (p-value of 0.986) (see Appendix H / Table 14) (Poier, 2021).

Hypothesis P.4, which predicted that better English skills positively influenced academic success, was supported by the results of the linear regression: An increase of one point on the self-assessment scale of proficiency would lead to an improved score of 0.4241 (with a p-value of 0.000) (see Appendix I / Table 15) (Poier, 2021).

For hypothesis S.1.a., the regression results of the proficiency in soft skills after the preparation phase of 2020 (see Appendix J / Table 16) and the proficiency before the preparation phase of 2021 (see Appendix J / Table 17) were compared. It was summarized the better students self-assessed to be in soft skills due to the preparation for AYPT, the better their grades – except for presentation skills (prof\_post\_presentation: -1.00 and prof\_prae\_presentation: 0.74) (Schweighart, 2021).

Support for hypothesis S.1.b could be observed: For each additional hour the students invest in the preparation for AYPT, their grades increase by 0.01 points (see Appendix K / Table 18) (Schweighart, 2021).



Schweighart (2021) further analysed the influence of soft-skill development during the preparation for the AYPT on grade (see Appendix G / Tables 12 and 13). A significant positive correlation was found for the development of teamwork (estimator = 0.86), and scientific reasoning (estimator = 2.63). A significant negative links was found for the development of independent research skills (estimator = -0.69), presentation skills (estimator = -1.80), and creativity (estimator = -0.42). Thus, hypothesis S.2 was only partially be supported.

Linear regressions for individual soft skills were computed (see Appendix K / Tables 19-28) with a focus on the proficiency before and after the preparation phase to test hypothesis S.3. (Schweighart, 2021).

All students who filled in the survey felt that they acquired “a lot” content knowledge. This led to too little variance and was the reason, why hypothesis S.4. could not be tested (Schweighart, 2021).

Last, the impact of the importance of individual soft skills was tested for the hypotheses S.5.a and S.5.b. A significant positive relationship with grade was observed for the importance of teamwork (estimator = 1.46), independent research (estimator = 1.99), scientific reasoning (estimator = 0.58), debating skills (estimator = 1.08), and self-directed learning (estimator = 0.31). A significant negative relationship was found with the importance of presentation skills (estimator = -2.20), and English skills (estimator = -0.81). No significant results were observed for the importance of problem-solving and creativity (see Appendix F / Tables 8 and 9) (Schweighart, 2021).

## **4.5 Discussion**

After having presented the results of the empirical analysis in the previous section, these will be discussed in the light of literature:

The fact that the general importance of soft skills (hypothesis P.1) as well as the importance of most individual soft skills (hypotheses P.1, S.5.a, and S.5.b) correlated positively with student performance is in accordance with studies among secondary (vice-)principals (Obilor, 2019) and among UK students (Chamorro-Premuzic et al., 2010), but contradictory to a survey among students from Singapore (Majid et al., 2012).

Computing the linear regressions to test the influence of soft skills development on grade (hypotheses P.2 and S.2) resulted in significant positive correlations for the development in teamwork, scientific reasoning, and English skills. This corresponds to the findings of Chamorro-Premuzic et al. (2010). While Palmer (2002) did not statistically analyse the influence of soft-skill development on grades, the study did show an improvement in grades and the author experienced the development of a variety of soft skills herself. The literature could not provide explanations for the significant negative influence for development of presentation and debating skills as well as creativity on academic success.

When analysing the effect of teamwork skills on student performance, no support for hypothesis P.3 was found due to a high p-value. This is opposed to a study by Hwang (2018) who found that high teamwork skills are linked to improved outcomes in an Enterprise Resource Planning simulation at university. Also Bruder and Prescott (2013) predicted a positive relationship.

The finding that better English skills can lead to improved success at AYPT (hypothesis P.4) is in line with expectations and also a study of Amaral et al. (2002).

The results from the linear regressions that tested hypotheses S.3.a and S.3.b were partially in line with a study by Choi et al. (2014), which was aimed at analysing which impact a PBL setting had on

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



critical thinking, problem-solving, and self-directed learning skills (compared to a traditional teaching method). The positive effect from the study could also be shown in the findings by Schweighart (2021), where most independent variables showed positive estimators except for independent research and scientific reasoning skills.

The results of Schweighart (2021) to the second research question, “Which soft skills are considered most important for PBL in order to be successful?”, led to research, teamwork, and debating skills, which is in agreement with the findings of Deep et al. (2019).

#### **4.6 Limitations**

Possible limitations in the master theses of Poier (2021) and Schweighart (2021) lie in the fact that the data on soft skills is based on self-assessment. Thus, students possibly have different impression of their soft skills as opposed to reality. However, according to Chamorro-Premuzic et al. (2010) it is not possible to test soft skills in an objective and accurate way anyway. Other studies on IBL also faced this limitation by self-reported data from students and consequential “reporting and recall inaccuracies” (Jerrim et al., 2019, page 42).

In addition, it is possible that the jurors considered certain aspects regarding soft skills when deciding on a grade (e.g. professional presentation or discussion influencing the grade positively). This would lead to a situation where the data on grades and on soft skills is not as independent as it should be.

#### **4.7 Conclusion**

This summary presented the theoretical background on IBL, PBL, and soft skills. In addition, the results of Poier (2021) concluded that the perceived importance of soft skills on academic performance have a positive effect when using the aggregated variable. When analysing the effect of the importance of individual soft skills, the importance of teamwork, independent research, and debating skills had a positive impact, while the importance of presentation skills and English skills were negatively correlated. The influence of soft skills development in general on grade could not be proven due to a too high p-value. However, the analysis on the individual soft skill level showed that a positive relationship could be observed for the development of teamwork, scientific reasoning, and English skills on grade. A negative influence on grade was found for the development of presentation and debating skills. The proficiency in teamwork did not influence student performance significantly. While proficiency in English had a significant positive impact on the grade.

The results of Schweighart (2021) showed that IBL led to more soft-skill development than traditional physics classes. Further, the more hours the students invested in preparation for AYPT, the better their grades. A clear link between student performance and soft skills development could not be observed. Students who perceived their soft skills to have been improved by IBL, received better grades (except for research, scientific reasoning, and English skills). Due to too little variance, the relationship between acquisition of content knowledge and development of problem-solving skills could not be investigated. Student performance could be predicted by the perceived importance of soft skills (except for creativity, English, and presentation skills). Grade was most influenced by independent research skills.



## 5. Bibliography

- Agbeh, A. (2014). The impact of problem-based learning on problem solving skills and a sense of community in the classroom. *Review of Higher Education & Self-Learning*, 7(25), 99–105.
- Amaral, O. M., Garrison, L., & Klentschy, M. (2002). Helping english learners increase achievement through inquiry-based science instruction. *Bilingual Research Journal*, 26(2), 213–239. <https://doi.org/10.1080/15235882.2002.10668709>
- Baharom, S., & Palaniandy, B. (2013). Problem Based Learning : A Process for the Acquisition of Learning and Generic Skills. *The 4th International Research Symposium on Problem-Based Learning (IRSPBL)*.
- Bahri, N., Azli, N., & Samah, N. (2013). From Conventional to Non-conventional Laboratory: Electrical Engineering Students ' Perceptions. *The 4th International Research Symposium on Problem-Based Learning (IRSPBL) 2013 From*.
- Ballantine, J., & McCourt Larres, P. (2007). Cooperative learning: a pedagogy to improve students' generic skills? *Education + Training*, 49(2), 126–137. <https://doi.org/10.1108/00400910710739487>
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (2006). Education for the Knowledge Age: Design-Centered Models of Teaching and Instruction. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (pp. 695–713). Lawrence Erlbaum Associates Publishers. [https://www.ikit.org/fulltext/2006\\_EducationFor.pdf](https://www.ikit.org/fulltext/2006_EducationFor.pdf)
- Brownell, J., & Jameson, D. A. (2004). Problem-based learning in graduate management education: An integrative model and interdisciplinary application. *Journal of Management Education*, 28(5), 558–577. <https://doi.org/10.1177/1052562904266073>
- Bruder, R., & Prescott, A. (2013). Research evidence on the benefits of IBL. *ZDM - International Journal on Mathematics Education*, 45(6), 811–822. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0542-2>
- Carvalho, A. (2016). The impact of PBL on transferable skills development in management education. *Innovations in Education and Teaching International*, 53(1), 35–47. <https://doi.org/10.1080/14703297.2015.1020327>
- Chamorro-Premuzic, T., Arteche, A., Bremner, A. J., Greven, C., & Furnham, A. (2010). Soft skills in higher education: Importance and improvement ratings as a function of individual differences and academic performance. *Educational Psychology*, 30(2), 221–241. <https://doi.org/10.1080/01443410903560278>
- Chan, Z. (2013). Exploring creativity and critical thinking in traditional and innovative problem-based learning groups. *Journal of Clinical Nursing*, 22(15–16), 2298–2307. <https://doi.org/10.1111/jocn.12186>
- Chang, C. Y., & Mao, S. L. (1999). Comparison of taiwan science students' outcomes with inquiry-group versus traditional instruction. *Journal of Educational Research*, 92(6), 340–346. <https://doi.org/10.1080/00220679909597617>
- Chen, R. H. (2021). Fostering students' workplace communicative competence and collaborative mindset through an inquiry-based learning design. *Education Sciences*, 11(1), 1–13. <https://doi.org/10.3390/educsci11010017>
- Choi, E., Lindquist, R., & Song, Y. (2014). Effects of problem-based learning vs. traditional lecture on Korean nursing students' critical thinking, problem-solving, and self-directed learning. *Nurse Education Today*, 34(1), 52–56. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2013.02.012>



- Chu, S., Chow, K., Tse, S., & Collier, K. C. (2008). Grade 4 Students' Development of Research Skills through Inquiry-Based Learning Projects. *School Libraries Worldwide*, 14(1), 10.
- Cimatti, B. (2016). Definition, development, assessment of soft skills and their role for the quality of organizations and enterprises. *International Journal for Quality Research*, 10(1), 97–130. <https://doi.org/10.18421/IJQR10.01-05>
- Cinque, M. (2016). "Lost in translation". Soft skills development in European countries. *Tuning Journal for Higher Education*, 3(2), 389. [https://doi.org/10.18543/tjhe-3\(2\)-2016pp389-427](https://doi.org/10.18543/tjhe-3(2)-2016pp389-427)
- Cooper, C., & Carver, N. (2012). Problem based learning in mental health nursing: The students' experience. *International Journal of Mental Health Nursing*, 21(2), 175–183. <https://doi.org/10.1111/j.1447-0349.2011.00788.x>
- Deep, S., Salleh, B. M., & Othman, H. (2019). Improving the soft skills of engineering undergraduates in Malaysia through problem-based approaches and e-learning applications. *Higher Education, Skills and Work-Based Learning*, 9(4), 662–676. <https://doi.org/10.1108/HESWBL-07-2018-0072>
- Dochy, F., Segers, M., Van den Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: a meta-analysis. *Learning and Instruction*, 13(5), 533–568. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(02\)00025-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(02)00025-7)
- Font, A., & Cebrian, G. (2013). The Impact of PBL Training on Legal Professions. In K. Mohd-Yusof, M. Arsat, M. T. Borhan, E. de Graaff, A. Kolmos, & F. A. Phang (Eds.), *PBL Across Cultures* (pp. 100–109). Aalborg University Press.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- Günösen, N. P., Serçeku, P., & Edeer, A. D. (2014). A Comparison of Problem-Based and Traditional Education on Nursing Students' Locus of Control and Problem-Solving Skills. *International Journal of Nursing Knowledge*, 25(2), 110–115.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.
- Heckman, J. J., & Kautz, T. (2012). Hard evidence on soft skills. *Labour Economics*, 19(4), 451–464. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2012.05.014>
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Hmelo-Silver, C. E., Duncan, R. G., & Chinn, C. A. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107. <https://doi.org/10.1080/00461520701263368>
- Hoidn, S., & Kärkkäinen, K. (2014). Promoting Skills for Innovation in Higher Education: A Literature Review on the Effectiveness of Problem-based Learning and of Teaching Behaviours. *OECD Education Working Papers*, 100. <http://dx.doi.org/10.1787/5k3tsj67l226-en>
- Hwang, M. I. (2018). Relationship between teamwork and team performance: Experiences from an ERPSim competition. *Journal of Information Systems Education*, 29(3), 157–168.
- Ibrahim, M., AlShahrani, A., Abdalla, M., Abubaker, I., & Mohamed, M. (2018). The Effectiveness of Problem-based Learning in Acquisition of Knowledge, Soft Skills During Basic and Preclinical Sciences: Medical Students' Points of View. *Acta Informatica Medica*, 26(2), 119.

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



<https://doi.org/10.5455/aim.2018.26.119-124>

- Ismail, N. (2013). Defining Vocational Education and Training for Tertiary Level Education : Where does Problem Based Learning Fit in ? – A Literature Review. *The 4th International Research Symposium on Problem-Based Learning (IRSPBL) 2013*, 173–180.
- Jerrim, J., Oliver, M., & Sims, S. (2019). The relationship between inquiry-based teaching and students' achievement. New evidence from a longitudinal PISA study in England. *Learning and Instruction*, 61(January), 35–44. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.12.004>
- Justice, C., Rice, J., & Warry, W. (2009). Developing Useful and Transferable Skills: Course Design to Prepare Students for a Life of Learning. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(2). <https://doi.org/10.20429/ijstl.2009.030209>
- Khoshnevisasl, P., Sadeghzadeh, M., Mazloomzadeh, S., Hashemi Feshareki, R., & Ahmadiafshar, A. (2014). Comparison of Problem-based Learning With Lecture-based Learning. *Iranian Red Crescent Medical Journal*, 16(5). <https://doi.org/10.5812/ircmj.5186>
- Kienzler, H., & Fontanesi, C. (2017). Learning through inquiry: a Global Health Hackathon. *Teaching in Higher Education*, 22(2), 129–142. <https://doi.org/10.1080/13562517.2016.1221805>
- Kirschner, P. A., Sweller, J., & Clark, R. E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep4102_1)
- Lasa, A., Txurruka, I., Simón, E., & Miranda, J. (2013). Problem based learning implementation in the degree of human nutrition and dietetics. *6th International Conference of Education, Research and Innovation*, 1687–1692.
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Li, G., Long, S., & Simpson, M. E. (1999). Self-Perceived Gains in Critical Thinking and Communication Skills: Are There Disciplinary Differences? *Research in Higher Education*, 40(1), 43–60. <http://www.jstor.org/stable/40196323>
- Magnussen, L., Ishida, D., & Itano, J. (2000). The impact of the use of inquiry-based learning as a teaching methodology on the development of critical thinking. *Journal of Nursing Education*, 39(8), 360–364. <https://doi.org/10.3928/0148-4834-20001101-07>
- Majid, S., Liming, Z., Tong, S., & Raihana, S. (2012). Importance of Soft Skills for Education and Career Success. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education (IJCDSE)*, 2(2), 1036–1042.
- Mgangira, M. B. (2003). Integrating the Development of Employability Skills into a Civil Engineering Core Subject through a Problem-Based Learning Approach. *International Journal of Engineering Education*, 19(5), 759–761.
- Mieg, H. A. (2019). Inquiry-Based Learning – Undergraduate Research. In H. A. Mieg (Ed.), *Inquiry-Based Learning – Undergraduate Research The German Multidisciplinary Experience*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-14223-0>
- Mohd-Yusof, K., Arsat, M., Borhan, M. T., Graaff, E., & Kolmos, A. (2013). PBL Across Cultures. *4th International Symposium on Problem Based Learning*, 422.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/4962>

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



- Obilor, E. I. (2019). Soft Skills and Students' Academic Achievement. *International Journal of Innovative Psychology & Social Development*, 7(2), 27–37. [www.seahipaj.org](http://www.seahipaj.org)
- Oliver, K. M. (2000). Methods for Developing Constructivist Learning on the Web. *Educational Technology*, 40(6), 5–18. <http://www.jstor.org/stable/44428633>
- Othman, H., Salleh, B. M., & Sulaiman, A. (2013). 5 ladders of active learning: An innovative learning steps in PBL process. *The 4th International Symposium on Problem-Based Learning (IRSPBL)* 2013, 245–253. [http://eprints.uthm.edu.my/id/eprint/4019/1/5\\_Ladders\\_of\\_Active\\_Learning.pdf](http://eprints.uthm.edu.my/id/eprint/4019/1/5_Ladders_of_Active_Learning.pdf)
- Palmer, S. (2002). Enquiry-Based Learning Can Maximise a Student's Potential. *Psychology Learning & Teaching*, 2(2), 82–86. <https://doi.org/10.2304/plat.2002.2.2.82>
- Panwong, P., & Kemavuthanon, K. (2014). Problem-based learning framework for junior software developer: Empirical study for computer programming students. *Wireless Personal Communications*, 76(3), 603–613. <https://doi.org/10.1007/s11277-014-1728-9>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Poier, S. (2021). *The Effect of Soft Skills on Student Performance in Inquiry-Based Learning Situations*. Vienna University of Economics and Business (WU).
- Pratminingsih, S. A. (2009). Problem Based Learning As An Approach To Increase Students' Soft Skills: Case Study At Economics Faculty, Widyatama University, Bandung, Indonesia. *The 9TH SEAAIR Annual Conference: Pulau Pinang, Malaysia*. <http://www.dlib.widyatama.ac.id/jspui/handle/123456789/1329>
- Rau, D., Chu, S., Lin, Y., & Chang, M. (2006). Development and Teaching Approaches of Technical and Vocational Education Curricula. *9th International Conference on Engineering Education*, 17–22.
- Razzaq, Z., & Ahsin, S. (2011). PBL wrap up sessions: an approach to enhance generic skills in medical students. *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad : JAMC*, 23(2), 162–165.
- Rönnebeck, S., Bernholt, S., & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground – A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161–197. <https://doi.org/10.1080/03057267.2016.1206351>
- Schweighart, M. (2021). *The Effect of Soft Skills on Student Performance in Problem-Based Learning Situations*. Vienna University of Economics and Business (WU).
- Seneviratne, R., Samarasekera, D., Karunathilake, I., & Ponnampereuma, G. (2001). Students' perception of problem-based learning in the medical curriculum of the Faculty of Medicine, University of Colombo. *Annals of the Academy of Medicine Singapore*, 30(4), 379–381.
- Seren, S., & Ustun, B. (2008). Conflict resolution skills of nursing students in problem-based compared to conventional curricula. *Nurse Education Today*, 28(4), 393–400. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2007.07.005>
- Smith, C., & Bath, D. (2006). The Role of the Learning Community in the Development of Discipline Knowledge and Generic Graduate Outcomes. *Higher Education*, 51(2), 259–286. <https://doi.org/10.1007/s10734-004-6389-2>
- Sungur, S., & Tekkaya, C. (2006). Effects of problem-based learning and traditional instruction on self-regulated learning. *Journal of Educational Research*, 99(5), 307–320.

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



<https://doi.org/10.3200/JOER.99.5.307-320>

- Tan, D. K. Y., Koppi, A., & Field, D. J. (2016). First year agricultural science student perspectives in graduate attribute development through problem-based learning. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 24(1), 54–66.
- Vogler, J. S., Thompson, P., Davis, D. W., Mayfield, B. E., Finley, P. M., & Yasseri, D. (2018). The hard work of soft skills: augmenting the project-based learning experience with interdisciplinary teamwork. *Instructional Science*, 46, 457–488. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11251-017-9438-9>
- Warnock, J. N., & Mohammadi-Aragh, M. J. (2016). Case study: use of problem-based learning to develop students' technical and professional skills. *European Journal of Engineering Education*, 41(2), 142–153. <https://doi.org/10.1080/03043797.2015.1040739>
- Yeh, R. C., Chen, Y. C., Kuo, S. H., & Chung, P. (2011). The effect of problem-based learning on enhancing students' workforce competence. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 9(4), 239–245.
- Yu, L., & Adaikkalavan, R. (2016). Developing Soft Skills by Applying Problem-Based Learning in Software Engineering Education. In E. Railean, G. Walker, A. Elçi, & L. Jackson (Eds.), *Handbook of Research on Applied Learning Theory and Design in Modern Education* (pp. 405–418). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-9634-1.ch019>





## Appendix A: Overview of soft skills mentioned in literature

Table 1: Overview of Mentioned Soft Skills in Relation to IBL (Poier, 2021)

	Collaborative skills	Communication Skills	Creativity	Critical thinking	Data analysis	Deep learning	English skills	IT Literacy	Organizational skills (including time management)
Developing Useful and Transferable Skills: Course Design to Prepare Students for a Life of Learning (Justice et al., 2009)		x				x			
Enquiry-Based Learning Can Maximise a Student's Potential (Palmer, 2002)		x			x				
Fostering students' workplace communicative competence and collaborative mindset through an inquiry-based learning design (Chen, 2021)	x	x							
Grade 4 Students' Development of Research Skills through Inquiry-Based Learning Projects (Chu et al., 2008)	x	x	x	x	x			x	
Helping English learners increase achievement through inquiry-based science instruction (Amaral et al., 2002)							x		
Learning through inquiry: a Global Health Hackathon (Kienzler & Fontanesi, 2017)									
The impact of the use of inquiry-based learning as a teaching methodology on the development of critical thinking (Magnussen et al., 2000)				x					
Visible Learning: A Synthesis of over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement (Hattie, 2009)				x					

Table 2: Overview of Mentioned Soft Skills in Relation to PBL (Poier, 2021)

	Analytical skills/ thinking	Application of knowledge	Argumentation skills	Communication Skills	Conflict resolution	Creativity	Critical thinking	Documentation Skills	ICT skills	Information management	Interpersonal skills	Language ability	Leadership	Lifelong learning	Motivation	Multidisciplinary skills	Organization skills	Personal development	Personality
A Comparison of Problem-based learning and Traditional Education on Nursing Students' Locus of Control and Problem-Solving Skills (Günüşen et al., 2014)																			
Case study: use of problem-based learning to develop students' technical and professional skills (Warnock & Mohammadi-Aragh, 2016)			x																
Conflict resolution skills of nursing students in Problem-based learning compared to conventional curricula (Seren & Ustun, 2008)				x															

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



Defining Vocational Education and Training for Tertiary Level Education: Where does Problem Based Learning Fit in? – A Literature Review (Ismail, 2013)					x							x					x									
Developing Soft Skills by Applying Problem-Based Learning in Software Engineering Education (Yu & Adaikkalavan, 2016)						x				x										x						
Development and Teaching Approaches of Technical and Vocational Education Curricula (Rau et al., 2006)					x									x				x								
Effects of Problem-Based Learning and Traditional Instruction on Self-Regulated Learning (Sungur & Tekkaya, 2006)																										x
Effects of problem-based learning vs. traditional lecture on Korean nursing students' critical thinking, problem-solving, and self-directed learning (Choi et al., 2014)																										x
Exploring creativity and critical thinking in traditional and innovative problem-based learning groups (Chan, 2013)																								x	x	
First Year Agriculture Science student perception in students attribute development through Problem-based learning (Tan et al., 2016)																										x
From Conventional to Non-conventional Laboratory: Electrical Engineering Students' Perceptions (Bahri et al., 2013)																										x
Improving the soft skills of engineering undergraduates in Malaysia through problem-based approaches and e-learning applications (Deep et al., 2019)																										x

Table 2: Overview of Mentioned Soft Skills in Relation to PBL (Poier, 2021) (continued)

	Analytical skills/s/ thinking	Application of knowledge	Argumentation skills	Communication Skills	Conflict resolution	Creativity	Critical thinking	Documentation Skills	ICT skills	Information management	Interpersonal skills	Language ability	Leadership	Lifelong learning	Motivation	Multidisciplinary skills	Organization skills	Personal development	Persuasion	
Integrating the Development of Employability Skills into a Civil Engineering Core Subject through a Problem-based learning (Mgangira, 2003)				x						x			x					x		
PBL wrap up sessions: an approach to enhance generic skills in medical student (Razzaq & Ahsin, 2011)		x		x					x											
Problem Based Learning Implementation in the Degree of Human Nutrition and Dietetics (Lasa et al., 2013)									x											
Problem-Based Learning as an Approach to increase students' soft skills (Pratminingsih, 2009)				x								x								
Problem-based learning framework for junior software developer: Empirical study for computer programming students (Panwong & Kemavuthanon, 2014)												x							x	
Problem-Based Learning in Graduate Management Education: An Integrative Model and Interdisciplinary Application (Brownell & Jameson, 2004)				x	x								x							x
Problem-based learning in mental health nursing: The students' experience (Cooper & Carver, 2012)				x	x															x
Problem-Based Learning: A Process for the Acquisition of Learning and Generic Skills (Baharom & Palaniandy, 2013)	x			x											x					
Promoting Skills for Innovation in Higher Education: A Literature Review on the Effectiveness of Problem-based Learning and of Teaching Behaviours (Hoidn & Kärrkäinen, 2014)		x		x																
The effect of problem-based learning on enhancing students' workforce competence (Yeh et al., 2011)																				x
The impact of PBL on transferable skills development in management education (Carvalho, 2016)		x	x		x															
The Impact of PBL Training on Legal Professions (Font & Cebrian, 2013)						x														x
The impact of Problem-based learning on problem-solving skills and a sense of community in the classroom (Agbeh, 2014)																				x

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



Co-funded by the  
Erasmus+ Programme  
of the European Union

*DIE ENTWICKLUNG VON FORSCHUNGS-  
BASIERTEM LERNEN VIA IYPT*



The student perception of Problem-based learning in medical curriculum of the Faculty of medicine. University of Colombo (Seneviratne et al., 2001)				x															
---	--	--	--	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



## ***Appendix B: Master theses***

The academic theses supporting supplement three are available from the WU Vienna University library.

Sabine Poier (2021): *The Effect of Soft Skills on Student Performance in Inquiry-Based Learning Situations.*

Supervisor: Univ.-Prof. Thomas Lindner, PhD. Examiner: Univ.-Prof. Dr. Jonas Puck

Magdalena Schweighart (2021): *The Effect of Soft Skills on Student Performance in Problem-Based Learning Situations.*

Supervisor: Univ.-Prof. Thomas Lindner, PhD. Examiner: Univ.-Prof. Dr. Jonas Puck



## *Appendix C: Descriptive statistics on teams*

*Table 3: Descriptive Statistics on Teams*

<b>Team</b>	<b>Year</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Dev.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>N Stages</b>	<b>N Grades</b>
Team 1	2021	8.141	0.793	6.200	9.111	12	105
Team 2	2020	7.825	0.845	6.714	9.166	8	58
Team 3	2020	7.288	0.734	6.166	8.571	8	60
Team 4	2021	7.249	0.566	6.333	7.888	12	108
Team 5	2021	7.166	0.883	5.625	8.444	9	78
Team 6	2021	6.970	0.978	5.333	8.714	12	102
Team 7	2020	6.646	1.035	5.666	8.500	6	40
Team 8	2020	6.634	0.623	5.833	7.333	6	38
Team 9	2021	6.522	0.723	5.100	7.444	9	75
Team 10	2021	6.462	0.671	5.666	7.500	9	72
Team 11	2021	6.322	0.517	5.500	7.333	9	75
Team 12	2021	6.278	0.817	4.555	7.142	9	75
Team 13	2020	5.928	0.869	4.857	7.333	6	40
Team 14	2021	5.797	1.249	3.500	7.333	9	75
Team 15	2020	5.552	0.949	4.142	7.000	6	38
Team 16	2021	5.435	1.547	2.900	7.285	9	75
Team 17	2020	5.424	1.665	3.166	8.142	6	38
Team 18	2021	5.095	1.002	3.000	6.125	9	75
Team 19	2021	5.077	0.840	3.428	6.111	9	75
Team 20	2020	4.390	0.433	4.000	5.000	6	36



## *Appendix D: Descriptive statistics on teams*

*Table 4: Descriptive Statistics on Soft Skills Variables (Poier, 2021)*

<b>Variable</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. Dev.</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>	<b>N Teams</b>
Importance teamwork	4.250	1.179	1.0	5.0	12
Importance independent research	3.902	0.524	3.0	4.6	12
Importance scientific reasoning	4.777	0.410	4.0	5.0	12
Importance presentation skills	4.375	0.611	3.0	5.0	12
Importance debating skills	4.736	0.411	4.0	5.0	12
Importance English skills	3.319	1.092	2.0	5.0	12
General importance soft skills	4.226	0.415	3.2	4.8	12
Proficiency (post-prep) teamwork	4.138	0.673	3.0	5.0	12
Proficiency (post-prep) independent research	3.486	0.862	2.0	5.0	12
Proficiency (post-prep) scientific reasoning	4.106	0.789	3.0	5.0	11
Proficiency (post-prep) presentation skills	4.000	0.738	3.0	5.0	12
Proficiency (post-prep) debating skills	4.097	0.871	2.5	5.0	12
Proficiency (post-prep) English skills	4.347	0.865	2.5	5.0	12
Development teamwork	2.319	0.746	1.0	3.0	12
Development independent research	2.319	0.533	1.5	3.0	12
Development scientific reasoning	2.750	0.405	2.0	3.0	12
Development presentation skills	2.513	0.457	2.0	3.0	12
Development debating skills	2.722	0.422	2.0	3.0	12
Development English skills	1.694	0.895	1.0	3.0	12
General development soft skills	2.386	0.379	1.8	3.0	12



## Appendix E: Descriptive statistics on variables

Table 5: Descriptive Statistics on Variables (Schweighart, 2021)

Variable	Mean	Std. Dev.	Min	Max
age	16.42	1.10	15	18
importance_teamwork	4.40	0.95	1	5
importance_research	3.83	0.51	3	4.666667
importance_reasoning	4.78	0.40	4	5
importance_presentation	4.48	0.54	3	5
importance_debating	4.81	0.34	4	5
importance_english	3.40	1.09	2	5
importance_problem_solving	4.49	0.50	4	5
importance_self_learning	4.18	0.63	3	5
importance_creativity	3.87	0.99	3	5
h_prep_AYPT	95.58	67.30	30	208.3333
total_h_prep_supervised	45.05	48.90	0	130
total_h_prep_after_Febr	50.57	28.05	8.5	100
n_prep_sessions_by_teacher	11.51	11.12	0	30
ave_n_students_present_per_sessions	3.69	3.63	0	15
prof_post_teamwork	4.22	0.65	3	5
prof_post_research	3.41	0.81	2	5
prof_post_reasoning	4.12	0.72	3	5
prof_post_presentation	4.01	0.75	3	5
prof_post_debating	4.01	0.83	2.5	5
prof_post_english	4.29	0.86	2.5	5
prof_post_problem_solving	4.07	0.64	3	5
prof_post_self_learning	3.43	0.46	3	4
prof_post_creativity	3.82	0.81	3	5
prof_prae_teamwork	3.57	0.87	2	5
prof_prae_research	2.86	0.85	2	4
prof_prae_reasoning	2.70	0.89	1	4
prof_prae_presentation	3.63	0.85	2	5
prof_prae_debating	3.19	0.93	2	4
prof_prae_english	3.60	1.23	1	5
prof_prae_problem_solving	3.27	1.12	1	4
prof_prae_self_learning	2.95	0.75	2	4
prof_prae_creativity	3.63	0.77	3	5
helpful_participation_career	4.46	1.18	1	5
preparation_helped_content_knowledge	3.00	0.00	3	3
dev_teamwork	2.32	0.75	1	3
dev_research	2.35	0.53	1.5	3
dev_reasoning	2.80	0.36	2	3
dev_presentation	2.56	0.45	2	3
dev_debating	2.78	0.38	2	3
dev_english	1.73	0.89	1	3
dev_problem_solving	2.62	0.49	2	3
dev_self_learning	2.19	0.63	1	3
dev_creativity	2.06	0.74	1	3

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



## *Appendix F: Regression results for importance of soft skills*

*Table 6: Regression Results for General Importance of Soft Skills (Poier, 2021)*

	<b>Model 1</b>	<b>Model 2</b>	<b>Model 3</b>	<b>Model 4</b>
<b>(Intercept)</b>	-4.5146 (1.196) [0.000173]	4.6921 (0.936) [0.000001]	-4.1114 (1.195) [0.001]	2.2143 (0.771) [0.004]
<b>General importance soft skills</b>	0.6473 (0.168) [0.00013]	0.9148 (0.183) [0.000001]	0.7892 (0.162) [0.000001]	0.9916 (0.179) [0.000]
<b>Age</b>	0.5836 (0.053) [0.000]		0.5365 (0.051) [0.000]	
<b>Year 2021 (x)</b>	0.4347 (0.145) [0.003]	-0.0444 (0.152) [0.770]		
<b>Opposition (x)</b>	-0.2567 (0.128) [0.045]	-0.2567 (0.140) [0.067]	-0.2567 (0.128) [0.046]	
<b>Reviewer (x)</b>	0.4181 (0.152) [0.006]	0.4181 (0.166) [0.012]	0.5489 (0.146) [0.000182]	
<b>Juror Bias</b>	0.9672 (0.149) [0.000]		0.9601 (0.150) [0.000]	
<b>Comp_Avg_Grade</b>	-0.2629 (0.071) [0.000]	-0.3292 (0.078) [0.000001]	-0.2553 (0.071) [0.000372]	
<b>Adjusted R<sup>2</sup></b>	0.228	0.072	0.220	0.036

(x) Dummy variables

The table shows the coefficients, the standard deviations in round brackets, and the p-values in square brackets.





*Table 7: Regression Results for Importance of Individual Soft Skills (Poier, 2021)*

	<b>Model 1</b>	<b>Model 2</b>	<b>Model 3</b>	<b>Model 4</b>
<b>(Intercept)</b>	-4.9897 (1.510) [0.001]	-2.5344 (1.292) [0.050]	-7.4135 (1.532) [0.000002]	-6.9799 (1.257) [0.000]
<b>Importance teamwork</b>	1.6635 (0.178) [0.000]	1.9093 (0.158) [0.000]	0.7841 (0.141) [0.000]	0.9731 (0.121) [0.000]
<b>Importance independent research</b>	2.1286 (0.219) [0.000]	2.2570 (0.220) [0.000]	0.9378 (0.161) [0.000]	0.9863 (0.164) [0.000]
<b>Importance scientific reasoning</b>	0.8897 (0.182) [0.000001]	1.1262 (0.154) [0.000]	0.8258 (0.189) [0.000014]	1.0300 (0.163) [0.000]
<b>Importance presentation skills</b>	-2.6363 (0.342) [0.000]	-2.9906 (0.326) [0.000]	-0.7536 (0.248) [0.002]	-0.8618 (0.233) [0.000237]
<b>Importance debating skills</b>	1.0368 (0.234) [0.000011]	1.0501 (0.242) [0.000016]	1.1844 (0.242) [0.000001]	1.2940 (0.258) [0.000001]
<b>Importance English skills</b>	-0.9365 (0.105) [0.000]	-1.0651 (0.092) [0.000]	-0.4507 (0.086) [0.000]	-0.5614 (0.075) [0.000]
<b>Age</b>	0.1712 (0.070) [0.014]		0.2323 (0.072) [0.001]	
<b>Year 2021 (x)</b>	1.8823 (0.244) [0.000]	1.9511 (0.251) [0.000]		
<b>Opposition (x)</b>	-0.2567 (0.118) [0.030]	-0.2567 (0.122) [0.036]	-0.2567 (0.122) [0.036]	
<b>Reviewer (x)</b>	0.4181 (0.140) [0.003]	0.4181 (0.145) [0.004]	0.5882 (0.144) [0.000046]	
<b>Juror Bias</b>	1.0094 (0.138) [0.000]		1.0095 (0.143) [0.000]	
<b>Comp_Avg_Grade</b>	-0.3827 (0.072) [0.000]	-0.4518 (0.072) [0.000]	-0.2732 (0.073) [0.000196]	
<b>Adjusted R<sup>2</sup></b>	0.340	0.291	0.291	0.188

(x) Dummy variables

The table shows the coefficients, the standard deviations in round brackets, and the p-values in square brackets.

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für diese Publikation bezieht sich nicht auf deren Inhalt. Der Inhalt enthält nur die Sichtweisen der Autoren. Die Kommission ist nicht für die Verwendung der beinhalteten Informationen verantwortlich.



*Table 8: Regression Results for Importance of Individual Soft Skills (Schweighart, 2021)*

<b>term</b>	<b>estimate</b>	<b>std.error</b>	<b>statistic</b>	<b>p.value</b>
<b>(Intercept)</b>	-8.86	1.41	-6.30	0.00000000
<b>tournamentAYPT2021</b>	1.61	0.25	6.39	0.00000000
<b>roleRep</b>	0.26	0.12	2.07	0.03915244
<b>roleRev</b>	0.67	0.15	4.57	0.00000555
<b>age</b>	0.27	0.07	3.87	0.00011965
<b>importance_teamwork</b>	1.46	0.18	8.00	0.00000000
<b>importance_research</b>	1.99	0.23	8.69	0.00000000
<b>importance_reasoning</b>	0.58	0.18	3.15	0.00171139
<b>importance_presentation</b>	-2.20	0.35	-6.31	0.00000000
<b>importance_debating</b>	1.08	0.25	4.40	0.00001239
<b>importance_english</b>	-0.81	0.11	-7.52	0.00000000

*Table 9: Regression Results for Importance of Individual (New) Soft Skills (Schweighart, 2021)*

<b>term</b>	<b>estimate</b>	<b>std.error</b>	<b>statistic</b>	<b>p.value</b>
<b>(Intercept)</b>	-3.99	1.56	-2.55	0.01092850
<b>roleRep</b>	0.36	0.15	2.41	0.01618754
<b>roleRev</b>	0.73	0.15	4.86	0.00000153
<b>age</b>	0.34	0.20	1.68	0.09278475
<b>importance_problem_solving</b>	0.84	0.45	1.88	0.06060011
<b>importance_self_learning</b>	0.31	0.14	2.25	0.02503817
<b>importance_creativity</b>	-0.10	0.09	-1.18	0.23871505



## *Appendix G: Regression results for development of soft skills*

*Table 10: Regression Results for the General Development of Soft Skills (Poier, 2021)*

	<b>Model 1</b>	<b>Model 2</b>	<b>Model 3</b>	<b>Model 4</b>
<b>(Intercept)</b>	-1.8209 (1.069) [0.089]	8.2783 (0.688) [0.000]	-0.6735 (1.051) [0.522]	5.8802 (0.453) [0.000]
<b>General development soft skills</b>	-0.2993 (0.171) [0.080]	0.1346 (0.185) [0.467]	-0.1163 (0.168) [0.489]	0.2402 (0.185) [0.195]
<b>Age</b>	0.6291 (0.054) [0.000]		0.5545 (0.052) [0.000]	
<b>Year 2021 (x)</b>	0.6507 (0.144) [0.000007]	0.1284 (0.152) [0.397]		
<b>Opposition (x)</b>	-0.2567 (0.129) [0.046]	-0.2567 (0.142) [0.071]	-0.2567 (0.130) [0.049]	
<b>Reviewer (x)</b>	0.4181 (0.153) [0.006]	0.4181 (0.169) [0.013]	0.6188 (0.148) [0.000032]	
<b>Juror Bias</b>	0.9928 (0.150) [0.000]		0.9798 (0.152) [0.000]	
<b>Comp_Avg_Grade</b>	-0.2786 (0.072) [0.000108]	-0.3479 (0.079) [0.000012]	-0.2690 (0.072) [0.000219]	
<b>Adjusted R<sup>2</sup></b>	0.217	0.043	0.197	0.001

(x) Dummy variables

The table shows the coefficients, the standard deviations in round brackets, and the p-values in square brackets.



*Table 11: Regression Results for the Development of Individual Soft Skills (Poier, 2021)*

	<b>Model 1</b>	<b>Model 2</b>	<b>Model 3</b>	<b>Model 4</b>
<b>(Intercept)</b>	-9.5255 (1.242) [0.000]	5.6875 (0.789) [0.000]	-5.0705 (1.167) [0.000016]	3.1175 (0.661) [0.000003]
<b>Development teamwork</b>	1.6261 (0.175) [0.000]	0.2036 (0.166) [0.221]	0.8883 (0.157) [0.000]	0.1286 (0.164) [0.435]
<b>Development independent research</b>	-0.3376 (0.192) [0.080]	-0.2721 (0.222) [0.221]	-0.5505 (0.199) [0.006]	-0.1532 (0.222) [0.490]
<b>Development scientific reasoning</b>	3.4105 (0.321) [0.000]	1.6816 (0.345) [0.000001]	2.9327 (0.329) [0.000]	1.3316 (0.347) [0.000137]
<b>Development presentation skills</b>	-3.0370 (0.357) [0.000]	-0.4012 (0.358) [0.263]	-1.8665 (0.342) [0.000]	-0.2027 (0.363) [0.577]
<b>Development debating skills</b>	-1.6347 (0.259) [0.000]	0.2689 (0.260) [0.301]	-0.3484 (0.216) [0.108]	0.3088 (0.238) [0.196]
<b>Development English skills</b>	0.2993 (0.122) [0.014]	-0.3835 (0.130) [0.003]	-0.0712 (0.118) [0.546]	-0.3849 (0.131) [0.003]
<b>Age</b>	1.0123 (0.070) [0.000]		0.6631 (0.058) [0.000]	
<b>Year 2021 (x)</b>	1.5442 (0.186) [0.000]	-0.1046 (0.171) [0.542]		
<b>Opposition (x)</b>	-0.2567 (0.118) [0.029]	-0.2567 (0.136) [0.060]	-0.2567 (0.123) [0.037]	
<b>Reviewer (x)</b>	0.4181 (0.140) [0.003]	0.4181 (0.162) [0.010]	0.6558 (0.142) [0.000005]	
<b>Juror Bias</b>	1.0015 (0.137) [0.000]		1.0038 (0.143) [0.000]	
<b>Comp_Avg_Grade</b>	-0.3843 (0.067) [0.000]	-0.4278 (0.077) [0.000]	-0.3904 (0.070) [0.000]	
<b>Adjusted R<sup>2</sup></b>	0.346	0.124	0.289	0.075

(x) Dummy variables

The table shows the coefficients, the standard deviations in round brackets, and the p-values in square brackets.



**Table 12: Regression Results for the Development of Individual Soft Skills (Schweighart, 2021)**

<b>term</b>	<b>estimate</b>	<b>std.error</b>	<b>statistic</b>	<b>p.value</b>
<b>(Intercept)</b>	-11.53	1.87	-6.15	1.43601772E-09
<b>roleRep</b>	0.36	0.15	2.48	0.01342152
<b>roleRev</b>	0.73	0.15	5.00	0.00000078
<b>age</b>	0.99	0.07	13.67	4.94349863E-37
<b>dev_teamwork</b>	0.86	0.26	3.29	0.00106516
<b>dev_research</b>	-0.69	0.23	-2.96	0.00317238
<b>dev_reasoning</b>	2.63	0.68	3.88	0.00011848
<b>dev_presentation</b>	-1.80	0.55	-3.29	0.00106810
<b>dev_debating</b>	-0.49	0.31	-1.60	0.10919536

**Table 13: Regression Results for the Development of Individual (New) Soft Skills (Schweighart, 2021)**

<b>term</b>	<b>estimate</b>	<b>std.error</b>	<b>statistic</b>	<b>p.value</b>
<b>(Intercept)</b>	-4.67	1.34	-3.48	0.00053119
<b>roleRep</b>	0.36	0.15	2.43	0.01539813
<b>roleRev</b>	0.73	0.15	4.89	0.00000128
<b>age</b>	0.77	0.09	8.87	8.91420530E-18
<b>dev_problem_solving</b>	-0.45	0.23	-1.96	0.05034733
<b>dev_self_learning</b>	0.15	0.22	0.69	0.48779323
<b>dev_creativity</b>	-0.42	0.16	-2.65	0.00828371



## *Appendix H: Regression results for proficiency in teamwork*

*Table 14: Regression Results for Proficiency in Teamwork (Poier, 2021)*

	<b>Model 1</b>	<b>Model 2</b>	<b>Model 3</b>	<b>Model 4</b>
<b>(Intercept)</b>	-2.2246 (1.104) [0.044]	7.8149 (0.732) [0.000]	-3.4024 (0.916) [0.000217]	5.2867 (0.413) [0.000]
<b>Proficiency (post-prep) teamwork</b>	0.0016 (0.092) [0.986]	0.1537 (0.100) [0.125]	0.1601 (0.088) [0.070]	0.2783 (0.097) [0.004]
<b>Age</b>	0.6103 (0.054) [0.000]		0.5573 (0.052) [0.000]	
<b>Year 2021 (x)</b>	0.5903 (0.145) [0.000052]	0.0947 (0.153) [0.536]		
<b>Opposition (x)</b>	-0.2567 (0.129) [0.047]	-0.2567 (0.142) [0.071]	-0.2567 (0.131) [0.051]	
<b>Reviewer (x)</b>	0.4181 (0.153) [0.006]	0.4181 (0.169) [0.013]	0.5861 (0.149) [0.000090]	
<b>Juror Bias</b>	0.9813 (0.150) [0.000]		0.9907 (0.153) [0.000]	
<b>Comp_Avg_Grade</b>	-0.2749 (0.073) [0.000196]	-0.3223 (0.081) [0.000073]		
<b>Adjusted R<sup>2</sup></b>	0.214	0.046	0.187	0.009

(x) Dummy variables

The table shows the coefficients, the standard deviations in round brackets, and the p-values in square brackets.



## *Appendix I: Regression results for proficiency in English skills*

*Table 15: Regression Results for Proficiency in English Skills (Poier, 2021)*

	<b>Model 1</b>	<b>Model 2</b>	<b>Model 3</b>	<b>Model 4</b>
<b>(Intercept)</b>	-2.3206 (1.024) [0.024]	6.1942 (0.581) [0.000]	6.6406 (0.549) [0.000]	4.5729 (0.315) [0.000]
<b>Proficiency (post-prep) English skills</b>	0.4241 (0.071) [0.000]	0.6081 (0.074) [0.000]	0.5241 (0.069) [0.000]	0.4408 (0.072) [0.000]
<b>Age</b>	0.5201 (0.054) [0.000]			
<b>Year 2021 (x)</b>	0.8096 (0.142) [0.000]	0.5548 (0.151) [0.00026]		
<b>Opposition (x)</b>	-0.2567 (0.126) [0.042]	-0.2567 (0.136) [0.060]	-0.2567 (0.134) [0.056]	
<b>Reviewer (x)</b>	0.4181 (0.150) [0.005]	0.4181 (0.162) [0.010]	0.5965 (0.152) [0.000099]	
<b>Juror Bias</b>	0.9931 (0.147) [0.000]		0.9844 (0.156) [0.000]	
<b>Comp_Avg_Grade</b>	-0.3362 (0.071) [0.000003]	-0.4269 (0.076) [0.000]	-0.3830 (0.075) [0.000]	
<b>Adjusted R<sup>2</sup></b>	0.247	0.118	0.146	0.044

(x) Dummy variables

The table shows the coefficients, the standard deviations in round brackets, and the p-values in square brackets.



## *Appendix J: Regression results for comparison between IBL and regular physics class*

*Table 16: Regression Results for Proficiency after Preparation Phase in 2020 (Schweighart, 2021)*

<b>term</b>	<b>estimate</b>	<b>std.error</b>	<b>statistic</b>	<b>p.value</b>
<b>(Intercept)</b>	-2.42	1.67	-1.45	0.14684470
<b>tournamentAYPT2021</b>	1.22	0.21	5.73	0.00000001
<b>roleRep</b>	0.29	0.14	2.13	0.03331587
<b>roleRev</b>	0.66	0.17	4.01	0.00006743
<b>age</b>	0.36	0.11	3.31	0.00097471
<b>prof_post_teamwork</b>	-0.14	0.19	-0.76	0.44499886
<b>prof_post_research</b>	-0.01	0.11	-0.06	0.95270594
<b>prof_post_reasoning</b>	0.47	0.23	2.09	0.03661578
<b>prof_post_presentation</b>	-1.00	0.33	-3.07	0.00225924
<b>prof_post_debating</b>	0.48	0.26	1.87	0.06169911
<b>prof_post_english</b>	0.58	0.10	5.86	0.00000001

*Table 17: Regression Results for Proficiency before Preparation Phase in 2021 (Schweighart, 2020)*

<b>term</b>	<b>estimate</b>	<b>std.error</b>	<b>statistic</b>	<b>p.value</b>
<b>(Intercept)</b>	-5.87	2.66	-2.20	0.02789855
<b>roleRep</b>	0.36	0.15	2.48	0.01342152
<b>roleRev</b>	0.73	0.15	5.00	0.00000078
<b>age</b>	0.79	0.15	5.37	0.00000011
<b>prof_prae_teamwork</b>	-0.92	0.29	-3.21	0.00139121
<b>prof_prae_research</b>	-0.13	0.11	-1.17	0.24442857
<b>prof_prae_reasoning</b>	-0.03	0.27	-0.13	0.89899302
<b>prof_prae_presentation</b>	0.74	0.41	1.81	0.07114430
<b>prof_prae_debating</b>	0.07	0.30	0.25	0.80597444
<b>prof_prae_english</b>	-	-	-	-





## *Appendix K: Regression results for hours spent preparing*

*Table 18: Regression Results for Hours Spent Preparing (Schweighart, 2021)*

term	estimate	std.error	statistic	p.value
<b>(Intercept)</b>	-5.77	0.97	-5.97	3.66E-09
<b>tournamentAYPT2021</b>	0.51	0.15	3.50	0.00050284
<b>roleRep</b>	0.34	0.14	2.52	0.01183890
<b>roleRev</b>	0.65	0.17	3.94	0.00008833
<b>age</b>	0.66	0.06	11.88	7.83E-30
<b>h_prep_AYPT</b>	0.01	0.00	7.86	1.39E-14



## Appendix L: Regression Results for Individual Soft Skills

*Table 19: Regression Results for Problem-Solving Skills (Schweighart, 2021)*

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	10.98	3.04	3.61	0.00033003
roleRep	0.36	0.15	2.48	0.01336641
roleRev	0.73	0.15	5.00	0.00000077
age	-1.31	0.36	-3.63	0.00030906
importance_problem_solving	4.47	0.75	5.97	0.00000000
prof_post_problem_solving	0.15	0.11	1.34	0.18179661
prof_prae_problem_solving	-0.81	0.13	-6.05	2.57959819E-09
dev_problem_solving	-0.59	0.19	-3.03	0.00259591

*Table 20: Regression Results for Teamwork (Schweighart, 2021)*

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-4.88	0.91	-5.35	0.0000001
roleRep	0.36	0.15	2.47	0.0139858
roleRev	0.73	0.15	4.97	0.0000009
age	0.83	0.06	13.25	0.0000000
importance_teamwork	-0.44	0.21	-2.13	0.0339140
prof_post_teamwork	0.21	0.20	1.03	0.3049109
prof_prae_teamwork	-0.29	0.08	-3.90	0.0001067
dev_teamwork	-0.09	0.19	-0.49	0.6244983

*Table 21: Regression Results for Independent Research Skills (Schweighart, 2021)*

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	0.45	1.48	0.30	0.76315062
roleRep	0.36	0.15	2.47	0.01396031
roleRev	0.73	0.15	4.97	0.00000090
age	0.36	0.09	4.08	0.00005105
importance_research	1.32	0.30	4.36	0.00001566
prof_post_research	-2.16	0.40	-5.34	0.00000013
prof_prae_research	-0.85	0.13	-6.31	0.00000000
dev_research	1.86	0.37	5.07	0.00000054



*Table 22: Regression Results for Scientific Reasoning Skills (Schweighart, 2021)*

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-6.90	1.74	-3.96	0.00008648
roleRep	0.43	0.15	2.79	0.00548096
roleRev	0.73	0.15	4.74	0.00000281
age	0.60	0.12	5.05	0.00000063
importance_reasoning	1.07	0.21	4.99	0.00000082
prof_post_reasoning	-0.31	0.13	-2.40	0.01676674
prof_prae_reasoning	-0.23	0.15	-1.59	0.11145954
dev_reasoning		-	-	-

*Table 23: Regression Results for Presentation Skills (Schweighart, 2021)*

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-5.27	1.23	-4.30	0.00001970
roleRep	0.36	0.15	2.41	0.01620572
roleRev	0.73	0.15	4.86	0.00000154
age	0.85	0.06	13.53	0.00000000
importance_presentation	-0.33	0.16	-2.09	0.03738902
prof_post_presentation	0.18	0.09	1.94	0.05304621
prof_prae_presentation	-0.26	0.08	-3.21	0.00139855
dev_presentation	-0.22	0.14	-1.66	0.09803643

*Table 24: Regression Results for Debating Skills (Schweighart, 2021)*

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-6.76	2.35	-2.88	0.00416394
roleRep	0.36	0.15	2.48	0.01334130
roleRev	0.73	0.15	5.00	0.00000076
age	0.91	0.07	12.74	0.00000000
importance_debating	0.33	0.59	0.57	0.56850407
prof_post_debating	0.24	0.12	2.02	0.04340459
prof_prae_debating	-0.23	0.07	-3.18	0.00152770
dev_debating	-1.27	0.23	-5.58	0.00000004



*Table 25: Regression Results for English Skills (Schweighart, 2021)*

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-6.83	0.93	-7.32	8.60960724E-13
roleRep	0.36	0.15	2.48	0.01336348
roleRev	0.73	0.15	5.00	0.00000077
age	0.70	0.05	13.09	0.00000000
importance_english	-0.63	0.12	-5.35	0.00000013
prof_post_english	0.28	0.14	2.01	0.04511322
prof_prae_english	0.45	0.15	2.93	0.00356195
dev_english	0.57	0.14	4.00	0.00007181

*Table 26: Regression Results for Self-Directed Learning Skills (Schweighart, 2021)*

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-4.34	1.27	-3.43	0.00066314
roleRep	0.27	0.16	1.70	0.09061880
roleRev	0.67	0.16	4.30	0.00002100
age	0.72	0.10	6.86	0.00000000
importance_self_learning	0.25	0.12	2.14	0.03324166
prof_post_self_learning	0.25	0.22	1.16	0.24804051
prof_prae_self_learning	-0.58	0.11	-5.07	0.00000056
dev_self_learning	-0.64	0.23	-2.83	0.00478459

*Table 27: Regression Results for Creativity (Schweighart, 2021)*

term	estimate	std.error	statistic	p.value
(Intercept)	-5.38	1.31	-4.10	0.00004647
roleRep	0.36	0.15	2.46	0.01432018
roleRev	0.73	0.15	4.95	0.00000098
age	0.75	0.06	12.99	0.00000000
importance_creativity	-0.03	0.11	-0.29	0.77473688
prof_post_creativity	0.55	0.18	3.05	0.00235545
prof_prae_creativity	-0.35	0.12	-2.94	0.00346858
dev_creativity	-0.64	0.26	-2.51	0.01249636