

Evaluationsbericht

Ergebnisse der wissenschaftlichen Evaluation der WRO in Deutschland (Langfassung)



Organisiert und in Auftrag gegeben von:



Unterstützt von:



Durchgeführt von:



Inhalt

1 Einleitung.....	2
1.1. Erster Überblick.....	2
1.2. Kategorien.....	2
1.3. Entwicklung seit 2012.....	3
2 Voraussetzungen.....	4
2.1. Motivation.....	4
2.2. Ziele.....	4
2.3. Studienablauf.....	5
2.4. Methodisches Vorgehen.....	6
3 Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse.....	7
3.1 Teilstudie 1: Befragung zur Kompetenzentwicklung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.....	7
3.2 Teilstudie 2: Befragung ehemaliger Teilnehmerinnen und Teilnehmer (Alumni) zum Einfluss der WRO auf ihre Studien- und Berufswahl.....	9
4 Ergebnisse.....	10
4.1 Teilstudie 1: Befragung zur Kompetenzentwicklung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.....	10
4.1.1 Rücklaufquoten.....	10
4.1.2 Deskriptive Beschreibung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.....	11
4.1.3 Ergebnisse.....	17
4.2 Teilstudie 2: Befragung ehemaliger Teilnehmerinnen und Teilnehmer (Alumni) zum Einfluss der WRO auf ihre Studien- und Berufswahl.....	48
4.2.1 Rücklaufquoten.....	48
4.2.2 Deskriptive Beschreibung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.....	48
4.2.3 Ergebnisse.....	53
Anhang.....	58

1 Einleitung

1.1. Erster Überblick

Die World Robot Olympiad (WRO, <https://www.worldrobotolympiad.de/>) ist ein internationaler Roboterwettbewerb, der Kinder und Jugendliche für Naturwissenschaft und Technik begeistern möchte. In 2er oder 3er Teams erarbeiten die Schülerinnen und Schüler Lösungen für jährlich wechselnde Aufgaben. Dazu bauen und programmieren sie einen LEGO MINDSTORMS-Roboter (in den Kategorien Regular und Football) oder entwickeln ein Robotersystem (auch) mithilfe anderer Microcontrollersysteme, wie z. B. RaspberryPi oder Arduino (Kategorie Open). Schülerinnen und Schüler im Alter von 6 – 19 Jahre können bei der WRO teilnehmen. Sie werden dabei pro Team von mindestens einem Team-Coach begleitet.¹

1.2. Kategorien

Die Schülerinnen und Schüler können in drei Kategorien teilnehmen:

- **Regular Category:** In der Regular Category bauen die Schülerinnen und Schüler aus dem LEGO MINDSTORMS System einen Roboter, der vorgegebene Aufgaben auf einem ca. 3m² großen Tisch löst. Dabei gibt es unterschiedliche Parcours je nach Altersgruppe (Starter: 6 – 12 Jahre (mit vereinfachten Aufgaben), Elementary: 6 – 12 Jahre, Junior: 13 – 15 Jahre, Senior: 16 – 19 Jahre). Ein Beispiel für eine Aufgabe aus der Saison 2019: Smart Cities (Junior) zeigt Abb. 1.:

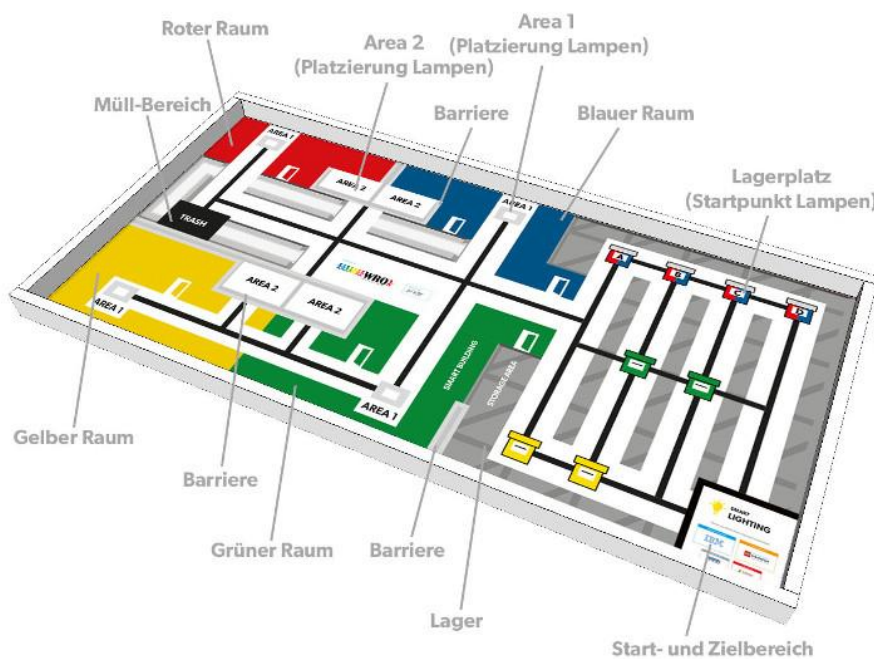


Abbildung 1: Die Aufgabe Smart Lightning der Altersgruppe Junior der Regular Category in der Saison 2019: Smart Cities

¹ Weitere Informationen zu den Kategorien der WRO finden sich unter: <https://www.worldrobotolympiad.de/world-robot-olympiad/>.

- **Football Category:** In der Football Category entwickeln die Schülerinnen und Schüler zwei Roboter pro Team, die gegeneinander im Roboterfußball antreten. Dazu nutzen die Roboter Kompass- und Infrarotsensoren zur Navigation bzw. Ballerkennung. In dieser Kategorie gibt es zwei Altersgruppen: Einsteiger (8 – 15 Jahre) und Traditionell (8 – 19 Jahre). Zudem wurde auch in dieser Kategorie 2018 ein Starter-Programm eingeführt, das die Kinder und Jugendliche langsam heranführen soll. In diesem spielen lediglich ein Roboter pro Team gegeneinander.
- **Open Category:** In der Open Category entwickeln die Schülerinnen und Schüler ein Robotermodell zum Thema der aktuellen Saison. Dabei ist den Teams bzgl. des Robotermodells lediglich hinsichtlich der Größe der Teambereichs (2m³) eine Grenze gesetzt. Sie dürfen neben dem LEGO MINDSTORMS-System auch weitere Microcontrollersysteme, wie z. B. RaspberryPi oder Arduino verwenden. Neben der Art des Systems kann auch die Anzahl der Microcontroller sowie die Software frei gewählt werden. Am Wettbewerbstag wird das Studie des Teams vor einer Fachjury präsentiert und von dieser bewertet.

1.3. Entwicklung seit 2012

Seit der Übernahme der WRO in Deutschland durch den Verein TECHNIK BEGEISTERT e.V. verzeichnet das Programm ein stetiges Wachstum an Teilnehmerzahlen. So ist die Anzahl an teilnehmenden Teams von 32 Teams (in der Regular Category) im Jahr 2012 auf 683 Teams (Regular Category: 573 Teams, Football Category: 43 Teams, Open Category: 67 Teams) im Jahr 2019 gestiegen. Dies entspricht 2298 Mädchen und Jungen, die die WRO 2019 erreicht hat. Durch weitere Umfragen und Erhebungen zeigt sich zudem, dass mit den Angeboten der WRO in etwa doppelt so viele Kinder und Jugendliche (4136) erreicht wurden. Diese nehmen z. B. an Roboter-AGs von Schulen teil, aber gehen noch nicht zu den Wettbewerben der WRO.

Neben der Anzahl an Teilnehmern hat sich auch die Anzahl an Regionalwettbewerben seit 2012 gesteigert. Von zwei Regionalwettbewerben im Jahr 2012 erhöhte sich die Anzahl auf 34 Regionalwettbewerbe im Jahr 2019.

Die meisten Teams kommen dabei aus den Bundesländern Nordrhein-Westfalen (203 Teams, 26,5%), Baden-Württemberg (134, 17,49%) und Bayern (108 Teams, 14,1%).²

² Bei den hier verwendeten Zahlen handelt es sich um Angaben des Vereins und noch keine, die im Rahmen der Evaluationsstudie erhoben wurden. Die in 1.3. genannten und weitere Statistiken finden sich unter: <https://www.worldrobotolympiad.de/world-robot-olympiad/statistik>

2 Voraussetzungen

2.1. Motivation

Obwohl in den vergangenen Jahren bereits regelmäßig Feedback über die WRO bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern mittels Online-Umfragen eingeholt wurde³, fand bisher noch keine wissenschaftliche Programmevaluation statt. Diese ist unter anderem aus den folgenden Gründen interessant:

- Die Organisation und Durchführung der WRO ist ein sehr zeit- und kostenaufwendiges Unterfangen. Dabei zeigen die jährlichen Finanzberichte der WRO, dass die Haupteinnahmequelle des Vereins Sponsorengelder sowie Spenden und Zuschüsse sind.³ Der Verein ist also maßgeblich von Einnahmen durch Sponsoren und Spenden abhängig. Als Voraussetzung für finanzielle Unterstützung ist allerdings häufig ein Nachweis über die Erreichung der gesetzten Ziele des Programms und somit dessen Wirkung wichtig. Dieser Nachweis soll mit dieser Evaluationsstudie erbracht werden.
- Aus informatikdidaktischer Sicht bietet die Robotik einen motivierenden und handlungsorientierten Zugang zur Informatik, der vermehrt gezeigt hat, dass er Schülerinnen und Schüler auf kognitiver und affektiver Ebene im Sinne des Fachgebiets fördern kann⁴. Viele dieser Untersuchungen zeigen oft allerdings lediglich kurzfristige Effekte und sind daher nur wenig aussagekräftig bzgl. nachhaltiger Effekte. Konkret langfristig angelegte Programme wie die WRO sind selten Gegenstand solcher Untersuchungen. Zudem stellt die WRO einen außerschulischen Lernort für den Informatikunterricht dar. Eine wissenschaftliche Evaluation erlaubt daher ggf. auch Schlüsse für schulische Bildung in Informatik ziehen zu können. Aus diesen Gründen ist diese Evaluationsstudie aus informatikdidaktischer Sicht sehr interessant.

2.2. Ziele

Zur erfolgreichen Durchführung einer Evaluationsstudie müssen die zu überprüfenden Ziele vorher klar definiert werden. Neben der reinen Steigerung der Motivation und Interesses der Kinder und Jugendlichen im MINT-Bereich, ist es ebenfalls das Ziel der WRO, die Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler positiv zu beeinflussen. Dies betrifft vor allem sog. „21st Century skills“⁵, die die Kinder und Jugendlichen brauchen, um in der Arbeitswelt von morgen bestehen zu können. Trilling und Fadel (2012) beschreiben in ihrem Framework, was sie unter 21st century skills verstehen und teilen diese in verschiedene Bereiche ein (vgl. Abb. 2).

³ Einige Ergebnisse der Online-Umfragen und eine Übersicht der Finanzen finden sich in den entsprechenden Jahresberichten von TECHNIK BEGEISTERT e.V. unter: <https://www.worldrobotolympiad.de/technik-begeistert-ev/transparenz>

⁴ S. z. B. hier:

- Benitti, F. (2012): „Exploring the educational potential of robotics in schools: A systematic review“. In: Heller, R., Nussbaum, M, Tsai, C. (eds.): *Computers & Education*. 58(3). Amsterdam: Elsevier Science. pp. 978 – 988.
- Apiola, M., Lattu, M., Pasanen, T. (2010): „Creativity and Intrinsic Motivation in Computer Science Education: Experimenting with Robots“. In: Laxer, C. (ed.): *Proceedings of the 15th annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITICSE'10, Ankara)*. New York: ACM. pp. 199 – 203.

⁵ Weitere Informationen zu den Zielen der WRO finden sich unter: <https://wro-association.org/association/introduction/>

Einige wichtige Kompetenzen, deren Förderung sich auch die WRO zum Ziel gesetzt hat, sind gutes Teamwork, eine hohe Kommunikationsfähigkeit sowie eine ausgeprägte Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit.⁶

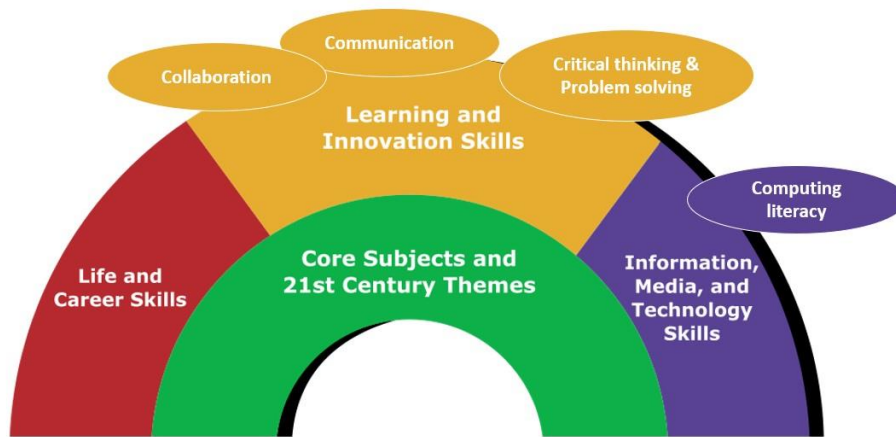


Abbildung 2: 21st century skills nach Trilling und Fadel (2012)

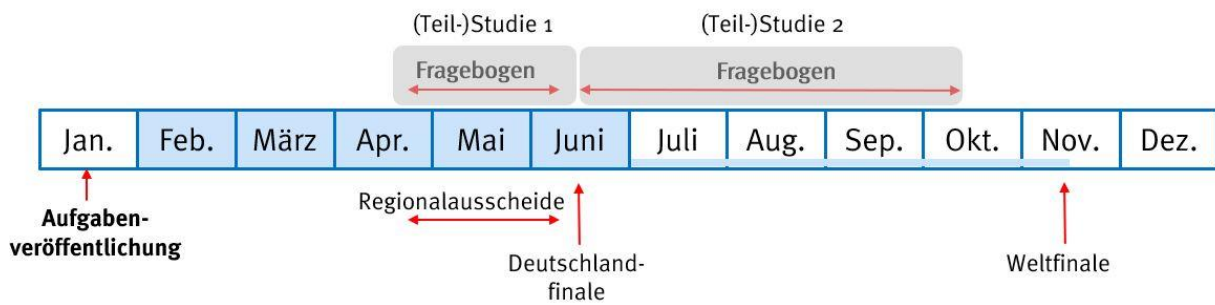
In Gesprächen mit dem Verein TECHNIK BEGEISTERT e.V. ergaben sich folgende Ziele, die im Rahmen der Evaluationsstudie überprüft werden sollten:

- Allgemeine Fragen (z. B. demografische Daten, Fragen zur aktuellen Saison, Fragen zur Vorbereitungsphase, etc.)
- Fragen zur Kompetenzentwicklung der Kinder und Jugendlichen in folgenden Bereichen
 - Bauen eines Roboters
 - Programmieren eines Roboters
 - Teamwork
 - Kommunikationsfähigkeit
 - Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit
- Einfluss der Teilnahme der WRO auf Studien- bzw. Berufswahl von ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmern

2.3. Studienablauf

Um die oben genannten Ziele überprüfen zu können, wurden zwei Teilstudien konzipiert. Die erste Teilstudie widmet sich der Überprüfung der allgemeinen Fragen und der Fragen zur Kompetenzentwicklung der Schülerinnen und Schüler. Die zweite Teilstudie widmet sich der Befragung ehemaliger Teilnehmerinnen und Teilnehmer (Alumni) zum Einfluss der WRO auf deren Studien- bzw. Berufswahl. Der zeitliche Ablauf ist in Abb. 3 dargestellt.

⁶ Weitere Informationen zu 21st century skills finden sich z. B. bei Trilling, B., Fadel, C. (2012): *21st Century Skills: Learning for Life in our Times*. San Francisco: Wiley.



World Robot Olympiad (WRO) 2019



Abbildung 3: Zeitlicher Ablauf der Evaluationsstudie

2.4. Methodisches Vorgehen

In der ersten Teilstudie wurden die Team-Coaches der Teams bei den jeweiligen Regionalwettbewerben mittels eines Paper-Pencil-Fragebogens⁷ befragt. Der Zeitraum der Befragung erstreckte sich vom 04.05.2019 (erster Regionalwettbewerb in Leonberg) bis zum 08.06.2019 (letzter Regionalwettbewerb in Menden (Sauerland)). Neben allgemeinen Fragen (z. B. demografische Daten, Fragen zur aktuellen Saison, Fragen zur Vorbereitungsphase, etc.) sollten die Team-Coaches eine Fremdeinschätzung über die Kompetenzentwicklung ihres Teams (im vorher-nachher-Vergleich) geben.

In der zweiten Teilstudie wurden die ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer direkt mittels Online-Fragebogen befragt. Die Datenerhebung erfolgte auf selbstselektiver Basis. Der Zeitraum erstreckte sich vom 25.06.2019 (erster Tag des Deutschlandfinales) bis Mitte September 2019. Dieser Fragebogen fokussierte auf dem Einfluss der Teilnahme der WRO auf Studien- bzw. Berufswahl von ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmern.

⁷ Die Fragebögen zu beiden Teilstudien finden sich im Anhang.

3 Zusammenfassung der zentralen Ergebnisse

3.1 Teilstudie 1: Befragung zur Kompetenzentwicklung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer

- 60 % aller Teams (413 von 683) nahmen an der Befragung zur Kompetenzentwicklung teil (Rücklaufquote), davon sind 85 % aus der Regular Category, 11 % aus der Open Category und 4 % aus der Football Category.
- 413 Teams entsprechen 1053 Schülerinnen und Schülern, deren Team-Coaches an der Evaluationsstudie teilnahmen, davon 83 % Jungen und 15 % Mädchen (2 % ohne Angabe eines Geschlechts).
- 38,5 % der Teams nahmen bereits mind. einmal an der WRO teil (15,2 % am Deutschlandfinale und 3,3 % am Weltfinale). 60,3% der Teams nahmen zum ersten Mal teil.
- Im Durchschnitt arbeiten die Teams ca. zwei bis vier Std. pro Woche an den Aufgaben der WRO.
- 84,7 % der Teams verwenden die Ev3-G / NXT-G (LEGO-Software) zur Programmierung ihrer Roboter.
- Durch ihre Teilnahme an der WRO zeigt sich bei den Schülerinnen und Schülern in ... der Fälle eine positive Kompetenzentwicklung
 - Bauen eines Roboters: 79 %
 - Programmieren eines Roboters: 77 %
 - Teamwork: 74 %
 - Kommunikationsfähigkeit: 74 %
 - Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit: 79 %⁸⁹

⁸ Hierbei (sowie in allen Ergebnissen der ersten Teilstudie) handelt es sich nicht um die direkte gemessene Kompetenzentwicklung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer (z. B. durch Tests), sondern um eine Fremdeinschätzung der Kompetenzentwicklung eines Teams durch die jeweiligen Team-Coaches.

⁹ Die Berechnung der Unterschiede (Kruskal-Wallis-Tests) (bzw. Zusammenhänge (Korrelationsanalysen)) mehrerer Gruppen wurde mithilfe der mittleren normalisierten Kompetenzentwicklung (Hake's g) berechnet, d.h. mehrere Gruppen werden anhand ihrer relativen Kompetenzentwicklung unterschieden:

$$\text{Hake's } g = \frac{\text{post score} - \text{pre score}}{\text{maxscore} - \text{pre score}}$$

Diese setzt die erzielte Kompetenzentwicklung ins Verhältnis zur theoretisch möglichen Kompetenzentwicklung. Da in einigen Fällen trotz eines fehlenden Unterschieds in der relativen Kompetenzentwicklung Unterschiede im Median vorher (d.h. den Vorkenntnissen der Teilnehmerinnen und Teilnehmern) zu finden sind, werden dort auch diese Unterschiede verglichen (Kruskal-Wallis-Tests) und berichtet.

Neben der relativen Kompetenzentwicklung kann auch die Effektstärke (wie in der Auswertung berichtet) als Maß für die Bedeutung des Ergebnisses herangezogen werden. Als gängiges Maß hierfür wird Cohen's d verwendet, das ein Maß für den standardisierten Unterschied der Mittelwerte zweier Gruppen ist und die Effektstärke in schwache Effekte (ab 0,2), mittlere Effekte (ab 0,5) und starke Effekte (ab 0,8) einteilt. Daneben existieren auch andere Maße für Effektstärke, die ggf. Anwendung (bei bestimmten statistischen Verfahren) finden.

Zudem wird in dieser Zusammenfassung das Maß der *Common Language Effect Size* (CLES) benutzt. Dies soll statistischen Laien einen Eindruck über die Effektstärke vermitteln. Es drückt die Wahrscheinlichkeit aus, mit der ein zufällig aus der einen Gruppe gezogener Fall einen höheren Wert hat als ein zufällig gezogener Fall aus der anderen Gruppe. Die mit diesem Maß gemessenen Effektstärken lassen sich in schwache (ab 53 %), mittlere (ab 58 %) und starke (ab 62 %) Effekte untergliedern. CLES und Cohen's d lassen sich mathematisch ineinander überführen.

- Im Vergleich der Vorkenntnisse der Schülerinnen und Schüler zeigen sich folgende Unterschiede (bzw. Zusammenhänge):
 - Altersklasse: Jüngere Altersklassen (d.h. Starter und Elementary (in der Regular und Open Category)) zeigen niedrigere Vorkenntnisse auf als ältere Altersklassen. Bzgl. der Vorkenntnisse findet ein großer Sprung von der Altersklasse „Elementary“ zu „Junior“ statt.
 - Erfahrung (gemessen an der Anzahl bisheriger Teilnahmen an der WRO): Schwache Effekte finden sich bei dem Zusammenhang von Erfahrung der Teams und den Vorkenntnissen in den Bereichen „Bauen eines Roboters“, „Teamwork“, „Kommunikationsfähigkeit“ sowie Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit). Ein mittlerer Effekt zeigt sich bei dem Zusammenhang der Erfahrung und den Vorkenntnissen im Bereich „Programmieren eines Roboters“. Hier weisen weniger erfahrene Teams niedrigere Vorkenntnisse auf als erfahrenere.
 - Geschlecht: Schwache bis mittlere Effekte finden sich bei den Unterschieden zwischen Teams, die entweder komplett oder zumindest teilweise aus Mädchen bestehen, in den Bereichen „Bauen- sowie Programmieren eines Roboters“ und „Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit“. Hier weisen erstere niedrigere Vorkenntnisse auf. In den Bereichen „Teamwork“ und „Kommunikationsfähigkeit“ zeigen sich keine Unterschiede.
 - Erfolg: Ein schwacher Zusammenhang zwischen dem Erfolg der Teams (gemessen am relativen Anteil der erzielten Punkte (in %) am Regionalwettbewerb) und den Vorkenntnissen zeigt sich nur im Bereich „Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit“.
- Im Vergleich der relativen Kompetenzentwicklung zeigen sich folgende Unterschiede (bzw. Zusammenhänge):
 - Kategorien: Im Vergleich der Kategorien werden die Bereiche „Bauen- sowie Programmieren eines Roboters“ besonders in der Regular Category gefördert, wohingegen der Bereich „Kommunikationsfähigkeit“ besonders in der Open Category gefördert wird. Bzgl. den Bereichen „Teamwork“ und „Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit“ finden sich keine Unterschiede.
 - Altersklasse, Erfahrung und Geschlecht: Hier finden sich in allen Bereichen keine Unterschiede bzgl. der relativen Kompetenzentwicklung.
 - Erfolg: Im Vergleich des Erfolgs der Teams und deren relativer Kompetenzentwicklung zeigt sich nur im Bereich „Kommunikationsfähigkeit“ ein schwacher Zusammenhang.
- Insgesamt lässt sich also positiv hervorheben, dass es bzgl. der relativen Kompetenzentwicklung keine Unterschiede (bzw. Zusammenhänge) im Vergleich der Altersklassen, der unterschiedlich erfahrenen Teams, der Teams nach Geschlecht und der unterschiedlich erfolgreichen Teams (außer den schwachen Effekt im Bereich „Kommunikationsfähigkeit“) gibt, auch wenn es Unterschiede (bzw. Zusammenhänge) hinsichtlich der Vorkenntnisse gibt. Somit tritt hier kein „Decklungseffekt“ ein und die Schülerinnen und Schüler können auch in unterschiedlichen Altersklassen, unabhängig von deren Erfahrung, unabhängig von Geschlecht und unabhängig von Erfolg ihre Kompetenzen entwickeln.

3.2 Teilstudie 2: Befragung ehemaliger Teilnehmerinnen und Teilnehmer (Alumni) zum Einfluss der WRO auf ihre Studien- und Berufswahl

- 62 ehemalige Teilnehmerinnen und Teilnehmer nahmen an der Befragung zum Einfluss der WRO auf ihre Studien- und Berufswahl teil.
- Die ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer schätzen die Kompetenz „Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit“ um 15 % relevanter für ihre (zukünftige) Arbeitswelt ein als den Durchschnitt der anderen Kompetenzen. Darauf folgen die Kompetenz „Teamwork“ (+14 %) und „Kommunikationsfähigkeit“ (+12 %).
- Die ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer beurteilen den Einfluss der WRO auf ihre allgemeine schulische Motivation als eher schwach bis neutral. Den Einfluss auf die schulische Motivation bzgl. Informatik und Technik beurteilen sie als eher stark bis stark.
- Das Selbstkonzept und Interesse bzgl. Informatik und Technik der ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer wird durch die Teilnahme an der WRO stark positiv beeinflusst.
- Das Selbstkonzept und Interesse sind wichtige Prädiktoren für die (spätere) Studien- und Berufswahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Durch den starken positiven Einfluss auf das Selbstkonzept sowie das Interesse durch die WRO nimmt sie also indirekt Einfluss auf die Studien- und Berufswahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer.

4 Ergebnisse

4.1 Teilstudie 1: Befragung zur Kompetenzentwicklung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer

4.1.1 Rücklaufquoten

In der Saison 2019: Smart Cities nahmen bei der WRO in allen Kategorien insgesamt 683 Teams teil (vgl. 1.3). In der ersten Teilstudie wurden bei allen Regionalwettbewerben die Team-Coaches gebeten, an der Befragung teilzunehmen. Die Rücklaufquote liegt bei 60% (413 Teams, 1053 Schülerinnen und Schüler). Eine Aufteilung der Rücklaufquote nach Wettbewerb (und Kategorie) ergibt folgendes Ergebnis:

Tabelle 1: Rücklaufquote nach Wettbewerbsort und Kategorie

Wettbewerbsort	Kategorie	Anzahl angemeldeter Teams	Anzahl teilnehmender Teams	Rücklaufquote (in %)
Aurich	Open	2	1	50
	Regular	13	10	77
Bad Homburg	Regular	5	5	100
Baden-Baden	Regular	7	7	100
Berlin	Open	15	15	100
	Regular	8	7	88
Böblingen-Schönaich	Open	4	3	75
	Regular	31	30	97
Buchloe	Regular	16	12	75
Chemnitz	Regular	21	12	57
Dortmund	Football	12	0	0
	Regular	22	2	9
Duisburg	Regular	30	13	43
Freising	Regular	41	10	24
Friedrichshafen	Open	5	5	100
	Regular	9	9	100
Gießen	Open	5	5	100
	Football	5	5	100
Gronau-Epe	Regular	26	19	73
Haßloch	Regular	34	35	97
Heidelberg	Regular	13	12	92
Ingelheim	Open	5	1	20
	Regular	9	7	78
Köln	Regular	27	20	74
Kreis Unna	Open	7	5	71
	Regular	3	0	0
Leonberg	Regular	13	13	100
Lingen	Football	14	0	0
	Regular	19	0	0
Menden	Open	7	5	71
	Regular	1	1	100
Nordhorn	Open	5	0	0
Offenbach	Regular	39	31	79
Paderborn	Regular	31	22	71
Passau	Regular	11	11	100
Rüsselsheim	Football	12	12	100
Schwäbisch Gmünd	Regular	28	18	64
Schweinfurt	Regular	23	17	74
Stadthagen	Regular	37	0	0
Trier	Regular	11	10	91

Wahlstedt	Open	12	6	50
	Regular	32	10	31
Waldkirch	Regular	12	8	67
		683	413	60

Somit ergeben sich Rücklaufquoten für die einzelnen Kategorien von 61 % (350 von 573) für die Regular Category, 40% (17 von 43) für die Football Category und 69 % (46 von 67) für die Open Category.

4.1.2 Deskriptive Beschreibung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer

Für die erste Teilstudie lassen sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wie folgt deskriptiv beschreiben:

Frage: In welcher Altersgruppe (Starter, Elementary, Junior, Senior (Regular, Open) bzw. Starter, Traditionell (Football)) nimmt ihr Team teil?

Auswertung (nach Kategorie):

Tabelle 2: Teams nach Kategorie

	Regular Category	Open Category	Football Category	N
Anzahl	350 (85 %)	46 (11 %)	17 (4 %)	413

Tabelle 3: Teams nach Altersgruppe und Kategorie (Regular und Open)

	Starter	Elementary	Junior	Senior	N
Regular Category	44 (13 %)	84 (24 %)	145 (41 %)	77 (22 %)	350
Open Category		15 (33 %)	18 (40 %)	12 (27 %)	45
	44 (11 %)	99 (25 %)	163 (41 %)	89 (23 %)	395

Tabelle 4: Teams nach Altersgruppe und Kategorie (Football)

	Starter	Traditionell	N
Football Category	5 (29 %)	12 (71 %)	17

Ein Team hat diese Frage nicht beantwortet.

Frage: Welchem Typ Organisation (Schule, Privat, Kooperation mit Universität, etc., Sonstiges) gehören die Teams an?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 2: Anzahl der Teams nach Typ

	Schule	Privat	Kooperation mit Universität, etc.	Sonstiges	Gesamt
Anzahl	313 (76 %)	37 (9 %)	22 (5 %)	39 (9 %)	411

Auswertung (nach Kategorie):

Tabelle 3: Anzahl der Teams nach Typ und Kategorie

	Schule	Privat	Kooperation mit Universität, etc.	Sonstiges	Gesamt
Regular Category	262 (75 %)	34 (10 %)	17 (5 %)	37 (11 %)	350
Open Category	39 (85 %)	2 (4 %)	4 (9 %)	1 (2 %)	46
Football Category	13 (76 %)	1 (6 %)	2 (12%)	1 (6 %)	17
	313 (76 %)	37 (9 %)	22 (5 %)	39 (9 %)	411

Zwei Teams haben diese Frage nicht beantwortet.

Frage: Aus welchem Bundesland kommen die Teams?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 4: Anzahl der Teams nach Bundesland

Bundesland	Anzahl	Anteil (in %)
Baden-Württemberg	103	25
Bayern	55	14
Berlin	14	3
Brandenburg	2	0
Bremen	3	1
Hamburg	0	0
Hessen	50	12
Mecklenburg-Vorpommern	0	0
Niedersachsen	13	3
Nordrhein-Westfalen	83	20
Rheinland-Pfalz	51	13
Saarland	2	0
Sachsen	12	3
Sachsen-Anhalt	4	1
Schleswig-Holstein	13	3
Thüringen	1	0
	406	100

Auswertung (nach Kategorie):

Tabelle 8: Anzahl der Teams nach Bundesland und Kategorie

Bundesland	Regular Category	Open Category	Football Category
Baden-Württemberg	93 (27 %)	8 (18 %)	2 (12 %)
Bayern	55 (16 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Berlin	3 (1 %)	11 (24 %)	0 (0 %)
Brandenburg	1 (0 %)	1 (2 %)	0 (0 %)
Bremen	1 (0 %)	2 (4 %)	0 (0 %)
Hamburg	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Hessen	40 (12 %)	0 (0 %)	10 (59 %)
Mecklenburg-Vorpommern	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Niedersachsen	12 (3 %)	1 (0 %)	0 (0 %)
Nordrhein-Westfalen	68 (20 %)	15 (33 %)	0 (0 %)
Rheinland-Pfalz	45 (13 %)	1 (2 %)	5 (29 %)
Saarland	2 (1 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Sachsen	10 (3 %)	2 (4 %)	0 (0 %)
Sachsen-Anhalt	4 (1 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Schleswig-Holstein	9 (3 %)	4 (9 %)	0 (0 %)
Thüringen	1 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Ausland	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
	344	45	17

Sieben Teams haben bei dieser Frage nicht geantwortet.

Frage: Welche Schulart besuchen die Schülerinnen und Schüler der Teams?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 9: Anzahl der Schülerinnen und Schüler nach Schulart

	Gesamt- schule	Grundschule	Gymnasium	Mittelschule	Realschule	Σ
Anzahl	66 (7 %)	96 (10 %)	751 (75 %)	40 (4 %)	50 (5 %)	1003

Auswertung (nach Kategorie):

Tabelle 10: Anzahl der Schülerinnen und Schüler nach Schulart und Kategorie

	Gesamt- schule	Grundschule	Gymnasium	Mittelschule	Realschule	Σ
Regular Category	54 (6 %)	82 (9 %)	646 (74 %)	39 (4 %)	49 (6 %)	870
Open Category	9 (10 %)	13 (15 %)	64 (74 %)	0 (0 %)	1 (1 %)	87
Football Category	3 (7 %)	1 (2 %)	41 (89 %)	1 (2 %)	0 (0 %)	46
						1003

Für 50 Schülerinnen und Schüler fehlen diese Informationen.

Frage: Wieviele Jungen bzw. Mädchen sind in den Teams?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 11: Anzahl der Schülerinnen und Schüler nach Geschlecht

	Jungen	Mädchen	k.A.	Σ
Anzahl	874 (83 %)	163 (15 %)	16 (2 %)	1053

Auswertung (nach Kategorie):

Tabelle 12: Anzahl der Schülerinnen und Schüler nach Geschlecht und Kategorie

	Jungen	Mädchen	k.A.	Σ
Regular Category	740 (83 %)	143 (16 %)	13 (1 %)	896
Open Category	93 (85 %)	13 (12 %)	3 (3 %)	109
Football Category	41 (85 %)	7 (15 %)	0 (0 %)	48
				1053

Frage: Wie oft haben die Schülerinnen und Schüler mit ihrem Team bereits an der WRO bzw. an anderen Roboterwettbewerben wie der FIRST LEGO League o.ä. teilgenommen?

Auswertung (gesamt):

WRO:

Tabelle 13: Durchschnittliche Anzahl an Teilnahmen nach Runde der WRO

	0x	1x	2x	3x	≥3x	k.A.	Σ
Regionalwettbewerb	249 (60,3 %)	92 (22,3 %)	36 (8,7 %)	16 (3,9 %)	15 (3,6 %)	5 (1,2 %)	413
Deutschlandfinale	344 (83,3 %)	40 (9,7 %)	16 (3,9 %)	6 (1,5 %)	1 (0,2 %)	6 (1,5 %)	413
Weltfinale	393 (95,2 %)	9 (2,2 %)	5 (1,2 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	6 (1,5 %)	413

FIRST LEGO League, o.ä.:

Tabelle 14: Durchschnittliche Anzahl an Teilnahmen nach Runde der FIRST LEGO League, o.ä.

	0x	1x	2x	3x	>3x	k.A	Σ
1. Runde	292 (70,7 %)	56 (13,6 %)	22 (5,3 %)	13 (3,1 %)	22 (5,3 %)	8 (1,9 %)	413
2. Runde	373 (90,3 %)	19 (4,6 %)	11 (2,7 %)	4 (1 %)	1 (0,2 %)	5 (1,2 %)	413
3. Runde	398 (96,4 %)	5 (1,2 %)	3 (0,7 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	7 (1,7 %)	413

Auswertung (nach Kategorie):

WRO:

Tabelle 15: Durchschnittliche Anzahl an Teilnahmen nach Runde und Kategorie der WRO

	0x	1x	2x	3x	>3x	k.A	Σ
Regular Category							
Regionalwettbewerb	209 (59,7 %)	79 (22,6 %)	30 (8,6 %)	15 (4,3 %)	13 (3,7 %)	4 (1,1 %)	350
Deutschlandfinale	293 (83,7 %)	33 (9,4 %)	14 (4 %)	4 (1,1 %)	1 (0,3 %)	9 (1,4 %)	350
Weltfinale	334 (95,4 %)	6 (1,7 %)	5 (1,4 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	5 (1,4 %)	350
Open Category							
Regionalwettbewerb	31 (67,4 %)	9 (19,6 %)	2 (4,3 %)	1 (2,2 %)	1 (2,2 %)	1 (2,2 %)	46
Deutschlandfinale	39 (84,8 %)	4 (8,7 %)	2 (4,3 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (2,2 %)	46
Weltfinale	44 (95,7 %)	1 (2,2 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (2,2 %)	46
Football Category							
Regionalwettbewerb	9 (52,9 %)	4 (23,5 %)	4 (23,5 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	17
Deutschlandfinale	12 (70,6 %)	3 (17,6 %)	2 (11,8 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	17
Weltfinale	15 (88,2 %)	2 (11,8 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	17

FIRST LEGO League, o.ä.:

Tabelle 16: Durchschnittliche Anzahl an Teilnahmen nach Runde und Kategorie der FIRST LEGO League, o.ä.

	0x	1x	2x	3x	>3x	k.A	Σ
Regular Category							
1. Runde	244 (69,7 %)	54 (15,4 %)	16 (4,6 %)	11 (3,1 %)	18 (5,2 %)	7 (2 %)	350
2. Runde	319 (91,1 %)	14 (4 %)	11 (3,1 %)	2 (0,6 %)	0 (0 %)	4 (1,1 %)	350
3. Runde	340 (97,1 %)	3 (0,9 %)	2 (0,6 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	5 (1,4 %)	350
Open Category							
1. Runde	36 (78,3 %)	0 (0 %)	5 (10,9 %)	1 (2,2 %)	3 (6,6 %)	1 (2,2 %)	46
2. Runde	39 (84,8 %)	4 (8,7 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	1 (2,2 %)	46

Evaluationsbericht

3. Runde	42 (91,3 %)	2 (4,3 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	2 (4,3 %)	46
Football Category							
1. Runde	12 (70,6)	2 (11,8 %)	1 (5,9 %)	1 (5,9 %)	1 (5,9 %)	0 (0 %)	17
2. Runde	15 (88,2 %)	1 (5,9 %)	0 (0 %)	1 (5,9 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	17
3. Runde	16 (94,1 %)	0 (0 %)	1 (5,9 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)	17

4.1.3 Ergebnisse

Fragen zur aktuellen Saison (deskriptive Statistik):

Frage: Wie hat den Teams das Motto der Saison 2019: Smart Citites zugesagt?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 17: Anzahl der Antworten auf der Skala, Mittelwert und Standardabweichung

	1 (gar nicht zugesagt)	2	3	4	5 (sehr zugesagt)	k.A	Mittelwert	Standardabweichung
Anzahl	18 (4,4 %)	34 (8,2 %)	168 (40,7 %)	126 (30,5 %)	49 (11,9 %)	18 (4,4 %)	3,39	0,966

Das Motto der Saison 2019: Smart Citites hat den Teams eher zugesagt.

Auswertung (nach Kategorie):

Tabelle 18: Anzahl der Antworten auf der Skala, Mittelwert und Standardabweichung

	1 (gar nicht zugesagt)	2	3	4	5 (sehr zugesagt)	k.A	Mittelwert	Standardabweichung
Regular Category	13 (3,7 %)	23 (6,6 %)	156 (44,6 %)	107 (30,6 %)	39 (11,1 %)	12 (3,4 %)	3,4	0,917
Open Category	4 (8,7 %)	10 (21,7 %)	5 (10,9 %)	18 (39,1 %)	9 (19,6 %)	0 (0 %)	3,39	1,273
Football Category	1 (5,9 %)	1 (5,9 %)	7 (41,2 %)	1 (5,9 %)	1 (5,9 %)	6 (35,3 %)	3,0	1

Im Vergleich der Kategorien gibt es nur geringfügige Unterschiede, die sich als nicht signifikant herausstellten.

Frage: Wie gut ist die Umsetzung des Mottos der Saison 2019: Smart Cities in den Aufgaben der einzelnen Kategorien gelungen?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 19: Anzahl der Antworten auf der Skala, Mittelwert und Standardabweichung

	1 (gar nicht gelungen)	2	3	4	5 (sehr gut gelungen)	k.A	Mittelwert	Standardabweichung
Anzahl	16 (3,9 %)	38 (9,2 %)	134 (32,4 %)	150 (36,3 %)	58 (14 %)	17 (4,1 %)	3,49	0,9

Die Umsetzung des Mottos der Saison 2019: Smart Cities ist nach Einschätzung der Tea-Coaches eher gut gelungen.

Auswertung (nach Kategorie):

Tabelle 20: Anzahl der Antworten auf der Skala, Mittelwert und Standardabweichung

	1 (gar nicht zugesagt)	2	3	4	5 (sehr zugesagt)	k.A	Mittelwert	Standardabweichung
Regular Category	14 (4 %)	35 (10%)	111 (31,7 %)	134 (38,3 %)	47 (13,4 %)	9 (2,6 %)	3,48	0,90
Open Category	1 (2,2 %)	2 (4,3 %)	20 (43,5 %)	13 (28,3 %)	10 (21,7 %)	0 (0 %)	3,63	0,951
Football Category	1 (5,9 %)	1 (5,9 %)	3 (17,6 %)	3 (17,6 %)	1 (5,9 %)	8 (47,1 %)	3,22	1,202

Im Vergleich der Kategorien gibt es nur geringfügige Unterschiede, die sich als nicht signifikant herausstellten.

Frage: Wie stark trägt das Mottos der Saison 2019: Smart Cities etwas dazu bei, dass die Schülerinnen und Schüler etwas zu diesem Thema lernen?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 21: Anzahl der Antworten auf der Skala, Mittelwert und Standardabweichung

	1 (gar nicht gelungen)	2	3	4	5 (sehr gut gelungen)	k.A	Mittelwert	Standardabweichung
Anzahl	107 (25,9 %)	125 (30,3 %)	91 (22 %)	51 (12,3 %)	20 (4,8 %)	19 (4,6 %)	2,37	1,159

Das Motto der Saison 2019: Smart Citites trägt nach Einschätzung der Team-Coaches eher wenig dazu bei, dass die Schülerinnen und Schüler etwas zu diesem Thema lernen.

Auswertung (nach Kategorie):

Tabelle 22: Anzahl der Antworten auf der Skala, Mittelwert und Standardabweichung

	1 (gar nicht zugesagt)	2	3	4	5 (sehr zugesagt)	k.A	Mittelwert	Standardabweichung
Regular Category	105 (30 %)	114 (32,6 %)	83 (23,7 %)	27 (7,7 %)	9 (2,6 %)	12 (3,4 %)	2,17	1,043
Open Category	0 (0 %)	9 (19,6 %)	6 (13 %)	20 (43,5 %)	11 (23,9 %)	0 (0 %)	3,72	1,047
Football Category	2 (11,8 %)	2 (11,8 %)	2 (11,8 %)	4 (23,5 %)	0 (0 %)	7 (41,2 %)	2,80	1,229

Im Vergleich der Kategorien trug das Motto der Saison 2019: Smart Cities nach Einschätzung der Team-Coaches in der Open Category signifikant mehr dazu bei, dass die Schülerinnen und Schüler etwas lernen als in der Regular und Football Category.

Fragen zur Vorbereitungsphase (deskriptive Statistik)

Frage: Wieviel Zeit investieren Teams durchschnittlich pro Woche in die Vorbereitung auf die WRO?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 23: Anzahl der durchschnittlichen wöchentlichen Zeit für die Vorbereitung

	<2 Std.	2-4 Std.	4-6 Std.	6-8 Std.	>8 Std.	k.A.	N	Mittelwert	Standard-abweichung
Anzahl	128 (31 %)	215 (52,1 %)	42 (10,2 %)	8 (1,9 %)	12 (2,9 %)	8 (1,9 %)	413	1,92	0,872

Die Teams investieren durchschnittlich ca. zwei bis vier Stunden pro Woche in die Vorbereitung auf die WRO.

Auswertung (nach Kategorie):

Tabelle 24: Anzahl der durchschnittlichen wöchentlichen Zeit für die Vorbereitung nach Kategorie

	<2 Std.	2-4 Std.	4-6 Std.	6-8 Std.	>8 Std.	k.A.	N	Mittelwert	Standard-abweichung
Regular Category	122 (34,9 %)	180 (51,4 %)	29 (8,3 %)	6 (1,7 %)	7 (2 %)	6 (1,7 %)	350	1,83	0,814
Open Category	5 (10,9 %)	26 (56,5 %)	11 (23,9 %)	2 (4,3 %)	2 (4,3 %)	0 (0 %)	46	2,35	0,9
Football Category	1 (5,9 %)	9 (52,9 %)	2 (11,8 %)	0 (0 %)	3 (17,6 %)	2 (11,8 %)	17	2,67	1,291

Im Vergleich der Kategorien investieren die Teams der Regular Category signifikant weniger Zeit in die Vorbereitung als die Teams der Open und Football Category.

Frage: Wie sah die Rollenverteilung in den Teams aus?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 25: Anzahl der Antworten auf der Skala, Mittelwert und Standardabweichung

	1 (sehr spezialisiert)	2	3	4	5 (sehr allgemein)	k.A.	N	Mittelwert	Standard-abweichung
Anzahl	63 (15,3 %)	102 (24,7 %)	90 (21,8 %)	58 (14 %)	59 (14,3 %)	41 (9,9 %)	413	2,86	0,95

Die Rollenverteilung der Teams ist weder sehr spezialisiert noch sehr allgemein, d.h. es gibt lediglich einen mittleren Grad an Spezialisierung.

Auswertung (nach Kategorie):

Tabelle 26: Anzahl der Antworten auf der Skala, Mittelwert und Standardabweichung nach Kategorie

	1 (sehr spezialisiert)	2	3	4	5 (sehr allgemein)	k.A.	N	Mittelwert	Standardabweichung
Regular Category	54 (15,4 %)	75 (21,4 %)	74 (21,1 %)	54 (15,4 %)	56 (16 %)	37 (10,6 %)	290	2,95	1,35
Open Category	5 (10,9 %)	20 (43,5 %)	13 (28,3 %)	4 (8,7%)	2 (4,3 %)	2 (4,3 %)	46	2,5	0,976
Football Category	4 (23,5 %)	7 (41,2 %)	3 (17,6 %)	0 (0 %)	1 (5,9 %)	2 (11,8 %)	17	2,13	1,06

Im Vergleich der Kategorien gibt es nur geringfügige Unterschiede, die sich als nicht signifikant herausstellten.

Frage: Welche Programmiersprachen benutzen die Teams?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 38: Verwendete Programmiersprachen

	Anzahl
Ev3-G / NXT-G (LEGO-Software)	350 (84,7 %)
NEPO (Open Roberta Lab)	2 (0,5 %)
Scratch 3	1 (0,2 %)
LeJOS	8 (1,9 %)
MonoBrick	0 (0 %)
C4ev3	0 (0 %)
EV3 Basic	22 (5,3 %)
ROBOTIC	1 (0,2 %)
Ev3dev (Go)	0 (0 %)
Ev3dev (Python)	3 (0,7 %)
Ev3dev (Java)	1 (0,2 %)
Ev3dev (C++)	1 (0,2 %)
Ev3dev (C)	3 (0,7 %)
Sonstiges	5 (1,2 %)
k.A.	16 (3,9 %)
	413

Die Teams nutzen zu 84,7 % die Ev3-G / NXT-G (LEGO-Software) zur Programmierung ihrer Roboter.

Auswertung (nach Kategorie):

Tabelle 27: Verwendete Programmiersprachen nach Kategorie

	Anzahl		
	Regular Category	Open Category	Football Category
Ev3-G / NXT-G (LEGO-Software)	310 (88,6 %)	25 (54,3 %)	15 (88,2 %)
NEPO (Open Roberta Lab)	1 (0,3 %)	1 (2,2 %)	0 (0 %)
Scratch 3	0 (0 %)	1 (2,2 %)	0 (0 %)
LeJOS	6 (1,7 %)	2 (4,3 %)	0 (0 %)
MonoBrick	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
C4ev3	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
EV3 Basic	12 (3,4 %)	8 (17,4 %)	2 (11,8 %)
ROBOTIC	1 (0,3 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Ev3dev (Go)	0 (0 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Ev3dev (Python)	3 (0,9 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Ev3dev (Java)	0 (0 %)	1 (2,2 %)	0 (0 %)
Ev3dev (C++)	1 (0,3 %)	0 (0 %)	0 (0 %)
Ev3dev (C)	0 (0 %)	3 (6,5 %)	0 (0 %)
Sonstiges	1 (0,3 %)	4 (8,7 %)	0 (0 %)
k.A.	15 (4,3 %)	1 (2,2 %)	0 (0 %)
	350	46	17
	413		

Im Vergleich der Kategorien nutzen die Teams der Regular und Football Category meistens die Ev3-G / NXT-G (LEGO-Software) zur Programmierung ihrer Roboter. Die Teams in der Open Category nutzen auch EV3Basic sowie sonstige Programmiersprachen. Dies kann z. B. an der Verwendung anderer Microcontrollersysteme (z. B. Arduino, RaspberryPi) liegen.

Fragen zur Ausgangslage (deskriptive Statistik)

Frage: Wie stark werden die nachfolgenden Kompetenzen durch die schulische Bildung der Schülerinnen und Schüler gefördert?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 28: Anzahl der Antworten auf der Skala, Mittelwert und Standardabweichung

	1	2	3	4	5	k.A.	N	Mittelwert	Standardabweichung
Bauen eines Roboters	176 (42,6 %)	65 (15,7 %)	45 (10,9 %)	70 (16,9 %)	33 (8 %)	24 (5,8 %)	413	2,16	1,462
Programmieren eines Roboters	129 (31,2 %)	61 (14,8 %)	43 (10,4 %)	98 (23,7 %)	58 (14 %)	24 (5,8 %)	413	2,58	1,588
Teamwork	14 (3,4 %)	50 (12,1 %)	111 (26,9 %)	132 (32 %)	73 (17,7 %)	33 (7,9 %)	413	3,53	1,388
Kommunikationsfähigkeit	4 (1 %)	38 (9,2 %)	98 (23,7 %)	154 (37,4 %)	89 (21,5 %)	33 (7,9 %)	413	3,48	1,332
Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit	9 (2,2 %)	46 (11,1 %)	117 (28,3 %)	121 (29,3 %)	87 (21,1 %)	33 (7,9 %)	413	3,34	1,383

Nach Einschätzung der Team-Coaches ist die Förderung der Kompetenz des Bauens und Programmierens eines Roboters durch deren schulische Bildung eher schwach, wohingegen die Förderung des Teamworks, der Kommunikationsfähigkeit und der Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit eher stark ist.

Auswertung (nach Kategorie):

Tabelle 29: Anzahl der Antworten auf der Skala, Mittelwert und Standardabweichung

	Kategorie	1	2	3	4	5	k.A.	N	Mittelwert	Standardabweichung
Bauen eines Roboters	Regular Category	155 (44,3 %)	55 (15,7 %)	38 (10,9 %)	59 (16,9 %)	24 (6,9 %)	19 (5,5 %)	350	2,11	1,429
	Open Category	15 (32,6 %)	9 (19,6 %)	5 (10,9 %)	9 (19,6 %)	5 (10,9 %)	3 (6,5 %)	46	2,37	1,54
	Football Category	6 (35,3 %)	1 (5,9 %)	2 (11,8 %)	2 (11,8 %)	4 (23,5 %)	2 (11,8 %)	17	2,47	1,875
Programmieren eines Roboters	Regular Category	113 (32,3 %)	51 (14,6 %)	34 (9,7 %)	83 (23,7 %)	49 (14 %)	20 (5,7 %)	350	2,57	1,592
	Open Category	11 (23,9 %)	9 (19,6 %)	7 (15,2 %)	10 (21,7 %)	7 (15,2 %)	2 (4,3 %)	46	2,72	1,53
	Football Category	5 (29,4 %)	1 (5,9 %)	2 (11,8 %)	5 (29,4 %)	2 (11,8 %)	2 (11,8 %)	17	2,53	1,736
Teamwork	Regular Category	12 (3,4 %)	45 (12,9 %)	100 (28,6 %)	111 (31,7 %)	54 (15,4 %)	28 (8 %)	350	3,2	1,366

	Open Category	2 (4,3 %)	3 (6,5 %)	10 (21,7 %)	13 (28,8 %)	15 (32,6 %)	3 (6,5 %)	46	3,59	1,454
	Football Category	0 (0 %)	2 (11,8 %)	1 (5,9 %)	8 (47,1 %)	4 (23,5 %)	2 (11,8 %)	17	33,47	1,586
Kommunikationsfähigkeit	Regular Category	3 (0,9 %)	34 (9,7 %)	84 (24 %)	132 (37,7 %)	71 (20,3 %)	26 (7,4 %)	350	3,46	1,329
	Open Category	1 (2,2 %)	3 (6,5 %)	11 (23,9 %)	17 (37 %)	12 (26,1 %)	2 (4,3 %)	46	3,65	1,251
	Football Category	0 (0 %)	1 (5,9 %)	3 (17,6 %)	5 (29,4 %)	6 (35,3 %)	2 (11,8 %)	17	3,59	1,622
Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit	Regular Category	6 (1,7 %)	43 (12,3 %)	101 (28,9 %)	99 (28,3 %)	73 (20,9 %)	28 (8 %)	350	3,32	1,375
	Open Category	3 (6,5 %)	3 (6,5 %)	12 (26,1 %)	13 (28,3 %)	12 (26,1 %)	3 (6,5 %)	46	3,41	1,454
	Football Category	0 (0 %)	0 (0 %)	4 (23,5 %)	9 (52,9 %)	2 (11,8 %)	2 (11,8 %)	17	3,41	1,417

Im Vergleich der Kategorien gibt es nur geringfügige Unterschiede, die sich als nicht signifikant herausstellten.

Fragen zur Kompetenzentwicklung (schließende Statistik)

Zur Untersuchung der Kompetenzentwicklung¹⁰ wurden Skalen konstruiert. Eine Skala beschreibt dabei eine Sammlung mehrerer Items (d.h. einzelner Fragen) (Indikatoren) zu einer bestimmten Variablen (bzw. Konstrukt), die sich nicht direkt messen lässt. Nach vorgegebenen Regeln (z. B. Mittelwertbildung) wird aus den Antworten auf die einzelnen Items ein Skalenwert (score) gebildet. Die Güte dieser Skalen wurde mithilfe statistischer Verfahren gezeigt und berichtet (vgl. Anhang). Eine Einführung in die angewandten statistischen Verfahren zur Untersuchung von Unterschieden (z. B. im vorher-nachher-Vergleich und im Vergleich einzelner Untergruppen) sowie Zusammenhängen findet sich hier.¹¹ Beim Vergleich von Untergruppen (z. B. nach Kategorie) wurden die verschiedenen Gruppen anhand deren relativer Kompetenzentwicklung verglichen.

Die Berechnung der Unterschiede (Kruskal-Wallis-Tests) (bzw. Zusammenhänge (Korrelationsanalysen)) mehrerer Gruppen wurde mithilfe der mittleren normalisierten Kompetenzentwicklung (Hake's g) berechnet, d.h. mehrere Gruppen werden anhand ihrer relativen Kompetenzentwicklung unterschieden:

$$\text{Hake's } g = \frac{\text{post score} - \text{pre score}}{\text{maxscore} - \text{pre score}}$$

Diese setzt die erzielte Kompetenzentwicklung ins Verhältnis zur theoretisch möglichen Kompetenzentwicklung. Da in einigen Fällen trotz eines fehlenden Unterschieds in der relativen Kompetenzentwicklung Unterschiede im Median vorher (d.h. den Vorkenntnissen der Teilnehmerinnen und Teilnehmern) zu finden sind, werden dort auch diese Unterschiede verglichen (Kruskal-Wallis-Tests) und berichtet.

An vielen Stellen in der Auswertung wird auch die Effektstärke als Maß für die Bedeutung des Ergebnisses herangezogen (und nicht die reine Kompetenzentwicklung). Als gängiges Maß hierfür wird Cohen's d verwendet, das ein Maß für den standardisierten Unterschied der Mittelwerte zweier Gruppen ist und die Effektstärke in schwache Effekte (ab 0,2), mittlere Effekte (ab 0,5) und starke Effekte (ab 0,8) einteilt. Daneben existieren auch andere Maße für Effektstärke, die ggf. Anwendung (bei bestimmten statistischen Verfahren) finden. Hier wurde ebenfalls angemerkt, ob es sich um einen schwachen, mittleren oder starken Effekt handelt. Zudem wird das Maß der *Common Language Effect Size* (CLES) benutzt. Dies soll statistischen Laien einen Eindruck über die Effektstärke vermitteln. Es drückt die Wahrscheinlichkeit aus, mit der ein zufällig aus der einen Gruppe gezogener Fall einen höheren Wert hat als ein zufällig gezogener Fall aus der anderen Gruppe. Die mit diesem Maß gemessenen Effektstärken lassen sich in schwache (ab 53

¹⁰ Hierbei handelt es sich nicht um die direkte gemessene Kompetenzentwicklung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer (z. B. durch Tests), sondern um eine Fremdeinschätzung der Kompetenzentwicklung eines Teams durch die jeweiligen Team-Coaches.

¹¹ S. z. B. hier:

- Bühner, M., Ziegler, M. (2017). *Statistik Für Psychologen und Sozialwissenschaftler: Grundlagen und Umsetzung Mit SPSS und R*. Hallbergmoos: Pearson.
- Kuckartz, U. et al. (2013). *Statistik – Eine verständliche Einführung*. Wiesbaden: Springer.

%), mittlere (ab 58 %) und starke (ab 62 %) Effekte untergliedern. CLES und Cohen's d lassen sich mathematisch ineinander überführen.

Bauen eines Roboters

Frage: Wie entwickelt sich die Kompetenz „Bauen eines Roboters“ durch die Teilnahme an der WRO?

Auswertung (gesamt):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Wilcoxon-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen zweier abhängiger Stichproben.

Tabelle 30: Kompetenzentwicklung im Bereich "Bauen eines Roboters"

	Median vorher	Median nachher	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES) ¹²
Teststatistik	2,85	4	-15,151	< .001	376	2,504	0,79

Die statistische Auswertung ergibt nachher einen signifikant höheren Median als vorher. Die Effektstärke von $d = 2,504$ entspricht einem starken Effekt.

Im Bereich „Bauen eines Roboters“ verbessern die Schülerinnen und Schüler durch die Teilnahme an der WRO ihre Kompetenzen in 79 % der Fälle.

Auswertung (nach Kategorie):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 31: Kompetenzentwicklung im Bereich "Bauen eines Roboters" im Vergleich der Kategorien

	Mittlerer Rang			Kruskal-Wallis h-Wert	N			p-Wert
	Regular Category	Open Category	Football Category					
Teststatistik	185,73	135,54	69,88	21,950	297	42	12	< .001

Die statistische Auswertung zeigt einen Unterschied der verschiedenen Kategorien, jedoch nicht, welche Kategorien sich unterscheiden. Dafür wurden post-hoc-Tests (Dunn-Bonferroni-Tests) durchgeführt. Diese zeigen einen signifikanten Unterschied im Vergleich der Regular zu der Open ($z = 2,885$, $p = .012$, $d = .317$, $CLES = 0,55$ (schwacher Effekt)) und Football Category ($z = 3,883$, $p = .000$, $d = .453$, $CLES = 0,57$ (schwacher Effekt)).

Im Vergleich der Kategorien der WRO (Regular, Open und Football) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Bauen eines Roboters“ zeigt sich, dass sich die Regular Category mehr eignet, um das Bauen eines Roboters zu fördern, als die beiden anderen Kategorien.

¹² Weitere Informationen zur Umrechnung von Cohen's d in CLES (inkl. Umrechnungswerkzeug) findet sich hier: <https://www.psychometrica.de/effektstaerke.html>

Auswertung (nach Altersklasse):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 32: Kompetenzentwicklung im Bereich "Bauen eines Roboters" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Mittlerer Rang				Kruskal-Wallis h-Wert	N				p-Wert
	Starter	Elementary	Junior	Senior						
Teststatistik	138,71	174,78	163,61	167,02	4,046	39	93	130	66	.257

Die statistische Auswertung zeigt keinen Unterschied der verschiedenen Altersklassen. Obwohl kein Unterschied in der relativen Kompetenzentwicklung statistisch erkennbar ist, unterscheiden sich die verschiedenen Altersklassen hinsichtlich ihres Medians vorher.

Tabelle 33: Median vorher im Bereich "Bauen eines Roboters" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Mittlerer Rang				Kruskal-Wallis h-Wert	N				p-Wert
	Starter	Elementary	Junior	Senior						
Teststatistik	138,98	126,52	198,63	237,2	59,443	43	93	146	82	< .001

Die statistische Auswertung zeigt einen Unterschied der verschiedenen Altersklassen, jedoch nicht, welche Kategorien sich unterscheiden. Dafür wurden post-hoc-Tests (Dunn-Bonferroni-Tests) durchgeführt.

Tabelle 34: Signifikante Unterschiede im Bereich "Bauen eines Roboters" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Gruppen	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	Starter – Junior	-3,28	.006	189	.491 (mittlerer Effekt)	0,58
	Starter – Senior	-4,977	< .001	125	.994 (starker Effekt)	0,65
	Elementary – Junior	-5,169	< .001	239	.71 (mittlerer Effekt)	0,61
	Elementary – Senior	-6,953	< .001	125	1,588 (starker Effekt)	0,71
	Junior – Senior	-2,666	.046	228	.359 (kleiner Effekt)	0,56

Aufgrund der sehr kleinen Stichprobengröße wurde die Football Category aus der Auswertung ausgeschlossen.

Im Vergleich der Altersklassen der WRO (der Regular und Open Category, d.h. Starter, Elementary, Junior und Senior) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Bauen eines Roboters“ zeigt sich, dass die relative Kompetenzentwicklung zwar ähnlich verläuft und keine signifikanten Unterschiede zu finden sind, aber signifikante Unterschiede in den Vorkenntnissen erkennbar sind. Das heißt, dass die jüngeren Altersklassen tendenziell geringere Vorkenntnisse aufweisen als die älteren. Ein großer Sprung ist von der Altersklasse „Elementary“ zu „Junior“ zu sehen.

Auswertung (nach Erfahrung):

Die Erfahrung wird durch die Anzahl der bisherigen Teilnahmen an der WRO (nur Regionalwettbewerbe) bestimmt. Der Zusammenhang zwischen der Kompetenzentwicklung und der Erfahrung wird mithilfe einer Korrelationsanalyse ermittelt.

Tabelle 35: Kompetenzentwicklung im Bereich "Bauen eines Roboters" in Zusammenhang mit der Erfahrung

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)
Teststatistik	-.004	Nicht signifikant	345	Nicht verfügbar

Die statistische Auswertung zeigt keinen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Obwohl kein Unterschied in der relativen Kompetenzentwicklung statistisch erkennbar ist, gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Median vorher und der Erfahrung.

Tabelle 36: Median vorher im Bereich "Bauen eines Roboters" in Zusammenhang mit der Erfahrung

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	.132**	.01	384	.132 (schwacher Effekt)	0,54

Zwischen der relativen Kompetenzentwicklung bzgl. des Bereichs „Bauen eines Roboters“ der Teams und deren Erfahrung (gemessen durch die Anzahl der bisherigen Teilnahmen an der WRO (nur Regionalwettbewerbe)) ist kein statistischer Zusammenhang zu finden. Dennoch ist zwischen den Vorkenntnissen der Teams und der Erfahrung ein Zusammenhang erkennbar, der aber schwach ausfällt.

Auswertung (nach Geschlecht):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 37: Kompetenzentwicklung im Bereich "Bauen eines Roboters" im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen und gemischt)

	Mittlerer Rang			Kruskal-Wallis h-Wert	N			p-Wert
	Jungen	Mädchen	Gemischt					
Teststatistik	174,03	159,28	179,29	.73	254	25	68	.694

Die statistische Auswertung zeigt keinen Unterschied der verschiedenen Geschlechter. Obwohl kein Unterschied in der relativen Kompetenzentwicklung statistisch erkennbar ist, unterscheiden sich die verschiedenen Geschlechter hinsichtlich ihres Medians vorher.

Tabelle 38: Median vorher im Bereich "Bauen eines Roboters" im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen, Gemischt)

	Mittlerer Rang			Kruskal-Wallis h-Wert	N			p-Wert
	Jungen	Mädchen	Gemischt					
Teststatistik	201,49	109,06	184,29	16,508	281	25	77	< .001

Die statistische Auswertung zeigt einen Unterschied der verschiedenen Geschlechter, jedoch nicht, welche Kategorien sich unterscheiden. Dafür wurden post-hoc-Tests (Dunn-Bonferroni-Tests) durchgeführt.

Tabelle 39: Signifikante Unterschiede im Bereich "Bauen eines Roboters" im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen, Gemischt)

	Gruppen	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	Jungen – Mädchen	4,005	< .001	306	.47 (schwacher Effekt)	0,57
	Mädchen – Gemischt	-	.009	102	.612 (mittlerer Effekt)	0,59
	Jungen – Gemischt	2,955				

Im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen und gemischte Teams) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Bauen eines Roboters“ zeigt sich, dass die relative Kompetenzentwicklung zwar ähnlich verläuft und keine signifikanten Unterschiede zu finden sind, aber signifikante Unterschiede in den Vorkenntnissen erkennbar sind. Das heißt, dass die Teams, die auch aus Jungen bestehen, höhere Vorkenntnisse aufweisen als die, die nur aus Mädchen bestehen.

Auswertung (nach Erfolg):

Der Erfolg eines Teams wird durch den relativen Anteil der erzielten Punkte (in %) bestimmt. Der Zusammenhang zwischen der Kompetenzentwicklung und dem Erfolg wird mithilfe einer Korrelationsanalyse ermittelt.

Tabelle 40: Kompetenzentwicklung im Bereich "Bauen eines Roboters" in Zusammenhang mit dem Erfolg

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)
Teststatistik	-.48	.366	351	Nicht verfügbar

Die statistische Auswertung zeigt keinen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Zudem ist kein Zusammenhang der Kompetenzentwicklung mit dem Erfolg hinsichtlich des Medians vorher erkennbar.

Zwischen der relativen Kompetenzentwicklung bzgl. des Bereichs „Bauen eines Roboters“ der Teams und deren Erfolg (gemessen durch den relativen Anteil der erzielten Punkte (in %)) ist kein statistischer Zusammenhang zu finden. Zudem findet sich auch zwischen den Vorkenntnissen und dem Erfolg der Teams kein statistischer Zusammenhang.

Programmieren eines Roboters

Frage: Wie entwickelt sich die Kompetenz „Programmieren eines Roboters“ durch die Teilnahme an der WRO?

Auswertung (gesamt):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Wilcoxon-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen zweier abhängiger Stichproben.

Tabelle 41: Kompetenzentwicklung im Bereich "Programmieren eines Roboters"

	Median vorher	Median nachher	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	2,67	4	-13,611	< .001	327	2,287	0,77

Die statistische Auswertung ergibt nachher einen signifikant höheren Median als vorher. Die Effektstärke von $d = 2,287$ entspricht einem starken Effekt.

Im Bereich „Programmieren eines Roboters“ verbessern die Schülerinnen und Schüler durch die Teilnahme an der WRO ihre Kompetenzen in 77 % der Fälle.

Auswertung (nach Kategorie):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 42: Kompetenzentwicklung im Bereich "Programmieren eines Roboters" im Vergleich der Kategorien

	Mittlerer Rang			Kruskal-Wallis h-Wert	N			p-Wert
	Regular Category	Open Category	Football Category					
Teststatistik	179,79	93,65	90,58	34,295	284	37	12	< .001

Die statistische Auswertung zeigt einen Unterschied der verschiedenen Kategorien, jedoch nicht, welche Kategorien sich unterscheiden. Dafür wurden post-hoc-Tests (Dunn-Bonferroni-Tests) durchgeführt. Diese zeigen einen signifikanten Unterschied im Vergleich der Regular zu der Open ($z = 5,138$, $p = .000$, $d = .599$, $CLES = 0,59$ (mittlerer Effekt)) und Football Category ($z = 3,155$, $p = .005$, $d = .368$, $CLES = 0,56$ (schwacher Effekt)).

Im Vergleich der Kategorien der WRO (Regular, Open und Football) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Programmieren eines Roboters“ zeigt sich, dass sich die Regular Category mehr eignet, um das Programmieren eines Roboters zu fördern, als die beiden anderen Kategorien.

Auswertung (nach Altersklasse):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 43: Kompetenzentwicklung im Bereich "Programmieren eines Roboters" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Mittlerer Rang				Kruskal-Wallis h-Wert	N				p-Wert
	Starter	Elementary	Junior	Senior						
Teststatistik	135,6	160,42	161,61	179,47	5,619	41	94	123	64	.132

Die statistische Auswertung zeigt keinen Unterschied der verschiedenen Altersklassen. Obwohl kein Unterschied in der relativen Kompetenzentwicklung statistisch erkennbar ist, unterscheiden sich die verschiedenen Altersklassen hinsichtlich ihres Medians voneinander.

Tabelle 44: Median vorher im Bereich "Programmieren eines Roboters" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Mittlerer Rang				Kruskal-Wallis h-Wert	N				p-Wert
	Starter	Elementary	Junior	Senior						
Teststatistik	126,47	132,71	212,11	236,21	64,447	44	96	149	84	< .001

Die statistische Auswertung zeigt einen Unterschied der verschiedenen Altersklassen, jedoch nicht, welche Kategorien sich unterscheiden. Dafür wurden post-hoc-Tests (Dunn-Bonferroni-Tests) durchgeführt.

Tabelle 45: Signifikante Unterschiede im Bereich "Programmieren eines Roboters" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Gruppen	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	Starter – Junior	-4,654	< .001	193	.711 (mittlerer Effekt)	0,61
	Starter – Senior	-5,498	< .001	128	1,112 (starker Effekt)	0,66
	Elementary – Junior	-5,656	< .001	245	.775 (mittlerer Effekt)	0,62
	Elementary – Senior	-6,458	< .001	180	1,098 (starker Effekt)	0,66

Aufgrund der sehr kleinen Stichprobengröße wurde die Football Category aus der Auswertung ausgeschlossen.

Im Vergleich der Altersklassen der WRO (der Regular und Open Category, d.h. Starter, Elementary, Junior und Senior) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Programmieren eines Roboters“ zeigt sich, dass die relative Kompetenzentwicklung zwar ähnlich verläuft und keine signifikanten Unterschiede zu finden sind, aber signifikante Unterschiede in den Vorkenntnissen erkennbar sind. Das heißt, dass die jüngeren Altersklassen tendenziell geringere Vorkenntnisse aufweisen als die älteren. Ein großer Sprung ist von der Altersklasse „Elementary“ zu „Junior“ zu sehen.

Auswertung (nach Erfahrung):

Die Erfahrung wird durch die Anzahl der bisherigen Teilnahmen an der WRO (nur Regionalwettbewerbe) bestimmt. Der Zusammenhang zwischen der Kompetenzentwicklung und der Erfahrung wird mithilfe einer Korrelationsanalyse ermittelt.

Tabelle 46: Kompetenzentwicklung im Bereich "Programmieren eines Roboters" in Zusammenhang mit der Erfahrung

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)
Teststatistik	.093	Nicht signifikant	341	Nicht verfügbar

Die statistische Auswertung zeigt keinen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Obwohl kein Unterschied in der relativen Kompetenzentwicklung statistisch erkennbar ist, gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Median vorher und der Erfahrung.

Tabelle 47: Median vorher im Bereich "Programmieren eines Roboters" in Zusammenhang mit der Erfahrung

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	.415**	< .001	392	.415 (mittlerer Effekt)	0,64

Zwischen der relativen Kompetenzentwicklung bzgl. des Bereichs „Programmieren eines Roboters“ der Teams und deren Erfahrung (gemessen durch die Anzahl der bisherigen Teilnahmen an der WRO (nur Regionalwettbewerbe)) ist kein statistischer Zusammenhang zu finden. Dennoch ist zwischen den Vorkenntnissen der Teams und der Erfahrung ein Zusammenhang erkennbar.

Auswertung (nach Geschlecht):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 48: Kompetenzentwicklung im Bereich "Programmieren eines Roboters" im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen und gemischt)

	Mittlerer Rang			Kruskal-Wallis h-Wert	N			p-Wert
	Jungen	Mädchen	Gemischt					
Teststatistik	165,25	163,23	193,47	4,431	251	24	65	.109

Die statistische Auswertung zeigt keinen Unterschied der verschiedenen Geschlechter. Obwohl kein Unterschied in der relativen Kompetenzentwicklung statistisch erkennbar ist, unterscheiden sich die verschiedenen Geschlechter hinsichtlich ihres Medians vorher.

Tabelle 49: Median vorher im Bereich "Programmieren eines Roboters" im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen, Gemischt)

	Mittlerer Rang			Kruskal-Wallis h-Wert	N			p-Wert
	Jungen	Mädchen	Gemischt					
Teststatistik	205,38	141,2	178,6	9,772	289	25	77	.008

Die statistische Auswertung zeigt einen Unterschied der verschiedenen Geschlechter, jedoch nicht, welche Kategorien sich unterscheiden. Dafür wurden post-hoc-Tests (Dunn-Bonferroni-Tests) durchgeführt.

Tabelle 50: Signifikante Unterschiede im Bereich "Programmieren eines Roboters" im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen, Gemischt)

	Gruppen	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	Jungen – Mädchen	2,735	.019	314	.312 (schwacher Effekt)	0,55

Im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen und gemischte Teams) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Programmieren eines Roboters“ zeigt sich, dass die relative Kompetenzentwicklung zwar ähnlich verläuft und keine signifikanten Unterschiede zu finden sind, aber signifikante Unterschiede in den Vorkenntnissen erkennbar sind. Das heißt, dass Teams, die nur aus Jungen bestehen, höhere Vorkenntnisse aufweisen als die, die nur aus Mädchen bestehen.

Auswertung (nach Erfolg):

Der Erfolg eines Teams wird durch den relativen Anteil der erzielten Punkte (in %) bestimmt. Der Zusammenhang zwischen der Kompetenzentwicklung und dem Erfolg wird mithilfe einer Korrelationsanalyse ermittelt.

Tabelle 51: Kompetenzentwicklung im Bereich "Programmieren eines Roboters" in Zusammenhang mit dem Erfolg

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)
Teststatistik	-.82	.129	341	Nicht verfügbar

Die statistische Auswertung zeigt keinen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Zudem ist kein Zusammenhang der Kompetenzentwicklung mit dem Erfolg hinsichtlich des Medians vorher erkennbar.

Zwischen der relativen Kompetenzentwicklung bzgl. des Bereichs „Programmieren eines Roboters“ der Teams und deren Erfolg (gemessen durch den relativen Anteil der erzielten Punkte (in %)) ist kein statistischer Zusammenhang zu finden. Zudem findet sich auch zwischen den Vorkenntnissen und dem Erfolg der Teams kein statistischer Zusammenhang.

Teamwork

Frage: Wie entwickelt sich die Kompetenz „Teamwork“ durch die Teilnahme an der WRO?

Auswertung (gesamt):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Wilcoxon-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen zweier abhängiger Stichproben.

Tabelle 52: Kompetenzentwicklung im Bereich "Teamwork"

	Median vorher	Median nachher	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	3,33	4	-13,504	< .001	377	1,936	0,74

Die statistische Auswertung ergibt nachher einen signifikant höheren Median als vorher. Die Effektstärke von $d = 1,936$ entspricht einem starken Effekt.

Im Bereich „Teamwork“ verbessern die Schülerinnen und Schüler durch die Teilnahme an der WRO ihre Kompetenzen in 74 % der Fälle.

Auswertung (nach Kategorie):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 53: Kompetenzentwicklung im Bereich "Teamwork" im Vergleich der Kategorien

	Mittlerer Rang			Kruskal-Wallis h-Wert	N			p-Wert
	Regular Category	Open Category	Football Category					
Teststatistik	176,39	193,32	146,30	1,98	303	41	10	.372

Die statistische Auswertung zeigt keinen signifikanten Unterschied der verschiedenen Kategorien.

Im Vergleich der Kategorien der WRO (Regular, Open und Football) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Teamwork“ zeigt sich, dass keine Kategorie die Kompetenzentwicklung mehr fördert als eine der anderen, sondern diese gleichermaßen von allen Kategorien gefördert werden.

Auswertung (nach Altersklasse):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 54: Kompetenzentwicklung im Bereich "Teamwork" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Mittlerer Rang				Kruskal-Wallis h-Wert	N				p-Wert
	Starter	Elementary	Junior	Senior						
Teststatistik	167,14	171,03	166,12	167,94	.148	37	94	132	72	.986

Die statistische Auswertung zeigt keinen Unterschied der verschiedenen Altersklassen. Obwohl kein Unterschied in der relativen Kompetenzentwicklung statistisch erkennbar ist, unterscheiden sich die verschiedenen Altersklassen hinsichtlich ihres Medians voneinander.

Tabelle 55: Median vorher im Bereich "Teamwork" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Mittlerer Rang				Kruskal-Wallis h-Wert	N				p-Wert
	Starter	Elementary	Junior	Senior						
Teststatistik	148,12	134,52	192,83	241,92	51,342	41	94	149	83	< .001

Die statistische Auswertung zeigt einen Unterschied der verschiedenen Altersklassen, jedoch nicht, welche Kategorien sich unterscheiden. Dafür wurden post-hoc-Tests (Dunn-Bonferroni-Tests) durchgeführt.

Tabelle 56: Signifikante Unterschiede im Bereich "Teamwork" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Gruppen	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	Starter – Senior	-4,651	< .001	124	.919 (starker Effekt)	0,64
	Elementary – Junior	-4,191	< .001	243	.558 (mittlerer Effekt)	0,59
	Elementary – Senior	-6,750	< .001	177	1,178 (starker Effekt)	0,67
	Junior – Senior	-3,393	.004	232	.457 (schwacher Effekt)	0,57

Aufgrund der sehr kleinen Stichprobengröße wurde die Football Category aus der Auswertung ausgeschlossen.

Im Vergleich der Altersklassen der WRO (der Regular und Open Category, d.h. Starter, Elementary, Junior und Senior) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Teamwork“ zeigt sich, dass die relative Kompetenzentwicklung zwar ähnlich verläuft und keine signifikanten Unterschiede zu finden sind, aber signifikante Unterschiede in den Vorkenntnissen erkennbar sind. Das heißt, dass die jüngeren Altersklassen tendenziell geringere Vorkenntnisse aufweisen als die älteren. Ein großer Sprung ist von der Altersklasse „Elementary“ zu „Junior“ zu sehen.

Auswertung (nach Erfahrung):

Die Erfahrung wird durch die Anzahl der bisherigen Teilnahmen an der WRO (nur Regionalwettbewerbe) bestimmt. Der Zusammenhang zwischen der Kompetenzentwicklung und der Erfahrung wird mithilfe einer Korrelationsanalyse ermittelt.

Tabelle 57: Kompetenzentwicklung im Bereich "Teamwork" in Zusammenhang mit der Erfahrung

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)
Teststatistik	-.043	.432	345	Nicht verfügbar

Die statistische Auswertung zeigt keinen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Obwohl kein Unterschied in der relativen Kompetenzentwicklung statistisch erkennbar ist, gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Median vorher und der Erfahrung.

Tabelle 69: Median vorher im Bereich "Teamwork" in Zusammenhang mit der Erfahrung

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	.250**	< .001	384	.250 (schwacher Effekt)	0,58

Zwischen der relativen Kompetenzentwicklung bzgl. des Bereichs „Teamwork“ der Teams und deren Erfahrung (gemessen durch die Anzahl der bisherigen Teilnahmen an der WRO (nur Regionalwettbewerbe)) ist kein statistischer Zusammenhang zu finden. Dennoch ist zwischen den Vorkenntnissen der Teams und der Erfahrung ein Zusammenhang erkennbar, der aber schwach ausfällt.

Auswertung (nach Geschlecht):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 58: Kompetenzentwicklung im Bereich "Teamwork" im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen und gemischt)

	Mittlerer Rang			Kruskal-Wallis h-Wert	N			p-Wert
	Jungen	Mädchen	Gemischt					
Teststatistik	175,12	156,83	173,27	.748	256	24	66	.688

Die statistische Auswertung zeigt keinen Unterschied der verschiedenen Geschlechter. Zudem ist kein Unterschied der Geschlechter hinsichtlich ihres Medians vorher erkennbar.

Im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen und gemischte Teams) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Teamwork“ zeigt sich, dass die relative Kompetenzentwicklung ähnlich verläuft und keine signifikanten Unterschiede zu finden sind. Zudem finden sich auch keine Unterschiede zwischen den Vorkenntnissen der Teams im Vergleich nach Geschlecht.

Auswertung (nach Erfolg):

Der Erfolg eines Teams wird durch den relativen Anteil der erzielten Punkte (in %) bestimmt. Der Zusammenhang zwischen der Kompetenzentwicklung und dem Erfolg wird mithilfe einer Korrelationsanalyse ermittelt.

Tabelle 59: Kompetenzentwicklung im Bereich "Teamwork" in Zusammenhang mit dem Erfolg

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)
Teststatistik	.084	.117	347	Nicht verfügbar

Die statistische Auswertung zeigt keinen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Zudem ist kein Zusammenhang der Kompetenzentwicklung mit dem Erfolg hinsichtlich des Medians vorher erkennbar.

Zwischen der relativen Kompetenzentwicklung bzgl. des Bereichs „Teamwork“ der Teams und deren Erfolg (gemessen durch den relativen Anteil der erzielten Punkte (in %)) ist kein statistischer Zusammenhang zu finden. Zudem findet sich auch zwischen den Vorkenntnissen und dem Erfolg der Teams kein statistischer Zusammenhang.

Kommunikationsfähigkeit

Frage: Wie entwickelt sich die Kompetenz „Kommunikationsfähigkeit“ durch die Teilnahme an der WRO?

Auswertung (gesamt):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Wilcoxon-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen zweier abhängiger Stichproben.

Tabelle 60: Kompetenzentwicklung im Bereich "Kommunikationsfähigkeit"

	Median vorher	Median nachher	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	2,33	3	-11,846	< .001	296	1,899	0,74

Die statistische Auswertung ergibt nachher einen signifikant höheren Median als vorher. Die Effektstärke von $d = 1,899$ entspricht einem starken Effekt.

Im Bereich „Kommunikationsfähigkeit“ verbessern die Schülerinnen und Schüler durch die Teilnahme an der WRO ihre Kompetenzen in 74 % der Fälle.

Auswertung (nach Kategorie)

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 61: Kompetenzentwicklung im Bereich "Kommunikationsfähigkeit" im Vergleich der Kategorien

	Mittlerer Rang			Kruskal-Wallis h-Wert	N			p-Wert
	Regular Category	Open Category	Football Category					
Teststatistik	170,44	240,5	174,75	18,07	304	43	10	< .001

Die statistische Auswertung zeigt einen Unterschied der verschiedenen Kategorien, jedoch nicht, welche Kategorien sich unterscheiden. Dafür wurden post-hoc-Tests (Dunn-Bonferroni-Tests) durchgeführt. Diese zeigen einen signifikanten Unterschied im Vergleich der Open zu der Regular Category ($z = -3,263$, $p = .003$, $d = .356$, $CLES = 0,56$ (schwacher Effekt)). Zwischen der Open und der Football Category zeigt sich statistisch kein Unterschied. Dies kann auch an der sehr kleinen Stichprobengröße in der Football Category liegen.

Im Vergleich der Kategorien der WRO (Regular, Open und Football) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Kommunikationsfähigkeit“ zeigt sich, dass sich die Open Category mehr eignet, um die Kommunikationsfähigkeit zu fördern, als die beiden anderen Kategorien.

Auswertung (nach Altersklasse):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 62: Kompetenzentwicklung im Bereich " Kommunikationsfähigkeit" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Mittlerer Rang				Kruskal-Wallis h-Wert	N				p-Wert
	Starter	Elementary	Junior	Senior						
Teststatistik	170	193,56	185,94	174,65	2,323	42	95	145	84	.508

Die statistische Auswertung zeigt keinen Unterschied der verschiedenen Altersklassen. Obwohl kein Unterschied in der relativen Kompetenzentwicklung statistisch erkennbar ist, unterscheiden sich die verschiedenen Altersklassen hinsichtlich ihres Medians voneinander.

Tabelle 63: Median vorher im Bereich " Kommunikationsfähigkeit" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Mittlerer Rang				Kruskal-Wallis h-Wert	N				p-Wert
	Starter	Elementary	Junior	Senior						
Teststatistik	138,1	129,6	183,84	218,26	39,455	36	87	142	81	< .001

Die statistische Auswertung zeigt einen Unterschied der verschiedenen Altersklassen, jedoch nicht, welche Kategorien sich unterscheiden. Dafür wurden post-hoc-Tests (Dunn-Bonferroni-Tests) durchgeführt.

Tabelle 64: Signifikante Unterschiede im Bereich " Kommunikationsfähigkeit" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Gruppen	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	Starter – Senior	-4,024	< .001	117	.802 (starker Effekt)	0,62
	Elementary – Junior	-4,006	< .001	229	.549 (mittlerer Effekt)	0,59
	Elementary – Senior	-5,774	< .001	168	.995 (starker Effekt)	0,65

Aufgrund der sehr kleinen Stichprobengröße wurde die Football Category aus der Auswertung ausgeschlossen.

Im Vergleich der Altersklassen der WRO (der Regular und Open Category, also Starter, Elementary, Junior und Senior) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Kommunikationsfähigkeit“ zeigt sich, dass die relative Kompetenzentwicklung zwar ähnlich verläuft und keine signifikanten Unterschiede zu finden sind, aber signifikante Unterschiede in den Vorkenntnissen erkennbar sind. Das heißt, dass die jüngeren Altersklassen tendenziell geringere Vorkenntnisse aufweisen als die älteren. Ein großer Sprung ist von der Altersklasse „Elementary“ zu „Junior“ zu sehen.

Auswertung (nach Erfahrung):

Die Erfahrung wird durch die Anzahl der bisherigen Teilnahmen an der WRO (nur Regionalwettbewerbe) bestimmt. Der Zusammenhang zwischen der Kompetenzentwicklung und der Erfahrung wird mithilfe einer Korrelationsanalyse ermittelt.

Tabelle 65: Kompetenzentwicklung im Bereich "Kommunikationsfähigkeit" in Zusammenhang mit der Erfahrung

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)
Teststatistik	-.060	.297	332	Nicht verfügbar

Die statistische Auswertung zeigt keinen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Obwohl kein Unterschied in der relativen Kompetenzentwicklung statistisch erkennbar ist, gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Median vorher und der Erfahrung.

Tabelle 66: Median vorher im Bereich "Kommunikationsfähigkeit" in Zusammenhang mit der Erfahrung

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	.251**	< .001	358	.251 (schwacher Effekt)	0,58

Zwischen der relativen Kompetenzentwicklung bzgl. des Bereich „Kommunikationsfähigkeit“ der Teams und deren Erfahrung (gemessen durch die Anzahl der bisherigen Teilnahmen an der WRO (nur Regionalwettbewerbe)) ist kein statistischer Zusammenhang zu finden. Dennoch ist zwischen den Vorkenntnissen der Teams und der Erfahrung ein Zusammenhang erkennbar, der aber schwach ausfällt.

Auswertung (nach Geschlecht)

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 67: Kompetenzentwicklung im Bereich "Kommunikationsfähigkeit" im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen und gemischt)

	Mittlerer Rang			Kruskal-Wallis h-Wert	N			p-Wert
	Jungen	Mädchen	Gemischt					
Teststatistik	170,35	180,13	165	.431	252	23	64	.806

Die statistische Auswertung zeigt keinen Unterschied der verschiedenen Geschlechter. Zudem ist kein Unterschied der Geschlechter hinsichtlich ihres Medians vorher erkennbar.

Im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen und gemischte Teams) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Kommunikationsfähigkeit“ zeigt sich, dass die relative Kompetenzentwicklung ähnlich verläuft und keine signifikanten Unterschiede zu finden sind. Zudem finden sich auch keine Unterschiede zwischen den Vorkenntnissen der Teams im Vergleich nach Geschlecht.

Auswertung (nach Erfolg):

Der Erfolg eines Teams wird durch den relativen Anteil der erzielten Punkte (in %) bestimmt. Der Zusammenhang zwischen der Kompetenzentwicklung und dem Erfolg wird mithilfe einer Korrelationsanalyse ermittelt.

Tabelle 80: Kompetenzentwicklung im Bereich "Kommunikationsfähigkeit" in Zusammenhang mit dem Erfolg

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	.219**	.007	362	.219 (schwacher Effekt)	0,57

Die statistische Auswertung zeigt einen schwachen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen.

Zwischen der relativen Kompetenzentwicklung bzgl. des Bereichs „Kommunikationsfähigkeit“ der Teams und deren Erfolg (gemessen durch den relativen Anteil der erzielten Punkte (in %)) ist ein statistischer Zusammenhang zu finden, der aber schwach ausfällt.

Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit

Frage: Wie entwickelt sich die Kompetenz „Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit“ durch die Teilnahme an der WRO?

Auswertung (gesamt):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Wilcoxon-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen zweier abhängiger Stichproben.

Tabelle 68: Kompetenzentwicklung im Bereich "Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit"

	Median vorher	Median nachher	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	2,5	3,25	-15,065	< .001	361	2,602	0,79

Die statistische Auswertung ergibt nachher einen signifikant höheren Median als vorher. Die Effektstärke von $d = 2,602$ entspricht einem starken Effekt.

Im Bereich „Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit“ verbessern die Schülerinnen und Schüler durch die Teilnahme an der WRO ihre Kompetenzen in 79 % der Fälle.

Auswertung (nach Kategorie):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 69: Kompetenzentwicklung im Bereich "Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit" im Vergleich der Kategorien

	Mittlerer Rang			Kruskal-Wallis h-Wert	N			p-Wert
	Regular Category	Open Category	Football Category					
Teststatistik	178,92	203,11	170,88	1,815	314	35	12	.403

Die statistische Auswertung zeigt keinen signifikanten Unterschied der verschiedenen Kategorien.

Im Vergleich der Kategorien der WRO (Regular, Open und Football) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit“ zeigt sich, dass keine Kategorie die Kompetenzentwicklung mehr fördert als eine der anderen, sondern diese gleichermaßen von allen Kategorien gefördert werden.

Auswertung (nach Altersklasse):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 70: Kompetenzentwicklung im Bereich "Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Mittlerer Rang				Kruskal-Wallis h-Wert	N				p-Wert
	Starter	Elementary	Junior	Senior						
Teststatistik	127,86	148,95	154,26	162,83	3,931	36	83	118	65	.269

Die statistische Auswertung zeigt keinen Unterschied der verschiedenen Altersklassen. Obwohl kein Unterschied in der relativen Kompetenzentwicklung statistisch erkennbar ist, unterscheiden sich die verschiedenen Altersklassen hinsichtlich ihres Medians voneinander.

Tabelle 71: Median vorher im Bereich "Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Mittlerer Rang				Kruskal-Wallis h-Wert	N				p-Wert
	Starter	Elementary	Junior	Senior						
Teststatistik	139,85	135,98	189,56	224,39	39,946	43	92	141	77	< .001

Die statistische Auswertung zeigt einen Unterschied der verschiedenen Altersklassen, jedoch nicht, welche Kategorien sich unterscheiden. Dafür wurden post-hoc-Tests (Dunn-Bonferroni-Tests) durchgeführt.

Tabelle 72: Signifikante Unterschiede im Bereich "Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit" im Vergleich der Altersklassen in der Regular und Open Category

	Gruppen	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	Starter – Junior	-2,821	.029	184	.425 (schwacher Effekt)	0,57
	Starter – Senior	-4,380	< .001	120	.872 (starker Effekt)	0,63
	Elementary – Junior	-3,96	< .001	233	.537 (mittlerer Effekt)	0,58
	Elementary – Senior	-5,653	< .001	169	.966 (starker Effekt)	0,64

Aufgrund der sehr kleinen Stichprobengröße wurde die Football Category aus der Auswertung ausgeschlossen.

Im Vergleich der Altersklassen der WRO (der Regular und Open Category, also Starter, Elementary, Junior und Senior) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit“ zeigt sich, dass die relative Kompetenzentwicklung zwar ähnlich verläuft und keine signifikanten Unterschiede zu finden sind, aber signifikante Unterschiede in den Vorkenntnissen erkennbar sind. Das heißt, dass die jüngeren Altersklassen tendenziell geringere Vorkenntnisse aufweisen als die älteren. Ein großer Sprung ist von der Altersklasse „Elementary“ zu „Junior“ zu sehen.

Auswertung (nach Erfahrung):

Die Erfahrung wird durch die Anzahl der bisherigen Teilnahmen an der WRO (nur Regionalwettbewerbe) bestimmt. Der Zusammenhang zwischen der Kompetenzentwicklung und der Erfahrung wird mithilfe einer Korrelationsanalyse ermittelt.

Tabelle 73: Kompetenzentwicklung im Bereich "Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit" in Zusammenhang mit der Erfahrung

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)
Teststatistik	.095	.079	346	Nicht verfügbar

Die statistische Auswertung zeigt keinen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Obwohl kein Unterschied in der relativen Kompetenzentwicklung statistisch erkennbar ist, gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Median vorher und der Erfahrung.

Tabelle 74: Median vorher im Bereich "Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit" in Zusammenhang mit der Erfahrung

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	.297**	< .001	366	.297 (schwacher Effekt)	0,6

Zwischen der relativen Kompetenzentwicklung bzgl. des Bereichs „Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit“ der Teams und deren Erfahrung (gemessen durch die Anzahl der bisherigen Teilnahmen an der WRO (nur Regionalwettbewerbe)) ist kein statistischer Zusammenhang zu finden. Dennoch ist zwischen den Vorkenntnissen der Teams und der Erfahrung ein Zusammenhang erkennbar, der aber schwach ausfällt.

Auswertung (nach Geschlecht)

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Kruskal-Wallis-Tests zum Vergleich zentraler Tendenzen mehrerer unabhängiger Stichproben.

Tabelle 75: Kompetenzentwicklung im Bereich "Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit" im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen und gemischt)

	Mittlerer Rang			Kruskal-Wallis h-Wert	N			p-Wert
	Jungen	Mädchen	Gemischt					
Teststatistik	177,39	151,72	176,38	1,37	273	24	73	.504

Die statistische Auswertung zeigt keinen Unterschied der verschiedenen Geschlechter. Obwohl kein Unterschied in der relativen Kompetenzentwicklung statistisch erkennbar ist, unterscheiden sich die verschiedenen Geschlechter hinsichtlich ihres Medians vorher.

Tabelle 76: Median vorher im Bereich "Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit" im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen, Gemischt)

	Mittlerer Rang			Kruskal-Wallis h-Wert	N			p-Wert
	Jungen	Mädchen	Gemischt					
Teststatistik	196,04	136,6	162,16	11,214	273	24	73	.004

Die statistische Auswertung zeigt einen Unterschied der verschiedenen Geschlechter, jedoch nicht, welche Kategorien sich unterscheiden. Dafür wurden post-hoc-Tests (Dunn-Bonferroni-Tests) durchgeführt.

Tabelle 77: Signifikante Unterschiede im Bereich "Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit" im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen, Gemischt)

	Gruppen	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	Jungen – Mädchen	2,618	.027	297	.307 (schwacher Effekt)	0,55
	Mädchen - Gemischt	2,412	.048	79	.564 (mittlerer Effekt)	0,59

Im Vergleich der Teams nach Geschlecht (Jungen, Mädchen und gemischte Teams) bzgl. der Kompetenzentwicklung im Bereich „Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit“ zeigt sich, dass die relative Kompetenzentwicklung zwar ähnlich verläuft und keine signifikanten Unterschiede zu finden sind, aber signifikante Unterschiede in den Vorkenntnissen erkennbar sind. Das heißt, dass Teams, die auch aus Jungen bestehen, höhere Vorkenntnisse aufweisen als die, die nur aus Mädchen bestehen.

Auswertung (nach Erfolg):

Der Erfolg eines Teams wird durch den relativen Anteil der erzielten Punkte (in %) bestimmt. Der Zusammenhang zwischen der Kompetenzentwicklung und dem Erfolg wird mithilfe einer Korrelationsanalyse ermittelt.

Tabelle 78: Kompetenzentwicklung im Bereich "Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit" in Zusammenhang mit dem Erfolg

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)
Teststatistik	.053	.323	350	Nicht verfügbar

Die statistische Auswertung zeigt keinen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen. Obwohl kein Unterschied im relativen Kompetenzentwicklung statistisch erkennbar ist, gibt es einen Zusammenhang zwischen dem Median vorher und dem Erfolg.

Tabelle 79: Median vorher im Bereich "Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit" in Zusammenhang mit der Erfahrung

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	.121*	.02	370	.121 (schwacher Effekt)	0,54

Zwischen der relativen Kompetenzentwicklung bzgl. des Bereichs „Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit“ der Teams und deren Erfolg (gemessen durch den relativen Anteil der erzielten Punkte (in %)) ist kein statistischer Zusammenhang zu finden. Dennoch ist ein statistischer Zusammenhang zwischen den Vorkenntnissen der Teams und deren Erfolg erkennbar, der aber schwach ausfällt.

4.2 Teilstudie 2: Befragung ehemaliger Teilnehmerinnen und Teilnehmer (Alumni) zum Einfluss der WRO auf ihre Studien- und Berufswahl

4.2.1 Rücklaufquoten

Bei der Befragung ehemaliger Teilnehmerinnen und Teilnehmer in der zweiten Teilstudie nahmen N = 62 Personen an der Onlineumfrage teil.

4.2.2 Deskriptive Beschreibung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer

Für die zweite Teilstudie lassen sich die Teilnehmerinnen und Teilnehmer wie folgt deskriptiv beschreiben:

Frage: Wie alt sind die Teilnehmerinnen und Teilnehmer?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 80: Alter der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Befragung

	18-19 Jahre	20-21 Jahre	22-23 Jahre	24-25 Jahre	26-27 Jahre	28-29 Jahre	30 oder älter	k.A	N
Anzahl	24 (38,7 %)	13 (21 %)	9 (14,5 %)	5 (8,1 %)	1 (1,6 %)	0 (0 %)	3 (4,8 %)	7 (11,3 %)	62

Frage: Welches Geschlecht haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 81: Geschlecht der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Befragung

	Männlich	Weiblich	k.A	N
Anzahl	52 (83,9 %)	10 (16,1 %)	0 (0 %)	62

Frage: Was ist der höchste Bildungsabschluss der Teilnehmerinnen und Teilnehmer?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 82: Höchster Bildungsabschluss der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Befragung

	Anzahl
Hauptschlussabschluss	1 (1,6 %)
Realschulabschluss (Mittlere Reife)	8 (12,9 %)
Gymnasium (Abitur bzw. Hochschulreife)	38 (61,3 %)
Abgeschlossene Ausbildung	2 (3,2 %)
Fachhauptschulreife	1 (1,6 %)
Hochschulabschluss (Bachelor)	6 (9,7 %)
Hochschulabschluss (Master)	1 (1,6 %)

Hochschulabschluss (Sonstige)	2 (3,2 %)
Hochschulabschluss (Promotion)	0 (0 %)
Sonstige	3 (4,8 %)

Frage: Wie oft haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer durchschnittlich teilgenommen?

Auswertung (gesamt):

Im Durchschnitt haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer (N = 62) dreimal an der WRO teilgenommen.

Frage: In welchem Jahr haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer erstmalig teilgenommen?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 83: Jahr der erstmaligen Teilnahme der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Befragung

	Vor 2012	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	N
Anzahl	10 (16,1 %)	8 (12,9 %)	7 (11,3 %)	8 (12,9 %)	10 (16,1 %)	4 (6,5 %)	10 (16,1 %)	5 (8,1 %)	62

Frage: Wie oft haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer durchschnittlich am Deutschland- bzw. Weltfinale teilgenommen?

Auswertung (gesamt):

Im Durchschnitt haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer (N = 62) 2,74-mal am Deutschland- bzw. 1,76-mal am Weltfinale teilgenommen.

Frage: Wer hat dich dazu bewegt, an der WRO teilzunehmen?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 84: Einflussfaktoren auf die Wahl der Teilnahme der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Befragung (Mehrfachauswahl möglich)

	Freunde	Lehrer	Eltern	Eigenes Interesse	Sonstiges	N
Anzahl (Multiple Choice)	30 (48,4 %)	37 (59,7 %)	9 (14,5 %)	42 (67,7 %)	7 (11,3 %)	62

Frage: Was machen die Teilnehmerinnen und Teilnehmer aktuell beruflich?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 85: Aktuelle berufliche Tätigkeit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Befragung

	Schule	Studium	Berufsausbildung	Berufstätigkeit	Sonstiges	N
Anzahl	12 (19,4 %)	33 (53,2 %)	9 (14,5 %)	5 (8,1 %)	3 (4,8 %)	62

Frage: Welchen schulischen Zweig haben die Schülerinnen und Schüler gewählt?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 86: Wahl der Schulzweige der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Befragung, die noch zur Schule gehen

	Anzahl
Mathematisch, naturwissenschaftlich, technologisch	9 (75 %)
Wirtschaftswissenschaftlich	0 (0 %)
Sozialwissenschaftlich	0 (0 %)
Sprachlich	0 (0 %)
Humanistisch	0 (0 %)
Musisch	0 (0 %)
Sonstiges	3 (25 %)

Frage: Welche(s) Fach- bzw. Fachrichtung haben die Studierenden gewählt?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 87: Wahl des Studienfachs- bzw. Studienfachrichtung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Befragung, die studieren

	Anzahl
Medizin und Gesundheitswesen	0 (0 %)
Gesellschafts- und Sozialwissenschaften	0 (0 %)
Ingenieurwissenschaften	8 (12, 9%)
Sprache, Kultur und Medien	2 (8,2 %)
Recht und Wirtschaft	2 (3,2 %)
Naturwissenschaften, Mathematik und Informatik	20 (32,2 %)
Lehramtstudiengänge	1 (3 %)

Frage: Welche Branche haben die Auszubildenden gewählt?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 88: Branche der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Befragung, die eine Berufsausbildung absolvieren

	Anzahl
Industrie und Handel	5 (55,6 %)
Handwerk	2 (22,2 %)
Landwirtschaft	0 (0 %)
Öffentlicher Dienst	1 (11,1 %)
Freier Beruf	0 (0 %)
Hauswirtschaft	1 (11,1 %)
Sonstiges	0 (0 %)

Frage: In welcher Branche arbeiten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 89: Branche der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Befragung, die arbeiten

	Anzahl
Industrie und Handel	2 (40 %)
Handwerk	0 (0 %)
Landwirtschaft	0 (0 %)
Öffentlicher Dienst	3 (60 %)
Freier Beruf	0 (0 %)
Hauswirtschaft	0 (0 %)
Sonstiges	0 (0 %)

Frage: An welchen anderen Förderprogrammen haben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer während ihrer Zeit bei der WRO teilgenommen?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 90: Teilnahme der ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer an anderen Förderprogrammen (Mehrfachauswahl möglich)

	Anzahl
FIRST Lego League	34 (54,8 %)
RoboCup	2 (3,2 %)
Jugend forscht	8

Evaluationsbericht

	(12,9 %)
Informatikwettbewerbe	24 (38,7 %)
Mathematikwettbewerbe	40 (64,5 %)
Sonstige	22 (35,5 %)
Keine	7 (11,3 %)

4.2.3 Ergebnisse

Fragen zu relevanten Kompetenzen für die (zukünftige) Arbeitswelt (deskriptive Statistik)

Frage: Wieviel hast du aus den verschiedenen Bereichen mitgenommen, das dich in Schule, Studium oder Beruf weiterbringt?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 91: Bedeutung einzelner Kompetenzen für die Arbeitswelt

	1 (sehr wenig)	2	3	4	5	6	7 (sehr viel)	k.A.	N	Mittelwert	Standardabweichung
Bauen eines Roboters	3 (4,8 %)	4 (6,5 %)	13 (21 %)	8 (12,9 %)	13 (21 %)	11 (17,7 %)	9 (14,5 %)	1	61	4,5	1,7
Programmieren eines Roboters	0 (0 %)	1 (1,6%)	7 (11,3 %)	12 (19,4 %)	14 (22,6 %)	11 (17,7 %)	15 (24,2%)	2	60	5,2	1,4
Teamwork	1 (1,6 %)	0 (0 %)	2 (3,2 %)	9 (14,5 %)	13 (21 %)	11 (17,7 %)	25 (40,3 %)	1	61	5,7	1,4
Kommunikationsfähigkeit	1 (1,6 %)	0 (0 %)	5 (8,1 %)	10 (16,1 %)	11 (17,7 %)	19 (30,6 %)	15 (24,2%)	1	61	5,4	1,4
Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit	0 (0 %)	1 (1,6 %)	1 (1,6%)	3 (4,8 %)	9 (14,5%)	23 (37,1%)	24 (38,7%)	1	61	6	1,1

Die ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer schätzen die Kompetenz „Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit“ um 15% relevanter für ihre (zukünftige) Arbeitswelt ein als den Durchschnitt der anderen Kompetenzen. Darauf folgen die Kompetenz „Teamwork“ (+14 %) und „Kommunikationsfähigkeit“ (+12 %). Insgesamt werden vor allem die „Softskills“ von den ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer als signifikant relevanter für deren (zukünftige) Arbeitswelt eingeschätzt.

Fragen zur Auswirkung auf die schulische Motivation (deskriptive Statistik)

Frage: Wie wirkt sich die Teilnahme an der WRO auf die schulische Motivation im Allgemeinen aus?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 92: Auswirkung der Teilnahme an der WRO auf die schulische Motivation im Allgemeinen

	1 (sehr schwach)	2	3	4	5	6	7 (sehr stark)	k.A.	N	Mittelwert	Standardabweichung
Anzahl	14 (22,6 %)	11 (17,7 %)	7 (11,3 %)	14 (22,6 %)	2 (3,2 %)	2 (3,2 %)	9 (14,5 %)	3 (4,8 %)	62	3,4	2

Die ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer schätzen den Einfluss der WRO auf ihre allgemeine schulische Motivation eher schwach bis neutral ein.

Frage: Wie wirkt sich die Teilnahme an der WRO auf die schulische Motivation in Informatik und Technik aus?

Auswertung (gesamt):

Tabelle 93: Auswirkung der Teilnahme an der WRO auf die schulische Motivation in Informatik und Technik

	1 (sehr schwach)	2	3	4	5	6	7 (sehr stark)	k.A.	N	Mittelwert	Standardabweichung
Anzahl	2 (3,2 %)	2 (3,2 %)	3 (4,8 %)	10 (16,1 %)	16 (25,8 %)	9 (14,5 %)	17 (27,4 %)	3 (4,8 %)	62	5,2	1,6

Die ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer schätzen den Einfluss der WRO auf ihre schulische Motivation bzgl. Informatik und Technik als eher stark bis stark ein. Damit beeinflusst die WRO die schulische Motivation nicht allgemein, sondern nur begrenzt im informatisch-technischen Bereich.

Fragen zum Einfluss auf die Studien- und Berufswahl, Selbstkonzept und Interesse¹³ (schließende Statistik)

Frage: Wie beeinflusst die Teilnahme an der WRO die Studien- und Berufswahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer?

Auswertung (gesamt):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Wilcoxon-Tests zum Vergleich einer Stichprobe mit einem hypothetischen Wert.

Tabelle 94: Einfluss der Teilnahme an der WRO auf die Studien- und Berufswahl

	Median vorher	Median nachher	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	1	4	6,603	< .001	62	3,079	0,82

Die statistische Auswertung ergibt nachher einen signifikant höheren Median als vorher. Die Effektstärke von $d = 3,079$ entspricht einem starken Effekt.

Die ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer schätzen den Einfluss der WRO auf ihre Studien- und Berufswahl als stark ein.

Frage: Wie wirkt sich die Teilnahme an der WRO auf das Selbstkonzept bzgl. Informatik und Technik der Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus?

Auswertung (gesamt):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Wilcoxon-Tests zum Vergleich einer Stichprobe mit einem hypothetischen Wert.

Tabelle 95: Einfluss der Teilnahme an der WRO auf das Selbstkonzept bzgl. Informatik und Technik

	Median vorher	Median nachher	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	3	4,2	6,293	< .001	59	2,858	0,81

Die statistische Auswertung ergibt nachher einen signifikant höheren Median als vorher. Die Effektstärke von $d = 2,858$ entspricht einem starken Effekt.

Die ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer schätzen den Einfluss der WRO auf ihr Selbstkonzept bzgl. Informatik und Technik (als (indirekter) Prädikator für deren Studien- und Berufswahl) als stark ein.

¹³ Nach der Berufswahltheorie von Linda Gottfredson sind das Selbstkonzept und das Interesse wichtige Prädikatoren für die Berufswahl einer Person. Das zugehörige Beziehungsgefüge wird später beschrieben. S. z. B. hier: Gottfredson, L. "Circumscription and Compromise. A Developmental Theory of Occupational Aspirations". In: *Journal of Counseling Psychology*. Vol 28(6). Washington: American Psychological Association. pp. 545 - 579.

Frage: Wie wirkt sich die Teilnahme an der WRO auf das Interesse bzgl. Informatik und Technik der Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus?

Auswertung (gesamt):

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung des Wilcoxon-Tests zum Vergleich einer Stichprobe mit einem hypothetischen Wert.

Tabelle 96: Einfluss der Teilnahme an der WRO auf das Interesse bzgl. Informatik und Technik

	Median vorher	Median nachher	z-Wert	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's d)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	1	3,56	6,683	< .001	59	3,53	0,84

Die statistische Auswertung ergibt nachher einen signifikant höheren Median als vorher. Die Effektstärke von $d = 3,53$ entspricht einem starken Effekt.

Die ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer schätzen den Einfluss der WRO auf ihr Interesse bzgl. Informatik und Technik (als (direkter) Prädiktor für deren Studien- und Berufswahl) als stark ein.

Frage: In welchem Zusammenhang stehen das Selbstkonzept, Interesse und die Studien- und Berufswahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer?

Auswertung (gesamt):

Der Zusammenhang zwischen des Selbstkonzepts, Interesse und der Studien- und Berufswahl wird mithilfe einer Korrelationsanalyse ermittelt.

Tabelle 97: Zusammenhang zwischen des Selbstkonzepts, Interesse und der Studien- und Berufswahl

	Korrelationskoeffizient (Spearman's rho)	p-Wert	N	Effektstärke (Spearman's rho)	Effektstärke (CLES)
Selbstkonzept – Interesse	.439***	< .001	59	.439 (mittlerer Effekt)	0,64
Selbstkonzept – Berufswahl	.409**	.001	59	.409 (mittlerer Effekt)	0,63
Interesse – Berufswahl	.462***	< .001	59	.462 (mittlerer Effekt)	0,65

Die statistische Auswertung zeigt einen mittleren Zusammenhang zwischen allen drei Variablen.

Das Selbstkonzept und Interesse sowie die Studien- und Berufswahl der ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer weisen einen mittleren ungerichteten Zusammenhang auf.

Da die Korrelationsanalyse lediglich einen ungerichteten Zusammenhang liefert, soll auf Basis theoretischer Überlegungen zu Berufswahltheorien und einer linearen Regression ein gerichteter Zusammenhang berechnet werden.

Der postulierte Zusammenhang, den es zu überprüfen gilt, lautet:

Selbstkonzept -> Interesse -> Berufswahl

Mithilfe der linearen Regression werden nun den Einfluss a) des Selbstkonzepts auf das Interesse sowie b) Interesses auf die Berufswahl überprüft.

a) Selbstkonzept -> Interesse:

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung einer linearen Regression zur Berechnung eines gerichteten Zusammenhangs zweier Variablen.

Tabelle 98: Einfluss des Selbstkonzepts auf das Interesse

	F-Wert	Korrigiertes R ²	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's f)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	25,036	.293	< .001	59	.64	0,68

Die statistische Auswertung ergibt einen signifikanten Einfluss des Selbstkonzept auf das Interesse. Die Effektstärke von $f = .64$ entspricht einem starken Effekt.

b) Interesse -> Berufswahl:

Die Tabelle zeigt die Ergebnisse der statistischen Auswertung einer linearen Regression zur Berechnung eines gerichteten Zusammenhangs zweier Variablen.

Tabelle 99: Einfluss des Interesses auf die Berufswahl

	F-Wert	Korrigiertes R ²	p-Wert	N	Effektstärke (Cohen's f)	Effektstärke (CLES)
Teststatistik	16,427	.21	< .001	59	.52	0,65

Die statistische Auswertung ergibt einen signifikanten Einfluss des Selbstkonzept auf das Interesse. Die Effektstärke von $f = .52$ entspricht einem starken Effekt.

Das Selbstkonzept und Interesse sowie die Studien- und Berufswahl der ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer weisen einen gerichteten Zusammenhang auf, der sich wie folgt spezifizieren lässt:

Selbstkonzept -> Interesse -> Berufswahl

Dies bestätigt die theoretischen Überlegungen auf Basis der Berufswahltheorie von Linda Gottfredson. Die Studien- und Berufswahl der Teilnehmerinnen und Teilnehmer lässt sich also indirekt durch das Selbstkonzept und direkt durch das Interesse beeinflussen.

Anhang

Softwareeinsatz:

Die Datenerhebung wurde mit der Software EvaSys¹⁴ der Universität Würzburg durchgeführt.

Die statistische Auswertung der Fragen der Evaluationsstudie wurde mithilfe der Software SPSS¹⁵ und R¹⁶ durchgeführt.

Gütekriterien (der Skalen zur Befragung der Kompetenzentwicklung):

Um eine hohe Qualität dieser wissenschaftlichen Untersuchung zu gewährleisten, wurden die Skalen, die zur Befragung der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler verwendet wurden, einer Überprüfung unterzogen. Dabei sind vor allem die (Konstrukt-)Validität und Reliabilität (interne Konsistenz) der Skalen relevant.

Die Konstruktvalidität der eigens entwickelten Skalen¹⁷ wurde mithilfe einer explorativen Faktorenanalyse (EFA) überprüft. Diese wird benutzt, um einzelne Items einer Skala zu übergeordneten Faktoren zusammenzufassen.

Tabelle 100: Ergebnisse der Faktorenanalyse

Skala	Item	Komponente	Kumulative %	KMO	p-Wert
Bauen eines Roboters	B1	.854	67,01	.867	< .001
	B2	.847			
	B3	.821			
	B4				
	B5	.845			
	B6	.747			
	B7	.793			
	B8				
Programmieren eines Roboters	P1	.845	73,463	.714	< .001
	P2				
	P3	.876			
	P4				
	P5	.85			
	P6				
Teamwork	T1	.843	67,669	.689	< .001
	T2	.830			
	T3	.794			
Kommunikationsfähigkeit	K1	.834	66,95	.689	< .001
	K2	.823			
	K3	.797			
Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit	AP1	.819	59,716	.776	< .001
	AP2	.805			
	AP3	.746			
	AP4	.716			

¹⁴ Weitere Informationen zu EvaSys finden sich unter: <https://www.evasys.de/startseite.html>

¹⁵ Weitere Informationen zu SPSS finden sich unter: <https://www.ibm.com/de-de/analytics/spss-statistics-software>

¹⁶ Weitere Informationen zu R finden sich unter: <https://www.r-project.org/>

¹⁷ Die Skalen „Bauen eines Roboters“ und „Programmieren eines Roboters“ wurden lediglich an der Stichprobe der Regular Category überprüft, da die Open und Football Category auf die Kategorie angepasste Skalen verwenden, die Stichprobengröße aber nicht ausreichend ist, um eine Faktorenanalyse durchzuführen. Die Skalen „Teamwork“, „Kommunikationsfähigkeit“ und „Arbeitsweise und Problemlösefähigkeit“ wurden an der gesamten Stichprobe überprüft, da hier für alle Kategorien gleiche Fragen gegeben waren.

Die durchgestrichenen Items wurden aufgrund schlechter Werte aus der Skala entfernt und nicht in die Auswertung mit einbezogen.

Die Reliabilität bzw. interne Konsistenz der Skalen¹⁸ wird mithilfe der Berechnung von Cronbachs alpha als Maßzahl bestimmt.

Tabelle 101: Ergebnisse der Reliabilitätsanalyse

Skala	Item	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs alpha, wenn Item gelöscht	Cronbachs alpha
Bauen eines Roboters	B1	.77	.876	.9
	B2	.766	.878	
	B3	.736	.882	
	B4			
	B5	.764	.877	
	B6	.646	.895	
	B7	.7	.888	
	B8			
Programmieren eines Roboters	P1	.654	.769	.817
	P2			
	P3	.703	.713	
	P4			
	P5	.659	.762	
	P6			
Teamwork	T1	.622	.644	.760
	T2	.603	.666	
	T3	.553	.720	
Kommunikationsfähigkeit	K1	.587	.663	.753
	K2	.553	.702	
	K3	.605	.643	
Arbeitsweise und Problemlöse-fähigkeit	AP1	.506	.748	.768
	AP2	.636	.684	
	AP3	.540	.732	
	AP4	.613	.691	

Die Ergebnisse der Überprüfung der relevanten Gütekriterien zeigen, dass die Skalen sich zur Befragung der Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler eignen.

¹⁸ Die Reliabilitätsanalyse der Skalen „Bauen eines Roboters“ und „Programmieren eines Roboters“ für die Open und Football Category wurden aufgrund der geringen Stichprobengröße nicht berechnet. Vergleiche auf Basis der Kategorien des Wettbewerbs sind aufgrund dieser geringen Stichprobengröße für die Open und Football Category mit Vorsicht zu interpretieren.

Gütekriterien (der Skalen zur Befragung der Studien- und Berufswahl):

Aufgrund der zu geringen Stichprobengröße in der Befragung der ehemaligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer wurde auf die Überprüfung der Konstruktvalidität der verwendeten Skalen verzichtet.¹⁹

Die Reliabilität bzw. interne Konsistenz der Skalen wird mithilfe der Berechnung von Cronbachs alpha als Maßzahl bestimmt.

Tabelle 102: Ergebnisse der Reliabilitätsanalyse

Skala	Item	Korrigierte Item-Skala-Korrelation	Cronbachs alpha, wenn Item gelöscht	Cronbachs alpha
Selbstkonzept	SK1	.686	.672	.769
	SK2	.591	.709	
	SK3	.587	.715	
	SK4	.508	.741	
	SK5	.350	.783	
Interesse	I1	.525	.910	.909
	I2	.896	.896	
	I3	.844	.887	
	I4	.778	.892	
	I5	.688	.899	
	I6	.558	.909	
	I7	.608	.904	
	I8	.680	.899	
	I9	.854	.898	

Die Ergebnisse der Überprüfung der relevanten Gütekriterien zeigen, dass die Skalen sich zur Befragung der Studien- und Berufswahl der Schülerinnen und Schüler eignen.

¹⁹ Da die beiden verwendeten Skalen zur Erfassung des Selbstkonzepts und Interesses bzgl. Informatik und Technik bereits validierte Skalen sind, scheint dieses Vorgehen akzeptabel.

S. hier:

- Skala zum Selbstkonzept: Schöne, C. et al. (2003). „Das Fähigkeitsselbstkonzept und seine Erfassung“. In: Stiensmeier-Pelster, J., Rheinberg, F. (eds.): *Diagnostik von Motivation und Selbstkonzept*. Göttingen: Hogrefe. pp. 3 - 14.
- Skala zum Interesse: Schiefele, U. et al. (1993). „Der Fragebogen zum Studieninteresse (FSI)“. In: *Diagnostika*. 39 (4). Göttingen, Hogrefe. pp. 335 - 351.