

## Empirische Forschung im Erlanger SchülerForschungsZentrum ESFZ

- Erste Ergebnisse einer explorativen Fragebogenstudie -

Angela Fösel\*, Philipp Bitzenbauer\*

\*Didaktik der Physik, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Staudtstraße 7, 91058 Erlangen  
angela.foesel@fau.de

### Kurzfassung

Seit etwas mehr als 10 Jahren gibt es das Erlanger SchülerForschungsZentrum ESFZ (<https://esfz.nat.uni-erlangen.de/>), verortet am Department Physik der Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg. Schülerinnen und Schüler, die Lust und Spaß am Forschen und Tüfteln an eigenen Projektideen aus dem Bereich Naturwissenschaft und Technik haben, finden hier Unterstützung in einem wissenschaftlich-professionellen Rahmen: In einwöchigen Forschungscamps nutzen bis zu 25 Jugendliche die zur Verfügung gestellte Infrastruktur, um über den Unterricht hinaus unter Betreuung von studentischen Tutor\*innen und Wissenschaftler\*innen an eigenen Projektideen aus Naturwissenschaft und Technik zu forschen.

Im Rahmen einer explorativen Fragebogenstudie soll erhoben werden, wie Schülerinnen und Schüler, die bereits an ESFZ-Forschungscamps teilgenommen haben, die Betreuung in den Camps erlebt haben, wie sehr sie sich in das Forschungsleben eingebunden fühlten, und welche Fähigkeiten und Fertigkeiten ihrer Meinung nach in den Camps erlernt und gefördert wurden.

Im Beitrag werden der für die Erhebung konzipierte Online-Fragebogen und auch die Modalitäten der Durchführung vorgestellt. Die Ergebnisse einer ersten Pilotstudie werden präsentiert, und es werden auch mögliche Forschungsfragen für daran anknüpfende Untersuchungen im Rahmen der empirischen Begleitforschung zum Erlanger SchülerForschungsZentrum diskutiert.

### 1. Konzept des Erlanger SchülerForschungsZentrums und Motivation für empirische Begleitforschung

Seit etwas mehr als zehn Jahren gibt es das Erlanger SchülerForschungsZentrum ESFZ<sup>1</sup>, verortet am Department Physik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU). Schülerinnen und Schüler ab 14 Jahren, die Lust und Spaß am Forschen und Tüfteln an eigenen Projektideen aus dem Bereich Naturwissenschaft und Technik haben, finden hier Unterstützung in einem wissenschaftlich professionellen Rahmen, um sich über den Unterricht hinaus mit ihren eigenen MINT-Forschungsprojekten zu beschäftigen. Das ESFZ veranstaltet in der Regel<sup>2</sup> viermal jährlich in den Ferien einwöchige Forschungscamps,

an denen bis zu 25 Jugendliche teilnehmen können. Eine exzellente Infrastruktur zum Forschen an eigenen Projektideen ist vorhanden. Studentische Tutor\*innen, Wissenschaftler\*innen und Professor\*innen betreuen die Schüler\*innen (Fösel et al., 2010; Fösel & Anton, 2019).

Das Erlanger SchülerForschungsZentrum wurde von Professor\*innen und Wissenschaftler\*innen des Departments Physik der FAU ins Leben gerufen (Fösel & Anton, 2021). Es wird als eigenständige Einrichtung der Universität betrieben und finanziert, wobei die finanziellen Mittel für den laufenden Betrieb zu großen Teilen von externen Förderern und Partnern<sup>3</sup> kommen und von der Leitung des ESFZ eingeworben werden. Das ESFZ ist so in der Lage, für die

<sup>1</sup> <https://esfz.nat.uni-erlangen.de/>

<sup>2</sup> Die Auswirkungen der Corona-Pandemie lassen aktuell keine Forschungscamps in den Räumlichkeiten der Universität zu. Schüler\*innen mit eigenen Projektideen bekommen dennoch Unterstützung durch das ESFZ: Erfahrene studentische Tutor\*innen des Erlanger SchülerForschungsZentrums unterstützen die Jugendlichen online beim Experimentieren (für Details

zum Angebot siehe <https://esfz.nat.uni-erlangen.de/esfzweb/2020/10/05/corona-kein-forschungscamp-wir-unterstuetzen-dich-trotzdem/>) und werden so zu persönlichen Begleitenden beim Forschen und Tüfteln.

<sup>3</sup> <https://esfz.nat.uni-erlangen.de/esfzweb/spenden-und-sponsoren/>

Teilnehmenden die Kosten für das gesamte Forschungscamp, abgesehen von An- und Abreise, zu übernehmen, wodurch ein Beitrag zur Bildungsgerechtigkeit geleistet wird.

Rückmeldungen aus anonymen Fragebögen am Ende der Forschungswochen zeigen, dass das besondere Konzept des ESFZ bei den Jugendlichen sehr großen Anklang findet (vgl. Abb. 1).



Abb. 1: Rückmeldungen aus anonymen Fragebögen.

Das ESFZ scheint aus Sicht der Jugendlichen also in der Tat eine Einrichtung zu sein, die ihnen sehr gute Möglichkeiten bietet, eigene Projektideen aus Physik und Technik zu verwirklichen. Wissenschaftlich fundiert sind die Rückmeldungen allerdings nicht.

Empirische Begleitforschung zum Erlanger SchülerForschungsZentrum hilft nun, wissenschaftlich fundiert objektive Informationen über Fähigkeiten und Fertigkeiten der ESFZ-Teilnehmer\*innen einerseits und deren Ansichten zum Konzept des ESFZ andererseits zu erhalten.

Informationen über experimentelle Fähigkeiten und Fertigkeiten liegen bereits vor; sie sind Ergebnisse einer Untersuchung aus den Jahren 2016-2019:

Die subjektive Wahrnehmung, dass ESFZ-Teilnehmer\*innen – neben z. B. hoher Motivation,

großem Interesse und einem ausgeprägten Durchhaltevermögen – durch gute oder sehr gute experimentelle Fähigkeiten und Fertigkeiten charakterisiert werden können, legte die Forschungsfrage nahe: Wie gut können die ESFZ-Teilnehmer\*innen tatsächlich experimentieren, d.h. Fragestellungen entwickeln, Hypothesen bilden, Versuchsanordnungen funktionsfähig aufbauen, beobachten bzw. messen, Daten aufbereiten und sachgerechte Schlüsse ziehen?

Um dieser Frage nachzugehen, wurde in den Jahren 2016-2019 ein computerbasiertes Online-Testverfahren eingesetzt, das experimentelle Teilkompetenzen bezüglich dreier Bereiche des Experimentierprozesses erfasst: Planung, Durchführung und Auswertung von Experimenten. Das verwendete Testverfahren (vgl. Theyßen et al., 2010) wurde im Verbundprojekt „Messung experimenteller Kompetenz in Large Scale Assessments“ (MEK-LSA) der Universitäten Duisburg-Essen und Bremen sowie des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN Kiel) entwickelt.

Dieses Testinstrument wurde dem ESFZ für eine Untersuchung der experimentellen Kompetenz der ESFZ-Teilnehmer\*innen zur Verfügung gestellt. Insgesamt haben 100 Jugendliche aus 13 Forschungscamps den Test durchgeführt. Die Testdurchführung erfolgte hierbei jeweils bei der Erstteilnahme eines Schülers bzw. einer Schülerin an einem Forschungscamp<sup>4</sup>. Details zu Durchführung, Auswertung und Interpretation des Tests im ESFZ wurden bereits vorgestellt (Fösel, 2021).

Aktuell liegt der Fokus der empirische Begleitforschung im Erlanger SchülerForschungsZentrum auf dem Konzept des ESFZ.

Nachfolgend werden die Inhalte einer explorativen Fragebogenstudie vorgestellt, und es wird die Durchführung der Pilotstudie skizziert.

## 2. Explorative Fragebogenstudie

### 2.1 Das Konzept des ESFZ im Fokus der empirische Begleitforschung

Die Rückmeldungen aus den anonymen Fragebögen (vgl. Abb. 1) lassen die Schlüsse zu, dass die Jugendlichen

- die Betreuung sehr wertgeschätzt haben (z.B.: „Zudem war die Betreuung sehr gut und es war eine sehr schöne Arbeitsatmosphäre.“)
- das Arbeiten an eigenen Projektideen und die damit verbundene „Offenheit“ für eigene Ideen und Forschungsmethoden als sehr positiv empfanden

mindestens viermal teilgenommen. - Die Schüler\*innen kommen aus ganz Bayern, in einigen Ausnahmefällen sogar aus Regionen über die Grenzen von Bayern oder gar Deutschland hinaus.

<sup>4</sup> Aus der Statistik der Teilnehmerzahlen des ESFZ lässt sich entnehmen, dass sich jedes Jahr Jugendliche neu auf das Abenteuer „Forschen an eigenen Projektideen“ einlassen. Den Zahlen lässt sich aber auch entnehmen, dass an den Projekten typischerweise längerfristig gearbeitet wird. Ca. 11% der Schüler\*innen haben

(z.B. „wahnsinnig viele Möglichkeiten“, „Die Selbständigkeit. Man hat nie irgendwas vorge-setzt bekommen, was man zu tun hat, [durfte] eigene Projekte selber machen.“)

Zudem kommunizierten ESFZ-Teilnehmer\*innen immer wieder, dass es für sie eine neue und durchweg positive Erfahrung war, in einem Forschungszentrum am Department Physik der FAU unmittelbar in den Forschungsalltag von Naturwissenschaftler\*innen eingebunden zu sein. Sie nahmen sehr gerne und begeistert von der Gelegenheit Gebrauch, mit Forscher\*innen an der Naturwissenschaftlichen Fakultät über ihre Projekte zu sprechen und zu diskutieren, und sie waren positiv überrascht von der Möglichkeit, Gerätschaften und Materialien diverser Lehrstühle und Abteilungen für ihre Experimente nutzen zu können. Auch haben die Schüler\*innen am Ende einer Forschungswoche in Abschlussgesprächen immer wieder betont, welche neuen Fertigkeiten und Fähigkeiten (mit Fokus auf naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen) sie mit Unterstützung durch die Tutor\*innen kennen lernen und erlernen durften.

## 2.2 Methodik

### 2.2.1 Forschungsfrage und Stichprobe

All diese Rückmeldungen stellten die inhaltliche Grundlage einer explorativen Fragebogenstudie dar, um diese individuellen Schülerrückmeldungen zum ESFZ systematisiert zu erheben: Schüler\*innen, die bereits an ESFZ-Forschungscamps teilgenommen haben, wurden retrospektiv mittels eines Fragebogens befragt, um zu klären,

- wie sie die Betreuung in den Camps erlebt haben,
- wie sehr sie sich in das Forschungsleben eingebunden fühlten,
- welche Fähigkeiten und Fertigkeiten ihrer Meinung nach in den Camps erlernt und gefördert wurden und
- wie offen und frei sie die Möglichkeiten der Forschung an ihren Projekten empfanden.

Befragt wurden Teilnehmer\*innen an Forschungscamps der Jahre 2018-2020: 30 Datensätze liegen nach der Pilotrunde zur Auswertung vor.

### 2.2.2 Fragebogenkonstruktion

Wir haben einen Online-Fragebogen unter Verwendung von unipark<sup>5</sup> entwickelt, welcher aus vier Itemskalen zu den Inhalten bzw. Themen

- Betreuungsverhältnis,
- wissenschaftliche Eingebundenheit in den universitären Alltag,
- Fähigkeiten und Fertigkeiten und
- Offenheit

aufgebaut ist. Die Items zu den Skalen „Betreuung“, „wissenschaftliche Eingebundenheit in den universitären Alltag“ und „Offenheit“ wurden adaptiert nach Pawek (2009). Die Skala Fähigkeiten und Fertigkeiten wurde eigenständig konzipiert. Tabelle 1 stellt eine Charakterisierung der vier Skalen dar.

Itemskala	adaptiert nach	# Items	Cronbach's $\alpha$
Betreuungsverhältnis	Pawek, 2009	19	0.85
wissenschaftliche Eingebundenheit	Pawek, 2009	7	0.67
Fähigkeiten und Fertigkeiten	-	10	0.81
Offenheit	Pawek, 2009	5	0.82

**Tab. 1:** Charakterisierung der Skalen des eingesetzten Fragebogens. Beispielitems finden sich im Fließtext.

Die Bewertung der vorgegebenen Aussagen erfolgte für alle vier Skalen mit Hilfe einer 5-stufigen Ratingskala („stimmt gar nicht“ bis „stimmt völlig“).

Nachfolgend werden die Skalen „Betreuungsverhältnis“, „wissenschaftliche Eingebundenheit“ und „Offenheit“ weitergehend vorgestellt, stellen sie doch aus unserer Sicht wesentliche Säulen des Konzepts des ESFZ dar (Abb. 2): Die wahrgenommene Betreuung und die empfundene wissenschaftliche Eingebundenheit sind wesentlich für ein Forschen an eigenen Ideen und damit auch wesentlich für die empfundene Offenheit (vgl. Rückmeldungen aus anonymen Fragebögen bzw. Abb. 1). Diese Offenheit beim Tüfteln und Forschen an den eigenen Ideen mit der entsprechenden Wertschätzung und Förderung durch Tutor\*innen und Professor\*innen soll ein zentrales Merkmal des ESFZ darstellen. Das Erlernen von Fähigkeiten und Fertigkeiten, wie sie für ein Forschen an naturwissenschaftlichen Projektideen hilfreich bis notwendig sind, sehen wir etwas außerhalb der Konstellation Betreuung - wissenschaftliche Eingebundenheit - Offenheit.



**Abb. 2:** Wesentliche Säulen des Konzepts des ESFZ im Zusammenspiel.

<sup>5</sup> <https://unipark.com/>

**Skala „Betreuungsverhältnis“.** Diese Skala setzt sich aus 19 Items zusammen. Erste Anregungen zur Erstellung der Skala gehen auf Pawek (Pawek, 2009, S. 198) zurück. Zwei Items seien exemplarisch genannt und sollen klar machen, dass die Items unmittelbar und zielgerichtet Bewertungen zu einem wesentlichen Aspekt des ESFZ-Konzepts abfragen:

*„Ich hatte das Gefühl, dass die Betreuer von meiner eigenen Projektidee fasziniert sind.“ (Item 3 von 19)*

*„Ich fand es gut, dass die Betreuer die Weiterentwicklung meiner eigenen Projektidee durch gezielte Nachfragen anregen“ (Item 9 von 19)*

**Skala „wissenschaftliche Eingebundenheit in den universitären Alltag“.** Diese Skala setzt sich aus sieben Items zusammen. Erste Anregungen zur Erstellung der Skala gehen auf Pawek (2009, S. 198) zurück.

*„Dass ich jederzeit mit Forschern aus anderen Abteilungen sprechen konnte, fand ich gut.“ (Item 3 von 7)*

*„Ich habe einen Einblick in den Berufsalltag von Wissenschaftlern bekommen.“ (Item 4 von 7)*

*„Ich hatte das Gefühl, Teil eines wissenschaftlichen Teams zu sein.“ (Item 6 von 7)*

**Skala „Offenheit“.** Diese Skala setzt sich aus fünf Items zusammen. Erste Anregungen zur Erstellung der Skala gehen auf Pawek (2009, S. 198) zurück. Ersichtlich ist, dass hier zielgerichtet ein wertendes Urteil über ein Forschen und Tüfteln an den eigenen Ideen gesucht wird.

*„Während des Experimentierens konnte ich meine eigenen Ideen für das Projekt einbringen und umsetzen.“ (Item 4 von 5)*

*„Während des Experimentierens hatte ich das Gefühl, alles selbst bestimmen zu können.“ (Item 5 von 5)*

### 2.2.3 Datenauswertung

In einem ersten Auswertungsschritt wurden die Schülerantworten mittels deskriptiver Statistik ausgewertet. Robbins und Heiberger (2011) diskutieren in ihrem Übersichtsartikel die Vorzüge von „Diverging Stacked Bar Charts“ gegenüber anderer Diagrammtypen zur Visualisierung von Daten, die mithilfe von Ratingskalen gewonnen wurden. In diesem Beitrag wird deshalb zur graphischen Darstellung der mithilfe von Ratingskalen erhobenen Daten auf solche Diverging Stacked Bar Charts zurückgegriffen. In

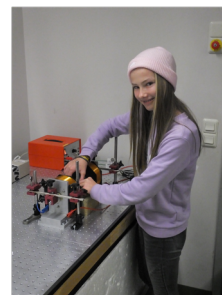
Diverging Stacked Bar Charts wird zur Zusammenfassung der Ergebnisse für jede zu bewertende Aussage einer Skala ein Balken von normierter Länge dargestellt, welcher jeweils relativ zur Skalenmitte ausgerichtet ist. Der prozentuale Anteil der Probandinnen und Probanden, die einer Aussage zustimmen (hier: „stimmt“ bzw. „stimmt völlig“) kann rechts von der Skalenmitte abgelesen werden (Breite der blauen Balken). Umgekehrt ist der prozentuale Anteil derjenigen Studienteilnehmenden, die eine Aussage ablehnen (hier: „stimmt nicht“ bzw. „stimmt gar nicht“) links von der Skalenmitte abzulesen (Breite der roten Balken). Der Prozentsatz Befragter der Gesamtstichprobe, die einer Aussage weder zustimmen noch diese ablehnen (hier: „stimmt teils, teils“) wird durch die Breite des grauen Balkens dargestellt, der an der Skalenmitte ausgerichtet ist. Eine Tendenz zur Zustimmung der Befragten zu einer gegebenen Aussage zeigt sich in einem Ausschlag des gesamten Balkens nach rechts, ein Ausschlag nach links deutet auf eine Ablehnung hin.

Die hier vorgestellte Studie ist als Pilotstudie zu verstehen; weitere Befragungen, ergänzt durch Interviews, sollen durchgeführt werden, sobald Forschungscamps am Department Physik wieder in Präsenz möglich sind. Nachfolgend werden exemplarisch Ergebnisse dieser Pilotstudie präsentiert.

## 3. Ergebnisse

### 3.1 Skala „Offenheit“

*„Mit meinem Projekt will ich herausfinden, ob elektrische bzw. magnetische Felder das Wachstum von Kresse beeinflussen. In dieser Woche habe ich mich vor allem auf das magnetische Feld konzentriert. Dazu habe ich eine kleine Petrischale mit Kressesamen bepflanzt und in ein Magnetfeld gestellt, das von zwei Spulen erzeugt wird. Der Versuch lief 42 Stunden. Danach habe ich den Versuch wiederholt. In diesem Durchgang habe ich statt der zwei Eisenzyylinder, zwei Aluminiumzylinder als Spulenkern verwendet. Das Aluminium leitet das magnetische Feld nicht, aber die Wärme schon. Damit wollte ich herausfinden, ob die Wärme durch die Spulen einen Einfluss auf das Wachstum hat“ (Faschingscamp 2020, Miriam K., 14 Jahre).*



**Abb. 3:** Miriam beim Konzipieren eines Aufbaus für ein homogenes Magnetfeld: Kressesamen sollen beim Wachstum im Magnetfeld untersucht werden im Vergleich zu einer Kontrollgruppe an Kressesamen.

## Skala Offenheit

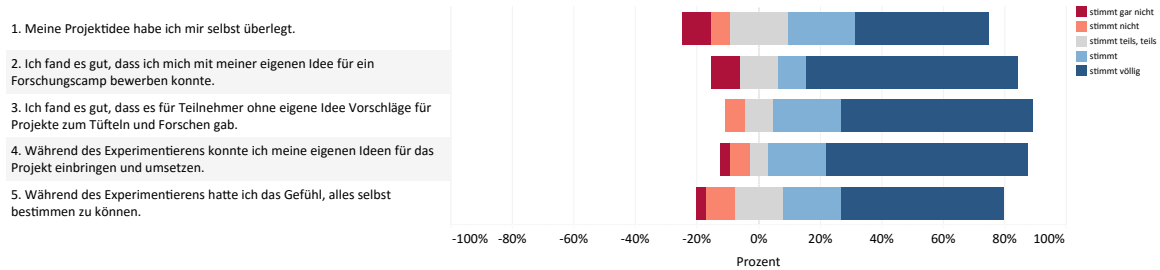


Abb. 4: Diverging Stacked Bar Chart zur Skala „Offenheit“.

Mit diesen Worten beschreibt die Schülerin Miriam (zum Zeitpunkt des Forschercamps 14 Jahre alt) ihr Projekt „Wachstum von Kresse in elektrischen und magnetischen Feldern“. Die Idee zu diesem Projekt hierzu kam allein von Miriam.

Die Tutor\*innen und Wissenschaftler\*innen ermutigten Miriam, ihr Forschungsprojekt umzusetzen. Sie unterstützen sie dadurch, dass sie Fragen stellten, die Miriam eigenständig zu neuen Forschungsaktivitäten anregen. Sie waren aber zu jedem Zeitpunkt auch offen für Vorschläge und Vorgehensweisen, die Miriam selbst ins Spiel brachte.

Miriam schätzte diese Offenheit beim Arbeiten im ESFZ sehr. Auch aus den Auswertungen der Pilotstudie geht hervor, dass die überwiegende Mehrheit der Befragten Offenheit im ESFZ empfunden haben: die Befragten fühlten sich mehrheitlich frei beim Experimentieren im ESFZ, was als Argument dafür zu werten ist, dass die Teilnehmenden Autonomie in ihrem Forschungsprozess erlebten (vgl. Abb. 4).

### 3.2 Skala „wissenschaftliche Eingebundenheit in den universitären Alltag“

Auch anhand der Schülerantworten zur Skala wissenschaftliche Eingebundenheit wird eine Tendenz in Richtung Zustimmung feststellbar (vgl. Abb. 5). Hier gibt es allerdings Unterschiede zwischen den Items, z.B. wenig „volle Zustimmung“ bei Item 6 oder keine Ablehnung bei Item 1. Hier könnten über die

## Wissenschaftliche Eingebundenheit in universitären Alltag

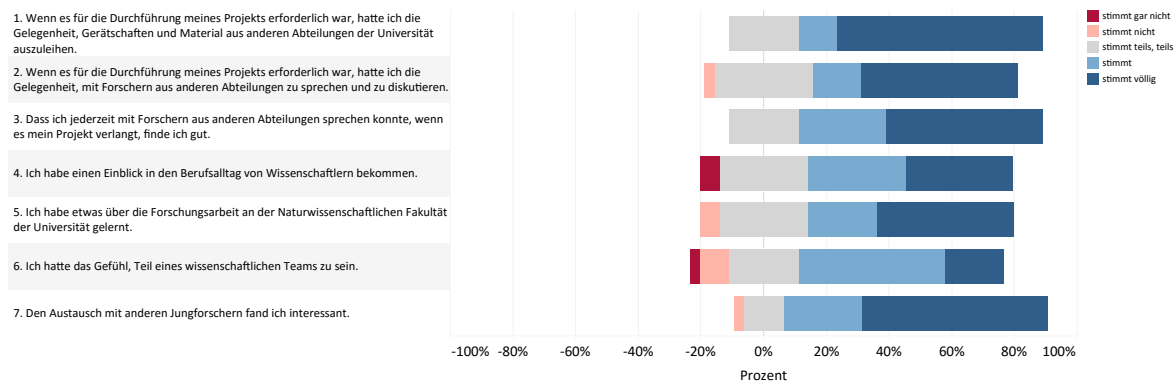


Abb. 5: Diverging Stacked Bar Chart zur Skala „wissenschaftliche Eingebundenheit in universitären Alltag“.

Pilotstudie hinausgehende Befragungen (z.B. Interviews) weitere Informationen liefern.

### 3.3 Skala „Betreuungsverhältnis“

Die Visualisierung der Ergebnisse zur Skala „Betreuungsverhältnis“ ist in Abb. 6 zu sehen.

Um eine zielgerichtete Verbesserung der Qualität des Betreuungsverhältnisses zu ermöglichen, sollten explorativ Faktoren identifiziert werden, die ein gutes Betreuungsverhältnis manifestieren.

Wir untersuchten daher die der Skala zugrundeliegende Faktorstruktur mittels einer explorativen Faktorenanalyse. Von der Eignung der vorliegenden Daten für eine explorative Faktorenanalyse kann nach dem Kaiser-Meyer-Olkin-Kriterium und dem Bartlett-Test auf Sphärizität ausgegangen werden, obgleich die Ergebnisse anhand der Pilotstudien Daten von nur  $N = 30$  Probandinnen und Probanden als vorläufig anzusehen sind. Eine Hauptkomponentenanalyse mittels anschließender Varimax-Rotation führte auf die Extraktion von zwei Faktoren mit Eigenwerten oberhalb von 1.0, die gemeinsam 55.67% der Varianz in den Daten aufklären.

Hohe Faktorladungen (überwiegend oberhalb von 0.7) und Sekundärladungen, die betragsmäßig mehrheitlich weit unterhalb von 0.3 liegen, sprechen zwar dafür, dass die beiden extrahierten Faktoren empirisch gut trennbar sind, allerdings erscheint anhand der Daten aus unserer Pilotstudie nur einer der beiden

Betreuungsverhältnis im ESFZ

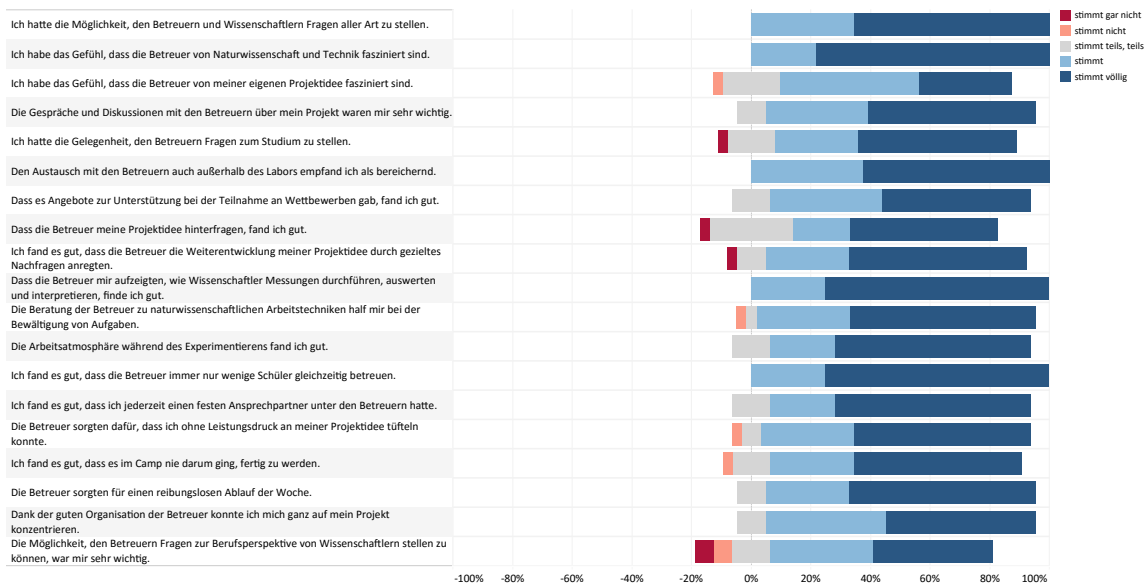


Abb. 6: Diverging Stacked Bar Chart zur Skala „Betreuungsverhältnis“.

Faktoren inhaltlich klar interpretierbar. Dabei handelt es sich um einen Faktor Interaktion zwischen Betreuern und ESFZ-Teilnehmenden, auf den sieben Items der Skala laden (vgl. Abb. 7). Die Faktorreliabilität wurde mittels Cronbach's Alpha zu 0.90 geschätzt. Die inhaltliche Interpretation des zweiten Faktors, wie er sich anhand der Pilotstudien ergab, war nicht möglich und bietet offene Fragen für zukünftige Untersuchungen: Folgestudien müssen zeigen, ob sich der erste Faktor zur Interaktion Betreuende – Teilnehmende mit einer größeren Stichprobe replizieren lässt und welche weiteren Faktoren die Betreuungsqualität im ESFZ manifestieren.

Auf diese Weise erscheint in der Zukunft eine weitere Optimierung der Betreuung im ESFZ möglich. Ein analoges Vorgehen für die weiteren Skalen und die Anreicherung der quantitativen Fragebogendaten mittels qualitativer Studien soll zur Verbesserung des gesamten Konzepts des ESFZ basierend auf empirischen Erkenntnissen beitragen.

Betreuungsverhältnis im ESFZ - Faktor 1

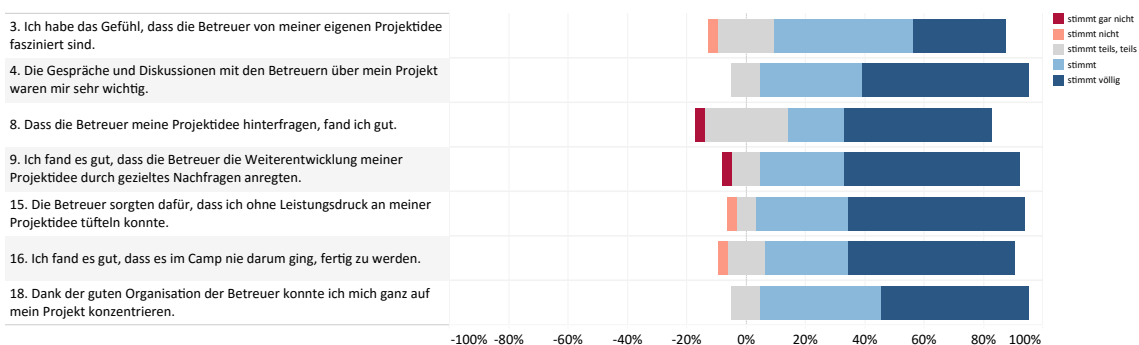


Abb. 7: Items, die als Ergebnis einer explorativen Faktoranalyse einem Faktor 1 (von 2) zugeschrieben werden können. Faktorladungen:  $\lambda_3 = 0.76, \lambda_4 = 0.88, \lambda_8 = 0.83, \lambda_9 = 0.71, \lambda_{15} = 0.81, \lambda_{16} = 0.81, \lambda_{18} = 0.73$ .

## 5. Literatur

- Erlanger SchülerForschungsZentrums ESFZ.  
<https://esfz.nat.uni-erlangen.de> (Stand: 5/2021)
- Fösel, A., Anton, G., Christl, M., Durst, J., & Schreiner, I. (2010). Lust und Spaß am Forschen und Tüfteln - Das Erlanger Schülerforschungszentrum (ESFZ) für Bayern. In PhyDid B - Didaktik der Physik - Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung. Url: <http://phydid.de/index.php/phydid-b/article/view/188> (Stand: 5/2021)
- Fösel, A. & Anton, G. (2019). Lust und Spaß am Forschen und Tüfteln. Vortrag auf der 4. Fachtagung Schülerforschungszentren (Organisation und Durchführung: Joachim Herz-Stiftung in Kooperation mit der FAU und dem ESFZ). Url: [https://schuelerforschungszentren.de/fileadmin/Redaktion/Tagungen/2019\\_Erlangen/Vortrag\\_ESFZ\\_4.\\_Fachtagung\\_SFZ.pdf](https://schuelerforschungszentren.de/fileadmin/Redaktion/Tagungen/2019_Erlangen/Vortrag_ESFZ_4._Fachtagung_SFZ.pdf) (Stand: 5/2021)
- Fösel, A. & Anton, G. (2021). Die Universität als Keimzelle und Betreiber des ESFZ. In J. Plath, C. Lenz, J. Maxton-Küchenmeister – Joachim Herz Stiftung & Stiftung Jugend forscht e.V. (Hrsg.), Best Practices und Tipps von Expert:innen für Schülerforschungszentren (S. 67-70). Url: [https://joachim-herz-stiftung.de/fileadmin/Redaktion/JHS\\_BroschuereSFZ.pdf](https://joachim-herz-stiftung.de/fileadmin/Redaktion/JHS_BroschuereSFZ.pdf) (Stand: 5/2021)
- Fösel, A. (2021). Empirische Forschung im Erlanger SchülerForschungsZentrum. In S. Habig (Hrsg.), Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch? (S. 737-740). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Online-Jahrestagung 2021, Band 43. Url: [https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2021/TB2021\\_737\\_Foesel.pdf](https://gdcp-ev.de/wp-content/tb2021/TB2021_737_Foesel.pdf) (Stand: 5/2021)
- Pawek, C. (2009). Schülerlabore als interessensfördernde außerschulische Lernumgebungen für Schülerinnen und Schüler der Mittel- und Oberstufe. eDissertation. IPN, Kiel. Url: [https://dlr.de/schoollab/Portaldata/24/Resources/dokumente/Diss\\_Pawek.pdf](https://dlr.de/schoollab/Portaldata/24/Resources/dokumente/Diss_Pawek.pdf) (Stand: 5/2021)
- Robbins, N. und Heiberger, R. (2011): Plotting Likert and other rating scales. In: Proceedings of the 2011 Joint Statistical Meeting, S. 1058-1066. Url: [https://montana.edu/msse/Data\\_analysis/Likert\\_Survey\\_Graphs.pdf](https://montana.edu/msse/Data_analysis/Likert_Survey_Graphs.pdf) (Stand: 5/2021)
- Theyßen, H., Schecker, H., Neumann, K., Eickhorst, B. & Dickmann, M. (2016). Messung experimenteller Kompetenz ein computergestützter Experimentiertest. In Phydid B – Didaktik der Physik – Beiträge zur DPG-Frühjahrstagung 1/15, S. 26-48. Url: <http://phydid.de/index.php/phydid/article/view/652> (Stand: 5/2021)