

Michaela Oettle¹
 Silke Mikelskis-Seifert¹
 Katja Scharenberg¹
 Wolfram Rollett¹

¹PH Freiburg

Erfassung der Barrierefreiheit von schulischen Experimentierumgebungen¹

Theorie und Forschungsstand

Das Thema Barrierefreiheit im schulischen Kontext lässt sich aus drei Perspektiven betrachten. Aus einer *rechtlichen Perspektive* heraus stellt Barrierefreiheit einen Grundsatz dar, den Bereiche des täglichen Lebens erfüllen müssen: Verkehrsmittel, Anlagen, Informationsquellen und Kommunikationseinrichtungen sind dann barrierefrei, wenn sie für Menschen mit Behinderung ohne fremde Hilfe zugänglich und nutzbar sind (Landesgleichstellungsgesetz Baden-Württemberg, § 3 (2)). Über den rechtlichen Fokus auf Menschen mit Behinderung hinaus wird aus der *Perspektive der Produktentwicklung* und insbesondere nach dem Ansatz des *Universal Design* versucht, eine universelle Zugänglichkeit durch Produkte und Umgebungen zu schaffen, die zum größtmöglichen Grad von allen Menschen verwendet werden können ohne nachträgliche Anpassung (Center for Universal Design, 1997, S. 1). Folgt man diesem Ansatz, müssen speziell für die Gestaltung von Lernumgebungen aus der *Perspektive der Lernforschung* schließlich Barrieren berücksichtigt werden, die in der Interaktion des Lernenden und der Lernumgebung entstehen könnten (Stinken-Rösner et al., 2020). Solche Barrieren können u.a. von sozialer, sprachlicher, kognitiver, affektiver oder auch physischer Natur sein. Wird der Fokus auf die Barrierefreiheit von Experimentierumgebungen im Unterricht gelegt, so muss zunächst analysiert werden, welche der zahlreichen mit dem Experimentieren verbundenen Tätigkeiten (Duit, Gropengießer & Stäudel, 2004) die Schüler*innen ausführen und welche Anforderungen die Tätigkeiten ihrerseits an die Lernenden stellen. Wir argumentieren, dass Barrierefreiheit nur dann gegeben ist, wenn die Anforderungen zu den verschiedenen Lernvoraussetzungen der Schüler*innen passen.

Experimentierbegleitende Materialien wie schriftliche Instruktionen und Versuchsanleitungen bilden einen wichtigen Bestandteil schulischer Experimentierumgebungen. Da gänzlich freies Forsuchen viele Schüler*innen zunächst überfordert, können solche instruktionalen Materialien Unterstützung und Struktur geben (Bell, 2012) und bieten ebenfalls einen Rahmen für das Festhalten eigener Beobachtungen und Interpretationen. Dementsprechend sollten die bereitgestellten Instruktionen im Hinblick auf ihre Barrierefreiheit insbesondere dem Anwendungsbereich „barrierefreie Informationsquellen und Kommunikationseinrichtungen“ aus der zuvor genannten Rechtsgrundlage genügen. Barrierefrei sind Informationsquellen dann, wenn sie für den Anwendenden von Nutzen sind und den Zweck der Informationsbeschaffung erfüllen, hier also die benötigten Informationen für das Experimentieren zugänglich machen (*funktionale Zugänglichkeit*). Bei vorrangig textbasierten Materialien muss die Instruktion auch auf sprachlicher Ebene Zugang zu den Informationen gewährleisten (*sprachliche Zugänglichkeit*). Auf physischer Ebene werden Informationen über Sinnesreize aufgenommen und weiterverarbeitet (Mayer, 2009), weshalb barrierefreie Informationsquellen auch *akustische und visuelle Zugänglichkeit* ermöglichen müssen. Neben einem Informationszugang muss die barrierefreie Instruktion ebenfalls Teilhabe an der mit der Information verbundenen Kommunikation ermöglichen, was als Handlungsaspekt aufgefasst

¹Das diesem Artikel zugrundeliegende Vorhaben wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1818B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autor*innen.

werden kann. Die Instruktion muss demnach so beschaffen sein, dass sie Zugänglichkeit zu den verschiedenen Experimentiertätigkeiten bietet (*Zugänglichkeit zum Experimentieren*). Die Barrierefreiheit der Experimentierumgebung ist aus unserer Sicht eine notwendige Voraussetzung dafür, dass menschliche Grundbedürfnisse nach Autonomie- und Kompetenzerleben sowie nach sozialer Eingebundenheit beim Experimentieren erfüllt werden können und damit Voraussetzungen für eine selbstbestimmte Lernmotivation gegeben sind (Deci & Ryan, 1985). Die Befriedigung der Grundbedürfnisse kann sich positiv auf das akademische Fähigkeitsselbstkonzept der Schüler*innen auswirken (Huber et al., 2015), welches wiederum positiv mit ihrem Lernerfolg zusammenhängt (Chiu & Klassen, 2010). Als ein Novum in der Erforschung von naturwissenschaftlichem Unterricht ist das Konzept der Barrierefreiheit im Schema von Stinken-Rösner et al. (2020) integriert und wird unter dem Aspekt „Erkennen von Barrieren beim Betreiben naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung“ als Forschungsdesiderat aufgemacht, welchem durch das hier vorgestellte Forschungsprojekt begegnet wird.

Forschungsfrage

Die Studie geht der Frage nach, wie sich die von Schüler*innen wahrgenommene Barrierefreiheit von Experimentierumgebungen mit einem Fokus auf den Instruktionen erheben lässt. Nachfolgend wird die Entwicklung eines entsprechenden Testinstruments vorgestellt.

Operationalisierung des Konstrukts und Itementwicklung

Gemäß der zuvor skizzierten theoretischen Herleitung umfasst das Konstrukt „Barrierefreiheit von Experimentierumgebungen (Fokus Instruktionen)“ die vier Dimensionen funktionale, sprachliche und visuelle Zugänglichkeit sowie Zugänglichkeit zum Experimentieren, welche wir als vier Teilskalen des Konstrukts operationalisieren. Aktuell eingesetzte Experimentiermaterialien verzichten weitestgehend auf gesprochene Elemente, weshalb die akustische Zugänglichkeit im Rahmen unserer Studie nicht berücksichtigt wurde.

Für die vier Teilskalen wurde ein Fragebogen mit 16 Items konzipiert, welcher die Wahrnehmung typischer Experimentierumgebungen im Physikunterricht durch die Schüler*innen auf vierstufigen Likertskalen erfasst (*Tabelle 1*).

Skala	Beispielitems	<i>N</i> (α)	<i>M</i> (<i>SD</i>)
Funktionale Zugänglichkeit	Ich konnte mit der Anleitung ohne andere Hilfe das Experiment machen.	4 (.76)	2.97 (0.62)
Sprachliche Zugänglichkeit	Die Sprache in der Anleitung war mir zu schwer. (neg)	2 (.84 ^{SB})	3.34 (0.78)
Visuelle Zugänglichkeit	Ich konnte die Bilder in der Anleitung deutlich sehen.	3 (.80)	2.79 (0.80)
Zugänglichkeit zum Experimentieren	Die Anleitung hat mir geholfen, alle Bauteile für das Experiment zu erkennen.	7 (.83)	3.14 (0.55)

Anmerkung: Itemanzahl (*N*), Cronbachs α ; SB mit Spearman-Brown-Formel korrigiertes α für neue Testlänge von 4 statt 2 Items; Mittelwerte (*M*) und Standardabweichungen (*SD*); *N* = 195 Schüler*innen, Likertskalen: 1 = „stimmt gar nicht“, 2 = „stimmt eher nicht“, 3 = „stimmt manchmal“, 4 = „stimmt“.

Tabelle 1: Wahrnehmung der Barrierefreiheit von Experimentierumgebungen

Erprobung der Items

Die von uns entwickelten Items wurde im Rahmen einer Paper-Pencil-Befragung an Gymnasien, Realschulen und Gemeinschaftsschulen in Baden-Württemberg in den Klassenstufen 7 bis 9 in inklusiven Klassen pilotiert (*N* = 195 Schüler*innen, davon 86 Mädchen und 109 Jungen). Für eine diskriminante Konstruktvalidierung der Barrierefreiheitsskalen wurden in der Erprobung zusätzlich die intrinsische Motivation durch Skalen zum Autonomie- und Kompetenzerleben (nach Weßnigk & Euler, 2012; Johnston & Finney, 2010) sowie das situationspezifische (experimentierbezogene) Fähigkeitsselbstkonzept (nach Weßnigk &

Euler, 2012; Dickhäuser et al., 2002) erhoben. Für die zusätzlichen Skalen wurde eine moderate Korrelation mit der Barrierefreiheit erwartet. Ebenfalls zur Validierung wurden als Außenkriterien demographische Merkmale der Schüler*innen wie ihr Geschlecht, ihre Erstsprache (deutsch vs. nicht-deutsch) sowie ihre Physikleistung (über Selbsteinschätzung „besser“ vs. „schlechter“ als die Mitschüler*innen) erhoben.

Skalenanalyse und Ergebnisse der Pilotierung

Anhand einer Hauptkomponentenanalyse der Befragungsdaten der 16 Items konnten vier Faktoren extrahiert werden. Nach Rotation der Komponentenmatrix spiegelten die den Faktoren zugeordneten Items die theoretisch abgeleiteten Teilskalen der Barrierefreiheit wider, wodurch die angenommene Konstruktdimensionalität bestätigt wurde. In der Skalenanalyse (*Tabelle 1*) ergaben sich für alle Skalen akzeptable bzw. guten Werte für die quantifizierte Reliabilität (Cronbachs α). Die Ergebnisse der Erprobung sind in Form deskriptiver Statistiken zu den vier Skalen ebenfalls in *Tabelle 1* zusammengefasst. Es zeigt sich, dass zumindest für die hier untersuchte Stichprobe die Barrierefreiheit der typischerweise eingesetzten Experimentierumgebungen im Mittel als eher hoch wahrgenommen wird.

Validierung des Testinstruments

Zur Validierung des Konstrukts „Barrierefreiheit von Experimentierumgebungen“ wurde dessen Zusammenhang mit der intrinsischen Motivation (zwei Skalen) und dem Fähigkeitsselbstkonzept (eine Skala) bestimmt. Es zeigten sich für alle vier Dimensionen der Barrierefreiheit die erwarteten kleinen bzw. mittleren signifikanten Zusammenhänge zu den drei Skalen. Große Korrelationen weisen jedoch einerseits die Skala „funktionale Zugänglichkeit“ mit dem Kompetenzerleben ($r = .59, p < .001$) sowie mit dem Selbstkonzept ($r = .57, p < .001$) und andererseits die Skala „Zugänglichkeit zum Experimentieren“ mit dem Selbstkonzept ($r = .50, p < .001$) auf. Wird für Unterschiede im Fähigkeitsselbstkonzept kontrolliert, zeigen sich noch immer Zusammenhänge von mittlerer Effektstärke zwischen den beiden genannten Barrierefreiheitskalen und dem Kompetenzerleben (für „funktionale Zugänglichkeit“ $r = .35, p < .001$; für „Zugänglichkeit zum Experimentieren“ $r = .36, p < .001$). Für die kriteriengeleiteten Validierung wurde jeweils der Effekt von Geschlecht, Erstsprache und Physikleistung auf die vier Barrierefreiheitskalen im Rahmen von robusten MANOVA-Verfahren (Choi & Marden, 1997) untersucht. Die Analysen ergaben bei allen drei soziodemographischen bzw. leistungsbezogenen Merkmalen signifikante Effekte der Gruppenzugehörigkeit auf die wahrgenommene Barrierefreiheit (Geschlecht: $H(4) = 0.45, p = .030$, Erstsprache: $H(4) = 9.90, p = .040$, Physikleistung: $H(4) = 16.38, p = .003$). Die Ergebnisse der MANOVAs wurden mit diskriminanten Funktionsanalysen weiterverfolgt. Die Diskriminanzfunktionen trennten beim Geschlecht die Variablen 1) funktionale und visuelle von 2) sprachlicher und experimenteller Zugänglichkeit. Gleichzeitig befanden sich in der ersten Variablengruppe vorrangig Jungen und in der zweiten Mädchen. Dementsprechend nahmen Jungen eher die funktionale und visuelle und Mädchen eher die sprachliche und experimentelle Barrierefreiheit höher wahr. In gleicher Weise nahmen Schüler*innen mit der Erstsprache Deutsch die funktionale und die sprachliche Zugänglichkeit eher höher wahr als Schüler*innen mit einer anderen Erstsprache. Zudem ging eine bessere Physikleistung mit einer höheren Wahrnehmung der funktionalen, der visuellen und der experimentellen Zugänglichkeit einher. Die genannten Befunde entsprechen den theoretischen Erwartungen und unterstützen die Kriteriumsvalidität des entwickelten Testinstruments.

Ausblick

In Anbetracht des substanziellen Zusammenhangs zwischen der wahrgenommenen Barrierefreiheit von Experimentierumgebungen und dem in der Experimentiersituation erlebten Kompetenzerleben der Schüler*innen muss sich an die vorgestellte Studie eine weitere

Ausschärfung des modellierten Barrierefreiheitskonstrukts anschließen, um weitere Klarheit über den Wirkzusammenhang zwischen den Variablen zu erzielen.

Literatur

- Baden-Württemberg (2014). Landesgesetz zur Gleichstellung von Menschen mit Behinderung. Landes-Behindertengleichstellungsgesetz L-BGG vom 17.12.2014. Fundstelle: GBI. 2014,819
- Bell, T. (2012). Entdeckendes und forschendes Lernen. In S. Mikelskis-Seifert & T. Rabe (Eds.), *Physikmethodik. Handbuch für die Sekundarstufe I und II*. Berlin: Cornelsen, 70-81
- Chiu, M.M. & Klassen, R.M. (2010). Relations of mathematics self-concept and its calibration with mathematics achievement: Cultural differences among fifteen-year-olds in 34 countries. *Learning and Instruction*, 20 (1), 2-17
- Choi, K.; & Marden, J. (1997). An approach to multivariate rank tests in multivariate analysis of variance. *Journal of the American Statistical Association*, 92 (440), 1581-1590
- Deci, E.L. & Ryan, R.M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Springer Science and Business Media
- Dickhäuser, O., Schöne, C., Spinath, B. & Stiensmeier-Pelster, J. (2002). Die Skalen zum akademischen Selbstkonzept: Konstruktion und Überprüfung eines neuen Instruments. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 23 (4), 393-405
- Duit, R., Gropengießer, H., & Stäudel, L (2004). *Naturwissenschaftliches Arbeiten: Unterricht und Material* 5-10. Seelze-Velber: Friedrich-Verlag
- Huber, S., Häusler, J., Jurik, V. & Seidel, T. (2015). Self-underestimating students in physics instruction: Development over a school year and its connection to internal learning processes. *Learning and Individual Differences*, 43, 83-91
- Johnston, M.M. & Finney, S. J. (2010). Measuring basic needs satisfaction: Evaluating previous research and conducting new psychometric evaluations of the Basic Needs Satisfaction in General Scale. *Contemporary Educational Psychology*, 35 (4), 280-296
- Mayer, R.E. (2009). *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press
- NC State University, The Center for Universal Design (1997). The principals of universal design. https://projects.ncsu.edu/ncsu/design/cud/about_ud/udprinciplestext.htm (zuletzt geprüft am 23.09.2020)
- Stinken-Rösner, L., Rott, L., Hundertmark, S., Baumann, T., Menthe, J., Hoffmann, T., Nehring, A. & Abels, S. (2020). Thinking Inclusive Science Education from two Perspectives: Inclusive Pedagogy and Science Education. *RISTAL Research in Subject-matter Teaching and Learning*, 3, 30-45
- Weßnigk, S. & Euler, M. (2012). *Kooperatives Arbeiten an industrienahen außerschulischen Lernorten*. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:8-diss-107885> (zuletzt geprüft am 23.09.2020)