

Heiko Krabbe¹
 Frederike Förster¹
 Hans E. Fischer²

¹Ruhr-Universität Bochum
²Universität Duisburg Essen

Leistungsentwicklung im Physikunterricht der Sekundarstufe I

Ausgangslage

Das Projekt „Ganz In - Mit Ganztag mehr Zukunft. Das neue Ganztagsgymnasium NRW“ (Berkemeyer et al., 2010) hat zum Ziel, durch die bedarfsoorientierte Entwicklung von Ganztagsangeboten eine allgemeine Verbesserung der Schülerleistungen zu erreichen. Als Monitoring wurde in den Jahren 2010 bis 2014 in einer Längsschnittuntersuchung die Leistungsentwicklung in den Fächern, Deutsch, Englisch, Mathematik, Biologie, Chemie und Physik untersucht. Außerdem wurde der soziokulturelle Hintergrund, Unterrichtsqualität, Unterrichtsentwicklung und Organisationskultur durch Hintergrundfragebögen erfasst.

An dieser Stelle wird nur die Leistungsentwicklung im Fach Physik in Verbindung mit dem soziokulturellen Hintergrund betrachtet. Es stellen sich folgende Fragen:

- Welche Entwicklungsverläufe von Klasse 5 nach Klasse 9 kann man beobachten?
- Welche Zusammenhänge mit den Hintergrundvariablen lassen sich feststellen?
- Wie lässt sich der Leistungsstand der Schülerinnen und Schüler charakterisieren?

Design und Auswertung

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die durchgeführten Erhebungen der ersten Kohorte im Längsschnitt. Für eine zweite Kohorte wurden, um zwei Jahre versetzt, Erhebungen in Klasse 5 und Klasse 7 durchgeführt aber noch nicht ausgewertet.

	9/10 2010	9/10 2012	9/10 2014
Kohorte 1 N=3749	Klasse 5 N = 3244	Klasse 7 N = 2928	Klasse 9 N = 2724
Kohorte 2		Klasse 5	Klasse 7

Tab. 1: Erhebungszeitpunkte und Stichproben

In Klasse 5, 7 und 9 der ersten Kohorte wurden jeweils ein Fachwissenstest mit 34 Multiple-Choice-Single-Select-Aufgaben durchgeführt, Basis für die Tests waren veröffentlichte Aufgaben von TIMSS (1995, 1999, 2003, 2007, 2011), dem PLUS-Projekt (Ohle, 2010), Aufgaben aus dem Längsschnitt zur Energie von Viering, Fischer & Neumann (2010), Aufgaben aus einem Mechaniktest für Klasse 8 (Zander, 2015) sowie Aufgaben, die in Anlehnung an die Forschung zu Schülervorstellungen entwickelt wurden (Müller, Wodzinski & Hopf, 2007).

	Items je Inhaltsgebiet	MNSQ	EAP/PV Reliabilität	Trennschärfe
Klasse 5	Elektrizitätslehre: 7, Magnetismus: 2 Wärmelehre: 8, Optik: 7, Energie: 6, Mechanik: 4.	[0.92; 1,05]	.59	[0.07; 0,43]
Klasse 7	Elektrizitätslehre: 6, Wärmelehre: 7, Optik: 7, Energie: 7, Mechanik: 7.	[0.96; 1,07]	.65	[0.09; 0,27]
Klasse 9	Elektrizitätslehre 6, Wärmelehre 7, Optik 7, Energie 6, Mechanik 8	[0.92; 1,10]	.78	[0.16; 0.49]

Tab. 2: Inhaltsgebiete und Kennwerte der Testaufgaben

Die abgedeckten Inhaltsfelder sind in Tabelle 2 angegeben. Die Aufgaben wurden zunächst für die drei Messzeitpunkte separat Rasch-skaliert. Die zunehmende Reliabilität zeigt, dass sich das breitangelegte Konstrukt „Fachwissen in Physik“ erst im Laufe der Mittelstufe

entwickelt und zuverlässig erfassen lässt. Entsprechend mussten wegen unzureichender Trennschärfen ($<.25$) 12 Items in Klasse 5, fünf Items in Klasse 7 und ein Item in Klasse 9 ausgeschlossen werden. Dabei handelte es sich hauptsächlich um Items mit Bodeneffekten. Dadurch verblieben von den ursprünglich 13 identischen Aufgaben zwischen den Tests in Klassen 5, 7 und 9 noch sechs Ankeraufgaben.

Zudem ergab sich das Problem, dass die Ankeritems zu unterschiedlichen Inhaltsfeldern gehörten (Elektrizitätslehre 1, Wärmelehre 2, Optik 1, Energie 1, Mechanik 1) und sich im Verlauf des Längsschnitts relativ zueinander verschoben haben. Für die Analysen wurden Between-Group Repeated Measurement ANOVAs gerechnet.

Ergebnisse

Bei den 1952 Schülerinnen und Schülern, für die zu allen drei Messzeitpunkten Daten vorlagen, zeigt sich (Tabelle 3) von Klasse 5 bis Klasse 7 ein signifikanter Lernzuwachs, wogegen sich kein Zuwachs von Klasse 7 bis Klasse 9 ergibt.

	<i>N</i>	<i>M₅</i>	<i>SD₅</i>	<i>M₇</i>	<i>SD₇</i>	<i>M₉</i>	<i>SD₉</i>	<i>d_{7,5}</i>	<i>d_{9,7}</i>
	1952	300	100	377	91	393	113	0,7**	0,2
Mädchen	1051 (53,8%)	286	96	366	87	380	105	0,9**	0,1
Jungen	900 (46,1%)	316	102	391	95	409	121	0,8**	0,2

Tab. 3: Leistungsentwicklung von Klasse 5 bis Klasse 9. Der mittlere Leistungsstand wurde für Klasse 5 auf 300 mit Standardabweichung 100 normiert. ** bedeutet $p < 0.01$.

Zu allen drei Messzeitpunkten schnitten die Mädchen signifikant ($p < 0.01$) schlechter ab als die Jungen, aber die Leistungsentwicklung verläuft parallel.

Mittels latenter Klassenanalysen konnten über den gesamten Zeitverlauf drei Gruppen gebildet werden (siehe Tabelle 4), die sich zu jedem Messzeitpunkt signifikant ($p < 0.01$) in der durchschnittlichen Personenfähigkeit unterscheiden (vgl. auch Krabbe & Fischer, 2012; Krabbe & Fischer, 2014).

Gruppe	<i>N</i>	<i>M₅</i>	<i>SD₅</i>	<i>M₇</i>	<i>SD₇</i>	<i>M₉</i>	<i>SD₉</i>	<i>d_{7,5}</i>	<i>d_{9,7}</i>
Stark	432 (22%)	385	81	467	70	531	70	1,1**	0,9**
Mittel	922 (47%)	305	82	376	69	407	58	0,9**	0,5**
Schwach	598 (31%)	231	87	315	82	273	68	1,0**	-0,6**

Tab. 4: Leistungsentwicklung der drei Entwicklungsgruppen von Klasse 5 bis Klasse 9. Der mittlere Leistungsstand wurde für Klasse 5 auf 300 mit Standardabweichung 100 normiert. ** bedeutet $p < 0.01$.

Während sich die Leistungsentwicklung von Klasse 5 nach Klasse 7 zwischen den drei Gruppen nicht signifikant unterscheidet, zeigt sich zwischen Klasse 7 und Klasse 9 eine deutliche andere Entwicklung. Die starke Gruppe weist weiterhin eine ähnlich große Leistungsentwicklung auf wie zwischen Klasse 5 und Klasse 7, wogegen die Entwicklung für die mittlere Gruppe nur noch etwa halb so groß ist. Die schwache Gruppe verschlechtert sich sogar.

Hinsichtlich der Hintergrundvariablen (Tabelle 5) zeigte sich beim kulturellen Kapital (Bücher im Haushalt) ein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Gruppen (bis 100 Bücher und ab 100 Bücher) zu allen drei Messzeitpunkten. Die Entwicklung von Klasse 5 nach Klasse 7 verläuft parallel, bis Klasse 9 nimmt der Abstand zu, die Gruppe mit weniger als 100 Büchern zeigt einen geringeren Zuwachs ($p < 0.01$).

Beim ökonomischen Kapital ist die Gruppe mit mehr als 50.000 € Jahresbruttoeinkommen der Eltern ($p < 0.01$) im Leistungsstand signifikant besser als die beiden Gruppen mit geringerem Einkommen. Der Unterschied verschwindet in Klasse 7, aber in Klasse 9 unterscheiden sich alle drei Gruppen signifikant ($p < 0.001$). Je höher das Jahreseinkommen, desto besser ist die Leistungsentwicklung, wobei die Gruppe mit dem geringsten Jahreseinkommen nachlässt.

Kinder, deren beide Elternteile in Deutschland geboren wurden, schneiden durchweg am besten ab. Während die Entwicklung von Klasse 5 bis Klasse 7 für alle Gruppen vergleichbar ist (wenn man von den 26 im Ausland geborenen Jugendlichen absieht), entwickeln sich Schülerinnen und Schüler, deren Eltern beide im Ausland geboren wurden zwischen den Klassen 7 und Klasse 9 schlechter.

	N	M₅	SD₅	M₇	SD₇	M₉	SD₉	d_{7,5}	d_{9,7}
Kulturelles Kapital									
bis 100 Bücher	1051 (53,8%)	287	96	367	89	373	107	0,9**	0,1
ab 100 Bücher	899 (46,1%)	316	102	390	93	418	116	0,8**	0,3
Ökonomisches Kapital									
bis 20000€	189 (9,7%)	276	96	369	95	357	104	1,0**	-0,1
ab 20000€ bis 50000€	586 (30,0%)	291	94	376	89	387	115	0,9**	0,1
ab 50000€	382 (19,6%)	314	102	372	89	405	106	0,6**	0,3
Migrationshintergrund (Geburtsort)									
beide Eltern im Ausland									
Jugendlicher im Ausland	26 (1,3%)	275	101	384	86	387	91	1,2**	0,0
Jugendlicher in Deutschland	370 (19,0%)	286	92	367	89	373	105	0,9**	0,1
ein Elternteil im Ausland	153 (7,8%)	294	107	372	91	395	111	0,8**	0,2
beide Eltern in Deutschland	805 (41,2%)	318	100	391	89	419	114	0,8**	0,3

Tab. 5: Einfluss der Hintergrundvariablen auf den Leistungsstand in Klasse 5, 7 und 9 und den Lernzuwachs.

Es wurde auch versucht, den Leistungsstand der drei Leistungsgruppen in Klasse 9 anhand der Aufgaben zu charakterisieren, die mit mehr als 50% Wahrscheinlichkeit gelöst wurden. Von der schwächsten Gruppe können hauptsächlich Aufgaben gelöst werden, für die Erfahrungswissen ohne fachliches Verständnis ausreichen. Beispiele sind Aussagen über die gleiche Helligkeit zweier gleicher Lampen in einer Reihenschaltung oder die Reihenfolge, in der Wachsbohnen von einer Metallstange abfallen, die an einem Ende erwärmt wird. Die inhaltliche Unterscheidung der mittleren von der starken Gruppe fällt dagegen schwer. Die mittlere Gruppe ist in der Lage, bei einem Wasserkraftwerk dem Wasser die Energieform Lageenergie zuzuordnen und aus der Bewegungsenergie die mögliche Höhe eines Stabhochsprungs abzuschätzen. Sie scheitert aber an der Definition der Leistung als Energie pro Zeit und dem Vergleich der Arbeit beim Heben von Kartons zwischen verschiedenen Regalbrettern. Möglicherweise spielen hier unterschiedliche Unterrichtsinhalte eine Rolle

Diskussion und Ausblick

Während in allen betrachteten Variablen zwischen Klasse 5 und Klasse 7 eine weitgehend gleiche Entwicklung zwischen den betrachteten Gruppen festgestellt werden kann, tun sich zwischen Klasse 7 und Klasse 9 deutliche Unterschiede auf. Die gebildeten Leistungsgruppen zeigen, dass ein Drittel der Schülerinnen und Schüler bis Klasse 9 komplett den Anschluss verliert. Da die Gesamtentwicklung bei Jungen und Mädchen parallel verläuft, kann eine pubertätsbedingte Interessensverschiebung kaum als Erklärung dienen. Bezuglich der soziokulturellen Hintergrundvariablen treten die erwarteten Benachteiligungen für Kinder aus bildungsfernen Familien, schwächeren Einkommensgruppen und mit Migrationshintergrund hervor. Offenbar gelingt es den Ganztagsschulen in der Mittelstufe nicht mehr, soziokulturelle Unterschiede auszugleichen. Ein Grund dafür kann sein, dass durch die Schulzeitverkürzung (G8) in der Stundentafel der Mittelstufe kaum Kontingente für Förder- und Lernzeiten übrigbleiben. Die Zusammensetzung der Leistungsgruppe bezüglich der Hintergrundvariablen muss genauer analysiert werden. Ebenso sind DIF-Analysen der Items in Bezug auf die Messzeitpunkte und Leistungsgruppen notwendig.

Literatur

- Berkemeyer, N., Bos, W., Holtappels, H. G., Meetz, F. & Rollett, W. (2010). "Ganz In": Das Ganztagsgymnasium in Nordrhein-Westfalen. In Nils Berkemeyer, Wilfried Bos, Heinz Günter Holtappels, Nele McElvany und Renate Schulz-Zander (Hrsg.), Jahrbuch der Schulentwicklung, Band 16. Daten, Beispiele und Perspektiven (S. 131-152). Weinheim: Juventa
- Krabbe, H. & Fischer, H. E. (2012). Fachwissen im Bereich Physik beim Übergang auf das Gymnasium. In: S. Bernholt (Hrsg.), Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht (S. 563-565). Münster: LIT-Verlag.
- Krabbe, H. & Fischer, H. E. (2015). Leistungsentwicklung im Physikunterricht der gymnasialen Unterstufe. In: S. Bernholt (Hrsg.), Heterogenität und Diversität - Vielfalt der Voraussetzungen im naturwissenschaftlichen Unterricht. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Bremen 2014 (S. 367-369). Kiel: IPN
- Müller, R., Wodzinski, R. & Hopf, M. (Hg.) (2007). Schülervorstellungen in der Physik. Köln: Aulis Verlag Deubner
- Ohle, A. (2010). Primary School Teachers Content Knowledge in Physics and its Impact on Teaching on Studens Achievements. Berlin: Logos.
- TIMSS (1995, 1999, 2003, 2007). <http://timss.bc.edu/> (3.4.2010)
- Viering, T., Fischer, H. E., & Neumann, K. (2010). Die Entwicklung physikalischer Kompetenz in der Sekundarstufe I. In E. Klieme (Ed.), Kompetenzmodellierung. Zwischenbilanz des DFG-Schwerpunktprogramms und Perspektiven des Forschungsansatzes. 56. Beiheft der Zeitschrift für Pädagogik, Heft 2/2010 (S. 92-103). Weinheim [u.a.]: Beltz.
- Zander, S. (2015). Schüler test Mechanik Fach Physik. In H. E. Fischer (Hrsg.) *Instrumente fachdidaktischer Unterrichtsforschung Band 1* (27-29). Essen: Forschergruppe und Graduiertenkolleg nwu-essen. http://duepublico.uni-duisburg-essen.de/servlets/DerivateServlet/Derivate-39989/Instrumente_fachdidakt_Unterrichtsforschung_Bd_1.pdf.