

IPN –Podcast „Forschung für Bildung“: Skript Folge 1

David Drescher: Herzlich Willkommen bei „Forschung für Bildung“, dem Podcast zur mathematikdidaktischen Forschung am IPN - Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik in Kiel. Mein Name ist David Drescher und ich arbeite am IPN im Bereich Öffentlichkeitsarbeit und Wissenschaftskommunikation. Heute ist der internationale Tag der Mathematik, den die UNESCO ins Leben gerufen hat, um auf die zentrale Rolle der Mathematik hinzuweisen. Dementsprechend könnte es auch kein passenderes Datum geben für die erste Folge unseres Podcast. Beginnend mit der heutigen Folge werden wir hier im Podcast, gemeinsam mit diversen Gästen, spannenden Fragestellungen aus dem Bereich Didaktik der Mathematik nachgehen und dabei Ihnen, liebe Zuhörer:innen, einen Einblick in die Forschungsarbeit hier am IPN geben. Einen kleinen Ausblick darauf, um welche Themen es dabei gehen wird, können sie jederzeit in Folge 0 nachhören, die bereits seit vergangener Woche online ist. Für heute kann ich bereits sagen, wir beschäftigen uns mit der Frage, wie Grundschulkindern im Unterricht das geschickte Rechnen beigebracht werden kann.

Dazu darf ich als Gast zunächst Prof. Dr. Aiso Heinze begrüßen, einen der wissenschaftlichen Köpfe hinter dem Podcast. Herzlich Willkommen Herr Heinze! Möchten Sie sich kurz vorstellen?

Aiso Heinze: Gerne, mein Name ist Aiso Heinze und ich bin Direktor der Abteilung Didaktik der Mathematik am IPN Kiel und habe gleichzeitig eine Professur für Didaktik der Mathematik an der Universität zu Kiel inne. In unserer Forschung am IPN beschäftigen wir uns mit dem Mathematiklernen in verschiedenen Altersgruppen, beginnend vom Kindergarten bis hin zu Studierenden an den Hochschulen.

David Drescher: Herzlich willkommen, und für alle, die den Podcast noch nicht kennen, an dieser Stelle ein paar Worte über das Konzept. Ich habe bereits von diversen Gästen gesprochen, das rührt daher, dass wir in jeder Folge weitere Expert:innen begrüßen dürfen, die uns und Ihnen Einblicke in die jeweiligen Themen geben. Das sind einerseits ehemalige IPNler:innen, die mittlerweile an anderen Forschungseinrichtungen quer durch Deutschland tätig sind und andererseits auch externe Gäste. In der heutigen Folge ist das Prof. Dr. Meike Grüßing. Herzlich Willkommen Frau Grüßing! Würden auch Sie sich noch einmal kurz vorstellen?

Meike Grüßing: Ja, hallo auch von meiner Seite. Mein Name ist Meike Grüßing, ich bin Professorin für Didaktik der Mathematik mit dem Schwerpunkt Primarstufe und an der Universität Vechta tätig. Vorher war ich Postdoktorandin am IPN Kiel und zu dieser Zeit ist auch das Projekt durchgeführt worden, das Thema im heutigen Podcast ist.

David Drescher: Genau und dem wenden wir uns auch direkt zu. Es geht um das Projekt „TigeR“ oder vielmehr die darin gewonnenen Erkenntnisse und ihre praktischen Implikationen. TigeR, das steht für „Tipps zum geschickten Rechnen in der Grundschule“. Das Projekt war ein von der Deutschen Forschungsgemeinschaft gefördertes Forschungsprojekt, welches das IPN Kiel gemeinsam mit Prof. Dr. Frank Lipowsky und seinem Team an der Universität Kassel durchgeführt hat. Und schon beim Titel des Projekts kommt mir als Außenstehendem doch zuallererst die Frage: Geschicktes Rechnen, was ist damit überhaupt gemeint, Herr Heinze?

Aiso Heinze: Es geht zunächst einmal darum, dass es für Rechenaufgaben nicht nur einen einzigen Lösungsweg gibt, sondern verschiedene Lösungswege, die auf verschiedenen Rechenstrategien basieren. Je nachdem, welche Strategie man verwendet, kann die Lösung einfacher oder komplizierter sein. Nehmen wir als Beispiel die Aufgabe 601-599. Diese Aufgabe kann ich nun lösen, indem ich von 601 zuerst 500 abziehe, dann noch 90 und dann noch einmal 9. Das wäre die Strategie des schrittweisen Rechnens. Dies umfasst in diesem Fall teilweise komplizierte und fehlerträchtige Teilrechnungen, bei denen Grundschulkindern schnell Fehler unterlaufen, selbst wenn sie die Lösungsschritte aufschreiben. Verwendet man eine andere Strategie, z.B. die Strategie „Ergänzen“, dann wird die Aufgabe ganz einfach. 601-599 kann man auch lösen, indem man sich fragt, wie viel zu 599 dazukommen muss, um 601 zu erreichen. Geht man so vor und macht aus der Subtraktionsaufgabe eine Additionsaufgabe, dann ist man schnell beim Ergebnis 2. Ein weiteres Beispiel wäre die Aufgabe 127+399. Auch hier wird es kompliziert und fehlerträchtig, wenn ich schrittweise vorgehe und eine Zahl zerlege und in Teilschritten zur anderen dazu zähle. Statt 127+399 kann ich aber auch 127+400 rechnen, das ist 527 und dann noch einen abziehen, was 526 ergibt. Dies ist viel einfacher und entspricht der Strategie mit Namen „Hilfsaufgabe“.

Beim geschickten Rechnen, das wir in der Forschung auch adaptive Strategiewahl nennen, geht es nun darum, bei einer gegebenen Aufgabe eine Strategie zu verwenden, die zu den Eigenschaften der Aufgabe passt und so eine einfache Lösung erlaubt.

David Drescher: Das bedeutet, wir sprechen bei geschicktem Rechnen nicht von einem Standard-Rechenweg zur Lösung aller Aufgaben, sondern von verschiedenen Strategien. Bei einer Aufgabe nutzt man dann eine Strategie, die möglichst schnell und einfach zu einer Lösung führt, wie eben an den Beispielen gesehen. Wie kann man Kinder denn nun darin unterrichten, verschiedene Rechenstrategien geschickt zu nutzen? Welche didaktischen Ansätze gibt es da, Frau Grüßing?

Meike Grüßing: Zunächst einmal muss man analysieren, was Grundschulkindern eigentlich wissen und können müssen, um geschickt zu rechnen. Wie an den Beispielen schon ein wenig deutlich wurde, müssen die Kinder zum einen verschiedene Strategien kennen und diese auch sicher anwenden können. Darüber hinaus müssen sie bei einer Aufgabe dann anhand der Eigenschaft dieser Aufgabe erkennen, welche Strategie vorteilhaft ist. Bei der Aufgabe 601-599 zum Beispiel liegen die beiden Zahlen nahe beieinander, sodass ein Ergänzen vorteilhaft wäre. Man könnte aber auch sagen, dass 599 fast 600 ist und man statt 599 erst einmal 600 abzieht, was leicht ist, und dann eins wieder dazu addiert, also $601-600 = 1$ und $1+1 = 2$. Das wäre die Strategie Hilfsaufgabe.

Das notwendige Wissen und dessen Anwendung sind also komplex für Grundschulkindern. Es gibt hier nun zwei idealtypische didaktische Ansätze, um dieses Thema zu unterrichten. Zum einen könnte man sagen, dass man den Kindern nach und nach die einzelnen Strategien zeigt und sie üben die korrekte Anwendung dieser Strategien. Dies wird dann kombiniert mit Übungen, bei denen die Kinder möglichst geschickte Lösungen für vorgegebene Aufgaben suchen sollen. Ob die Lösungen der Kinder geschickt sind und woran man dies festmacht, wird gemeinsam diskutiert. Dieser Ansatz folgt einer direkten Instruktion der Schülerinnen und Schüler.

Der zweite Ansatz ist der genaue Gegensatz: Hier gibt man den Kindern einfach Aufgaben, die gewissen Strategien für eine leichte Lösung nahe legen und lässt die Kinder einfach

eigene Lösungswege entwickeln. Dies wird ebenfalls wieder kombiniert mit der Diskussion, welche Lösungen geschickt sind. Dieser Ansatz entspricht einem entdeckenden Ansatz, bei dem weder die Lösungsstrategien, noch die Kriterien für effiziente Aufgabenlösungen vorgegeben werden. Man setzt also darauf, dass die Kinder alleine auf verschiedene Strategien kommen und selbst erkennen werden, was günstige Lösungswege sind.

David Drescher: Das sind in der Tat sehr gegensätzliche Vorgehensweisen. Kommen beide in der Schule so vor? Und lässt sich sagen, welcher dieser beiden Ansätze besser ist?

Aiso Heinze: Es sind idealtypische Ansätze, die in dieser Reinform im realen Mathematikunterricht selten vorkommen. Meisten geht Unterricht tendenziell in die eine oder andere Richtung, es werden dann aber Aspekte des gegensätzlichen Ansatzes eingebaut.

Meike Grüßing: Für die Frage, welcher Ansatz jetzt besser ist, haben wir aber die idealtypischen Formen betrachtet. Wir wollten ja herausfinden, welche Stärken und Schwächen die Vorgehensweisen haben. Zu beiden Ansätzen gibt es theoretische Annahmen und es gibt in der Literatur viele Diskussionen darum.

Beispielsweise wird immer wieder infrage gestellt, ob die meisten Grundschul Kinder in der Lage sind, viele Strategien selbst zu entdecken. Außerdem wird hinterfragt, ob nicht auch die Wahl aus mehreren Strategien eine Überforderung darstellt, so dass die Kinder lieber eine Lieblingsstrategie verwenden.

Umgekehrt wurde am Ansatz der direkten Instruktion kritisiert, dass die Kreativität der Kinder leidet und viele der vorgegebenen Strategien einige Wochen nach dem Einüben wieder vergessen werden. Bis zum Tiger-Projekt war es aber so, dass keine empirische Studie zum direkten Vergleich der beiden idealtypischen Ansätze vorlag. Es gab nur wenige Studien, die einzelne Aspekte angesehen hatten und dabei teilweise auch nur zwei Strategien.

David Drescher: Und genau um diese empirische Evidenz ging es Ihnen mit der „Tiger“-Studie. Dort haben Sie nun beide Ansätze wissenschaftlich fundiert verglichen. Wie lässt sich so ein Vergleich überhaupt angehen?

Aiso Heinze: So ein Vergleich kann in Form einer experimentellen Studie umgesetzt werden. Dabei hat man zwei Gruppen von Kindern und unterrichtet jede nach einem Ansatz. Wir haben dazu eine sehr stark kontrollierte Studie durchgeführt, d.h. eine Umsetzung unter fast perfekten Bedingungen, wie man sie in einer normalen Schule nicht vorfinden würde. Beispielsweise haben wir mit Schülerinnen und Schülern der Klassenstufe 3 aus verschiedenen Schulen gearbeitet, die wir zufällig der einen oder anderen Gruppe zugeordnet haben. Das war als fünftägiger Ferienkurs in den Herbstferien bei uns im Institut organisiert, jeden Tag hatten die Kinder vormittags und nachmittags eine Unterrichtseinheit, dazwischen gab es Pausen, Spiele und natürlich Mittagessen. Unterrichtet haben damals Frau Grüßing und eine Mitarbeiterin aus Kassel, die beide Grundschullehramt studiert hatten und genau wussten, was sie im Unterricht sagen und machen konnten und was nicht. Frau Grüßing hat dann zwei Gruppen von etwa 20 Kindern unterrichtet, eine nach dem entdeckenden Ansatz und eine nach der direkten Instruktion.

Auch die Kollegin aus Kassel hat zwei Gruppen parallel unterrichtet, sodass wir am Ende 78 Kinder unterrichtet hatten, jeweils die Hälfte nach einem Unterrichtsansatz.

David Drescher: Das klingt für mich logisch, aber auch nicht sehr einfach umzusetzen. Wo lagen hier die Herausforderungen im Forschungsprozess? Welche Vor- und Nachteile haben die verschiedenen Herangehensweisen?

Aiso Heinze: Eine Herausforderung, die wir am Anfang intensiv diskutiert haben, war die ethische Frage. Wenn wir die Kinder auf die eine oder andere Weise unterrichten, dann muss sichergestellt sein, dass nicht eine Gruppe beim späteren Mathematiklernen in der Schule benachteiligt ist. Voraussetzung für das Vorgehen war zum einen, dass wir keine Anhaltspunkte dafür hatten, dass einer der Unterrichtsansätze Nachteile für die Kinder bringt. Zum anderen hatten wir zusätzlich unsere Studie in die Herbstferien, also nahe an den Schuljahresbeginn gelegt, sodass das geschickte Rechnen im regulären Mathematikunterricht der Kinder noch nicht dran gewesen war. Damit haben alle Kinder auch nach unserer Studie noch die Gelegenheit erhalten, das geschickte Rechnen bei ihren regulären Lehrkräften zu lernen.

Bei den Vor- und Nachteilen ist es so, dass die starke Kontrolle der Rahmenbedingungen der Studie den Vorteil hatte, dass möglichst viele Störfaktoren vermieden werden konnten. Entsprechend kann das Lernergebnis der Kinder im Wesentlichen auf den jeweiligen Unterrichtsansatz zurückgeführt werden. Beispielsweise wurden die Kinder aus verschiedenen Grundschulen und Klassen zusammengewürfelt, sodass bestimmte Verhaltensnormen, die sie von ihren Lehrkräften kennen, bei uns im Unterricht nicht zum Tragen kamen. Dadurch, dass unsere Mitarbeiterinnen jeden Ansatz einmal unterrichtet haben, konnten wir außerdem den Einfluss der Merkmale der Lehrkräfte kontrollieren. Und natürlich konnten wir sicherstellen, dass die Unterrichtsansätze konzeptgetreu umgesetzt wurden und in beiden Ansätzen die gleichen Aufgabenbeispiele genutzt wurden. Der Nachteil dieses stark kontrollierten Vorgehens liegt auf der Hand. Dadurch, dass wir ideale Bedingungen geschaffen hatten, können die ermittelten Effekte nicht Eins-zu-eins in der realen Schulpraxis erwartet werden. Es kann sein, dass wir unter Idealbedingungen zeigen, dass ein Ansatz etwas besser ist als der andere, dieser Vorteil aber im realen Mathematikunterricht verschwindet, da er durch andere Faktoren zunichte gemacht wird.

David Drescher: Frau Grüßing, welche weiteren Herausforderungen sind Ihnen im Verlauf der Projektdurchführung noch aufgefallen?

Meike Grüßing: Natürlich gab es auch in der praktischen Umsetzung Herausforderungen, z.B.: Finden wir überhaupt genügend Kinder, die in den Ferien mitmachen wollen, und wenn ja, sind dies vielleicht ausschließlich Kinder, die sich sehr für Mathematik interessieren und sehr gut in Mathematik sind oder solche, die gerade Probleme in Mathematik haben. Hier hatten wir das Glück, dass wir über die Projektmittel eine Ganztagsbetreuung von 9-16 Uhr anbieten konnten, die auch ein Mittagessen enthielt. Kombiniert mit der kostenlosen Mathematikförderung war dies für Eltern attraktiv, sodass wir ein breites Publikum ansprechen konnten. Die Hintergrunddaten, die wir im Rahmen der Studie erhoben haben, zeigten, dass es sich nicht um eine stark verzerrte Stichprobe handelte. Anstrengend war natürlich, dass wir neben dem Unterricht auch noch das Rahmenprogramm und die Essensausgabe mit entsprechenden Hygienevorgaben

organisieren mussten. Dass Kinder sehr unterschiedliche Vorlieben bei der Essensauswahl haben, kann natürlich auch schnell herausfordernd werden. Zum Glück hatten wir genügend studentische Hilfskräfte, die uns tatkräftig unterstützt haben. Auch nicht zu vernachlässigen war, dass Drittklässler natürlich deutlich mehr Lärm machen als Studierende. Wir waren ja nicht die einzigen Personen, die zu der Zeit im IPN-Gebäude ihrer Forschung nachgingen. Zum Glück hatten die meisten Kolleginnen und Kollegen Verständnis, einige waren sogar sehr hilfsbereit und haben bei der Betreuung der Schülerinnen und Schüler mitgeholfen.

David Drescher: Das kann ich mir persönlich sehr gut vorstellen, vielen Dank für diese Einblicke. Jetzt steht natürlich zentral die Frage im Raum: Zu welchen Ergebnissen sind sie gekommen. Lassen sich ausgehend davon Aussagen darüber treffen, welcher didaktische Ansatz besser oder schlechter ist?

Meike Grüßing: Zur Untersuchung dieser Frage haben die teilnehmenden Kinder sowie zu bestimmten Zeitpunkten auch ihre Mitschülerinnen und Mitschüler Aufgaben zur Addition und Subtraktion im Zahlenraum bis 1000 bearbeitet. Diese Rechnungen der Kinder haben wir anschließend im Hinblick auf ihre genutzten Strategien analysiert. Außerdem haben wir diese Strategien dahingehend beurteilt, ob es sich um eine adaptive Strategie handelt – also eine Strategie, die die Aufgabeneigenschaften berücksichtigt, um zu einer einfachen Lösung zu kommen – oder nicht. Die Ergebnisse sind nicht so, dass es einen klaren Gewinner gibt. Beide Unterrichtsansätze haben eine deutliche Wirkung, die sich im Kompetenzzuwachs bei der Wahl geschickter Rechenstrategien zeigt. Der Effekt zeigte sich auch noch bei den sogenannten Follow-up Tests nach drei und nach acht Monaten. Im direkten Vergleich der Gruppen gab es bei den Mittelwerten keinen statistisch nachweisbaren Unterschied. Auch wenn wir die Effekte auf die Korrektheit der Lösungen von Rechenaufgaben ansehen, also die gewählte Strategie außer Acht lassen, zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede. Auf Basis der theoretischen Annahmen hätte man beispielsweise erwarten können, dass Kinder, die die Strategien selbst entdeckt haben, besser bei der Wahl geschickter Rechenstrategien sind und die Gruppe, die gemäß der direkten Instruktion unterrichtet wurde, durch das vermehrte Üben besser bei der Korrektheit der Lösungen abschneiden würde.

Aiso Heinze: Interessante Unterschiede zeigen sich aber in Detailanalysen. Zwar haben beide Gruppen gleichermaßen geschickt gerechnet, aber sie haben bei den Aufgaben unterschiedliche Strategien verwendet. So hat die Gruppe, die die Strategien selbst entdecken sollte, deutlich weniger die komplexeren Rechenstrategien wie beispielsweise das Ergänzen oder das gleichsinnige und gegensinnige Verändern genutzt. Diese Strategien sind nur schwer selbst zu entdecken, sodass die Kinder, die nach dem Ansatz der direkten Instruktion unterrichtet wurden, hier einen Vorteil hatten, da ihnen diese Strategien gezeigt wurden. Allerdings war es so, dass die Nutzung dieser eingeübten Strategien nicht so nachhaltig war, wie in der anderen Gruppe die selbstentdeckten Strategien.

David Drescher: Das ist in der Tat sehr interessant. Darauf aufbauend stellt sich mir abschließend noch die Frage, was man aus den Ergebnissen der Studie letztlich für die Praxis mitnehmen kann. Welche Empfehlungen lassen sich daraus für die Schulpraxis ableiten?

Meike Grüßing: Grundsätzlich zeigen unsere Befunde, dass beide Unterrichtsansätze deutliche Wirkungen auf die Wahl adaptiver Rechenstrategien haben. Aber wir haben keine Befunde, dass einer der beiden idealtypischen Ansätze deutlich besser ist. Dies schafft für Lehrkräfte erst einmal die Freiheit bei der Wahl ihrer Unterrichtsansätze. Gleichzeitig zeigten sich Stärken und Schwächen der Ansätze, die für die Schulpraxis relevant sind. Insbesondere das zuletzt von Herrn Heinze genannte Ergebnis, dass einige Strategien von den Drittklässlern nur schwer selbst entdeckt werden können, ist von Bedeutung. Als Lehrkraft würde ich selbst im Unterricht erst einmal mit dem entdeckenden Ansatz beginnen und dann nach einiger Zeit prüfen, welche Strategien die Schülerinnen und Schüler verwenden. Fehlen zentrale Strategien, so können diese dann von der Lehrkraft eingeführt und mit den Kindern geübt werden. Ein ganz wichtiges Element des Unterrichts ist immer wieder die Diskussion von verschiedenen Lösungen und dabei die Frage, welche Strategien geschickt sind und warum sie es sind. Dies können die Kinder sehr gut in kleineren Gruppen im Rahmen von Rechenkonferenzen diskutieren. Es sollte jedoch auch immer im Plenum thematisiert werden.

Aiso Heinze: Neben der unterrichtspraktischen Relevanz haben die Ergebnisse natürlich auch Bedeutung für die Gestaltung von Lernmaterialien und insbesondere Schulbücher. Die von Frau Grüßing angesprochenen Aspekte können ja auch durch Lerngelegenheiten in Form von Beispielen und Aufgaben in Schulbüchern dargestellt werden. Dass diese Darstellung im Schulbuch eine Wirkung hat, haben wir vor kurzem als Teil einer Schulbuchstudie untersucht. Darüber wird aber im nächsten Podcast berichtet.

David Drescher: Genau, auch da wird es also wieder spannend. Wir sind damit am Ende der heutigen Folge unseres Podcasts, ich danke Ihnen beiden für den spannenden Bericht zum Tiger-Projekt. Liebe Zuhörer:innen, auch bei Ihnen möchte ich mich ganz herzlich bedanken für Ihr Interesse, ich hoffe, dass Sie diese Einblicke in den Forschungsprozess und die damit verbundenen Herausforderungen ebenso spannend fanden wie ich. Wir freuen uns jederzeit über Ihre Fragen, Kommentare und ihr Feedback. Wir würden uns außerdem sehr freuen, wenn Sie auch bei der nächsten Folge wieder dabei sind. Wie Herr Heinze bereits erwähnte, wird es dann um Mathematikschulbücher in der Grundschule gehen und wir beschäftigen uns mit der einfach klingenden, aber überraschend komplizierten Frage, was denn eigentlich ein gutes Mathematikschulbuch ist. Bis dahin, tschüss und wir freuen uns auf Sie!