

Mathematische Begabung im Übergang von Kindergarten zur Primarstufe entdecken.

Forschungsprojekt NÖbegabt[5-7] – Forschungszweig Mathematik – Kurzbericht

Brigitte Makl-Freund¹, Friedhelm Käpnick², Elisabeth Mürwald-Scheifinger¹, Christian Spreitzer¹

Zusammenfassung

Der Forschungszweig Mathematik des Projekts NÖbegabt5-7 befasst sich mit Fragestellungen zur Identifikation von Indikatoren von mathematischen Potenzialen bei Kindern im Alter von fünf bis sieben Jahren. Dabei wird vor allem die komplexe Transition vom Kindergarten in die Volksschule in den Blick genommen. Mittels Indikatoraufgaben sollen in Spiel-Lernsituationen Erkenntnisse über die mathematischen Begabungspotenziale der Kinder gewonnen werden.

Im Rahmen einer Kooperation wurde das Forschungsprojekt der Pädagogischen Hochschule Niederösterreich mit Dr. Friedhelm Käpnick (Westfälische Wilhelms-Universität Münster) realisiert.

Schlüsselwörter:

Mathematische Potenziale
Transition Kindergarten-Volksschule
Dynamisches Begabungsmodell
Indikatoraufgaben

1 Grundsätzliches

Die Transition vom Kindergarten in die Volksschule ist für alle Kinder (und zugleich für die hieran beteiligten Erzieher/innen, Lehrkräfte und Eltern) herausfordernd und zieht für jedes einzelne weitreichende und nachhaltige Veränderungen nach sich. Die Bedeutung dieser Transition als besondere Entwicklungsphase für Kinder und deren Eltern (GRIEBEL & NIESEL, 2014) stellt sich bezüglich spezifischer mathematischer Potenziale in der mathematikrelevanten Fachliteratur als relativ wenig bearbeitet dar. Durch den Fokus auf die Phase der Transition vom Kindergarten in die Volksschule und insbesondere auf das Aufspüren von Indizien für mathematische Potenziale bei Kindern im Alter von fünf bis sieben Jahren erlangt die Studie daher eine hohe Relevanz. In der Studie wird sensibel mittels eines adäquaten Settings und geeigneter Indikatoraufgaben versucht, sich der überaus hohen Komplexität dieser Übergangsphase anzunähern. Der Forschungszweig Mathematik wurde in Zusammenarbeit mit Dr. Friedhelm Käpnick im Rahmen einer Kooperation mit der Westfälische Wilhelms-Universität Münster realisiert. Käpnick setzt sich seit Jahren intensiv mit Mathematikdidaktik und Begabungsforschung auseinander und konnte durch seine bereits vorliegenden Studien besonders wertvolle Grundlagen und Anknüpfungen zur Weiterentwicklung einbringen. Seine Expertise auch aus der bereits langjährigen Forschungswerkstatt „Mathe für kleine Asse“ war für das Projekt und die Erstellung der Indikatoraufgaben maßgebend.

¹ Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.

Korrespondierende Autorin. Email: brigitte.makl-freund@ph-noe.ac.at

² Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Schlossplatz 2, 48149 Münster.

1.1 Ziele und Anlage der Studie

Für die theoretische Fundierung ist die Erörterung theoretischer Grundlagen von mathematischen Begabungspotenzialen im Kindergarten sowie in der Volksschule notwendig. Kindergarten und Volksschule stellen sich in Österreich bzw. Niederösterreich nicht nur administrativ und organisatorisch gänzlich anders dar, sie sind auch in den Köpfen der dort arbeitenden Pädagoginnen und Pädagogen gleichsam „unverbundene Welten.“ Im Bereich der Mathematik möchte die Studie durch das Anzeigen von theoriegeleiteter Herangehensweise, die in einem prozessorientierten Instrumentarium besprochen und exemplarisch vorgelegt wird, den Übergang für alle Beteiligten positiv unterstützen.

Für das Verfolgen der gesetzten Ziele sind 17 Kindergärten und 15 Volksschulen in beiden Phasen der Studie im Projekt eingebunden. Sie bilden als Stichprobe die Kindergärten bzw. Volksschulen des gesamten Bundeslandes Niederösterreich ab. In der Auswahl der Standorte wurde der landesweite Anteil an Kindern mit Migrationshintergrund berücksichtigt, wie auch eine Stadt-Land-Verteilung. Insgesamt nahmen etwa 136 Kinder an der Erhebung teil.

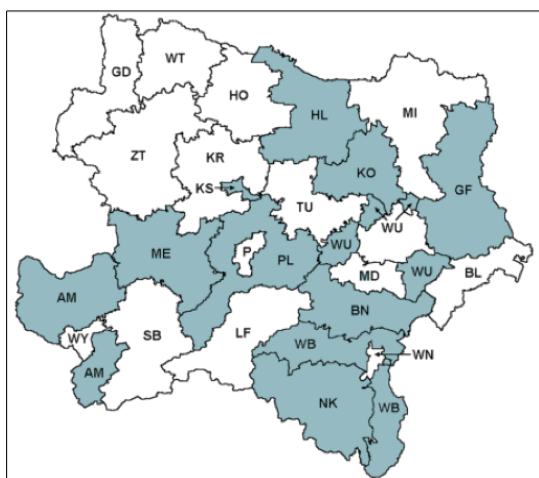


Abbildung 1: Übersicht der Bezirke Niederösterreichs, in denen sich die teilnehmenden Kindergärten bzw. Volksschulen befinden.

Die wichtigsten Ziele des Forschungszweiges Mathematik im Projekt NÖbegabt5-7 sind

1. das Erfassen der mathematischen Potenziale von fünfjährigen Kindern in Niederösterreich und ihrer Kompetenzentwicklungen bis zum ca. 7. Lebensjahr,
2. das Bestimmen verschiedener individueller Ausprägungen der Kinder hinsichtlich ihrer mathematischen Leistungspotenziale,
3. das Entwickeln bzw. das Erproben eines adaptierten Instrumentariums von Indikatoraufgaben für eine differenzierte prozessbezogene Analyse dieser Kinder,
4. das Entwickeln eines Konzeptes für eine effiziente Förderung der mathematischen Potenziale von Kindern im Vorschulbereich und in der Schuleingangsphase.

Die Studie ist sowohl im Paneldesign als auch in Längsschnittform angelegt. Die Kinder kamen in ihrem letzten Kindergartenjahr in die Erhebung und wurden mit mathematikspezifischen Inhalten in Spiel-Lern-Situationen konfrontiert. Dieselben Kinder nahmen auch in ihrem ersten Schuljahr mit an den Grundschullehrplan angepassten Inhalten an der Erhebung teil. Darüber hinaus wurden einige Fallstudien in der zweiten Schulstufe durchgeführt. Aufgaben, die das mathematische Potenzial entsprechend dem Theorieansatz von Käpnick zum Konstrukt „Mathematisch begabte Kinder“ adäquat abbilden, sogenannte Indikatoraufgaben, wurden jeweils in Form von Spiel-Lern-Situationen im Einzelsetting zu drei verschiedenen Zeitpunkten (ein Jahr vor Schulbeginn, vier Monate vor Schulbeginn und etwa ein halbes Jahr nach Schulbeginn) eingesetzt und die Ergebnisse auf der Basis von Punktbewertungen quantitativ erfasst und analysiert. Ergänzend wurden qualitative Analysen zu individuellen Lösungsstrategien von Kindern anhand von Fotos und Protokollbögen zu deren Lösungen vorgenommen. Aus zeitlichen und organisatorischen Gründen konnte der zweite Erhebungsdurchgang, der in den Volksschulen geplant war, nicht mehr flächendeckend durchgeführt werden. Die Auswahl von Probanden/Probandinnen für die zweiten Volksschulerhebungen erfolgte nach auffällig schwankenden Vorergebnissen aus der Probandengruppe der ersten Erhebung; außerdem mussten die Kinder unter acht Jahre alt sein. Punktuelle Testungen wurden im Umfeld und unter der Leitung von Friedhelm Käpnick im Rahmen des an der Westfälischen Wilhelms-Universität angesiedelten Projektes „Mathe für kleine Asse“ (<https://www.uni->

muenster.de/IDMI/arbeitsgruppen/ag-kaepnick/mathe-fuer-kleine-asse, 06.06.2018) mit gleichaltrigen Kindern wie in Niederösterreich im Raum Münster durchgeführt.

Die Analysen zu den empirischen Studien sollten zugleich als wesentliche Grundlage für das anschließende Umsetzen des dritten und vierten Punktes der oben genannten Hauptziele im Kooperationsvorhaben dienen. Das in dieser Studie entwickelte Diagnoseinstrumentarium identifiziert sowohl mathematikspezifische Potenziale als auch entwicklungsrelevante Persönlichkeitsmerkmale der Kinder. Vor allem für die Durchführung des Einsatzes des Diagnoseinstrumentariums wurden sowohl Ergebnisanalysen von Fragebogenerhebungen und persönlichen Gesprächen (Interview) mit den Kindergartenpädagoginnen bzw. Grundschullehrerinnen (es handelte sich in dieser Stichprobe ausschließlich um weibliche Personen) berücksichtigt, aber auch Analysen von Rahmenbedingungen (bisherige Ausbildungskonzepte, reale Förderbedingungen in den Kindergärten und Volksschulen Niederösterreichs). Realisiert wurde dies im Sinne einer differenzierten, prozess- und kompetenzorientierten Analyse der den Entwicklungsprozess der Kinder begleitenden Indikatoraufgaben.

In weiterer Folge wäre es wünschenswert, auf dieser Basis ein Konzept für eine wirksame und möglichst bruchlose Potenzial- und Begabungsförderung am Übergang vom Kindergarten in die Volksschule im mathematischen Bereich zu entwickeln. Diese Konzepte können wiederum als Veranstaltungsinhalte in der Aus- und Fortbildung von Elementar- und Primarpädagoginnen und -pädagogen genutzt werden. Eine Grundlage dafür stellt diese Studie dar.

Mit Blick auf die Zielsetzungen seitens des Projekts NÖbegabt5-7 und der wissenschaftlichen Auseinandersetzungen im Rahmen der Kooperation mit Käpnick und seinem Team ergaben sich folgende Forschungsfragen:

1. In wie weit kann mathematisches Potenzial durch den Einsatz von Indikatoraufgaben im letzten Jahr des Kindergartenbesuches bzw. im ersten Schuljahr bei Kindern identifiziert werden?
2. Zeigen sich die eingesetzten Indikatoraufgaben als brauchbar?
3. Sind Unterschiede bei Mädchen und Burschen bezüglich Aufgabenlösungen erkennbar?
4. Lassen sich mathematische Begabungsausprägungen kennzeichnen?

Als empirische Erfassungsmethode dienten Indikatoraufgaben-Sets, wie sie bzw. ihre Vorläufer bereits in den Arbeiten von Wiethoff (2014) und Mayer (2015) eingesetzt wurden. Die Indikatoraufgaben wurden adaptiert und zusammengestellt, zum einen anknüpfend an einen bereits von Fuchs, Käpnick und Meyer entwickelten Indikatoraufgaben-Test für vier- bis sechsjährige Kinder (Wiethoff, 2014, S. 74 ff; Meyer, 2014, S. 147 ff.) und zum anderen an einen von Käpnick und Fuchs konzipierten Indikatoraufgaben-Test für Erst- und Zweitklässler (Fuchs, Käpnick, 2004, S. 174-188). Auf einige Bereiche des Indikatoraufgaben-Sets wird exemplarisch in der Folge genauer eingegangen.

1.2 Theoretische Ausgangsposition

Der Studie liegen die heute in der Begabungsforschung mehrheitlich vertretenen Positionen der dynamischen und bereichsspezifischen Konzeptionen (z. B. nach Fuchs, 2006 und 2013; Käpnick, 1998 und 2013a; Krutetzki, 1968) zugrunde und weiters ist sie in die mit dem Projektpartner der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster erarbeiteten Grundlagen eingebettet. Ausgehend von multidimensionalen Modellen (z. B. nach Renzulli, Mönks) über die Entwicklung von interaktionistischen Modellen (z. B. nach Gagné, Heller u. a.) wurde das, was unter Begabung verstanden wird, mehr und mehr differenziert. Der wissenschaftliche Blick konnte durch Forschungsergebnisse vor allem von Käpnick, Fuchs und Meyer (auch Benölken und Berlinger) unter einem ganzheitlichen Blickwinkel auf mathematische Begabungen geschärft und in weiterentwickelten Modellen zusammengefasst werden.

Der Begabungsbegriff stellt sich durch unterschiedliche Einflussfaktoren sehr komplex dar. Dabei sind nach Fuchs (2006, S. 31 f.) Aspekte der Weltanschauung, des Sozialen, der pädagogischen Diagnostik, der Fachmathematik, der Psychologie und Hirnforschung, der Genderthematik und der Politik (Schulpolitik und Ökonomie) wirksam. Eine genaue Diskussion des Begriffs der allgemeinen Begabung entfällt an dieser Stelle, da der Fokus auf dem mathematischen Potenzial liegt. Von ganz wesentlicher Bedeutung für die vorgestellte Studie ist daher ein sehr weiter Begriff sowohl für Begabung allgemein als auch speziell für mathematische Begabung. In der Folge wird der Begriff mathematisches Potenzial häufig und synonym für mathematische Begabung verwendet. Damit wird auch der großen Bandbreite der Begabungslage bzw. Potenziallage der Kinder Rechnung getragen. Mit dem Begriff Begabung zu operieren kann die Gefahr des verkürzten Blickes, rein auf die Hochbegabung mit der Beschränkung auf kognitive Fähigkeiten, bergen. Die hier beschriebene Studie

findet sich dennoch bewusst an die mathematischen Begabungsmodelle nach Käpnick/Fuchs/Meyer (Käpnick & Fuchs, 2013a, S. 32; Meyer, 2015, S. 238 f.) angelehnt, deren Stärke es ist, die prozesshaften und nicht-prozesshaften Komponenten einzuschließen.

Ein Theoriemodell legte Käpnick bereits 1998 vor, welches die Erfassung mathematischer Begabung bei Kindern in der dritten und vierten Klasse (Schulstufe) in einer Merkmalssystematik bündelte (Käpnick, 1998). Mehrmethodisch mittels Durchführung von Einzelfallstudien mit Indikatoraufgabentests sowie Untersuchungen mit Fragebögen von Lehrpersonen wurden empirische Überprüfungen hinsichtlich mathematikspezifischer Begabungsmerkmale, durchgeführt, die solide Erkenntnisse lieferten (Meyer, 2015).

Forschungen vor allem von Fuchs und Käpnick (2013) im Bereich sechs- bis zehnjähriger Kinder und Meyer (2015) im Bereich vier- bis sechsjähriger Kinder stellen sich besonders gewinnbringend dar. Dies konnte vor allem durch eine hohe Zahl an qualitativen Einzelfallstudien u. a. im Projekt „Mathe für kleine Asse“ an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster untermauert werden. Die entwickelten Theoriemodelle und Merkmalssysteme wurden und werden laufend, nicht zuletzt durch die vorliegende Studie, empirisch bestätigt (Käpnick & Fuchs, 2013a; Meyer, 2015).

Interessant dabei ist das sich wandelnde wissenschaftliche Interesse an mathematischen Potenzialen bei Kindern und Jugendlichen, nämlich von älteren Kindern hin zu jungen und sehr jungen Kindern. So wurde das vorliegende Modell von Käpnick aus dem Jahr 1998 von Käpnick und Fuchs weiterentwickelt und als Theoriemodell mathematischer Begabungsentwicklung für das Grundschulalter von sechs- bis zehnjährigen Kindern moduliert (Käpnick, 2013a, S. 32).

Aus Abb. 2 des Begabungsentwicklungsmodells nach Käpnick und Fuchs für die Grundschule sind mathematische Potenziale (bzw. Begabungen) demnach vorgeburtlich und nachgeburtlich geprägt und entwickeln sich in einem wechselseitigen dynamischen Prozess von intra- und interpersonalem Katalysatoren bzw. Einflussfaktoren. Ein wesentlicher Aspekt wird durch die Begriffe Kompetenz und Performanz offengelegt. Denn wie ein Kind sein Potenzial nützen, ausleben und anwenden kann – also "performen" kann –, ist von entscheidender Bedeutung für erfolgreiches Agieren.

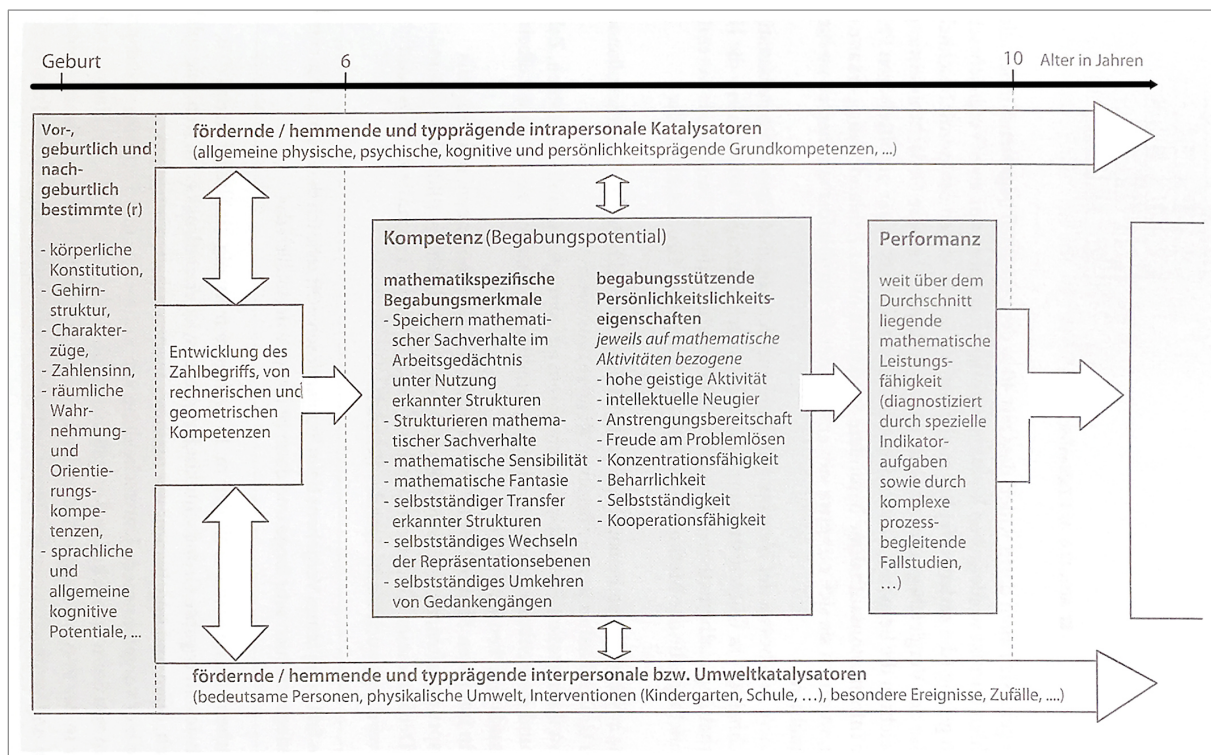


Abbildung 2: Modell zur Entwicklung mathematischer Begabungen im Grundschulbereich nach Käpnick und Fuchs (Fuchs, 2006, S. 67; Käpnick & Fuchs, 2009, S. 9; Käpnick, 2014, S. 221).

Das Begabungspotenzial wird nach Käpnick und anderen unter zwei Merkmalsaspekten gesehen, die sich als mathematikspezifische Begabungsmerkmale und begabungsstützende Persönlichkeitseigenschaften zusammenfassen lassen. Mathematikspezifische Begabungsmerkmale umfassen das Speichern von mathematischen Sachverhalten unter Nutzung von erkannten Strukturen, mathematische Sensibilität und

Kreativität, den selbstständigen Transfer von Strukturen, den selbstständigen Wechsel der Repräsentationsebenen und das selbstständige Umkehren von Gedankengängen. Diese mathematikspezifischen Begabungsmerkmale stellen den Katalog von Gütekriterien dar, in den die Indikatoraufgaben des Erhebungsinstrumentariums eingebettet sind.

Persönlichkeitseigenschaften, die das Entfalten des mathematischen Potenzials eher begünstigen, sind eine hohe geistige Aktivität, intellektuelle Neugier, Anstrengungsbereitschaft, Freude am Problemlösen, Konzentrationsfähigkeit, Selbstständigkeit und Kooperationsfähigkeit.

Dieses Modell von Käpnick und Fuchs wurde Grundlage für eine weitere Modellkonzeption. Vor allem durch die Studien von Meyer (2015) wurde das Modell auf die Entwicklungsphase vor und bis zum Schuleintritt weiterentwickelt und ausformuliert.

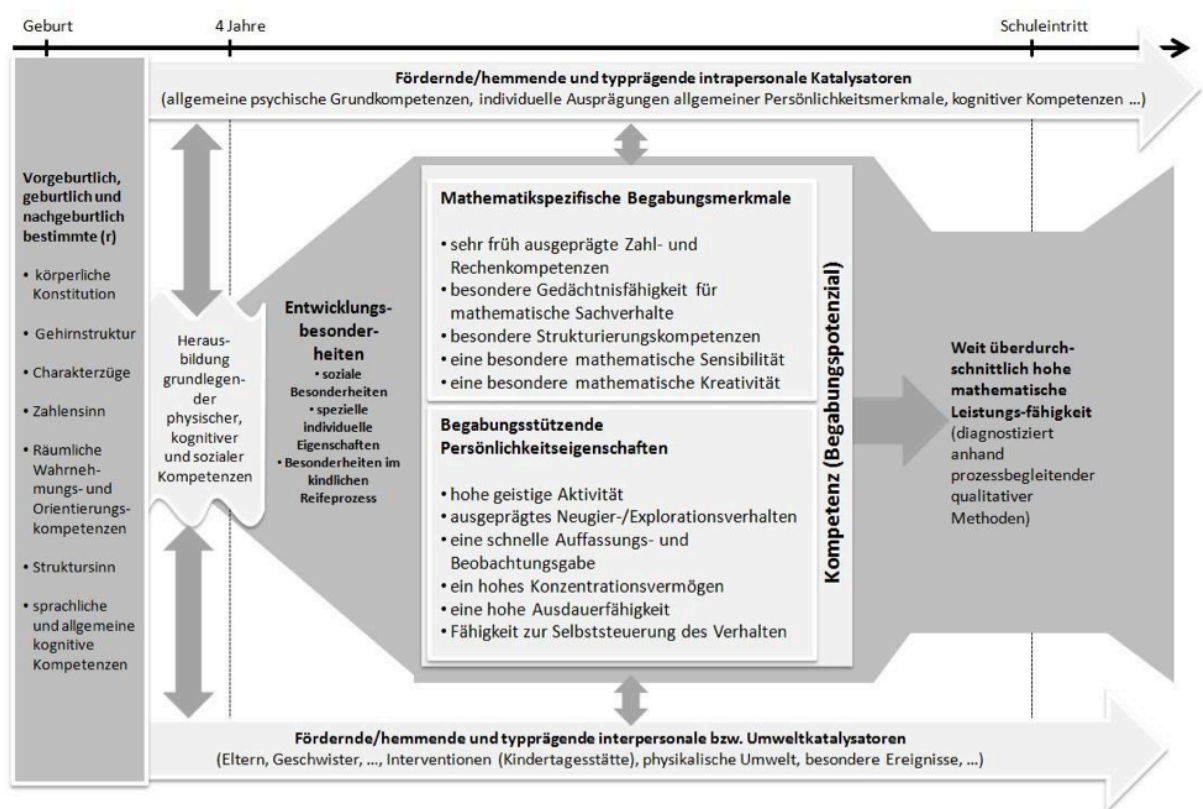


Abbildung 3: Modell mathematischer Begabungsentwicklung im Vorschulalter nach Fuchs, Käpnick und Talhoff (Talhoff, 2014, S. 125).

Dabei wird die Entwicklung mathematischer Kompetenzen, wie auch die der bereichsspezifischen Begabungen, im Kontext der gesamten kindlichen Persönlichkeitsentfaltung gesehen (z.B. Käpnick, 2014, S. 537 f.). Unterschieden wird zwischen „Begabungen als Disposition und der tatsächlichen Performanz eines Kindes“ (Berlinger, 2015, S. 83). Für den Forschungszweig Mathematik im Projekt NÖbegabt5-7 wird die Bedeutung des erbrachten Leistungsvermögens nicht allein als „weit überdurchschnittliche mathematische Leistungsfähigkeit“ gesehen, sondern schließt alle Potenziallagen der Kinder mit ein. Davon ausgehend ist der Blick auf Korrelationen von frühkindlichen allgemeinen und mathematischen Kompetenzentwicklungen von besonderem Interesse. Im Modell vertiefend eingeschlossen sind kindliche Entwicklungsbesonderheiten hinsichtlich spezieller individueller Eigenschaften und besonderer Reifeprozesse. (Mayer, 2015, S. 240 ff.)

Die speziellen individuellen Eigenschaften lassen sich grob als

- ausgeprägte Eigenwilligkeit,
- hohes Interesse an altersunüblichen (Sach-)Themen,
- ausgeprägter Gerechtigkeitssinn,
- Perfektionismus,
- hohe Sensibilität gegenüber Lärm, Geruch ... und
- ausgeprägtes Frageverhalten mitunter kritisches Hinterfragen von Informationen u. ä.

aufzählen. Zu den Besonderheiten im kindlichen Reifeprozess zählen

- Frühreife in einer bestimmten Domäne/vorzeitiges Erreichen von Meilensteinen der Entwicklung sowie
- asynchrone Entwicklung.

Beobachtungen im Rahmen des Projektes „Mathe für kleine Asse“ von Kindern, die über mehrere Jahre am Projekt teilnahmen und ihre mathematischen Potenziale einbrachten, zeigten in individuellen Ausprägungen eine oder mehrere solcher Entwicklungsbesonderheiten und dies anhaltend. Nicht belegen konnten Meyers Studien die mitunter stereotype Zuschreibung gegenüber mathematisch begabten Kindern, dass sie „wenig soziale Kontakte“ und diese „bevorzugt zu Älteren“ hätten.

Sowohl mathematikspezifische Begabungsmerkmale als auch begabungsstützende Persönlichkeitseigenschaften sind ebenso im Modell nach Meyer angeführt. Mathematikspezifische Begabungsmerkmale sind demnach sehr früh ausgeprägte Zahl- und Rechenkompetenzen, besondere Gedächtnisfähigkeit für mathematische Sachverhalte, besondere Strukturierungskompetenzen, eine besondere mathematische Sensibilität sowie eine besondere mathematische Kreativität.

Persönlichkeitseigenschaften, die das Aufkommen und den Ausbau des mathematischen Potenzials in diesem Alter eher positiv unterstützen können, sind ein frühes Interesse an mathematischen Themen, große Neugier und Spaß am Knobeln und intellektuellen Fragestellungen, hohe geistige Aktivität, eine ausgeprägtes Neugier-/Explorationsverhalten, schnelle Auffassungsgabe, genaue Beobachtungsgabe, ein hohes Konzentrationsvermögen und Ausdauer sowie die Fähigkeit zur Selbststeuerung des Verhalten.

Beide besprochenen Theoriemodelle geben den Bezugsrahmen für den Forschungszweig Mathematik im Projekt NÖbegabt5-7. Beide deshalb, da in der vorliegenden Studie Kinder im Vorschulalter aufgenommen wurden und diese sich bei der nächsten Erhebung damit bereits in der Schuleingangsphase befanden. Zwar liegt in den Studien von Fuchs, Käpnick und Meyer der Fokus auf (hoch)begabten Kindern, dennoch liefern diese Modelle bezüglich mathematischer Potenziale für einen breiteren „Begabungsblick“ Grundsätzliches. Gleichzeitig – um die Komplexität zu unterstreichen – gilt: „Transitionen sind Lebensereignisse, die Bewältigung von Diskontinuitäten auf mehreren Ebenen erfordern, Prozesse beschleunigten und intensivierte Lernens anregen und als bedeutsame biografische Erfahrungen von Wandel in der Identitätsentwicklung wahrgenommen werden“ (Niesel & Griebel, 2014). Jedenfalls muss der institutionelle Zeitpunkt des Schuleintritts mit der prozesshaften kindlichen Entwicklung unter dem Licht seiner „individuellen Zeitdauer“ gesehen werden. Beide Theoriemodelle haben demnach für die mathematische Potenzialentfaltung, aus entwicklungspsychologischer Sicht Gültigkeit.

2 Quantitative Analyse

Die vorliegenden Fassungen der Erhebungsinstrumentarien sind in gemeinsamer Diskussion zwischen Fachdidaktikern/Fachdidaktikerinnen der PH Niederösterreich unter Leitung von Brigitte Makl-Freund, Elisabeth Mürwald-Scheifinger und Christian Spreitzer (alle PH NÖ) sowie von Friedhelm Käpnick und Jana Bugzel (beide WWU Münster) auf der Basis vorheriger Entwicklungen von Indikator-test-Aufgaben durch Katrin Meyer (WWU Münster), Mandy Fuchs (Hochschule Neubrandenburg) sowie Käpnick erarbeitet worden.

Die in der Studie entwickelten und erprobten Erhebungsinstrumentarien haben den Charakter von Indikatortest-Aufgaben-Sets. Mithilfe dieser Aufgaben-Sets können im Rahmen einer prozessorientierten Diagnostik das mathematische Potenzial und das mathematische Begabungsprofil von Vorschulkindern bzw. Volksschulkindern entsprechend den beschriebenen Theoriemodellen erfasst werden.

2.1 Quantitative Analysen – Ausgewählte Ergebnisse

Eine Antwort auf die spezifische Forschungsfrage, inwieweit mittels der eingesetzten Indikatortest-Aufgaben mathematische Potenziale und Entwicklungsprozesse identifiziert werden können, lässt sich aus den folgenden drei Grafiken ablesen. Die Grafiken vergleichen Ergebnisse aus den drei flächendeckend durchgeführten Erhebungen (zwei Erhebungsdurchgänge in den Kindergärten und einer in der Volksschule).

Die Verteilungen der von den Kindern erreichten Punktzahlen sind mit einer Normalverteilung konsistent (Kolmogorow-Smirnow-Test, asymptotische Signifikanz jeweils größer als 0.2), woraus auf einen angemessenen Schwierigkeitsgrad und eine ausreichende Trennschärfe der Indikatortest-Aufgaben bei allen drei Erhebungen

geschlossen werden kann. Zwar lässt sich daraus noch nicht ableiten, dass die Indikatoraufgaben tatsächlich mathematische Potenziale messen, aber die Daten sind mit dieser Annahme verträglich, wenn wir davon ausgehen, dass mathematische Begabung bei Kindern ein normalverteiltes Merkmal ist. Um zu überprüfen, ob ein gutes Gesamtergebnis oder ein gutes Ergebnis bei einer bestimmten Aufgabe tatsächlich ein guter Indikator für mathematisches Potenzial in einem bestimmten Bereich ist, müsste dieses gesondert durch ein bereits abgesichertes Diagnoseverfahren festgestellt werden (was aber für die spezifischen Untersuchungsitems noch nicht vorhanden ist).

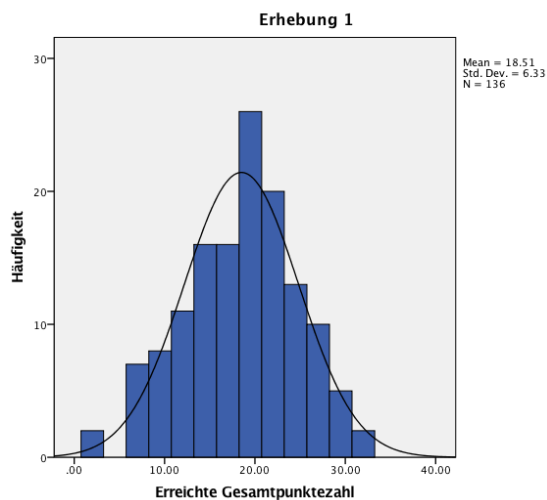


Abbildung 4: Verteilung der Gesamtpunktestände nach der ersten Erhebung (Kindergarten).

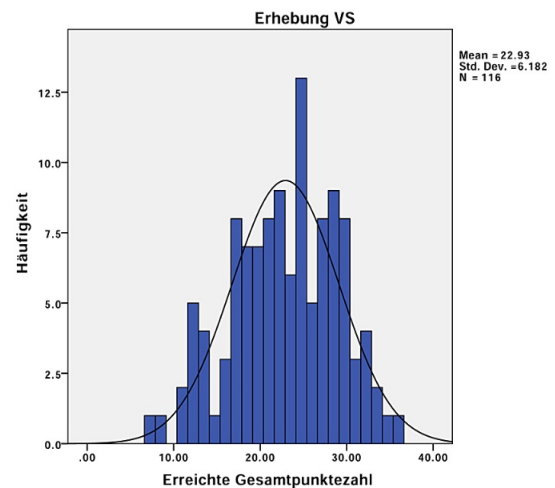


Abbildung 5: Verteilung der Gesamtpunktestände nach der dritten Erhebung (Volksschule).

Die Forschungsfrage nach möglichen Geschlechterunterschieden bezüglich der erreichten Punktzahlen lässt sich nach einem Mann-Whitney-Test beantworten. Die asymptotische Signifikanz bei der Nullhypothese, dass keine Geschlechterunterschiede vorliegen, beträgt 0,8. Es sind also keine signifikanten Unterschiede zwischen Mädchen und Buben festzustellen (siehe auch Abbildung 6).

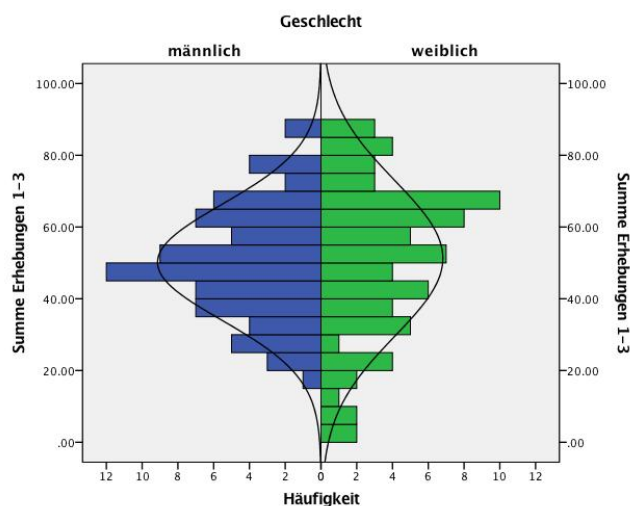


Abbildung 6: Grafik des Geschlechtervergleichs der erreichten Punktzahlen nach drei Erhebungsdurchgängen.

Aus der Grafik ist zu entnehmen, dass die Resultate der Mädchen eine etwas größere Streuung gegenüber jenen der Buben aufweisen, allerdings ist der Unterschied nicht statistisch signifikant.

Die Indikatoraufgaben-Sets bilden bereichsgemäß Aufgaben aus der Arithmetik und der Geometrie ab. Jeder Kreis im folgenden Punktwolkendiagramm entspricht einem Kind. Man sieht, dass die Ergebnisse im Bereich der Arithmetik mit jenen in der Geometrie korrelieren.

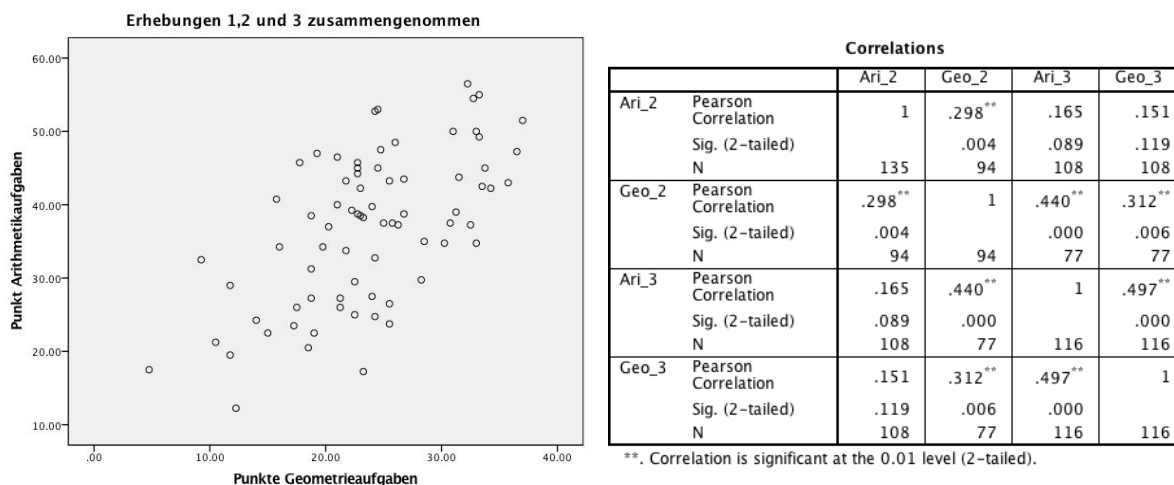


Abbildung 7 und 8: Vergleichsanalyse nach unterschiedlichen „Begabungstypen“: Unterteilung der Indikatoraufgaben in „Arithmetik- und Geometrieaufgaben“ nach Erhebung 2 (Kindergarten) und Erhebung 3 (Volksschule).

Die in der Grafik zu erkennende Korrelation lässt sich durch Berechnung entsprechender Korrelationskoeffizienten bestätigen, die Tabelle zeigt die Korrelationskoeffizienten zwischen Arithmetik und Geometrie von Erhebung 2 (Kindergarten) und Erhebung 3 (Volksschule). Interessant ist, dass das Geometrie-Ergebnis aus Erhebung 2 (Geo_2) stärker mit dem Arithmetik-Ergebnis aus Erhebung 3 (Ari_3) korreliert als mit dem Geometrie-Ergebnis der Erhebung 3 (Geo_3). Die Zusammenschau aller drei Erhebungen zeigt, dass die Korrelation zwischen Arithmetik und Geometrie von Erhebung 1 über Erhebung 2 bis zu Erhebung 3 immer stärker wird, d. h. etwaige Unterschiede in den Leistungsniveaus in beiden Bereichen werden im Laufe der Zeit immer kleiner.

Zusammenfassend können im Anschluss bezüglich der eingesetzten Indikatoraufgaben drei Punkte genannt werden:

- Die Indikatoraufgaben sind normalverteilt (K-S-Test, asymptotische Signifikanz $p=0.2$),
- Es gibt keine signifikanten Unterschiede zwischen Mädchen und Buben (Mann-Whitney-Test, asymptotische Signifikanz $p=0.8$) und
- Korrelationen zwischen Arithmetik- und Geometrieaufgaben sind sehr schwach im Kindergarten, aber in der Volksschule stärker ausgeprägt.

Im Detail ergaben sich folgende Werte in Bezug auf die erbrachten Leistungen in den Bereichen Arithmetik und Geometrie:

- Arithmetik in der 2. Erhebung korreliert mit jener in der 1. Erhebung (Pearson's $r=0.493$ ($p<0.01$)),
- Geometrie in der 2. Erhebung korreliert mit jener in der 1. Erhebung (Pearson's $r=0.313$ ($p<0.01$)) und
- Geometrie in der 3. Erhebung korreliert mit jener in der 2. Erhebung (Pearson's $r=0.312$ ($p<0.01$)).

Weiters können zwei Aussagen bestätigt werden: Es gibt Indizien für spezifische Arithmetik- und Geometriebegabungen im Bereich der Begabten (für eine gesicherte Aussage ist die Stichprobe allerdings zu klein). Die Unterschiede im Leistungsniveau in Arithmetik vs. Geometrie werden mit Schuleintritt kleiner.

2.2 Qualitative Analyse – Kriterienvergleich

Für eine spezielle Diagnostik des mathematischen Leistungspotenzials empfiehlt sich der Einsatz von Indikatoraufgaben in zwei Teilen, da das Lösen der Aufgaben ohne Unterbrechung für so junge Kinder überfordernd sein kann. Die Aufgaben dienen jeweils dem Erfassen der – in der Folge aufgelisteten – mathematikspezifischen Begabungsmerkmale. Der zweifache Einsatz des gleichen Indikatoraufgaben-Sets innerhalb eines Jahres in einer Institution ist kritisch zu sehen, da die Gefahr der Erinnerungsüberprüfung gegeben ist. Allerdings kann der Einsatz potenzialgemäß zu einem früheren oder späteren Zeitpunkt als empfohlen erfolgen.

Indikatoraufgaben-Set (Kindergarten) für ein Kind, das in zwölf bis sechs Monaten in die Schule kommen wird:

1. Teil:

Indikatoraufgabe 1: Fähigkeit zum Speichern visuell gegebener mathematischer Sachverhalte im Arbeitsgedächtnis,
 Indikatoraufgabe 2: Fähigkeiten im Erkennen und Nutzen von Zahl- und Rechenbeziehungen, mathematische Sensibilität (besonderes Gefühl für Zahl- bzw. Rechenbeziehungen),
 Indikatoraufgabe 3: Mathematische Kreativität (in Verbindung mit Strukturierungsfähigkeiten),
 Indikatoraufgabe 4: Fähigkeiten im Strukturieren (Sortieren) von Figurenmustern, im Beschreiben und Begründen der Muster, mathematische Kreativität.

2. Teil:

Indikatoraufgabe 5: Fähigkeit zum Speichern visuell gegebener mathematischer Sachverhalte im Arbeitsgedächtnis,
 Indikatoraufgabe 6: Fähigkeit zum Speichern akustisch gegebener mathematischer Sachverhalte im Arbeitsgedächtnis,
 Indikatoraufgabe 7: Fähigkeiten im Strukturieren von Figurenmustern, im Beschreiben und Begründen der Muster, mathematische Kreativität,
 Indikatoraufgabe 8: Fähigkeiten im Erkennen der mathematischen Struktur einer beschriebenen Sachsituation, im „Übersetzen“ des Textes in eine formale Struktur (Wechseln der Repräsentationsebenen) und im Bearbeiten der mathematischen Problemstellung (in Verbindung mit Fähigkeiten im Erkennen und Nutzen von Zahl- und Rechenbeziehungen),
 Indikatoraufgabe 9: Mathematischer Kreativität, Fähigkeit im Erkennen, Darstellen und Beschreiben von (geometrischen) Strukturen.

Indikatoraufgaben-Set (Volksschule) für ein Kind, das (in etwa) ein halbes Jahr in der ersten Schulstufe war:

1. Teil:

Indikatoraufgabe 1: Fähigkeit zum Speichern visuell gegebener mathematischer Sachverhalte im Arbeitsgedächtnis,
 Indikatoraufgabe 2: Fähigkeiten im Erkennen und Nutzen von Rechenbeziehungen, mathematische Sensibilität (besonderes Gefühl für Zahl- bzw. Rechenbeziehungen),
 Indikatoraufgabe 3: Fähigkeiten im Erkennen und Angeben von Zahlenmustern und mathematische Kreativität,
 Indikatoraufgabe 4: mathematische Kreativität, Fähigkeiten im Bilden von Figurenmustern, im Transfer von Mustern und im Wechseln der Repräsentationsebenen.

2. Teil:

Indikatoraufgabe 5: Fähigkeit zum Speichern visuell gegebener mathematischer Sachverhalte im Arbeitsgedächtnis,
 Indikatoraufgabe 6: Fähigkeit zum Speichern akustisch gegebener mathematischer Sachverhalte im Arbeitsgedächtnis,
 Indikatoraufgabe 7: Fähigkeiten im Erkennen von Figuren- und Zahlenmustern, im Transfer von Mustern und im Wechseln der Repräsentationsebenen,
 Indikatoraufgabe 8: Fähigkeiten im Erkennen der mathematischen Struktur eines Textes, im „Übersetzen“ des Textes in eine formale Struktur (Wechseln der Repräsentationsebenen) und im Bearbeiten der mathematischen Problemstellung,
 Indikatoraufgabe 9: mathematische Kreativität, Fähigkeit im Erkennen, Darstellen und Beschreiben von (geometrischen) Strukturen.

In den einzelnen Indikatoraufgaben, die den Kindern in den Aufgabensets vorgelegt wurden, bilden sich unterschiedliche begabungsmodellrelevante mathematikspezifische Begabungskriterien vorrangig ab. Zusammenfassend zeigt die folgende Tabelle eine geraffte Gegenüberstellung der angewandten Kriterien, die einerseits durch ein Permanenzprinzip und andererseits durch Anreicherungen und Erweiterungen bzw. Ergänzungen gekennzeichnet sind. Diese sind auch Grundlage für eine kriteriengeleitete Punktbewertung.

Vorrangiges mathematikspezifisches Begabungskriterium	Indikatoraufgaben-Set „Vorschulalter“	Indikatoraufgaben-Set „Erstes Schuljahr“
Fähigkeit im Speichern von Zahlen und Zahlenmustern im Arbeitsgedächtnis	☒	☒
Fähigkeit im Erkennen und Angeben von Strukturen (ohne Rechenfähigkeiten)	☒	☒
Fähigkeit im Erkennen und Angeben von Strukturen (in Verbindung mit Rechenfähigkeiten)	☒	☒
Mathematische Kreativität/besondere mathematische Sensibilität	☒	☒
Fähigkeit im Wechseln der Repräsentationsebenen	—	☒

Fähigkeit im Transfer erkannter Strukturen	—	☒
--	---	-------------------------------------

Tabelle 1: Überblick zum Kriterienvergleich der Indikatoraufgaben-Sets.

2.3 Methodenkritische Reflexion

Die Indikatoraufgaben-Sets sind prinzipiell geeignet, um mathematische Potenziale bei 5- bis 7-jährigen Kindern erkennen zu können, manche Aufgaben überfordern jedoch weniger leistungsstarke Kinder. Besondere Beachtung sollte situativen und nicht situativen Individuallagen der Kinder beim Einsatz der Indikatoraufgaben-Sets zukommen, zum Beispiel die emotionale Bindung zu den Kindern, die Gewährleistung eines korrekten Aufgabenverständnisses, das Einzelsetting (dieses ist im Bereich des Kindergartens eher ungewohnt), die Konzentrationsspanne der Kinder, die aktuelle, individuelle Verfassung, sowie die Motivation und Anstrengungsbereitschaft der Kinder, diffuse Versagensängste oder gefühlter Leistungsdruck, schließlich auch die Eindeutigkeit und Objektivität der Bewertung. Belegt wurden diese Aspekte mittels Pädagoginnen-Fragebögen bzw. in mehreren Interviews mit jenen.

Einen weiteren Belegcharakter weist der Blick auf die auszugsweise dargestellten Ranglisten auf. Rang meint den Gesamtrang – gereiht nach erreichter Punktzahl – nach drei Erhebungen, mit KIGA sind Erhebungen im Kindergarten gemeint, mit VS ist die Rangreihung der flächendeckenden Erhebung in der Volksschule aufgelistet. Jede Zeile in der Tabelle gibt die Ränge eines bestimmten Kindes wieder. Die teils hohen Schwankungen von einer Erhebung zur nächsten deuten auf einen hohen Einfluss der Tagesverfassung der Kinder auf das Ergebnis hin; eine wie immer geartete Begabungsdiagnose anhand einer an nur einem Tag durchgeführten Untersuchung ist daher äußerst kritisch zu sehen.

Rang	KIGA Erhebung 1	KIGA Erhebung 2	VS
1	5	8	15
2	12	5	7
3	12	8	15
5	17	23	1
7	20	1	52
9	1	37	61
14	3	4	85
16	111	6	6

Tabelle 2: Auszug der Ergebnisse der Rangreihung der erreichten Gesamtpunkte in drei Erhebungen.

In den Theoriemodellen (siehe Punkt 2.1.2) ist ausdrücklich auf den dynamischen Entwicklungsverlauf der Kinder verwiesen. Deshalb zeichnen die in Tabelle 2 wiedergegebenen Daten kein völlig überraschendes Bild, dennoch gibt es überraschende Rangsprünge. Keines der Kinder, die bei einer der drei Erhebungen am besten abschnitten, konnte sich unter den drei besten im Gesamtklassensment platzieren. Aufsteigende, aber auch stark abfallende Rangplätze können abgelesen werden. Für die Praxis ist es daher besonders bedeutsam, sich Fragen nach Motiven und Gründen der Verläufe zu stellen. Im Rahmen der vorliegenden Studie war es nicht möglich, diese Fragestellungen vertiefend zu betrachten und zu analysieren.

An dieser Stelle sei nochmals darauf verwiesen, dass der Einsatz von Indikatoraufgaben-Sets nur ein wichtiger Bestandteil einer prozessbezogenen Diagnostik sein kann (gegebenenfalls mittels Ergänzungen durch andere Testverfahren).

3 Fallbeispiel – auszugshaft

Pauls (Name geändert) Rangplätzeverlauf ist insgesamt sehr auffällig. Er bewältigt die erste Erhebung so, dass sein Punkteergebnis ihn auf den 16. Gesamtrang verweist, wie aus der obigen Tabelle (Abb. 10) entnommen werden kann. In der ersten Erhebung im Kindergarten erreichte er allerdings nur den 111. Rangplatz (von 136 untersuchten Kindern), in Folge konnte er sich jeweils auf den sechsten Rang platzieren. Nun könnte man daraus eine enorme Steigerung seines mathematischen Potenzials vermuten. Eine qualitative Einzelfallstudie mit vertiefenden Befragungen, auch des Umfeldes des Kindes, ist in so einem Fall als ergänzender Teil eines Diagnoseprozesses unbedingt angezeigt.

Paul wurden auf Grund seines auffallenden Rangplätzeverlaufs die Indikatoraufgaben der Volksschule, als er sechs und dann abermals als er sieben Jahre alt war, zum Bearbeiten vorgelegt. Zum Teil blieben die Aufgaben gleich, zum Teil wurden abgeänderte Aufgaben eingesetzt.

Beispielhaft werden folgend Lösungswege zu Indikatoraufgaben beschrieben, die Paul in der Volksschule zu zwei verschiedenen Zeitpunkten vorgelegt wurden. Er war in der ersten flächendeckenden Volksschülerhebung noch sechs Jahre alt, dann in der punktuellen Erhebung bereits sieben.

Gütekriterien wie die Fähigkeit im Erkennen und Angeben von Strukturen (in Verbindung mit Rechenfähigkeiten), die mathematische Kreativität oder besondere mathematische Sensibilität sowie die Fähigkeit im Wechseln der Repräsentationsebenen und die Fähigkeit im Transfer erkannter Strukturen zeigen folgende Lösungswege von Paul.

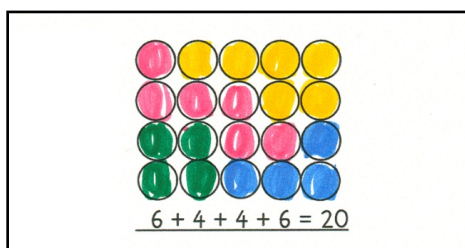


Abbildung 9: Pauls Lösung der Indikatoraufgabe
Fähigkeit im Wechsel der Repräsentationsebenen
(Teil 3).

Hier war der Übertrag der auf der Linie stehenden Addition in ein Kreismuster (Abbildung 9) zu bewerkstelligen. Dies fiel Paul nicht schwer, er fand eine korrekte Lösung. Allerdings lässt sich nicht mehr rekonstruieren, in welcher Reihenfolge er die Farben gewählt hat.

Vergleicht man nun Pauls Lösung (Abbildung 9) als sechsjähriges Kind mit jener als er sieben Jahre alt war (Abbildung 10), fällt neben der ebenso richtigen Lösung das Erzeugen eines regelmäßigen symmetrischen Musters auf. Es war ihm wichtig, ein „schönes Muster,“ so seine Aussage, darzustellen.

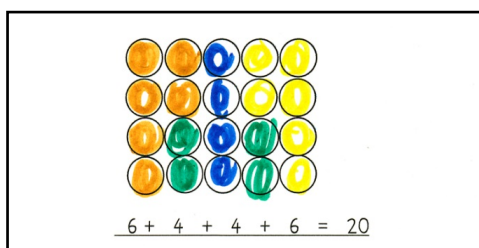


Abbildung 10: Pauls Lösung der Indikatoraufgabe Fähigkeit im
Wechsel der Repräsentationsebenen
(Teil 3) in der zweiten Volksschülerhebung.

Paul fand für die folgende Indikatoraufgabe (Abbildung 11) ohne Mühe nach den beiden Musterbeispielen A und B eine richtige Lösung für C als Sechsjähriger. Vorrangig wurden hier der Wechsel der Repräsentationsebenen bzw. das Erkennen und Angeben von Strukturen abverlangt.

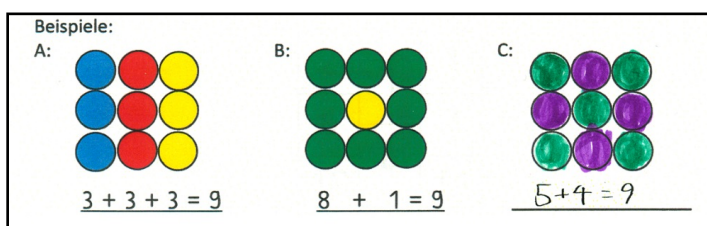


Abbildung 11: Pauls Lösung als Sechsjähriger.

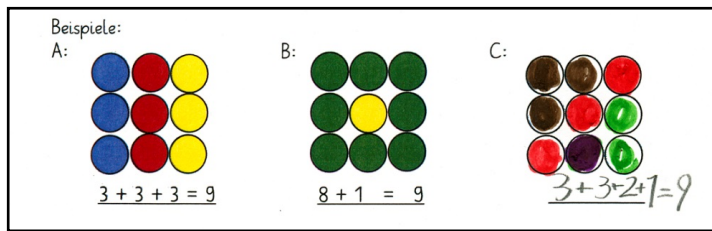


Abbildung 12: Pauls Lösung als Siebenjähriger.

Beim Vergleich der beiden Lösungen liegt zunächst der Schluss nahe, dass Paul eine weniger „attraktive“ Lösung (Abbildung 12) als Siebenjähriger gefunden hat. Paul erklärte jedoch seine Lösung so: „Ein Muster zur Rechnung $3 + 3 + 3 = 9$ und zu $8 + 1 = 9$ sind schon da, ich wollte eine neue Rechnung mit Muster schreiben.“ Pauls Erklärung lässt somit sein besonderes Kreativitätspotenzial erkennen: Er strebt variantenreiche Lösungen an.

4 Abschließende Bemerkungen

Wenn es darum geht, mathematische Potenziale bei Kindern aufzuspüren, müssen ihnen hierfür entsprechende Gelegenheiten geboten werden, die zugleich diagnostisch genutzt werden können. Das bedeutet, dass eine Diagnose nach Käpnick allgemein ein feinfühlig-er theoriebasierter Prozess ist. Ein Blick auf kindliche Entwicklungen mittels einer Korrelationsanalyse der Ergebnisse unterstreicht Käpnicks Auffassung.

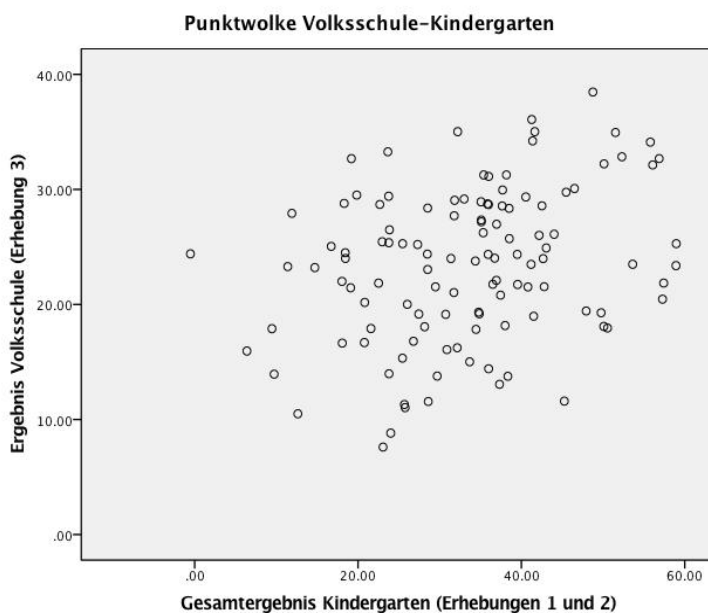


Abbildung 13: Punktwolkendarstellung der Ergebnisse im Kindergarten und der Volksschule.

Jeder Kreis in der Punktwolkendarstellung (Abbildung 13) entspricht einem Kind. Die Ergebnisse der Volksschule korrelieren nur schwach mit jenen des Kindergartens, da die Punktwolke nur eine äußerst geringe Tendenz einer Anordnung entlang einer gedachten Geraden („von links unten bis nach rechts oben“) zeigt. Für die offensichtlich nur schwachen Zusammenhänge (was auch die berechneten Korrelationskoeffizienten bestätigen) lassen sich sehr verschiedene Gründe angeben, die auch miteinander verwoben sein können. So könnten während des Übergangs vom Kindergarten in die Volksschule unterschiedliche Einflussfaktoren zu diskontinuierlichen Entwicklungsverläufen bei Kindern führen oder die Zeiträume für kindliche Reifungsprozesse in der Übergangsphase individuell verschieden sein oder die Testergebnisse aufgrund der jeweiligen Tagesverfassung, des Aufgabenverständnisses oder anderen zufälligen Faktoren schwanken.

Demgemäß kann es nach Käpnick sehr verschiedene Diagnosen zu ein und demselben mathematikspezifischen Merkmal (Theoriekonstrukt) geben. Es gibt keine absolut sichere Diagnostik und kein

umfassend zuverlässiges Indikatoraufgaben-Set für alle Kinder und deren Individuallagen. Dennoch kann der Einsatz der Indikatoraufgaben mit entsprechender genauer Beobachtung der Kinder sowie einem Gespräch mit ihnen („Warum hast du das so und so gemacht?“) über ihre Lösungsstrategien ein fundiertes und zugleich differenziertes Erkennen der mathematischen Potenziale eines Kindes ermöglichen.

Literatur

BERLINGER, N. (2015). Die Bedeutung des räumlichen Vorstellungsvermögens für mathematische Begabungen bei Grundschulkindern. Münster: WTM.

FTHENAKIS, W. E. (2009). Frühe naturwissenschaftliche Bildung. – Troisdorf: Bildungsverlag EINS.

FUCHS, M., KÄPNICK, F. (Hrsg.). (2004). Mathe für kleine Asse, Klassen 1 und 2. Berlin: Cornelsen.

FUCHS, M. (2015). Alle Kinder sind Matheforscher. Frühkindliche Begabungsförderung in heterogenen Gruppen. Seelze: Klett-Kallmeyer.

GAGNÉ, F. (1993). Constructs and Models pertaining to exceptional human abilities. In K. HELLER, F. J. PASSOW, (Hg.), *International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent* (S. 69-88). Oxford, New York: Pergamon.

GRIEBEL, W. & NIESEL, R. (2013²). Übergänge verstehen und begleiten. Transitionen in der Bildungslaufbahn von Kindern. Berlin: Cornelsen Scriptor.

KÄPNICK, F. (2010): Intuitionen – ein häufiges Phänomen beim Problemlösen mathematisch begabter Grundschul Kinder. In F. von HEINRICH, T. FRITZLAR (Hg.), *Kompetenzen mathematisch begabter Grundschul Kinder erkunden und fördern* (S. 77-93). Offenburg: Mildenerger.

KÄPNICK, F. (2014). Mathematische Talente entdecken und fördern. In M. STAMM (Hg.), *Handbuch Talententwicklung. Theorien, Methoden und Praxis in Psychologie und Pädagogik* (S. 537-548). Bern: Huber.

MEYER, K. (2015). Mathematisch begabte Kinder im Vorschulalter. Münster: WTM.

NIESEL, R. & GRIEBEL, W. (2014). Transitionen. In R. Pousset (Hg.), *Handwörterbuch Frühpädagogik* (S. 472-475). Berlin: Cornelsen.

TALHOFF, K. (2014). Möglichkeiten, Probleme und Grenzen des Bestimmens und Diagnostizierens besonderer Merkmale bei mathematisch begabten vier- bis sechsjährigen Kindern. Dissertation. Münster.

WILDGRUBER, A., GRIEBEL, W., HELD, J., SCHUSTER, A., NAGEL, B. (2013). Nachbefragung zu „Auch Eltern kommen in die Schule“ – Risiken für die Übergangsbewältigung. *Bildung, Erziehung, Betreuung von Kindern in Bayern. IFP-Infodienst*, 18, 9-15.

http://www.hansestadtlueneburg.de/Portaldaten/43/Resources/dokumente/bildung_und_gesellschaft/lueneburg_inklusiv/bruecken_bauen_vortrag_griebel_wilfried.pdf, 01.01.2018.

<https://www.uni-muenster.de/IDMI/arbeitsgruppen/ag-kaepnick/mathe-fuer-kleine-asse>, 06.06.2018).