

Mathematische Begabungen in der Primarstufe fördern

Erfahrungen aus einem Peer-Mentoring Projekt zur Förderung mathematisch begabter Volksschülerinnen und Volksschüler im südlichen Niederösterreich

Gerald Stachl¹, Doris Miestinger²

Zusammenfassung

Der vorliegende Artikel behandelt die Notwendigkeit der Stärkenförderung und konzentriert sich dabei auf die Entwicklung von mathematischen Begabungen. Neben zwei, speziell für diesen Bereich entwickelten Modellen, wird die Bedeutung der Lernumgebung und die Gestaltung passender Aufgaben thematisiert. In weiterer Folge wird ein Begabungsförderungsprojekt beschrieben, das seit zwei Jahren im südlichen Niederösterreich durchgeführt wird. In diesem Teil wird ein Beispielworkshop genauer beschrieben und auf erste empirische Ergebnisse dieser Fördermaßnahme eingegangen.

1 Begabtenförderung – Notwendigkeit oder verzichtbare Zusatzaufgabe?

„Du weißt ja, so etwas hat man einfach, oder eben nicht, ...“ – Dieses Zitat, entnommen dem Buch von Markus Hengstschläger (2012, S. 72), beschreibt eine noch immer weit verbreitete Einstellung zur Förderung begabter Lernender (vgl. Subotnik, Olszewski-Kubilius, & Worrell, 2011, S. 8–9; Freeman, 2010, S. 10). Obwohl in allen aktuellen Modellen der Begabungsentwicklung der Umwelt eine entscheidende Rolle zugesprochen wird (vgl. Preckel & Vock, 2013; Preckel & Baudson, 2013; Ziegler, 2008; Subotnik u. a., 2011), vertreten noch viele Lehrende die Meinung, dass sich Begabungen von selbst entwickeln und daher keiner besonderen Förderung im schulischen Alltag bedürfen. Demgegenüber stehen unzählige Studien wie etwa der Cockroft-Report (Cockroft, 1982), die seit circa 40 Jahren darauf hinweisen, dass auch Begabte Unterstützung und passende Herausforderungen im Schulalltag benötigen.

„The statement that able children can take care of themselves is misleading, it may be true that such children can take care of themselves better than the less able, but this does not mean that they should be entirely responsible for their own programming, they need guidance, encouragement and the right kind of opportunities and challenges to fulfil their promise.“ (Dimitriadis, 2012, S. 59). Trotz dieser Erkenntnisse zeigt die Studie von Dimitriadis (2012), dass mathematisch begabte Primarstufenlernende teilweise nur ungenügend gefördert werden. Er identifiziert dafür fehlende fachliche Qualifikationen der Lehrenden, die zu Unbehagen in der Behandlung anspruchsvoller Themengebiete führen, die als Herausforderung für Talente notwendig sind. Als weitere Ursache nennt seine Studie die zuvor angedeutete Vorstellung zur eigenständigen Entwicklung von hohen Potenzialen.

Die Tatsache, dass sich das Schulsystem vielfach auf die selbständige Entwicklung von Begabungen zur Performanz verlässt, kann auch als eine Ursache für Geschlechterunterschiede in den mathematischen Leistungstests (vgl. OECD, 2016, S. 212) und der in Österreich sehr stark vorhandenen Abhängigkeit des Bildungserfolges vom sozioökonomischen Status der Familie (vgl. OECD, 2016, S. 234, 241, 244) gesehen werden. Dabei zeigen doch gerade aktuelle Ergebnisse der Begabungsforschung, dass schulisch angebotene, oder finanziell unterstützte, externe Exzellenzprogramme in der Lage sind, diese sozialen Benachteiligungen zu reduzieren: *“Making gifted programs in schools more widely available and expanding funding (e.g., from corporations and foundations) for out-of-school programs could alleviate these inequities.”* (Subotnik u. a., 2011, S. 11)

¹ Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.
 Korrespondierender Autor. E-Mail: gerald.stachl@ph-noe.ac.at

² Pädagogische Hochschule Niederösterreich, Mühlgasse 67, 2500 Baden.
 E-Mail: doris.miestinger@ph-noe.ac.at

Betrachtet man diese Fakten gemeinsam mit Erkenntnissen zum fallenden Anteil von österreichischen Lernenden im Spitzenfeld (vgl. Resch, 2017) und Studienergebnissen zu mangelnden Ressourcen im Bereich der Stärkenförderung (vgl. Kapella, 2017, S. 193, 281), so lässt sich daraus ein Handlungsbedarf ableiten.

2 Mathematische Begabungen

Begabung wird als Möglichkeit (Potenzial) gesehen (vgl. Weilguny & ÖZBF, 2011, S. 11) und ist nicht zu verwechseln mit dem Erbringen von besonderen Leistungen. Natürlich gibt es immer wieder Kinder, die bereits durch ihre gezeigten Fähigkeiten auf sich aufmerksam machen und dadurch Rückschlüsse auf vorhandene Begabungen ermöglichen. Eine Einengung auf diese Gruppe würde jedoch viele unberücksichtigt lassen, die aus unterschiedlichen Gründen ihr Potenzial noch nicht zeigen können oder wollen.

Ein offenes Problem ist jedoch die Identifikation des Potenzials, wenn es von der gezeigten Leistung entkoppelt werden soll. Was sind jene Merkmale, nach denen beim Finden von Mathematiktalenten Ausschau gehalten werden soll, wenn es nicht die schulische Leistung ist? Die Ergebnisse der Performanz-Tests sind vom bisherigen Lernumfeld abhängig und fallen bei sozial benachteiligten Lernenden schlechter aus. In Intelligenztests wird versucht Aufgabenstellungen zu finden, deren Lösung möglichst nicht vom Vorwissen abhängt. Ein Versuch, der nur teilweise gelingt (vgl. Neubauer & Stern, 2013, S. 80).

Die Identifikation von Begabungen hat als Ziel, jene Personen zu finden, die bei guter Förderung das Potenzial zu herausragenden Leistungen haben. Sehr lange wurde dies allein durch den Blick auf die Intelligenz versucht und entsprechende Testverfahren waren die Eintrittskarten zu besonderen Förderprogrammen. Die Forschung hat jedoch schon vielfach gezeigt, dass diese Sichtweise zu kurz greift (vgl. Neubauer & Stern, 2013, S. 166). Das Konstrukt Intelligenz, beziehungsweise das, was Intelligenztests messen, ist stark von Umwelteinflüssen abhängig (vgl. Stadelmann, 2020). In diesem Sinne erscheint es sinnvoll zu sein, Begabungen als Ergebnis einer genetischen Prädisposition und der bisherigen Lernbiografie zu sehen, wie es auch im sportlichen Bereich üblich ist und dem aktuellen Forschungsstand der Neurowissenschaften entspricht.

Im Rahmen dieses Artikels, beziehungsweise im beschriebenen Projekt, wird mathematische Begabung über einen Entwicklungsvorsprung im Sinne Stanleys definiert (vgl. Stanley, 1996). Als Merkmale, die es auch in der Identifizierung zu berücksichtigen gilt, wird auf sechs Bereiche nach Käpnick (2009, S. 11) zurückgegriffen:

- Fähigkeit zum Speichern mathematischer Sachverhalte im Kurzzeitgedächtnis unter Nutzung erkannter mathematischer Strukturen
- Mathematische Fantasie
- Fähigkeit im Strukturieren mathematischer Sachverhalte
- Fähigkeit im selbständigen Transfer erkannter Strukturen
- Fähigkeit im selbstständigen Wechseln der Repräsentationsebenen und im selbstständigen Umkehren von Gedankengängen beim Bearbeiten mathematischer Aufgaben
- Mathematische Sensibilität

2.1 Die Entwicklung mathematischer Begabungen

Neben den allgemeinen Modellen zu Begabungsentwicklung³, existieren in der Literatur auch spezielle Beschreibungen des mathematischen Kompetenzaufbaus. Heinze verwendet hier den allgemeinen Ansatz von Gagné und adaptiert das Modell für den Bereich der Mathematik (vgl. Heinze, 2005). So wie Gagné verwendet sie den Begriff „Talent“ für das Ergebnis des Prozesses, die beobachtbare mathematische Leistung. Der Bereich „Lernen und Übung“, wie diese Entwicklung in ihrem Modell bezeichnet wird, wird von inter- und intrapersonalen Katalysatoren beeinflusst. Lack gibt für den Entwurf von Heinze lediglich zu bedenken, dass die Beschränkung auf die speziell mathematischen Begabungsbereiche und die Kreativität eventuell zu eng gefasst ist, da sich mathematische Begabung nicht losgelöst von den anderen Bereichen entwickelt. Die Konzentration auf spezifische Einflussfaktoren im Umwelt- und Persönlichkeitsbereich wird als sinnvoll betrachtet (vgl. Lack & Sträßer, 2009, S. 89). Im Modell von Käpnick und Fuchs (2009, S. 9) finden sich viele Ähnlichkeiten zum Ansatz von Heinze. Als Ausgangspunkt werden ebenfalls Begabungen gesehen, die sich unter Einwirkung von inter- und intrapersonalen Faktoren durch Beschäftigung mit Mathematik entwickeln. Käpnick thematisiert noch den Ursprung dieser Potenziale und beruft sich auf Ergebnisse des Hirnforschers Roth, indem er die Bedeutung der Gene und der Umwelteinflüsse der ersten Lebensjahre hervorhebt.

³ Vgl. z.B.: Drei-Ringe-Modell, Münchner Hochbegabungsmodell, Differenziertes Begabungs- & Talentmodell, Aktiotopmodell, u.v.a.m.

Der Faktor „Zufall/Glück“, der zunächst die beiden Modelle unterscheidet, erscheint zwar in seinem Modell nicht explizit, aber seine Bedeutung ist Käpnick durchaus bewusst: „Übrigens sind es oft eher zufällige, aber für ein begabtes Kind faszinierende Erlebnisse, die seine Begabung sprunghaft fördern oder sie im Keim ersticken“ (Käpnick & Fuchs, 2009, S. 10)

Ein weiterer Unterschied liegt in der mathematischen Sensibilität, die bei Käpnick ein Teil der Begabung ist, bei Heinze jedoch im Bereich der stützenden Persönlichkeitsmerkmale auftaucht.

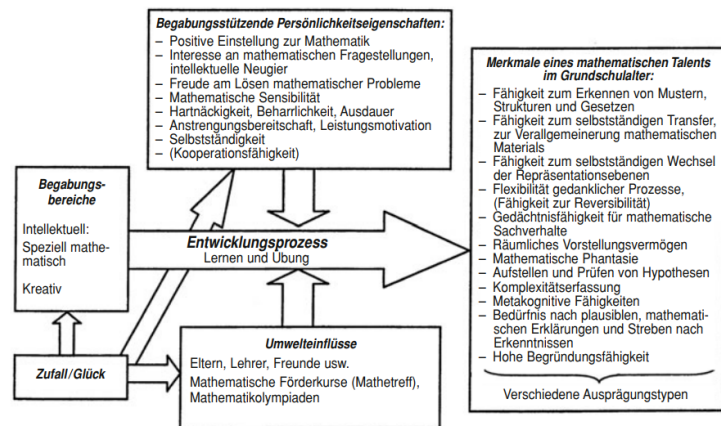


Abbildung 1: Modell von Heinze (entnommen aus Lack, 2010)

Aus diesen Modellen lässt sich ein Auftrag an die Schule ableiten: Es gilt, die Potenziale der Kinder richtig einzuschätzen und sie dann durch passende Umgebungen herauszufordern und zu fördern. Es sollte das Anliegen

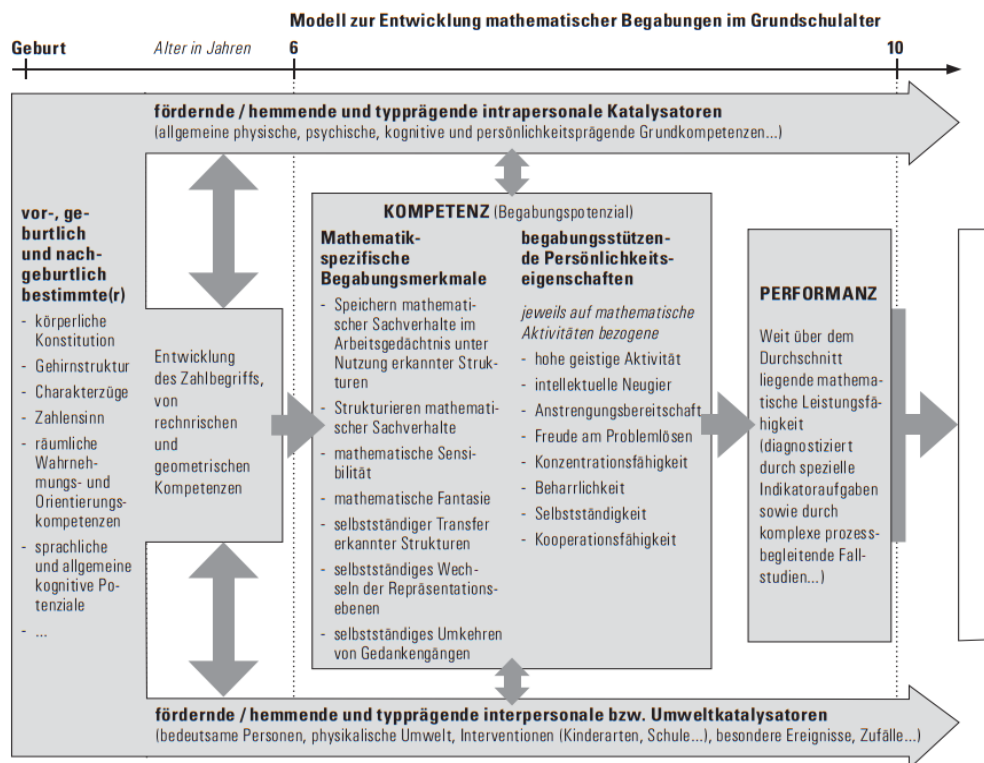


Abbildung 2: Modell von Fuchs & Käpnick (entnommen aus Käpnick u. Fuchs, 2009)

der Schule sein, den Faktor „Zufall/Glück“ so gering wie möglich zu halten und auch Talenten aus sozial benachteiligten Umgebungen Entwicklungschancen zu bieten.

2.2 Begabungsfördernde Aufgabenstellungen

Wie können nun Umgebungen aussehen, die diese Anforderungen erfüllen können? Sie sollten ausreichend Differenzierung bieten, selbstbestimmtes Lernen unterstützen und das Autonomieerleben der Lernenden fördern. Dazu sind Lehrende mit einer positiven Einstellung zur Begabungsförderung und entsprechenden fachlichen und didaktischen Kompetenzen notwendig. Martina Müller identifiziert in ihrer Dissertation (2016) zusätzlich noch den Einfluss der Organisation, da die Schulleitung durch Zuteilung von personellen und materiellen Ressourcen hier wesentliche Unterstützung liefern kann. Diese Betrachtungsweise entspricht der Forderung von Albert Ziegler, der in seinem Aktiotopmodell (vgl. Ziegler, 2009) fordert, den Blick verstärkt auf begabende Umgebungen zu richten.

Ein entscheidendes Kriterium für eine gelingende Förderung ist die Passung zwischen dem Fähigkeitspotenzial der Lernenden und dem Schwierigkeitsgrad der Aufgabenstellung. Wenn Schüler und Schülerinnen unterschiedlichen Leistungspotenzials gemeinsam unterrichtet werden und trotzdem passende Herausforderungen bekommen sollen, spricht man von innerer Differenzierung. Dazu sind nach Schwierigkeitsgrad gestufte Aufgabenstellungen erforderlich.

Die nächste Unterscheidung betrifft die Zuteilung der Lernenden zum passenden Aufgabentyp. Es kann zwischen geschlossener Differenzierung (die Verantwortung für die Einteilung liegt bei den Lehrenden) und offener Differenzierung (Lernende entscheiden über passenden Schwierigkeitsgrad) unterschieden werden. Einen Sonderfall der letztgenannten Art stellt die natürliche Differenzierung dar (vgl. Storz & Burkart, 2014, S. 42ff). Das Kennzeichen solcher Fragestellungen sind relativ einfach verständliche Einstiegsprobleme, die möglichst für die gesamte Gruppe interessant und lösbar sind und darauf aufbauende Aufgabenstellungen mit steigendem Schwierigkeitsgrad. Die Konstruktion solcher Beispiele gelingt über die drei Anforderungsniveaus des Kompetenzstrukturmodells für die Bildungsstandards in Mathematik (vgl. Kampa, Hinz, Haag, & Köller, 2018): (I) Reproduzieren, (II) Zusammenhänge herstellen, (III) Verallgemeinern und Reflektieren

Die Vorgehensweise soll nun an einem Beispiel zur Teilbarkeit erläutert werden. Anstelle von einzelnen Teilaufgaben, die jeweils alle Teiler einer Zahl bestimmen lassen, könnte die Problemstellung wie folgt formuliert werden:

Welche Zahlen sind Teiler von 324?

1. Finde ein Beispiel.
2. Finde weitere Beispiele.
3. Finde alle Beispiele.
4. Begründe, weshalb du alle Beispiele gefunden hast.

Während die ersten beiden Aufgabenstellungen auf Kompetenzstufe I zu lösen sind, erfordert das dritte Problem bereits einen Wechsel auf Stufe II und die letzte Aufgabe sogar die Kompetenzstufe III. Es ist nicht Ziel, das jedes Kind alle 4 Teilaufgaben löst, sondern gemäß seinem aktuellen Potenzial optimal herausgefordert wird und trotzdem alle am gleichen Problembereich (Teilbarkeit) arbeiten.

Wenngleich bei offener Binnendifferenzierung die selbständige Auswahl der passenden Herausforderung durch die Lernenden ein Ziel darstellt, sind die Lehrenden hier in der Rolle als Coach und Mentorin bzw. Mentor gefragt, um Über- bzw. Unterforderung zu verhindern. Es ist zu vermuten, dass diese Aufgabe in kleinen Lerngruppen besser gelöst werden kann, als in Situationen, in denen eine Lehrerin beziehungsweise ein Lehrer diese Rolle für eine ganze Klasse von 25 Lernenden zu erfüllen hat. Dies ist der Ansatz für das Projekt, das nun im folgenden Punkt beschrieben wird.

3 Ergebnisse aus dem Projekt BfB-M

Im vorliegenden Artikel soll nun ein zusätzlicher Weg aufgezeigt werden, wie diese Förderung im Fach Mathematik aussehen könnte. Ideengebend waren die Programme „Mathe für kleine Asse“ (vgl. Fuchs, 2010, S. 138ff) und das Forder-Förder-Projekt (vgl. Fischer & Westphal, 2007, S. 74ff). Natürlich liegen in nächster Ebene die Wurzeln ebenfalls im von Joe Renzulli entwickelten „Schoolwide Enrichment Model (SEM)“ (vgl. Renzulli u. a., 2001). Die beiden Projekte aus Münster können bei der Betreuung der jungen Talente auf Lehramtsstudierende der dortigen Universität zurückgreifen. Damit schafft es das Projekt von Christian Fischer (FFP) auf ein Betreuungsverhältnis von etwa 1:5⁴. Bei Friedhelm Käpnick ist es ein außerschulisches Zusatzangebot, das die begabten Schülerinnen und Schüler wöchentlich am Fachbereich Didaktik der Mathematik der WWU⁵ in Anspruch nehmen. Dabei besteht zur Betreuung des Mathematiknachwuchses ein ähnliches Betreuungsverhältnis wie beim erstgenannten Projekt.

Daraus wurde eine Förderidee entwickelt, die die Beschränkungen (keine Universität/Hochschule mit Lehramtsausbildung in unmittelbarer Nähe) berücksichtigt. Die Bezeichnung BfB-M steht für das seit dem Schuljahr 2018/19 im südlichen Niederösterreich stattfindende Projekt „Begabte fördern Begabte – Mathematik“, in dem Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe eine Mentorenrolle für mathematisch talentierte Primarstufenlernende übernehmen (vgl. Stachl, 2019).

⁴ Studierende:Lernende

⁵ WWU: Westfälische Wilhelms-Universität Münster

3.1 Beschreibung des Projektes

Das Konzept „Begabte fördern Begabte“ basiert auf dem Drehtürmodell (Wasmann, 2016). Sowohl die Lernenden der beteiligten Volksschulen als auch die des Gymnasiums nehmen am Projekt anstatt am Regelunterricht teil. Im Schuljahr 2018/19 fanden die Förderstunden 14-tägig alternierend an den Grundschulen statt. Im aktuellen Schuljahr musste der Modus durch die Erweiterung um eine weitere Volksschule geändert werden. Die Mentorinnen und Mentoren kommen nun nur noch jede vierte Woche. Es wird jedoch trotzdem ein Rhythmus von 14 Tagen erzeugt, indem dazwischen Workshops vom Projektteam⁶ der PH Niederösterreich bereitgestellt werden, die von den Primarstufenlehrenden selbst durchgeführt werden. In der ersten Woche jedes Zyklus haben die Oberstufenschülerinnen und -schüler die Gelegenheit, Fragen zu den kommenden Workshops mit einer Kollegin des Projektteams zu besprechen, die auch Lehrerin am beteiligten Gymnasium ist.

Die Entscheidung für Lernende der Sekundarstufe II für die Mentorenrolle wurde auf Basis des Aufsichtserlasses (siehe: BM Bildung, Wissenschaft u. Forschung, 2005) getroffen, da dieser das Entfallen der Begleitung ab der 9. Schulstufe ermöglicht. Bisher hat sich ein Betreuungsverhältnis von 1:3 oder 1:4 als günstig erwiesen. Dies bedeutet, dass pro Termin 6-8 Mentorinnen und Mentoren benötigt werden. Bei einem aktuellen Pool von 16 Teilnehmenden aus der Sekundarstufe II konnten bisher die Workshops gut betreut werden.

Das Drehtürmodell ist eine der wenigen Maßnahmen der Begabungsförderung, die nur für leistungsstarke Lernende geeignet sind. Daher kommt der richtigen Auswahl der Teilnehmenden eine große Bedeutung zu. In den beiden Projektjahren gab es nur bei einem Mentor leichte Probleme im zweiten Semester, weshalb seine Projektteilnahme etwas reduziert werden musste, bei den Lernenden der Primarstufe kam es in keinem Fall zu Leistungsproblemen im Regelunterricht. Es musste jedoch festgestellt werden, dass nicht alle Teilnehmenden die notwendigen mathematischen Interessen mitbrachten. Hier gilt es in Zukunft das Auswahlverfahren noch zu verbessern (siehe 3.3



Abbildung 3: Volksschüler mit ihrem Mentor

Empirische Befunde).

3.2 Workshopbeispiele

Im Rahmen der Förderstunden betreuen die Mentorinnen und Mentoren ihre Gruppen beim Lösen der Aufgabenstellungen und können mit aufmunternden Worten aber auch fachlicher Unterstützung ihren Schützlingen helfen. Sie wurden in einem alljährlich zu Beginn stattfindenden Training unter anderem darauf hingewiesen, den Lernenden aus der Primarstufe genügend Zeit für die Entwicklung eigener Ideen zu geben. Hier wurde vom Projektteam mehrfach darauf hingewiesen, dass nicht jede Teilnehmerin bzw. jeder Teilnehmer jeden Aufgabenteil vollständig lösen muss. Wichtig ist die Passung zwischen Potenzial und Herausforderung, die, wie erste Befunde zeigen, mithilfe der Oberstufenschülerinnen und -schüler gut gelingt.

2018/19	2019/20
Entdeckungen bei Würfeltürmen	Kippen und Stempeln
Entdeckungen bei Dominorahmen	
Entdeckungen bei Pentominos	Bauen nach Plan
Hexominos und Würfelnetze	
Weihnachtliche Rätsel	Alternative Rechenverfahren
Wer knackt den Code?	
Kryptogramme	Fermi-Aufgaben
Training mit dem Känguru	
Logikrätsel – Stationenbetrieb	Graphentheorie: Haus vom Nikolaus u.a.
Programmieren mit LEGO WeDo (4x)	Programmieren mit mBot

Tabelle 1: Workshops

⁶ Doris Miestinger & Gerald Stachl

Seitens der Aufgabenauswahl, die überwiegend vom Projektteam getroffen wird, wird auf die in Punkt 2.2 formulierten Bedingungen für herausfordernde Aufgabenstellungen geachtet. Die Workshops wurden unter Rückgriff auf vorhandene Materialien und Aufgabensammlungen gestaltet (siehe: Asperl u. a., 2008; Käpnick, 2001; Käpnick & Fuchs, 2009). Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über Workshopthemen der beiden Projektjahre (die farblich hinterlegten Workshops im Jahr 2019/20 konnten infolge der Covid-19 Maßnahmen nicht, bzw. im Falle der Fermi-Aufgaben nicht mehr vollständig durchgeführt werden).

Einige Auszüge des Workshops „Kippen und Stempeln“, mit dem das räumliche Vorstellungsvermögen der Lernenden der Primarstufe geschult wird, sollen einen Einblick in den Ablauf der Projektstunden und die verwendeten Aufgabentypen geben.

Das Einstiegsproblem wird durch die Grund- und Schrägrissdarstellung (siehe Abbildung 4) ergänzt. Die Aufgabenstellung lautet:

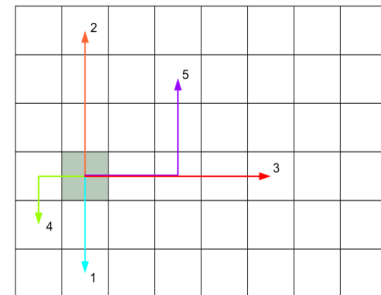
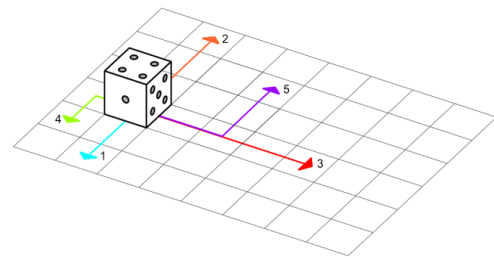
„Ein Spielwürfel wird mit der Seitenfläche, welche den Dreier trägt, auf ein Quadratraster gelegt und anschließend um vordefinierte waagrechte Würfelkanten auf vordefinierten Wegen gekippt. Sowohl die Wege als auch deren Enden erkennst du in der Zeichnung. Beantworte für alle fünf Wege, welche Zahlenwerte die obere und die untere Seitenfläche tragen, wenn der Spielwürfel auf den Feldern 1, 2, ..., 5 liegt.“

Im Sinne der natürlichen Differenzierung gibt es den „Spielplan“ (=Grundrissplan, Abbildung 4, Mitte) als Kopiervorlage für jedes Kind und zusätzlich (bei Bedarf) auch einen Spielwürfel um die Bewegungen mit dem Objekt durchführen zu können. Die Ergebnisse werden in einer vorbereiteten Tabelle (Abbildung 4, unten) festgehalten. Dazu gibt es eine zweite, ähnlich gestaltete Aufgabenstellung („Reproduzieren“). Die Mentorinnen und Mentoren ermuntern dabei ihre Gruppe, die Aufgabenstellung möglichst ohne Zuhilfenahme der Würfel zu lösen und diese danach nur zur Überprüfung der Ergebnisse heranzuziehen.

Im nächsten Schwierigkeitsgrad (siehe Abbildung 55) ist nur ein Schrägriss vorhanden. Damit gibt es nun keinen direkten Spielplan, auf dem die Situation mit dem Würfel nachgestellt werden kann. Für eine Überprüfung muss der Spielplan zunächst in einen Grundriss übersetzt werden. Bei der Aufgabe „Kippvorgang eines Würfels“ tragen die verwendeten Würfel unterschiedliche Muster auf ihren Seiten. Im Schrägrissplan (siehe Abbildung 66) ist ein Kippweg vorgegeben. Die Lernenden der Volksschule sollen nun in diesen Weg die jeweils sichtbaren Muster des Würfels einzeichnen. Für diese Einstiegsaufgabe stehen die entsprechenden Würfel auch als Anschauungsobjekte zur Verfügung.

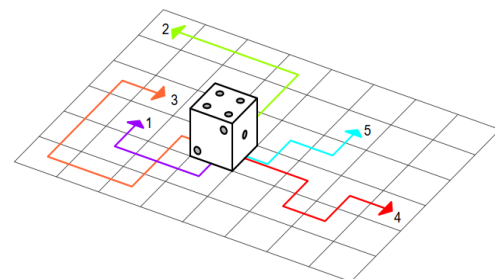
Abgeschlossen wird dieser Workshop mit komplexeren Aufgabenstellungen zum Thema „Würfelstempel“ (siehe Abbildung 77), die als Kopiervorlagen ausgegeben werden. Die Würfel werden dabei nicht mehr zur Verfügung gestellt.

Für besonders talentierte Lernende gibt es im Sinne der Aufgabenöffnung die Möglichkeit, selbst weitere Beispiele zu entwerfen und diese mit anderen zu testen. Eine Umkehrung der Würfelstempelaufgabe, bei der die



Der Spielwürfel wird auf das Feld... gekippt	Zahlenwerte der oberen Seitenflächen	Zahlenwerte der unteren Seitenflächen
1		
2		
3		
4		
5		

Abbildung 4: Einstiegsproblem (Asperl u.a., 2008; Überarbeitung: D. Miestinger, 2019)



Der Spielwürfel wird auf das Feld... gekippt	Zahlenwerte der oberen Seitenflächen	Zahlenwerte der unteren Seitenflächen
1		
2		
3		
4		
5		

Abbildung 5: Stufe 3 (Asperl u.a., 2008; Überarbeitung: D. Miestinger, 2019)

Abdrücke am Netz vorhanden sind und auf den Würfel zu übertragen sind, wäre auch denkbar, wurde im abgelaufenen Jahr jedoch noch nicht eingesetzt.

Kippvorgang eines Würfels

Ein Würfel wird mehrmals um eine „Bodenkante“ gekippt, wobei die neuen Lagen des Würfels vorgegeben sind. Beobachte die vorgegebenen Muster bei den Kippvorgängen und trage sie – falls sichtbar – in den neuen Lagen ein

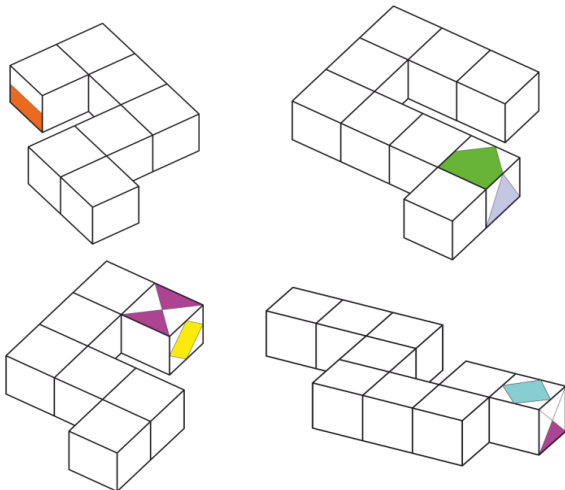
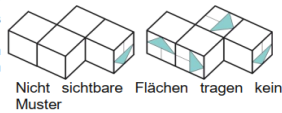


Abbildung 6: Kippvorgang (Asperl u.a., 2008; Überarbeitung: D. Miestinger, 2019)

„Würfel-Stempel“ 1

Kippe den „Würfelstempel“ und zeichne die Stempelabdrücke ein, die er hinterlässt!

Nicht sichtbare Seitenflächen des Würfels tragen kein Muster

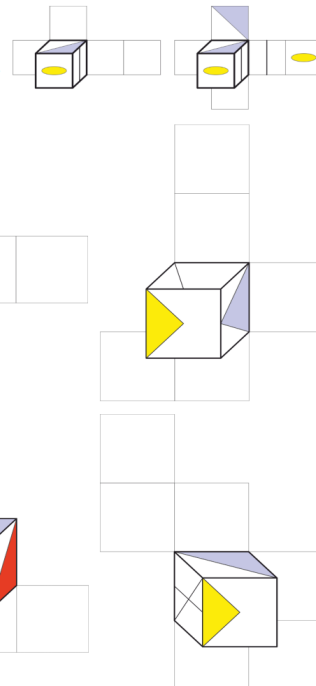


Abbildung 7: Würfelstempel (Asperl u.a., 2008; Überarbeitung: D. Miestinger, 2019)

3.3 Empirische Befunde

Zur Analyse der Wirksamkeit wurden im Schuljahr 2018/19 Interviews mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Volksschulen und den Mentorinnen und Mentoren jeweils zu Beginn und am Ende des Schuljahres geführt. Zusätzlich wurde mit einem Fragebogen die Zustimmung zu den Workshopthemen erhoben. Die Auswertung der Interviews erfolgte mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Kuckartz, 2018), die Fragebögen wurden quantitativ ausgewertet. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse zusammengefasst.

3.3.1 Auswahlkriterien

Die Auswahl der Teilnehmenden in der Volksschule wurde im ersten Projektjahr ausschließlich durch Lehrenden-Nomination vorgenommen. Bei der Analyse der Interviews stellt sich heraus, dass einige als „Schnellrechnende“⁷ von ihren Lehrenden nominiert wurden. Hier zeigt sich ein Aufklärungsbedarf des Begriffes „Begabung“ im Zusammenhang mit Mathematik. Im Schuljahr 2019/20 wurden die Teilnahme-kriterien an einer der Volksschulen verändert. Neben der Lehrernominierung wurde nun zusätzlich ein Test mit Indikatoraufgaben (Käpnick & Fuchs, 2009, S. 26–37) durchgeführt. Nach ersten Analysen der Interviews im aktuellen Jahr dürfte die Auswahl damit besser gelungen sein.

Ein weiteres Problem wird durch den „Gender-Gap“ in den nachfolgenden Grafiken (Abbildung 8, Abbildung 9) deutlich. Obwohl in einer Volksschule die Lehrenden speziell auf die stärkere Beachtung von Mädchen hingewiesen wurden, scheint die Vorstellung der Mathematik als eine „männliche“ Wissenschaft sehr stark verankert zu sein. Diese Hypothese wurde durch Äußerungen von Lehrenden in informellen Gesprächen bestärkt. Hier erhofft sich das Forschungsteam eine Verbesserung durch breitere Nominierung gemeinsam mit den Ergebnissen der Indikatoraufgaben. Es zeigt sich an den Daten des Jahres 2019/20, dass es deutliche

⁷ Als „Schnellrechnende“ werden jene Kinder bezeichnet, die es vorrangig auf das Perfektionieren der Operationalisierung der Grundrechenarten abgesehen haben. Diese werden teilweise von den Lehrenden als Mathematiktalente gesehen.

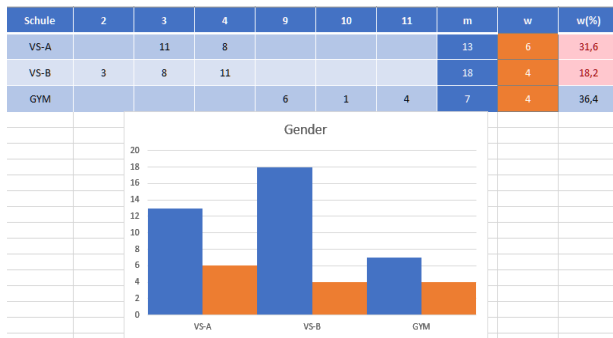


Abbildung 8: 2018/19: Schulstufe und Geschlecht, eigene Darstellung

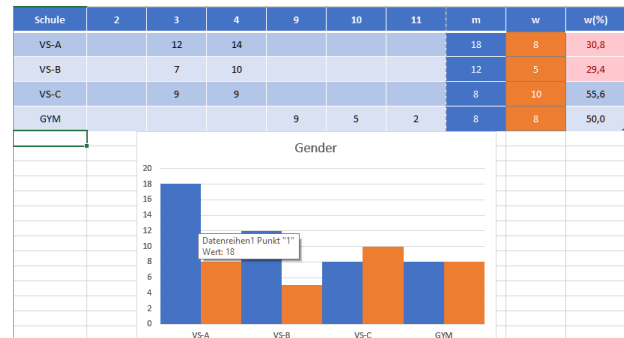


Abbildung 9: 2019/20: Schulstufe und Geschlecht, eigene Darstellung

Unterschiede zwischen den Schulen gibt.

3.3.2 Mathematisches Weltbild

Die Interviews zeigen, dass die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler, die gemäß der Projektkonzeption die mathematisch talentierten Lernenden ihrer Jahrgänge sein sollen, einen sehr eingeschränkten Blick auf das Fach Mathematik haben. Interessanterweise gilt dies auch teilweise für die Mentorinnen und Mentoren der gymnasialen Oberstufe, die zu den mathematischen Leistungsspitzen in ihren Jahrgängen zählen und in den Interviews eine sehr enge Sicht auf Mathematik präsentieren. Einige dieser Oberstufenschüler besuchen das Freifach „Mathematik-Olympiade“ – hier scheint es (aus der Analyse der Interviews) zu einer erweiterten Sicht auf Mathematik zu kommen.

Die Standardantwort auf die Frage „Was gehört denn alles zu Mathematik?“ lautet in der Primarstufe „Mal, Minus, Plus, Dividieren“. Mathematik wird als auf das Operationalisieren der Grundrechenarten reduziert, Geometrie kaum als Teil der Mathematik wahrgenommen. Ein kreativer Aspekt der Mathematik wird komplett vermisst. Die Beschäftigung mit anderen mathematischen Herausforderungen in den Workshops zeigt am Ende des Jahres Wirkung. Geometrie, Logikrätsel und andere behandelte Inhalte werden nun als Teil der Mathematik wahrgenommen.

3.3.3 Wirkung im Primarstufenbereich

Die Interviews zeigen, dass leistungsstärkere Lernende vielfach mit zusätzlichen, gleichartigen Beispielen beschäftigt werden, oder sich nach Erledigen des vorgesehenen Plansolls mit anderen Themen (z.B. Lesen) beschäftigen sollen. Es gibt aber durchaus bereits Klassen, die mit Planarbeit oder vorgesehenen Knobelaufgaben durchaus Begabungsförderung betreiben. Als Beleg soll hier ein Auszug aus den Interviews zur Frage „Was machst du, wenn dir der Unterricht zu langsam ist?“ dienen:

- Warten, oder Beschäftigung außerhalb der Mathematik:
 - „... meistens habe ich dann mein Buch und lese ich immer.“
 - „... die sind so langsam, da arbeite ich vor und dann ja, dann muss ich etwas anderes machen.“
 - „Manchmal sagt die Lehrerin, dass sie nicht mehr weiß, was sie mir geben soll zum Arbeiten.“
 - „Ich warte bis wir die nächste Rechnung rechnen.“
 - „Dann rechne ich manchmal vor oder langweile mich einfach.“
 - „Habt’s ihr da extra Material zum Vorarbeiten?“ => „Wir dürfen eigentlich nicht.“
 - „Also die Frau Lehrerin sagt, man soll warten oder im Lux Heft lesen.“
- Angebot in der Klasse vorhanden:
 - „Die ein Stern müssen wir machen, die zwei Stern, wenn wir die machen bekommen wir eine Eins und die drei Stern-Aufgaben sind ganz schwer und die müssen wir nur machen, wenn wir halt sehr schnell fertig sind, wie ich, und ja.“
 - „... manchmal haben wir auch so eine Eule, da steht dann Knobelaufgaben“

Am Ende des ersten Projektjahres wurden die teilnehmenden Lernenden der Primarstufe zum Inhalt der einzelnen Workshops befragt. Die Abbildung 10 zeigt, dass die Zustimmung zu den Themen relativ gut war. Die behandelten Themen wurden überwiegend als interessant wahrgenommen. Es zeigt sich, dass die Erhebung zu Ende des Schuljahres teilweise dazu geführt hat, dass die Erinnerung schon etwas verblasst ist. Bei zukünftigen Untersuchungen ist eine Erhebung pro Semester oder relativ unmittelbar nach dem Workshop sicherlich günstiger. Wie erwartet hat die Arbeit mit den programmierbaren Lego-Robotern im ersten Jahr die größte Zustimmung erhalten. Für das zweite Jahr wurde infolge der wahrgenommenen Limitierung im Schwierigkeitsgrad der WeDo⁸-Bausätze beschlossen, auf ein anderes System umzusteigen. Leider kann dieser Projektteil derzeit nicht durchgeführt werden.

Zustimmung zu Workshopthemen

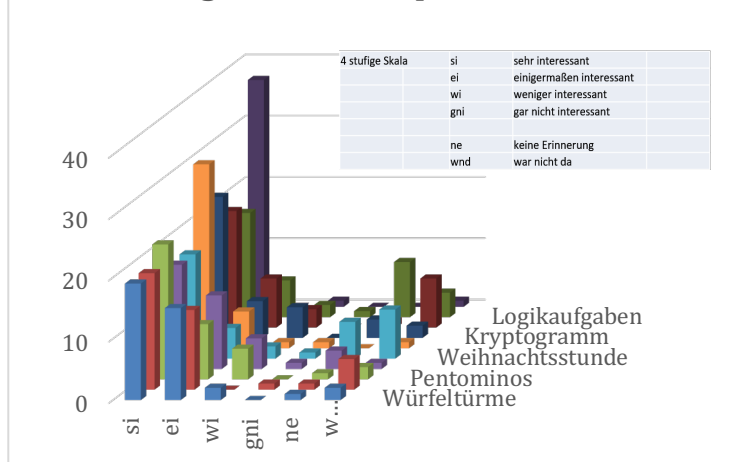


Abbildung 10: Zustimmung zu den Workshops (18/19)

Die Analyse der Interviews am Ende des Projektjahres zeigt, dass die angestrebten Ziele (Herausforderung der Mathematiktalente) nach dem Empfinden der teilnehmenden Kinder und der Beobachtung der Lehrenden erreicht werden:

- „Ich mag das viele Überlegen [...] weil man immer so ganz genau nachdenken muss, wie das jetzt gehen könnte oder so ...“
- „Es war ur toll [...] weil ich finde, Mathematik ist so interessant [...] ich werde immer wissbegieriger [...]“
- „[...] das Tolle ist daran bei den Stunden, dass es immer etwas Neues gibt [...]“
- „Das dauert eigentlich 2 Stunden und fühlt sich an wie eine halbe.“
- (VS-Lehrende): „Diese trauten sich plötzlich viel eher, ohne viel Instruktion/Nachfragen, schwierige/knifflige Aufgaben zu lösen.“

4 Ausblick

Die Ergebnisse der Studie zeigen, dass ein Bedarf an Begabungsförderungsmaßnahmen besteht und Lernende der gymnasialen Oberstufe gut geeignet sind, unterstützend tätig zu werden. Die Konzeptidee, die aus Ressourcengründen zunächst auf das Fach Mathematik beschränkt bleibt, könnte prinzipiell auch auf andere Fächer ausgedehnt werden. Im Schuljahr 2019/20 wurde das Projekt auch mit einem weiteren niederösterreichischen Gymnasium durchgeführt, an dem eine Erweiterung auf den sprachlichen Bereich angedacht war. Durch die aktuellen Covid-19 Maßnahmen konnte diese für das Sommersemester geplante Maßnahme nur in Ansätzen getestet werden. Es wird daher eine Weiterführung im kommenden Schuljahr ins Auge gefasst, die auch wieder wissenschaftlich begleitet und empirisch untersucht werden soll.

Für den Bereich Mathematik ist aufgrund der noch nicht passenden Auswahlkriterien und der vielversprechenden Ergebnisse der Indikatoraufgaben ein Einsatz dieser Aufgabenstellungen als Grundlage für die Teilnehmendenauswahl im Volksschulbereich gedacht. Die Geschlechterverteilung in der Primarstufe zeigt auf, dass noch Aufklärungsarbeit bei den Lehrenden der Schulen notwendig ist, um den Mädchenanteil zu steigern.

⁸ Sieh <https://education.lego.com/de-de/product/wedo-2>

Literatur

- Asperl, A., Slepcevic, H., Maresch, G., Luksch, K., Kaufmann, H., Gems, W., ... Redl, G. (2008). Raumgeometrie intuitiv und konstruktiv. Saalfelden am Steinernen Meer: ADI Geometrie.
- BM Bildung, Wissenschaft u. Forschung. (2005). Aufsichtserlass 2005. Abgerufen 11. April 2020, von https://www.bmbwf.gv.at/Themen/schule/schulrecht/rs/1997-2017/2005_15.html
- Cockcroft, W. (1982). Cockcroft Report. Abgerufen 4. April 2020, von <http://www.educationengland.org.uk/documents/cockcroft/cockcroft1982.html>
- Dimitriadis, C. (2012). How Are Schools in England Addressing the Needs of Mathematically Gifted Children in Primary Classrooms? A Review of Practice. *Gifted Child Quarterly*, 56(2), 59–76.
- Fischer, C., & Westphal, U. (Hrsg.). (2007). *Individuelle Förderung – Begabtenförderung: Beispiele aus der Praxis*. IVD, Ibbenbüren. Abgerufen von <http://www.icbf.de/images/stories/Publikationen/Handreichungen/leitfaden.pdf>
- Freeman, J. (2010). *Gifted lives: what happens when gifted children grow up?* London: Routledge.
- Fuchs, M. (Hrsg.). (2010). *Mathematisch begabte Kinder: eine Herausforderung für Schule und Wissenschaft* (2. Aufl.). Berlin: Lit-Verl.
- Heinze, A. (2005). Lösungsverhalten mathematisch begabter Grundschul Kinder—Aufgezeigt an ausgewählten Problemstellungen (1. Aufl.). LIT.
- Hengstschläger, Markus. (2012). *Die Durchschnittsfalle: Gene - Talente - Chancen*. Salzburg: Ecwin Verl.
- Kampa, N., Hinz, H., Haag, N., & Köller, O. (2018). Standardbezogene Kompetenzen im Fach Mathematik am Ende der gymnasialen Oberstufe: Ein Vergleich über eine Linking-Studie. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 21(1), 121–141.
- Kapella, O. (Hrsg.). (2017). *Bildung und Erziehung: welche Lern- und Entwicklungschancen bieten Familie und Schule in den Bereichen Bildung und Erziehung?* Opladen Berlin Toronto: Budrich UniPress Ltd.
- Käpnick, P. D. F. (2001). *Mathematik plus - Grundschule - Mathe für kleine Asse: 3./4. Schuljahr - Kopiervorlagen*. Berlin: Cornelsen Verlag.
- Käpnick, P. D. F., & Fuchs, P. D. M. (2009). *Mathematik plus - Grundschule - Mathe für kleine Asse: 3./4. Schuljahr - Kopiervorlagen*. Berlin: Cornelsen Verlag.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (4. Auflage). Weinheim Basel: Beltz Juventa.
- Lack, C., & Sträßler, R. (2009). *Aufdecken mathematischer Begabung bei Kindern im 1. und 2. Schuljahr* (1. Aufl.). Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Müller, M. (2016). *Begabungsförderung in der Lehrer/innenbildung - Voraussetzungen und Rahmenbedingungen: eine empirische Untersuchung an den pädagogischen Hochschulen Österreichs*. Lit, Wien.
- Neubauer, A., & Stern, E. (2013). *Lernen macht intelligent: Warum Begabung gefördert werden muss* (1. Aufl.). s.l: DVA. Abgerufen von http://ebooks.ciando.com/book/index.cfm/bok_id/472590
- OECD (Hrsg.). (2016). *Exzellenz und Chancengerechtigkeit in der Bildung*. Bielefeld: wbv.
- Preckel, F., & Baudson, T. G. (2013). *Hochbegabung: Erkennen, Verstehen, Fördern*. München: C.H. Beck. Abgerufen von <http://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=1390863>
- Preckel, F., & Vock, M. (2013). *Hochbegabung: ein Lehrbuch zu Grundlagen, Diagnostik und Fördermöglichkeiten*. Göttingen: Hogrefe.
- Renzulli, J. S., Reis, S. M., Stednitz, U., Rieger, G., Rüegg, S., & Weibel, W. (2001). *Das Schulische Enrichment Modell SEM: Begabungsförderung ohne Elitebildung* (1. Aufl.). Aarau: Bildung Sauerländer.
- Resch, C. (2017). Österreich verliert zunehmend Spitzenschülerinnen und -schüler. *news&science*, 43(2017/1), 32–33. Abgerufen von <https://www.oezbf.at/wp-content/uploads/2017/12/ns-43-web2.pdf>
- Stachl, G. (2019). Begabte fördern Begabte – Mathematik Ein Peer-Mentoring-Projekt zur Förderung begabter Volksschüler/innen in Mathematik. *begabt & exzellent*, 48(2, 2019), 56–58. Abgerufen von https://www.oezbf.at/wp-content/uploads/2019/10/be-48_web.pdf
- Stadelmann, W. (2020). Begabung und Intelligenz aus Sicht der Genetik und der kognitiven Neuropsychologie. In *Kongressband zum 6. Münsterianer Bildungskongress - in press*.
- Stanley, J. C. (1996). In the Beginning: The Study of Mathematically Precocious Youth (SMPY). In *Intellectual talent: Psychometric and social issues*. (S. 225–235). Baltimore, MD, US: Johns Hopkins University Press.
- Storz, R., & Burkart, B. (2014). *Mathematik differenziert und individualisiert unterrichten. Mit vielen Beispielen aus der Sekundarstufe I*. Hallbergmoos: Stark Verlagsgesellschaft.

- Subotnik, R. F., Olszewski-Kubilius, P., & Worrell, F. C. (2011). Rethinking Giftedness and Gifted Education: A Proposed Direction Forward Based on Psychological Science. *Psychological Science in the Public Interest*, 12(1), 3–54.
- Wasmann, A. (2016). Das Drehtürmodell im Schulalltag - Ein zentrales Element der Begabungsförderung am konkreten Beispiel des Elsensee-Gymnasiums in Schleswig-Holstein. *news&science*, 41(2016/1), 62–66. Abgerufen von <https://www.oezbf.at/wp-content/uploads/2017/12/ns-41-web.pdf>
- Weilguny, W., & ÖZBF. (2011). *Weißbuch Begabungs- und Exzellenzförderung*. Salzburg: Eigenverl. Österr. Zentrum für Begabtenförderung und Begabungsforschung.
- Ziegler, A. (2008). *Hochbegabung. UTB Profile*. UTB, Stuttgart.
- Ziegler, A. (2009). „Ganzheitliche Förderung“ umfasst mehr als nur die Person: Aktiotop- und Soziotopförderung. *Heilpädagogik Online*, 09(02), 5–34. Abgerufen von http://sonderpaedagoge.quibbling.de/hpo/heilpaedagogik_online_0209.pdf