

## **Informelles Mathematiklernen mathematisch begabter Jugendlicher**

### **Problemlage, Ziele und Anlage der Untersuchung**

Allgemein ist anerkannt, dass sich aus einer Begabung erst durch das Zusammenwirken fördernder Katalysatoren und bei einer langfristigen intensiven Beschäftigung mit der Domäne eine außergewöhnliche Leistung entwickeln kann (vgl. iPEGE, 2009, S. 17). Eine zentrale Bedeutung spielen – gerade in einer sich ständig verändernden Gesellschaft – dabei informelle Lernprozesse (vgl. Harring et al., 2016, S. 11), die in diversen Freizeitbereichen stattfinden, z.B. beim Programmieren (vgl. Wing, 2006), beim Musizieren (vgl. Hoffmann, 2016) oder bei sportlichen Aktivitäten (vgl. Neuber, 2010). Bislang fehlt jedoch eine Charakterisierung informeller Lernprozesse, die speziell zur Entwicklung mathematischer Kompetenzen von mathematisch begabten SchülerInnen beitragen. Demgemäß untersuchte ich im Rahmen meiner Promotion, inwiefern bei mathematisch begabten Jugendlichen informelles Mathematiklernen identifizierbar ist und welche Zusammenhänge zum jeweiligen mathematischen Begabungsprofil bestehen. Weil im präpubertären Alter von einer Verfestigung der Interessen ausgegangen werden kann (vgl. Krapp, 2010, S. 316), wurde der Fokus auf mathematisch begabte Sechst- und SiebtklässlerInnen gelegt. In einem explorativen qualitativen Forschungsprozess wurden auf der Basis einer prozessorientierten Begabungsdiagnostik (vgl. Sjuts, 2017) komplexe Einzelfallstudien (N=16) zum informellen Mathematiklernen angefertigt. Hierzu gehörten Tagespläne von und Leitfadeninterviews mit den Probanden, deren Ergebnisse in einer horizontalen Analyse zusammenfassend ausgewertet wurden. Im Sinne eines Mixed Method Designs wurden diese durch retrospektive Interviews mit MathematikprofessorInnen ergänzt, um eine mehrperspektivische valide Basis für die Ergebnisinterpretation zu haben.

### **Theoretische Positionierung**

Informelles Lernen wird verstanden als Lernen außerhalb institutionalisierter Bildungseinrichtungen (vgl. Kommission der Europäischen Gemeinschaften, 2001), das einerseits selbstgesteuert stattfinden kann, wenn kognitive, metakognitive und motivational-volitionale Steuerungsprozesse durch den Lernenden erfolgen (vgl. Boekaerts, 1999). Andererseits kann es als inzidentelles Lernen beiläufig bei allen Tätigkeiten stattfinden (Marsick & Watkins, 2001). Dabei wird Mathematik gelernt, wenn die Tätigkeiten mathematische

Denk- und Arbeitsweisen enthalten, in denen sich anhand einer Merkmalsliste strukturierte, intuitive oder anwendungsorientierte Vorgehensweisen oder Ästhetik und Spiel im Zusammenhang mit mathematischen Tätigkeiten identifizieren lassen (vgl. Käpnick, 1998, S. 53-65).

### **Ergebnisse der empirischen Untersuchung**

Als Ergebnis der Untersuchung zeigt sich, dass alle mathematisch begabten Sechst- und SiebtklässlerInnen in ihrer Freizeit kognitive Herausforderungen suchen, bei denen je nach Tätigkeit unterschiedliche mathematische Denk- und Arbeitsweisen identifiziert werden können. Dabei sind verschiedene Typen von SchülerInnen identifizierbar, die sich hinsichtlich der individuellen Ausprägungen ihres Begabungsprofils und der Art des informellen Mathematiklernens unterscheiden:

Strukturiert arbeitende SchülerInnen mit vielseitigen mathematisch-naturwissenschaftlichen Interessen zeigen ein stark ausgeprägtes informelles Mathematiklernen, wenn sie z.B. experimentelle Arbeitsweisen bei Robotik verwenden oder wenn sie in allen Lebensbereichen rationale Denkweisen gezielt zur Problemlösung einsetzen. Fehlen aber diesbezügliche Interessen, spezialisieren sich die SchülerInnen in außermathematischen Bereichen wie Musik oder Sport, in denen sie zwar auch bevorzugt strukturiert denken, aber das informelle Mathematiklernen wesentlich schwächer ausgeprägt ist.

SchülerInnen, die mathematische Probleme vor allem intuitiv lösen, zeigen eine sprunghafte Freizeitgestaltung mit häufig wechselnden Interessen. In einzelnen Domänen setzen sie sich intensiv mit mathematischen Fragestellungen auseinander, z.B. beim Analysieren von Gesellschaftsspielen. Durch die geringe Verweilzeit in einem Thema gelingt ihnen jedoch keine große Intensität des damit verbundenen informellen Mathematiklernens.

Die größten Lernpotentiale durch eine intensive langfristige Beschäftigung mit mathematischen Fragestellungen erreichen SchülerInnen, die sehr individuell und spezialisiert Interessen aus dem mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich verfolgen. Eine Einzelfallstudie zu einem solchen Schüler soll im Folgenden exemplarisch vorgestellt werden.

Brian ist ein mathematisch begabter Schüler, der sich auf den ersten Blick durch seine Entwicklungsreife, sein großes Wissen und sein ausgewähltes Vokabular in vielen Wissensdomänen auszeichnet. Besonders im mathematisch-naturwissenschaftlichen Bereich zeigt er eine große intellektuelle Neugier, geistige Aktivität und Selbstständigkeit. Gleichzeitig treten Schwächen in seiner Sozialkompetenz, seiner Emotionsregulation, seiner Arbeitsge-

schwindigkeit und seiner Ausdauerfähigkeit zutage, was bislang die Entfaltung seiner hohen mathematischen Begabung in gute Schulleistungen bremste.

In seiner Freizeit zeigt Brian eine starke Fokussierung auf mathematische Themen, die auf verschiedene Art und Weise zu selbstgesteuertem Mathematiklernen führen. Der Junge beschäftigt sich hauptsächlich selbstständig, angeregt vor allem durch Internetrecherche, Youtube-Videos und einzelne Bücher, mit komplexen mathematischen, physikalischen und philosophischen Themen. Dabei interessieren ihn vorrangig abstrakte mathematische Beweise oder die Riemannsches Zetafunktion. Aufgrund fehlender Anregung von außen erfolgt diese Beschäftigung weitestgehend selbstgesteuert und durch zufällige Einflüsse gelenkt, was dazu führt, dass sein Wissen in unzusammenhängenden Wissensinseln organisiert ist. Ihm ist die Teilnahme am Projekt „Mathe für kleine Asse“ wichtig, um seinem Bedürfnis nach neuen Anregungen und nach Kontakten zu Gleichaltrigen und Studenten gerecht zu werden, mit denen er sich über die ihn interessierenden mathematischen Themen austauschen kann. Durch das extrem hohe Anforderungsniveau seiner Beschäftigung mit Mathematik sind fast alle Merkmale mathematischer Tätigkeiten stark ausgeprägt: Struktur als Merkmal mathematischer Tätigkeiten, vor allem im Formalisieren von mathematischen Sachverhalten, Ästhetik und Spiel als Antrieb und Ideenquelle und anwendungsorientierte Denkweisen bei der Auseinandersetzung mit physikalischen Themen.

Darüber hinaus programmiert Brian im Spiel Minecraft, um eigene Spielszenarien und Aufgaben zu erstellen. Beim Erlernen des Programmierens zeigt Brian hohe Kompetenzen vor allem in der metakognitiven Steuerung seiner Lernvorgänge, indem er sich Ziele setzt und dafür benötigtes Wissen selbst aneignet. Das Programmieren erfordert Kompetenzen vor allem hinsichtlich des problemlösenden Denkens, des logischen Schlussfolgerns und des formalen Denkens und steht damit in engem Zusammenhang zu mathematischen Denk- und Arbeitsweisen.

Auch in der Art, wie Brian Geige spielt, wie er über musikalische Kompositionen und über den Aufbau der Tonleiter nachdenkt, sind Parallelen zu mathematischen Denkweisen klar erkennbar. Hierbei zeigt sich vor allem Brians allgemeine Präferenz, komplexe Sachverhalte zu analysieren und sie auf formaler Ebene zu strukturieren sehr deutlich. Zudem steht sein Ästhetikgefühl für Musik in engem Zusammenhang zu seinem Gefühl für mathematische Zusammenhänge, wenn er in beiden Bereichen Strukturen und Systematiken positiv herausstellt. Damit sind bei Brian in allen Lebensbereichen Parallelen zwischen der Art des informellen Mathematiklernens und der individuellen Ausprägung seines Begabungsprofils sehr ausgeprägt.

## Zusammenfassung und Fazit

Mathematisch begabte SchülerInnen suchen in ihrer Freizeit gezielt kognitive Herausforderungen, die viele Anlässe zu informellem Mathematiklernen bieten. Dieses „beiläufige“ Lernen ist je nach Interessen und Begabungprofil individuell ausgeprägt. Ein Teil der SchülerInnen sucht gezielt mathematische Angebote und benötigt eine entsprechende Anregung durch Eltern, Pädagogen u.a., die den Austausch mit anderen mathematisch begabten Jugendlichen ermöglichen. Retrospektive Analysen zur Jugend heutiger Mathematikprofessoren zeigen aber, dass manche Matheasse erst später beginnen, sich intensiv mit Mathematik zu beschäftigen. So sollte im Sinne einer ganzheitlichen Persönlichkeitsentwicklung berücksichtigt werden, dass mathematisch begabte SchülerInnen im mittleren Schulalter nicht generell eine fokussierte Förderung wünschen und in anderen Domänen kognitive Herausforderungen finden, die sie zu selbstgesteuertem Lernen anregen.

Die Förderung informellen Lernens sollte deswegen individuell an Interessen und spezifische Begabungsausprägungen angepasst sein, wobei die gewonnene Typisierung mathematisch begabter Jugendlicher helfen kann.

## Literatur

- Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: where we are today. *International Journal of Educational Research*, 31, 445–457.
- Harring, M., Witte, M.D. & Burger, T. (2016). Informelles Lernen - Eine Einführung. In M. Harring, M. D. Witte & T. Burger (Hrsg.), *Handbuch informelles Lernen* (S. 11–24). Weinheim: Beltz.
- Hoffmann, D. (2016). Musik und informelles Lernen. In M. Harring, M. D. Witte & T. Burger (Hrsg.), *Handbuch informelles Lernen* (S. 546–560). Weinheim: Beltz.
- IPEGE (2009). *Professionelle Begabtenförderung. Empfehlungen zur Qualifizierung von Fachkräften in der Begabtenförderung*. Salzburg: Österreichisches Zentrum für Begabtenförderung und Begabungsforschung (ÖZBF).
- Käpnick, F. (1998). *Mathematisch begabte Kinder*. Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Kommission der europäischen Gemeinschaften (2001). *Einen europäischen Raum lebenslangen Lernens schaffen*. Brüssel: KEG.
- Krapp, A. (2010). Interesse. In D.H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie*, 4., überarb. und erw. Aufl., (S. 311–323). Weinheim, Basel: Beltz.
- Marsick, V.J. & Watkins, K.E. (2001). *Informal and Incidental Learning*. *New Directions for Adult and Continuing Education*, 89, 25–34.
- Neuber, N. (Hrsg.) (2010). *Informelles Lernen im Sport. Beiträge zur allgemeinen Bildungsdebatte*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Sjuts, B. (2017). *Mathematisch begabte Fünft- und Sechstklässler. Theoretische Grundlegung und empirische Untersuchungen*. Münster: WTM.
- Wing, J. M. (2006). *Computational thinking*. *Communications of the ACM*, 49 (3), 33–35.