

Hans Peter NUTZINGER, Schwäbisch Gmünd

## Von Mustern und Strukturen – Mathematik und Musik in der Grundschule

### Abstract

Mathematik betreiben heißt Muster und Strukturen wahrzunehmen, sie zu widerspiegeln und an den Widerspiegelungen weiterzudenken. Dieser Abstraktionsprozess ist zugleich selbst ein Muster, das immer aufs Neue mit der Wahrnehmung und Erzeugung von Musik in Verbindung gebracht wird. Musik ist tongewordene Struktur. Scheinbar stichfeste Forschungsergebnisse, die den didaktischen Mehrwert der Arbeit an dieser Schnittstelle konkret aufzeigen, werden jedoch immer noch kritisch diskutiert. Im Paper zeigen wir Bekanntes und Erforschtes aus diesem interdisziplinären Feld und suchen nach theoretisch fundierten und zugleich praxisrelevanten Möglichkeiten der Verbindung von Mathematik und Musik im Unterricht.

### Das bekannte Problem

*„Mathematics is often seen as a very specific subject by students – and even by mathematicians themselves. Although a growing number of subjects include ingredients from mathematics, it is still difficult for both teachers of mathematics and teachers of other subjects to see the use of mathematics in other subjects - partly due to the use of concepts and language.“ (Michelsen, 2006)*

Im Jahre 2015 konnten wir einen Baustein zur Lösung dieses Problems aufzeigen, der Mathematik und Musik verbindet. Unsere Studien stellten zunächst nur die Auswirkungen interdisziplinären Unterrichtes auf die Einstellung von Lernenden dar. Obwohl wir aber Wirkungen zeigen konnten (Nutzinger, 2016), fehlte grundlegendere Forschungsarbeit, um fundierte Aussagen über fächerverbindenden Unterricht zwischen Mathematik und Musik treffen zu können. Wir schlossen:

*“Some well-known sources [...] and brand new concepts [...] did not find their way into classes yet. I suggest to reexam their educational value within the outlined context.” (ebd.)*

Daran schlossen sich die folgenden Forschungsschritte an: **Erstens**, das Finden einer Grundlage des interdisziplinären Arbeitens zwischen Mathematik und Musik. **Zweitens**, die Prüfung der unterrichtspraktischen Möglichkeit eines solchen Ansatzes im Unterricht der Grundschule und **drittens**, weitere grundlegende Theorie- und Forschungsarbeit – das Initiieren eines Dissertationsprojekts.

## Zu Erstens – Die interdisziplinäre Grundlage: Der Begriff "Muster"

*“Perhaps the most general aspect of the affinity between mathematics and music might be the perception and articulate study of patterns. Pursuing this agenda within music might encourage children to become intrigued with patterns in other domains as well.” (Bamberger, 2013, S.324)*

Alexander et al. definieren das Konzept domänenunabhängig wie folgt:

*„A pattern describes a problem which occurs over and over in our environment, and then describes the core of the solution to that problem” (Alexander et. al., 1977, S. X).*

Eichler leitet daraus für den Mathematikunterricht ab:

*„Zahlen und geometrische Objekte besitzen vielfältige Beziehungen, die sich in Gesetzmäßigkeiten und Mustern widerspiegeln. Derartige Strukturen – und nicht etwa primär das „Zahlenrechnen“ – sind der eigentliche Lerngegenstand der Mathematik.“ (Eichler, 2009, S. 5)*

Ein „mathematisches Muster“ ist demnach ein wiederkehrendes (mathematisches) Problem mit einer wiederkehrenden Lösung.

In der Musik spielt der Begriff eine genauso wichtige Rolle. Puls, Tonhöhe, Töne, Lautstärke werden zu Musik, indem Muster dargestellt werden:

Rhythmus (länger, kürzer), Tonhöhe (tiefer, höher), Intervalle (größer, kleiner), Dynamik (lauter, leiser), Melodie, musikalische Strukturen, Text, harmonische Beziehungen.

Geist verband die beiden Begriffe und arbeitete die Schnittmenge heraus (Geist, 2009):

- [...] Thinking about relationships, such as **bigger, smaller and faster, slower**, and especially about pattern **relationships**, plays a special role in young children’s mathematical development.
- Learning mathematics is a developmental **process** influenced by the child’s **physical, social-emotional**, and **cognitive** learning and development [...]

Ein Teil der Schnittmenge ergibt sich aus dem Fettgedruckten. Diese Begriffe spielen sowohl im Mathematik- als auch im Musikunterricht eine tragende Rolle. Die Möglichkeit und insbesondere die Wirksamkeit der interdisziplinären Vermittlung wurde jedoch noch nicht gezeigt, was uns dazu veranlasste, dies zunächst explorativ zu untersuchen.

## Zu Zweitens – Die explorative Studie

Die Möglichkeit eines fächerverbindenden Arbeitens (vgl. Beckmann, 2003) überprüften wir in einem Schulexperiment (vgl. Bräu, 2002).

Verschiedene Repräsentationsformen von Mustern wurden sowohl in ihrer mathematischen als auch in ihrer musikalischen Form vorgestellt und später selbst von den Schülerinnen und Schülern produziert. Ein Beispiel:



Abbildung 1

In diesem Muster kann erstens entdeckt werden, dass es durch ein Quadrat und zwei Kreise fortgesetzt werden kann. Offensichtlich eine eher mathematische Feststellung. Darüber hinaus kann es aber auch die Repräsentation eines 3/4-Taktes sein (siehe Abb. 2). Der erste Schlag ist betont und unterscheidet sich daher von den anderen beiden Schlägen. Drittens könnte es auch die Darstellung eines 2/4-Taktes sein (siehe Abb. 3).



Abbildung 2



Abbildung 3

Das Experiment verlief erfolgreich. Die praktische Möglichkeit einer unterrichtlichen Umsetzung konnte gezeigt werden (siehe Schülerprodukt eines Drittklässlers, Abb. 4 und 5) (vgl. Nutzinger, 2018, i.p.).

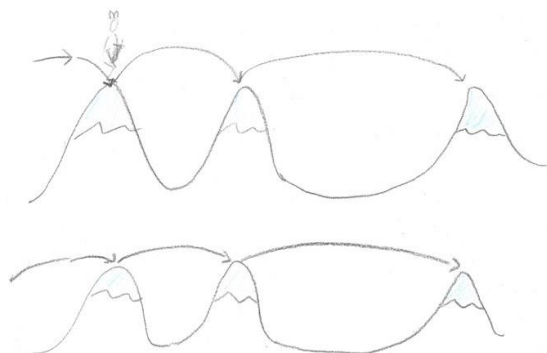


Abbildung 4



Abbildung 5

## Zu Drittens – Theorie- und Forschungsarbeit: Das Dissertationsprojekt

Aus der dargestellten Forschungsarbeit entsteht ein Dissertationsprojekt, welches sich zum Ziel setzt, die Grundlagen des Beschriebenen genauer zu

untersuchen. Die Literaturrecherche ergibt klar, dass es an einschlägiger Forschung, die ein interdisziplinäres Arbeiten hinreichend wissenschaftlich fundieren würde, mangelt.

### **Ausblick**

Das hier Vorgestellte bezieht sich ausschließlich auf den Begriff „Muster“ als verbindendes Konzept von Mathematik und Musik. Es ist jedoch davon auszugehen, dass Tonhöhe, Intervalle, Melodie, musikalische Strukturen, harmonische Beziehungen und Dynamik von Musik weitere Einblicke in mathematische Begriffe wie beispielsweise Struktur, Relation und Funktion bieten können. Dies eröffnet ein breites Feld weiterer wissenschaftlicher Forschung.

### **Literatur**

- Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I., & Angel, S. (1977). *A pattern language: towns, buildings, construction*. New York: Oxford University Press.
- Bamberger, J. (2013). *Discovering the musical mind: A view of creativity as learning*. Oxford: Oxford University Press.
- Beckmann, A. (2003). *Fächerübergreifender Mathematikunterricht*. Hildesheim: Franzbecker.
- Bräu, K. (2002). Qualitative Schul- und Unterrichtsforschung – Zum Einsatz des Arbeitsbogenkonzeptes von Anselm Strauss als heuristisches Instrument zur Analyse von Schüler-Gruppenarbeit. *Zeitschrift für qualitative Bildungs-, Beratungs- und Sozialforschung*, 2, 241-261.
- Eichler, K.-P. (2009). *Mathematikunterricht in der Grundschule – Gestaltung, Analyse und Bilanz* [http://www.mathematikus.de/fileadmin/mathematikus\\_content/Dokument/e/7\\_MU\\_in\\_Klasse\\_1.pdf](http://www.mathematikus.de/fileadmin/mathematikus_content/Dokument/e/7_MU_in_Klasse_1.pdf).
- Geist, K. (2009). The Color Train Song: Teaching Patterning With 3- and 4-Year-Old Children. *Early Childhood Newsletter*, 15(1), 36.
- Michelsen, C. (2006). Functions: a modelling tool in mathematics and science. *ZDM – International Journal on Mathematics Education*, 38(3), 269-280.
- Nutzinger, H. P. (2016). The connection of mathematics and music as an opportunity to change beliefs. *Proceedings of MACAS (Mathematics and its Connections to the Arts and Sciences) 2015*, Schwäbisch Gmünd, Franz Becker, 83-91.
- Nutzinger, H. P. (2017). Musik verstehen durch Mathematik – Oder doch andersrum? *Mathematik differenziert* 17(3), Braunschweig, Westermann, 36-43.
- Nutzinger, H. P. (2018 i.p.). The beauty of patterns – The hidden mathematics of music. *Proceedings of MACAS (Mathematics and its Connections to the Arts and Sciences) 2017*, Kopenhagen, i.p.