

Stefanie ANZENHOFER, Würzburg

Planung – Durchführung – Auswertung – Ergebnisse eines fächerübergreifenden Unterrichtsversuchs

Im Mathematikunterricht nimmt das Arbeiten mit Funktionsgraphen eine zentrale Rolle ein. Auch im Musikunterricht bilden graphische Darstellungen als Überlieferungsform von Musik die Basis vieler Tätigkeiten. Dennoch ist bekannt, dass Schüler¹ in beiden Bereichen gleichermaßen Schwierigkeiten beim Interpretieren, Analysieren und Erstellen dieser Darstellungen aufweisen [vgl. Kalwies 2001; Hadjidemetriou, Williams 2002; Kösters 1996; Malle 2000].

1. Planung

Ausgehend von dieser gemeinsamen Problematik wurde ein fächerübergreifendes Konzept für eine empirische Untersuchung für den Mathematik- und Musikunterricht der zehnten Jahrgangsstufe des Gymnasiums (G8) entwickelt, in dem sowohl Funktionsgraphen als auch graphische Notationen des 20. Jahrhunderts im Mittelpunkt standen. [vgl. Anzenhofer 2009] In den ersten beiden Stunden mit Schwerpunkt Mathematik sollten Graphen mittels Cinderella² hörend erkannt werden. Dabei überlegten Schüler, inwiefern die Lage des Graphen im Koordinatensystem durch Hören bestimmt werden kann. Außerdem untersuchten sie eigenständig, welche Bedeutung den Eigenschaften und dem Änderungsverhalten eines Graphen beim Identifizieren des Funktionstyps zukommt.

Im Mittelpunkt der anschließenden Doppelstunde mit Schwerpunkt Musik stand das Chorstück *Der Phlegmatiker* von Heinz Kratochwil. Dieses Stück ist notiert mit einer graphischen Notationsform, in der Tonhöhe und Dauer mittels eines funktionalen Zusammenhangs übermittelt werden [siehe Abbildung 1]. Schüler übernahmen in Gruppen eigenständig die musikalische Interpretation und praktische Umsetzung eines längeren Auszuges. Im anschließenden Klassengespräch analysierten, interpretierten sowie deuteten Schüler das Stück anhand der Klangwirkung, des Titels und des Notentextes.

Die Entwicklung einer Klangcollage zum Thema „gefühlte Zeit“ stellt die zentrale Aufgabe in einer abschließenden dreistündigen Unterrichtseinheit dar. Dabei wird „gefühlte Zeit“ als funktionaler Zusammenhang zwischen realer Zeit und Änderungsrate der subjektiv wahrgenommenen Zeit aufgefasst. Schüler zeichneten zu einem persönlichen Erlebnis mit unterschied-

¹ In diesem Text ist der Begriff *Schüler* geschlechtsneutral gebraucht, er umfasst somit auch *Schülerin*.

² Sie finden alle Cinderella-Dateien auf www.dmuw.de/mitarbeiter/anzenhofer

lich vergehenden Zeitabschnitten einen Funktionsgraphen, welcher als ein Zeit-Frequenz-Diagramm interpretiert die Grundlage für die Klangcollage bildete. Diese wurde mit weiteren klanglichen Mitteln wie Musik, Geräuschen, gesprochenen Texten, Klängen usw. weiter ausgebaut, so dass dem Hörer sowohl Situation und Emotionen des persönlichen Erlebnisses übermittelt wird.

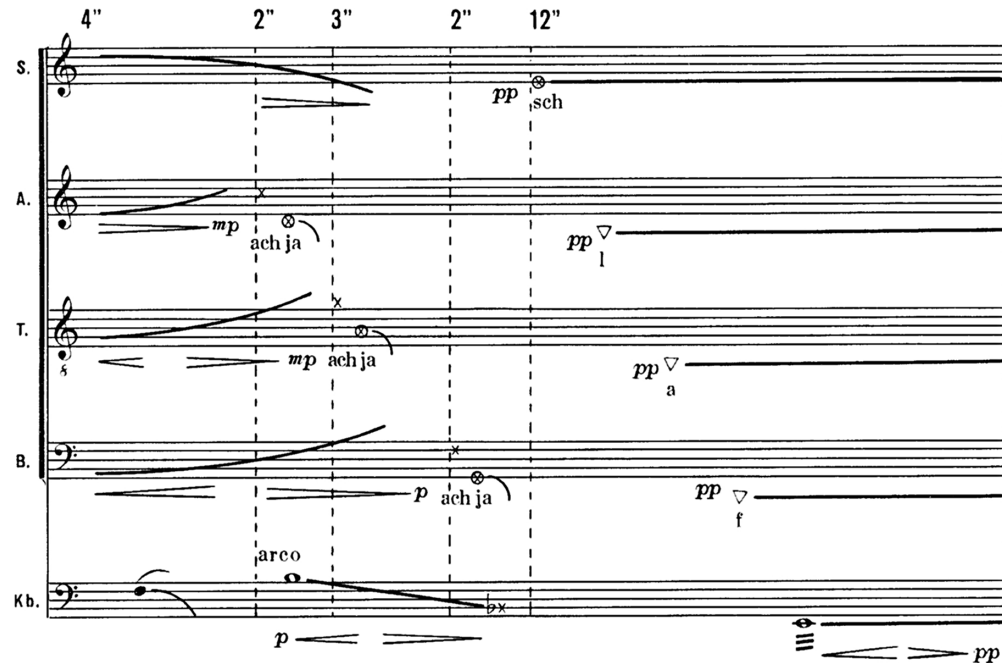


Abbildung 1: Ausschnitt aus *Der Phlegmatiker* von H. Kratochwil

2. Durchführung und Auswertung

Dieses Unterrichtskonzept wurde in einer Hauptstudie mit zwei zehnten Klassen an einem Gymnasium (G8) durchgeführt, der eine Vorstudie mit ebenfalls zwei zehnten Klassen vorausging und eine Nachstudie mit einer elften Klasse (G9) einer Freien Waldorfschule folgte. Nach jeder Themen-einheit wurden jeweils pro Klasse vier qualitative Schülerinterviews nach der Methode des Experteninterviews nach Gläser und Laudel (2006) durchgeführt. Dabei wurde den folgenden Fragen nachgegangen:

- Inwiefern wird das Wissen über Funktionen genutzt, um Gegebenes³ „adäquat“ beschreiben bzw. darstellen zu können?
- Inwiefern ist ein Zugang zu graphischen Notationen und damit zu Neuer Musik durch den Bezug zu Funktionen möglich?

³ Gegebenes wird dabei einerseits als Gehörtes andererseits als „gefühlte Zeit“ interpretiert.

Um zu gewährleisten, dass die Interviewfragen aufgrund des Unterrichtsverlaufs beantwortet werden können, wurden die Schülerinterviews durch Unterrichtsbeobachtung trianguliert.

Die 24 Schülerinterviews der Hauptstudie wurden mittels qualitativer Inhaltsanalyse nach Mayring (2008) ausgewertet. Aufgrund der derzeitigen Forschungslage in diesem Themenfeld ist Ziel dieser Studie die Hypothesengenerierung. Die Kategorien wurden dabei induktiv anhand des Textes im Hinblick auf Schülertätigkeiten definiert.

3. Ergebnisse

Aufgrund der Kürze sollen im Folgenden ausschließlich Teilergebnisse der Hauptstudie ausführlicher dargelegt werden, mithilfe derer gezeigt werden kann, inwiefern Schüler das Änderungsverhalten beim Graphen hören berücksichtigt haben.

Bei der Themeneinheit Graphen hören zeigte sich, dass die interviewten Schüler den Verlauf des Gehörten zumeist (22 von 24 Versuche) richtig aufzeichneten und den Funktionstyp daraufhin bestimmten. Nachdem die angefertigten Skizzen und die anschließende Wahl aufgrund der individuell verschiedenen Höreindrücke begründet werden mussten, wurde das Änderungsverhalten der Tonhöhenverläufe durch jeden Interviewten thematisiert. Das Kategorienbündel *„Anhand des Tonhöhenverlaufes wird ein Bezug zum Änderungsverhalten des Graphen hergestellt.“* konnte in folgende Kategorien unterteilt werden:

- Tonhöhenverlauf wird nur durch ein grobes Änderungsverhalten beschrieben.
- Tonhöhenverlauf wird durch ein differenziertes Änderungsverhalten beschrieben

Dabei beschreiben Schüler beispielsweise bei einem gekrümmten Kurvenverlauf bei der Angabe des groben Änderungsverhaltens ausschließlich ein Steigen/Fallen, währenddessen unter einer differenzierten Angabe unterschiedliche Grade des Steigens/Fallens beschrieben werden. Dennoch wurden die Krümmungen graphisch stets wiedergegeben oder mit anderen Begriffen wie Welle, Bogen o.ä. umschrieben, so dass davon ausgegangen werden darf, dass das differenzierte Änderungsverhalten durchaus von jedem Schüler wahrgenommen wird, doch die Formulierungen nicht bei jedem Schüler gleichermaßen präzise sind. Daraus werden folgende Hypothesen abgeleitet:

- Durch die gezielte Betrachtung des Änderungsverhaltens kann eine Grundvorstellung für den Ableitungsbegriff entwickelt werden.

- Zur Präzisierung der Übermittlung des subjektiven Höreindrucks kann bei der Beschreibung des Gehörten die mathematische Fachsprache gefördert werden.

Für die Themenfelder Graphen lesen und schreiben sowie mit Graphen komponieren⁴ wurden auf entsprechende Art die Hypothesen generiert:

- Das Wiedererkennen von Funktionsgraphen und damit einhergehend das Übertragen des dazugehörenden Wissens auf graphische Notationsformen kann beim Musizieren und bei der musikalischen Analyse von Tonhöhenverläufen helfen.
- Das Komponieren mit Graphen eröffnet die Möglichkeit für expressiv kreatives Arbeiten im Hinblick auf eine absichtliche und zielgerichtete Verbindung von Funktionsgraphen und Musik.

Demzufolge wird das Wissen über verschiedene Funktionstypen mit den dazugehörenden Eigenschaften und dem Änderungsverhalten in allen drei Themenfeldern auf verschiedene Weise genützt und angewendet.

Literatur

- Anzenhofer, S. (2009). Musikalische Graphen im fächerübergreifenden Mathematik- und Musikunterricht. In Neubrand, M. (Hrsg.). *Beiträge zum Mathematikunterricht 2009 (455-458)*. Münster: WTM.
- Anzenhofer, S. (2010). Musik mit Funktionsgraphen – Wissen kreativ nutzen. In Lambert, A., Kortenkamp, U. (Hrsg.). *Tagungsband der Arbeitstagung 2008/09 des AKMUI*. (in Vorbereitung)
- Gläser, J., Laudel, G. (2006). *Experteninterviews und qualitative Inhaltsanalyse als Instrumente rekonstruierender Untersuchungen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Hadjidemetriou, C., Williams, J. (2002). Children's Graphical Conceptions. *Research in Mathematics Education*, 4, 69 - 87.
- Kalwies, H. (2001). *Notation im Schulmusikunterricht: ein Beitrag zur historisch-systematischen Musikdidaktik*. <http://oops.uni-oldenburg.de/volltexte/2001/354/>
- Kösters, Claudia (1996). Was stellen sich Schüler unter Funktionen vor? *mathematik lehren*, 75, 9 - 13.
- Kratochwil, H. (1972). Der Phlegmatiker. Aus *Die vier Temperamente – Komödiantische Szenen für gemischten Chor, Kontrabass, Vibraphon, Becken und Gong (op. 81)*. Wien: Doblinger.
- Malle, G. (2000). Zwei Aspekte von Funktionen: Zuordnung und Kovariation. *mathematik lehren*, 103, 8 - 11.
- Mayring, P. (2008). *Qualitative Inhaltsanalyse*. Weinheim: Beltz.

⁴ Ausführliche Darlegungen dieser Ergebnisse können Sie demnächst in der Veröffentlichung Anzenhofer (2010) nachlesen.