

Workshop: Musikprogrammierung mit Sonic Pi

Esther Alzate Romero¹, Leonore Dietrich²

Abstract: Die Musikprogrammiersprache Sonic Pi³, die an der University of Cambridge speziell für Kinder und Jugendliche entwickelt wurde, eröffnet einen kreativen, kontextbasierten Zugang zur Informatik. Ganz nach dem Motto „Technik zum Anfassen“ können durch den Einsatz der günstigen Hardwarelösung Raspberry Pi Berührungsängste zu Informatiksystemen abgebaut werden. Mithilfe des Design-Based-Research-Ansatzes wird eine Unterrichtseinheit zum Thema Musikprogrammieren unter gendersensiblen Aspekten entwickelt und untersucht. In diesem Workshop werden vor allem die Unterrichtseinheit zum Einstieg in die Programmierung sowie erste Ergebnisse aus der Praxisphase, die daraus resultierenden Erkenntnisse und damit verbundenen Verbesserungs- bzw. Überarbeitungsschritte thematisiert. Hierbei stehen vor allem die Gestaltungsaspekte der Unterrichtseinheit im Vordergrund, ebenso die Frage, welche zentralen Inhalte und Konzepte der Informatik in diesem Rahmen vermittelt werden können. Die Workshopteilnehmer_innen erhalten einen Einblick in die Umgebung und Sprache Sonic Pi, den Unterrichtsgang sowie Materialien und die praktische Umsetzung in der Schule. Zum Abschluss wird ein Ausblick auf die empirische Studie gegeben.

Keywords: Informatikdidaktik, Genderforschung, Unterrichtsforschung, Musikinformatik, Live Coding, Sonic Pi, Design-Based-Research, Programmierereinstieg, Informatik im Kontext, Raspberry Pi

1 Einleitung

Der Workshop stellt eine Unterrichtseinheit vor, die im Rahmen eines Dissertationsvorhabens zur Entwicklung und Untersuchung einer gendersensiblen Einführung in die Programmierung entwickelt und erprobt wurde.

Der Zugang zur Programmierung über eine Musikprogrammiersprache soll insbesondere Mädchen ansprechen. Die Durchführung im Musikunterricht wurde gewählt, da Pflichtunterricht Informatik in der Mittelstufe im Evaluationsgebiet nicht existiert. Die Erprobung im Rahmen einer Arbeitsgemeinschaft oder Wahlunterricht hätte dem Ziel, insbesondere Mädchen für Programmierung zu begeistern, widersprochen. Darüber hinaus bestätigen erste Erfahrungen die Erwartung der Autorinnen, dass die Einbettung in einen künstlerischen Kontext mit geringeren Berührungsängsten nicht-technikaffiner Schüler_innen einhergeht.

¹ Heidelberg School of Education, Voßstraße 2, Geb. 4330, 69115 Heidelberg, romero@heiedu.ph-heidelberg.de

² Universität Heidelberg, Didaktik der Informatik, INF 205, 69120 Heidelberg, leonore.dietrich@uni-heidelberg.de

³ <http://sonic-pi.net/> [15.1.2017]

Da es im Wesentlichen um informatische Konzepte geht, die an einem musikalischen Kontext erarbeitet werden, ist die informatische Fachlichkeit der Lehrkraft ein wichtiger Faktor. Ideal ist der Unterricht als Teamteaching-Ansatz mit Informatik als Leit- und Musik als Anwendungsfach umgesetzt. Muss auf eine der Fachlehrkräfte verzichtet werden, dann kann die Einheit auch gut von einer Informatiklehrkraft mit musikalischem Interesse umgesetzt werden.

2 Entwicklung der Unterrichtseinheit

Die Unterrichtseinheit wurde fächerübergreifend von den Autorinnen als Musikinformatikerin und Informatiklehrerin gemeinsam mit einer Musiklehrerin entwickelt. Sie orientiert sich am Mittelstufenunterricht des Faches Musik in Baden-Württemberg und ist ab Klasse 8 geeignet, einen ProgrammierEinstieg zu erarbeiten.

Die Fachkonzepte wurden sowohl nach informatischen als auch nach musikalischen und den jeweiligen didaktischen Konzepten aufbereitet und die Fachsprache in der Unterrichtsvorbereitung auf beide beteiligten Fächer abgestimmt.

Die Einheit wurde erstmals in einer achten Klasse im Rahmen des Musikunterrichts erprobt – unterrichtet wurde sie zum Großteil von einer der Autorinnen als Informatiklehrkraft. Die Musiklehrkraft gestaltete dabei die Verankerung im musikalischen Kontext und übernahm kleinere musikalische und musikdidaktische Anteile des Unterrichts. Bei der ersten Erprobung wurden mehrere kleinere Stücke in Sonic Pi umgesetzt. Die ersten Stunden orientierten sich an bekanntem Liedgut, das neu arrangiert wurde.

Da die Schüler_innen den Teil der eigenen Kompositionen am Ende der Unterrichtseinheit als zu kurz, aber besonders motivierend empfanden, wurde dieses Ergebnis in die Anpassung der Einheit für die zweite Praxisphase übernommen und es wird früher zu eigenen Kompositionen übergegangen. Darüber hinaus wurde ab der zweiten Erprobung als Plattform der Raspberry Pi eingesetzt, da auf diesem Sonic Pi zuverlässiger läuft als auf den in den Schulen vorhandenen Windows-Systemen.

Dieser Workshop stellt den aktuellen, stärker an den eigenen Kompositionen orientierten Unterrichtsverlauf vor.

3 Vorwissen der Lernenden

Da die Einheit für den Mittelstufenunterricht entwickelt wurde, waren bei den bisher erprobten Lerngruppen Vorkenntnisse in den Fächern Musik und Physik vorhanden.

3.1 Physik

Die Vorkenntnisse aus dem Physikunterricht im Bereich Akustik sind hilfreich bei dem Verständnis der Parameter einiger Befehle in Sonic Pi, müssen aber nicht vorausgesetzt werden. Sie können ebenso im Rahmen des Unterrichts erarbeitet und auf die Begriffe Amplitude und Phase beschränkt werden.

3.2 Musik

Für die praktische Umsetzung der eigenen Kompositionen in Sonic Pi sind musiktheoretische Grundkenntnisse hilfreich. Notenlesen muss keine Voraussetzung sein, ist jedoch gerade in der Einstiegsphase, in der ein bekanntes Stück in Sonic Pi nachprogrammiert wird, hilfreich. Auch sind Kenntnisse über den Aufbau musikalischer Stücke hilfreich. In der Praxis zeigte sich, dass vor allem Analogien zu Pop- und Rocksongs und der klassischen Bandstruktur für die Schüler_innen hilfreich waren. So konnte beispielsweise die Synchronisation mehrerer Loops auf einen Loop, der das Metrum vorgibt, gut mit der Rolle des Schlagzeugers in einer Band verglichen werden. Sonic Pi eignet sich vor allem für die Umsetzung von loop-basierter, stark rhythmus-orientierter Musik wie Techno, House, Drum 'n' Bass etc. oder für experimentelle Noise-Experimente und flächige Ambientmusik. Da sich die Umsetzung der Komposition ab der zweiten Erprobung mit der Vertonung eines Videos oder Bildes beschäftigt, ist es hilfreich, wenn im Musikunterricht bereits frei zu vorgegebenen Themen/Inhalten improvisiert oder komponiert wurde. Auch die Thematisierung von programmatischer Musik und Filmmusik kann hilfreich sein. Wichtig in diesem Kontext ist die Reflexion des eigenen künstlerischen Schaffens. Das gemeinsame Beschreiben, das Sprechen und die Reflexion über die entstandene Musik, das Finden von geeigneten beschreibenden Adjektiven sind wichtig für den künstlerischen Gestaltungsprozess.

3.3 Informatik

Haben die Lernenden bereits Kontakt mit einer Programmiersprache gehabt, so ist davon auszugehen, dass ihnen der Umgang mit Sonic Pi anfangs leichter fällt, die Erprobungsklassen hatten aber vorher keinen Informatikunterricht. Fachwissen in Informatik wird daher nicht vorausgesetzt und die relevanten Konzepte werden alle als neu zu erarbeiten eingestuft.

4 Ablauf

Die Unterrichtseinheit ist in sechs Doppelstunden angelegt und gliedert sich grob in eine Einführungs- und eine Projektphase.

Stunde	Thema	Bemerkungen
1-2	Einstieg Einheit	Geschichte der Computermusik, Live Coding, Unplugged Modul zu ersten Befehlen mit Parametern
3-4	Einstieg Sonic Pi	Synthesizer, Einzelnoten, Parameter (amp, release..), Schleifen, Samples
5-6	Komposition	Vereinfachte Schreibweise mit Modulo-Operation (Datenstrukturen), Syntax-Highlighting, Debugging, Auskommentieren
7-8	Komposition	Variablen, Effekte, Zufallsfunktionen
9-10	Komposition	Freies Arbeiten
11-12	Präsentation	Freies Arbeiten und Präsentation

Tab. 1: Grobplanung der Unterrichtseinheit Sonic Pi

4.1 Einführungsphase

Nach einer kurzen Einführung in die Computermusikgeschichte über zentrale Figuren der Geschichte der Informatik und der elektronischen Musik folgt eine kurze Demonstration und theoretische Einführung in das Live-Coding, das Programmieren und Improvisieren in Echtzeit von elektronischer Musik und audiovisueller Kunst [Gu13], [BS09], [Co03], [Ro15].

Den ersten Kontakt mit Musikprogrammierung erfahren die Schüler_innen dann unplugged: Zunächst müssen sie herausfinden, welche Parameter beim Musizieren an einem Instrument verändert werden können. Über vorgegebene Schablonen schreiben sie dann entsprechende Befehle an ihre Mitschüler, die von diesen an unterschiedlichen Instrumenten interpretiert werden.

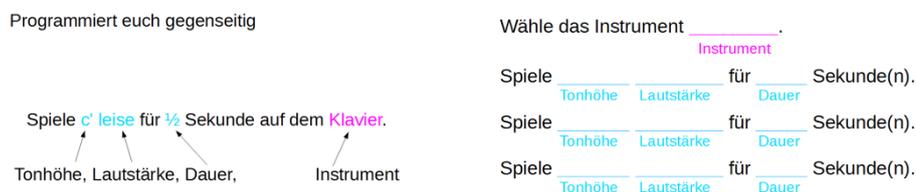


Abb. 1: Musikprogrammierung unplugged – Vorlage für den Unterricht

Hierbei kommen bereits mehrere zentrale informatische Konzepte zum Einsatz und werden benannt: Befehl oder Anweisung, Parameter, Konstante, Codierung und Interpretation.

Zentrale Aspekte von Sonic Pi können so erfahrbar gemacht werden: schreibt ein_e Schüler_in bspw. den Pseudocode „spiele auf dem Klavier Ton C1 leise für 20 Sekunden“ bleibt ihm/ihr nichts anderes übrig, als die Taste 20 mal hintereinander zu drücken, da traditionelle Instrumente eine durch die Bauart festgelegte Nachschwingzeit haben. Sonic Pi hat diese Begrenzung (außer es ahmt ein traditionelles Instrument nach) nicht. Daher unterscheidet das Programm zwischen der Nachschwingzeit (*release*), also der Klangdauer und der Dauer, bis der nächste Ton anfängt (*sleep*). Die Begrifflichkeiten werden an dieser Stelle eingeführt und gesichert. Ebenso werden die aus dem Physikunterricht meist bereits bekannten Begriffe der Amplitude und Phase eines Klanges besprochen. Durch den spielerischen Umgang mit der vorgegebenen Notation schreiben die Schüler_innen Pseudocode, der sehr nah an der späteren Umsetzung in Sonic Pi ist.

Sonic Pi Musikprogrammierung 

Midi-Notation

Der Computer braucht eine eigene Darstellung – er codiert Noten. Dabei ist ein vorbereiteter Standard die sogenannte **Midi-Notation**.



Beispiel

Bruder Jakob



Aufgaben

1. Notiere für die erste Zeile von Bruder Jakob die Notennamen über die Midi-Werte.
2. Schreibe den ersten Takt von Bruder Jakob in Sonic Pi.
3. Verändere die Werte für die Eigenschaften und notiere, was sich verändert.
 - a. amp
 - b. release
 - c. sleep.
4. Stelle das Lied bis einschließlich der zweiten Zeile in Sonic Pi fertig.
5. Bearbeite dein Lied – spiele mit anderen Synthesizern, Tempi, zusätzlichen Flächen...

 Esther Alzate Remers
Leonora Deutsch

 Pädagogische Hochschule &
Universität Heidelberg 2017

Abb 2: Arbeitsblatt Sonic Pi - Codieren von Noten, vom Pseudocode zum Code

In der zweiten Doppelstunde wird der Pseudocode in Sonic Pi-Code übertragen. Wichtig hierfür ist eine kurze Einführung in die MIDI-Notation. Die Schülerinnen und Schüler übertragen zunächst ein einfaches, ihnen bekanntes Stück in Sonic Pi. Zentrale Konzepte wie Befehl, Parameter, Codierung und Schleife werden hierbei thematisiert und zugleich

hörbar gemacht. Sonic Pi arbeitet für die Erzeugung der Töne mit Synthesizern – die Idee eines Synthesizers kann bereits in der Einführungsstunde vorgestellt und hier wieder aufgegriffen werden. Neben analogen Synthesizern (z.B. Korg Monotron⁴) dürfen die Schülerinnen und Schüler auch digitale Synthesizer (demonstrierbar über eine DAW⁵ mit Plugins) ausprobieren und sich so ein Bild von dieser Klangwelt machen. Die Schüler_innen finden den im unplugged-Teil genutzten Parameter Instrument in der Funktion `use_synth` wieder. Zu Beginn wird der Befehlsatz auf einfache Noten mit den Parametern Tonhöhe, Lautstärke, Länge und Metrum beschränkt, die alle bereits in der vorangegangenen Stunde real erlebbar waren.

Um Melodien leichter umzusetzen werden einfache Schleifen in Form von *loops* eingeführt und als informatisches Konzept herausgearbeitet.

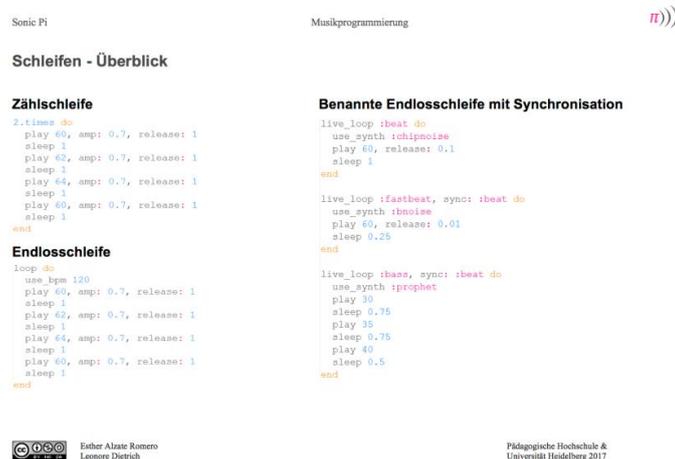


Abb 3: Schleifen und ihre Umsetzung in Sonic Pi

Die für das Live-Coding erforderlichen *live_loops* werden im Zusammenhang mit der *sync*-Funktion erarbeitet, da beides dem synchronen Ablauf dient. Bei Einführung eines solchen Konzeptes werden immer die informatische Bedeutung und die Übertragbarkeit in andere Programmiersprachen hervorgehoben. So werden beispielsweise zunächst Zählschleifen (*x.times*) eingeführt – insbesondere *2.times* wird in Musikstücken häufig verwendet, da es der einfachen Wiederholung dient. Das Konzept wird aus informatischer Sicht besprochen und die musikalische Entsprechung thematisiert. Auch die in der Programmiersprache erweiterte Flexibilität für eigene Kompositionen durch eine wählbare Anzahl von Iterationen wird diskutiert. Mit loops werden anschließend Endlosschleifen als Konzept eingeführt. Erst nach dem Einüben dieser zentralen

⁴ <http://www.korg.com/us/products/dj/monotron/> [10.03.2017]

⁵ Digital Audio Workstation

informatischen Konzepte folgt die Sonderfunktion benannter synchronisierter Schleifen als spezielle Live-Coding Funktion. Diese wird auch als Ausprägung einer spezialisierten Programmiersprache vorgestellt.

4.2 Projektphase

In den folgenden Sitzungen werden zentrale Funktionen innerhalb von Sonic Pi erklärt (Samples, Zufallsfunktion, Effekte) und ein eigenes Stück erarbeitet. Dieses kann alleine oder in Zweierteams erarbeitet werden. Da die vollkommen freie Komposition eines Stückes für manche Schüler_innen in der ersten Erprobungsphase schwierig war, ist eine angeleitete, eher programmatische Komposition ratsamer. Hierfür eignet sich die Vertonung eines Bildes, einer Geschichte oder eines Kurzfilms. Sonic Pi eignet sich für sphärische Klänge und rhythmische Pattern besonders gut, daher ist eine Arbeit mit Klangcollagen statt dem Erstellen eines „Songs“ empfehlenswert. Ob das erarbeitete Stück live performed und im Sinne des Live-Codings mit dem Programmcode improvisiert wird, oder ob ein fertiges Stück „nur“ abgespielt wird, kann zusammen mit den Schüler_innen entschieden werden.

In dieser Phase können Musiklehrer_innen und Informatiklehrer_innen sehr gut im Team-Teaching interagieren. Der/die Musiklehrer_in kann Fragen zu den künstlerischen Gestaltungsaspekten (wie drücke ich das, was ich sagen, will musikalisch aus? Wie kann ich einzelne musikalische Ideen miteinander verbinden?) beantworten. Der/die Informatiklehrer_in kann bei komplexeren Umsetzungsideen innerhalb des Programms helfen, ebenso kann er/sie beim Debugging unterstützen.

Schüler_innen fragen bald nach Schreibweisen für Akkorde und setzen einfache Datenstrukturen für Melodieschreibweisen ein – Sonic Pi bietet hier beispielsweise einen Ring an, der über einen synchronisierenden Zähler durchlaufen werden kann. Komplexere Indexoperationen können mithilfe mehrerer solcher Ringe experimentell erarbeitet und durch das direkte auditive Feedback sehr einfach verstanden werden. Der Umgang mit gestuften Hilfen und dem in der Umgebung eingebauten Tutorial führen die Schüler_innen schrittweise zu immer selbständigerem Erarbeiten eines größeren Befehlsfundus für die Gestaltung ihrer eigenen Kompositionen.

Die letzte Sitzung dient der Präsentation und einer kurzen Reflexion. Die Schüler_innen präsentieren ihre Stücke und beschreiben, wie sie bei der Komposition vorgegangen sind und was sie mit ihrer Musik ausdrücken möchten. Die Mitschüler_innen geben Feedback, gemeinsam wird über die entstandenen Klänge reflektiert. Hierbei hilft die Übung zur Beschreibung elektronischer Klänge aus der ersten Stunde.

5 Erste Durchführungsphase und Erkenntnisse

Die ersten Ergebnisse des Forschungsvorhabens werden ausführlich im Praxisbeitrag

([AD17a], ebenfalls in diesem Band) beschrieben. Die Schülerinnen und Schüler waren hoch motiviert und begeistert während des Projekts, die Pausen wurden regelmäßig vergessen, stattdessen wurde mit Begeisterung am eigenen Stück gearbeitet. Auch Monate nach Ende des Projektes sprachen Schüler_innen begeistert von der Arbeit mit Sonic Pi im Musikunterricht. Insbesondere die Mädchen der Lerngruppe zeigten langfristiges Interesse. Als sie in der Schule Gelegenheit hatten, erneut Musik zu programmieren, nahmen sie diese begeistert an. Grundlegende Konzepte wie Schleifen und Datenstrukturen wurden von ihnen dabei ohne Unterstützung wieder eingesetzt. Diese zentralen Konzepte waren bei den Schülerinnen also trotz der kurzen Projektdauer und langen Pause noch präsent.

Als problematisch stellte sich die Anwendung unter Windows heraus, da Sonic Pi hier teilweise sehr instabil war. Die Autorinnen empfehlen daher die Anwendung mit einem Raspberry Pi, wie sie ab der zweiten Erprobung auch im Projekt umgesetzt wurde. Positiver Nebeneffekt der Nutzung des Raspberry Pis ist der Abbau von Berührungängsten mit neuer Hardware. Ganz nach dem Motto „Technik zum Anfassen“ wird der Umgang mit einem alternativen Hardwaresystem auf kreative Weise eingeführt.

Als schwierig empfanden die Schüler_innen zudem den Umgang mit den Fehlermeldungen in Sonic Pi. Aufgrund dessen wurde im überarbeiteten Unterrichtskonzept das Debugging stärker in den Fokus gerückt. Künftig erhalten Schüler ein Cheatsheet mit den wichtigsten Fehlermeldungen und deren Erklärung sowie Lösungsvorschlägen dazu. Darüber hinaus wird der Umgang mit Fehlermeldungen im Unterricht stärker thematisiert. Dies soll auch zu einer weiteren Festigung des Verständnisses der informatischen Aspekte führen. Trotz dieser Schwierigkeiten waren die Schüler_innen bis zum Projektende hoch motiviert.

Aus musikalischer Sicht schufen die Schüler_innen begeisternde, komplexe und vielschichtige Klangerlebnisse mit einer abwechslungsreichen Auswahl an Klängen: von Techno bis hin zu sphärischen, naturnahen Kompositionen.

6 Workshopinhalt

Vorkenntnisse in Sonic Pi sind für diesen Workshop nicht erforderlich. Zunächst geben wir eine kurze Einführung in das Feld der Musikinformatik und des Live-Codings. In Anlehnung an den Verlauf der von den Autorinnen konzipierten Unterrichtseinheit werden im Workshop grundlegende Funktionen der Programmiersprache Sonic Pi gemeinsam Schritt für Schritt erarbeitet. Zunächst wird anhand eines bekannten, einfachen Stückes das Schreiben von Melodien erarbeitet. Danach wird eine kleine Klangcollage erstellt, bei der vor allem das Benutzen von Samples (im Programm enthaltene Klangaufnahmen) im Vordergrund steht. Die von den Autorinnen erstellten Arbeitsmaterialien für den Schulunterricht (7.-10.Klasse, alle Schultypen) werden außerdem kurz vor- und den Teilnehmern in der aktuellen Fassung zur Verfügung

gestellt. Anmerkungen und Verbesserungsvorschläge sind sehr willkommen. Nach Abschluss des Forschungsvorhabens werden sämtliche Unterrichtsmaterialien zusammen mit Stundenverlaufsplänen und anderen Handlungsempfehlungen veröffentlicht.

Den Abschluss bildet eine Diskussion der Unterrichtsvorschläge mit Fokus auf den informatischen Wert und die unterrichtliche Umsetzbarkeit.

7 Ausblick: weitere Erprobung und Forschungsvorhaben

In der zweiten und dritten Durchführungsphase wird das überarbeitete Konzept erprobt und erneut verbessert und angepasst. Ebenfalls wird ein abschließender Wissenstest entworfen. Daran schließt sich ein weiterer Forschungsteil an, in dem die gendersensible Unterrichtsgestaltung thematisiert und reflektiert wird. Nach ausführlicher Datensichtung und -auswertung wird die Unterrichtseinheit final überarbeitet.

Literaturverzeichnis

- [AD17a] Alzate Romero, E.; Dietrich, L.: Musikprogrammierung mit Sonic Pi. Entwicklung und Untersuchung einer gendersensiblen Unterrichtseinheit zum Programmieren in der Sekundarstufe I. In (Ira Diethelm, Hrsg.): Informatische Bildung zum Verstehen und Gestalten der digitalen Welt, Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn 2017.
- [BS09] Brown, A. R.; Sorensen, A.: Interacting with Generative Music through Live Coding. *Contemporary Music Review*, 28(1), S.17–29, 2009.
- [Co03] Collins, N.; McLean, A.; Rohrhuber, J.; Ward, A.: Live coding in laptop performance. In: *Organised Sound*, 8(3)/03, S.321–329, 2003.
- [Gu13] Guzdial, M.: Live-Coding in Education. In (Blackwell, A.; McLean, A.; Noble, J.; Rohrhuber, J., Hrsg.): *Collaboration and learning through live coding (Dagstuhl Seminar 13382)*. Dagstuhl Reports, 39/13, S. 135-136, 2013.
- [Ro15] Rohrhuber, J.: Lehre als Forschung: Grundlagen der Musikinformatik im künstlerischen Kontext. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 10(1)/15, S.79-91, 2015.