

# Bau eines hexaphonischen Tonabnehmers und Konvertierung analoger Töne von E-Gitarren in das MIDI-Format

Masterarbeit Fiona Vogel  
Prof. Dr.-Ing. Marc Hensel und Prof. Dr.-Ing. Sönke Appel

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg · Fachhochschule Westküste

Tonabnehmer elektrischer Gitarren bestehen aus einer einzelnen Spule, welche Schwingungen der Saiten in einem Magnetfeld mittels Induktion in Spannung wandelt. Es resultiert ein gemeinsames elektrisches Signal für alle zeitgleich gespielten Töne. *Hexaphonische* Tonabnehmer nehmen hingegen jede Saite mit einer eigenen Spule ab. Durch Methoden der Tonhöhenerkennung können daher die gespielten Töne sowohl bestimmt als auch den entsprechenden Saiten zugeordnet werden. Die Aufteilung des polyphonen in sechs monophone Signale vereinfacht die Analyse und ist zugleich eine Vorbedingung zur automatischen Notentranskription in sogenannte Tabulatur.

Ziel dieser Arbeit ist eine erste Verarbeitungskette bestehend aus einem eigenen Tonabnehmer, Analyse der gespielten Tonhöhen und Konvertierung in das in der Musik verbreitete MIDI-Format (Abb. 1). Nachfolgend wird zudem der Stand der weiteren Entwicklung dargestellt sowie ein Ausblick auf mögliche weitere Abschlussarbeiten gegeben.

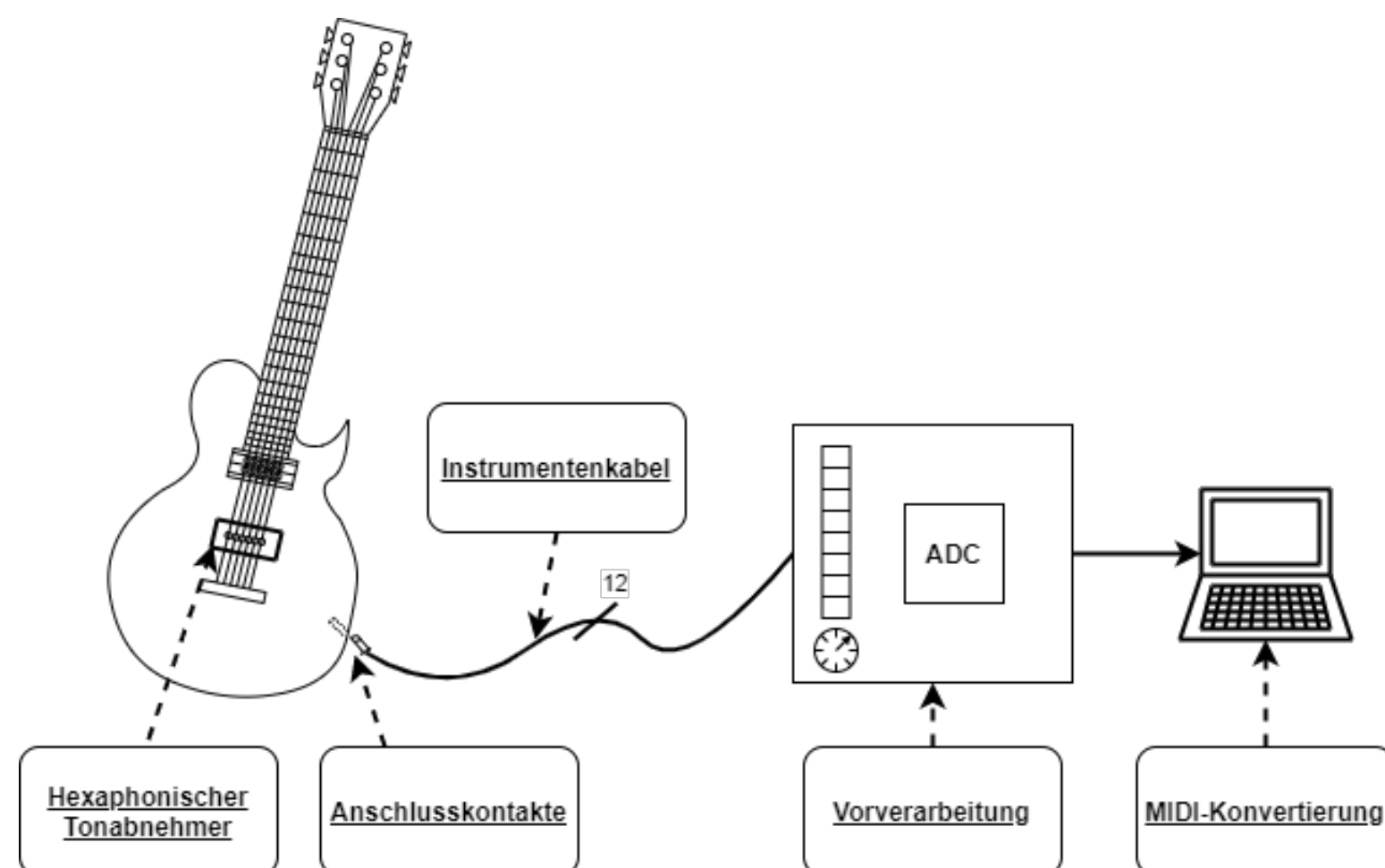


Abbildung 1: Verarbeitungskette

## Hexaphonischer Tonabnehmer

Für den Tonabnehmer wurde ein Gehäuse mit sechs Aussparungen für Spulen modelliert und in 3D-Druck gefertigt. Die Spulen wurden aus 0,08 mm dickem Kupferlackdraht um auf einem Schrittmotor stehende Magneten gewickelt, mit Wachs im Gehäuse eingegossen und über eine Lochrasterplatine elektrisch verbunden. Nach Montage in der Gitarre wurden die Saiten über eigene Eingänge eines Audio-Interface zur Weiterverarbeitung im Laptop aufgenommen.



Abbildung 2

## Analyse der Tonhöhen und MIDI-Konvertierung

Zur Bestimmung der Tonhöhen und Konvertierung in MIDI wurden die mehrkanaligen Aufnahmen zunächst in Audio-Dateien gespeichert. Die anschließende Verarbeitung wurde in Octave umgesetzt. Sie besteht aus der unabhängigen Analyse der Tonspuren aller Saiten auf Basis des YIN-Algorithmus sowie der Speicherung der erkannten Töne in einer MIDI-Datei mit jeweils eigener Tonspur pro Saite.

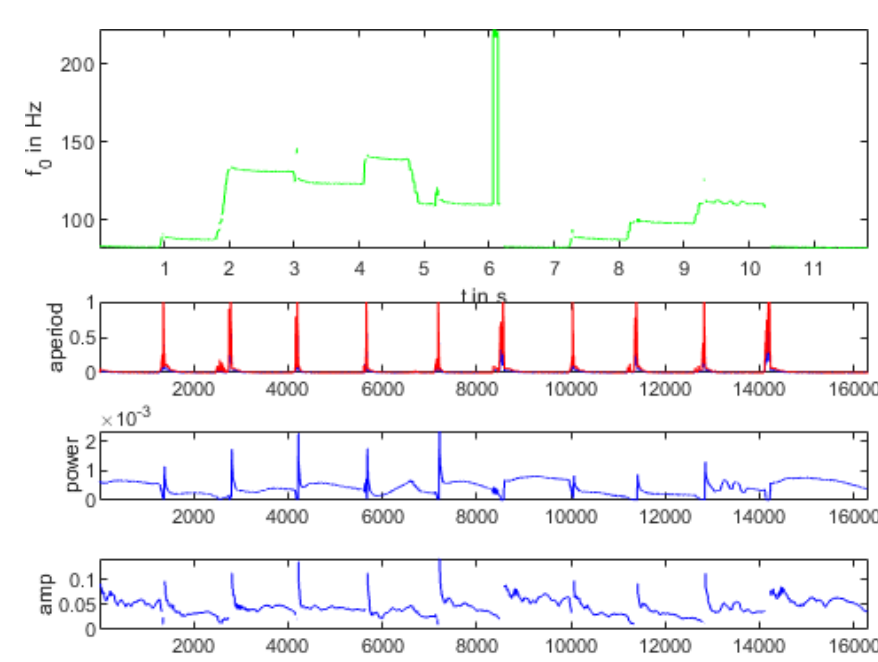


Abbildung 3: Tonhöhen-Analyse

## Verbesserter Tonabnehmer (M. Hensel)

Die Fertigung des Tonabnehmers hat sich als ausgesprochen mühsam, das Resultat als mechanisch instabil erwiesen. Daher wurden inzwischen sowohl das Design als auch der Fertigungsprozess unter Berücksichtigung der gewonnenen Erkenntnisse erheblich verbessert.

Unter anderem wurde das Gehäuse überarbeitet, ein über eine Python-Anwendung gesteuertes Gerät zum Wickeln der Spulen sowie eine Platine als elektrisch und mechanisch stabiler Abschluss des Gehäuses entwickelt. Die Abmessungen der gefertigten Tonabnehmer entsprechen einem Single Coil-Format in Bridge-Position. Die Spulen enthalten jeweils etwa 2.000 Windungen und besitzen einen elektrischen Widerstand von etwa 170  $\Omega$ . Der Anschluss an die Gitarre erfolgt über ein 7-poliges XLR-Kabel, welches vor dem Audio-Interface über eine Adapter-Box auf sechs Instrumentenkabel aufgeteilt wird.

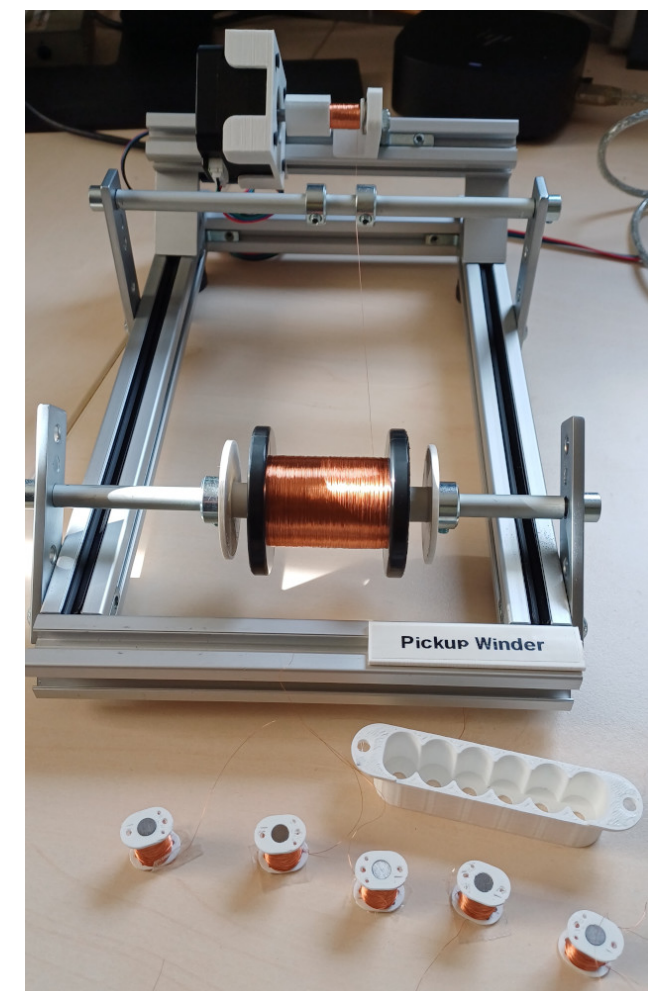


Abbildung 4: Spulen



(a) Tonabnehmer

(b) Adapter-Box

Abbildung 5: Verbesserter Tonabnehmer und Adapter-Box

## Themen für weitere Arbeiten

Potenzielle Folgearbeiten in der Audiotechnik beinhalten beispielsweise:

- Ton-Analyse mittels neuronaler Netze
- Ton-Analyse mittels Methoden der Signalverarbeitung
- Transkription in Tabulatur und weitere Anwendungen
- Live-Spiel mit geringer Latenz
- Entwicklung eines USB-Audio-Interfaces (Hard- und Software)

## Öffentliche Dateien im Internet

3D-Druckdateien, Quelltexte usw. werden nach und nach auf der verlinkten Seite öffentlich zur Verfügung gestellt.



## Förderer

Wir danken No.1 Guitar Center GmbH, Hamburg, für das zur Verfügung gestellte Audio-Interface und die damit verbundene Unterstützung unserer Arbeit.

