

Automatische Übersetzung zwischen Normalnotation und Griffschrift für Steirische Harmonika

Eine Softwarelösung mit Plugin für das Notensatzprogramm MuseScore

– Bachelorarbeit im Studiengang Volksmusik –

Betreuerin: Prof. Dr. Christine Dettmann
Hochschule für Musik und Theater München

Eingereicht von:

Jakob Schöttl

2022-08-30

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit beschreibt Möglichkeiten, zwischen normalen Noten und Griffschrift für Steirische Harmonika in beiden Richtungen zu übersetzen. Einleitend wird in die Schwierigkeiten der Übersetzung eingeführt und verschiedene Ansätze erörtert. Unter dem Projektnamen Nn2GS habe ich eine Software zur Griffschriftübersetzung und ein Plugin für das Notensatzprogramm MuseScore entwickelt. Diese Übersetzungslösung sowie die Bedienung des Plugins wird im Hauptteil der Arbeit dokumentiert. Anschließend werden die Übersetzungsergebnisse anhand von Notenbeispiele validiert. Am Ende werden Grenzen und Defizite ausgelotet und Möglichkeiten zur Verbesserung und Weiterentwicklung vorgeschlagen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	6
1.1	Motivation	6
1.1.1	Was ist Griffschrift?	6
1.1.2	Warum gibt es Griffschrift?	8
1.1.3	Warum ist die Übersetzung schwierig?	10
1.2	Entwicklung und Stand der Technik	12
1.2.1	Überblick über Griffschrift-Software	12
1.2.2	Meine Software zur Griffschriftübersetzung	15
1.2.3	Weitere Möglichkeiten zur Eingabe von Griffschrift	15
1.3	Zielsetzung dieser Arbeit	15
2	Ebenen der Problemstellung	16
2.1	Notationssoftware und Plugin-System	16
2.1.1	Anpassung der Notationssoftware selbst	16
2.1.2	Plugin-Systeme	17
2.2	Plattform und Architektur	18
2.3	Vorgehensweise bei der Übersetzung	20
2.4	Bedienkonzept bei der Übersetzung	21
3	Dokumentation der Umsetzung	23
3.1	Oberfläche und Bedienung des Programms	23
3.1.1	Plugin für MuseScore	23
3.1.2	Webseite	28
3.2	Softwarearchitektur	30
3.3	Algorithmus zur Übersetzung	31
3.4	Umsetzung der „Notenänderung“	33
4	Validierung der Übersetzungsergebnisse	34
4.1	Übersetzung des Volksmusikstücks	34
4.2	Übersetzung von künstlichen Notenbeispielen	35
4.3	Analyse der Problemstellen	35

5	Diskussion und Ausblick	36
5.1	Mögliche Verbesserungen	36
5.1.1	Nn2GS / Übersetzungsalgorithmus	36
5.1.2	MuseScore-Plugin	37
5.2	Bassnotation	38
6	Fazit	39

Abbildungsverzeichnis

1	Beispiel für Griffschriftnoten	7
2	Diskantseite einer B-Es-As-Des Harmonika	9
3	Anzahl der Töne auf Klaviatur	11
4	Töne auf B-Es-As-Des Harmonika mit 46 Tasten	11
5	Töne auf B-Es-As-Des Harmonika mit 50 Tasten	12
6	Benutzeroberfläche des MuseScore-Plugins Nn2GS	23
7	MuseScore-Plugin in Aktion (1)	25
8	MuseScore-Plugin in Aktion (2)	26
9	MuseScore-Plugin in Aktion (3)	27
10	Webseite des Übersetzungs-Services Nn2GS	29
11	Auswahl der unterstützten Instrumente	30

Tabellenverzeichnis

1	Übersicht über Notensatzprogramme mit Griffschrift-Unterstützung	14
2	Übersicht über Notensatzprogramme mit Plugin-Framework	18

1 Einleitung

1.1 Motivation

Die Übersetzung zwischen normalen Noten und der Griffschrift-Tabulatur wurde über Jahrzehnte „von Hand“ gemacht – vermutlich vornehmlich über den Umweg des Spielens auf der Harmonika und dem anschließenden Transkribieren. Im digitalen Notensatz spielte die Griffschrift bis etwa 2005 kaum eine Rolle. Dann entwickelten einige Notensatzprogramme eine bessere Unterstützung für Griffschrift bis hin zur Möglichkeit der Übersetzung.

Die Übersetzung zu Griffschrift ist ein relativ komplexes Problem. Existierende Lösungen kosten zum Teil über 200 EUR, scheinen aber nicht die besten Ergebnisse zu liefern. Insbesondere nehmen die Programme den Benutzern¹ einige Entscheidungen ab, die professionelle Notensetzer aber eigentlich selbst treffen müssen. Beim freien Notensatzprogramm MuseScore gab es bis 2021 noch keine Möglichkeit der automatischen Übersetzung zu Griffschrift.

Insofern gibt es hier eine Marktlücke, nämlich eine günstige, professionelle Übersetzungslösung, die auch MuseScore-Benutzern zur Verfügung steht.

Als Informatiker habe ich mich schon seit meiner Jugend für die Lösung von Problemen durch Programmierung interessiert. Als Musiker stand für mich das Thema der Erzeugung von Griffschrift im Raum, seit ich anfang Steirische Harmonika nach Griffschrift zu spielen.

1.1.1 Was ist Griffschrift?

Griffschrift ist eine spezielle Tabulatur-Notenschrift für die Steirische Harmonika und verwandte Instrumente wie die Schwyzer Orgel. Sie wird für die Melodieseite (sog. Diskant) verwendet, also für die Tasten der rechten Hand [Schöttl, 2021a]. Die Tasten der Diskant-tastatur sind in mehreren senkrechten (Knopf-)Reihen angeordnet.

Im Gegensatz zur Griffschrift wird die moderne Standardnotenschrift im Weiteren als *Normalnotation* bezeichnet. Vergleicht man Griffschrift und Normalnotation, kommt man zu folgenden Gemeinsamkeiten und Unterschieden:

¹Bei „Benutzer“, „Notensetzer“, „Musiker“ etc. sind alle Geschlechter eingeschlossen. Zugunsten des Schriftbildes und der Lesbarkeit verwende ich in dieser Arbeit teilweise für die Mehrzahl dieser Personen die männliche Form und verzichte auf ungebräuchliche Formen wie „die Notensetzenden“ sowie auf Beidnennung, Gendersternchen, Binnen-I und ähnliche.

Wie die normale Notenschrift besteht sie [die Griffschrift] aus fünf Notenzeilen und Noten, teilweise mit speziellen Kreuzsymbolen. Taktart und Rhythmus ist zu lesen wie bei normalen Noten. Im Gegensatz zur normalen Notenschrift bezeichnen die Noten aber nicht die Tonhöhe sondern die Position der zu drückenden Taste des Instruments. Außerdem sind Passagen, die „auf Balg-Druck“ gespielt werden durch einen horizontalen Balken unterhalb der Notenzeile markiert. Das ist wichtig, da wechseltönige Handzuginstrumente auf Druck und auf Zug unterschiedliche Töne erzeugen. [Schöttl, 2021a, S. 2]

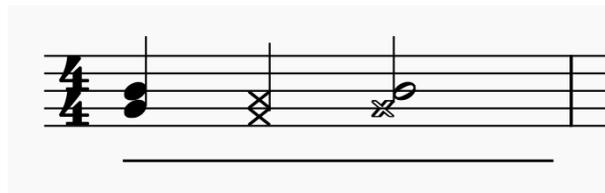


Abbildung 1: Das Bild zeigt ein Notenbeispiel für Griffschrift. Der Takt ist mit einer Linie unterstrichen, d. h. er wird auf Druck gespielt. Die „Kreuznoten“ bezeichnen Tasten der 3. bzw. 4. Reihe, die normalen Noten die der 1. und 2. Reihe. Der Rhythmus ist zu lesen wie bei Normalnotation.

Welche Noten in der Griffschrift welche Tasten bezeichnen wurde in [Schöttl, 2021a, Abschnitt 1.2, S. 5] bereits genau definiert:

1. [...]
2. [...]
3. Die Position der Notenköpfe gibt die Position der zu drückenden Taste an; Notenköpfe zwischen den Zeilen beziehen sich auf die „ungeraden“ Reihen (1. und 3. Reihe), Notenköpfen auf den Zeilen beziehen sich auf die „geraden“ Reihen (2. und 4. Reihe).
4. Normale Notenköpfe bezeichnen Tasten der 1. und 2. Reihe, Notenköpfe mit Kreuz bezeichnen Tasten der 3. und 4. Reihe.
5. Welcher Notenkopf innerhalb einer Reihe welche Taste bezeichnet – das ist durch „Fixpunkte“ definiert. Zum Beispiel bezeichnet das mittlere h [h¹] (im Violinschlüssel gelesen) den Gleichton der 2. Reihe, eine spezielle Taste auf dem Instrument. Je höher der Notenkopf im Notensystem liegt, desto höher ist im Allgemeinen der Ton und desto weiter unten liegt die Taste

am Instrument.

Die Steirische Harmonika wurde Mitte des 19. Jahrhunderts erfunden [Maurer, 2012]. Die Entwicklung der Griffsschrift begann etwa zur selben Zeit [Pongratz, 2015]. Mit der Geschichte und Entwicklung der Griffsschrift befassen sich [Pongratz, 2015] und [Steinkellner, 2022].

1.1.2 Warum gibt es Griffsschrift?

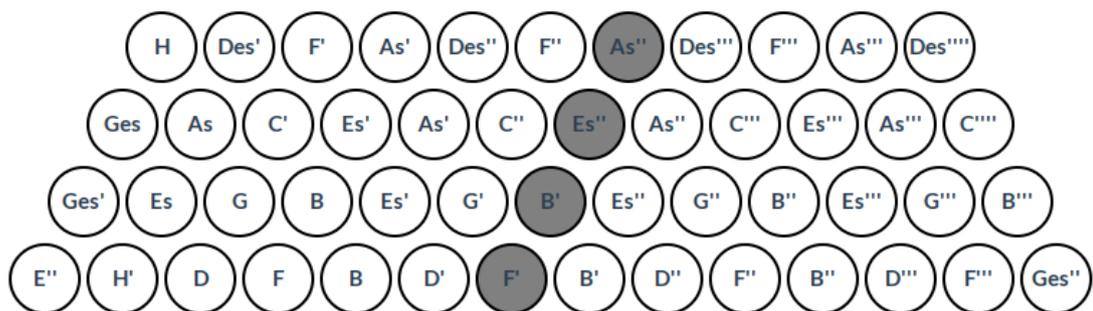
Zur Frage, warum es Griffsschrift gibt, muss zunächst das Instrument betrachtet werden. Die Steirische Harmonika ist ein wechseltöniges Handzuginstrument. Es gibt einen Balg und je nach dem, ob dieser zusammengedrückt oder auseinandergezogen wird, erklingen für eine gedrückte Taste unterschiedliche Tonhöhen. Außerdem handelt es sich um ein diatonisches, an bestimmte Tonarten gebundenes Instrument. Man ist daher pro Instrument praktisch auf wenige Tonarten beschränkt. Um trotzdem verschiedene Tonarten abdecken zu können, haben sich für die Harmonika mehrere gebräuchliche, sogenannte Stimmungen entwickelt, unter anderem A-D-G-C, G-C-F-B und B-Es-As-Des, die jeweils für die entsprechenden Dur-Tonarten passen.

Die Tastenanordnung auf der Diskantseite der Steirischen Harmonika ist komplex. Grundsätzlich gibt es drei bis vier senkrechte Tastenreihen. Jede Reihe steht für eine Tonart: Auf Balgdruck sind die Tasten einer Reihe mit den Tönen des Dur-Dreiklangs belegt (über drei bis vier Oktaven). Auf Zug sind es die Töne des zugehörigen Dominantsept-Vierklangs. Es gibt jedoch einige „Ausnahmetasten“, die nicht diesem Schema entsprechen und es gibt Zusatz-tasten (Halbtöne), die die Diatonik ergänzen. Die Reihen sind im Quintenzirkel angeordnet. Bei einer A-D-G-C Harmonika steht die erste, äußerste Reihe für A-Dur steht und die vierte, innerste Reihe für C-Dur. Abbildung 2 zeigt als Beispiel ein gebräuchliches Tastenschema für eine B-Es-As-Des Harmonika. Die Anordnung der Zusatztöne (links in den Abbildungen) kann je nach Belegung abweichen.

Wegen der verschiedenen Stimmungen, der Wechseltönigkeit und der komplexen Tastenanordnung, ist es schwierig zu jeder Taste sofort den Ton zu nennen. Umgekehrt ist es noch schwieriger, zu einem Ton sofort alle Tasten auf Zug und Druck zu benennen, die den Ton erklingen lassen.

Josef Steinbacher erklärt diese Problematik und die Auswirkungen auf das Spielen nach Normalnotation in seiner Bachelorarbeit [Steinbacher, 2021, Abschnitt 2.3] noch ausführli-

BEsAsDes50 auf Druck



BEsAsDes50 auf Zug

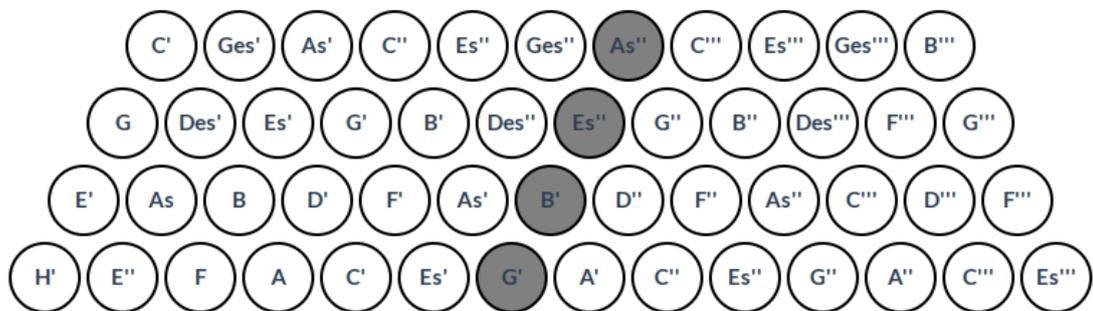


Abbildung 2: Tastenschema der Diskantseite einer B-Es-As-Des Harmonika auf Druck und auf Zug. Die Tastatur ist hier liegend dargestellt. Wenn das Instrument gespielt wird, befinden sich die tiefen Töne (links in der Abbildung) oben und die hohen Töne unten – wie beim Akkordeon.

cher.

Nach den vorangegangenen Ausführungen kann festgestellt werden: Das vom Blatt spielen nach Normalnotation auf der Harmonika ist schwierig, egal ob man auf absolutes Notenlesen (Noten erkennen und diese Töne auf dem Instrument drücken), auf relatives Notenlesen (Tonleiterstufen erkennen, bezogen auf die aktuelle Tonart) oder eine Mischform zurückgreift.

Deutlich einfacher zu lernen und vom Blatt zu spielen ist dagegen die Griffschrift. Sie gibt neben der Balgrichtung direkt die zu drückenden Tasten vor und damit auch die bevorzugte Griffweise für den Akkord.

1.1.3 Warum ist die Übersetzung schwierig?

Die Übersetzung zwischen Normalnotation und Griffschrift kann in beiden Richtungen erfolgen. Griffschrift in Normalnoten zu übersetzen ist die leichtere Aufgabe. Die Griffschrift definiert die zu drückenden Tasten und die aktuelle Balgrichtung. Sofern die passende Tastenbelegung auf Zug und Druck vorgegeben ist, können die Noten, die bei gedrückten Tasten erklingen, in der Belegung durch Nachschlagen² ermittelt werden. Die Übersetzung von Normalnotation zu Griffschrift ist deutlich komplexer. Allgemein bei der Übersetzung und speziell bei der Übersetzung nach Griffschrift müssen folgende Aspekte beachtet werden:

1. Verschiedene Stimmungen der Harmonika; Noten müssen evtl. vorher transponiert werden.
2. Es gibt nicht nur einen Standard, sondern verschiedene Schemas für die Tastenanordnung der Harmonika.
3. Tonartwechsel im Verlauf des Musikstücks beeinflussen die „Bezugs-Tastenreihe“.
4. Die meisten Töne sind auf dem Instrument mehrfach vorhanden.
5. Es gibt verschiedene Griffschriftvarianten, also „Schriftarten“ (vgl. [Schöttl, 2021a]).
6. Eine Vielzahl von Notationsprogrammen stehen zur Verfügung – welches wird verwendet und in welcher Form wird Griffschrift darin unterstützt?

²Dieser Begriff ist in der Informatik gebräuchlich und bedeutet, dass anhand einer Tabelle eine Zuordnung ermittelt wird. Dieses Konzept realisiert z. B. auch die Excel-Funktion `LOOKUP()`.

7. Notation generell, aber insbesondere Notation von Griffschrift, ist softwaretechnisch ein komplexes Thema. Dazu gehört u. a. die Darstellung (Rendering) von Noten, Abspielbarkeit/Klang und die Datei-/Speicherformate.

Punkt 4 ist wahrscheinlich der Faktor, der sich am meisten auf die Komplexität des Themas auswirkt. Beim Klavier ist jeder Ton genau einmal vorhanden. Bei der Harmonika können Töne entweder gar nicht, nur auf Druck, nur auf Zug, oder in beiden Richtungen (auch mehrfach) vorhanden sein. Die Abbildungen 3, 4 und 5 zeigen, wie oft welche Töne auf verschiedenen Instrumenten vorhanden sind. Bei jeder zu übersetzenden Note muss also entschieden werden, welche der bis zu fünf möglichen Tasten gedrückt werden soll.

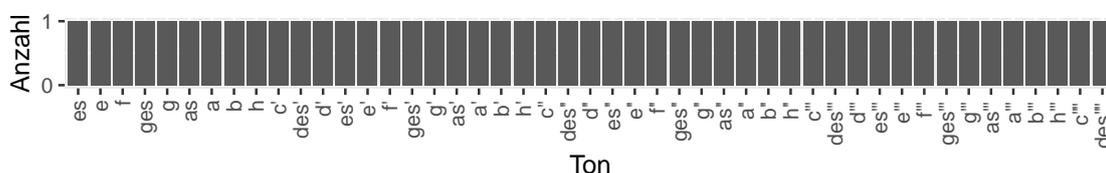


Abbildung 3: Das Balkendiagramm zeigt die Häufigkeit von Tönen eines Ausschnitts einer Klaviertastatur. Im Gegensatz zur Steirischen Harmonika ist jeder Ton genau einmal zu finden.

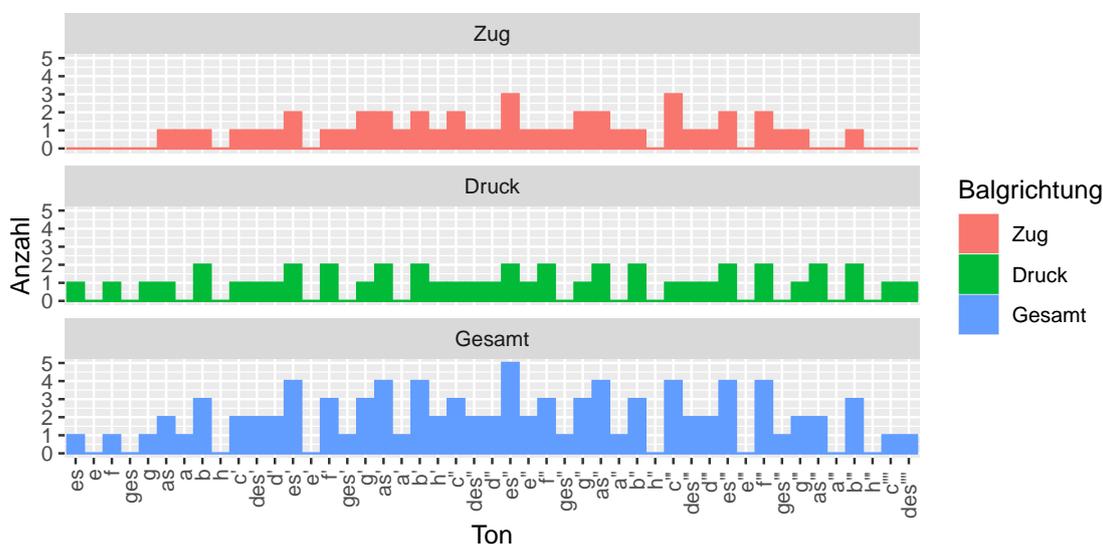


Abbildung 4: Das Balkendiagramm zeigt die Anzahl der Tasten, die einen Ton auf Zug, Druck bzw. insgesamt erklingen lassen am Beispiel einer 46-tastigen B-Es-As-Des Harmonika. Das Diagramm ist computergeneriert mithilfe von Nn2GS, Haskell, R und ggplot2.

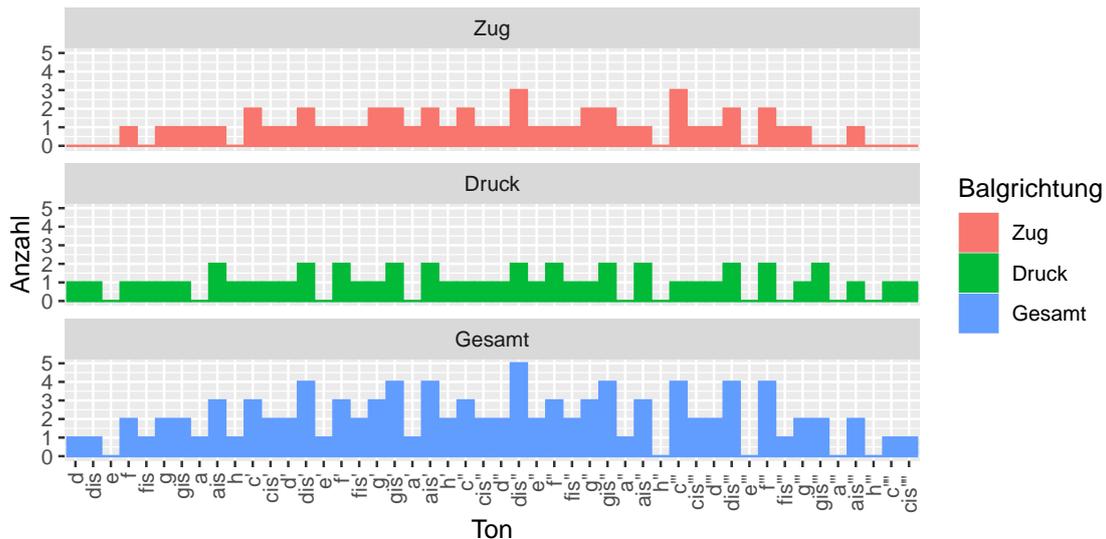


Abbildung 5: Das Balkendiagramm zeigt die Anzahl der Tasten, die einen Ton auf Zug, Druck bzw. insgesamt erklingen lassen am Beispiel einer 50-tastigen B-Es-As-Des Harmonika. Man sieht, dass hier gegenüber der 46-tastigen Harmonika drei der acht „Lücken“ durch die zusätzlichen Halbtöne geschlossen wurden. Das Diagramm ist computergeneriert mithilfe von Nn2GS, Haskell, R und ggplot2.

1.2 Entwicklung und Stand der Technik

1.2.1 Überblick über Griffschrift-Software

Im Jahr 2010 wurde ein Artikel veröffentlicht, der sich mit dem Schreiben von Griffschrift in Notensatzprogrammen beschäftigt [Dreier, 2010]. Darin werden mit MuseScore und LilyPond zwei kostenlose Open-Source-Programme vorgestellt, mit denen das Setzen von Griffschrift möglich ist. Allerdings berichtet dieser Artikel nicht von Möglichkeiten zum automatischen Setzen oder gar Übersetzen von Griffschriftnoten.

Das manuelle Setzen von Griffschrift war damals in den meisten Notensatzprogrammen schon möglich. Dies ist aber relativ umständlich und fehleranfällig: Einerseits muss man die Position, Form und Anordnung der Notenköpfe per Hand setzen. Andererseits hat man beim Abspielen keine auditive Kontrolle, da die Noten ja nicht die Tonhöhe sondern die Positionen der Tasten angeben. Es erklingt also nicht die notierte Melodie sondern ein scheinbar zufälliges Geklimper.

Der erste mir bekannte Ansatz zum automatischen Übersetzen von Griffschrift zu Normalnotation stammt von Peter Becker, der im Jahr 2004 ein Griffschrift-Plugin für *capella* pro-

grammierte [Becker, 2017]. Das Plugin wurde kontinuierlich weiterentwickelt, allerdings sind laut Handbuch einige Nacharbeiten der erzeugten Griffschrift notwendig. Außerdem müssen für die Übersetzung Begleitakkorde definiert sein [Fuchs, a]. Wenn aus ihnen nicht eindeutig ermittelt werden kann, ob auf Zug oder Druck gespielt wird, ist das Ergebnis „mit hoher Wahrscheinlichkeit unsinnig“ [Becker, 2021].

Rubisoft Software GmbH ist der Hersteller des Notensatzprogramms *toccata*. Die Software *toccata* transkription unterstützt lt. Handbuch Übersetzung von Griffschrift zu Normalnotation („Rücktranskription“) und wurde 2003 oder früher veröffentlicht, jedenfalls mit Unterstützung für Microsoft Windows 95. Das geht aus dem Handbuch [Rub, aa] und einem Forumseintrag aus 2003 [willi et al., 2003] hervor. Im Jahr 2008 wurde Version 2 von *toccata* veröffentlicht [Rubisoft Software GmbH, a]. Diese Version bietet Unterstützung für Griffschriftübersetzung in beide Richtungen [Rub, 2013] [Rub, ab]. Bei der Übersetzung zu Griffschrift entscheidet die Software durch Analyse des Melodieverlaufs über Zug und Druck. „Je nach Komplexität des Musikstückes kann es vorkommen, dass die Harmonien nicht eindeutig sind und die Balgführung nicht richtig erkannt wurde.“ [Rub, 2013, S. 71]

Im Jahr 2015 wurde für *MuseScore 2* ein Plugin³ veröffentlicht, das Griffschrift in Normalnotation umwandelt [Be-3 et al., 2015]. Eine Möglichkeit der Übersetzung in beide Richtungen ist mir nicht bekannt.

Das Notensatzprogramm *MIDI-Connections Score* unterstützt seit ca. 2016 Übersetzung in beide Richtungen. Bei der Übersetzung nach Griffschrift wird allerdings das komplette Stück für Balgzug übersetzt und das Ergebnis muss auch sonst manuell nachbearbeitet werden [Composing & Arranging Systems, 2016] [Composing & Arranging Systems, 2022].

Mit *FORTE 10* kam im Jahr 2018 ein weiteres Notensatzprogramm auf den Markt, das Griffschriftübersetzung in beide Richtungen beherrscht.⁴ Wie auch bei *capella* müssen für die Übersetzung zu Griffschrift Akkordsymbole zur Melodie definiert sein auf Basis derer die Software über Zug und Druck entscheidet [For, 2018] [Lugert Verlag, 2021]. Hier ist mit den selben Problemen wie bei *capella* zu rechnen.

PriMus ist ein weiteres Programm, das sich auch auf Griffschrift spezialisiert hat. Die bisher nur als Vorabversion veröffentlichte Version 2 bietet unter anderem Übersetzung in beide

³<https://musescore.org/en/project/griffschrift-accordion>, abgerufen 2022-07-31

⁴<https://www.fortenotation.com/de/erste-einblicke-in-forte-10/>, abgerufen 2022-07-31

Richtungen. Im Handbuch wird allerdings erwähnt, dass die Übersetzungen zu Griffschrift „meistens nicht dem entsprechen, was Sie selbst schreiben würden.“ [Schardt, 2019, Ablauf der Umwandlung]

Tabelle 1 gibt einen Überblick über die aktuell zur Verfügung stehende Software.

Tabelle 1: Diese Tabelle zeigt verschiedene Notensatzprogramme, die Griffschrift unterstützen.

Software	Typ	Kosten etwa	Veröffent-licht	Über- setzung zu GS	Rück- über- setzung
capella	Plugin	200 €	2004	ja	?
tocatta	eingebaut	150 €	vermutl. 2003 oder früher	ja, ab Versi- on 2 (2008)	ja
MuseScore (Plug- in: Griffschrift)	Plugin	0 €	ca. 2015	nein	ja
MIDI- Connections Score	eingebaut	265 €	2016 oder frü- her	ja	ja
FORTE 10	eingebaut	200 €	2018	ja	ja
MuseScore (Plug- in: Nn2GS)	Plugin	aktuell 0 €	2021	ja	ja
PriMus 2 (noch nicht veröffent- licht)	eingebaut	vermutl. ab 90 €	noch nicht	ja	ja

In meiner Seminararbeit [Schöttl, 2021a] habe ich 2021 verschiedene Darstellungsarten von Griffschriftnoten nach Lesbarkeit und Gefälligkeit analysiert. Durch eine Umfrage mit über 100 Teilnahmen flossen dabei auch die Meinungen von Griffschriftnutzern ein.

Der Artikel „Griffschrift“ erschien 2022 im Magazin „diatonisch – Magazin für Wechseltö-niges“ [Steinkellner, 2022]. Der Autor nennt darin u. a. drei „Fehler der Diskantnotation“, welche eigentlich keine Fehler sondern Varianten von Griffschrift sind (vgl. [Schöttl, 2021a]). Der Abschnitt formuliert damit jedoch eine „Best Practice“ für die Notation von Griffschrift,

die ich 2021 bereits im MuseScore-Plugin als voreingestellte Griffschriftvariante so umgesetzt habe. Diese Punkte wurden auch in meiner Seminararbeit besprochen.

1.2.2 Meine Software zur Griffschriftübersetzung

Eine Umsetzung der Griffschriftübersetzung habe ich beginnend im November 2020 unter dem Projektnamen Nn2GS⁵ selbst entwickelt. Im Januar 2021 wurde die erste funktionsfähige Version als Plugin für das Notensatzprogramm MuseScore 3 veröffentlicht.⁶ Die Ergebnisse meiner Seminararbeit [Schöttl, 2021a] beeinflussten die Entwicklung der Software. Als Programmiersprachen kamen v. a. Haskell und JavaScript zum Einsatz.

1.2.3 Weitere Möglichkeiten zur Eingabe von Griffschrift

Es ist zu erwähnen, dass manche Personen, die Griffschrift am Computer schreiben, ganz ohne Griffschriftübersetzung auskommen. Es gibt für die Steirische Harmonika MIDI-Tastaturen und MIDI-Instrumente. Diese kann man mit Notensatzprogrammen verbinden und so Normalnotation und bei manchen Programmen auch direkt Griffschrift eingeben. Beispiele für MIDI-Tastaturen sind:

- Die Ziachtastatur von Anton Wolpertinger⁷, an deren Software ich mitgearbeitet habe. Diese ist noch nicht serienmäßig verfügbar. Erfolgreich getestet wurde sie bereits mit MuseScore 3.6 zur Eingabe von Griffschrift sowie Normalnotation.
- Diatonische MIDI-Tastatur von Hubert Koch⁸. Diese ist mit der Notationssoftware Finale kompatibel und kann ebenfalls zur Eingabe von Griffschrift oder Normalnotation verwendet werden.

1.3 Zielsetzung dieser Arbeit

Das übergeordnete Ziel ist, die Übersetzung zwischen Normalnotation und Griffschrift zu erforschen und eine Softwarelösung zu schaffen, die hochwertige Übersetzungsergebnisse liefern kann.

⁵Nn2GS steht für „Normalnotation zu Griffschrift“, wobei die „2“ für „to“ steht, angelehnt an die Namenskonvention für Konvertierungs-Tools unter GNU/Linux.

⁶<https://musescore.org/en/node/315330>, abgerufen 2022-07-25

⁷<https://ziach.intensovet.de/nn2gs#ziachtastatur>, abgerufen 2022-07-31

⁸<http://www.midi-tastatur.de/>, abgerufen 2022-07-31

Ziel dieser schriftlichen Arbeit ist, wichtige Problemstellungen und Entscheidungen bei der Implementierung der Softwarelösung zu erörtern und deren Umsetzung zu dokumentieren. Außerdem soll die Übersetzungsqualität fundiert validiert und bewertet werden.

2 Ebenen der Problemstellung

Das Thema „Automatische Übersetzung zwischen Normalnoten und Griffschrift“ ist umfangreich und kann in mehrere Ebenen unterteilt werden.

Jede dieser Ebenen kann als Teilproblem gesehen werden und kann auf unterschiedliche Arten gelöst werden. Für die Problemstellung dieser Arbeit müssen alle Ebenen analysiert werden und grundsätzliche Entscheidungen getroffen werden. In der Informatik spricht man davon, Entscheidungen zu Softwarearchitektur und Softwaredesign zu treffen.

Im Folgenden werden die Ebenen identifiziert und unterschiedliche Lösungsansätze diskutiert. Die Erörterung beginnt mit abstrakten, übergeordneten Ebenen und endet mit konkreteren, kleinteiligeren Fragen.

2.1 Notationssoftware und Plugin-System

Ziel ist eine Softwarelösung – aber was bedeutet das konkret? Eine neue, spezialisierte Notationssoftware wäre denkbar. Besser scheint aber ein Anknüpfen an bestehende Software wie Sibelius, Finale, Dorico, MuseScore etc.. Vorteile dieses Ansatzes sind:

1. Menschen, die bereits diese Programme nutzen müssen nicht auf ein neues Programm umsteigen und können existierende Partitur-Dateien direkt verwenden.
2. Alle Basisfunktionen zur Notenbearbeitung sind in diesen Programmen bereits umgesetzt.

Um also eine Übersetzungsfunktion für Griffschrift in bestehende Software einzubauen gibt es zwei Möglichkeiten.

2.1.1 Anpassung der Notationssoftware selbst

Zum einen könnte der Quellcode des Programms angepasst und um entsprechende Funktionen erweitert werden. Voraussetzung dafür ist, dass die Software als Open-Source-Projekt

entwickelt wird, also der Quellcode frei zugänglich ist und Beiträge von externen Entwicklern akzeptiert werden.

Die meisten Notensatzprogramme sind kommerziell und nicht Open Source. Eine der wenigen Ausnahme ist das kostenlose MuseScore. Doch auch bei Open-Source-Projekten gibt es keine Garantie, dass eine neu entwickelte Funktion Einzug in die offizielle Version der Software findet. Oft gibt es hohe Anforderungen an Qualität, Nutzen und Vollständigkeit einer neuen Funktion. Und auch wenn eine neue Funktion akzeptiert wird kann es Monate dauern bis sie tatsächlich für Anwender zur Verfügung steht. Zum Beispiel liegen zwischen der Veröffentlichung von MuseScore Version 3.5 und 3.6 fünf Monate.⁹

Durch Anpassungen im Quellcode der Notationssoftware ist theoretisch eine perfekte Integration der Übersetzung möglich. Dem gegenüber steht aber die Beschränkung auf Open-Source-Projekte, die teilweise hohen Anforderungen an Beiträge zu diesen Projekten und ein hoher Einarbeitungsaufwand in die Software.

2.1.2 Plugin-Systeme

Zum anderen bieten viele Notationsprogramme durch Plugin-Systeme eine Möglichkeit, Erweiterungen in die Software zu integrieren, ohne dafür den Quellcode kennen oder ändern zu müssen. Dabei stellt die Software dem Plugin bestimmte Funktionen bereit, die das Plugin aufrufen und nutzen kann (sog. Plugin API). So kann das Plugin den Funktionsumfang der Software erweitern.

Die Idee von Plugins findet man z. B. auch in Webbrowsern (Werbeblocker, Download- oder Übersetzungs-Tools) oder im CMS¹⁰ WordPress (Plugins für Webseitenoptimierung, Formulare, Bildergalerien).

Tatsächlich haben die meisten Notationssysteme Plugin-Systeme, die unter anderem das programmierte Auslesen und Ändern von Noten in der Partitur ermöglichen.

Allerdings – genauso wie Notationsprogramme selbst in unterschiedlichen Programmiersprachen geschrieben sind – gibt auch jede Software mit Plugin-System fest vor, in welcher Programmiersprache die Plugins erstellt werden müssen.¹¹ Tabelle 2 zeigt einige Notations-

⁹<https://github.com/musescore/MuseScore/releases>

¹⁰Content-Management-System, System zur Verwaltung von Webseiten, Homepages, etc.

¹¹Es gibt Ausnahmen, Plugin-Systeme, die die Programmiersprache nicht vorgeben. Bei Notationssystemen

systeme mit Plugin-System und die vorgegebene Programmiersprache für Plugins.

Tabelle 2: Eine Liste von aktuellen Notensatzprogrammen mit Informationen zum jeweils eingesetzten Plugin-System.

Notationssystem	Programmiersprache	Plugin-System	Standardisierte Sprache
Capella	Python		ja
Dorico	Lua		ja
Finale	FinaleScript		nein
MuseScore	QML / JavaScript		ja
Sibelius	ManuScript		nein

Auch wenn für die Integration der Übersetzung via Plugin eventuell eine neue Programmiersprache gelernt werden muss, überwiegen doch die Vorteile. Die Plugin-Systeme sind genau für solche Anwendungsbereiche entwickelt und bieten einen einfachen, vorgegebenen Weg um neue Funktionalität in ein Notensatzsystem zu integrieren. Außerdem können Plugins leichter an die Benutzer verteilt und aktualisiert werden, da sie nicht an die Versionen der eigentlichen Software gebunden sind.

2.2 Plattform und Architektur

Plattform und Architektur sind Begriffe aus der Informatik. Sie definieren die Grundlagen auf denen das komplette System zur Übersetzung von Griffschrift basiert.

Die Plattform bezeichnet die Art des Systems, auf dem ein Programm läuft. Dies kann z. B. ein normaler Computer, ein Tablet, ein Smartphone oder „die Cloud“ sein. Letzteres bedeutet, dass das Programm auf einem nicht näher definierten Server im Internet läuft und die Benutzer über eine Internetverbindung verfügen müssen, um das Programm nutzen zu können. Gleichzeitig kann der Begriff Plattform aber auch das Betriebssystem bezeichnen (z. B. Windows, Mac, Linux oder Android) oder das Plugin-System, in dem das Programm am Ende läuft (siehe Abschnitt 2.1.2).

Die Architektur im Sinne der Informatik beschreibt die Software aus der Vogelperspektive und definiert die Teilkomponenten und wie diese zusammenspielen.

ist mir jedoch kein solches Beispiel bekannt.

Die Entscheidung für eine Plattform ist eng verbunden mit Zielgruppe, der das Übersetzungsprogramm zugänglich gemacht werden soll. Die Zielgruppe sind vor allem Spieler der Steirischen Harmonika und Herausgeber von (Volksmusik-)Noten für Harmonika – also hauptsächlich Personen aus der „Volksmusik-Szene“. Eine informelle Umfrage ergab, dass v. a. folgende Software eingesetzt wird:¹² MuseScore (6 Nutzer), Sibelius (6), Finale (1).

Anhand der Zahlen aus der Umfrage zum eingesetzten Notensatzprogramm ist es nicht einfach, sich auf eine Plattform festzulegen. Der Zielgruppe wäre am besten gedient, wenn mehrere Notensatzsysteme unterstützt wären. Also stellt sich die Frage, ob und wie bestimmte Programmteile der Übersetzungssoftware von verschiedenen Plattformen genutzt werden können. Sodass also die Übersetzungslogik nicht dreimal komplett in unterschiedlichen Programmiersprachen geschrieben werden muss, für MuseScore, Sibelius und Finale.

Diese Überlegungen führen zu einer Architektur in der auch die Plattform *Cloud* eine Rolle spielt: Anstatt die Übersetzungslogik mehrfach für unterschiedliche Notensatzsysteme zu programmieren, kann sie als „Übersetzungs-Service“ in die Cloud verlagert werden. Dadurch müssten die Übersetzungs-Plugins nur noch die Notensymbole ändern, die Übersetzung würde dagegen auf einem Server im Internet stattfinden.

Dieser Cloud-Ansatz hätte für den Entwickler einige Vorteile:

1. Zentrale Aktualisierungen bei Verbesserungen in der Übersetzungslogik. Nutzer müssen dazu nicht ihr Plugin aktualisieren oder neu installieren.
2. Der komplexe Teil des Programms, nämlich die Übersetzung, muss nur ein einziges mal in einer frei wählbaren Programmiersprache geschrieben werden. Auch die Zahl der notwendigen Softwaretests reduziert sich dadurch stark.
3. Durch den zentralen Ansatz kann die Benutzung der Kernfunktionalität durch Lizenzvergabe eingeschränkt werden. So ist es möglich ab einem bestimmten Entwicklungsstadium auf eine kommerzielle Nutzung umzuschwenken.

¹²Umfrage unter Studierenden und Alumni des Studiengangs Volksmusik an der Hochschule für Musik und Theater München (2022-05-01).

2.3 Vorgehensweise bei der Übersetzung

Die automatische Übersetzung zwischen Griffschrift und Normalnotation kann grundsätzlich auf mindestens zwei Arten erfolgen:

- Übersetzung durch einen *Algorithmus*, also programmierte Anweisungen, die exakt festlegen, wie bei der Übersetzung vorgegangen wird. Vereinfacht könnte dies so aussehen: 1) Note auslesen, 2) nachschlagen, wo dieser Ton auf der Tastatur der Harmonika liegt, 3) die entsprechende Griffschrift für diese Taste berechnen, 4) die ursprüngliche Note durch das Griffschriftsymbol ersetzen.
- Übersetzung durch *Künstliche Intelligenz* (KI). Was nach einem Buzzword klingt, erzielt sehr gute Ergebnisse beim Übersetzen von menschlichen Sprachen, sowohl bei der Übersetzung zwischen Sprachen als auch bei Text-to-Speech und Speech-to-Text. Einfach erklärt, entspräche eine KI-Lösung am ehesten dem, wie ein erfahrener Spieler eine Melodie auf der Harmonika spielen und greifen würde, also die Übersetzung nach Intuition. Ein KI-Ansatz erfordert sehr viele, gute Übersetzungsbeispiele bzw. Feedback zu den Übersetzungsergebnissen. Nur anhand vieler solcher Daten kann eine KI „lernen“ und am Ende gute Ergebnisse produzieren.

Für den Vergleich der beiden Ansätze, ist es wichtig zu wissen, dass es oft mehrere richtige Möglichkeiten gibt, Noten in Griffschrift zu übersetzen. Die Schwierigkeit der Übersetzung ist also die Mehrdeutigkeit.¹³ Ziel ist es, die beste Übersetzungsmöglichkeit auszuwählen und dabei kommt es auf den Kontext an.

Der KI-Ansatz scheint auf den ersten Blick vielversprechend, da eine KI gerade dann herausragende Ergebnisse liefern kann, wenn ein Mensch nicht sagen kann, warum oder unter welchen genauen Umständen er sich für eine bestimmte Übersetzung entscheiden würde. Um dagegen einen Algorithmus einzusetzen, müssen die Gründe für die Übersetzungsentscheidung bekannt sein. Dafür gibt es „Faustregeln“ aber auch viele Ausnahmen und Sonderfälle.

Wie bereits erwähnt, werden für eine KI sehr viele Übersetzungsbeispiele in hoher Qualität benötigt, sogenannte Lerndaten. Es müssten also Noten digital vorliegen, sowohl in Normal-

¹³Das Problem der Mehrdeutigkeit ist auch bei der Übersetzung von Sprachen ein wichtiges Thema. Stichwörter hierzu sind „ambiguity in linguistics and translation“.

noten als auch in äquivalenter Griffschrift. Zusätzlich könnte durch (Benutzer-)Feedback zu den Übersetzungsergebnissen die KI weiter verbessert werden.

Die vorgenannten Anforderungen für die KI-Lösung sind meiner Einschätzung nach aktuell unrealistisch:

1. Woher bekomme ich die notwendige Menge an Übersetzungsbeispiele? Theoretisch von kooperierenden Notenverlagen oder Privatpersonen. Dass mir Verlage ihr Rohmaterial überlassen halte ich für unrealistisch. Das Einlesen und Analysieren der verschiedenen Dateiformate wäre außerdem ein sehr großer Arbeitsaufwand.
2. Es müsste sichergestellt werden, dass die Normalnoten und Griffschrift wirklich exakt zusammenpassen.
3. Die Qualität ist nicht automatisch gegeben, auch wenn die Noten von Verlagen veröffentlicht wurden.
4. Die benötigte Vielfalt an Beispielen und Musikgenres ist bei vielen Verlagen nicht gegeben.
5. Die selben Noten werden von Notensetzern teils unterschiedlich übersetzt. Das bedeutet, dass die Übersetzungsbeispiele selbst innerhalb eines Verlages möglicherweise nicht konsistent sind.
6. Welche Übersetzungen sind überhaupt „ideal“ übersetzt, sodass sie als Lerndaten verwendet werden sollen? Das ist zum Teil auch eine subjektive Entscheidung.
7. Feedback durch Benutzer widerspricht möglicherweise den existierenden Übersetzungsbeispielen.

2.4 Bedienkonzept bei der Übersetzung

Wie soll die Übersetzung von Noten für die Benutzer ablaufen? Hierbei kommt es auch auf die Übersetzungsrichtung an, grundsätzlich gibt es aber zwei Möglichkeiten:

1. Das Stück wird vollautomatisch komplett übersetzt.
2. Noten oder Takte werden interaktiv von den Benutzern ausgewählt und dann automatisch übersetzt.

Die Übersetzung von Griffsschrift zu Normalnoten ist eindeutig, d. h. es gibt genau ein korrektes Übersetzungsergebnis. Hierfür wäre die 1. Methode wünschenswert. In der Praxis kann es aber Probleme geben wenn z. B. Zug- und Druckstellen in der Griffsschrift vom Programm nicht unterschieden werden können oder die Menge der zu übersetzenden Noten ein Limit überschreitet.

Die Übersetzung von Normalnoten zu Griffsschrift ist mehrdeutig, d. h. es gibt in der Regel mehrere korrekte Ergebnisse.

Bei einer vollautomatischen, kompletten Übersetzung (wie bei der 1. Methode) müsste das Programm bewerten, welche Passagen auf Zug bzw. auf Druck gespielt werden sollen. Hier liegt bereits wieder eine Mehrdeutigkeit vor, weil häufig beide Balgrichtungen funktionieren. Um die passendere Balgrichtung zu ermitteln, müsste das Stück stufentheoretisch oder funktionstheoretisch analysiert werden, was zu weiteren Mehrdeutigkeiten führen kann und bei etwas komplexerer Musik oder einstimmigen Melodien zumindest schwierig wird.

Alternativ zur einer musiktheoretischen Analyse könnte die Software die Balgrichtung aus Akkordsymbolen oder der Bassnotation „erraten“, falls diese gegeben sind. Dies wird so umgesetzt bei capella und FORTE, siehe Abschnitt 1.2. Aber auch bei diesem Ansatz wird selbst bei einfachen Stücken oft nicht die optimale Übersetzung gefunden. Bei komplexeren Stücken wird dieser Ansatz in der Umsetzung sehr schwierig, da es v. a. bei Harmonien, die über I. und V. Stufe hinausgehen, von vielen weiteren Faktoren abhängt, ob besser auf Zug oder Druck gespielt wird. Zu nennen wären neben dem Kontext, in dem die Noten stehen, vor allem die aktuelle Tonart und das Instrument. Aus der Kombination von Tonart und Instrument ergeben sich eine Reihe weiterer Einschränkungen. Das Übersetzungsergebnis würde zwangsläufig einiges an Nacharbeit am Übersetzungsergebnis erfordern.

Der interaktive Ansatz (2. Methode) fordert von den Benutzern ein gewisses Grundverständnis des Instruments. Unter Beachtung einiger Faustregeln [Schöttl, 2022] muss er aber nicht einmal die Steirische Harmonika spielen können, um gute Ergebnisse zu produzieren.

Für fortgeschrittene Nutzer ist der 2., interaktive Ansatz sogar wünschenswert, weil dieser genaue Kontrolle darüber erlaubt, welche Stellen in welcher Balgrichtung gespielt und wie Mehrdeutigkeiten aufgelöst werden.

3 Dokumentation der Umsetzung

3.1 Oberfläche und Bedienung des Programms

3.1.1 Plugin für MuseScore

Die aktuell wichtigste Benutzeroberfläche von Nn2GS ist das MuseScore-Plugin. Sobald das Plugin installiert und aktiviert ist¹⁴, kann es in MuseScore über das Menü *Plugins* → *Griffschrift (Nn2GS)* gestartet werden. Es öffnet sich dann standardmäßig in der linken Sidebar unterhalb der *Paletten*.

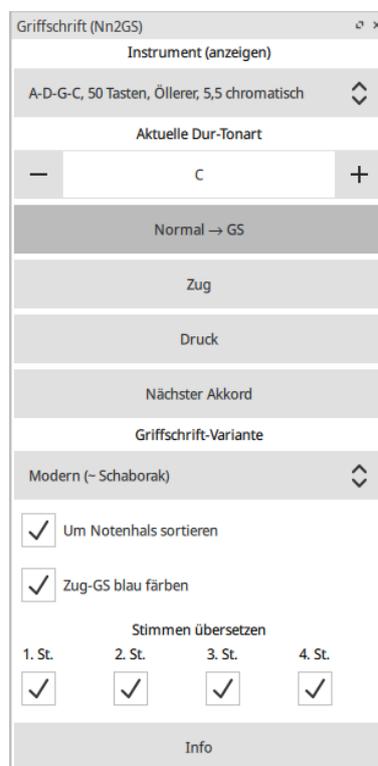


Abbildung 6: Benutzeroberfläche des Plugins in der Sidebar von MuseScore.

Bevor man beginnt Noten/Griffschrift zu übersetzen müssen zwingend drei Schritte beachtet werden (Abbildung 7). Die Einstellungsmöglichkeiten dafür sind im Plugin in dieser Reihenfolge von oben beginnend entsprechend angeordnet:

1. **Das richtige Instrument auswählen.** Durch einen Klick auf die Beschriftung *Instrument (anzeigen)* kann man sich genauere Informationen zum ausgewählte Instrument

¹⁴Plugin-Homepage, Download und Installationsanleitung: <https://musescore.org/en/project/n2gs-normalnoten-zu-griffschrift-fur-steirische-harmonika>

auf der Webseite von Nn2GS ansehen. Je nach Instrument müssen die Noten eventuell noch in eine passende Tonart transponiert werden.

2. **Die richtige Tonart einstellen.** Dies ist wichtig für die Übersetzung zu Griffschrift. Mit Klick auf die Beschriftung *Aktuelle Dur-Tonart* wählt das Plugin die Tonart automatisch anhand Tonart in der die Partitur steht. Wenn ein Teil oder eine Passage in einer anderen Tonart steht, muss diese manuell geändert werden.
3. **Übersetzungsrichtung wählen.** Durch Klick auf den Button *Normal* → *GS* schaltet das Plugin durch zwischen „Normalnotation zu Griffschrift“, „Griffschrift-Alternativen“ und „Griffschrift zu Normalnotation“.

Sobald diese Grundeinstellungen getroffen sind, können die markierten Noten durch Klick auf *Zug* oder *Druck* übersetzt werden (Abbildung 8). *Zug* und *Druck* bezeichnen dabei die Balgrichtung mit der Noten auf dem Instrument gespielt werden.

Bei der Rückwärtsübersetzung von Griffschrift zu Normalnotation und dem Durchschalten von Griffschrift-Alternativen ist wichtig, dass auf den richtigen Button geklickt wird. Wenn Griffschriftnoten auf *Zug* stehen (vom Plugin blau eingefärbt) muss zuerst auf *Zug* geklickt werden. Wenn die Griffschriftnoten auf *Druck* stehen (Unterstreichung durch Druckbalken) muss zuerst auf *Druck* geklickt werden. Andernfalls findet die Rückübersetzung unter falscher Balgrichtung statt und liefert unsinnige Ergebnisse.

Solange bei der Übersetzung nach Griffschrift oder beim Durchschalten der Griffschrift-Alternativen die gleichen Noten markiert bleiben, kann durch weitere Klicks auf *Zug* oder *Druck* sowohl zwischen der Balgrichtung als auch zwischen den Alternativen beliebig oft gewechselt werden.

Weitere Funktionen des Plugins sind:

- Die gewünschte Griffschriftvariante kann ausgewählt werden. Diese Einstellung wird dann bei der Erzeugung von Griffschrift beachtet.
- Notenköpfe der Griffschrift werden standardmäßig je nach Position der Tasten links oder rechts um den Notenhals angeordnet. Dies kann auch deaktiviert werden und stattdessen die Standardanordnung von Notenköpfen verwendet werden.
- Griffschrift, die auf *Zug* gespielt wird, wird standardmäßig blau gefärbt, damit sie auch

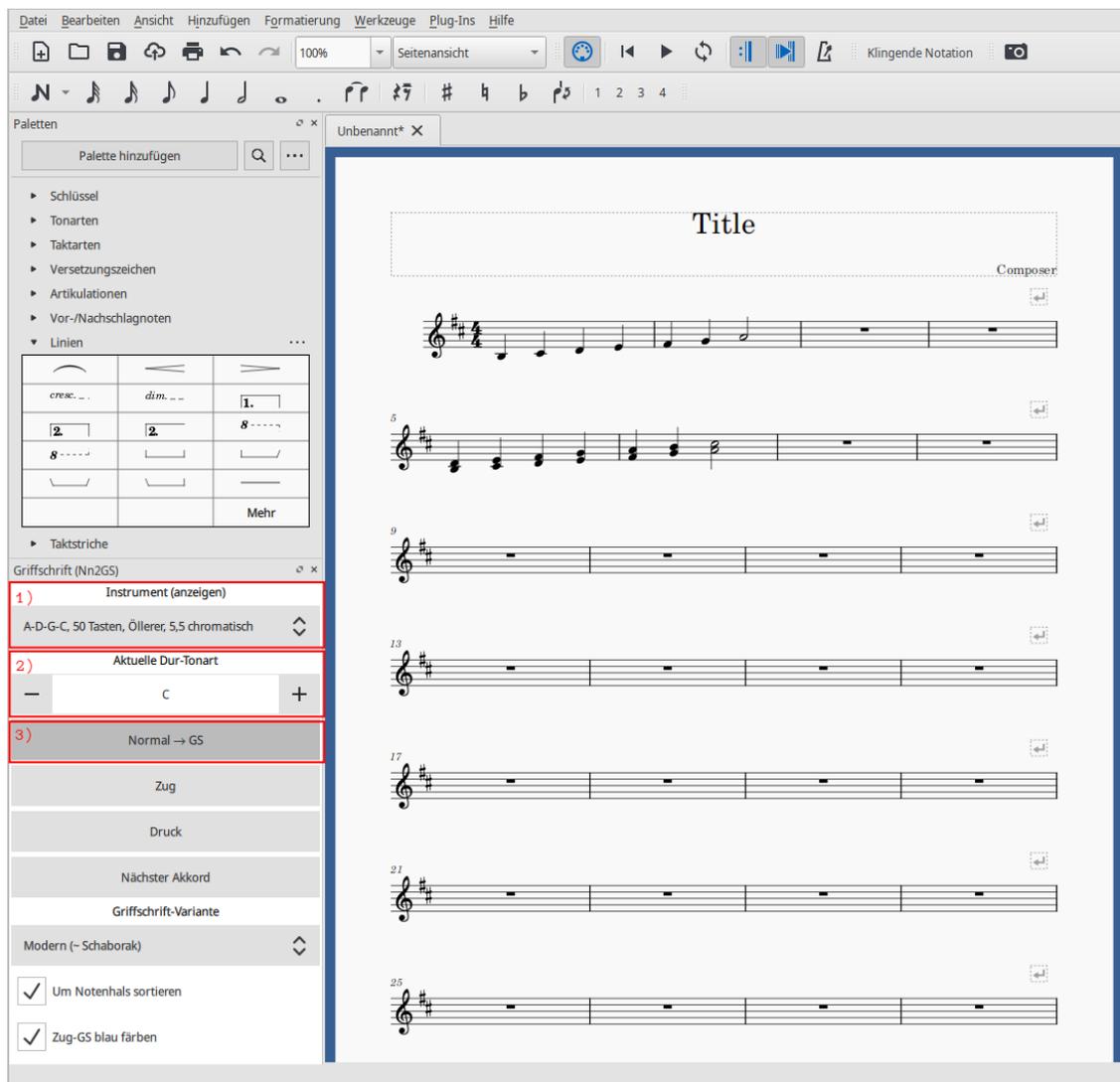


Abbildung 7: Der Screenshot zeigt das geöffnete Plugin und ein Notenbeispiel im Violinschlüssel, das im nächsten Schritt nach Griffchrift übersetzt wird. Vorher müssen die Parameter Instrument, Tonart und Übersetzungsrichtung eingestellt werden.

The screenshot shows a music notation software interface. On the left, there is a sidebar with various tool palettes. The 'Linien' palette is expanded, showing a grid of symbols. Below it, the 'Griffschrift (Nn2GS)' section is visible, with buttons for 'Zug' and 'Druck' highlighted in red. The main workspace shows a score with six staves. The first staff has a title box and a composer field. The second staff shows musical notation with a blue box around a chord and the text '1. Takt(e) markieren' below it. The third staff has the text '2. Übersetzen in Balgrichtung Zug oder Druck' below it. The bottom status bar shows 'Bereichsauswahl Anfangstakt: 6; Anfangsschlag: 1 Endtakt: 6; Endschlag: 3'.

Abbildung 8: Die Noten wurden nun durch Klick auf die Buttons *Zug* und *Druck* nach Griffschrift übersetzt: Takt 1 und 5 auf Druck (schwarze Noten), Takt 2 und 6 auf Zug (blaue Noten), wobei Takt 6 noch markiert ist.

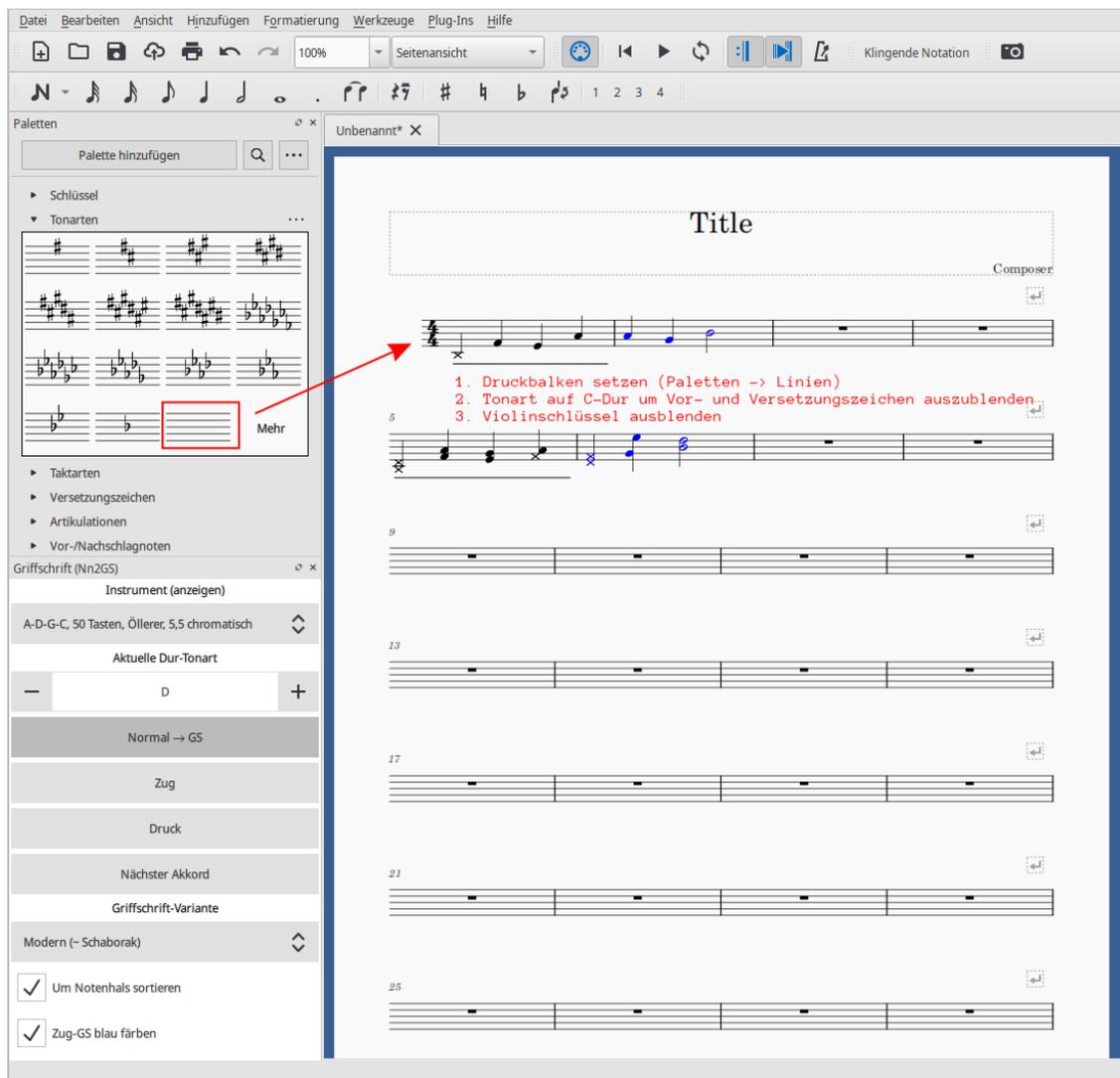


Abbildung 9: Zuletzt müssen die Druckbalken (*Paletten* → *Linien*) gesetzt werden, der Violinschlüssel für das Notensystem ausgeblendet werden und die Tonart auf C-Dur geändert werden, damit in der Griffschrift keine Vor- und Versetzungszeichen mehr angezeigt werden.

dann unterscheidbar ist, wenn noch kein Druckbalken gesetzt ist. Diese Einstellung kann auch deaktiviert werden. Mit dem Entfernen des Häkchens werden auch alle bereits blau gefärbten Noten wieder schwarz gefärbt.

- Es kann ausgewählt werden, welche Stimmen innerhalb eines Systems übersetzt werden sollen. In der Volksmusik ist die Harmonikastimme selten polyphon; die Noten werden überwiegend in Akkordschreibweise notiert. Seltener kommen zwei oder sogar mehr polyphone Stimmen innerhalb des Systems vor. Es kann ausgewählt werden, ob alle diese Stimmen übersetzt werden sollen. Teilweise wird eine unsichtbare vierte Stimme mit Liedtext verwendet um den Bass zu notieren. Diese Stimme sollte dann von der Übersetzung ausgenommen werden.
- Das Plugin hat fest eingebaute Tastaturkürzel für eine schnellere Bedienung.

Notenbeispiele und Griffschrift, die mit dem Plugin übersetzt wurden befinden sich im Anhang. Eine detaillierte Beschreibung der Funktionen und weitere Hinweise für Anwender findet sich im Handbuch [Schöttl, 2022].

3.1.2 Webseite

Die Webseite – aktuell <https://ziach.intensovet.de/> – stellt die Programmoberfläche des Übersetzungs-Services Nn2GS dar. Sie ist einerseits eine Demo des Übersetzungsprogramms aber hat auch den Zweck,

1. den Aufbau der Diatonischen Harmonika und ähnlicher Tasteninstrumente zu erklären.
2. Akkorde und deren Griffweisen darzustellen, auf der Tastatur, als Normalnoten und als Griffschrift.
3. das Tastenschema für verschiedene Instrumente darzustellen, auf Zug oder Druck, mit Kreuz- oder b-Halbtonnamen, stehend oder liegend, wahlweise gespiegelt. [Schöttl, 2021b, Abschnitt „Was ist das?“]

Im oberen Bereich (Abbildung 10) wird für das ausgewählte Instrument die Tastenanordnung angezeigt, wahlweise auf Zug oder Druck. Die Tasten können durch Anklicken „gedrückt“ werden. Entsprechend werden für den Akkord dann Noten im Violinschlüssel und die zugehörige Griffschrift angezeigt. Die verschiedenen Griffweisen sind sortiert und durchnummeriert

wobei die Griffweise mit der Nummer 1 die ist, die vom Programm als die beste angesehen wird. Die für die Übersetzung notwendigen Parameter Instrument, Tonart und Balgrichtung können unterhalb eingestellt werden.

ADGC50 auf Druck (auf Zug wechseln)

1,2 Die Fußnoten beziehen sich auf die möglichen Griffweisen, siehe Noten und Griffschrift.

[Textdarstellung JSON \(?\)](#) [Download VMPK-Tastenbelegung \(Druck\): QWERTZ QWERTY NEO \(?\)](#)

Noten und Griffschrift

Textdarstellung (LilyPond -Code)

Akkord-Analyse

Klaviatur, Erklärung und Deutung des Akkords [auf musikanalyse.net öffnen](#).

Hinweis: Töne, die auf der Mini-Klaviatur nicht vorhanden sind, werden entsprechend oktaviert.

Griffweisen in Jakobs Griffschrift

```

•      •
•
      •
      o
      o
4 o  o 5 o
- - - - -
2 1  3 2 1

```

Abbildung 10: Die interaktive Webseite zeigt die Diskantbelegungen verschiedener Instrumente, mögliche Griffweisen von Akkorden und eine Darstellung in Noten und Griffschrift.

Außerdem finden sich auf der Seite häufige Fragen und Antworten und eine kurze Dokumentation der API (vgl. Abschnitt 3.2), die Entwickler von Übersetzungs-Plugins als Referenz verwenden können.

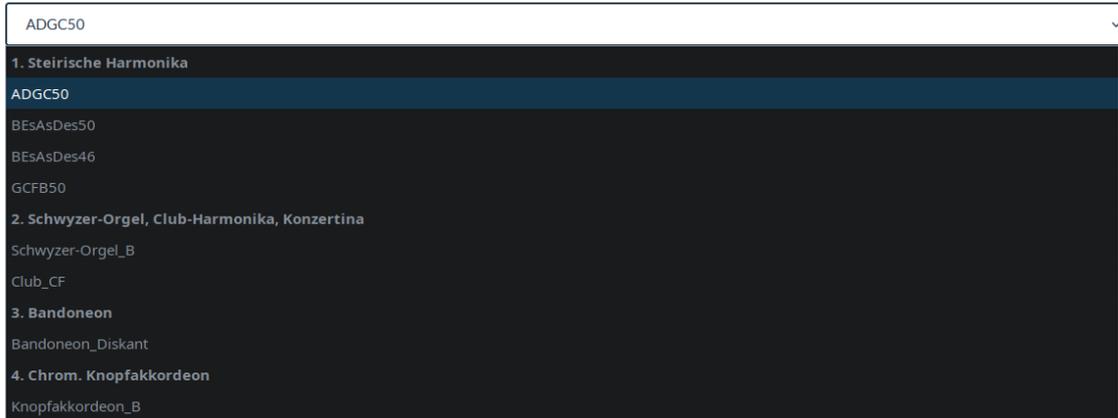


Abbildung 11: Für die Griffschriftübersetzung sind aktuell die im Bild gezeigten Instrumente definiert. Griffschrift für Bandoneon und chromatisches Knopfakordeon ist nicht gebräuchlich und auch nicht vollständig definiert, da diese Instrumente mehr als vier Knopfreiheiten besitzen. Hierbei ging es eher um die Darstellung der Diskantseite zu Lernzwecken, nicht um die Übersetzung. Weitere Instrumente können hinzugefügt werden, allerdings aktuell nicht von Benutzern.

3.2 Softwarearchitektur

Die eigentliche Übersetzung findet nicht im MuseScore-Plugin statt sondern durch einen Webservice in der Cloud. Die Vorteile dieser Lösung wurden in Abschnitt 2.2 besprochen. Der Webservice wird über eine standardisierte Schnittstelle angesprochen, eine sogenannte REST-API über das Protokoll HTTP. Das bedeutet, dass eine andere Software mit dem Webservice Kontakt aufnehmen und Übersetzungsergebnisse anfordern kann. Dies geschieht auf eine ganz ähnliche Weise wie ein Webbrowser (z. B. Firefox oder Chrome) eine Webseite aufruft: Der Browser schickt den angefragten Internetlink (URL) zu einem Server und erhält als Antwort die Webseite zurück – oder eben die Übersetzungsergebnisse. Der Webservice zur Übersetzung ist somit das Herzstück der Griffschriftübersetzung. Dieser Teil der Software wurde in der Funktionalen Programmiersprache Haskell geschrieben.

Das MuseScore-Plugin¹⁵ ist derzeit die einzige mir bekannte Software, die den Übersetzungs-Webservice nutzt. Die Programmiersprache für das Plugin ist QML und ist durch das Plugin-System von MuseScore vorgegeben. QML ist eine Mischung aus den Sprachen JavaScript und JSON. Tatsächlich wurde jedoch der größte Teil in einer neueren Version von JavaScript geschrieben, nämlich JavaScript ES5. Dieser Quellcode wird durch ein Computerprogramm

¹⁵<https://musescore.org/en/project/nm2gs-normalnoten-zu-griffschrift-fur-steirische-harmonika>, abgerufen 2022-07-31

zu gültigem QML umgewandelt.

Die Aufgaben des Plugins sind im Wesentlichen:

- Eine Anzeige einer Programmoberfläche zur Bedienung durch die Benutzer.
- Eine Möglichkeit zum Einstellen der für die Übersetzung notwendigen Parameter (Instrument, aktuelle Tonart und Übersetzungsrichtung).
- Senden einer Übersetzungsanfrage an den Webservice.
- Ändern der Noten anhand des Übersetzungsergebnisses, damit aus Normalnotation Griffschrift wird und umgekehrt.

Der Quellcode des MuseScore-Plugins ist auf GitHub unter der GPL-Lizenz frei verfügbar.¹⁶ Möchte man eine Griffschriftübersetzung in einem anderen Notensatzprogramm implementieren, könnte man sich daran orientieren. Allerdings müsste dieser Teil des Quellcodes wahrscheinlich in einer anderen Programmiersprache neu geschrieben werden, da andere Notensatzprogramme meist andere Programmiersprachen für Plugins erfordern (vgl. Tabelle 2).

Wie die Schnittstelle zwischen Plugin und Webservice genau funktioniert ist in [Schöttl, 2021b] unter „API zur Übersetzung Normalnotation/Griffschrift“ genauer erklärt.

3.3 Algorithmus zur Übersetzung

Das eigentliche Programm zum Übersetzen von Normalnotation zu Griffschrift und umgekehrt läuft komplett im Webservice, nicht im Plugin (vgl. Abschnitt 3.2). Ich habe mich für eine algorithmische Lösung anstatt einer Künstlichen Intelligenz entschieden. Die Gründe dafür wurden in Abschnitt 2.3 dargelegt.

Um den Algorithmus zu verstehen sollte man sich vergegenwärtigen, dass ein zu übersetzender Ton zu mehreren möglichen korrekten Griffschriftsymbolen führen kann, weil mehrere Tasten diesen Ton erzeugen. Als Beispiel (vgl. Abbildung 4):

- Ein es^2 findet man auf einer B-Es-As-Des Harmonika auf Zug auf drei verschiedenen Tasten. Für das es^2 gibt es also allein auf Zug drei mögliche Griffschriften.

¹⁶<https://github.com/schoettl/nn2gs-plugin-musescore>, abgerufen 2022-07-31

- Dazu die große Terz, ein g^2 findet man auf der selben Harmonika auf Zug unter auf zwei Tasten. Für diesen Ton gibt es also zwei mögliche Griffsschriften.
- Der Akkord aus es^2 und g^2 kann also auf Zug auf $3 \cdot 2 = 6$ verschiedene Möglichkeiten gespielt werden, d. h. für diesen Akkord gibt es sechs verschieden korrekte Griffsschriften.

Das Nachschlagen, welche Tasten einen Ton erzeugen ist der einfache Teil. Schwieriger ist das Bewerten, welche Taste verwendet werden soll. Erst nach dieser Entscheidung kann die Erzeugung der passenden Griffsschrift erfolgen.

Die Funktionsweise des Algorithmus zur Übersetzung von Normalnotation zu Griffsschrift wird in [Schöttl, 2021b, FAQ / „Wie funktioniert diese Software?“] passend zusammengefasst:

Nn2GS hat eine Liste von Instrumenten (nicht nur Steirische Harmonikas) eingespeichert. Für jedes Instrument ist unter anderem die Tastenanordnung und Zuordnung von Tasten zu Tönen auf Zug und Druck hinterlegt – das sogenannte Mapping. Das Übersetzen eines Akkords (oder eines einzelnen Tons) von normalen Noten nach Griffsschrift funktioniert folgendermaßen:

1. Anhand des Mappings werden alle möglichen Kombination berechnet, wie ein Akkord auf dem Instrument gespielt werden kann (sog. Griffweisen).
2. Die Griffweisen (alle ergeben den gleichen Akkord) werden nach ihrer Güte sortiert. In das Ranking fließen folgende Parameter ein:
 - Möglichst viele Tasten des Akkords sollten in einer Reihe liegen.
 - Zudem sollten die Tasten über möglichst wenige, nah beieinanderliegende Reihen verteilt sein.
 - Die Nähe zur „Hauptreihe“ (je nach aktueller Tonart).
 - Berechneter, physikalischer Abstand der Tasten voneinander.
3. Die alternativen Griffweisen werden zu Griffsschriftsymbolen umgewandelt, also normale Notenköpfe oder Kreuznotenköpfe, die keine Töne sondern die Position der Taste angeben. Die Notenköpfe eines Akkords werden optional

links und rechts vom Hals platziert je nachdem wie die Tasten auf dem Instrument liegen.

Durch die spezielle Anordnung der Notenköpfe um den Hals kann die Griffschrift beim Spielen leichter erfasst werden. Diese Anordnung betrifft nur Akkorde, die über mehrere Reihen gegriffen werden. Einzelnoten oder Akkorde, die in nur einer Reihe liegen, werden wie in der Normalnotation üblich angeordnet. Überlappungen von Notenköpfen in Akkorden werden vorrangig vermieden.

Die umgekehrte Übersetzung von Griffschrift zu Normalnoten ist trivial, da es hier keine Mehrdeutigkeiten gibt. Es werden einfach die Töne der, durch die Griffschrift vorgegebenen Tasten nachgeschlagen.

3.4 Umsetzung der „Notenänderung“

Das tatsächliche Ändern der Noten erledigt das Plugin nachdem es eine Anfrage an den Webservice gestellt hat und als Antwort die Übersetzungsergebnisse zurückerhalten hat. Dabei hängt die technische Umsetzung stark vom konkreten Notensatzprogramm ab. Beim Plugin für MuseScore wurde wie folgt vorgegangen:

Die Note wird nicht ersetzt (d. h. gelöscht und neu erzeugt) sondern stattdessen einfach abgeändert. Das hat den Vorteil, dass Artikulationszeichen, Notendauer, Text(silben), Akkordbezeichnungen und sonstige allgemeine Noteneigenschaften nicht zwischengespeichert und bei der Ersatznote neu gesetzt werden müssen. Die Änderungen an der Note betreffen lediglich:

1. Vertikale Position der Note (es wäre falsch hier von Tonhöhe zu schreiben, da bei Griffschrift die Position nicht direkt die Tonhöhe widerspiegelt).
2. Symbol des Notenkopfes, also bei Griffschrift entweder eine normale oder eine Kreuznote. Dabei muss auch die Griffschriftvariante beachtet werden, vgl. [Schöttl, 2021a].
3. Klangeinstellungen der Note, denn bei Griffschrift muss die mit der Note assoziierte Tonhöhe angepasst werden, da eine auf der mittleren Linie liegende Note eben nicht dem Ton h (Violinschlüssel) entspricht.
4. Anordnung des Notenkopfes links oder rechts vom Notenhals bei Akkorden, je nach-

dem wie die bezeichneten Tasten auf den Tastenreihen des Instrumentes liegen. Diese Anordnung wird vom Webservice berechnet und muss nur noch angewendet werden.

4 Validierung der Übersetzungsergebnisse

Zum Testen der Funktionen und Algorithmen der Übersetzung kommen zunächst automatisierte, reproduzierbare Softwaretests zum Einsatz. Im Anhang finden sich die aktuellen Testprotokolle.

Zum Testen und Validieren der Übersetzungsergebnisse werden zwei MuseScore-Partituren herangezogen:

- Ein Beispielstück im Stil traditioneller alpenländischer Volksmusik, „Da Griabige“ von Meisi Eckstein. Hier durfte ich die nicht veröffentlichten Originalnoten der Komponistin verwenden.
- Kadenzen, Tonleitern, Jodler; künstliche, den verfügbaren Ton- und Tastenumfang ausschöpfende Notenbeispiele.

Im Anhang finden sich die Notenbeispiele sowie die handschriftlich annotierte Griffschriftübersetzung.

4.1 Übersetzungen des Volksmusikstücks

Bei der Übersetzung des Volksmusikstücks wurde Zug/Druck nach gängiger instrumentaler Praxis gewählt. Es wurde überall die zuerst vorgeschlagene Griffschriftalternative verwendet. Die Übersetzung des dreiteiligen Stückes hat knappe zehn Minuten gedauert. Wenn ich mehr Übung mit dem Plugin hätte und Begleitharmonien in den Noten stünden, könnte es wesentlich schneller gehen. Beim ersten und dritten Teil wurden alle Noten optimal übersetzt. Beim zweiten Teil wurden aus meiner Sicht je Halbsatz zwei Akkorde nicht optimal übersetzt.¹⁷ Hier wurden vom Übersetzungsprogramm Griffweisen bevorzugt, die zwar näher an der ersten Reihe liegen (Reihe der aktuellen Tonart), dafür aber über zwei Reihen verteilt sind. In alternativen Griffweisen würden die Knöpfe zwar beide weiter entfernt in der dritten Reihe, aber dafür direkt benachbart liegen. Die nicht optimalen Griffweisen finden sich jedoch z. B.

¹⁷Die Akkorde sind im Anhang farbig markiert.

auch in Noten der Verlage Cornelia Schaborak¹⁸ und Max Winkler¹⁹. Wenn man sie als Fehler sieht, wäre die Fehlerquote der Übersetzung 2.4 Prozent, gemessen an der Gesamtzahl der übersetzten Akkorde.

4.2 Übersetzung von künstlichen Notenbeispielen

Für die Übersetzung der künstlichen Notenbeispiele wurden bewusst auch ungewöhnliche Zug-/Druckentscheidungen vorgegeben um die Ergebnisse unter diesen Umständen zu untersuchen. Auch hier gab es keine Übersetzungsfehler im Sinne von falsch übersetzten Akkorden. Akkorde die in vergleichsweise schwierig zu spielende Griffweisen übersetzt wurden, habe ich im Anhang jedoch mit roter Farbe als Fehler markiert. Die daraus resultierende Fehlerquote ist 2.7 Prozent.

4.3 Analyse der Problemstellen

Bei den künstlichen Notenbeispielen lassen sich einige Problemstellen erkennen:

1. Zunächst kommt es bei Beispielen für die 1. Reihe zu den selben suboptimalen Übersetzungen wie im 2. Teil des Volksmusikstückes.
2. Bei der Übersetzung von dreistimmigen Tonleitern auf Druck sind pro Oktave zwei Akkorde nicht optimal übersetzt, nämlich die 2. und 4. Tonleiterstufe. Die eigentlich gewünschte Eigenschaft, dass die Tasten von Akkorden in möglichst wenigen Reihen liegen (hier zwei statt drei Reihen), wird vom Algorithmus offenbar überbewertet.
3. Bei der Trugschlusskadenz in der 2. sowie 3. Reihe wird der Dominantseptdreiklang in Grundstellung ohne Quint auf Druck in zwei Reihen ausgegeben obwohl er über drei Reihen gegriffen deutlich angenehmer liegt. Auch das ist auf die Minimierung der Anzahl der Reihen zurückzuführen.
4. Bei der Trugschlusskadenz in der 3. Reihe wählt der Algorithmus für die Tonicaparallele auf Zug in manchen Lagen ebenfalls eine ungünstige Griffweise. Für diese Akkorde gäbe es in der 1. und 2. Reihe sehr gute Griffweisen, diese werden aber schlechter bewertet, weil sie weiter weg von der dritten Reihe liegen.

¹⁸Cornelia Schaborak: Staade Stückln, Allegretto von 1837, S. 12, 2. Teil

¹⁹Max Winkler: Von Herent und Drent, Heft 1, Landler aus der Langenau, S. 4, 2. Teil

Die Punkte 2. bis 4. haben die Gemeinsamkeit, dass der Algorithmus Griffweisen liefert, deren Tasten zwar in nur zwei Reihen liegen, jedoch liegt dabei meist eine „leere“ Reihe dazwischen. Vermutlich ist v. a. diese ungenutzte Mittelreihe Schuld daran, dass sich die resultierenden Griffweisen schwierig und unangenehm anfühlen. Ein weiteres Entscheidungskriterium für den Algorithmus, das solche „leere“ Reihen verhindert, könnte die Ergebnisse entscheidend verbessern. Das Kriterium, das den physikalischen Abstand zwischen den Tasten minimiert, reicht offenbar nicht aus um solche Fälle zu verhindern.

5 Diskussion und Ausblick

5.1 Mögliche Verbesserungen

Sowohl beim Algorithmus zur Übersetzung als auch bei der Bedienung und der Benutzerfreundlichkeit des Plugins gibt es Möglichkeiten der Verbesserung. Für jede Verbesserungsmöglichkeit muss jedoch Aufwand und Nutzen gegeneinander abgewogen werden.

Der Hauptprogrammteil ist meiner Einschätzung nach bereits gut umgesetzt. Detailverbesserungen beim Übersetzungsalgorithmus sind mit höherem Aufwand verbunden und bringen eingeschränkten Nutzen, da bei komplexeren Stücke sowieso in gewissem Maße nachgearbeitet werden muss. Allerdings wäre es eventuell möglich, mit zwei gezielten Verbesserungen die beiden Fehlerquoten aus Abschnitt 4 auf 0 Prozent zu reduzieren.

Viele Verbesserungen beim MuseScore-Plugin hätten deutlich spürbaren Nutzen. Leider setzt, Stand heute, das Plugin-Framework von MuseScore manchen Verbesserungen noch Grenzen. Um bestimmte Features zu ermöglichen müsste man am Quellcode von MuseScore selbst mitentwickeln oder auf entsprechende Erweiterungen warten.

5.1.1 Nn2GS / Übersetzungsalgorithmus

Wie sich in den Ergebnissen der Validierung (Abschnitt 4) zeigt, gäbe es insbesondere bei Übersetzung für die 1. Reihe noch Potential zur Verbesserung. Allgemein könnte an folgenden Punkten gearbeitet werden:

- Wie bereits in Abschnitt 4.3 ausgeführt, könnte eine weitere Regel, die „leere“ Reihen verhindert, eine deutliche Verbesserung bringen.

- Einbau von Sonderregeln und Sonderfällen bei Übersetzung.
- Eine Feedback-Funktion, über die Benutzer ihre bevorzugten Übersetzungsergebnisse registrieren können. Die Übersetzungen könnten so sogar personalisiert werden.
- Einbeziehen von Kontext, z. B. die Akkorde vor und nach dem zu übersetzenden Akkord. Damit könnten theoretisch grifftechnisch schwierige Übergänge zwischen Akkorden optimiert werden. Schwierig könnte dies aber insbesondere beim Wechsel von Zug/Druck werden, da bisher die markierten Akkorde alle in die gleiche Balgrichtung übersetzt werden (vgl. Bedienkonzept, Abschnitt 2.4). Das bedeutet, dass dem Übersetzungs-Services aktuell immer nur die Noten bis zum Balgwechsel zugesendet werden. Der Service weiß also nicht, welcher Akkord danach kommt und kann somit an diesen Stellen keine Optimierung durchführen. Lösbar wäre das Problem, indem das Plugin immer je einen Akkord vor und nach der Markierung sendet.

5.1.2 MuseScore-Plugin

Am MuseScore-Plugin gibt es einige Möglichkeiten zur Verbesserungen, die ich – soweit technisch möglich – in nächster Zeit auch angehen will.

- Druckbalken beim Übersetzen nach Griffschrift automatisch hinzufügen (aktuell technisch nicht möglich).
- Automatisches Übersetzen „per Mausklick“ eines *kompletten* Stückes von Griffschrift nach Normalnotation unter Beachtung der Druckbalken (aktuell technisch nicht möglich).
- Griffschriftnoten nachträglich abspielbar machen, auch wenn sie manuell eingegeben wurden.
- Noteneditor für eine erleichterte manuelle Eingabe von Griffschrift unter Beachtung der eingestellten Griffschriftvariante.
- Noten-/Griffschrifteingabe durch MIDI-Ziachtastatur vereinfachen. Um dies aktuell (MuseScore 3.6) zu ermöglichen, müssen mehrere Einstellungen manuell korrekt gesetzt werden, was eine Hemmschwelle und mitunter ein Hindernis für Benutzer darstellt. Hinweis: Mit der kommenden Version MuseScore 4 ändert sich außerdem die Schnittstelle für sog. virtuelle Instrumente, was die existierende Lösung für die direk-

te Griffschrifteingabe teilweise außer Funktion setzt; diese muss dann neu entwickelt werden.

5.2 Bassnotation

Für eine vollständige Partitur muss zur Griffschrift der Diskantseite zusätzlich der Bass notiert werden, welcher auf der Harmonika mit der linken Hand gespielt wird.

Allgemein gilt, dass man sich dabei an den Möglichkeiten orientieren sollte, die das Notationsprogramm bietet.

Grundsätzlich sind folgende Notationsschemas möglich:

1. Notation in Stufenharmonien, z. B. I. IV. V. I. (technisch möglich durch Lyrics oder Annotationen zur jeweils ersten Note des Harmoniewechsels).
2. Akkorde, z. B. C F G7 C (die meisten Notationsprogramme unterstützen das, allerdings sind die Griffschriftnoten dann nicht mehr tonartenunabhängig).
3. Bassknopf-Bezifferung durch Buchstaben (technisch möglich durch Lyrics und – bei unterschiedlichen Rhythmen in Diskant und Bass – einer unsichtbaren 4. Stimme).
4. Basslinie in Bassschlüssel oder beliebigem anderen Schlüssel (Griffschriftnoten sind dann nicht mehr tonartenunabhängig, bei schwierigeren Melodien im Bass, z. B. Chorälen, kann das aber sinnvoll sein).

Jakob Steinkellner schlägt in [Steinkellner, 2022] außerdem ein an Punkt 3. und 4. angelehntes Notationssystem vor, das auch für komplexere Rhythmen im Bass geeignet ist. Dabei wird tonartenunabhängig mit Bassknopf-Bezifferung gearbeitet aber der Rhythmus in einem speziellen Notensystem notiert.

Punkt 3. ist für Anfänger sinnvoll und gut um Wechselbässe, Terzbässe oder Bassläufe zu notieren. Nachteile dabei sind:

- Es gibt viele verschiedene Basssysteme [Amon, a, Basssysteme].
- Es gibt verschiedene Benennungsschemas der Bassknöpfe.

Trotzdem sehe ich einen Bedarf bei dieser Art der Bassnotation. Passend zum Vorgehen bei der Übersetzung der Diskantseite stelle ich mir eine halbautomatische Eingabe der Bassno-

tation vor. Diese Funktionalität sollte idealerweise folgende Aufgaben übernehmen:

- Erzeugen von Noten mit passenden Notenwerten in der ansonsten nicht verwendeten 4. Stimme.
- Unsichtbarschalten dieser 4. Stimme.
- Stummschalten der 4. Stimme; oder noch besser, diese Noten auf dem entsprechenden Basston erklingen lassen.
- Bassnotation per Lyrics dieser unsichtbaren Stimme hinzufügen, gemäß der Vorgabe durch Benutzer, und automatisches fortführen des Begleitschemas gegebenenfalls mit Wechselbass.

6 Fazit

Diese Arbeit beleuchtet Probleme und Lösungen zum komplexen Thema der Griffschriftübersetzung und gibt einen Überblick in aktuelle Lösungen und Notensatzprogramme mit Unterstützung für Griffschrift.

Es gibt mehrere Möglichkeiten zur Eingabe von Griffschriftnoten: Manuelle Eingabe von Griffschrift, Direkteingabe per MIDI-Instrument und Übersetzung von Normalnotation. Existierende Softwarelösungen zur Übersetzungen werden professionellen Ansprüchen meiner Meinung nach nicht gerecht, da sie mangelhafte Übersetzungsergebnisse liefern und viel Nacharbeit erfordern.

Das von mir entwickelte System zur Griffschriftübersetzung, Nn2GS, richtet sich v. a. an Spieler des Instrumentes und professionelle Notensetzer bzw. Verlage. Aber auch weniger erfahrene Musiker können unter Beachtung einiger „Faustregeln“ sehr gute Griffschriftnoten erzeugen. Wichtige Merkmale von Nn2GS sind die hochwertigen Übersetzungsergebnisse, die Möglichkeit der Anbindung per API in viele weitere Notensatzprogramme und die Integration in MuseScore.

Literatur

- [Rub, 2013] (2013). *toccata: Version 2*. Rubisoft Software GmbH, Postfach 145, 82217 Eichenau, Deutschland. <https://www.toccata-software.de/downloads/toccata.pdf>, abgerufen 2022-07-31.
- [For, 2018] (2018). *Steirische Harmonika: Forte 10 User Manual*. FORTE Notensatz. https://www.forte-notensatz.de/wordpress/wp-content/uploads/2018/10/StH_UserManual_Beta2018-09.pdf, abgerufen 2022-07-31.
- [Rub, aa] (aa). *toccata transkription für Windows: Benutzerhandbuch*. Rubisoft Software GmbH. https://www.toccata-software.de/downloads/handb_t.pdf, abgerufen 2022-07-31.
- [Rub, ab] (ab). *Transkription: Kurzanleitung für toccata professional*. Rubisoft Software GmbH. <https://www.toccata-software.de/downloads/transanl.pdf>, abgerufen 2022-07-31.
- [Amon, a] Amon, C. (a). Steirische Harmonika - Club Harmonika - Tastenbelegungen. <http://ziach.de/Tastenbelegung/index.htm>. abgerufen 2022-08-28.
- [Be-3 et al., 2015] Be-3 et al. (2015). MuseScore 2 Plug-In: Griff-schrift in Noten umwandeln. <https://www.musiker-board.de/threads/musescore-2-plug-in-griff-schrift-in-noten-umwandeln.620787/>. abgerufen 2022-07-31.
- [Becker, 2017] Becker, P. (2017). Ziehen und Drücken: Die Harmonika Skripte und wie es dazu kam. <https://www.capella-software.com/de/index.cfm/blog/ziehen-und-druecken/>. abgerufen 2022-07-30.
- [Becker, 2021] Becker, P. (2021). *Die Ziach: Installation und Bedienung des Ziach Skriptes*. http://www.peter-becker-cap.de/Ziach_Beschreibung.pdf, abgerufen 2022-07-31.
- [Composing & Arranging Systems, 2016] Composing & Arranging Systems (2016). MIDI-Connections Score Tutorial. https://www.midi-connections.com/support_tutorials_d.htm. abgerufen 2022-08-02.

- [Composing & Arranging Systems, 2022] Composing & Arranging Systems (2022). MIDI-Connections Score Beschreibung. https://www.midi-connections.com/product_score_d.htm. abgerufen 2022-08-02.
- [Dreier, 2010] Dreier, W. (2010). Griffschrift im Eigenbau: Trends und ‚freie‘ Alternativen. *Sänger & Musikanten / Salzburger Volksliedwerk*, 53(5):314–316.
- [Fuchs, a] Fuchs, F. (a). Umwandlung von normalen Noten in Griffschrift (Tabulatur) für die steirische (diatonische) Harmonika (Griffschriftskript). <https://www.volksmusikschule.at/griffschriftskript.htm>. abgerufen 2022-07-31.
- [Lugert Verlag, 2021] Lugert Verlag (2021). Noten zu Griffschrift umwandeln (Steirische Harmonika). <https://fortenotation.zendes.com/hc/de/articles/360020420800-Noten-zu-Griffschrift-umwandeln-Steirische-Harmonika->. abgerufen 2022-07-31.
- [Maurer, 2012] Maurer, H. A. (2012). Ein Unterrichtskonzept für das Studium der Steirischen Harmonika an der Anton Bruckner Privatuniversität – Konzeptsäule I – Das Instrument.
- [Pongratz, 2015] Pongratz, R. (2015). Alles im Griff – Notationssysteme für Diatonische Harmonikas. 23. Seminar für Volksmusikforschung und -pflege in Bayern »Musik – Heimat – Wissen – Schaffen« vom 19. bis 22. Februar 2015 auf Gut Häusern, Markt Indersdorf.
- [Rubisoft Software GmbH, a] Rubisoft Software GmbH (a). Historie. <https://www.toccata-software.de/index.php/ueberblick.html>. abgerufen 2022-07-31.
- [Schardt, 2019] Schardt, D. C. (2019). *PriMus2 Handbuch*. Columbus Soft, Im Hirtengrund 2, 64297 Darmstadt. Vorabversion, in Form einer CHM-Datei.
- [Schöttl, 2021a] Schöttl, J. (2021a). Das Notenbild der Griffschrift für Steirische Harmonika. *Seminararbeit im Studiengang Volksmusik*.
- [Schöttl, 2021b] Schöttl, J. (2021b). Nn2GS: Normalnotation zu Griffschrift. <https://ziach.intensovet.de/nn2gs>. abgerufen 2022-07-31.
- [Schöttl, 2022] Schöttl, J. (2021-2022). *Handbuch: MuseScore Plugin Nn2GS*. <https://ziach.intensovet.de/static/nn2gs/musescore/manual.pdf>.

- [Steinbacher, 2021] Steinbacher, J. M. (2021). Normalnotation in der Lehre der Steirischen Harmonika.
- [Steinkellner, 2022] Steinkellner, J. (2022). Griffschrift. *diatonisch – Magazin für Wechseltöniges*, 1(1):38–47. <https://www.jakobsteinkellner.com/forschung>, abgerufen 2022-03-28.
- [willi et al., 2003] willi et al. (2003). Probleme mit Notenschreibprogramm "Toccatatranskription". <https://www.musica.at/musikforum/messages/14/8435.html?1046858422>. abgerufen 2022-07-31.

Anhang

Volksmusikstück „Da Griabige“ von Meisi Eckstein

Da Griabige

Meisi Eckstein

1. Teil

6

1. 2.

2. Teil

13

20

D.C.

26

Trio

32

1. 2.

Detailed description: The musical score is written for a single melodic line in treble clef. It begins with a 2/4 time signature and a key signature of three sharps (F#, C#, G#). The piece is divided into several sections: '1. Teil' (measures 1-5), a first ending (measures 6-12), a second ending (measures 13-19), a 'D.C.' (Da Capo) section (measures 20-25), a 'Trio' section (measures 26-31), and a final section with two endings (measures 32-35). The notation includes various rhythmic values such as eighth and sixteenth notes, and rests, along with dynamic markings like accents and slurs.

Da Griabige

Griffschrift für Steirische Harmonika

Meisi Eckstein

1. Teil

6

1. 2. 2. Teil

12

18

24 D.C. Trio

30

1. 2.

Künstliche Notenbeispiele: Kadenzten, Tonleitern, Jodler

Um einen möglichst großen Tonumfang zu testen, wurden auch Kadenzten übersetzt, bei denen manche Töne auf dem Instrument nicht vorhanden sind. Das ist der Grund, warum

an manchen Stellen in der Griffschrift scheinbar Noten fehlen (Takte 53, 73, 89, 107, 109, 125, 143 und 145).

Die blau gefärbten Noten werden auf Zug gespielt, schwarzen Noten auf Druck. In manchen Akkorden sind blaue und schwarze Noten gemischt. Das liegt an mangelhafter Druckqualität. Eigentlich wären hier alle Noten des Akkords blau und müssen auf Zug gespielt werden.

- Gesamtzahl von Akkorden: 657
- Problemstellen bzw. „Fehler“ (rot markiert): 18
- Nicht optimal übersetzt (gelb markiert): 8

Die Fehlerquote ist dementsprechend 2.7 Prozent.

Einige Problemstellen wurden mit Zahlen markiert und können hiermit genauer analysiert werden:

1 https://ziach.intensovet.de/nn2gs?_hasdata=¬es=a%27+fis%27&model=adgc50&zd=zug&tonart=a&semitone=original&nalternatives=5&license=

2 https://ziach.intensovet.de/nn2gs?_hasdata&license&model=adgc50&nalternatives=5¬es=a%27%27%20fis%27%27&semitone=original&tonart=a&zd=zug

21 https://ziach.intensovet.de/nn2gs?_hasdata=¬es=a%27+fis%27+cis%27&model=adgc50&zd=zug&tonart=d&semitone=original&nalternatives=5&license=

83 https://ziach.intensovet.de/nn2gs?_hasdata&license&model=adgc50&nalternatives=5¬es=h%27%20g%27%27%20e%27%27&semitone=original&tonart=g&zd=zug

101 https://ziach.intensovet.de/nn2gs?_hasdata=¬es=d%27%27%27+fis%27%27+a%27%27&model=adgc50&zd=zug&tonart=d&semitone=original&nalternatives=5&license=

102 https://ziach.intensovet.de/nn2gs?_hasdata&license&model=adgc50&nalternatives=5¬es=fis%27%27%27%20d%27%27%27%20a%27%27&semitone=original&tonart=d&zd=zug

Kadenzen, Tonleitern, Jodler für ADGC mit 50 Tasten

Tonleiter Terzen auf Druck, 2. Reihe ✓

Steirische

Klavier

Tonleiter Terzen auf Druck, 2. Reihe

5

Steir.

Klav.

9

Steir.

Klavier

Tonleiter Terzen auf Zug, 1. Reihe

Tonleiter Terzen auf Zug, 1. Reihe

13

Steir.

Klav.

17

Steir.

Klav.

Tonleiter dreistimmig auf Druck, 2. Reihe

Tonleiter dreistimmig auf Druck, 2. Reihe

21

Steir.

Klav.

2

25

Tonleiter dreistimmig auf Zug, 2. Reihe ²¹

Steir.

Klav.

Tonleiter dreistimmig auf Zug, 2. Reihe

29

✓ Tonleiter Sexten auf Druck, 2. Rei

Steir.

Klav.

Tonleiter Sexten auf Druck, 2. Rei

33

Steir.

Klav.

37

Tonleiter Sexten auf Zug, 2. Reihe ✓

Steir.

Klav.

Tonleiter Sexten auf Zug, 2. Reihe

41

Trugschlusskadenz in 4. Reihe ✓

Steir.

Klav.

Trugschlusskadenz in 4. Reihe

45

Steir.

Klav.

49

Steir.

Klav.

53

Trugschlusskadenz un 1. Reihe ✓

Steir.

Klav.

Trugschlusskadenz un 1. Reihe

57

Steir.

Klav.

61

Steir.

Klav.

65

Steir.

Klav.

69

Steir.

Klav.

4

73

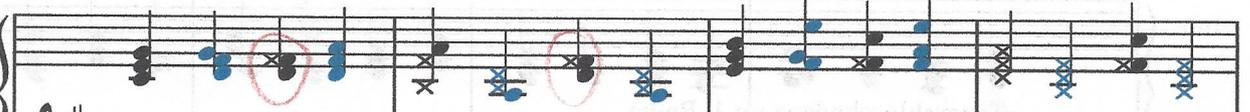
Trugschlusskadenz in 2. Reihe, abw. Zug/Druck, beginnend mit Druck

Steir. 

Klav. 

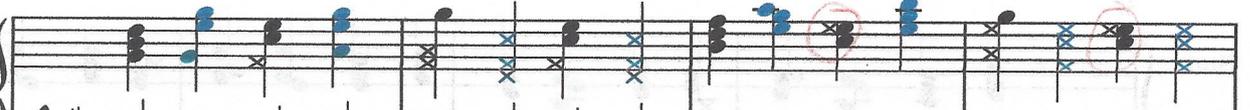
Trugschlusskadenz in 2. Reihe, abw. Zug/Druck, beginnend mit Druck

77

Steir. 

Klav. 

81

Steir. 

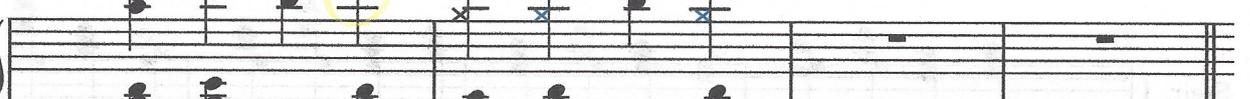
Klav. 

85

Steir. 

Klav. 

89

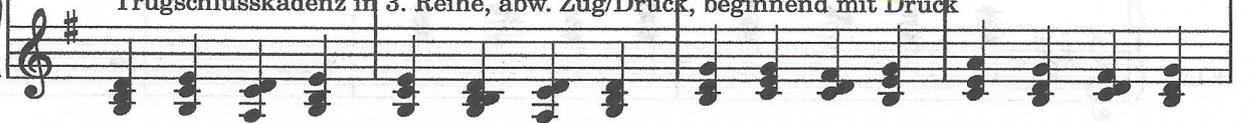
Steir. 

Klav. 

93

Trugschlusskadenz in 3. Reihe, abw. Zug/Druck, beginnend mit Druck

Steir. 

Klav. 

Trugschlusskadenz in 3. Reihe, abw. Zug/Druck, beginnend mit Druck

97

Steir.

Klav.

101

83

Steir.

Klav.

105

Steir.

Klav.

109

Trugschlusskadenz in 2. Reihe, abw. Zug/Druck, beginnend mit Zug

Trugschlusskadenz in 2. Reihe, abw. Zug/Druck, beginnend mit Zug

Steir.

Klav.

113

Steir.

Klav.

117

Steir.

Klav.

6

101

121

Steir.

Klav.

102

125

Steir.

Klav.

129

Trugschlusskadenz in 3. Reihe, abw. Zug/Druck, beginnend mit Zug ✓

Steir.

Klav.

Trugschlusskadenz in 3. Reihe, abw. Zug/Druck, beginnend mit Zug

133

Steir.

Klav.

137

Steir.

Klav.

141

Steir.

Klav.

145

Steir.

Klav.

149

Tonleiter Terzen mixolydisch auf Zug in 3. Reihe

Steir.

Klav.

153

Steir.

Klav.

157

Tonleiter Terzen mixolydisch auf Zug, 2. Reihe ✓

Steir.

Klav.

161

Steir.

Klav.

165

Steir.

Klav.

169 Jodler in G-Dur, dann in A-Dur ✓

Steir. Jodler in G-Dur, dann in A-Dur

Klav. Jodler in G-Dur, dann in A-Dur

173

Steir.

Klav.

177

Steir.

Klav.

181

Steir.

Klav.

185

Steir.

Klav.

189

Steir.

Klav.

193

Steir.

Klav.

Protokoll der Softwaretests von Nn2GS

Nn2GS

```
note creation
  creates a simple note
  creates a more complex note
octaveOf
  works for a low note
  works for a high note
  works for a middle note
Eq instance for Ton
  does not crash with: read: no parse
    +++ OK, passed 100 tests.
  works with Fis_
isBaseNote
  works for sample base notes
  works for sample semitones
noteRange
  works for an example with sharp notes
  works for an example with flat notes
pitch equivalentents
  is equal for cis and des
  is equal for b and ces'
  is not equal for b and ces
notes below c
  is enumerated
  succ from b, to c
iterate base notes
  succ from c to d
  succ from b' to c''
  succ from es' to f' special case
  succ from e' to f' special case
  pred from c' to b
  pred from ces' to b special case
  pred from cis' to b special case
iterate by semitone
  succ from bes_ to b_
  succ from b_ to c
  succ from g'' to gis''
  pred from bes_ to a_
  pred from c' to b
  pred from ces' to bes
transposition by n semitones
  transposes A to G
  transposes C' to B
  transposes C' to Bes
  transposes Fis' to Fes (use normalizeTon to fix this)
normalize Ton to Stamnton
```

is always pitch-equal

+++ OK, passed 100 tests.

note between lines

works for special case

works for a lower note special case

works for a lower note

works for a lower note

works for a lower note special case

works for a higher note special case

works for a higher note

works for a higher note

works for a higher note special case

interval between notes

works for Prim

works for übermäßige Prim

works for verminderte Sekunde (special case)

works for verminderte Sekunde (special case)

works for Quint

works for Quart

works for verminderte Quarte

works for Oktave

works for Dezime

make interval

works for Prim

+++ OK, passed 100 tests.

works for zero (same as Prim)

+++ OK, passed 100 tests.

works for negative interval, Quarte

works for Dezime

Taste to tabulature note

works for Gleichton 2. Reihe

works for Orientierungston 1. Reihe

works for Gleichton 3. Reihe

works for one above Gleichton 2. Reihe

Tabulature note to Taste

works for Gleichton 2. Reihe

works for one below Gleichton 2. Reihe

works for one above Gleichton 3. Reihe

works for 4. Reihe

works for 2. Reihe

button distance computation

works for neighbour buttons in same row

+++ OK, passed 100 tests.

works for two buttons in same row

+++ OK, passed 100 tests.

works for upper neighbour buttons in neighbour rows

+++ OK, passed 100 tests.

works for lower neighbour buttons in neighbour rows

+++ OK, passed 100 tests.

```

distance never smaller than 1
    +++ OK, passed 100 tests.
find Tasten for note
    works for Druck
    works for Druck
    works for Druck
    works for Zug (ais' Zusatztaste, die aber original b' heißt)
    works for Druck
    +++ OK, passed 100 tests.
find Tasten for chord
    returns Right for the lowest tone that exist on the instrument
    returns Left for notes that don't exist on the instrument
    returns Right for a note that only exist once on the instrument
    works for f major chord
generate Griffweisen
    produces empty list if Tasten empty
    produces empty list for two notes but no Tasten for one of them
    works for just one Taste
    works in a simple case
ranking of Griffweisen
    equals for same Tasten
    +++ OK, passed 100 tests.
    equals for same Griffweisen
    +++ OK, passed 100 tests.
    equals for same Griffweisen but switched Tasten
    +++ OK, passed 100 tests.
    same row more important than same distance
ranking of Griffweisen helper functions
    testCriteria
        ignores Nothing or EQ results and skips to the next criteria
Halbtondarstellung b/# (flat/sharp)
    semitone to sharp
        does not change sharp/#/*is notes
        does not change normal notes
        changes flat/b/*es notes
    semitone to flat
        does not change flat/b/*es notes
        does not change normal notes
        changes sharp/#/*is notes
note name translation to German
    works for B
    works for Bis
    works for Bes
    works for As
    works for Es''
    doesn't change other notes
    +++ OK, passed 100 tests.
note name translation to English
    works for H

```

```

works for His
works for B
works for As
normalize zero+positive works
works for simple case
all >= 0
    +++ OK, passed 100 tests.
minimum == 0 (not for empty list)
    +++ OK, passed 100 tests.
raking of Griffweisen in reality
works for Gabelgriff in 2. R.
works for Gleichton in 2. R.
works for Gleichton in 2. R.
works for a' in A-Dur
works for g' in D-Dur
Jakobs Griffschrift
fromJakobsGriffschrift
    works for empty chord
    works for single Taste
    works for two Tasten
    works for two Tasten in same row
    works for chord in same row
toJakobsGriffschrift
    works for empty chord
    works for single Taste
    works for two Tasten
    works for empty chord
    works for single Taste
    works for single Taste
    works for two Tasten in same row
    works for Tasten in different rows
assignGSSymbolSide
works so la la for worst case
works for notes in same row
    +++ OK, passed 100 tests.
works for two neighbour rows
works for three rows
midiPitchMap
    can lookup a ges
    can lookup a bis_
Quintenzirkel
    C has zero accidentals
    computing accidentals
        works for C major
        works for G major
        works for Fis major
        works for As major
lookup of note on mapping
    translates to e'

```

```

Ton to line number (MuseScore)
  works for line 0
  works for line 1
  works for line 2
  works for line -1
Taste to line number (MuseScore)
  works for Gleichton 2. Reihe
  works for Gleichton 3. Reihe
  works for eins unter Gleichton 3. Reihe

Finished in 0.4395 seconds
144 examples, 0 failures

make: Entering directory '/home/jakob/projects/nn2gs-backend/integration-tests'
shelltest -dc -D SERVER=http://localhost:3000 .
./meta-tests/generate-tests.test:1: [OK]
./meta-tests/generate-tests.test:2: [OK]
./meta-tests/generate-tests.test:3: [OK]
./meta-tests/parse-lilypond.test:1: [OK]
./meta-tests/parse-lilypond.test:2: [OK]
./meta-tests/parse-lilypond.test:3: [OK]
./simple-example-1-voice-c-adgc50-zug.test: [OK]
./simple-example-2-voice-c-adgc50-druck.test: [OK]
./tonleiter-sexten-r2-d-adgc50-druck.test: [OK]
./tonleiter-terzen-r2-d-adgc50-druck.test: [OK]

      Test Cases  Total
Passed    10         10
Failed     0          0
Total    10         10

make: Leaving directory '/home/jakob/projects/nn2gs-backend/integration-tests'

```