Zum orchestralen Klang

Eine Analyse der Verteilung von Onset-Zeiten und Tonhöhen in der Streichergruppe eines Spitzenorchesters

Magisterarbeit von

Timo Recke

[redacted]

Fachgebiet Audiokommunikation

Betreuung:

Prof. Dr. Stefan Weinzierl

Dr. Alexander Lerch

07. Januar 2011

Dank

Ich danke Prof. Dr. Stefan Weinzierl für die freundliche Unterstützung während meines gesamten Studiums. Zusammen mit Dr. Alexander Lerch danke ich ihm außerdem herzlich für die gute Betreuung meiner Magisterarbeit.

Einen besonderen Dank richte ich auch an Dr. Hans-Joachim Maempel für seine kenntnisreiche Unterstützung bei der Beantwortung statistischer und methodischer Fragen.

Stellvertretend für die Berliner Philharmoniker möchte ich Christoph Franke danken, dass er dem Fachbereich Audiokommunikation die Tonaufnahme des Konzertes aus der Waldbühne für eine wissenschaftliche Auswertung zur Verfügung gestellt hat.

Weiterhin danke ich allen Mitarbeitern von zplane.development, dass ich für diese Arbeit ihre Pitch-Shifting-Engine élastique benutzen konnte, insbesondere Tim Flohrer für die Unterstützung bei der Einschätzung der Analyseergebnisse.

Vielen Dank an Teresa Kunz, die mir beim Aussortieren ungültiger Onsets eine große Hilfe war.

Außerdem danke ich meiner Familie und meinen Freunden. Besonderer Dank geht dabei an Anne für all die Unterstützung und Aufbauarbeit, an Ute für ihre professionelle Hilfe auf den letzten Metern und bei Tobi und Julius für inspirierende Gespräche zu ihren Erfahrungen als Orchesterstreicher.

Zuletzt möchte ich mich bei den Teilnehmern des Forschungscolloquiums und bei allen Mitarbeitern des Fachbereichs Audiokommunikation bedanken, die mir mit schwierigen und interessanten Fragen zu einer besseren Magisterarbeit verholfen haben.

Zusammenfassung

Der orchestrale Klang von Streichergruppen im Orchester unterscheidet sich wesentlich von dem Klang eines einzelnen Streichers. Er entsteht durch den sogenannten chorischen Effekt, durch geringfügig versetzte Onset-Zeiten und Tonhöhen der einzelnen Musiker. Wenn man anstelle der Musiker einer Streichergruppe die gleiche Anzahl an Lautsprechern im Raum verteilen und diese mit demselben Signal speisen würde, erhielte man einen vom orchestralen Streicherklang unterschiedlichen Klang. Wie sich dieses Phänomen genau darstellt, ist jedoch bisher nicht geklärt. Zum besseren Verständnis des orchestralen Streicherklangs ist daher eine ausführliche Analyse dieser Tonhöhen- und Onset-Zeit-Verteilungen notwendig.

Zur Annäherung an dieses Thema wurde in der Arbeit eine explorative Vorgehensweise gewählt. Dazu wurde eine spezielle Aufnahme der Berliner Philharmoniker von Hector Berlioz' *Te Deum* verwendet, bei der für einen Teil der Musiker eine Trennung der Signale mittels Einzeldirektabnahme durchgeführt wurde. Verschiedene Passagen dieser aufgenommenen Signale wurden anschließend mit der automatisierten Tonhöhen- und Onset-Erkennung einer kommerziellen Pitch-Shifting-Engine analysiert. Dieser Datensatz wurde zudem mit anderen automatisch erhobenen Kennwerten und Informationen aus der Partitur ergänzt.

Bei der Untersuchung dieser Daten wird mit zwei verschiedenen Ansätzen gearbeitet. Einerseits werden einzelne Töne im musikalischen Kontext detailliert betrachtet, andererseits wird eine große Anzahl an Tönen statistisch untersucht. Beim ersten Untersuchungsansatz werden einige grundlegende Beobachtungen gemacht und sinnvolle Kennwerte zur Beschreibung der Töne identifiziert. Ein großes Augenmerk wird auf das Vibrato gerichtet, wobei sich ein Zusammenhang zwischen der Orchestrierung und der Stärke des Vibratos zusammen mit der Verteilung der mittleren Tonhöhen der einzelnen Musiker andeutet. Beim zweiten Untersuchungsansatz wird eine große Anzahl Töne auf die Verteilungen der Kennwerte und Zusammenhänge zwischen den Kennwerten hin untersucht. Dabei weisen die untersuchten Streichergruppen eine vergleichbare Tonhöhen- und Onset-Zeit-Präzision und vergleichbar starke Vibratos auf. Die Werte für die mittleren Onset-Zeitabweichungen liegen um 30 ms und die für die mittleren Tonhöhenabweichungen um 10 cent. Die Vibratos decken im Mittel einen Bereich von etwa 40 cent ab. Die Zusammenhänge äußern sich so, dass kleinere mittlere Onset-Zeitabweichungen bei lauteren und kürzeren Tönen aufgefunden werden, während die Modulationstiefe des Vibratos bei längeren Tönen zunimmt.

Inhalt

1 Einleitung 1

2 Theoretische Grundlagen 4

2.1 Die Streicher im Orchester 4

2.1.1 Der Klang einer Violine 4

2.1.2 Grundprinzipien des Zusammenspiels 5

2.1.3 Der Ensembleklang der Streichergruppe 6

2.2 Akustische Analyse von Musik 6

2.2.1 Onset 7

2.2.2 Tonhöhe 8

2.2.3 Dynamik 9

2.2.4 Timbre 9

3 Stand der Forschung 10

3.1 Synchronisation 10

3.2 Tonhöhenabstimmung und -präzision 13

3.3 Ensembleklang 15

4 Daten 17

4.1 Aufnahme 17

4.1.1 Einzeldirektabnahme 17

4.1.2 Aufnahme der Berliner Philharmoniker in der Waldbühne 19

4.2 Automatisierte Erkennung 20

4.2.1 Tonhöhenerkennung 22

4.2.2 Onset-Erkennung 25

4.2.3 Erhebung weiterer Kennwerte 26

5 Exploration 27

5.1 Einzelne Töne im musikalischen Kontext 28
5.1.1 Die untersuchten Töne in ihrem Kontext 30
5.1.2 Beobachtungen 31
5.1.3 Erkenntnisse 38
5.2 Töne in der statistischen Untersuchung 40
5.2.1 Allgemeine Beobachtungen 43
5.2.2 Verteilungen 45
5.2.3 Zusammenhänge 49
5.2.4 Ergebnisse 62
6 Diskussion 65
Anhang A 70
Anhang B 77
Literatur 96

Abbildungsverzeichnis

Abb. 4.1 Anbringung des DPA 4099V an einer Violine 18

Abb. 4.2 Richtcharakteristik eines DPA 4099 bei verschiedenen Frequenzen 18

Abb. 4.3 Frequenzgang eines DPA 4099 bei verschiedenen Mikrofonabständen 18

Abb. 4.4 Ein Ausschnitt der Tonhöhenverläufe der 12 ersten Violinen 23

Abb. 4.5 Der IQR-Verlauf für eine Sequenz von Tönen der 12 ersten Violinen mit erkannten gemeinsamen stationären Zuständen und den Note-On/Note-Off-Zeitpunkten der MIDI-Map. 24

Abb. 5.1 Die Taktzeiten eines exemplarischen 4/4-Takts 27

Abb. 5.2 Der POL-Plot des Tons *vl1_s1t18_3* 29

Abb. 5.3 Plots der Tonhöhenverläufe des stationären Teils des Tons *vl1_s3t75_1*. In einem Plot werden jeweils drei der zwölf ersten Violinisten dargestellt. 32

Abb. 5.4 Der POL-Plot des Tons *vl1_s2t60_1* 32

Abb. 5.5 Der POL-Plot des Tons *vl1_s6t19_3,66* 32

Abb. 5.6 Der POL-Plot des Tons *vl2_s6t31_3* 34

Abb. 5.7 Der POL-Plot des Tons *vla_s6t28_1* 34

Abb. 5.8 Der POL-Plot des Tons *vl1_s3t75_1* 36

Abb. 5.9 Histogramme der relativen Onset-Zeiten aller Musiker der ersten Violinen, der zweiten Violinen und der Violen 46

Abb. 5.10 Histogramme der relativen Tonhöhen aller Musiker der ersten Violinen, der zweiten Violinen und der Violen 47

Abb. 5.11 Histogramme der Pitch-P5-95-Werte aller Musiker der ersten Violinen, der zweiten Violinen und der Violen 48

Abb. 5.12 Scree-Plot zur Hauptkomponentenanalyse für die Onset-Zeituntersuchung der ersten Violinen 50

Abb. 5.13 Scree-Plot zur Hauptkomponentenanalyse für die Onset-Zeituntersuchung der zweiten Violinen 51

Abb. 5.14 Scree-Plot zur Hauptkomponentenanalyse für die Onset-Zeituntersuchung der Violen ... 52

Abb. 5.15 Scree-Plot zur Hauptkomponentenanalyse für die Tonhöhenuntersuchung der ersten Violinen ... 53

Abb. 5.16 Scree-Plot zur Hauptkomponentenanalyse für die Tonhöhenuntersuchung der zweiten Violinen ... 54

Abb. 5.17 Scree-Plot zur Hauptkomponentenanalyse für die Tonhöhenuntersuchung der Violen ... 55

Abb. 5.18 Streudiagramm der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die Lautheiten (erste Violinen) ... 55

Abb. 5.19 Diagramm der Verteilung der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die Lautheiten (erste Violinen) ... 56

Abb. 5.20 Streudiagramm der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die Tondauern (erste Violinen) ... 57

Abb. 5.21 Diagramm der Verteilung der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die Tondauern (erste Violinen) ... 57

Abb. 5.20 Streudiagramm der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die mittleren Tonhöhen (zweite Violinen) ... 58

Abb. 5.23 Streudiagramm der mittleren Tonhöhenabweichungen über die Lautheiten (erste Violinen) ... 58

Abb. 5.24 Streudiagramm der mittleren Pitch-P5-95 über die Tondauern (erste Violinen) ... 59

Abb. 5.25 Diagramm der Verteilung der mittleren Pitch-P5-95 über die Tondauern (erste Violinen) ... 60

Abb. 5.26 Boxplots der mittleren Onset-Zeitabweichungen der untersuchten Instrumentengruppen unterteilt nach den binären musikalischen Parametern Ist-volle-Zählzeit und Ist-schwere-Zählzeit ... 61

Abb. 5.27 Boxplots der mittleren Tonhöhenabweichungen der untersuchten Instrumentengruppen unterteilt nach den binären musikalischen Parametern Ist-volle-Zählzeit und Ist-schwere-Zählzeit ... 61

Abb. 5.28 Boxplots der mittleren Pitch-P5-95 der untersuchten Instrumentengruppen unterteilt nach den binären musikalischen Parametern Ist-volle-Zählzeit und Ist-schwere-Zählzeit 62

Abb. A.1 Der POL-Plot des Tons *vl1_s1t140_2* 71

Abb. A.2 Der POL-Plot des Tons *vl2_s1t27_4* 72

Abb. A.3 Der POL-Plot des Tons *vl2_s3t71_4* 72

Abb. A.4 Der POL-Plot des Tons *vl2_s4t131_3* 72

Abb. A.5 Der POL-Plot des Tons *vla_s1t24_1* 73

Abb. A.6 Der POL-Plot des Tons *vla_s2t31_1,5* 73

Abb. A.7 Der POL-Plot des Tons *vla_s3t72_3* 73

Abb. A.8 Streudiagramm der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die Lautheiten (zweite Violinen) 75

Abb. A.9 Streudiagramm der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die Lautheiten (Violas) 75

Abb. A.10 Streudiagramm der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die Tondauern (zweite Violinen) 75

Abb. A.11 Streudiagramm der mittleren Pitch-P5-95 über die Tondauern (zweite Violinen) ... 76

Abb. A.12 Streudiagramm der mittleren Pitch-P5-95 über die Tondauern (Violen) 76

Tabellenverzeichnis

Tab. 3.1 Standardabweichung (in cent) der Tonhöhe, errechnet mit der Gleichung (3.1) aus den Standardabweichungen und mittleren Saitenlängen in cm bei Chen et al. .. 14

Tab. 4.1 RMS-Pegel der ersten Violinen für das ganze Musikstück 20

Tab. 5.1 Die einzeln untersuchten Töne in ihrem musikalischen Kontext 30

Tab. 5.2 Kennwerte für die einzeln untersuchten Töne 31

Tab. 5.3 Die relative Tonhöhe *rpq* aller Musiker über vier Zeitabschnitte des stationären Zustands 35

Tab. 5.4 Die drei erhobenen Verteilungsmaße für die Tonhöhenverläufe, für alle Musiker über vier Zeitabschnitte des stationären Zustands gemittelt 36

Tab. 5.5 Die relative Tonhöhe *rp* der einzelnen Musiker 37

Tab. 5.6 Die Pitch-Breite der einzelnen Musiker gemittelt über den stationären Zustand des Tons 38

Tab. 5.7 Anzahl der untersuchten Töne nach Instrumentengruppe und Untersuchungsgegenstand 42

Tab. 5.8 Mittelwerte und Standardabweichungen der durch die Partitur determinierten Kennwerte der untersuchten Töne 43

Tab. 5.9 Mittelwerte und Standardabweichungen der relativen Onset-Zeiten *rot* der einzelnen Musiker und der mittleren Onset-Zeitabweichungen *otd* 44

Tab. 5.10 Mittelwerte und Standardabweichungen der relativen Tonhöhen *rp* der einzelnen Musiker und der mittleren Tonhöhenabweichungen *pd* 44

Tab. 5.11 Mittelwerte und Standardabweichungen der Pitch-P5-95 der einzelnen Musiker und derer Mittelwerte 45

Tab. 5.12 Hauptkomponentenanalyse für die Onset-Zeituntersuchung der ersten Violinen ... 49

Tab. 5.13 Hauptkomponentenanalyse für die Onset-Zeituntersuchung der zweiten Violinen 51

Tab. 5.14 Hauptkomponentenanalyse für die Onset-Zeituntersuchung der Violen 52

Tab. 5.15 Hauptkomponentenanalyse für die Tonhöhenuntersuchung der ersten Violinen 53

Tab. 5.16 Hauptkomponentenanalyse für die Tonhöhenuntersuchung der zweiten Violinen 54

Tab. 5.17 Hauptkomponentenanalyse für die Tonhöhenuntersuchung der Violen 54

Tab. 5.18 Korrelationen zwischen den mittleren Onset-Zeitabweichungen und den Tonhöhenkennwerten der drei untersuchten Instrumentengruppen..... 60

Tab. 5.19 Anzahl der in den Boxplots Abb. 5.26 bis Abb. 5.28 betrachteten Töne 60

Tab. 5.20 Mittelwerte der Anteile an interpolierten Stützwerten nach schweren und vollen Zählzeiten 64

Tab. A.1 Die Tabelle aus Chen et al. (2008) mit Mittelwerten und Standardabweichungen der Saitenlängen in cm, umgerechnet mit der Gleichung (3.1) in Standardabweichungen in cent..... 70

Tab. A.2 Die Nomenklatur der in 5.1 untersuchten einzelnen Töne, aufgeschlüsselt..... 71

Tab. A.3 Der Pitch-P5-95 der einzelnen Musiker gemittelt über den stationären Zustand des Tons 74

Tab. A.4 Der Pitch-IQR der einzelnen Musiker gemittelt über den stationären Zustand des Tons 74

Tab. B.1 Kennwerte für die untersuchten Töne der ersten Violinen 78

Tab. B.2 Kennwerte für die untersuchten Töne der zweiten Violinen..... 84

Tab. B.3 Kennwerte für die untersuchten Töne der Violen 90

Abkürzungen und Symbole

IQR	Inter Quartile Range / Interquartilsabstand
ITU	International Telecommunication Union
Leq(RLB)	Long-Term Equivalent Continous Sound Level RLB-filtered / Langzeit-äquivalenter durchschnittlicher Lautstärkepegel mit RLB-Filter
MIDI	Musical Instrument Digital Interface: Ein Protokoll zur digitalen Übermittlung von Musikdaten.
MIREX	Music Information Retrieval Evaluation Exchange
P5-95	Der Abstand zwischen den 5- und 95-Prozent-Perzentilen
PCA	Principal Component Analysis / Hauptkomponentenanalyse
Pitch-Breite	Die Variationsbreite des Tonhöhenverlaufs bzw. der Tonhöhenverläufe
Pitch-IQR	Der Interquartilsabstand des Tonhöhenverlaufs bzw. der Tonhöhenverläufe
Pitch-P5-95	Der Abstand zwischen den 5- und 95-Prozent-Perzentilen des Tonhöhenverlaufs bzw. der Tonhöhenverläufe
POL-Plot	Pitch Onset Loudness Plot / Tonhöhen-Onset-Lautheitsdiagramm

1 Einleitung

Der Klang eines großen Sinfonieorchesters hat etwas Überwältigendes. Über 70 Musiker musizieren unter der Leitung des Dirigenten in perfekter Harmonie. Wenn man zum ersten Mal aus dem Zuschauerraum einem Konzert beiwohnt, ist neben den Effekten des Schlagwerks das gleichzeitige Auf und Ab der Streicherbögen eine beeindruckende Erfahrung. Die Gruppe der Streicher ist im Orchester die zahlenmäßig größte und steht in der Orchesterhierarchie ganz oben: Der zweite Mann im Orchester ist nach dem Dirigenten der Konzertmeister, der am ersten Pult der ersten Violinen sitzt.

Im Gegensatz zum Streichquartett, wo jeder Musiker eine eigene Stimme spielt, sind die bis zu über 50 Streicher eines Sinfonieorchesters auf fünf Stimmen verteilt. Innerhalb der Stimmen kann es noch einmal zu Unterteilungen kommen. Nichtsdestotrotz spielen meist mehrere Musiker die gleichen Töne. Der Klang, der sich durch das gleichzeitige Spiel ergibt, ist sehr verschieden von dem eines einzelnen Streichers, wird weicher und bewegter. In einer Untersuchung konnte Dolson (1983) zeigen, dass der Ensembleklang auf kleine Imperfektheiten des Zusammenspiels zurückzuführen ist. Weil die vier Streichinstrumente Violine, Viola, Violoncello und Kontrabass bundfreie Instrumente sind, ist es prinzipiell sehr unwahrscheinlich, dass die Musiker genau die gleiche Tonhöhe spielen. Ebenso unwahrscheinlich ist es, dass die Musiker einen Ton zur genau gleichen Zeit beginnen. Mit steigender Qualität der Streichergruppe werden diese Abweichungen sicherlich kleiner, können jedoch niemals ganz vermieden werden. Wenn man die Streichergruppe mit einer vergleichbaren Anzahl von Lautsprechern ersetzen würde, die mit einem identischem Signal gespeist werden, würde dieser sogenannte chorische Effekt wegfallen und damit auch der charakteristische Streicherklang. Somit ist also der Streicherklang eines sehr guten Sinfonieorchesters ein Klangideal, das auf geringfügigen Imperfektheiten der Musiker basiert.

Wegen dieser grundlegenden Imperfektheiten fällt eine mathematisch-physikalische Synthese des idealen Streicherklangs sehr schwer. Seit der Entwicklung der Audiotechnik im 20. Jahrhundert wurde immer wieder versucht, natürliche Klänge und vor allem Instrumentenklänge technisch nachzubilden. Für die Nachbildung des Ensembleklangs von Streichern und anderen Instrumenten wurden der Chorus-Effekt und andere Lösungen für diverse Synthesizer entwickelt, die aufgrund der technischen Beschränkungen jedoch nicht die Klangeigenschaften einer Streichergruppe erreichten und heute für ein ganz eigenes Klangideal stehen. Neue Relevanz erhielten

diese Analyse- und Syntheseversuche spätestens, seit der Computer als universelles Werkzeug Einzug in die Musik gehalten hat. Die Leistungsfähigkeit der Technik gibt Komponisten und Musikproduzenten heute Mittel an die Hand, ganze Orchester im Studio zu simulieren. Das Problem der realistischen Nachbildung des Streicherklangs ist jedoch weiterhin nicht gelöst. In einer der neueren wissenschaftlichen Arbeiten zu diesem Thema skizzieren beispielsweise Kahlin und Ternström (1999) verschiedene Methoden, um aus der Aufnahme eines einzelnen Instrumentes einen Ensembleklang zu generieren. Die Ergebnisse, zu denen sie gelangen, sind jedoch entweder klanglich nicht zufriedenstellend oder unter realen Bedingungen nicht machbar. In der Praxis der Musikproduktion hingegen wird dieses Problem zumeist umgangen, indem man auf eine Klangsynthese im engeren Sinne verzichtet und stattdessen auf umfangreiche Samplebibliotheken zurückgreift. Eine der umfangreichsten und hochwertigsten dieser Bibliotheken ist die *Vienna Symphonic Library* mit einem Datenumfang von 12 DVDs für die Standardausführung der Samplepakete *Solo Strings*, *Chamber Strings*, *Orchestral Strings* und *Appassionata Strings*[1]. Die Erstellung dieser Samplebibliothek erforderte somit einen enormen Arbeits- und Datenaufwand.

Die vorliegende Arbeit hat das Ziel, ein besseres Verständnis vom Ensembleklang der Streichergruppe zu erlangen. Besonderes Augenmerk wird hierbei auf die Untersuchung der Verteilungen von Tonhöhen und Onset-Zeiten gelegt, welche die Imperfektheiten der Musiker abbilden. Um eine möglichst große externe Validität zu erreichen, wurde hierzu ein explorativer Feldstudienansatz gewählt, mit dem die Streichergruppe eines Spitzenorchesters in einer Konzertsituation untersucht wurde. Die Entwicklungen der Mikrofontechnik erlauben heutzutage eine sehr gute Trennung der Signale einzelner Musiker, selbst wenn diese inmitten eines Orchesters sitzen. Dies wurde bei der Aufnahme des untersuchten Konzerts genutzt, so dass die einzelnen Musiker auf separaten Spuren aufgenommen werden konnten. Die Aufnahme diente als Basis, um durch leistungsfähige Tonhöhen- und Onset-Zeit-Erkennungsalgorithmen computergestützt einen umfangreichen Datensatz zu gewinnen. Erweitert wurde dieser durch Informationen zur Dynamik und zu zeitlichen Parametern sowie musikalischen Informationen aus der Partitur. Die statistische Analyse der Daten wird explorativ durchgeführt, wobei die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Kennwerten von besonderem Interesse sind.

Im folgenden Kapitel 2 werden die theoretischen Grundlagen erläutert, die zum Verständnis der Arbeit notwendig sind. Dabei werden der Klang der Streichinstrumente und die Herausforderungen des Zusammenspiels im Orchester beleuchtet. Des Weiteren wird der Informationsgehalt von Musik im Allgemeinen behandelt und auf die Methoden zur technischen Analyse eingegangen.

---

[1] Informationen von http://vsl.co.at/de/211/442/344/1798/1799/1486.htm. Zugriff am 22.07.2010.

Kapitel 3 gibt einen Überblick über den aktuellen Stand der Forschung zum orchestralen Klang. Dabei werden verschiedene Arbeiten zu den Themenfeldern Synchronisation, Tonhöhenabstimmung und -präzision und Ensembleklang vorgestellt.

Kapitel 4 enthält eine ausführliche Beschreibung zur Gewinnung des Datensatzes. Dabei wird zunächst erläutert, wie die Aufnahme mit der Einzeldirektabnahme realisiert wurde. Anschließend werden die Durchführung der Tonhöhen- und Onset-Erkennung und die dabei aufgetretenen speziellen Herausforderungen im Detail beschrieben.

In Kapitel 5 werden die erhobenen Kennwerte ausführlich besprochen und ausgewertet. Dabei wurden zwei verschiedene Untersuchungsansätze gewählt. Beim ersten Ansatz wird eine kleine Anzahl an einzelnen Tönen im musikalischen Kontext detailliert betrachtet. Dabei wird ein besonderes Augenmerk auf das Auffinden von aussagekräftigen Kennwerten gelegt. Beim zweiten Ansatz wird eine große Anzahl an Tönen statistisch untersucht. Dabei werden Aussagen über Unterschiede zwischen den verschiedenen untersuchten Instrumentengruppen, über die Verteilungen der erhobenen Kennwerte und über Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Kennwerten getroffen.

Das letzte Kapitel 6 liefert neben der Zusammenfassung ein Fazit der Arbeit und soll einen Ausblick geben über mögliche anschließende Forschungen zu dem Thema und Einsatzbereiche für die gewonnene Erkenntnisse.

2 Theoretische Grundlagen

In dieser Arbeit wird der Klang der Streicher eines Sinfonieorchesters anhand einer speziellen Musikaufnahme untersucht. An dieser Stelle soll daher ein Überblick über die Grundprinzipien und Besonderheiten des Spiels der Streicher im Orchester und über die allgemeinen Methoden und Probleme zur technischen Analyse des musikalischen Inhalts einer Audioaufnahme gegeben werden.

2.1 Die Streicher im Orchester

Als Streicher werden im Orchester die Stimmgruppen bezeichnet, die auf Instrumenten der Violinfamilie spielen. Diese umfasst Violinen, Violen, Violoncelli und Kontrabässe. Sie sind vom Spiel- und Klangerzeugungsprinzip und sogar in der Form sehr ähnlich, nur aufgrund ihrer verschiedenen Tonumfänge in der Größe sehr unterschiedlich. Die Violine ist mit etwa 35,5 cm Korpuslänge das kleinste und der Kontrabass mit einer Korpuslänge von etwa 110 cm das größte Instrument der Familie. Alle Instrumente werden sowohl mit einem Streichbogen als auch gezupft gespielt, wobei die größeren beiden Instrumente auf dem Boden stehen und die kleineren beiden zwischen Kinn und Schulter geklemmt werden. Im Orchester sind die Streicher meist die Instrumentengruppe mit der größten Anzahl an Musikern. Die Besetzungsgröße variiert je nach Orchester, Musikstück und Präferenz des Dirigenten und liegt in folgenden Bereichen:

- erste Violinen: 8–16 Musiker;
- zweite Violinen: 8–14 Musiker;
- Violen: 6–12 Musiker;
- Violoncelli: 5–10 Musiker;
- Kontrabässe: 4–10 Musiker.

Dabei sind die tieferen Instrumente prinzipiell weniger stark besetzt als die hohen. Ziel dieser verschiedenen Besetzungen ist es, jeweils das gewünschte Lautstärkenverhältnis zwischen den verschiedenen Streichinstrumenten, zu den anderen Orchesterinstrumenten und gegebenenfalls auch zu Soloinstrumenten zu erreichen.

2.1.1 Der Klang einer Violine

Schall wird erzeugt, indem schwingende Körper mit der Luft interagieren und damit Schalldruckschwankungen auslösen. Die primäre Schwingungsquelle einer Violine ist die gezupfte oder mit

dem Bogen gestrichene Saite. Aufgrund ihrer geringen Oberfläche überträgt diese jedoch schlecht Schwingungen an die Luft. Über den Steg ist sie deshalb mit dem Klangkörper verbunden, dessen relativ große Fläche zum Mitschwingen angeregt wird. Damit ist eine gute Übertragung an die Luft gewährleistet, und der Klang der Saite wird hörbar gemacht. Durch den Stick-Slip-Effekt, ein zyklisches Mitziehen und Zurückschnellenlassen, regt der mit Kolophonium bestrichene Bogen die Saite zu einer Sägezahnschwingung an. Die Schwingungsgeschwindigkeit – und damit die Tonhöhe – ist abhängig von Länge, Spannung und Masse der Saite. Der Musiker beeinflusst die Tonhöhe, indem er die Saite mit dem Finger auf das Griffbrett drückt und damit den schwingenden Teil verkürzt. Da Violinen keine Bünde wie beispielsweise Gitarren haben, ist ihre spielbare Tonhöhe innerhalb des Tonumfangs kontinuierlich. Die Streichgeschwindigkeit des Bogens hat keine Auswirkung auf die Schwingungsgeschwindigkeit, wohl aber auf die Auslenkung der Saite und damit entsprechend auf die Lautstärke. Die komplexen Übertragungseigenschaften des Stegs, der die Saitenschwingung auf den Klangkörper überträgt, und die Schwingungseigenschaften des dreidimensionalen Klangkörpers führen zur Verstärkung und Abdämpfung verschiedener Frequenzen. Dadurch können sowohl die Klangspektren verschiedener Töne eines Instruments wie auch die Klangspektren gleicher Töne unterschiedlicher Instrumente stark voneinander abweichen. Aufgrund der Bauform ergeben sich aber bestimmte Muster der Klangspektra, sogenannte Formantbereiche, die charakteristisch für die jeweiligen Instrumentenklassen der Violinfamilie wie Viola oder Violoncello sind. Nicht zuletzt nimmt auf den individuellen Klang eines jeden Instruments die individuelle Spielweise des Musikers Einfluss. Bei allen Streichinstrumenten gibt es zudem geringe Tonhöhenschwankungen im stationären Teil des Tons, das sogenannte Vibrato. Hierbei schwankt die Tonhöhe je nach Bogenandruck um ± 4–20 cent um die mittlere Tonhöhe. Die Vibratofrequenz liegt meist zwischen 6 Hz und 8 Hz, da in diesem Bereich eine Belebung des Klangs stattfindet, ohne die Empfindung einer eindeutigen Tonhöhe zu beeinträchtigen (vgl. Meyer 2008, S. 151–152). Eine ausführliche Übersicht über die akustischen Eigenschaften der Violine bietet Richardson (1992) oder Meyer (2008).

2.1.2 Grundprinzipien des Zusammenspiels

Die verschiedenen Stimmgruppen des Orchesters haben nicht die komplette Partitur vorliegen, sondern einen Auszug, bei dem nur die von der Stimmgruppe gespielten Noten notiert sind. Innerhalb einer Stimmgruppe kann es nochmals zu Unterteilungen kommen, doch häufig werden die gleichen Noten gespielt. Zur Abstimmung des im Notentext markierten Zeitpunktes haben die Musiker neben ihrem inneren Rhythmus als Hinweisreize die akustischen Signale der eigenen und anderer Stimmgruppen, die optischen Signale des Dirigenten und die optischen Signale der

Bewegungen der Musiker der eigenen Stimmgruppe. Da Streichinstrumente bundfrei sind, ist die Abstimmung der Tonhöhe schwierig. Außer der auditiven Kontrolle von Eigenklang zu Gruppenklang steht dem Musiker nur die motorische Einstudierung der genauen Stellen zum Herunterdrücken der Saite auf das Griffbrett zur Verfügung. Die im Notentext angegebene Dynamik wird bei Bedarf zusätzlich durch Zeichen des Dirigenten feinabgestimmt. Die Abstimmung der Lautstärke innerhalb einer Stimmgruppe beruht jedoch auf auditiver Selbstkontrolle des einzelnen Musikers, dem Vergleich zu anderen Musikern und dem motorischen Gedächtnis für Bogenstrichgeschwindigkeit und -andruck.

2.1.3 Der Ensembleklang der Streichergruppe

In der klassischen Instrumentationslehre werden die Streicher als das Universalinstrument für die verschiedensten Instrumentationsaufgaben angesehen: „Stringed instruments possess more ways of producing sound than any other orchestral group. They can pass, better than other instruments from one shade of expression to another, the varieties being of an infinite number.“ (Rimsky-Korsakov 1964, S. 8) Auch wenn, wie bei den ersten Violinen, bis zu 16 Musiker mit individuellen Instrumenten und einer individuellen Spielweise gemeinsam musizieren, wird dies aufgrund der Ähnlichkeit doch als eine klangliche Einheit wahrgenommen, und das Auditorium ist im Allgemeinen nicht in der Lage, einzelne Musiker akustisch zu unterscheiden. Die intonatorischen Unterschiede führen dazu, dass aus den einzelnen Frequenzen schmale Frequenzbänder werden, und aus der räumlichen Verteilung resultieren Laufzeitunterschiede, die durch die zeitliche Spreizung dem Klang zu mehr „Fülle“ verhelfen (vgl. Meyer 2008, S. 169–171). Des Weiteren beschreibt Meyer einen psychoakustischen Effekt, wonach „der Klang bei zunehmender Spielstärke nicht nur lauter wird, sondern sich über die reale Breite des Orchesters hinaus verbreitert und schließlich den ganzen Raum zu füllen scheint. Dadurch entsteht der Eindruck, dass der Klang – über die Lautstärkesteigerung hinaus – an ‚Volumen‘ gewinnt.“ (Meyer 2008, S. 171) Zu prüfen wäre, ob sich ein ähnlicher Aufspreizungseffekt in der Tonhöhe oder der Zeit beobachten lässt.

2.2 Akustische Analyse von Musik

Bei einer Musikaufnahme wird der Schall der Musik aufgezeichnet. Bei der Analyse dieses Signals können aus den aufgezeichneten Schallschwingungen Parameter gewonnen werden, die die menschliche Informationsverarbeitung von Musik modellieren. Für die vorliegende Arbeit sind nicht so sehr die höheren Informationsverarbeitungsprozesse von Interesse, sondern eine Beschreibung grundlegender musikalischer Parameter. Auf der Ebene der grundlegenden menschlichen Wahrnehmung lassen sich vier solcher musikalischen Parameter beschreiben:

- **Onset** als Parameter für alle zeitlichen Informationen wie Tempo, Rhythmus und Timing.
- **Tonhöhe** als Parameter für alle tonalen Informationen wie Tonart, Stimmung, Harmoniefolge und Vibrato.
- **Dynamik** als Parameter für alle hüllkurvenbezogenen Informationen wie Lautheit, Intensität, Akzentuierung und Tremolo.
- **Timbre** als Parameter für alle nicht tonalen spektralen Informationen wie Klangfarbe, Orchestrierung, Nachhall, Rauigkeit und Brillanz.

(Lerch 2008, S. 8)

Im weiteren Verlauf der Arbeit wird besonderes Augenmerk auf die ersten drei Parameter gelegt. Timbre lässt sich per definitionem sehr schwer messbar machen und wird daher nur am Rande betrachtet.

2.2.1 Onset

Um musikalisches Material auf zeitliche Informationen hin untersuchen zu können, muss man die Zeitpunkte von Onsets bestimmen. Intuitiv betrachtet könnte man den Onset an der Stelle des ersten Anstieges der Hüllkurve eines Tons verorten. Perzeptiv betrachtet liegt dieser Zeitpunkt bei der Schwelle von 6–15 dB unterhalb des Endes des Anstieges (Rasch 1988, S. 81–86). Die Praxis hat jedoch gezeigt, dass bei der Analyse von Musik – durch Maskierung, Gleichzeitigkeit verschiedener akustischer Ereignisse und gerade wahrnehmbare Unterschiede – ein modellhaftes und klares Onset-Kriterium existiert und besonders bei nicht-perkussiven Signalen und deren langen Einschwingvorgängen zu Problemen führt (Dixon 2006, S. 1). Da der Parameter Onset die menschliche Wahrnehmung modellieren soll, ließe man idealerweise einen Menschen die Onset-Erkennung durchführen. Angenommen, dass das menschliche Onset-Kriterium intra- und interindividuell stabil ist, hat man damit ein Messwerkzeug mit sehr feiner Zeitauflösung. Unter optimalen Bedingungen sind Menschen in der Lage, Onset-Asynchronien von weniger als 1 ms zu entdecken (Ellermeier und Hellbrück 2008, S. 58–59). Aus zeitlichen und praktischen Gründen wird jedoch eine automatisierte Onset-Erkennung angestrebt. Dazu werden Algorithmen entwickelt, welche Onset-Zeiten bestimmen, die den perzeptiven möglichst entsprechen. Hier müssen jedoch Kompromisse eingegangen werden, da sich diese Algorithmen nur auf physikalische Eigenschaften des untersuchten Materials beziehen können. Onset-Erkennungsalgorithmen lassen sich grob klassifizieren in solche, die den Zeitbereich untersuchen, und solche, die das Audiosignal zuerst frequenztransformieren und mit dem Klangspektrum arbeiten. Erstere beobachten dabei vor allem den Hüllkurvenanstieg, während letztere das Signal eher auf Tonwechsel hin untersuchen. Eine detaillierte Übersicht über die verschiedenen Onset-

Erkennungsalgorithmen und ihre Funktionsweise findet man bei Bello et al. (2005). Da natürliche musikalische Töne aus verschiedenen klanglichen und geräuschhaften Anteilen zusammengesetzt sind, kann kein einzelner Ansatz perfekte Ergebnisse liefern, wie Dixon (2006) zeigt. Sowohl Dixon als auch Bello et al. schlagen daher eine Kombination aus verschiedenen Algorithmen vor.

2.2.2 Tonhöhe

Der Mensch ist sehr gut in der Lage, in akustischen Signalen Periodizitäten zu erkennen. So wird ein komplexer Ton, bestehend aus Grundton und Harmonischen, als ein Ton wahrgenommen, dessen Tonhöhe durch die Frequenz des Grundtons, die Grundfrequenz, bestimmt ist. In der westlichen Musik wird die Tonhöhe in der gleichstufig temperierten Notenskala organisiert. Einer Frequenzverdopplung entspricht hier das Intervall einer Oktave, die sich in 12 gleich große Halbtöne unterteilen lässt. Zur technisch-mathematischen Untersuchung von Skalen und Intervallen wird zudem die Einheit Cent benutzt, die die Halbtöne nochmals in je 100 Teile unterteilt. Das menschliche Gehör kann unter besten Bedingungen die Unterschiedlichkeit zweier gleichzeitig erklingender Sinustöne mit sehr kleiner Frequenzdifferenz anhand der Interferenzen – den sogenannten Schwebungen – erkennen. Die Auflösung zweier gleichzeitig erklingender Töne in separat wahrgenommene Töne ist sehr viel schwerer und stark abhängig von der Dauer der Töne (Houtsma 1995, S. 271–274). Frequenzmodulationen werden nach Zwicker bei Tönen über 500 Hz ab einer Modulationstiefe von über 0,7 % wahrgenommen. Die Unterschiedlichkeit zweier aufeinanderfolgender Töne wird sogar schon ab einer Abweichung von 0,2 % wahrgenommen (ab über 500 Hz). Bei kürzerer Tondauer steigen diese Werte jedoch stark an, genauso wie durch Maskierung des Tons mit einem Rauschen (Fastl und Zwicker 2007, S. 182–187). Hiermit wird deutlich, dass die exakte manuelle Bestimmung der Tonhöhe bei musikalischem Material auf große Schwierigkeiten trifft, weil es häufig zu Tongemischen kommt und auch die Tondauern stark variabel sind. Eine weitere Problematik für die Tonhöhenerkennung ergibt sich aus dem Vibrato der Musikinstrumente, welches die gut erkennbaren regelmäßigen Schwebungen verhindert und damit Tonhöhendifferenzen bis zu einem gewissen Maß verschleiert.

Daher ist zur Untersuchung musikalischen Materials eine automatisierte Tonhöhenerkennung vonnöten. Diese kann sowohl im Zeitbereich als auch im Frequenzbereich realisiert werden. Die Algorithmen, die im Zeitbereich arbeiten, betrachten Nulldurchgänge und Periodizitäten. Spektrale Algorithmen suchen das Muster der harmonischen Obertonreihe und bestimmen damit die Grundfrequenz.

2.2.3 Dynamik

Der Dynamikverlauf von Schwingungen kann untersucht werden, indem man die Hüllkurve betrachtet. Es gibt verschiedene Methoden, die Hüllkurve einer Musikaufnahme zu bestimmen. Im Allgemeinen wird dazu die Schwingung zuerst gleichgerichtet (z. B. durch die Betragsfunktion oder Quadrierung) und danach geglättet oder gemittelt. Auch bei der Betrachtung des Dynamikverlaufs soll die menschliche Wahrnehmung modelliert werden. Dazu kann zum Beispiel die Zwicker-Lautheit herangezogen werden, die die starke Frequenzabhängigkeit unserer Lautstärkenwahrnehmung berücksichtigt (Ellermeier und Hellbrück 2008, S. 64). Die *International Telecommunication Union* (ITU) empfiehlt in ihrer Norm ITU-R BS.1770-1 hingegen als einen einfacheren Algorithmus den Leq(RLB), einen mit einem RLB-Filter frequenzgewichteten Effektivwertpegel. In Hörversuchen konnte gezeigt werden, dass dieser Algorithmus eine sehr gute Modellierung der menschlichen Lautheitswahrnehmung erreicht und dabei dennoch einfach umsetzbar ist (Soulodre 2004). Um Hüllkurven aus verschiedenen Aufnahmen miteinander vergleichen zu können, müssen diese Aufnahmen normiert sein. Dazu müssen verschiedene Dinge beachtet werden, zum Beispiel der Abstand des Mikrofons zur Schallquelle, der Übertragungsfaktor des Mikrofons und die Einstellung des Mikrofonvorverstärkers. Ansonsten kann kein Vergleich der absoluten Hüllkurvenwerte angestellt werden.

2.2.4 Timbre

Als Timbre werden die wahrnehmbaren Attribute eines Tons bezeichnet, die nicht durch Tonhöhe, Lautheit und Dauer beschrieben werden können. Durch diese Ausschlussdefinition ergibt sich eine Vielzahl verschiedener Eigenschaften, die durch den Begriff Timbre beschrieben werden. Dazu zählen die Formantbereiche, die die Charakteristik eines Instruments ausmachen, aber auch andere Eigenschaften wie Nachhall, Rauigkeit und Schärfe. Eine umfassende inhaltliche Erhebung des Timbres ist daher nur sehr schwer zu realisieren und wird meist über Untersuchungen der Teileigenschaften angenähert (Dowling und Harwood 1986, S. 62–80).

3 Stand der Forschung

3.1 Synchronisation

Synchronisation ist die Anpassung der Zeitpunkte zweier Ereignisse. Somit ist die Frage, wie es verschiedenen Musikern möglich ist, Onsets zum gleichen bzw. möglichst gleichen Zeitpunkt zu spielen, eine Frage der Synchronisation unter den Musikern. Aufgrund der eingeschränkten zeitlichen Exaktheit der menschlichen Wahrnehmung und vor allem der menschlichen Motorik hat diese Synchronisation ihre Grenzen und es kommt es zu Ungenauigkeiten. In einer Studie untersucht Rasch (1979) diese Ungenauigkeiten im Zusammenspiel kleiner Ensembles. Ähnlich wie in der vorliegenden Arbeit basiert seine Untersuchung auf einer Trennung der Signale der einzelnen Musiker. Dies wurde realisiert, indem verschiedene Trios mit gerichteten Mikrofonen in einem reflexionsarmen Raum aufgenommen worden sind. Ein Blockflötentrio, ein Holzbläsertrio und ein Streichertrio spielten verschiedene Triokompositionen. In diesen spielten sie unterschiedliche Stimmen, und dementsprechend wurden auch nur die Onset-Zeiten von Tönen verglichen, die in der Partitur eine Koinzidenz aufwiesen. Als Onset-Kriterium diente ein Schwellenwert von 15 dB oder 20 dB unter dem Spitzenwert der Hüllkurve, welche mit einem logarithmischen Hüllkurvendetektor aufgezeichnet wurde. Der Schwellenwert wurde zunächst experimentell so bestimmt, und in späteren Untersuchungen wurde bestätigt, dass dieser dem perzeptiven Onset entspricht (Rasch 1988, S. 80–86). Zur Auswertung der zeitlichen Ungenauigkeiten führt Rasch das Maß Asynchronität ein. Die Asynchronität für ein Musikstück wird aus dem quadratischen Mittelwert der Standardabweichungen der Onset-Zeit-Differenzen für alle möglichen Musikerpaarungen berechnet. In der Untersuchung wurden für die Asynchronität zwischen den Musikern Werte zwischen 30 ms und 50 ms gefunden, wobei die größten beim Streichertrio auftraten. In der vorliegenden Arbeit wird dieses Maß jedoch abgewandelt, da bei einer Anzahl von 12 Musikern nach dieser Methode 66 Differenzen gebildet werden müssten. Anstelle der aus den Onset-Zeiten berechneten Differenzen werden daher die Onset-Zeiten relativ zum Mittelwert des untersuchten Tons betrachtet. Zudem wird bei der Mittelwertbildung über alle Töne einer Komposition anstatt mit dem quadratischen Mittelwert mit dem arithmetischen Mittelwert gearbeitet, da bei ersterem die Extremwerte größere Gewichtung erfahren. Die Ergebnisse aus Raschs Arbeit mit denen der vorliegenden Arbeit sind deshalb nur bedingt miteinander vergleichbar. In einem weiteren Artikel von Rasch (1988) wurden diese Ergebnisse erweitert, und es wurde eine Abhängigkeit der Asynchronität zum Tempo gefunden. Anhand der

nicht sehr umfangreichen und daher nicht unbedingt belastbaren Daten wird ein linearer Zusammenhang hergestellt zwischen der Inter-Beat-Time und der Asynchronität. Das heißt, dass die Musiker desto synchroner sind, je schneller sie spielen (S. 78–80).

Dieser Zusammenhang deutet sich jedoch auch schon in den klassischen Klicktests an, die vor über 100 Jahren zum ersten Mal durchgeführt wurden (Aschersleben 2002, S. 67). In einer aktualisierten Version dieses Tests, bei dem eine Versuchsperson zu einem rhythmischen Klicken synchron einen Taster betätigt, kann Fraisse (1980) zeigen, dass, je länger die Dauer zwischen zwei aufeinanderfolgenden Klicks ist, die Standardabweichung der Tasterintervalle umso größer wird. Während diese bei einem Klickintervall von 375 ms noch 22 ms beträgt, wächst sie bei einem Klickintervall von 1500 ms auf 47 ms an. Das Klickintervall kann man auch als die Inter-Beat-Time bezeichnen, während die Standardabweichung als ein Maß für die Asynchronität gesehen werden kann. Die Integration einer Folge von Impulsen zu einem wahrgenommenen Rhythmus scheint mit zunehmender Inter-Beat-Time immer schwieriger zu werden, bis sie ab einer Dauer von über 2 s kaum noch möglich ist (Fraisse 1980, S. 235–239).

Eine weitere Entdeckung dieser Klicktests ist ein Überantizipieren durch die Versuchspersonen. Das heißt, dass der Tastendruck dem Klick im Mittel um 30 ms vorangeht. Dieser systematische Fehler liegt im Versuchsaufbau begründet, bei dem ein akustischer Reiz mit einer motorischen Aktion in Synchronität gebracht wird. In ihrer Übersichtsstudie erklärt Aschersleben, dass die verschiedenen sensorischen Ereignisse auf der Wahrnehmungsebene der zentralen Repräsentation in Synchronisation gebracht werden und die taktile Information des Tasters eine längere Verarbeitungszeit benötigt als der akustische Reiz (Aschersleben 2002, S. 68–72). Damit wird deutlich, dass diese Überantizipation nicht auch für die Synchronisation eines akustischen Reizes mit einem akustischen Feedback gegeben sein muss. Repp kann sogar zeigen, dass ausgebildete Pianisten in der Lage sind, zu musikalischen Rhythmen nahezu perfekt zu synchronisieren, und die Überantizipation auch dann wegfällt, wenn sie auf einer stummen Tastatur zu einer Aufnahme von musikalischem Material mitspielen (Repp 1999, S. 160–163). Hier ist die Bewegung offenbar so eng mit der Musik verknüpft, dass der Ausgleich der Latenz des motorischen Reizes auch ohne akustisches Feedback funktioniert.

Indem man sich ausgehend von der Frage nach den grundlegenden Mechanismen der Synchronisation zwischen Wahrnehmung und Motorik eines einzelnen Fingers schrittweise wieder der musikalischen Synchronisation nähert, kann man die Frage nach der Synchronisation der Motorik verschiedener Gliedmaßen eines Musikers stellen. Bei einem Violinisten wäre das die Synchronisation von Bogenstrich zu Fingersatz, welche von Baader et al. untersucht wurde. Dazu spielten ausgebildete Violinisten eine einfache Phrase zum Metronom, mit einem Bogenstrich je

Ton. Mittels optischem Tracking wurden die Bogen- und Fingerpositionen sehr genau ermittelt. Der Fingersatz wurde mit dem jeweiligen Umkehrzeitpunkt des Bogens in Relation gesetzt, und dabei wurden Abweichungen von etwa 30–60 ms festgestellt (Baader et al. 2005, S. 4–7). In dem Artikel wird jedoch kein zeitlicher Bezug zum Metronom oder dem akustischen Onset hergestellt, so dass nicht klar wird, welcher der beiden Zeitpunkte – der des Fingersatzes oder der der Bogenumkehr – der musikalisch relevante ist.

Zur Frage der Synchronisation unter Musikern untersuchten Goebl und Palmer, inwieweit in einem Duett zweier Pianisten einer die Führungsrolle übernimmt und welchen Einfluss Körperbewegungen auf die Synchronisation haben. Hierzu wurden zwei ausgebildete Pianisten an ein MIDI-Keyboard gesetzt und sollten mit einem je einhändigen Part ein einfaches Duett spielen. Über Kopfhörer wurden die Abhörbedingungen variiert: (1) Entweder hörten beide Spieler beide Parts, (2) der Spieler des unteren Parts hörte beide Parts und der andere Spieler nur seinen eigenen, oder (3) die Spieler hörten jeweils nur ihren eigenen Part. Dabei konnte gezeigt werden, dass unter der ersten Abhörbedingung beide Musiker sich wechselseitig aneinander anpassten, obwohl der obere Part explizit aufgefordert war, die Führung zu übernehmen. Nur durch die eingeschränkte Abhörbedingung (2) konnte eine klare Führer-Folger-Rollenverteilung etabliert werden. Unter der Abhörbedingung (3) konnte des Weiteren eine Synchronisation der Körperbewegungen beobachtet werden, die unter den anderen Abhörbedingungen nicht in dem Maße stattgefunden hat. Die mittlere absolute Onset-Abweichung zwischen den Musikern lag unter der ersten Abhörbedingung bei unter 5 ms mit einer Standardabweichung von unter 2 ms und wuchs unter der dritten Abhörbedingung auf bis zu über 40 ms (Standardabweichung bis zu 7 ms) an. Selbst bei Wegfall des akustischen Kommunikationskanals können sich Musiker also immer noch relativ gut synchronisieren (Goebl und Palmer 2009).

Im Gegensatz zu einem kleinen Ensemble aus zwei bis sechs Musikern, bei denen zumeist eine flache Hierarchie herrscht, wird beim Orchester dem Dirigenten die Führungsrolle zugesprochen. Daher ist für das Verständnis der Synchronisation im Orchester die Beziehung zwischen dem Dirigenten und den Musikern von besonderer Bedeutung. Die empirische Forschung in diesem Bereich steht jedoch noch relativ weit am Anfang und beschäftigt sich unter anderem mit der Frage, wie Dirigentengesten zu erheben und zu interpretieren sind. In einer Studie von 2006 untersuchen Luck und Toiviainen die Korrelation zwischen den Onsets eines Orchesters und eines Chors und den Bewegungen der Spitze des Dirigierstabs während einer Probe des Ensembles. Sie kommen dabei zu dem Ergebnis, dass sowohl negative Beschleunigung in Bewegungsrichtung als auch hohe Geschwindigkeiten in vertikaler Richtung mit den Onsets des Ensembles besonders stark korrelieren. Hierbei wurden die Onsets jeweils für das ganze Ensemble

erhoben, und dabei wurde keine Rücksicht auf mögliche Streuungen genommen. Als weiteres Ergebnis ist eine generelle leichte Verzögerung der Onsets des Ensembles zu den Dirigentengesten zu verzeichnen, die, je nachdem welches Bewegungsmerkmal man betrachtet, entweder bei ca. 20 ms (negative Beschleunigung) oder bei ca. 80 ms (vertikale Geschwindigkeit) liegt (vgl. Luck und Toiviainen 2006, S. 195–197).

3.2 Tonhöhenabstimmung und -präzision

Die Tonhöhenabstimmung in einem Ensemble hängt von zwei Faktoren ab: der individuellen Tonhöhenpräzision eines jeden Musikers und den Prozessen zur Angleichung der gemeinsamen Tonhöhe.

Chen et al. untersuchten in einer Studie die Tonhöhenpräzision von hoch ausgebildeten Cellisten. Mit Hilfe einer leitenden Folie auf dem Griffbrett wurde die Länge der heruntergedrückten Saiten auf Millimeter genau bestimmt. Die Cellisten spielten drei verschiedene Notenpaare (h/d', h/e' und h/a') mit Notendauern von etwa einer Sekunde für 1–2 min. Anschließend wiederholten sie die ganze Folge, ohne die Saiten mit dem Bogen oder anderweitig anzuregen. Die Notenpaare wurden also einmal mit und einmal ohne akustische Kontrolle gespielt. Dabei konnte gezeigt werden, dass die Musiker deutlich ungenauer spielten, wenn sie keine akustische Kontrolle über ihr Spiel hatten. Des Weiteren fanden minimale Tonhöhenkorrekturen innerhalb einer gespielten Note nur bei akustischer Kontrolle statt. Chen et al. erklären diese Entdeckungen mit dem Konzept der mentalen Karten, wobei die Ortskarte, auf der die Punkte zum Herunterdrücken der Saite repräsentiert sind, mit der mentalen Repräsentation der Tonhöhen, der Tonhöhenkarte regelmäßig in Übereinstimmung gebracht werden muss, um exaktes Spiel zu ermöglichen (Chen et al. 2008).

Auch wenn es keine der Forschungsfragen von Chen et al. war, lassen sich aus ihren Daten Werte für die allgemeine Tonhöhenpräzision von Cellisten gewinnen. Innerhalb eines Tonpaares wird jeder Ton etwa 30- bis 60-mal wiederholt. Chen et al. geben dazu sowohl die Mittelwerte als auch die Standardabweichungen für beide Töne eines jeden Tonpaares an. Die Angaben sind jedoch nicht in Hertz oder Cent, sondern in Zentimetern für die Länge des schwingenden Teils der Saite. Wenn man nun davon ausgeht, dass die Cellisten innerhalb eines Tonpaardurchlaufs die Tonhöhen subjektiv und perzeptiv konstant gehalten haben, so kann man die Standardabweichung als ein Maß für die Präzision für diesen Ton ansehen. Wenn man die Werte der Standardabweichungen auf die Mittelwerte bezieht, bekommt man ein Verhältnis, aus dem sich mit Gleichung (3.1) die Standardabweichung in cent errechnen lässt.

$$i = 1200 \cdot \log_2\left(\frac{L_2}{L_1}\right) \tag{3.1}$$

i Intervall in cent
L Länge der Saite in m

Nimmt man die mittlere Saitenlänge als L_1 und die mittlere Saitenlänge addiert mit der Standardabweichung als L_2, erhält man die Standardabweichung der Tonhöhe in cent.

Tabelle 3.1: Standardabweichung (in cent) der Tonhöhe, errechnet mit Gleichung (3.1) aus den Standardabweichungen und mittleren Saitenlängen in cm bei Chen et al.

	Tonpaar 1		Tonpaar 2		Tonpaar 3		Mittelwert aller Töne
Ton	h	d'	h	e'	h	a'	
mit akustischer Kontrolle	7,7	5,4	8,8	7,5	9,5	16,4	9,2
ohne akustische Kontrolle	16,6	25,9	18,1	10,9	18,6	31,9	20,3

Anhand dieser Tabelle kann man einen Eindruck von der generellen Präzision eines Cellisten bekommen. Man könnte aufgrund des logarithmischen Verhältnisses zwischen Tonhöhe und Saitenlänge vermuten, dass bei höheren Tönen die Präzision abnimmt, weil die räumlichen Abstände zwischen den Tönen immer geringer werden. Dieser Zusammenhang kann jedoch nur für das a' bestätigt werden und ist vielleicht eher auf den weiteren Sprung auf dem Griffbrett und einer damit verbundenen größeren Ungenauigkeit zurückzuführen. Generell erscheint die Tonhöhenpräzision jedoch von der Tonhöhe unabhängig zu sein. Die Originaltabelle von Chen et al. mit der ausführlichen Umrechnung findet sich im Anhang (Tabelle A.1).

Im musikalischen Ensemble kommt zu dem Phänomen der individuellen Ungenauigkeit noch die Anpassung an eine gemeinsame Tonhöhe. Der Musiker hat im Gegensatz zum Versuch von Chen et al. eine Referenz, gegeben durch die Mitspieler in der eigenen Stimmgruppe und/oder das restliche Orchester. Dabei kommt es zu einer Wechselwirkung, indem der Musiker gleichzeitig auch zu einem der Referenzpunkte der anderen Ensemblemitglieder wird. Dieses Referenzsystem wird dadurch sehr komplex und ist, wenn überhaupt, nur sehr schwer zu analysieren.

Ternström und Sundberg betrachteten beispielsweise eine einseitige Anpassung von Laiensängern an einen synthetisierten Vokalklang, bei dem Klangspektrum und Vibrato variiert wurden. Die Sänger wurden einzeln gebeten, reine Intervalle zum synthetischen Klang zu singen. Als Maß der Anpassung wird für jeden Stimulus die Standardabweichung über alle Versuchspersonen erhoben. Dabei konnten sowohl Abhängigkeiten zum Vibrato als auch zum Klangspektrum festgestellt werden. Stärkeres Vibrato erschwerte die Tonhöhenanpassung, während das Vorhandensein von gemeinsamen Teiltönen im Klangspektrum diese erleichterte. Für eine musikalisch akzeptable Gesangsleistung unter Probenbedingungen wurden Standardabweichungen von 10–15 cent gefunden (Ternström und Sundberg 1982).

Des Weiteren vermuten Ternström und Sundberg, das für die Tonhöhenanpassung das Verhältnis der eigenen Lautstärke zur Außenlautstärke von Bedeutung ist. In einer weiteren Studie untersucht Ternström diese *self-to-other-ratio* bei Chorsängern. Mit einem komplexen Versuchsaufbau, bei dem ein Sänger über seinen Abstand vom Mikrofon über Rückkopplung die Lautstärke des synthetisierten Chores steuert, wird die bevorzugte *self-to-other-ratio* des Sängers bestimmt. Dabei treten starke interindividuelle Abweichungen von –1 dB bis +15 dB auf mit einem mittleren Wert von +6 dB. Diese Werte bezeichnen jedoch nur Präferenzen und es kann keine Aussage über Schwierigkeiten bei der Tonhöhenanpassung getroffen werden (Ternström 1999).

3.3 Ensembleklang

Der Klang eines Ensembles von Streichern unterscheidet sich wesentlich von dem eines einzelnen Streichers. Es gibt zwar viele Versuche, den Ensembleklang mit Effektgeräten oder Synthesizern nachzubilden, jedoch nur sehr wenige Analysen desselben. Eine ausführliche Analyse findet sich in der Dissertation von Dolson, der mit einem Phasen-Vocoder[2] den Ensembleklang von Streichern untersucht. Dabei benutzt Dolson einen explorativen Ansatz, der die Analyse mit Resynthese und einer auditiven Bewertung der Ergebnisse kombiniert. Aus Praktikabilität verzichtet er auf aufwendige formalisierte Hörversuche und bedient sich stattdessen informeller qualitativer Hörversuche mit kleinen Gruppen. Im Folgenden werden diese Ergebnisse zusammenfassend dargestellt.

- Die Analyse einer Aufnahme eines Kammerensembles aus vier Violinen zeigt im Vergleich zu Soloviolinenaufnahmen unregelmäßige Schwebungen, die sich als Amplitudenmodulation äußern. Bei Zerlegung in die Teiltöne zeigt sich, dass die unregelmäßigen Schwebungen bei den höheren Harmonischen eine höhere Frequenz haben als bei den tieferen. Im Gegensatz zu den Soloviolinen ist in der Analyse der Grundfrequenz des Ensembles das Vibrato nicht klar erkennbar.
- Mittels Resynthese wurden der Frequenzgang und der Amplitudengang von angeglichenen Soloviolinen- und Ensembleaufnahmen vertauscht. Dabei klangen die Ergebnisse aus der Kombination des Amplitudengangs des Ensembles mit dem Frequenzgang des Solos wie Aufnahmen eines Ensembles. Der Amplitudengang des Solos mit dem Frequenzgang des Ensembles klang hingegen nur geringfügig nach Aufnahmen eines Ensembles. Der

[2] Ein Phasen-Vocoder ist ein Computerprogramm, das mittels einer Kurzzeit-Fouriertransformation (STFT) die Analyse und Bearbeitung eines Audiosignals sowohl auf der Zeit- als auch auf der Frequenzebene ermöglicht. Unter anderem Namen gehören ähnliche Programme heutzutage zu Standardwerkzeugen der Audiotechnik.

charakteristische Amplitudengang scheint demnach ausreichend, um den Ensembleklang zu erzeugen, ist aber nicht ausschließlich klangbestimmend.

- Der Vergleich von Solo- und Ensemble-Aufnahmen, deren Einschwingvorgänge abgeschnitten wurden, zeigt, dass die Aufnahmen weiterhin klar voneinander zu unterscheiden sind. Die charakteristischen Transienten rühren beim Solo vom Vibrato her, beim Ensemble von den Schwebungen.
- Der Vergleich der Einschwingvorgänge zeigt, dass auch diese klar unterscheidbar sind, weil der Anstieg beim Ensembleklang sehr viel langsamer ist. Bei einem Ensembleklang, bei dem die Einschwingzeit stark verkürzt wurde, entsteht ein kurzzeitiger Eindruck eines Soloklangs, der jedoch schnell nachlässt.
- Mit mehreren Aufnahmen desselben Musikers konnte ein Ensembleklang hergestellt werden, der nicht zuverlässig unterscheidbar war von einer echten Ensembleaufnahme. Für den Ensemble-Eindruck scheint also die unterschiedliche Klangfarbe verschiedener Instrumente von untergeordneter Bedeutung zu sein.
- Eine Variation der Onsets bei diesen „virtuellen“ Ensembles zeigte, dass nicht so sehr die Onset-Zeiten der „Musiker“ für den Ensembleklang verantwortlich sind. Viel wichtiger ist die Phasenlage der verschiedenen Vibratos, da durch synchrone Vibratos der Ensemble-Eindruck zerstört wird.
- Die Anzahl der Instrumente war sowohl bei den echten Ensembleaufnahmen als auch bei den virtuellen Ensembles nur sehr schwer erkennbar. Dabei ließen sich große Unterschiede zwischen einem, zwei und drei Instrumenten feststellen, während der Unterschied zwischen drei und zehn Instrumenten kaum erkennbar war. Das ist darauf zurückzuführen, dass bei zwei Instrumenten die Schwebungen noch regelmäßig sind und ab drei Instrumenten unregelmäßig werden.

(Dolson 1983, S. 96–114)

Zuletzt formuliert Dolson aufgrund auditiver Bewertung eine Minimalbedingung, unter deren Einhaltung sich aus einem Soloklang nur durch Amplitudenmodulation ein Ensembleklang generieren lässt. Dazu muss der Soloklang mindestens 4–8 Teiltöne aufweisen. Diese müssen dann unkorreliert in der Amplitude moduliert werden, und zwar möglichst so, dass die gemittelte Amplitude aller Teiltöne dem Amplitudenverlauf des Soloklangs entspricht. Die Modulationsfrequenz für tiefe Teiltöne sollte dabei proportional zur Frequenz langsamer sein als für hohe Teiltöne.

4 Daten

Die Erhebung der Untersuchungsdaten wurde in zwei Schritten durchgeführt: Zuerst wurde eine spezielle Aufnahme der Streichergruppe eines Orchesters angefertigt, welche anschließend mit leistungsfähigen automatisierten Analysealgorithmen untersucht wurde. In diesem Kapitel werden neben der eigentlichen Durchführung auch andere mögliche Herangehensweisen kurz dargestellt.

4.1 Aufnahme

4.1.1 Einzeldirektabnahme

Wenn man Onset-Zeiten und Tonhöhenwerte von verschiedenen Musikern eines Ensembles vergleichen möchte, begegnet einem das Problem, die Signale der verschiedenen Musiker trennen zu müssen. Bei einer Stereoaufnahme eines kompletten Orchesters ist eine nachträgliche Trennung der Signale nicht mehr möglich, daher muss dies schon während der Aufnahme mittels Mikrofonierung geschehen. Dabei ist ein Übersprechen anderer Instrumente des Ensembles zu minimieren. Bei direkt nebeneinander befindlichen Instrumenten, wie zum Beispiel den Streichern im Orchester, stellt dies eine große Herausforderung dar. Des Weiteren sollte eine solche Aufnahme über eine ausreichende Qualität verfügen, um die anschließende auditive Kontrolle und Bewertung zu ermöglichen.

Eine Möglichkeit, dies zu realisieren, findet man bei Rasch (1979). Hier werden die Musikersignale durch Richtmikrofone getrennt. Durch die Aufnahme in einem reflexionsarmen Raum wird das Diffusfeld vernachlässigbar gering, so dass quasi nur der Direktschall aufgenommen wird. Die Musiker sitzen in einem Kreis, damit sie sich gut hören und miteinander kommunizieren können, und die Mikrofone stehen in der Kreismitte und sind jeweils auf einen Musiker gerichtet. Mit diesem Verfahren lässt sich das Übersprechen der Instrumente sehr gut minimieren. Da Mikrofone jedoch prinzipiell keinen beliebig kleinen Richtwinkel über eine große Frequenzbreite haben können, kann man mit diesem Aufbau nur eine geringe Anzahl an Musikern zuverlässig trennen. Bei Rasch sind es nur drei Musiker.

Um eine Streichergruppe oder zumindest einen Teil derselben bei einer Tonaufnahme zu trennen, muss demnach auf andere Verfahren zurückgegriffen werden. Dabei bietet es sich an, das Signal möglichst nah am Instrument abzunehmen, weil man dadurch einen so hohen Direktschallpegel erreicht, dass der Diffusschallpegel und das Übersprechen relativ dazu vernachlässigbar

gering werden. Gleichzeitig sollte aber durch die Mikrofonposition und dessen Abstand die Bewegungsfreiheit nicht eingeschränkt werden. Diese Anforderungen werden zum Beispiel von Kontaktmikrofonen erfüllt. Nachteilig ist jedoch ihre Eigenschaft, sehr empfindlich auf Berührungen des Instrumentenkorpus zu reagieren und den Frequenzgang stark zu verzerren. Alternativ dazu kann man sehr kleine Mikrofone benutzen, die direkt am Instrument befestigt werden und den Schall aus großer Nähe aufnehmen. Bei der Aufnahme wurden Mikrofone des Typs DPA 4099V verwendet. Diese verfügen über eine sehr kleine vorpolarisierte Kondensator-Mikrofonkapsel, die mit einem Schwanenhals befestigt wird (siehe Abb. 4.1). Eine eingebaute Dämpfung verhindert die Übertragung des Körperschalls auf das Mikrofon, durch die Richtwirkung des Mikrofons wird das Übersprechen zusätzlich minimiert, und zudem weist es einen relativ linearen Frequenzgang auf (siehe Abb. 4.2 und Abb. 4.3).

Abbildung 4.1: Anbringung des DPA 4099V an einer Violine (Quelle: dpamicrophones.com)

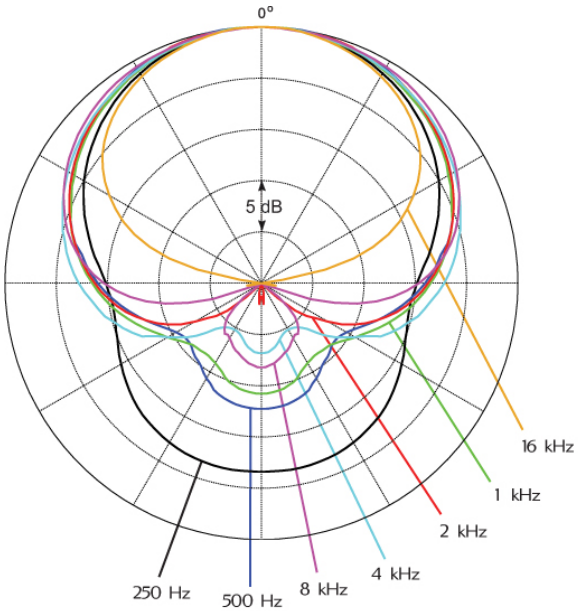

Abbildung 4.2: Richtcharakteristik eines DPA 4099 bei verschiedenen Frequenzen (Quelle: dpamicrophones.com)

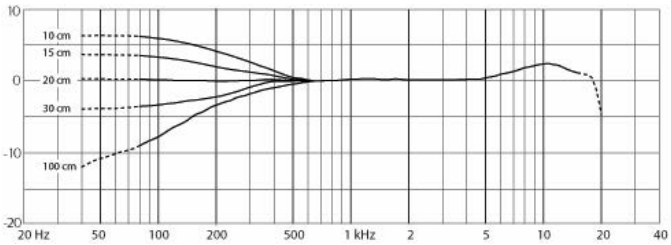

Abbildung 4.3: Frequenzgang eines DPA 4099 bei verschiedenen Mikrofonabständen (Quelle: dpamicrophones.com)

Da die DPA 4099-Mikrofone Druckgradientenempfänger sind, kommt es bei ihnen zum Nahbesprechungseffekt. Dieser führt zu einer größeren Anhebung der tiefen Frequenzen, je näher das Mikrofon an der Schallquelle positioniert ist (eine ausführliche Beschreibung des Nahbesprechungseffektes findet sich bei Schneider 2008, S. 336). Es muss also ein Kompromiss zwischen Vermeidung des Nahbesprechungseffektes und dem Erreichen eines möglichst großen Direktschallpegels gefunden werden. Um eine möglichst saubere Signaltrennung durchzuführen,

sollte die Entscheidung generell zugunsten des höheren Direktschallpegels ausfallen, da sich der Nahbesprechungseffekt durch Filterung kompensieren lässt. Für andere Zwecke, wie eine Beschallung, können jedoch auch andere Kompromisse sinnvoll sein.

4.1.2 Aufnahme der Berliner Philharmoniker in der Waldbühne

Unter der Annahme, dass die Qualität eines Orchesters mit der Präzision der Onset-Zeiten und Tonhöhen in gewissem Maße zusammenhängt, dass also ein Orchester mit steigender Kunstfertigkeit auch umso präziser spielt, bietet sich der Ansatz an, ein möglichst gutes Orchester in einer möglichst repräsentativen Situation – beispielsweise in einer Generalprobe oder in einem Konzert – zu betrachten. Damit gewinnt man einen Eindruck, welches Maß an Präzision dem Klangideal[3] zugrunde liegt.

Für diese Arbeit wurde von den Berliner Philharmonikern ein spezieller Mitschnitt eines Konzertes zur Verfügung gestellt, bei dem für einen Teil der Streicher die Signale getrennt vorliegen. Das Konzert wurde am 24.05.2008 in der Berliner Waldbühne aufgeführt unter dem Dirigat von Claudio Abbado. Das gespielte Stück war das *Te Deum* von Hector Berlioz, ein Werk für großes Orchester, Chor und Orgel.

Ueno et al. (2010) haben gezeigt, dass sich das Spiel von Musikern verändert, wenn sie unter verschiedenen raumakustischen Bedingungen spielen. Nach Barron und Dammerud (2006) zeichnet sich eine guter Konzertsaal dadurch aus, durch einen Kompromiss aus Nachhall und „Trockenheit“ ein gutes Verhältnis der wahrgenommenen Eigenlautstärke eines Musikers zur Lautstärke der anderen Musiker im Orchester zu ermöglichen. Die Waldbühne ist jedoch kein guter Konzertsaal, sondern eine Freiluftbühne, die allein schon dadurch, dass sie offen ist, zu starken Einschränkungen in der Raumakustik führt. Eine Untersuchung dieser speziellen Bühne liegt zwar nicht vor, es lässt sich jedoch vermuten, dass die akustischen Gegebenheiten ungünstiger sind als in dem Stammhaus des Orchesters, der Berliner Philharmonie. Gegebenenfalls übte dies einen negativen Einfluss auf die Darbietungsleistungen des Orchesters aus.

Da für dieses Konzert eine Beschallung mit Lautsprechern stattgefunden hat, wurde das Orchester mit Mikrofonen abgenommen. Alle Mikrofonsignale wurden vor der Mischung mit einem Computer auf getrennten Spuren aufgenommen. Eine Einzeldirektabnahme mittels DPA 4099V-Mikrofonen wurde jedoch nur für einen Teil der ersten Violinen, der zweiten Violinen und der Violen durchgeführt. Die Anzahl der einzeln abgenommenen Instrumente ist folgende:

[3] Hier wird davon ausgegangen, dass in der Welt der klassischen Musik zu einem gewissem Maße Konsens herrscht über die Frage, was eine „gute“ Streichergruppe ausmacht. Da ästhetische Fragen individuell jedoch sehr unterschiedlich beantwortet werden können, ist der Begriff Ideal hier als unscharf abgegrenzter Begriff zu verstehen.

– erste Violinen: 12;
– zweite Violinen: 9;
– Violen: 8.

Da zum Zeitpunkt der Aufnahme die wissenschaftliche Verwendung der Aufnahme noch nicht in Betracht gezogen wurde, wurde die Anzahl der aufgenommenen Musiker auf die Bedürfnisse der Beschallung abgestimmt. Es liegt auch kein genaues Protokoll über den Aufnahmeprozess vor, so dass die Mikrofonabstände und die Einstellungen der Mikrofonvorverstärker nicht bekannt sind.

Bei einer auditiven Überprüfung der aufgenommenen Signale fällt auf, dass das Übersprechen der anderen Instrumente und vor allem des Chors nicht ganz vermieden werden konnte. Des Weiteren sind stellenweise sehr unterschiedliche Schallpegel bei den verschiedenen Musikern zu beobachten. In Tabelle 4.1 sind die RMS-Leistungspegel der verschiedenen Musiker für die komplette Aufnahme erhoben. Exemplarisch wurde dabei die Gruppe der ersten Violinen herausgegriffen. Die unterschiedlichen Minimalwerte kann man damit erklären, dass entweder verschiedene Einstellungen der Mikrofonvorverstärkung vorlagen oder die aktiven Bauteile der verschiedenen Mikrofone ein unterschiedlich starkes Rauschen verursachten. Die unterschiedlichen Maximalwerte können ebenfalls auf die Mikrofonvorverstärkung zurückzuführen sein. Sie können aber auch aus einem unterschiedlichen Mikrofonabstand oder der tatsächlichen Lautstärke des Musikers resultieren. Bei Musikern, deren Durchschnitts-, Minimal- und Maximalwerte scheinbar zusammenhängend vom Mittelwert abweichen, wie bei den Musikern Nr. 4, Nr. 5 und Nr. 7, könnte man auf abweichend eingestellte Mikrofonvorverstärker schließen. Genau rekonstruieren und kompensieren lassen sich die verschiedenen Einstellungen und Mikrofonabstände jedoch nicht, so dass keine Aussagen über die absoluten Schallpegel der unterschiedlichen Musiker getroffen werden können.

Tabelle 4.1: RMS-Pegel der ersten Violinen für das ganze Musikstück (in dB)

Musiker Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Gesamt
Durchschnitt	-32,3	-31,8	-32,8	-36,9	-33,0	-30,6	-37,0	-32,2	-32,1	-35,4	-34,2	-33,0	-33,4
Minimum	-91,4	-91,2	-92,0	-94,5	-89,4	-90,1	-94,2	-90,8	-92,4	-93,7	-90,2	-90,5	-91,7
Maximum	-17,1	-16,9	-17,3	-22,7	-13,8	-14,9	-21,6	-18,4	-16,3	-20,6	-20,2	-19,1	-18,2

4.2 Automatisierte Erkennung

Wie in 2.2.1 beschrieben, ist der Mensch durchaus in der Lage, zuverlässig Onset-Zeitpunkte zu bestimmen, und es ist auch möglich, für einen kleineren Datensatz eine manuelle Onset-Erkennung durchzuführen. Dies kann zum Beispiel geschehen, indem eine geschulte Person einen Marker zum Zeitpunkt des perzeptiven Onsets setzt. Indem man jedoch einen taktilen Reiz

(der Knopf zum Setzen des Markers) mit einem akustischen Reiz in Synchronität bringt, kann es unter Umständen zum systematischen Fehler des Überantizipierens kommen, wie in 3.1 beschrieben. Zur Kontrolle bietet sich daher an, in einem zweiten Durchgang zu überprüfen, ob ein zum Zeitpunkt des Markers gesetzter zeitlich klarer akustischer Reiz, wie ein Klick, mit dem zu untersuchenden Onset synchron ist. Dieser Kontrollmechanismus ist sehr effektiv und wird in der vorliegenden Arbeit deshalb mit einer effektiven automatisierten Onset-Erkennung kombiniert.

Wie in 2.2.2 dargestellt, macht die Komplexität musikalischen Materials eine manuelle Tonhöhenerkennung nahezu unmöglich. Eine automatisierte Tonhöhenerkennung ist daher unabdingbar und eine auditive Kontrolle der Ergebnisse nicht zu realisieren.

Die Entwicklung und Programmierung leistungsfähiger, automatisierter Onset- und Tonhöhenerkennungsalgorithmen ist eine sehr umfangreiche Aufgabe, die in einer Vielzahl an Publikationen behandelt wurde. Verschiedene Tonhöhenerkennungsalgorithmen werden zum Beispiel bei Cuadra et al. (2001) und Cheveigné und Kawahara (2002) vorgestellt, und beim MIREX-Projekt[4] werden jährlich verschiedene Onset-Erkennungsalgorithmen auf ihre Leistungsfähigkeit hin überprüft. Auch in verschiedenen kommerziellen Produkten, wie zum Beispiel bei hochperformanten Pitch-Shifting-Engines, kommen Onset- und Tonhöhenerkennungen zur Anwendung. Eine solche Pitch-Shifting-Engine ist *élastique SOLOIST*, die für diese Arbeit von der Firma *zplane.development* zur Verfügung gestellt wurde. *élastique SOLOIST* ist für monophone Signale optimiert und sehr robust und zuverlässig in der Tonhöhenerkennung. Deshalb kommt es als Engine in vielen anerkannten Musiksoftwareprodukten (unter anderem der Firmen *Native Instruments* und *Steinberg*) zum Einsatz[5].

Bei der untersuchten Aufnahme liegt ein gewisses Übersprechen anderer Instrumente und des Chors vor. Da die Tonhöhenerkennung nur für monophone Signale geeignet ist, kommt es hier zu Fehlern. Durch eine Plausibilitätsprüfung können diese Fehler jedoch aussortiert werden. Dazu macht sich diese Arbeit die Tatsache zu Nutzen, dass die Partitur des untersuchten Musikstücks bekannt ist. Zur Kontrolle und Optimierung der Ergebnisse der Onset- und Tonhöhenerkennung werden aus der Partitur zunächst MIDI-Maps für die untersuchten Passagen erstellt. Diese werden in einer Musiksoftware als MIDI-Spuren erstellt, die die Töne der Passage beinhalten. Die Tonhöhe wird dabei aus der Partitur bestimmt, und zwar unabhängig von der Stimmung des untersuchten Orchesters zum Kammerton a' bei 440 Hz. Kleine Abweichungen in

[4] http://www.music-ir.org/mirex/wiki/MIREX_HOME, abgerufen am 15.09.2010 um 14:30 Uhr

[5] Eine komplette Auflistung der Softwareprodukte, die den *élastique SOLOIST*-Algorithmus lizensiert haben, findet sich unter: http://www.time-stretching.com.

der Stimmung sind jedoch irrelevant, weil diese MIDI-Map nur zur Definition eines Tonhöhenkorridors benutzt wird, der dazu dient, Fehler der Tonhöhenerkennung zu identifizieren. Um nach dem gleichen Prinzip einen Zeitkorridor für die On- und Offset-Zeiten der Töne zu erhalten, werden zudem die NOTE ON/OFF-Befehle der MIDI-Spur an die Zeitpunkte gesetzt, die den perzeptiven On- und Offset-Zeitpunkten entsprechen, wenn alle Signale einer Instrumentengruppe gemeinsam erklingen. Im Anschluss werden die Tonhöhen- und On-/Offsetdaten aus der MIDI-Spur ausgelesen, und es wird eine tabellarische MIDI-Map erstellt, anhand derer die Plausibilitätsprüfung durchgeführt werden kann.

Die Ergebnisse der Analyse des *élastique SOLOIST* werden in zwei Dateiformaten ausgegeben, in N-Werten, deren Einheiten ganze Töne sind, und in P-Werten, welche in hoher Auflösung die einzelnen Schwingungsperioden auflisten. In den N-Werten werden die Onset- und die Offset-Zeit eines erkannten Tons angegeben und zusätzlich noch die mittlere Tonhöhe in der MIDI-Skala[6] für die Zeitspanne und ein Velocity-Wert – eine Art Leistungswert, der für diese Untersuchung nicht von Relevanz ist. Die Samplerate der P-Werte ist variabel und definiert sich durch die Periodenlänge der betrachteten Tonhöhenschwingungen. Es wird demnach immer ein P-Wert je Schwingungsperiode der Grundfrequenz ausgegeben. Das Format besteht aus dem Abtastzeitpunkt, dem Tonhöhenwert in der MIDI-Skala und dem Velocity-Wert. Zusätzlich wird noch ein binärer Wert angegeben, der zeigt, ob eine Validitätsprüfung des Algorithmus positiv oder negativ ausgefallen ist. Bei dieser Validitätsprüfung wird ein Leistungswert für den Anteil des Signals, der der erkannten Tonhöhe entspricht, gebildet und mit der Gesamtleistung des Signals verglichen. Wenn ersterer nicht einen Großteil der Gesamtleistung ausmacht, ist das ein Indiz, dass das Signal zu verrauscht oder anderweitig gestört ist, um eine zuverlässige Tonhöhenerkennung zu gewährleisten.

4.2.1 Tonhöhenerkennung

Im Gegensatz zu den Onsets wird bei der Tonhöhe nicht ein einzelner Zeitpunkt je Ton betrachtet, sondern ein Zeitraum. Dabei ist die Tonhöhe innerhalb eines Tons nur in dessen stationärem (bzw. quasi stationärem) Zustand stabil. Des Weiteren ist der Tonhöhenerkennungsalgorithmus auf die Untersuchung periodischer Signale ausgelegt, so dass er in nicht periodischen Teilen des Tons, wie dem Einschwingvorgang, nicht zuverlässig arbeitet. Um vergleichbare Werte zu erhalten, ist es sinnvoll, Zeitfenster der gleichen Länge bei den verschiedenen Musikern zu

[6] Die MIDI-Skala ist eine vom MIDI-Protokoll benutzte Skala, bei der den Notennamen Nummern zugeordnet werden. Sie basiert auf der gleichstufig temperierten Skala. Dabei ist dem a' der Wert 69 zugeordnet, und ein Schritt von einem Halbton entspricht einer Vergrößerung des Wertes um 1. Die centgenaue Angabe einer Tonhöhe ist im MIDI-Protokoll zwar nicht vorgesehen, wird jedoch im *élastique SOLOIST* durch Nachkommastellen realisiert.

betrachten. Die Musiker einer Instrumentengruppe erreichen den stationären Zustand jedoch nicht zur gleichen Zeit. Daher muss bestimmt werden, wann auch der letzte Musiker den stationären Zustand erreicht und wann der erste Musiker diesen wieder verlässt, um die Zeitspanne zu bestimmen, die zu einem Tonhöhenvergleich betrachtet werden kann. Wenn man die Tonhöhenverläufe der Musiker einer Gruppe grafisch aufträgt, lässt sich der Bereich abschätzen, in dem diese gemeinsam im stationären Zustand sind (siehe Abb. 4.4).

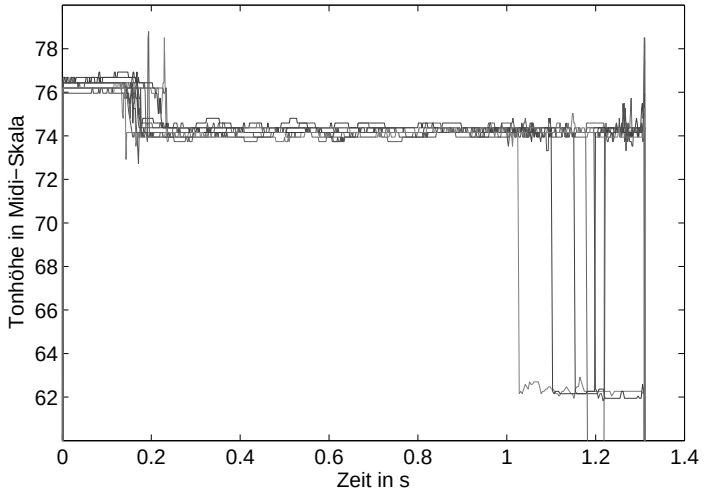

Abbildung 4.4: Ein Ausschnitt der Tonhöhenverläufe der 12 ersten Violinen. Bei etwa 0,2 s ist ein Tonwechsel zu erkennen. Von etwa 0,25–1,0 s ist der stationäre Zustand eines Tons gut erkennbar.

Für eine automatische Erkennung dieses Bereiches kann man also einen Verteilungswert der Tonhöhen – wie die Variationsbreite oder den Interquartil-Abstand (IQR) – zu jedem Zeitpunkt betrachten und einen Schwellenwert festlegen, dessen Unterschreitung den stationären Zustand markiert. Als ein praktikabler Parameter wurde der IQR mit einem Schwellenwert von 60–80 cent gefunden, wobei für die jeweiligen Instrumente immer der gleiche Wert gewählt wurde (erste Violinen: 80 cent, zweite Violinen: 70 cent, Violen: 60 cent)[7]. Die somit gefundenen Werte für Anfang und Ende des stationären Zustands wurden anschließend in einem Diagramm auf ihre Nähe zu den On- und Offsets der MIDI-Map und auf Plausibilität innerhalb des IQR-Verlaufs überprüft (siehe Abb. 4.5). Werte, die dieser Prüfung nicht standhielten, wurden im Weiteren nicht mehr betrachtet. Töne, deren stationärer Zustand sich nicht automatisch erkennen lässt, resultieren aus einem sprunghaften Tonhöhenverlauf. Dies sind Fehler in der Tonhöhenerkennung, die sich wahrscheinlich aus dem Übersprechen bei der Aufnahme ergeben. Kleinere Erkennungsfehler bei einzelnen Musikern werden zwar vorerst ignoriert, da nur der IQR und nicht die ganze Variationsbreite betrachtet wird. Dennoch kommt

[7] Diese Werte wurden experimentell als sinnvoll bestimmt. Als Erklärung für die Unterschiedlichkeit wird vermutet, dass eine größere Anzahl von Instrumenten die Wahrscheinlichkeit erhöht, breitere Tonhöhenverteilungen zu erreichen.

es hier zu einem gewissen Ausschuss, und die Zahl der untersuchten Töne wird reduziert. Wenn eine Auswahl getroffen wird und bestimmte Werte nicht mit in die Untersuchung einbezogen werden, ist es wichtig zu beachten, dass die getroffene Auswahl den gesamten Untersuchungsgegenstand widerspiegelt. Dieser Sachverhalt nennt sich interne Validität und kann dadurch gewährleistet werden, dass die Auswahl zufällig getroffen wird. Das Kriterium zum Aussortieren der untersuchten Töne ist von komplexen Wechselwirkungen aus Aufnahmetechnik und Dynamik des ganzen Orchesters abhängig, welche in ihrer Gesamtheit als zufällig angesehen werden können. Die interne Validität der Ergebnisse bleibt daher erhalten.

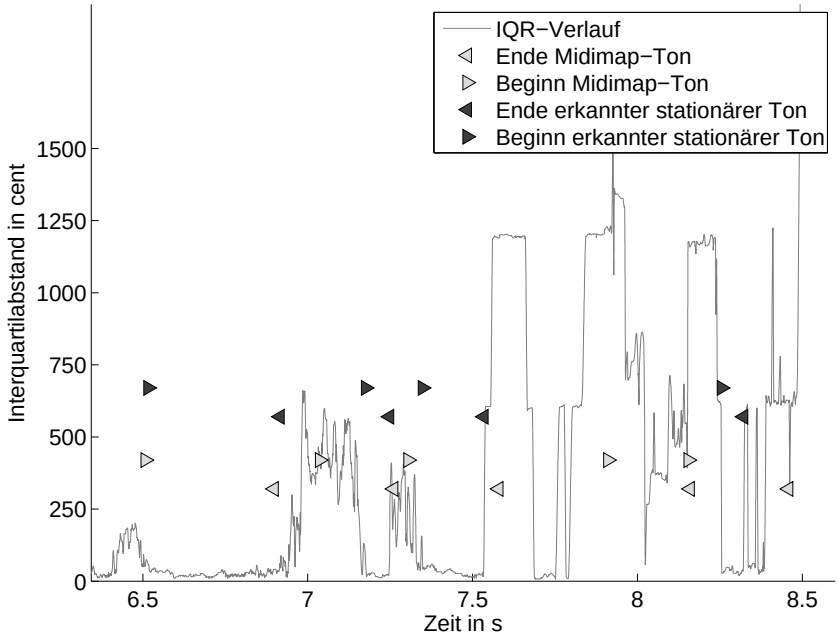

Abbildung 4.5: Der IQR-Verlauf für eine Sequenz von Tönen der 12 ersten Violinen mit erkannten gemeinsamen stationären Zuständen und den Note-On/Note-Off-Zeitpunkten der MIDI-Map. Die ersten (~6,5–7 s) und dritten (~7,25–7,5 s) erkannten gemeinsamen stationären Zustände sind gültig. Zum vierten Ton (~7,8–8,2 s) der MIDI-Map konnte kein gemeinsamer stationärer Zustand gefunden werden.

Im Anschluss an die Bestimmung des gemeinsamen stationären Zustands eines Tons wurden kleinere bestimmbare Fehler, die das IQR-Kriterium zugelassen hat, mittels folgender Mechanismen kompensiert: Zum einen wurden die P-Werte, die die Validitätsprüfung des Tonhöhenerkennungsalgorithmus nicht bestanden haben, ignoriert. Zum anderen wird mit Hilfe der MIDI-Map eine Überprüfung auf die Plausibilität der erkannten Tonhöhe durchgeführt. Übliche Fehler bei der Erkennung sind Abweichungen von der eigentlichen Tonhöhe um eine Oktave oder Quinte und resultieren aus der großen Anzahl übereinstimmender Obertöne. Bei der Plausibilitätsprüfung werden derartige Abweichungen herausgefiltert, indem alle Stützwerte ignoriert werden, die nicht innerhalb der Spanne von ± 200 cent um die in der MIDI-Map angegebene Tonhöhe liegen. Wenn der stationäre Bereich eines Tons einen geringeren IQR als 80 cent hat, wird durch das IQR-Kriterium mit einem Schwellenwert von 80 cent ein größerer

Bereich als nur der stationäre abgedeckt. Um einer Verfälschung der Werte nach oben hin vorzubeugen, wird deshalb der gefundene Bereich um je 0,2 s am Anfang und am Ende gekürzt.

Aus mehreren Gründen ist eine anschließende Interpolation erforderlich. Zum einen entstehen durch das Aussortieren fehlerhaft erkannter Stützwerte Lücken, die kompensiert werden müssen. Zum anderen ist die Samplerate der Tonhöhenerkennung von der Tonhöhe abhängig, wodurch höhere Töne eine größere Anzahl an Stützwerten haben. Bei einem Ton, dessen Tonhöhe sich verändert, würde die Berechnung der mittleren Tonhöhe anhand der Stützwerte – im Vergleich zu einer Berechnung über die Zeit – nach oben hin abweichen. Deshalb wird im Centbereich eine lineare Interpolation mit der Samplerate des aufgenommenen Materials über die als gültig erkannten Stützwerte hinweg durchgeführt, um eine gültige Mittelwertberechnung über die Zeit zu ermöglichen.

Des Weiteren wird ein Maß zur Güte der Tonhöhenerkennung erhoben, das zeigen soll, wie viele Fehler innerhalb eines Tons aufgetreten sind. Dazu wird ein Differenzverlauf gebildet aus den mit der Samplerate über die Zeit interpolierten Tonhöhenverläufen vor und nach Anwendung aller Fehlerkorrektur-Maßnahmen. Dieser Differenzverlauf bildet die interpolierten Bereiche ab, an denen ungültige Stützwerte aussortiert wurden, und wird null an den Stellen, wo gültige Stützwerte vorliegen. Indem das Verhältnis aus den Bereichen, in denen der Differenzverlauf ungleich null ist, und der Gesamtlänge des betrachteten stationären Zustands gebildet wird, erhält man ein Maß für den Anteil an interpolierten Stützwerten, auf denen der Tonhöhenverlauf basiert. Bei einem Wert von null musste kein Stützwert interpoliert werden, während bei einem Wert von eins keiner der erkannten Stützwerte gültig ist und der komplette Tonhöhenverlauf interpoliert werden musste.

4.2.2 Onset-Erkennung

Wie in 2.2.1 dargestellt birgt die Onset-Erkennung bei nicht-perkussiven Instrumenten mit langen Einschwingvorgängen – wie Streichern – einige Probleme. Die Onset-Erkennung des *élastique SOLOIST* hat das Ziel, untersuchte Töne sicher voneinander zu trennen, damit man diese später einzeln in der Tonhöhe verändern kann. Sollte ein Ton zusätzlich noch einmal unterteilt, also als zwei Töne interpretiert werden, stellt das für das Pitch-Shifting kein großes Problem dar. Wenn zwei Töne jedoch als nur ein Ton erkannt werden, lassen diese sich nicht mehr einzeln manipulieren. Daher hat die Onset-Erkennung des *élastique SOLOIST* ein eher liberales Entscheidungskriterium. Das bedeutet, dass deutlich mehr Onsets erkannt werden als vorhanden sind.

Mit Hilfe der MIDI-Map können diese zusätzlich erkannten Onsets aussortiert werden. Dazu werden in einem Zeitfenster um den perzeptiv bestimmten Onsetwert aus der MIDI-Map alle Onsets betrachtet, deren mittlere Tonhöhenwerte innerhalb einer bestimmten Spanne um den Tonhöhenwert der MIDI-Map liegen. Aus diesen möglichen Onsets wird dann der Onset ausgewählt, der dem perzeptiven am ehesten entspricht. Durch Vorstudien hat sich eine Fenstergröße von 0,3–0,5 s, je nach Tempo der untersuchten Passage, als praktikabel erwiesen. Des Weiteren wurde festgestellt, dass eine Tonhöhenspanne von ± 60 cent um den Tonhöhenwert der MIDI-Map genügend Toleranz für Intonationsabweichungen ermöglicht und gleichzeitig verhindert, dass benachbarte Töne in geringem Tonhöhenabstand mit einbezogen werden. Zudem wurden verschiedene Ansätze zur Auswahl des richtigen aus den möglichen Onsets unter Einbeziehung des Velocity-Werts erkundet. Das beste Ergebnis wurde erzielt, indem einfach der erste der möglichen Onsets ausgewählt wurde. Im Fall, dass sich innerhalb des Zeitfensters und der Tonhöhenspanne kein möglicher Onset für einen Musiker finden ließ, wurde für diesen Musiker der Wert als fehlend belassen.

Anschließend wurde eine auditive Kontrolle durchgeführt. Dazu wurde eine Audiodatei erzeugt, die zu den Zeitpunkten der erkannten und sortierten Onsets Klicks aufweist. Diese Datei wird in einem Audioprogramm zeitgleich zur untersuchten Passage abgespielt und auditiv auf Synchronität überprüft. Töne, bei denen die Klicks nicht zeitgleich zu den perzeptiven Onsets liegen, bei denen also die Onset-Erkennung nicht korrekt funktioniert hat, wurden aussortiert.

Nach Abschluss der Datensammlung wurde die auditive Kontrolle für alle untersuchten Onsets nochmals von einer Tonmeisterstudentin verifiziert. Onsets, die dabei als asynchron befunden wurden, wurden markiert und aussortiert. Für die Untersuchung der Onsets wurden nur die Töne herangezogen, für die auch eine gültige Tonhöhenerkennung durchgeführt werden konnte.

4.2.3 Erhebung weiterer Kennwerte

Zwei weitere interessante Parameter, die sich aus der Aufnahme erheben lassen, sind Lautheit und Dauer der untersuchten Töne. Für die Lautheit wurde über die Dauer des gemeinsamen stationären Zustands der Töne der Leq(RLB) nach ITU-R BS.1770-1 gebildet, sowohl für die einzelnen Musiker als auch über alle Musiker einer Instrumentengruppe gemittelt.

Die Dauer der Töne wurde aus den On- und Offset-Informationen der MIDI-Map berechnet. Hier wurde – zugunsten der einfachen Erhebung – in Kauf genommen, dass die Werte der MIDI-Map für den Gesamtklang aller Musiker einer Instrumentengruppe perzeptiv bestimmt wurden und deren Genauigkeit daher eingeschränkt ist.

5 Exploration

In der explorativen Untersuchung der durch Onset- und Tonhöhenerkennung gewonnenen Daten werden in dieser Arbeit zwei Ansätze verfolgt. Zum einen werden einzelne Töne von verschiedenen Stellen des untersuchten Musikstücks zufällig herausgegriffen und innerhalb ihres musikalischen Kontexts detailliert untersucht. Zum anderen werden für eine große Anzahl an Tönen aus zufällig ausgewählten Passagen des Stücks verschiedene Kennwerte automatisch erhoben, um anhand dieser statistische Untersuchungen durchzuführen. Während der erste Ansatz ermöglicht, zeitliche Entwicklungen innerhalb eines Tones zu betrachten, können anhand des zweiten Ansatzes allgemeinere Aussagen über Onset-Zeit- und Tonhöhen-Verteilungen getroffen werden.

Nomenklatur der Töne

Da es sich beim untersuchten Musikstück um notierte Musik handelt, können alle untersuchten Töne in der Partitur des Werks nachvollzogen werden. Dazu wird an dieser Stelle eine Nomenklatur eingeführt, die die eindeutige Zuordnung eines jeden Tons zu seinem Ort in der Partitur ermöglicht. Verallgemeinert dargestellt ist das Format *ins_s#t#_#*. Dabei steht der Platzhalter *ins* für das Instrument und kann die Werte *vl1* für die ersten Violinen, *vl2* für die zweiten Violinen und *vla* für die Violen annehmen. Danach werden die Nummer des Satzes und die Nummer des Taktes angegeben. Als Letztes folgt die Taktzeit, die den Ton innerhalb des Taktes verortet. Volle Zähler geben Viertelnoten an, während Kommazahlen für kleinere Notenwerte stehen. Eine Ausnahme betrifft den sechsten Satz, der im 9/8-Takt steht und dessen volle Zähler deshalb für punktierte Viertelnoten stehen.

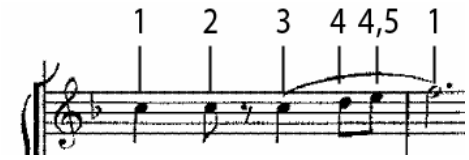

Abbildung 5.1: Die Taktzeiten eines exemplarischen 4/4-Takts

Der Ton *vl1_s1t18_3* ist demnach im 1. Satz, Takt 18, auf der dritten Taktzeit der ersten Violinen zu finden, wohingegen der Ton *vla_s5t186_1,33* im 5. Satz, Takt 186, auf dem zweiten Triolenachtel bei den Violen liegt. Eine Tabelle, die die Tonnamen für alle in 5.1 einzeln untersuchten Töne umfasst, findet sich im Anhang A (Tabelle A.2).

5.1 Einzelne Töne im musikalischen Kontext

Für die detaillierte Untersuchung im musikalischen Kontext wurden für eine kleine Anzahl an zufällig von verschiedenen Stellen des Stückes ausgewählten Tönen verschiedene Kennwerte erhoben. Um möglichst geringen Einfluss auf die untersuchten Töne zu nehmen, wurde auf die in 4.2.1 beschriebenen Fehlerkorrekturmechanismen für den Tonhöhenverlauf verzichtet. Aus einer größeren Anzahl voruntersuchter Töne gab es deshalb einen Teil, der sich aufgrund der vielen Sprünge im Tonhöhenverlauf nicht für die detaillierte Untersuchung eignete und deshalb aussortiert wurde. Bei nur wenigen Sprüngen im Tonhöhenverlauf wurden die Töne mit in die Untersuchung einbezogen, sie wurden jedoch als fehlerbehaftet markiert.

Für die Untersuchung des Tonhöhenverlaufs wurde der Bereich des gemeinsamen stationären Zustands der Musiker anhand eines Plots (vgl. Abb. 4.4) optisch abgeschätzt. Anschließend wurde dieser Bereich in vier gleichgroße Zeitabschnitte unterteilt. Die Erhebung der Tonhöhenkennwerte über den unterteilten stationären Zustand ermöglicht Beobachtungen zur zeitlichen Entwicklung innerhalb eines Tons. Die Kennwerte wurden sowohl über die ganze Dauer des gemeinsamen stationären Zustands als auch über die einzelnen Abschnitte berechnet. Zudem wurde noch eine Messung der Gesamtlautheit der Musiker mit dem Leq(RLB) und die Bestimmung der Onset-Zeiten durchgeführt.

Für den ganzen Ton[8] werden folgende Kennwerte erhoben:

- die Lautheit Leq(RLB);
- die Variationsbreite der Onset-Zeiten, also die Zeitspanne zwischen dem ersten und letzten Onset (im Folgenden Onset-Breite genannt);
- drei Verteilungsmaße für alle Tonhöhenverläufe der Musiker einer Stimmgruppe gemeinsam betrachtet – die Variationsbreite (Pitch-Breite), der Abstand zwischen den Perzentilen 5 und 95 (Pitch-P5-95) und der Interquartilsabstand (Pitch-IQR).

Für die vier Zeitabschnitte des Tons werden Tonhöhenkennwerte über alle Musiker der Stimmgruppe gebildet:

- die drei Verteilungsmaße Pitch-Breite, Pitch-P5-95 und Pitch-IQR für alle Tonhöhenverläufe der Musiker einer Stimmgruppe gemeinsam betrachtet;
- und die relative Tonhöhe *rpq* für einen Zeitabschnitt relativ zum ganzen Ton.

[8] Die Lautheit und die Maße zum Tonhöhenverlauf werden hier nur für den stationären Zustand des untersuchten Tons erhoben.

$$rpq = pa_q - pa_a \tag{5.1}$$

$$pa = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} ps_i \tag{5.2}$$

$$ps = \frac{1}{m}\sum_{j=1}^{m} px_j \tag{5.3}$$

pa mittlere Tonhöhe aller Musiker
pa_q mittlere Tonhöhe eines Zeitabschnitts
pa_a mittlere Tonhöhe des ganzen Tons
ps mittlere Tonhöhe eines Musikers
px Stützwert des Tonhöhenverlaufs eines Musikers
N Anzahl der Musiker
m Anzahl der Tonhöhenstützwerte

Für jeden einzelnen Musiker werden über die Dauer des ganzen Tons Tonhöhenkennwerte gebildet:

– die drei Maße für den Tonhöhenverlauf Pitch-Breite, Pitch-P5-95 und Pitch-IQR;

– die relative Tonhöhe *rp*.

$$rp = ps - pa \tag{5.4}$$

ps mittlere Tonhöhe eines Musikers
pa mittlere Tonhöhe aller Musiker

Des Weiteren wurde für jeden Ton ein Diagramm erzeugt, das die Tonhöhenverläufe, die Onset-Zeitpunkte und den Lautheitsverlauf in einer übersichtlichen Form grafisch darstellt. Im Folgenden werden diese Diagramme Pitch-Onset-Loudness-Plots (POL-Plots) genannt.

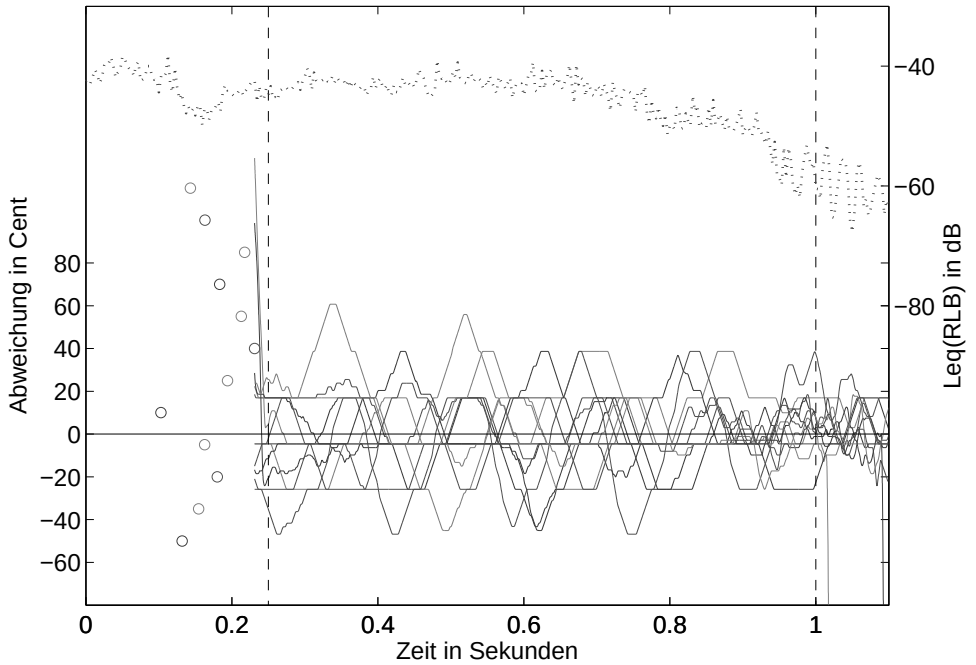

Abbildung 5.2: Der POL-Plot des Tons *vl1_s1t18_3*

Ein Beispiel für einen solchen POL-Plot wird in Abbildung 5.2 gegeben. Die Kreise markieren die Onset-Zeitpunkte der Musiker und sind nur zur Übersichtlichkeit über die y-Achse verstreut. Dabei ist zuunterst der Stimmgruppenführer und zuoberst der letzte nach Pultreihenfolge. Die durchgezogenen Linien stellen die Tonhöhenverläufe der einzelnen Musiker dar und beziehen sich auf die linke y-Skala. Sie werden der Übersichtlichkeit halber erst ab dem Zeitpunkt des spätesten Onsets dargestellt. Die gepunktete Linie stellt den Lautheitsverlauf dar und bezieht sich auf die rechte y-Skala.

5.1.1 Die untersuchten Töne in ihrem Kontext

In Tabelle 5.1 werden die untersuchten Töne und der jeweilige musikalische Kontext, in dem die Töne stehen, aufgelistet. Dazu werden aus der Partitur die Informationen zur vorgeschriebenen Dynamik, zur Instrumentierung des gesamten Orchesters und zum vorgeschriebenen Tempo gezogen.

Tabelle 5.1: Die einzeln untersuchten Töne in ihrem musikalischen Kontext

Ton	Vorgeschriebene Dynamik	Instrumentierung des Orchesters	Vorgeschriebenes Tempo
vl1_s1t18_3	forte	1. Violinen und Chor (nur Sopran)	gemäßigt (allegro moderato)
vl1_s1t140_2	pianissimo	tutti ohne Schlagzeug und Orgel	gemäßigt (allegro moderato)
vl1_s2t60_1	forte	tutti ohne Schlagzeug und Orgel	langsam (andantino)
vl1_s3t75_1	pianissimo	Streicher, Chor und Holzbläser	langsam (moderato quasi andantino)
vl1_s6t19_3,66	forte	1/2 Streicher, 1/2 Chor, Oboen und Fagotte	gemäßigt (allegretto un poco maestoso)
vl2_s1t27_4	forte	1/2 Streicher, Holzbläser und Chor	gemäßigt (allegro moderato)
vl2_s3t71_4	pianissimo	Streicher, 1/2 Holzbläser, Chor und Orgel	langsam (moderato quasi andantino)
vl2_s4t131_3	fortissimo	tutti ohne Schlagzeug und Orgel	schnell (allegro non troppo)
vl2_s6t31_3	forte	Streicher, Chor und Holzbläser	gemäßigt (allegretto un poco maestoso)
vla_s1t24_1	forte	1/2 Streicher, Chor und Fagott	gemäßigt (allegro moderato)
vla_s2t31_1,5	piano	Violen, Holzbläser und Chor (nur Sopran)	langsam (andantino)
vla_s3t72_3	piano	Streicher, 1/2 Holzbläser und Chor	langsam (moderato quasi andantino)
vla_s6t28_1	forte	Streicher, Chor und Holzbläser	gemäßigt (allegretto un poco maestoso)

5.1.2 Beobachtungen

Bei der Betrachtung der in den Tabellen 5.1 und 5.2 aufgelisteten Kennwerte für die ganzen Töne fallen einige Dinge auf. So spiegelt die gemessene Lautheit recht gut die in Tabelle 5.1 aufgeführte vorgeschriebene Dynamik der jeweiligen Töne wider. Die Onset-Breite nimmt Werte zwischen 37 ms und 245 ms an, wobei kleinere Werte zumeist bei Tönen mit kürzerem stationären Zustand zu finden sind. Die Pitch-Breite nimmt Werte von bis zu 179 cent an, also einen erstaunlich großen Bereich von knapp zwei Halbtönen. Zusammen mit den Pitch-P5-95- und Pitch-IQR-Werten ergibt sich ein Eindruck von den Verteilungen der Tonhöhenverläufe. Pitch-IQR-Werte von immerhin bis zu 45 cent deuten auf starke Tonhöhenschwankungen hin und sind auf das Vibrato zurückzuführen.

Tabelle 5.2: Kennwerte für die einzeln untersuchten Töne

Ton	Lautheit Leq(RLB) in dB	Onset-Breite in ms	Pitch-Breite in cent	Pitch-P5-95 in cent	Pitch-IQR in cent	Dauer des stationären Zustands in s
vl1_s1t18_3	-45	128	107,6	64,5	21,5	0,8
vl1_s1t140_2	-66	80	84,9	62,1	25,1	0,2
vl1_s2t60_1	-45	129	178,6	89,7	35,1	0,6
vl1_s3t75_1	-60	245	95,5	59,9	20,8	0,6
vl1_s6t19_3,66	-45	84	95,3	47,4	16,1	0,2
vl2_s1t27_4	-47	108	141,6	76,1	29,3	0,4
vl2_s3t71_4*	-67	182		44,9	20,1	1,0
vl2_s4t131_3*	-32	71		60,1	26,8	0,1
vl2_s6t31_3	-47	81	123,3	90,0	45,0	0,2
vla_s1t24_1*	-53		79,8	62,8	32,1	0,4
vla_s2t31_1,5*	-64	105		46,6	15,6	0,1
vla_s3t72_3	-66	174	105,4	60,2	28,3	1,0
vla_s6t28_1*	-51	37		72,9	32,4	0,7

Fehlerhafte Werte durch Sprünge im Tonhöhenverlauf oder falsch erkannte Onsets werden nicht dargestellt.
* Ton enthält fehlerhafte Werte

Vibrato

Wenn man die Tonhöhenverläufe der einzelnen Musiker beim Ton *vl1_s3t75_1* grafisch darstellt, wird das Vibrato sehr gut erkennbar (Abb. 5.3). Die Vibratofrequenz liegt bei etwa 5–6 Hz. Die Modulationstiefe ist interindividuell verschieden stark ausgeprägt, und die Phasenlage des Vibratos erscheint zufällig.

Auch die gesamte Vibratomodulationstiefe variiert für verschiedene Töne. Als Beispiel werden die Töne *vl1_s1t18_3* und *vl1_s2t60_1* betrachtet. Die Kennwerte der Töne sind sehr ähnlich; Lautheit, Dauer und die Onset-Breite liegen nahe beieinander, nur die Verteilungen der Tonhöhenverläufe sind sehr unterschiedlich. So liegt der Pitch-P5-95 für den ersten Ton bei knapp 65 cent, während er beim zweiten Ton bei knapp 90 cent liegt. Die POL-Plots dieser Töne (Abb. 5.2 und Abb. 5.4) zeigen, dass dies nicht von einzelnen Musikern herrührt, die einen

falschen Ton spielen, sondern dass bei dem zweiten Ton eine allgemein größere Vibratomodulationstiefe anzutreffen ist. Anhand der Tabelle der Töne in ihrem musikalischen Kontext (Tab. 5.1) kann man einen Zusammenhang für diesen Unterschied vermuten, denn die Dynamik beider Töne ist zwar als *forte* vorgeschrieben, die Orchestrierung jedoch sehr unterschiedlich. Während die ersten Violinen beim ersten Ton mit dem Chor-Sopran allein spielen, müssen sie sich beim zweiten Ton im Orchester-Tutti behaupten.

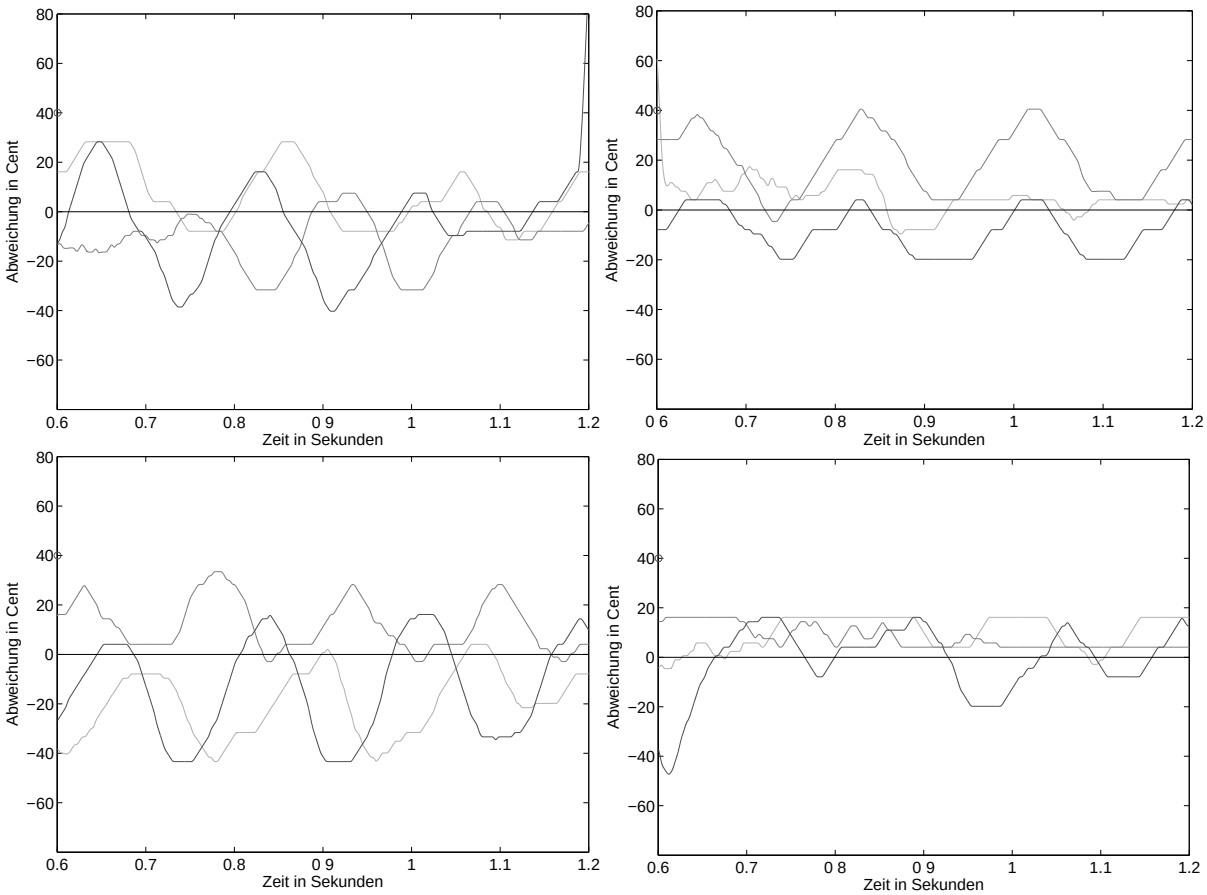

Abbildung 5.3: Plots der Tonhöhenverläufe des stationären Teils des Tons *vl1_s3t75_1*. In einem Plot werden jeweils drei der zwölf ersten Violinisten dargestellt.

Bei einigen Tönen ist zu beobachten, dass die Musiker fast kein Vibrato spielen, wie zum Beispiel beim Ton *vl1_s6t19_3,66* (Abb. 5.5). Der Pitch-IQR umfasst dort eine Spanne von ca. 16 cent. Ein anderer Ton, der einen ähnlich geringen Pitch-IQR aufweist, ist *vla_s2t31_1,5*. Die beiden Töne liegen in einem komplett unterschiedlichen musikalischen Kontext: *forte*, 1/2 Orchester, gemäßigtes Tempo bei dem einen und *piano*, Viola, Chor-Sopran und Holzbläser und langsames Tempo bei dem anderen. Sie haben jedoch die Gemeinsamkeit, beide sehr kurz zu sein (0,2 s und 0,1 s). Der POL-Plot von *vl2_s6t31_3* (Abb. 5.6), ebenfalls ein kurzer Ton, zeigt jedoch, dass es auch in einer sehr kurzen Zeitspanne zu einer Vibratomodulation kommen kann.

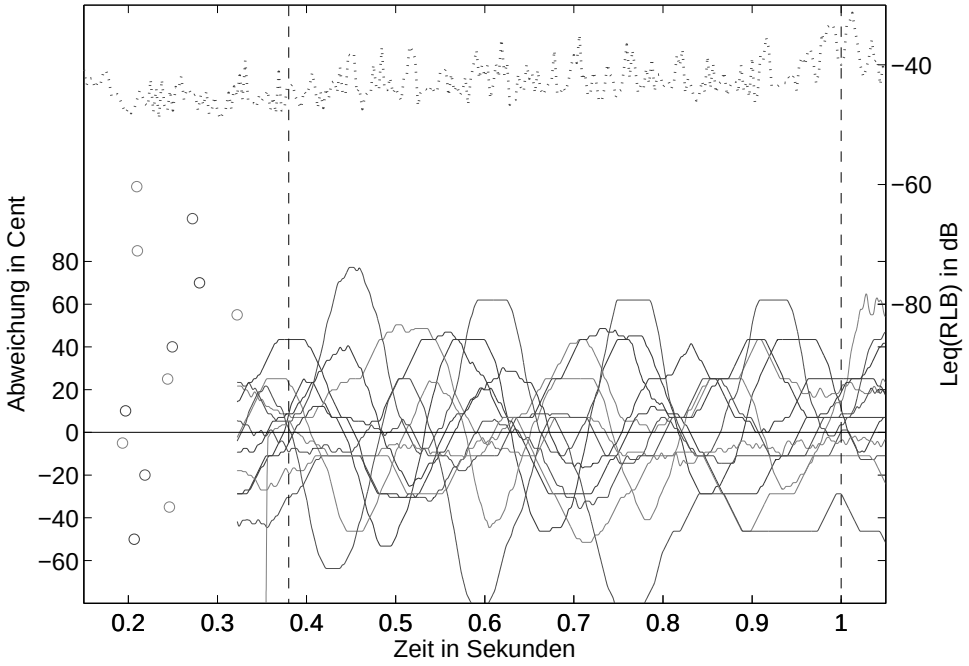

Abbildung 5.4: Der POL-Plot des Tons *vl1_s2t60_1*

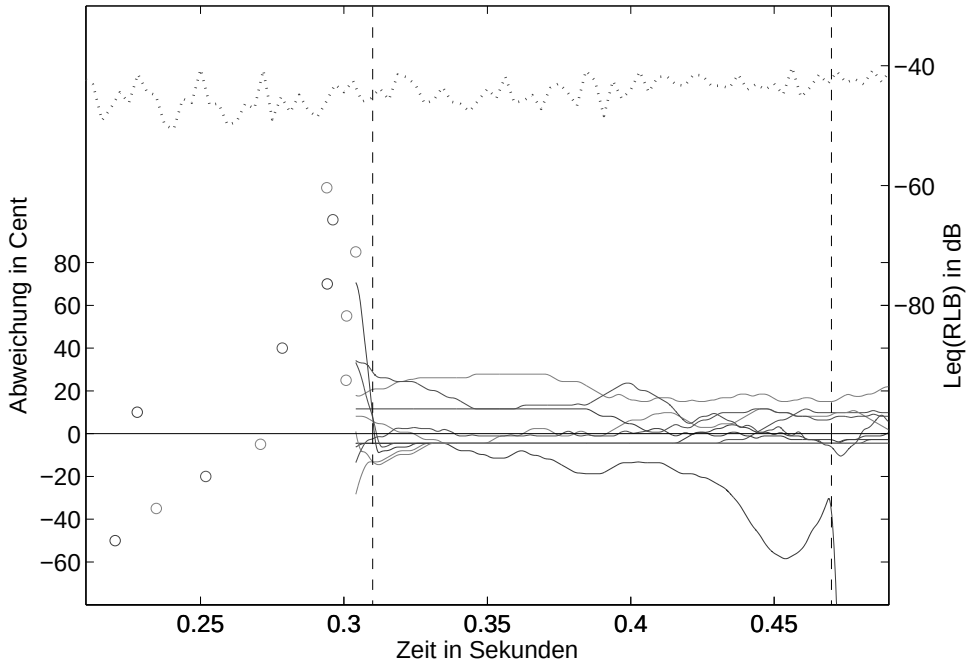

Abbildung 5.5: Der POL-Plot des Tons *vl1_s6t19_3,66*

Einer der 13 untersuchten Töne zeigt beim POL-Plot eine Besonderheit in den Tonhöhenverläufen. Bei *vla_s6t28_1* sind die Vibratoschwingungen der verschiedenen Musiker nahezu phasengleich. Eine Betrachtung des musikalischen Kontexts und eine auditive Überprüfung zeigen keine Besonderheiten auf, der Ton weist jedoch von allen untersuchten Tönen die geringste Onset-Breite auf. Ob dies bei kleinen Onset-Breiten immer so ist, ob dieses Phänomen musikalisch-akustischen Umständen geschuldet ist oder ob es ein zufälliges Phänomen ist, ist jedoch nicht klar.

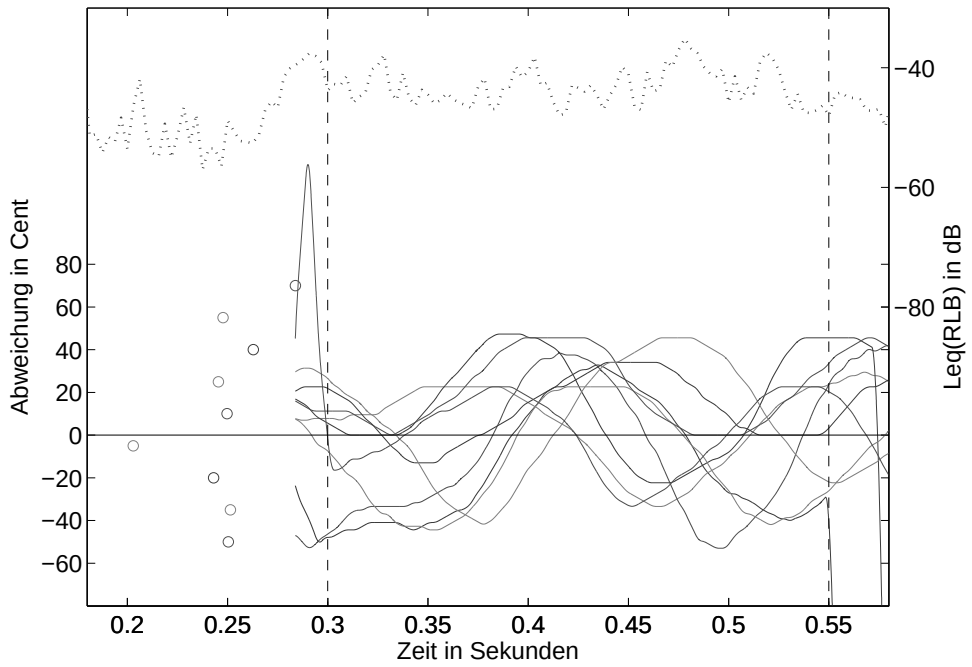

Abbildung 5.6: Der POL-Plot des Tons *vl2_s6t31_3*

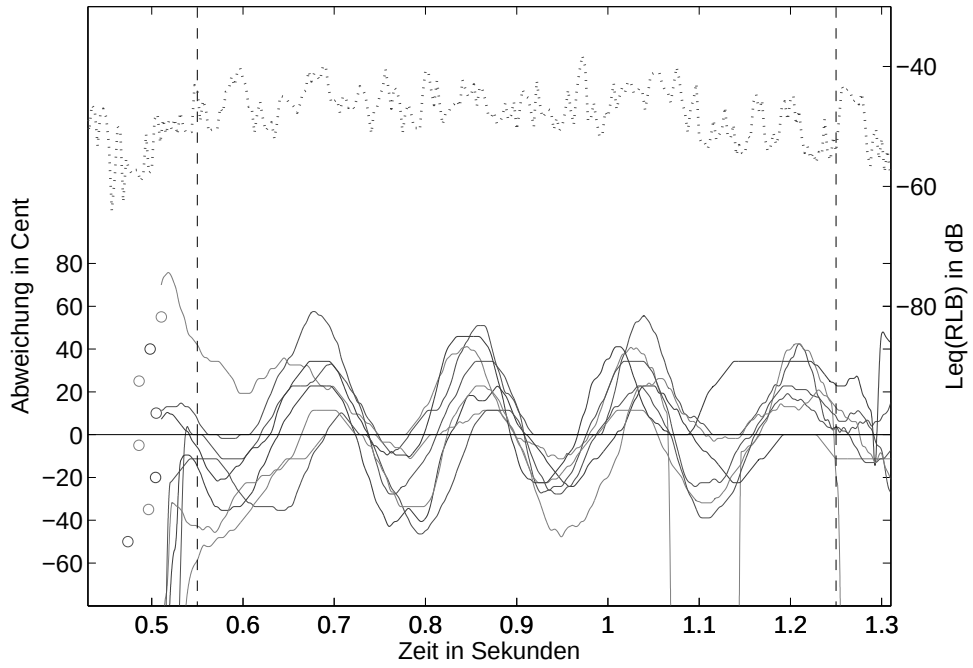

Abbildung 5.7: Der POL-Plot des Tons *vla_s6t28_1*

Onsets

Eine Betrachtung der Onset-Zeitpunkte in den POL-Plots[9] lässt auf keine Regelmäßigkeiten in der Reihenfolge der Musiker schließen. Es scheint, dass die Musiker keine eindeutigen Tendenzen zum frühen oder späten Onset haben.

[9] Die POL-Plots der bisher nicht abgebildeten Töne finden sich im Anhang A (Abb. A.1 bis Abb. A.7).

Entwicklungen über die Zeit

Durch die Teilung der stationären Zustände der Töne in vier gleich große Abschnitte können Entwicklungen über die Zeit beobachtet werden. Die in Tabelle 5.3 aufgelisteten relativen Tonhöhen *rpq* (nach Gleichung (5.1)) sind unabhängig vom Zeitabschnitt fast immer sehr nah an der mittleren Tonhöhe. In den Mittelwerten und Standardabweichungen finden sich für die ersten beiden Abschnitte geringfügig größere Werte als für den dritten und vierten Abschnitt. Insgesamt sind diese Werte jedoch sehr klein und zeigen, dass die Musiker trotz des teilweise sehr starken Vibratos eine konstante gemeinsame Tonhöhe über den Verlauf eines Tons halten.

Tabelle 5.3: Die relativen Tonhöhen *rpq* aller Musiker über vier Zeitabschnitte des stationären Zustands (alle Werte in cent)

Ton	1. Abschnitt	2. Abschnitt	3. Abschnitt	4. Abschnitt
vl1_s1t18_3	-0,3	0,0	-1,2	1,6
vl1_s1t140_2	-5,1	-0,2	1,1	4,2
vl1_s2t60_1	-0,8	0,7	-1,6	1,6
vl1_s3t75_1	1,6	1,7	-2,8	-0,5
vl1_s6t19_3,66	1,4	0,7	-0,1	-2,0
vl2_s1t27_4	-5,4	1,7	-0,4	4,1
vl2_s3t71_4*	-1,1		1,4	4,6
vl2_s4t131_3*	-0,7			-1,5
vl2_s6t31_3	-9,5	12,3	7,2	-3,3
vla_s1t24_1	-3,6	2,5	1,9	-1,9
vla_s2t31_1,5*	-2,5	1,2		
vla_s3t72_3	4,8	1,6	1,1	-2,2
vla_s6t28_1*	1,1	3,2	2,3	
Mittelwert** (Standardabw.)**	-1,5 (3,7)	2,3 (3,5)	0,8 (2,6)	0,4 (2,9)

Fehlerhafte Werte durch Sprünge im Tonhöhenverlauf werden nicht dargestellt.
* Ton enthält fehlerhafte Werte
** ohne fehlerhafte Werte

Bei einigen der gezeigten POL-Plots (Abb. 5.2, Abb. 5.4 und Abb. 5.7) kann man einen sich verengenden Tonhöhenkorridor erkennen. Dies deutet auf eine Tonhöhenkorrektur der Musiker innerhalb des Tones hin. Indem man die Verteilungen der Tonhöhenverläufe über die Zeitabschnitte (Tab. 5.4) betrachtet, kann dieses Phänomen genauer beschrieben werden. In der Pitch-Breite kann bei einigen Tönen (*vl1_s1t18_3*, *vl1_s2t60*_1 und *vl1_s3t75_1*) eine Verringerung über die Zeit festgestellt werden, doch schon im Pitch-P5-95 sind diese nur noch bedingt erkennbar. Daraus lässt sich schließen, dass es einzelne Musiker sind, die einen Fehler korrigieren, während der Großteil der Musiker ihre Tonhöhe und Vibratomodulationstiefe weitestgehend beibehalten. In den für die Zeitabschnitte erhobenen Mittelwerten und Standardabweichungen über die untersuchten Töne sind diese Korrekturprozesse nicht zu erkennen. Einzig bei *vl1_s3t75_1* lässt sich eine Verringerung aller Verteilungsmaße über die Zeit

feststellen. Dieses Phänomen lässt sich jedoch nicht direkt aus dem musikalischen Kontext erklären und ist auch aus dem POL-Plot nicht direkt ersichtlich (siehe Abb. 5.8).

Tabelle 5.4: Die drei erhobenen Verteilungsmaße für die Tonhöhenverläufe, für alle Musiker über vier Zeitabschnitte des stationären Zustands gemittelt (alle Werte in cent)

Ton	Pitch-Breite				Pitch-P5-95				Pitch-IQR			
	Abschnitt Nr.				Abschnitt Nr.				Abschnitt Nr.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
vl1_s1t18_3	107,6	107,6	85,5	64,5	63,4	64,5	58,2	62,6	21,5	21,5	21,5	21,5
vl1_s1t140_2	84,9	84,9	66,0	75,7	56,5	62,5	54,6	57,9	18,9	19,0	25,2	19,0
vl1_s2t60_1	144,4	142,9	159,9	108,2	89,7	89,7	89,7	89,7	25,9	30,7	27,2	36,1
vl1_s3t75_1	95,5	83,9	83,9	71,6	59,9	59,9	66,5	35,9	24,0	24,0	16,7	12,0
vl1_s6t19_3,66	48,3	48,3	48,3	95,3	35,6	37,9	39,9	56,2	16,1	16,1	12,6	16,1
vl2_s1t27_4	95,1	131,8	104,4	105,0	66,4	79,6	76,1	76,5	28,5	28,6	30,0	28,6
vl2_s3t71_4*			40,3	50,5	43,9		34,4	30,9	20,1	28,3	10,1	10,1
vl2_s4t131_3*	54,1			108,2	54,1			54,1	39,8	26,8	26,8	7,0
vl2_s6t31_3	73,5	101,5	98,2	111,7	67,0	79,0	79,0	84,4	44,7	28,5	53,6	42,1
vla_s1t24_1	71,5	72,0	79,8	72,0	63,0	56,0	63,8	56,0	24,0	24,1	35,5	34,7
vla_s2t31_1,5*	44,8	50,9			40,6	42,5			25,4	6,4	17,0	5,2
vla_s3t72_3	75,3	90,0	105,4	97,7	51,9	58,5	67,9	65,0	22,4	24,2	32,1	26,8
vla_s6t28_1*	113,2	113,2	113,2		77,7	81,8	72,7	74,1	39,7	27,0	30,5	28,4
Mittelwert**	84,0	93,4	89,5	87,3	59,2	64,7	63,9	61,9	27,0	23,5	26,1	22,1
(Standardabw.)**	(27,9)	(28,7)	(31,4)	(20,1)	(14,3)	(15,7)	(15,7)	(16,9)	(8,5)	(6,3)	(10,9)	(11,3)

Fehlerhafte Werte durch Sprünge im Tonhöhenverlauf werden nicht dargestellt.

* Ton enthält fehlerhafte Werte

** ohne fehlerhafte Werte

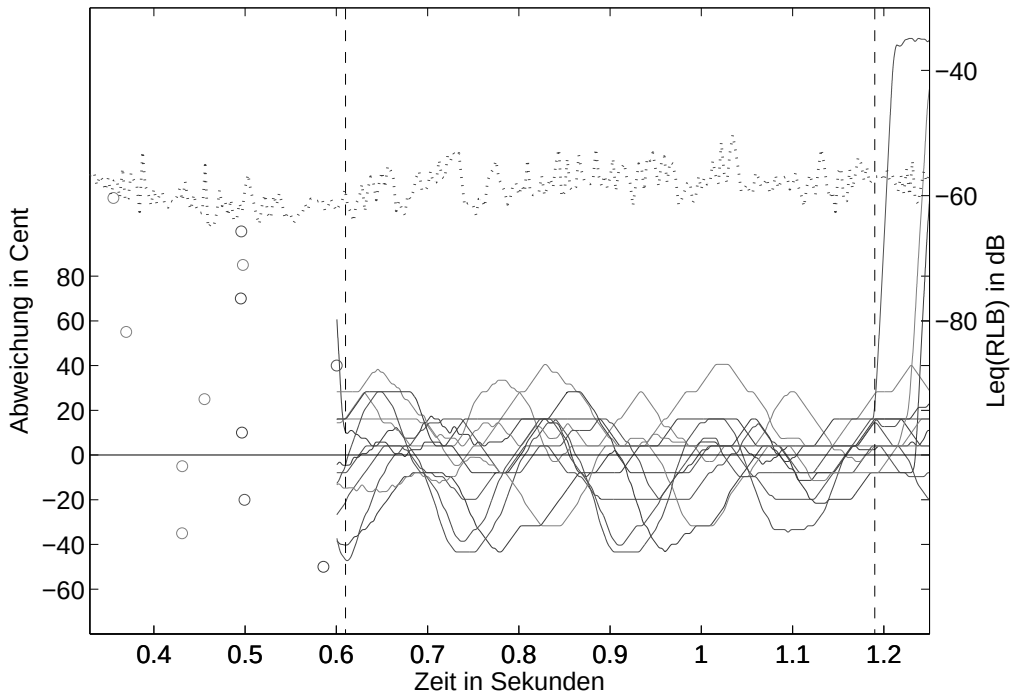

Abbildung 5.8: Der POL-Plot des Tons *vl1_s3t75_1*

Unterschiede zwischen den Musikern

Die Kennwerte zum Tonhöhenverlauf können statt über Unterteilungen des Zeitverlaufs auch über die einzelnen Musiker berechnet werden. Bei der Betrachtung der relativen Tonhöhe *rp* (siehe Gleichung (5.4)) der einzelnen Musiker zum Mittelwert aller Musiker (Tab. 5.5) zeigt sich, dass jeder Musiker mal mehr, mal weniger von der mittleren Tonhöhe abweicht. Die Mittelwerte der Musiker sind aufgrund der geringen Anzahl an erhobenen Werten nur bedingt aussagekräftig.

Tabelle 5.5: Die relative Tonhöhe *rp* der einzelnen Musiker in cent

Ton	Musiker Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	absoluter Mittelw.°
vl1_s1t18_3	-3,5	-9,3	6,0	-11,0	20,4	-6,3	-6,4	0,5	-4,2	9,3	5,8	-1,1	7,0
vl1_s1t140_2	-4,5	3,6	-37,1	8,2	-8,2	10,3	-20,1	6,9	8,2	-8,0	16,1	24,7	13,0
vl1_s2t60_1	6,0	21,8	-14,2	-7,5	-4,7	28,9	25,0	-6,6	-1,3	11,5	-20,6	-38,3	15,5
vl1_s3t75_1	5,0	19,3	-8,8	-19,8	12,1	-13,7	10,1	7,8	-0,8	6,1	-11,1	-6,2	10,1
vl1_s6t19_3,66	-20,2	21,0	-2,3	-2,9	2,9	-4,5	5,9	-5,0	2,9	-4,7	-5,2	12,1	7,5
Mittelwert**	-3,4	11,3	-11,3	-6,6	4,5	2,9	2,9	0,7	1,0	2,8	-3,0	-1,8	
(Standardabw.)**	(10,5)	(13,7)	(16,3)	(10,3)	(11,8)	(16,9)	(17,1)	(6,6)	(4,8)	(8,7)	(14,3)	(23,7)	
vl2_s1t27_4	-1,0	7,6	-12,6	10,3	-1,9	6,1	31,7	-23,2	-16,9				12,4
vl2_s3t71_4*	2,4	-0,7	4,1		-5,7	13,2	-18,1	-3,9	9,9				7,2
vl2_s4t131_3*	-0,3	-7,6	-7,1	5,1	-12,3	-15,5	1,6	-23,8					9,2
vl2_s6t31_3	-14,4	3,4	-11,2	13,6	-14,3	19,4	11,1	6,7	1,0				10,6
Mittelwert**	-3,3	0,7	-6,7	9,7	-8,6	5,8	6,6	-11,1	-2,0				
(Standardabw.)**	(7,5)	(6,5)	(7,6)	(4,3)	(5,8)	(15,2)	(20,7)	(15,0)	(13,6)				
vla_s1t24_1	-12,9	3,7	3,2	-3,8	-13,8	22,4	1,3	-2,3					7,9
vla_s2t31_1,5*	3,1	11,6	-0,6	-0,6		20,5	-8,0	-12,2					8,1
vla_s3t72_3	14,2	3,2	-3,2	9,2	-12,5	2,2	-5,7	3,0					6,6
vla_s6t28_1*	17,8		-5,9	5,5	-8,3	13,7	-10,1	-7,2					9,8
Mittelwert**	5,6	6,2	-1,6	2,6	-11,5	14,7	-5,6	-4,7					
(Standardabw.)**	(13,8)	(4,7)	(3,9)	(5,9)	(2,9)	(9,1)	(5,0)	(6,5)					

Fehlerhafte Werte durch Sprünge im Tonhöhenverlauf werden nicht dargestellt.

* Ton enthält fehlerhafte Werte

** ohne fehlerhafte Werte

° Mittelwert der Beträge (ohne fehlerhafte Werte)

Beim Lesen der Tabelle ist zu beachten, dass die Musiker nur innerhalb der Instrumentengruppen identisch sind. Musiker Nr. 1 der ersten Violinen ist jedoch nicht Musiker Nr. 1 der Violen.

Der Mittelwert der Beträge je Ton zeigt, dass bei einigen Tönen größere Abweichungen von der mittleren Tonhöhe anzutreffen sind als bei anderen. Zusammen mit den Mittelwerten der Pitch-Breite der einzelnen Musiker (Tab. 5.6) ergibt sich ein aussagekräftiges Bild vom untersuchten Ton, indem beschrieben wird, wie stark das Vibrato eines Tons im Mittel ist und wie sehr die Mittenfrequenzen verteilt sind. Man kann nun diese Werte zur Hand nehmen, um die weiter oben untersuchten Töne *vl1_s1t18_3* und *vl1_s2t60_1* (Abb. 5.2 und Abb. 5.4) zu vergleichen, welche im jeweiligen musikalischen Kontext unterschiedlich stark ausgeprägte Vibratos aufweisen. Es zeigt sich, dass diese Mittelwerte der einzelnen Musiker eine sehr viel differenzierte Beschreibung liefern als die in Tabelle 5.2 angegebenen Werte für gemeinsame Verteilung. Der erstere der beiden Töne weist eine große mittlere Vibratomodulationstiefe auf, dabei kommt es

jedoch nur zu einer geringen Abweichung der Mittenfrequenzen. Der zweite Ton hingegen weist zu einer geringfügig größeren mittleren Vibratomodulationstiefe auch noch eine sehr große Abweichung der Mittenfrequenzen auf. Aus dieser Kombination ergibt sich die große Pitch-Breite aller Tonhöhenverläufe für diesen Ton, die in Tabelle 5.2 mit knapp 179 cent angegeben ist. (Weitere Tabellen, die den Pitch-IQR und den Pitch-P5-95 für die einzelnen Musiker zeigen, finden sich im Anhang A in den Tabellen A.3 und A.4.)

Tabelle 5.6: Die Pitch-Breite der einzelnen Musiker gemittelt über den stationären Zustand des Tons in cent

Ton	Musiker Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittelwert**
vl1_s1t18_3	63,7	63,7	64,5	63,7	65,3	85,5	42,7	42,7	64,5	43,3	64,5	64,5	60,7
vl1_s1t140_2	28,3	47,7	37,2	9,5	37,6	38,1	28,0	28,5	23,9	28,3	28,6	19,2	29,6
vl1_s2t60_1	125,6	72,9	53,3	71,4	88,8	91,6	72,9	35,7	53,8	72,1	70,7	123,1	77,7
vl1_s3t75_1	48,1	48,4	23,9	47,4	48,4	59,5	24,0	12,1	71,2	48,1	47,8	71,6	45,9
vl1_s6t19_3,66	63,0	16,3	16,1	16,1	16,1	0,0	16,1	16,0	48,3	16,0	16,0	64,1	25,3
Mittelwert**	65,7	49,8	39,0	41,6	51,2	54,9	36,7	27,0	52,3	41,6	45,5	68,5	
(Standardabw.)**	(36,4)	(21,5)	(20,1)	(27,8)	(27,6)	(37,4)	(22,4)	(12,9)	(18,2)	(21,3)	(23,2)	(36,9)	
vl2_s1t27_4	66,4	57,4	75,3	55,1	47,4	95,7	38,7	93,1	46,9				64,0
vl2_s3t71_4*	20,1	20,1	10,1		70,3	40,5	19,9	10,0	30,3				27,7
vl2_s4t131_3*	26,8	26,8	80,5	54,1	26,8	54,1	81,8	53,3					50,5
vl2_s6t31_3	78,5	56,0	111,7	79,5	67,0	45,6	56,4	90,0	56,0				71,2
Mittelwert**	48,0	40,1	69,4	62,9	52,9	59,0	49,2	61,6	44,4				
(Standardabw.)**	(28,8)	(19,4)	(42,7)	(14,4)	(20,1)	(25,1)	(26,4)	(38,9)	(13,0)				
vla_s1t24_1	63,8	47,9	72,0	63,8	55,5	24,3	48,1	56,0					53,9
vla_s2t31_1,5*	8,5	17,1	8,5	8,5		17,1	27,8	25,3					16,1
vla_s3t72_3	52,8	60,2	60,0	90,3	59,4	90,7	45,0	75,3					66,7
vla_s6t28_1*	68,8		67,5	67,9	67,0	68,3	78,5	90,0					72,6
Mittelwert**	48,5	41,7	52,0	57,6	60,6	50,1	49,9	61,7					
(Standardabw.)**	(27,5)	(22,2)	(29,4)	(34,8)	(5,8)	(35,3)	(21,1)	(27,9)					

Fehlerhafte Werte durch Sprünge im Tonhöhenverlauf werden nicht dargestellt.
* Ton enthält fehlerhafte Werte
** ohne fehlerhafte Werte

5.1.3 Erkenntnisse

Wenn man die Variationsbreite der Onset-Zeitpunkte als ein Maß für die Asynchronität der Musiker ansieht, kann man für die untersuchten Töne einen Zusammenhang zwischen der Dauer der Töne und der Asynchronität feststellen. Diese Beobachtung deckt sich auch mit dem in 3.1 beschriebenen Zusammenhang zwischen längerer Inter-Beat-Time und steigender Asynchronität.

Des Weiteren wurde festgestellt, dass die untersuchten Musiker ein Vibrato mit sehr unterschiedlich ausgeprägter Modulationstiefe spielen und dass es bei manchen Tönen zu gar keinem Vibrato kommt. Auch wenn die Modulationstiefe innerhalb eines Tons interindividuell verschieden sein kann, gibt es für die Töne Tendenzen hin zu einer größeren oder geringeren Modulationstiefe, wie die Mittelwerte der Pitch-Breite der einzelnen Musiker in Tabelle 5.6 zeigen. Ebenso gibt es bei verschiedenen Tönen unterschiedlich starke Tendenzen der einzelnen

Musiker zur Abweichung von der mittleren Tonhöhe (siehe Tab. 5.5). Zusammenhänge zwischen diesen Tendenzen und den erhobenen musikalischen Parametern konnten nicht festgestellt werden. Es scheint dennoch sinnvoll zu sein, die Tonhöhenverläufe der Töne mit zwei Kennwerten zu beschreiben, die einerseits die relativen mittleren Tonhöhen und andererseits das Maß des Vibratos abbilden. Als erster Kennwert soll der Mittelwert der Beträge der relativen Tonhöhen der einzelnen Musiker dienen. Er ist ein aussagekräftiges Maß für die Tonhöhenpräzision und wird im Folgenden als *mittlere Tonhöhenabweichung* bezeichnet. Die Pitch-Breite der einzelnen Musiker wird in den untersuchten Tönen vor allem durch die Modulationstiefe des Vibratos bestimmt. Man kann sie also als ein Maß für die Modulationstiefe des Vibratos interpretieren. Dies gilt jedoch nur unter der Annahme, dass es im Verlauf des Tons nur zu geringen Veränderungen der mittleren Tonhöhe kommt, welche für die untersuchten Töne in Tabelle 5.3 bestätigt wird. In Tabelle 5.4 ist der Pitch-P5-95 jedoch zeitlich stabiler als die Pitch-Breite, so dass er als zweiter die Tonhöhenverläufe beschreibender Kennwert herangezogen werden sollte.

Beim Vergleich der Töne *vl1_s1t18_3* und *vl1_s2t60_1* (Abb. 5.2 und Abb. 5.4), die sich bei den erhobenen musikalischen Merkmalen vor allem in der Orchestrierung unterscheiden, ist der Unterschied in der Pitch-Breite auf eine Kombination von mittlerer Tonhöhenabweichung und Vibratomodulationstiefe zurückzuführen. Dies lässt die Vermutung zu, dass bei vollem Orchestereinsatz die mittlere Tonhöhenabweichung und die Modulationstiefe zunehmen. Ob dies ein mehr oder minder bewusst eingesetztes Mittel ist, um dem Streicherklang mehr Durchsetzungskraft zu verleihen, oder ob dieses Phänomen auf eine eingeschränkte auditive Kontrolle der Musiker über ihr Spiel zurückzuführen ist, lässt sich anhand der Betrachtung dieses Einzelfalls nicht beantworten.

Generell gilt, dass die Aussagekraft der in dieser Arbeit erhobenen Merkmale zur Abbildung des musikalischen Kontexts sehr beschränkt ist. So zeigen die Abbildungen 5.5 bis 5.7 die POL-Plots der drei Töne *vl1_s6t19_3,66*, *vl2_s6t31_3* und *vla_s6t28_1*. Diese wurden als Töne in einem ähnlichen musikalischen Kontext identifiziert und werden von den drei verschiedenen Instrumentengruppen gespielt. Sowohl in den erhobenen Kennwerten als auch im optischen Eindruck der POL-Plots bestehen jedoch sehr große Unterschiede zwischen den Tönen. Um den musikalischen Kontext umfassender beschreiben zu können, scheint es daher sinnvoll zu sein, die Liste der erhobenen Merkmale zu erweitern und bei diesen auch feiner zu differenzieren als hier geschehen.

5.2 Töne in der statistischen Untersuchung

Um allgemeinere Aussagen über die Präzision und die Tonhöhenverteilung im untersuchten Musikstück treffen zu können, wird im folgenden Untersuchungsansatz eine große Anzahl an Tönen betrachtet. Dazu wurden die Kennwerte der Töne von verschiedenen zufällig ausgewählten Passagen automatisch erhoben.

Um diese automatische Erhebung gewährleisten zu können, mussten Passagen mit sehr schnellen Tonfolgen ausgeschlossen werden, da die Onset- und die Tonhöhenerkennung hier zu viele Fehler machen. Besonders die Spieltechnik der 16tel-Noten auf demselben Ton mit wechselndem Bogenstrich, die in dem untersuchten Stück häufig anzutreffen ist, führt zu Problemen bei der automatischen Erkennung. Diese sind auf die Kombination aus großen geräuschhaften Anteilen und geringen Unterschieden in der Tonhöhe zurückzuführen, die eine Diskriminierung der Töne erschwert. Des Weiteren wurden Divisi-Stellen, an denen die Musiker innerhalb einer Stimmgruppe mehrstimmig spielen, und Stellen, an denen nur die halbe Stimmgruppe spielt, ausgelassen. Außerdem wurde auf die Untersuchung von im Pizzicato gespielten Tönen verzichtet, da diese keinen stationären Zustand im Tonhöhenverlauf aufweisen.

Im Gegensatz zu der Untersuchung in 5.1 können bei der automatischen Erhebung der Kennwerte nur „messbare“ Parameter betrachtet werden oder solche, die sich direkt aus der Lokalisierung in der Partitur ergeben. Musikalische Begriffe wie Orchestrierung, Dynamik und das vorgeschriebene Tempo werden daher nicht betrachtet.

Für jeden untersuchten Ton werden folgende Kennwerte[10] erhoben, die sich in drei verschiedene Gruppen gliedern lassen.

1. Kennwerte, die in gewissem Maße durch die Partitur determiniert sind:
   - **Tondauer**, die Zeitspanne zwischen den für die ganze Instrumentengruppe bestimmten On- und Offset-Werten aus der MIDI-Map.
   - **Lautheit (gesamt)**, die mit dem Leq(RLB) bestimmte Lautheit für alle untersuchten Musiker von je einer der drei untersuchten Stimmgruppen.
   - **Lautheiten der einzelnen Musiker**, die Leq(RLB)-Lautheiten für jeden Musiker einzeln bestimmt.
   - **Mittlere Tonhöhe**, die mittlere Tonhöhe aller Musiker *pa* (nach Gleichung (5.2)) in der MIDI-Skala.

[10] Wenn nicht anders erwähnt, werden Kennwerte, die Zeitverläufe (wie Lautheit und Tonhöhe) zusammenfassen, nur den stationären Zustand des untersuchten Tons erhoben.

- **Kennwerte zur Lokalisierung in der Partitur**, analog zu der in 5.1 benutzten Nomenklatur werden **Satz**, **Takt** und die **Taktzeit** angegeben.
- **Musikalische Kennwerte**, die sich direkt aus der Lokalisierung des Tons ergeben: die **Taktart**, der binäre Kennwert **Ist-volle-Zählzeit**, der angibt, ob sich ein Ton auf einer vollen Zählzeit befindet (im 4er-Takt auf der Taktzeit 1, 2, 3 und 4), und der binäre Kennwert **Ist-schwere-Zählzeit**, der angibt ob sich ein Ton auf einer schweren Zählzeit befindet (im 4er-Takt auf der Taktzeit 1 und 3 und im 3er-Takt auf der Taktzeit 1).

2. Kennwerte die nicht oder nur indirekt durch die Partitur determiniert sind:

- **Relative Onset-Zeiten der einzelnen Musiker**, die Differenzen zwischen den Onset-Zeiten der einzelnen Musiker und dem arithmetischen Mittel der Onset-Zeiten aller Musiker.

$$rot = ot - mot \tag{5.5}$$

$$mot = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} ot_i \tag{5.6}$$

rot relative Onset-Zeit eines Musikers
ot Onset-Zeit des einzelnen Musikers
mot mittlere Onset-Zeit aller Musiker
N Anzahl der Musiker

- **Mittlere Onset-Zeitabweichung**, der arithmetische Mittelwert der Beträge der relativen Onset-Zeiten der einzelnen Musiker.

$$otd = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} | rot_i | \tag{5.7}$$

otd mittlere Onset-Zeitabweichung aller Musiker
rot relative Onset-Zeit eines Musikers
N Anzahl der Musiker

- **Relative Tonhöhen der einzelnen Musiker**, die Differenzen der mittleren Tonhöhen der einzelnen Musiker zur mittleren Tonhöhe aller Musiker *rp* nach Gleichung (5.4).
- **Mittlere Tonhöhenabweichung**, der arithmetische Mittelwert der Beträge der relativen Tonhöhen der einzelnen Musiker.

$$pd = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} | rp_i | \tag{5.8}$$

pd mittlere Tonhöhenabweichung aller Musiker
N Anzahl der Musiker

- **Pitch-P5-95**, die Abstände zwischen den 5- und 95-Prozent-Perzentilen der Tonhöhenverläufe der einzelnen Musiker und der arithmetische Mittelwert über die Pitch-P5-95 aller Musiker. Diese Werte beschreiben die Modulationstiefe des Vibratos der Musiker.

3. Kontrollwerte bzw. Fehlermaße:

- **Anzahl nicht erkannter Onsets.**
- **Anteile an interpolierten Stützwerten** der einzelnen Musiker und die Summe derselben. Die Anteile an interpolierten Stützwerten nehmen Werte zwischen 0,0 und 1,0 an und zeigen an, welcher Anteil des Tons auf interpolierten Stützwerten beruht. Töne mit dem Wert 0,0 weisen keine interpolierten Stützwerte auf, während Töne mit dem Wert 1,0 ausschließlich auf interpolierten Stützwerten beruhen (siehe auch 4.2.1).

Insgesamt wurden die Kennwerte von über 600 Tönen erhoben. Für die Betrachtung der Tonhöhen- und Onset-Zeitverteilungen wurden jedoch einige Töne, deren Fehlermaße bestimmte Schwellenwerte überstiegen, aussortiert, um eine hohe Validität zu gewährleisten. So wurden Töne, bei denen die Summe der Anteile an interpolierten Stützwerten ≥ 1,0 ist, in die Tonhöhenbetrachtungen nicht mit einbezogen. Das bedeutet beispielsweise für die ersten Violinen, dass Töne, bei denen mehr als 8,3 % des Tonhöhenverlaufs eines jeden Musikers auf interpolierten Stützwerten beruhen, nicht in die Untersuchung mit einbezogen werden. Mit diesem strengen Kriterium soll gewährleistet werden, dass die Untersuchung tatsächlich vorliegende Tonhöhen betrachtet und nicht durch zu viele „korrigierte“ Werte verfälscht wird.

Durch das automatische und manuelle Aussortieren fehlerhafter Onsets gibt es Töne, bei denen nicht für alle Musiker Onset-Zeiten vorliegen. Die Untersuchungen könnten dadurch verfälscht werden, dass sie sich auf Töne stützen, bei denen nur sehr wenige Onsets erkannt wurden. Um dies zu vermeiden, wurden für die Onset-Zeitbetrachtungen nur Töne in die Untersuchung einbezogen, deren Anzahl an nicht erkannten Onsets ein Drittel (aufgerundet) der untersuchten Musiker einer Instrumentengruppe nicht überstieg. Für die ersten Violinen sind das Töne mit bis zu vier nicht erkannten Onsets, und für die zweiten Violinen und Violen werden bis zu drei nicht erkannte Onsets toleriert. In Tabelle 5.7 ist die Anzahl der untersuchten Töne aufgelistet.

Tabelle 5.7: Anzahl der untersuchten Töne nach Instrumentengruppe und Untersuchungsgegenstand

Instrumentengruppe	Anzahl aller untersuchter Töne	Anzahl der für die Tonhöhenuntersuchung betrachteten Töne*	Anzahl der für die Onset-Zeituntersuchung betrachteten Töne**
1. Violinen	236	198	160
2. Violinen	202	193	156
Violen	188	178	143

* Töne, deren Anteile an interpolierten Stützwerten in der Summe kleiner als 1,0 sind
** Töne, deren Anzahl an nicht erkannten Onsets nicht größer als 4 (1. Violinen) oder 3 (2. Violinen und Violen) sind

5.2.1 Allgemeine Beobachtungen

Um mit der sehr großen Datenmenge umgehen zu können, werden für die verschiedenen Kennwerte Verteilungsmaße erhoben. Dafür bieten sich der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung an, die das Zentrum der Werte und die Streuung um dieses Zentrum beschreiben. Tabellen, in denen die untersuchten Töne einzeln aufgeführt werden, finden sich im Anhang B.

Anhand der Betrachtung der Verteilungsmaße der verschiedenen durch die Partitur determinierten Kennwerte (Tab. 5.8) kann man eine Aussage über die Vergleichbarkeit der Stichproben für die drei untersuchten Instrumentengruppen treffen. Die mittleren Tondauern und deren Standardabweichungen sind sehr ähnlich. Die Mittelwerte der mittleren Tonhöhen *pa* (nach Gleichung (5.2)) sind bei den verschiedenen Instrumentengruppen orchestrierungstechnisch bedingt unterschiedlich, die Standardabweichung ist jedoch mit etwa 6 Halbtönen ähnlich groß, so dass der Spielraum der Instrumentengruppen vergleichbar ist. Wie in 4.1.2 beschrieben, sind die Lautheiten der einzelnen Musiker nicht unbedingt vergleichbar. Wenn man die gesamten Musiker einer Instrumentengruppe zusammen betrachtet, scheinen sich jedoch die Unterschiede in den Aufnahmepegeln ansatzweise zu kompensieren. So weisen die Mittelwerte und Standardabweichungen hier relativ ähnliche Werte auf. Anhand der ähnlichen Grundparameter kann man also behaupten, dass das zufällig ausgewählte Tonmaterial für die verschiedenen Instrumentengruppen homogen ist. Dadurch sind Vergleiche zwischen den Instrumentengruppen möglich und gültig.

Tabelle 5.8: Mittelwerte und Standardabweichungen der durch die Partitur determinierten Kennwerte der untersuchten Töne (Tondauer in ms, mittlere Tonhöhe in MIDI-Skala, Lautheit nach Leq(RLB) in dB)

Instrumentengruppe		Tondauer	Mittlere Tonhöhe	Lautheit (gesamt)	Lautheit des Musikers Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Violinen	Mittelw.	547	71,8	-63,1	-62,4	-64,1	-67,6	-66,4	-61,6	-62,7	-69,5	-63,6	-66,7	-70,4	-64,7	-64,5
	Std.	398	6,4	9,5	11,7	9,6	11,1	9,4	10,2	10,1	9,1	9,0	11,7	9,4	10,0	10,1
2. Violinen	Mittelw.	507	68,5	-60,3	-55,9	-59,3	-64,3	-67,0	-62,8	-64,7	-63,0	-62,7	-61,7			
	Std.	468	6,0	10,1	10,2	11,2	10,8	10,8	10,7	9,3	11,6	10,2	10,0			
Violen	Mittelw.	574	58,9	-69,4	-72,8	-68,8	-69,6	-70,6	-70,4	-72,8	-73,8	-66,7				
	Std.	421	5,7	8,4	8,9	8,1	9,2	9,2	8,7	8,9	9,9	8,9				

Tabelle 5.9 zeigt die Verteilungswerte der Kennwerte zu den Onset-Zeiten. Die mittleren Onset-Zeitabweichungen *otd* (nach Gleichung (5.7)) weisen für die unterschiedlichen Instrumentengruppen sehr ähnliche Mittelwerte um etwa 30 ms auf, während die Standardabweichung zwischen 12 ms und 16 ms liegt. Hieran wird ersichtlich, dass in den verschiedenen Instrumentengruppen des untersuchten Orchesters ein sehr ähnliches Präzisionsniveau herrscht. Die Mittelwerte der relativen Onset-Zeiten *rot* (nach Gleichung (5.5)) zeigen Tendenzen der einzelnen Musiker zur positiven oder negativen Verzögerung gegenüber der mittleren Onset-Zeit.

Dabei fällt auf, dass diese Werte im Allgemeinen relativ kleiner sind als die entsprechenden Standardabweichungen. Das heißt, dass die Musiker in ihrer relativen Onset-Zeit stark variieren und sich anhand der Mittelwerte keine Reihenfolge der Onset-Zeiten der Musiker ableiten lässt.

Tabelle 5.9: Mittelwerte und Standardabweichungen der relativen Onset-Zeiten *rot* der einzelnen Musiker und der mittleren Onset-Zeitabweichungen *otd* (alle Werte in ms)

Instrumentengruppe		Mittlere Onset-Zeitabweichung	Relative Onset-Zeit des Musiker Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Violinen	Mittelw.	31,9	-5,0	-10,5	0,9	3,3	-21,6	4,7	4,1	4,8	18,5	8,0	4,8	-23,6
	Std.	15,7	51,5	47,9	43,9	42,1	45,7	52,2	37,5	44,1	45,0	46,6	53,7	60,6
2. Violinen	Mittelw.	29,4	-25,5	-11,8	25,1	19,0	-21,3	-17,4	13,2	9,2	12,7			
	Std.	12,1	36,4	38,9	39,1	36,4	33,3	38,8	38,4	39,3	39,6			
Violen	Mittelw.	32,3	-2,2	-21,1	-33,3	-15,7	21,3	-5,8	23,5	24,2				
	Std.	14,9	42,1	42,8	39,4	43,6	37,3	49,2	40,1	47,5				

Die in Tabelle 5.10 dargestellten Kennwerte zur Tonhöhe zeigen bei den relativen Tonhöhen *rp* (nach Gleichung (5.4)) ein sehr ähnliches Bild wie die Kennwerte der relativen Onset-Zeiten. Relativ größere Standardabweichungen zu kleineren Mittelwerten zeigen auch hier, dass alle Musiker in gleichem Maße mal ein wenig zu hoch oder zu tief spielen. Insgesamt erscheinen die Unterschiede zwischen den Musikern jedoch sogar noch geringer als bei den Onset-Zeiten. Bei den mittleren Tonhöhenabweichungen *pd* (nach Gleichung (5.8)) der verschiedenen Instrumentengruppen sind ähnliche Mittelwerte zu verzeichnen, wobei die Violen mit 8,7 cent etwa eineinhalb Cent unter den ersten Violinen den geringsten Mittelwert aufweisen. Auch in den Standardabweichungen der mittleren Tonhöhenabweichungen *rp* sind die Instrumentengruppen sehr homogen.

Tabelle 5.10: Mittelwerte und Standardabweichungen der relativen Tonhöhen *rp* der einzelnen Musiker und der mittleren Tonhöhenabweichungen *pd* (alle Werte in cent)

Instrumentengruppe		Mittlere Tonhöhenabweichung	Relative Tonhöhe des Musiker Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Violinen	Mittelw.	10,3	-1,6	4,2	-1,3	-4,1	1,0	-2,8	-1,7	-0,2	-0,3	2,0	3,1	1,7
	Std.	3,5	13,2	13,0	17,6	10,8	18,0	13,1	13,2	10,4	13,5	12,1	12,5	18,0
2. Violinen	Mittelw.	10,0	-1,1	-1,6	4,6	-2,4	3,1	0,5	2,3	1,2	-6,7			
	Std.	3,6	12,1	13,2	11,3	12,3	13,6	13,4	12,7	14,9	11,5			
Violen	Mittelw.	8,7	2,6	1,5	0,0	0,7	-3,7	0,7	-3,1	1,3				
	Std.	3,5	10,3	10,1	11,6	10,8	11,9	12,3	11,2	12,9				

Der Pitch-P5-95 in Tabelle 5.11, der vor allem durch die Modulationstiefe des Vibratos bestimmt ist, zeigt ein weniger homogenes Bild. Hier weisen die einzelnen Musiker deutlich größere Unterschiede in den Mittelwerten auf, und auch die Standardabweichung variiert stärker. Die Mittelwerte der mittleren Pitch-P5-95 zeigen jedoch, dass sich die Unterschiede innerhalb einer Instrumentengruppe ausgleichen und somit auch hier eine vergleichbare Präzision in den verschiedenen Instrumentengruppen besteht.

Tabelle 5.11: Mittelwerte und Standardabweichungen der Pitch-P5-95 der einzelnen Musiker und derer Mittelwerte (alle Werte in cent)

Instrumentengruppe		Mittelwert aller Musiker (je Ton)	Pitch-P5-95 des Musiker Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1. Violinen	Mittelw.	42,4	48,2	37,8	39,6	39,6	58,2	55,1	29,3	27,1	38,1	42,1	42,1	52,2
	Std.	13,5	38,3	27,2	33,6	25,1	36,7	36,5	18,6	28,2	26,0	35,3	31,9	42,4
2. Violinen	Mittelw.	39,1	39,8	35,7	44,4	37,1	38,8	44,6	31,8	42,8	37,1			
	Std.	15,2	36,6	32,6	30,2	31,1	27,9	41,1	29,0	35,6	27,7			
Violen	Mittelw.	38,4	35,2	34,6	39,6	37,2	39,1	44,1	35,3	41,9				
	Std.	12,7	16,5	23,1	30,6	25,7	22,9	29,2	27,8	30,7				

5.2.2 Verteilungen

Um die Verteilungen der Kennwerte zu beschreiben, werden alle untersuchten Musiker einer Instrumentengruppe in einem Histogramm zusammengefasst. Die Anzahl der in den Histogrammen dargestellten Werte ergibt sich aus der Anzahl der untersuchten Töne multipliziert mit der Anzahl der in der Instrumentengruppe untersuchten Musiker. Damit ergibt sich folgende Anzahl:

– Für die Onset-Zeituntersuchungen werden 1920 (erste Violinen), 1404 (zweite Violinen) und 1144 (Violen) Werte dargestellt.

– Für die Tonhöhenuntersuchungen werden 2376 (erste Violinen), 1737 (zweite Violinen) und 1424 (Violen) Werte dargestellt.

Es wurden für die jeweiligen Instrumentengruppen Histogramme für die relativen Onset-Zeiten, die relativen Tonhöhen und die Pitch-P5-95 erstellt. Zusätzlich wurden Mittelwerte und Werte für den Median, die Schiefe und den Exzess der Histogramme erhoben. Außerdem wurde anhand der Standardabweichungen eine Normalverteilungskurve approximiert.

Anhand der Histogramme der relativen Onset-Zeiten (Abb. 5.9) kann man erkennen, dass diese bei den verschiedenen Instrumentengruppen sehr ähnliche, näherungsweise normalverteilte Verteilungen aufweisen. Die Schiefe (Skewness) nimmt dabei nur sehr kleine Werte an, so dass die Verteilungen als nahezu symmetrisch angesehen werden können. Die Werte für den Exzess (Kurtosis) sind im Bereich von 0,7–1,6 und zeigen an, dass die Verteilungen gegenüber der Normalverteilung steilgipflig ausfallen.

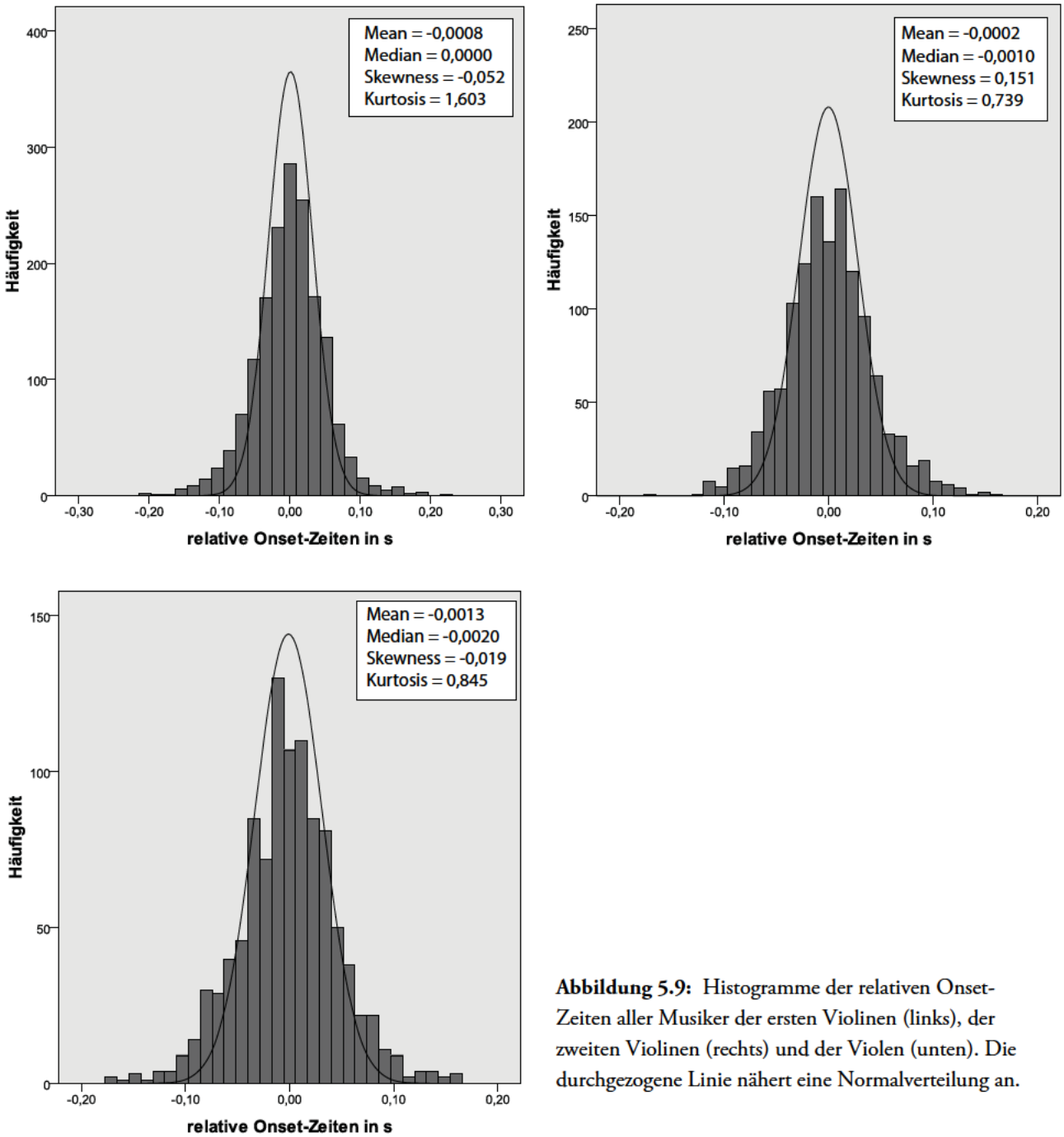

Abbildung 5.9: Histogramme der relativen Onset-Zeiten aller Musiker der ersten Violinen (links), der zweiten Violinen (rechts) und der Violen (unten). Die durchgezogene Linie nähert eine Normalverteilung an.

Ein ähnliches Bild zeigen die Histogramme der relativen Tonhöhen der Instrumentengruppen (Abb. 5.10). Auch hier sind die Verteilungen untereinander ähnlich und nähern sich der Form der Normalverteilung an. Der arithmetische Mittelwert (Mean) und der Median liegen bei allen drei Instrumentengruppen sehr nah beieinander. Gemeinsam mit relativ kleinen Werten für die Schiefe können auch diese Verteilungen als annähernd symmetrisch bezeichnet werden. Der Exzess nimmt hier noch höhere Werte an als bei den relativen Onset-Zeiten, was einen steileren Gipfel und stärker ausgeprägte Ausläufer beschreibt.

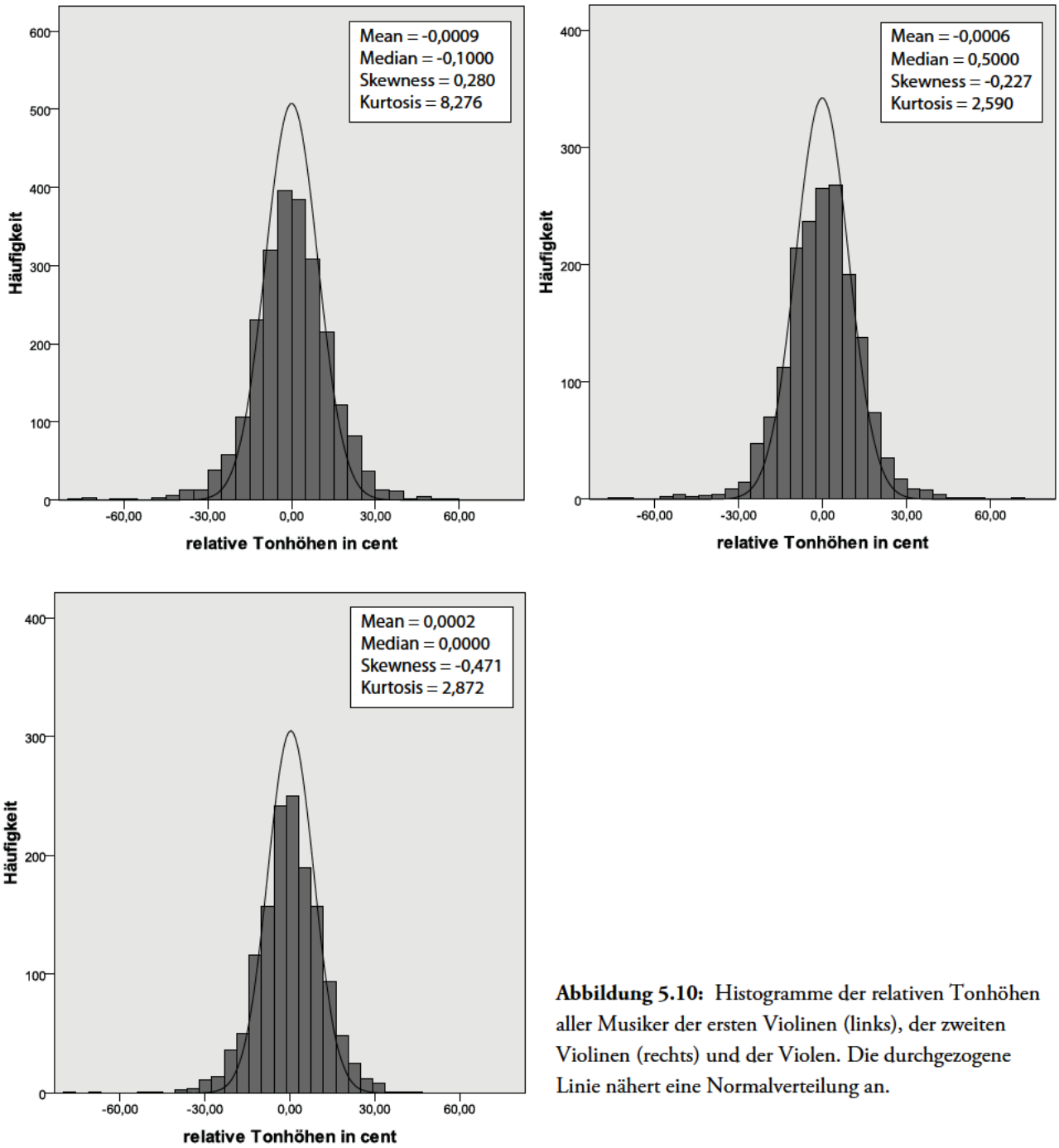

Abbildung 5.10: Histogramme der relativen Tonhöhen aller Musiker der ersten Violinen (links), der zweiten Violinen (rechts) und der Violen. Die durchgezogene Linie nähert eine Normalverteilung an.

Die Histogramme der Pitch-P5-95-Werte der verschiedenen Instrumentengruppen (Abb. 5.11) zeigen ein etwas anderes Bild als die vorhergehenden Histogramme. Dies ist unter anderem dadurch bedingt, dass der Pitch-P5-95 prinzipiell keine negativen Werte annehmen kann. Doch auch hier ist eine starke Ähnlichkeit zwischen den verschiedenen Instrumentengruppen zu erkennen. Arithmetischer Mittelwert und Median liegen hier zwischen 5 und 8 cent auseinander, und die Schiefe zeigt mit Werten zwischen 1,8 und 2,2 ein klare Linkssteilheit an. Des Weiteren sind auch die Verteilungen der Pitch-P5-95-Werte steilgipflig gegenüber der Normalverteilung und haben stärker ausgeprägte Ausläufer, wie die Werte für den Exzess anzeigen.

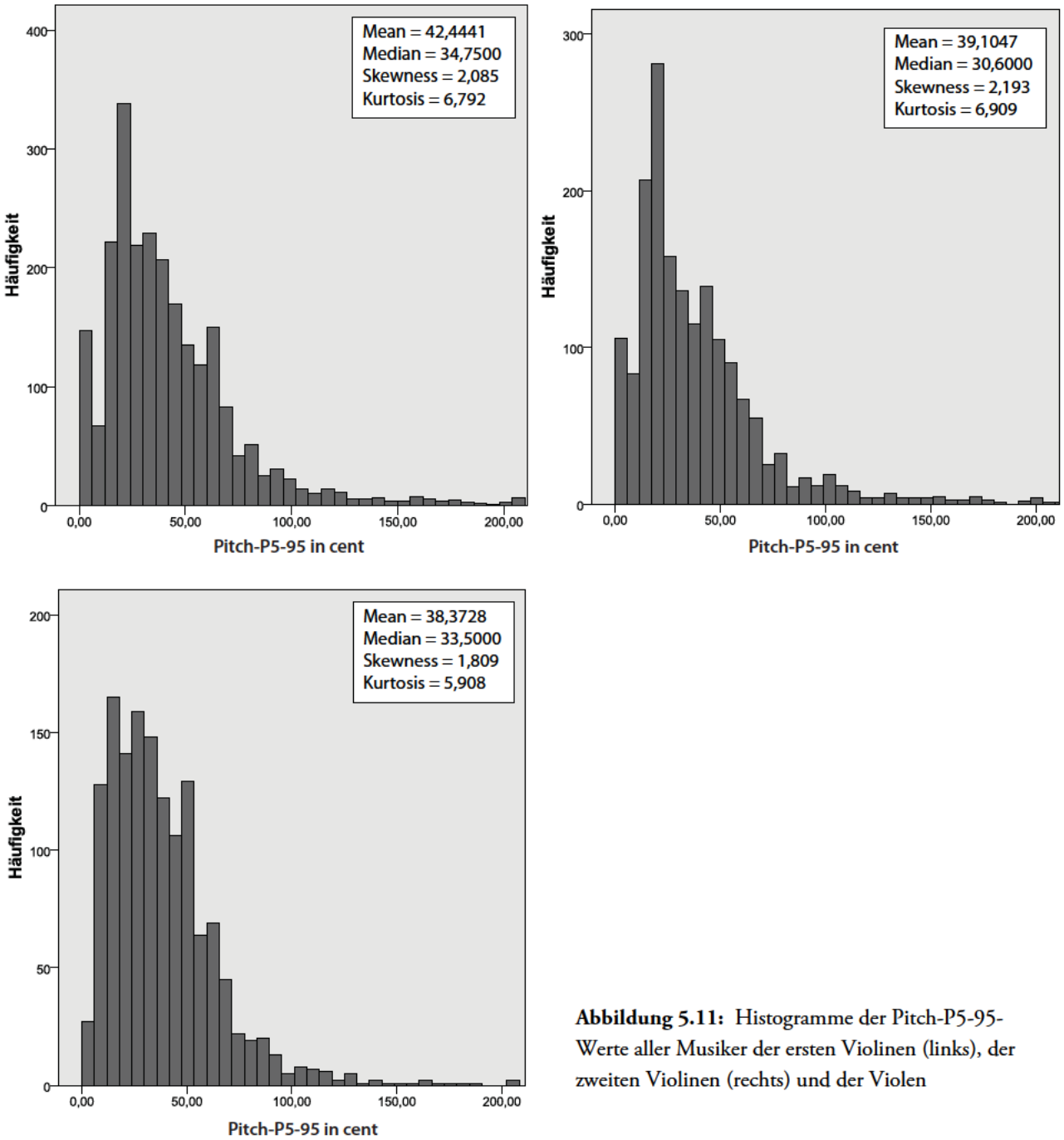

Abbildung 5.11: Histogramme der Pitch-P5-95-Werte aller Musiker der ersten Violinen (links), der zweiten Violinen (rechts) und der Violen

Alle drei Histogramme zeigen Werte von über 200 cent für den Pitch-P5-95. Es ist relativ unwahrscheinlich, dass die Modulationstiefe eines natürlich klingenden Vibratos derartige Werte im Pitch-P5-95 annimmt. Eine Betrachtung der Werte in den Tabellen des Anhangs B zeigt, dass diese extremen Werte bei verschiedenen Musikern auftreten und dass, wenn sie auftreten, die anderen Musiker beim gleichen Ton keine außergewöhnlich großen Pitch-P5-95-Werte aufweisen. Auch sind andere zugehörige Kennwerte wie Lautheit, Tonhöhe und Tondauer nicht auffällig groß oder klein und bei verschiedenen Extremwerten unterschiedlich. Wahrscheinlich

handelt es sich bei diesen Werten um Fehler in der Tonhöhenerkennung, die gerade noch klein genug sind, um den Schwellenwert der Fehlererkennung zu unterschreiten.

5.2.3 Zusammenhänge

Eine weitere Fragestellung ist die, ob es Zusammenhänge zwischen den verschiedenen erhobenen Kennwerten gibt. Hängt beispielsweise die mittlere Onset-Zeitabweichung mit der Tondauer zusammen, wie es die vorgestellten Forschungsergebnisse aus 3.1 vermuten lassen?

Um diese Fragen zu beantworten, wurden mit den gefundenen Kennwerten Hauptkomponentenanalysen durchgeführt. Die Hauptkomponentenanalyse (PCA) ist ein statistisches Werkzeug, das normalerweise dazu benutzt wird, die Untersuchungsdimensionen zu reduzieren, indem korrelierende Variablen erkannt und zusammengefasst werden. Da die PCA dafür jegliche Korrelationen zwischen den verschiedenen Variablen auswertet, ist sie auch eine praktische Methode, um Zusammenhänge zu überprüfen. Eine ausführliche Beschreibung des Prinzips, der rechnerischen Durchführung und der Interpretation der PCA findet sich bei Bortz 2005, S. 511–563.

Aufgrund der durch die verschiedenen Fehlermaße aussortierten Töne sind die Datensets für Onset-Zeituntersuchungen und Tonhöhenuntersuchungen unterschiedlich und können nicht in einer gemeinsamen PCA untersucht werden. Daher wurden für jede Instrumentengruppe je zwei PCAs durchgeführt. Wenn mehr als zwei Komponenten mit einem Eigenwert größer als 1,0 gefunden wurden, wurde eine Varimax-Rotation mit Kaiser-Normalisierung durchgeführt. Zusätzlich wurde zu jeder PCA ein Eigenwertediagramm, der sogenannte Scree-Plot, erstellt.

Tabelle 5.12: Hauptkomponentenanalyse für die Onset-Zeituntersuchung der ersten Violinen

Total Variance Explained

	Initial Eigenvalues			Extr. Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
Component	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1,826	45,654	45,654	1,826	45,654	45,654	1,743	43,575	43,575
2	1,237	30,927	76,581	1,237	30,927	76,581	1,320	33,006	76,581
3	0,544	13,607	90,188						
4	0,392	9,812	100,000						

	Communalities		**Component Matrix**		**Rotated Component Matrix**	
	Initial	Extraction	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 1	Comp. 2
Tondauer	1,000	0,677	0,771	0,288	0,606	0,556
Lautheit	1,000	0,810	–0,617	0,655	–0,818	0,376
Mittlere Tonhöhe	1,000	0,813	0,312	0,846	–0,029	0,901
Mittlere Onset-Zeitabweichung	1,000	0,763	0,869	–0,094	0,840	0,240

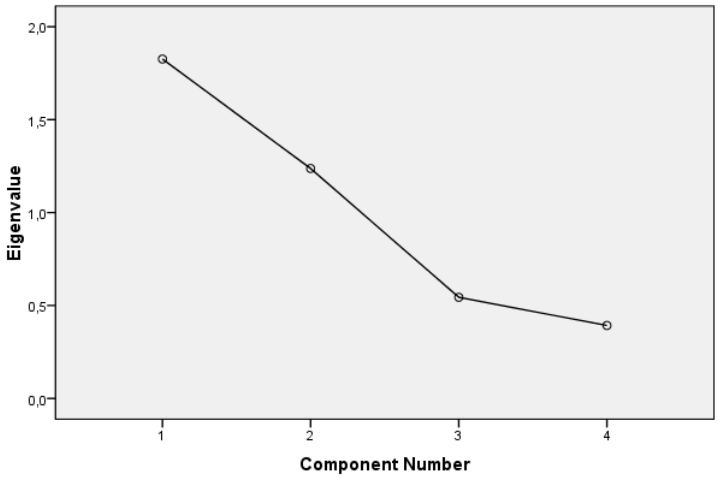

Abbildung 5.12: Scree-Plot zur Hauptkomponentenanalyse für die Onset-Zeituntersuchung der ersten Violinen

Die PCAs der Onset-Zeituntersuchungen (Tab. 5.12 bis Tab. 5.14) zeigen bei allen drei Instrumentengruppen eine negative Korrelation zwischen der Lautheit und der mittleren Onset-Zeitabweichung und bei beiden Violinengruppen eine positive Korrelation zwischen der Tondauer und der mittleren Onset-Zeitabweichung (hervorgehobene Werte). Des Weiteren wird für die zweiten Violinen auch eine negative Korrelation zwischen der mittleren Onset-Zeitabweichung und der mittleren Tonhöhe festgestellt. Es scheint also ein Zusammenhang zwischen diesen Kennwerten vorzuliegen. Auch die Varianzaufklärung, der Anteil der Gesamtvarianz aller Variablen, der mit Hilfe der Komponente aufgeklärt werden kann, liegt für die betreffenden Komponenten mit 43,7 % bei den Violen, 43,6 % bei den ersten Violinen und 55,9 % bei den zweiten Violinen relativ hoch. Gerade bei den zweiten Violinen und Violen, bei denen je nur eine Komponente mit einem Eigenwert größer als 1 gefunden wird, sollte jedoch auch ein Blick auf die Kommunalitäten geworfen werden. Diese zeigen nämlich an, welcher Anteil der Varianz einer Variablen durch die gefundenen Komponenten aufgeklärt wird. Für die Lautheit sind die Kommunalitäten bei allen drei Instrumentengruppen groß. Die Tondauer, die Korrelationen bei den Violinengruppen aufweist, hat für die ersten Violinen mit 0,677 einen relativ hohen Wert für die Kommunalität, bei den zweiten Violinen wird jedoch nur knapp die Hälfte der Varianz durch die Komponente aufgeklärt. Die mittlere Tonhöhe, die nur bei den zweiten Violinen als korrelierend angezeigt wird, hat dort nur eine geringe Kommunalität von 0,407. Die Onset-Zeitabweichungen werden auch nur zu einem gewissen Maß durch die Komponenten der drei PCAs aufgeklärt, die Kommunalitäten weisen hier Werte von 0,763 (erste Violinen), 0,526 (zweite Violinen) und 0,494 (Violen) auf. Bei dem Scree-Test wird das Eigenwertediagramm, der sogenannte Scree-Plot, betrachtet, um weitere Informationen über die Anzahl der bedeutsamen Komponenten zu gewinnen. Danach werden nur die Komponenten als bedeutsam betrachtet, die vor dem charakteristischen Knick liegen, da die anderen Komponenten auf zufällige

Korrelationen zurückzuführen sind. Bei den Scree-Plots der drei PCAs zur Onset-Zeituntersuchung (Abb. 5.12 bis Abb. 5.14) liegen alle betrachteten Komponenten vor dem Knick und werden daher als bedeutsam angesehen.

Tabelle 5.13: Hauptkomponentenanalyse für die Onset-Zeituntersuchung der zweiten Violinen

Total Variance Explained

	Initial Eigenvalues			Extr. Sums of Squared Loadings		
Component	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,237	55,934	55,934	2,237	55,934	55,934
2	0,842	21,051	76,984			
3	0,540	13,509	90,493			
4	0,380	9,507	100,000			

	Communalities		**Component Matrix**
	Initial	Extraction	Comp. 1
Tondauer	1,000	0,587	0,766
Lautheit	1,000	0,717	–0,847
Mittlere Tonhöhe	1,000	0,407	–0,638
Mittlere Onset-Zeitabweichung	1,000	0,526	0,726

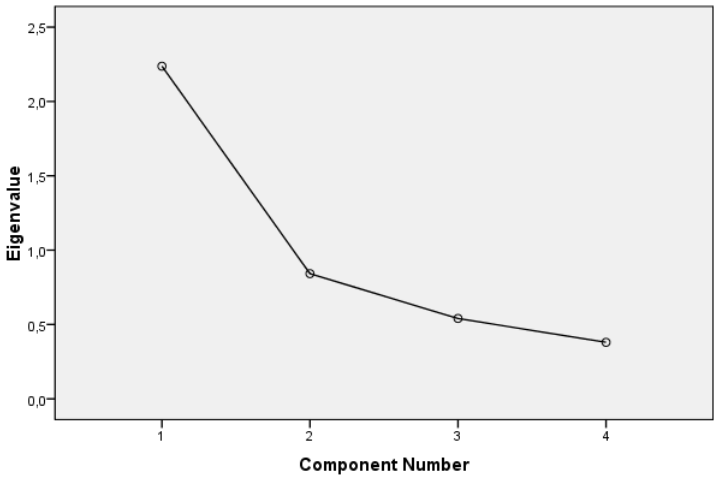

Abbildung 5.13: Scree-Plot zur Hauptkomponentenanalyse für die Onset-Zeituntersuchung der zweiten Violinen

Es liegt demnach bei allen drei Instrumentengruppen eine negative Korrelation zwischen der Lautheit und der mittleren Onset-Zeitabweichung vor. Des Weiteren ist bei den ersten Violinen eine positive Korrelation zwischen Tondauer und mittlerer Onset-Zeitabweichung zu verzeichnen, während diese bei den zweiten Violinen etwas schwächer ausgeprägt ist. Die negative Korrelation zwischen mittlerer Tonhöhe und mittlerer Onset-Zeitabweichung bei den zweiten Violinen ist hingegen nur sehr schwach ausgeprägt.

Tabelle 5.14: Hauptkomponentenanalyse für die Onset-Zeituntersuchung der Violen

Total Variance Explained						
	Initial Eigenvalues			Extr. Sums of Squared Loadings		
Component	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1,749	43,730	43,730	1,749	43,730	43,730
2	0,914	22,856	66,587			
3	0,853	21,313	87,900			
4	0,484	12,100	100,000			

	Communalities		Component Matrix
	Initial	Extraction	Comp. 1
Tondauer	1,000	0,310	–0,557
Lautheit	1,000	0,706	0,840
Mittlere Tonhöhe	1,000	0,239	0,489
Mittlere Onset-Zeitabweichung	1,000	0,494	–0,703

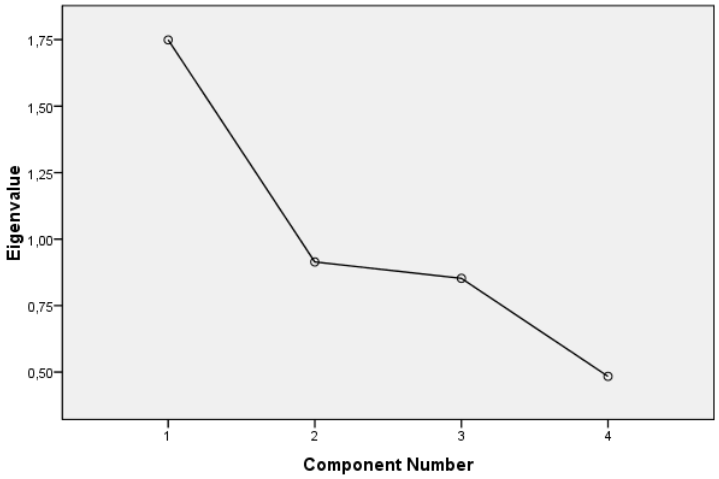

Abbildung 5.14: Scree-Plot zur Hauptkomponentenanalyse für die Onset-Zeituntersuchung der Violen

Die PCA für die Tonhöhenuntersuchung der ersten Violinen (Tab. 5.15) zeigt in der ersten Komponente eine Korrelation zwischen der Tondauer, der mittleren Tonhöhe und dem mittleren Pitch-P5-95 und in der zweiten Komponente eine Korrelation zwischen Lautheit und mittlerer Tonhöhenabweichung (gekennzeichnete Werte). In den PCAs für die Tonhöhenuntersuchungen der zweiten Violinen (Tab. 5.16) wird eine Korrelation zwischen Tondauer, mittleren Pitch-P5-95 und der mittleren Tonhöhenabweichung gefunden, wobei letztere negativ in die Komponente eingeht. Bei den Violen (Tab. 5.17) werden für die mittlere Tonhöhenabweichung in keiner Komponente Korrelationen gefunden und für den mittleren Pitch-P5-95 eine positive Korrelation mit der Tondauer. Die Varianzaufklärung ist bei den entsprechenden Komponenten aller drei Instrumentengruppen jedoch nur sehr gering. Die Kommunalitäten für die Tondauer sind in allen drei PCAs ausreichend hoch, ebenso wie die Lautheit in der PCA für die ersten Violinen. Die Kommunalitäten für den mittleren Pitch-P5-95 sind mit Werten zwischen 0,521 und

0,599 relativ gering und bei der mittleren Tonhöhenabweichung noch geringer (0,334–0,508). Der Scree-Plot für die zweiten Violinen zeigt den Knick schon bei der zweiten Komponente, so dass diese nicht mehr als bedeutsam anzusehen ist.

Korrelationen zwischen Tondauer und mittlerem Pitch-P5-95 liegen demnach bei den ersten Violinen und Violen vor, bei den zweiten Violinen wird die Komponente, die die Korrelation zwischen diesen Kennwerten anzeigt, jedoch nach dem Scree-Test nicht als bedeutsam betrachtet. Bei den ersten Violinen liegt zudem eine schwache Korrelation zwischen Lautheit und mittlerer Tonhöhenabweichung vor.

Tabelle 5.15: Hauptkomponentenanalyse für die Tonhöhenuntersuchung der ersten Violinen

Total Variance Explained

	Initial Eigenvalues			Extr. Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
Component	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1,875	37,505	37,505	1,875	37,505	37,505	1,808	36,154	36,154
2	1,278	25,550	63,055	1,278	25,550	63,055	1,345	26,902	63,055
3	0,794	15,881	78,936						
4	0,638	12,764	91,700						
5	0,415	8,300	100,000						

	Communalities		Component Matrix		Rotated Component Matrix	
	Initial	Extraction	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 1	Comp. 2
Tondauer	1,000	0,750	0,844	–0,195	0,729	–0,467
Lautheit	1,000	0,674	–0,027	0,820	0,250	0,782
Mittlere Tonhöhe	1,000	0,622	0,599	0,513	0,737	0,282
Mittlere Tonhöhenabweichung	1,000	0,508	–0,485	0,522	–0,281	0,655
Mittlerer Pitch-P5-95	1,000	0,599	0,754	0,175	0,769	–0,089

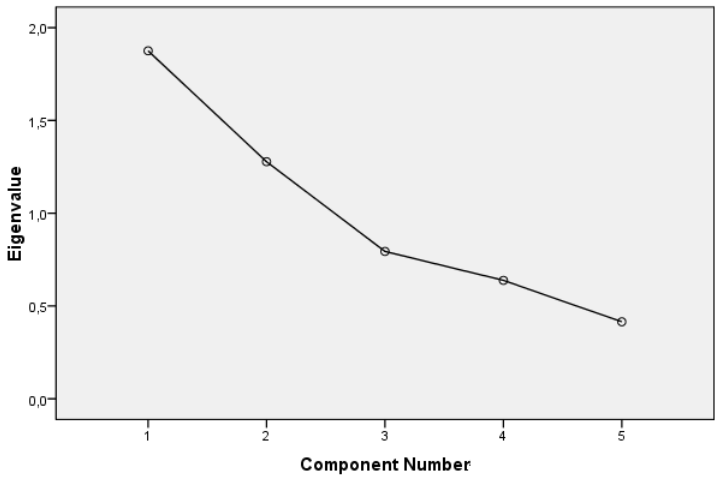

Abbildung 5.15: Scree-Plot zur Hauptkomponentenanalyse für die Tonhöhenuntersuchung der ersten Violinen

Tabelle 5.16: Hauptkomponentenanalyse für die Tonhöhenuntersuchung der zweiten Violinen

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extr. Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1,867	37,338	37,338	1,867	37,338	37,338	1,648	32,957	32,957
2	1,210	24,192	61,530	1,210	24,192	61,530	1,429	28,574	61,530
3	0,979	19,580	81,111						
4	0,543	10,866	91,976						
5	0,401	8,024	100,000						

	Communalities		**Component Matrix**		**Rotated Component Matrix**	
	Initial	Extraction	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 1	Comp. 2
Tondauer	1,000	0,729	–0,743	0,420	–0,364	0,772
Lautheit	1,000	0,767	0,826	0,292	0,843	–0,238
Mittlere Tonhöhe	1,000	0,637	0,647	0,468	0,798	0,008
Mittlere Tonhöhenabweichung	1,000	0,423	0,462	–0,457	0,113	–0,640
Mittlerer Pitch-P5-95	1,000	0,521	–0,028	0,721	0,393	0,605

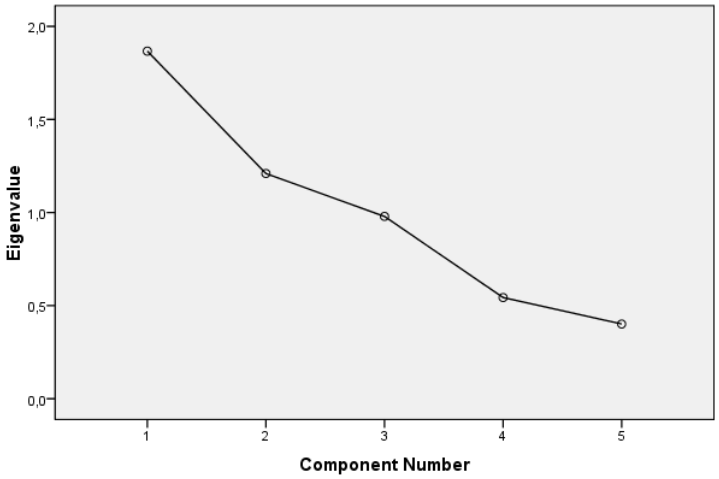

Abbildung 5.16: Scree-Plot zur Hauptkomponentenanalyse für die Tonhöhenuntersuchung der zweiten Violinen

Tabelle 5.17: Hauptkomponentenanalyse für die Tonhöhenuntersuchung der Violen

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extr. Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	1,712	34,232	34,232	1,712	34,232	34,232	1,700	34,003	34,003
2	1,287	25,748	59,980	1,287	25,748	59,980	1,299	25,977	59,980
3	0,891	17,811	77,791						
4	0,723	14,469	92,260						
5	0,387	7,740	100,000						

	Communalities		**Component Matrix**		**Rotated Component Matrix**	
	Initial	Extraction	Comp. 1	Comp. 2	Comp. 1	Comp. 2
Tondauer	1,000	0,786	0,886	–0,032	0,869	–0,177
Lautheit	1,000	0,685	–0,465	0,684	–0,347	0,751
Mittlere Tonhöhe	1,000	0,637	0,079	0,794	0,208	0,770
Mittlere Tonhöhenabweichung	1,000	0,334	–,577	–0,036	–0,575	0,059
Mittlerer Pitch-P5-95	1,000	0,557	0,609	0,431	0,672	0,325

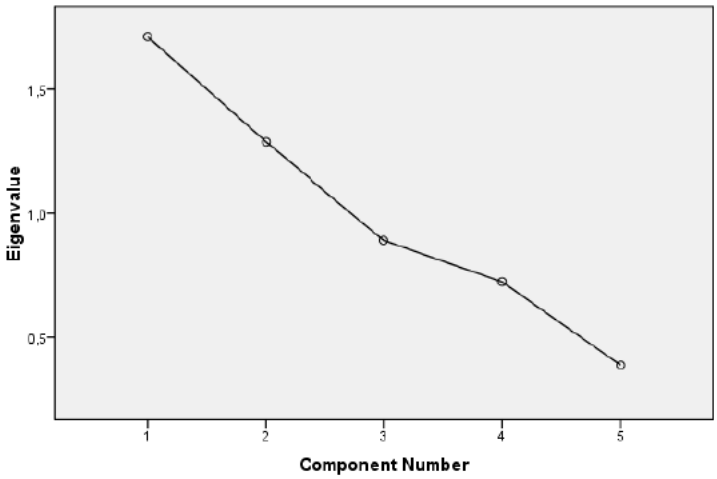

Abbildung 5.17: Scree-Plot zur Hauptkomponentenanalyse für die Tonhöhenuntersuchung der Violen

In den PCAs wurden einige Korrelationen zwischen von der Partitur determinierten und nicht determinierten Kennwerten gefunden – nämlich negative Korrelationen zwischen der Lautheit und der mittleren Onset-Zeitabweichung und positive Korrelationen zwischen der Tondauer und dem mittleren Pitch-P5-95. Des Weiteren wurden bei den beiden Violinengruppen schwächere Korrelationen zwischen Tondauer und der mittleren Onset-Zeitabweichung gefunden. Sehr schwache Korrelationen liegen außerdem bei den zweiten Violinen zwischen Onset-Zeitabweichung und mittlerer Tonhöhe und bei den ersten Violinen zwischen Lautheit und mittlerer Tonhöhenabweichung vor. In Streudiagrammen, bei denen die Wertepaare zweier Merkmale in ein kartesisches Koordinatensystem gebracht werden, sollen diese Korrelationen noch einmal veranschaulicht werden.

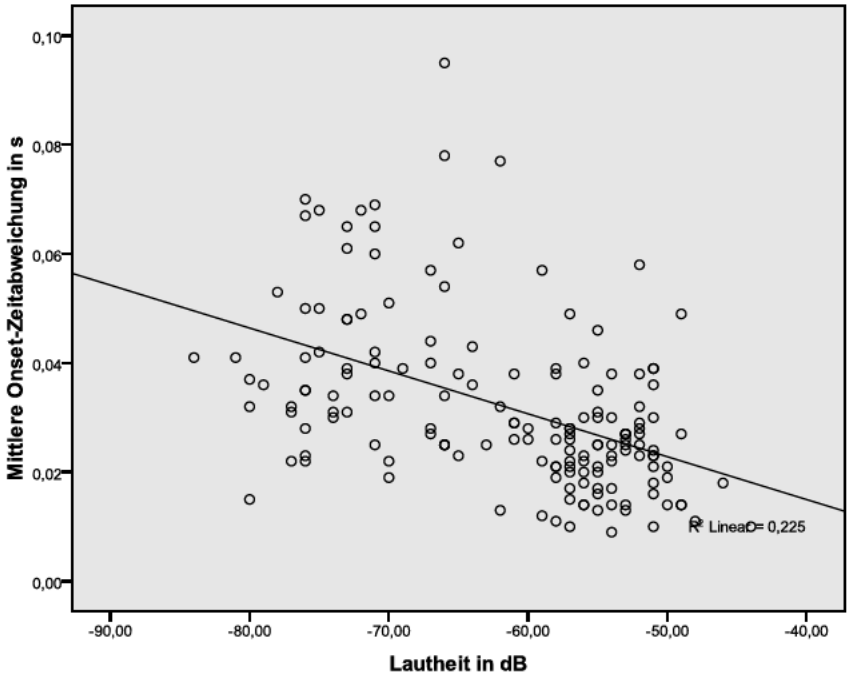

Abbildung 5.18: Streudiagramm der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die Lautheiten mit Regressionsgerade (erste Violinen)

In Abbildung 5.18 wird am Beispiel der ersten Violinen der Zusammenhang zwischen der mittleren Onset-Zeitabweichung und der Lautheit gezeigt. Hier wird erkennbar, dass eine Korrelation vorliegt, indem die mittleren Onset-Zeitabweichungen mit steigender Lautheit abnehmen. Mit einer Varianzaufklärung von 22,5 % zeigt die Regressionsgerade zwar eine deutliche Korrelation an, diese äußert sich jedoch in einer Art Streukorridor. In Abbildung 5.19 wird dies noch verdeutlicht: Zur Erstellung dieses Diagramms wurden die Kennwerte für die mittlere Onset-Zeitabweichung nach ihrer entsprechenden Lautheit gruppiert und für diese Gruppen der Median und der IQR gebildet. Im Diagramm sind diese Verteilungswerte an der Position der x-Achse aufgetragen, die dem arithmetischen Mittel der Lautheiten der Gruppe entspricht. Um die Verteilung über die Lautheit anschaulich darzustellen, werden die Medianwerte und die IQR-Werte mit dem jeweiligen Medianwert addiert abgebildet, um einen Eindruck vom Verlauf und der Breite des Verteilungskorridors zu gewinnen. Mit steigender Lautheit sinkt die mittlere Onset-Zeitabweichung im Mittel und der Verteilungskorridor wird schmaler. Im Anhang A (Abb. A.8 und Abb. A.9) finden sich Streudiagramme für die zweiten Violinen und Violen, die diesen Zusammenhang bestätigen.

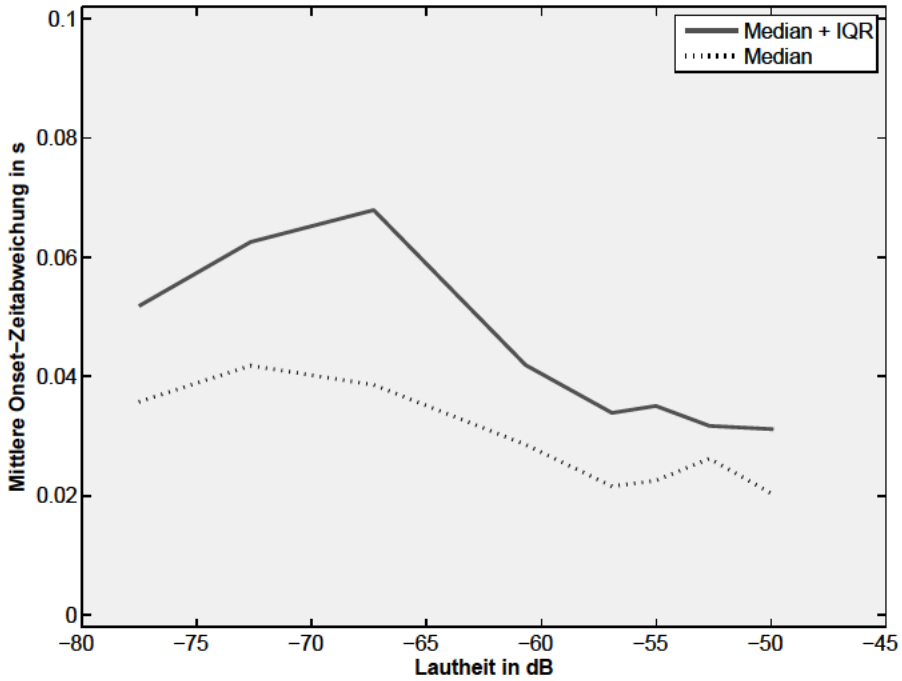

Abbildung 5.19: Diagramm der Verteilung der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die Lautheiten (erste Violinen)

In Abbildung 5.20 wird am Beispiel der ersten Violinen der Zusammenhang zwischen der mittleren Onset-Zeitabweichung und der Tondauer gezeigt. In den PCAs wurde nur eine schwache Korrelation zwischen diesen Werten gefunden. Die Regressionsgerade mit einer Varianzaufklärung von 23 % und einer relativ starken Steigung zeigt jedoch eine Korrelation an. Im Verteilungsdiagramm mit Median und IQR der gruppierten Werte (Abb. 5.21) wird

verdeutlicht, dass die mittlere Onset-Zeitabweichung im Mittel und in der Breite des Verteilungskorridors mit steigender Tondauer ansteigt. Im Anhang A (Abb. A.10) zeigt das Streudiagramm für die zweiten Violinen ein ähnliches Streumuster wie für die ersten Violinen und bestätigt damit diesen Zusammenhang.

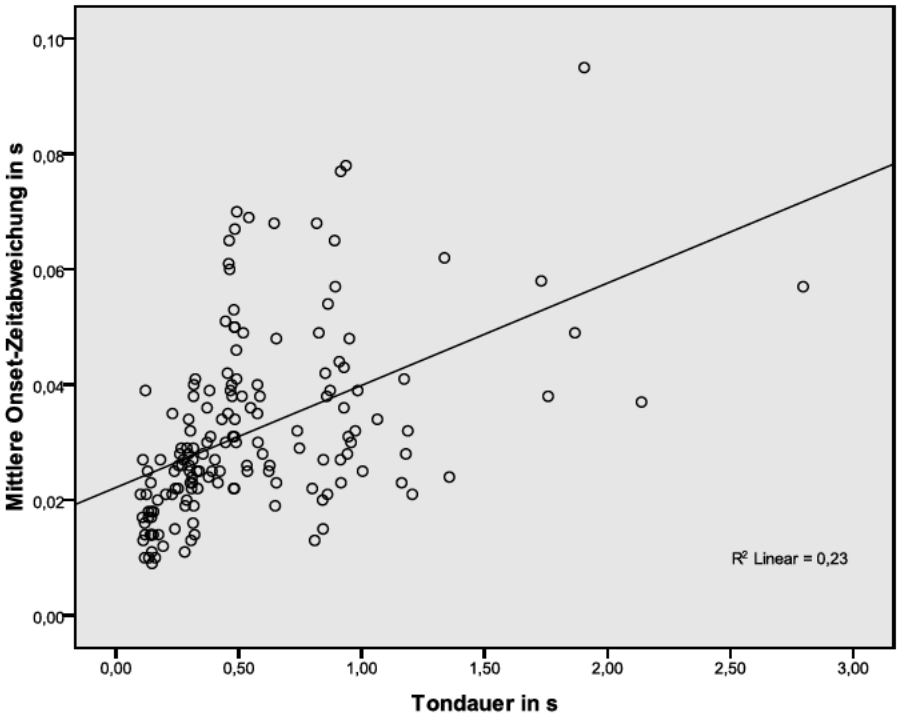

Abbildung 5.20: Streudiagramm der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die Tondauern mit Regressionsgerade (erste Violinen)

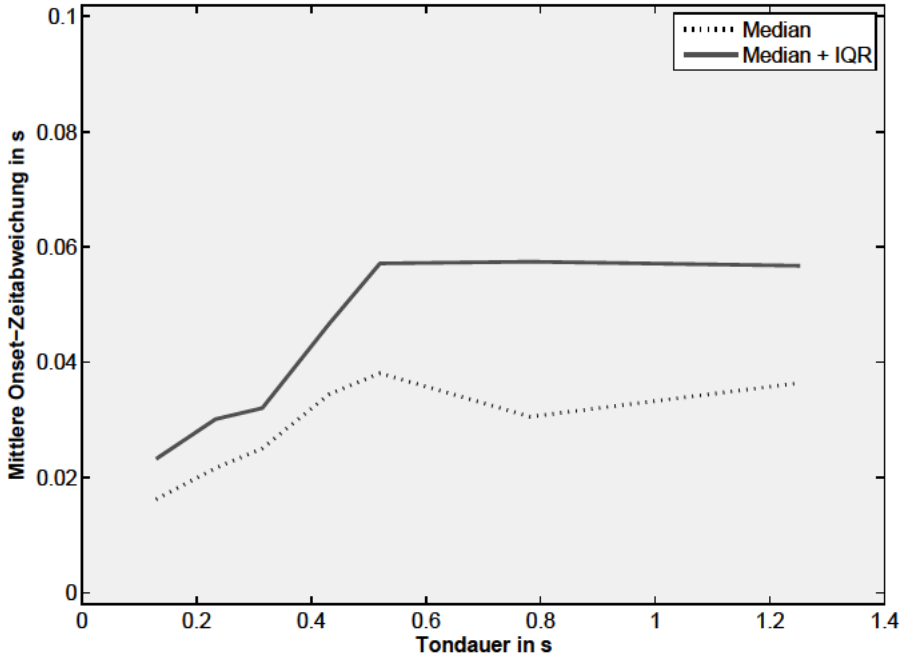

Abbildung 5.21: Diagramm der Verteilung der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die Tondauern (erste Violinen)

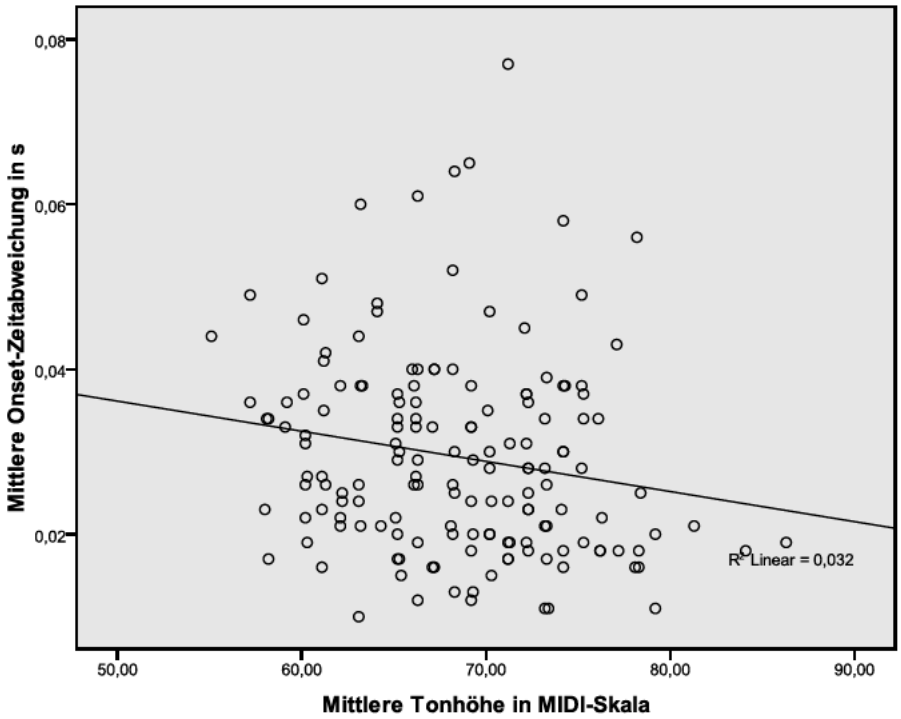

Abbildung 5.22: Streudiagramm der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die mittleren Tonhöhen mit Regressionsgerade (zweite Violinen)

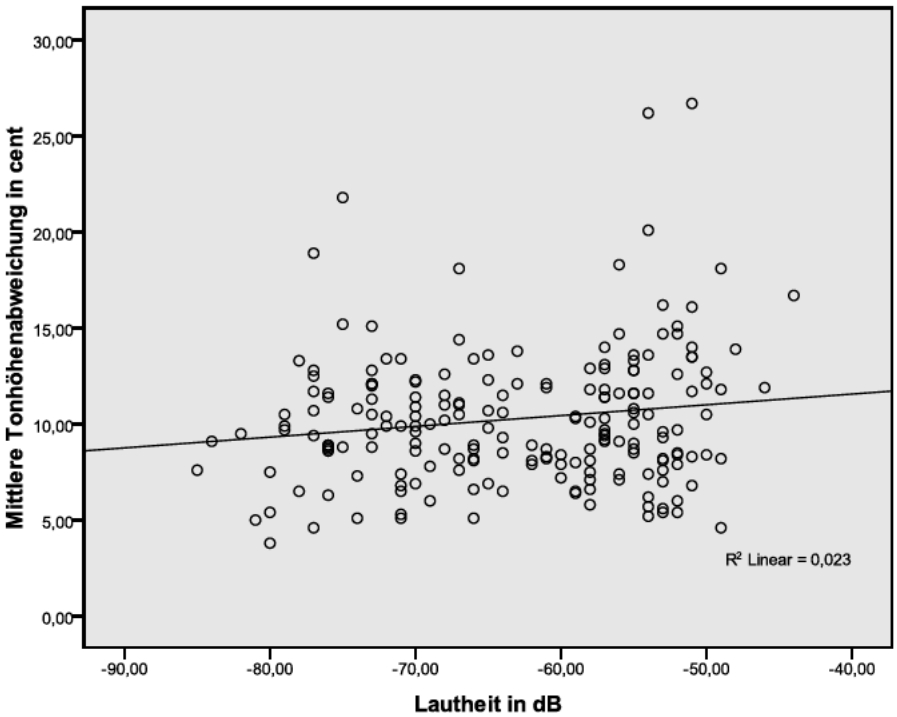

Abbildung 5.23: Streudiagramm der mittleren Tonhöhenabweichungen über die Lautheiten mit Regressionsgerade (erste Violinen)

Die schwachen Korrelationen, die bei den zweiten Violinen zwischen der mittleren Tonhöhe und der mittleren Onset-Zeitabweichung und bei den ersten Violinen zwischen der Lautheit und der mittleren Tonhöhenabweichung festgestellt wurden, können in den entsprechenden

Streudiagrammen (Abb. 5.22 und Abb. 5.23) nur bedingt wiedergefunden werden. Die schwach ansteigenden Regressionsgeraden deuten auf eine schwache Korrelation hin, die dadurch erklärten Varianzen sind mit 3,2 % und 2,3 % jedoch so gering, dass nicht von einem bedeutsamen Zusammenhang gesprochen werden kann.

Der Zusammenhang zwischen mittleren Pitch-P5-95 und Tondauern wird am Beispiel der ersten Violinen in einem Streudiagramm dargestellt (Abb. 5.24). Die Regressionsgerade zeigt eine starke deutliche Korrelation an. Dies äußert sich vor allem in einer Zunahme des minimal erreichten Pitch-P5-95 bei steigender Tondauer. Im Verteilungsdiagramm (Abb. 5.25) stellt sich dies durch einen mit der Tondauer ansteigenden Verlauf des Median dar, während sich der Verteilungskorridor in der Breite kaum verändert. Bei den Streudiagrammen der zweiten Violinen und Violen wird dieser Zusammenhang ebenfalls erkennbar, weist aber bei den zweiten Violinen einen deutlich geringen r^2-Wert auf (siehe Anhang A, Abb. A.11 und Abb. A.12).

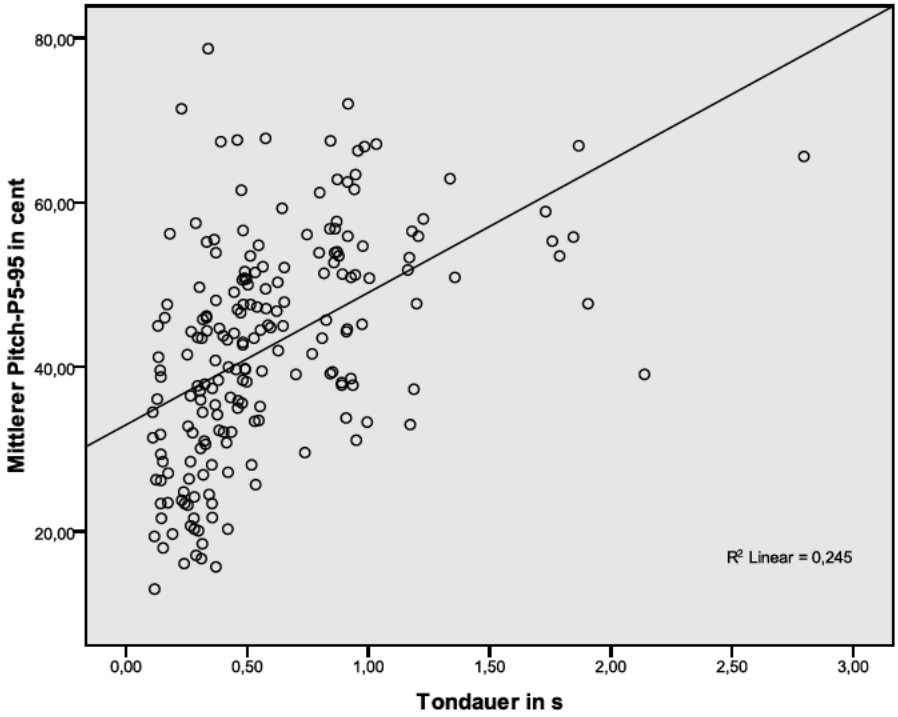

Abbildung 5.24: Streudiagramm der mittleren Pitch-P5-95 über die Tondauern mit Regressionsgerade (erste Violinen)

Durch die Benutzung unterschiedlicher Datensets für die Onset-Zeit- und Tonhöhen-Kennwerte, wurden bei der Hauptkomponentenanalyse mögliche Korrelationen zwischen der mittleren Onset-Zeitabweichung und den Tonhöhen-Kennwerten nicht untersucht. In Tabelle 5.18 sind basierend auf der Schnittmenge der beiden Datensets die Ergebnisse einer Korrelationsanalyse aufgelistet. Bei einem Signifikanzniveau von α = 5 % zeigen zwei Werte zwar signifikante Korrelationen, der Grad der Korrelation ist dabei jedoch vernachlässigbar gering.

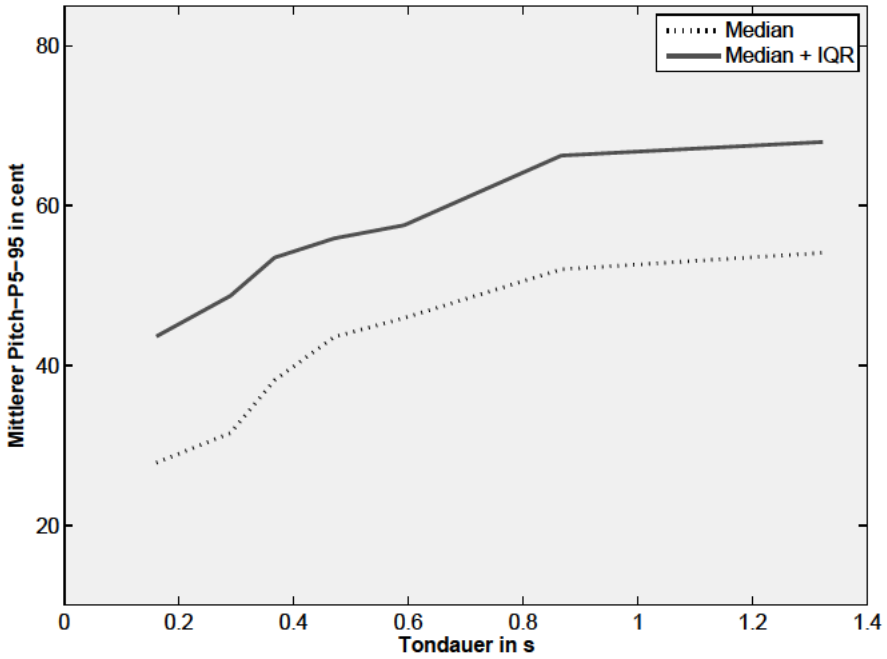

Abbildung 5.25: Diagramm der Verteilung der mittleren Pitch-P5-95 über die Tondauern (erste Violinen)

Tabelle 5.18: Korrelationen zwischen den mittleren Onset-Zeitabweichungen und den Tonhöhenkennwerten der drei untersuchten Instrumentengruppen

		Mittlere Onset-Zeitabweichung		
		vl1	vl2	vla
Mittlere Tonhöhen-abweichung	Pearson-Korrelation	-0,143	-0,173	0,005
	Signifikanz (2-seitig)	0,091	0,034	0,957
	N	141	150	137
Mittlerer Pitch-P5-95	Pearson-Korrelation	0,305	0,108	0,113
	Signifikanz (2-seitig)	0,000	0,188	0,189
	N	141	150	137

Zuletzt werden noch mögliche Zusammenhänge zwischen den binären, musikalischen Kennwerten Ist-volle-Zählzeit und Ist-schwere-Zählzeit und den Onset-Zeitwerten bzw. Tonhöhenwerten betrachtet. Dazu werden Boxplots verwendet, die die Verteilung anschaulich durch die Streuungswerte Median, oberes und unteres Quartil und Minimal- und Maximalwert (und gegebenenfalls noch Ausreißer) darstellen. Die Anzahl der in den jeweiligen Boxplots betrachteten Töne ist in Tabelle 5.19 aufgelistet.

Tabelle 5.19: Anzahl der in den Boxplots Abb. 5.26 bis Abb. 5.28 betrachteten Töne

		Volle Zählzeiten	Schwere Zählzeiten	Gesamtanzahl
Mittlere Onset-Zeit-abweichung	1. Violinen	115	50	160
	2. Violinen	92	34	156
	Violen	90	38	143
Mittlere Tonhöhen-abweichung und Pitch-P5-95	1. Violinen	139	62	198
	2. Violinen	119	46	193
	Violen	117	53	178

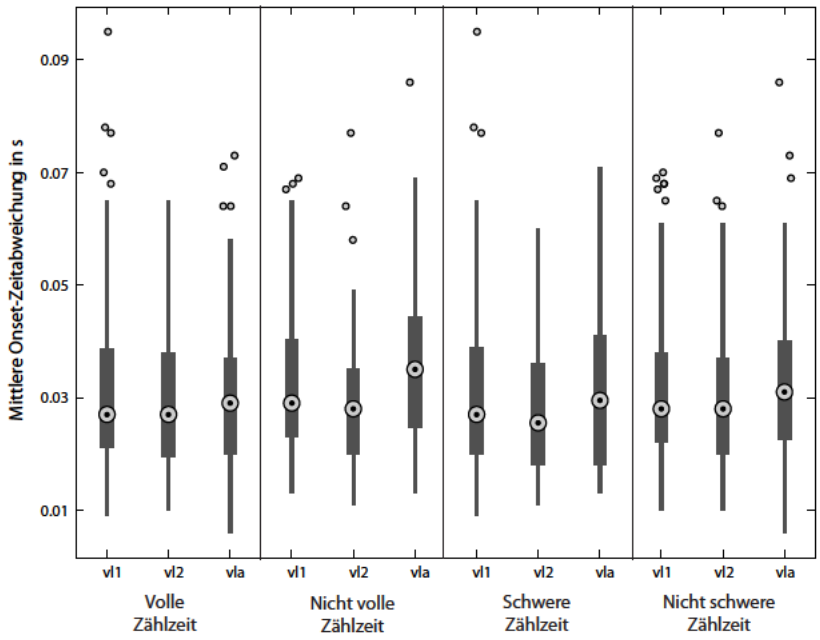

Abbildung 5.26: Boxplots der mittleren Onset-Zeitabweichungen der untersuchten Instrumentengruppen unterteilt nach den binären musikalischen Parametern Ist-volle-Zählzeit und Ist-schwere-Zählzeit

Während die Boxplots zu den musikalischen Kennwerten mit den mittleren Onset-Zeitabweichungen (Abb. 5.26) und den mittleren Tonhöhenabweichungen (Abb. 5.27) nur sehr geringe Unterschiede zwischen den Werten bei voller und nicht voller und schwerer und nicht schwerer Zählzeit zeigen, kann man beim Boxplot mit dem mittleren Pitch-P5-95 (Abb. 5.28) einen gewissen Zusammenhang feststellen. So liegen die Mediane und Quartilwerte für die zweiten Violinen und Violen bei den nicht vollen und nicht schweren Zählzeiten etwas niedriger als bei den vollen und schweren Zählzeiten. Bei den ersten Violinen ist dieser Zusammenhang jedoch nicht ganz so deutlich erkennbar.

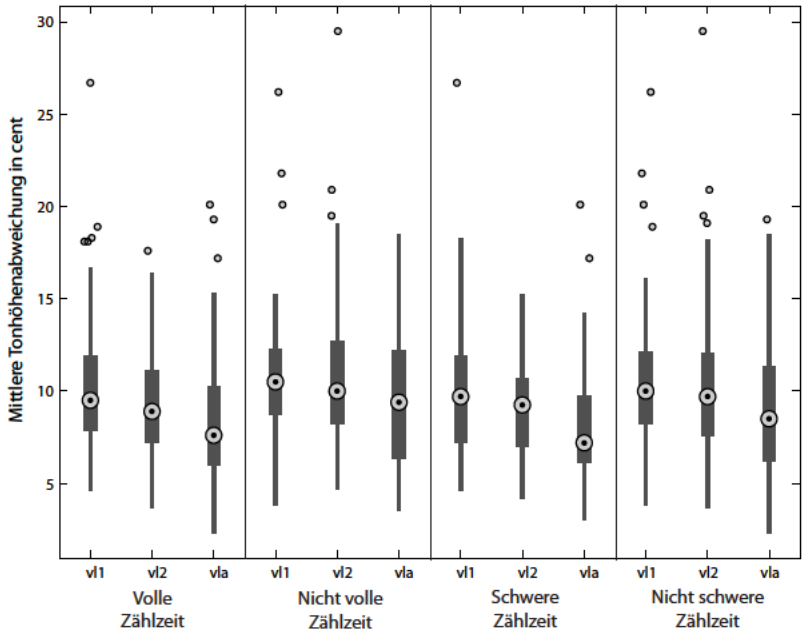

Abbildung 5.27: Boxplots der mittleren Tonhöhenabweichungen der untersuchten Instrumentengruppen unterteilt nach den binären musikalischen Parametern Ist-volle-Zählzeit und Ist-schwere-Zählzeit

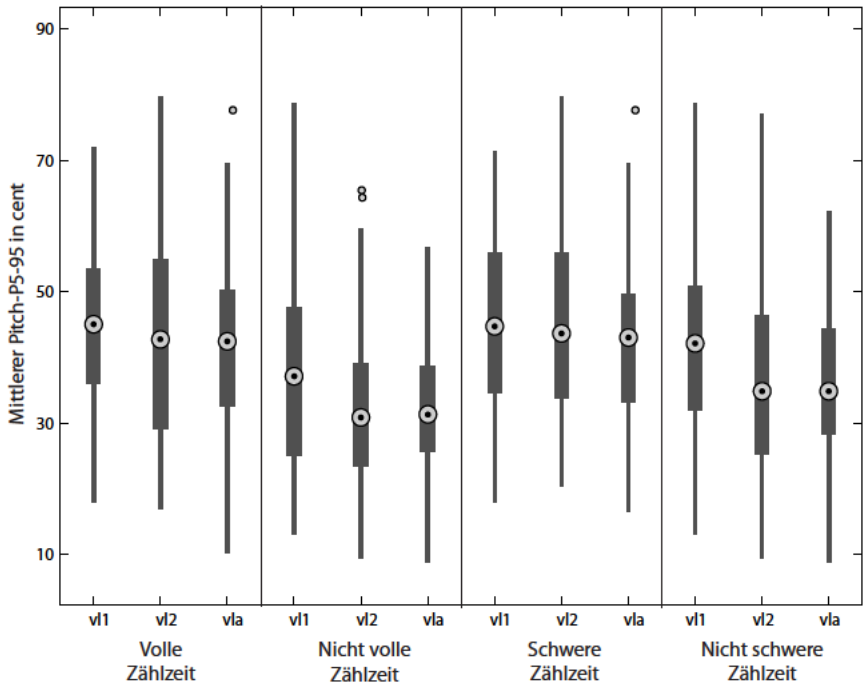

Abbildung 5.28: Boxplots der mittleren Pitch-P5-95 der untersuchten Instrumentengruppen unterteilt nach den binären musikalischen Parametern Ist-volle-Zählzeit und Ist-schwere-Zählzeit

5.2.4 Ergebnisse

Im Laufe dieses Kapitels wurden allgemeine Beobachtungen zu den automatisch erhobenen Kennwerten gemacht. Außerdem wurde das Material auf Verteilungen und Zusammenhänge zwischen verschiedenen Parametern hin untersucht. Die in Tabelle 5.8 dargestellten Verteilungswerte der durch die Partitur determinierten Kennwerte zeigen, dass die untersuchten Töne für die verschiedenen Instrumentengruppen in ihrer Gesamtheit ähnliche Eigenschaften aufweisen. Damit werden Vergleiche zwischen den Instrumentengruppen möglich.

Die Verteilungswerte zu den Onset-Zeituntersuchungen (Tab. 5.9) zeigen, dass bei den Musikern eine große intraindividuelle Variabilität der relativen Onset-Zeiten vorliegt, dass es also keine typische Reihenfolge für die Onsets der unterschiedlichen Musiker gibt, sondern jeder Musiker mal früher und mal später seinen Onset hat. Die Onset-Präzision der verschiedenen Instrumentengruppen ist vergleichbar, und die Mittelwerte für die mittlere Onset-Zeitabweichung liegen bei etwa 30 ms. Im Vergleich zu Ergebnissen aus früheren Untersuchungen (siehe 3.1), in denen für Streicher eine mittlere Asynchronität von 50 ms gefunden wurde, fallen die in dieser Arbeit gefundenen Werte kleiner aus. Dies könnte an der höheren Präzision des untersuchten Profiorchesters liegen, vermutlich ist der Unterschied jedoch auf unterschiedliche Berechnungsverfahren zurückzuführen.

Die Verteilungswerte der Tonhöhenuntersuchungen (Tab. 5.10 und Tab. 5.11) zeigen sehr unterschiedliche Ergebnisse. Während die relativen Tonhöhen der einzelnen Musiker sehr homogen ausfallen und es, wie bei den relativen Onset-Zeiten, nur unbedeutende Tendenzen einzelner Musiker gibt, sind die Pitch-P5-95-Werte der einzelnen Musiker eher inhomogen. Das ist nur bedingt verwunderlich, da die Tonhöhen, denen sich die Musiker annähern, durch die Partitur vorgegeben sind, während die Stärke des Vibratos, welche den Pitch-P5-95 vor allem bestimmt, allein im Ermessen der einzelnen Musiker liegt. Die Mittelwerte und Standardabweichungen der mittleren Pitch-P5-95 zeigen jedoch, dass sich diese interindividuellen Variabilitäten innerhalb einer Instrumentengruppe ausgleichen, so dass die Instrumentengruppen im Vergleich wieder sehr ähnlich erscheinen. Auch die Tonhöhenpräzision der verschiedenen Instrumentengruppen ist vergleichbar, wobei der Mittelwert der mittleren Tonhöhenabweichungen bei den Violen um 2 cent kleiner ist als bei den Violinen.

Die Histogramme, in denen die nicht durch die Partitur determinierten Kennwerte der verschiedenen Instrumentengruppen abgebildet werden (Abb. 5.9 bis Abb. 5.11), zeigen große Ähnlichkeiten in den Verteilungen. Dabei sind die relativen Onset-Zeiten und die relativen Tonhöhen in ihren Verteilungen weitestgehend symmetrisch und steilgipflig, während die drei Pitch-P5-95-Verteilungen alle stark linkssteil und steilgipflig sind.

Es konnten verschiedene Zusammenhänge zwischen den erhobenen Kennwerten gefunden werden. So bestehen Korrelationen zwischen der Lautheit und der mittleren Onset-Zeitabweichung, der Tondauer und der mittleren Onset-Zeitabweichung und der Tondauer und den mittleren Pitch-P5-95. Die nicht von der Partitur determinierten Kennwerte erscheinen dabei gegenüber den von der Partitur determinierten Kennwerten zwar als zufällige Variablen, werden jedoch in ihrer Zufälligkeit eingeschränkt, wie die Streudiagramme (Abbildungen 5.18, 5.20, 5.24 und A.8–A.12) und die Verteilungsdiagramme (Abbildungen 5.19, 5.21 und 5.25) zeigen. Zusammenhänge der nicht von der Partitur determinierten Kennwerte mit den musikalischen Parametern Ist-volle-Zählzeit und Ist-schwere-Zählzeit konnten bis auf eine Ausnahme nicht gezeigt werden. Nur der Pitch-P5-95 weist geringere Werte bei nicht vollen und nicht schweren Zählzeiten auf. Schwere Zählzeiten werden so genannt, weil die Töne auf diesen Zählzeiten im Allgemeinen stärker betont werden als die Töne auf nicht schweren Zählzeiten. Ein möglicher Schluss daraus wäre, dass sich eine stärkere Betonung bei Streichern in einem größeren Pitch-P5-95 äußert. Andererseits wird damit nicht erklärt, wieso auch die vollen Zählzeiten eine größere Pitch-P5-95 aufweisen, da diese nicht unbedingt stärker betont werden. Überhaupt ist das angewandte Modell der schweren Zählzeiten, wobei diese im Vierertakt bei 1 und 3 liegen und im Dreiertakt bei 1, stark vereinfacht. Für ein komplexes, spätromantisches Musikstück wie das

Te Deum von Hector Berlioz ist es daher nicht unbedingt gültig. Da jedoch keine ausführliche Analyse des Notentextes durchgeführt wurde, kann keine Aussage getroffen werden, ob dieses Modell hier Gültigkeit hat oder nicht. Alternativ könnte man auch vermuten, dass es bei den vollen und schweren Zählzeiten zu stärkeren Fehlern in der Tonhöhenerkennung kommt als bei den nicht vollen und nicht schweren. Tabelle 5.20 zeigt jedoch, dass das Fehlermaß für die Tonhöhenerkennung, der Anteil an interpolierten Stützwerten, im Mittel keine höheren Werte für die vollen und schweren Zählzeiten aufweist.

Tabelle 5.20: Mittelwerte der Anteile an interpolierten Stützwerten nach schweren und vollen Zählzeiten

	volle Zählzeiten	nicht volle Zählzeiten	schwere Zählzeiten	nicht schwere Zählzeiten
1. Violinen	0,2128	0,1014	0,1029	0,2113
2. Violinen	0,1011	0,0653	0,0380	0,1284
Violen	0,0615	0,0273	0,0299	0,0589

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Methode der statistischen Untersuchung einer Vielzahl automatisch erhobener Kennwerte gewinnbringend ist. So konnten aussagekräftige Verteilungswerte gewonnen und verschiedene Zusammenhänge beleuchtet werden.

6 Diskussion

Zur Analyse des Klangs der Streichergruppe im Orchester wurden die Tonhöhen- und Onset-Zeitverteilungen genau untersucht. Da aus den wenigen früheren Forschungsarbeiten zu diesem Thema nur begrenzt Erkenntnisse vorliegen, wurde in dieser Arbeit eine explorative Herangehensweise gewählt. Als Ausgangsmaterial diente eine Aufnahme von Hector Berlioz' *Te Deum*, gespielt von den Berliner Philharmonikern am 24.05.2008 in der Berliner Waldbühne. Hier wurde für einen Teil der Musiker der ersten und zweiten Violinen und der Violen mit Spezialmikrofonen eine Einzeldirektabnahme der Signale durchgeführt, welche auf verschiedenen Tonspuren aufgezeichnet wurde. Für verschiedene Passagen dieser Aufnahmen wurde eine automatisierte Tonhöhen- und Onset-Erkennung mit Hilfe einer kommerziellen Pitch-Shifting-Engine durchgeführt. Da bei der Aufnahme das Übersprechen anderer Instrumente nicht ganz vermieden werden konnte, war das untersuchte Material nicht rein monophon. Dies ist jedoch eine der Grundvoraussetzungen zum reibungslosen Funktionieren der benutzten Pitch-Shifting-Engine, so dass es bei der Erkennung zu einigen Fehlern kam. Mit den Informationen aus dem Notentext des untersuchten Stücks konnte eine Fehlerkorrektur realisiert werden, indem gültige Zeit- und Tonhöhen-Korridore definiert wurden. Onset-Zeiten und Tonhöhen, die außerhalb dieser Korridore lagen, wurden als ungültig verworfen. Die gültigen Onset-Zeiten und Tonhöhen ergeben zusammen mit der Tondauer und der Lautheit den Datensatz, an dem die Untersuchung durchgeführt wird.

Bei der Untersuchung wird mit zwei verschiedenen Ansätzen gearbeitet. Einzelne Töne werden im musikalischen Kontext detailliert betrachtet und außerdem wird eine große Anzahl an Tönen statistisch untersucht. Beim ersten Untersuchungsansatz werden einige grundlegende Beobachtungen gemacht, und es werden sinnvolle Kennwerte zur Beschreibung der Töne identifiziert:

1. Das Vibrato ist ein den Tonhöhenverlauf sehr stark bestimmendes Phänomen. Töne, die kein Vibrato aufweisen, sind im Allgemeinen kurze Töne. Kurze Töne können jedoch auch ein Vibrato aufweisen.

2. Die Tonhöhen und Verteilungswerte der Tonhöhen über alle Musiker bleiben im Verlauf des stationären Zustands relativ stabil. Es können nur geringfügige Korrekturprozesse beobachtet werden.

3. Für die Beschreibung des Tonhöhenverlaufs ist eine getrennte Betrachtung der mittleren Tonhöhen der einzelnen Musiker und der jeweiligen Stärke des Vibratos sinnvoll. In dieser Arbeit werden für den Vergleich von ganzen Tönen daher die Kennwerte *mittlere Tonhöhenabweichung* und *mittlere Pitch-P5-95* eingeführt. Die mittlere Tonhöhenabweichung berechnet sich aus dem Mittelwert der Beträge der relativen Tonhöhen der Musiker. Der Pitch-P5-95, der den Bereich zwischen den 5- und 95-Prozent-Perzentilen der Tonhöhenverläufe der einzelnen Musiker betrachtet, soll die Stärke des Vibratos abschätzen. Dabei wird anhand der einzeln untersuchten Töne davon ausgegangen, dass die Musiker nur geringe Veränderungen der mittleren Tonhöhe im Verlauf eines Tons aufweisen, so dass der Pitch-P5-95 bei dem untersuchten Material ein aussagekräftiges Maß für die Modulationstiefe des Vibratos ist. Aus den Pitch-P5-95-Werten der einzelnen Musiker wird ein Mittelwert gebildet, um einen einzelnen Kennwert für den Ton zu erhalten.

Des Weiteren deutet sich hier ein interessanter Zusammenhang an: Bei zwei ansonsten vergleichbaren Tönen, die in Passagen mit unterschiedlicher Orchestrierung liegen, werden höhere Werte für die mittlere Pitch-P5-95 und die mittlere Tonhöhenabweichung bei dem Ton gefunden, der in der Orchester-Tutti-Passage liegt. Da die in der Partitur vorgeschriebenen Dynamiken für jeden Musiker einzeln gelten, ist ein Orchester im forte-Tutti sehr viel lauter als bei einem forte-Solo. Dies lässt vermuten, dass die Verteilungen der Tonhöhenverläufe bei Passagen, in denen die Gesamtlautstärke des Orchesters größer ist, deutlich verbreitert werden, ohne dass die Lautheit der einzelnen Musiker unbedingt ansteigt. Ob dieses Phänomen ein Resultat der zunehmenden Gesamtlautheit ist oder ein bewusst eingesetztes Mittel, um die Durchsetzungskraft des Streicherklangs zu erhöhen, kann hier nicht geklärt werden.

Generell weisen die Töne, die nach der Beschreibung des musikalischen Kontexts sehr ähnlich sind, in dieser ersten Untersuchung sehr verschiedene Kennwerte auf. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die hier vorgenommene Beschreibung des musikalischen Kontexts nicht detailliert genug ist.

Beim zweiten Untersuchungsansatz werden anhand der Verteilungswerte und Histogramme folgende Beobachtungen gemacht:

1. Die verschiedenen Instrumentengruppen sind in ihrer Tonhöhen- und Onset-Zeit-Präzision miteinander vergleichbar.

2. Die Onset-Zeiten und relativen Tonhöhen der einzelnen Musiker erscheinen in ihren Verteilungswerten zufällig, und es sind keine Tendenzen einzelner Musiker zu beobachten. Die Histogramme sind annähernd symmetrisch und weisen eine steilgipflige Verteilung auf.

3. Bei den Pitch-P5-95-Werten sind größere Tendenzen einzelner Musiker auszumachen. Dieses Ergebnis liegt wahrscheinlich in der Tatsache begründet, dass für die Stärke des Vibratos in der Partitur keine Spielanweisungen angegeben sind. Demnach wird die Vibratostärke entweder durch den Dirigenten oder den ersten Musiker der Instrumentengruppe kommuniziert, oder die Musiker entscheiden darüber nach eigenem Ermessen. Das gefundene Ergebnis weist dabei auf Letzteres hin. Die Histogramme zeigen ähnliche linkssteile und steilgipflige Verteilungen für die verschiedenen Instrumentengruppen.

Des Weiteren wurden die erhobenen Kennwerte auf Zusammenhänge hin untersucht. Dabei konnten folgende Zusammenhänge festgestellt werden:

1. Bei allen Instrumentengruppen besteht eine negative Korrelation zwischen Lautheit und mittlerer Onset-Zeitabweichung. Mit steigender Lautheit nimmt die Onset-Präzision also zu.
2. Bei den Violinen wurde eine positive Korrelation zwischen mittlerer Onset-Zeitabweichung und Tondauer gefunden. Die Onset-Präzision nimmt hier mit ansteigender Tondauer ab.
3. Der mittlere Pitch-P5-95 und die Tondauer eines Tones korrelieren positiv bei allen Instrumenten. Dieser Zusammenhang ist bei den ersten Violinen und Violen deutlicher erkennbar als bei den zweiten Violinen. Dies bestätigt die Beobachtung bei der Untersuchung einzelner Töne, dass nur kurze Töne ohne Vibrato gespielt werden, auch wenn dies nicht zwangsläufig der Fall sein muss.
4. Der Median und die Quartilwerte der Pitch-P5-95-Verteilung der zweiten Violinen und Violen liegt bei vollen und schweren Zählzeiten höher als bei nicht vollen und nicht schweren Zählzeiten. Ein möglicher Grund dafür könnte darin liegen, dass die Betonung eines Tons durch ein stärkeres Vibrato realisiert wird. Aufgrund der Einfachheit des angewandten Modells für schwere und volle Zählzeiten ist jedoch überhaupt zu bezweifeln, ob Töne, die auf diesen Zählzeiten liegen, im untersuchten Musikstück immer betont werden.

In der vorliegenden Arbeit wird der Streicherklang auf der Grundlage einer technischen Analyse untersucht. Dabei wurde mit der Methode der Einzeldirektabnahme eine Trennung der Signale vorgenommen. Im Gegensatz zu der Untersuchung von Rasch (1979) wurde dies jedoch nicht im reflexionsarmen Raum durchgeführt, sondern in einer echten Konzertsituation. Die Nahfeldmikrofonierung von Streichinstrumenten, bei der die Mikrofone direkt am Korpus angebracht werden, ist im Bereich der professionellen Beschallung weit verbreitet. Die Nutzung dieser Technik zu Forschungszwecken ist neu. Im Gegensatz zu einem Aufbau im reflexionsarmen Raum bietet diese Technik die Möglichkeit, große Ensembles in verschiedensten Umgebungen

und Situationen zu untersuchen. Durch die automatisierte Erhebung der Kennwerte konnte zudem ein großer Datensatz erstellt werden, anhand dessen aussagekräftige Beobachtungen gemacht werden können.

Die benutzte Aufnahmetechnik konnte jedoch keine hundertprozentige Signaltrennung leisten, und es kam zu einem gewissen Maß an Übersprechen. Dies wiederum führte zu Fehlern bei der Tonhöhen- und Onset-Zeiterkennung, welche zumeist kompensiert bzw. automatisch und manuell erkannt und aussortiert werden konnten. Für einige Töne wurden jedoch Pitch-P5-95-Werte von über 200 cent erhoben (siehe Abb. 5.11). Werte in dieser Größenordnung erscheinen unrealistisch groß für die Modulationstiefe des Vibratos. Dies zeigt, dass die Leistungsfähigkeit der angewandten Kompensationsmechanismen Grenzen hat und einige Fehler durch das Raster gefallen sind.

Als explorative Studie leistet die vorliegende Arbeit folgenden Beitrag zur Erforschung des Streicherklangs:

- Aussagekräftige Verteilungsparameter zur Beschreibung der Onset-Zeit und Tonhöhenverteilungen wurden formuliert: die *mittlere Onset-Zeitabweichung*, die *mittlere Tonhöhenabweichung* und der *Pitch-P5-95*.
- Es wurden erste Kennwerte gefunden, anhand derer Vergleichsstudien mit anderen Orchestern oder unter anderen Spielbedingungen durchgeführt werden können.
- Außerdem wurden erste Aussagen über Verteilungen der Kennwerte und Zusammenhänge zwischen den Kennwerten getroffen, die Anhaltspunkte liefern, wie sich der komplexe Streicherklang zusammensetzt.

Die Arbeit ist daher ein Beitrag zum grundlegenden Verständnis des Streicherklangs und soll weitere, auf dieser Untersuchung aufbauende Forschung motivieren.

Die Einzeldirektabnahme bedarf noch weiterer Optimierung, um eine bessere Signaltrennung zu erreichen. Dabei sollte unter anderem überprüft werden, wie sich durch eine kontrollierte Einstellung der Mikrofonposition das Übersprechen bei der Aufnahme noch besser verringern lässt. Des Weiteren könnte eine spezielle Vorbereitung des Materials die Ergebnisse der Erkennungsalgorithmen deutlich verbessern. Eine aufwendige, aber sehr effektive Möglichkeit dazu ist die Benutzung eines Kammfilters oder Bandpassfilters, dessen Frequenz durch die jeweilige anhand der Partitur zu erwartende Tonhöhe eingestellt wird.

Bei weitergehenden Arbeiten wäre eine differenziertere Erhebung der musikalischen Kennwerte aus der Partitur gewinnbringend. Dazu müsste überlegt werden, wie sich diese Informationen angemessen operationalisieren lassen. Zum Beispiel erscheint als Maß zur Orchestrierung das

Verhältnis der Lautheit des gesamten Orchesters zu der Lautheit der Instrumentengruppe oder des einzelnen Musikers vielversprechend.

Außerdem wäre es interessant, den Datensatz um die Kennwerte verschiedener Orchester zu erweitern, um gefundene Zusammenhänge und Verteilungsformen bestätigen zu können oder aber auf den hier untersuchten Spezialfall einschränken zu müssen. Auch der Vergleich der Kennwerte eines Orchesters in unterschiedlichen Spielsituationen erscheint interessant.

Nachdem ein umfassendes Verständnis zum Entstehen und Wechselwirken des Streicherklangs im Orchester aufgebaut ist, ließe sich dieses Wissen für Umsetzung einer hochrealistischen Klangsynthese nutzen. Diese könnten zum Beispiel Komponisten nutzen, um direkt im Klang zu arbeiten und dabei eine gute Vorstellung zu gewinnen, wie die Aufführung des Werks durch ein Orchester klingen würde. Ein weiterer Anwendungsbereich für die realistische Klangsynthese sind virtuelle akustische Raumklangverfahren wie die Wellenfeldsynthese und die Binauraltechnik. Zur leistungsfähigen Virtualisierung müssen hier die Ausgangsdaten getrennt werden. Bei der dynamische Anpassung werden dann „trockene“ Klänge mit akustischen Rauminformationen verrechnet. Dem könnte man unter Nutzung der Kenntnisse des orchestralen Klangs zur Berechnung noch die „Gruppeninformation“ hinzufügen.

Auch wenn sich das in der Untersuchung verwendete Verfahren durch die aufwendige Einbeziehung der Partiturinformation nur bedingt für die massenweise Analyse verschiedener Musikstücke eignet, sind die Kennwerte zu den Tonhöhen- und Onset-Zeitverteilungen auch für die Performance- und Interpretationsanalyse interessant. Damit eröffnen sich verschiedene Fragestellungen: Wie präzise spielen zum Beispiel Orchester verschiedener Professionalitätsgrade? Wie beeinflusst die Spielsituation, also Raum, Akustik, Vorhandensein und Größe des Publikums, die Präzision des Orchesters? Inwieweit besteht eine Übereinstimmung zwischen der gemessenen Präzision und der ästhetischen Wertung der Performance durch das Publikum oder Spezialistenhörer?

Die Erforschung des orchestralen Streicherklangs steht noch am Anfang, da erst jüngere technische Entwicklungen eine Analyse in großer Quantität und Qualität ermöglichen. In dieser Arbeit konnten erste Grundlagen zum Verständnis des Streicherklangs gelegt werden. Das Verfolgen der oben genannten Forschungsaktivitäten kann dazu beitragen, in Zukunft ein umfassenderes Bild der komplexen Zusammenhänge des Streicherklangs im Orchester zu zeichnen.

Anhang A

Tabelle A.1: Die Tabelle aus Chen et al. (2008) mit Mittelwerten und Standardabweichungen der Saitenlängen in cm, umgerechnet mit der Gleichung (3.1) in Standardabweichungen in cent

Cellist	Ton	h		d'		h		e'		h		a'	
Nr.	**Mit Bogen**	Mw.	Std.	Mw.	Std.	Mw.	Std.	Mw.	Std.	Mw.	Std.	Mw.	Std.
1	in cm	60,8	0,2	51,4	0,1	60,8	0,4	45,3	0,2	60,8	0,4	34,4	0,2
	Verhältnis		1,00329		1,00195		1,00658		1,00442		1,00658		1,00581
	in cent		5,7		3,4		11,4		7,6		11,4		10,0
2	in cm	62,4	0,3	52,2	0,2	62,2	0,3	45,9	0,2	62,0	0,5	31,0	0,2
	Verhältnis		1,00481		1,00383		1,00482		1,00436		1,00806		1,00645
	in cent		8,3		6,6		8,3		7,5		13,9		11,1
3	in cm	60,9	0,2	51,2	0,3	61,1	0,4	45,7	0,2	60,9	0,4	34,6	0,3
	Verhältnis		1,00328		1,00586		1,00655		1,00438		1,00657		1,00867
	in cent		5,7		10,1		11,3		7,6		11,3		14,9
4	in cm	61,4	0,2	51,7	0,1	61,7	0,4	45,9	0,1	60,5	0,2	34,3	0,5
	Verhältnis		1,00326		1,00193		1,00648		1,00218		1,00331		1,01458
	in cent		5,6		3,3		11,2		3,8		5,7		25,1
5	in cm	61,0	0,4	51,9	0,2	61,2	0,2	45,5	0,3	61,5	0,4	34,0	0,4
	Verhältnis		1,00656		1,00385		1,00327		1,00659		1,00650		1,01176
	in cent		11,3		6,7		5,6		11,4		11,2		20,2
6	in cm	61,3	0,3	51,4	0,1	61,1	0,3	46,2	0,1	60,9	0,2	34,8	0,2
	Verhältnis		1,00489		1,00195		1,00491		1,00216		1,00328		1,00575
	in cent		8,5		3,4		8,5		3,7		5,7		9,9
7	in cm	61,2	0,2	51,5	0,2	61,2	0,2	46,1	0,2	61,4	0,2	34,6	0,2
	Verhältnis		1,00327		1,00388		1,00327		1,00434		1,00326		1,00578
	in cent		5,6		6,7		5,6		7,5		5,6		10,0
8	in cm	61,4	0,4	51,4	0,1	61,3	0,3	45,9	0,3	61,2	0,4	34,3	0,6
	Verhältnis		1,00651		1,00195		1,00489		1,00654		1,00654		1,01749
	in cent		11,2		3,4		8,5		11,3		11,3		30,0
Mittelwerte der Std. in cent			7,7		5,4		8,8		7,5		9,5		16,4
	Ohne Bogen	Mw.	Std.	Mw.	Std.	Mw.	Std.	Mw.	Std.	Mw.	Std.	Mw.	Std.
1	in cm	59,6	0,7	51,2	0,7	61,7	1,4	45,3	0,4	60,2	1,0	36,7	0,6
	Verhältnis		1,01174		1,01367		1,02269		1,00883		1,01661		1,01635
	in cent		20,2		23,5		38,8		15,2		28,5		28,1
2	in cm	64,6	0,9	53,3	2,0	65,3	0,5	45,4	0,3	63,7	0,5	33,6	0,3
	Verhältnis		1,01393		1,03752		1,00766		1,00661		1,00785		1,00893
	in cent		24,0		63,8		13,2		11,4		13,5		15,4
3	in cm	62,8	0,8	51,9	0,8	60,6	0,5	45,5	0,3	61,3	0,7	34,9	0,7
	Verhältnis		1,01274		1,01541		1,00825		1,00659		1,01142		1,02006
	in cent		21,9		26,5		14,2		11,4		19,7		34,4
4	in cm	60,0	0,5	51,7	0,5	59,2	0,5	45,3	0,3	60,1	0,5	34,1	0,6
	Verhältnis		1,00833		1,00967		1,00845		1,00662		1,00832		1,01760
	in cent		14,4		16,7		14,6		11,4		14,3		30,2

Tabelle A.1: Die Tabelle aus Chen et al. (2008) mit Mittelwerten und Standardabweichungen der Saitenlängen in cm, umgerechnet mit der Gleichung (3.3) in Standardabweichungen in cent

5	in cm	62,7	0,6	47,4	0,3	62,1	0,7	45,6	0,3	60,4	0,9	34,8	0,7
	Verhältnis		1,00957		1,00633		1,01127		1,00658		1,01490		1,02011
	in cent		16,5		10,9		19,4		11,4		25,6		34,5
6	in cm	63,1	0,4	53,3	1,0	62,6	0,7	46,5	0,2	62,0	0,8	35,9	0,8
	Verhältnis		1,00634		1,01876		1,01118		1,00430		1,01290		1,02228
	in cent		10,9		32,2		19,3		7,4		22,2		38,2
7	in cm	61,1	0,3	53,0	0,6	60,9	0,5	45,5	0,2	60,7	0,4	34,7	0,7
	Verhältnis		1,00491		1,01132		1,00821		1,00440		1,00659		1,02017
	in cent		8,5		19,5		14,2		7,6		11,4		34,6
8	in cm	63,1	0,6	49,9	0,4	62,4	0,4	45,2	0,3	63,0	0,5	34,6	0,8
	Verhältnis		1,00951		1,00802		1,00641		1,00664		1,00794		1,02312
	in cent		16,4		13,8		11,1		11,5		13,7		39,6
Mittelwerte der Std. in cent			16,6		25,9		18,1		10,9		18,6		31,9

Tabelle A.2: Die Nomenklatur der in 5.1 untersuchten einzelnen Töne, aufgeschlüsselt

Ton nach Nomenklatur	Instrument	Satz	Takt	Taktzeit*
vl1_s1t18_3	1. Violinen	1	18	3
vl1_s1t140_2	1. Violinen	1	140	2
vl1_s2t60_1	1. Violinen	2	60	1
vl1_s3t75_1	1. Violinen	3	75	1
vl1_s6t19_3,66	1. Violinen	6	19	3,66
vl2_s1t27_4	2. Violinen	1	27	4
vl2_s3t71_4	2. Violinen	3	71	4
vl2_s4t131_3	2. Violinen	4	131	3
vl2_s6t31_3	2. Violinen	6	31	3
vla_s1t24_1	Violen	1	24	1
vla_s2t31_1,5	Violen	2	31	1,5
vla_s3t72_3	Violen	3	72	3
vla_s6t28_1	Violen	6	28	1

* zum Verständnis des Begriffs Taktzeit siehe Abb. 5.1

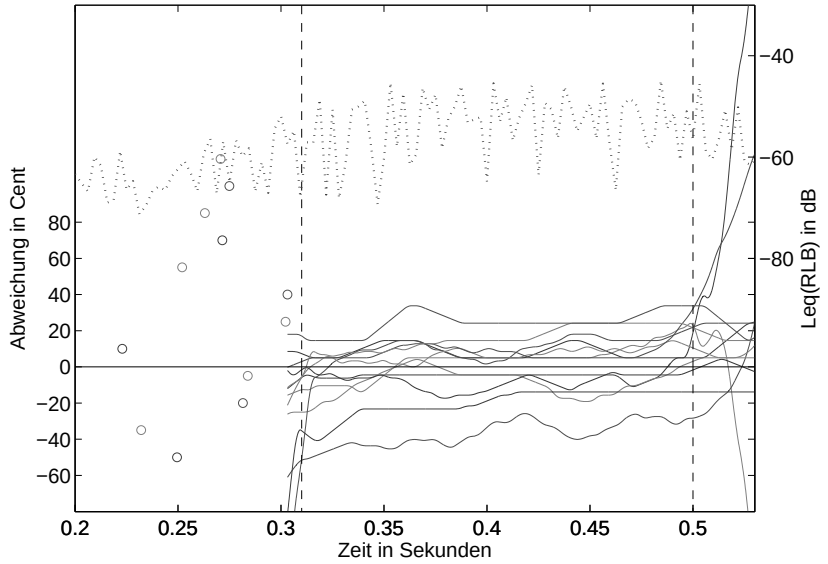

Abbildung A.1: Der POL-Plot des Tons *vl1_s1t140_2*

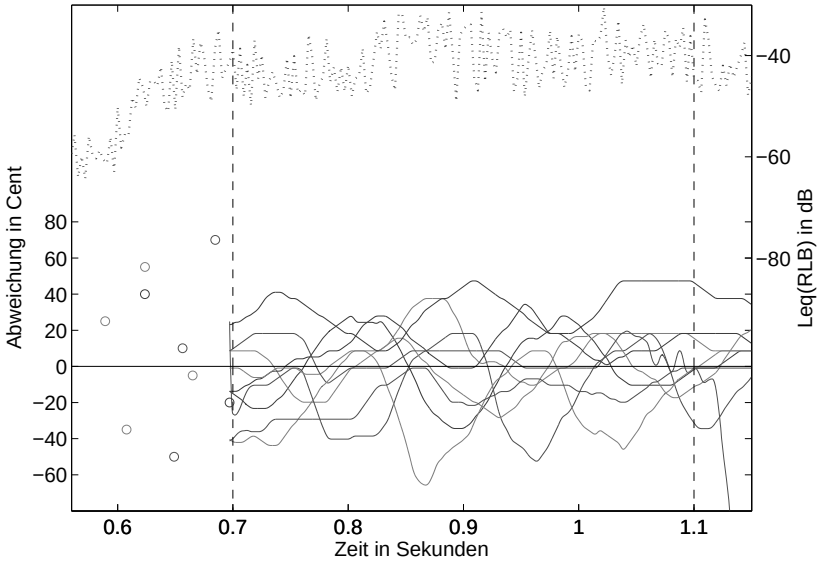

Abbildung A.2: Der POL-Plot des Tons *vl2_s1t27_4*

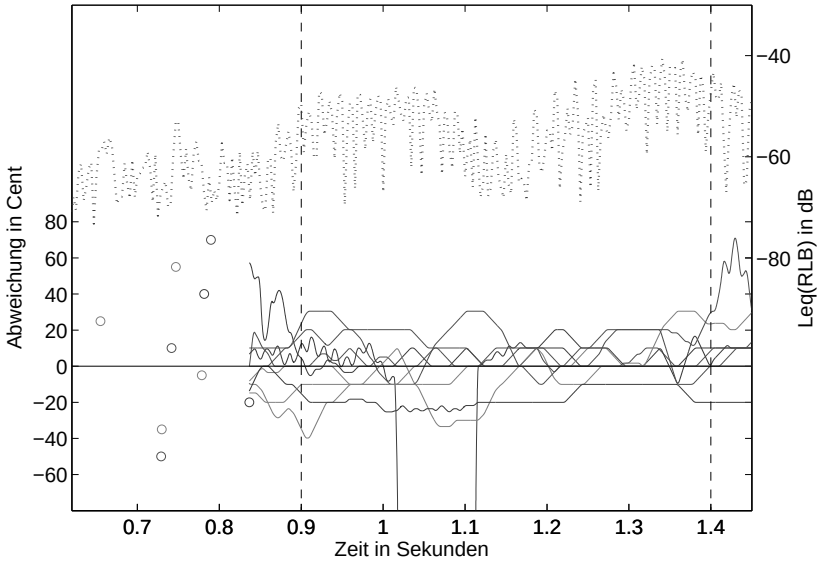

Abbildung A.3: Der POL-Plot des Tons *vl2_s3t71_4*

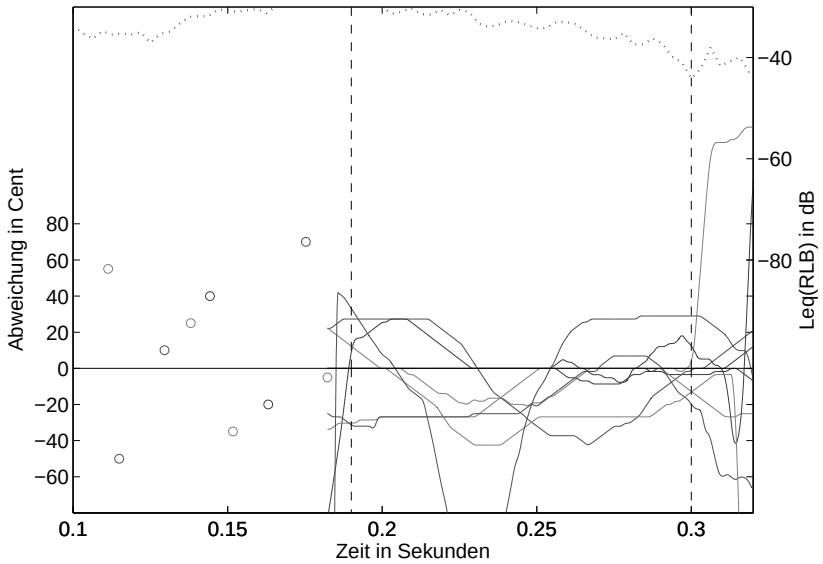

Abbildung A.4: Der POL-Plot des Tons *vl2_s4t131_3*

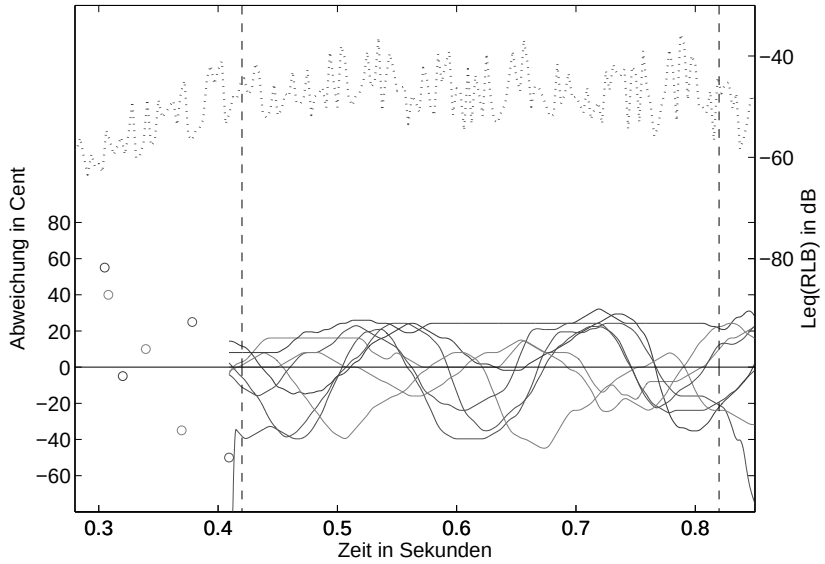

Abbildung A.5: Der POL-Plot des Tons *vla_s1t24_1*

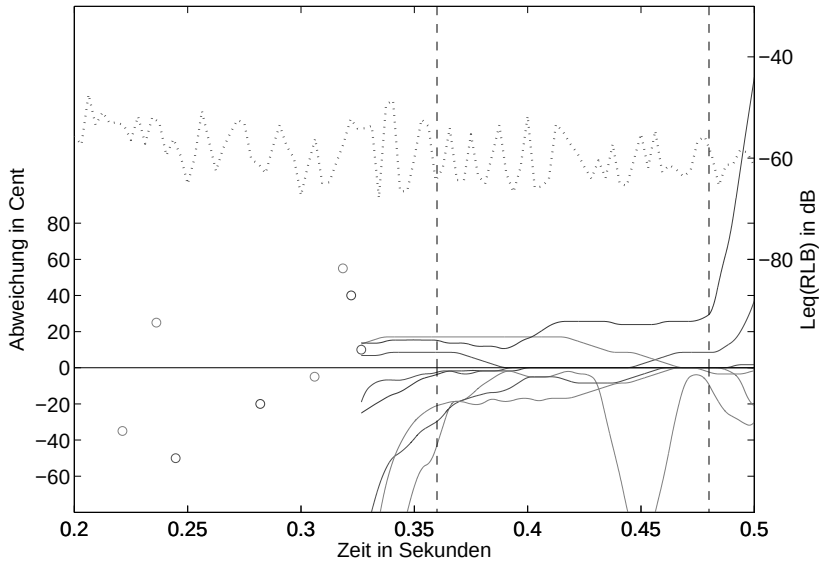

Abbildung A.6: Der POL-Plot des Tons *vla_s2t31_1,5*

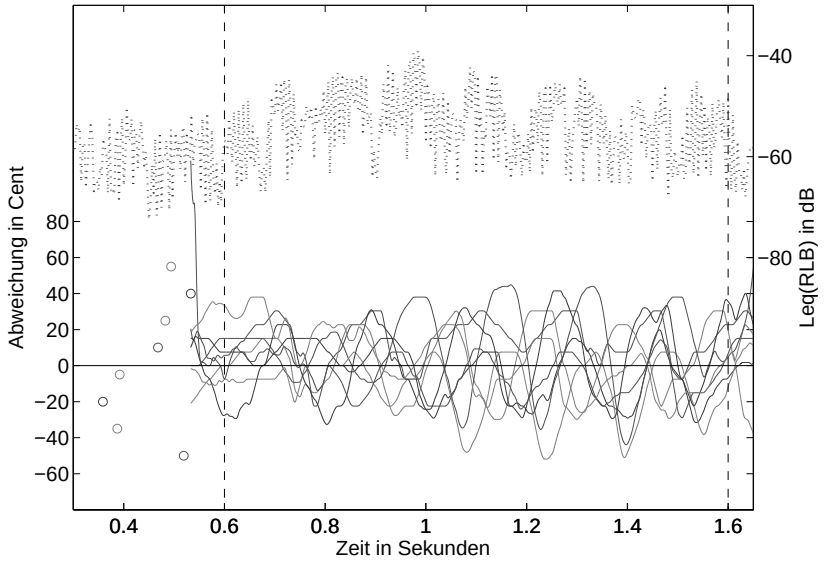

Abbildung A.7: Der POL-Plot des Tons *vla_s3t72_3*

Tabelle A.3: Der Pitch-P5-95 der einzelnen Musiker gemittelt über den stationären Zustand des Tons in cent

Ton	Musiker Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittelwert**
vl1_s1t18_3	42,7	42,7	21,5	39,5	65,3	85,5	21,2	21,5	42,7	43,3	64,5	42,7	44,5
vl1_s1t140_2	16,8	34,2	27,8	9,5	28,3	26,9	28,0	19,0	9,5	16,7	19,1	19,2	21,3
vl1_s2t60_1	89,7	45,0	35,7	48,5	71,4	77,2	36,4	17,9	36,1	64,0	53,3	106,0	56,8
vl1_s3t75_1	24,0	36,4	23,9	47,4	33,7	59,5	18,6	12,1	35,9	36,2	35,7	54,0	34,8
vl1_s6t19_3,66	57,4	16,3	16,1	13,6	16,1	0,0	16,1	0,0	17,9	0,0	3,7	42,8	16,7
vl2_s1t27_4	57,1	57,4	66,0	38,3	41,9	28,6	38,7	65,3	28,3				46,8
vl2_s3t71_4*	11,9	20,1	10,1		67,3	40,5	18,6	10,0	30,3				26,1
vl2_s4t131_3*	0,0	26,8	80,5	44,9	26,8	38,0	47,9	53,3					39,8
vl2_s6t31_3	78,5	56,0	88,5	67,9	67,0	45,6	45,3	90,0	56,0				66,1
vla_s1t24_1	63,5	32,1	56,0	63,1	47,7	23,3	48,1	40,0					46,7
vla_s2t31_1,5*	8,5	17,1	5,5	5,5		17,1	24,6	23,2					14,5
vla_s3t72_3	37,9	60,0	45,0	78,8	57,7	67,9	33,0	64,4					55,6
vla_s6t28_1*	57,9		62,0	59,4	45,0	68,3	63,0	69,1					60,7

Fehlerhafte Werte durch Sprünge im Tonhöhenverlauf werden nicht dargestellt.

* Ton enthält fehlerhafte Werte

** ohne fehlerhafte Werte

Tabelle A.4: Der Pitch-IQR der einzelnen Musiker gemittelt über den stationären Zustand des Tons in cent

Ton	Musiker Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittelwert**
vl1_s1t18_3	20,2	21,2	21,5	21,2	21,8	42,7	0,0	13,8	0,0	21,5	21,5	21,5	18,9
vl1_s1t140_2	0,0	0,0	10,4	9,5	9,4	9,5	9,4	7,1	7,0	9,4	11,9	7,7	7,6
vl1_s2t60_1	72,1	21,4	17,8	35,7	52,5	55,0	36,4	10,5	17,9	32,5	17,8	35,0	33,7
vl1_s3t75_1	3,7	24,2	21,0	23,7	14,4	35,7	12,1	12,0	12,6	24,0	12,6	23,9	18,3
vl1_s6t19_3,66	16,0	16,3	0,0	0,0	16,1	0,0	16,0	0,0	16,1	0,0	0,0	11,7	7,7
vl2_s1t27_4	37,6	19,1	47,2	19,1	19,0	12,5	27,5	35,7	18,8				26,3
vl2_s3t71_4*	8,0	0,0	10,1	17,5	21,9	20,2	10,0	10,0	20,2				13,1
vl2_s4t131_3*	0,0	19,4	54,1	11,5	26,8	26,8	0,0	0,0					17,3
vl2_s6t31_3	51,3	33,8	49,4	44,7	46,0	33,2	22,6	50,6	32,7				40,5
vla_s1t24_1	45,3	16,1	24,1	38,7	23,9	0,0	32,1	17,8					24,7
vla_s2t31_1,5*	8,5	8,5	0,0	0,0	19,3	10,9	9,5	8,4					8,1
vla_s3t72_3	15,2	33,6	23,7	34,2	22,4	45,2	22,5	22,7					27,4
vla_s6t28_1*	34,3	34,3	33,8	34,1	21,8	40,4	38,5	45,0					35,3

Fehlerhafte Werte durch Sprünge im Tonhöhenverlauf werden nicht dargestellt.

* Ton enthält fehlerhafte Werte

** ohne fehlerhafte Werte

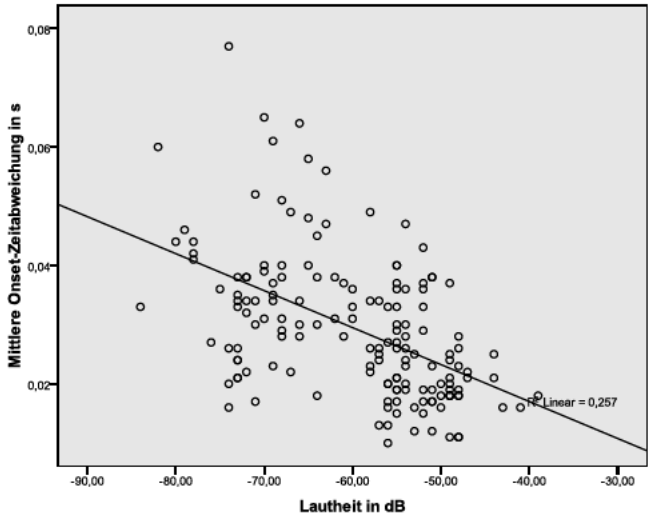

Abbildung A.8: Streudiagramm der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die Lautheiten mit Regressionsgerade (zweite Violinen)

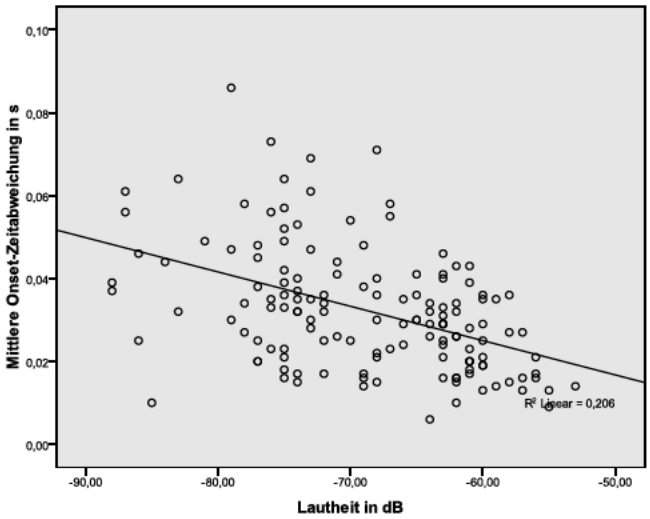

Abbildung A.9: Streudiagramm der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die Lautheiten mit Regressionsgerade (Violen)

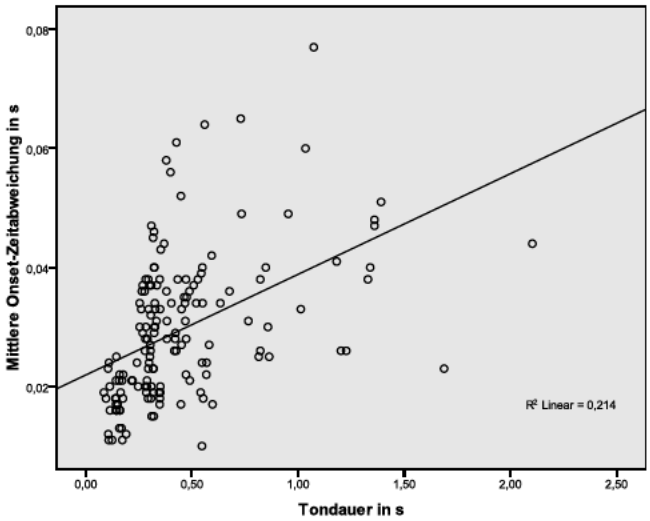

Abbildung A.10: Streudiagramm der mittleren Onset-Zeitabweichungen über die Tondauern mit Regressionsgerade (zweite Violinen)

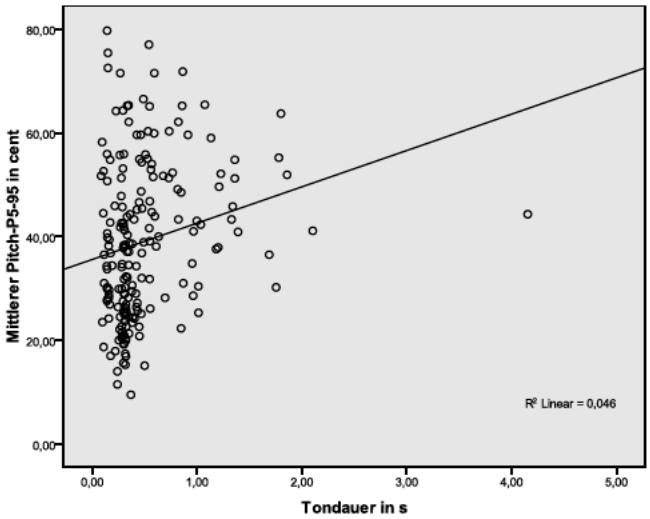

Abbildung A.11: Streudiagramm der mittleren Pitch-P5-95 über die Tondauern mit Regressionsgerade (zweite Violinen)

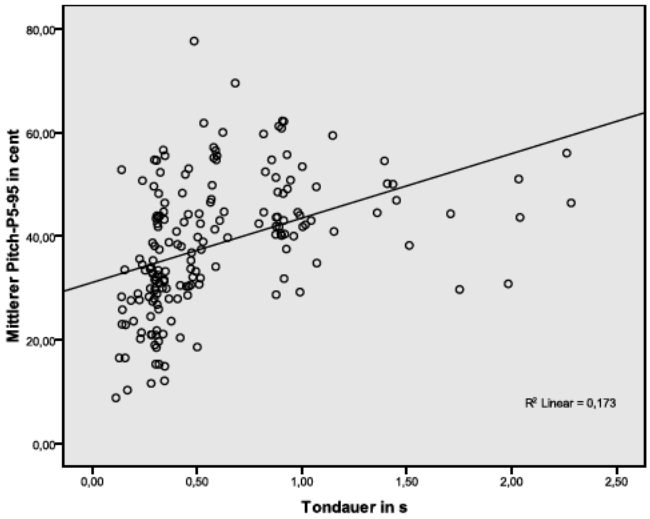

Abbildung A.12: Streudiagramm der mittleren Pitch-P5-95 über die Tondauern mit Regressionsgerade (Violen)

Anhang B

Tabelle B.1: Kennwerte für die untersuchten Töne der ersten Violinen

Ton Nr	Tondauer	Lautheit	Lautheit (in dB) des Musikers Nr												Mittlere Tonhöhe	Lokalisierung des Tons			Taktart	Ist vo le	Ist schwere	Relative Onset Zeit (in s) des Musikers Nr												Mittlere Onset Zeit	Anzahl nicht
	in s	in dB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	in MIDI Skala	Satz	Takt	Taktzeit		Zählzeit	Zählzeit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	abweichung in s	erkannter Onsets
1	0 547	53 9	50 2	52 2	53 2	58 9	52 3	52 3	67 8	53 3	63 8	63 1	55 3	51 6	72 2	1	25	3	4	1	1													0 000	12
2	1 169	52 9	50 0	53 5	55 5	57 1	47 6	51 9	61 1	57 3	54 9	65 0	53 9	50 5	76 2	1	26	4	4	1	0													0 000	12
3	1 357	53 3	52 6	57 6	57 3	59 3	47 4	50 1	63 7	58 1	56 1	67 0	55 6	49 9	74 2	1	27	2	4	1	0	0 002	0 024	0 006	0 029	0 023	0 018	0 026	0 012	0 050	0 029	0 017	0 050	0 024	0
4	0 738	52 4	47 1	54 1	54 7	59 9	48 0	49 6	62 8	54 5	54 4	59 7	58 2	54 0	75 2	1	31	4	4	1	0	0 021	0 032	0 012	0 019	0 070	0 026	0 008	0 052	0 010	0 065	0 065	0 004	0 032	0
5	1 163	53 6	51 3	53 6	54 2	57 8	48 0	53 4	64 6	56 5	53 3	64 5	58 8	52 3	74 2	1	32	1	4	1	1	0 008	0 044	0 018		0 049	0 057	0 028		0 003	0 058	0 004	0 013	0 023	2
6	0 578	54 8	52 2	58 9	52 9	58 0	50 6	52 6	65 5	57 6	55 7	63 5	56 1	53 9	76 3	1	32	3	4	1	1	0 025	0 033		0 020	0 015	0 007		0 032	0 041	0 068	0 088	0 037	0 030	2
7	0 653	51 3	47 3	51 9	52 9	56 4	46 1	47 9	60 7	55 1	54 0	58 0	54 4	56 7	77 2	1	32	4	4	1	0	0 042	0 007	0 011	0 029	0 017	0 020	0 002	0 016	0 072	0 049	0 004	0 003	0 023	0
8	0 648	50 4	45 6	49 8	50 6	53 3	47 5	49 9	61 2	52 2	50 2	58 9	51 4	53 9	76 2	1	33	1	4	1	1	0 015	0 035	0 027		0 070	0 002	0 054	0 020	0 008		0 002		0 019	3
9	0 701	53 0	52 2	55 6	55 8	60 8	44 9	54 3	65 3	55 3	58 8	64 0	56 3	53 7	69 2	1	50	4	4	1	0													0 000	12
10	0 576	56 1	56 9	54 5	56 4	61 0	51 2	53 3	68 5	54 9	58 8	64 4	58 3	56 5	71 2	1	51	1	4	1	1	0 011	0 059	0 003	0 040	0 044		0 009	0 017	0 090	0 128	0 045	0 035	0 040	1
11	0 565	51 9	49 5	53 3	53 7	58 9	45 1	54 5	61 8	53 4	53 7	60 6	52 9	51 8	71 3	1	51	2	4	1	0													0 000	12
12	0 622	55 2	56 4	56 9	52 5	59 7	50 7	53 2	65 6	53 7	56 3	65 7	57 8	55 2	73 2	1	51	3	4	1	1	0 006	0 005		0 006	0 038	0 007	0 002	0 032	0 019	0 064	0 026	0 096	0 025	1
13	1 206	50 4	49 0	49 4	52 2	54 8	46 2	48 7	62 8	55 0	49 3	58 3	52 6	48 2	79 2	1	52	3	4	1	1	0 034	0 017			0 017	0 030	0 031		0 046	0 016	0 002	0 058	0 021	3
14	0 872	58 1	57 7	61 7	58 6	57 5	52 6	55 3	62 7	62 7	64 5	70 0	61 5	56 3	77 2	1	53	1	4	1	1		0 028	0 004	0 014	0 103		0 047	0 075	0 005	0 071	0 023	0 096	0 039	2
15	0 826	49 2	47 9	49 8	49 2	51 8	45 7	46 6	56 8	48 9	49 3	53 9	50 7	49 9	78 2	2	58	2	3	1	0	0 034	0 121	0 065	0 007	0 062	0 077	0 038	0 030	0 082	0 027	0 042	0 003	0 049	0
16	0 984	50 8	48 3	51 8	52 4	54 0	46 2	47 8	62 7	56 8	52 7	54 1	51 3	50 2	80 2	2	58	3	3	1	0	0 010		0 029	0 056	0 006	0 081	0 085	0 088		0 000	0 048	0 070	0 039	2
17	0 957	51 5	49 2	52 9	54 4	56 1	46 4	49 7	61 0	56 6	51 1	59 7	51 9	49 8	75 3	2	59	1	3	1	1	0 059	0 002		0 021	0 111		0 030		0 081	0 038	0 015	0 002	0 030	3
18	0 858	52 0	50 5	52 4	55 0	57 9	48 2	47 3	61 9	57 3	52 9	58 8	52 0	51 0	73 2	2	59	2	3	1	0	0 003	0 116		0 021	0 046	0 021	0 001	0 087	0 018	0 007	0 088	0 047	0 038	1
19	0 942	51 8	50 3	51 4	55 6	55 9	46 5	47 8	61 7	60 7	55 4	59 7	53 8	51 0	75 2	2	59	3	3	1	0	0 010	0 017	0 006	0 076	0 070		0 016	0 071	0 014	0 011	0 047	0 003	0 028	1
20	0 841	55 9	53 1	57 1	62 6	58 0	53 7	54 9	61 6	63 2	55 8	61 9	55 2	51 5	71 1	2	60	1	3	1	1	0 033		0 006		0 041	0 017	0 000	0 065	0 030	0 017		0 027	0 020	3
21	0 489	55 9	53 1	53 6	57 7	57 8	55 3	53 2	59 4	58 1	58 1	60 2	57 8	54 7	73 2	2	60	3	3	1	0	0 026	0 043	0 035	0 018		0 016	0 011	0 059	0 026	0 029	0 036	0 062	0 030	1
22	0 476	55 4	50 7	54 2	57 7	59 8	53 1	53 1	56 7	59 7	58 1	63 0	58 2	55 3	75 2	2	60	3 5	3	0	0	0 040	0 009	0 003	0 032		0 067	0 027	0 025	0 029	0 009	0 060	0 067	0 031	1
23	0 473	53 9	54 8	50 4	55 2	59 1	52 0	52 0	55 5	61 6	53 2	58 3	60 0	50 7	73 2	2	61	1	3	1	1	0 087	0 026	0 010	0 014	0 046	0 068	0 029	0 020	0 011	0 026	0 060	0 059	0 038	0
24	1 731	52 1	47 0	50 9	53 8	54 4	47 5	55 8	62 1	58 6	52 6	61 1	56 2	51 7	76 2	2	62	1	3	1	1	0 161	0 185	0 028		0 085	0 087	0 054		0 046	0 000	0 018	0 033	0 058	2
25	0 977	53 2	50 1	50 8	53 0	60 3	48 7	49 9	59 2	61 0	55 4	59 2	65 8	55 5	75 2	2	62	3	3	1	0		0 154		0 078		0 002		0 037			0 080	0 047	0 033	6
26	0 308	66 7	73 1	70 0	64 4	72 7	60 0	64 5	74 2	75 7	75 3	73 7	63 0	74 3	60 1	1	96	1	4	1	1													0 000	12
27	0 325	61 8	65 6	62 9	61 7	68 5	55 7	61 6	72 8	73 3	65 1	71 6	56 2	70 6	63 2	1	96	2	4	1	0													0 000	12
28	0 315	61 2	65 3	62 7	62 1	69 1	55 7	59 9	71 0	71 2	61 3	72 0	55 5	69 7	65 2	1	96	2 5	4	0	0	0 051	0 051	0 053	0 057	0 046	0 006	0 009	0 003	0 010	0 032	0 028		0 029	1
29	0 298	62 2	59 8	62 2	63 3	68 7	57 2	62 0	71 0	68 6	60 2	72 3	59 1	73 8	67 1	1	96	3	4	1	1													0 000	12
30	0 314	59 7	59 6	59 0	58 9	61 9	57 5	59 7	73 6	63 2	56 3	68 6	55 7	72 2	70 1	1	96	4	4	1	0													0 000	12
31	0 320	56 0	57 1	52 0	57 7	61 3	50 9	56 2	68 9	57 6	55 8	67 0	53 7	69 1	75 1	1	97	1 5	4	0	0	0 020		0 009	0 043		0 022	0 024	0 004		0 044	0 005		0 014	4
32	0 310	57 1	60 0	56 9	57 2	58 2	50 5	59 2	68 9	59 1	58 1	68 7	54 8	65 5	77 1	1	97	2	4	1	0		0 037	0 015	0 042	0 027	0 026	0 016	0 054	0 008	0 015	0 051		0 024	2
33	0 282	55 1	56 9	53 7	54 3	59 7	48 9	55 2	65 7	58 3	56 6	67 2	53 1	60 7	79 2	1	97	2 5	4	0	0													0 000	12
34	0 269	57 3	57 7	69 2	67 4	69 0	72 3	61 3	57 7	55 6	49 6	61 7	55 6	66 1	59 1	2	162	2 75	3	0	0	0 020	0 043	0 002	0 015	0 057			0 069	0 048	0 028	0 012	0 016	0 026	2
35	0 391	55 4	54 4	59 7	56 7	57 1	49 3	53 6	60 2	53 6	57 6	57 3	64 7	68 6	61 2	2	162	3	3	1	0	0 011	0 008	0 001		0 042	0 051	0 026	0 021	0 049	0 046	0 020	0 020	0 025	1
36	0 224	55 7	66 9	66 9	67 6	67 4	63 9	73 4	57 5	57 4	48 9	60 2	49 0	59 9	57 2	2	162	3 75	3	0	0													0 000	12
37	0 275	53 0	51 6	53 4	55 8	54 5	47 8	50 9	59 8	51 7	53 6	56 5	55 7	64 6	62 2	2	163	1	3	1	1		0 018		0 040	0 060		0 008	0 043	0 090	0 002	0 007	0 052	0 027	3
38	0 332	54 6	52 9	56 0	58 2	57 0	50 1	53 2	59 3	54 1	54 1	56 5	57 3	55 4	56 3	2	163	3	3	1	0													0 000	12
39	0 238	54 2	67 0	72 9	57 8	68 0	64 6	54 7	53 4	52 5	47 2	61 8	55 2	51 9	57 4	2	163	3 75	3	0	0	0 060	0 030		0 034	0 060	0 007	0 001	0 048	0 021		0 039		0 025	3
40	0 330	53 4	51 5	54 7	60 5	54 7	50 9	50 7	60 4	53 4	52 4	54 9	56 9	51 8	59 3	2	164	1	3	1	1	0 037	0 025		0 003	0 065	0 005	0 014	0 009	0 037	0 041	0 046	0 019	0 025	1
41	0 240	56 9	72 2	68 5	67 9	68 2	60 2	69 8	54 0	58 5	51 5	59 5	55 5	52 0	56 2	2	164	1 75	3	0	0		0 028	0 004			0 035	0 001		0 035	0 002	0 035	0 035	0 015	4
42	0 403	53 5	54 6	61 0	56 8	56 5	47 0	51 7	59 3	54 3	54 6	55 6	55 3	53 3	55 3	2	164	2	3	1	0	0 044	0 036	0 017	0 036		0 024	0 007		0 086	0 024	0 041	0 014	0 027	2
43	0 184	56 8	71 3	72 5	71 2	73 2	65 7	70 1	54 2	58 7	48 7	59 7	53 9	61 5	57 2	2	164	2 75	3	0	0													0 000	12
44	0 371	54 2	54 4	60 3	57 5	55 1	49 9	53 7	60 3	53 8	51 7	56 1	56 5	52 6	59 3	2	164	3	3	1	0	0 035	0 069		0 012	0 036			0 027	0 053	0 073	0 017	0 040	0 030	3
45	0 203	57 8	76 2	70 6	64 0	77 7	58 3	73 8	57 1	60 9	52 9	69 3	50 1	71 7	55 1	2	164	3 75	3	0	0	0 042		0 004		0 033	0 021		0 048	0 051	0 013	0 042		0 021	4
46	0 377	51 1	46 1	56 0	53 5	55 4	46 8	48 2	63 5	53 7	52 5	53 0	56 3	53 2	67 1	2	165	1	3	1	1	0 008		0 041	0 004	0 095	0 043	0 012	0 012	0 044		0 030		0 024	3
47	0 371	51 0	49 5	52 0	55 1	54 3	47 1	49 4	66 8	54 3	47 0	54 1	53 0	51 4	66 1	2	165	2	3	1	0	0 010	0 043	0 080	0 011		0 052	0 055	0 041	0 049	0 038	0 049		0 036	2
48	0 388	51 2	51 1	51 3	56 8	53 6	46 1	49 0	60 8	52 6	50 6	55 7	52 7	50 7	64 1	2	165	3	3	1	0													0 000	12
49	0 995	78 5	72 3	76 6	87 8	80 8	80 4	74 0	85 4	77 2	89 7	94 2	86 5	84 8	71 2	2	176	1	3	1	1													0 000	12
50	0 499	77 1	74 6	77 4	88 3	81 3	79 2	71 8	83 7	71 6	77 8	94 5	87 5	85 1	75 2	2	176	2	3	1	0													0 000	12
51	0 483	74 7	68 8	73 1	87 2	74 6	72 0	74 6	84 1	71 9	88 0	90 0	78 2	84 5	71 3	2	176	2 5	3	0	0	0 001	0 214	0 044			0 003	0 053	0 083		0 045	0 151		0 050	4
52	0 498	76 9	81 0	81 0	89 3	77 5	71 6	74 4	83 2	70 6	86 6	86 1	81 8	90 0	70 3	2	176	3	3	1	0	0 098	0 041							0 020	0 039	0 048		0 020	7
53	0 548	78 8	82 4	79 5	90 2	81 7	74 5	75 0	83 3	74 0	82 1	88 7	80 3	83 5	68 3	2	176	3 5	3	0	0		0 032	0 057		0 036	0 058	0 043	0 057	0 068	0 023	0 061		0 036	3
54	0 768	78 6	78 8	81 6	89 9	83 0	75 0	74 9	79 0	73 7	85 7	86 9	80 6	82 6	66 2	2	177	1	3	1	1													0 000	12
55	2 139	79 6	82 6	79 8	89 3	82 8	73 6	79 0	82 9	74 5	86 6	88 9	83 3	83 0	70 2	2	177	2	3	1	0	0 102	0 023	0 007	0 024	0 045	0 078	0 003	0 087	0 004	0 009	0 061	0 003	0 037	0
56	1 188	77 1	76 0	75 2	85 7	78 2	76 3	80 1	76 9	72 3	76 9	83 8	77 4	81 6	68 2	2	178	1	3	1	1	0 024	0 060	0 086	0 044	0 059	0 059	0 010	0 014	0 031				0 032	3
57	1 173	80 6	83 3	83 0	89 5	84 2	76 7	78 1	84 1	78 1	80 3	88 4	78 1	81 3	61 1	2	178	3	3	1	0	0 124			0 066	0 127		0 085	0 001	0 015	0 017	0 020	0 033	0 041	3
58	0 460	77 4	75 4	78 3	82 0	80 6	75 6	80 4	79 0	84 1	73 9	80 6	73 5	79 0	66 3	2	179	2 5	3	0	0													0 000	12
59	0 518	72 4	67 1	76 0	79 5	70 0	74 1	78 0	75 0	72 2	76 1	74 9	71 0	71 4	71 2	2	179	3	3	1	0	0 023	0 038	0 036	0 041	0 038		0 074	0 069	0 006	0 041	0 077	0 140	0 049	1
60	1 180	75 8	75 8	75 9	78 5	77 6	71 1	76 6	75 2	73 7	79 9	80 0	76 3	78 1	75 1	2	179	3 5	3	0	0		0 032		0 037	0 055		0 009		0 035	0 010	0 046	0 110	0 028	4
61	0 484	73 6	75 1	77 7	81 4	78 3	74 0	74 8	75 1	67 8	77 4	78 5	70 3	72 1	73 2	2	180	1 5	3	0	0		0 000	0 003	0 020	0 020	0 043	0 085	0 079	0 048	0 020	0 042	0 042	0 034	1
62	0 497	70 2	71 6	76 9	76 2	70 8	71 1	74 1	75 7	66 7	70 9	78 0	65 7	66 5	72 3	2	180	2	3	1	0		0 068	0 021		0 013	0 066	0 014				0 003	0 065	0 021	5
63	0 503	67 9	65 7	69 2	77 1	70 3	72 4	67 4	69 6	63 8	71 0	75 7	66 3	64 9	73 2	2	180	2 5	3	0	0													0 000	12
64	0 504	71 5	69 7	68 8	79 6	71 4	70 1	73 4	75 4	67 7	79 8	70 4	72 1	76 7	75 3	2	180	3	3	1	0													0 000	12
65	1 199	70 1	72 1	66 9	76 0	67 7	69 5	72 1	72 8	66 6	72 4	74 8	70 8	70 8	76 1	2	180	3 5	3	0	0													0 000	12
66	0 535	71 0	71 5	67 7	73 3	72 2	73 0	67 4	75 2	68 0	75 2	76 1	69 7	75 2	75 2	2	181	1 5	3	0	0	0 074	0 025		0 044		0 015	0 052	0 033	0 004	0 023	0 034		0 025	3
67	0 528	73 3	73 7	75 3	77 5	74 9	75 4	67 9	77 6	68 3	80 3	80 9	72 4	78 5	73 3	2	181	3	3	1	0													0 000	12
68	0 555	72 1	79 8	73 0	77 3	71 7	68 2	77 1	80 9	65 9	77 2	79 3	70 5	74 1	76 2	2	182	1	3	1	1													0 000	12
69	0 541	70 9	77 0	70 2	72 7	70 8	68 6	72 8	77 5	64 2	79 0	77 7	71 6	74 3	78 2	2	182	1 5	3	0	0	0 108	0 077	0 072	0 019	0 155	0 069	0 023	0 118		0 007	0 087	0 091	0 069	1
70	0 561	70 4	78 8	64 9	73 4	70 8	67 6	74 3	79 0	68 0	76 4	76 0	70 4	69 7	80 2	2	182	2	3	1	0													0 000	12
71	0 553	69 3	77 0	63 8	72 1	70 6	72 4	67 5	70 5	65 8	69 6	75 3	73 0	74 5	78 2	2	183	1	3	1	1													0 000	12
72	0 593	68 7	71 9	65 2	76 7	72 8	67 5	64 1	74 3	64 2	71 2	73 4	73 9	74 3	75 2	2	183	1 5	3	0	0													0 000	12
73	0 514	70 0	78 4	69 9	72 9	71 2	63 8	68 0	72 4	67 2	72 8	77 9	74 7	74 8	80 3	2	183	2	3	1	0													0 000	12
74	0 479	70 1	74 0	72 6	73 1	71 7	62 6	69 4	77 6	67 6	74 6	79 0	75 2	76 1	78 2	2	183	2 5	3	0	0	0 030	0 002	0 000	0 002	0 003		0 012	0 042	0 036	0 021	0 016	0 104	0 022	1
75	0 513	72 9	77 6	75 3	80 3	73 7	64 9	74 7	81 7	71 7	80 9	80 2	76 8	73 6	76 1	2	183	3	3	1	0	0 092	0 040	0 044	0 036	0 024		0 001	0 053	0 050	0 024	0 079	0 012	0 038	1
76	0 531	75 6	83 3	74 9	81 9	78 2	68 7	77 1	80 5	71 5	80 6	81 6	80 1	81 1	75 2	2	183	3 5	3	0	0													0 000	12
77	0 323	84 0	83 5	80 4	93 0	90 0	78 1	86 7	83 7	83 8	90 9	90 1	86 6	85 6	60 3	1	138	1 5	4	0	0	0 045	0 044	0 059	0 092	0 023	0 010	0 019	0 020	0 048	0 083	0 038	0 007	0 041	0
78	0 303	80 2	81 4	78 1	84 9	86 6	75 2	82 5	82 3	78 2	82 3	87 1	85 3	77 4	63 2	1	138	2	4	1	0	0 066			0 057	0 040	0 002	0 021	0 009	0 075	0 060	0 023	0 031	0 032	2
79	0 325	70 9	77 1	78 0	78 8	71 2	68 7	69 1	75 5	67 5	70 4	77 5	75 9	65 9	74 3	1	138	3 5	4	0	0													0 000	12
80	0 280	75 7	80 2	79 4	76 7	74 8	73 7	73 7	82 4	74 5	80 4	76 8	73 7	72 9	75 2	1	138	4	4	1	0													0 000	12

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.1: Kennwerte für die untersuchten Töne der ersten Violinen

Ton Nr	Tondauer	Lautheit	Lautheit (in dB) des Musikers Nr												Mittlere Tonhöhe	Lokalisierung des Tons			Taktart	Ist vo le	Ist schwere	Relative Onset Zeit (in s) des Musikers Nr												Mittlere Onset Zeit	Anzahl nicht
	in s	in dB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	in MIDI Skala	Satz	Takt	Taktzeit		Zählzeit	Zählzeit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	abweichung in s	erkannter Onsets
81	0 356	82 3	85 8	84 4	85 4	84 9	78 7	83 0	82 9	87 9	86 6	81 2	80 6	78 4	58 2	1	139	1 5	4	0														0 000	12
82	0 364	68 2	73 7	66 5	73 8	74 0	71 9	73 2	72 4	63 0	70 9	71 3	67 0	63 5	75 2	1	139	3 5	4	0	0													0 000	12
83	0 350	68 6	74 1	67 2	76 8	68 8	68 3	71 2	75 0	64 6	65 5	71 9	67 5	68 5	76 2	1	139	4	4	1	0													0 000	12
84	0 365	80 7	84 0	82 8	86 4	81 3	79 0	78 4	80 4	79 3	79 3	81 2	83 6	79 0	57 1	1	140	1 5	4	0	0				0 014	0 041	0 017		0 001	0 011	0 009		0 021	0 010	5
85	0 308	77 1	80 2	75 9	83 9	78 5	76 1	77 6	79 6	78 4	76 7	73 9	77 8	74 8	60 1	1	140	2	4	1	0	0 015	0 028	0 016	0 003	0 037	0 036	0 030	0 013	0 013	0 006	0 045	0 018	0 022	0
86	0 343	72 7	71 9	75 5	77 7	76 1	73 4	67 1	79 8	71 2	71 3	74 5	74 4	75 3	64 2	1	140	2 5	4	0	0													0 000	12
87	0 356	70 4	69 7	75 3	77 9	76 0	67 9	69 2	74 7	69 7	67 3	75 9	77 9	65 7	69 3	1	140	3	4	1	1													0 000	12
88	0 355	70 1	73 7	74 6	77 0	71 7	69 0	66 9	73 9	68 6	68 5	71 9	74 7	65 9	71 3	1	140	3 5	4	0	0													0 000	12
89	0 371	79 7	83 0	82 6	85 9	89 3	76 7	71 7	79 4	85 7	87 2	88 7	84 8	83 2	55 1	1	141	1 5	4	0	0													0 000	12
90	0 311	75 5	75 9	78 8	87 2	84 4	71 0	69 5	78 7	74 6	82 9	84 9	79 1	74 7	62 2	1	141	2	4	1	0													0 000	12
91	0 320	73 7	71 5	72 2	78 0	79 8	70 7	73 1	77 1	72 5	81 3	76 7	73 6	71 3	71 2	1	141	3	4	1	1													0 000	12
92	0 319	70 6	71 0	69 1	70 6	71 6	72 0	69 9	75 2	69 9	72 0	74 4	71 6	66 7	72 2	1	141	3 5	4	0	0													0 000	12
93	0 317	69 6	69 8	66 7	74 9	71 0	70 6	65 3	75 8	66 3	75 8	74 4	71 3	69 8	73 3	1	141	4	4	1	0	0 057	0 029	0 001			0 012	0 059	0 002	0 019	0 046			0 019	4
94	0 328	68 0	70 8	65 4	75 4	69 9	62 2	65 5	74 8	66 0	75 5	71 4	69 9	74 4	74 2	1	141	4 5	4	0	0													0 000	12
95	0 401	68 0	64 1	64 0	75 5	66 1	69 2	66 7	72 8	67 8	76 1	75 8	68 3	70 8	78 3	1	142	1	4	1	1	0 009	0 003		0 107	0 064	0 055	0 023					0 028	0 024	5
96	0 381	69 4	66 0	65 8	79 3	69 0	66 9	67 8	74 0	71 3	77 5	76 2	71 3	69 1	74 1	1	142	1 5	4	0	0		0 049	0 002	0 018		0 091	0 057	0 024	0 084	0 052	0 041	0 047	0 039	2
97	0 332	67 7	63 3	64 6	74 4	69 4	67 7	65 0	74 9	65 1	75 3	75 0	69 6	71 9	73 4	1	142	2	4	1	0		0 061	0 034	0 008	0 112	0 058	0 002			0 011			0 024	5
98	0 305	66 6	63 7	65 2	75 9	68 7	62 5	64 4	74 0	65 9	71 9	75 2	66 8	66 2	74 1	1	142	2 5	4	0	0													0 000	12
99	0 316	65 2	61 5	67 5	70 1	69 1	60 7	61 0	70 7	65 1	70 1	68 8	69 3	69 5	73 3	1	142	3	4	1	1	0 129	0 038	0 061	0 054	0 006	0 018	0 003	0 041	0 016	0 034	0 009	0 050	0 038	0
100	0 334	67 1	67 0	69 1	73 8	68 6	66 9	63 4	72 4	66 9	67 2	70 8	63 5	67 0	74 2	1	142	3 5	4	0	0													0 000	12
101	0 317	67 0	65 4	71 9	71 5	68 3	63 2	64 0	72 4	66 4	68 0	72 5	66 9	65 9	72 3	1	142	4	4	1	0	0 062	0 053	0 043	0 029	0 007	0 008	0 034	0 009	0 048	0 039	0 054	0 090	0 040	0
102	0 296	66 3	70 5	72 1	76 8	68 1	60 1	65 3	71 2	66 4	70 1	72 7	66 1	63 0	74 1	1	142	4 5	4	0	0	0 057	0 041		0 087	0 068	0 003	0 013	0 005	0 010	0 002	0 023	0 096	0 034	1
103	0 300	66 3	63 2	71 1	70 3	68 3	59 2	68 0	73 6	68 7	72 8	74 8	66 6	68 4	72 2	1	143	1	4	1	1	0 015	0 021	0 013	0 077	0 093	0 042		0 012		0 006	0 004	0 018	0 025	2
104	0 313	66 5	66 3	71 8	75 2	67 9	60 5	65 7	73 1	68 6	69 4	76 7	66 3	63 3	74 1	1	143	1 5	4	0	0	0 028	0 017		0 058	0 047	0 046		0 001	0 084			0 046	0 027	4
105	0 354	67 0	61 3	72 9	68 9	71 3	63 6	69 6	68 2	68 5	75 3	77 2	66 0	65 7	72 2	1	143	2	4	1	0	0 077	0 004		0 048	0 007	0 059	0 073	0 007	0 035		0 013	0 009	0 028	2
106	0 339	65 7	65 8	71 5	71 7	65 7	62 8	61 1	69 3	64 7	70 6	77 0	65 3	63 7	74 2	1	143	2 5	4	0	0	0 025	0 044	0 029	0 030	0 035		0 013	0 021		0 083	0 001	0 017	0 025	2
107	0 384	68 9	67 7	72 8	76 1	74 7	70 1	70 8	68 2	64 0	74 2	72 1	65 9	67 2	75 1	1	143	3	4	1	1													0 000	12
108	0 435	64 4	59 8	64 1	75 5	71 0	66 3	68 9	72 5	59 8	71 6	71 4	60 7	65 0	72 2	1	143	3 5	4	0	0													0 000	12
109	0 423	62 7	61 7	59 1	76 8	63 3	60 1	62 5	75 5	64 1	68 4	71 5	61 2	59 5	74 2	1	143	4	4	1	0	0 023	0 007		0 027	0 041	0 008	0 048	0 022	0 029	0 006	0 035	0 050	0 025	1
110	1 033	64 6	61 5	62 8	65 5	68 4	65 7	64 1	71 2	63 2	61 6	68 4	64 9	68 7	73 3	3	74	4	4	1	0													0 000	12
111	0 890	70 7	74 1	75 4	75 7	73 5	67 2	64 0	80 4	72 2	72 3	76 8	74 1	70 0	64 2	3	75	1	4	1	1	0 107	0 044	0 034	0 204	0 030	0 041	0 132	0 053	0 027	0 009	0 001	0 102	0 065	0
112	0 463	71 5	79 3	76 4	78 6	72 7	65 9	71 2	81 2	70 7	69 6	74 7	70 8	70 2	66 1	3	75	2	4	1	0		0 052	0 059	0 069	0 042	0 046	0 084	0 062	0 058	0 023	0 105	0 117	0 060	1
113	0 454	71 1	78 6	75 8	79 1	74 8	65 8	70 9	81 9	68 1	75 8	74 4	69 8	67 8	68 1	3	75	2 5	4	0	0	0 053		0 025	0 042	0 050	0 025	0 061	0 054	0 030	0 045	0 027	0 094	0 042	1
114	0 946	74 2	81 6	79 9	79 4	75 8	72 0	73 8	84 4	71 4	78 0	74 4	77 3	68 3	69 1	3	75	3	4	1	1	0 009	0 028	0 018	0 013	0 035	0 063	0 003	0 043	0 012	0 043	0 043	0 067	0 031	0
115	1 004	65 7	63 7	65 1	67 3	68 0	72 7	60 6	71 5	62 2	73 9	67 8	67 0	69 2	73 2	3	76	4	4	1	0	0 013	0 005	0 071	0 029	0 063	0 002		0 007	0 036	0 016		0 057	0 025	2
116	0 950	73 3	76 8	76 0	77 9	74 6	71 0	69 0	79 7	71 3	76 6	80 0	72 8	70 8	64 2	3	77	1	4	1	1		0 004	0 010	0 061	0 089	0 060	0 012	0 054		0 102	0 147	0 042	0 048	2
117	0 491	75 5	75 9	79 7	78 7	77 6	74 9	79 5	79 3	76 1	83 3	76 5	71 4	70 5	66 2	3	77	2	4	1	0	0 037	0 010	0 071	0 048	0 040	0 102	0 020	0 028	0 021	0 024	0 063	0 027	0 041	0
118	0 482	76 8	77 7	78 7	77 7	77 8	75 1	78 9	79 7	75 2	83 4	77 1	73 1	75 3	68 2	3	77	2 5	4	0	0	0 061	0 006	0 001	0 040	0 017		0 024	0 000	0 064	0 070	0 027	0 062	0 031	1
119	0 480	77 9	76 6	78 4	81 0	79 2	75 3	81 7	78 2	77 7	86 6	79 3	76 8	74 7	69 1	3	77	3	4	1	1		0 087		0 034	0 027	0 124	0 001	0 010	0 100	0 127	0 052	0 074	0 053	2
120	0 482	75 6	75 0	71 2	78 9	76 5	71 8	78 1	78 9	77 6	85 6	82 9	74 9	74 5	68 2	3	77	3 5	4	0	0	0 012	0 040	0 027	0 097	0 042	0 057	0 027	0 044	0 026	0 095	0 018	0 118	0 050	0
121	0 492	75 5	75 3	71 6	80 1	78 0	70 5	75 7	79 0	79 7	80 5	79 4	77 1	75 0	66 2	3	77	4	4	1	0	0 106	0 025	0 097	0 096	0 025	0 022	0 074	0 046	0 025	0 134	0 099	0 085	0 070	0
122	0 484	76 0	74 2	75 0	79 3	75 8	70 6	73 3	84 6	82 9	82 0	85 7	73 9	86 1	64 2	3	77	4 5	4	0	0	0 035	0 037	0 073	0 110	0 089	0 033	0 089		0 043	0 042	0 099	0 151	0 067	1
123	0 459	73 4	72 7	71 2	75 7	69 6	71 1	75 4	80 1	74 2	79 8	76 6	76 9	71 4	71 2	3	78	1 5	4	0	0	0 012	0 000	0 054	0 072	0 060	0 020	0 031	0 031	0 125	0 112	0 072	0 142	0 061	0
124	0 482	75 6	76 9	77 8	75 1	78 2	72 7	73 5	82 3	74 9	81 8	81 5	76 9	71 1	69 2	3	78	2	4	1	0	0 007	0 006	0 000	0 022	0 011	0 001	0 042	0 038		0 056	0 018	0 063	0 022	1
125	0 576	76 2	78 5	76 4	74 5	79 2	73 0	73 7	84 7	74 1	85 4	81 9	76 3	74 2	68 2	3	78	2 5	4	0	0	0 019	0 013	0 065		0 026	0 038	0 035		0 059	0 044	0 023	0 099	0 035	2
126	0 628	77 1	75 7	84 0	79 3	83 6	75 1	76 0	84 8	72 9	82 7	86 3	74 9	74 5	69 1	3	78	3	4	1	1													0 000	12
127	0 644	75 4	75 2	82 8	79 3	77 1	74 3	74 0	82 8	72 8	83 0	82 3	73 0	70 9	71 2	3	78	3 5	4	0	0	0 053	0 050	0 041	0 055	0 023	0 123	0 064	0 041	0 118	0 042	0 079	0 129	0 068	0
128	0 653	73 0	81 0	78 4	81 3	75 6	74 7	69 7	81 3	65 0	82 0	82 6	85 0	71 8	73 2	3	78	4	4	1	0	0 033	0 032	0 050	0 038	0 021	0 103	0 004	0 076	0 054	0 030	0 131		0 048	1
129	1 227	77 8	78 5	76 0	86 6	81 0	75 5	73 3	83 6	73 7	85 7	86 7	89 3	76 4	74 1	3	78	4 5	4	0	0													0 000	12
130	0 947	65 3	66 3	68 3	68 7	67 0	62 2	66 6	72 9	67 9	68 7	75 5	64 7	58 8	74 1	3	79	3	4	1	1													0 000	12
131	0 928	63 6	59 0	64 9	61 6	67 9	61 2	72 6	71 4	67 7	66 9	72 6	61 1	61 5	75 1	3	79	4	4	1	0	0 007	0 132	0 069	0 104		0 009	0 023	0 086	0 032	0 051			0 043	3
132	1 868	57 0	53 0	59 6	54 9	61 7	53 6	59 0	66 4	61 3	57 6	67 5	58 6	53 8	78 1	3	80	3	4	1	1	0 004	0 030	0 030	0 079	0 056			0 078	0 023		0 130	0 152	0 049	3
133	1 759	58 2	54 0	56 2	59 8	62 6	59 6	55 5	67 5	57 6	62 3	68 9	58 0	56 5	73 2	3	81	1	4	1	1	0 094	0 061	0 043	0 016	0 046	0 055		0 001	0 082		0 060		0 038	3
134	1 337	64 7	62 7	63 7	66 2	66 3	61 3	64 3	70 9	63 8	70 7	74 5	65 7	62 3	71 2	3	81	3	4	1	1	0 027	0 023	0 108	0 024	0 056	0 060	0 072	0 016	0 062	0 192	0 040	0 067	0 062	0
135	0 144	50 1	44 9	45 1	56 2	50 7	55 9	70 2	54 2	52 5	56 5	66 8	57 1	45 9	81 3	4	5	1	4	1	1	0 036	0 019	0 014	0 027			0 018		0 029	0 013	0 018		0 014	4
136	0 146	48 3	42 4	52 1	47 6	54 3	43 2	54 9	50 2	49 1	52 7	61 4	51 9	53 1	78 3	4	5	2	4	1	0	0 020		0 004	0 002	0 000	0 013	0 013	0 002	0 025		0 033	0 020	0 011	2
137	0 144	46 1	40 0	43 2	46 5	48 9	51 0	45 5	50 7	45 3	50 7	58 3	48 3	50 7	78 3	4	5	3	4	1	1	0 038	0 002	0 010	0 038	0 025	0 006		0 010	0 004		0 037	0 045	0 018	2
138	0 132	55 6	49 8	58 3	57 1	61 6	51 2	51 8	65 1	61 8	61 8	68 5	60 4	59 3	74 3	4	5	4	4	1	0	0 054	0 001	0 018	0 018	0 001	0 017	0 005	0 017	0 005	0 020		0 062	0 018	1
139	0 116	49 2	44 7	48 1	55 6	52 0	48 0	46 4	54 1	46 8	51 3	60 7	51 4	51 4	74 2	4	6	1	4	1	1		0 012	0 026	0 017		0 008	0 012	0 028					0 008	6
140	0 144	57 1	50 9	56 6	62 8	63 0	60 4	56 1	61 9	54 2	64 8	66 9	55 4	62 7	71 2	4	6	2	4	1	0	0 002	0 022	0 008	0 020		0 011	0 003	0 008	0 014	0 020	0 039	0 060	0 017	1
141	0 147	53 9	47 7	53 9	56 1	55 0	55 5	49 2	64 7	57 4	64 0	60 6	60 0	55 0	67 2	4	6	3	4	1	1	0 003		0 010	0 005	0 003	0 018	0 009	0 009	0 017	0 003		0 036	0 009	2
142	0 143	56 1	55 0	62 8	62 4	58 7	60 3	60 9	63 6	51 8	64 0	61 9	52 8	50 4	69 2	4	6	4	4	1	0	0 031	0 010	0 019	0 011	0 011		0 020	0 000	0 018	0 017	0 024	0 004	0 014	1
143	0 192	58 6	54 6	62 3	66 9	62 4	59 6	65 9	63 6	55 8	59 6	62 8	53 1	60 4	66 3	4	7	1	4	1	1		0 033	0 009	0 009	0 011		0 022	0 017	0 021	0 010		0 014	0 012	3
144	0 160	57 3	58 4	62 3	64 8	62 6	55 6	55 7	66 2	60 5	58 6	65 4	59 9	50 0	68 3	4	7	2	4	1	0	0 009	0 028	0 005		0 016	0 005	0 027	0 015	0 005	0 001		0 005	0 010	2
145	0 108	54 7	49 8	58 3	55 2	61 2	58 5	52 8	58 2	50 3	57 9	59 3	66 0	53 7	69 2	4	7	2 75	4	0	0	0 025	0 016	0 011	0 002		0 013	0 003	0 032	0 025	0 025	0 049		0 017	2
146	0 174	50 2	50 9	49 8	62 0	52 7	54 3	47 7	55 0	47 0	54 4	54 2	50 5	45 1	73 2	4	7	3	4	1	1													0 000	12
147	0 110	51 9	52 2	61 3	59 1	62 7	55 3	47 2	56 3	50 0	49 4	54 4	51 9	48 7	73 4	4	7	4	4	1	0	0 003	0 071			0 007	0 027	0 042		0 029	0 033	0 064	0 044	0 027	3
148	0 173	49 2	48 8	53 2	54 4	55 4	54 4	47 8	55 2	44 1	51 2	52 8	51 3	44 2	73 3	4	8	1	4	1	1	0 006	0 023	0 008		0 009	0 007		0 018	0 039	0 022		0 040	0 014	3
149	0 170	56 5	64 1	63 0	69 8	64 3	58 2	56 9	63 5	51 3	60 0	65 8	50 8	53 6	69 1	4	8	2	4	1	1	0 028	0 036	0 052	0 002	0 008	0 002	0 030	0 034	0 009	0 015		0 020	0 020	1
150	0 229	57 9	54 2	66 9	64 0	62 6	53 4	57 7	68 3	54 0	62 0	63 6	59 5	57 1	66 2	4	8	3	4	1	1	0 025	0 067	0 029	0 010	0 003	0 025	0 008	0 024	0 019	0 037			0 021	2
151	0 124	55 4	48 2	49 5	65 7	64 6	79 0	70 8	58 8	57 0	56 2	73 6	60 7	60 3	73 3	4	118	1	4	1	1		0 051				0 012	0 036	0 000	0 005	0 082	0 043	0 019	0 021	4
152	0 111	52 5	43 8	51 2	66 2	59 9	64 9	58 9	55 7	55 8	54 7	65 9	54 7	56 5	73 2	4	118	2	4	1	0	0 017	0 013	0 023	0 005	0 008	0 014	0 002	0 021	0 004	0 023	0 015	0 009	0 013	0
153	0 134	51 4	44 5	50 0	56 3	55 2	50 5	55 2	57 1	56 9	49 5	59 7	54 7	53 5	76 2	4	118	3	4	1	1	0 034			0 003	0 008	0 004	0 031	0 022	0 007		0 014	0 000	0 010	3
154	0 152	53 0	46 0	56 2	56 3	58 9	56 0	54 2	59 5	58 6	52 6	61 3	49 8	55 2	76 3	4	118	4	4	1	0	0 004		0 026	0 027		0 006	0 043	0 017	0 020	0 005	0 002	0 012	0 014	2
155	0 314	55 1	49 3	55 2	58 2	61 1	55 3	54 0	66 4	51 6	59 4	63 4	65 1	54 0	69 3	4	119	1	4	1	1	0 008	0 003		0 011	0 040	0 009	0 002	0 003	0 003	0 001	0 044	0 046	0 023	0 016	1
156	0 153	51 4	46 0	59 6	59 5	54 8	46 4	52 6	61 9	50 5	51 0	64 8	52 1	53 6	76 1	4	122	1	4	1	1	0 034	0 047		0 018	0 002	0 002	0 037	0 004	0 003	0 033	0 038		0 018	2
157	0 118	53 7	57 0	51 4	53 5	55 9	55 3	50 7	57 1	53 5	49 7	66 9	56 3	54 9	73 2	4	122	1 75	4	0	0	0 018	0 025	0 009	0 004	0 024	0 028	0 004	0 013	0 025			0 017	0 014	2
158	0 132	54 0	52 6	62 1	58 6	60 1	47 6	59 7	62 3	53 0	52 9	68 5	54 5	52 0	74 1	4	122	2	4	1	0	0 039	0 063	0 018	0 020	0 003	0 008	0 013	0 009	0 020	0 001		0 016	0 017	1
159	0 100	51 2	53 5	49 4	47 8	47 0	54 6	51 5	51 3	60 0	54 9	57 1	49 8	53 9	76 2	4	122	2 75	4	0	0		0 071	0 025	0 009	0 016	0 013	0 016	0 003	0 041	0 022	0 012	0 029	0 021	1
160	0 141	49 3	50 8	48 5	51 6	48 6	48 5	51 0	47 9	48 6	47 4	54 9	47 1	52 2	78 1	4	122	3	4	1	1	0 008	0 044	0 003	0 006		0 027	0 026	0 014	0 004	0 005	0 006	0 021	0 014	1

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.1: Kennwerte für die untersuchten Töne der ersten Violinen

Ton Nr	Tondauer	Lautheit	Lautheit (in dB) des Musikers Nr												Mittlere Tonhöhe	Lokalisierung des Tons			Taktart	Ist vo le	Ist schwere	Relative Onset Zeit (in s) des Musikers Nr												Mittlere Onset Zeit	Anzahl nicht
	in s	in dB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	in MIDI Skala	Satz	Takt	Taktzeit		Zählzeit	Zählzeit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	abweichung in s	erkannter Onsets
161	0 142	51 2	47 5	56 9	49 6	50 7	53 7	52 4	54 9	53 3	49 0	60 3	49 9	49 7	78 1	4	122	4	4	1	0	0 011		0 022	0 031	0 027	0 028		0 052	0 018	0 035	0 042	0 003	0 023	2
162	0 333	55 7	52 4	58 6	57 5	56 1	68 6	55 9	62 4	50 0	59 0	61 5	57 0	54 2	71 1	4	123	1	4	1	1	0 014	0 005	0 031	0 019	0 054	0 012	0 055	0 003	0 020	0 001	0 005	0 042	0 022	0
163	0 120	51 1	53 1	49 3	50 5	47 9	60 9	46 3	55 2	48 0	51 2	63 1	67 8	72 9	78 2	4	126	1	4	1	1	0 022	0 009	0 065	0 003	0 012	0 012	0 057	0 053	0 048	0 007	0 066	0 109	0 039	0
164	0 117	50 5	45 5	57 4	56 1	44 2	65 0	59 4	62 7	53 8	50 6	68 3	46 9	64 9	76 2	4	126	2	4	1	0		0 011		0 030	0 025	0 008		0 031	0 019	0 013	0 051		0 016	4
165	0 117	44 4	42 6	44 5	55 7	46 4	37 2	45 9	53 7	49 3	43 8	57 0	44 9	48 1	79 2	4	126	3	4	1	1		0 005		0 026	0 021	0 014	0 042		0 003		0 011	0 003	0 010	4
166	0 129	52 0	48 1	52 6	56 7	48 2	60 8	49 4	57 6	54 5	53 3	64 8	48 9	57 0	79 2	4	126	4	4	1	0	0 030	0 031		0 030	0 025		0 034	0 027	0 037	0 010	0 043	0 029	0 025	2
167	0 253	53 7	48 1	51 7	57 5	54 2	57 5	53 9	69 9	49 0	63 2	60 2	57 9	57 0	69 2	4	127	5	4	1	0	0 032		0 005	0 007	0 054	0 020	0 021	0 006	0 047	0 020		0 054	0 022	2
168	0 817	71 5	67 7	71 0	74 4	72 8	72 0	72 3	76 0	70 4	72 4	73 5	70 7	70 9	82 2	5	8	2	3	1	0	0 162	0 111		0 016	0 029	0 224	0 061	0 012	0 082	0 025	0 051	0 037	0 068	1
169	0 863	66 3	64 7	59 4	72 3	69 5	67 1	64 4	74 8	66 3	69 5	72 8	69 4	71 4	79 2	5	8	3	3	1	0		0 104	0 013	0 040	0 014	0 142	0 048	0 098	0 068	0 123	0 000		0 054	2
170	1 846	63 6	64 3	62 6	66 9	70 7	56 5	63 2	67 3	66 0	68 5	66 8	65 8	65 5	84 2	5	9	1	3	1	1													0 000	12
171	0 893	66 9	61 6	61 4	72 1	73 6	67 0	72 6	74 5	63 1	75 7	73 3	76 2	72 2	82 1	5	10	1	3	1	1		0 084	0 054		0 037	0 128		0 063	0 005	0 017	0 153	0 141	0 057	3
172	0 878	63 6	60 1	56 9	69 3	68 4	62 7	67 2	71 3	62 8	68 8	71 8	66 8	66 4	81 3	5	10	2	3	1	0													0 000	12
173	0 916	64 7	62 8	61 3	70 7	69 5	60 4	61 2	73 6	64 3	67 4	71 7	67 6	69 4	82 1	5	10	3	3	1	0	0 015	0 030	0 001	0 023			0 006	0 067	0 114	0 016			0 023	4
174	0 915	61 6	61 5	55 5	65 8	70 7	58 9	59 8	68 4	63 1	65 3	67 7	65 4	61 3	81 3	5	11	1	3	1	1	0 141	0 056	0 066	0 040	0 075	0 080	0 007	0 019	0 080	0 102	0 179	0 084	0 077	0
175	1 064	71 4	69 8	64 7	76 5	76 9	72 8	69 7	79 8	70 3	84 9	79 1	73 5	72 3	79 2	5	11	2	3	1	0	0 063		0 057	0 064	0 016	0 045	0 004			0 047	0 080	0 033	0 034	3
176	0 936	66 2	62 8	60 1	76 5	74 0	64 9	64 5	68 5	65 5	77 8	73 7	69 4	73 2	79 1	5	12	1	3	1	1	0 053	0 102	0 006	0 036	0 160	0 172		0 053		0 059	0 150	0 147	0 078	2
177	0 909	67 2	75 0	63 2	73 7	72 4	65 0	66 6	68 2	61 9	74 3	71 2	68 6	70 9	82 2	5	12	2	3	1	0		0 083	0 037	0 008	0 081	0 086	0 010	0 033	0 048	0 026	0 045	0 075	0 044	1
178	0 928	63 8	55 6	65 6	76 2	70 1	67 0	66 7	69 9	63 8	70 7	68 9	68 1	62 4	79 2	5	12	3	3	1	0	0 079	0 017		0 014	0 053	0 051	0 044	0 067		0 011		0 093	0 036	3
179	1 789	58 5	59 1	56 7	63 3	67 1	55 3	55 9	65 1	54 7	64 4	61 4	59 2	58 9	87 2	5	13	1	3	1	1													0 000	12
180	0 368	62 6	65 3	63 5	69 0	63 5	58 2	70 2	74 0	56 5	65 0	65 5	67 6	62 0	82 2	5	14	2	3	1	0													0 000	12
181	0 418	66 4	64 0	63 4	71 0	69 0	70 4	70 7	65 1	63 9	66 9	73 0	71 4	63 0	84 3	5	15	1	3	1	1	0 046	0 045			0 059		0 097			0 066	0 046	0 019	0 032	5
182	0 369	57 7	53 0	53 5	60 2	66 2	57 4	57 6	66 0	57 4	62 4	64 3	57 7	59 3	82 1	5	15	2	3	1	0													0 000	12
183	0 490	55 1	47 6	57 1	55 3	59 8	54 5	56 6	69 0	56 2	58 9	63 3	59 2	56 9	84 2	5	15	3 5	3	0	0	0 109	0 047	0 023	0 024	0 080	0 072	0 009	0 053		0 007	0 049	0 081	0 046	1
184	2 797	59 3	56 4	60 6	58 2	65 6	58 6	59 5	69 1	53 7	58 4	70 0	64 2	66 8	87 2	5	16	1	3	1	1	0 044		0 123	0 007	0 006	0 151	0 007	0 071	0 153	0 037	0 024	0 065	0 057	1
185	0 797	59 3	53 9	60 4	62 4	62 1	59 4	56 6	70 5	59 0	64 7	70 9	58 0	59 5	79 1	5	18	1	3	1	1													0 000	12
186	0 291	58 0	55 1	65 3	55 7	60 2	56 6	52 7	70 1	57 5	61 7	69 8	59 2	63 7	82 3	5	18	1 75	3	0	0													0 000	12
187	0 871	59 6	58 8	59 1	58 3	64 0	55 2	57 6	71 3	60 3	63 6	68 7	62 1	57 9	81 2	5	18	2	3	1	0													0 000	12
188	0 974	61 9	54 3	62 7	66 1	68 0	63 5	63 6	70 1	58 7	72 0	73 6	64 9	64 4	78 2	5	18	3	3	1	0	0 052	0 074	0 088	0 011	0 002	0 011		0 031	0 057	0 005		0 057	0 032	2
189	1 906	65 7	61 4	67 9	68 7	68 7	64 8	66 7	75 9	63 6	65 6	69 0	67 6	62 9	81 3	5	19	1	3	1	1	0 141	0 069	0 141	0 051	0 023	0 041	0 040	0 181	0 164	0 059	0 045	0 183	0 095	0
190	0 861	56 6	52 2	57 5	59 6	59 5	54 0	56 4	63 0	58 6	60 1	61 8	54 3	56 0	71 3	6	18	3	3	1	0	0 013	0 009	0 011	0 016	0 022	0 000	0 016	0 052	0 008	0 051	0 011	0 043	0 021	0
191	0 844	52 5	48 2	52 9	52 4	54 3	49 5	52 2	59 1	54 7	56 7	62 4	54 1	50 6	76 2	6	19	1	3	1	1	0 026	0 031	0 024	0 014	0 003	0 067	0 039	0 045	0 023	0 024	0 007	0 022	0 027	0
192	0 533	53 2	49 8	54 2	57 5	57 1	49 4	49 0	59 4	58 2	54 9	61 9	56 7	51 8	74 3	6	19	2	3	1	0	0 001	0 035	0 014	0 004	0 003	0 026	0 027	0 050	0 025	0 002	0 067	0 056	0 026	0
193	0 181	56 6	51 5	64 0	55 9	58 3	52 3	57 6	60 7	61 5	57 1	64 3	55 4	63 0	72 3	6	19	2 66	3	0	0	0 040	0 010	0 008	0 044	0 040	0 018	0 021	0 028	0 015	0 026	0 041	0 030	0 027	0
194	0 311	55 8	54 8	57 9	56 7	58 4	50 0	53 8	64 7	52 8	59 2	64 8	57 0	69 0	69 2	6	19	3 66	3	0	0	0 028	0 045	0 021	0 008	0 037	0 031	0 000	0 015	0 022	0 031	0 021	0 018	0 023	0
195	0 869	53 9	51 9	51 0	58 1	56 5	49 6	49 8	60 7	60 4	57 5	61 4	58 1	54 8	74 2	6	20	1	3	1	1													0 000	12
196	0 626	60 0	61 5	60 1	68 0	60 9	55 8	56 2	61 7	58 9	65 4	63 4	64 1	58 9	71 2	6	20	2	3	1	0	0 012	0 026	0 034	0 073	0 005	0 023	0 035	0 002	0 039	0 037	0 016	0 011	0 026	0
197	0 914	49 4	46 3	48 3	53 3	54 3	42 7	49 6	55 8	53 6	54 8	55 1	52 2	50 9	77 2	6	21	1	3	1	1	0 027	0 021	0 026	0 011	0 066	0 043	0 025	0 014	0 020	0 005	0 042	0 021	0 027	0
198	0 303	51 9	47 9	55 7	52 6	57 4	47 6	50 9	58 7	56 6	49 9	61 7	53 7	52 3	76 3	6	21	2	3	1	0	0 004	0 019		0 013		0 043	0 046	0 042	0 015	0 030	0 001	0 063	0 023	2
199	0 266	52 4	49 0	56 7	55 3	56 6	45 0	52 1	65 3	58 5	59 2	66 0	57 6	52 2	74 2	6	21	2 33	3	0	0	0 011	0 063	0 022	0 005		0 076	0 014	0 069	0 025	0 013	0 017	0 033	0 029	1
200	0 306	55 4	51 0	60 0	55 8	58 9	52 0	51 5	66 6	61 9	58 2	63 1	56 5	55 1	72 3	6	21	2 66	3	0	0	0 015	0 021	0 039	0 000		0 026	0 022		0 003	0 015	0 006	0 010	0 013	2
201	0 288	55 2	51 8	58 1	60 0	61 6	53 2	55 5	66 3	61 7	55 4	61 2	54 6	49 9	71 2	6	21	3	3	1	0	0 037	0 018	0 072	0 009			0 042	0 005	0 028		0 008	0 021	0 020	3
202	0 299	58 4	55 4	60 5	61 6	60 3	57 7	54 0	68 3	57 6	59 8	69 2	56 8	59 6	69 2	6	21	3 33	3	0	0	0 048	0 020		0 038	0 029	0 028	0 035	0 009	0 016	0 029	0 034	0 030	0 026	1
203	0 267	56 7	55 3	56 7	62 2	61 2	52 6	52 0	64 8	62 8	57 3	62 8	55 0	59 9	71 3	6	21	3 66	3	0	0													0 000	12
204	0 913	57 6	54 4	60 9	59 6	61 7	53 8	53 9	63 7	60 8	57 5	64 5	59 6	57 2	67 1	6	22	1	3	1	1													0 000	12
205	0 747	61 3	55 9	69 3	65 9	65 4	61 0	56 5	66 1	61 3	62 1	67 9	62 0	67 1	69 1	6	22	2	3	1	0	0 004	0 048	0 070	0 004	0 008	0 020	0 055	0 027	0 006	0 014	0 007	0 087	0 029	0
206	0 586	60 9	54 7	60 7	66 5	61 6	58 2	57 8	65 6	65 9	66 1	65 8	65 8	71 9	65 2	6	22	3	3	1	0	0 075	0 024	0 003	0 014	0 031	0 056	0 034	0 063	0 003	0 040	0 063	0 053	0 038	0
207	0 242	58 6	52 6	64 1	62 8	60 5	52 1	59 1	62 7	66 6	63 0	67 3	65 0	65 1	67 3	6	22	3 66	3	0	0	0 001	0 019	0 026	0 028	0 048	0 019	0 016	0 000	0 013	0 024	0 012	0 062	0 022	0
208	0 597	60 0	55 2	60 6	63 7	62 7	56 1	56 0	65 5	62 6	65 8	67 2	61 0	67 6	64 3	6	23	1	3	1	1	0 020	0 020	0 047	0 048	0 049	0 002	0 018	0 030	0 029	0 014	0 037	0 026	0 028	0
209	0 282	58 3	54 3	61 2	61 3	63 6	52 6	52 9	65 8	64 4	70 2	70 8	63 7	67 8	65 2	6	23	1 66	3	0	0	0 016	0 036	0 006	0 022	0 035	0 002		0 018	0 024	0 012	0 046	0 012	0 019	1
210	0 280	58 0	54 5	58 5	63 9	60 4	53 7	53 4	64 2	61 1	64 4	65 7	59 7	59 4	62 2	6	23	2	3	1	0		0 008		0 030	0 009		0 017	0 011	0 007	0 002	0 038	0 012	0 011	3
211	0 266	60 7	56 0	59 4	65 0	61 2	56 2	57 2	67 6	62 7	72 5	70 3	66 2	80 9	65 2	6	23	2 33	3	0	0							0 031	0 026	0 018	0 028	0 007		0 009	7
212	0 254	58 9	54 3	60 1	61 8	61 5	58 4	51 8	62 9	63 2	67 3	71 8	69 0	80 5	64 2	6	23	2 66	3	0	0			0 009			0 015	0 007	0 002	0 007	0 015	0 029		0 007	5
213	0 809	62 0	60 4	64 0	64 7	61 8	55 9	59 1	66 0	63 0	68 0	68 5	64 2	72 9	62 2	6	23	3	3	1	0	0 006	0 017	0 000	0 029	0 039	0 008	0 000	0 007	0 005	0 017	0 032		0 013	1
214	0 255	60 6	53 2	61 0	69 9	62 3	58 8	63 5	64 4	62 0	65 1	70 7	61 4	66 5	64 2	6	24	1	3	1	1	0 008	0 022	0 102	0 013	0 012	0 047	0 010	0 003	0 018	0 023	0 046	0 014	0 026	0
215	0 289	58 2	52 5	56 9	62 6	61 3	53 2	56 3	65 7	61 2	68 0	62 6	69 1	69 9	65 2	6	24	1 33	3	0	0	0 000	0 031	0 064	0 052	0 029	0 016	0 008	0 032	0 019	0 000	0 045	0 047	0 029	0
216	0 295	56 5	50 6	59 3	62 5	63 1	53 2	52 0	61 6	61 6	59 1	65 0	62 5	59 2	67 1	6	24	1 66	3	0	0	0 026	0 011	0 063	0 050	0 051	0 000	0 027	0 009	0 014	0 014	0 063	0 009	0 028	0
217	0 799	56 8	52 2	57 2	58 7	61 0	52 9	54 6	61 1	58 1	61 0	65 0	59 7	57 4	69 2	6	24	2	3	1	0	0 022	0 007	0 064	0 029	0 013	0 019	0 013	0 014	0 012	0 013	0 037	0 020	0 022	0
218	0 260	56 8	53 3	59 1	62 0	61 2	53 3	55 0	64 3	59 7	60 2	64 3	57 9	52 6	67 2	6	24	3	3	1	0	0 033	0 037	0 006	0 015	0 083	0 001	0 053	0 001	0 021	0 059	0 021	0 010	0 028	0
219	0 256	55 1	50 8	59 1	57 2	57 0	54 1	50 4	60 3	56 7	57 9	63 1	57 4	54 1	69 2	6	24	3 33	3	0	0													0 000	12
220	0 230	55 3	53 8	57 9	59 0	59 5	49 2	52 2	63 7	54 9	66 3	59 2	58 5	55 9	70 1	6	24	3 66	3	0	0	0 024	0 030	0 051	0 021	0 125	0 007	0 015	0 031		0 046	0 019	0 046	0 035	1
221	0 890	76 9	80 1	67 8	83 9	79 8	80 1	77 8	86 1	83 9	92 1	87 8	81 9	79 2	65 2	6	105	1	3	1	1													0 000	12
222	0 852	75 1	80 2	74 5	76 8	78 6	76 6	72 4	81 0	75 5	81 7	80 0	76 4	68 8	70 2	6	105	3	3	1	0	0 058	0 018	0 035	0 036	0 069	0 073	0 052	0 056	0 077	0 012	0 013		0 042	1
223	0 843	80 3	88 1	76 1	81 4	81 7	76 5	78 1	85 4	81 4	87 1	89 7	79 9	79 7	68 2	6	106	1	3	1	1		0 010	0 008	0 058		0 013	0 015	0 008		0 016		0 054	0 015	4
224	0 397	77 6	82 9	76 5	81 1	76 4	80 1	78 0	85 7	79 2	80 7	89 6	74 4	71 9	65 0	6	106	2	3	1	0													0 000	12
225	0 385	73 4	74 8	67 1	80 5	71 8	75 7	75 1	79 9	78 7	80 7	86 7	70 8	71 3	68 2	6	106	2 5	3	0	0	0 020	0 012		0 028	0 005	0 013	0 005	0 020	0 017	0 091	0 060	0 097	0 031	1
226	0 420	69 5	66 5	66 5	76 7	70 0	72 7	66 4	75 7	75 9	80 1	79 2	69 2	65 3	73 2	6	106	3	3	1	0													0 000	12
227	0 471	70 9	70 4	66 3	79 8	71 3	71 1	72 2	79 8	86 7	77 1	81 2	73 6	64 6	77 2	6	106	3 5	3	0	0	0 075	0 089		0 062	0 024	0 030	0 027			0 043	0 062	0 063	0 040	3
228	0 466	72 7	77 0	66 9	78 0	73 6	70 9	72 3	78 9	76 9	85 2	81 2	74 4	68 4	75 2	6	107	1	3	1	1		0 049	0 038	0 014	0 057	0 013		0 017	0 081	0 049	0 057	0 094	0 039	2
229	0 446	69 7	70 0	64 6	74 2	69 5	72 1	68 2	77 7	66 5	77 8	82 4	73 4	68 2	73 2	6	107	1 5	3	0	0	0 121	0 008	0 032	0 016	0 032	0 016	0 050	0 033	0 059	0 120	0 028	0 100	0 051	0
230	0 431	69 9	67 2	67 7	73 1	67 5	73 3	68 3	79 0	68 0	75 4	80 5	68 7	69 5	72 3	6	107	2	3	1	0		0 028		0 020	0 079		0 054	0 036	0 005	0 065	0 013	0 103	0 034	3
231	0 461	72 6	70 9	72 6	76 6	72 6	75 8	69 9	83 4	68 5	77 6	80 3	72 4	70 7	73 2	6	107	2 5	3	0	0		0 031	0 069	0 045	0 112	0 045	0 085	0 061	0 153	0 000	0 045	0 127	0 065	1
232	0 446	73 6	72 9	74 8	81 9	77 8	68 6	75 2	77 8	70 2	78 4	79 9	75 2	70 7	70 2	6	107	3	3	1	0	0 022	0 031		0 046	0 021		0 052	0 087	0 012	0 015	0 011	0 068	0 030	2
233	0 421	73 1	68 4	69 9	75 7	78 5	77 6	74 8	77 8	69 0	81 7	81 8	75 0	72 3	73 2	6	107	3 5	3	0	0													0 000	12
234	0 456	76 4	77 4	69 4	82 1	79 3	74 4	78 4	81 2	77 0	82 1	82 2	84 2	75 0	68 2	6	108	1	3	1	1	0 054	0 019	0 076	0 019	0 009	0 072	0 027	0 055		0 019		0 076	0 035	2
235	0 415	76 0	75 0	78 2	82 0	78 6	75 1	70 4	82 8	71 8	83 0	81 9	81 8	76 0	70 1	6	108	2 5	3	0	0	0 063		0 005	0 030	0 038	0 020	0 026	0 057		0 010	0 003	0 021	0 023	2
236	0 908	84 8	80 8	84 9	86 7	87 8	83 5	84 5	86 8	83 7	92 3	89 0	87 5	82 2	63 1	6	108	3	3	1	0				0 008	0 041		0 002	0 128		0 040	0 023	0 071	0 026	5

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.1: Kennwerte für die untersuchten Töne der ersten Violinen

Ton Nr	Relative Tonhöhe (in cent) des Musikers Nr 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittlere Tonhöhen abweichung in cent
1	5 9	9 0	17 5	11 3	32 0	17 3	6 7	4 2	18 4	3 5	3 4	10 2	11 6
2	14 3	14 0	2 9	3 1	8 4	15 1	5 7	1 3	1 1	10 2	8 2	7 4	7 6
3	1 9	0 1	2 4	5 8	9 7	0 4	6 6	10 6	1 7	8 4	11 7	8 4	5 6
4	12 5	9 1	8 4	3 3	8 6	10 9	4 3	8 4	8 5	15 9	5 4	6 0	8 4
5	5 4	10 4	2 7	3 3	6 5	5 2	4 9	1 0	11 5	20 2	4 4	12 9	7 4
6	1 9	4 4	11 1	8 0	12 4	10 4	5 7	18 2	20 3	2 4	7 4	0 1	8 5
7	9 7	2 7	11 7	5 1	15 0	3 4	5 2	4 5	23 2	6 8	9 6	2 9	8 3
8	25 5	3 7	2 4	13 3	13 7	13 8	1 8	3 0	28 0	6 0	5 5	28 0	12 1
9	10 9	10 2	2 8	12 8	2 7	0 6	1 3	4 0	8 4	23 4	33 8	3 8	9 6
10	2 6	7 4	23 0	4 2	12 1	8 2	12 6	1 3	19 4	25 4	10 7	12 5	11 6
11	9 8	8 0	3 4	14 2	6 5	10 5	21 4	4 1	3 6	1 8	17 0	16 2	9 7
12	16 3	17 2	5 7	2 3	0 2	8 7	14 2	0 2	5 7	15 4	11 0	8 0	8 7
13	16 2	7 2	11 4	9 9	11 7	11 0	4 3	2 5	5 8	6 4	10 2	4 5	8 4
14	25 1	1 4	4 2	2 2	3 5	16 8	7 2	1 9	6 5	22 4	1 5	5 1	8 1
15	11 8	16 4	4 9	3 1	5 3	2 2	8 0	7 2	0 1	17 4	5 3	16 5	8 2
16	12 9	3 0	14 2	14 4	4 4	3 1	26 7	7 3	6 0	20 2	6 4	48 9	14 0
17	1 7	7 2	16 0	6 3	7 4	1 3	8 5	8 8	0 6	2 4	14 7	7 0	6 8
18	8 2	1 7	0 6	9 8	15 4	10 5	1 2	3 2	8 2	5 0	5 5	2 5	6 0
19	12 6	1 8	6 7	9 1	0 1	6 7	2 5	9 7	2 6	0 6	1 4	11 1	5 4
20	2 3	20 7	18 2	8 2	0 6	28 4	24 4	5 5	0 7	12 0	20 3	35 6	14 7
21	4 5	7 6	0 6	14 8	35 1	3 5	0 6	18 7	5 2	9 6	0 5	9 1	9 1
22	29 3	12 2	6 2	1 0	41 2	1 6	2 6	5 0	10 3	2 1	8 8	18 7	11 6
23	6 7	6 3	5 9	5 1	12 9	5 8	1 1	1 1	12 1	3 0	5 2	3 2	5 7
24	4 7	12 6	4 3	2 8	6 7	14 1	22 5	19 9	4 2	1 2	8 6	0 1	8 5
25	5 3	4 5	6 0	28 1	6 4	20 2	2 8	18 3	6 5	7 4	3 3	2 5	9 3
26	5 4	60 4	13 3	6 2	36 1	5 4	24 1	2 9	32 6	23 6	5 9	1 0	18 1
27	8 5	4 8	32 6	45 0	33 1	5 5	48 4	8 0	20 0	9 7	6 6	17 3	20 0
28	6 2	1 1	29 6	31 6	12 4	26 5	14 1	9 6	3 7	1 2	2 9	7 0	12 1
29	3 3	4 6	0 4	2 1	0 6	4 1	14 4	10 9	1 5	2 0	2 2	7 2	4 4
30	21 7	16 2	17 4	16 6	12 5	2 6	14 9	5 5	0 2	6 0	1 4	14 9	10 8
31	0 8	2 6	5 6	7 2	16 6	2 6	4 5	23 7	1 9	22 6	20 0	5 8	9 5
32	24 6	21 7	3 3	15 2	10 6	11 4	18 5	10 6	14 8	12 7	13 5	7 7	13 7
33	11 8	9 1	13 5	15 5	17 6	3 0	12 1	21 0	29 8	7 7	2 7	9 5	12 8
34	9 6	2 6	17 1	12 7	8 3	8 1	9 5	20 9	8 6	19 4	35 3	4 8	13 1
35	1 5	1 5	1 4	22 3	3 7	6 7	6 7	15 7	6 5	6 4	24 1	11 7	9 0
36	19 2	7 4	12 2	12 9	15 9	3 4	1 5	0 6	10 1	12 2	4 8	15 9	9 7
37	4 6	36 8	27 5	5 8	14 9	9 8	1 5	36 3	24 9	9 5	14 6	8 7	16 2
38	1 0	13 1	2 6	8 9	13 7	38 7	10 4	2 3	8 0	17 8	4 6	5 6	10 6
39	14 0	6 1	136 9	18 2	10 1	0 5	17 2	19 3	17 5	24 4	25 7	24 2	26 2
40	11 0	9 1	27 7	24 1	3 4	14 9	6 1	0 7	13 6	10 8	0 8	13 2	11 3
41	5 4	23 1	5 5	8 8	18 8	0 5	6 1	7 5	0 2	2 7	9 9	22 0	9 2
42	6 2	22 7	1 9	1 1	10 9	6 5	6 7	0 6	6 5	2 7	4 6	13 3	7 0
43	1 2	19 8	9 0	5 5	1 7	15 1	1 0	0 7	17 8	4 0	21 9	2 4	8 3
44	10 3	7 6	1 9	8 4	15 3	12 6	17 0	6 1	11 8	29 9	3 5	1 1	10 5
45	5 6	11 3	9 1	2 7	11 7	6 1	0 9	3 8	0 5	1 2	10 6	14 0	6 4
46	30 0	7 7	49 8	3 1	70 3	18 0	7 3	39 5	22 2	46 4	10 6	15 7	26 7
47	3 0	15 7	19 5	10 2	13 1	23 3	2 5	27 2	16 2	35 7	22 1	5 1	16 1
48	20 9	17 0	15 7	9 7	4 1	1 9	11 3	28 0	2 1	33 3	36 1	9 6	15 8
49	13 1	1 6	17 7	2 7	2 0	6 1	7 9	12 4	15 1	12 0	25 7	2 3	9 9
50	10 1	35 1	6 1	1 7	12 7	5 5	14 5	1 7	12 9	1 4	17 2	0 2	9 9
51	3 1	4 8	7 1	6 9	18 1	30 1	0 5	16 0	41 8	1 8	10 2	121 5	21 8
52	5 8	13 0	32 4	4 9	21 9	2 5	31 0	17 6	36 8	5 4	19 0	36 0	18 9
53	5 0	5 7	18 5	17 1	11 6	14 0	2 2	11 2	4 0	16 4	3 2	17 5	10 5
54	12 2	4 1	14 3	7 1	7 1	9 2	4 4	0 8	10 6	9 3	11 5	26 4	9 7
55	3 2	4 5	11 3	0 5	1 8	17 3	7 6	4 2	9 0	8 1	0 9	22 0	7 5
56	17 1	0 4	2 7	4 7	0 0	9 6	0 9	8 2	9 6	0 8	0 5	0 7	4 6
57	3 3	1 7	5 6	7 1	1 6	4 6	8 5	1 1	0 2	6 6	3 2	17 1	5 0
58	2 8	6 5	11 0	18 5	2 9	19 2	9 3	20 1	2 6	4 4	0 9	55 8	12 8
59	12 7	14 9	3 4	6 6	14 0	20 4	5 3	9 7	1 5	21 0	3 4	11 9	10 4
60	19 3	17 7	10 7	13 9	6 1	6 0	4 0	14 0	4 9	5 5	0 3	2 9	8 8
61	9 8	3 8	1 4	12 2	1 8	6 6	9 7	8 1	20 0	5 7	8 7	0 0	7 3
62	20 7	0 8	4 0	3 0	23 9	8 8	8 9	0 8	15 4	4 1	5 5	12 1	9 0
63	22 4	6 9	3 4	6 9	9 8	4 7	5 4	3 2	8 2	16 4	7 4	37 3	11 0
64	10 2	27 3	2 4	6 9	17 1	7 6	3 1	3 5	14 5	6 4	17 3	54 8	14 3
65	9 6	1 1	9 8	0 1	1 9	15 4	0 5	9 2	4 4	7 3	3 0	20 4	6 9
66	4 6	8 4	8 4	6 0	10 9	1 9	1 1	0 3	14 1	1 7	1 6	1 8	5 1
67	18 4	0 7	13 8	3 6	12 6	2 3	16 2	6 9	5 4	10 8	0 8	53 1	12 1
68	0 9	5 5	0 4	10 2	20 0	14 2	2 9	1 2	16 5	5 7	19 2	22 8	9 9
69	16 1	2 6	9 4	6 0	29 5	3 8	2 8	20 8	31 6	2 4	2 7	32 9	13 4
70	22 4	5 2	8 1	3 5	4 8	4 1	5 3	0 1	24 6	13 9	22 1	4 8	9 9
71	21 8	27 0	3 0	5 3	12 1	5 4	3 9	0 7	0 2	6 3	4 7	3 2	7 8
72	20 7	6 5	16 1	0 8	4 5	5 7	3 3	6 5	16 7	1 1	3 1	1 2	7 2
73	37 9	10 3	5 5	15 2	4 4	8 4	3 6	14 8	19 6	2 7	11 1	3 3	11 4
74	5 1	27 4	14 1	9 1	4 6	7 4	2 3	4 6	15 7	10 3	0 2	14 5	9 6
75	28 5	4 2	9 0	5 7	10 8	3 0	1 0	0 6	20 7	9 0	18 3	16 0	10 5
76	12 1	5 0	6 6	4 1	10 3	13 1	24 7	1 8	14 1	3 8	1 5	6 3	8 6
77	9 1	10 7	0 0	3 1	9 2	14 5	12 9	11 2	14 7	8 9	4 0	10 8	9 1
78	15 6	14 9	17 7	7 4	20 6	0 5	5 4	4 7	16 8	9 0	8 7	14 2	11 3
79	4 4	1 8	7 5	13 8	6 9	13 5	6 0	6 0	3 2	1 0	7 5	5 8	6 5
80	10 2	21 4	16 6	5 5	4 4	0 4	10 4	1 4	16 9	3 3	0 6	8 9	8 3

Ton Nr	Pitch P5 95 (in cent) des Musikers Nr 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittlerer Pitch P5 95 in cent
1	76 1	38 1	29 6	56 8	195 6	58 0	34 3	19 1	38 1	44 6	28 3	38 5	54 8
2	71 6	54 7	48 1	48 1	72 7	72 7	33 9	6 0	48 1	63 9	48 1	71 6	53 3
3	64 5	42 7	23 6	42 7	64 5	85 5	42 7	21 2	42 7	52 5	64 5	63 7	50 9
4	7 6	0 0	22 6	22 6	66 9	67 3	22 6	5 0	45 0	45 6	27 2	22 6	29 6
5	63 7	64 5	42 7	42 7	64 5	63 7	37 4	30 2	21 2	43 3	42 7	105 0	51 8
6	72 7	48 1	48 1	21 6	48 8	72 7	24 2	6 9	23 9	64 3	48 1	86 0	47 1
7	95 4	0 0	47 3	42 7	50 2	101 9	33 1	21 2	79 6	52 3	50 9	0 0	47 9
8	72 7	24 2	21 9	23 9	72 7	72 7	39 0	25 0	29 5	62 5	48 1	47 4	45 0
9	64 1	48 3	10 6	64 7	11 6	80 5	24 9	0 0	44 0	63 5	55 7	0 7	39 1
10	54 4	18 1	33 6	54 4	36 4	78 2	50 7	29 1	65 4	240 4	54 4	98 5	67 8
11	18 3	45 5	34 2	53 8	54 4	90 7	28 8	0 0	36 1	36 1	40 5	188 4	52 2
12	60 0	20 5	23 4	26 3	60 8	81 5	16 0	38 0	60 8	56 0	57 2	60 8	46 8
13	56 8	56 8	57 7	57 7	56 8	113 6	42 4	28 6	28 6	57 7	57 7	56 8	55 9
14	50 2	50 9	50 9	50 9	101 9	180 7	46 6	25 3	46 5	47 9	50 9	50 9	62 8
15	62 4	81 8	26 8	72 5	80 5	80 5	6 8	1 3	54 5	27 3	26 8	26 8	45 7
16	119 4	60 8	60 8	59 7	90 3	90 3	62 6	0 0	60 8	77 8	60 8	58 7	66 8
17	91 1	68 8	216 7	39 1	68 8	91 1	37 6	22 6	45 6	45 6	46 2	22 9	66 3
18	60 0	20 2	31 5	60 0	100 1	65 7	20 2	20 2	32 1	60 8	60 8	100 1	52 7
19	81 9	67 9	22 6	154 5	67 9	91 1	37 9	47 2	22 6	54 3	67 9	22 9	61 6
20	89 7	43 1	53 3	42 3	89 7	72 9	36 4	22 1	17 9	54 4	53 3	106 0	56 8
21	40 3	20 2	20 2	40 3	82 5	75 8	20 2	201 8	32 9	0 0	37 7	37 3	50 8
22	205 4	22 6	22 6	45 6	23 2	80 7	17 9	7 6	70 1	36 1	45 6	160 1	61 5
23	53 9	40 3	9 8	8 3	59 4	80 5	60 8	39 4	40 7	60 8	88 4	16 7	46 6
24	71 6	92 5	23 9	48 1	140 5	72 7	47 4	24 2	42 2	48 1	48 1	48 1	58 9
25	62 5	53 4	33 0	88 2	67 9	68 8	0 0	22 9	116 2	67 9	51 9	23 8	54 7
26	27 6	67 1	19 1	25 5	14 5	0 0	29 6	43 0	142 1	16 0	19 0	27 8	36 0
27	21 0	15 4	14 9	33 2	11 6	14 4	68 3	275 1	11 2	37 2	11 4	0 0	42 8
28	17 6	12 7	12 5	29 7	12 8	12 9	48 9	19 6	12 7	22 4	0 0	20 5	18 5
29	14 2	14 1	23 8	17 9	11 2	14 2	25 3	87 6	17 3	28 2	28 4	0 0	23 5
30	17 2	7 1	13 8	24 0	17 1	14 7	0 0	17 1	54 5	32 9	16 9	0 0	17 9
31	22 6	0 0	61 0	22 6	44 4	0 0	80 8	15 8	22 6	22 3	0 0	0 0	24 3
32	24 9	24 9	25 3	25 6	0 0	6 4	40 7	0 0	0 0	50 6	58 3	0 0	21 4
33	0 0	18 8	28 2	22 0	0 0	28 6	20 6	25 6	28 2	28 6	28 6	14 8	20 3
34	41 0	32 9	23 9	9 0	68 2	29 1	17 8	141 6	18 0	111 1	18 3	20 3	44 3
35	68 8	41 4	40 5	65 8	70 4	46 5	40 3	47 6	74 9	61 1	207 5	43 7	67 4
36	113 9	8 0	19 0	9 0	0 0	17 8	0 0	5 5	8 0	8 1	8 0	0 0	16 4
37	32 0	21 9	21 1	46 3	31 8	25 9	10 7	24 8	73 7	42 7	21 2	32 4	32 0
38	31 8	62 3	24 5	41 2	112 2	67 9	37 3	15 2	37 9	46 5	55 0	22 7	46 2
39	106 8	70 2	8 8	20 3	28 0	16 3	0 0	8 0	2 5	8 3	16 0	12 9	24 8
40	40 2	48 4	0 0	39 1	58 6	38 3	27 1	39 4	35 9	63 6	13 8	27 0	35 9
41	22 3	17 4	15 1	20 1	31 6	7 6	7 5	7 5	8 4	7 6	28 3	20 3	16 1
42	21 4	12 8	14 4	22 3	25 2	36 1	21 4	19 7	116 5	15 6	26 1	54 0	32 1
43	52 6	2 0	4 1	37 0	50 6	41 2	0 8	7 2	16 2	8 0	15 3	19 9	21 3
44	34 1	41 2	45 4	37 3	72 9	63 8	48 6	32 6	45 0	86 6	27 1	42 5	48 1
45	14 2	0 0	15 1	21 3	0 3	16 0	14 2	7 1	14 1	13 2	7 2	27 1	12 5
46	12 7	22 4	58 2	42 4	68 4	56 3	14 1	16 3	14 0	48 3	42 7	14 4	34 2
47	26 2	40 7	81 8	53 3	71 8	48 1	43 0	40 7	81 2	79 3	13 3	67 4	53 9
48	23 7	24 2	37 0	30 2	129 4	36 8	13 1	12 1	22 3	49 1	35 2	35 9	37 4
49	18 1	36 1	36 4	53 8	36 1	36 1	18 1	35 7	27 8	51 4	31 6	18 1	33 3
50	22 9	146 2	22 6	32 4	22 9	22 6	22 9	4 8	39 2	31 7	22 9	17 3	34 1
51	18 1	18 1	45 8	70 6	71 4	58 2	54 4	53 8	97 6	65 6	17 9	107 4	56 6
52	17 1	12 2	50 4	34 3	34 6	23 1	17 4	30 5	123 8	17 2	50 7	47 7	38 2
53	30 4	15 1	45 6	35 9	45 4	60 2	27 6	38 5	24 6	30 6	29 7	17 8	33 5
54	40 1	23 1	51 0	50 7	109 1	40 1	13 5	13 5	40 1	27 1	29 5	61 2	41 6
55	33 9	17 1	38 4	33 9	51 2	67 2	33 9	51 2	46 6	34 2	35 6	25 6	39 1
56	37 9	30 4	37 6	52 3	30 4	47 0	30 4	45 8	45 0	30 4	30 4	30 4	37 3
57	30 1	30 3	42 2	50 2	30 3	38 1	16 5	40 3	39 0	39 1	30 3	10 2	33 0
58	13 6	27 3	87 3	26 8	27 1	66 1	46 9	20 2	13 6	54 1	13 6	167 0	47 0
59	17 9	18 1	17 9	18 1	53 3	50 8	19 9	18 1	50 9	0 0	36 1	35 7	28 1
60	68 8	45 6	67 7	67 0	22 6	90 0	54 7	78 8	29 8	45 6	45 0	62 4	56 5
61	46 6	20 2	40 7	60 0	60 8	40 7	20 2	20 2	61 5	20 2	88 4	91 3	47 6
62	78 7	38 5	19 1	38 5	38 1	45 5	19 1	0 0	77 8	38 5	57 4	157 5	50 7
63	119 4	70 9	20 2	40 3	60 0	40 3	20 2	40 3	29 5	32 6	0 0	126 7	50 0
64	90 0	18 0	45 6	45 6	22 6	67 5	0 0	22 9	39 9	22 6	99 3	140 6	51 2
65	59 8	29 2	41 1	23 9	48 1	60 1	23 9	48 1	24 2	48 1	48 1	117 8	47 7
66	50 9	22 6	22 9	41 6	58 0	45 6	0 0	2 9	22 6	0 9	0 0	40 3	25 7
67	56 9	20 2	24 0	51 2	16 5	60 8	30 3	81 5	25 2	26 0	40 7	88 9	43 5
68	33 6	24 2	24 2	24 2	154 8	44 5	32 5	24 2	50 1	23 9	23 9	73 7	44 5
69	26 8	11 3	26 8	54 1	172 6	0 0	7 1	22 6	26 4	26 8	22 2	170 4	47 3
70	5 1	0 0	30 6	30 1	31 2	86 3	17 8	60 8	59 7	60 8	30 6	60 8	39 5
71	53 3	55 0	46 3	26 8	53 7	31 5	26 8	27 7	26 8	26 8	20 4	26 8	35 2
72	37 8	0 0	61 3	22 6	45 6	22 6	15 6	0 0	1 2	22 6	30 0	22 6	23 5
73	59 7	30 6	30 6	30 1	30 6	60 8	60 8	30 6	30 6	30 6	30 6	145 7	47 6
74	26 7	48 8	28 1	26 8	54 1	54 1	26 0	26 8	27 3	26 8	54 1	27 3	35 6
75	177 1	23 9	63 8	23 9	23 9	23 9	42 9	48 1	70 7	48 1	47 4	48 1	53 5
76	46 2	45 0	22 6	45 6	67 0	22 9	26 7	0 0	58 9	22 6	20 9	22 8	33 4
77	23 8	9 6	16 6	34 7	96 5	27 0	19 0	47 4	29 2	36 9	20 1	11 7	31 0
78	22 5	11 4	0 0	45 4	103 1	13 5	11 4	11 4	42 1	23 3	58 9	11 4	29 5
79	25 2	78 3	21 8	21 5	147 7	42 7	21 5	0 0	18 3	21 5	34 1	22 3	37 9
80	12 4	1 6	20 2	21 1	22 6	22 6	45 7	22 6	27 0	22 6	20 2	22 6	21 8

Ton Nr	Anteil an interpolierten Stützwerten des Musikers Nr 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Summe der Anteile an interpolierten Stützwerten
1	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 08	0 00	0 50	0 00	0 00	0 00	0 59
2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 13	0 00	0 12	0 00	0 00	0 00	0 25
3	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 04
4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 01	0 02	0 00	0 06
5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 10	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 16
6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 11	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 13
7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 13	0 05	0 00	0 00	0 00	0 00	0 18
8	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 27	0 00	0 00	0 04	0 00	0 63	0 94
9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 43	0 00	0 00	0 00	0 43
10	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 26	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 29
11	0 04	0 00	0 01	0 03	0 00	0 01	0 03	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 13
12	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
13	0 00	0 00	0 11	0 01	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 15
14	0 00	0 39	0 00	0 00	0 00	0 02	0 11	0 00	0 15	0 05	0 00	0 00	0 72
15	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 04
16	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 00	0 17	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 22
17	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07
18	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01
19	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 02
20	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 00	0 01	0 00	0 06
21	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
22	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 01	0 00	0 06	0 11	0 24
23	0 00	0 00	0 00	0 00	0 10	0 02	0 00	0 21	0 00	0 00	0 00	0 00	0 33
24	0 00	0 01	0 00	0 00	0 01	0 00	0 10	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 16
25	0 05	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 10	0 01	0 17
26	0 16	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 00	0 00	0 00	0 21
27	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 28	0 00	0 00	0 00	1 00	1 28
28	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 08	0 00	0 00	0 00	0 00	0 11	0 19
29	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 22	0 44	0 00	0 02	0 00	0 80	1 47
30	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00	2 00
31	0 00	0 00	0 11	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 98	1 09
32	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 36	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00	1 36
33	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 14	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 14
34	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
35	0 00	0 08	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 18	0 15	0 41
36	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00	0 00	0 00	0 31	0 00	0 00	0 00	1 00	2 31
37	0 00	0 00	0 00	0 08	0 00	0 00	0 00	0 00	0 06	0 00	0 00	0 02	0 16
38	0 00	0 31	0 33	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 21	0 00	0 00	0 88
39	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
40	0 00	0 01	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 01
41	0 00	0 00	0 23	0 00	0 20	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 00	0 47
42	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 02	0 01	0 06	0 10
43	0 04	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 04
44	0 14	0 34	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 08	0 00	0 00	0 56
45	0 00	1 00	0 00	0 00	0 66	0 00	0 00	0 00	0 35	0 00	0 00	0 00	2 00
46	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 99	0 00	0 00	0 99
47	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 49	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 49
48	0 28	0 00	0 62	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 26	0 48	0 00	0 08	1 73
49	0 00	0 00	0 06	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 06	0 00	0 16
50	0 00	0 38	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 11	0 00	0 00	1 50
51	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 37	0 39
52	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 38	0 42
53	0 01	0 00	0 07	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 44	0 52
54	0 01	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 05
55	0 04	0 00	0 07	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 13
56	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 04
57	0 00	0 00	0 21	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 22
58	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 23	0 46	0 00	0 00	0 00	0 17	0 86
59	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 06	0 01	0 00	0 00	0 00	0 14	0 22
60	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 16	0 00	0 00	0 00	0 20
61	0 19	0 00	0 06	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 26
62	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 19	0 00	0 00	0 08	0 00	0 00	0 00	0 27
63	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 08	0 08
64	0 00	0 02	0 12	0 00	0 13	0 00	0 00	0 00	0 16	0 00	0 11	0 52	1 06
65	0 01	0 00	0 04	0 00	0 00	0 08	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 17
66	0 04	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04
67	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 27	0 30
68	0 76	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 79
69	0 00	0 00	0 00	0 00	0 24	0 00	0 02	0 00	0 27	0 00	0 02	0 00	0 55
70	0 61	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 16	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 79
71	0 61	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 64
72	0 00	0 00	0 04	0 00	0 05	0 00	0 32	0 00	0 00	0 00	0 47	0 25	1 12
73	0 08	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 11	0 00	0 07	0 25
74	0 04	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 04
75	0 00	0 00	0 07	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07
76	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
77	0 00	0 00	0 74	0 00	0 25	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 99
78	0 00	0 00	1 00	0 00	0 09	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 09
79	0 11	0 01	0 57	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 69
80	0 74	0 00	0 82	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 56

Farbe	Bedeutung
gelb	Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
grün	Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
orange	Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.1: Kennwerte für die untersuchten Töne der ersten Violinen

Ton Nr	Relative Tonhöhe (in cent) des Musikers Nr												Mittlere Tonhöhen	Pitch P5 95 (in cent) des Musikers Nr											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	abweichung in cent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
81	13.0	4.2	0.5	11.2	8.3	6.7	19.7	6.0	10.2	1.7	5.3	26.6	9.5	19.1	17.0	9.4	33.9	128.9	57.8	17.2	27.0	20.0	11.4	28.4	78.1
82	8.0	3.2	10.3	0.0	5.9	32.0	1.6	6.0	0.4	11.3	3.6	22.3	8.7	138.6	0.0	62.9	38.5	48.2	40.2	22.6	22.9	133.2	22.9	32.8	103.1
83	2.3	8.5	9.3	21.2	16.1	8.3	1.1	1.6	0.9	3.3	1.2	30.0	8.7	43.6	19.3	32.9	23.9	24.2	23.9	25.9	19.1	22.2	23.5	0.0	118.9
84	8.6	6.6	5.1	0.5	32.2	2.3	4.4	1.1	12.8	5.8	5.6	21.8	8.9	1.0	16.8	19.6	16.0	14.4	11.3	23.9	35.5	32.1	8.0	22.0	8.1
85	3.2	1.0	37.6	7.7	7.1	10.8	20.7	4.9	10.2	6.3	14.9	25.5	12.5	58.3	28.5	32.1	9.5	37.8	32.8	19.9	19.0	57.7	26.7	19.1	19.2
86	6.6	16.3	13.4	7.4	8.5	4.7	2.4	3.9	11.6	6.9	12.1	12.2	8.8	24.0	63.4	15.1	12.0	56.7	0.0	19.9	12.1	12.0	12.0	18.4	48.8
87	10.8	1.5	14.2	4.8	15.7	23.6	13.0	1.1	10.6	2.5	24.1	8.3	10.9	15.5	16.1	12.8	16.1	40.3	6.5	16.3	16.1	16.0	16.1	29.0	59.4
88	11.1	2.7	11.7	8.9	20.8	22.7	11.5	22.7	5.3	3.7	25.4	1.3	12.3	29.2	36.1	31.7	2.4	18.3	53.8	17.9	18.3	18.1	18.1	18.3	18.1
89	0.2	12.2	6.4	1.7	0.6	3.6	2.3	7.6	0.1	2.1	3.1	5.7	3.8	10.6	21.2	14.2	13.3	21.8	6.7	14.2	25.2	17.2	8.0	7.1	28.4
90	1.5	7.5	17.5	5.0	25.1	3.7	6.8	12.7	0.1	5.1	8.6	8.3	8.5	10.7	10.7	0.0	10.3	46.5	9.0	12.9	0.0	10.7	18.7	0.0	3.4
91	2.1	8.7	4.8	16.3	19.8	2.2	4.5	1.6	9.3	7.8	12.0	3.6	7.7	12.7	18.1	20.2	30.8	16.2	45.0	17.9	11.2	10.6	17.9	18.1	18.1
92	7.9	10.5	5.3	6.4	6.8	6.1	16.3	1.5	3.4	3.5	7.3	6.2	6.8	37.6	45.2	19.1	23.9	34.5	0.0	18.9	28.2	19.1	57.4	19.1	19.1
93	6.4	14.6	5.3	6.3	7.3	19.3	18.4	3.4	4.6	1.7	11.8	4.7	8.6	82.5	20.5	51.9	20.2	21.2	20.5	0.0	20.2	34.4	0.0	40.3	20.2
94	6.9	9.1	3.5	22.9	10.7	10.3	20.8	12.0	2.8	3.8	7.4	11.7	10.2	21.5	21.5	25.9	109.5	42.7	21.5	21.2	21.2	27.4	20.7	13.1	21.5
95	5.6	20.8	10.6	1.2	24.0	9.7	26.2	14.3	0.2	8.9	16.3	13.3	12.6	27.3	21.7	18.6	27.3	26.8	81.8	26.8	26.0	81.8	74.3	55.0	58.3
96	21.7	12.6	13.9	15.4	3.0	2.9	0.8	4.1	10.4	3.6	15.7	15.9	10.0	21.5	21.5	42.2	42.7	42.7	42.7	20.5	21.2	42.2	42.7	15.5	105.0
97	12.4	13.2	2.5	13.1	20.1	6.3	10.1	9.5	17.1	3.0	27.3	3.4	11.5	11.7	20.2	25.7	38.3	123.1	83.4	19.9	20.2	123.8	20.5	0.0	65.1
98	11.1	4.0	29.8	6.7	4.7	10.7	0.7	10.6	6.7	0.1	6.0	1.8	7.7	21.5	21.5	19.9	42.7	85.5	42.7	0.3	21.2	21.5	9.9	21.2	39.6
99	11.2	4.7	7.4	2.9	57.7	1.6	0.4	3.8	2.9	2.0	13.8	20.4	10.7	41.2	8.0	16.6	21.0	43.3	30.1	20.2	20.2	39.3	20.2	83.4	70.4
100	3.8	18.8	20.0	1.3	10.7	2.5	4.5	8.1	10.7	17.8	23.8	11.1	11.1	39.3	41.1	35.1	63.7	21.5	42.7	8.3	21.2	21.5	21.2	32.4	185.1
101	5.5	11.0	18.5	12.1	18.1	24.3	5.7	11.3	2.5	3.1	12.0	48.8	14.4	18.3	32.8	18.9	4.3	199.2	27.3	19.1	0.0	19.1	19.1	38.1	152.8
102	13.4	3.8	71.3	11.8	8.8	3.5	0.7	10.2	10.1	14.1	9.9	2.7	13.4	40.7	39.5	78.2	47.9	120.1	42.7	19.7	21.5	34.4	21.5	42.7	14.4
103	7.1	11.7	10.9	6.3	2.0	10.7	9.1	6.5	2.8	12.1	12.8	5.1	8.1	15.0	25.3	20.2	81.8	19.1	56.8	19.1	19.1	23.2	31.6	18.9	0.0
104	2.7	1.3	1.2	5.8	22.4	25.3	3.1	11.8	3.5	28.7	18.6	1.1	10.5	47.9	21.2	21.2	64.5	43.3	21.0	26.2	21.5	21.2	168.5	43.8	21.2
105	11.0	15.2	2.9	1.1	4.0	9.5	11.4	3.8	9.4	18.9	10.0	1.3	8.2	18.9	36.3	8.4	38.1	38.1	50.1	19.1	19.1	18.9	49.3	41.3	0.0
106	7.3	10.1	1.6	2.5	10.0	6.2	0.6	6.5	2.5	24.5	7.3	19.2	8.2	17.9	97.6	60.2	86.6	41.6	64.5	51.5	36.9	95.7	207.1	56.6	128.8
107	10.3	10.5	3.0	13.0	6.1	2.6	5.0	1.5	1.8	13.7	3.7	0.6	6.0	37.7	22.6	58.4	54.6	0.0	39.5	21.2	14.7	44.7	22.6	35.8	35.4
108	15.4	14.1	2.4	3.4	29.6	2.5	0.9	5.6	9.5	11.5	2.4	29.8	10.6	18.9	9.0	34.1	18.5	18.1	37.0	19.1	19.1	18.9	14.5	19.1	159.3
109	1.0	0.8	48.9	16.6	9.5	4.7	15.6	3.0	13.8	7.8	9.7	14.3	12.1	21.5	21.5	147.2	21.2	6.7	21.5	46.6	21.5	64.5	21.5	65.3	21.2
110	6.6	20.6	17.4	2.7	27.6	13.6	6.6	4.9	13.6	2.3	17.8	13.5	12.3	60.8	41.2	100.1	61.2	62.2	60.8	49.8	79.0	40.3	55.4	82.5	112.0
111	8.0	18.8	9.1	20.9	10.1	14.6	7.7	7.9	3.2	6.7	11.1	0.5	9.9	33.5	36.4	23.9	47.4	36.2	59.5	23.1	12.1	47.8	36.2	35.7	65.5
112	5.8	4.2	16.1	1.8	1.4	0.4	4.7	4.9	0.5	16.7	5.5	1.4	5.3	30.9	13.5	39.8	26.8	35.2	43.4	26.8	13.4	40.1	13.6	34.3	113.4
113	9.7	1.5	13.4	0.1	10.7	4.9	10.8	3.9	4.0	9.2	15.8	5.5	7.4	180.4	15.1	25.8	30.1	45.4	45.4	15.0	35.2	45.4	15.1	15.3	8.5
114	6.0	14.0	3.2	4.4	1.4	5.6	0.1	1.2	8.9	11.0	1.8	3.8	5.1	40.5	32.1	31.8	63.5	109.7	63.5	31.8	55.3	32.1	47.4	43.1	63.5
115	0.9	15.5	5.5	5.1	0.6	5.4	0.4	7.9	40.6	12.1	2.2	0.5	8.1	80.5	40.7	60.8	40.7	40.3	70.4	40.3	60.8	39.3	40.7	63.6	31.9
116	5.4	22.4	16.1	10.9	8.4	11.9	1.4	2.9	9.1	8.6	14.3	2.2	9.5	21.9	24.4	23.9	40.4	52.5	47.8	24.0	12.1	42.1	36.2	35.7	12.0
117	15.5	5.2	13.5	8.6	2.0	25.5	5.7	0.6	4.5	9.4	8.5	8.4	8.9	21.6	19.9	40.1	17.6	27.1	205.4	26.8	19.8	31.6	13.6	27.1	26.8
118	5.2	12.6	17.0	7.8	5.1	5.2	15.4	4.2	1.6	27.6	7.1	4.6	9.4	30.4	15.3	40.9	45.4	45.4	45.4	25.7	0.0	66.7	93.6	74.2	33.5
119	6.5	20.8	2.0	0.1	0.5	1.5	4.8	2.1	4.9	18.7	9.0	7.6	6.5	16.0	25.3	16.0	31.8	31.8	64.2	16.0	31.8	54.8	116.6	78.4	124.8
120	13.0	0.7	13.4	27.1	5.4	10.8	4.9	0.2	6.6	10.2	1.0	13.2	8.9	15.3	52.3	33.0	124.8	60.8	46.8	14.0	15.1	52.5	38.4	36.3	23.0
121	2.1	5.7	0.8	1.5	11.1	3.1	0.8	2.7	13.3	3.0	5.2	26.6	6.3	40.4	21.4	18.5	40.9	40.7	27.1	13.5	13.5	13.6	2.1	40.7	203.9
122	8.0	7.3	7.8	3.7	21.2	10.3	11.1	6.3	7.4	16.0	27.5	21.9	12.4	22.5	12.1	23.2	8.9	48.8	34.3	44.1	25.8	12.5	18.7	36.7	0.0
123	6.9	0.9	14.5	3.6	32.9	4.1	10.2	12.4	12.3	20.6	0.9	16.1	11.3	61.4	36.1	19.6	141.1	42.3	53.8	18.1	17.9	34.5	156.0	66.4	164.3
124	26.1	3.3	10.4	1.5	13.1	2.8	12.2	2.2	2.4	2.2	26.4	2.2	8.7	15.8	44.1	16.0	32.1	48.3	54.9	26.7	17.4	32.1	89.7	48.8	34.8
125	35.4	6.5	12.2	6.5	15.8	11.4	14.1	7.1	4.0	0.9	20.9	1.5	11.4	85.4	28.1	17.4	45.8	30.6	92.8	44.7	15.3	56.2	64.1	20.2	94.0
126	17.1	6.4	16.1	3.7	5.6	15.3	0.3	5.9	25.0	3.2	17.4	24.1	11.7	15.8	33.9	15.8	47.9	47.9	94.5	31.4	16.0	90.7	29.1	16.1	65.3
127	3.2	4.4	9.1	4.7	21.7	29.3	11.6	1.5	21.8	7.1	22.2	45.6	15.2	32.4	32.3	33.1	29.4	53.3	206.8	35.7	17.9	20.4	25.1	60.7	164.1
128	29.8	3.0	5.4	10.3	2.1	23.0	9.8	0.1	23.6	0.9	25.4	20.3	12.8	66.3	39.3	46.2	20.0	60.8	79.6	38.9	20.2	34.4	35.0	59.3	125.2
129	28.5	3.9	24.5	5.1	9.6	13.8	5.7	2.1	17.4	0.4	16.3	31.9	13.3	92.0	42.7	130.2	35.1	42.7	63.7	35.5	21.2	63.7	69.6	72.5	27.4
130	2.7	27.6	10.4	3.5	16.7	1.6	14.2	25.0	1.3	29.3	10.8	20.0	13.6	34.8	43.3	70.5	64.5	21.5	63.7	42.2	105.6	42.7	175.2	53.6	43.3
131	2.0	4.6	6.5	12.0	3.0	3.6	31.4	11.5	2.3	8.0	13.1	14.1	9.3	48.9	22.6	37.0	54.5	66.3	66.4	70.8	97.9	22.6	78.1	45.6	0.0
132	3.6	1.0	0.4	19.0	4.5	17.4	1.0	24.4	11.4	0.2	21.3	12.3	9.7	80.5	42.8	54.9	55.9	54.1	106.6	62.1	79.3	49.4	67.3	81.8	68.3
133	10.2	18.3	7.1	4.0	7.6	6.4	14.2	16.6	14.9	1.2	0.4	19.8	10.1	40.7	44.2	81.4	60.8	60.0	81.5	54.4	45.9	20.0	60.8	60.8	53.3
134	7.6	10.5	2.7	3.3	10.1	11.5	5.9	13.5	6.8	32.5	6.1	7.6	9.8	53.8	54.4	59.1	54.4	59.4	89.7	36.1	38.9	31.6	171.2	51.8	53.8
135	7.4	28.1	15.1	8.7	10.0	7.8	11.6	2.2	11.6	6.7	7.3	9.0	10.5	32.4	33.0	32.4	27.1	32.4	34.0	0.0	32.4	0.0	33.4	32.4	24.6
136	7.1	16.3	20.9	6.9	44.7	11.6	6.3	3.6	18.7	15.7	4.2	10.4	13.9	0.0	27.3	0.0	18.4	52.3	34.1	0.0	23.6	23.4	28.8	24.9	26.8
137	13.3	18.8	16.2	9.9	11.7	14.8	11.2	8.3	3.4	6.5	18.2	10.5	11.9	26.8	27.7	34.9	12.8	104.2	18.3	0.0	27.3	27.3	32.9	40.4	0.4
138	4.4	9.8	16.1	3.6	6.8	2.6	5.6	7.1	10.2	9.6	26.8	10.5	9.4	84.8	4.5	27.3	21.5	18.9	43.3	21.5	21.2	0.0	18.4	0.0	29.5
139	27.1	14.7	1.6	0.4	1.6	14.2	6.8	14.2	17.0	4.0	22.2	5.3	10.8	163.5	43.3	42.7	21.5	21.5	0.0	0.0	0.0	18.1	21.5	0.0	21.5
140	0.6	0.7	19.1	3.9	43.8	13.5	4.3	14.1	18.3	11.1	24.6	0.8	12.9	94.4	36.1	18.3	32.1	119.1	25.3	12.0	7.9	25.8	36.4	23.8	34.6
141	1.9	23.5	6.4	7.5	2.9	11.5	14.6	25.9	11.5	12.5	17.1	12.6	12.3	9.9	0.0	12.8	14.2	0.0	0.0	14.2	0.0	0.0	11.5	0.0	9.9
142	6.8	17.8	9.7	0.1	13.9	5.4	13.7	2.7	4.2	3.1	2.7	5.4	7.1	40.0	46.6	24.1	27.1	57.8	16.0	16.0	0.0	22.5	15.1	0.0	16.0
143	14.4	6.5	2.1	28.7	9.4	6.3	8.7	11.7	14.7	9.3	7.8	3.7	10.3	18.6	13.6	29.9	0.0	19.1	76.9	13.5	0.0	19.1	11.6	21.0	13.6
144	0.2	0.1	4.5	17.7	3.1	17.7	16.0	11.2	20.0	17.7	18.7	15.3	11.8	126.3	91.5	31.0	12.0	17.8	30.6	5.5	15.3	15.4	59.0	135.7	11.7
145	21.2	15.0	3.4	3.4	16.2	14.8	0.4	13.1	8.7	0.8	15.0	57.8	14.1	14.9	14.2	14.5	16.0	0.0	0.0	11.4	11.8	16.1	13.5	0.2	14.7
146	3.9	24.2	13.0	12.6	17.0	28.1	9.5	0.4	8.1	2.3	16.9	16.1	12.7	80.0	37.8	36.4	0.0	51.0	0.0	19.8	20.2	0.0	20.2	40.3	20.0
147	11.1	16.1	4.6	22.9	14.5	14.6	24.2	23.6	34.0	2.1	9.6	3.3	15.1	31.8	10.8	29.1	16.3	30.7	16.3	4.2	0.0	83.4	15.6	175.1	0.0
148	15.9	15.8	9.2	10.4	26.8	4.1	13.2	2.5	2.9	2.9	17.1	21.1	11.8	20.5	26.5	31.8	20.2	41.2	12.9	20.2	0.0	44.3	0.0	24.1	40.3
149	28.5	0.4	9.0	5.5	1.2	7.7	0.5	10.6	17.1	11.7	10.9	10.2	9.4	157.2	79.1	44.0	35.9	97.5	80.9	20.3	0.0	15.8	17.1	0.0	23.9
150	0.9	29.1	11.1	24.3	14.3	18.3	1.7	0.6	10.5	20.0	11.2	12.3	12.9	54.1	122.7	50.7	53.3	80.9	51.8	27.1	27.1	30.9	40.7	264.2	53.7
151	23.0	16.1	21.4	6.6	15.8	14.3	2.2	4.3	17.5	2.9	13.9	16.1	12.8	41.2	20.5	20.5	20.2	56.8	20.5	0.0	20.2	0.0	55.6	40.3	20.2
152	3.6	2.9	22.5	3.6	4.8	23.8	7.1	5.9	13.1	7.1	1.1	1.9	8.1	40.7	20.2	38.7	20.2	31.2	125.3	0.0	20.2	0.0	0.0	60.0	20.2
153	12.1	55.6	30.6	5.1	27.2	1.4	17.5	0.6	3.0	1.0	6.7	1.6	13.5	24.2	228.1	48.8	23.9	0.0	23.9	23.9	23.9	0.0	16.9	24.3	57.1
154	17.3	38.5	12.0	1.5	18.5	0.7	28.5	32.0	4.0	8.4	8.4	7.1	14.7	15.6	117.5	32.4	24.2	66.9	24.2	23.9	0.0	24.2	0.0	0.0	13.3
155	23.9	24.5	42.0	13.0	0.4	10.0	0.5	9.8	2.2	18.9	8.7	0.9	12.9	63.5	36.7	79.0	24.1	16.1	64.1	33.9	0.0	24.2	47.9	40.8	48.3
156	4.8	10.2	17.1	4.0	35.5	32.5	11.1	4.8	22.1	4.8	10.0	4.8	13.5	0.0	23.9	27.9	6.6	48.8	23.6	23.9	0.0	24.2	0.0	37.8	0.0
157	31.4	59.0	13.0	13.0	7.2	33.0	7.3	13.0	7.3	8.3	40.2	8.2	20.1	41.2	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.1	56.8	19.5
158	19.7	2.3	7.3	37.4	6.5	32.2	7.6	2.9	19.4	17.4	3.4	7.5	13.6	43.3	119.8	21.5	97.1	30.9	99.4	21.5	0.5	21.5	37.8	24.7	21.5
159	18.2	39.6	1.2	1.2	6.4	22.9	1.2	22.7	23.7	1.2	1.2	1.2	11.7	0.0	102.3	0.0	0.0	22.0	0.1	0.0	0.0	6.2	0.0	0.0	0.0
160	36.6	10.2	25.2	14.1	12.9	7.9	14.1	8.3	20.8	28.8	14.1	24.5	18.1	206.2	25.2	53.3	0.0	56.4	26.8	0.0	26.8	27.3	26.4	0.0	27.3

Ton Nr	Mittlerer Pitch	Anteil an interpolierten Stützwerten des Musikers Nr												Summe der Anteile an
	P5 95 in cent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	interpolierten Stützwerten
81	37.4	0.39	0.17	0.00	0.00	0.06	0.04	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.20	0.87
82	55.5	0.12	0.00	0.11	0.00	0.07	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47
83	31.4	0.40	0.75	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	1.29
84	17.4	0.94	0.12	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.16
85	30.1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
86	24.5	0.00	0.00	0.62	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.65
87	21.7	0.00	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95
88	23.4	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.61
89	15.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.01	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.19
90	11.1	0.00	0.00	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.01
91	19.7	0.00	0.04	0.00	0.84	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.88
92	26.9	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.41	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54
93	27.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	1.05
94	30.6	0.00	0.00	0.00	0.14	0.39	0.00	0.02	0.00	0.16	0.00	0.00	0.00	0.71
95	43.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.36	0.56
96	38.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
97	46.0	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71	0.00	0.00	0.00	0.78
98	29.0	0.00	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	1.16
99	34.5	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.25	0.00	0.00	0.00	0.62
100	44.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37
101	45.8	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.11
102	43.6	0.00	0.00	0.93	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97
103	27.5	0.00	0.00	0.00	0.10	0.11	0.00	0.00	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00	1.16
104	43.5	0.03	0.00	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.68
105	28.1	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.02	0.00	0.00	0.23
106	78.7	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.07	0.01	0.00	0.03	0.15
107	32.3	0.00	0.00	0.08	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.34
108	32.1	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
109	40.0	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82
110	67.1	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.16	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13	0.45
111	38.1	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
112	35.9	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
113	39.7	0.10	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
114	51.2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
115	50.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.04	0.00	0.22
116	31.1	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.10
117	39.8	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
118	43.0	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.15
119	50.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	42.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
121	39.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
122	24.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.07	0.00	0.00	1.00	1.25
123	67.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.01	0.07	0.00	0.16
124	38.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.08	0.00	0.00	0.00	0.10
125	49.5	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.07
126	42.0	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.06	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.08
127	59.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.10	0.27
128	52.1	0.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.16
129	58.0	0.04	0.00	0.10	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00	0.45
130	63.4	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.24
131	50.9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.08	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
132	66.9	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.05	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.27
133	55.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
134	62.9	0.01	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.18	0.00	0.00	0.28
135	26.2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.09	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.19
136	21.6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05
137	29.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
138	24.2	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.21
139	29.5	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.24
140	38.8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.86
141	6.1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00
142	23.4	0.01	0.00	0.30	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38
143	19.7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
144	46.0	0.05	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	0.00	0.49
145	10.6	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	1.00	2.62
146	27.1	0.00	0.09	0.26	0.00	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50
147	34.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
148	23.5	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.36	0.00	0.70
149	47.6	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.26
150	71.4	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.35	0.60
151	26.3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29
152	31.4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
153	41.2	0.11	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16
154	28.5	0.00	0.05	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08
155	39.9	0.00	0.00	0.92	0.00	0.04	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	1.33
156	18.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
157	13.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.16
158	45.0	0.00	0.08	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.76
159	10.9	1.00	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.79
160	39.6	0.05	0.00	0.00	0.00	0.77	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82

- Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
- Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
- Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.1: Kennwerte für die untersuchten Töne der ersten Violinen

Ton Nr	Relative Tonhöhe (in cent) des Musikers Nr												Mittlere Tonhöhen
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	abweichung in cent
161	3 8	9 3	3 2	12 2	15 6	14 1	8 2	6 2	9 1	9 3	23 3	26 5	11 7
162	11 4	13 5	23 4	7 6	70 5	7 4	8 0	2 6	36 4	10 3	3 5	25 1	18 3
163	16 8	12 1	9 2	22 0	0 1	13 0	3 0	5 5	31 5	13 3	19 0	19 0	13 7
164	4 4	12 5	0 2	8 9	20 4	2 9	40 3	17 0	0 9	0 9	0 7	0 5	9 1
165	25 1	10 1	0 3	6 5	10 1	10 8	93 6	10 1	10 1	10 1	6 8	7 1	16 7
166	12 8	9 3	6 7	11 1	15 2	18 7	19 9	24 1	18 7	18 1	7 6	14 4	14 7
167	4 1	9 9	5 7	2 0	4 6	2 1	0 2	5 6	8 6	15 0	5 8	10 7	6 2
168	18 0	4 9	14 2	5 0	5 8	49 5	6 7	14 7	15 7	4 4	8 5	12 9	13 4
169	10 6	11 1	16 0	13 1	4 0	4 1	12 5	0 8	6 2	9 5	2 0	15 0	8 7
170	5 4	4 4	9 4	20 7	3 3	1 9	5 4	1 8	2 5	14 1	20 4	12 6	8 5
171	8 3	8 9	12 1	4 2	6 8	6 7	0 6	1 3	15 1	18 1	3 2	5 5	7 6
172	8 4	4 9	13 6	7 7	15 9	12 6	6 5	8 2	11 7	12 2	24 2	12 1	11 5
173	8 8	16 4	2 6	8 1	6 4	9 6	13 2	1 8	3 9	0 4	11 6	0 5	6 9
174	7 3	3 0	2 0	16 4	8 4	3 2	11 8	11 8	7 5	3 4	11 4	11 2	8 1
175	15 1	4 2	1 9	2 5	2 3	12 2	5 5	2 7	3 5	12 3	17 0	3 4	6 9
176	5 9	3 3	13 4	25 9	2 9	9 3	0 6	3 8	5 5	8 0	16 4	12 2	8 9
177	26 6	0 6	8 3	2 9	21 4	6 4	9 8	4 4	14 9	10 5	9 3	17 5	11 0
178	13 4	4 8	1 8	14 2	9 2	4 7	0 3	6 7	4 6	5 2	3 3	10 2	6 5
179	8 9	1 4	2 3	12 6	3 9	12 3	0 3	2 3	0 2	7 3	15 6	9 1	6 4
180	7 0	7 6	22 3	4 2	23 7	25 0	39 9	1 4	3 0	16 9	3 4	10 8	13 8
181	0 5	14 0	3 5	9 1	11 9	14 8	7 5	2 1	5 5	0 6	1 2	8 8	6 6
182	5 3	13 3	0 3	9 2	32 7	0 8	4 0	2 5	5 1	11 9	9 2	10 1	8 7
183	12 7	28 7	0 4	25 1	16 8	6 0	16 8	12 9	10 2	16 2	8 3	8 5	13 6
184	4 9	3 3	7 6	15 0	10 7	2 1	10 0	0 5	3 3	11 9	22 4	3 7	8 0
185	7 3	5 8	8 9	4 2	15 8	0 6	12 7	3 1	2 6	7 9	1 4	7 7	6 5
186	14 3	10 5	15 0	13 8	31 4	12 1	18 4	10 8	7 3	2 7	53 7	19 3	17 4
187	7 0	7 4	4 1	9 5	10 7	16 3	1 7	11 5	2 7	1 9	18 2	3 4	7 9
188	6 9	0 2	12 5	13 9	13 3	5 5	7 7	4 0	12 9	3 0	4 9	10 4	7 9
189	1 1	2 3	5 9	6 3	2 8	6 0	1 2	6 3	6 3	7 0	15 0	1 0	5 1
190	2 0	4 1	5 0	19 1	22 3	8 1	21 8	3 8	6 0	6 3	4 8	6 5	9 1
191	4 0	5 0	6 0	1 0	0 6	7 5	2 9	7 2	4 0	17 6	5 6	3 3	5 4
192	15 1	4 5	0 6	5 1	23 0	15 5	1 9	3 7	1 0	7 0	15 8	5 5	8 2
193	11 9	6 7	3 7	17 9	24 7	11 5	12 5	15 0	0 8	10 1	14 0	8 7	11 4
194	23 1	19 8	1 7	4 1	5 6	3 7	2 9	4 4	3 9	4 9	4 1	10 4	7 4
195	6 6	3 0	10 2	6 8	13 0	0 5	3 2	5 7	6 2	5 3	1 7	0 0	5 2
196	8 0	7 0	8 1	6 5	24 8	10 9	0 6	3 6	0 3	19 5	2 1	9 7	8 4
197	4 9	4 0	3 0	8 8	8 3	0 7	1 5	0 2	3 6	14 8	1 5	4 0	4 6
198	13 3	1 0	40 0	10 5	3 0	23 5	24 3	1 1	0 9	11 4	11 3	10 8	12 6
199	7 3	7 9	8 6	1 3	6 7	5 2	2 9	15 6	18 0	2 2	4 7	14 2	7 9
200	10 2	17 2	16 2	2 8	19 0	16 2	3 0	19 4	5 6	8 2	0 1	11 2	10 8
201	18 4	10 4	32 4	8 1	21 3	3 5	1 7	18 1	6 5	12 9	4 0	1 9	11 6
202	7 8	11 8	12 3	3 2	8 6	2 8	12 1	4 2	15 7	8 1	2 4	1 0	7 5
203	18 9	3 5	9 0	0 5	39 2	5 7	10 0	3 1	0 3	5 7	4 5	22 9	10 3
204	10 4	4 0	2 6	0 6	7 4	6 7	7 8	7 6	6 1	7 2	22 9	1 6	7 1
205	7 8	4 2	27 7	12 3	12 9	6 4	19 9	4 6	9 6	2 0	29 0	6 5	11 9
206	9 2	6 4	2 1	4 2	16 2	11 5	18 3	1 3	8 0	3 8	13 7	4 8	8 3
207	6 6	10 6	15 5	20 1	2 3	6 9	24 9	7 7	11 6	0 0	11 2	6 6	10 4
208	11 3	2 8	11 5	9 1	6 0	8 6	5 3	1 3	0 2	18 1	10 5	2 0	7 2
209	2 7	2 1	1 6	12 7	8 8	6 2	10 9	3 7	1 3	9 5	3 7	6 9	5 8
210	0 0	1 5	8 1	13 8	6 2	12 2	10 1	10 3	4 6	7 9	4 4	0 4	6 6
211	0 6	3 9	1 8	19 5	6 0	29 3	1 5	1 1	20 7	2 5	3 7	13 7	8 7
212	5 0	4 4	3 7	4 7	24 2	10 6	15 1	2 4	8 1	5 0	7 1	23 8	9 5
213	12 5	15 1	6 8	10 5	3 2	0 5	7 8	6 1	13 7	13 0	6 9	10 9	8 9
214	11 2	8 4	1 2	10 0	3 2	6 5	15 9	5 9	5 5	13 3	12 8	4 0	8 2
215	28 9	5 1	24 2	9 9	0 6	13 5	7 7	6 2	19 5	4 0	12 0	10 4	11 8
216	19 3	6 2	27 1	47 7	6 8	20 1	2 0	15 5	9 1	5 9	7 8	0 4	14 0
217	8 1	17 2	2 5	2 6	25 5	9 2	2 8	3 7	4 9	11 0	6 3	20 8	9 5
218	9 9	6 0	5 1	15 3	16 5	1 0	25 7	15 0	8 6	9 3	21 8	3 0	11 4
219	4 1	12 7	20 0	8 8	23 0	6 1	10 1	6 5	10 0	2 9	1 1	14 1	10 0
220	3 1	14 4	2 4	4 9	79 6	7 3	0 1	3 0	22 1	6 4	9 3	6 9	13 3
221	13 6	8 7	8 9	10 6	0 9	21 8	6 0	4 9	17 0	8 9	6 7	19 8	10 7
222	15 1	2 8	30 4	1 5	0 7	14 8	6 4	7 3	1 4	11 1	6 0	8 0	8 8
223	15 8	5 2	2 3	5 1	3 0	2 4	1 7	1 3	12 0	8 7	6 7	0 7	5 4
224	14 6	31 1	1 3	12 4	28 0	4 0	1 5	26 8	74 4	9 8	30 4	4 8	19 9
225	8 3	5 5	35 9	6 5	0 7	16 2	7 4	5 5	28 2	1 2	16 7	12 5	12 1
226	13 3	14 9	2 7	11 6	15 7	3 1	13 3	1 1	12 6	6 1	5 9	24 3	10 4
227	3 4	2 8	18 5	9 0	10 1	8 2	0 8	29 2	15 3	8 7	13 2	14 2	11 1
228	33 6	1 5	9 6	7 5	1 7	10 4	2 7	1 4	24 6	17 9	24 7	0 8	11 4
229	32 9	11 7	11 7	3 3	7 8	11 7	10 3	9 2	13 5	19 2	12 6	2 2	12 2
230	2 2	5 7	2 0	2 6	24 4	2 6	0 3	13 0	14 1	5 8	2 2	28 8	8 6
231	3 5	2 2	27 1	9 3	16 9	15 2	0 6	6 1	18 9	16 0	0 6	27 3	12 0
232	9 5	10 9	14 0	21 6	6 9	5 4	22 5	3 5	4 0	4 2	22 9	3 6	10 8
233	23 2	13 8	0 3	6 9	11 7	9 4	7 7	11 3	25 8	6 9	20 8	44 0	15 1
234	3 2	3 4	1 9	3 2	0 7	8 2	5 1	6 0	4 0	16 3	18 0	7 5	6 5
235	11 4	18 5	1 9	2 8	39 8	9 8	20 2	8 6	8 9	0 4	16 9	0 1	11 6
236	12 1	6 7	5 9	6 1	5 1	9 4	5 1	13 3	10 3	8 1	5 5	3 4	7 6

Ton Nr	Pitch P5 95 (in cent) des Musikers Nr												Mittlerer Pitch
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	P5 95 in cent
161	35 7	50 0	26 8	0 0	36 6	53 3	26 8	26 8	26 8	44 5	27 3	27 3	31 8
162	72 1	69 6	87 7	46 8	69 1	71 2	35 7	17 9	18 3	71 4	42 1	60 2	55 2
163	26 8	38 6	54 1	0 0	57 5	49 4	12 3	26 8	0 0	27 3	0 0	0 0	24 4
164	48 1	23 9	11 5	24 2	33 6	23 9	141 1	23 9	0 0	0 0	1 9	6 0	28 2
165	34 5	0 0	28 6	28 6	0 0	0 0	91 0	0 0	0 0	0 0	28 6	21 9	19 4
166	38 0	0 0	69 2	12 0	205 4	0 0	11 8	28 2	0 0	11 9	28 6	28 2	36 1
167	58 5	16 1	60 9	16 1	16 1	64 1	40 6	9 0	70 8	18 2	20 0	107 3	41 5
168	69 3	64 5	37 8	34 3	34 3	166 8	33 6	33 6	34 3	40 3	34 3	34 3	51 4
169	119 9	22 9	56 8	56 8	56 8	159 2	28 6	37 3	28 6	28 6	28 6	57 7	56 8
170	114 2	38 1	38 1	38 1	77 0	77 0	38 1	57 1	38 1	77 0	38 9	38 1	55 8
171	67 9	67 9	33 6	67 9	67 9	67 9	24 6	67 9	39 5	60 5	16 0	33 6	51 3
172	64 1	32 4	59 9	64 1	65 3	64 1	64 1	0 0	32 4	32 4	99 0	64 1	53 5
173	133 2	34 3	67 9	34 3	67 9	67 9	34 3	67 9	133 2	67 9	133 2	21 8	72 0
174	64 1	32 4	32 4	64 1	65 3	88 3	64 1	65 3	32 4	32 4	65 3	64 1	55 9
175	54 7	28 6	28 6	48 5	28 6	56 8	28 6	28 6	33 2	48 5	50 5	51 2	40 5
176	10 3	28 6	28 2	55 9	56 8	32 1	28 6	28 6	51 8	28 6	47 0	57 7	37 8
177	70 6	0 7	34 3	37 7	69 3	67 9	34 3	67 9	33 6	34 3	34 3	47 3	44 3
178	0 0	27 7	45 8	56 8	57 7	28 6	28 6	57 7	28 6	28 6	28 6	74 8	38 6
179	91 1	91 1	20 6	45 0	91 1	45 0	59 6	0 0	18 4	75 8	59 2	45 0	53 5
180	66 8	34 3	34 3	0 0	33 6	34 3	66 6	67 9	16 5	34 3	2 1	34 3	35 4
181	31 3	38 1	38 1	38 1	38 1	61 9	32 7	72 5	29 4	61 9	45 4	32 7	43 3
182	67 9	34 3	0 0	33 6	66 6	67 9	20 0	0 0	29 6	34 3	100 9	34 3	40 8
183	0 0	116 1	167 7	75 3	38 1	39 8	31 1	0 0	37 2	38 1	38 1	38 1	51 6
184	91 1	88 6	46 2	45 0	45 0	91 1	45 0	91 1	87 4	50 8	46 2	59 6	65 6
185	82 7	56 8	56 8	56 8	57 7	56 8	28 6	15 5	56 8	65 5	56 8	56 8	53 9
186	1 8	34 3	0 0	8 2	0 0	34 3	0 0	28 2	34 3	34 3	0 0	0 0	14 6
187	64 1	64 1	32 4	64 1	65 3	95 3	33 5	34 8	32 4	64 1	65 3	32 4	54 0
188	59 2	54 1	27 3	53 3	54 1	48 5	26 8	0 0	35 2	76 1	54 1	53 3	45 2
189	32 4	64 1	27 6	64 1	64 1	64 1	32 4	64 1	32 4	32 4	32 4	62 4	47 7
190	86 9	72 1	69 0	53 8	79 8	72 1	60 4	15 3	36 4	12 5	54 4	34 6	53 9
191	72 7	72 7	58 6	46 8	68 5	71 6	122 2	95 5	26 8	53 0	48 1	73 3	67 5
192	42 7	57 4	21 5	56 0	65 3	106 2	28 3	21 5	64 5	64 5	65 3	24 2	51 5
193	29 7	38 5	38 5	38 1	142 3	22 8	93 6	0 0	36 5	145 3	51 3	38 5	56 2
194	52 9	16 3	16 1	0 0	16 1	6 5	19 2	0 0	23 0	7 8	0 0	43 0	16 7
195	67 0	64 5	43 3	42 7	64 5	85 5	64 5	2 9	42 7	85 5	64 5	64 5	57 7
196	32 5	54 4	91 6	50 8	89 2	109 1	36 7	2 2	37 8	35 7	45 4	18 1	50 3
197	101 9	75 1	50 9	50 9	101 9	101 9	50 9	21 4	48 3	51 7	50 9	44 6	62 5
198	36 5	48 1	12 6	23 9	115 1	178 9	24 6	24 2	48 1	23 6	42 1	19 0	49 7
199	0 0	5 7	21 5	21 5	120 1	19 2	21 5	164 9	21 2	21 5	21 5	0 0	36 5
200	19 1	20 5	38 1	19 1	104 4	18 9	37 6	19 3	0 0	29 5	35 8	102 4	37 1
201	13 5	43 4	270 6	18 1	128 0	29 2	45 3	18 3	32 7	53 8	36 1	0 6	57 5
202	16 1	31 6	16 0	8 0	46 8	0 0	31 8	16 1	14 2	40 4	0 0	19 9	20 1
203	17 9	18 1	18 1	18 1	74 5	0 0	18 1	18 1	18 1	0 0	11 6	35 1	20 7
204	42 4	42 7	14 2	42 7	70 7	63 6	57 2	14 1	28 4	57 2	37 4	64 1	44 6
205	78 0	47 0	159 5	31 8	63 5	76 1	37 7	0 0	32 1	37 7	46 1	63 5	56 1
206	61 4	51 3	32 7	38 3	63 4	63 4	51 7	20 8	48 6	50 9	38 6	20 6	45 1
207	27 1	14 2	19 0	28 4	14 4	28 6	14 6	12 3	39 5	14 4	35 9	32 6	23 4
208	35 9	35 8	36 4	48 1	72 5	74 3	72 7	12 1	36 2	52 1	41 1	21 0	44 8
209	12 8	12 8	12 8	51 7	63 4	12 8	12 9	0 0	25 5	44 9	12 8	28 4	24 2
210	10 7	10 7	21 5	34 9	39 4	64 1	10 8	10 7	19 9	0 0	26 2	10 7	21 6
211	12 7	14 5	25 5	12 9	38 1	151 3	24 3	0 0	33 6	12 7	12 8	3 3	28 5
212	4 1	0 0	9 4	0 0	28 8	24 2	12 1	12 1	107 5	5 8	5 9	0 0	17 5
213	71 7	32 4	21 5	43 6	64 1	64 1	53 6	10 7	40 7	42 5	53 6	23 9	43 5
214	33 4	0 0	21 6	12 0	48 1	48 3	2 1	12 1	24 2	36 7	17 1	22 9	23 2
215	13 0	10 1	14 6	12 7	14 7	12 9	11 3	0 0	0 0	12 8	58 2	45 4	17 1
216	14 4	27 5	137 8	175 5	0 0	14 4	14 2	14 4	14 1	9 9	7 1	23 3	37 7
217	80 5	50 1	79 8	64 1	81 3	79 8	64 1	16 1	64 0	71 0	47 9	35 3	61 2
218	1 6	14 4	14 4	14 2	156 7	14 4	14 1	14 2	38 6	9 9	14 5	9 8	26 4
219	16 1	38 0	96 5	28 2	114 9	0 0	16 0	0 0	16 0	20 4	16 1	31 8	32 8
220	4 2	17 1	21 9	23 5	48 8	17 1	28 2	4 1	42 4	17 1	17 1	44 1	23 8
221	16 4	51 7	25 3	43 5	31 8	38 6	32 8	63 7	4 4	15 7	35 0	94 5	37 8
222	34 3	53 9	26 0	51 8	33 8	68 6	33 9	17 1	33 9	50 7	51 2	17 1	39 4
223	0 0	45 4	30 1	60 3	35 6	49 7	24 7	37 0	42 9	38 3	60 8	45 4	39 2
224	24 5	25 6	16 5	25 1	110 1	32 9	29 2	12 8	77 3	25 3	0 0	12 6	32 7
225	15 3	30 4	89 6	32 8	38 6	45 0	15 3	23 2	15 4	15 1	112 4	103 7	44 7
226	0 0	15 1	20 2	20 2	20 5	39 6	0 0	20 2	33 8	20 2	12 7	41 2	20 3
227	25 6	25 6	55 6	24 9	25 3	65 6	30 8	4 8	155 4	25 6	25 6	25 3	40 9
228	40 8	0 0	35 8	25 1	45 6	68 8	24 2	20 7	0 0	25 7	8 7	22 6	26 5
229	189 1	20 5	34 8	40 3	40 3	40 3	11 9	13 2	39 8	20 5	40 3	99 0	49 1
230	11 3	19 1	26 1	19 1	18 9	38 5	58 0	78 7	28 0	19 3	19 1	99 0	36 3
231	99 0	20 2	34 0	20 2	20 0	0 0	32 1	37 4	20 0	15 6	39 5	82 5	35 0
232	18 1	47 9	25 9	50 2	33 9	55 9	17 2	3 5	33 9	17 1	87 1	138 8	44 1
233	36 3	20 5	24 4	39 3	40 3	22 3	3 9	16 8	29 6	14 3	20 5	58 1	27 2
234	38 5	15 1	80 4	45 4	45 4	33 9	30 4	30 4	24 6	39 3	15 0	20 6	34 9
235	17 1	28 3	13 0	16 9	78 6	68 6	13 1	16 9	23 8	16 9	39 4	37 7	30 8
236	20 6	43 8	0 0	32 1	82 4	45 0	33 8	17 4	6 8	46 3	33 8	43 1	33 8

Ton Nr	Anteil an interpolierten Stützwerten des Musikers Nr												Summe der Anteile an
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	interpolierten Stützwerten
161	0 00	0 00	0 00	0 00	0 12	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 13
162	0 00	0 00	0 14	0 00	0 44	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 58
163	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00	0 62	1 62
164	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 49	0 00	0 00	0 00	0 13	0 40	1 03
165	0 71	0 00	0 13	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 84
166	0 11	0 00	0 00	0 00	0 08	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 19
167	0 00	0 05	0 00	0 00	0 32	0 00	0 05	0 00	0 02	0 01	0 00	0 00	0 45
168	0 00	0 11	0 05	0 00	0 00	0 46	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 63
169	0 09	0 00	0 00	0 00	0 00	0 10	0 02	0 07	0 00	0 01	0 00	0 08	0 37
170	0 00	0 00	0 02	0 04	0 00	0 00	0 00	0 11	0 16	0 00	0 00	0 00	0 34
171	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 12	0 04	0 23
172	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04
173	0 00	0 00	0 08	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 11
174	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 03	0 00	0 06
175	0 31	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 82	0 00	0 00	0 00	1 13
176	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 07	0 00	0 00	0 00	0 08
177	0 48	0 00	0 13	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 61
178	0 00	0 39	0 16	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07	0 20	0 00	0 13	0 00	0 95
179	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 10	0 01	0 10	0 03	0 27
180	0 32	0 00	0 00	0 00	0 00	0 12	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 44
181	0 03	0 00	0 26	0 00	0 41	0 05	0 00	0 12	0 00	0 00	0 00	0 00	0 87
182	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
183	0 00	0 23	0 11	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 06	0 00	0 00	0 00	0 43
184	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 11	0 15
185	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
186	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 06	0 00	0 00	1 06
187	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 34	0 00	0 03	0 00	0 01	0 00	0 39
188	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 04	0 00	0 15	0 05	0 00	0 01	0 27
189	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 14	0 00	0 06	0 00	0 00	0 00	0 20
190	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 13	0 00	0 00	0 00	0 00	0 12	0 25
191	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 06
192	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 02	0 04
193	0 02	0 02	0 00	0 00	0 06	0 00	0 01	0 00	0 00	0 05	0 01	0 01	0 19
194	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 03
195	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 15	0 00	0 18
196	0 27	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 08	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 36
197	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 02	0 00	0 00	0 00	0 01	0 10	0 14
198	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 27	0 28
199	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02
200	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 19	0 05	0 24
201	0 00	0 00	0 01	0 00	0 06	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 06	0 13
202	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 02
203	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 09	0 00	0 01	0 00	0 00	0 02	0 12
204	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 24	0 00	0 00	0 00	0 00	0 11	0 35
205	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 11	0 00	0 00	0 00	0 00	0 11	0 22
206	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 27	0 27
207	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 04	0 05
208	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 39	0 39
209	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 23	0 05	0 00	0 24	0 51
210	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 06
211	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 58	0 58
212	0 11	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	1 00	1 14
213	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 57	0 61
214	0 00	0 00	0 62	0 00	0 00	0 18	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 81
215	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 25	0 26
216	0 00	0 59	0 12	0 05	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 78
217	0 00	0 00	0 03	0 06	0 00	0 00	0 09	0 00	0 13	0 00	0 00	0 01	0 32
218	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 03
219	0 00	0 00	0 14	0 56	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 71
220	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 06
221	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 12	0 02	0 16	0 00	0 31
222	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02
223	0 71	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 14	0 00	0 00	0 86
224	0 00	0 00	0 02	0 00	0 22	0 25	0 00	0 00	0 63	0 00	0 00	0 00	1 11
225	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 08	0 02	0 30	0 42
226	0 00	0 00	0 12	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 34	0 00	0 00	0 00	0 46
227	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 85	0 17	0 00	0 00	0 00	1 01
228	0 06	0 00	0 08	0 00	0 00	0 00	0 00	0 14	0 87	0 01	0 00	0 00	1 16
229	0 05	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 08	0 01	0 00	0 00	0 14
230	0 00	0 00	0 07	0 00	0 38	0 00	0 00	0 00	0 46	0 00	0 00	0 00	0 91
231	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 13	0 00	0 04	0 00	0 02	0 20	0 39
232	0 00	0 06	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 08	0 15
233	0 00	0 00	0 00	0 00	0 19	0 00	0 00	0 00	0 29	0 00	0 00	0 43	0 92
234	0 05	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 36	0 00	0 60	0 00	1 06
235	0 00	0 30	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 30	0 00	0 00	0 00	0 59
236	0 04	0 00	0 05	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 24	0 00	0 00	0 02	0 35

- Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
- Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
- Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.2: Kennwerte für die untersuchten Töne der zweiten Violinen

Ton Nr	Tondauer	Lautheit	Lautheit (in dB) des Musikers Nr									Mittlere Tonhöhe	Lokalisierung des Tons			Taktart	Ist volle	Ist schwere	Relative Onset Zeit (in s) des Musikers Nr									Mittlere Onset Zeit	Anzahl nicht
	in s	in dB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	in MIDI Skala	Satz	Takt	Taktzeit		Zählzeit	Zählzeit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	abweichung in s	erkannter Onsets
1	0 822	57 3	51 6	59 8	59 2	63 4	58 1	64 2	58 6	55 3	60 2	60 2	1	27	4	4	1	0	0 004	0 031	0 054	0 009	0 012	0 057	0 005	0 029	0 034	0 026	0
2	1 133	54 4	48 6	58 5	59 2	60 2	54 4	60 4	51 5	55 9	58 4	65 2	1	28	1	4	1	1										0 000	9
3	0 508	54 9	49 2	59 1	57 5	63 6	55 5	67 0	53 6	53 4	58 7	65 2	1	28	3	4	1	1	0 013	0 017		0 082	0 065	0 015	0 033	0 076	0 028	0 037	1
4	0 677	53 6	48 2	56 2	57 1	58 4	54 4	61 0	51 9	54 2	54 5	65 3	1	28	4	4	1	0	0 047	0 036	0 005	0 023	0 076		0 031	0 075	0 034	0 036	1
5	0 532	53 4	47 0	56 6	53 7	59 0	54 5	56 7	54 4	57 4	56 3	67 2	1	29	1	4	1	1										0 000	9
6	0 268	54 9	49 5	55 1	57 0	60 9	56 1	61 5	55 5	55 0	55 6	65 2	1	29	2	4	1	0	0 014	0 007	0 052	0 014	0 038		0 022	0 098	0 018	0 029	1
7	0 267	53 6	48 7	56 5	51 9	58 0	54 5	61 4	53 4	53 4	56 8	64 4	1	29	2 5	4	0	0	0 007	0 056				0 017				0 009	6
8	0 815	57 2	53 1	57 3	56 1	63 0	61 7	61 9	55 5	57 3	58 8	62 2	1	29	3	4	1	1	0 025	0 041	0 045	0 012	0 010	0 019	0 012	0 030	0 028	0 025	0
9	0 568	57 8	56 7	57 5	61 1	66 6	57 8	61 9	54 2	57 1	56 8	60 2	1	30	3	4	1	1	0 026	0 018	0 010	0 011	0 021	0 035	0 022	0 030	0 028	0 022	0
10	0 302	56 6	52 7	56 2	64 8	64 2	57 7	65 5	52 9	55 8	58 5	58 2	1	30	4	4	1	0										0 000	9
11	0 351	55 2	51 0	56 3	60 7	60 2	55 9	63 3	54 5	52 1	56 5	60 3	1	30	4 5	4	0	0	0 011	0 013	0 029	0 030	0 012	0 032	0 029	0 011		0 019	1
12	0 569	57 1	52 8	56 8	61 8	60 6	62 0	59 2	54 8	59 1	56 1	62 2	1	31	1	4	1	1	0 049	0 017	0 001	0 008	0 016	0 074	0 002	0 005	0 041	0 024	0
13	0 333	60 2	54 9	57 4	61 7	69 9	66 0	68 5	58 3	68 2	61 1	60 2	1	31	2	4	1	0	0 024	0 024	0 006	0 001	0 032	0 064	0 019	0 016	0 088	0 031	0
14	0 319	57 6	54 3	53 7	59 9	71 5	62 1	72 6	54 9	60 3	57 6	58 0	1	31	2 5	4	0	0	0 037	0 022	0 000	0 001	0 017	0 065	0 013	0 012	0 040	0 023	0
15	0 488	60 1	56 0	58 5	62 2	71 4	63 7	70 0	57 2	60 8	59 8	57 2	1	31	3	4	1	1	0 020	0 010	0 002	0 022	0 071	0 062	0 023	0 059	0 057	0 036	0
16	1 210	58 6	55 4	58 9	59 1	64 7	59 8	60 4	56 3	60 8	58 4	60 2	1	31	4	4	1	0										0 000	9
17	0 325	57 6	52 8	58 0	61 1	66 9	56 7	65 6	57 8	56 4	58 9	58 2	1	32	2	4	1	0	0 067	0 050	0 087	0 001	0 038	0 010	0 024	0 009	0 024	0 034	0
18	0 304	55 8	54 9	56 1	58 0	67 5	55 7	63 6	54 7	51 2	56 7	60 3	1	32	2 5	4	0	0	0 058	0 034		0 023	0 043		0 038	0 011	0 037	0 027	2
19	0 634	56 8	53 4	55 2	60 6	68 5	58 6	62 1	56 1	57 0	54 2	58 1	1	32	3	4	1	1	0 072	0 047	0 067	0 014	0 034	0 005	0 025	0 029	0 012	0 034	0
20	0 734	58 3	52 8	56 8	63 7	71 2	63 2	69 1	59 6	56 7	57 9	57 2	1	32	4	4	1	0	0 075	0 069	0 071		0 033	0 041	0 063	0 045	0 044	0 049	1
21	0 385	59 7	51 2	63 7	66 1	69 3	67 8	66 6	69 8	63 2	69 6	58 1	1	95	4 5	4	0	0										0 000	9
22	0 268	60 5	52 7	60 3	64 7	72 5	67 6	67 4	68 7	62 4	66 6	60 1	1	96	1	4	1	1	0 028	0 028	0 017	0 086	0 038	0 045	0 017	0 037	0 034	0 037	0
23	0 296	59 6	53 4	58 8	62 2	67 9	63 5	61 4	61 9	63 9	60 7	65 2	1	96	2 5	4	0	0	0 004	0 074	0 055	0 036	0 006	0 034	0 041	0 017	0 032	0 033	0
24	0 293	55 0	47 7	53 2	56 6	60 0	62 0	63 0	59 1	64 1	61 8	70 3	1	96	4	4	1	0										0 000	9
25	0 353	52 4	46 7	54 2	56 1	56 8	55 6	51 1	52 4	55 6	55 2	77 1	1	97	2	4	1	0	0 088	0 026	0 028	0 034	0 045	0 035	0 025	0 073	0 034	0 043	0
26	0 281	50 3	43 4	51 4	54 9	56 8	55 9	53 5	49 9	56 5	52 2	79 2	1	97	2 5	4	0	0	0 022	0 004	0 032	0 013	0 034	0 021	0 001	0 045	0 008	0 020	0
27	0 301	46 6	39 8	46 1	50 6	51 4	51 7	49 0	48 6	52 1	48 8	82 1	1	97	3 5	4	0	0										0 000	9
28	0 293	48 7	42 6	49 5	50 9	53 3	51 4	51 6	47 9	51 1	53 5	84 1	1	97	4	4	1	0	0 015	0 018	0 039	0 006	0 006	0 002	0 047	0 026	0 002	0 018	0
29	0 319	47 8	42 4	45 9	48 6	55 6	52 6	50 5	49 4	49 4	48 7	86 3	1	97	4 5	4	0	0	0 006	0 027	0 026	0 038	0 004	0 025	0 019	0 001	0 021	0 019	0
30	0 317	50 6	43 9	50 6	55 3	61 1	49 6	55 7	53 1	53 4	57 9	72 3	1	98	2 5	4	0	0	0 015	0 034	0 007	0 052	0 045	0 001	0 016	0 019	0 015	0 023	0
31	0 294	53 6	48 8	50 5	55 7	57 5	59 9	57 2	52 4	55 2	60 3	72 3	1	98	4 5	4	0	0	0 041	0 033	0 001	0 050		0 006	0 047	0 020	0 009	0 023	1
32	0 309	53 6	46 4	55 5	57 5	58 6	57 6	63 2	52 2	58 0	62 5	70 2	1	99	1	4	1	1	0 024	0 040	0 006	0 017	0 046	0 011	0 002	0 023	0 015	0 020	0
33	0 308	52 4	44 1	54 8	60 0	63 1	58 4	62 7	55 5	55 8	62 2	72 2	1	99	1 5	4	0	0	0 053	0 036	0 025	0 066	0 054	0 069	0 005	0 025	0 003	0 037	0
34	0 350	52 0	44 3	54 2	53 9	57 1	54 2	59 6	55 7	57 1	63 0	69 2	1	99	2	4	1	0	0 004	0 053	0 045	0 058	0 019	0 046	0 023	0 026	0 023	0 033	0
35	0 285	54 4	48 7	58 7	53 1	59 8	54 7	57 4	53 6	57 2	61 5	72 2	1	99	2 5	4	0	0	0 014	0 024	0 015	0 035	0 027	0 015	0 008	0 016	0 020	0 019	0
36	0 321	55 1	48 0	56 6	60 6	61 6	59 0	57 2	54 7	61 2	59 9	67 2	1	99	3	4	1	1	0 079	0 039		0 035	0 013	0 088	0 015	0 049	0 045	0 040	1
37	0 290	54 1	46 4	59 6	58 5	60 8	56 2	58 1	57 7	57 2	60 4	72 3	1	99	3 5	4	0	0	0 025	0 026	0 005		0 071	0 028	0 016	0 026	0 051	0 028	1
38	0 261	55 4	47 9	56 7	59 8	60 6	59 4	59 5	58 5	57 1	62 8	69 2	1	99	4	4	1	0	0 045	0 004	0 017	0 045	0 041	0 039	0 025	0 011	0 066	0 033	0
39	0 327	56 3	51 4	55 1	57 3	62 6	54 8	61 2	56 1	63 8	58 4	67 1	1	99	4 5	4	0	0	0 033	0 007	0 017	0 030	0 065	0 027	0 018	0 036	0 065	0 033	0
40	0 279	57 6	50 6	57 9	58 6	64 6	61 0	61 2	61 8	60 8	62 9	66 3	1	100	1	4	1	1	0 014	0 049	0 002		0 037	0 020	0 009	0 026	0 074	0 026	1
41	0 351	55 8	49 7	54 6	56 5	61 5	56 7	57 7	59 0	61 9	60 2	69 3	1	100	1 5	4	0	0	0 064	0 024	0 025	0 021	0 013	0 020	0 009	0 007		0 020	1
42	0 323	54 5	48 6	53 7	57 1	61 0	57 8	57 5	55 4	57 6	55 3	67 2	1	100	2	4	1	0	0 070	0 012	0 029	0 015	0 028	0 027	0 015	0 062	0 104	0 040	0
43	0 309	53 5	48 1	51 8	56 9	58 9	58 5	55 3	54 7	55 0	54 7	70 2	1	100	2 5	4	0	0		0 025	0 063	0 044	0 044	0 054	0 077	0 088	0 030	0 047	1
44	0 322	51 8	46 0	51 3	51 4	59 1	52 4	56 9	54 1	53 1	58 6	69 3	1	100	3	4	1	1	0 089		0 003	0 010	0 011	0 003	0 023	0 091	0 030	0 029	1
45	0 348	50 5	42 7	53 8	53 4	56 4	55 2	56 7	57 5	53 8	54 8	75 2	1	100	3 5	4	0	0	0 085	0 020	0 019	0 088	0 055	0 022	0 036	0 007	0 012	0 038	0
46	0 282	51 3	46 2	51 7	51 7	55 5	51 6	52 3	53 1	54 8	53 4	74 3	1	100	4	4	1	0	0 045	0 067	0 046	0 102	0 011	0 003	0 008	0 046	0 009	0 038	0
47	0 277	52 3	46 7	51 5	56 1	53 5	53 7	56 1	53 1	53 7	57 8	72 3	1	100	4 5	4	0	0	0 058	0 036	0 016	0 048	0 040	0 004	0 008	0 027	0 085	0 036	0
48	0 321	78 8	70 7	82 3	84 7	90 7	88 4	82 0	79 5	87 4	84 3	60 1	1	138	1 5	4	0	0	0 052		0 127		0 031	0 036	0 059	0 029	0 078	0 046	2
49	0 323	66 4	62 4	63 8	70 6	70 7	73 0	72 3	64 4	77 0	64 1	74 2	1	138	3 5	4	0	0	0 051	0 032	0 035	0 044		0 059	0 021		0 030	0 030	2
50	0 278	69 0	64 7	66 6	75 8	69 0	69 6	68 6	71 6	73 3	71 7	75 1	1	138	4	4	1	0										0 000	9
51	0 361	64 8	60 1	65 4	71 3	66 9	67 6	62 0	65 9	68 0	66 6	75 2	1	139	3 5	4	0	0										0 000	9
52	0 306	72 4	67 0	70 5	74 7	74 9	72 4	72 6	74 1	81 5	82 1	60 2	1	140	2	4	1	0	0 035	0 061	0 042	0 045	0 019	0 022	0 055	0 005		0 032	1
53	0 335	69 1	62 9	72 4	74 8	71 5	71 5	73 3	71 6	67 2	72 8	72 2	1	140	4	4	1	0	0 076	0 069	0 097			0 043	0 050	0 002		0 037	3
54	0 369	77 7	71 3	78 0	80 4	81 6	77 9	78 4	88 3	81 3	81 6	55 1	1	141	1 5	4	0	0	0 116	0 027		0 052	0 082	0 045	0 055	0 002	0 020	0 044	1
55	0 317	64 2	59 4	66 5	70 8	70 8	65 7	70 4	66 5	59 8	65 5	72 1	1	141	3 5	4	0	0	0 093	0 035	0 003		0 109	0 081	0 022	0 001	0 062	0 045	1
56	0 326	63 5	60 0	60 4	70 1	71 4	66 1	68 0	61 9	66 5	62 1	74 2	1	141	4 5	4	0	0	0 048	0 010		0 009		0 125	0 063	0 003	0 008	0 030	2
57	0 399	63 2	56 1	62 5	63 9	75 3	67 9	73 0	68 6	63 3	70 7	78 2	1	142	1	4	1	1	0 105	0 085		0 076	0 048	0 056	0 023	0 013	0 096	0 056	1
58	0 379	64 7	60 1	58 5	73 4	75 6	72 2	68 4	72 8	67 3	67 9	74 2	1	142	1 5	4	0	0	0 090	0 109		0 059	0 043	0 067	0 022	0 018	0 112	0 058	1
59	0 330	62 9	59 8	57 8	64 9	74 7	65 1	66 9	67 1	64 7	62 7	73 4	1	142	2	4	1	0		0 092	0 076		0 001		0 031	0 014		0 024	4
60	0 303	60 8	56 6	57 3	65 4	70 2	64 6	61 3	65 0	62 3	60 2	74 2	1	142	2 5	4	0	0										0 000	9
61	0 314	60 3	58 2	57 2	61 2	69 0	61 4	60 9	61 1	64 0	58 8	73 4	1	142	3	4	1	1										0 000	9
62	0 332	59 8	57 1	56 6	66 3	63 9	65 5	60 1	57 6	66 9	58 4	74 2	1	142	3 5	4	0	0	0 038	0 040		0 093			0 003	0 012		0 021	4
63	0 315	62 8	57 8	62 5	71 7	66 8	63 8	64 3	62 1	66 3	62 3	72 2	1	142	4	4	1	0										0 000	9
64	0 294	63 6	58 3	60 8	70 9	68 2	65 9	69 2	63 6	72 1	62 5	74 2	1	142	4 5	4	0	0	0 058	0 030	0 064	0 034	0 000	0 004	0 084	0 025	0 045	0 038	0
65	0 336	59 3	50 9	62 0	71 0	69 9	64 1	63 7	67 8	68 3	63 3	70 2	1	143	2 5	4	0	0										0 000	9
66	0 382	65 6	62 1	73 3	71 4	68 5	61 1	76 9	68 6	65 6	64 2	72 3	1	143	3	4	1	1	0 020	0 071	0 023	0 034	0 018	0 003	0 019	0 036	0 031	0 028	0
67	0 433	62 2	56 4	61 0	68 1	67 3	66 8	62 8	65 3	63 1	62 6	69 2	1	143	3 5	4	0	0	0 040	0 091	0 021	0 007	0 053	0 023	0 028	0 038	0 037	0 038	0
68	0 421	61 3	55 2	58 5	72 6	70 4	70 0	61 6	65 2	65 4	61 2	70 2	1	143	4	4	1	0	0 050	0 102		0 037		0 002	0 027	0 038		0 028	3
69	0 382	62 0	56 7	58 5	63 9	69 9	68 9	65 8	63 7	64 7	63 0	72 2	1	143	4 5	4	0	0	0 029	0 095	0 017	0 016		0 017	0 029	0 011	0 066	0 031	1
70	4 154	65 4	59 5	65 8	69 3	71 0	70 8	67 3	67 2	64 2	67 1	72 2	1	144	1	4	1	1										0 000	9
71	1 754	83 7	79 8	86 2	83 6	91 3	87 1	86 1	82 5	81 2	85 8	63 2	2	176	1	3	1	1										0 000	9
72	0 966	80 9	80 0	83 5	83 1	88 0	85 2	84 6	78 2	77 0	79 8	64 2	2	176	3	3	1	0										0 000	9
73	1 035	81 7	77 3	85 6	82 1	88 0	88 5	88 4	79 1	80 2	81 6	63 2	2	177	1	3	1	1	0 076	0 011	0 030	0 028	0 094	0 036	0 053	0 141	0 070	0 060	0
74	0 963	78 3	72 3	82 0	81 7	88 5	83 4	77 1	79 6	80 1	77 8	58 2	2	177	2	3	1	0						0 158		0 002	0 084	0 027	6
75	2 104	79 6	73 3	80 2	84 1	86 7	83 6	82 3	81 4	80 3	79 9	63 1	2	177	3	3	1	0	0 086	0 061	0 069		0 046	0 063			0 066	0 044	3
76	0 593	78 3	73 2	72 6	82 1	88 8	80 6	81 6	85 3	89 3	83 8	61 3	2	178	2	3	1	0	0 102	0 089	0 014	0 068	0 044	0 065				0 042	3
77	1 013	83 6	79 7	80 5	84 5	92 5	85 6	87 6	83 9	84 1	84 9	59 1	2	179	2	3	1	0	0 090		0 034		0 054	0 000	0 037	0 056	0 026	0 033	2
78	0 528	72 9	66 9	71 4	75 7	79 9	77 0	73 7	76 4	72 8	79 7	66 1	2	180	3	3	1	0	0 013	0 030	0 033	0 109	0 038	0 073	0 000	0 025	0 023	0 038	0
79	1 014	71 4	65 4	68 5	74 8	74 6	77 9	76 2	79 3	76 6	71 3	66 2	2	181	1 5	3	0	0										0 000	9
80	0 610	69 8	64 4	69 5	74 8	76 4	74 9	69 4	69 9	73 0	69 3	67 2	2	181	3 5	3	0	0										0 000	9

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.2: Kennwerte für die untersuchten Töne der zweiten Violinen

Ton Nr	Tondauer	Lautheit	Lautheit (in dB) des Musikers Nr									Mittlere Tonhöhe	Lokalisierung des Tons			Taktart	Ist volle	Ist schwere	Relative Onset Zeit (in s) des Musikers Nr									Mittlere Onset Zeit	Anzahl nicht
	in s	in dB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	in MIDI Skala	Satz	Takt	Taktzeit		Zählzeit	Zählzeit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	abweichung in s	erkannter Onsets
81	0 954	67 0	65 2	65 9	74 1	68 5	66 3	66 5	68 9	67 0	65 6	75 2	2	182	1 5	3	0	0		0 103		0 008	0 109	0 097	0 053	0 055	0 019	0 049	2
82	0 998	67 5	66 3	64 1	73 1	71 3	69 8	71 6	67 8	66 1	65 9	75 2	2	182	2 5	3	0	0										0 000	9
83	0 520	69 1	65 0	65 0	69 4	72 3	80 9	68 1	72 5	73 4	73 9	76 1	2	182	3 5	3	0	0	0 010	0 052	0 074			0 032		0 071	0 071	0 034	3
84	0 553	64 3	60 5	62 0	67 1	71 5	69 5	63 6	64 9	65 1	64 5	76 2	2	183	2	3	1	0	0 016	0 006			0 051	0 015	0 023	0 024	0 029	0 018	2
85	0 550	65 9	62 9	62 8	70 2	71 0	66 6	66 8	67 5	68 2	64 4	75 3	2	183	2 5	3	0	0	0 019		0 113	0 008	0 070	0 009	0 033	0 023	0 032	0 034	1
86	0 544	70 1	70 9	66 9	69 3	74 1	70 7	69 3	75 4	74 1	67 8	73 3	2	183	3	3	1	0	0 043	0 024	0 015	0 036	0 074	0 056	0 095	0 002	0 006	0 039	0
87	0 548	73 4	71 7	66 9	76 3	78 4	75 2	77 2	77 1	81 7	75 5	71 2	2	183	3 5	3	0	0	0 007	0 020	0 020	0 002	0 030	0 054	0 019	0 027	0 033	0 024	0
88	1 859	76 0	75 0	76 4	78 4	83 0	80 0	75 1	80 3	74 5	71 7	64 1	3	70	4	4	1	0										0 000	9
89	1 182	77 6	75 0	78 9	80 9	88 5	79 9	78 6	80 8	77 8	72 7	61 2	3	71	4	4	1	0	0 048	0 034	0 073	0 025	0 008	0 119	0 025	0 007	0 033	0 041	0
90	1 473	75 2	75 0	80 6	79 3	86 1	80 3	78 8	77 9	69 3	72 1	68 0	3	72	3	4	1	1										0 000	9
91	0 549	68 4	59 8	74 8	82 5	83 3	73 1	69 7	80 2	79 2	75 8	66 3	3	78	3	4	1	1	0 084	0 007	0 149			0 038	0 030	0 049		0 040	3
92	0 560	66 0	57 8	69 4	76 2	79 1	72 4	66 7	75 2	69 8	71 9	68 3	3	78	3 5	4	0	0	0 025	0 076	0 162	0 014	0 071	0 040	0 115	0 073		0 064	1
93	0 730	69 7	63 1	69 0	73 6	78 6	73 6	73 6	74 0	70 0	71 1	69 1	3	78	4	4	1	0	0 070		0 123	0 032	0 073	0 118	0 112	0 059		0 065	2
94	1 074	73 8	67 9	69 7	77 1	86 5	84 5	73 9	81 0	79 9	77 2	71 2	3	78	4 5	4	0	0	0 061	0 070		0 013	0 089	0 104	0 101	0 167	0 086	0 077	1
95	1 800	58 7	52 4	62 3	61 0	65 8	59 9	62 3	58 5	63 0	59 5	73 2	3	80	1	4	1	1										0 000	9
96	1 760	55 6	49 4	57 3	56 1	59 8	57 9	59 1	57 2	58 4	57 6	69 0	3	81	1	4	1	1			0 028	0 049	0 009		0 012		0 117	0 024	4
97	1 688	69 1	65 7	69 3	75 6	77 8	72 2	65 7	75 9	71 0	66 2	61 1	3	86	4	4	1	0	0 009	0 015		0 063	0 011		0 085	0 027		0 023	3
98	1 391	68 1	63 3	67 7	73 4	75 9	69 7	71 4	71 8	67 2	66 1	61 1	3	87	2	4	1	0	0 061	0 033	0 081	0 061	0 032	0 012	0 090	0 014	0 080	0 051	0
99	0 848	64 9	56 8	67 8	78 7	75 3	77 2	72 4	73 0	69 1	64 2	66 0	3	87	4	4	1	0	0 058		0 068		0 030	0 037	0 097		0 073	0 040	3
100	1 360	64 8	60 0	63 6	69 5	71 0	63 3	64 5	75 0	69 3	63 9	64 1	3	88	4	4	1	0		0 105		0 045	0 053	0 013	0 015	0 057	0 148	0 048	2
101	1 360	62 9	55 4	65 8	69 8	73 9	68 0	67 6	69 6	63 4	64 2	64 1	3	89	2	4	1	0	0 005	0 021	0 100	0 044	0 028	0 049	0 045	0 060	0 069	0 047	0
102	1 329	67 8	63 8	65 3	72 6	80 1	68 1	67 8	71 3	69 5	67 0	62 1	3	90	1	4	1	1	0 064	0 008			0 078	0 061	0 079	0 007	0 041	0 038	2
103	0 142	43 9	42 0	36 9	47 9	50 6	46 0	53 2	59 3	61 1	43 6	81 3	4	5	1	4	1	1	0 033	0 033	0 011	0 014	0 030	0 000	0 020	0 000	0 047	0 021	0
104	0 124	49 2	50 4	48 7	53 7	54 1	44 1	61 2	46 7	54 7	49 1	79 2	4	5	1 75	4	0	0		0 031	0 014		0 006		0 016	0 028	0 006	0 011	3
105	0 144	43 9	43 1	37 3	47 3	54 4	44 0	52 9	47 5	59 6	43 5	78 4	4	5	2	4	1	0	0 008	0 054	0 014	0 090	0 003	0 017	0 006	0 018	0 011	0 025	0
106	0 095	48 1	44 0	56 8	50 5	45 6	50 8	55 4	50 3	48 4	46 0	76 2	4	5	2 75	4	0	0	0 032	0 045	0 011	0 005	0 035	0 029	0 000		0 002	0 018	1
107	0 142	39 4	34 8	34 6	46 2	51 3	35 8	51 4	51 7	52 7	43 7	78 3	4	5	3	4	1	1	0 016	0 037	0 013	0 002	0 025	0 044	0 000	0 015	0 012	0 018	0
108	0 159	50 5	45 0	45 2	53 0	59 0	56 1	69 4	61 0	53 2	53 7	74 2	4	5	4	4	1	0	0 005	0 029	0 007	0 005	0 003	0 058	0 002	0 014	0 021	0 016	0
109	0 144	45 6	39 2	41 7	51 3	51 4	51 7	51 4	53 5	49 5	48 8	74 2	4	6	1	4	1	1										0 000	9
110	0 150	50 9	49 5	43 2	56 2	58 4	53 8	71 0	59 5	57 8	55 8	71 2	4	6	2	4	1	0	0 030	0 010	0 010	0 008	0 020		0 052	0 006	0 013	0 017	1
111	0 145	53 5	49 5	50 6	58 5	57 2	51 6	66 6	54 3	59 6	52 9	67 2	4	6	3	4	1	1	0 016	0 030	0 001	0 031	0 019	0 035		0 005	0 011	0 016	1
112	0 141	52 2	54 9	45 5	51 7	58 8	53 4	57 4	59 7	57 4	52 5	69 2	4	6	4	4	1	0										0 000	9
113	0 114	56 4	52 1	53 3	63 3	58 4	59 1	66 3	56 4	57 5	56 5	67 1	4	6	4 5	4	0	0	0 020	0 004	0 028	0 017	0 027	0 010	0 004	0 026	0 006	0 016	0
114	0 190	53 5	49 7	49 1	58 0	57 8	57 5	57 2	60 4	56 9	51 1	66 3	4	7	1	4	1	1	0 009	0 019	0 017	0 017	0 023	0 004		0 008	0 009	0 012	1
115	0 109	54 1	50 2	53 3	72 0	57 9	55 3	61 8	49 4	55 9	57 8	69 2	4	7	1 75	4	0	0	0 094	0 011		0 003	0 018	0 001	0 019	0 024	0 041	0 024	1
116	0 158	57 0	53 4	53 8	60 7	59 1	59 5	63 2	56 7	56 6	58 7	68 3	4	7	2	4	1	0		0 009	0 037	0 018	0 006	0 017	0 023	0 006	0 005	0 013	1
117	0 106	51 4	44 4	47 0	66 2	61 1	61 6	59 5	56 9	53 9	60 3	69 2	4	7	2 75	4	0	0	0 012	0 020		0 028	0 015	0 004	0 012		0 020	0 012	2
118	0 172	47 6	43 9	45 0	48 0	51 3	53 9	48 0	48 7	50 6	47 2	73 2	4	7	3	4	1	1	0 005	0 011	0 023	0 010	0 007	0 012	0 009	0 013	0 011	0 011	0
119	0 105	47 9	45 5	48 2	54 3	56 9	45 9	54 6	46 9	48 1	45 1	74 1	4	7	3 75	4	0	0	0 000	0 021	0 017	0 043	0 005	0 025	0 040		0 052	0 023	1
120	0 108	47 6	46 7	45 5	45 0	54 6	46 4	52 8	45 5	54 3	49 2	73 4	4	7	4	4	1	0	0 012	0 006	0 016	0 022	0 009		0 035			0 011	3
121	0 171	47 4	47 8	45 6	46 3	48 2	46 5	47 8	45 7	51 2	50 3	73 3	4	8	1	4	1	1	0 018	0 014	0 003	0 027	0 009	0 022	0 047	0 010	0 042	0 021	0
122	0 168	55 8	51 1	55 0	59 7	60 1	54 6	64 2	55 5	60 0	55 2	69 3	4	8	2	4	1	0		0 000	0 013	0 029	0 032	0 000	0 008	0 020	0 021	0 013	1
123	0 113	56 0	53 1	54 4	60 1	58 0	54 3	59 9	55 0	56 0	59 4	68 2	4	8	2 75	4	0	0	0 027	0 014	0 032	0 005	0 023	0 010	0 010	0 000	0 057	0 020	0
124	0 227	56 2	55 0	52 0	59 0	58 9	58 6	57 8	57 3	56 8	56 0	66 2	4	8	3	4	1	1										0 000	9
125	0 426	55 0	50 7	52 0	56 0	59 6	54 5	64 7	57 6	56 0	58 2	61 3	4	10	1	4	1	1	0 028	0 029	0 005	0 024	0 020	0 031	0 008	0 026	0 061	0 026	0
126	0 142	55 8	53 3	55 2	56 8	56 4	58 3	61 2	56 9	52 6	57 4	58 2	4	10	2 5	4	0	0	0 010	0 052	0 006		0 004	0 039	0 011	0 016	0 015	0 017	1
127	0 264	54 9	54 3	50 3	56 2	59 6	56 8	58 3	60 4	54 1	53 8	59 2	4	10	3	4	1	1	0 036	0 024	0 011	0 089	0 008	0 028	0 027	0 070	0 028	0 036	0
128	0 216	54 8	51 7	50 9	57 9	62 1	54 7	68 0	55 0	56 4	54 4	62 1	4	10	4	4	1	0	0 031	0 011	0 021	0 015	0 019	0 022	0 012	0 048	0 012	0 021	0
129	0 175	48 2	41 7	44 0	58 2	57 4	49 9	58 1	53 4	52 0	54 0	69 2	4	11	2	4	1	0	0 057	0 021	0 012	0 030	0 002	0 009	0 001	0 024	0 007	0 018	0
130	0 164	49 5	47 5	45 3	60 4	56 2	46 0	51 8	49 5	55 7	53 0	71 3	4	11	2 5	4	0	0	0 022	0 016	0 003	0 023	0 037	0 011	0 028	0 030	0 002	0 019	0
131	0 150	50 7	48 1	49 0	49 7	55 1	49 4	57 7	48 1	56 4	55 0	73 3	4	11	3	4	1	1	0 028	0 004	0 005	0 011		0 023	0 015	0 048	0 023	0 017	1
132	0 176	47 2	43 4	44 3	51 4	49 4	48 7	61 2	47 5	50 0	45 3	76 3	4	11	4	4	1	0	0 017	0 010	0 034	0 005	0 034	0 031	0 015	0 034	0 016	0 022	0
133	0 085	52 4	47 2	48 0	59 7	54 3	55 5	56 3	54 3	56 9	59 1	71 2	4	12	2 5	4	0	0	0 012	0 037	0 002	0 055	0 004	0 028	0 006	0 028	0 001	0 019	0
134	0 348	52 0	48 7	48 3	59 4	56 4	52 4	53 1	51 1	56 1	54 3	71 2	4	12	3	4	1	1	0 036	0 020	0 005	0 040	0 001	0 021	0 012		0 019	0 017	1
135	0 144	43 4	42 4	37 4	45 0	54 2	41 2	52 7	46 3	53 5	44 9	78 3	4	131	2	4	1	0	0 008	0 007	0 050		0 028	0 009	0 044			0 016	3
136	0 142	41 3	36 5	38 7	45 5	46 8	40 5	44 0	50 3	43 0	41 4	78 1	4	131	3	4	1	1	0 026	0 009	0 020	0 042	0 015	0 016	0 005	0 011	0 001	0 016	0
137	0 139	49 7	45 7	44 6	53 3	56 5	50 9	63 7	56 7	52 8	49 1	74 2	4	131	4	4	1	0	0 027	0 002	0 040	0 034	0 005	0 025	0 006	0 017	0 006	0 018	0
138	0 146	45 8	40 5	43 4	50 8	50 4	46 8	50 2	49 9	48 0	45 5	74 2	4	132	1	4	1	1										0 000	9
139	0 159	66 7	68 5	64 9	68 3	70 3	66 8	70 6	70 9	69 3	61 3	62 1	4	133	1	4	1	1	0 012	0 000	0 002	0 067	0 014	0 010	0 055	0 019	0 022	0 022	0
140	0 157	72 9	70 0	70 1	83 4	74 3	71 2	81 6	78 1	75 1	70 4	64 3	4	133	2	4	1	0	0 006	0 036		0 028	0 008	0 035	0 027	0 033	0 015	0 021	1
141	0 098	72 0	65 3	75 8	78 4	76 0	77 1	72 3	74 0	74 6	72 4	61 9	4	133	2 75	4	0	0										0 000	9
142	0 161	74 0	69 8	72 7	76 1	78 7	75 4	71 2	76 5	77 5	78 4	61 1	4	133	3	4	1	1	0 001	0 021	0 017		0 011	0 003		0 043	0 048	0 016	2
143	0 305	47 7	44 8	44 5	46 0	55 3	49 4	50 3	51 9	48 9	48 6	73 3	6	25	2	3	1	0			0 062	0 047	0 008	0 026	0 027	0 032	0 031	0 026	2
144	0 298	49 5	44 6	45 0	50 2	56 1	55 5	52 7	52 2	55 0	52 9	72 5	6	25	2 33	3	0	0	0 064			0 041			0 005	0 029	0 002	0 016	4
145	0 298	49 1	46 6	45 3	50 0	52 2	52 8	53 3	50 5	49 1	48 7	70 3	6	25	2 66	3	0	0	0 057	0 010	0 050		0 043	0 015	0 001	0 025	0 012	0 024	1
146	0 591	51 8	48 2	49 1	54 8	56 9	55 1	54 5	52 2	51 5	51 6	72 4	6	25	3	3	1	0										0 000	9
147	0 320	52 3	50 9	47 3	55 5	58 1	57 5	60 8	52 1	52 0	51 3	70 3	6	25	3 66	3	0	0	0 011	0 020	0 005	0 018	0 014	0 007	0 014	0 007	0 043	0 015	0
148	1 227	54 0	47 4	54 7	58 6	60 4	57 2	61 0	53 0	57 6	56 8	68 2	6	26	1	3	1	1	0 048	0 016		0 001	0 023	0 030	0 001	0 084	0 034	0 026	1
149	0 541	51 2	47 0	49 9	56 0	54 0	52 1	55 1	51 0	52 2	50 6	75 3	6	27	2	3	1	0	0 037	0 014	0 026	0 031	0 034	0 002	0 004		0 022	0 019	1
150	0 220	48 8	50 6	45 0	49 5	57 1	50 5	56 2	47 3	46 3	49 5	73 2	6	27	2 66	3	0	0	0 032	0 009	0 012	0 042	0 007	0 006	0 041	0 032	0 009	0 021	0
151	0 300	49 1	46 9	45 0	49 2	57 6	52 5	53 9	49 2	49 8	48 5	73 2	6	27	3	3	1	0										0 000	9
152	0 282	52 5	47 5	48 4	55 5	60 5	57 9	63 3	52 0	53 5	56 4	72 5	6	27	3 33	3	0	0	0 004	0 059		0 053			0 011			0 014	5
153	0 288	49 4	47 6	46 3	52 3	55 0	50 6	57 0	45 7	50 7	51 2	70 2	6	27	3 66	3	0	0	0 009	0 023	0 005		0 032	0 040	0 008	0 022	0 040	0 020	1
154	0 913	49 9	46 2	47 6	56 4	52 6	51 9	51 8	47 7	51 8	51 9	75 2	6	28	1	3	1	1										0 000	9
155	0 349	48 7	44 0	44 1	54 6	58 8	55 6	59 0	53 5	47 8	48 9	77 2	6	28	3	3	1	0	0 046		0 006		0 052	0 000	0 048	0 011	0 003	0 018	2
156	0 314	45 0	46 6	40 4	49 2	54 5	45 5	48 6	47 3	41 2	47 6	77 3	6	28	3 66	3	0	0										0 000	9
157	0 300	49 4	43 7	45 9	54 4	57 7	48 9	54 5	52 7	54 4	53 1	75 3	6	29	2 33	3	0	0		0 016	0 042	0 065	0 020	0 030	0 091	0 056	0 011	0 037	1
158	0 281	48 1	46 8	46 0	47 0	58 6	52 0	56 9	50 8	46 4	44 9	73 2	6	29	2 66	3	0	0	0 056	0 036	0 009	0 054	0 006	0 005	0 045	0 014	0 027	0 028	0
159	0 302	48 9	42 7	46 9	53 7	56 7	55 5	49 3	53 1	49 7	52 2	72 3	6	29	3	3	1	0	0 018	0 056		0 026	0 041	0 042	0 041	0 003	0 002	0 025	1
160	0 300	51 9	46 9	51 1	53 1	59 7	59 3	58 0	48 8	56 6	51 9	70 2	6	29	3 33	3	0	0										0 000	9

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.2: Kennwerte für die untersuchten Töne der zweiten Violinen

Ton Nr	Tondauer	Lautheit	Lautheit (in dB) des Musikers Nr									Mittlere Tonhöhe	Lokalisierung des Tons			Taktart	Ist volle	Ist schwere	Relative Onset Zeit (in s) des Musikers Nr									Mittlere Onset Zeit	Anzahl nicht
	in s	in dB	1	2	3	4	5	6	7	8	9	in MIDI Skala	Satz	Takt	Taktzeit		Zählzeit	Zählzeit	1	2	3	4	5	6	7	8	9	abweichung in s	erkannter Onsets
161	0 307	48 6	45 6	47 1	48 9	56 8	56 2	56 2	50 3	44 2	50 3	72 3	6	29	3 66	3	0	0	0 013	0 041	0 012	0 003		0 011	0 048	0 012	0 019	0 018	1
162	0 864	53 1	47 6	53 9	56 2	58 3	55 5	55 2	53 1	54 0	53 9	68 3	6	30	1	3	1	1	0 010	0 056	0 039	0 010	0 030	0 006	0 030	0 034	0 012	0 025	0
163	0 858	53 9	47 8	56 1	61 6	63 7	57 0	59 5	54 9	52 8	53 3	70 2	6	30	2	3	1	0	0 031		0 015	0 081	0 033	0 038	0 012	0 002	0 055	0 030	1
164	0 581	55 2	49 5	51 5	60 1	63 5	61 3	62 1	56 7	56 5	57 2	66 2	6	30	3	3	1	0	0 046	0 022	0 015	0 054	0 029		0 026	0 021	0 025	0 027	1
165	0 283	54 8	53 3	53 3	59 1	57 1	53 0	62 1	55 2	53 1	54 2	68 3	6	30	3 66	3	0	0	0 054	0 036	0 032	0 005	0 016	0 050	0 019	0 034	0 025	0 030	0
166	0 597	55 5	52 8	52 7	59 5	59 9	58 7	59 5	54 8	55 6	53 7	65 3	6	31	1	3	1	1	0 008	0 030	0 040	0 019	0 007	0 009	0 022	0 019	0 003	0 017	0
167	0 345	55 3	51 4	53 7	56 5	66 3	57 2	57 8	57 5	53 8	55 1	66 3	6	31	1 66	3	0	0	0 007	0 007	0 036	0 039	0 013	0 033	0 012	0 020	0 008	0 019	0
168	0 288	55 0	51 5	52 7	57 9	65 2	60 0	56 3	57 1	53 7	53 6	63 2	6	31	2	3	1	0	0 004	0 021	0 029	0 034	0 027	0 040	0 006	0 001	0 028	0 021	0
169	0 241	54 4	49 5	51 8	55 3	63 1	60 1	58 3	56 2	59 1	53 1	66 3	6	31	2 33	3	0	0										0 000	9
170	0 310	54 7	53 4	49 9	59 1	63 5	56 9	57 9	54 5	56 5	53 4	65 4	6	31	2 66	3	0	0	0 001	0 009	0 014	0 015	0 012	0 035	0 008	0 004	0 035	0 015	0
171	0 547	56 3	55 8	51 8	61 0	61 0	57 0	57 8	57 2	58 2	55 2	63 1	6	31	3	3	1	0	0 010	0 002	0 009	0 018	0 001	0 005	0 014	0 002	0 029	0 010	0
172	0 822	71 5	65 0	73 6	76 2	81 2	75 2	69 5	82 1	74 5	72 4	63 2	6	105	2	3	1	0	0 056	0 067	0 019			0 046		0 102	0 049	0 038	3
173	1 202	72 6	66 9	70 6	77 5	82 4	77 4	72 4	82 1	72 2	73 6	66 1	6	105	3	3	1	0	0 021	0 028			0 042	0 073	0 038	0 011	0 018	0 026	2
174	0 247	74 2	69 3	70 5	76 8	80 8	73 4	81 3	86 0	75 7	76 1	65 2	6	106	1 5	3	0	0	0 016		0 006	0 024	0 016	0 043		0 026	0 051	0 020	2
175	0 241	73 4	70 5	67 6	74 6	79 2	77 1	77 6	89 1	74 5	75 1	63 1	6	106	1 75	3	0	0	0 009	0 019	0 004	0 018	0 039	0 049		0 034	0 048	0 024	1
176	0 451	76 2	72 3	79 0	77 5	83 9	74 7	81 8	78 8	74 1	75 4	61 1	6	106	2	3	1	0	0 001	0 039	0 017	0 022	0 044	0 014	0 004	0 065	0 037	0 027	0
177	0 472	72 1	67 2	73 2	74 9	81 0	71 2	74 3	82 0	69 0	74 4	65 1	6	106	2 5	3	0	0	0 042	0 015	0 017	0 006	0 008	0 006	0 084	0 001	0 019	0 022	0
178	0 430	67 8	62 5	72 8	71 4	73 9	69 7	66 9	73 6	66 3	67 2	68 2	6	106	3	3	1	0										0 000	9
179	0 467	71 6	68 1	74 5	73 2	81 4	70 3	76 3	76 1	70 8	68 1	73 2	6	106	3 5	3	0	0	0 029	0 061	0 060	0 026	0 011	0 068	0 006	0 025	0 021	0 034	0
180	1 780	70 3	65 0	69 5	74 9	75 9	70 2	70 4	76 3	74 9	69 9	68 1	6	107	1	3	1	1		0 061			0 044	0 050		0 001	0 033	0 021	4
181	0 427	69 2	64 3	68 6	73 9	78 9	69 8	67 3	74 2	73 6	68 1	66 3	6	107	3	3	1	0	0 026	0 063	0 017	0 127	0 076	0 087	0 052	0 046	0 060	0 061	0
182	0 463	69 4	65 4	64 7	75 2	77 9	73 1	72 2	71 2	72 9	69 3	70 1	6	107	3 5	3	0	0	0 000	0 041	0 110	0 008	0 043	0 041	0 025	0 012	0 032	0 035	0
183	0 403	72 7	66 7	76 9	77 3	77 2	71 4	90 6	78 2	73 3	71 3	65 2	6	108	1	3	1	1	0 008	0 006	0 085	0 056	0 067	0 061	0 019	0 003	0 004	0 034	0
184	0 475	72 8	68 3	72 7	80 3	81 9	74 8	72 7	78 7	73 5	69 8	61 2	6	108	1 5	3	0	0	0 012	0 014		0 093	0 063	0 026	0 052	0 010	0 048	0 035	1
185	0 472	72 3	68 3	69 5	77 9	77 3	72 5	71 7	78 1	77 0	71 5	63 3	6	108	2	3	1	0	0 013	0 019	0 091	0 021	0 004	0 122	0 026	0 005	0 038	0 038	0
186	0 380	74 6	69 5	75 3	75 4	76 8	72 3	78 5	78 0	82 8	75 8	66 2	6	108	2 5	3	0	0	0 047	0 013	0 055	0 052	0 083	0 038	0 001	0 008	0 029	0 036	0
187	0 869	83 4	79 4	79 5	85 3	85 6	84 5	86 4	92 1	84 2	86 8	56 1	6	108	3	3	1	0				0 037		0 024		0 031		0 010	6
188	0 695	68 8	60 3	70 0	78 7	83 5	77 6	72 0	81 5	76 3	76 3	63 1	6	111	1	3	1	1										0 000	9
189	0 766	67 8	60 5	65 0	78 9	80 8	71 9	70 2	74 6	75 5	74 1	65 1	6	111	2	3	1	0	0 058	0 040		0 019	0 012	0 000	0 110	0 011	0 030	0 031	1
190	1 340	70 1	64 3	67 6	78 9	79 6	70 8	70 7	77 1	75 2	70 9	68 2	6	111	3	3	1	0	0 019	0 047	0 110	0 047	0 062	0 053			0 024	0 040	2
191	0 254	71 0	65 0	68 0	78 4	81 1	77 4	68 3	78 9	77 7	76 7	66 2	6	112	1 5	3	0	0	0 035	0 020	0 032	0 026	0 053	0 023	0 066	0 018	0 031	0 034	0
192	0 254	70 9	68 7	66 3	76 7	80 2	72 5	72 4	74 7	75 4	67 9	65 3	6	112	1 75	3	0	0	0 048	0 036		0 026		0 053	0 081		0 029	0 030	3
193	0 417	74 2	69 6	75 3	78 1	84 1	73 6	72 3	78 3	77 1	73 3	63 1	6	112	2	3	1	0	0 056	0 024	0 040		0 020	0 007	0 068	0 003	0 017	0 026	1
194	0 422	67 9	64 4	71 0	74 4	76 7	68 6	69 3	73 5	65 7	64 2	66 3	6	112	2 5	3	0	0	0 015	0 105			0 011	0 021	0 024	0 034	0 048	0 029	2
195	0 473	67 8	64 6	64 6	74 7	76 5	67 0	69 3	71 3	68 3	66 8	75 2	6	112	3 5	3	0	0	0 035	0 022	0 073	0 010	0 007	0 016	0 057	0 017	0 014	0 028	0
196	0 448	71 0	66 4	72 6	75 0	78 0	71 2	67 6	78 8	76 4	70 6	68 2	6	113	3	3	1	0	0 093	0 055	0 032		0 059	0 037	0 020	0 093	0 078	0 052	1
197	0 469	69 8	65 8	66 7	71 5	72 9	69 9	73 9	72 8	72 0	70 7	71 3	6	113	3 5	3	0	0	0 047	0 021	0 014	0 039	0 038	0 017	0 031	0 053	0 015	0 031	0
198	0 451	73 5	67 8	76 5	75 2	79 1	82 2	88 1	75 4	70 3	73 7	66 2	6	114	1	3	1	1	0 029	0 050	0 049	0 001	0 003	0 047	0 058	0 025	0 031	0 033	0
199	0 500	72 6	68 8	70 1	76 8	75 9	75 2	82 5	79 5	72 4	69 6	63 2	6	114	1 5	3	0	0	0 010	0 029			0 044			0 058	0 083	0 025	4
200	0 448	70 9	69 7	69 4	76 2	73 1	69 6	71 1	74 2	75 6	67 4	65 2	6	114	2	3	1	0	0 023	0 013	0 009	0 033	0 006	0 011	0 008	0 032	0 019	0 017	0
201	0 490	72 7	70 5	78 3	76 9	72 7	66 9	76 8	76 5	76 2	75 5	68 1	6	114	2 5	3	0	0	0 022	0 044	0 012	0 011	0 013	0 036	0 025	0 013	0 011	0 021	0
202	0 848	80 6	81 3	82 1	83 1	88 1	81 7	81 1	85 1	74 4	83 7	58 1	6	114	3	3	1	0				0 050	0 024	0 051		0 015	0 055	0 022	4

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.2: Kennwerte für die untersuchten Töne der zweiten Violinen

Ton Nr	Relative Tonhöhe (in cent) des Musikers Nr									Mittlere Tonhöhen	Pitch P5 95 (in cent) des Musikers Nr									Mittlerer Pitch	Anteil an interpolierten Stützwerten des Musikers Nr									Summe der Anteile an
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	abweichung in cent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	P5 95 in cent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	interpolierten Stützwerten
1	0 9	6 3	13 8	10 1	0 1	3 8	30 9	17 5	11 2	10 5	57 1	57 4	75 3	38 3	38 1	125 8	38 7	56 5	71 5	62 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
2	8 3	12 8	6 5	0 5	8 8	6 8	15 8	1 6	19 0	8 9	63 4	75 6	63 9	23 2	49 3	77 0	64 4	63 9	50 6	59 0	0 00	0 00	0 09	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 09
3	6 2	1 4	13 8	27 5	11 4	9 9	9 7	7 9	1 7	9 9	71 0	50 9	77 0	50 4	51 3	24 5	63 4	88 3	25 5	55 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 04	0 00	0 00	0 00	0 08
4	1 9	12 2	14 2	5 1	8 4	1 4	7 1	1 8	3 0	6 1	63 9	47 6	77 0	61 7	64 4	55 3	50 9	31 9	12 8	51 7	0 01	0 00	0 00	0 01	0 00	0 36	0 00	0 00	0 00	0 38
5	12 5	4 0	4 5	0 4	1 7	16 7	5 9	12 8	21 0	8 8	41 9	29 7	52 8	53 1	51 7	116 1	42 7	86 6	67 7	60 3	0 00	0 00	0 00	0 10	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 12
6	6 0	5 8	13 8	7 0	4 8	1 8	1 5	18 8	14 3	8 2	35 8	48 3	75 3	38 1	101 1	107 0	50 9	174 7	12 7	71 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 12	0 09	0 00	0 21
7	6 4	22 1	19 5	9 5	13 9	1 0	4 0	19 3	14 1	12 2	12 2	24 0	24 6	12 1	12 2	12 1	12 1	98 3	13 0	24 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
8	8 1	5 9	8 5	5 5	7 5	1 1	8 6	27 5	4 5	8 6	64 5	43 0	64 5	49 9	64 1	42 7	43 0	31 8	38 1	49 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 09	0 00	0 00	0 00	0 00	0 09
9	4 7	2 8	19 0	13 0	16 1	7 3	11 2	1 0	17 3	10 3	57 1	27 9	69 3	50 5	48 2	48 0	60 7	76 5	47 4	54 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
10	4 9	9 9	8 2	28 7	10 7	12 2	26 7	13 5	43 6	17 6	17 1	8 5	14 1	25 9	8 5	27 0	17 3	28 9	25 3	19 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 04
11	10 3	6 9	12 3	18 4	16 3	4 2	4 3	3 1	22 9	11 0	19 2	9 9	19 0	28 9	19 3	9 5	19 2	19 1	47 2	21 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
12	7 0	5 6	1 2	15 7	9 1	12 0	13 0	16 4	9 6	10 0	43 0	21 4	42 2	21 6	43 0	50 9	53 9	63 3	62 9	44 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
13	10 8	2 6	10 3	3 1	16 0	8 5	12 8	50 5	25 1	15 5	31 4	16 2	9 6	38 3	54 4	199 6	19 2	39 6	178 2	65 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 02
14	10 6	2 9	25 3	12 6	7 3	12 2	16 7	18 6	38 8	16 1	23 4	16 8	21 4	12 2	72 6	140 5	13 0	21 3	24 7	38 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 03	0 00	0 00	0 00	0 03
15	13 0	3 8	1 5	3 6	12 7	7 3	2 0	7 8	11 2	7 0	31 5	8 0	56 0	62 9	12 9	155 9	16 0	182 3	73 4	66 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 10	0 00	0 13
16	1 8	2 1	8 7	4 0	15 3	3 7	3 3	8 5	3 8	5 7	57 1	47 7	47 6	41 4	37 8	58 7	38 3	70 4	47 7	49 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 02
17	5 2	1 0	13 9	1 7	7 0	2 0	12 3	6 5	24 1	8 2	8 5	8 5	101 3	25 8	8 5	17 1	0 0	17 0	41 9	25 4	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04
18	7 3	11 4	2 9	7 5	6 9	13 7	6 0	3 8	6 3	7 3	60 8	36 7	38 1	12 1	19 2	19 2	19 2	38 1	42 8	31 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
19	8 8	13 7	0 2	3 0	4 7	0 3	15 6	1 0	4 6	5 8	33 5	21 0	64 2	50 1	53 7	21 3	32 5	69 1	14 1	40 0	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01
20	1 8	8 3	9 9	21 1	21 7	8 9	10 6	9 3	5 6	10 8	40 2	40 0	60 5	47 9	90 9	101 3	44 0	69 2	48 3	60 3	0 00	0 00	0 00	0 10	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 10
21	4 7	26 4	17 7	10 1	7 6	16 6	14 7	31 4	13 0	15 8	8 5	17 1	15 4	19 8	23 0	18 4	27 2	31 0	59 3	24 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
22	0 5	12 2	13 8	18 1	2 0	11 3	15 1	18 9	4 6	10 7	9 5	20 1	28 6	154 8	16 1	55 6	32 6	18 8	40 3	41 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
23	23 3	10 3	3 6	11 8	15 9	1 5	14 0	2 5	2 5	9 5	11 0	122 5	12 8	24 4	103 5	19 3	22 9	11 5	12 8	37 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 15	0 06	0 00	0 11	0 18	0 50
24	11 5	11 2	2 2	3 2	18 1	26 2	4 5	0 8	23 3	11 2	0 0	0 0	16 5	130 0	69 2	136 3	17 1	33 3	75 8	53 1	0 00	0 00	0 00	0 03	0 09	0 11	0 00	0 01	0 00	0 23
25	1 9	6 6	20 0	4 8	1 8	3 9	4 9	21 4	4 2	7 7	158 2	25 3	25 6	25 3	25 3	19 4	7 3	18 0	43 8	38 7	0 01	0 00	0 00	0 25	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 26
26	10 1	6 0	11 3	4 6	25 5	3 2	17 0	19 2	18 2	12 8	28 5	28 6	0 0	28 6	29 1	28 6	0 0	23 8	17 7	20 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
27	17 4	22 4	10 7	3 9	3 7	9 9	22 2	5 1	1 5	10 7	66 6	34 3	32 2	0 0	67 9	0 0	13 4	102 4	27 8	38 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 98	0 00	0 00	0 98
28	17 0	21 9	8 2	11 6	5 7	7 9	10 1	7 1	16 5	11 8	0 0	15 6	38 1	38 1	38 1	38 1	38 1	38 1	3 6	27 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 02	0 07
29	32 1	11 0	10 1	10 1	26 9	13 8	10 1	11 4	7 5	14 8	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	31 8	0 0	5 6	42 7	8 9	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00
30	1 0	0 8	15 7	16 4	7 2	2 8	7 2	3 1	19 8	8 2	19 1	19 1	19 3	18 9	0 0	23 0	0 0	19 1	18 9	15 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 74	0 00	0 00	0 00	0 74
31	5 7	12 8	28 1	2 3	30 0	2 5	7 6	1 7	7 9	10 9	38 5	0 0	36 7	19 1	3 3	37 4	13 1	19 1	17 0	20 5	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00
32	9 2	3 7	6 9	5 7	19 8	27 0	14 2	2 8	10 9	11 1	17 1	10 9	51 2	16 9	17 2	114 9	0 0	0 0	32 6	29 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07	0 00	0 00	0 00	0 07
33	6 0	9 9	9 2	8 4	6 7	19 9	2 7	3 1	0 0	7 3	19 1	11 9	38 5	29 7	38 5	42 8	19 1	19 1	19 1	26 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
34	7 4	2 2	3 2	12 2	2 0	11 8	3 6	7 8	11 5	6 9	0 0	62 9	16 1	32 4	16 1	17 2	16 1	1 0	57 8	24 4	0 00	0 04	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04
35	13 3	6 6	3 1	6 5	14 9	30 5	29 9	29 8	5 2	15 6	19 3	19 1	19 1	19 3	19 3	147 4	1 3	48 4	19 1	34 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
36	9 3	32 2	7 7	2 0	12 0	3 0	25 8	12 0	9 6	12 6	14 4	8 6	43 1	22 2	23 2	0 0	0 0	14 2	56 8	20 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 26	0 20	0 00	0 00	0 00	0 46
37	6 7	2 3	5 6	27 0	18 4	1 4	5 1	11 1	6 0	9 3	6 9	19 1	38 5	15 2	19 3	19 1	19 1	18 0	32 4	20 9	0 00	0 00	0 00	0 81	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 81
38	7 5	1 7	8 5	5 3	6 2	11 8	8 7	9 1	11 7	7 8	0 0	16 1	0 0	32 1	48 3	16 3	32 4	12 7	40 9	22 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
39	3 8	17 1	5 3	7 3	1 2	0 5	10 3	18 0	4 6	7 6	0 0	11 1	18 5	17 9	14 2	93 3	0 0	64 1	6 6	25 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 03
40	11 3	14 4	3 9	6 2	1 9	10 3	11 6	4 9	26 0	10 1	145 2	29 4	54 1	39 6	52 6	8 9	26 5	13 5	13 4	42 6	0 04	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04
41	37 7	8 9	5 3	7 9	8 6	19 2	6 0	39 9	4 0	15 3	169 6	10 0	14 9	12 0	22 1	31 8	15 4	27 8	29 8	37 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 00	0 00	0 00	0 06
42	19 9	11 5	6 6	5 0	13 4	7 6	31 4	0 4	4 6	11 2	28 4	14 2	42 7	24 5	14 5	14 2	69 1	14 4	11 9	26 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 19	0 19
43	3 5	17 7	14 0	4 6	4 8	19 2	14 4	10 6	3 5	10 2	116 0	17 2	51 2	16 9	50 7	0 0	10 4	91 3	16 9	41 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 01
44	6 4	8 0	4 5	7 6	0 5	9 3	8 5	11 9	10 1	7 4	15 2	2 6	16 1	32 1	16 1	5 4	16 3	99 0	39 3	26 9	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02
45	1 6	7 8	5 2	14 0	6 4	7 0	6 1	21 1	15 2	9 4	67 0	95 6	57 7	1 2	16 6	11 9	17 0	22 9	20 3	34 5	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03
46	13 2	11 9	5 8	2 3	14 2	11 5	8 3	0 4	12 8	8 9	0 0	21 8	21 5	45 7	21 8	29 7	0 0	21 5	42 7	22 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
47	6 8	13 1	2 1	8 2	10 6	10 2	7 7	5 2	2 9	7 4	38 5	138 7	69 3	32 6	58 0	38 1	0 0	19 1	35 6	47 8	0 00	0 10	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 08	0 18
48	14 1	1 4	10 3	13 4	2 5	5 8	6 6	22 1	6 5	9 2	11 2	36 6	26 1	0 0	16 2	9 5	9 6	33 1	9 5	16 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07
49	1 6	1 5	9 3	9 3	9 5	9 3	2 2	1 5	3 9	5 3	40 0	97 7	21 5	42 7	21 5	2 6	21 5	21 5	21 5	32 3	0 01	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 07
50	2 1	1 9	8 4	4 8	16 5	1 8	4 5	0 4	10 3	5 6	152 9	22 0	58 9	44 0	8 9	27 3	31 2	45 0	71 7	51 3	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03
51	31 0	11 3	8 3	1 1	16 8	6 0	17 2	3 8	8 6	11 6	93 6	45 6	67 9	22 6	13 2	22 6	65 2	45 6	22 6	44 3	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01
52	12 6	8 0	8 0	6 2	30 2	8 4	28 3	0 9	15 1	13 1	39 1	19 1	44 3	10 4	9 7	11 0	16 7	37 5	0 0	20 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 67	0 67
53	7 8	9 7	30 9	0 4	0 7	5 7	4 7	1 1	3 0	7 1	19 1	19 1	111 7	24 0	38 1	19 1	19 1	19 1	19 1	32 1	0 00	0 00	0 00	0 82	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 82
54	9 5	3 6	5 4	5 4	15 3	1 6	5 4	18 7	5 9	7 9	24 9	7 1	0 0	17 6	11 9	9 5	0 0	14 0	0 5	9 5	0 13	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 15
55	18 6	15 4	1 5	11 4	13 2	7 0	16 8	2 5	6 3	10 3	38 5	17 6	14 3	0 0	18 9	19 1	58 0	0 0	18 9	20 6	0 00	0 00	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00
56	14 8	16 3	4 2	2 9	1 5	20 8	3 0	22 1	2 6	9 8	43 3	21 2	28 7	30 0	0 0	16 8	20 4	26 0	18 1	22 7	0 00	0 00	0 93	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 93
57	4 1	17 5	10 3	5 4	36 5	1 0	0 9	7 9	8 4	10 2	54 1	50 6	130 7	72 1	27 7	0 8	0 0	26 8	26 8	43 3	0 00	0 09	0 09	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 21
58	8 6	11 6	3 2	13 3	3 7	15 9	4 7	17 8	18 3	10 8	105 0	57 0	31 0	21 2	0 0	21 5	8 0	0 0	21 2	29 4	0 00	0 00	0 46	0 23	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 70
59	5 2	2 8	9 6	20 3	10 6	16 1	2 6	23 3	2 1	10 3	113 9	20 5	40 7	57 1	20 0	20 7	20 5	20 2	20 5	37 1	0 00	0 00	0 00	0 88	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 88
60	7 1	10 7	0 1	15 9	16 9	15 0	10 4	0 6	3 4	8 9	91 0	58 9	0 0	62 2	21 2	21 5	42 7	24 1	21 5	38 1	0 00	0 00	0 00	0 30	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 30
61	8 1	0 7	3 1	12 3	4 9	12 1	7 0	4 2	8 0	6 7	0 0	20 5	29 9	120 1	20 2	0 0	20 5	19 5	41 2	30 2	0 00	0 00	0 00	0 38	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 38
62	1 8	10 5	5 9	14 4	10 0	5 6	16 6	2 4	10 0	8 6	42 7	21 5	31 9	107 2	42 7	21 5	21 5	83 8	21 2	43 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
63	9 2	21 3	0 4	14 1	6 3	16 9	3 6	15 9	2 9	10 1	19 1	9 6	47 5	18 9	18 9	0 0	12 9	10 5	19 1	17 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
64	17 4	13 8	7 9	10 1	6 1	1 7	14 9	4 4	1 8	8 7	106 8	130 0	21 2	21 2	64 5	21 5	21 2	170 5	21 5	64 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 05
65	3 5	31 0	2 2	15 4	12 2	19 1	24 5	6 6	21 0	15 1	0 0	150 9	38 4	41 0	15 9	11 6	17 2	20 9	66 6	40 3	0 00	0 00	0 00	0 09	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 09
66	12 2	9 2	8 4	23 2	11 7	2 9	1 7	2 0	2 9	8 2	33 8	38 5	38 5	20 3	58 0	62 3	19 1	19 1	57 4	38 6	0 00	0 13	0 00	0 00	0 00	0 10	0 00	0 00	0 00	0 23
67	18 5	24 4	4 2	13 0	1 1	12 3	19 9	4 4	1 4	11 0	15 5	82 9	16 1	31 8	21 1	16 0	16 3	0 0	32 1	25 7	0 00	0 00	0 03	0 00	0 05	0 00	0 00	0 00	0 00	0 08
68	1 4	12 1	1 7	7 8	2 6	2 6	19 2	2 1	17 3	7 4	14 6	17 1	59 5	16 9	41 9	16 9	26 6	16 7	99 0	34 3	0 00	0 00	0 12	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 13
69	3 4	8 2	5 9	1 0	8 0	12 2	4 0	12 9	11 7	7 5	34 6	38 1	19 1	37 4	34 2	19 1	19 1	35 3	38 5	30 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 03
70	2 4	9 0	4 9	5 8	0 5	3 5	4 9	2 0	4 5	4 2	52 2	38 1	38 1	36 7	51 9	44 5	31 1	57 4	48 6	44 3	0 00	0 02	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07
71	25 9	4 9	2 1	8 4	9 0	6 9	1 1	2 5	9 0	7 8	19 6	28 5	21 6	55 9	32 6	22 8	34 1	22 8	33 8	30 2	0 00	0 00	0 00	0 18	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 18
72	5 9	2 3	0 3	3 2	0 3	0 3	5 6	6 8	9 0	3 7	60 7	23 9	24 0	35 0	44 9	35 9	63 7	48 1	33 1	41 0	0 02	0 00	0 00	0 05	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 08
73	8 4	1 1	7 5	3 1	1 2	1 4	1 1	9 2	7 3	4 5	33 8	30 4	22 8	34 1	53 0	34 1	34 1	105 0	33 8	42 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07
74	18 8	11 4	9 8	0 6	9 7	3 8	15 4	5 8	12 1	9 7	51 9	17 1	42 3	34 7	8 5	8 5	42 1	43 7	8 5	28 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
75	8 7	6 0	8 6	1 6	2 9	0 2	4 1	3 6	2 9	4 3	56 4	28 1	55 4	31 5	33 8	22 6	73 8	33 8	34 1	41 1	0 08	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 13
76	20 8	21 3	2 6	3 2	9 9	18 6	3 9	48 6	18 6	16 4	201 7	40 3	40 7	30 5	40 5	42 6	40 7	176 6	30 1	71 5	0 00	0 00	0 18	0 00	0 00	0 00	0 00	0 19	0 00	0 37
77	13 0	9 6	8 6	2 0	2 0	4 6	1 3	4 2	6 5	5 8	18 0	18 0	26 7	32 7	26 8	35 7	46 5	51 4	17 8	30 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 54	0 00	0 00	0 00	0 00	0 54
78	5 1	3 1	7 0	52 6	5 3	7 8	12 2	1 4	10 8	11 7	40 4	20 7	42 4	202 9	42 7	81 8	27 1	26 1	11 0	55 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02
79	1 8	3 8	1 0	4 1	7 4	11 3	3 0	3 1	6 2	4 7	53 7	26 8	26 8	30 3	26 4	14 7	23 1	13 5	12 5	25 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03
80	13 8	4 1	0 8	6 0	8 0	12 9	4 5	1 9	1 7	6 0	0 0	28 6	35 8	16 3	75 3	102 3	42 7	13 2	28 6	38 1	0 00	0 00	0 00	0 49	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 49

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.2: Kennwerte für die untersuchten Töne der zweiten Violinen

Ton Nr	Relative Tonhöhe (in cent) des Musikers Nr									Mittlere Tonhöhen	Pitch P5 95 (in cent) des Musikers Nr									Mittlerer Pitch	Anteil an interpolierten Stützwerten des Musikers Nr									Summe der Anteile an
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	abweichung in cent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	P5 95 in cent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	interpolierten Stützwerten
81	16 5	8 9	7 7	2 8	2 4	10 9	9 1	8 3	7 8	8 3	25 3	22 6	45 6	45 6	40 1	55 6	32 9	22 6	22 9	34 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 25	0 00	0 00	0 00	0 00	0 25
82	1 1	0 9	12 4	10 8	5 1	0 2	16 8	3 8	4 4	6 2	45 6	67 9	45 6	22 6	45 6	45 6	22 6	45 6	45 6	43 0	0 00	0 00	0 00	0 24	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 24
83	8 2	0 6	9 1	5 6	11 2	10 1	7 7	8 5	0 2	6 8	0 0	23 9	48 1	21 6	0 0	93 6	36 1	23 9	23 9	30 1	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00
84	3 5	6 0	15 4	11 5	2 8	2 1	9 7	4 5	7 2	7 0	24 2	23 9	42 8	23 9	48 1	0 0	24 2	23 9	23 9	26 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
85	3 6	9 0	21 7	6 5	16 5	8 5	4 1	18 6	13 1	11 3	14 3	27 2	140 5	33 2	22 9	22 9	22 9	45 0	22 6	39 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
86	1 0	11 8	2 8	5 3	2 3	0 1	12 6	2 2	1 9	4 4	41 7	20 2	40 7	20 2	40 7	57 5	52 7	60 8	40 0	41 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 04
87	7 2	2 1	0 9	0 4	4 3	6 6	0 9	9 3	12 8	4 9	17 9	31 7	41 9	17 9	7 6	69 4	32 3	60 0	7 8	31 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
88	0 3	8 3	4 6	2 7	13 4	7 3	15 7	7 4	0 9	6 7	35 9	59 9	24 0	97 0	102 1	48 1	28 1	36 2	35 9	51 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 05	0 00	0 00	0 11
89	5 9	5 0	0 9	5 8	5 0	19 6	18 5	8 5	4 7	8 2	65 2	19 5	11 6	30 3	60 4	73 4	27 9	20 0	30 3	37 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 15	0 00	0 01	0 00	0 00	0 16
90	1 8	1 8	1 8	1 8	1 8	1 8	1 8	2 5	10 3	2 8	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	60 2	20 1	8 9	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00	1 00	0 27	1 00	8 27
91	25 0	1 8	1 5	18 0	16 3	11 4	38 5	8 4	8 4	14 4	26 8	27 1	38 7	34 1	32 5	13 5	137 6	70 8	40 4	46 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
92	13 0	16 7	9 4	8 9	4 3	5 3	3 9	19 5	15 0	10 7	30 4	15 1	159 0	37 0	45 8	78 0	71 3	15 4	24 0	52 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
93	2 3	13 0	10 4	9 0	5 6	11 7	6 1	18 7	0 8	8 6	33 1	47 4	94 5	29 8	39 7	125 8	26 2	48 3	16 9	51 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 03
94	17 0	13 2	7 1	9 7	11 4	6 9	4 9	26 0	6 7	11 4	244 8	35 7	54 4	48 1	41 1	41 5	35 8	69 0	17 9	65 4	0 07	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07
95	11 5	8 2	3 5	11 7	0 4	18 5	15 6	12 5	12 2	10 5	58 0	80 5	60 8	49 6	43 1	100 6	40 7	81 3	59 1	63 7	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02
96	8 1	3 0	11 8	13 4	2 8	4 8	12 2	4 6	6 2	7 4	47 9	45 3	63 0	44 7	47 9	47 4	46 8	0 0	42 1	42 8	0 00	0 11	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	1 00	0 00	1 12
97	12 0	2 5	10 9	0 6	12 5	5 6	8 5	7 5	8 6	7 6	20 9	30 3	49 8	20 1	31 1	50 2	30 5	48 8	47 2	36 5	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 07
98	2 6	4 3	4 9	4 0	3 7	5 8	9 0	2 8	8 2	5 0	30 1	30 3	50 5	26 6	47 5	50 5	22 7	60 0	50 2	40 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 06	0 00	0 00	0 00	0 00	0 06
99	7 3	13 6	16 6	10 8	0 8	7 6	37 6	3 2	11 3	12 1	74 8	39 8	66 4	49 0	43 5	26 8	62 1	20 3	53 7	48 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
100	22 3	25 4	6 5	5 3	12 8	5 2	9 3	14 3	4 4	11 7	48 4	48 7	71 5	47 8	47 4	59 9	31 0	46 0	59 9	51 2	0 00	0 00	0 05	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 08
101	4 8	10 4	3 5	1 6	1 9	1 9	0 7	11 3	7 7	4 9	48 1	59 5	59 9	47 8	47 8	71 6	35 9	72 1	50 3	54 8	0 00	0 00	0 01	0 01	0 09	0 00	0 00	0 00	0 00	0 12
102	6 8	4 8	2 1	10 1	2 5	8 9	1 7	10 0	13 8	6 8	42 7	52 4	53 3	31 8	44 5	46 7	21 2	53 6	43 5	43 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
103	10 8	12 7	15 8	8 3	0 9	7 9	6 4	22 9	23 0	12 1	0 0	29 5	65 3	32 4	32 4	29 4	32 4	17 9	64 1	33 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 22	0 00	0 00	0 22
104	18 9	8 5	16 1	26 9	16 1	5 2	12 1	24 4	12 5	15 6	0 0	13 8	0 0	28 2	0 0	2 5	0 0	27 3	0 0	8 0	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	2 00
105	8 2	1 9	16 7	21 4	12 4	5 9	12 4	12 4	20 4	12 4	102 1	110 0	39 9	26 8	27 3	27 3	22 2	46 5	54 1	50 7	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 06
106	41 2	25 3	4 9	4 9	71 8	69 3	4 9	38 0	4 9	29 5	22 9	109 8	0 0	0 0	198 2	168 6	0 0	24 6	0 0	58 2	0 00	0 31	0 00	0 00	0 09	0 00	0 00	0 00	0 00	0 40
107	6 1	24 3	8 9	12 0	0 2	1 7	6 3	29 6	0 9	10 0	26 8	203 9	54 1	27 7	27 3	54 1	27 3	27 7	54 1	55 9	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07	0 00	0 00	0 09
108	4 4	10 8	8 5	2 8	2 7	4 7	10 0	13 6	12 1	7 7	0 0	21 2	21 5	42 7	21 5	41 7	36 7	21 5	47 2	28 2	0 00	0 13	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 03	0 17
109	6 2	9 3	10 0	1 2	7 8	4 4	4 8	11 4	24 4	8 8	21 5	48 3	43 3	42 7	64 5	21 5	6 1	75 6	42 2	40 6	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 04
110	1 5	1 9	11 1	6 1	4 3	15 1	21 9	2 8	3 7	7 6	18 1	17 9	163 6	34 9	18 1	123 5	193 5	54 4	54 4	75 4	0 00	0 00	0 00	0 07	0 05	0 00	0 09	0 17	0 00	0 39
111	8 4	29 2	4 1	6 7	34 5	10 1	14 2	11 4	12 6	14 6	15 9	102 3	28 6	14 4	22 8	22 1	0 0	30 4	14 2	27 9	0 00	0 14	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 15	0 00	0 30
112	5 4	2 0	10 5	1 5	2 0	18 2	8 9	2 1	3 1	6 0	42 3	0 0	21 4	22 9	16 1	92 5	24 0	1 1	28 5	27 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 06	0 02	0 00	0 08
113	17 6	12 6	27 8	25 0	24 3	4 6	12 2	4 9	11 5	15 6	28 2	46 2	14 5	39 3	54 9	37 1	20 3	14 2	24 0	31 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
114	0 9	2 3	1 2	0 4	6 9	12 7	3 4	6 1	5 9	4 4	40 7	59 8	40 7	40 7	9 8	22 8	27 1	27 3	40 7	34 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 02
115	7 1	14 2	15 6	18 7	12 2	17 1	17 9	5 6	48 8	17 5	13 0	0 2	0 0	6 1	16 1	24 8	0 0	40 8	67 4	18 7	0 28	0 00	0 10	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 38
116	40 2	17 2	4 7	6 4	3 8	6 9	6 9	23 7	6 5	12 9	25 3	17 5	17 8	30 6	15 3	13 5	37 7	34 5	25 8	24 2	0 03	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 10	0 00	0 00	0 14
117	0 0	8 9	20 7	15 2	10 1	44 7	18 7	55 0	1 7	19 5	0 0	31 8	23 5	6 1	16 1	15 7	172 5	93 7	41 3	44 5	0 00	0 00	0 00	0 25	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 31
118	7 6	4 4	16 2	11 3	4 6	6 6	1 2	5 0	22 8	8 9	43 0	19 1	40 7	40 3	60 8	40 7	60 8	18 8	60 0	42 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 08	0 00	0 08
119	1 4	1 1	18 6	1 6	0 1	5 1	26 9	1 0	37 6	10 4	7 5	12 7	64 5	7 4	20 0	21 2	21 8	31 6	62 8	27 7	0 18	0 00	0 00	0 00	0 96	0 00	0 00	0 00	0 00	1 14
120	23 2	3 5	9 6	1 4	2 9	5 4	2 6	0 0	15 9	7 2	36 3	18 0	82 5	52 3	40 7	20 5	73 5	36 2	113 5	52 6	0 03	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 09
121	2 3	25 2	2 6	8 0	2 0	15 5	2 4	16 4	24 8	11 0	40 7	68 0	81 5	40 7	77 6	20 5	40 7	25 1	98 5	54 8	0 00	0 23	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 24	0 00	0 48
122	11 0	15 2	11 2	5 1	8 3	12 3	2 0	14 2	8 0	9 7	0 0	77 2	0 0	16 1	16 1	51 9	32 4	32 7	16 1	26 9	0 00	0 27	0 00	0 00	0 00	0 40	0 00	0 00	0 00	0 67
123	42 8	5 0	5 1	8 6	21 9	9 1	7 1	23 1	2 6	13 9	68 4	17 5	109 1	15 3	22 4	37 3	15 7	15 4	27 4	36 5	0 05	0 29	0 07	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 40
124	6 6	8 6	2 0	9 8	5 0	16 9	3 8	5 6	15 5	8 2	48 4	40 7	54 1	53 7	75 8	136 5	47 8	67 4	53 3	64 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 00	0 05
125	10 2	4 8	27 1	7 8	20 7	2 7	0 4	12 8	50 5	15 2	60 8	41 0	44 9	50 8	58 7	119 2	61 1	32 4	68 1	59 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 07	0 00	0 12
126	20 2	1 7	21 3	23 1	17 6	32 6	9 1	10 7	9 5	16 2	108 8	27 5	27 3	12 3	14 6	32 8	8 5	20 2	16 9	29 9	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03
127	1 4	12 2	17 5	10 2	3 6	13 6	0 2	25 1	2 8	9 6	44 6	18 1	54 4	89 3	45 7	108 6	50 0	55 2	35 9	55 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 17	0 00	0 00	0 00	0 17
128	18 2	0 5	5 4	7 7	18 9	23 9	20 5	25 3	21 0	15 7	10 8	10 7	69 6	20 4	21 5	131 0	10 8	109 9	28 8	45 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 02
129	1 1	1 5	12 1	5 5	41 6	27 1	0 7	1 7	1 5	10 3	0 0	0 0	26 3	16 0	153 8	87 6	14 0	16 0	17 8	36 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07	0 00	0 01	0 00	0 00	0 07
130	0 5	9 4	26 0	14 4	35 9	1 6	7 5	8 9	16 5	13 4	96 7	0 0	21 9	24 6	131 7	18 1	11 3	32 3	18 3	39 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 08	0 07	0 00	0 00	0 00	0 15
131	15 3	15 1	9 0	15 3	32 8	3 5	4 3	26 7	0 8	13 6	27 3	60 8	61 5	147 0	76 2	44 4	23 3	171 5	40 7	72 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 15	0 00	0 16
132	7 6	7 3	6 4	7 6	16 6	12 9	14 0	19 2	8 0	11 1	0 0	0 0	48 8	0 0	0 0	31 0	23 5	44 9	4 6	17 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 26	0 00	0 26
133	3 7	2 8	17 6	7 6	16 0	2 1	10 8	21 0	32 3	12 7	87 6	50 7	18 2	18 1	61 5	36 1	18 1	53 3	121 6	51 7	0 01	0 01	0 00	0 00	0 00	0 09	0 00	0 05	0 00	0 17
134	15 0	11 0	5 4	4 8	9 9	5 6	2 9	6 7	1 9	7 0	71 4	89 7	56 0	49 4	54 4	53 8	55 4	85 8	72 1	65 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 02
135	5 4	2 6	16 1	22 0	1 2	14 6	0 1	41 8	12 1	12 9	21 0	0 0	27 3	26 8	13 1	26 8	21 2	81 2	54 1	30 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 67	0 00	0 67
136	8 8	1 8	5 3	8 1	6 2	6 0	3 8	6 5	7 2	6 0	0 0	26 8	80 5	223 3	26 8	30 7	26 5	80 5	222 2	79 7	0 00	0 01	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02
137	4 6	21 2	0 3	1 2	13 0	3 4	13 4	16 4	1 6	8 3	21 5	27 8	21 5	42 7	60 5	32 2	21 5	38 4	42 7	34 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 46	0 00	0 02	0 00	0 48
138	4 1	9 4	7 1	8 7	13 2	5 7	18 2	5 1	2 1	8 2	21 5	21 5	58 6	103 0	46 8	42 7	21 5	21 5	20 9	39 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
139	8 8	9 2	5 7	1 0	2 2	5 4	4 2	6 2	1 9	5 0	20 0	101 7	10 7	8 0	7 9	10 7	65 3	13 7	21 2	28 8	0 00	0 00	0 00	0 01	0 21	0 00	0 00	0 10	0 00	0 32
140	3 9	5 2	53 0	12 7	17 2	6 6	15 3	3 5	19 2	15 2	43 1	12 1	78 8	28 8	20 7	54 0	50 8	43 5	12 0	38 2	0 00	0 01	0 29	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 30
141	3 9	74 8	20 7	21 2	14 2	22 5	5 3	21 3	4 7	20 9	42 2	56 3	5 0	8 0	47 3	0 9	15 9	25 7	10 6	23 5	0 00	0 15	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 15
142	7 6	9 8	10 4	6 2	11 6	6 7	7 9	10 0	1 6	8 0	20 2	39 2	20 2	34 1	30 1	31 4	50 5	14 0	27 0	29 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 01
143	4 4	1 0	3 6	7 1	6 3	18 5	21 1	14 5	12 8	9 9	13 8	40 7	40 7	20 2	20 2	40 3	23 2	20 5	40 3	28 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 32	0 00	0 32
144	9 0	6 5	21 8	18 7	1 5	7 7	9 4	10 4	1 4	9 6	19 3	56 1	99 0	19 1	85 3	19 3	19 6	19 6	44 8	42 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01
145	1 9	4 1	17 6	9 9	11 2	7 5	4 8	13 5	3 7	8 2	13 1	0 0	17 2	19 1	15 9	17 1	17 1	23 7	17 1	15 6	0 16	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 16
146	9 0	4 8	4 6	2 5	11 7	1 3	0 7	11 3	1 9	5 3	58 0	47 8	65 5	38 5	77 0	57 3	77 0	76 1	41 7	59 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 02
147	8 7	7 1	15 8	8 3	0 4	13 9	1 2	10 2	3 0	7 6	8 4	17 1	17 2	17 1	17 1	31 6	17 1	33 9	19 7	19 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 00	0 05
148	5 5	6 5	13 0	13 6	1 7	1 5	2 5	4 8	7 4	6 3	45 4	52 4	54 8	45 7	24 9	51 6	45 4	73 8	75 4	52 1	0 00	0 00	0 00	0 36	0 24	0 00	0 00	0 00	0 00	0 60
149	5 8	2 3	14 6	7 8	9 4	11 1	7 1	15 3	1 4	8 3	120 6	58 8	82 4	67 9	68 8	111 2	67 9	24 3	91 1	77 0	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 22	0 00	0 25
150	2 5	15 1	2 2	21 5	0 7	11 8	14 2	6 1	7 4	9 0	20 2	20 5	20 2	20 0	20 2	20 0	19 8	20 2	0 0	17 9	0 23	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 13	0 00	0 35
151	31 6	7 2	18 6	0 7	19 1	14 3	9 2	4 1	10 0	12 7	1 4	20 2	61 5	20 2	78 7	20 0	5 9	20 2	0 0	25 4	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01
152	5 7	1 2	13 0	3 0	0 3	14 8	8 4	7 9	5 6	6 7	0 0	19 3	59 4	58 7	34 8	38 3	19 3	19 6	19 3	29 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 15	0 00	0 00	0 00	0 15
153	0 2	0 4	12 5	12 7	2 0	2 5	3 9	10 1	6 1	5 6	20 8	17 1	13 1	22 1	17 1	26 2	17 1	9 5	51 2	21 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
154	22 8	10 5	21 7	3 8	3 0	10 9	2 8	1 8	15 2	10 3	71 4	56 9	68 8	22 6	67 9	45 0	67 9	91 1	45 0	59 6	0 00	0 00	0 04	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05
155	0 5	12 0	6 4	1 0	12 2	11 0	12 2	4 4	8 3	7 6	75 8	75 8	50 9	50 9	77 0	25 6	25 3	101 9	75 8	62 1	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 17	0 00	0 00	0 18
156	26 9	10 1	7 4	8 6	16 5	17 1	14 0	2 8	6 6	12 2	0 0	16 8	51 7	0 0	0 0	0 0	23 7	25 6	20 4	15 4	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00
157	3 8	13 7	9 1	10 1	8 1	9 2	8 0	12 8	12 3	9 7	22 9	21 1	68 8	40 0	20 4	20 0	115 8	22 9	45 6	41 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 05	0 00	0 09
158	21 1	2 1	14 7	7 9	17 5	2 1	7 6	21 6	17 8	12 5	20 0	20 2	11 3	22 7	25 4	90 8	34 9	20 5	61 5	34 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 16	0 00	0 07	0 00	0 00	0 23
159	8 2	39 3	16 1	6 8	12 3	3 4	6 2	23 8	11 7	14 2	19 3	225 2	50 6	49 4	58 0	0 0	19 1	34 1	47 4	55 9	0 00	0 00	0 00	0 05	0 01	0 00	0 00	0 06	0 00	0 12
160	11 0	11 7	29 4	23 7	14 8	9 2	10 6	9 4	5 7	13 9	14 2	17 1	19 3	14 9	16 9	16 9	17 1	43 3	15 1	19 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 13	0 00	0 00	0 00	0 00	0 13

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.2: Kennwerte für die untersuchten Töne der zweiten Violinen

Ton Nr	Relative Tonhöhe (in cent) des Musikers Nr									Mittlere Tonhöhen	Pitch P5 95 (in cent) des Musikers Nr									Mittlerer Pitch	Anteil an interpolierten Stützwerten des Musikers Nr									Summe der Anteile an
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	abweichung in cent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	P5 95 in cent	1	2	3	4	5	6	7	8	9	interpolierten Stützwerten
161	6 1	7 6	36 3	13 6	55 4	6 4	6 3	19 4	13 1	18 2	27 1	14 5	19 6	34 5	46 6	38 5	24 5	19 3	0 0	25 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 01	0 00	0 00	0 00	0 05
162	7 9	8 2	12 2	15 1	5 8	15 6	12 0	10 0	4 2	10 1	57 8	45 4	61 6	58 8	76 3	60 1	132 8	107 8	45 8	71 8	0 54	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 57
163	4 4	2 9	19 2	15 9	6 0	20 0	2 7	1 3	28 2	11 2	68 6	48 3	67 2	59 6	57 2	86 1	51 2	67 9	80 8	65 2	0 00	0 00	0 00	0 31	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 31
164	14 4	1 9	7 4	2 7	22 4	22 3	8 0	4 8	24 3	12 0	31 9	45 1	53 7	47 9	96 5	54 5	53 8	27 1	52 9	51 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 03
165	20 9	26 8	7 5	6 4	4 6	14 5	5 0	1 4	7 7	10 5	30 9	36 7	11 8	6 6	15 3	15 4	30 0	25 8	13 3	20 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 01
166	16 7	2 5	6 7	4 1	6 2	11 3	9 6	10 8	21 2	9 9	51 0	38 6	69 7	38 6	64 4	0 0	60 0	9 5	63 4	43 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01
167	1 1	25 4	2 9	11 7	18 3	4 8	16 8	6 7	13 6	11 3	13 6	31 8	44 8	34 4	24 0	54 1	13 7	24 2	13 5	28 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
168	0 3	22 8	17 2	26 7	2 1	11 1	6 4	3 4	8 9	11 0	45 4	29 7	101 5	54 0	48 0	11 3	64 0	34 8	22 6	45 7	0 00	0 00	0 00	0 06	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 06
169	2 5	5 2	7 8	32 6	0 1	9 1	4 5	6 4	17 6	9 5	13 6	13 5	13 6	13 8	20 2	13 5	24 5	13 5	0 0	14 0	0 00	0 00	0 00	0 13	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 13
170	11 6	14 9	14 1	14 6	21 0	5 0	3 8	12 1	2 1	11 0	25 5	15 9	13 0	13 0	12 7	12 9	12 9	76 1	31 9	23 7	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03
171	17 7	4 9	12 4	13 2	15 3	16 4	10 8	2 5	2 5	10 6	78 5	56 4	90 4	67 9	67 0	45 6	34 1	90 0	56 0	65 1	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 05
172	4 9	14 6	1 9	3 2	0 5	2 2	10 6	22 9	5 8	7 4	67 2	22 5	56 8	33 8	50 4	56 4	22 5	45 9	34 1	43 3	0 00	0 00	0 00	0 07	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07
173	4 6	6 4	6 3	10 0	17 3	2 2	5 0	2 9	13 6	7 6	27 1	26 8	40 1	39 0	60 3	40 4	26 8	26 8	53 3	37 9	0 00	0 00	0 00	0 08	0 00	0 01	0 00	0 02	0 00	0 11
174	19 2	0 9	6 0	1 8	17 0	5 6	12 9	1 1	3 6	7 6	25 3	12 4	44 1	12 8	43 6	16 3	34 2	23 4	25 5	26 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 19	0 32	0 00	0 00	0 50
175	13 1	2 5	1 4	8 5	4 2	17 0	11 6	6 3	2 5	7 4	11 2	2 3	10 0	11 4	33 8	12 6	0 0	11 3	11 3	11 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 75	0 00	0 00	0 75
176	0 7	19 0	8 8	2 2	10 5	10 6	31 6	5 5	4 6	10 4	36 5	35 9	40 5	28 9	40 0	90 3	29 6	152 6	40 0	54 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
177	3 1	9 8	12 6	5 2	4 9	11 8	22 1	10 8	4 1	9 4	50 9	34 4	38 3	56 0	12 0	20 7	38 2	25 3	12 7	32 0	0 00	0 02	0 00	0 04	0 00	0 00	0 21	0 00	0 00	0 26
178	2 7	13 1	9 4	9 4	10 4	8 6	0 8	14 3	6 4	8 3	15 1	15 3	55 3	29 4	15 0	0 0	15 1	53 9	45 8	27 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
179	0 5	5 5	15 5	16 5	6 2	10 8	9 5	9 7	12 4	9 6	48 5	50 0	56 8	37 4	34 0	148 1	19 1	9 3	35 0	48 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 03
180	17 3	3 5	6 5	1 9	4 6	2 6	5 1	10 1	9 2	6 8	76 3	60 2	70 5	30 1	56 9	60 2	48 1	49 4	45 0	55 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 14	0 00	0 00	0 14
181	6 1	5 6	4 0	31 1	6 3	5 0	24 9	3 4	7 1	10 4	25 6	9 2	89 3	143 8	19 2	27 1	13 4	25 3	54 1	45 2	0 00	0 00	0 02	0 24	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 26
182	13 6	15 9	6 0	9 1	5 3	14 9	11 5	2 5	7 9	9 6	42 7	17 1	49 2	33 6	64 2	211 7	33 6	33 9	50 7	59 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 18	0 00	0 00	0 00	0 18
183	11 9	13 5	17 9	1 6	7 0	23 3	16 7	19 4	7 4	13 2	12 7	51 0	48 4	24 5	38 6	0 0	17 6	12 7	12 7	24 2	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 79	0 00	0 00	0 00	0 80
184	10 1	30 8	20 2	17 6	13 5	28 3	15 4	0 4	3 5	15 5	61 5	21 2	56 0	30 6	20 5	165 0	23 0	10 2	20 2	45 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 01
185	3 3	2 0	21 1	6 2	25 2	12 3	12 1	5 5	11 5	11 0	45 6	11 4	196 2	34 1	99 7	11 5	22 9	21 9	45 3	54 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04
186	17 0	3 2	4 0	10 5	15 1	6 3	14 1	9 6	22 6	11 4	13 6	10 1	53 0	26 8	13 6	40 4	13 4	13 6	26 6	23 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
187	12 8	5 8	10 7	6 6	3 5	1 3	11 5	1 8	11 5	7 3	57 6	17 1	30 9	22 3	36 7	48 7	0 0	65 8	0 0	31 0	0 01	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 07
188	2 1	2 4	11 0	49 7	10 9	3 2	1 8	15 2	6 7	11 4	33 8	33 8	34 1	76 4	11 4	11 3	13 5	22 8	16 9	28 2	0 00	0 00	0 00	0 17	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 17
189	6 7	10 5	1 7	3 1	11 7	8 1	54 3	9 6	6 3	12 4	50 9	25 5	37 6	38 1	38 1	13 6	173 9	38 3	54 4	52 3	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 29	0 00	0 00	0 31
190	15 4	1 4	4 0	1 4	3 0	0 5	13 0	9 4	19 4	7 5	61 3	32 1	39 0	48 2	45 4	45 4	22 8	60 2	58 0	45 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
191	2 2	12 2	7 5	1 6	20 7	11 6	4 8	5 5	10 4	8 5	16 5	13 6	0 0	23 1	50 8	13 6	22 2	26 8	13 4	20 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 03
192	17 9	8 7	0 9	19 8	5 5	3 7	27 1	14 7	15 4	12 6	16 8	25 8	25 6	34 1	18 2	32 8	82 2	20 8	12 7	29 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
193	3 4	3 5	9 2	13 4	8 4	0 9	4 8	12 4	5 5	6 8	61 5	33 8	28 3	0 0	45 0	22 9	18 3	0 0	51 3	29 0	0 01	0 00	0 00	0 13	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 14
194	12 7	27 1	15 7	33 3	10 6	36 1	16 3	11 3	8 4	19 1	19 6	13 4	37 8	13 9	2 7	103 4	20 1	0 0	27 1	26 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 02
195	7 5	16 7	9 1	10 3	6 3	35 1	2 8	8 7	12 5	12 1	22 6	0 0	51 9	95 2	0 0	23 2	20 8	88 8	28 4	36 8	0 01	0 00	0 05	0 07	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 14
196	16 1	20 5	4 3	0 7	1 7	3 3	0 9	37 3	6 3	10 1	23 6	15 0	45 8	30 1	60 8	15 3	24 1	159 2	45 4	46 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07	0 00	0 07
197	10 4	7 8	5 5	17 4	10 4	0 9	3 3	7 8	3 1	7 4	17 9	17 9	18 1	22 9	35 4	37 3	31 1	9 7	36 1	25 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 00	0 04
198	9 7	15 8	10 4	7 6	28 0	21 0	4 0	9 1	18 0	13 7	6 6	41 1	40 7	22 8	46 3	2 8	13 5	0 0	13 4	20 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 62	0 00	0 00	0 00	0 62
199	2 0	2 1	18 1	4 6	11 3	2 9	1 2	25 2	2 9	7 8	0 0	0 0	29 5	11 3	11 4	31 2	18 5	22 3	11 4	15 1	0 00	0 00	0 08	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 10
200	0 2	4 0	0 4	3 6	9 4	10 7	1 0	3 8	3 8	4 1	25 6	12 7	25 5	12 8	0 0	25 3	12 8	63 1	25 5	22 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 01
201	4 5	3 3	5 1	4 3	9 4	28 7	19 6	12 8	21 4	12 1	38 8	39 9	43 9	15 1	0 0	131 4	23 4	30 4	27 5	38 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 20	0 04	0 00	0 00	0 24
202	10 7	7 9	7 9	5 2	6 9	5 4	7 9	16 8	10 8	8 9	27 5	0 0	0 0	13 6	25 4	59 3	0 0	42 7	32 4	22 3	0 10	0 09	0 01	0 20	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 41

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.3: Kennwerte für die untersuchten Töne der Violen

Ton Nr	Tondauer	Lautheit	Lautheit (in dB) des Musikers Nr								Mittlere Tonhöhe	Lokalisierung des Tons			Taktart	Ist volle	Ist schwere	Relative Onset Zeit (in s) des Musikers Nr								Mittlere Onset Zeit	Anzahl nicht
	in s	in dB	1	2	3	4	5	6	7	8	in MIDI Skala	Satz	Takt	Taktzeit		Zählzeit	Zählzeit	1	2	3	4	5	6	7	8	abweichung in s	erkannter Onsets
1	0 564	64 7	63 9	63 3	68 0	65 4	64 8	70 1	71 0	60 6	53 1	1	21	4	4	1	0	0 003	0 064	0 042	0 020	0 058	0 038	0 057	0 007	0 036	0
2	0 682	61 2	65 8	60 4	60 9	60 9	61 4	64 5	63 7	57 7	62 2	1	23	1	4	1	1	0 018	0 045		0 013	0 035	0 027	0 006	0 041	0 023	1
3	0 883	62 5	67 4	62 3	60 6	62 7	62 6	66 4	65 0	59 0	57 2	1	23	3	4	1	1	0 006	0 001	0 000	0 045	0 005	0 031	0 024	0 009	0 015	0
4	0 430	62 0	66 9	62 1	64 3	60 7	61 2	68 7	62 1	58 2	57 2	1	24	1	4	1	1	0 061	0 014	0 031	0 032	0 020	0 030	0 041	0 045	0 034	0
5	0 226	62 1	69 1	63 2	62 2	61 4	59 1	68 1	62 0	59 8	57 2	1	24	2	4	1	0	0 023	0 002			0 019		0 022	0 017	0 010	3
6	0 225	62 7	66 5	61 4	58 7	62 8	70 0	63 9	64 0	62 3	57 2	1	24	2 75	4	0	0	0 014	0 008					0 007		0 004	5
7	0 572	62 4	66 2	62 3	62 7	66 1	60 8	66 6	63 3	58 3	55 2	1	24	3	4	1	1	0 023	0 008	0 007	0 034	0 042		0 005	0 007	0 016	1
8	0 320	61 7	62 6	60 9	61 6	63 7	61 9	64 2	62 2	59 0	55 2	1	24	4 5	4	0	0	0 015	0 011	0 044	0 053	0 008	0 050	0 025	0 049	0 032	0
9	0 623	61 7	63 4	60 2	62 9	61 8	60 4	66 4	62 4	59 9	57 1	1	25	1	4	1	1	0 016	0 008	0 017	0 013	0 026	0 033	0 014		0 016	1
10	0 349	64 1	67 4	63 4	65 2	69 4	62 7	69 0	63 9	60 0	55 2	1	25	2	4	1	0	0 030	0 017	0 019	0 048	0 000	0 041	0 029	0 044	0 029	0
11	0 342	63 5	63 6	64 0	64 1	62 6	67 7	69 8	63 7	59 5	53 3	1	25	2 5	4	0	0	0 072	0 003	0 015	0 010		0 006	0 023		0 016	2
12	0 608	67 5	73 0	65 5	68 5	66 7	70 0	73 1	68 4	63 6	52 2	1	25	3	4	1	1	0 013	0 022	0 028	0 013	0 041	0 045		0 075	0 030	1
13	0 580	62 5	68 3	61 7	63 5	65 4	62 8	69 1	68 0	56 7	55 2	1	25	4	4	1	0	0 051	0 086	0 003	0 034	0 072	0 059	0 039	0 003	0 043	0
14	0 629	63 0	64 1	62 5	63 7	62 2	63 5	67 6	65 7	59 2	53 2	1	26	1	4	1	1	0 033	0 083	0 017	0 047	0 046	0 048	0 033	0 019	0 041	0
15	0 297	63 8	67 6	62 6	62 4	65 0	63 0	66 0	67 0	61 1	52 4	1	26	2	4	1	0	0 037			0 011	0 002		0 027		0 010	4
16	0 317	64 1	66 9	63 9	63 6	62 4	64 5	66 5	68 0	61 1	53 2	1	26	2 5	4	0	0				0 035	0 024		0 047		0 013	5
17	0 377	66 1	71 4	64 7	64 1	66 6	67 9	69 0	71 3	62 2	50 1	1	26	3	4	1	1	0 055	0 038	0 036	0 001	0 036	0 010	0 069	0 033	0 035	0
18	0 316	63 0	66 1	61 3	62 7	63 9	63 0	64 7	66 1	60 2	52 2	1	26	3 5	4	0	0	0 022	0 045	0 043	0 010	0 024	0 048	0 039	0 085	0 040	0
19	0 366	62 7	65 0	62 4	61 3	63 0	61 2	63 4	65 5	62 0	48 2	1	26	4	4	1	0	0 038	0 010	0 073	0 023	0 008	0 061	0 029	0 026	0 033	0
20	0 346	59 7	62 0	62 1	61 7	61 3	57 8	63 7	63 5	54 8	52 3	1	26	4 5	4	0	0	0 019	0 009	0 039	0 006	0 013	0 076	0 054	0 070	0 036	0
21	0 885	63 0	65 7	61 7	60 8	63 9	63 5	67 8	64 8	60 6	55 2	1	27	1	4	1	1	0 025	0 016	0 037	0 015	0 010	0 018	0 039	0 012	0 021	0
22	0 240	68 1	72 6	65 8	69 0	67 7	71 8	69 1	70 5	64 5	53 1	1	27	2 5	4	0	0	0 019	0 031	0 056	0 053	0 001	0 061	0 037	0 032	0 036	0
23	0 345	69 2	75 0	69 8	70 0	72 7	69 8	73 7	74 5	63 2	48 1	1	95	1 5	4	0	0	0 022	0 024	0 010	0 017	0 014	0 022	0 019	0 011	0 017	0
24	0 317	67 8	71 6	68 6	67 9	71 9	65 8	70 4	75 7	62 9	50 2	1	95	2	4	1	0		0 016	0 015		0 024	0 029	0 015	0 020	0 015	2
25	0 317	67 0	71 4	66 2	66 1	70 4	64 4	69 6	71 8	64 0	51 1	1	95	2 5	4	0	0									0 000	8
26	0 290	67 5	69 5	66 5	66 3	68 3	66 0	70 2	72 7	65 3	53 2	1	95	3	4	1	1	0 015	0 011	0 047	0 012	0 038	0 037	0 010	0 009	0 022	0
27	0 306	65 7	69 2	66 5	63 6	67 6	66 8	69 1	69 0	61 3	55 2	1	95	3 5	4	0	0		0 011	0 012	0 088	0 031	0 039	0 002	0 009	0 024	1
28	0 288	64 9	68 6	63 6	66 0	65 6	62 1	69 1	69 2	61 9	57 2	1	95	4	4	1	0	0 043	0 013	0 063		0 026	0 026	0 013	0 054	0 030	1
29	0 339	65 4	67 4	62 4	65 2	66 2	66 0	67 5	68 6	63 3	58 1	1	95	4 5	4	0	0									0 000	8
30	0 320	65 2	69 8	62 1	63 8	66 7	64 0	70 0	69 9	63 2	57 2	1	96	1	4	1	1	0 004	0 025	0 075	0 042		0 046	0 032	0 016	0 030	1
31	0 346	62 8	65 0	62 2	59 7	63 5	63 8	64 7	66 1	61 4	58 1	1	96	1 5	4	0	0	0 077	0 023	0 074	0 002	0 044	0 008	0 060	0 080	0 046	0
32	0 325	62 6	67 4	62 0	59 7	62 9	63 3	65 2	64 7	60 6	60 1	1	96	2	4	1	0	0 010	0 022	0 053	0 016	0 008	0 007	0 007	0 076	0 025	0
33	0 276	61 1	67 3	60 7	59 9	61 7	65 3	60 6	63 5	57 1	62 2	1	96	2 5	4	0	0	0 003	0 027	0 102	0 009	0 075	0 026	0 036	0 038	0 039	0
34	0 294	63 8	65 3	62 9	63 2	62 8	66 5	68 2	66 2	60 4	63 0	1	96	3	4	1	1									0 000	8
35	0 309	63 7	71 4	60 9	60 8	65 4	69 4	68 7	62 7	62 2	55 2	1	96	3 5	4	0	0	0 015	0 009	0 105	0 005	0 010	0 077	0 013	0 036	0 034	0
36	0 299	63 9	67 1	64 2	62 2	65 0	66 1	67 7	67 7	59 4	53 2	1	96	4	4	1	0	0 056	0 000	0 071	0 003	0 000	0 017	0 049	0 058	0 032	0
37	0 307	65 2	70 0	65 6	62 8	67 7	66 2	67 2	66 7	61 5	51 1	1	96	4 5	4	0	0	0 065	0 005	0 045	0 007	0 015	0 047	0 057	0 087	0 041	0
38	0 341	66 4	69 0	66 0	65 3	68 2	65 0	67 8	67 4	65 0	50 2	1	97	1	4	1	1									0 000	8
39	0 319	64 3	67 0	64 0	60 1	64 4	65 3	68 0	66 6	64 4	55 1	1	97	1 5	4	0	0									0 000	8
40	0 292	63 3	68 6	63 0	61 6	65 1	63 9	66 1	61 5	61 4	62 2	1	97	2	4	1	0	0 065	0 007	0 052		0 008	0 071	0 033	0 010	0 031	1
41	0 305	84 7	83 9	83 2	88 2	90 9	83 1	86 0	88 1	81 5	51 1	1	138	2	4	1	0	0 003	0 005			0 000	0 007	0 031	0 031	0 010	2
42	0 296	71 8	78 0	75 1	72 1	79 0	69 4	77 3	78 2	65 9	62 2	1	138	3 5	4	0	0	0 006	0 060		0 032	0 002	0 014	0 020		0 017	2
43	0 354	85 6	88 2	90 0	83 8	84 7	84 8	86 6	89 1	82 9	60 2	1	138	4 5	4	0	0	0 002	0 084		0 031	0 024	0 058			0 025	3
44	0 288	78 9	83 7	78 5	78 3	80 9	78 1	82 9	78 5	75 9	53 2	1	139	2	4	1	0									0 000	8
45	0 344	77 5	82 0	86 1	80 0	76 6	81 0	80 1	80 1	71 2	65 1	1	139	4 5	4	0	0	0 051	0 052	0 045	0 031	0 086		0 000	0 094	0 045	1
46	0 281	78 4	80 2	76 9	81 9	81 3	76 3	82 6	86 0	73 9	52 2	1	140	2	4	1	0	0 065		0 011	0 051	0 042	0 006	0 027	0 011	0 027	1
47	0 303	74 3	83 3	78 4	76 6	79 2	68 0	75 7	84 8	72 8	48 1	1	140	2 5	4	0	0	0 073	0 112	0 018	0 061	0 023	0 009	0 067	0 060	0 053	0
48	0 303	74 8	79 0	73 7	75 4	77 3	72 4	77 1	81 2	71 1	57 2	1	140	3	4	1	1	0 017	0 100	0 055	0 002		0 040	0 031	0 046	0 036	1
49	0 310	84 3	90 9	83 7	84 1	86 1	84 0	88 4	86 3	79 8	55 2	1	141	1 5	4	0	0	0 036	0 010	0 056	0 076	0 028	0 099	0 034	0 016	0 044	0
50	0 335	76 4	80 7	74 9	79 8	79 1	79 2	80 6	78 5	70 8	59 2	1	141	3	4	1	1									0 000	8
51	0 314	74 1	78 2	72 7	77 1	75 7	81 1	79 7	74 2	68 5	60 2	1	141	3 5	4	0	0	0 028	0 008	0 080	0 027	0 137	0 017	0 022		0 040	1
52	0 311	73 6	77 8	72 2	77 8	78 5	76 4	80 1	76 6	67 3	61 1	1	141	4	4	1	0	0 071	0 088		0 000	0 027	0 095			0 035	3
53	0 338	70 8	75 7	73 8	76 5	72 1	73 0	78 0	76 4	63 7	62 2	1	141	4 5	4	0	0	0 017	0 081	0 007	0 012	0 081	0 033	0 042	0 052	0 041	0
54	0 402	73 8	75 1	72 1	74 6	75 0	77 4	77 3	76 5	69 4	66 2	1	142	1	4	1	1	0 009	0 082	0 058	0 012	0 016	0 029		0 050	0 032	1
55	0 890	77 2	83 3	75 2	78 7	75 7	74 5	79 4	83 2	75 8	58 1	2	9	3	3	1	0									0 000	8
56	0 875	76 9	80 1	71 8	80 4	76 9	76 9	77 6	85 6	77 9	59 1	2	10	1	3	1	1	0 013		0 116	0 020	0 068	0 033	0 124	0 011	0 048	1
57	1 709	75 5	80 8	71 8	79 2	81 2	75 9	76 2	84 6	71 1	64 2	2	10	2	3	1	0									0 000	8
58	1 752	75 9	81 7	78 9	78 6	77 9	73 8	78 0	83 6	70 2	59 2	2	11	1	3	1	1									0 000	8
59	0 818	70 3	72 0	65 5	75 1	72 4	69 9	74 5	78 3	68 2	69 1	2	24	1	3	1	1	0 089	0 154		0 030	0 056	0 059		0 045	0 054	2
60	1 394	72 5	77 2	69 1	74 4	72 3	75 1	74 5	78 9	68 7	68 1	2	24	2	3	1	0									0 000	8
61	0 961	71 3	74 9	66 9	77 8	70 4	69 7	75 5	76 2	70 6	66 2	2	25	1	3	1	1									0 000	8
62	0 900	72 0	77 8	67 6	73 8	74 1	74 7	76 4	79 7	67 9	65 2	2	25	2	3	1	0									0 000	8
63	1 017	75 0	78 5	75 3	76 3	74 7	75 9	76 6	81 3	70 1	64 2	2	25	3	3	1	0	0 033	0 017	0 026		0 023	0 096	0 072	0 042	0 039	1
64	0 903	77 2	80 5	75 9	77 6	78 3	73 9	79 9	84 1	75 0	63 2	2	26	1	3	1	1			0 017	0 027	0 037	0 027	0 036	0 018	0 020	2
65	1 153	79 6	87 7	82 7	81 3	80 8	81 8	87 8	89 9	72 6	59 1	2	26	2	3	1	0	0 023	0 024	0 031			0 002			0 010	4
66	1 004	78 2	81 5	74 1	78 4	78 1	82 0	78 8	84 5	76 5	52 0	2	30	1	3	1	1	0 067	0 011	0 108	0 084	0 008	0 064		0 120	0 058	1
67	0 990	76 7	82 6	73 1	79 9	75 4	79 1	82 0	80 5	72 9	54 1	2	30	2	3	1	0	0 030	0 008	0 055	0 020	0 008	0 019	0 021		0 020	1
68	0 918	74 7	80 3	72 3	78 7	72 7	78 3	79 3	80 2	70 1	55 1	2	30	3	3	1	0	0 009	0 033	0 032	0 013		0 068	0 013	0 019	0 023	1
69	0 529	74 6	82 1	72 2	79 1	72 2	77 6	78 6	79 7	70 1	56 1	2	31	1	3	1	1	0 095	0 061	0 002	0 081	0 053	0 079	0 006	0 014	0 049	0
70	0 271	73 2	74 4	72 1	73 3	69 3	77 4	77 9	78 1	71 5	58 1	2	31	1 5	3	0	0	0 038	0 065	0 001	0 028	0 048	0 038	0 030	0 036	0 035	0
71	0 235	71 1	73 2	69 8	72 3	66 6	83 0	71 5	75 6	70 8	60 3	2	31	1 75	3	0	0	0 044	0 034	0 008	0 032		0 055	0 009	0 028	0 026	1
72	0 946	71 5	71 0	68 7	77 8	70 2	75 0	72 9	78 6	68 4	61 1	2	31	2	3	1	0									0 000	8
73	1 451	68 5	72 7	68 5	70 3	65 9	70 1	71 3	70 2	65 0	65 2	2	31	3	3	1	0									0 000	8
74	0 480	68 2	74 6	69 8	67 4	63 2	70 5	72 0	72 8	66 7	66 1	2	32	1 5	3	0	0									0 000	8
75	0 449	72 0	74 8	68 6	72 3	69 6	75 8	76 3	74 8	70 8	64 2	2	32	2	3	1	0	0 011	0 043	0 051	0 012	0 064	0 031	0 042	0 021	0 034	0
76	0 501	72 9	76 3	72 9	77 1	72 6	72 7	78 8	75 9	67 8	63 2	2	32	2 5	3	0	0	0 036	0 024	0 016	0 021	0 024	0 039	0 016	0 065	0 030	0
77	0 458	74 1	78 9	77 1	77 5	78 6	75 6	75 9	80 0	67 3	61 1	2	32	3	3	1	0	0 002	0 019	0 017	0 006	0 029	0 038	0 022	0 007	0 017	0
78	0 646	78 6	84 8	85 4	81 7	80 3	85 1	81 3	89 5	71 1	59 1	2	32	3 5	3	0	0	0 017	0 044	0 072	0 033	0 027	0 090	0 045	0 049	0 047	0
79	0 300	72 2	68 2	72 7	69 9	75 1	79 0	78 1	82 9	69 8	56 2	2	49	1 75	3	0	0	0 035	0 010	0 001	0 050	0 063	0 031	0 024	0 038	0 032	0
80	2 040	75 0	76 3	77 3	70 5	77 1	76 2	79 8	79 9	72 2	54 1	2	49	2	3	1	0	0 023	0 002	0 020	0 004	0 029	0 034	0 050	0 008	0 021	0

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.3: Kennwerte für die untersuchten Töne der Violen

Ton Nr	Tondauer	Lautheit	Lautheit (in dB) des Musikers Nr								Mittlere Tonhöhe	Lokalisierung des Tons			Taktart	Ist volle	Ist schwere	Relative Onset Zeit (in s) des Musikers Nr								Mittlere Onset Zeit	Anzahl nicht
	in s	in dB	1	2	3	4	5	6	7	8	in MIDI Skala	Satz	Takt	Taktzeit		Zählzeit	Zählzeit	1	2	3	4	5	6	7	8	abweichung in s	erkannter Onsets
81	0 277	70 4	75 7	65 9	67 1	80 4	77 3	75 1	78 8	67 6	56 1	2	50	1 75	3	0	0	0 006	0 004	0 068		0 003	0 030	0 057	0 028	0 025	1
82	2 284	73 6	76 5	74 8	72 5	75 5	74 4	78 2	78 0	68 5	54 1	2	50	2	3	1	0	0 016	0 003	0 072	0 027	0 015	0 039	0 082	0 005	0 032	0
83	0 315	71 5	71 1	70 6	72 0	74 9	76 0	78 6	84 6	65 9	52 1	2	51	1 75	3	0	0	0 060	0 047	0 038		0 061	0 047		0 037	0 036	2
84	0 314	72 4	71 2	69 6	69 5	73 8	77 4	80 0	84 3	70 3	52 0	2	52	1 75	3	0	0	0 064	0 013	0 036	0 013	0 018	0 016		0 040	0 025	1
85	2 263	75 9	78 2	76 4	75 8	75 4	76 1	82 1	81 3	71 3	54 0	2	52	2	3	1	0	0 025	0 068	0 000	0 013	0 058	0 011		0 011	0 023	1
86	0 343	68 7	64 1	66 1	68 8	68 8	81 0	79 6	74 6	68 8	56 1	2	53	1 75	3	0	0	0 048	0 002	0 013	0 034				0 029	0 016	3
87	1 407	69 2	74 8	71 5	70 9	73 5	75 0	76 4	76 8	61 8	58 1	2	53	2	3	1	0	0 021	0 010	0 025	0 023				0 032	0 014	3
88	0 494	68 0	69 8	66 5	65 0	70 1	74 0	74 8	75 5	63 7	54 2	2	54	1	3	1	1	0 061	0 092	0 129	0 049	0 110	0 126		0 003	0 071	1
89	0 589	67 5	71 6	66 1	65 9	67 4	68 8	70 1	70 9	64 5	58 1	2	54	2	3	1	0	0 071	0 056	0 043	0 051	0 062	0 034	0 083	0 042	0 055	0
90	0 290	66 0	68 8	70 5	64 1	66 7	67 4	66 0	74 5	61 5	59 0	2	54	2 75	3	0	0									0 000	8
91	1 984	91 6	95 2	86 4	90 5	96 1	90 3	93 9	95 7	97 7	54 1	2	176	1	3	1	1									0 000	8
92	0 470	86 7	83 3	81 6	88 1	90 2	90 2	91 9	90 8	93 2	61 3	2	176	3	3	1	0									0 000	8
93	0 461	87 0	90 5	83 3	85 3	90 7	89 2	87 2	92 3	85 3	59 3	2	176	3 5	3	0	0	0 130	0 155	0 036		0 092	0 023	0 014		0 056	2
94	0 516	87 4	91 7	84 6	85 5	90 6	86 4	88 1	91 4	86 9	58 2	2	177	1	3	1	1									0 000	8
95	0 503	88 1	91 2	87 2	87 3	90 5	86 5	86 8	90 4	87 5	53 2	2	177	2	3	1	0	0 021	0 047		0 022		0 066	0 098	0 057	0 039	2
96	0 510	87 1	86 4	83 6	86 7	91 6	88 3	86 4	91 9	87 7	56 0	2	177	2 5	3	0	0	0 013	0 056	0 095	0 003	0 039	0 144	0 003	0 137	0 061	0
97	0 568	86 9	83 7	85 1	89 4	90 3	85 3	90 3	89 8	86 8	55 1	2	177	3	3	1	0									0 000	8
98	0 585	85 7	86 1	85 9	86 9	87 0	83 9	84 8	88 4	84 8	52 0	2	178	1 5	3	0	0	0 044	0 101	0 078		0 021	0 085		0 038	0 046	2
99	1 071	88 0	90 5	86 2	86 8	90 1	86 4	87 7	90 3	88 5	54 2	2	178	2	3	1	0	0 047	0 053	0 058		0 030	0 079	0 016	0 009	0 037	1
100	0 991	89 9	91 5	89 4	89 6	89 1	87 2	90 6	93 0	91 1	52 1	2	178	3	3	1	0	0 049	0 047			0 011				0 013	5
101	0 438	72 7	73 7	70 1	73 7	70 4	70 2	74 5	85 8	76 1	63 2	3	72	2	4	1	0	0 041	0 027	0 118		0 040		0 146		0 047	3
102	0 455	72 8	76 0	69 7	73 0	68 0	73 6	77 1	81 6	79 2	61 1	3	72	2 5	4	0	0	0 048	0 077	0 060	0 055	0 011		0 079	0 157	0 061	1
103	1 147	75 7	83 1	72 3	74 4	74 8	73 5	78 9	84 4	76 9	56 1	3	72	3	4	1	1	0 057	0 069	0 086	0 068	0 023	0 026	0 081	0 036	0 056	0
104	0 460	73 2	76 9	71 9	73 0	68 5	77 1	80 7	82 8	71 1	57 0	3	72	4 5	4	0	0	0 057	0 068	0 034	0 174	0 080		0 140		0 069	2
105	1 434	74 8	83 3	72 3	74 5	72 7	73 5	78 0	82 2	73 4	56 1	3	73	1	4	1	1	0 052	0 025	0 092	0 088	0 049	0 137		0 071	0 064	1
106	0 516	78 9	79 7	76 1	78 1	76 4	82 7	82 4	85 6	78 0	54 1	3	73	2 5	4	0	0	0 078	0 143	0 074	0 125	0 087	0 008	0 047	0 122	0 086	0
107	0 592	83 3	83 9	83 6	87 3	86 4	87 4	87 9	88 2	77 0	52 1	3	73	3	4	1	1	0 076			0 176		0 002	0 100	0 158	0 064	3
108	0 817	71 3	77 0	64 9	72 4	71 3	74 0	78 3	80 1	72 9	64 1	3	73	4	4	1	0									0 000	8
109	0 877	74 9	81 0	71 8	71 8	77 7	73 7	78 4	79 3	74 9	54 1	3	74	1	4	1	1	0 051	0 072	0 029	0 066	0 030	0 039	0 048		0 042	1
110	0 420	74 0	77 8	73 7	70 8	76 4	74 5	78 4	82 0	70 0	56 2	3	74	2	4	1	0	0 050		0 057	0 035	0 043	0 055	0 039	0 020	0 037	1
111	0 407	70 5	77 8	70 8	67 9	70 2	70 3	77 0	80 0	66 2	57 1	3	74	2 5	4	0	0	0 042			0 042	0 051		0 036		0 021	4
112	0 915	70 7	79 7	73 0	68 4	67 5	68 5	77 1	77 9	69 1	54 1	3	74	3	4	1	1									0 000	8
113	0 980	73 3	79 0	75 9	69 6	72 3	70 8	79 4	79 3	71 8	57 0	3	74	4	4	1	0	0 059	0 029	0 011	0 060	0 001	0 012	0 011	0 043	0 028	0
114	1 069	78 5	83 7	80 8	74 0	83 5	80 4	84 5	83 7	74 2	56 0	3	75	1	4	1	1	0 038			0 054			0 057	0 052	0 025	4
115	0 931	75 2	83 1	73 4	73 3	75 1	74 0	80 2	80 6	72 7	54 1	3	76	1	4	1	1	0 011	0 002	0 017	0 004		0 078	0 032	0 000	0 018	1
116	0 420	75 7	81 3	76 8	76 4	77 6	78 3	87 5	84 2	69 1	56 1	3	76	2	4	1	0	0 109	0 038	0 054	0 102	0 055	0 137	0 084	0 006	0 073	0
117	0 407	75 1	80 7	74 4	73 2	71 8	78 2	87 2	79 4	72 3	57 1	3	76	2 5	4	0	0	0 009	0 025	0 064	0 110	0 016	0 020	0 071	0 104	0 052	0
118	0 877	76 7	82 4	74 4	78 5	73 7	77 8	86 0	79 5	73 8	54 1	3	76	3	4	1	1	0 029	0 021	0 033	0 101			0 046	0 076	0 038	2
119	1 044	78 7	82 5	76 7	76 4	80 0	79 9	83 6	82 7	75 4	57 0	3	76	4	4	1	0		0 028	0 086	0 017	0 105	0 008			0 030	3
120	0 911	81 5	83 6	78 5	83 7	86 2	85 1	86 8	86 5	76 1	56 1	3	77	1	4	1	1									0 000	8
121	0 877	83 1	87 8	79 8	86 8	83 3	81 7	87 2	85 1	80 5	52 1	3	77	3	4	1	1	0 003	0 101	0 060	0 080			0 010		0 032	3
122	0 532	81 1	84 4	77 3	81 8	84 3	81 0	86 1	88 1	77 6	54 1	3	77	4	4	1	0	0 050	0 031	0 129	0 024	0 036	0 026	0 087	0 013	0 049	0
123	0 474	75 9	74 1	76 3	78 4	75 6	78 8	82 5	84 5	71 1	56 2	3	77	4 5	4	0	0	0 017	0 046		0 062	0 032	0 045	0 080	0 001	0 035	1
124	0 471	77 4	81 3	73 3	75 8	78 8	80 4	80 9	81 4	75 8	57 1	3	78	1	4	1	1	0 022	0 031		0 056	0 014	0 045	0 022	0 011	0 025	1
125	0 510	75 4	81 9	69 3	77 2	81 9	75 5	80 0	77 3	75 6	56 2	3	78	1 5	4	0	0	0 021	0 068	0 095	0 052	0 006	0 036	0 076	0 105	0 057	0
126	0 470	78 0	83 9	79 4	79 1	80 0	77 8	83 6	83 1	72 0	54 1	3	78	2	4	1	0	0 074	0 040	0 050	0 038	0 017	0 036	0 010	0 004	0 034	0
127	0 520	78 2	87 1	79 3	84 0	85 5	81 9	85 0	87 8	70 5	53 2	3	78	2 5	4	0	0				0 007	0 029		0 040	0 028	0 013	4
128	1 359	82 7	88 8	78 8	86 7	85 5	83 4	86 1	88 3	78 2	54 1	3	78	3	4	1	1									0 000	8
129	0 168	58 1	61 6	59 7	56 2	57 6	59 7	58 5	60 8	54 9	59 3	4	129	2	4	1	0	0 033	0 002	0 022	0 006	0 024	0 010	0 012	0 012	0 015	0
130	0 197	59 5	61 9	61 8	57 2	60 4	59 7	60 0	62 0	56 8	61 2	4	129	2 5	4	0	0	0 016	0 026	0 011	0 022	0 020	0 023	0 025	0 009	0 019	0
131	0 185	57 3	65 0	64 2	59 6	59 3	53 6	63 7	59 8	52 1	62 2	4	129	3	4	1	1									0 000	8
132	0 169	56 1	56 4	60 7	54 2	52 2	61 5	58 0	57 4	56 0	64 2	4	129	4	4	1	0	0 030		0 005	0 005	0 014	0 031	0 008	0 039	0 017	1
133	0 486	55 0	58 4	57 3	53 6	54 1	52 9	59 5	57 6	52 5	66 1	4	130	1	4	1	1	0 016	0 014			0 000	0 046	0 001	0 025	0 013	2
134	0 129	57 1	58 1	61 8	56 7	53 2	59 7	59 9	59 5	55 1	67 1	4	130	2 5	4	0	0	0 025	0 012	0 003	0 057	0 005	0 020	0 009	0 001	0 016	0
135	0 444	55 9	54 3	56 5	63 2	56 0	56 3	61 0	57 4	51 9	69 1	4	130	3	4	1	1	0 001	0 036	0 003	0 026	0 003	0 049	0 031	0 023	0 021	0
136	0 140	53 2	52 1	55 9	55 0	57 6	57 5	58 1	56 1	47 3	69 2	4	131	1	4	1	1	0 003		0 032	0 002	0 031	0 010	0 021	0 015	0 014	1
137	0 098	56 7	55 4	58 1	55 4	58 4	57 3	62 2	56 6	54 2	67 1	4	131	1 75	4	0	0	0 020			0 007	0 023	0 018	0 025	0 010	0 013	2
138	0 142	54 8	54 7	56 5	51 8	59 1	55 6	55 8	56 0	53 0	66 3	4	131	2	4	1	0	0 000	0 017	0 016	0 024	0 000	0 002	0 000	0 011	0 009	0
139	0 140	55 8	57 5	55 2	52 2	57 6	58 9	57 9	57 3	54 2	66 2	4	131	3	4	1	1	0 032	0 007	0 030	0 021	0 006	0 013	0 011	0 007	0 016	0
140	0 136	61 3	63 4	62 0	59 9	62 3	61 7	64 0	60 1	59 6	62 1	4	131	4	4	1	0									0 000	8
141	0 144	58 8	61 9	58 0	60 0	60 4	58 3	61 2	61 6	54 7	62 1	4	132	1	4	1	1		0 053	0 006	0 026	0 016		0 003	0 007	0 014	2
142	0 140	64 0	62 5	61 8	62 5	71 6	65 9	64 7	66 3	62 7	59 3	4	132	2	4	1	0	0 002	0 015	0 007	0 004	0 009	0 006	0 000	0 004	0 006	0
143	0 113	64 8	68 0	58 7	61 8	73 0	68 0	71 0	69 7	70 9	57 1	4	132	2 75	4	0	0									0 000	8
144	0 157	67 7	72 4	61 9	74 2	68 6	69 4	73 2	67 6	68 8	66 2	4	133	1	4	1	1	0 002	0 038	0 027	0 010	0 012	0 039	0 008	0 034	0 021	0
145	0 155	73 8	72 1	72 8	72 4	82 5	72 0	77 7	75 7	73 0	64 1	4	133	2	4	1	0	0 004	0 026	0 014	0 004	0 025		0 009	0 034	0 015	1
146	0 159	74 8	74 3	73 3	75 6	81 6	78 5	79 5	78 6	69 7	67 1	4	133	3	4	1	1	0 022	0 017			0 038		0 012	0 038	0 016	3
147	0 815	73 4	79 4	68 1	74 9	88 4	73 3	73 0	83 5	72 1	70 1	5	8	2	3	1	0		0 054	0 068				0 081	0 030	0 029	4
148	0 891	75 9	83 3	75 3	80 6	75 4	72 8	79 7	84 1	71 6	70 1	5	10	1	3	1	1		0 002	0 083	0 085		0 038		0 054	0 033	3
149	0 876	70 6	72 4	72 0	71 8	72 7	69 0	73 3	77 5	65 8	69 2	5	10	2	3	1	0	0 019	0 018	0 105	0 009	0 075	0 034	0 093		0 044	1
150	0 914	68 0	72 4	70 2	69 3	68 2	68 7	68 3	71 8	63 1	70 0	5	10	3	3	1	0	0 034	0 006	0 068	0 051	0 053		0 106		0 040	2
151	0 913	65 6	71 1	71 6	70 3	66 1	62 5	65 7	70 8	60 9	69 2	5	11	1	3	1	1	0 073	0 024	0 054	0 027		0 002	0 054		0 029	2
152	0 907	69 2	70 7	64 8	72 4	73 2	67 7	71 5	76 3	67 6	70 1	5	12	2	3	1	0	0 035	0 041	0 081	0 009	0 021	0 027		0 090	0 038	1
153	0 926	66 7	64 2	62 5	68 5	65 6	71 8	72 5	78 8	66 5	67 2	5	12	3	3	1	0	0 034	0 056	0 062	0 080	0 000	0 148		0 085	0 058	1
154	0 308	69 4	71 4	67 6	68 2	71 9	67 2	68 4	77 6	69 5	70 2	5	14	1 5	3	0	0	0 079	0 034	0 027	0 038	0 009	0 004	0 036	0 155	0 048	0
155	0 366	67 1	66 8	63 8	68 3	68 2	66 0	69 2	71 2	67 2	70 0	5	14	2	3	1	0		0 033			0 014	0 011	0 045	0 083	0 023	3
156	0 425	75 3	76 4	75 7	78 9	78 4	73 9	73 6	86 9	71 5	69 2	5	14	2 5	3	0	0		0 007	0 029	0 040	0 035		0 103	0 052	0 033	2
157	0 367	63 6	66 4	60 8	64 9	64 8	60 4	62 0	72 1	67 9	70 1	5	15	2	3	1	0									0 000	8
158	0 281	61 0	64 8	59 1	60 3	57 9	63 4	62 7	66 5	59 7	69 2	5	15	2 5	3	0	0	0 055	0 018	0 017		0 079	0 076	0 032	0 070	0 043	1
159	0 348	63 8	70 6	60 1	64 5	61 1	68 2	67 2	73 8	61 3	69 2	5	15	3	3	1	0									0 000	8
160	1 512	75 8	80 4	75 4	75 4	76 6	78 3	81 4	81 2	70 4	65 2	5	17	1	3	1	1									0 000	8

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.3: Kennwerte für die untersuchten Töne der Violen

Ton Nr	Tondauer	Lautheit	Lautheit (in dB) des Musikers Nr								Mittlere Tonhöhe	Lokalisierung des Tons			Taktart	Ist volle	Ist schwere	Relative Onset Zeit (in s) des Musikers Nr								Mittlere Onset Zeit	Anzahl nicht
	in s	in dB	1	2	3	4	5	6	7	8	in MIDI Skala	Satz	Takt	Taktzeit		Zählzeit	Zählzeit	1	2	3	4	5	6	7	8	abweichung in s	erkannter Onsets
161	0 795	62 2	68 2	58 4	61 2	59 0	65 2	70 8	69 0	61 9	67 2	5	18	1	3	1	1									0 000	8
162	0 230	58 5	66 9	57 8	58 9	56 4	64 5	61 6	62 2	53 8	70 1	5	18	1 75	3	0	0									0 000	8
163	0 929	61 3	67 7	63 8	63 6	59 3	61 7	67 3	68 2	55 7	69 2	5	18	2	3	1	0	0 015	0 033	0 005	0 043		0 027	0 011	0 027	0 020	1
164	2 034	66 8	76 6	67 7	67 4	67 7	67 5	68 1	75 1	61 2	69 1	5	19	1	3	1	1									0 000	8
165	0 303	57 3	60 9	58 4	56 0	60 5	60 0	58 2	56 1	53 7	61 1	6	25	2	3	1	0	0 018	0 022	0 017		0 087	0 002	0 023	0 048	0 027	1
166	0 296	59 3	62 0	61 8	58 3	58 6	58 4	61 2	62 8	56 1	58 3	6	25	2 66	3	0	0	0 005		0 042	0 013	0 079	0 036	0 026	0 077	0 035	1
167	0 589	59 9	63 2	61 0	59 1	61 6	59 9	64 2	59 1	56 4	60 2	6	25	3	3	1	0	0 021	0 038	0 023	0 024	0 007	0 018	0 030	0 040	0 025	0
168	1 002	60 5	66 4	63 7	61 8	60 1	61 8	64 1	62 7	54 8	56 2	6	26	1	3	1	1									0 000	8
169	0 826	60 9	63 4	59 5	59 1	63 4	60 2	63 2	63 1	59 0	60 2	6	26	3	3	1	0	0 026	0 014	0 006	0 056	0 037	0 035	0 013	0 034	0 028	0
170	0 218	62 8	63 4	65 9	63 8	65 0	62 8	65 4	62 7	58 5	61 2	6	27	2 66	3	0	0	0 070	0 050	0 012	0 010	0 040	0 004	0 039	0 005	0 029	0
171	0 288	60 4	63 5	61 3	61 1	60 4	62 1	60 3	63 3	56 2	61 2	6	27	3	3	1	0	0 037	0 049	0 018		0 028	0 007	0 027		0 021	2
172	0 253	61 8	64 3	62 6	60 9	64 5	62 0	62 8	60 3	59 6	60 3	6	27	3 33	3	0	0	0 012	0 041			0 039	0 029	0 004	0 084	0 026	2
173	0 323	60 2	61 4	61 4	58 0	60 9	59 2	60 6	60 6	60 4	58 4	6	27	3 66	3	0	0	0 004	0 047	0 010	0 017	0 040		0 026	0 009	0 019	1
174	0 903	60 1	63 4	60 3	59 9	58 7	58 4	61 2	61 7	59 0	63 2	6	28	1	3	1	1	0 028	0 033	0 004	0 019	0 006	0 006	0 009	0 001	0 013	0
175	0 347	59 4	61 8	54 6	57 2	62 7	62 1	59 9	62 9	64 4	65 0	6	28	3	3	1	0									0 000	8
176	0 305	58 1	58 0	57 2	57 2	57 2	59 6	58 0	60 8	57 8	65 3	6	29	2	3	1	0	0 036	0 011	0 001	0 022	0 052			0 098	0 027	2
177	0 298	58 2	60 4	54 2	63 3	56 5	57 1	59 6	61 0	60 1	63 4	6	29	2 33	3	0	0	0 002	0 030	0 058	0 028	0 003	0 056	0 030	0 081	0 036	0
178	0 279	60 8	61 6	59 9	61 2	61 6	58 8	62 0	62 3	59 8	61 2	6	29	2 66	3	0	0	0 005	0 015		0 022	0 039	0 037	0 007	0 018	0 018	1
179	0 300	59 7	63 5	59 7	56 4	60 9	63 0	61 0	60 8	57 6	60 1	6	29	3	3	1	0	0 030	0 017	0 010	0 011	0 068	0 068	0 014	0 012	0 029	0
180	0 298	61 4	62 2	62 4	59 3	63 2	62 7	61 5	60 7	60 5	58 2	6	29	3 33	3	0	0	0 049	0 006	0 008	0 004	0 032		0 005	0 055	0 020	1
181	0 856	63 3	71 0	64 5	67 7	63 7	61 3	65 7	68 5	58 2	58 2	6	30	2	3	1	0	0 088	0 006	0 033	0 021	0 008	0 025	0 016	0 037	0 029	0
182	0 579	63 3	67 5	65 1	60 1	67 6	62 6	66 5	64 2	60 2	54 2	6	30	3	3	1	0	0 005	0 027	0 056	0 020	0 032	0 042	0 012	0 037	0 029	0
183	0 281	60 2	66 0	58 4	58 0	65 4	67 1	66 6	62 5	55 1	56 3	6	30	3 66	3	0	0	0 002	0 083	0 022	0 034	0 022	0 001	0 070	0 044	0 035	0
184	0 595	62 5	64 1	65 0	60 1	63 2	61 7	67 4	65 8	59 3	53 2	6	31	1	3	1	1	0 033	0 062	0 005	0 001	0 061	0 017	0 011		0 024	1
185	0 343	61 4	66 1	65 8	56 6	67 9	62 4	62 4	67 5	57 8	54 2	6	31	1 66	3	0	0	0 004	0 044	0 017	0 001	0 021	0 009	0 017	0 026	0 017	0
186	0 285	61 8	66 3	62 0	60 4	65 5	61 4	62 7	65 4	57 8	51 2	6	31	2	3	1	0	0 029	0 040	0 035	0 000	0 060	0 028	0 015	0 000	0 026	0
187	0 239	64 2	67 3	64 8	64 1	65 7	67 2	64 3	64 1	60 3	54 1	6	31	2 33	3	0	0	0 029	0 009	0 011	0 010	0 067	0 014	0 030	0 037	0 026	0
188	0 308	61 1	62 6	64 6	61 8	60 2	60 6	64 7	64 5	56 7	53 3	6	31	2 66	3	0	0	0 012		0 077	0 004	0 024	0 000	0 008	0 038	0 020	1

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.3: Kennwerte für die untersuchten Töne der Violen

Ton Nr	Relative Tonhöhe (in cent) des Musikers Nr								Mittlere Tonhöhen	Pitch P5 95 (in cent) des Musikers Nr								Mittlerer Pitch	Anteil an interpolierten Stützwerten des Musikers Nr								Summe der Anteile an
	1	2	3	4	5	6	7	8	abweichung in cent	1	2	3	4	5	6	7	8	P5 95 in cent	1	2	3	4	5	6	7	8	interpolierten Stützwerten
1	11 6	14 4	16 1	7 9	19 4	26 4	15 3	11 1	15 3	51 1	42 1	27 1	31 9	50 2	84 3	50 2	35 4	46 5	0 00	0 00	0 00	0 10	0 00	0 00	0 00	0 00	0 11
2	2 9	4 4	18 1	12 5	5 1	4 3	7 7	30 1	10 6	53 3	53 3	175 6	32 2	53 3	81 8	47 4	59 6	69 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
3	19 1	2 2	5 9	7 4	19 8	5 5	0 8	7 0	8 5	40 5	40 2	24 0	47 9	47 4	37 4	36 1	75 7	43 7	0 10	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 10
4	12 3	5 9	6 4	10 5	14 3	22 3	2 2	0 3	9 3	63 8	31 0	49 6	82 5	46 9	24 3	48 1	40 2	48 3	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01
5	3 4	0 7	1 7	5 4	0 6	9 2	1 1	14 1	4 5	16 0	32 5	16 1	24 2	24 1	77 4	62 1	31 9	35 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
6	2 5	3 9	13 2	5 7	5 0	19 9	7 9	8 1	8 3	62 6	61 6	8 1	5 5	40 0	16 3	19 8	8 0	27 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
7	13 1	2 3	12 2	10 9	10 8	5 9	2 4	7 1	8 1	58 8	35 8	82 9	42 3	51 3	57 2	21 5	48 6	49 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 03
8	7 0	0 1	1 8	5 1	19 7	2 5	2 7	0 6	4 9	21 3	28 6	22 8	35 7	31 0	28 6	43 2	35 7	30 9	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05
9	13 4	10 9	8 9	4 1	2 0	9 3	6 8	2 7	7 2	63 5	16 1	47 7	84 8	56 0	71 4	52 6	87 7	60 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
10	14 8	0 5	5 0	0 6	25 7	0 7	1 0	6 0	6 8	75 7	19 2	28 5	28 6	14 5	34 6	42 7	21 3	33 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
11	4 7	17 4	9 3	20 6	10 2	23 3	3 6	79 8	21 1	0 0	6 3	6 4	12 6	11 1	25 2	6 4	116 4	23 0	0 00	0 00	0 00	0 27	0 00	0 00	0 00	0 91	1 18
12	2 5	1 3	5 8	5 1	3 0	6 0	13 4	7 5	5 6	37 9	30 1	16 8	39 3	108 0	15 8	42 3	53 8	43 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 06	0 00	0 00	0 10	0 16
13	13 2	0 2	23 6	10 8	11 8	6 9	4 2	22 2	11 6	43 1	70 1	42 2	28 7	63 6	77 8	40 6	74 6	55 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
14	12 1	2 5	19 2	1 8	0 7	6 3	7 4	7 4	7 2	44 8	38 1	58 4	62 4	50 3	50 6	19 1	34 2	44 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
15	1 1	2 3	0 8	4 0	0 9	4 6	0 4	4 4	2 3	86 6	34 6	62 1	25 3	61 2	25 9	130 1	12 2	54 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
16	3 7	12 1	2 0	16 0	3 7	3 4	1 4	8 5	6 4	29 2	31 3	33 2	12 9	25 7	13 1	12 7	49 6	25 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
17	7 5	1 7	11 3	3 7	19 1	6 9	2 4	2 8	6 9	10 7	36 8	16 8	10 7	18 5	49 4	20 2	25 8	23 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
18	5 6	18 0	3 7	22 0	5 2	3 6	19 3	21 2	12 3	49 0	14 5	45 8	16 9	8 4	69 7	17 8	127 8	43 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
19	10 6	9 9	3 6	3 4	4 6	12 2	7 9	2 8	6 9	9 6	7 0	24 0	19 0	19 0	206 6	10 8	14 3	38 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 00	0 05
20	10 5	9 2	2 5	10 2	0 7	11 9	24 6	3 5	9 1	17 5	18 3	18 1	6 1	12 1	13 5	14 5	18 9	14 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
21	3 7	8 2	3 2	0 7	3 3	10 1	10 3	5 2	5 6	51 4	28 7	57 2	71 5	21 4	72 2	28 7	57 0	48 5	0 13	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 13
22	18 9	2 4	3 7	9 1	18 9	1 1	8 5	3 1	8 2	25 6	28 0	25 7	90 1	48 8	17 7	160 7	9 0	50 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 01
23	9 0	3 6	6 1	9 4	8 9	2 4	2 5	6 9	6 1	14 7	13 9	9 2	9 5	7 8	12 2	8 5	20 7	12 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
24	2 4	2 7	18 9	8 7	8 8	11 1	2 1	5 3	7 5	22 8	15 8	35 0	16 1	14 0	10 6	30 1	13 4	19 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
25	6 1	1 0	21 4	3 8	16 1	15 7	7 0	8 5	9 9	44 4	13 8	141 4	11 3	28 0	16 8	28 2	101 4	48 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
26	2 1	2 6	7 4	4 2	11 5	4 7	20 3	24 4	9 7	40 6	12 7	19 1	79 6	48 8	18 9	24 5	19 3	32 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
27	2 2	2 8	1 3	17 4	12 6	5 4	12 6	13 9	8 5	13 6	11 7	53 6	10 2	15 2	22 3	14 2	7 2	18 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
28	6 1	4 3	11 2	19 0	1 7	8 8	24 9	11 7	11 0	18 0	24 1	56 0	18 1	14 1	47 1	33 7	8 1	27 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
29	5 1	13 2	9 9	12 4	11 9	11 0	1 7	3 9	8 7	25 4	17 0	97 0	48 4	33 5	91 4	59 4	81 3	56 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 02
30	6 4	11 0	9 3	19 4	0 7	13 4	4 2	15 5	10 0	53 9	16 1	60 8	15 9	40 0	31 8	20 9	59 8	37 4	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05
31	5 9	19 7	3 9	4 6	10 4	0 3	21 7	1 4	8 5	56 3	45 3	57 3	10 9	33 8	44 7	14 6	108 0	46 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
32	3 7	23 2	1 6	8 4	16 9	2 9	5 9	11 2	9 3	13 6	9 6	207 4	11 6	74 1	28 5	19 1	54 5	52 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 09	0 09
33	16 7	27 2	9 9	17 3	12 9	12 5	0 1	2 6	12 4	33 9	10 9	84 6	10 6	65 7	10 8	10 7	42 7	33 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
34	6 3	12 6	23 6	7 6	8 6	50 4	9 6	18 6	17 2	38 8	22 6	18 9	11 3	41 0	150 8	22 3	91 3	49 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 31	0 00	0 00	0 31
35	2 6	12 9	8 5	9 1	17 6	5 0	3 2	2 2	7 6	27 2	25 7	56 2	24 8	49 5	13 1	0 0	34 6	28 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
36	0 5	7 6	5 3	14 0	0 9	10 6	10 2	4 0	6 6	30 4	19 9	17 6	26 7	11 7	12 9	11 6	21 3	19 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
37	1 2	4 1	8 7	8 0	10 5	6 8	14 4	28 0	10 2	33 9	28 1	31 0	73 8	41 9	34 3	11 9	181 9	54 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
38	3 6	6 6	1 2	0 8	13 4	8 2	5 7	12 5	6 5	38 0	18 8	27 1	30 1	23 1	25 1	87 4	108 3	44 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
39	2 7	12 0	0 9	6 6	13 2	0 8	1 9	5 3	5 4	11 8	25 0	7 7	11 2	35 1	17 6	7 1	7 1	15 3	0 45	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 48
40	15 1	13 8	16 9	23 0	16 2	25 4	3 8	8 1	15 3	9 3	10 7	9 7	2 5	13 6	63 3	10 7	10 7	16 3	0 00	0 00	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00
41	17 6	1 6	10 0	15 6	10 5	17 9	15 2	2 1	11 3	30 0	15 2	29 6	28 3	15 7	11 0	26 3	11 4	20 9	0 00	0 00	0 36	0 00	0 00	0 00	0 10	0 00	0 45
42	8 3	12 0	10 4	29 7	8 2	13 5	11 7	3 1	12 1	58 3	14 0	21 4	10 3	10 8	10 8	10 8	10 7	18 4	0 00	0 00	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00
43	14 2	3 0	13 5	8 9	13 6	12 5	2 5	10 0	9 8	16 8	16 2	21 6	44 0	39 2	45 1	16 5	39 9	29 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 36	0 00	0 36
44	2 4	23 9	1 0	6 2	26 4	21 4	16 5	9 7	13 4	23 1	106 4	19 5	29 8	27 8	23 3	7 5	25 3	32 8	0 00	0 25	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 25
45	4 6	5 6	15 7	9 5	2 1	0 4	0 2	21 5	7 5	27 9	22 0	38 3	63 9	25 3	38 1	25 3	105 3	43 2	0 12	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 12
46	20 7	11 0	10 6	16 6	8 7	2 8	19 5	2 1	11 5	18 2	47 6	21 3	18 4	12 1	10 3	22 7	17 8	21 0	0 00	0 16	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 16
47	4 7	9 4	2 0	6 4	5 7	3 3	3 8	3 1	4 8	14 1	49 5	14 1	6 4	4 7	8 8	10 2	14 6	15 3	0 00	0 18	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 18
48	11 6	17 4	12 0	1 2	11 7	5 0	4 6	6 9	8 8	8 1	130 0	13 3	29 2	18 4	24 1	21 2	12 7	32 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
49	11 6	19 9	2 4	1 2	10 9	17 2	8 9	7 0	9 9	46 5	32 2	21 3	18 2	10 6	40 8	22 9	22 2	26 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
50	4 4	7 6	6 1	10 2	1 2	5 0	2 8	8 1	5 7	10 9	9 0	81 8	5 8	18 2	29 8	75 7	9 0	30 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 19	0 00	0 00	0 19
51	14 9	1 1	29 6	2 5	31 1	3 5	31 3	16 6	16 3	64 6	61 6	49 8	9 5	74 1	48 6	16 6	9 6	41 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
52	3 8	6 0	25 9	16 7	14 2	18 0	5 3	2 0	11 5	33 2	41 6	74 6	14 5	59 4	81 1	10 1	24 5	42 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
53	2 9	3 1	14 8	26 1	4 5	5 3	11 7	6 5	9 4	35 9	18 1	22 4	22 6	13 3	21 4	21 2	14 2	21 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
54	7 3	1 1	12 7	28 0	22 0	20 3	4 7	17 4	14 2	51 2	40 7	58 1	27 9	27 8	54 5	26 8	40 1	40 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
55	2 3	22 1	0 4	0 9	0 7	17 3	3 7	1 7	6 1	56 4	64 2	87 3	47 8	54 3	79 2	61 4	39 0	61 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
56	7 1	10 9	5 6	1 2	13 7	2 9	10 0	7 2	7 3	27 0	24 8	27 2	17 9	36 2	35 1	94 3	60 0	40 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 02	0 00	0 06
57	3 1	2 4	2 6	4 3	4 2	2 7	5 9	1 8	3 4	47 9	35 9	35 9	59 9	35 0	44 6	38 7	56 6	44 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 04
58	6 4	1 3	0 9	6 0	5 0	8 9	4 8	1 7	4 4	36 1	27 0	9 0	44 7	26 8	27 1	21 6	45 0	29 7	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 02
59	2 2	17 7	3 2	0 5	1 0	4 7	3 2	9 4	5 3	47 9	93 6	39 2	24 4	47 9	56 8	32 1	15 4	44 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
60	6 5	3 3	11 4	3 0	16 1	11 7	10 1	3 2	8 2	45 4	30 1	39 7	45 0	100 6	45 4	31 4	98 8	54 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 05	0 07
61	4 5	5 0	3 9	2 3	4 8	11 4	9 4	17 8	7 4	27 1	51 8	26 8	27 5	53 7	53 3	26 8	52 7	40 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 02
62	10 6	0 0	14 0	14 1	8 8	7 7	4 2	1 5	7 6	25 6	38 3	25 3	25 6	25 9	88 2	44 1	50 9	40 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
63	11 0	16 9	0 8	2 3	9 1	13 4	5 6	5 5	8 1	24 2	57 4	35 9	48 1	47 8	44 9	31 5	47 8	42 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
64	4 4	0 5	5 9	9 8	5 4	8 5	3 2	2 4	5 0	33 3	34 1	14 8	45 0	34 1	65 8	22 6	71 0	40 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
65	2 9	2 0	20 9	1 8	7 9	21 3	0 1	7 4	8 0	36 3	35 9	44 3	56 8	36 1	48 0	34 4	35 7	40 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 03
66	5 3	8 8	5 8	1 8	7 0	1 3	5 3	8 1	5 4	29 9	31 3	34 2	53 6	40 5	35 7	25 2	83 9	41 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
67	12 4	7 4	4 7	4 4	2 5	4 4	4 6	16 8	7 1	35 8	40 4	49 1	59 3	52 2	52 4	33 5	28 8	44 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
68	7 0	6 6	1 0	13 2	23 5	8 9	4 4	7 2	9 0	38 4	42 7	42 4	30 4	65 1	32 7	35 4	35 7	40 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 01
69	7 3	0 1	7 8	2 4	4 0	10 6	3 9	13 4	6 2	52 1	37 6	11 2	52 2	52 8	37 9	22 5	44 8	38 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
70	5 2	9 1	1 0	1 2	26 1	23 8	5 7	8 5	10 1	10 8	17 1	6 6	4 3	121 4	25 1	16 9	24 0	28 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
71	6 4	4 8	11 7	33 2	44 4	18 8	22 7	2 7	18 1	9 6	0 0	11 4	0 0	102 3	9 7	18 9	19 2	21 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 49	0 00	0 00	0 00	0 49
72	14 9	10 5	2 9	15 0	10 9	8 4	17 9	12 8	11 7	39 5	68 3	30 1	59 7	20 0	40 5	88 3	60 3	50 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
73	16 2	6 3	2 4	6 8	1 1	14 7	7 1	0 9	7 0	44 4	38 3	38 1	40 3	66 4	51 3	35 0	61 0	46 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 03
74	7 1	5 5	4 6	10 9	2 4	3 1	4 4	12 7	6 3	27 1	13 5	32 6	52 9	30 2	40 4	33 1	27 1	32 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
75	7 9	12 9	2 7	3 8	8 1	21 9	6 3	3 4	8 4	47 8	36 2	24 0	38 9	24 2	35 5	12 1	24 0	30 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 02
76	4 6	1 2	7 2	22 2	29 0	9 6	2 4	5 8	10 3	34 1	11 4	22 6	11 2	23 8	11 4	11 4	22 6	18 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 01
77	0 1	9 8	3 8	2 9	4 5	1 1	1 9	10 5	4 3	46 8	53 4	35 9	65 4	17 0	44 5	40 3	50 5	44 2	0 16	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 16
78	10 2	2 2	9 0	5 9	8 4	5 6	1 2	10 1	6 6	45 2	17 9	45 2	50 7	35 7	44 7	29 8	48 1	39 7	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01
79	15 8	31 2	6 0	14 9	22 8	28 8	8 1	5 4	16 6	3 8	2 2	7 6	15 4	109 8	73 7	4 8	22 7	30 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
80	1 7	2 3	1 5	0 7	8 4	2 0	9 2	3 1	3 6	41 2	40 6	33 9	40 3	46 5	53 7	33 6	58 8	43 6	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.3: Kennwerte für die untersuchten Töne der Violen

Ton Nr	Relative Tonhöhe (in cent) des Musikers Nr								Mittlere Tonhöhen	Pitch P5 95 (in cent) des Musikers Nr								Mittlerer Pitch	Anteil an interpolierten Stützwerten des Musikers Nr								Summe der Anteile an
	1	2	3	4	5	6	7	8	abweichung in cent	1	2	3	4	5	6	7	8	P5 95 in cent	1	2	3	4	5	6	7	8	interpolierten Stützwerten
81	1 4	26 2	13 2	33 3	6 7	6 7	16 2	8 7	14 1	16 8	30 6	13 8	102 6	18 9	30 2	18 8	7 6	29 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
82	0 7	8 8	0 9	1 4	3 2	2 2	5 5	5 1	3 5	42 3	43 0	28 8	43 2	53 7	59 9	38 9	61 5	46 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
83	13 9	33 7	22 6	8 4	19 5	9 8	18 2	22 3	18 5	12 0	65 3	17 1	24 7	41 1	26 9	62 5	17 7	33 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 12	0 00	0 12
84	13 0	15 1	1 1	8 2	0 7	9 9	48 4	16 9	14 1	9 5	83 9	5 9	11 8	17 7	11 9	108 2	10 6	32 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
85	7 9	1 8	2 8	1 8	10 2	2 4	6 7	5 0	4 8	44 6	56 8	41 3	53 5	45 9	65 4	88 4	52 0	56 0	0 00	0 02	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 03
86	11 8	16 5	37 8	10 1	1 0	10 6	11 9	19 8	14 9	59 0	11 0	64 4	7 5	24 3	21 6	24 9	37 9	31 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
87	15 4	12 6	6 8	9 6	7 9	5 4	8 9	0 0	8 3	51 2	40 3	42 1	80 9	36 7	41 8	48 3	59 3	50 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
88	12 0	11 3	3 4	7 1	16 6	7 0	27 7	15 3	12 6	47 2	26 7	6 7	15 2	34 7	56 9	24 4	53 6	33 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
89	1 7	9 0	8 5	9 9	8 6	14 4	10 0	4 5	8 3	50 7	8 5	45 2	20 4	25 2	51 2	46 4	25 4	34 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
90	15 0	9 0	6 7	2 6	4 2	1 5	0 6	3 8	5 4	18 0	89 8	9 4	49 0	11 7	21 4	35 5	47 2	35 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
91	1 5	13 2	3 1	16 6	17 2	3 1	7 4	12 3	9 3	46 2	33 9	32 0	52 6	26 6	30 2	25 1	0 0	30 8	0 00	0 00	0 27	0 00	0 24	0 00	0 00	0 00	0 52
92	5 8	2 4	2 8	16 0	11 1	0 4	7 7	29 0	9 4	0 0	75 2	20 4	30 1	15 9	24 4	25 8	78 3	33 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 18	0 18
93	7 5	15 7	7 5	3 5	0 7	16 8	17 2	30 5	12 4	27 3	51 8	11 5	32 6	26 1	23 3	32 3	37 4	30 3	0 00	0 00	0 00	0 12	0 00	0 00	0 00	0 00	0 12
94	14 4	3 3	7 6	0 3	9 8	27 0	2 9	10 4	9 5	45 0	0 0	43 6	42 3	51 5	33 5	16 9	22 3	31 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
95	10 4	13 2	4 0	9 2	5 4	2 0	11 3	8 2	8 0	13 6	22 4	38 2	63 4	19 2	18 1	113 8	29 9	39 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
96	5 0	5 6	1 5	17 1	33 7	8 5	29 6	3 7	13 1	34 5	22 4	30 0	22 2	14 9	148 1	29 5	52 6	44 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 04
97	8 9	0 3	4 4	7 1	0 0	29 0	12 2	19 8	10 2	49 4	14 2	39 3	26 7	49 1	128 0	28 0	41 6	47 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 08	0 00	0 00	0 08
98	2 1	27 5	10 8	6 1	7 1	15 2	6 7	10 1	10 7	67 4	92 7	24 0	17 8	42 4	35 9	26 3	24 0	41 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 15	0 00	0 15
99	6 5	4 4	0 4	5 1	11 6	7 8	8 2	1 0	5 6	34 1	23 7	40 4	62 5	26 7	47 4	27 1	16 7	34 8	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01
100	3 5	10 7	0 9	10 7	6 6	1 1	12 7	11 6	7 2	29 6	23 8	28 0	12 0	25 8	32 6	59 9	21 9	29 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 19	0 21
101	1 2	5 7	10 1	1 2	2 2	16 2	12 5	12 0	7 6	38 9	45 3	42 5	19 1	11 4	57 1	80 0	47 4	42 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
102	7 9	14 0	18 7	5 0	31 7	17 4	14 2	11 0	15 0	30 5	10 0	27 7	10 1	39 6	64 4	19 1	27 1	28 6	0 00	0 06	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 06
103	11 7	1 5	5 1	11 3	13 8	0 9	6 0	0 4	6 3	38 0	57 2	45 0	116 4	54 6	66 3	37 6	60 2	59 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 01
104	16 3	14 5	1 4	10 3	12 8	4 8	1 0	28 2	11 2	32 1	8 0	49 6	115 8	20 9	47 4	47 9	102 4	53 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
105	4 6	3 6	7 0	4 2	1 1	13 0	4 1	7 1	5 6	37 6	45 2	52 3	67 2	44 1	63 8	45 2	45 2	50 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
106	21 0	1 6	15 3	9 7	10 3	6 2	20 9	1 1	10 8	25 8	19 4	34 7	26 7	71 8	67 5	47 1	46 0	42 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
107	11 5	1 5	0 6	3 6	15 6	6 3	7 8	5 3	6 5	30 9	40 9	47 4	59 4	48 2	44 9	41 2	124 8	54 7	0 00	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 03	0 02	0 08
108	11 5	13 5	3 9	5 5	8 6	0 9	5 3	7 9	7 1	60 3	47 4	59 9	84 0	46 5	59 9	59 9	59 9	59 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 03
109	7 4	2 6	14 7	2 5	37 9	8 3	11 0	13 1	12 2	26 9	26 8	39 1	57 7	67 7	70 3	39 8	20 2	43 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 02
110	9 7	3 0	5 4	7 0	2 3	16 1	0 9	0 1	5 6	28 5	15 1	22 6	15 1	15 1	36 3	15 1	15 1	20 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
111	8 8	1 8	2 1	7 0	7 8	0 5	3 0	3 2	4 3	31 8	24 0	16 0	16 0	31 8	47 9	48 1	8 0	27 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
112	3 4	0 0	2 9	9 4	4 7	2 6	4 7	3 7	3 9	40 3	33 6	26 8	6 7	45 9	47 1	40 3	13 5	31 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 01
113	4 3	6 3	9 5	6 0	0 2	3 7	0 5	0 9	3 9	41 5	50 6	47 7	69 0	23 8	48 8	35 7	39 6	44 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
114	3 3	2 2	10 5	1 5	10 3	10 8	3 6	9 5	6 5	37 4	30 6	37 2	84 7	52 7	52 8	43 4	56 9	49 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 12	0 00	0 00	0 12
115	8 8	2 8	5 4	2 4	8 1	13 7	5 0	3 5	6 2	34 2	42 5	33 4	67 1	65 0	80 7	28 7	41 0	49 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
116	6 0	2 0	0 9	11 7	5 5	5 8	11 6	3 6	5 9	24 6	31 3	60 8	51 5	8 4	37 3	22 4	7 5	30 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
117	4 1	1 0	7 5	5 1	4 9	2 6	1 2	4 1	3 8	32 1	23 7	31 8	39 4	31 6	16 0	23 9	108 7	38 4	0 00	0 00	0 00	0 06	0 00	0 00	0 00	0 00	0 06
118	2 8	3 1	3 5	5 0	3 9	3 6	1 5	2 6	3 2	40 3	40 3	13 4	40 4	40 3	21 6	20 2	13 5	28 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 02	0 05
119	2 8	4 2	20 8	12 2	2 8	10 8	5 8	7 7	8 4	39 8	31 8	51 4	80 2	29 1	47 9	47 7	16 0	43 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
120	3 3	4 5	12 1	7 7	3 8	8 2	7 6	7 8	6 9	45 2	37 7	52 1	67 9	27 2	67 9	37 4	50 3	48 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 01
121	20 8	9 5	20 1	2 6	12 2	9 7	8 4	0 6	10 5	42 3	31 6	34 7	33 4	49 2	35 6	53 8	54 9	41 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 03
122	7 0	4 7	31 5	5 0	4 7	12 0	27 9	19 8	14 1	33 4	13 4	187 4	8 7	29 4	26 7	162 3	33 5	61 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
123	12 2	11 2	4 0	1 6	8 3	8 7	7 5	10 8	8 0	41 4	13 7	115 2	13 0	45 7	45 7	19 9	0 0	36 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 00	0 03
124	0 2	0 6	3 5	0 3	0 3	7 3	7 9	3 8	3 0	46 2	21 3	91 2	16 0	12 7	45 9	12 2	36 7	35 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
125	10 8	9 7	17 2	3 9	6 6	2 2	7 0	8 7	8 3	7 6	10 7	30 0	30 1	7 6	60 5	30 4	68 8	30 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
126	1 6	6 8	25 0	4 7	9 0	3 4	18 4	15 7	10 6	33 4	13 3	84 8	13 4	20 5	45 6	13 5	20 2	30 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
127	2 4	7 5	5 0	20 1	14 9	16 2	2 6	11 4	10 0	8 0	37 5	78 6	43 0	43 0	54 7	19 1	15 6	37 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
128	11 4	2 7	8 0	2 0	10 2	5 8	1 1	16 2	7 2	27 1	33 5	73 6	52 0	40 5	61 8	26 8	40 6	44 5	0 00	0 00	0 02	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04
129	0 9	1 1	6 8	7 5	13 4	9 0	26 8	9 7	9 4	8 8	9 0	9 1	18 2	31 2	0 3	0 0	5 6	10 3	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 01
130	27 2	10 6	12 1	20 4	6 9	11 8	25 6	1 3	14 5	71 1	17 3	10 2	24 0	10 2	17 6	10 0	28 2	23 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
131	2 3	23 0	14 8	8 2	4 5	2 8	13 6	9 5	9 9	21 4	105 8	31 2	10 7	10 7	10 7	10 6	19 7	27 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
132	0 1	19 5	9 8	9 6	0 6	11 6	0 8	11 7	8 0	0 0	0 0	12 1	23 0	5 1	30 7	28 9	21 0	15 1	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00
133	6 2	2 1	2 3	12 6	1 3	3 4	22 5	0 8	6 4	40 4	53 7	53 7	67 9	67 4	84 8	163 8	89 2	77 6	0 00	0 03	0 00	0 03	0 00	0 00	0 09	0 00	0 15
134	6 5	0 5	8 1	1 2	3 4	4 9	4 5	9 3	4 8	28 6	16 0	14 1	26 9	28 4	0 0	18 0	0 0	16 5	0 00	0 00	0 00	0 07	0 00	0 00	0 00	0 00	0 07
135	3 7	2 4	5 4	6 0	13 0	16 2	14 8	1 6	7 9	51 3	14 1	21 7	112 8	41 9	48 3	61 0	64 1	51 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
136	4 8	19 5	8 7	10 6	12 3	3 9	19 3	5 7	10 6	63 3	0 0	16 1	34 5	16 0	16 1	29 0	16 1	23 9	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00
137	11 5	9 2	9 2	2 8	9 6	4 6	18 8	4 2	8 7	0 0	0 0	0 0	0 0	13 0	14 2	14 4	10 1	6 5	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00
138	4 2	3 0	4 4	6 4	6 6	0 7	5 2	16 0	5 8	24 5	26 8	33 3	12 9	13 6	13 6	32 1	26 8	23 0	0 00	0 27	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 27
139	0 9	18 3	9 4	13 1	13 2	18 1	5 9	12 8	11 5	27 1	137 7	67 4	38 3	30 3	27 3	40 4	53 7	52 8	0 00	0 25	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 25
140	4 9	11 3	4 4	19 2	6 2	16 1	6 8	8 0	9 6	4 2	0 0	27 5	22 8	48 4	26 2	15 1	16 2	20 1	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 68	0 00	1 68
141	69 5	20 7	13 4	11 0	12 3	8 6	14 9	10 7	20 1	57 1	48 5	21 5	22 9	10 7	13 3	21 5	10 7	25 8	0 99	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 99
142	4 5	8 5	12 5	2 1	10 8	3 4	3 5	2 2	5 9	18 1	16 0	15 4	31 9	30 0	17 4	70 9	27 0	28 3	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01
143	17 0	5 4	16 0	29 2	3 9	6 8	21 3	12 1	14 0	9 6	7 0	5 6	7 9	7 3	7 3	17 3	8 4	8 8	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 54	0 54
144	15 9	8 9	10 7	3 2	18 0	13 2	2 2	4 4	9 6	21 9	20 8	35 5	27 1	0 0	13 4	13 5	0 0	16 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
145	24 2	3 1	11 4	12 7	12 4	6 8	27 8	4 4	12 8	12 1	40 8	12 1	46 7	91 6	22 7	11 7	29 9	33 5	0 00	0 00	0 00	0 05	0 00	0 01	0 00	0 00	0 06
146	10 2	20 0	3 9	6 3	3 5	21 1	0 8	24 2	11 3	14 1	14 4	17 3	38 6	24 1	35 9	18 8	20 2	22 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
147	6 9	3 7	6 1	8 6	7 8	0 1	4 1	7 7	5 6	50 7	50 7	50 7	0 0	37 4	53 8	33 6	67 9	43 1	0 00	0 00	0 00	1 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00
148	7 3	3 9	2 7	20 8	10 5	6 2	2 9	15 2	8 7	31 3	48 6	18 0	68 6	50 2	33 6	33 6	50 2	41 8	0 80	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 11	0 00	0 90
149	0 3	6 9	39 3	11 8	14 3	7 7	6 2	7 3	11 7	48 3	32 1	102 8	26 1	47 9	64 1	32 1	57 4	51 3	0 00	0 00	0 96	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 96
150	13 6	6 4	11 9	9 6	1 4	1 7	0 8	1 1	5 8	33 9	33 6	92 2	84 5	49 2	53 2	99 9	50 2	62 1	0 00	0 00	0 11	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 11
151	5 5	0 1	16 7	2 2	1 1	2 3	2 7	9 5	5 0	48 3	32 1	30 4	47 9	47 9	57 0	32 1	48 3	43 0	0 00	0 00	0 47	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 47
152	1 3	1 1	0 4	13 4	6 1	5 0	6 4	6 3	5 0	50 7	50 7	50 7	85 3	66 0	67 2	60 1	67 2	62 2	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 00	0 01
153	2 9	6 9	0 0	5 4	1 5	2 6	4 9	0 5	3 1	28 6	42 7	28 6	14 4	42 7	57 2	42 7	42 7	37 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 06	0 00	0 06
154	1 1	0 4	14 5	0 1	0 4	1 9	5 5	9 2	4 2	50 7	51 2	67 2	67 9	26 0	50 7	17 1	20 5	43 9	0 12	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 30	0 42
155	5 8	3 4	5 4	17 8	127	20 4	9 5	8 3	10 4	14 1	33 6	16 9	82 1	9 4	16 7	16 9	33 9	27 9	0 76	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 76
156	3 9	0 6	3 1	0 5	1 1	21 1	4 8	14 5	6 2	32 1	13 3	20 8	64 1	26 0	15 8	89 3	42 3	38 0	0 00	0 00	0 10	0 00	0 33	0 00	0 00	0 00	0 43
157	7 0	14 2	4 1	8 1	5 7	6 8	8 6	8 9	7 9	67 9	33 6	50 7	20 0	16 9	50 7	0 0	0 0	30 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00	0 00	1 00
158	5 4	5 8	0 5	8 4	11 2	15 6	0 7	1 6	6 2	47 9	16 0	32 1	16 1	63 5	64 7	11 1	19 5	33 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
159	1 0	0 4	12 6	8 0	7 7	19 2	9 6	1 8	7 5	32 1	27 5	15 1	16 1	16 0	0 0	16 1	0 0	15 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	1 00	0 00	0 00	1 00
160	2 2	7 1	9 1	13 7	1 1	4 9	3 8	13 9	7 0	25 5	38 3	38 1	25 6	50 9	50 9	25 5	50 6	38 2	0 12	0 00	0 03	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 15

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Tabelle B.3: Kennwerte für die untersuchten Töne der Violen

Ton Nr	Relative Tonhöhe (in cent) des Musikers Nr								Mittlere Tonhöhen	Pitch P5 95 (in cent) des Musikers Nr								Mittlerer Pitch	Anteil an interpolierten Stützwerten des Musikers Nr								Summe der Anteile an
	1	2	3	4	5	6	7	8	abweichung in cent	1	2	3	4	5	6	7	8	P5 95 in cent	1	2	3	4	5	6	7	8	interpolierten Stützwerten
161	3 8	1 2	0 8	4 4	6 9	2 6	11 2	16 9	6 0	42 7	28 6	42 7	14 4	58 3	57 2	37 2	57 7	42 4	0 21	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 22
162	9 4	0 5	16 5	5 8	6 6	13 5	14 2	20 4	10 9	29 9	16 9	38 4	16 9	43 1	0 0	16 7	0 0	20 2	0 00	0 00	0 19	0 00	0 18	0 00	0 00	0 00	0 37
163	3 9	2 7	3 2	10 4	1 0	0 3	8 9	7 0	4 6	42 4	57 2	32 1	67 0	64 1	64 1	47 9	70 8	55 7	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02
164	1 6	1 4	23 0	3 7	0 6	4 8	7 6	7 2	6 2	32 1	47 9	55 9	64 1	47 9	64 1	32 1	64 1	51 0	0 00	0 00	0 05	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05
165	8 6	8 6	12 6	20 5	12 9	8 4	3 2	15 7	11 3	52 2	19 6	18 0	49 4	29 9	28 3	30 1	24 4	31 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 17	0 00	0 00	0 00	0 17
166	13 5	4 1	12 5	4 6	12 9	9 2	9 6	13 0	9 9	14 7	25 6	33 8	10 0	48 7	31 5	25 4	33 1	27 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 00	0 04
167	13 0	3 0	7 8	12 9	4 4	1 2	3 1	10 7	7 0	44 1	37 9	65 1	73 7	50 0	66 8	57 4	56 8	56 5	0 00	0 00	0 01	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01
168	6 3	4 9	0 3	10 2	15 7	23 9	4 5	13 4	9 9	42 5	30 4	66 2	52 6	53 4	69 1	37 9	74 7	53 4	0 00	0 08	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 08
169	5 7	7 0	23 0	17 2	1 7	0 0	7 9	13 3	9 5	44 0	47 4	19 3	64 5	57 3	73 9	48 0	64 9	52 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 00	0 04
170	6 0	0 1	3 1	3 9	7 7	9 7	7 0	2 2	5 0	56 8	34 6	12 8	16 0	72 2	20 4	10 2	8 0	28 9	0 14	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 14
171	0 9	5 8	11 3	1 8	20 9	9 2	4 1	0 6	6 8	70 6	28 5	19 5	18 4	96 6	25 8	10 1	40 5	38 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 02	0 00	0 00	0 00	0 02
172	12 1	5 8	6 8	2 3	4 3	1 1	1 0	9 3	5 3	19 1	28 8	26 1	21 6	78 0	18 4	19 2	55 9	33 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
173	2 9	0 1	3 3	10 1	31 8	4 7	5 3	20 7	9 9	19 2	34 3	16 3	8 6	60 7	25 6	17 2	168 9	43 9	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 03	0 01	0 03
174	15 7	13 7	8 8	3 2	11 9	11 0	12 6	10 3	10 9	53 8	56 8	67 5	58 6	48 6	68 3	62 7	70 0	60 8	0 00	0 10	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 10
175	11 8	10 4	9 9	16 9	9 0	12 2	7 1	77 3	19 3	50 9	38 1	63 4	25 5	50 9	65 2	25 3	125 1	55 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 25	0 00	0 00	0 64	0 89
176	5 2	6 8	30 3	13 3	5 7	34 0	7 3	6 7	13 7	38 3	21 8	63 0	12 9	32 7	114 2	51 3	12 8	43 4	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 19	0 00	0 00	0 19
177	13 6	32 2	0 9	1 6	26 7	16 6	2 2	3 8	12 2	22 8	131 6	61 7	9 5	11 3	20 4	11 8	35 9	38 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 32	0 00	0 00	0 32
178	9 4	7 6	9 6	13 0	0 9	10 6	4 3	3 8	7 4	13 7	20 1	24 8	10 0	10 1	30 5	38 6	47 9	24 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 01	0 01
179	2 0	3 4	19 0	11 1	5 1	19 8	0 2	38 6	12 4	61 8	16 4	9 6	18 8	20 1	71 4	9 5	29 5	29 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
180	2 5	4 7	4 1	1 4	2 8	3 8	2 3	6 5	3 5	20 4	42 9	10 1	15 9	23 4	84 6	14 4	41 3	31 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
181	2 2	6 5	14 7	12 4	12 4	3 5	20 6	0 7	9 1	48 8	46 1	25 6	72 4	73 5	67 6	51 2	52 5	54 7	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
182	17 3	5 0	14 9	16 3	0 8	26 2	32 7	4 6	14 7	60 9	34 9	67 0	20 5	68 4	116 8	67 8	20 3	57 1	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
183	1 3	11 9	19 6	4 9	21 2	19 1	18 1	16 0	14 0	7 6	15 2	7 7	16 7	15 1	7 7	7 6	15 4	11 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 04	0 00	0 04
184	7 0	1 8	6 7	16 6	2 9	12 5	3 1	8 0	7 3	53 1	27 9	9 4	89 5	77 1	77 4	40 1	69 7	55 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
185	4 1	1 6	10 5	21 2	3 5	9 9	2 3	17 4	8 8	60 3	50 7	28 2	40 9	26 5	13 4	19 1	13 4	31 6	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
186	15 6	6 7	7 4	11 5	13 6	29 7	14 2	11 2	13 7	45 0	22 8	17 1	5 6	42 6	17 3	0 0	17 2	21 0	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
187	4 2	9 7	11 6	5 5	9 5	10 4	7 5	20 3	9 8	12 0	13 4	74 4	21 1	91 8	33 2	20 2	9 7	34 5	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00	0 00
188	3 1	3 8	12 5	5 0	5 7	12 7	13 0	13 2	8 6	12 8	38 3	25 8	28 9	12 9	12 7	12 7	30 0	21 8	0 00	0 00	0 08	0 00	0 00	0 00	0 00	0 05	0 14

Töne werden bei der Onset Zeituntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden bei der Tonhöhenuntersuchung nicht berücksichtigt
Töne werden weder bei der Onset Zeituntersuchung noch bei der Tonhöhenuntersuchung berücksichtigt

Literatur

Aschersleben, G. (2002): „Temporal Control of Movements in Sensorimotor Synchronization“. In: *Brain and Cognition* 48. S. 66–79.

Baader, A. P., O. Kazennikov und M. Wiesendanger (2005): „Coordination of bowing and fingering in violin playing“. In: *Cognitive Brain Research* 23. S. 436–443.

Barron, M., J. J. Dammerud (2006): „Stage Acoustics in Concert Halls – Early Investigations“. In: *6th International Conference on Auditorium Acoustics, Proc. of the Institute of Acoustics* 28/2. S. 1–12.

Bello, J., L. Daudet, S. Abdallah, C. Duxbury, M. Davies, M. Sandler (2005): „A Tutorial on Onset Detection in Musical Signals“. In: *IEEE Transactions on Speech and Audio Processing* 13/5. S. 1035–1047.

Bortz, J. (2005): *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*, 6. Auflage, Heidelberg: Springer.

Chen, J., M. J. Woollacott, S. Pologe, G. P. Moore (2008): „Pitch and space maps of skilled cellists: accuracy, variability and error correction“. In: *Experimental Brain Research* 188. S. 493–503.

Cheveigné, A. de, H. Kawahara (2002): „YIN, a fundamental frequency estimator for speech and music“. In: *Journal of the Acoustical Society of America* 111(4). S. 1917–1930.

Cuadra, P. de la, A. Master, C. Sapp (2001): „Efficient Pitch Detection Techniques for Interactive Music“. In: *Proc. of the 2001 International Computer Music Conference.*

Dixon, S. (2006): „Onset Detection Revisited“. In: *9th Int. Conference on Digital Audio Effects*. S. 133–137.

Dolson, M. (1983): *A Tracking Phase Vocoder and its Use in the Analysis of Ensemble Sounds*. Dissertation: California Institute of Technology.

Dowling, W. J., D. L. Harwood (1986): *Music Cognition*. Orlando et al.: Academic Press.

Ellermeier, W., J. Hellbrück (2008): „Hören – Psychoakustik – Audiologie“. In: S. Weinzierl (Hg.), *Handbuch der Audiotechnik*. Berlin et al.: Springer. S. 41–85.

Fastl, H., E. Zwicker (2007): *Psychoacoustics – Facts and Models*, Dritte Ausgabe, Berlin et al.: Springer.

Fraisse, P. (1980): „Les synchronisations sensori-motrices aux rythmes". In: J. Requin (Hg.), *Anticipation et Comportement*. Paris: CNRS. S. 233–257.

Friberg, A., R. Bresin, J. Sundberg (2006): „Overview of the KTH rule system for musical performance". In: *Advances in Cognitive Psychology* 2/2-3. S. 145–161.

Goebl, W., C. Palmer (2009): „Synchronization of Timing and Motion Among Performing Musicians". In *Music Perception* 26/5. S. 427–438.

Houtsma, A. J. M. (1995): „Pitch Perception". In: B. C. J. Moore (Hg.), *Hearing – Handbook of Perception and Cognition* 2. Edition. San Diego et al.: Academic Press. S. 267–295.

Kahlin, D., S. Ternström (1999): „The Chorus Effect Revisited – Experiments in Frequency-Domain Analysis and Simulation of Ensemble Sounds". In: *25th Euromicro Conference*. 2. Band. S. 2075–2080.

Lerch, A. (2008): *Software-Based Extraction of Objective Parameters from Music Performance*. Dissertation: Technische Universität Berlin.

Luck, G., P. Toiviainen (2006): „Ensemble Musicians' Synchronization with Conductors Gestures: An Automated Feature-Extraction Analysis". In: *Music Perception* 24/2. S. 189–199.

Meyer, J. (2008): „Musikalische Akustik". In: S. Weinzierl (Hg.), *Handbuch der Audiotechnik*. Berlin et al.: Springer. S. 123–180.

Naylor, G. M. (1988): „The Achievement of Ensemble". In: *Applied Acoustics* 23. S. 109–120.

Rasch, R. A. (1979): „Synchronisation in Performed Ensemble Music". In: *Acustica* 43. S. 121–131.

Rasch, R. A. (1988): „Timing and Synchronization in Ensemble Performance". In: J. A. Sloboda (Hg.), *Generative Processes in Music*. Oxford: Claredon Press. S. 70–90.

Repp, B. H. (1999): „Control of Expressive and Metronomic Timing in Pianists". In: *Journal of Motor Behavior* 31/2. S. 145–164.

Richardson, B. (1992): „The physics of the violin". In: R. Stowell (Hg.), *The Cambridge Companion to the Violin*. Cambridge: University Press. S. 30–45.

Rimsky-Korsakov, N. (1964): *Principles of Orchestration*. New York: Dover Publications. Erstveröffentlichung 1891.

Schneider, M (2008): „Mikrofone“. In: S. Weinzierl (Hg.), *Handbuch der Audiotechnik*. Berlin et al.: Springer. S. 313–419.

Soulodre, G. A. (2004): „Evaluation of Objective Loudness Meters“. In: *116th AES Convention*. Berlin, Preprint 6161.

Ternström, S. und J. Sundberg (1982): „Acoustical factors related to pitch precision in choir singing“. In: *Speech Transmission Laboratory Quarterly Progress and Status Report* 23. S. 76–90.

Ternström, S. (1999): „Preferred self-to-other ratios in choir singing“. In: *Journal of the Acoustical Society of America* 105(6). S. 3563–3574.

Ueno, K., K. Kato, K. Kawai (2010): „Effect of Room Acoustics on Musicians’ Performance. Part I: Experimental Investigation with a Conceptual Model“. In: *Acta Acustica United with Acustica* 96. S. 505–515.