

**Brandenburgische Technische Universität
Cottbus - Senftenberg**

**Lehrstuhl für Kommunikationstechnik
Fakultät 3**

Experimente zur akustischen Mustererkennung

Experiments in Acoustic Pattern Recognition

Bachelorarbeit

Author: Johannes Wawra

Matrikel-Nummer: 3100270

Betreuer: Prof. Dr.-Ing. habil. Matthias Wolff
Dipl.-Ing. (FH) Christian Richter

0.1 Aufgabenstellung

Akustische Mustererkennung erlaubt die automatische Aufdeckung der Struktur und Bedeutung akustischer Signale. Zur Demonstration des Fachgebiets sollen ein bis zwei anschauliche Experimente entworfen, aufgebaut und durchgeführt werden. Der Versuchsaufbau soll im Ergebnis betriebsbereit sein und für künftige Aufführungen zur Verfügung stehen.

Im einzelnen sind folgende Teilaufgaben zu lösen:

- Inbetriebnahme des Messmikrofonfelds am EFRE-Laborplatz zur kognitiven Signalverarbeitung,
- Entwurf und Aufbau von ein bis zwei Versuchen (ggf. inkl. einem mechanischen Aufbau), Aufnahme und Aufbereitung einer Datenbasis zum Training und Test des akustischen Mustererkenners,
- Training von akustischen Modellen und experimenteller Nachweis der Funktionsfähigkeit (inkl. statistischer Auswertung).

Ein Laborarbeitsplatz und ein Experimentiersystem zur akustischen Mustererkennung stehen für die Arbeit zur Verfügung und können genutzt werden.

0.2 Erklärung

Der Verfasser erklärt, dass er die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt hat. Die aus fremden Quellen (einschließlich elektronischer Quellen) direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind ausnahmslos als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form oder auszugsweise im Rahmen einer anderen Prüfung noch nicht vorgelegt worden.

Ort, Datum

Unterschrift

0.3 Zusammenfassung

Im vorliegenden Experiment wurde der Aufschlag von Euro-Münzen aufgenommen, wobei mit Hilfe der Mustererkennung die Wertigkeit der Münze (z.B. 1 Cent, 50 Cent oder 2 Euro) festgestellt werden sollte.

Es wurden 3 Versuche und ein Vorversuch durchgeführt. Im Vorversuch und Versuch 1 wurde eine Glasschale als Aufschlagfläche genutzt, in Versuch 2 eine Acrylschale mit Metallboden-Einsatz und in Versuch 3 dieselbe Acrylschale mit Glasboden-Einsatz.

Jeder dieser Versuche wurde mit einer unterschiedlichen Anzahl an Signalen trainiert, für den Vorversuch wurden circa 320 Signale verwendet, für Versuch 1 1994 Signale, für Versuch 2 949 Signale und für Versuch 3 2337 Signale.

Das Training der Modelle lieferte bei den Geräuschen der Münzaufschläge auf Glas die besten Ergebnisse. Geräusche der Aufschläge auf eine Metallplatte auf Füßchen lieferten wesentlich schlechtere Ergebnisse. Ein Vergleich der Spektren hat bestätigt, dass eine hohe Eigenschwingung des Systems von Nachteil für die Erkennung ist.

Eine höhere Anzahl von Aufnahmen sorgte für längere Berechnungszeit, dafür trat das Training später in die Phase des Übertrainings ein. Diese Phase ist an einem deutlichen Rückgang der Erkennungsquoten ab einer bestimmten Iteration sichtbar, außerdem wird während des Trainings bei dieser Iteration die Fehlermeldung "Covarianz bad ausgegeben". Die Erkennungsquoten im Live-Betrieb waren zum Anfang deutlich schlechter als erwartet, da das System auf Sprachsignale spezialisiert war. Mit Hilfe von einem der Entwickler des UASR, Frank Duckhorn, konnte die Erkennungsquote auf ein annähernd gleiches Ergebnis wie im Training gesteigert werden.

Inhaltsverzeichnis

0.1 Aufgabenstellung	II
0.2 Erklärung	III
0.3 Zusammenfassung	IV
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	IX
1 Einleitung	1
2 Grundlagen	2
2.1 Theoretische Grundlagen	2
2.1.1 Akustische Mustererkennung	2
2.1.2 Musterkennsystem	2
2.1.3 Training der Modelle	3
2.2 Vorarbeiten	4
3 Eigene Arbeiten	5
3.1 Versuchsaufbau	5
3.1.1 Das Mikrofonfeld	5
3.1.2 Die Testkörper	6
3.1.3 Vorversuch und Versuch 1	7
3.1.4 Versuch 2	9
3.1.5 Versuch 3	11
3.2 Verzeichnisstruktur	12
3.3 Erstellte Programme und Skripte	12
3.3.1 Mikrofonfeld 3.1.vi	12

Inhaltsverzeichnis

3.3.2	Das Hilfsprogramm Fileoperations	16
3.3.3	UASR und dafür angefertigte Skripte	18
3.3.4	Das Skript MULTITRN.xtp	20
3.3.5	LIVE-Erkennung mit CoinsRecognizer	21
3.4	Durchführung	22
3.4.1	Vorversuch	22
3.4.2	Versuch 1	22
3.4.3	Versuch 2	23
3.4.4	Versuch 3	24
4	Ergebnisse	26
4.1	Vorversuch	26
4.2	Versuch 1	28
4.3	Versuch 2	29
4.4	Versuch 3	29
5	Bewertung und Ausblick	31
5.1	Bewertung	31
5.1.1	Unterschiede im Frequenzspektrum	31
5.1.2	Unterschiede im Aufschlagmuster	33
5.1.3	Unterschiede in den Versuchen durch die Versuchsaufbauten	34
5.1.4	Fazit	37
5.2	Ausblick	37
A	Anhang	38
A.1	Literatur	38
A.2	Verzeichnisstruktur	38
A.3	Protokolle	40
A.4	Datenbasis	60

Abbildungsverzeichnis

2.1	Schematische Darstellung Mustererkennsystem	3
2.2	Schematische Darstellung des Klassifikators	3
3.1	Positionierung der Mikrofone	6
3.2	Blockschaltbild Anschlüsse	6
3.3	Foto vom Vorversuch	8
3.4	Foto vom Versuch 1	8
3.5	Skizze Versuchsaufbau 1	9
3.6	Foto vom Versuchsaufbau Versuch 2	10
3.7	Die Metallplatte mit den Gummi-Füßchen (von unten fotografiert)	10
3.8	Skizze Versuchsaufbau 2, 3	11
3.9	Acrylschale mit Glaseinlage	12
3.10	GUI vi Mikrofonfeld	13
3.11	Links: GUI im Startzustand, Rechts: 2-Euro Münze ist 10. erkannte Münze	22
3.12	Foto vom Vorversuchsaufbau	23
3.13	Foto vom Versuchsaufbau 1	24
3.14	Foto vom Versuchsaufbau 3	25
4.1	Erkennquoten Vorversuch	26
4.2	Konfidenzintervall Vorversuch	27
4.3	Erkennquoten vom Vorversuch Training mit 5 HMM-Zuständen	27
4.4	Erkennquoten Versuch 1	28
4.5	Erkennquoten Versuch 2	29
4.6	Erkennquoten Versuch 3	30
5.1	Spektren aus den Signalen der Vorversuches	32
5.2	Übereinanderlegung Spektren Vorversuch	32
5.3	Unterschiede in den Aufschlagmustern (Versuch 2)	33

Abbildungsverzeichnis

5.4	Spektren der Signale aus Versuch 2	35
5.5	Übereinanderlegung Spektren Versuch 2	35
5.6	Spektren der Signale aus Versuch 3	36
5.7	Übereinanderlegung Spektren Versuch 3	36
5.8	Spektren der Versuche 1-3 sowie des Vorversuches	37

Tabellenverzeichnis

3.1	Münzverteilung	7
3.2	Abkürzungen der Länder	7
A.1	Anz. der Aufnahmen Vorversuch	60
A.2	Anz. der Aufnahmen Versuch 1	60
A.3	Anz. der Aufnahmen Versuch 2 Exp. 1	61
A.4	Anz. der Aufnahmen Versuch 2 Exp. 2	61
A.5	Anz. der Aufnahmen Versuch 2 Exp. 3	61
A.6	Anz. der Aufnahmen Versuch 3 Exp. 1	62
A.7	Anz. der Aufnahmen Versuch 3 Exp. 2	62

1 Einleitung

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurden für den Lehrstuhl für Kommunikationstechnik drei Versionen eines Vorführperiments zur akustischen Mustererkennung erstellt. Das Experiment soll die Möglichkeiten des Experimentiersystems UASR (Unified Approach to Speech Synthesis and Recognition)¹ demonstrieren.

In dem Experiment wird der Aufschlag von Münzen auf verschiedene Oberflächen mit einem Mikrofonfeld aufgenommen. Dabei soll die Nullhypothese widerlegt werden, dass die dabei entstehenden Signale der jeweiligen Münzklassen sich nicht signifikant im Frequenzgang voneinander unterscheiden.

1 <https://github.com/matthias-wolff/UASR>

2 Grundlagen

2.1 Theoretische Grundlagen

2.1.1 Akustische Mustererkennung

Als Ziel der Mustererkennung gilt die Zuordnung eines akustischen Datensatzes zu einer bestimmten Klasse. Das Signal kann zurückgewiesen werden, wenn eine eindeutige Zuordnung nicht möglich ist. Es wird dann die nächst wahrscheinliche Klasse ausgegeben. Das hier verwendete UASR-System ist auf Spracherkennung ausgelegt, für die vorliegende Arbeit wurden allerdings Signale von Münzaufschlägen genutzt. Die Signale unterscheiden sich in der Vielfalt der akustischen Eigenschaften. Während Sprache akustisch sehr komplex ist sind die Münzaufschläge in ihrem Spektrum sehr ähnlich. Ihre zeitliche Änderung ist wenig von der Münzklasse abhängig sondern viel mehr von den zufälligen Parametern des Auftreffens der Münze auf dem Boden. So kann es passieren dass die Münze stehen bleibt, dass sie auf der Seite rollt oder, was am häufigsten passiert, dass sie rollt, dabei aber schräg ist und so um ihren Mittelpunkt rotiert. Diese verschiedene Arten des Aufschlags wurden bei den Versuchen nicht unterschieden.

2.1.2 Musterkennsystem

Wenn die Münzen auf einer Oberfläche aufschlagen, bezeichnet man das dabei entstehende Geräusch als *Realisierung R*. Mittels des Mikrofonfeldes und dem angeschlossenen PC-System wird dieses Geräusch in *Messwerte M* umgewandelt. Der *Analysator*, hier realisiert durch das FEA.xtp¹-Skript des UASR, führt eine Analyse der Messwerten durch, wobei die

¹ Primary Feature Analysis

2 Grundlagen

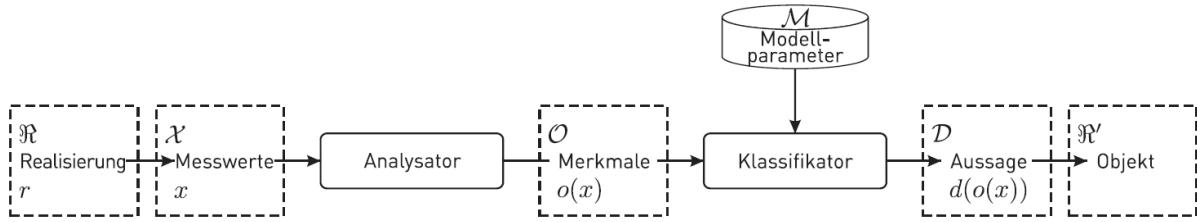


Abbildung 2.1: Schematische Darstellung des Mustererkennsystems nach Buch A.1

Merkmale O ermittelt werden. Diese werden vom *Klassifikator* mit den vorher trainierten *Modellparametern* M einer Klasse zugeordnet. Diese gibt der Klassifikator als *Aussage* D aus, zusammen mit der Angabe, ob die Zuordnung akzeptiert oder zurückgewiesen wurde. Somit wurde der Messwert einem *Objekt* R' zugeordnet. Man bezeichnet das System, welches diesen Prozess vollführt, als *Musterkennsystem*, eine schematische Darstellung ist in Abbildung 2.1 zu sehen.

2.1.3 Training der Modelle

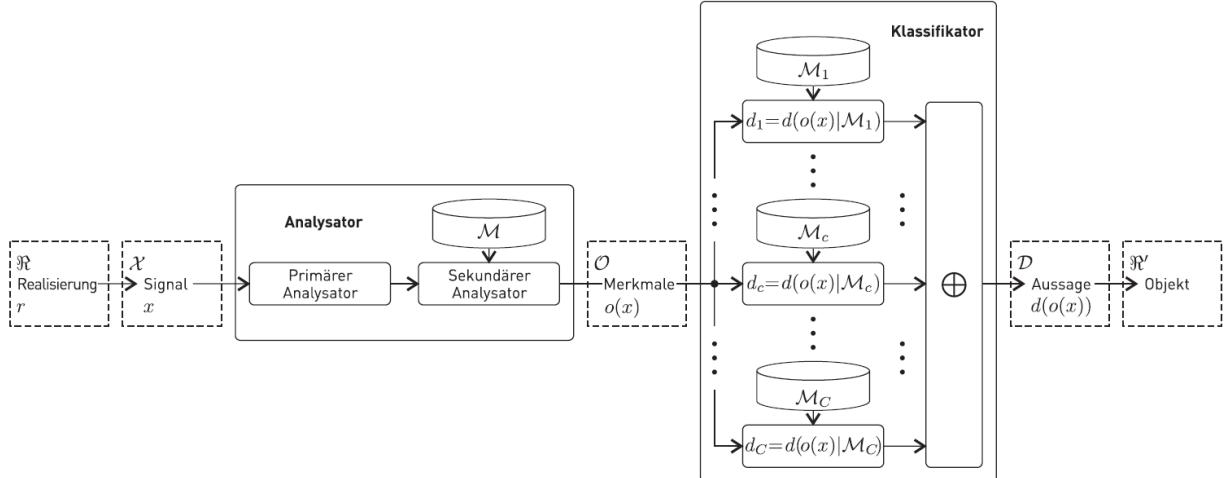


Abbildung 2.2: Schematische Darstellung des Klassifikators nach Buch A.1

Bevor die Münzen den einzelnen Klassen zugeordnet werden können, müssen zuerst die Klassen definiert werden. In den vorliegenden Versuchen wird dies durch ein Training

2 Grundlagen

realisiert. Für das Training müssen auch zuerst die *Signale X*, welche mit dem selben Erfassungssystem aufgenommen wurden, in Modellparameter umgewandelt werden. Im Klassifikator werden diese den einzelnen Klassen mit einer so genannten *Entscheidungsfunktion*, gekennzeichnet durch " \oplus " in Abbildung ??, zugeordnet. Das Training wird mehrfach durchgeführt und prüft nach jeder Iteration, ob die Zuordnung korrekt war. Die Quote der korrekten Zuordnung wird als "Correctness" bezeichnet.

2.2 Vorarbeiten

Das Mustererkennsystem UASR lag bereits vor. Auch die Signalaufnahme mit dem vi "Mikrofonfeld.vi" war bereits vorhanden, dieses vi wurde jedoch gründlich überarbeitet.

3 Eigene Arbeiten

3.1 Versuchsaufbau

Die drei Versionen des Experimentes unterscheiden sich vor allem in ihrem Versuchsaufbau. Allen Versionen gemein ist, dass die Münzen in ein Behältnis geworfen werden, welches 30 cm entfernt von einem Mikrofonfeld auf dem Tisch steht, oder dessen Mittelpunkt 30 cm von dem Mikrofonfeld entfernt ist.

3.1.1 Das Mikrofonfeld

Das Mikrofonfeld ist in allen drei Versionen des Experimentes identisch und besteht aus 4 identischen Kondensatormikrofonen der Marke "Microtech Gefell", die in einer Lochplatte eingefasst sind. Sie bestehen aus einer Messmikrofonkapsel Typ "MK 301" und einem Messmikrofonvorverstärker Typ "MV 310". Die Löcher der Platte sind rund mit 1 cm Durchmesser ihre Mittelpunkte haben jeweils 5 cm horizontalen sowohl als auch vertikalen Abstand. Die Mikrofone stecken in der 2. Reihe von unten in dem 6., 8., 9. und 11. Loch von rechts, siehe auch Abbildung 3.1 Positionierung der Mikrofone. Die Bezeichnung ai0 bis ai3 ist dabei ebenfalls von rechts beginnend.

Die Messwerte werden über eine Soundkarte von der Workstation "NI PXIE-1062Q" der Firma "National Instruments", die über Kabel mit den Mikrofonen verbunden ist, aufgenommen. Anschlüsse siehe Abbildung 3.2 Blockschaltbild Anschlüsse.

3 Eigene Arbeiten

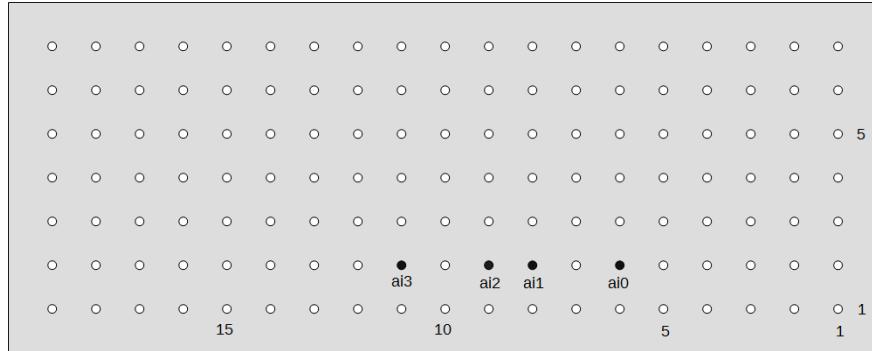


Abbildung 3.1: Positionierung der Mikrofone in der Lochplatte

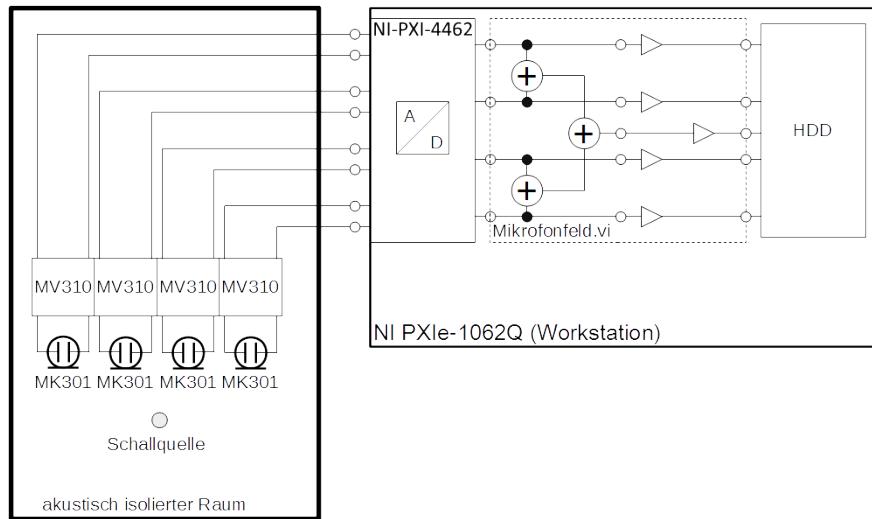


Abbildung 3.2: Blockschaltbild Anschlüsse der Mikrofone an die Workstation

3.1.2 Die Testkörper

Als Testkörper wurden jeweils fünf Münzen einer Münzklasse verwendet. Als Münzklasse sind die Münzen eines Wertes zu verstehen, als Münzklassen gelten z.B. 1 Cent Münzen, 50 Cent Münzen oder 2 Euro Münzen.

Es wurden Euro-Münzen aus verschiedenen Ländern genutzt, dazu hier Tabelle 3.1:

Die verwendeten Abkürzungen sind in Tabelle 3.2 aufgelistet:

3 Eigene Arbeiten

Wert in Cent	Abkürzung Land						
	A	B	D	E	F	N	R
001	1	-	2,3,4,5	-	-	-	-
002	-	-	1,2,3,4,5	-	-	-	-
005	-	-	1,2,3,4,5	-	-	-	-
010	-	-	1,2,3	-	4,5	-	-
020	-	1	2	-	3	4	5
050	-	-	1,2	3	4	-	5
100	1,2	-	3,4	5	-	-	-
200	1	2	3	4	-	-	5

Tabelle 3.1: Zuordnung des Indexes der Münzen zu den Ländern

Abkürzung	Land	deutsche Bezeichnung
A	Austria	Österreich
B	Belgium	Belgien
D	Deutschland	Deutschland
E	Espanola	Spanien
F	Francé	Frankreich
N	Nederlands	Niederlande
R	Rome	Rom / Vatikanstaat

Tabelle 3.2: Abkürzungen der Länder

3.1.3 Vorversuch und Versuch 1

In der ersten Version des Experimentes werden die Münzen in eine Glasschale geworfen, deren Mittelpunkt 30 cm von der Lochplatte entfernt ist - siehe dazu Abbildung 3.5 Skizze Versuchsaufbau 1 (S. 9).

Damit der Einwurf der Münzen in die Schale vergleichbare Ergebnisse liefert, wurde für dieses Experiment ein Münzschlitz angefertigt. Im Vorversuch war der Münzschlitz aus Pappe, im Versuch Version 1 aus Acryl.

Der endgültige Münzschlitz beinhaltet eine Halterung, in welche die Schüssel gestellt wird. Maße hierzu siehe ebenfalls Abbildung 3.5. Ein Foto des Versuchsaufbaus ist in Abbildung 3.3 (S.8) für den Vorversuch sowie in Abbildung 3.4 (S. 8) für Versuch 1 zu sehen.

3 Eigene Arbeiten



Abbildung 3.3: Foto vom Vorversuch

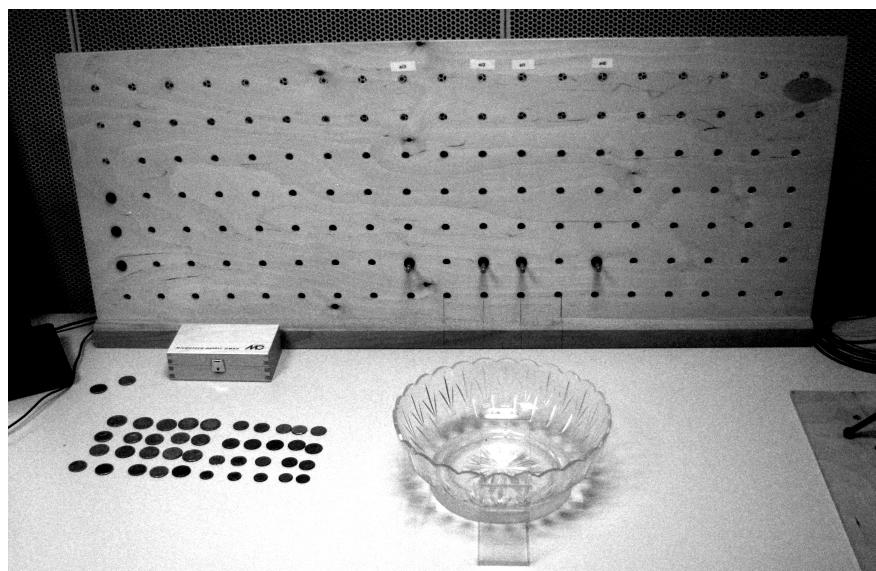


Abbildung 3.4: Foto vom Versuch 1

3 Eigene Arbeiten

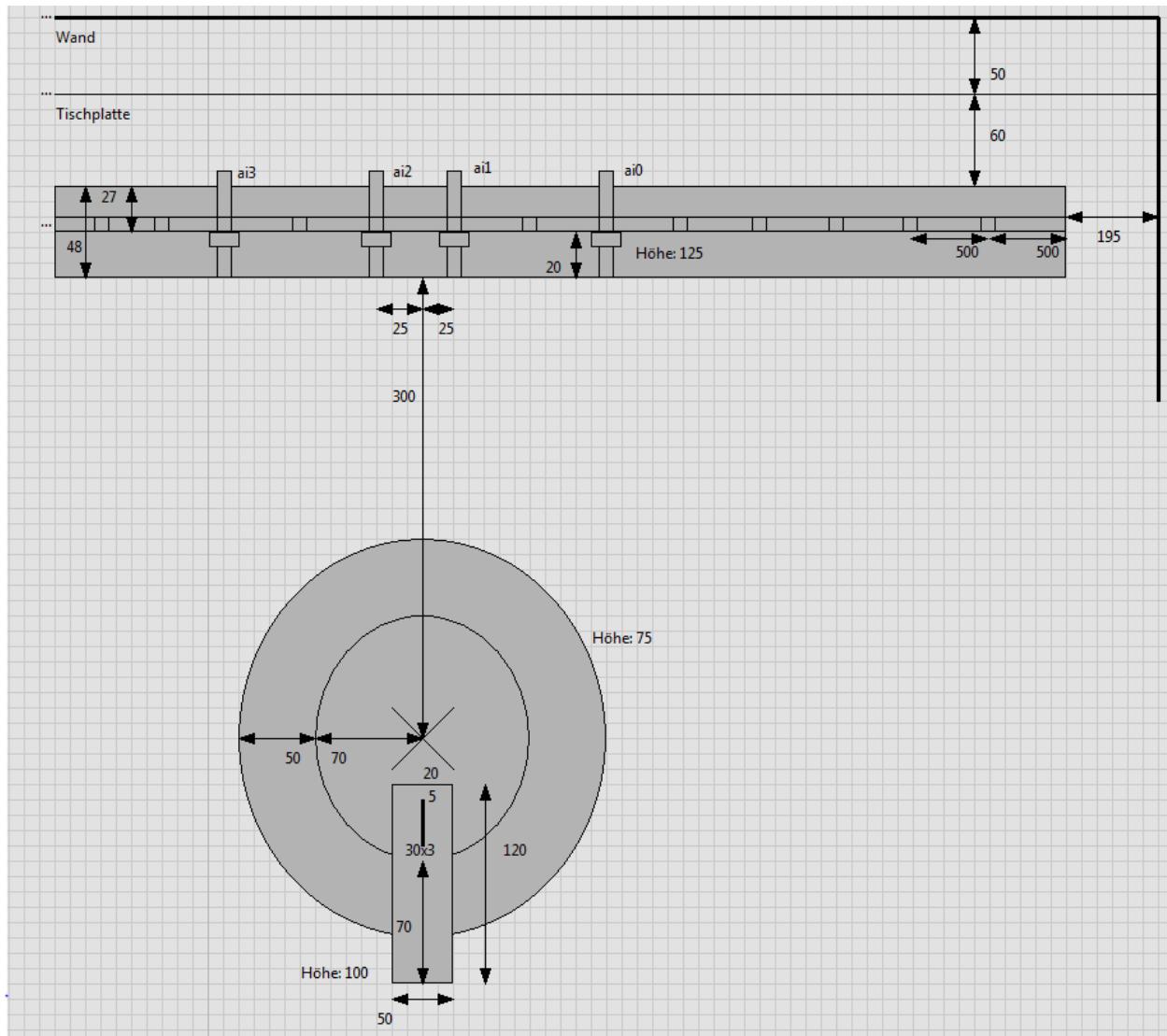


Abbildung 3.5: Skizze Versuchsaufbau 1; Maßeinheit mm

3.1.4 Versuch 2

In der zweiten Version wird anstatt der Glasschale eine ebenfalls für dieses Experiment angefertigte rechteckige Schale aus Acryl verwendet, siehe Abbildung 3.9 Acrylschale mit Glaseinlage (S. 12). In die selbige ist bei diesem Versuch eine Metallplatte eingelegt, an die in jeder Ecke kleine Pads aus gummiartigen Kunststoff geklebt sind, sodass die Platte auf den Pads steht. Maße siehe Abbildung 3.8 Skizze Versuchsaufbau 2, 3 (S. 11). Die Metallplatte ist 80 mm breit.

3 Eigene Arbeiten

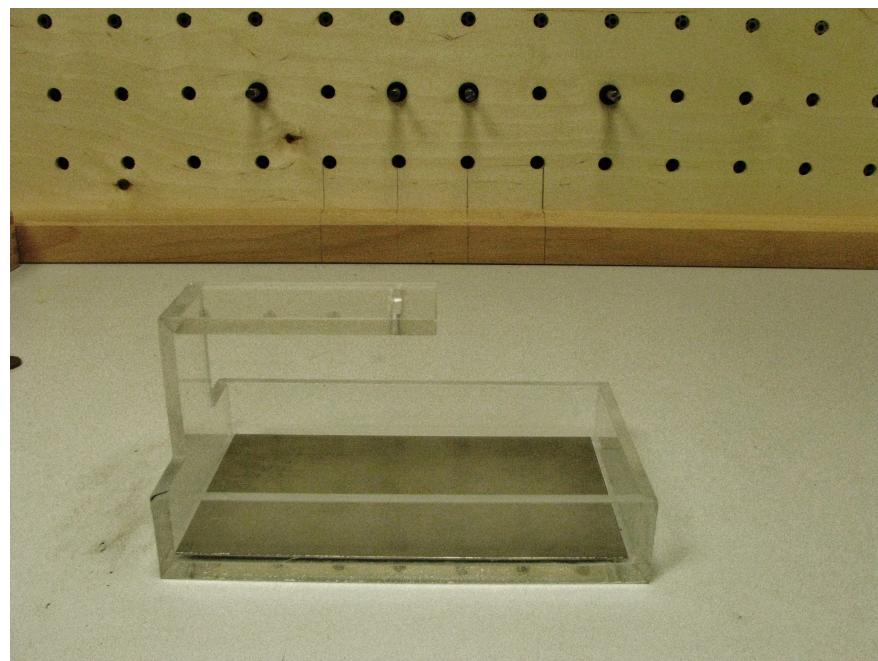


Abbildung 3.6: Foto vom Versuchsaufbau Versuch 2



Abbildung 3.7: Die Metallplatte mit den Gummi-Füßchen (von unten fotografiert)

3 Eigene Arbeiten

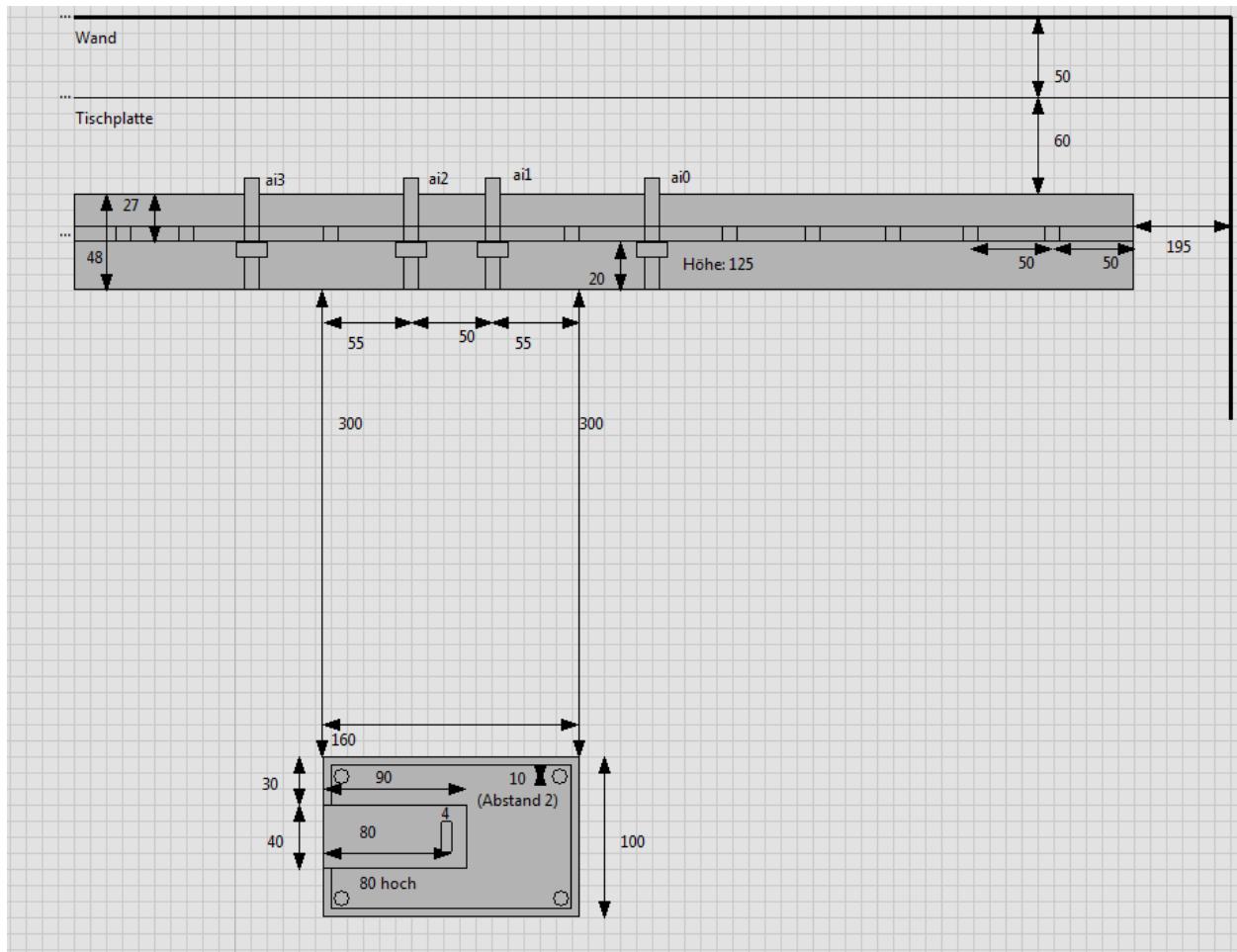


Abbildung 3.8: Skizze Versuchsaufbau 2, 3; Maßeinheit mm

3.1.5 Versuch 3

In der dritten Version entspricht der Aufbau dem vorherigen. Nur wird anstatt der Metallplatte eine zugeschnittene unebene Glasplatte ähnlich einem Sichtschutzglas von Türen verwendet. Die obere Oberfläche ist dabei rau, die untere glatt. An der Glasplatte sind keine Pads angebracht, sie liegt direkt mit der glatten Oberfläche auf dem Acryl. Siehe dazu auch Abbildung 3.9 Acrylschale mit Glaseinlage (S. 12) sowie Abbildung 3.14 Foto vom Versuchsaufbau 3 (S. 25).

3 Eigene Arbeiten

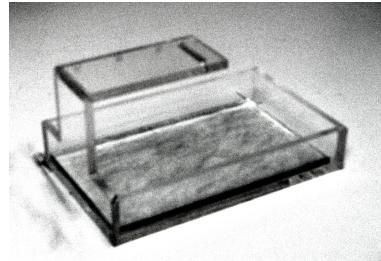


Abbildung 3.9: Acrylschale mit Glaseinlage

3.2 Verzeichnisstruktur

Die Verzeichnisstruktur des Experimentes ist unter <http://141.43.71.51:81/svn/uasr-data-coins/trunk> hinterlegt, allerdings ohne Signal-Dateien und ohne berechnete Modelle. Eine Übersicht sowie Erklärung der Nutzung der einzelnen Verzeichnissen ist im Anhang unter A.2 Verzeichnisstruktur, (S. 38) angegeben.

3.3 Erstellte Programme und Skripte

3.3.1 Mikrofonfeld 3.1.vi

Die Signale werden mit einem speziell dafür angefertigten Virtuellen Instrument (vi) des Programmes "LabVIEW" der Firma National Instruments aufgenommen, welches Mikrofonfeld 3.1.vi heißt. Wenn alle Einstellungen korrekt ausgeführt wurden, sollte es so aussehen wie in Abbildung 3.10 GUI vi Mikrofonfeld, (S. 13).

Aufnahme- und Wiedergabemodus aktivieren

Das vi Mikrofonfeld 3.1.vi erstellt nummerierte Wave-Dateien mit den Aufnahmen des Mikrofonfeldes, kann jedoch auch genutzt werden um das Summen-Signal der Mikrofone am Ausgang der Soundkarte (mit 1 Sekunde Verzögerung) wiederzugeben. Beide Modi können auch kombiniert werden. Für die Auswahl des Aufnahme- oder des Wiedergabe-Modus müssen die jeweiligen blauen Knöpfe aktiviert werden, worauf der Aufnahmeknopf rot und der Wiedergabeknopf grün wird.

3 Eigene Arbeiten

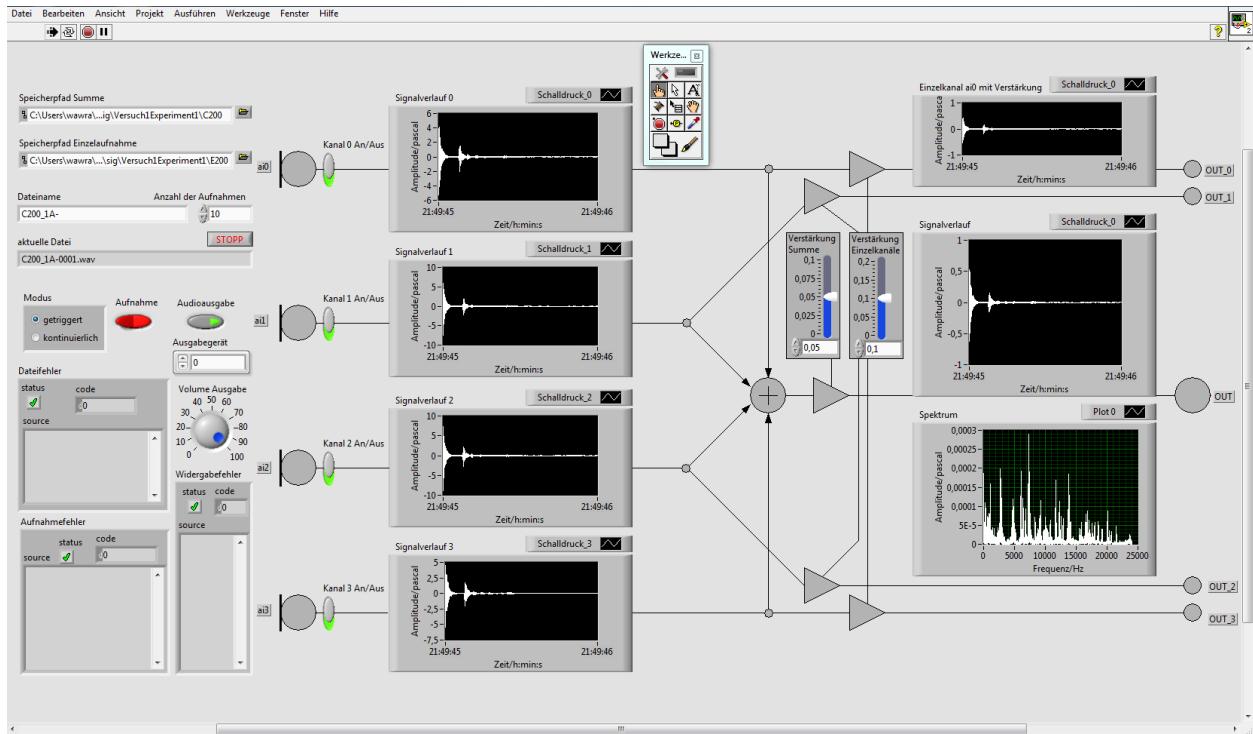


Abbildung 3.10: Benutzeroberfläche des vi Mikrofonfeld 3.1 bei Aufnahme

Ordnerpfade und Dateinamen definieren

Für eine erfolgreiche Aufnahme muss ein Ordnerpfad für das Summensignal der 4 Mikrofone sowie ein Ordnerpfad für die Aufnahmen der einzelnen Mikrofone angegeben werden. Die Ordner können über das Auswahlmenü der Benutzeroberfläche erstellt werden, effektiver können die Ordner allerdings über den systemeigenen Explorer erstellt werden. Für die weitere Nutzung durch Hilfsprogramme ist es angebracht die Ordner für Summensignale mit einem "C" beginnen zu lassen und die Ordner für die Aufnahmen der einzelnen Mikrofone mit einem "E".

Bei diesem Experiment wurde für jede Münzklasse ein Ordner angelegt, was jedoch nicht zwingend nötig ist, da die Klassen durch die Dateinamen definiert werden.

Neben den Ordnerpfaden kann ein Dateinamenprefix angegeben werden. Die Dateien werden durch das Programm automatisch nummeriert, vor die vierstellige Zahl wird die Eingabe des Feldes "Dateiname" eingefügt. Achtung, bestehende Dateien werden ohne Rückfrage überschrieben.

Für die spätere Verwendung durch Hilfsprogramme ist es definiert, dass die Klasse durch eine Zeichenkette vor einem Unterstrich "_" angegeben wird. Darauf können weitere Zei-

3 Eigene Arbeiten

chen folgen, jedoch kein Unterstrich. So wurden bei den späteren Versuchen die einzelnen Münzen innerhalb einer Klasse mit dem Anfangsbuchstaben ihres Landes und ihrem Index nach dem Unterstrich benannt. Als Trennzeichen zu der Nummerierung wurde ein Trennstrich genutzt. Die Endgültige Dateibezeichnung für die 60. Aufnahme einer deutschen 50-Cent Münze mit dem Index 3 war demnach "C050_3D-0059.WAV" wobei alles hinter dem Bindestrich durch das vi Mikrofonfeld 3.1.vi eingefügt wurde. Der Dateiname der aktuellen Aufnahme wird im Feld "aktuelle Datei" angezeigt.

Einzelaufnahmen erhalten von dem vi zusätzlich hinter der aktuellen Aufnahmenummer die Bezeichnung des jeweiligen Mikrofons ai0-ai3. Die Speicherung der einzelnen Kanäle kann nicht abgeschaltet werden und dient als Backup, sollte die Summenaufnahme fehlerhaft sein. Die zugehörige Aufnahme des 3. Mikrofons hätte bei oben genannter Datei die Bezeichnung "C050_0059ai2.WAV"

Sollte die Angabe der Ordnerpfade falsch sein, wird ein Dateifehler in dem dazugehörigen Kasten angezeigt, gleiches gilt, wenn die Dateien nicht geschrieben oder überschrieben werden können.

Für den Wiedergabemodus sind keine Ordnerpfade oder Dateinamen nötig, für eine reine Wiedergabe sollten allerdings nicht mehr als 1000 Dateien angefertigt werden, da sonst der Arbeitsspeicher nicht ausreicht.

Kanäle aktivieren und Aussteuerung einstellen

Um eine sinnvolle Aufnahme zu realisieren müssen die gewünschten Kanäle über die Schiebeschalter an den jeweiligen Kanal aktiviert sein. Aktivierte Schiebeschalter haben einen grünen, deaktivierte einen roten Hintergrund. Ob die Kanäle aktiv sind, kann außerdem an den Signalverläufen 0-3 überprüft werden, an welchen bei aktivierten vi die Pegelverläufe der Mikrofone angezeigt werden.

Zusätzlich muss mit den beiden Schiebereglern der Pegel der aufgenommenen Signal angepasst werden. Zu Beginn ist die Verstärkung auf 0,05 für die Summe und 0,1 für die Einzelkanäle voreingestellt, was sich in den Versuchen als sinnvoller Wert ergab. Es sollte weder Übersteuerung noch ein zu geringes Signal auftreten.

Die Aussteuerung kann an den Signalverläufen Summe sowie Einzelkanal überprüft werden, für eine zuverlässige Überprüfung sollten allerdings die erstellten Wav-Dateien mit einem externen Audio-Bearbeitungsprogramm wie "Audacity" oder "Audacious" geöffnet werden.

3 Eigene Arbeiten

Wiedergabeparameter

Für eine Ausgabe des aufgenommenen Signal muss wie bereits erwähnt der Wiedergabe-Modus aktiviert sein. Der Pegel der Ausgabe kann am Drehregler eingestellt werden, in der Voreinstellung liegt dieser bei 100 und hat somit den maximalen Pegel. Außerdem kann das wiedergebende Audio-Gerät durch einen Index gewählt werden. Nicht vergebene Indexe führen zu einem Wiedergabefehler der in dem entsprechenden Kasten unter dem Drehregler angezeigt wird. In der Regel sind alle vorhandenen Audio-Geräte in den vorderen Indexen 0, 1 etc. zu finden.

Kontinuierlicher und getrigerter Modus

Sowohl die Aufnahme als auch die Wiedergabe kann kontinuierlich oder getriggert erfolgen. Beim kontinuierlichen Modus wird jede Sekunde ein Signal erzeugt.

Beim getriggerten Modus wird das Signal ab einem Pegel von 1 Pascal der überschritten wird, z.B. wenn die Münze auf den jeweiligen Untergrund fällt, für eine Sekunde erfasst. Dies ist besonders für die Aufnahme von Messwerten sinnvoll. Es kann durch die Triggierung vorkommen, dass Aufnahmefehler entstehen, da zu lange Zeiträume ohne erkanntes Signal als Fehler gedeutet werden. Werden Dateien aufgenommen entstehen dabei 1 Kilobyte große Dateien ohne Inhalt.

Dateiformat

Die Signale werden mit 48 kHz in 16 Bit abgetastet und werden auf einem Kanal ausgegeben. Außerdem sind alle Signale exakt 1 Sekunde lang, was 48.000 Messwerten entspricht.

$$\text{Dateigröße} = \frac{\text{Messwerte} \cdot \text{Bitrate} \cdot \text{Kanäle}}{\text{BitProByte}} = \frac{48.000 \cdot 16\text{bit} \cdot 1}{8 \frac{\text{bit}}{\text{Byte}}} = 96\text{kByte} \quad (3.1)$$

Die Dateien sind damit 96 Kilobytes groß, wenn Messwerte erfasst wurden und werden unkomprimiert als wave-Datei gespeichert.

3 Eigene Arbeiten

3.3.2 Das Hilfsprogramm Fileoperations

Nachdem die Dateien aufgenommen wurden müssen sie in Dateilisten geschrieben werden um vom Trainingsprogramm des UASR-Systems verarbeitet werden zu können. Dafür wurde das Hilfsprogramm "fileoperations" in JAVA geschrieben.

Das Programm hat zwei Funktionen, zum ersten kann man damit Filelisten erstellen, zum zweiten kann man damit auch die Erkennraten des HMM-Trainings in eine mit Tabstopps und Zeilenumbrüche getrennte Textdatei umwandeln.

Dateiliste erstellen

Um Dateilisten zu erstellen muss man das Programm aufrufen und die erste Option mit "1" auswählen. Man kann sich entscheiden, die Summenaufnahmen, die in den dafür angelegten Ordnern, beginnend mit "C", gespeichert sind zu verwenden, oder die Einzelaufnahmen in den anderen Ordnern, beginnend mit "E". Im Falle der Einzelaufnahmen muss man sich entscheiden, von welchem einem bestimmten Mikrofon man die Antworten verwenden möchte. Ausgewählt wird dies mit den Ziffern "0" bis "3".

Danach kann man den vordefinierten Ordner "\$UASR_HOME-data/coins/common/sig" verwenden oder einen eigenen Ordner definieren. Danach kann man noch einen Unterordner angeben, z.B. der vom jeweiligen Versuch. Das Programm wird dabei nur existierende Ordnerpfade akzeptieren.

Der angegebene Ordner wird nun vom Programm durchsucht und alle gefundenen wave-Dateien (bei Einzelaufnahmen jene, die den jeweiligen Mikrofonindex vor der Dateiendung haben) in den oben beschriebenen Ordnern werden in einer Ausgabezeichenkette aufgelistet. Getrennt werden die einzelnen Dateien mit Zeilenumbrüchen (Steuerzeichen "\n"), was in einigen Editoren nicht erkannt wird.

Wie bereits oben erwähnt wird die jeweilige Klasse aus der Zeichenkette vor dem Unterstrich gelesen. Zusätzlich wird die Dateiendung entfernt und der Pfad relativ zum ersten Ordner im Dateipfad mit dem Namen "sig" angegeben.

3 Eigene Arbeiten

Hier ein Beispiel für zwei Einträge in der Dateiliste bei Selektion von Einzelaufnahmen von Mikrofon 2:

Beispiel 3.1.

```
\VersuchV1\C050\C050_3D-0059ai2 C050  
\VersuchV1\C050\C050_4F-0001ai2 C050
```

Die so erstellte Zeichenkette sollte danach in den vorgegebenen Ordner "\$UASR_HOME-data/coins/common/flsts" unter dem Namen "all.flst" gespeichert werden. Natürlich kann die Datei auch an einen anderen Ort oder unter einem anderen Namen gespeichert werden, man sollte auch auf jeden Fall eine Sicherheitskopie der Datei anfertigen (dazu muss die Filelist nochmal erstellt werden oder man kopiert sie einfach im Explorer), da diese Datei unter dem oben genannten Verzeichnis die aktuelle Arbeitsdatei ist.

Falls eine Datei überschrieben würde, weist das Programm ausdrücklich darauf hin und falls man das Überschreiben verneint kann man einen anderen Ordnerpfad und Dateinamen angeben.

Logdateien auslesen

Nachdem man das HMM-Training durchgeführt hat - dazu benötigte Vorgänge und Skripte werden im Punkt 3.3.3 HMM Training (S. 20) beschrieben - erhält man eine sehr lange Ausgabe in der Konsole. Diese muss man, um sie mit diesem Programm auszuwerten, in eine Textdatei speichern. Man kann auch die Ausgabe direkt in eine Textdatei umleiten, weiteres dazu ebenfalls unter dem oben genannten Punkt.

Wenn man das hier beschriebene Programm fileoperations.java startet kann man mit "2" die Option "Logdateien auslesen" auswählen. Dazu gibt man den Dateipfad der Logdatei an oder verwendet den vorgegebenen Pfad "\$UASR_HOME-data/coins/common/log", falls die Logdatei dort gespeichert wurde. Danach sollte man, sofern dies noch nicht geschehen, den Dateinamen der Logdatei inklusive Dateiendung angeben.

Die so geladene Datei wird nun auf Zeilen untersucht, die das Wort "Correctnes" enthalten. In diesen Zeilen sind Angaben zur durchschnittlichen Erkennungsrate enthalten sowie zu dem Konfidenzintervall nach oben und unten. Außerdem ist die jeweilige Splitzahl und Iteration angegeben, die als kombinierter Wert ausgelesen werden. Die Werte werden nacheinander, getrennt durch Tabstopps (Steuerzeichen "\t") in eine Zeile geschrieben. Für jede

3 Eigene Arbeiten

neue Zeile, die "Correctnes" enthält wird ein Zeilenumbruch (Steuerzeichen "\n") eingefügt.

Eine Logdatei mit 0 Splits und 1 Iteration sähe nach der Umwandlung zum Beispiel so aus:

Beispiel 3.2.

0_0	92,3	4,8	8,3
0_1	89,7	5	9

Diesen Text kann man ebenfalls speichern um sie in einem Tabellenverarbeitungsprogramm z.B. "Libre Office Calc" zu importieren und dort grafisch aufarbeiten zu können.

3.3.3 UASR und dafür angefertigte Skripte

Das UASR ist wie bereits in der Einleitung beschrieben, das eigentliche Programm für die Mustererkennung. Um die Bedienung zu vereinfachen wurden einige Skripte erstellt, die ich hier zusammen mit dem Programm vorstelle.

Das Skript MAKEFLST.xtp

Mit der Dateiliste des Programmes fileoperations kann man noch nicht das HMM-Training starten, man benötigt vorher noch zwei Dateilisten, die die Auswahl der Test- und Trainingsdaten beinhalten. Dafür wurde das Skript MAKEFLST.xtp entwickelt, welches die Datei "all.flst" im Pfad "\$UASR_HOME-data/coins/common/flsts" verwendet. Deswegen ist es im oben genannten Punkt so wichtig gewesen, die Datei in diesem Pfad zu speichern. Das Skript erstellt zwei weitere Filelisten in dem Unterverzeichnis "\$UASR_HOME-data/coins/common/flsts/tmp" mit den Namen "test.flst" und "train.flst". Die Anzahl der für das Training genutzten Dateien kann man als Parameter einstellen, es sollten circa 80% - 90% der Testdaten sein. Das Skript nutzt dabei das Unterskript "FLST.xtp" des UASR um die Dateien zufällig aus der "all.flst" auzuwählen und in die neuen Filelisten zu erstellen. Nach der Generierung aller Filelisten sollte sowohl die "all.flst" als auch "train.flst" und "test.flst" in den Ordner "flists" des jeweiligen Experimentes verschoben werden.

3 Eigene Arbeiten

Konfigurationsdatei

Einstellungen wie zum Beispiel Samplerate der wave-Dateien, Anzahl der Split-Punkte oder Anzahl der jeweiligen Iterationen müssen in einer Konfigurations-Datei vorgenommen werden. Eine empfohlene Bezeichnung ist "HMM-trn.cfg", zu speichern sind die Dateien im jeweiligen "info"-Verzeichnis des dazugehörigen Versuchs.

Ist keine Konfigurationsdatei vorhanden wird die globale Konfigurationsdatei "default.cfg" im Verzeichnis "\$UASR_HOME-data/coins/common/info" verwendet.

Spezielle Konfigurationen für den jeweiligen Versuch sollten jedoch in einer eigenen Konfigurations-Datei im Ordner des Versuches vorgenommen werden - dazu siehe Anhang A.2 Verzeichnisstruktur (S. 38).

FEA Analyse

Bevor das HMM-Training gestartet wird, ist es empfehlenswert eine Merkmalanalyse zu starten. Diese wandelt die große Datenmenge der wave-Dateien in eine kleinere Datenmenge von Merkmalvektoren, die sich schneller verarbeiten lassen.

Gestartet wird die Analyse mit Eingabe 3.3 oder einer entsprechenden RUN-Configuration in Eclipse.

Eingabe 3.3.

```
C:/Users/USERNAME/workspace/uasr-data/coins/EXPNAME/dLabPro C:/Users/USERNAME  
/workspace/uasr/scripts/dlabpro/FEA.xtp ana C:/Users/USERNAME/workspace/uasr-  
data/coins/EXPNAME/info/HMM-trn.cfg
```

Wichtig ist, dass man jeweils den kompletten Pfad angibt. "USERNAME" steht dabei für den aktuellen Nutzer bzw. der Pfad bis einschließlich uasr ist mit dem Pfad für \$UASR_HOME zu ersetzen. "EXPNAME" steht für das aktuelle Experiment.

Als "HMM-trn.cfg" ist die Konfigurationsdatei anzugeben, welche zudem den Namen des Experiments enthalten muss. Zu finden ist diese Datei in der Regel im Verzeichnis "info" des Versuchs. Als filelist werden die Dateien im Verzeichnis "flists" des genannten Experiments verwendet, in welchem die Analyse ausgeführt wird. Existieren diese nicht, werden die filelists aus dem Verzeichnis "\$UASR_HOME-data/coins/common/flists" verwendet.

3 Eigene Arbeiten

HMM Training

Nun kann das HMM-Training gestartet werden. Gestartet wird das Programm mit der Eingabe 3.4 oder einer entsprechenden RUN-Configuration in Eclipse.

Eingabe 3.4.

```
C:/Users/USERNAME/workspace/uasr-data/coins/EXPNAME/dLabPro C:/Users/USERNAME  
/workspace/uasr/scripts/dlabpro/HMM.xtp trn C:/Users/USERNAME/workspace/uasr-  
data/coins/EXPNAME/info/HMM-trn.cfg
```

Genauso wie bei der FEA Analyse ist auch hier in der Konfigurationsdatei das jeweilige Experiment anzugeben, woraus sich die Positionen der verwendeten Dateien ergeben. Es sollten für die Analyse und das Training dieselben Konfigurationsdateien verwendet werden, da sonst die Analyse sinnlos ist.

Die Ausgabe dieses Skripts kann sehr lang werden. Wenn man diese speichern möchte, um später die Erkennraten der einzelnen Modelle auszulesen (siehe Punkt 3.3.2 Logdateien auslesen S. 17), kann dies in der Windows Eingabeaufforderung mit der Eingabe 3.5 durchgeführt werden.

Eingabe 3.5.

```
BEFEHL -echo »DATEIPFAD/LOGNAME.txt
```

"BEFEHL" steht dabei für das HMM-Training, der "DATEIPFAD" ist relativ zum Ordner, in dem der Befehl ausgeführt wird, anzugeben und der "LOGNAME" kann frei gewählt werden.

Alternativ kann man natürlich auch den Text der Ausgabe kopieren und in eine Datei speichern.

3.3.4 Das Skript MULTITRN.xtp

Dieses Skript für ein automatisiertes Training angefertigt worden. Es führt mehrere HMM-Trainings mit den Konfigurationsdateien "default", "default 3", "default 5" ... "default 13" durch, die dazugehörigen Modelle werden allerdings vom jeweils zuletzt durchgeföhrtem Training überschrieben. Insofern ist dieses Skript nur sinnvoll, wenn Erkennraten des Trainings mit verschiedenen Parametern ermittelt werden sollen. Die Ausgabe des Skripts

3 Eigene Arbeiten

muss ebenfalls manuell oder mit Eingabe 3.5 gespeichert werden.

Das Skript wurde im Vorversuch genutzt um die optimale Anzahl der HMM-Zustände zu ermitteln.

Dateien packen mit REC_PACKDATA.xtp

Wie der Name des Skripts vermuten lässt, packt dieses die Daten in eine Datei. Diese wird vom Programm "coin recognizer" benötigt. Gestartet wird das Skript mit der Eingabe 3.6 oder einer entsprechenden RUN-Configuration in Eclipse.

Eingabe 3.6.

```
C:/Users/USERNAME/workspace/uasr-data/coins/EXPNAME/dLabPro C:/Users/USERNAME  
/workspace/uasr/scripts/dlabpro/HMM.xtp trn C:/Users/USERNAME/workspace/uasr-  
data/coins/EXPNAME/info/REC_PACKDATA.cfg
```

In der Konfigurationsdatei "REC_PACKDATA.cfg" muss das verwendete HMM-Modell angegeben werden. Ebenso ist dieses in der Datei "recognizer.cfg" anzugeben. Empfohlen wird ein Modell mit möglichst guter Erkennrate.

3.3.5 LIVE-Erkennung mit CoinsRecognizer

"CoinsRecognizer" liest einen Audio-Stream von dem Eingang der Soundkarte ein und gibt in der Konsole die entsprechende Münze aus.

Mit der Unterklasse "DecodeMessage" wird diese Ausgabe für die Klasse "GUI" so umgewandelt, dass letztere eine grafische Ausgabe liefert, die in einem Bitmap die Münze anzeigt und mit einem "!" oder "?" anzeigt, ob die Erkennung zurückgewiesen ist (?) oder akzeptiert (!).

Außerdem werden in einem Text in dem selben Fenster alle bisher erkannten Münzen durch eine Summe für die entsprechenden Klasse angezeigt. Da es keine Ausgabe in Coins Recognizer für nicht erkannte Münzen gibt, sollte diese Summe immer "0" sein, sie wird jedoch für zukünftige Modifikationen beibehalten.

Zusätzlich wird auch die Summe aller bisher erkannten Würfe angezeigt. Die Anzeige beim Start des Programms sowie ein Screenshot aus der laufenden Erkennung (2 Euro Münze, Erkennung akzeptiert) ist in Abbildung 3.11 (S.22) zu sehen.

3 Eigene Arbeiten

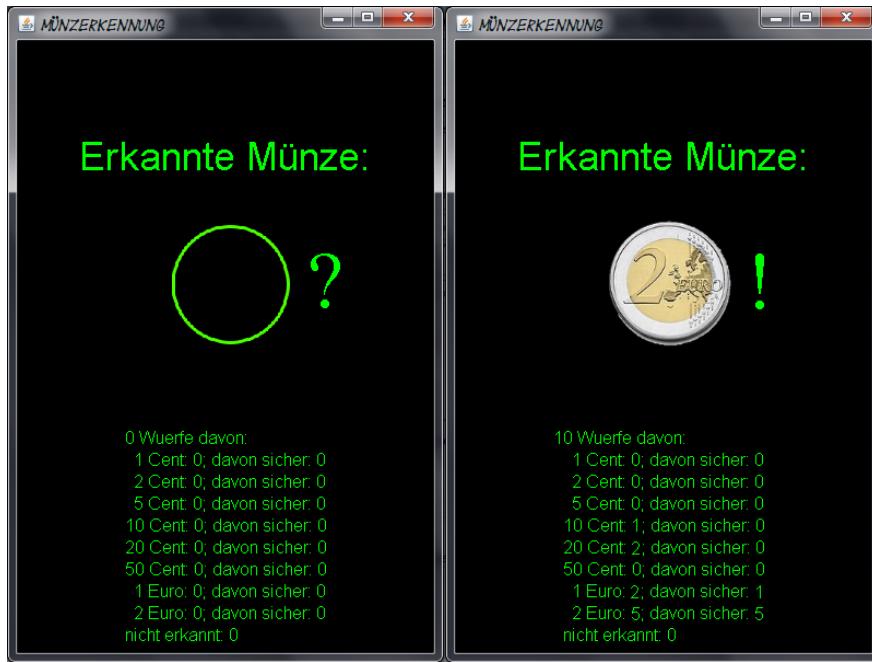


Abbildung 3.11: Links: GUI im Startzustand, Rechts: 2-Euro Münze ist 10. erkannte Münze

3.4 Durchführung

3.4.1 Vorversuch

Der Vorversuch wurde am 19.06.2015 gestartet. Für die Aufnahmen wurde jeweils nur eine Münze pro Klasse verwendet und es wurden 40 Aufnahmen pro Münztyp angefertigt. Somit entstanden 320 Aufnahmen, von denen einige jedoch gelöscht werden mussten. Weiteres dazu im Protokoll A.3 im Anhang (S. 40)

Nach dem Anfertigen der Signal-Dateien wurden die Modelle mit MULTITRN.xtp für 1, 3, 5, 7 und 9 HMM-Zustände mit 3 Rechnern berechnet, was circa 12 Stunden in Anspruch nahm.

3.4.2 Versuch 1

Dieser Versuch wurde am 12.09.2015 durchgeführt. Obwohl der letzte Versuch war, wurde er als Versuch 1 bezeichnet da er dem Vorversuch am meisten ähnelt. Es werden bei diesem Versuch ähnlich gute Ergebnisse wie im Vorversuch erwartet. Es wurden 5 Münzen

3 Eigene Arbeiten

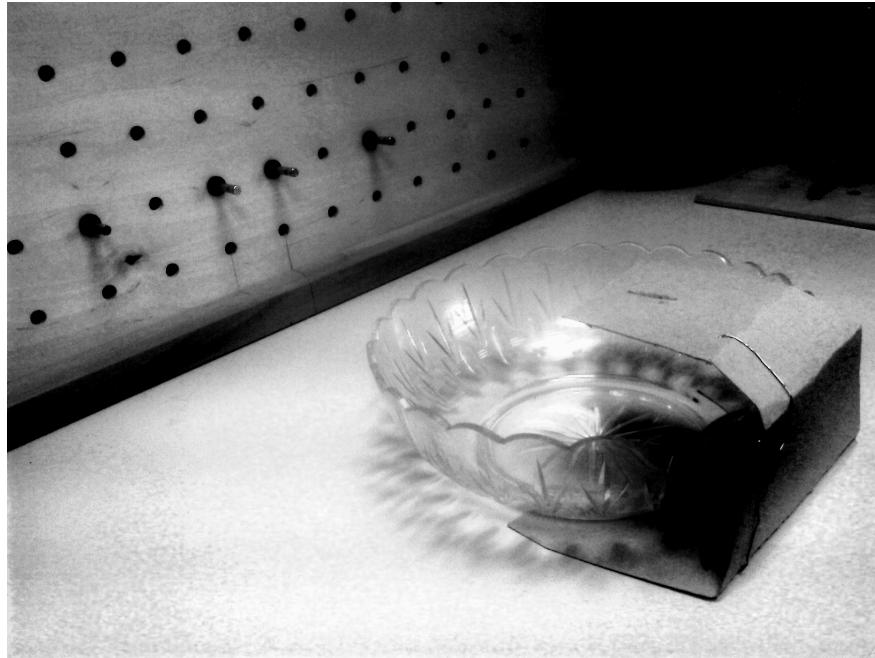


Abbildung 3.12: Foto vom Vorversuchsaufbau

pro Münztyp verwendet und 50 Aufnahmen pro Münze erstellt, womit insgesamt 2000 Aufnahmen entstanden. Davon mussten jedoch 6 Aufnahmen gelöscht werden, da bei diesen die Würfe nicht durch den entsprechenden Münzschlitz ausgeführt wurden oder die Zeitdauer der Programmschleife überschritten wurde. Weiteres im Protokoll A.4 im Anhang (S.42).

Nach dem Anfertigen der Aufnahmen wurde das Training für die HMM-Modelle mit 5 HMM-Zuständen durchgeführt, was circa 6 Stunden in Anspruch nahm.

3.4.3 Versuch 2

Dieser Versuch wurde nach dem Vorversuch am durchgeführt und umfasst 3 Experimente, da die einzelnen Experimente zum einen sehr schlechte Erkennungsquoten lieferten, zum anderen weil die Anzahl der Testkörper sich von Experiment zu Experiment erhöhte. Im ersten Experiment wurde wie im Vorversuch 1 Münze pro Münztyp verwendet, im zweiten und dritten Experiment wurden 1-6 Münzen pro Münzklasse genutzt, wodurch sich verschiedene Anzahlen der einzelnen Münzaufnahmen ergaben. Im zweiten Experiment wurden die Aufnahmen zusätzlich zur Münzklasse auf die verschiedenen Nationalitäten der Münzen aufgeteilt, wohingegen im dritten Experiment die Anzahl der

3 Eigene Arbeiten

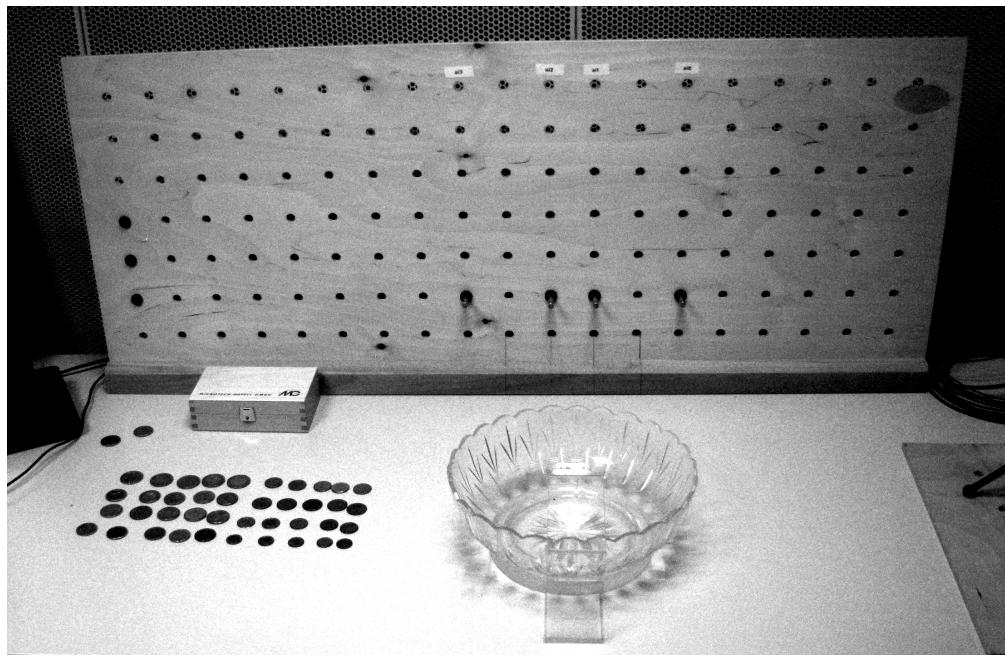


Abbildung 3.13: Foto vom Versuchsaufbau 1

Aufnahmen auf die Münzen einer Klasse gleichmäßig aufgeteilt wurden.

Es wurden im 1. Experiment 40 bis 45 Aufnahmen pro Münze erstellt, je nach dem wie viele Aufnahmen als fehlerhaft vermutet wurden, sodass nach dem Löschen der Aufnahmen 41 oder 42 Aufnahmen pro Münztyp vorhanden waren. Details dazu siehe in der Auflistung der Signale im Anhang unter ?? ?? (S. ??).

Im 2. Experiment wurden 100 Aufnahmen pro Münzklasse aufgenommen, wovon 18 gelöscht werden mussten.

Im 3. Experiment wurden 120 Aufnahmen pro Münzklasse aufgenommen und 21 davon gelöscht.

Details in den Protokollen A.5 - A.7 im Anhang ab Seite 45.

Die Experimente wurden an verschiedenen Tagen durchgeführt, da die Dauer der Aufnahmen und der Berechnungen mehrere Stunden in Anspruch nahm.

3.4.4 Versuch 3

Versuch 3 wurde im Anschluss an Versuch 2 durchgeführt, da vermutet wurde, dass eine Glasplatte bessere Erkennquoten als die Metallplatte liefert. Es wurden außerdem konstant

3 Eigene Arbeiten

5 Münzen pro Münzklasse verwendet, wobei die Aufnahmen auf die einzelnen Münzen ohne Rücksicht auf ihre Nationalität aufgeteilt wurden.

Es wurden 2 Experimente durchgeführt, das 1. Experiment mit 210, das zweite mit 300 Aufnahmen pro Münzklasse. Details abermals in den Protokollen A.8 und A.9 im Anhang ab Seite 53.

Die Aufnahmen und Berechnungen wurden ebenfalls an verschiedenen Tagen durchgeführt.



Abbildung 3.14: Foto vom Versuchsaufbau Versuch 3

4 Ergebnisse

4.1 Vorversuch

Die Erkennquoten beim Vorversuch lagen zwischen 62 und 98 %, wobei die untere Grenze mit 62 % kritisch gesehen werden muss, da diese durch ein Übertraining des Mustererkenners entstand. Die untere Grenze ohne Übertraining lag bei 77 %. Dazu siehe auch Abbildung 4.1.

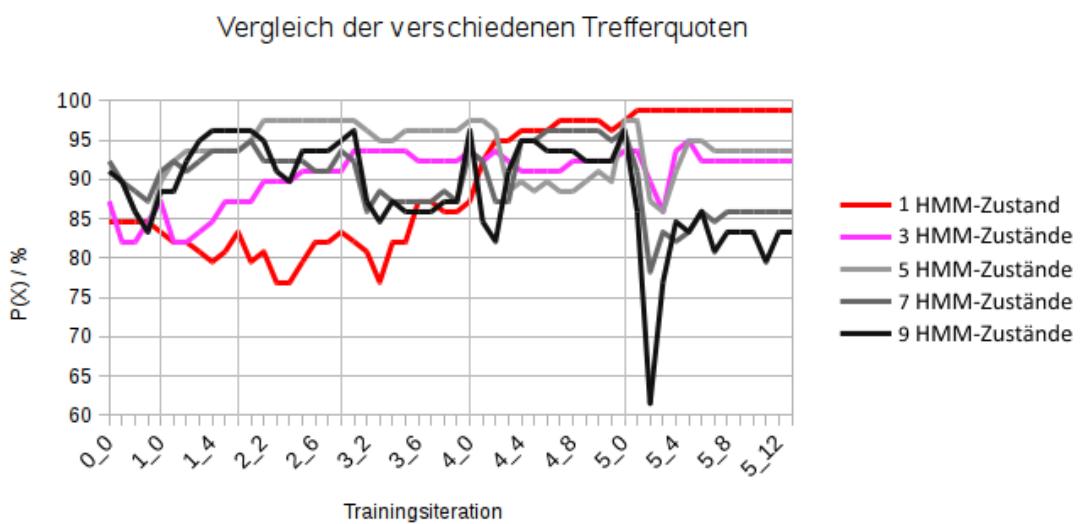


Abbildung 4.1: Erkennquoten des Trainings mit verschiedenen Anzahlen von HMM-Zuständen

Das Konfidenzintervall lag zwischen 6 und 14 %. Dazu siehe auch Abbildung 4.2

4 Ergebnisse

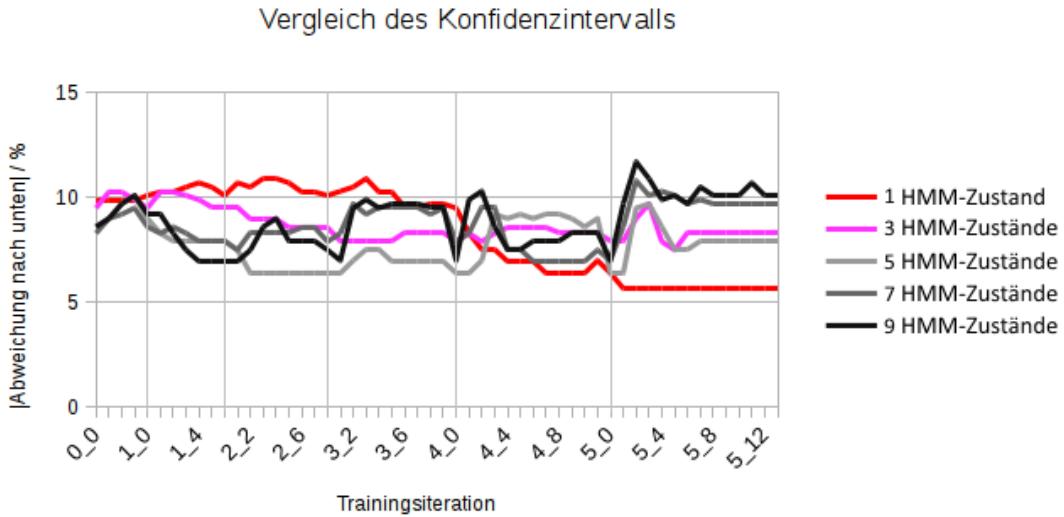


Abbildung 4.2: Konfidenzintervalle des Trainings mit verschiedenen Anzahlen von HMM-Zuständen

Das Training wurde mit 1, 3, 5, 7 und 9 HMM-Zuständen durchgeführt. In dem Diagrammen 4.3 sind die Quoten für ein Training mit 5 HMM-Zuständen aufgeführt. Man erkennt, dass ab dem 3.Split, 2. Iteration die Ergebnisse des Trainings sich verschlechtern und bei dem 4.Split, 3. Iteration deutlich schlechter werden. Außerdem wird das Ergebnis auch in den späteren Iterationen nirgends besser als bei dem 3. Split, 1. Iteration. Man kann bezeichnet diesen Effekt als Übertraining. Ausgelöst wird dieses durch die geringe Anzahl der Signal-Daten, welches bei genauerer Eingrenzung der Merkmalvektoren für eine Klasse keine weiteren Unterscheidungen mehr feststellen kann.

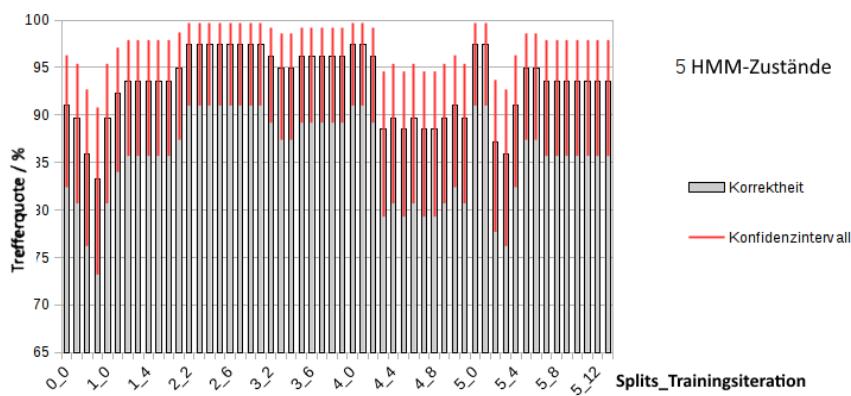


Abbildung 4.3: Erkennquoten vom Vorversuch Training mit 5 HMM-Zuständen, Anzeige ab 60%

4 Ergebnisse

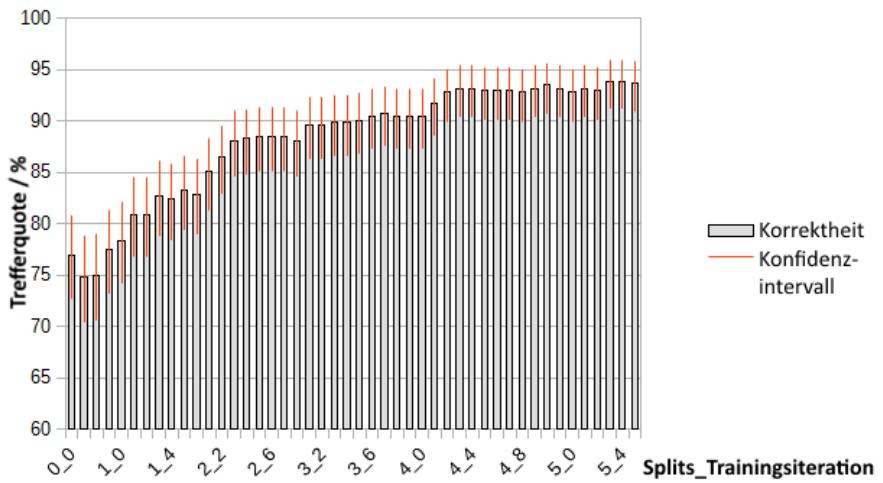


Abbildung 4.4: Erkennquoten des Trainings von Versuch 1

4.2 Versuch 1

Bei Versuch 1 lagen die Erkennquoten zwischen 75 und 94 %. Hier wurde nur ein Training mit 5 HMM-Zuständen durchgeführt, da dies relativ schnell zu guten Ergebnissen führt und nicht sofort in die Phase des Übertrainings kommt. Das Training wurde ab dem ersten "Covarianz bad" Fehler an dem 5. Split 5. Iteration abgebrochen, da ab hier nur noch schlechtere Ergebnisse zu erwarten waren. Siehe auch Abbildung 4.4

4 Ergebnisse

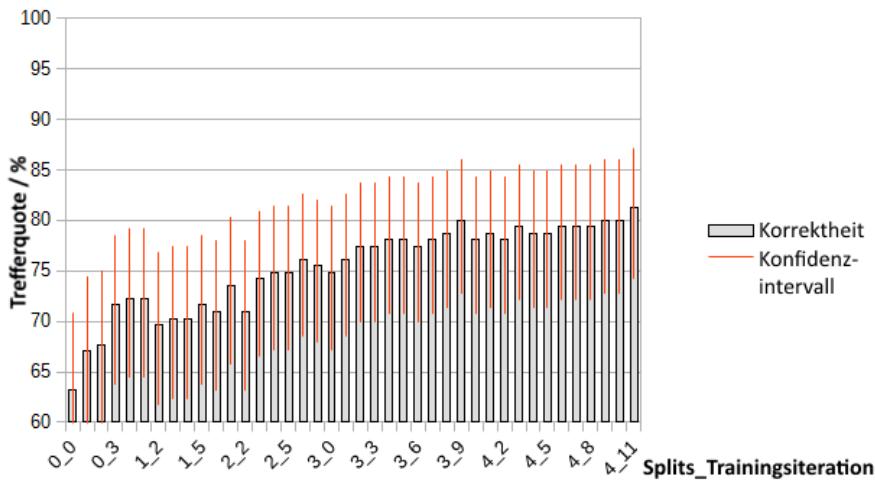


Abbildung 4.5: Erkennquoten des Trainings von Versuch 2

4.3 Versuch 2

Bei Versuch 2 lagen die Erkennquoten zwischen 63 und 82 %. Das Training wurde ebenfalls mit 5 HMM-Zustände für Experiment 3 durchgeführt. Aufgrund der geringen Datenmenge (Maximal 120 Daten pro Münzklasse) kam es früher als bei Versuch 1 zu der Phase des Übertrainings, dementsprechend wurde das Training bereits bei dem 4. Split 12 Iteration abgebrochen. Siehe dazu Abbildung 4.5.

4.4 Versuch 3

Versuch 3 hat die besten Erkennquoten, sie liegen zwischen 82 und 95 %. Es wurde ein Training mit 5 HMM-Zuständen auf Experiment 2 durchgeführt. Das Training wurde bei dem 5. Split 3. Iteration abgebrochen, da Aufgrund der großen Datenmenge von 300 Dateien pro Münzklasse die Phase des Übertrainings sehr spät eintrat. Weiteres siehe Abbildung 4.6.

4 Ergebnisse

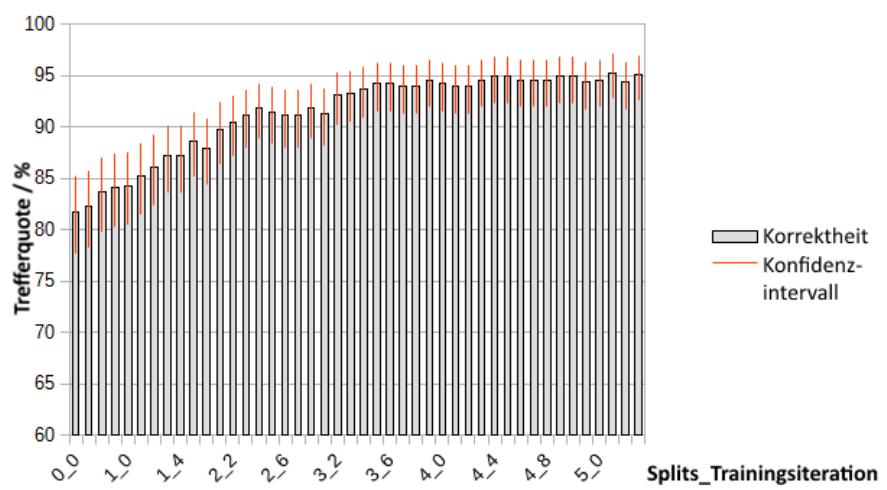


Abbildung 4.6: Erkennquoten des Trainings von Versuch 3

5 Bewertung und Ausblick

5.1 Bewertung

5.1.1 Unterschiede im Frequenzspektrum

Bereits im Vorversuch konnte die Nullhypothese widerlegt werden, was bedeutet, dass sich die Signale der verschiedenen Münzklassen signifikant unterscheiden und dieses mit Raten bis zu 96 % maschinell festgestellt werden kann.

Wie in Abbildung 5.1 ersichtlich ist, sehen die Spektrogramme der einzelnen Signale der verschiedenen Münzklassen auf den ersten Blick sehr ähnlich aus. Allerdings wurde bei dieser Auswahl auf ähnliche Aufschlagmuster geachtet. Mehr zu den verschiedenen Aufschlagmustern unter Punkt 5.1.2

In Abbildung 5.2 wurden die unteren vier Signale über die oberen vier Signale gelegt, wobei die ersten Signale grün und die letzten rot gefärbt wurden. Somit erscheinen Signalanteile, die in beiden Ebenen enthalten sind gelb.

Man kann hier deutliche Unterschiede im Frequenzspektrum erkennen, so unterscheidet sich zum Beispiel die Klasse C002 von der Klasse C050 deutlich im Bereich um die 20 kHz, die Klasse C005 und C100 haben bereits im Bereich um die 15 kHz deutliche Unterschiede. Natürlich ist die grafische Analyse von 8 Signalen kein Beleg für die Unterschiede sondern lediglich eine Veranschaulichung der Unterschiede, die im Training gefunden wurde.

5 Bewertung und Ausblick

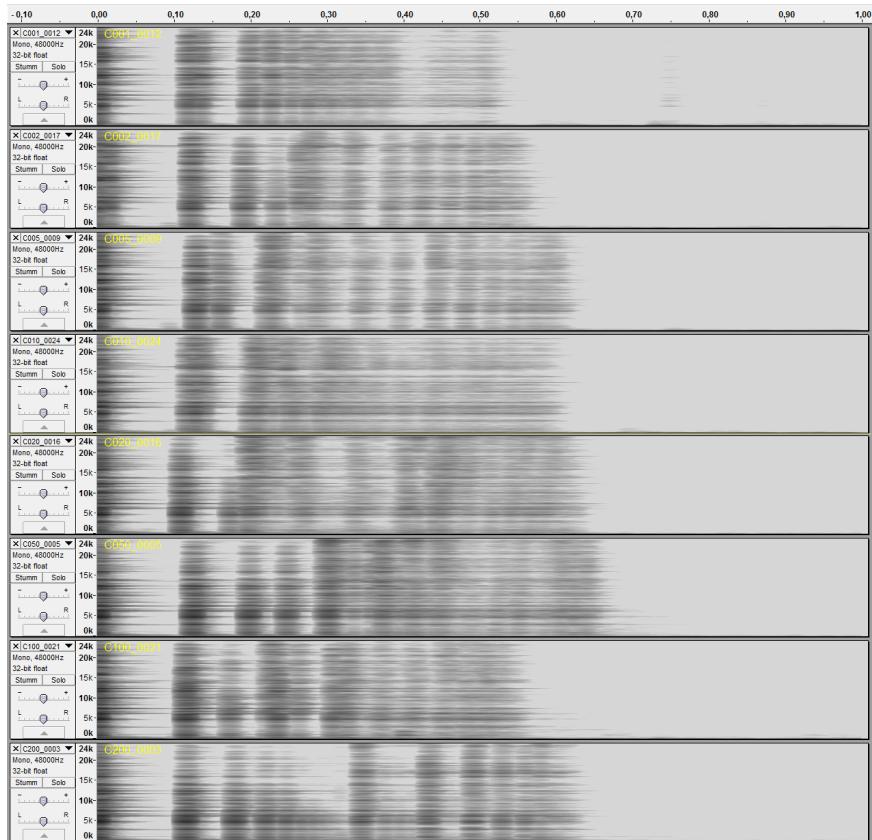


Abbildung 5.1: Spektren aus den Signalen der Vorversuchs

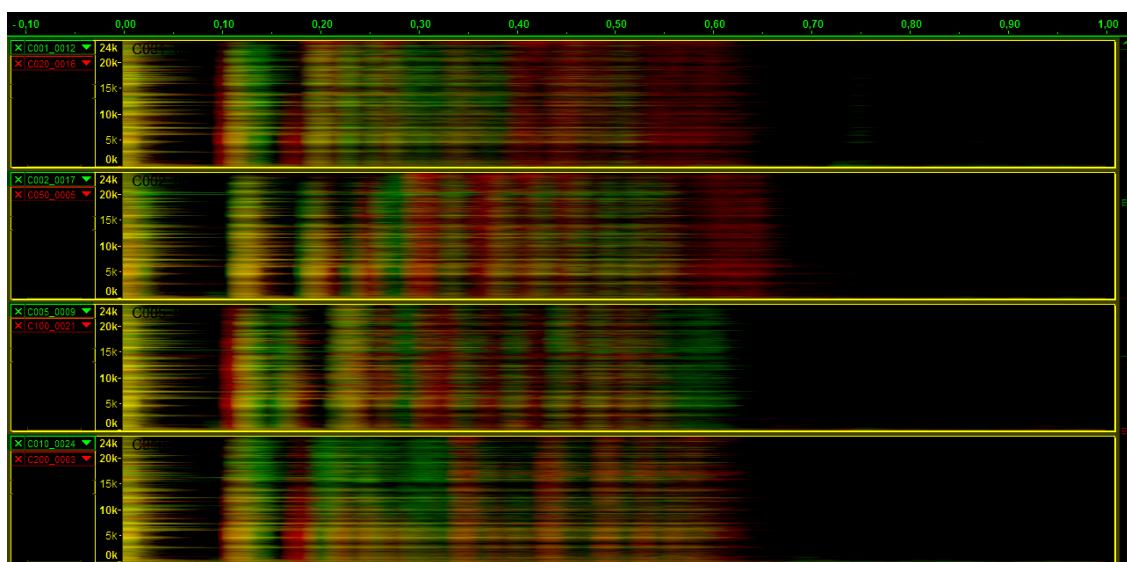


Abbildung 5.2: Übereinanderlegung der Spektren der Münzklassen C001,C020; C002,C050; C005,C100; C010,C200

5 Bewertung und Ausblick



Abbildung 5.3: Unterschiede in den Aufschlagmustern (Versuch 2)

5.1.2 Unterschiede im Aufschlagmuster

Obwohl der Einwurf der Münzen stets durch den selben Münzschlitz vorgenommen wurde kam es durch den menschlichen Faktor zu Unterschieden in den Aufschlagmustern. Die Zeit zwischen dem ersten Aufschlag und dem zweiten betrug in einigen Fällen 100 Millisekunden. In anderen Fällen, wenn die Münze nicht sprang, sondern sofort zu rotieren begann war diese Zeit zum Teil um ein Fünftel bis ein Zehntel kürzer.

Die Münzen rotierten teilweise länger als die aufgezeichnete Sekunde auf der Seite um die eigene Achse, teilweise verstrichen bis zum vollständigen Stillstand nur 200 Millisekunden, weil die Münze gleich auf die Seite fiel. Besonders auffällig war, dass in Versuch 2 einige Münzen auf der Kante stehen blieben, wie im ersten Spektrogramm in Abbildung ?? des Signales C002_D1-0000 sichtbar ist.

Dass dies in den anderen Versuchen nicht vorkam, erklärt sich daraus, dass der Boden in Versuch 2 durch die Metallplatte vollkommen eben war, wohingegen im Vorversuch und Versuch 1 durch die Schüssel ein leichtes Gefälle vorhanden war. In Versuch 3 wurde deshalb eine unebene Glasplatte genutzt.

5 Bewertung und Ausblick

5.1.3 Unterschiede in den Versuchen durch die Versuchsaufbauten

In den Versuchen 1, 3 und dem Vorversuch schlugen die Münzen auf eine schräge Glasfläche auf, wohingegen sie bei Versuch 2 auf eine Metallplatte trafen. Da im Vorversuch die Glasschüssel sehr gute Ergebnisse lieferte, sollte in Versuch 2 überprüft werden, ob Metall ähnlich gute Ergebnisse bewirkt. Die Schüssel vom Vorversuch hatte eine große Resonanz, deswegen wurde in Versuch 2 versucht, die Metallplatte durch Gummi-Füßchen von dem Boden zu entkoppeln. So sollte hier auch eine große Resonanz erzeugt werden. Im Versuch stellte sich heraus, dass diese Signale untereinander zu ähnlich waren, sodass es häufiger zu Verwechslungen unter den Münzklassen kam. Dies kam einerseits von der sehr dominanten Eigenschwingung des Metallbodens, andererseits hatte auch die federnde Wirkung des Metalls den Effekt, dass der Sprung der Münzen nach dem ersten Aufschlag kürzer war oder gar nicht vorhanden. Dies ist bei der Sichtung der Frequenzspektren aufgefallen. Bei der Abbildung 5.4 (S.35) wurden Signale ausgewählt, bei denen die Münzen einen zumindest kurzen Sprung vollführten, damit die Spektren gut zu vergleichen sind. Beim Übereinanderlegen der Signale in Abbildung 5.5 (S.35) fällt auf, dass die deutlichen Frequenzunterschiede aus dem Vorversuch fehlen, teilweise weil zu früh der nächste Aufschlag kommt. Außerdem ist das Frequenzspektrum voller, was durch die Eigenschwingung des Metalls kommt.

Beim Versuch 3 fällt auf, dass die Sprünge der Münzen wesentlich kürzer als im Vorversuch und Versuch 1 sind. Anders als in Versuch 2 sind allerdings die Spektren aufgeräumter, wie in Abbildung 5.6 (S.36) ersichtlich ist. Beim Übereinanderlegen der Spektren in Abbildung 5.7 (S.36) sind wie auch bereits beim Vorversuch deutliche Frequenzunterschiede sichtbar.

Im direkten Vergleich der Signale in Abbildung ?? (S.??) einer Münzklasse über alle 4 Versuchsaufbauten fällt auf, dass in dem Vorversuch und Versuch 1 fast identische Signale auftreten. Dies ist damit zu erklären, dass die Münzen auf die selbe Glasschale auftrafen, nur der Münzschlitz war ein anderer.

Im Versuch 3 ist der Sprung der Münzen wesentlich kürzer als in Versuch 1 und dem Vorversuch. In Versuch 2 trat er oftmals gar nicht auf und das Signal ist zudem sehr durch die lange Schwingung des Metalls undeutlicher als in Versuch 3.

5 Bewertung und Ausblick

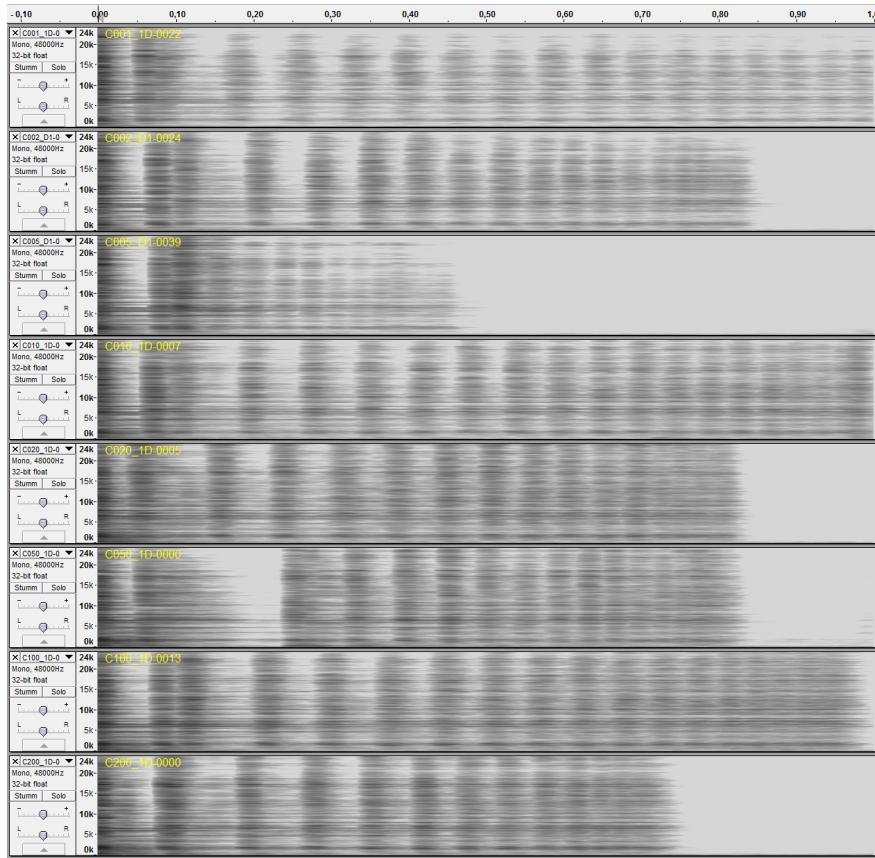


Abbildung 5.4: Spektren der Signale aus Versuch 2

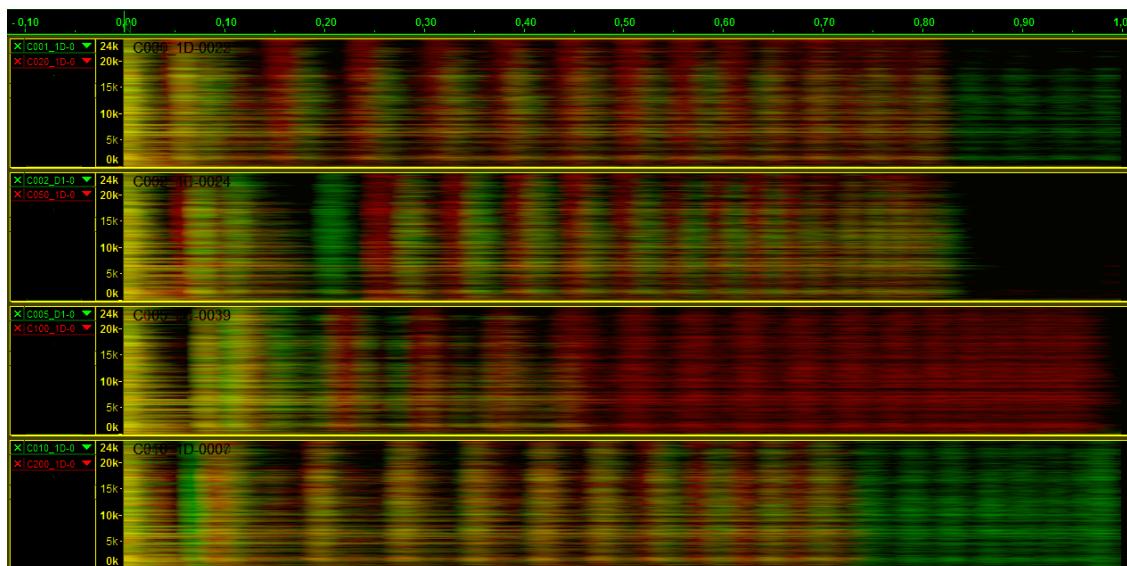


Abbildung 5.5: Übereinanderlegung der Spektren der Münzklassen C001,C020; C002,C050; C005,C100; C010,C200 (Versuch 2)

5 Bewertung und Ausblick

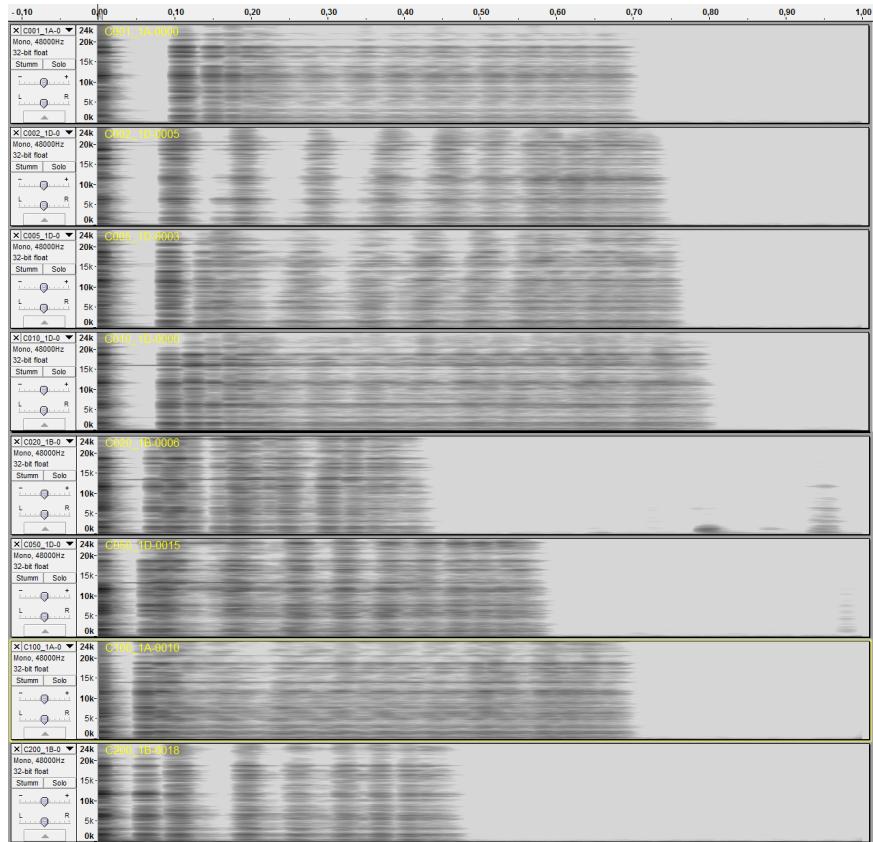


Abbildung 5.6: Spektren der Signale aus Versuch 3

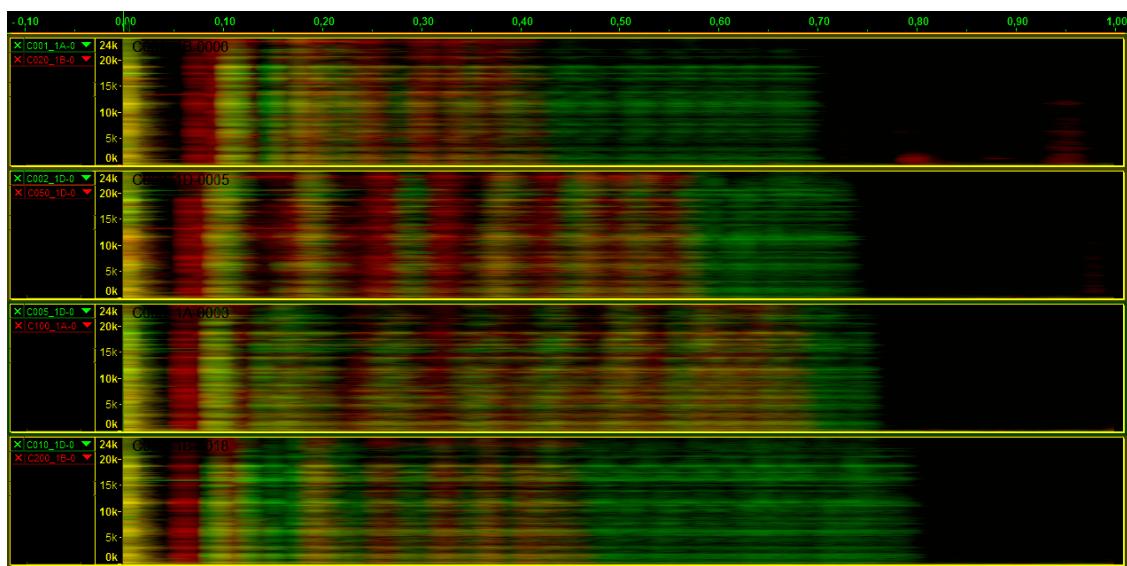


Abbildung 5.7: Übereinanderlegung der Spektren der Münzklassen C001,C020; C002,C050; C005,C100; C010,C200 (Versuch 3)

5 Bewertung und Ausblick

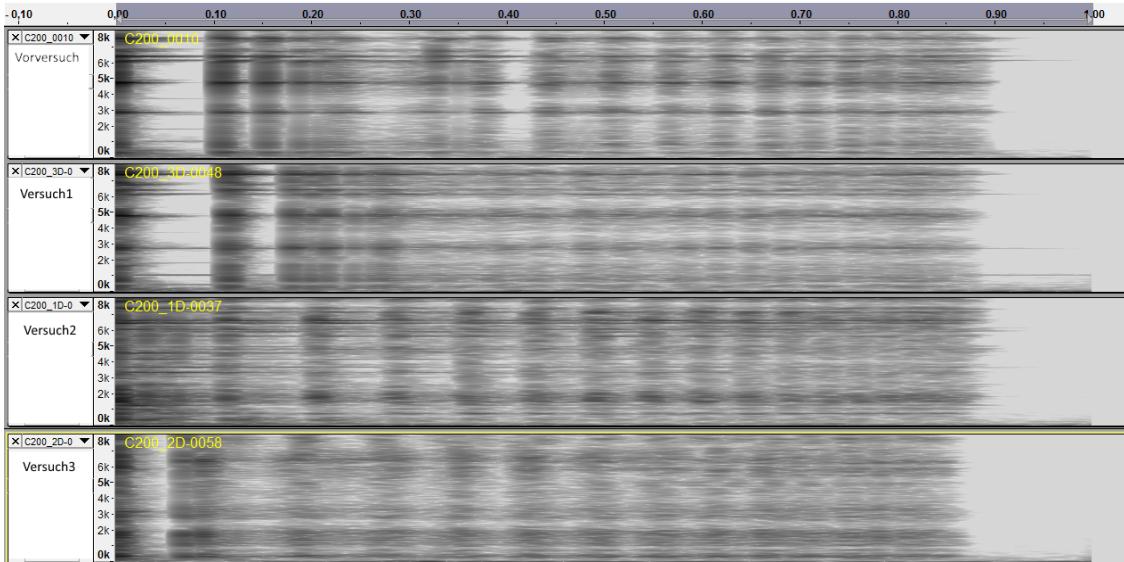


Abbildung 5.8: Spektren der Versuche 1-3 sowie des Vorversuches

5.1.4 Fazit

Es hat sich herausgestellt, das Versuch 3 die besten Ergebnisse liefert. Man könnte dies auf die große Datenmenge der Aufnahmen zurückführen, da bei Versuch 1 ähnlich gute Werte heraus kamen (Versuch 3 hatte 2337 Signale, Versuch 1 1994). Aber auch das Material, auf welches die Münzen aufschlagen scheint eine Rolle zu spielen, da bei Versuch 2 gegenüber dem Vorversuch wesentlich schlechtere Ergebnisse erzielt wurden, obwohl Versuch 2 mehr Datensätze (120 Signaldaten pro Münzklasse) enthält als der Vorversuch (40 Signaldaten pro Münzklasse). Dass das Material eine Rolle spielt entspricht auch dem Höreindruck, da die Signale der Münzaufschläge auf das Blech ähnlicher klingen als die Aufschläge auf das Glas.

5.2 Ausblick

Für die nächste Zeit soll im Rahmen eines Forschungsauftrages ein weiterer Versuch entwickelt werden, bei dem die Signale Anschläge von Glasflaschen sind. Diese werden dabei zwischen schadhaften und schadlosen Flaschen unterschieden.

A Anhang

A.1 Literatur

Buch A.1.

Rüdiger Hoffmann, Matthias Wolff: Intelligente Signalverarbeitung 2 - Signalerkennung, 2. Auflage, ISBN 978-3-662-46726-8

Buch A.2.

Martin Bretschneider: Vorlage für LaTeX; Version von August 2015;
<http://www.bretschneidernet.de/tips/thesislatex.html>

A.2 Verzeichnisstruktur

Listing A.1: Übersicht über alle wichtigen Ordner und Dateien

```
+--coins                                         # Wurzelverzeichnis der Datenbasis
|   +---fea                                         # beinhaltet die FEA-Analysen der Aufnahmen
|   |   \---MEL_30
|   |       +---Versuch1Experiment1
|   |           |   +---C001                         # die Verzeichnisstruktur ist analog zu der
|   |           |   +---C002                         # ...Verzeichnisstruktur der wave-Aufnahmen
|   |           |   +---C005
|   |           |   +---C010
|   |           |   +---C020
|   |           |   +---C050
|   |           |   +---C100
|   |           |   +---C200
|   |           |   \---CSIL
|   |       +---Versuch2Experiment3                 # (Ordner mit gleicher Struktur sind nicht aufgeklappt)
|   |       +---Versuch3Experiment2                 # Die Analysen sind reproduzierbar und koennen daher von den
|   |           \---Vorversuch                      # ...vorherigen Experimenten (1,2 von Versuch2) geloescht werden.
+---flists
|   +---tmp                                         # von MAKEFLST.xtp erstellte Test- und Trainingsfilelists
|   |   |---test.flst
|   |   \---train.flst
|   \---all.flst                                    # Standardpfad fuer all.flst, verwendet von MAKEFLST.xtp
+---info
|   +---classes.txt                                # Standard-classes-Datei, gibt an wie viele Vektoren die Modelle haben
|   \---default.cfg                                # Standard Konfigurationsdatei
+---log                                           # Standard-Speicherpfad fuer Logdateien, beinhaltet sowohl System-logs
```

A Anhang

```

|   |   +---out.txt
|   |   \---out_table.txt
|   +---model
|   +---scripts
|   |   \---dlabpro
|   |       +---MAKE_LIVE_MODELS.xtp
|   |       +---MAKEFLST.xtp
|   |       \---MULTITRN.xtp
|   \---sig
|       +---test
|       |   +---test
|       |   \---testE
|       +---Versuch1Experiment1
|       |   +---C001
|       |   +---C002
|       |   +---C005
|       |   +---C010
|       |   +---C020
|       |   +---C050
|       |   +---C100
|       |   +---C200
|       |   +---CSIL
|       |   +---E001
|       |   +---E002
|       |   +---E005
|       |   +---E010
|       |   +---E020
|       |   +---E050
|       |   +---E100
|       |   +---E200
|       |   \---ESIL
|       +---Versuch2Experiment1
|       +---Versuch2Experiment2
|       +---Versuch2Experiment3
|       +---Versuch3Experiment1
|       +---Versuch3Experiment2
|       +---Vorlage
|       \---Vorversuch
+---manual
|   +---automatic
|   +---resources
|   |   +---home.html
|   |   \---BA.pdf
+---src
|   +---de
|   |   \---tucottbus
|   |       \---kt
|   |           \---uasr_data_coins
|   |               \---CoinsRecognizer.java # Datei zur LIVE-Erkennung der Muenzen
|   +---gui
|   |   +---decodeMessage.java
|   |   +---gui.java
|   |   \---WindowClosingAdapter.java
|   +---img
|   \---utilities
|       \---filoperations.java
+---target
+---Versuch1
|   +---flists
|   |   +---all.flst
|   |   +---test.flst
|   |   \---train.flst
|   +---info
|   |   +---classes.txt
|   |   +---HMM-trn.cfg
|   |   +---REC_PACKDATA.cfg
|   |   \---recognizer.cfg
|   +---log
|   \---model
+---Versuch2
+---Versuch3

```

... als auch selbst gespeicherte Konsolenausgaben (out.txt),
... Fileoperations arbeitet default auf diesem Verzeichnis
sollte leer sein

dlabpro-Skripts
Skript fuer automatisierte LIVE-Erkennung
Skript fuer Erstellung der Test- und Trainingsfilelists
Skript fuer automatisiertes Training mit verschiedenen cfg-Dateien

Ordner fuer temporaere Aufnahmedateien, z.B. fuer die LIVE-Erkennung

Versuch1, 1. Aufnahme
Ordnerstruktur: jede Muenzklasse hat der Uebersicht halber
... einen eigenen Ordner, in dem die wave-Dateien enthalten sind,
... sie sind sie nach dem Wert der Muenzen in Cent benannt,
... einzelne Muenzen unterscheiden sich in ihrem Praefix, welches
... den Index sowie den Buchstaben des EU-Landes enthaelt

beinhaltet Aufnahmen von Stille
Die Ordner beginnend mit E enthalten die Aufnahmen der einzelnen
... Mikrofone, falls man nachtraeglich Einzelaufnahmen verwenden will

Von einigen Versuchen wurden mehrere Experimente durchgefuehrt,
... da zu Testzwecken zuerst weniger Signale erfasst wurden,
... alle Signale der einzelnen Experimente liegen im common Ordner um
... eine einfacheren Verwaltung der Signal-Dateien zu ermoeglichen.

enhaeilt die Hilfedateien

Startseite der HTML-Hilfe
pdf der dazugehoerigen Bachelorarbeit (ausfuehrlichere Beschreibung)

wandelt Ausgabe von CoinsRecognizer in Daten fuer gui.java um
graphische Ausgabe der Muenze und vorherigen erkannten Muenzen
Hilfsklasse zum Beenden von gui
Bildressourcen der Muenzen

erstellt Filelisten und wandelt log-Dateien um

Verzeichnis mit den Filelisten fuers Training des aktuellen Versuchs

Konfigurationsdateien fuer HMM-Training sowie LIVE-Erkennung

log-Dateien des entsprechenden Experimentes
Modelle des entsprechenden Experimentes
weitere Versuche

A Anhang

```
\---Vorversuch
  +---flists
  +---info
  |   +---classes.txt
  |   +---classes3.txt
  |   +---classes5.txt
  |   +---classes7.txt
  |   +---classes9.txt
  |   +---default.cfg
  |   +---default3.cfg
  |   +---default5.cfg
  |   +---default7.cfg
  |   +---default9.cfg
  +---log
\---model
```

A.3 Protokolle

Protokoll A.3.

19.06.2015 - Vorversuch - Experiment 1 - Aufnahmen für Mustererkennung - Glasschüssel -
40*8 Aufnahmen

15:35

- Versuch ist entsprechend Skizze aufgebaut.

15:35 - 15:50

- Erstellung neue Ordner für Experiment1 (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Experiment1) sowie Unterordner für die Summenaufnahmen verschiedene Münztypen (C001; C002; C005; C050; C200) und für die Einzelaufnahmen (E001; E002; E005; E010; E020; E050; E200)
- Erstellung Protokoll

15:50 - 15:55 Definierung im LabView:

- Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Experiment1/C200; .../Experiment1/E200),
- Dateiname (C200_),
- Anzahl der Aufnahmen (40),
- Verstärkungsfaktoren (jeweils auf 5)

15:55 - 16:00

- 3 Testaufnahmen für Münzwurd mit 2-Euro Münze erstellt für Pegelkontrolle,

A Anhang

- Pegel mit Audacious überprüft, Aussteuerung ok

16:00 - 16:10

- 40 Testaufnahmen für Münzwurf mit 2-Euro Münze erstellt,
- Überprüfung Dateigröße: 39 Aufnahmen waren erfolgreich*

16:10 - 16:15

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Experiment1/C050; .../Experiment1/E050),
- 40 Testaufnahmen für Münzwurf mit 50-Cent Münze erstellt,
- Überprüfung Dateigröße: 40 Aufnahmen waren erfolgreich*

16:15 - 16:20

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Experiment1/C020; .../Experiment1/E020),
- 40 Testaufnahmen für Münzwurf mit 20-Cent Münze erstellt,
- Überprüfung Dateigröße: 40 Aufnahmen waren erfolgreich*

16:20 - 16:25

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Experiment1/C010; .../Experiment1/E010),
- 40 Testaufnahmen für Münzwurf mit 10-Cent Münze erstellt,
- Überprüfung Dateigröße: 40 Aufnahmen waren erfolgreich*

16:25 - 16:30

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Experiment1/C005; .../Experiment1/E005),
- 40 Testaufnahmen für Münzwurf mit 5-Cent Münze erstellt,
- Überprüfung Dateigröße: 39 Aufnahmen waren erfolgreich*

16:30 - 16:35

A Anhang

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Experiment1/C002; .../Experiment1/E002),
- 40 Testaufnahmen für Münzwurf mit 2-Cent Münze erstellt,
- Überprüfung Dateigröße: 40 Aufnahmen waren erfolgreich*

16:35 - 16:40

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Experiment1/C001; .../Experiment1/E001),
- 40 Testaufnahmen für Münzwurf mit 1-Cent Münze erstellt,
- Überprüfung Dateigröße: 40 Aufnahmen waren erfolgreich*

17:15 Ende Experiment 1

*erfolgreich im Sinne von: es sind relevante Daten (> 1KB) vorhanden

Protokoll A.4.

12.09.2015 - Versuch 1 - Experiment 1 - Aufnahmen für Mustererkennung - Metallplatte - 250*8 Aufnahmen

21:40

- Versuch ist entsprechend Skizze aufgebaut.

21:40 - 21:45

- Erstellung Protokoll
- Erstellung neue Ordner für Versuch1Experiment1 (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Versuch1Experiment1) sowie Unterordner für die Summenaufnahmen verschiedene Münztypen (C001; C002; C005; C050; C100; C200) und für die Einzelaufnahmen (E001; E002; E005; E010; E020; E050; E100; E200)

16:35 - 16:40 Definierung im LabView:

- Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Versuch1Experiment1/C200; .../Versuch1Experiment1/E200),
- Dateiname (C200_1A-),
- Anzahl der Aufnahmen (210),

A Anhang

21:50 - 22:00 Einrichtung Pegel

- alle Kanäle aktiviert, Aufnahme aktiviert, Ausgabe deaktiviert, getrigerter Modus
- Aufnahmen für Münzwurf mit 2-Euro Münze erstellt für Pegelkontrolle
- Verstärkungsfaktorskalen an Aussteuerung angepasst (Summe 0,05 Einzel 0,1)
- Überprüfung mit Adobe Audition auf Übersteuerung negativ.

22:00 - 22:20

- 250 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 2-Euro Münzen erstellt (jew. 50 Aufnahmen; Dateinamen: C200_1A-, C200_2B-, C200_3D-; C200_4E-; C200_5R-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 1 versehentlichen* Aufnahme

22:20 - 22:40

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/ Versuch1Experiment1/C100; .../Versuch1Experiment1/E100)
- 250 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 1-Euro Münzen erstellt, (jew. 50 Aufnahmen; Dateinamen: C100_1A-; C100_2A; C100_3D-; C100_4D-; C100_5E-)
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 2 versehentlichen* Aufnahmen

22:40 - 23:10

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/ Versuch1Experiment1/C050; .../Versuch1Experiment1/E050)
- 250 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 50-Cent Münzen erstellt, (jew. 50 Aufnahmen; Dateinamen: C050_1D-; C050_2D-; C050_3E; C050_4F-; C050_5R-),
- zwischendurch falsche Münze (20cent) ausgewählt, Summen-Signal-Dateien wurden in C020 verschoben und umbenannt
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen

23:10 - 23:30

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/ Versuch1Experiment1/C020; .../Versuch1Experiment1/E020),

A Anhang

- 250 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 20-Cent Münzen erstellt (jew. 50 Aufnahmen; Dateinamen: C020_1B-; C020_2D-; C020_3F-; C020_4N-; C020_5R-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen

23:30 - 0:10 Pause

0:10 - 0:30

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Versuch1Experiment1/C010; .../Versuch1Experiment1/E010),
- 250 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 10-Cent Münzen erstellt, (jew. 50 Aufnahmen; Dateinamen: C010_1D-; ... C010_3D-; C010_4F-; C010_5F-)
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 1 versehentlichen* Aufnahme

0:30 - 0:50

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Versuch1Experiment1/C005; .../Versuch1Experiment1/E005),
- 250 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 5-Cent Münze erstellt (jew. 50 Aufnahmen; Dateinamen: C005_D1-; ...C005_D5-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 2 versehentlichen* Aufnahmen

0:50-1:00 Pause

1:00-1:25

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Versuch1Experiment1/C002; .../Versuch1Experiment1/E002),
- Trigger-Pegel auf 1 Pascal gesetzt
- 250 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 2-Cent Münze erstellt (jew. 50 Aufnahmen; Dateinamen: C002_D1-; ... C002_D5-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen

1:25 - 1:40

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Versuch1Experiment1/C001; .../Versuch1Experiment1/E001),

A Anhang

- 250 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 1-Cent Münze erstellt (jew. ca 40 Aufnahmen; Dateinamen: C001_1A-; C001_2D-; ... C001_5D-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen

1:40 Ende Versuch1Experiment1 Aufnahmen

*versehentlich: Beim Herausnehmen aus der Schale entstehen manchmal Aufnahmen, da der Pegel hoch genug für die Triggerung ist, wenn die Münze aus Versehen in der Schale aufschlägt.

Ebenso entstehen manchmal nach Zeitüberschreitung der Schleife leere Aufnahmen.

Protokoll A.5.

10.08.2015 - Versuch 2 - Experiment 1 - Aufnahmen für Mustererkennung - Metallplatte - 40*8 Aufnahmen

10:15

- Versuch ist entsprechend Skizze aufgebaut.

10:15 - 10:20

- Erstellung Protokoll
- Erstellung neue Ordner für Vorversuch2 Metall (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch2 Metall) sowie Unterordner für die Summenaufnahmen verschiedene Münztypen (C001; C002; C005; C050; C200) und für die Einzelaufnahmen (E001; E002; E005; E010; E020; E050; E200)

10:20 - 10:25 Definierung im LabView:

-
- Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch2 Metall/C200; .../Vorversuch2 Metall/E200),
- Dateiname (C200_),
- Anzahl der Aufnahmen (50),

10:25 - 10:55 Einrichtung Pegel

- Aufnahmen für Münzwurd mit 2-Euro Münze erstellt für Pegelkontrolle

A Anhang

- Verstärkungsfaktorskalen an Aussteuerung angepasst, Verstärkung bei 0,05 für Summe und 0,1 für Einzelaufnahmen.

10:55 - 11:15

- 46 Aufnahmen für Münzwurf mit 2-Euro Münze erstellt,
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 6 versehentlichen* Aufnahmen

11:15 - 11:25

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch2 Metall/C100; .../Vorversuch2 Metall/E100), Dateiname C100
- 43 Aufnahmen für Münzwurf mit 1-Euro Münze erstellt,
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 1 versehentlicher* Aufnahme

11:25 - 11:35

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch2 Metall/C050; .../Vorversuch2 Metall/E050), Dateiname C050
- 42 Aufnahmen für Münzwurf mit 50-Cent Münze erstellt,
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 1 versehentlicher* Aufnahme

11:35 - 11:45

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch2 Metall/C020; .../Vorversuch2 Metall/E020),
- 41 Aufnahmen für Münzwurf mit 20-Cent Münze erstellt,
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen

11:45 - 12:40 Pause

12:40 - 12:55

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch2 Metall/C010; .../Vorversuch2 Metall/E010),
- 43 Aufnahmen für Münzwurf mit 10-Cent Münze erstellt,
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 6 versehentlichen* Aufnahmen

A Anhang

- 5 Aufnahmen zusätzlich erstellt, um entfernte Aufnahmen zu ersetzen
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen Aufnahmen

12:55 - 13:10

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch2 Metall/C002; .../Vorversuch2 Metall/E002),
- 41 Aufnahmen für Münzwurf mit 2-Cent Münze erstellt,
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen
- Bei diesem Versuch wurde festgestellt, das irrtümlich eine 2cent-Münze verwendet wurde anstatt 5 cent wie geplant. Daher wurden die Dateien umbenannt und verschoben.

13:10 - 13:20

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch2 Metall/C005; .../Vorversuch2 Metall/E005),
- 42 Aufnahmen für Münzwurf mit 5-Cent Münze erstellt,
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen

13:20 - 13:25

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch2 Metall/C001; .../Vorversuch2 Metall/E001),
- 43 Aufnahmen für Münzwurf mit 1-Cent Münze erstellt,
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen

13:25 Ende Vorversuch2 Metallplatte Aufnahmen

*versehentlich: Beim Herausnehmen aus der Schale entstehen manchmal Aufnahmen, da der Pegel hoch genug für die Triggerung ist, wenn die Münze aus Versehen in der Schale aufschlägt

13:45 - 13:55

- Generierung Filelists,

A Anhang

- Auswahl von Testdaten und Trainingsdaten
- ab 14:20 Durchführung Training

Protokoll A.6.

14.08.2015 - Versuch 2 - Experiment 2 - Aufnahmen für Mustererkennung - Metallplatte -
100*8 Aufnahmen

21:40

- Versuch ist entsprechend Skizze aufgebaut.
- Bemerkung: Störgeräusche durch Rechner

12:20 - 12:35

- Erstellung Protokoll
- Erstellung neue Ordner für Vorversuch3Metall100 (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch3Metall100) sowie Unterordner für die Summenaufnahmen verschiedene Münztypen (C001; C002; C005; C050; C200) und für die Einzelaufnahmen (E001; E002; E005; E010; E020; E050; E200)

12:35 - 12:40 Definierung im LabVIEW

- Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch3Metall100/C200; .../Vorversuch3Metall100/E200),
- Dateiname (C200_),
- Anzahl der Aufnahmen (100),

12:40 - 12:45 Einrichtung Pegel

- Aufnahmen für Münzwurd mit 2-Euro Münze erstellt für Pegelkontrolle
- Verstärkungsfaktoren an Aussteuerung angepasst (0,05 für Summen- und 0,1 für Einzelaufnahmen)
- Überprüfung mit Adobe Audition auf Übersteuerung negativ.

12:25 - 12:55

- 100 Aufnahmen für Münzwurf mit 3 verschiedenen 2-Euro Münzen erstellt (jew. ca 33 Aufnahmen),

A Anhang

- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 7 versehentlichen* Aufnahmen
12:55 - 13:05
 - Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch3Metall100/C100; .../Vorversuch3Metall100/E100), Dateiname C100
 - 100 Aufnahmen für Münzwurf mit 5 verschiedenen 1-Euro Münzen erstellt, davon
2x2 gleich (jew. ca 33 Aufnahmen pro Typ)
 - Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 1 versehentlicher* Aufnahme
- 13:05 - 13:15
 - Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch3Metall100/C050; .../Vorversuch3Metall100/E050),
 - Dateiname C050_
 - 100 Aufnahmen für Münzwurf mit 6 verschiedenen 50-Cent Münzen erstellt, davon
4 gleich (jew. ca 33 Aufnahmen pro Typ),
 - Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 1 versehentlicher* Aufnahme
- 13:15 - 13:25
 -
 - Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch3Metall100/C020; .../Vorversuch3Metall100/E020),
 - Dateiname C020_
 - 100 Aufnahmen für Münzwurf mit 2 gleichen 20-Cent Münzen erstellt (jew. ca 50
Aufnahmen),
 - Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 1 versehentlicher* Aufnahme
- 13:25 - 13:35
 - Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch3Metall100/C010; .../Vorversuch3Metall100/E010),
 - 100 Aufnahmen für Münzwurf mit einer 10-Cent Münze erstellt,
 - Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen

A Anhang

13:35 - 13:45

- Bearbeitung Protokoll, gleiche Münzen eingetragen

13:45 - 13:55

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch3Metall100/C005; .../Vorversuch3Metall100/E005),
- 100 Aufnahmen für Münzwurf mit 2 gleichen 5-Cent Münze erstellt (jew. ca 50
Aufnahmen),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 1 versehentlicher* Aufnahme

13:55 - 14:05

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch3Metall100/C002; .../Vorversuch3Metall100/E002),
- 100 Aufnahmen für Münzwurf mit 4 gleichen 2-Cent Münze erstellt (jew. ca 25
Aufnahmen),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 5 versehentlichen* Aufnahmen

14:05 - 14:15

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch3Metall100/C001; .../Vorversuch3Metall100/E001),
- 100 Aufnahmen für Münzwurf mit 2 verschiedenen 1-Cent Münze erstellt (jew. ca 50
Aufnahmen),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 2 versehentlichen* Aufnahmen

14:15 Ende Vorversuch3Metall100

*versehentlich: Beim Herausnehmen aus der Schale entstehen manchmal Aufnahmen,
da der Pegel hoch genug für die Triggerung ist, wenn die Münze aus Versehen in der
Schale aufschlägt. Ebenso entstehen manchmal nach Zeitüberschreitung der Schleife leere
Aufnahmen.

A Anhang

Protokoll A.7.

14.08.2015 - Versuch 2 - Experiment 3 - Aufnahmen für Mustererkennung - Metallplatte -
120*8 Aufnahmen

10:20

- Versuch ist entsprechend Skizze aufgebaut.

10:20 - 10:30

- Erstellung Protokoll
- Erstellung neue Ordner für Versuch1Metall120 (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Versuch1Metall120) sowie Unterordner für die Summenaufnahmen verschiedene Münztypen (C001; C002; C005; C050; C200) und für die Einzelaufnahmen (E001; E002; E005; E010; E020; E050; E200)
- Befestigung Münzschale mit doppelseitigen Klebeband

10:30 - 10:35 Definierung im LabVIEW

- Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Versuch1Metall120/ C200; .../Versuch1Metall120/E200),
- Dateiname (C200_1D-),
- Anzahl der Aufnahmen (120),

10:35 - 10:40

- 10 Aufnahmen für Münzwurf mit 2-Euro Münze erstellt für Pegelkontrolle
- Verstärkungsfaktorskalen an Aussteuerung angepasst (Summe 0,05 Einzel 0,1)
- Überprüfung mit Adobe Audition auf Übersteuerung negativ.

10:40 - 10:55

- 120 Aufnahmen für Münzwurf mit 3 verschiedenen 2-Euro Münzen erstellt (jew. ca 40 Aufnahmen; Dateinamen: C200_1D-, C200_2E-, C200_3I-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 3 versehentlichen* Aufnahmen

10:55 - 11:10

A Anhang

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Versuch1Metall120/C100; .../Versuch1Metall120/E100)
- 120 Aufnahmen für Münzwurf mit sechs 1-Euro Münzen erstellt, (jew. ca 20 Aufnahmen pro Typ; Dateinamen: C100_1D-; C100_2D-; C100_3A-; ... C100_6A-)
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 5 versehentlichen* Aufnahmen

11:10 - 11:30

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Versuch1Metall120/C050; .../Versuch1Metall120/E050)
- 120 Aufnahmen für Münzwurf mit sechs 50-Cent Münzen erstellt, (jew. ca 20 Aufnahmen pro Typ; Dateinamen: C050_1D-; ... C050_4D-; C050_5E-; C050_6F-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 4 versehentlichen* Aufnahmen

11:30 - 11:45

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Versuch1Metall120/C020; .../Versuch1Metall120/E020),
- 50 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 20-Cent Münzen erstellt (jew. ca 30 Aufnahmen; Dateinamen: C020_1D-;... C020_3D-; C020_4F-; C020_5B-),
- versehentlich hat sich eine 50-Cent Münze eingemischt, Dateien gelöscht
- 120 Aufnahmen für Münzwurf mit vier 20-Cent Münzen erstellt (jew. ca 30 Aufnahmen; Dateinamen: C020_1D-; C020_2D-; C020_3F-; C020_4B-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 1 versehentlicher* Aufnahme

11:45 - 12:05

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Versuch1Metall120/C010; .../Versuch1Metall120/E010),
- 120 Aufnahmen für Münzwurf mit drei 10-Cent Münzen erstellt, (jew. ca 40 Aufnahmen; Dateinamen: C010_1D-; C010_2D-; C010_3F-)
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 4 versehentlichen* Aufnahmen

12:05 - 12:25

A Anhang

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Versuch1Metall120/C005; .../Versuch1Metall120/E005),
- Aufnahme fehlgeschlagen, Neustart LabVIEW; Neudefinierung Ordnerpfade, Aussteuerung
- 120 Aufnahmen für Münzwurf mit vier 5-Cent Münze erstellt (jew. ca 30 Aufnahmen;
Dateinamen: C005_D1-; ...C005_D4-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine 1 versehentlichen* Aufnahmen

12:25 - 12:40

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Versuch1Metall120/C002; .../Versuch1Metall120/E002),
- 120 Aufnahmen für Münzwurf mit vier 2-Cent Münze erstellt (jew. ca 30 Aufnahmen;
Dateinamen: C002_D1-; ... C002_D4-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen

12:20 - 12:50

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Versuch1Metall120/C001; .../Versuch1Metall120/E001),
- 120 Aufnahmen für Münzwurf mit drei 1-Cent Münze erstellt (jew. ca 40 Aufnahmen;
Dateinamen: C001_1D-; C001_2D-; C001_3A-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 4 versehentlichen* Aufnahmen

12:50 Ende Versuch1Metall120 Aufnahmen

*versehentlich: Beim Herausnehmen aus der Schale entstehen manchmal Aufnahmen,
da der Pegel hoch genug für die Triggerung ist, wenn die Münze aus Versehen in der
Schale aufschlägt. Ebenso entstehen manchmal nach Zeitüberschreitung der Schleife leere
Aufnahmen.

Protokoll A.8.

24.08.2015 - Versuch 3 - Experiment 1 - Aufnahmen für Mustererkennung - Glasplatte -
Glasplatte - 200*8 Aufnahmen

10:40

A Anhang

- Versuch ist entsprechend Skizze von Versuch 2 aufgebaut.

10:40 - 10:45

- Erstellung Protokoll
- Erstellung neue Ordner für Vorversuch4Glas200 (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch4Glas200) sowie Unterordner für die Summenaufnahmen verschiedene Münztypen (C001; C002; C005; C050; C100; C200) und für die Einzelaufnahmen (E001; E002; E005; E010; E020; E050; E100; E200)
- Austausch der Metall- gegen eine Glasplatte.

10:45 - 10:47 Definierung im LabVIEW

- Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch4Glas200/C200; .../Vorversuch4Glas200/E200),
- Dateiname (C200_1D-),
- Anzahl der Aufnahmen (210),

10:47 - 10:50 Einrichtung Pegel

- alle Kanäle aktiviert, Aufnahme aktiviert, Ausgabe deaktiviert, getrigerter Modus Aufnahmen für Münzwurf mit 2-Euro Münze erstellt für Pegelkontrolle
- Verstärkungsfaktorskalen an Aussteuerung angepasst (Summe 0,05 Einzel 0,1)
- Überprüfung mit Adobe Audition auf Übersteuerung negativ.

10:50 - 11:05

- 210 Aufnahmen für Münzwurf mit 3 verschiedenen 2-Euro Münzen erstellt (jew. ca 70 Aufnahmen; Dateinamen: C200_1D-, C200_2E-, C200_3I-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 3 versehentlichen* Aufnahmen

11:05 - 11:20

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch4Glas200/C100; .../Vorversuch4Glas200/E100)
- 210 Aufnahmen für Münzwurf mit drei 1-Euro Münzen erstellt, (jew. ca 70 Aufnahmen pro Typ; Dateinamen: C100_1A-; C100_2D-; C100_3D-)

A Anhang

- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 4 versehentlichen* Aufnahmen

11:20 - 11:40

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch4Glas200/C050; .../Vorversuch4Glas200/E050)
- 210 Aufnahmen für Münzwurf mit drei 50-Cent Münzen erstellt, (jew. ca 70 Aufnahmen pro Typ; Dateinamen: C050_1D-; C050_5E-; C050_6F-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 4 versehentlichen* Aufnahmen

11:40 - 11:55

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch4Glas200/C020; .../Vorversuch4Glas200/E020),
- 210 Aufnahmen für Münzwurf mit drei 20-Cent Münzen erstellt (jew. ca 70 Aufnahmen; Dateinamen: C020_1B-; C020_2D-; C020_3F-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 4 versehentlichen* Aufnahmen

11:55-13:15 Pause

13:15-13:30

- Rekonfigurierung vom Labview-Programm (Kanäle aktivieren; Pegel Summe 0,05 Einzel 0,1; Aufnahme aktiv, keine Ausgabe, getrigerter Modus, 210 Aufnahmen)
- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch4Glas200/C010; .../Vorversuch4Glas200/E010),
- 210 Aufnahmen für Münzwurf mit drei 10-Cent Münzen erstellt, (jew. ca 70 Aufnahmen; Dateinamen: C010_1D-; C010_2D-; C010_3F-)
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 4 versehentlichen* Aufnahmen

13:40 - 13:45

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch4Glas200/C005; .../Vorversuch4Glas200/E005),
- 210 Aufnahmen für Münzwurf mit drei 5-Cent Münze erstellt (jew. ca 70 Aufnahmen; Dateinamen: C005_D1-; ...C005_D3-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 2 versehentlichen* Aufnahmen

A Anhang

13:45 - 14:00

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch4Glas200/C002; .../Vorversuch4Glas200/E002),
- 210 Aufnahmen für Münzwurf mit vier 2-Cent Münze erstellt (jew. ca 70 Aufnahmen; Dateinamen: C002_D1-; ... C002_D3-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 4 versehentlichen* Aufnahmen

14:00 - 14:15

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch4Glas200/C001; .../Vorversuch4Glas200/E001),
- 210 Aufnahmen für Münzwurf mit drei 1-Cent Münze erstellt (jew. ca 40 Aufnahmen; Dateinamen: C001_1A-; C001_2D-; C001_3D-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 7 versehentlichen* Aufnahmen

14:15 Ende Vorversuch4Glas200 Aufnahmen

*versehentlich: Beim Herausnehmen aus der Schale entstehen manchmal Aufnahmen, da der Pegel hoch genug für die Triggerung ist, wenn die Münze aus Versehen in der Schale aufschlägt. Ebenso entstehen manchmal nach Zeitüberschreitung der Schleife leere Aufnahmen.

Protokoll A.9.

26.08.2015 - Versuch 3 - Experiment 2 - Aufnahmen für Mustererkennung - Glasplatte - 300*8 Aufnahmen

13:55

- Versuch ist entsprechend Skizze aufgebaut.

13:55 - 14:00

- Erstellung Protokoll
- Erstellung neue Ordner für Vorversuch4Glas300 (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch4Glas300) sowie Unterordner für die Summenaufnahmen verschiedene Münztypen (C001; C002; C005; C050; C100; C200) und für die Einzelaufnahmen (E001; E002; E005; E010; E020; E050; E100; E200)

A Anhang

14:00 - 14:10 Definierung im LabVIEW

- Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch4Glas300/SIL; .../Vorversuch4Glas300/SILE),
- Dateiname (SIL),
- Anzahl der Aufnahmen (300),
- alle Kanäle aktiviert,
- Aufnahme aktiviert, Ausgabe deaktiviert,
- kontinuierlicher Modus
- Aufnahmen von Stille

14:10 - 14:40

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch4Glas300/C200; .../Vorversuch4Glas300/E200)
- 300 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 2-Euro Münzen erstellt (jew. 60 Aufnahmen;
Dateinamen: C200_1B-, C200_2D; C200_3E-, C200_4R-, C200_5A),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 1 versehentlicher* Aufnahme

14:40 - 15:00

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch4Glas300/C100; .../Vorversuch4Glas300/E100)
- 300 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 1-Euro Münzen erstellt, (jew. 60 Aufnahmen;
Dateinamen: C100_1A-; C100_2A; C100_3D-; C100_4D-; C100_5E)
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen

15:00 - 15:30

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch4Glas300/C050; .../Vorversuch4Glas300/E050)
- 300 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 50-Cent Münzen erstellt, (jew. 60 Aufnahmen;
Dateinamen: C050_1D-; C050_2D-; C050_3E-; C050_4F-; C050_5R-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen

A Anhang

15:30 - 15:50

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch4Glas300/C020; .../Vorversuch4Glas300/E020),
- 300 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 20-Cent Münzen erstellt (jew. 60 Aufnahmen;
Dateinamen: C020_1B-; C020_2D-; C020_3F-; C020_4N; C020_5R),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 1 versehentlicher* Aufnahme

15:50-16:25 Pause

16:25-17:10

- Rekonfigurierung vom Labview-Programm (Kanäle aktivieren; Pegel Summe 0,05
Einzel 0,1; Ausgabe aktiv, getrigerter Modus, 210 Aufnahmen)
- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch4Glas300/C010; .../Vorversuch4Glas300/E010),
- 300 Aufnahmen für Münzwurf mit drei 10-Cent Münzen erstellt, (jew. ca 60 Aufnahmen;
Dateinamen: C010_1D-; C010_2D-; C010_3D-; C010_4F; C010_5F-)
- vergessen Aufnahme zu aktivieren...
- 300 Aufnahmen für Münzwurf mit drei 10-Cent Münzen erstellt, (jew. 60 Aufnahmen;
Dateinamen: C010_1D-; C010_2D-; C010_3D-; C010_4F; C010_5F-)
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen

17:10 - 17:30

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch4Glas300/C005; .../Vorversuch4Glas300/E005),
- 300 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 5-Cent Münze erstellt (jew. 60 Aufnahmen;
Dateinamen: C005_D1-; ...C005_D5-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, Entfernung von 1 versehentlicher* Aufnahme

17:30-17:50 Optimierung LabView-Programm (Darstellung optimiert)

17:50-18:10

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/
Vorversuch4Glas300/C002; .../Vorversuch4Glas300/E002),

A Anhang

- 300 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 2-Cent Münze erstellt (jew. 60 Aufnahmen; Dateinamen: C002_D1-; ... C002_D5-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen

18:10 - 18:35

- Definierung Ordnerpfade (C:/Users/wawra/workspace/uasr-data/coins/Vorversuch4Glas300/C001; .../Vorversuch4Glas300/E001),
- 300 Aufnahmen für Münzwurf mit fünf 1-Cent Münze erstellt (jew. 60 Aufnahmen; Dateinamen: C001_1A-; C001_2D-; ...; C001_5D-),
- Überprüfung mit Adobe Audition, keine versehentlichen* Aufnahmen

14:35 Ende Vorversuch4Glas300 Aufnahmen

*versehentlich: Beim Herausnehmen aus der Schale entstehen manchmal Aufnahmen, da der Pegel hoch genug für die Triggerung ist, wenn die Münze aus Versehen in der Schale aufschlägt. Ebenso entstehen manchmal nach Zeitüberschreitung der Schleife leere Aufnahmen.

A Anhang

A.4 Datenbasis

	Signale vom Vorversuch				
	aufgenommen	gelöscht	vorhanden	Anz. Training	Anz. Test
Wert in Cent	001	40	0	40	30
	002	40	0	40	30
	005	40	1	39	30
	010	40	0	40	30
	020	40	0	40	30
	050	40	0	40	30
	100	40	0	40	30
	200	40	1	39	30
	Summe	320	2	318	240
					78

Tabelle A.1: Anzahl der Aufnahmen vom Vorversuch

	Signale vom Versuch 1 (Experiment 1)				
	aufgenommen	gelöscht	vorhanden	Anz. Training	Anz. Test
Wert in Cent	001	50 * 5	0	250	200
	002	50 * 5	0	250	200
	005	50 * 5	0+1+1+0+0	248	200
	010	50 * 5	1+0+0+0+0	249	200
	020	50 * 5	0	250	200
	050	50 * 5	0	250	200
	100	50 * 5	0+1+0+1+0	248	200
	200	50 * 5	1+0+0+0+0	249	200
	Summe	2000	6	1994	1600
					394

Tabelle A.2: Anzahl der Aufnahmen vom Versuch 1

A Anhang

		Signale vom Versuch 2 (Experiment 1)				
		aufgenommen	gelöscht	vorhanden	Anz. Training	Anz. Test
Wert in Cent	001	43	0	43	30	13
	002	41	0	41	30	11
	005	42	0	42	30	12
	010	48	6	42	30	12
	020	41	0	41	30	11
	050	42	1	41	30	11
	100	43	1	42	30	12
	200	46	6	40	30	10
	Summe	2000	14	332	240	92

Tabelle A.3: Anzahl der Aufnahmen vom Versuch 2 Experiment 1

		Signale vom Versuch 2 (Experiment 2)				
		aufgenommen	gelöscht	vorhanden	Anz. Training	Anz. Test
Wert in Cent	001	50+50	2	98	80	18
	002	25+26+24+25	5	99	80	15
	005	50+50	1	95	80	19
	010	100	0	100	80	20
	020	51+49	1	99	80	19
	050	9+8+8+9+33+33	1	99	80	19
	100	17+17+17+16+33	1	99	80	19
	200	34+33+33	7	93	80	13
	Summe	800	18	782	640	142

Tabelle A.4: Anzahl der Aufnahmen vom Versuch 2 Experiment 2

		Signale vom Versuch 2 (Experiment 3)				
		aufgenommen	gelöscht	vorhanden	Anz. Training	Anz. Test
Wert in Cent	001	40+42+38	2+2+0	116	100	16
	002	30+30+30+30	0+0+0+0	120	100	20
	005	30+30+30+30	0+0+0+0	120	100	20
	010	40+40+40	2+2+0	116	100	16
	020	31+29+30+30	0+1+0+0	119	100	19
	050	21+19+20+19+20+20	0+1+0+1+2+0	116	100	16
	100	23+19+18+20+20+20	2+3+0+0+0+0	115	100	15
	200	41+40+39	2+1+0	117	100	17
	Summe	960	21	939	800	139

Tabelle A.5: Anzahl der Aufnahmen vom Versuch 2 Experiment 3

A Anhang

	Signale vom Versuch 3 (Experiment 1)					
	aufgenommen	gelöscht	vorhanden	Anz. Training	Anz. Test	
Wert in Cent	001	70*3	7	203	180	23
	002	70*3	4	206	180	26
	005	70*3	2	208	180	28
	010	70*3	4	206	180	26
	020	70*3	4	206	180	26
	050	70*3	4	206	180	26
	100	70*3	4	206	180	26
	200	70*3	3	209	180	29
	Summe	1680	32	1648	1440	208

Tabelle A.6: Anzahl der Aufnahmen vom Versuch 3 Experiment 1

	Signale vom Versuch 3 (Experiment 2)					
	aufgenommen	gelöscht	vorhanden	Anz. Training	Anz. Test	
Wert in Cent	001	60*5	0	300	250	50
	002	60*5	0	300	250	50
	005	60*5	1	299	250	49
	010	60*5	0	200	250	50
	020	60*5	1	299	250	49
	050	60*5	0	300	250	50
	100	60*4	0	240	240	0
	200	60*5	1	299	250	49
	Summe	2340	3	2337	1990	347

Tabelle A.7: Anzahl der Aufnahmen vom Versuch 3 Experiment 2