

PHILIPS



Diplomarbeit

Untersuchung akustischer Beschreibungsmethoden für Haushaltsgeräte

von

Roman Sereinig

durchgeführt in Zusammenarbeit mit Philips Consumer Lifestyle, Klagenfurt

am Institut für Elektronische Musik und Akustik
Universität für Musik und darstellende Kunst, Graz

Graz, April 2010

Begutachter: o.Univ.-Prof. Mag. DI Dr. Robert Höldrich
Betreuer IEM: DI Dr. Alois Sontacchi
Betreuer Philips: DI Thomas Sigot

Kurzfassung

Aufbauend auf den Ergebnissen der vorangegangenen Projektarbeit, die den messtechnischen Aspekt der Optimierung behandelt hat, geht diese Diplomarbeit auf die psychoakustische Bewertung von Haushaltsgeräten ein. Mit Standmixern (engl. Blender), als einer konkreten Klasse von Haushaltsgeräten, soll die Machbarkeit eines Lästigkeitsmodells demonstriert werden. Dazu werden zunächst Geräuschaufnahmen von drei verschiedenen Blendern in Kombination mit drei verschiedenen Rezepten in einer nachgestellten Küchenumgebung mittels Kunstkopf und Messmikrofon erstellt. Anschließend wird mit den Aufnahmen des Kunstkopfs ein Hörversuch zur Erfassung der empfundenen Lästigkeit für Haushaltsgeräte durch Anwender durchgeführt. Aus den vom Messmikrofon erfassten Aufnahmen werden psychoakustische Empfindungsgrößen bzw. deren Derivate extrahiert. Die Bewertungen aus dem Hörversuch und die berechneten psychoakustischen Empfindungsgrößen werden schließlich mittels Regression in ein Lästigkeitsmodell zusammengeführt. Die Gültigkeit des Modells wird abschließend mittels Kreuzvalidierung evaluiert.

In Bezugnahme auf die Ergebnisse werden am Ende der Arbeit Empfehlungen zur Erweiterung der vorgestellten Lästigkeitsmodelle gegeben, um in Zukunft ein Bewertungswerkzeug zur Lästigkeit in Hinblick auf die Produktentwicklung von Haushaltsgeräten zu erhalten.

Abstract

Following the results of the preceding project, discussing the technical aspect of measurement optimisations, this diploma thesis inherently focuses upon the psychoacoustical evaluation of domestic appliances. A feasibility of an annoyance-model for domestic appliances will be demonstrated using blenders as a representative class of domestic appliances. At first recordings of the emitted noises of three different kinds of blenders in combination with three different recipes will be made in a simulated kitchen environment, using an artificial head and a measurement microphone. The recordings of the artificial head are subsequently evaluated in a listening experiment while the recordings of the measurement microphone are used to extract psychoacoustical parameters and their variants. At last the ratings of the test subjects of the listening experiment and the extracted psychoacoustical parameters are merged into an annoyance-model using regression methods. Finally the model is proven using cross-validation.

In reference to the findings, recommendations regarding the expandability of the shown annoyance-models are given. Thus the perspective is to get an evaluation tool to estimate the annoyance of domestic appliances in the stage of product development.

Pledge of Integrity

I hereby certify that the work presented in this thesis is my own, that all work performed by others is appropriately declared and cited, and that no sources other than those listed were used.

Place: _____

Date: _____

Signature: _____

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere ehrenwörtlich, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst habe, dass sämtliche Arbeiten von Anderen entsprechend gekennzeichnet und mit Quellenangaben versehen sind, und dass ich keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt habe.

Ort: _____

Datum: _____

Unterschrift: _____

Danksagung

Diese Danksagung müsste an und für sich, ob der schweren Geburt und des Zustandekommens dieser Arbeit, schon fast ein ganzes Kapitel in Anspruch nehmen. Deshalb möchte ich in dieser Form nachfolgend erwähnten Personen meine Dankbarkeit widmen.

Aus fachlicher und menschlicher Sicht gleichermaßen gilt mein Dank Prof. Robert Höldrich und Alois Sontacchi, durch deren Betreuung, Ratschläge und Verständnis diese Arbeit schwere Zeiten durch- und letztendlich doch erfolgreich überlebt hat. Danke auch an Christian Kranzler für die tolle Unterstützung bis zur Fertigstellung der Diplomarbeit.

Für das jederzeit vorhandene Vertrauen und die tolle Unterstützung durch Thomas Sigot seitens *Philips* ist ein einzelnes „Dankeschön“ zu wenig. Gleichzeitig möchte ich mich an dieser Stelle bei der Firma *Philips Consumer Lifestyle Klagenfurt* für die Möglichkeit der Realisierung dieser Diplomarbeit bedanken.

Mein außerordentlicher Dank gilt meinen Eltern Danica und Wolfgang, die mir dieses Studium ermöglicht haben und mich in **jeder** Phase immer bestmöglich unterstützt haben und auch in den kritischsten Situationen an mich geglaubt haben (auch wenn mir das leider nicht immer bewusst war). Meiner Schwester Andrea (und ihrem Markus) danke für die unzähligen Übernachtungsmöglichkeiten in Graz und meinem Bruder Martin danke ich für die vielen Durchhalteparolen.

Ein ganz spezieller Dank gilt der unschätzbaren Unterstützung durch meine liebe Maggie. Diese Seite ist wahrscheinlich zu klein um meinen gesamte Dankbarkeit für die von dir erbrachte menschliche Leistung in Worte zu fassen. Danke für deine Liebe und Hilfe.
Für die Nopis!

Und „last but not least“ alle anderen Menschen, die mir oft gut zugeredet haben und mir sonst aus unzähligen unterschiedlichen Gründen bewusst und/oder unbewusst geholfen haben diese Arbeit fertigzustellen: Hubert Ausserlechner, Georg Bauer, Brigitte Bergner, Stefan Fuhs, Daniel Hofer, Alexandra Jammer, Josefine & Rudi Jammer, Michael Moser, Hannes Pomberger, Pia Scheifflinger, Ronald Schulz, Sabrina Seidler, Barbara Semmler, Franz Zotter und alle anderen, die sich an dieser Stelle angesprochen fühlen - **Danke!**

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	11
1.1. Motivation	11
1.2. Kapitelübersicht	12
2. Vorgehensweise zur Lästigkeitsermittlung	13
2.1. Zuordnung der Lästigkeit	14
2.2. Aussagekraft der Evaluierung	18
2.3. Rahmenbedingungen der Evaluierung	18
3. Aufnahme und Aufnahmenverarbeitung	21
3.1. Messaufbau	21
3.2. Equipment	23
3.2.1. Blendertypen	23
3.2.2. Aufnahmehardware	24
3.2.2.1. Referenzaufnahme	24
3.2.2.2. Aufnahme für die Evaluierung	25
3.3. Geräuschaufnahme	26
3.4. Kopfhörervermessung und Entzerrung	26
3.5. Signalverarbeitung der objektiven Messung	28
4. Hörversuchsdesign	29
4.1. Grundsätzliche Überlegungen	29
4.2. Testverfahren für den Hörversuch	30
4.2.1. Direkte Schätzung	30
4.2.2. Paarvergleich der Lästigkeit	31
4.2.2.1. BTL Modell	31
4.2.2.2. Alternative Modelle	32
4.2.2.3. Urteilkonsistenz & Verlässlichkeit der Probanden	32
4.2.3. Paarvergleich der Ähnlichkeit	33
4.3. Implementierung	33
4.3.1. Graphische Oberfläche (GUI)	33
4.3.2. Selektion geeigneter Signalausschnitte	34
4.3.3. Maßnahmen zur Konsistenzüberprüfung	35

5. Hörversuche und statistische Analyse	37
5.1. Vorversuch bzw. Alphatest am IEM	37
5.1.1. Auswertung	38
5.1.1.1. Direktvergleich	38
5.1.1.2. Paarvergleich der Lästigkeit	40
5.1.1.3. Reihung der Bewertungen	40
5.1.1.4. Zusammenfassung des Vorversuchs	41
5.2. Hauptversuch bei Philips	41
5.2.1. Auswertung	42
5.2.1.1. Bewertungen der beiden Gruppen	44
5.2.1.2. Reihung der Bewertungen	47
5.2.1.3. Zusammenfassung des Hauptversuchs	49
6. Lästigkeitsmodell	50
6.1. Verfahren zur Parameterwahl	50
6.1.1. Hauptkomponentenanalyse (PCA)	50
6.1.2. Lineare Diskriminationsanalyse (LDA)	51
6.1.3. Sequential Forward Selection (SFS)	51
6.2. Wahl der Parameter	51
6.3. Modellierung mittels linearer Regression	52
6.3.1. Modell für stationäre Geräusche	53
6.3.2. Modell für transiente Geräusche	55
6.4. Verifikation der Modelle	55
6.4.1. Verifikation des stationären Modells	57
6.4.2. Verifikation des transienten Modells	58
6.4.3. Zusammenfassung der Lästigkeitsmodellierung	60
7. Interpretation, Zusammenfassung & Ausblick	61
7.1. Interpretation	61
7.1.1. Interpretation Der Reihungen	61
7.1.2. Interpretation der Lästigkeitsmodelle	63
7.2. Zusammenfassung	63
7.3. Ausblick	63
A. Anhang - Hörversuchsstatistik	65
A.1. Vorversuch, Kolmogorov-Smirnov Test	65
A.2. Vorversuch, T-Tests	66
A.3. Hauptversuch, Shapiro-Wilk Test	69
A.4. Hauptversuch, T-Tests	70
B. Anhang - Parameterberechnungen	73
B.1. Stationäre Geräuschparameter	73
B.2. Transiente Geräuschparameter	82

Abbildungsverzeichnis

2.1. Flussdiagramm der Vorgehensweise zur Ermittlung der Lästigkeit bzw. eines Lästigkeitsmodells von Haushaltsgeräten	20
3.1. Schematische Darstellung des Messaufbaus	22
3.2. Messaufbau am IEM, Ansicht 1	23
3.3. Messaufbau am IEM, Ansicht 2	24
3.4. Abbildung der drei verwendeten Blendertypen von Philips	25
3.5. Mittelwert und Standardabweichung in Terzbändern für 5 Aufnahmen, AKG 240DF und STAX SRM700	27
4.1. Oberfläche des Hörversuchs für den Direktvergleich	34
4.2. Oberfläche des Hörversuchs für den Paarvergleich nach Lästigkeit	35
5.1. Boxplot des Direktvergleichs, Vorversuch, stationäres Geräusch	39
5.2. Boxplot des Direktvergleichs, Vorversuch, transientes Geräusch	39
5.3. Aufbau des Haupthörversuchs bei Philips in Klagenfurt	42
5.4. Quantil-Quantil Plot, Mid-End Eiswürfel (V6), Hauptversuch <i>stationär</i> mit 40 Bewertungen	43
5.5. Boxplot des Direktvergleichs, Hauptversuch, stationäres Geräusch	45
5.6. Boxplot des Direktvergleichs, Hauptversuch, transientes Geräusch	46
5.7. Differenzen der Bewertungen der identischen Geräuschaufnahme V5 und V10, Hauptversuch, stationär, Gruppe 1 (S->T)	48
5.8. Differenzen der Bewertungen der identischen Geräuschaufnahme V5 und V10, Hauptversuch, stationär, Gruppe 2 (T->S)	48
6.1. Darstellung des berechneten Lästigkeitsmodells für stationäre Geräusche	54
6.2. Darstellung des berechneten Lästigkeitsmodells für transiente Geräusche	56
6.3. MSE (rote Linie mit Kreuzen) bei weglassen der Produktkombination 8, Gruppe S-T, transiente Geräusche	57
6.4. MSE & R^2 für die LOOCV, Gruppe T->S, stationäre Geräusche	58
6.5. MSE & R^2 für die LOOCV, Gruppe S->T, transiente Geräusche	59
7.1. Zeitlicher Verlauf dreier Produktkombinationen in Abhängigkeit von 3 psychoakustischen Parametern	62

Tabellenverzeichnis

5.1. Vergleich zwischen den Reihungen des Direktvergleichs und des Paarvergleichs der Lästigkeit (<i>AB Paarvergleich</i>) im Vorversuch für das stationäre Teilgeräusch	40
5.2. Vergleich zwischen den Reihungen des Direktvergleichs und des Paarvergleichs der Lästigkeit (<i>AB Paarvergleich</i>) im Vorversuch für das transiente Teilgeräusch	41
5.3. Vergleich zwischen den Reihungen des Haupt- und Vorversuchs für das stationäre Teilgeräusch	47
5.4. Vergleich zwischen den Reihungen des Haupt- und Vorversuchs für das transiente Teilgeräusch	47
6.1. Modellparameter β aus der linearen Regression mit 5 psychoakustischen Parametern und der <i>Gruppe T->S</i> für das stationäre Teilgeräusch	53
6.2. Modellparameter β aus der linearen Regression mit 5 psychoakustischen Parametern und der <i>Gruppe S->T</i> für das transiente Teilgeräusch	55

1. Einleitung

1.1. Motivation

In vielen Industriezweigen (Automobilindustrie, etc. [7]) ist aktives akustisches Produktdesign bereits seit längerem ein wirtschaftlich relevantes Thema. Aufgrund des schwereren praktischen Zugangs zur Psychoakustik bzw. zur Perzeption von Schallereignissen, wurde und wird dieser Bereich oft unterschätzt oder scheitert an den fehlenden Möglichkeiten der Umsetzung. Je kleiner die akustisch relevanten Geräte, desto geringer die grundsätzliche Motivation für Hersteller finanziell in Sounddesign zu investieren, da die dadurch bedingten zusätzlich zu erwartenden Gewinne oft nur gering sind [7]. In einem besonders umkämpften Marktsegment kann aber ein solches, besonderes Unterscheidungsmerkmal zu Mitbewerbern Marktvorteile für den Hersteller bringen. Deshalb gewinnen wissenschaftliche Untersuchungen auf dem Gebiet der Psychoakustik immer mehr an Bedeutung. Im Zuge einer Innovationsstrategie stellt die akustische Evaluierung und Optimierung von Haushaltsgeräten hinsichtlich der von Konsumenten empfundenen *Lästigkeit* ein für *Philips Consumer Lifestyle Klagenfurt* (in weiterer Folge *Philips* genannt) zukunftssträchtiges Betätigungsfeld dar. Dieser Umstand stellt somit die generelle Motivation für die vorliegende Diplomarbeit dar.

Bislang gibt es bei *Philips* lediglich konzernintern getroffene generelle Vorgaben zum *Schallleistungspegel* L_c laut IEC 704-3 (1992-05) [1] von kleinen Haushaltsgeräten (engl. *domestic appliances*). Als objektive Messgröße zum Vergleich von Haushaltsgeräten einer Geräteklasse ist dieser Wert, bzw. noch besser der *Schallleistungspegel* L_w , gut geeignet. Diesem Aspekt, vor allem hinsichtlich einer zeitlich effizienten Schallleistungsmessung von Haushaltsgeräten, ist der Inhalt der vorangegangenen Projektarbeit [22] gewidmet. Deren Titel *Psychoakustische Optimierung von Haushaltsgeräten* bezieht sich dabei auf den ersten Schritt in Richtung akustischer Optimierung von Geräten. Als Grundlage für ein später mögliches, gezieltes *akustisches Produktdesign* sind diese Beschreibungsgrößen jedoch nicht ausreichend, da die tatsächliche Empfindung durch den Anwender damit nur sehr vage abgebildet wird. Um die eingangs erwähnte Evaluierung der (akustischen) *Lästigkeit von Haushaltsgeräten* zu ermöglichen, ist eine Objektivierung der Wahrnehmung erforderlich, die mittels definierter psychoakustischer Empfindungsgrößen erreicht werden kann. Diese stellen in sehr viel besserem Maße den Zusammenhang zwischen dem auf das Ohr des Anwenders wirkenden physikalischen Reiz und die tatsächliche Wahrnehmung dar.

Die konkrete Motivation der vorliegenden Arbeit besteht nun darin, eine Machbarkeitsstudie zur Erstellung eines Lästigkeitsmodells für Haushaltsgeräte durchzuführen die den im vorigen Absatz erwähnten Umständen Rechnung trägt.

1.2. Kapitelübersicht

Am Beginn werden in Kapitel 2 die gewählte Vorgehensweise zur Ermittlung eines Lästigkeitsmodells und die dazu notwendigen theoretischen Betrachtungen aufgezeigt. Die Ausführung der hier festgelegten einzelnen Stufen werden in den darauf folgenden Kapiteln im Detail beschrieben.

Die zur Ermittlung der Lästigkeitsbewertungen notwendigen Hörversuche werden binaural via Kopfhörer durchgeführt. Dazu sind möglichst realitätsgetreue Aufnahmen der emittierten Geräusche mittels Kunstkopf notwendig. Zusätzlich wird mit Hilfe eines Messmikrofons ein Referenzsignal für die spätere Berechnung der objektiven psychoakustischen Bewertungsgrößen aufgenommen. Kapitel 3 behandelt daher den Messaufbau und die Geräuschaufnahme, sowie die weitere Aufbereitung der Aufnahmen für den Hörversuch.

Kapitel 4 beschreibt den Prozess des Hörversuchsdesigns und die dem zugrunde liegenden Überlegungen. Es werden mögliche Versuchsverfahren erörtert und deren Wahl begründet. Dabei werden sowohl die in der einschlägigen Literatur vorkommenden Betrachtungen zu möglichen Versuchsfehlern erklärt, als auch die dahingehende grafische Aufbereitung des Versuchs [32].

Die beiden durchgeführten Hörversuche (Vorversuch und Haupthörversuch), die dabei aufgetretenen Probleme, sowie die zugehörigen Lösungsansätze bzw. Lösungen werden in Kapitel 5 beschrieben. Die notwendige statistische Analyse der Lästigkeitsbewertungen der Versuchspersonen ist ebenfalls Gegenstand dieses Kapitels.

In Kapitel 6 werden zunächst die für die Modellierung der Lästigkeit maßgeblichen psychoakustischen Empfindungsgrößen ermittelt. Die aus dem Haupthörversuch gewonnenen Bewertungen werden schließlich mittels Regression mit den zuvor gewählten psychoakustischen Parametern in Einklang gebracht. Schließlich werden die Regressionsresultate als Lästigkeitsmodell dargestellt, dessen Interpretation in diesem Kapitel zugleich das angestrebte Ziel dieser Diplomarbeit bildet.

Ein abschließender Ausblick in Kapitel 7 gibt eine Betrachtung der möglichen weiterführenden Aspekte und Zukunftsaussichten der mit dieser Arbeit aufgezeigten Möglichkeiten wieder.

2. Vorgehensweise zur Lästigkeitsermittlung

Die in Abschnitt 1.1 erwähnte Ausgangslage war bislang in Bezug auf die objektive Evaluierung von Schallemissionen von Haushaltsgeräten sinnvoll, um verschiedene Geräte bzw. Geräteserien unter- oder miteinander zu vergleichen. Allerdings können mit diesen Messungen gewisse, von Anwendern akustisch als *unangenehm*, *störend* bzw. *schlecht* beurteilte, problematische Geräte nicht immer zielführend akustisch verbessert werden. D.h. in solchen Fällen korrelieren die relativ einfach messbaren objektiven Messgrößen (*Schalleistung* L_w , *A-bewerteter Schalldruckpegel* [dB(A)]) nicht mit dem Feedback der Benutzer. Treffend auf den Punkt bringt diese Erkenntnis folgendes Zitat: *“Die Musik einer Trompete und der Baustellenlärm durch einen Bagger haben ungefähr die gleiche Schalleistung, werden aber psychoakustisch völlig unterschiedlich bewertet“*.¹ Das Hauptproblem in dieser Hinsicht stellt daher die Anforderung der akustischen Optimierung in der Entwicklung der Haushaltsgeräte dar, da keine entsprechenden Bewertungswerkzeuge vorhanden sind, um den komplexeren akustischen Sachverhalt *Lästigkeit* zu evaluieren.

An diesem Punkt knüpft die Psychoakustik² und damit der Inhalt dieses Kapitels an. Das in der Einleitung (Kapitel 1) definierte Ziel dieser Arbeit ist zu zeigen, dass eine Modellierung der empfundenen Lästigkeit von Haushaltsgeräten durch objektive, messbare psychoakustische Empfindungsgrößen machbar ist. Um dies zu erreichen, stellen sich zunächst folgende Fragen:

1. Wie kann das subjektive Attribut *Lästigkeit* (für Haushaltsgeräte) sinnvoll zugeordnet bzw. evaluiert werden? (Abschnitt 2.1)
2. Welche Aussage bzw. Aussagekraft ist von einer psychoakustischen Evaluierung zu erwarten? (Abschnitt 2.2)
3. Welche Voraussetzungen und Rahmenbedingungen werden für diese Evaluierung definiert? (Abschnitt 2.3)

Die Beantwortung dieser essentiellen Fragen wird nachfolgend abschnittsweise im Detail behandelt.

¹Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Schalleistung>

²„Die Psychoakustik ist eine Disziplin, die den Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigenschaften eines Schallsignals und den daraus resultierenden Empfindungen beschreibt“ (Quelle: http://www.dasp.uni-wuppertal.de/ars_auditus/psychoak/psychoak2.htm)

2.1. Zuordnung der Lästigkeit

Eine erste Antwort ist zunächst: Indem die Richtung der Zuordnung bzw. Schlussfolgerung nicht von der *physikalischen Objektivität* hin zur *subjektiven Empfindung* gemacht, sondern diese umgekehrt wird. Sprich: Mit Hilfe der vom Ohr und damit den (potentiellen) Benutzern empfundenen Beschreibung des Attributs Lästigkeit wird versucht, die physikalischen Ursachen für diese Empfindung und deren Relevanz für die Lästigkeitsbeurteilung zu ermitteln. Die ausführliche Beantwortung der ursprünglichen Frage erfordert zunächst die Betrachtung der einzelnen beschreibenden Größen, durch die Lästigkeit objektiv beschrieben werden kann.

In [35] bzw. [23] werden zusammenfassend die nachfolgend alphabetisch aufgelisteten, wichtigsten psychoakustischen Empfindungsgrößen definiert bzw. beschrieben:

1. Impulshaltigkeit *dimensionslos*
2. Lautheit [sone]
3. Lautstärke [phon]
4. Rauigkeit [asper]
5. A-bewerteter Schalldruckpegel [dB(A)]
6. Schärfe [acum]
7. Schwankungsstärke [vacil]
8. Tonhaltigkeit [tu]

Diese Beschreibungsgrößen bilden jeweils einzelne Aspekte der psychoakustischen Wahrnehmung mit Hilfe von physikalisch erfassbaren Parametern nach. Nachfolgend werden die Eigenschaften und grundsätzlichen der Beschreibungsgrößen kurz zusammengefasst (Kurzdefinition und eine grobe Abschätzung der Relevanz für den konkreten Anwendungsfall Küchengeräte bzw. Blender erläutert (Relevanz).

Impulshaltigkeit

Kurzdefinition: Die Impulshaltigkeit ist eine Beschreibungsgröße für zeitlich abhängige Lautheitsänderungen. Je nach Pegeldifferenz, Dauer und Wiederholrate des Geräusches ändert sich die Impulshaltigkeit. Berechnet wird diese mithilfe der Kurtosis (viertes statistisches Moment) und ist daher dimensionslos.

Relevanz: Eine hohe Impulshaltigkeit ist vor allem bei Einschaltvorgängen von mechanisch aktiven technischen Geräten zu erwarten. Dies trifft in diesem Fall auch auf Haushaltsgeräte zu. Der Bedeutung des Einschaltvorgangs für die Lästigkeitsbeurteilung bei Haushaltsgeräten wird im Zuge der Kapitel 4 bis 7 nähere Beachtung geschenkt.

Lautheit

Kurzdefinition: Die Lautheit stellt in der Psychoakustik eine wesentliche Beschreibungsgröße für die menschliche Geräuschbeurteilung dar (z.B. [31]). Es existieren mehrere Berechnungsmethoden. In dieser Arbeit wurde das in [35] beschriebene und gängige Berechnungsverfahren der Lautheit nach Zwicker verwendet. Die resultierende Größe ist für einen Sinuston mit der Frequenz 1 kHz bei einem **Schalldruckpegel** $L_P = 40 \text{ dB(SPL)}$ ($\hat{=}$ einer **Lautstärke** $L_N = 40 \text{ phon}$) mit **Lautheit** $N = 1 \text{ sone}$ als Einheit definiert. Die Skalierung dieser Größe ist linear. D.h. $N = 2 \text{ sone}$ wird von Menschen als doppelt so laut wie $N = 1 \text{ sone}$ empfunden

Relevanz: Aus vielen bisherigen psychoakustischen Untersuchungen zur Ermittlung der Lästigkeit geht hervor, dass die Lautheit gleichsam mit den anderen Lautheitsmaßen (A-bewerteter Schalldruckpegel und Lautstärke) einen maßgeblichen Anteil an der empfundenen Lästigkeit hat. Es ist davon auszugehen, dass dies auch bei Blendern der Fall sein wird.

Lautstärke

Kurzdefinition: Eine der Lautheit sehr ähnliche Größe ist die Lautstärke. Die Lautstärke wird in phon angegeben, wobei bei einem Sinuston mit 1 kHz Frequenz die **Lautstärke** $L_N = 60 \text{ phon}$ einem **Schalldruckpegel** $L_P = 60 \text{ dB(SPL)}$ mit dem selben Sinuston von 1 kHz entspricht. Der weitere Zusammenhang zwischen diesen beiden Größen wird durch die Frequenzbewertung mit den sogenannten *Phonkurven* für verschiedene Niveaus angegeben (Kurven, gleicher Lautstärkepegel, Isophone). Weiters können Lautheit und Lautstärke als Einzahlwerte über eine mathematische Beziehung jeweils ineinander umgerechnet werden.

Relevanz: Da bei der Lautstärke die selbe akustische Qualität wie bei der Lautheit ermittelt wird, besteht hier ebenso der selbe Grad an Relevanz für die Lästigkeitsermittlung von Küchengeräten.

Rauhigkeit

Kurzdefinition: Die Rauhigkeit beschreibt zusammen mit der Schwankungsstärke zeitlich schwankende Anteile eines Geräuschspektrums. Je nach Frequenz(anteil), dessen Modulationsfrequenz und Modulationsgrad, erhöht sich die Rauhigkeitsempfindung. Die Rauhigkeitsempfindung gilt im allgemeinen für Modulationsfrequenzen von ca. 30 bis 300 Hz, wobei sich die maximal störende Empfindung für Modulationsfrequenzen in der Literatur bei ca. 70 Hz herausgestellt hat. Definiert ist die **Rauhigkeit** $R = 1 \text{ asper}$ für einen zu 100% (Modulationsgrad=1) mit 70 Hz amplitudenmodulierten Sinuston bei einer Frequenz von 1 kHz und einem **Schalldruckpegel** $L_P = 60 \text{ dB(SPL)}$.

Relevanz: In Anbetracht der Rauhigkeitsdefinition scheinen Küchengeräte geradezu prädestiniert zu sein, deutliche Unterschiede in der Rauhigkeit aufzuweisen. Bei Blendern werden ausgehend vom Motor über diverse Koppelungen Gehäuseteile, Aufsatzbecher, etc. mechanisch angeregt und zum Schwingen gebracht. Da sich z.B. die Drehzahlen der

2. Vorgehensweise zur Lästigkeitsermittlung

Blendermotoren im Bereich der rauigkeitsrelevanten Modulationsfrequenzen (ca. 250-300Hz) ([22], S.33) befinden, ist ein relevanter Zusammenhang plausibel.

A-bewerteter Schalldruckpegel

Kurzdefinition: Der Schalldruckpegel stellt die einfachste Form der Nachbildung der menschlichen Lautstärkeempfindung dar. Der tatsächlich ermittelte Schalldruckpegel (bezogen auf $p_0 = 20\mu Pa$) wird hierbei mit der sogenannten *A-Bewertungskurve* frequenzbewertet³. Diese Kurve basiert auf der invertierten 40-phon-Kurve der *Kurven gleicher Lautstärkepegel* bei 1 kHz. Für höhere Pegel verflacht die entsprechende Phonkurve vor allem bei tiefen und hohen Frequenzen. Dadurch bildet die *A-Bewertung* bei deutlich höheren Schalldruckpegeln die tatsächliche Lautheitsempfindung immer schlechter ab. Wegen der relativ einfachen messtechnischen Erfassung hat sich diese Methode allerdings dennoch als Standard etabliert. Solange Messabstand und Bezugspegel (=Kalibration) gleich bleibend sind, sind *A-bewertete Schalldruckpegel* miteinander vergleichbar. Allerdings kann der A-bewertete Schalldruckpegel *nicht* über eine Beziehung in Lautheit oder Lautstärke bzw. umgekehrt umgerechnet werden(!) und ist eine logarithmische Größe.

Relevanz: Als einfache Methode zur Abschätzung der menschlichen Lautstärkeempfindung ist diese Empfindungsgröße ebenfalls für die Lästigkeitsermittlung bei Küchengeräten sehr interessant.

Schärfe

Kurzdefinition: Die psychoakustische Schärfe zielt darauf ab, eine Beurteilung der Verhältnisse zwischen verschiedenen auftretenden Frequenzbereiche eines Geräusches in einem Einzahlwert abzubilden. Weiters wird dadurch auf die tendenziell unangenehme akustische Empfindung von höherfrequenten Tönen im Vergleich zu tiefen Frequenzen Rücksicht genommen. Definiert wird die *Schärfe* $S = 1 \text{ acum}$ als ein *schmalbandiges Rauschen um 1 kHz (920-1080 Hz)*⁴ bei einem *Schalldruckpegel* $L_p = 60 \text{ dB(SPL)}$. Für Frequenzanteile ab 200 Hz steigt der Grad an Schärfe wesentlich an. Die Schärfe ist, wie z.B. die Lautheit, ebenfalls linear skalierend.

Relevanz: Bedingt durch das eher höherfrequente abgestrahlte Schallspektrum der Blender (hauptsächlich zwischen ca. 250 Hz und 10 kHz, [22]) ist ein nennenswerter Anteil der Schärfe an der bei Haushaltsgeräten empfundenen Lästigkeit zu erwarten.

Schwankungsstärke

Kurzdefinition: Die Schwankungsstärke ist per definitionem nahezu identisch mit der Rauigkeit. Sie deckt den Bereich der Modulationsfrequenzen unterhalb von ca. 20 Hz ab, da diese vom Gehör bereits als einzelne Schallereignisse wahrnehmbar sind. Die Literatur gibt hier ein Maximum der empfundenen Schwankungsstärke bei einer Modulationsfrequenz von 4Hz an. Die *Schwankungsstärke* $F = 1 \text{ vacil}$ entspricht einem zu

³In der Praxis wird also ein Schalldrucksignal mit der A-Bewertungskurve gefiltert

⁴welches sich aus der bei 1 kHz gültigen Frequenzgruppenbreite ergibt [35]

2. Vorgehensweise zur Lästigkeitsermittlung

100% (Modulationsgrad=1) mit 4 Hz modulierten Sinuston mit der Frequenz von 1 kHz und einem Schalldruckpegel von $L_p = 60$ dB(SPL). Die Schwankungsstärke ist ebenfalls eine linear skalierte Größe.

Relevanz: Für die Schwankungsstärke als bedeutsame Einflussgröße der Lästigkeit von Haushaltsgeräten gelten im wesentlichen dieselben Argumente wie die für die weiter oben beschriebene Rauhigkeit getätigten.

Tonhaltigkeit

Kurzdefinition: Die Tonhaltigkeit (manchmal auch Klanghaftigkeit genannt) beschreibt das Verhältnis von einzelnen tonalen Komponenten (oder schmalbandigen Geräuschkomponenten) zum gesamten, breitbandigen Geräusch. In Geräuschen können prominente, wahrnehmbare tonale Komponenten das Lästigkeitsempfinden negativ beeinflussen. Die **Tonhaltigkeit = 1 tu** (steht für *tonality unit*) ist als Referenz durch einen Sinuston mit einer Frequenz von 1 kHz mit einem Schalldruckpegel $L_p = 60$ dB(SPL) angegeben.

Relevanz: Grundsätzlich wäre, bedingt durch mögliche tonale Anteile durch die Blenndermotoren, auch die Tonhaltigkeit bzw. Klanghaftigkeit eine mögliche Größe für die Modellierung der Lästigkeit von Küchengeräten. Wie in Abschnitt 2.3 erwähnt, soll sich das angestrebte Lästigkeitsmodell aber auf maximal 4 bis 5 relevante Beschreibungsgrößen beschränken. Auf die Berücksichtigung der Tonhaltigkeit als Empfindungsgröße für das Lästigkeitsmodell wurde somit verzichtet.⁵

Zusammenfassung

Eine ausführliche Beschreibung aller bis hier kurz zusammengefassten und später in Abschnitt 3.5 berechneten, einzelnen psychoakustischen Beschreibungsgrößen und deren Berechnungsweisen sind in [23] nachzulesen.

Die Größen *Impulshaltigkeit*, *Lautheit*, *Lautstärke* und *Schalldruckpegel* zielen gemeinsam auf die subjektive Empfindung *Sound level* (dt. Klangpegel) ab. *Rauhigkeit*, *Schärfe*, *Schwankungsstärke* und *Tonhaltigkeit* sind Teil einer zweiten Empfindung, die als *Sound character* (dt. Klangcharakter) definiert werden kann. Eine Kombination dieser Empfindungsrichtungen ist somit zu einer *Annoyance rating* (dt. Lästigkeitsdimensionierung), die den Grad der Lästigkeit beschreibt, möglich ([23], S. 6). Welche dieser beiden Hauptempfindungen bzw. welche der weiter oben beschriebenen einzelnen Größen allerdings für die in dieser Arbeit relevante Lästigkeit der *Geräuschkategorie Haushaltsgeräte* maßgeblich sind war vorerst unklar.

Zusammengefasst lautet für diesen Abschnitt die Antwort: Das subjektive Attribut *Lästigkeit* kann durch verschiedene objektiv messbare Beschreibungsgrößen modelliert werden, die jeweils einzelne subjektive psychoakustische Empfindungen objektiv nachbilden. Die genaue Zuordnung der in dieser Arbeit angestrebten Lästigkeit von Haushalts-

⁵Zudem gab es im Zuge der Berechnung der Größen aus den Geräuschaufnahmen (Kapitel 3) Probleme mit der implementierten Berechnung der Klanghaftigkeit und durch die Beschränkung auf 4-5 Parameter hätte die Tonhaltigkeit ohnehin keine oder nur eine untergeordnete Rolle gespielt

geräten zu den Empfindungsgrößen bedarf zusätzlich eines Hörversuches zur Erfassung der von Anwendern empfundenen Gesamtlästigkeit.

2.2. Aussagekraft der Evaluierung

Ein Modell der Lästigkeit mittels der in Abschnitt 2.1 aufgezählten Beschreibungsgrößen kann erst nach einer Lästigkeitsbewertung der durch Küchengeräte abgestrahlten Geräusche durch Versuchspersonen in einem Hörversuch bestimmt werden. Dadurch ergibt sich in weiterer Folge die Zusammensetzung und Gewichtung der Beschreibungsgrößen zu einem *relativen Lästigkeitswert*. Dieser ist für die in dieser Arbeit getroffenen Rahmenbedingungen (Abschnitt 2.3) als Evaluierungsgröße für Haushaltsgeräte oder besser gesagt für die Geräteklasse *Blender* gültig. Die Berechnungen auf dem Weg zum Lästigkeitsmodell und der relativen Lästigkeit sind in Kapitel 6 zu finden.

Zusammengefasst kann gantwortet werden: Ein Hörversuch, der zunächst eine Aussage über die tatsächlich empfundenen relativen Lästigkeitsunterschiede zwischen verschiedenen Blendern ermitteln soll, ist notwendig. Daraus entsteht in weiterer Folge ein Lästigkeitsmodell, dessen Vorhersagekraft im Rahmen gewisser Grenzen eine psychoakustische Evaluierung von Blendern zulässt.

2.3. Rahmenbedingungen der Evaluierung

Die in den bisherigen Abschnitten 2.1 und 2.2 getroffenen Feststellungen machen folgende Hauptschritte notwendig:

1. Referenzaufnahmen von Blendergeräuschen zur Berechnung der einzelnen Empfindungsgrößen
2. Durchführung eines Hörversuches zur Evaluierung des Attributes *Lästigkeit* derselben Blendergeräusche durch Anwender
3. Methodik zur Modellierung der Hörversuchsergebnisse mit den berechneten Empfindungsgrößen

Die Zusammenhänge zwischen den aufgelisteten Schritten und die gesamte Vorgehensweise zur Ermittlung der Lästigkeit sind vereinfacht als Flussdiagramm in Abbildung 2.1 dargestellt.

In akustischer Hinsicht als besonders kritisch hat sich bei *Philips* bislang die Geräteklasse der Standmixer (engl. *Blender*) herausgestellt. Wie in [22], S. 32 ersichtlich haben einzelne Blender durchaus A-bewertete Schalleistungspegel von 90 dB(A) und mehr erreicht. Daher ist eine relativ stark empfundene Lästigkeit dieser Geräte bereits antizipierbar. Deshalb bieten sich Blender besonders für die Ermittlung der Lästigkeit an. Größtmögliche Unterschiede in der Lästigkeit werden durch Geräte aus verschiedenen Preiskategorien provoziert. Um also die Unterschiede in der Lästigkeit zwischen den verschiedenen Typen festhalten zu können, werden für den Machbarkeitsnachweis im Rahmen dieser Arbeit drei verschiedene Geräte aus unterschiedlichen Preissegmenten

2. Vorgehensweise zur Lästigkeitsermittlung

ausgewählt. Zusätzliche Unterschiede sollen durch Geräuschaufnahmen im Betrieb mit mehreren Rezepturen erreicht werden. Insgesamt werden in dieser Arbeit drei Blender mit drei definierten Rezepten vermessen und bewertet. Die nähere Beschreibung der Umsetzung bezüglich der verwendeten Geräte und des Messaufbaus findet im nachfolgenden Kapitel 3 statt.

Der Hörversuch soll als Resultat eine Reihung nach empfundener Lästigkeit ergeben. Kapitel 4 geht im Detail auf die Erstellung und Planung des Hörversuches ein.

Um die geforderte Machbarkeit eines *Lästigkeitsmodells* als betriebsinternes Bewertungswerkzeug zu zeigen, ist eine Kombination und Gewichtung mehrerer psychoakustischer Empfindungsgrößen notwendig. Dazu sollen 5 Parameter (=Derivate der Empfindungsgrößen) gefunden werden, die eine möglichst gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen des Hörversuchs bilden sollen (Abschnitt 6.1). Mit diesen wird in Kapitel 6 die Berechnung des Lästigkeitmodells mittels linearer Regression durchgeführt.

2. Vorgehensweise zur Lästigkeitsermittlung

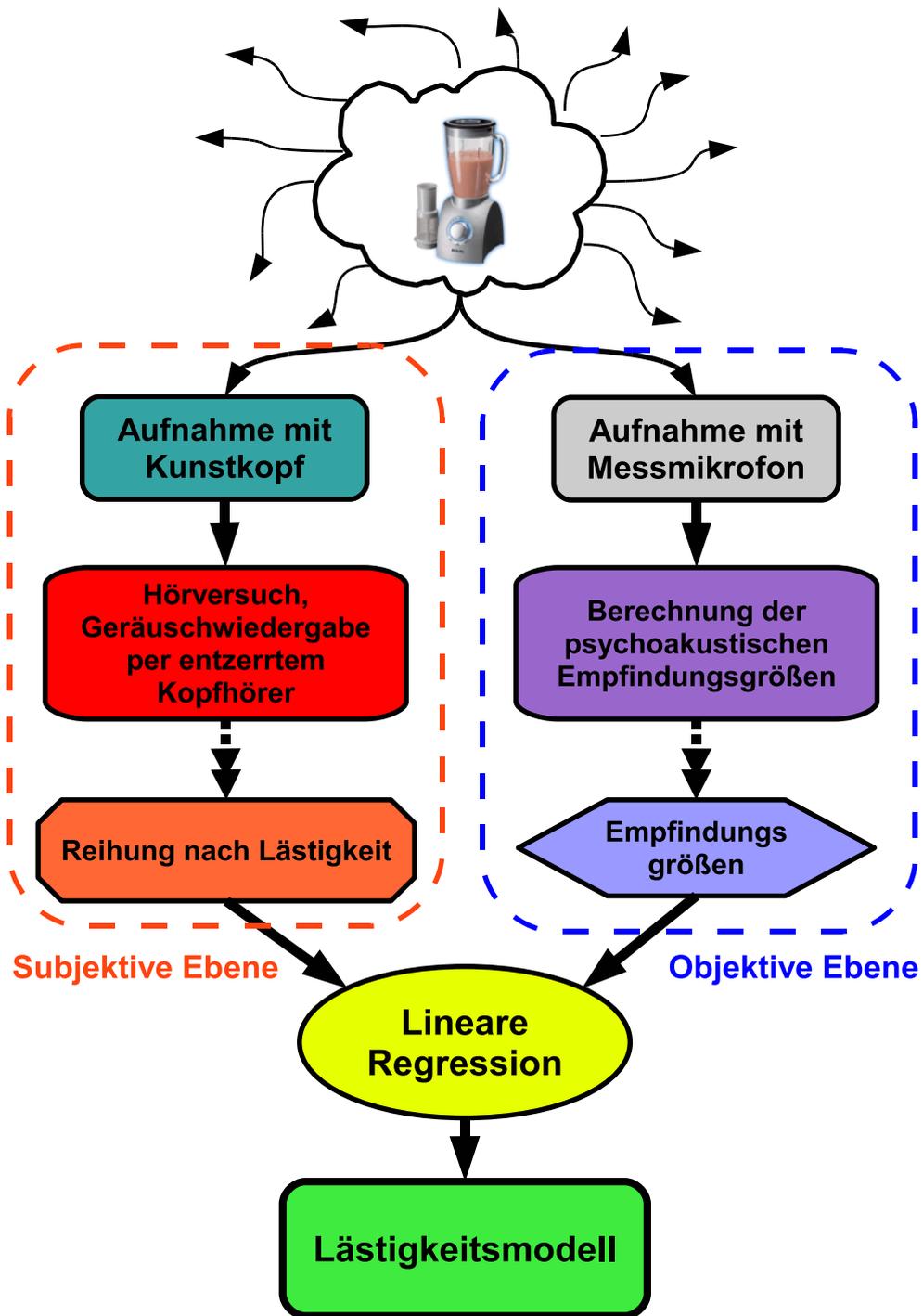


Abbildung 2.1.: Flussdiagramm der Vorgehensweise zur Ermittlung der Lästigkeit bzw. eines Lästigkeitsmodells von Haushaltsgeräten

3. Aufnahme und Aufnahmenverarbeitung

Die Perzeption von Geräuschquellen wird im allgemeinen nicht *nur*, aber nahezu immer *auch* durch die akustische Umgebung mit beeinflusst. Daher muss bei psychoakustisch relevanten Aufnahmen immer eine Frage an erster Stelle stehen: *WO nehmen Menschen die aufzunehmende Geräuschquelle in der Realität wahr?* Da Blender also Haushalts- bzw. Küchengeräte sind, ergibt sich zunächst die logische Antwort: *Küche*. Neben der Frage nach der genauen räumlichen Dimensionierung einer Küchenumgebung, folgen mehrere, akustisch relevante Fragestellungen.

Als erstes stellt sich die Frage nach der Beschaffenheit der verwendeten Materialien in Küchen. In nahezu allen modernen Küchen finden sich großteils Oberflächen mit Fliesen, laminierten Arbeitsplatten und Schränke (mit zumeist eher glatter Oberfläche), Glasscheiben, etc. - alles akustisch stark reflektive, sogenannte *schallharte Materialien*. Durch die auftretenden verschiedenartigen Reflexionen einer auftreffenden Schallwelle an vielen Flächen mit solchen Materialien in einem (akustischen) Raum, sind am Wahrnehmungsort (also den Ohren) akustische Effekte und Interferenzmuster wie *Auslöschung*, *Anhebung* oder in ungünstigen Fällen auch sog. *stehende Wellen* möglich. Dies kann sowohl einzelne als auch mehrere Frequenzen bzw. Frequenzbänder eines Geräuschspektrums betreffen. Aus rein messtechnischer Sicht (= physikalische Seite) ist eine akustisch stark reflektive Umgebung (ausser in Ausnahmefällen, wo dies gefordert wird, siehe [22], S.7) problematisch, da die Gefahr besteht, verfälschte Schallereignisse zu messen, die nicht einordenbar oder zumindest quantitativ nicht zu erfassen sind. Der grundlegende Ansatz dieser Arbeit beschäftigt sich, wie bereits in Kapitel 2 ausführlich beschrieben, hauptsächlich mit der Wahrnehmung und Empfindung von Geräuschen (= psychoakustische Seite) und deren Objektivierung. Um in dieser Hinsicht aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen ist es daher essentiell, tatsächliche, reale Geräusche eines Blenders auf ihre Wahrnehmung hin zu überprüfen. Dazu bedarf es lediglich Bedingungen, die der Küchenalltagsrealität entsprechen - einschließlich aller zunächst unerwünschten akustischen Effekte. Diese Vereinfachung der Anforderungen erleichtert die Wahl des Aufnahmeortes und reduziert gleichzeitig die Anforderungen an die Aufnahmesituation. In Abschnitt 3.1 wird der Aufbau einer diesen Umständen gerechten, *simulierten Küchenumgebung* beschrieben.

3.1. Messaufbau

Wie bereits in der Einführung dieses Kapitels erwähnt, ist eine möglichst standardisierte Küchenumgebung von Vorteil, um eine möglichst realitätsnahe Geräuschaufnahme zu

3. Aufnahme und Aufnahmenverarbeitung

erhalten. Gleichzeitig wird damit für zukünftige Untersuchungen vorgesorgt, da vergleichbare Bedingungen relativ leicht nachvollziehbar sind. Daher wurde die Aufnahmesituation möglichst nach diesen Kriterien umgesetzt. Die Umgebung wurde mit Hilfe von Arbeitstischen, deren Platten aus gepresstem Holz von ca. 3 cm Dicke bestehen, aufgebaut. Die senkrecht hinter dem Mixer aufgestellte Tischplatte sollte die Reflexionen der Hinterwand einer Arbeitsfläche in einer Küche nachstellen. Die genaue Dimensionierung der simulierten Küchenumgebung, in der die Aufnahmen durchgeführt worden sind, ist in Abbildung 3.1 in der Seitenansicht gezeichnet. Die Dimensionen der Tischplatten und

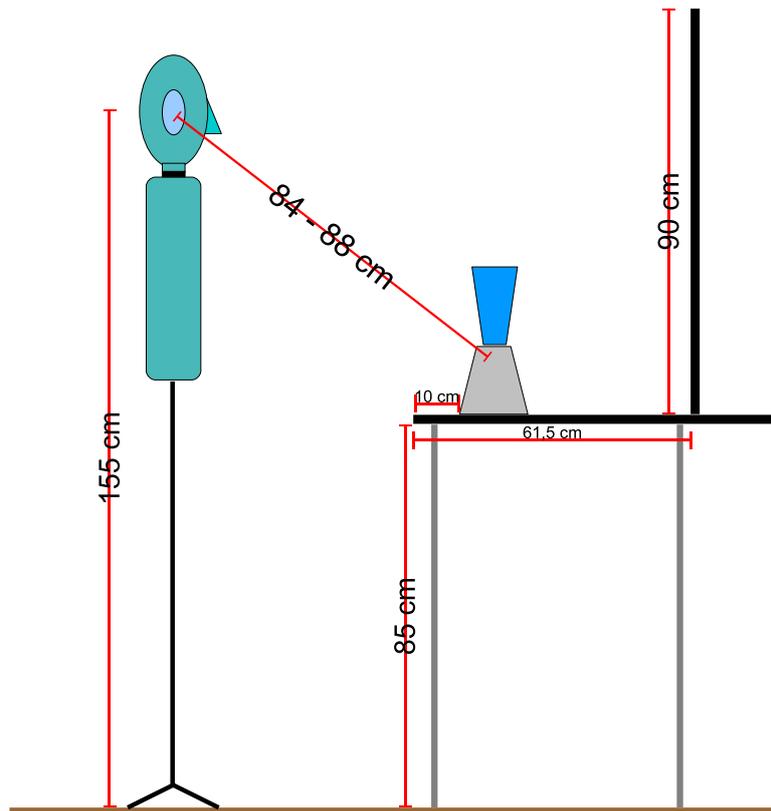


Abbildung 3.1.: Schematische Darstellung des Messaufbaus

ihre Anordnung in 3.1 entsprechen den bei *Philips* auch für andere Tests von Haushaltsgeräten verwendeten Abmessungen für Küchenumgebungen. Die Geräte wurden jeweils mit der Vorderkante 10 cm von der Tischkante platziert. Je nach Gerät betrug daher die Distanz zwischen dem gedachten akustischen Zentrum des Geräts und den Ohren des Kunstkopfs zwischen 84 und 88 cm. Die eingestellte Höhe des Kunstkopfs (Abschnitt 3.2.2.2) wurde der durchschnittlichen Größe der Anwender von ca. 170 cm nachempfunden, so dass sich die Ohrmitte des Kunstkopfs 155 cm über dem Boden befand. Ein Messmikrofon (Abschnitt 3.2.2.1) befand sich auf derselben Höhe und Distanz zu den Blendern, war allerdings (auf einem horizontal gedachten Kreisbogen) etwas seitwärts

3. Aufnahme und Aufnahmenverarbeitung

neben dem Kunstkopf positioniert (siehe dazu Abbildungen 3.2 und 3.3).

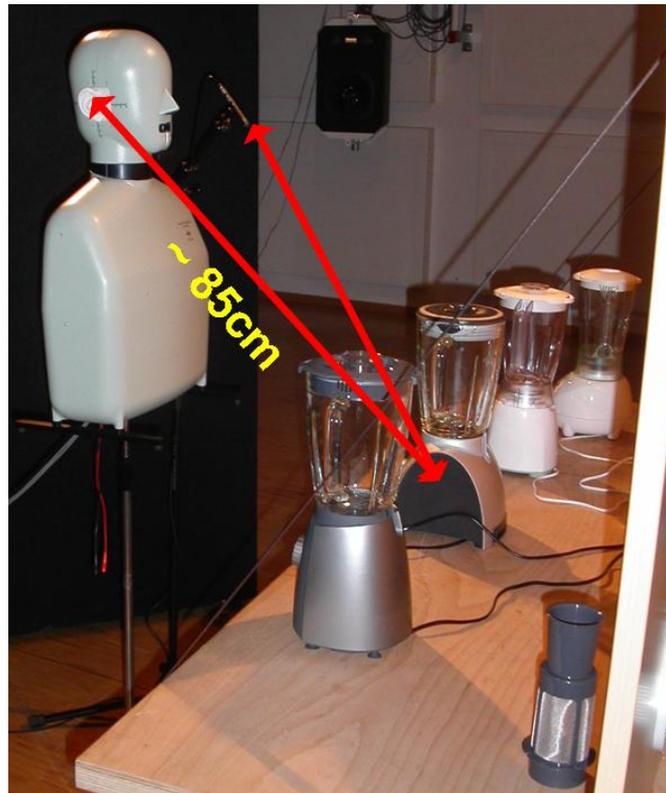


Abbildung 3.2.: Messaufbau am IEM, Ansicht 1

3.2. Equipment

Nachfolgend werden die während der Aufnahme verwendeten Blender und sonstigen Gerätschaften genannt und deren Verwendung näher erläutert.

3.2.1. Blendertypen

Die zu evaluierenden Blender wurden seitens *Philips*, nach Auswahl aus drei unterschiedlichen Preissegmenten (=Verkaufspreis) zur Verfügung gestellt. Es wurde daher das Geräusch folgender drei Typen von Philips-Blendern aufgenommen:

1. **High-End** Segment: HR2094/00/A
2. **Mid-End** Segment: HR2074/50
3. **Low-End** Segment: HR1720

3. Aufnahme und Aufnahmenverarbeitung

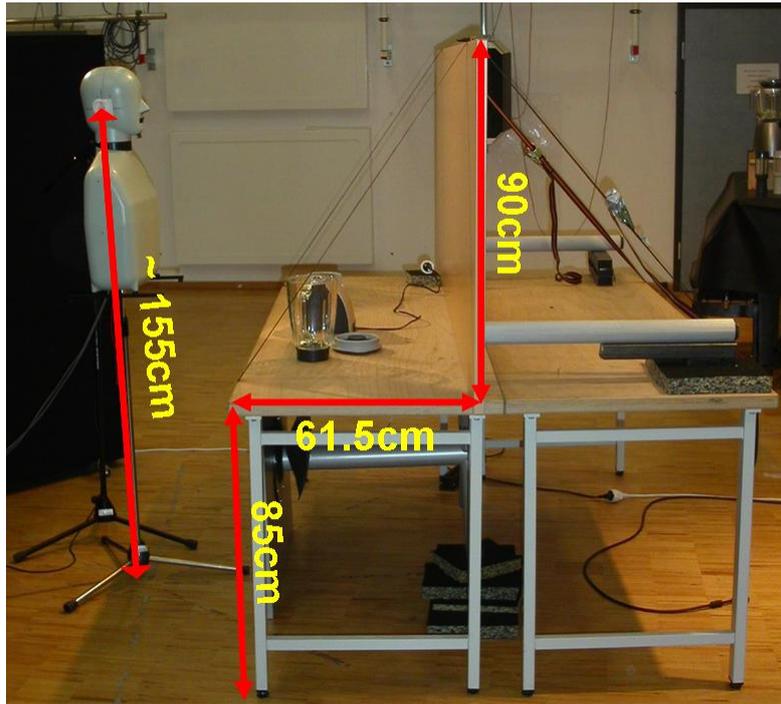


Abbildung 3.3.: Messaufbau am IEM, Ansicht 2

Die Geräte sind in Abbildung 3.4 zu sehen. Weiters wurden zusammen mit *Philips* drei verschiedene Rezepturen definiert, um *neun verschiedene Kombinationen* aus Blendern und Rezepturen zur Evaluierung zu erhalten. Die Gesichtspunkte bei der Wahl waren vor allem die *praktische Relevanz* (handelsübliche Zutaten, die auch real verwendet werden) und eindeutige Unterschiede der *erwarteten Lästigkeit* der Rezepte. Die Wahl fiel schließlich auf folgende drei Rezepte:

1. Rezept: 125 g (weiche) **Bohnen** aus der Dose + 50 ml Wasser
2. Rezept: 400 g tiefgefrorene **Erdbeeren** + 500 ml Milch (Smoothie-Mischung)
3. Rezept: 10 halbkugelförmige **Eiswürfel**, erzeugt mit Toppits[®] Eiskugelbeuteln

Zur Vereinfachung werden in weiterer Folge die drei Rezepte abgekürzt als **Bohnen**, **Erdbeeren** oder **Eiswürfel** bezeichnet.

3.2.2. Aufnahmehardware

3.2.2.1. Referenzaufnahme

Die objektive Geräuschaufnahme bzw. Referenzaufnahme wurde mit einem Messmikrofon *TYPE 40AF* der Firma *G.R.A.S.* durchgeführt. Die Distanz des Mikrofons zum gedachten akustischen Zentrum des jeweiligen Blenders war gleich der des Kunstkopfs.

3. Aufnahme und Aufnahmenverarbeitung



Abbildung 3.4.: Abbildung der drei verwendeten Blendertypen von Philips

Mit einem *Larson Davis LD 200* Kalibrator wurde der Referenzschalldruckpegel von 94 dB(SPL) bei 1 kHz festgehalten. Mikrophon und Kalibrator wurden bereits in [22] in ähnlicher Weise eingesetzt, weshalb auf die dort angegebenen Datenblätter verwiesen wird. Die weitere Verarbeitung der Referenzaufnahmen des Messmikrofons wird in 3.5 behandelt.

3.2.2.2. Aufnahme für die Evaluierung

Die für den späteren Hörversuch benötigten Geräuschaufnahmen wurden mit einem (vom IEM gestellten) kalibrierbaren Kunstkopf der Firma *Brüel&Kjær* (Head & Torso Simulator 4128C) erstellt. Bei der Aufnahme wirkt durch den Kunstkopf der Einfluss des (simulierten) Torso, des Kopfes und jeweils der Ohrmuscheln auf das 2-kanalig aufgenommene Geräusch. Dadurch wird bei der späteren Wiedergabe über Kopfhörer ein reproduzierbares, aber dennoch realitätsgetreues Geräusch für die Evaluierung sichergestellt. Direkte Mikrofonaufnahmen werden bei Kopfhörerwiedergabe zumeist nicht als *externes Geräusch* wahrgenommen, sondern im Kopf wahrgenommen („im-Kopf-Lokalisation“). Das rührt daher, dass bei der Kopfhörerwiedergabe die Signale direkt auf das linke und rechte Ohr eintreffen. Dabei fehlen die für das menschliche Richtungshören notwendigen Laufzeitinformationen der auftreffenden Schallwellen, die zudem den wahrgenommenen räumlichen Eindruck wesentlich prägen. Um alle diese Effekte für alle Testpersonen gleichsam in die Aufnahme fließen zu lassen, ist die Aufnahme mit einem Kunstkopf notwendig, um Einflüsse auf die Lästigkeitbeurteilung durch die Aufnahme zu vermeiden.

Per Spezialadapter wurde auch der Kunstkopf mit dem in 3.2.2.1 erwähnten *Larson Davis LD200* kalibriert.

In Abschnitt 3.4 wird die für den Hörversuch weitere notwendige Verarbeitung der Kunstkopfaufnahmen behandelt.

3.3. Geräuschaufnahme

Die Aufnahmen wurden für alle Geräte auf der jeweils höchsten Stufe durchgeführt, um jeweils ein Maximum an Schallpegel bzw. Lästigkeit hervorzurufen. Auf andere Arten des Betriebs, die in Frage kämen, wird im Rahmen des Ausblicks in Kapitel 7 noch einmal eingegangen.

Die Dauer der Geräuschaufnahmen war jeweils mehrere Minuten, was der Dauer bis zur vollständigen Verarbeitung der Zutaten eines Rezepts entsprach. Aus den resultierenden Aufnahmen wurden danach für den Hörversuch jeweils Ausschnitte von wenigen Sekunden gewählt. Dieser Vorgang ist in Abschnitt 4.3.2 näher beschrieben. Die sonstige notwendige Verarbeitung der beiden Teile der Geräuschaufnahme wird nachfolgend in 3.4 und 3.5 erklärt.

3.4. Kopfhörervermessung und Entzerrung

Für die spätere Wiedergabe der aufgenommenen Geräusche im Hörversuch wurden drei verschiedene Kopfhörertypen vermessen und evaluiert:

1. **AKG 240 DF**
2. **Sennheiser HD 210**
3. **STAX SRM 700** (inkl. Vorverstärker)

Der STAX SRM 700 hebt sich hervor, weil er als einziger der drei aufgelisteten ein elektrostatischer Kopfhörer ist. Die speziellen Eigenschaften der Membran verleihen diesem eine besonders impulstreue Wiedergabe im gesamten Frequenzbereich. Durch die für die Membran nötige Vorspannung ist eine Stromversorgung notwendig, die im mit dem Kopfhörer gelieferten Vorverstärker zu finden ist. Die anderen beiden Kopfhörer sind, wie die meisten gängigen Kopfhörer, elektrodynamisch gefertigt. Eine Evaluierung der für den Hörversuch notwendigen Kopfhörer auf Unterschiede im bei Haushaltsgeräten relevanten Frequenzbereich (250 bis 10000 Hz) wurde daher durchgeführt.

Zur Evaluierung wurde zunächst fünfmal ein über den jeweiligen Kopfhörer wiedergegebenes rosa Rauschsignal¹ mit dem Kunstkopf aufgezeichnet. Es sollten so Variabilitäten der Kopfhörer durch mehrmaliges Auf- und Absetzen (auf den Kunstkopf und später durch die Versuchspersonen) festgestellt werden. Über die Berechnung von Terzpegeln (mittels der MATLAB-function `terzfilterbank`, [23]) wurde jeweils ein Mittelwert und die Standardabweichung über alle fünf Aufnahmen gebildet. Dabei zeigte sich beim HD210 die größte Standardabweichung in nahezu allen Terzbändern und wurde deshalb nicht in die engere Wahl mit einbezogen. In Abbildung 3.5 ist daher der Mittelwert und die Standardabweichung des Frequenzganges der fünf durchgeführten Aufnahmen für den AKG 240DF und den STAX SRM700 dargestellt. Der absolute Pegel in Abbildung 3.5

¹Im Gegensatz zum weißen Rauschen nimmt beim rosa Rauschen die Leistungsdichte mit ca. $1/f$ ab. Die Leistung pro Frequenzgruppe wird vom menschlichen Ohr als gleich laut empfunden, weshalb dieses Rauschen die gleichsame Lautstärkeempfindung aller Frequenzbereiche besser nachempfiehlt.

3. Aufnahme und Aufnahmenverarbeitung

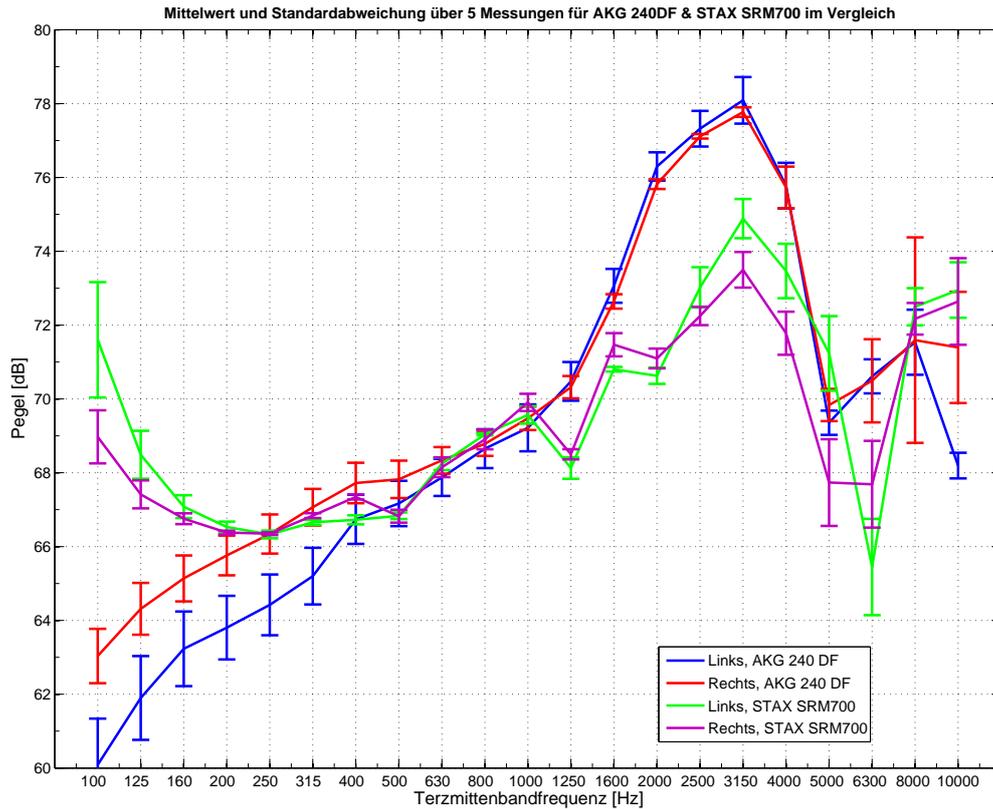


Abbildung 3.5.: Mittelwert und Standardabweichung in Terzbändern für 5 Aufnahmen, AKG 240DF und STAX SRM700

ist nachrangig. Zu beachten sind hierbei die im Vergleich zum 240DF relativ starken Abweichungen zwischen den beiden Kanälen des SRM700. Im mittleren Bereich von ca. 500 bis 6300 Hz liegt der 240 DF leicht im Vorteil. Der große Vorteil des 240 DF zum SRM700 liegt vor allem in der leichteren Handhabung, da kein Vorverstärker notwendig ist. In Summe wurde daher der AKG 240DF als geeignetster Kopfhörer für den avisierten Hörversuch gewählt.

Damit beim Hörversuch ein Einfluss des Kopfhörers auf die Lästigkeitsbewertung ausgeschlossen werden kann, muss dessen Frequenzgang linearisiert, also entzerrt werden. Das Design des dazu notwendigen Entzerrungsfilters erfolgt in folgenden Schritten für *beide Kanäle* (links & rechts):

1. Berechnung der geschätzten Leistungsspektren des abgespielten rosa Rauschens und der Aufnahme des über den Kopfhörer wiedergegebenen rosa Rauschens
2. Differenzbildung zwischen den Spektren
3. Berechnung des Differenzfrequenzganges in 1/12 Oktaven zwischen 100 und 12500 Hz

3. Aufnahme und Aufnahmenverarbeitung

4. Errechnung eines mittleren Entzerrungsfrequenzgangs aus den 5 durchgeführten Aufnahmen
5. Erzeugung einer Impulsantwort für ein linearphasiges² Entzerrungsfilter aus dem errechneten Betragsfrequenzgang

Die Leistungsspektren werden dabei mit dem Welch-Periodogramm [20] geschätzt. Die Generierung der minimalphasigen Impulsantwort aus dem mittleren Entzerrungsfrequenzgang für das Entzerrungsfilter wird mit Hilfe der MATLAB[®] Funktion `rceps` berechnet. Durch Faltung der minimalphasigen Impulsantwort mit sich selbst wird der Phasengang linear.

Nach Erstellung der Impulsantwort werden die mit dem Kunstkopf aufgezeichneten Geräuschdaten für beide Kanäle mit dem entworfenen Entzerrungsfilter im Frequenzgang linearisiert. Damit sind die Daten für die subjektive Evaluierung grundsätzlich fertig aufbereitet. Die Wahl der aus diesen Daten schließlich für den Hörversuch gewählten Ausschnitte wird in Abschnitt 4.3.2 erklärt.

3.5. Signalverarbeitung der objektiven Messung

Die Aufnahmen des Messmikrofones stellen nach 2.1 den ersten Teil der objektiv beschreibbaren Ebene dar. Unter Zuhilfenahme der in [23] erarbeiteten Psychoakustik-Toolbox **PAAS** für MATLAB[®] werden die in 2.1 erklärten psychoakustischen Empfindungsgrößen aus den Geräuschaufnahmen der Referenzmessung berechnet. Zu beachten ist hierbei, dass die Berechnung für die in 4.3.2 gewählten Ausschnitte der Referenzmessung stattfindet. Dabei ist wurde neben 48 verschiedenen Schwankungsstärken auch 72 unterschiedliche Rauigkeitsberechnungen berechnet. Weiters sind die über die einzelnen zeitlichen Abschnitte eines Signals berechneten *Schwankungsstärken* S und *Rauhigkeiten* R als *Medianwert*, *Mittelwert*, *Varianz* oder *90% Perzentil* zu einem Einzahlwert zusammengefasst worden. Für die *A-bewerteten Schallpegel* dBA , *Lautstärke* LN , *Lautheit* N , und *Schärfe* S wurden für drei Integrationskonstanten (Imp=35ms, Fast=125ms, Slow=1s) des Signals jeweils der Medianwert und 90% Perzentilwert berechnet. Insgesamt wurden 510 Einzahlwerte für alle neun Geräte/Rezeptkombinationen berechnet. Die Tabellen mit den berechneten Werten befindet sich in Anhang B. Die weitere Verwendung dieser nun aufgezeichneten und errechneten psychakustische Empfindungsgrößen wird in Kapitel 6 gezeigt.

²Das ist deshalb notwendig, damit eine Phasenänderung, bedingt durch das Filter ebenfalls keine Verfälschung der Wiedergabe erzeugt

4. Hörversuchsdesign

Der Hörversuch stellt für die in Kapitel 2 festgelegte Vorgehensweise zur Lästigkeitsermittlung für Haushaltsgeräte eine wichtige Stufe dar. Hierbei wird versucht, eine kollektive Wertung an Empfindungen des Attributes *Lästigkeit* durch Abfrage einer statistisch hinreichend großen Anzahl an Versuchspersonen zu erhalten. Wichtig dabei ist natürlich die Wahl des oder der richtigen Testverfahren um die Attributzuordnung aller Versuchspersonen im Mittel bestmöglich auf einer Skala abbilden zu können. Die Wahl der verwendeten Testverfahren und deren Grenzen werden nachfolgend einzeln kurz diskutiert. Abschließend werden die in MATLAB[®] entworfenen grafischen Oberflächen und praktischen Implementierungen der Testverfahren beschrieben.

4.1. Grundsätzliche Überlegungen

Wichtig bei der Wahl der Testverfahren sind folgende grundsätzlichen Fragestellungen (nach [2]):

1. Mit welcher Fragestellung werden die Probanden konfrontiert?
2. Wie wird diese Fragestellung von den Probanden erfasst?
3. Wie werden die Antworten aufgezeichnet?

Für die Erfassung des Attributs *Lästigkeit* bei Haushaltsgeräten erfolgt die Fragestellung je nach Verfahren entweder direkt nach der Lästigkeit (Abschnitt 4.2.2) oder der Frage nach dem Grad des Adjektivs *störend* (wenig/sehr) (Abschnitt 4.2.1). Zusätzliche Informationen, kann bei Versagen der anderen Testverfahren eine Abfrage der *Ähnlichkeitsempfindung* der Geräusche (Abschnitt 4.2.3) hervorbringen. Die Aufzeichnung der Bewertungen wird in weiterer Folge kontinuierlich implementiert. D.h. es werden z.B. *keine Markierungen* und Zahlenvorgaben (Schulnotensystem) gesetzt. Das hat in mehrerlei Hinsicht Vorteile. Mehr dazu in Abschnitt 4.3.1.

Mit den drei im Rahmen dieser Arbeit angedachten Testverfahren wären folgende Bereiche der späteren Interpretationsmöglichkeiten abgedeckt:

- Freie Skalierung der Lästigkeit (zwischen *wenig störend* und *sehr störend*) aller Produktkombinationen und gleichzeitige Verhältnisbildung
- Präferenz einer Produktkombination gegenüber jeder anderen bzgl. der empfundenen Lästigkeit
- Einschätzung des Ähnlichkeitsempfindens zwischen Paaren von Produktkombinationen

Mit den ersten beiden Verfahren ist in der Auswertung eine Reihung der Produktkombinationen nach Lästigkeit möglich, sofern keine Fehlbewertung auf Grund von anderen maßgeblichen Attributen zur Bewertung herangezogen wurden. Sollte das der Fall sein, kann eine Attributszuordnung über die Distanzen der Ähnlichkeitsempfindung des dritten Verfahrens stattfinden, wie in Abschnitt 4.2.3 beschrieben

Weitere Überlegungen zu anderen Testverfahren, deren optimalem Entwurf und Definition von Hörversuchsbedingungen finden sich in [2].

4.2. Testverfahren für den Hörversuch

Aufgrund der in Abschnitt 4.1 geäußerten Überlegungen wurden folgende mögliche Testverfahren für den Hörversuch gewählt:

- Direktes Schätzverfahren
- Paarvergleich der Lästigkeit
- Paarvergleich der Ähnlichkeit

4.2.1. Direkte Schätzung

Die direkte Schätzung der empfundenen Lästigkeit erfolgt bei diesem Verfahren durch die Bewertung mittels Schieberegler an einer Oberfläche zwischen den Extrempositionen „wenig störend“ und „sehr störend“. Hierbei sind alle möglichen Produktkombinationen zugleich verfügbar und können unmittelbar zueinander verglichen werden. Dies gilt in diesem Fall, da hier insgesamt nur *neun Produktkombinationen* (plus einer Konsistenzüberprüfung siehe Abschnitt 4.3.3) abgefragt werden. Daher ist eine gute relative Lästigkeitsbeurteilung der Geräuschaufnahmen zueinander zu erwarten. Ausserdem ist damit eine generelle Lästigkeitsabschätzung möglich, da ein Überblick über alle Bewertungen ein Verschieben aller Schieberegler in beide Richtungen möglich ist. Dieses Verfahren hat allerdings den Nachteil, dass eine Normalverteilung der abgegebenen Bewertungen pro Produktkombination notwendig ist, damit die Mittelwerte der Beurteilungen zur späteren Analyse verwendet werden dürfen. Die Normalverteilung der Bewertungen kann beispielsweise mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Tests überprüft werden (siehe dazu Abschnitte 5.1.1.1 und 5.2.1). Sollte diese Bedingung nicht erfüllt sein, müssen qualitative, nichtparametrische Verfahren (Friedman Test, Wilcoxon Test) angewandt werden. Dies wird in Abschnitt 5.1.1.1 noch einmal aufgegriffen.

Vorteile

- Relativ kurze Testdauer, abhängig von der Versuchsperson
- Direkte Skalierung des abgefragten Attributs

Nachteile

- Liefert nur bei geringer, übersichtlicher Anzahl an zu bewertenden Testsamples verlässliche Ergebnisse
- Skalierung ist erst gültig, wenn eine Normalverteilung nachgewiesen werden kann

Genaue Erklärungen zur implementierten Oberfläche dieses Testverfahrens und deren Eigenschaften sind in Abschnitt 4.3.1) zu finden. Zur Vereinfachung wird ab hier die *Direkte Schätzung* als *Direktvergleich* (analog zum Paarvergleich) bezeichnet

4.2.2. Paarvergleich der Lästigkeit

Bei diesem Testverfahren wird den Probanden jeweils eine Paarung von Produktkombinationen vorgespielt. Dabei muss das lästigere der beiden ausgewählt werden. Einerseits wird die Entscheidungsfreiheit drastisch eingeschränkt, aber damit auch vereinfacht, andererseits ist jedoch eine Abfrage aller Paare von Produktkombinationen notwendig. In unserem Fall sind dies $2 \times 9 \times 2 = 36$ mögliche Paarkombinationen für jedes Teilgeräusch. Dadurch steigt die theoretische Mindestdauer des Versuchs auf $36 \times 4 = 144$ Sekunden an. Zusätzlich sind noch redundante Paarabfragen für die Konsistenzüberprüfung mit einzurechnen. Weiters muss aus der aus den Beurteilungen gewonnenen Dominanzmatrix, mit einem Modell eine Dominanzrelation zwischen den abgefragten Produktkombinationen berechnet werden. Je nach Modell müssen gewisse Voraussetzungen erfüllt sein, damit die Auswertung zuverlässig funktioniert [9]. Insgesamt ist beim *Paarvergleich der Lästigkeit* der zeitliche und rechnerische Aufwand höher als beim Direktvergleich.

Vorteile

- Binäre Entscheidung zwischen Paaren von Geräuschaufnahmen
- Verhältnisskalenbildung zwischen Produktkombinationen über Auswertungsmodelle möglich

Nachteile

- Insgesamt relativ lange Versuchsdauer
- BTL Modell bei zu geringer Anzahl an Paarkombinationen oder zu ähnlichen Geräuschen problematisch

4.2.2.1. BTL Modell

Das sogenannte *Bradley-Terry-Luce (BTL) Modell* gehört zur Kategorie der *Paarvergleichsmodelle*. Das Modell basiert auf der Annahme, dass bei allen Paarentscheidungen nach *einem* ausschlaggebenden Merkmal bewertet worden ist. Nach [9] und [28] funktioniert das Modell allerdings nur dann ausreichend gut, sofern tatsächlich genau *ein*

4. Hörversuchsdesign

Merkmal bzw. Attribut zur Entscheidungsfindung für alle Paarungen herangezogen wurde. Sobald dies aus irgendeinem Grund nicht mehr der Fall ist, versagt das BTL Modell. Ein weiteres Kriterium ist die Ähnlichkeit der abgefragten Paarkombinationen. Sollten die Testsamples zu ähnlich sein, können ebenfalls Probleme mit dem BTL Modell auftreten. Zusätzlich ist Die Auswertung des *Paarvergleichs der Lästigkeit* im Vorversuch mit dem BTL Modell in 5.1.1.2 erfolgt mit der ebenfalls in [28] vorgestellten MATLAB[®] - Funktion `f0ptiPt`.

Die genaue Herleitung des BTL Modells ist u.a. in [24] zu finden.

4.2.2.2. Alternative Modelle

Neben dem BTL Modell existieren noch andere mögliche Alternativen zum BTL Modell, wie etwa das EBA (*elimination by aspects*) Modell oder Pretree Modell. Diese gehen im Unterschied zum BTL Modell dazu über Subkategorien zu bilden, nach denen die Verhältnisskalen gebildet werden. Die sonstigen Unterschiede zwischen diesen Paarvergleichsmodellen sind [28] zu entnehmen.

4.2.2.3. Urteilkonsistenz & Verlässlichkeit der Probanden

Die Urteilkonsistenz für die von Probanden getroffenen Entscheidungen der Paarungen, kann mit Hilfe einer Untersuchung auf sogenannte *zirkuläre Triaden* festgestellt werden. Eine zirkuläre Triade entsteht dabei, wenn die Präferenz $A > B$ & $B > C$ zutrifft, jedoch $C > A$ bewertet wurde. Einerseits lässt sich dadurch die Verlässlichkeit der Beurteilungen der Probanden überprüfen, andererseits sind bei Auftreten sehr vieler Triaden Rückschlüsse auf ein fehlerhaftes Versuchsdesign möglich. Denkbar wäre z.B., dass die Bewertungen der Paarungen nach anderen Kriterien getroffen wurden, als die beim Versuch abgefragten. Berechnet werden Triaden mit der Beziehung 4.1.

$$T = \frac{n(n-1)(2n-1)}{12} - \frac{1}{2} \cdot \sum_{k=1}^n A_k^2 \quad (4.1)$$

Dabei ist A_k die Spaltensumme der Dominanzmatrix. Die maximale Anzahl möglicher Triaden lässt sich wie in Gleichung 4.2 ausgedrückt berechnen.

$$T_{max} = \begin{cases} \frac{n}{24} \cdot (n^2 - 4) & \text{falls } n \text{ gerade} \\ \frac{n}{24} \cdot (n^2 - 1) & \text{falls } n \text{ ungerade} \end{cases} \quad (4.2)$$

Das Verhältnis der berechneten Anzahl an Triaden zu der maximal möglichen liefert Gleichung 4.3 damit ein Maß der Konsistenz.

$$\xi := 1 - \frac{T}{T_{max}} \quad (4.3)$$

Falls $\xi < 0.85$ wird sollten die Daten der betreffenden Versuchsperson eliminiert werden. Trifft dieses Verhalten bei vielen Versuchspersonen auf, liegen Fehler im Versuch vor, oder das Verfahren ist schlicht für den Anwendungsfall ungeeignet [24]. Zusätzliche Maßnahmen zur Konsistenzüberprüfung werden weiter unten in Abschnitt 4.3.3 beschrieben.

4.2.3. Paarvergleich der Ähnlichkeit

Bei diesem Verfahren sollen Geräusche paarweise nach Ähnlichkeit bewertet werden. Die Idee dieser Methode besteht darin, dass Zusammenhänge zwischen Geräuschen bzw. generell zwischen Klangbeispielen erst nach der Bewertung Attribute bzw. Attributebenen zugeordnet werden. Dies ist vor allem von Vorteil, wenn das oder die bestimmenden Attribute für ein Geräusch oder einen Klang zunächst unklar sind. Mit Hilfe der sogenannten Multidimensionalen Skalierung (MDS) können in der Auswertung dieser Daten, Zusammenhänge auch zwischen zuvor nicht bekannten Attributen gefunden werden. Ein solches Verfahren ist daher sinnvoll, sofern andere Verfahren keine schlüssigen Ergebnisse bringen. Da dies in dieser Arbeit, wie später in Kapitel 5 gezeigt, nicht der Fall war, wurde das Verfahren zwar im Vorversuch abgefragt, jedoch nicht weiter ausgewertet.

4.3. Implementierung

In den folgenden Abschnitten werden sowohl die Gesichtspunkte, nach denen die Oberflächen für den Hörversuch per PC/Laptop gestaltet wurden, als auch die Implementierung an sich erklärt. Die grafischen Oberflächen für die verschiedenen Testverfahren wurden mit der in MATLAB[®] enthaltenen Layout Editor GUIDE erstellt.

4.3.1. Graphische Oberfläche (GUI)

In [32], S. 429 sind diverse sogenannte *Bias-Effekte* aufgelistet, die durch fehlerhaftes Design der Oberfläche bzw. der Beurteilungsmöglichkeiten auftreten können. Diese Erkenntnisse sind in die grafische Gestaltung der Hörversuchsoberflächen eingeflossen. Um missverständliche Deutungen der Oberflächen zu vermeiden, wurden diese so einfach wie möglich gestaltet.

Direktvergleich Zur Vermeidung der wichtigsten *Bias-Effekte* wurden folgende wesentliche Maßnahmen getroffen (der jeweils mögliche Bias ist Fett angeführt):

- **Bias due to perceptually nonlinear scale** Neben jedem Schieberegler befinden sich lediglich die Bezeichnungen *wenig störend* und *sehr störend*
- **Interface appearance bias** keine Marken entlang den Schiebereglern zu Vermeidung von Quantisierungseffekten in der Verteilung der Bewertungen

Der aufgezeichnete Wertebereich jedes Schiebereglers war für die Versuchspersonen unsichtbar und reichte intern von 1 (wenig störend) bis 11 (sehr störend) mit grundsätzlich unbeschränkter Auflösung des Wertebereichs. Weiters befanden sich bei jedem Aufruf der Oberfläche alle Geräuschaufnahmen des Direktvergleichs in zufälliger Reihenfolge. Damit wird bei einer etwaigen Wiederholung vermieden, dass Bewertungen auf Grund von bereits bekannten Reihenfolgen gegeben werden. Abbildung 4.1 zeigt die für den Direktvergleich gestaltete Oberfläche.

4. Hörversuchsdesign



Abbildung 4.1.: Oberfläche des Hörversuchs für den Direktvergleich

Paarvergleiche In Abbildung 4.2 ist die für die Paarvergleiche gestaltete Oberfläche ersichtlich. Dabei ist anzumerken, dass jedes Paar unbegrenzt wiederholbar ist solange nicht die nächste Paarkombination aufgerufen wird. Für den *Paarvergleich nach Lästigkeit* wurde zusätzlich ein Schieberegler zur *Einschätzung der Differenz der Lästigkeit* der Paarkombination eingeführt. Bei einer weiterführenderen Verwendung des Paarvergleichs wäre somit eine Zusatzinformation zur Verfügung gestanden. Dies kam aber in weiterer Folge nicht zur Anwendung.

Die für den *Paarvergleich der Ähnlichkeit* erstellte Oberfläche war der in Abbildung 4.2 ersichtlichen fast ebenbürtig, allerdings wurde hier die Abfrage der Ähnlichkeit einer Paarkombination mittels Schieberegler zwischen den Positionen *vollkommen unähnlich* und *vollkommen ähnlich* gestaltet.

4.3.2. Selektion geeigneter Signalausschnitte

Die Gesamtlänge der in Kapitel 3 aufgenommenen Geräuschdaten betrug für jede Produktkombination (Blender & Rezept) mehrere Minuten. Für die Bewertung der Geräusche im Hörversuch ist eine solche Dauer vollkommen ungeeignet (Bias Typ *Recency effect*, [32]). Einerseits besteht die Gefahr, dass sehr unterschiedliche Teilbereiche der Aufnahme bewertet werden. Andererseits wird ein konsistenter Vergleich zwischen mehreren Geräuschen solcher Dauer für die Probanden nahezu unmöglich. Daher wurden aus den Geräuschaufnahmen repräsentative Segmente von wenigen Sekunden Länge geschnitten. Dabei wurde auch eine zusätzliche, wesentliche Unterscheidung in zwei Teilgeräusche

4. Hörversuchsdesign

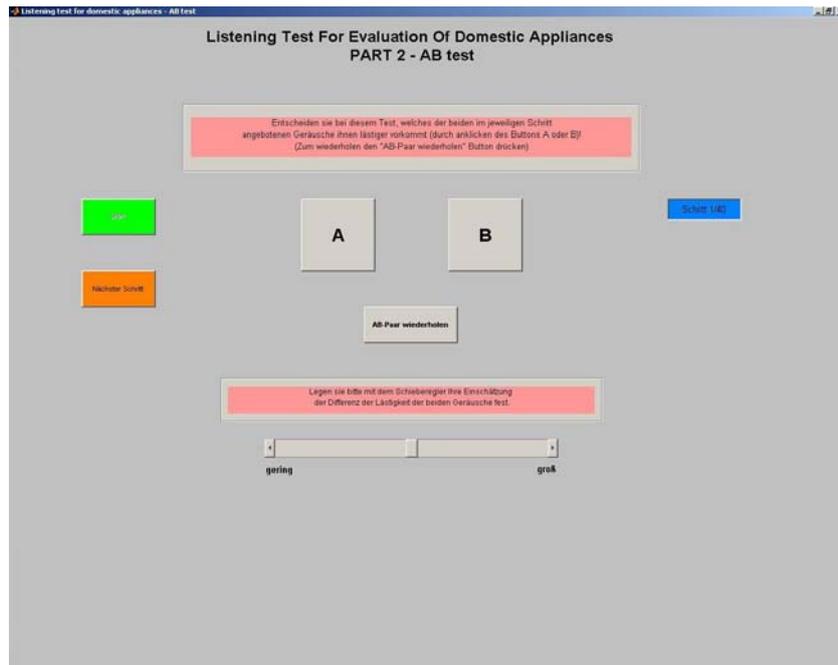


Abbildung 4.2.: Oberfläche des Hörversuchs für den Paarvergleich nach Lästigkeit

getroffen:

- **Transiente Geräusche** ($\hat{=}$ dem Einschaltvorgang)
- **Stationäre Geräusche** ($\hat{=}$ dem Betrieb mit quasi-konstanter Drehzahl)

Als stationäre Geräusche wurden pro Produktkombination Ausschnitte von jeweils 4 Sekunden ausgewählt. Das manuelle Auswahlkriterium war dabei einen Ausschnitt möglichst unmittelbar nach dem Einschaltvorgang zu finden, der über 4 Sekunden einen nahezu konstanten Zustand darstellt. Die Auswahl der transienten Geräusche beschränkte sich darauf die Geräuschaufnahmen nach den ersten Sekunden, in denen die verwendeten Rezepte grob zerhackt wurden, zu beenden. Da dieser Vorgang je nach Produktkombination unterschiedlich lang gedauert hat, war der jeweils gewählte Ausschnitt zwischen 4 und 10 Sekunden lang. Zu beachten ist hier, dass sowohl die Kunstkopfaufnahmen, als auch die Messmikrofonaufnahmen samplegenau gleich geschnitten wurden.

In weiterer Folge wurden sowohl die *transienten*, als auch die *stationären* Ausschnitte bei den Hörversuchen verwendet. Damit wird die Durchführung des Hörversuchs bzw. die Lästigkeitsmodellierung für beide Teilgeräusche festgelegt.

4.3.3. Maßnahmen zur Konsistenzüberprüfung

Paarvergleiche Für die Paarvergleiche wurde die Paarung *Mid-End Bohnen & Low-End Bohnen* fünf mal in zufälliger Reihenfolge in den Versuchsablauf integriert. Die Wahl fiel

4. Hörversuchsdesign

auf diese Paarung, da das Rezept Bohnen als eher wenig Lästigkeit eingestuft werden kann und somit nicht allzu auffällig ist. Damit wurden insgesamt 40 Paarkombinationen nach Lästigkeit ermittelt.

Somit steht neben der Berechnung der zirkulären Triaden aus 4.2.2.3 für den *Paarvergleich der Lästigkeit* eine weitere Möglichkeit der Überprüfung eines konsistenten Antwortverhaltens für beide Paarvergleiche zur Verfügung.

Direktvergleich Bei der direkten Schätzung war eine der zehn auf der Oberfläche vorhandenen Geräuschaufnahmen zur Bewertung doppelt vorhanden. So konnte überprüft werden, dass die Bewertung der beiden identischen Geräusche konsistent war. In weiterer Folge wurden beim Haupthörversuch (Abschnitt 5.2.1) mit Hilfe dieser Überprüfung Unterschiede in den Beurteilungen offensichtlich.

5. Hörversuche und statistische Analyse

Mit den im Kapitel 4 gewählten und erstellten Testverfahren wurde zunächst ein Vorversuch mit wenigen Versuchspersonen am IEM in Graz durchgeführt. Dabei wurde vor allem die Gültigkeit der gewählten Verfahren geprüft.

Eine statistisch wesentlich bessere Aussagekraft - bedingt durch die höhere Anzahl an Versuchspersonen - lieferte der Haupthörversuch bei Philips in Klagenfurt.

Für beide Hörversuche wurde mit Hilfe des per Kunstkopf aufgenommenen Kalibratorsignals der Originalpegel der am Kopfhörer wiedergegebenen Geräusche sichergestellt. Dieser war über die gesamte Versuchsdauer fest eingestellt und für die Versuchspersonen nicht veränderbar. Beide Hörversuche wurden mit einem Laptop, einer RME Multiface Soundkarte, sowie dem AKG 240DF durchgeführt. Die Bewertungen erfolgten mittels Mauseingabe an den in Abschnitt 4.3 vorgestellten MATLAB[®] Oberflächen.

Alle Berechnungen und Diagramme im Zuge der Auswertung wurden entweder mit MATLAB[®] oder SPSS[®] erstellt. Für detaillierte Ausführungen der für die statistischen Analysen verwendeten Verfahren wird auf [3] und [4] verwiesen.

5.1. Vorversuch bzw. Alphatest am IEM

Für den Vorversuch am IEM wurden 6 Versuchspersonen rekrutiert. Diese waren hauptsächlich sogenannte *expert listeners* (Versuchspersonen mit Erfahrung bei der Beurteilung von Klängen und Geräuschen). Hauptsächlich waren dies Studierende der Studienrichtung Elektrotechnik-Toningenieur und Mitarbeiter des IEM. Beim Vorversuch wurde der Ablauf wie folgt gestaltet:

1. Stationäres Teilgeräusch
 - a) Direktvergleich
 - b) Paarvergleich der Lästigkeit
 - c) Paarvergleich der Ähnlichkeit
2. Transientes Teilgeräusch
 - a) Direktvergleich
 - b) Paarvergleich der Lästigkeit
 - c) Paarvergleich der Ähnlichkeit

Durch die Anzahl der durchgeführten Verfahren und die beiden Teilgeräusche war die Testdauer insgesamt gesehen relativ lang (ca. 2×35 Minuten). Daher wurde dazwischen eine kleine Pause eingeschoben, damit eventuelle Ermüdungserscheinungen des Gehörs

die Bewertungen nicht beeinflussen konnten. Für das *transiente Teilgeräusch* standen *sechs*, für das *stationäre Teilgeräusch* *sieben* Versuchspersonen zur Verfügung.

5.1.1. Auswertung

Die Auswertung der Ergebnisse zielte zuerst auf die grundsätzliche statistische Analyse der Datensätze ab. Beim *Direktvergleich* wurde eine Zulässigkeit der Mittelwertbildung durch Normalverteilungstests untersucht, während beim *Paarvergleich der Lästigkeit* die Analyse mit dem BTL Modell (Abschnitt 4.2.2.1) durchgeführt wurde. Der *Paarvergleich der Ähnlichkeit* wurde, wie bereits in Abschnitt 4.2.3 erwähnt, nicht ausgewertet.

5.1.1.1. Direktvergleich

Zunächst wurde für den Direktvergleich eine Überprüfung auf Normalverteilung der Bewertungen mittels *Kolmogorov-Smirnov Test* durchgeführt. Die Tabellen mit den Resultaten des Kolmogorov-Smirnov Tests für den Vorversuch finden sich in Anhang A, S.65. Da die Überprüfung für beide Teilgeräusche positiv ausfiel, wurde anschließend eine Reihung der Produktkombinationen nach den Mittelwerten der Bewertungen durchgeführt. Die Reihung der Produktkombinationen aus dem *Direktvergleich* im Vergleich mit der sich ergebenden Reihung des *Paarvergleichs der Lästigkeit* wird in 5.1.1.3 gezeigt.

Um die Signifikanz der Unterscheidung zwischen den jeweiligen Bewertungen der Produktkombinationen zu erhalten, wurden paarweise *T-Tests* durchgeführt. Der paarweise T-Test überprüft dabei die Übereinstimmung der Erwartungswerte zweier Grundgesamtheiten über den Vergleich der Mittelwerte der zwei jeweils zugehörigen Gesamtheiten an abgegebenen Bewertungen [4]. Die Tabellen dazu befinden sich im Anhang A.2.

Aus den beiden Boxplots in den Abbildungen 5.1 und 5.2 sind die Resultate des T-Tests nachvollziehbar. Es wurden mehrere Produktkombinationen im Mittel nahezu identisch bewertet. Man kann also sagen, dass sich gewisse *Gruppen* von Geräuschen gebildet haben, die in ihrer Lästigkeit sehr ähnlich empfunden wurden. Dies waren im stationären Fall folgende zwei Gruppen:

Gruppe 1 - High-End Bohnen (V1), Mid-End Bohnen (V4), Mid-End Erdbeeren (V5)

Gruppe 2 - High-End Erdbeeren (V2), High-End Eiswürfel (V3), Low-End Bohnen (V7),
Low-End Eiswürfel (V9)

Für transiente Geräusche ergaben sich folgende Gruppen:

Gruppe 1 - High-End Erdbeeren (V2), Mid-End Bohnen (V4), Mid-End Erdbeeren (V5),
Low-End Erdbeeren (V8)

Gruppe 2 - High-End Eiswürfel (V3), Mid-End Eiswürfel (V6), Low-End Eiswürfel (V9)

5. Hörversuche und statistische Analyse

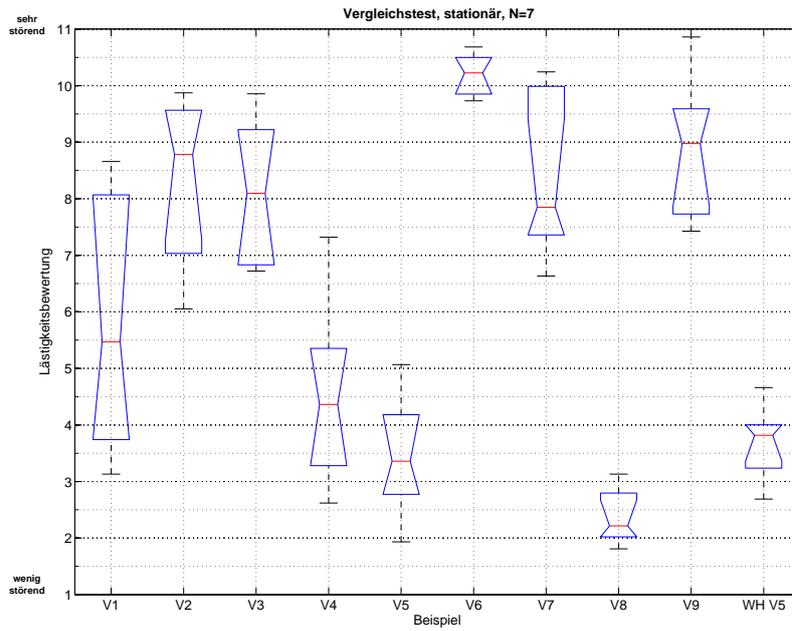


Abbildung 5.1.: Boxplot des Direktvergleichs, Vorversuch, stationäres Geräusch

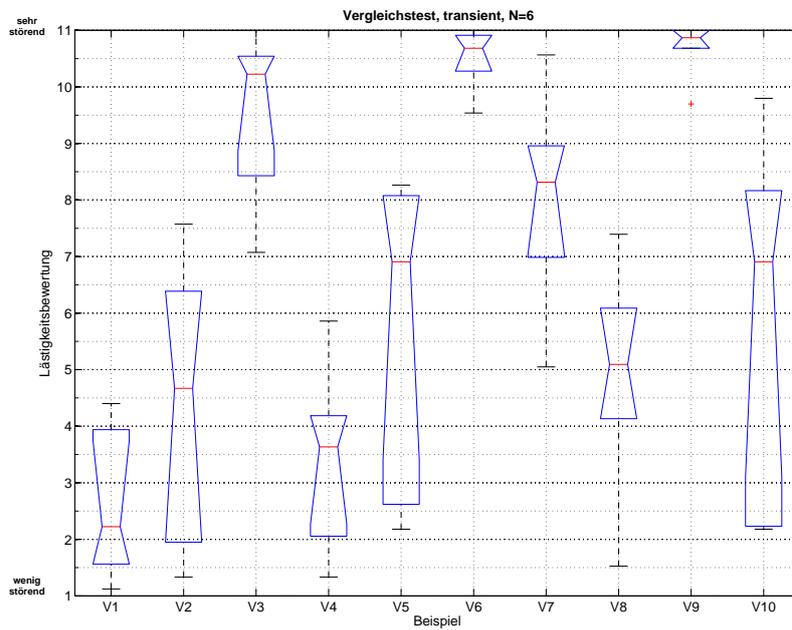


Abbildung 5.2.: Boxplot des Direktvergleichs, Vorversuch, transientes Geräusch

5.1.1.2. Paarvergleich der Lästigkeit

Die Dominanzmatrizen aller Versuchspersonen des Vorversuchs wurden zunächst auf ihre Konsistenz mit der in Abschnitt 4.2.2.3 vorgestellten Methode überprüft. Weiters wurde das fünffach vorkommende Paarung auf gleichsame Bewertung hin überprüft. Da keine Inkonsistenzen auftraten wurde keine Versuchsperson eliminiert.

Die Anwendung des in Abschnitt 4.2.2.1 beschriebenen BTL Modells mittels `fOptiPt` aus [28] liefert als Ergebnisse die berechneten Skalenwerte (*u-Werte*) für jede Produktkombination. Diese Skalenwerte bilden somit die Verhältnismäßigkeit der empfundenen Lästigkeit für die Produktkombinationen relativ ab. Die resultierenden Reihungen der *u-Werte* sind in den Tabellen 5.1 und 5.1 ersichtlich. Die Reihungen der beiden Verfahren scheinen nahezu identisch zu sein. Aufgrund dessen wurde schlussendlich entschieden, im Haupthörversuch auf den Paarvergleich zu verzichten und somit die Versuchsdauer wesentlich zu verkürzen.

5.1.1.3. Reihung der Bewertungen

In den Tabellen 5.1 und 5.2 finden sich die aus den beiden ausgewerteten Verfahren gewonnenen Reihungen im Vergleich. Die drei Geräte sind hier aus Gründen der Übersichtlichkeit jeweils mit **H = High-End**, **M = Mid-End** und **L = Low-End** abgekürzt. Die Reihung nach Lästigkeit ist von unten (wenig störend) nach oben (sehr störend) zu lesen.

AB Paarvergleich	Direktvergleich Mittelwert	Direktvergleich Median
M Eiswürfel (V6)	M Eiswürfel (V6)	M Eiswürfel (V6)
L Eiswürfel (V9)	L Eiswürfel (V9)	L Eiswürfel (V9)
H Erdbeeren (V2)	L Bohnen (V7)	H Erdbeeren (V2)
L Bohnen (V7)	H Erdbeeren (V2)	H Eiszwürfel (V3)
H Eiszwürfel (V3)	H Eiszwürfel (V3)	L Bohnen (V7)
M Bohnen (V4)	H Bohnen (V1)	H Bohnen (V1)
H Bohnen (V1)	M Bohnen (V4)	M Bohnen (V4)
M Erdbeeren (V6)	M Erdbeeren (V6)	M Erdbeeren (V6)
L Erdbeeren (V8)	L Erdbeeren (V8)	L Erdbeeren (V8)

Tabelle 5.1.: Vergleich zwischen den Reihungen des Direktvergleichs und des Paarvergleichs der Lästigkeit (*AB Paarvergleich*) im Vorversuch für das stationäre Teilgeräusch

Bemerkenswert sind bei den Reihungen des Vorversuchs folgende Tatsachen:

- Die Reihungen des Paarvergleichs und der Mittelwerte des Direktvergleichs sind nahezu identisch
- Es ergeben sich deutliche Unterschied in der Bewertung zwischen dem stationären und dem transienten Geräusch

AB Paarvergleich	Direktvergleich Mittelwert	Direktvergleich Median
M Eiswürfel (V6)	L Eiswürfel (V9)	L Eiswürfel (V9)
L Eiswürfel (V9)	M Eiswürfel (V6)	M Eiswürfel (V6)
L Bohnen (V7)	H Eiswürfel (V3)	H Eiswürfel (V3)
H Eiswürfel (V3)	L Bohnen (V7)	L Bohnen (V7)
M Erdbeeren (V6)	M Erdbeeren (V6)	M Erdbeeren (V6)
H Erdbeeren (V2)	L Erdbeeren (V8)	L Erdbeeren (V8)
M Bohnen (V4)	H Erdbeeren (V2)	H Erdbeeren (V2)
L Erdbeeren (V8)	M Bohnen (V4)	M Bohnen (V4)
H Bohnen (V1)	H Bohnen (V1)	H Bohnen (V1)

Tabelle 5.2.: Vergleich zwischen den Reihungen des Direktvergleichs und des Paarvergleichs der Lästigkeit (*AB Paarvergleich*) im Vorversuch für das transiente Teilgeräusch

5.1.1.4. Zusammenfassung des Vorversuchs

Zusammenfasst kann gesagt werden, dass die an den Vorversuch gestellte Forderung nach Verifizierung der Testverfahren zufriedenstellend erfüllt worden ist. Es konnte gezeigt werden, dass eine Reihung nach der empfundenen Lästigkeit gemacht werden kann und dass die Aufteilung des Versuchs in zwei Teilgeräusche berechtigt war, da die Reihungen wesentlich unterschiedlich waren.

Es haben sich einige sehr ähnlich bewertete Beispiele aus dem Direktvergleich herauskristallisiert, die erst mit einer höheren Anzahl an Versuchspersonen ausreichend sicher eingestuft werden können. Auf Grund der nahezu identischen Reihung zwischen Paar- und Direktvergleich wurde für den Haupthörversuch auf die Durchführung des aufwendigeren Paarvergleichs verzichtet.

5.2. Hauptversuch bei Philips

Der Haupthörversuch bei *Philips* in Klagenfurt wurde in Zusammenarbeit mit dem dortigen ARC (*Application Research Center*) abgewickelt. Es wurden aus dem dort vorhandenen *Testpersonenpool* insgesamt 40 Versuchspersonen rekrutiert, davon 35 Frauen und 5 Männer. Insgesamt dauerte der Hörversuch 4,5 Tage. Im Unterschied zum Vorversuch waren diese nicht als *expert listeners* einzustufen. Der Aufbau beim Hörversuch mit Laptop, externem Bildschirm und Rack mit Soundkarte ist in Abbildung 5.3 zu sehen. Vor Versuchsbeginn wurde mit einem *Neutrik Minilyzer* Schallpegelmessers an der Abhörposition die Einhaltung einer gewissen Differenz zwischen Abhör- und Hintergrundgeräuschpegel überprüft um eine eventuelle Beeinflussung durch externe Geräuschquellen auszuschließen. Als Maximum wurden an der Abhörposition an Tag 1 & 3 38.5 dBA_{Leq} gemessen. Da die leisesten vorgespielten Geräusche einen Schalldruckpegel von ca. 76 dBA aufweisen, konnte somit im Mittel ein Abstand von mindestens 30 dBA erwartet werden.

5. Hörversuche und statistische Analyse

Den Versuchspersonen wurde ein Fragebogen gestellt, um später mögliche zusätzliche Einflüsse (Musikalität, Benutzungsintervall von Blendern, etc.) auf die Qualität der Bewertungen rekonstruieren zu können. In weiterer Folge konnten keine zusätzlichen Informationen daraus bezogen werden.

Durch die größere Anzahl an Versuchspersonen konnte eine wesentliche Erweiterung zum Vorversuch vorgenommen werden: Es erfolgte eine Aufteilung in zwei Gruppen zu je 20 Versuchspersonen. Dabei wurde die Reihenfolge der abgefragten Teilgeräusche *stationär* und *transient* für die zweite Gruppe vertauscht. Es wurde dann untersucht, ob und in welchem Ausmaß Unterschied zwischen den Gruppen auftreten. Dies wird in Abschnitt 5.2.1.1 angesprochen.



Abbildung 5.3.: Aufbau des Haupthörversuchs bei Philips in Klagenfurt

5.2.1. Auswertung

Für den Haupthörversuch wurden die Lästigkeitsbewertungen anstelle des im Vorversuch verwendeten Kolmogorov-Smirnov Tests einer Überprüfung der Normalverteilung mittels des noch besser geeigneten *Shapiro-Wilk Test* unterzogen.¹ Die Detailergebnisse

¹Der Shapiro-Wilk Test weist für Stichproben < 50 eine höhere Teststärke auf, als z.B. Kolmogorov-Smirnov Test; dies wurde erst nach Durchführung des Hauptversuchs festgestellt, weshalb dieses

dazu finden sich in Anhang A.3. Hierbei stellte sich heraus, dass einige Versuchspersonen der Normalverteilung mancher Produktkombinationen nicht zuträglich waren. Dieses Verhalten konnte auch mit den Antworten aus den Fragebögen nicht aufgeklärt werden. Wie in Abbildung 5.4 zu sehen, sind bei diesem Beispiel zwei Versuchspersonen mit den Bewertungen weit abseits vom Trend gelegen. Somit wurden diese Versuchspersonen als *Ausreißer* aus der weiteren Datenanalyse ausgeschlossen. Aus den jeweiligen Q-Q Plots

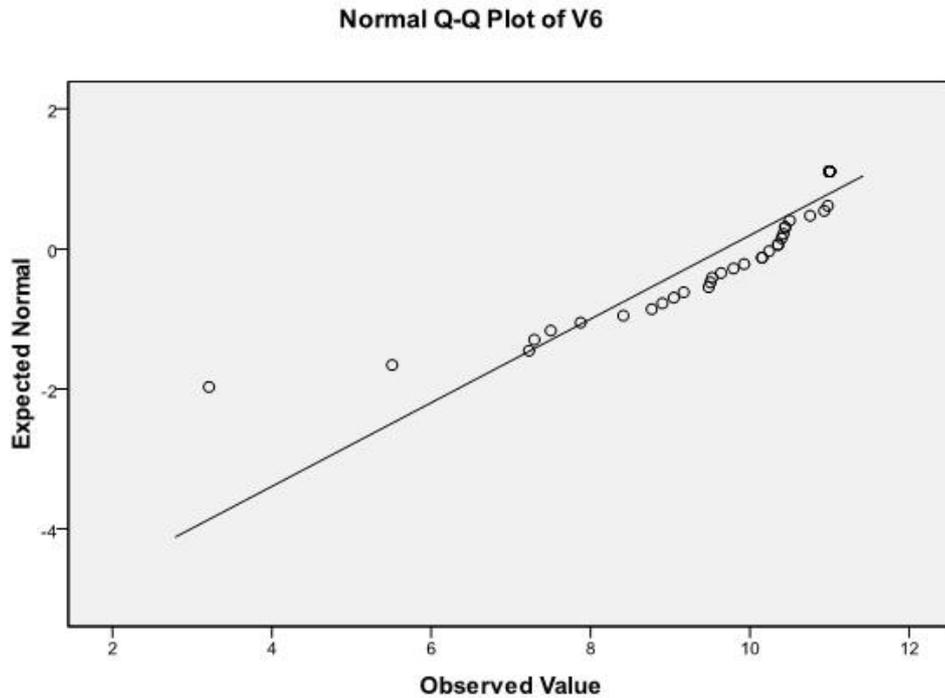


Abbildung 5.4.: Quantil-Quantil Plot, Mid-End Eiswürfel (V6), Hauptversuch *stationär* mit 40 Bewertungen

wurden dann stark zum generellen Trend abweichende einzelne Versuchspersonen eliminiert.

Die Produktkombinationen, die im Mittel am *meisten störend* und *wenigsten störend* bewertet wurden, wiesen auch nach der Dezimierung keine gute Normalverteilung auf, da offensichtlich trotz der Vorkehrungsmaßnahmen aus Abschnitt 4.3.1 eine Häufung der Bewertungen an den Rändern der Skalen stattgefunden hat. Deshalb konnte auch nach Versuch einer Reihung mittels nicht-parametrischen Tests (*Friedman Test* zur Klassifizierung; Überprüfung mit *Wilcoxon-Test* analog zum T-Test) *keine wesentliche Änderung der Reihung* der Produktkombinationen gegenüber der einfachen Mittelwertreihung fest-

Verfahren erst hier zum Einsatz gekommen ist

gestellt werden. Dieses Verhalten war sowohl für die stationären, als auch die transienten Geräuschaufnahmen zutreffend. Für das stationäre Geräusch blieben nach der vorgenommenen Reduzierung 35 und für das transiente 36 Datensätze der Bewertungen übrig.

Als zusätzliche Maßnahme im Vergleich zum Vorversuch wurde eine z-Transformation der Bewertungen von einer Normal- zu einer Standardnormalverteilung für jede Versuchsperson durchgeführt. Dadurch wird eine Mittelwertbefreiung und Standardisierung bewirkt. Die Berechnungsweise der verwendeten Transformation ist in Gleichung 5.1 angeführt.

$$z(x_n) = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (5.1)$$

es gilt:

μ ... Mittelwert aller x_n

σ ... Standardabweichung aller x_n

Die dezimierten und z-transformierten Daten sind wiederum in den Abbildungen 5.5 und 5.6 als Boxplots dargestellt. Beide Boxplots zeigen grundsätzlich die selben Tendenzen wie der Hörversuch. Allerdings sind, bedingt durch die größere Anzahl der Versuchspersonen die Konfidenzintervalle² deutlich enger und symmetrischer um den Medianwert als beim Vorversuch. Des weiteren ist eine bessere Abgrenzung der einzelnen Geräuschaufnahmen untereinander zu erkennen. Das bestätigt auch der zugehörigen T-Tests (siehe Anhang A.4. Besonders auffällig ist vor allem die relativ weite Streuung der Geräuschaufnahmen **V2** & **V8** in Abbildung 5.6. Offensichtlich scheint für diese beiden Produktkombinationen für die Versuchspersonen die Lästigkeitsbewertung zu komplex gewesen zu sein. Die Auswirkungen dieses Phänomens auf die Modellierung der Lästigkeit werden in Abschnitt 6.4 sichtbar.

5.2.1.1. Bewertungen der beiden Gruppen

Die beiden Gruppen mit vertauschter Reihenfolge der Teilgeräusche wurden hinsichtlich ihrer Konsistenz verglichen. Dies wurde an Hand des doppelt vorhandenen Beispiels überprüft. Durch die Eliminierung einzelner Versuchspersonen weiter oben, blieben schlussendlich für jedes Teilgeräusch übrig:

- Stationäre Geräusche, Gruppe 1 (S->T): **18** Versuchspersonen
- Stationäre geräusche, Gruppe 2 (T->S): **17** Versuchspersonen
- Transiente Geräusche, Gruppe 1 (S->T): **19** Versuchspersonen
- Transiente Geräusche, Gruppe 2 (T->S): **17** Versuchspersonen

²Die Konfidenzintervalle werden dabei durch die Einkerbungen dargestellt, welche dabei das 95% Intervall zum Medianwert jeweils nach oben und unten darstellen

5. Hörversuche und statistische Analyse

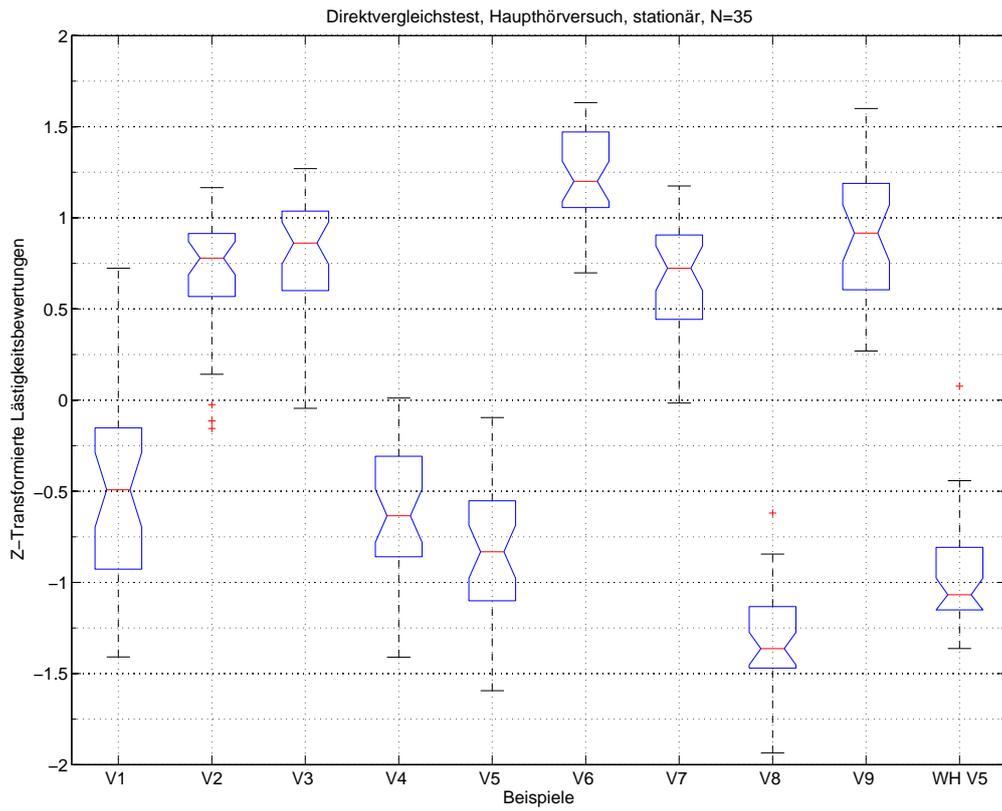


Abbildung 5.5.: Boxplot des Direktvergleichs, Hauptversuch, stationäres Geräusch

5. Hörversuche und statistische Analyse

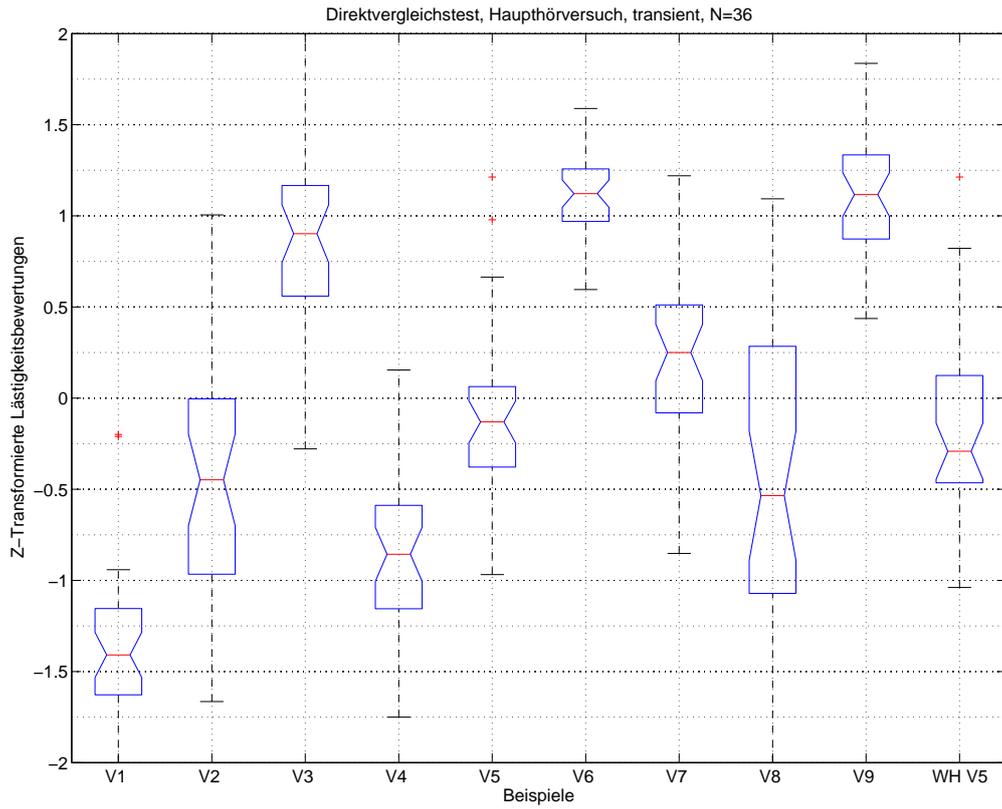


Abbildung 5.6.: Boxplot des Direktvergleichs, Hauptversuch, transientes Geräusch

Es stellte sich heraus, dass jeweils der zweite Durchlauf offensichtlich stabiler bewertet wurde, da hier die Differenzen zwischen den Bewertungen des identischen Beispiels in Höhe und Anzahl geringer waren. In den Abbildungen 5.7 und 5.8 ist dieses Verhalten für das stationäre Teilgeräusch als Histogramm der Differenzen (in Kategorien der Breite 0.5) für beide Gruppen dargestellt. Für die Modellierung der Lästigkeit in 6.3 wurden daher nur die jeweils zweiten Durchläufe verwendet, also nur stationäre Geräuschbewertungen der Gruppe 2 (T→S) und transiente Geräuschbewertungen der Gruppe 1 (S→T).

5.2.1.2. Reihung der Bewertungen

Abschließend sind in den Tabellen 5.3 und 5.4 die Mittelwertreihungen des Hauptversuchs neben denen des Vorversuchs dargestellt. Wie leicht zu erkennen ist, haben sich die Reihung nur bei den Produktkombinationen geändert, die ohnehin kaum bis gar nicht signifikant unterscheidbar waren (siehe T-Tests, Seiten 66 & 70).

Mittelwertreihung, Hauptversuch	Mittelwertreihung, Vorversuch
M Eiswürfel (V6)	M Eiswürfel (V6)
L Eiswürfel (V9)	L Eiswürfel (V9)
H Eiswürfel (V3)	L Bohnen (V7)
H Erdbeeren (V2)	H Erdbeeren (V2)
L Bohnen (V7)	H Eiswürfel (V3)
H Bohnen (V1)	H Bohnen (V1)
M Bohnen (V4)	M Bohnen (V4)
M Erdbeeren (V5)	M Erdbeeren (V5)
L Erdbeeren (V8)	L Erdbeeren (V8)

Tabelle 5.3.: Vergleich zwischen den Reihungen des Haupt- und Vorversuchs für das stationäre Teilgeräusch

Mittelwertreihung, Hauptversuch	Mittelwertreihung, Vorversuch
M Eiswürfel (V6)	L Eiswürfel (V9)
L Eiswürfel (V9)	M Eiswürfel (V6)
H Eiswürfel (V3)	H Eiswürfel (V3)
L Bohnen (V7)	L Bohnen (V7)
M Erdbeeren (V5)	M Erdbeeren (V5)
L Erdbeeren (V8)	L Erdbeeren (V8)
H Erdbeeren (V2)	H Erdbeeren (V2)
M Bohnen (V4)	M Bohnen (V4)
H Bohnen (V1)	H Bohnen (V7)

Tabelle 5.4.: Vergleich zwischen den Reihungen des Haupt- und Vorversuchs für das transiente Teilgeräusch

5. Hörversuche und statistische Analyse

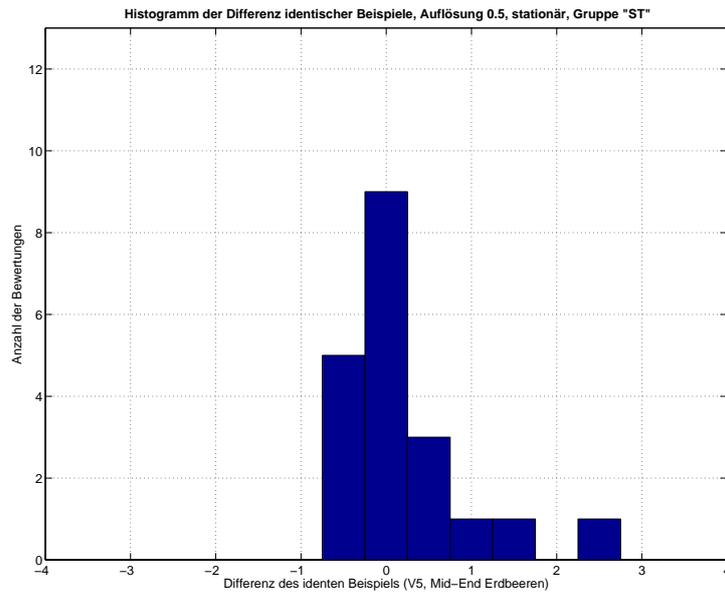


Abbildung 5.7.: Differenzen der Bewertungen der identischen Geräuschaufnahme V5 und V10, Hauptversuch, stationär, Gruppe 1 (S→T)

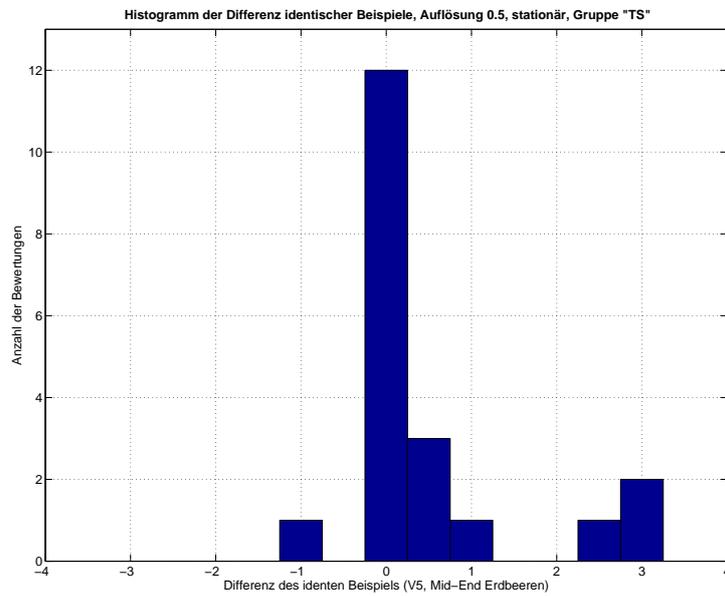


Abbildung 5.8.: Differenzen der Bewertungen der identischen Geräuschaufnahme V5 und V10, Hauptversuch, stationär, Gruppe 2 (T→S)

5.2.1.3. Zusammenfassung des Hauptversuchs

Der sich abzeichnende Trend des Vorversuchs konnte im Hauptversuch mit einer größeren Anzahl an Versuchspersonen statistisch wesentlich sicherer untermauert werden. Die Reihungen in den Tabellen 5.3 und 5.4 stellen somit eines der Ziele diese Diplomarbeit dar. Mit den Bewertungen der jeweils zweiten Gruppe (Abschnitt 5.2.1.1) wird im anschließenden Kapitel 6 in Abschnitt 6.3 die Modellierung der Lästigkeit durchgeführt.

6. Lästigkeitsmodell

Am Beginn der Arbeit stand die Hypothese, dass ein Lästigkeitsmodell für Haushaltsgeräte anhand von objektiv messbaren psychoakustischen Parametern erstellt und mit einem Modell beschrieben werden kann. Dass eine grundsätzlich Reihung nach der subjektiv empfundenen Lästigkeit möglich ist, wurde in Kapitel 5 mit den Auswertungen des Hörversuchs gezeigt. Um das in Abbildung 2.1 definierte Ziel eines Lästigkeitsmodells zu erreichen ist es nun notwendig, die Verknüpfung zwischen der *objektiven* und der *subjektiven Ebene* herzustellen.

Bevor das allerdings der Fall ist müssen noch die in Abschnitt 2.3 geforderten 5 *objektiven psychoakustischen Parameter* aus den 510 in Abschnitt 3.5 berechneten gefunden werden. Diese sollen für die danach folgende lineare Regression eine möglichst gute Korrelation zu den Bewertungen des Hörversuchs aufweisen. Die Methoden und der in dieser Arbeit dazu gewählte Algorithmus werden in 6.1 erklärt.

Schließlich wird mit der in Abschnitt 6.3 erklärten *multiplen linearen Regression* die Berechnung eines Lästigkeitsmodells erreicht.

6.1. Verfahren zur Parameterwahl

Die in 3.5 berechneten Parameter bilden insgesamt eine 510×9 Matrix, also jeweils 510 psychoakustische Parameter für jede der neun Produkt-Rezept-Kombinationen. Folgende Standardverfahren zur Reduktion mehrdimensionaler Datensätze sind (unter anderem) für die Lösung dieses Problems denkbar:

- Hauptkomponentenanalyse (PCA)
- Lineare Diskriminanzanalyse (LDA)
- Sequential Forward Selection (SFS)

Jedes dieser Verfahren wird nachfolgend kurz erklärt und deren Vor- und Nachteile beschrieben. Eine generelle Beschreibung von möglichen Verfahren zur Extraktion von Merkmalen aus Datensätzen ist in [15] zu finden.

6.1.1. Hauptkomponentenanalyse (PCA)

Mit der Hauptkomponentenanalyse wird versucht, eine Dimensionsreduktion durch Beschreibung mit wenigen relevante Hauptkomponenten eines mehrdimensionalen Datensatzes zu finden, die einen generellen Zusammenhang zwischen mehreren Merkmalen darstellen. Jede Hauptkomponente ist von den beobachteten Merkmalen (in unserem

Fall wären dies die psychoakustischen Parameter) abhängig. Dazu wird die Varianz der Beobachtungen einer Eigenschaft betrachtet und die Hauptkomponenten nach der maximalen Varianz ausgerichtet. Ausgegeben wird dann der Erklärungsanteil der jeweiligen Hauptkomponente an der gesamten Varianz. Sollte beispielsweise für die erste Hauptkomponente der Erklärungsanteil der Varianz bei 90% liegen, kann bereits mit *einer* Hauptkomponente ein mehrdimensionaler Datensatz ausreichend werden. Somit wäre der Datensatz drastisch reduziert. Für die PCA ist eine ausreichend hohe Anzahl an Beobachtungen von Merkmalen notwendig. Weiters ist zu beachten, dass die hier durchgeführte Optimierung nach der maximalen Varianz zu einer falschen Interpretation führen kann.

6.1.2. Lineare Diskriminationsanalyse (LDA)

In Unterschied zu der PCA untersucht die verwandte lineare Diskriminanzanalyse die Datensätze auf sich bildende Klassen. Diese werden durch Ermittlung der maximalen Differenzen zwischen Mittelwerten von Merkmalen gebildet. Somit können mit der LDA zusätzlich zur PCA andere Eigenschaften von Datensätzen untersucht werden. Je nach Datenlage liefert eine der beiden Methoden eine repräsentative Dimensionsreduktion. Eine gute Gegenüberstellung zwischen LDA und PCA ist in [18] zu finden.

6.1.3. Sequential Forward Selection (SFS)

Bei dieser Methode wird versucht, durch iteratives Hinzufügen von optimalen Merkmalen (in unserem Fall der psychoakustischen Parameter) eine optimale Kombination von Merkmalen zu finden, die einer vorgegebenen *Kriteriumsfunktion* (in unserem Fall ein lineares Regressionsmodell) entsprechen. Es existieren weitere verwandte Varianten der *Sequential Forward Selection*. Zum Beispiel die *Sequential Backward Selection*, wo in jedem Schritt ein Merkmal verworfen wird). Für nähere Untersuchungen zu den verschiedenen Varianten wird [21] empfohlen.

6.2. Wahl der Parameter

Vor der Anwendung des Algorithmus für die Suche der optimalen Parameter wurden alle in 3.5 berechneten Parameter ebenfalls nach der Berechnungsvorschrift 5.1 aus Abschnitt 5.2.1 transformiert. Somit wurden die unterschiedlichen Größenordnungen der Parameter normiert und standardisiert.

Von den möglichen Verfahren wurde schließlich die *Sequential Forward Selection* als für diese Anwendung bestes Verfahren befunden und gewählt. Eine Hauptkomponentenanalyse wurde zunächst versucht. Allerdings ergab sich daraus *kein besseres Set* von fünf Parametern für die anschließende Regression.

Bei der Anwendung der Sequential Forward Selection wurde darauf geachtet eine Kombination von Parametern zu finden, die für stationäre und transiente Geräusche gleichermaßen einen guten linearen Zusammenhang bietet.

Das in der anschließend gezeigten linearen Regression maximal erreichbare *Bestimmtheitsmaß* R^2 wird allerdings durch die Streuung der Bewertungen der Versuchspersonen

6. Lästigkeitsmodell

begrenzt, wie in den Boxplots in Abschnitt 5.2.1 ersichtlich. Durch die Beziehung aus Gleichung 6.1 kann im Vorfeld das theoretisch maximal erreichbare R^2 prognostiziert werden.

$$R_{max}^2(n) = 1 - \frac{1}{k} \sum_k \sigma_{n(k)}^2 \quad (6.1)$$

hier gilt:

k ... Anzahl der Produktkombinationen

$\sigma_{n(k)}^2$... Varianz der n Bewertungen der k -ten Produktkombination

Es ergeben sich daraus für das stationäre und transiente Teilgeräusch folgende maximal erreichbaren R^2 :

Stationäres Teilgeräusch, Gruppe T→S: $R_{max_stat}^2 = 0.89$

Transientes Teilgeräusch, Gruppe S→T: $R_{max_trans}^2 = 0.77$

Nachdem also durch die gestreuten Bewertungen (vor allem bei zwei Produktkombinationen des transienten Teilgeräuschs - siehe Abbildung 5.6) bei der linearen Regression keine nennenswerte Erhöhung des Bestimmungsmaßes R^2 zu erwarten ist und eine dem theoretischen R^2 nahe liegende Regression mit Hilfe der aus der SFS ermittelten Parameter (siehe unten) erreicht wurde, wurde auf die Durchführung der Diskriminanzanalyse (LDA) verzichtet.

Somit ergaben sich aus der Sequential Forward Selection folgende optimale Parameter für das Lästigkeitsmodell:

- Lautstärke **LN_fast_prct90**
- Schwankungsstärke **F_13_prct90**
- Rauigkeit **R3_prct90**
- Schärfe **Sch_slow_prct90**
- Impulshaltigkeit **Imp_prct90**

6.3. Modellierung mittels linearer Regression

Den letzten Schritt auf dem in Abbildung 2.1 gezeichneten Weg zum Lästigkeitsmodell stellt die lineare Regression dar. Mit Hilfe der linearen Regression kann ein optimaler linearer Zusammenhang zwischen den aus dem Hörversuch ermittelten Bewertungen der empfundenen Lästigkeit und den in Abschnitt 6.2 ermittelten Parametern berechnet werden. Dabei versucht die Regression in diesem Fall den quadratischen Fehler des Modells

6. Lästigkeitsmodell

in Hinblick auf die Lästigkeitsbewertungen und die psychoakustischen Parameter zu minimieren. Für die multiple lineare Regression gilt Gl. 6.2

$$y_{modell} = \beta_0 + \beta_1 \cdot x_0 \dots \beta_n \cdot x_{(n-1)} \quad (6.2)$$

wobei für unseren Fall gilt:

$\beta_n \dots$ Gewichtungen bzw. Modellparameter

$x_n \dots$ psychoakustische Parameter

Ein wesentliches Qualitätskriterium der Regression stellt das *Bestimmtheitsmaß* R^2 dar. Es gibt in unserem Fall darüber Auskunft, wie gut die Regressionsfunktion alle Datenpunkte (Bewertungen & alle psychoakustischen Parameter) abdeckt. Wären also genau alle Datenpunkte Teil der aus der Regression ermittelten Funktion, wäre $R^2 = 1$. Eine detaillierte Herleitung der linearen Regressionsanalyse, sowie deren praktische Umsetzung in MATLAB[®] ist in [3], S. 295ff zu finden.

Die MATLAB[®] Funktion `regress` berechnet hier die Modellparameter β und gibt das zugehörige R^2 aus.

Es wird nachfolgend in 6.3.1 und 6.3.2 das jeweils für stationäre und transiente Geräusche berechnete Modell erörtert.

6.3.1. Modell für stationäre Geräusche

Die Regression der fünf Parameter mit den Bewertungen der Gruppe 2 (T->S) für stationäre Geräusche liefert ein $R^2 = 0.87$ und die in Tabelle 6.1 ersichtlichen Modellparameter (=Gewichtungen) für die einzelnen Parameter. Die aus den gewichteten und

Grundparameter	Detailparameter	Gewichtungsfaktor β
Lautstärke	LN_fast_prct90	0.57
Schwankungsstärke	F_13_prct90	0.18
Rauhigkeit	R3_prct90	-0.09
Schärfe	Sch_slow_prct90	0.33
Impulshaltigkeit	Imp_prct90	-0.09

Tabelle 6.1.: Modellparameter β aus der linearen Regression mit 5 psychoakustischen Parametern und der Gruppe T->S für das stationäre Teilgeräusch

aufsummierten Parametern Werte des Modells für stationäre Geräusche sind in Abbildung 6.1 zusammen mit den jeweiligen Bewertungen dargestellt. Daraus ist zu erkennen das hierbei offensichtlich die Parameter für die *Rauhigkeit* und *Impulshaltigkeit* nur noch einen geringen Einfluss auf das Modell haben. Durch weglassen der beiden Parameter wird $R^2 = 0.86$. Dafür verbessert sich der in der Kreuzvalidierung berechnete maximale *mittlere quadratische Fehler (MSE)*. Mehr zum MSE in Abschnitt 6.4.

6. Lästigkeitsmodell

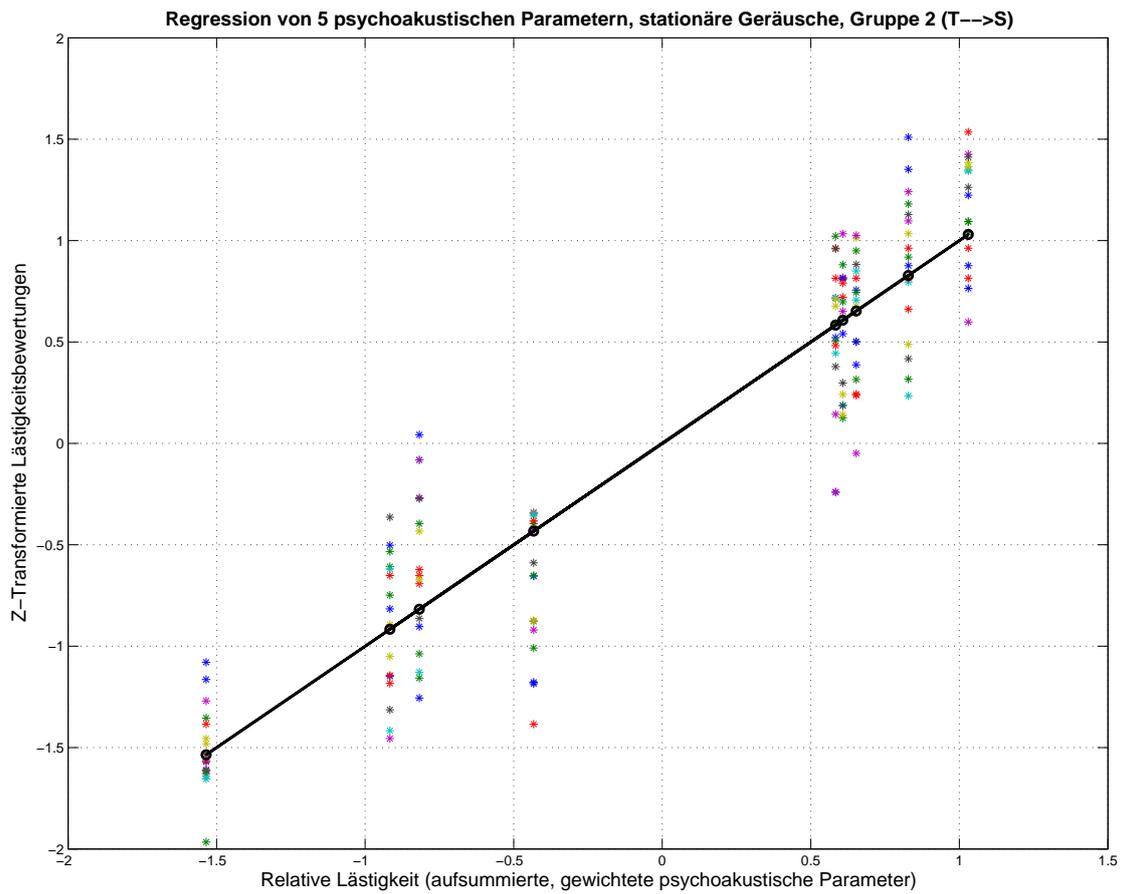


Abbildung 6.1.: Darstellung des berechneten Lästigkeitsmodells für stationäre Geräusche

6.3.2. Modell für transiente Geräusche

Die Regression der fünf Parameter mit den Bewertungen der Gruppe 1 (S->T) für transiente Geräusche liefert $R^2 = 0.73$ und die in Tabelle 6.1 ersichtlichen Modellparameter (=Gewichtungen) für die einzelnen Parameter. Durch die in Abbildung 6.2 ersichtliche, deutliche Streuung der Bewertung einiger Produktkombinationen ist R^2 deutlich kleiner als beim Modell für stationäre Geräusche. Die aus den gewichteten und aufsummierten

Grundparameter	Detailparameter	Gewichtungsfaktor β
Lautstärke	LN_fast_prct90	0.65
Schwankungsstärke	F_13_prct90	-0.06
Rauhigkeit	R3_prct90	0.21
Schärfe	Sch_slow_prct90	0.32
Impulshaltigkeit	Imp_prct90	-0.12

Tabelle 6.2.: Modellparameter β aus der linearen Regression mit 5 psychoakustischen Parametern und der Gruppe S->T für das transiente Teilgeräusch

Parametern Werte des Modells für transiente Geräusche sind in Abbildung 6.2 zusammen mit den jeweiligen Bewertungen dargestellt. Auch hier zeigt sich, dass durch Weglassen der Parameter *Schwankungsstärke* und *Impulshaltigkeit* eine leichte Verschlechterung des R^2 eintritt. Dafür wird jedoch das Modell etwas einfacher und der Mittelwert aller MSE in der Kreuzvalidierung wird geringer, auch wenn der maximale MSE sich etwas erhöht.

6.4. Verifikation der Modelle

Die Verifikation der beiden aus der Regression stammenden linearen Modelle wurde jeweils mit einer *Leave-One-Out-Cross-Validation* (LOOCV) Kreuzvalidierung durchgeführt. Bei dieser Methode wird jeweils *eine* der untersuchten Produktkombinationen *nicht* zur Modellbildung herangezogen. Anschließend wird mit den soeben berechneten Modellparametern β_{LOOCV} durch Einsetzen der ermittelten psychoakustischen Empfindungsgrößen in die Modellgleichung 6.2 der entsprechende Wert berechnet. Durch Berechnung des *mittleren quadratischen Fehlers* (engl. *mean square error*, MSE) zwischen dem berechneten Wert und den tatsächlichen Bewertungen nach Gleichung 6.3 lässt sich abschätzen wie stark das lineare Modell von einer Produktkombination abhängig ist.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - Y_{predict})^2 \quad (6.3)$$

6. Lästigkeitsmodell

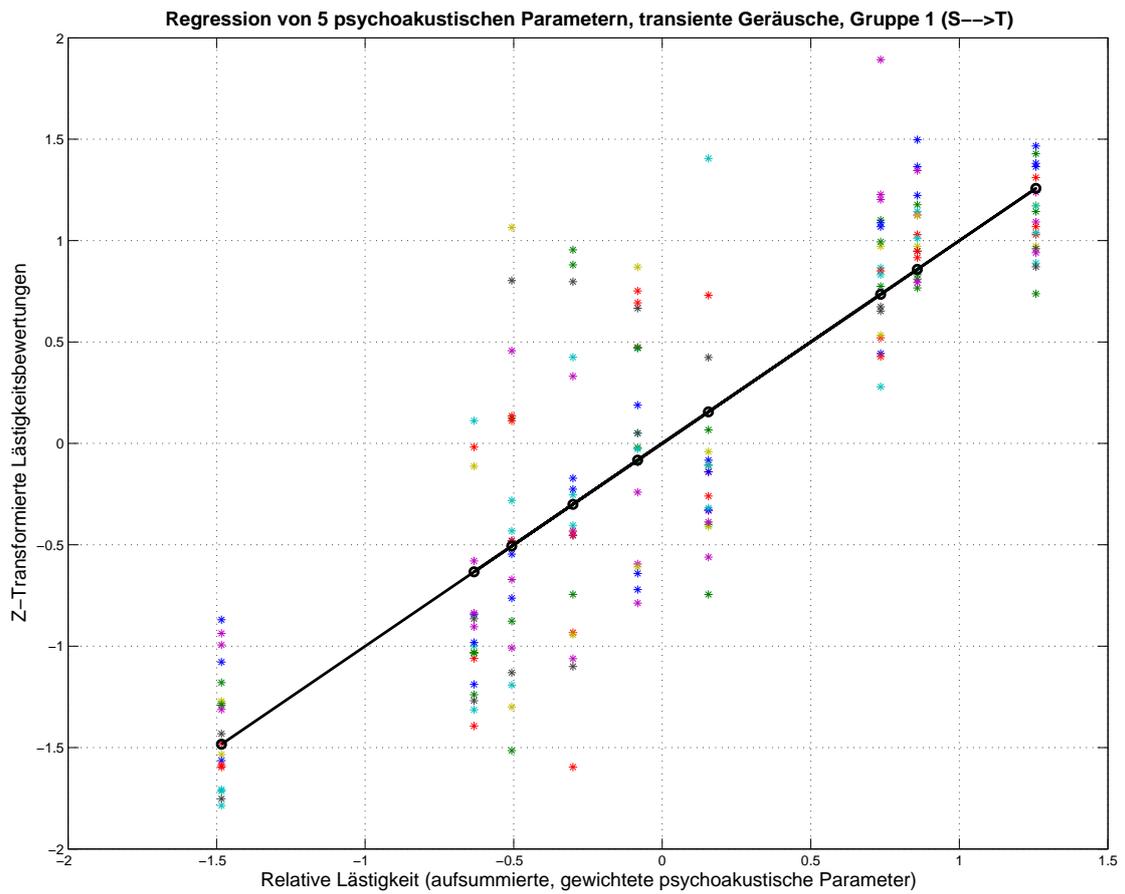


Abbildung 6.2.: Darstellung des berechneten Lästigkeitsmodells für transiente Geräusche

6. Lästigkeitsmodell

wobei für unseren Fall gilt:

Y_i ... i -te Bewertung der Produktkombination

$Y_{predict}$... Berechneter Modellwert nach weglassen einer Produktkombination

n ... Anzahl der Bewertungen der Produktkombination

In Abbildung 6.3 wird ein Beispiel für den MSE gezeigt. Hier erhält man für die Produktkombination 8 (Low-End Erdbeeren) $Y_{predict} = -1.02$ während $MSE = 0.85$ ist. Dieses Beispiel stellt gleichzeitig den maximalen auftretenden MSE bei der Kreuzvalidierung des transienten Modells dar. Die weiteren MSEs und der Verlauf des R^2 bei weglassen einer Produktkombination sind in den Abbildungen 6.4 und 6.5 abzulesen.

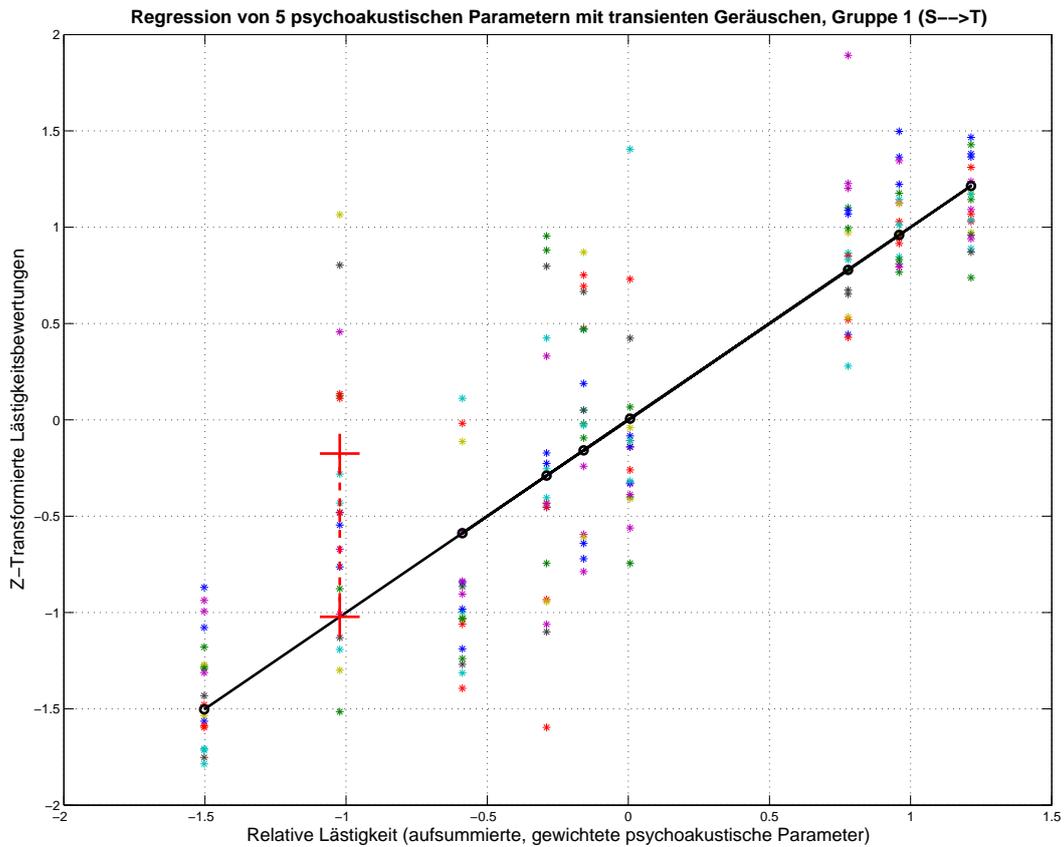


Abbildung 6.3.: MSE (rote Linie mit Kreuzen) bei weglassen der Produktkombination 8, Gruppe S-T, transiente Geräusche

6.4.1. Verifikation des stationären Modells

Wichtig bei der Interpretation der Abbildungen 6.4 und 6.5 ist neben der Betrachtung der Entwicklung des MSE auch die Differenz zwischen dem MSE in der Kreuzvalidierung

6. Lästigkeitsmodell

zum MSE der Produktkombination bei Verwendung aller Produktkombinationen für das Lästigkeitsmodell. Hierbei fällt in Abbildung 6.4 auf, dass der MSE bei Weglassen der Produktkombination 2 (High-End Erdbeeren) maximal wird.

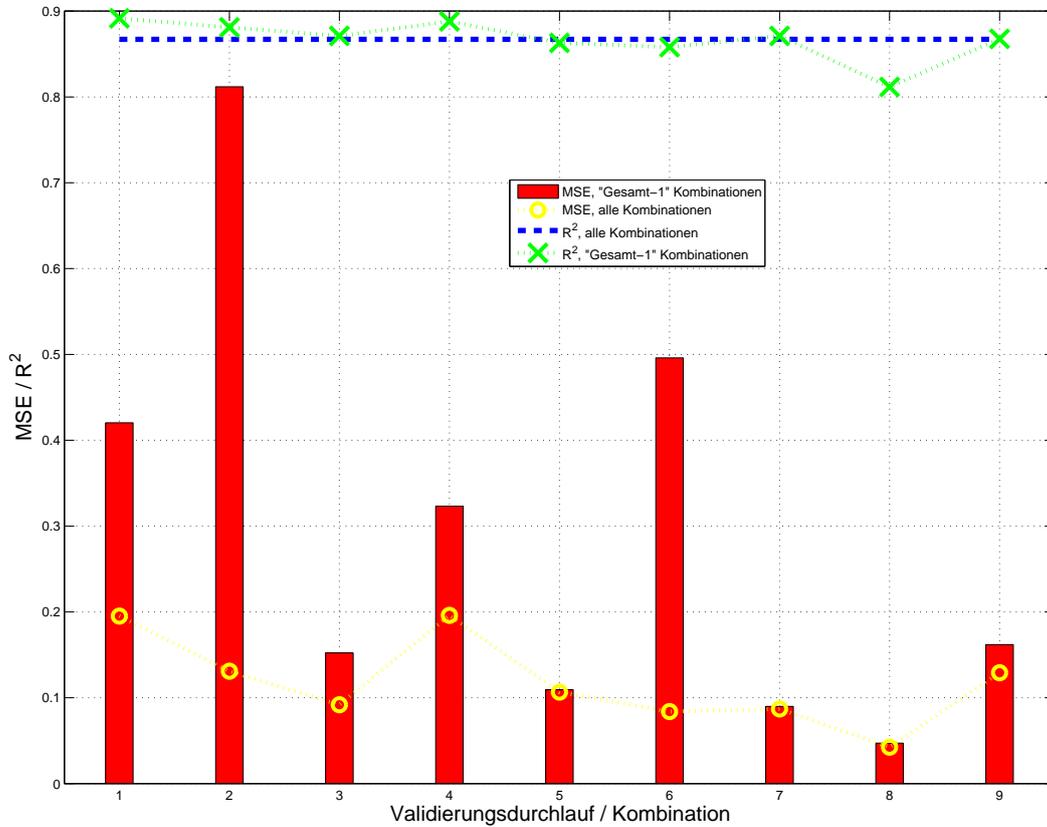


Abbildung 6.4.: MSE & R^2 für die LOOCV, Gruppe T->S, stationäre Geräusche

6.4.2. Verifikation des transienten Modells

Die in der Kreuzvalidierung gezeigten Abweichungen des vorhergesagten Wertes von den tatsächlich getroffenen Bewertungen in Form des MSE sind zum Teil auf die in Abschnitt 5.2.1 ausgeführten Häufungen an den Rändern der Bewertungsskalen zu führen. Beim transienten Modell ist zusätzlich davon auszugehen, dass durch die Streuung der Bewertungen einzelner Produktkombinationen der lineare Zusammenhang des Modells von vorne herein abgeschwächt wird, wie in 6.2 angeführt wurde. Daher wird bei Weglassen dieser Produktkombinationen auch der MSE relativ groß und führt zu einer falschen Vorhersage durch die Regression mit den restlichen Produktkombinationen.

6. Lästigkeitsmodell

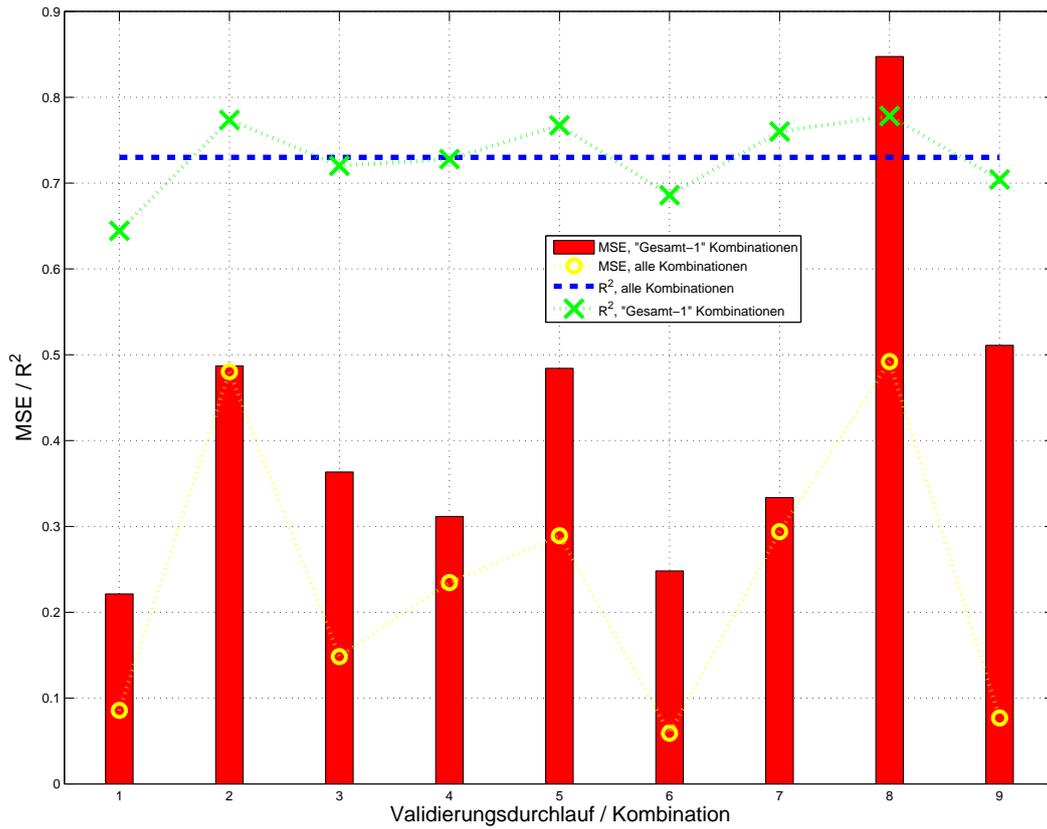


Abbildung 6.5.: MSE & R^2 für die LOOCV, Gruppe S→T, transiente Geräusche

6.4.3. Zusammenfassung der Lästigkeitsmodellierung

Zusammenfassend für dieses Kapitel kann gesagt werden, dass zwischen der objektiven und subjektiven Bewertung ein und des selben Geräusches bzw. derselben Produkt-Rezept-Kombination bezüglich der Lästigkeit ein linearer Zusammenhang hergestellt werden konnte. Dieser Zusammenhang ist bereits ein fortgeschrittener, wenn auch vereinfachter Ansatz, um in Zukunft die voraussichtliche Beurteilung der Lästigkeit durch Anwender ohne aufwändige Hörversuche nur unter Zuhilfenahme eines solchen Modells zu ermitteln.

Die Bewertungen der Versuchspersonen im durchgeführten Hörversuch weisen vor allem beim transienten Teilgeräusch eine unterschiedliche Streuung auf. Vor allem die Bewertungen der Produktkombinationen *High-End Erdbeeren* und *Low-End Bohnen* weisen eine gegenüber den anderen Produktkombinationen erhöhte Streuung auf. Dadurch wird das maximal erreichbare Bestimmtheitsmaß R^2 vor allem beim transienten Teilgeräusch deutlich begrenzt (siehe dazu Abschnitt 6.2). Dies lässt Rückschlüsse auf Verbesserungsmöglichkeiten in der Wahl der Signalausschnitte der Geräuschaufnahmen oder der Bewertungsmöglichkeiten im Hörversuch zu.

Wie mittels Kreuzvalidierung gezeigt, treten zwischen tatsächlich erhobenen und vorhergesagten Werten des Modells Abweichungen auf. Diese Abweichungen können sowohl auf die hohe Streuung der Bewertungen, als auch auf die Bewertungen der Versuchspersonen an den Rändern der Bewertungsskala (siehe dazu Abschnitt 5.2.1) zurückgeführt werden.

Das im Rahmen dieser Diplomarbeit erarbeitete Modell zur Beschreibung der Lästigkeit ist in der vorliegenden Form ein bereits fortgeschrittener Ansatz um zukünftig psychoakustische Parameter in ihrer objektivierten Form zur Abschätzung der von Anwendern empfundenen Lästigkeit heranziehen zu können. Die bereits erreichte Genauigkeit lässt jedoch Spielraum für die Weiterentwicklung offen. Die diesbezüglichen Möglichkeiten werden abschließend in Kapitel 7 behandelt.

7. Interpretation, Zusammenfassung & Ausblick

7.1. Interpretation

7.1.1. Interpretation Der Reihungen

Den Ergebnissen aus 5.2.1 und 6.3.2 folgend, scheint also die Bewertung der Lästigkeit bei transienten Geräuschen von Haushaltsgeräten problematisch zu sein, da die Streuung der Bewertungen die Zulässigkeit eines linearen Modells der Lästigkeit einschränkt. Die in Abschnitt 6.2 gezeigte Berechnung des maximalen Bestimmtheitsmaßes R^2 für das transiente Geräusch bestätigt dies. Das deutet auf mehrere mögliche Ursachen im Hörversuch hin:

1. Nicht ausreichend zuordenbare Benennung der Skalenendpunkte
2. Voneinander abweichende Bewertungskriterien für Produktkombinationen
3. Abweichende, zeitlich abhängige Wahrnehmung der Geräusche

Die Endpunkte des jeweiligen Schieberegler im *Direktvergleich* wurden, wie in Abschnitt 4.2.1 erklärt, mit „wenig störend“ und „sehr störend“ bezeichnet. Eine falsche Assoziation dieser beiden Bezeichnungen zum Attribut Lästigkeit, könnte hier bei den betreffenden Produktkombinationen zu erheblichen Unterschieden in der Bewertung geführt haben. In zukünftigen Hörversuchen wäre eine Untersuchung der Auswirkung von verschiedenen Bezeichnungen der Endpunkte und deren Auswirkungen in Hinblick auf die Bewertung von Haushaltsgeräten sinnvoll.

Die Untersuchung der Bewertungskriterien ist im Unterschied dazu ungleich aufwendiger. Zusätzlich zu den jeweils eigenen Kriterien jeder Testperson können nicht-akustische Einflüsse das subjektive Empfinden in dem Moment des Hörversuchs ebenfalls mit beeinflussen [2]. Diese Einflüsse sind schwer erfassbar.

Vor allem beim transienten Teilgeräusch wurden bei der Auswertung des Haupthörversuchs bei den Geräuschen *High-End Erdbeeren* und *Low-End Erdbeeren* erhebliche Streuungen der Bewertungen festgestellt (siehe Abbildung 5.6).

Dies könnte an den Geräuschaufnahmen an sich liegen, da die Verarbeitung der Rezepte durch die drei Blender nicht auf die selbe Weise erfolgte. Ausserdem war die Zeitdauer der transienten Geräusche dadurch unterschiedlich. Es ist daher nicht auszuschließen, dass nur gewisse Teilbereiche der transienten Geräusche von den Versuchspersonen bewertet wurden. In Abbildung 7.1 sind zur Anschauung dieses Umstandes die zeitlichen Verläufe

7. Interpretation, Zusammenfassung & Ausblick

dreier transienter Geräusche von Blendern als Trajektorien in Abhängigkeit dreier psychoakustischer Parameter dargestellt. Die Punkte markieren jeweils einen Zustand im Abstand von 10 ms und werden mit Fortdauer des Geräusches kleiner. Der Verlauf der Kurven ist dementsprechend zu lesen. Es wurden dazu drei im Hörversuch sehr unter-

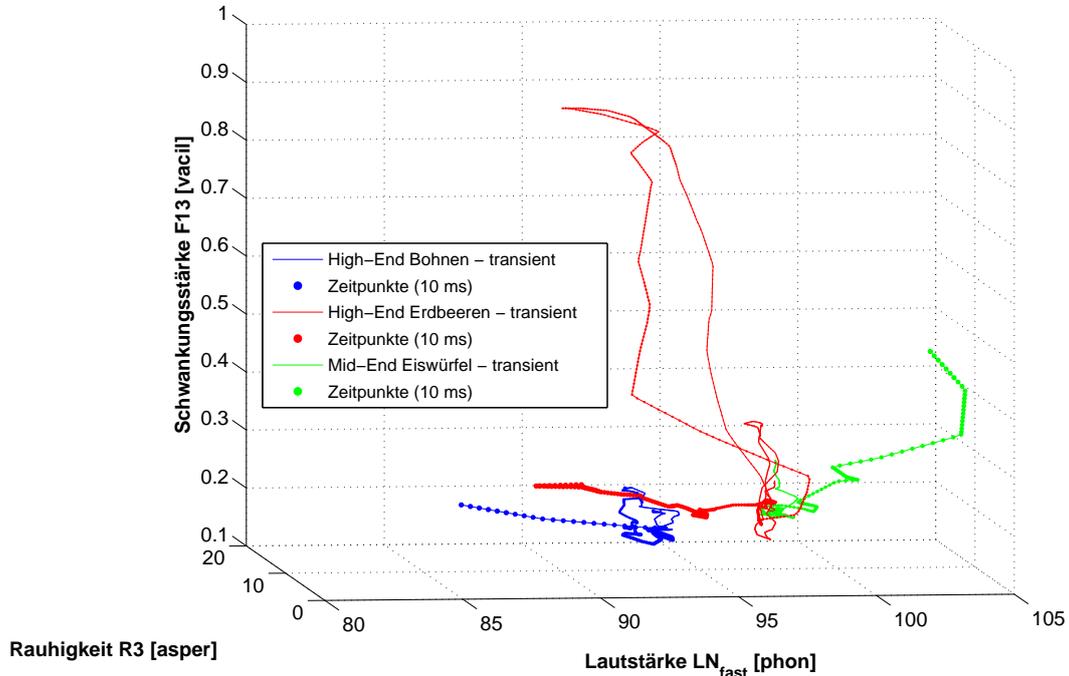


Abbildung 7.1.: Zeitlicher Verlauf dreier Produktkombinationen in Abhängigkeit von 3 psychoakustischen Parametern

schiedlich bewertete Geräusche gewählt. Bei allen drei Produktkombinationen grenzt sich der Einschwingvorgang vom quasi-stationären Zustand nach einigen wenigen 100 ms ab. *High-End Bohnen* wurde im Hörversuch als am wenigsten störende Produktkombination bewertet. *Mid-End Eiswürfel* war dagegen eines der beiden am meisten störend bewerteten Geräusche. Die Unterschiede im zeitlichen Verlauf der jeweiligen objektiv ermittelten Parameter sind klar ersichtlich. Besonders interessant ist jedoch der Verlauf der Kombination *High-End Erdbeeren*. Beim Zerhacken des Rezepts wurde die Smoothie-Mischung offensichtlich 2-mal vom Schneidwerk des Blenders verarbeitet. Es fanden sozusagen zwei Einschwingvorgänge statt. Dieser Umstand dürfte auch für die unterschiedlichen Bewertungen dieses Geräusches verantwortlich sein.

Zur besseren vergleichenden Bewertung im Hörversuch wären daher grundsätzlich zeitlich gleich verlaufende Zerhackvorgänge wünschenswert. Allerdings wäre dadurch die in Abschnitt 3 geforderte Realitätsnähe in gewisser Weise verfälscht. Für eine bessere Bewertung von transienten Vorgängen bei Blendern in Kombination mit Rezepten wären daher zusätzliche Untersuchungen notwendig.

7.1.2. Interpretation der Lästigkeitsmodelle

Die in Kapitel 6 berechneten Lästigkeitmodelle zeigten, dass ein linearer Zusammenhang zwischen objektiven psychoakustischen Empfindungsgrößen und subjektiven Bewertungen von Blendern, wie in Abbildung 2.1 dargestellt, herstellbar ist. Die Schwächen der Modelle bei der Validierung in Abschnitt 6.4 wurden hauptsächlich durch die teilweise starken Streuungen der Bewertungen verursacht, die den berechneten MSE für einzelne Produktkombinationen erhöhten. Für zwischen den Eckpunkten der Modelle berechnete Werte funktionieren die Modelle gut. Außerhalb der zur Modellbildung herangezogenen Werte ist allerdings eine Vorhersage relativ stark fehlerbehaftet. Die Modelle sind daher in dieser Form nur für die in dieser Diplomarbeit vermessenen Blender bzw. Produktkombinationen gültig. Eine abschließende Gültigkeit der Modelle müsste daher in einer weitergehenden Überprüfung mit weiteren Blendern und Rezepten durchgeführt werden.

Weitere Vorschläge, vorallem in Hinblick auf andere Arten von Modellen werden Abschnitt 7.3 gegeben.

7.2. Zusammenfassung

Zusammengefasst konnten folgende Punkte im Zuge dieser Diplomarbeit gezeigt werden:

1. Es wurde eine Reihung nach der Lästigkeit für Produktkombinationen aus Blendern und verschiedenen Rezepten aus dem Hörversuch ermittelt und statistisch verifiziert
2. Das Modell der Lästigkeit für Blender ergab einen guten linearen Zusammenhang zwischen subjektiven Bewertungen und objektiven Parametern
3. Es konnten unterschiedliche Reihungen und Modelle der Lästigkeitsempfindung der beiden untersuchten Teilgeräusche gezeigt werden

7.3. Ausblick

Um die in dieser Arbeit gezeigten Modelle in Zukunft für die Evaluierung der Lästigkeit in der Produktentwicklung einsetzen zu können, sind weitere Maßnahmen erforderlich, die nachfolgend angesprochen werden. Weiters wird ein Ausblick auf die auf dieser Arbeit aufbauenden Möglichkeiten zum *Lästigkeitsoptimierten Produktdesign* gegeben.

Ein erster wichtiger Schritt zur Erweiterung der in dieser Arbeit vorgestellten Lästigkeitsmodelle ist die objektive Vermessung und subjektive Evaluierung (mittels Hörversuch) weiterer Blender und Rezepturen. Zuvor wäre die Untersuchung der in Abschnitt 7.1.1 diskutierten Aspekte bezüglich des Einschaltvorgangs (= transientes Geräusch) empfehlenswert, um für dieses Teilgeräusch größere Schwankungen der Bewertungen zu verhindern.

Eine zusätzliche Erweiterung des Modells auf weitere Klassen von Küchengeräten (z.B. Stabblender) kann zugleich eine weitere Verifizierung als auch eine gültige Verallgemeinerung des Lästigkeitbegriffs für Küchengeräte ermöglichen. Zur Ermittlung von Fluk-

7. Interpretation, Zusammenfassung & Ausblick

tuationen in der Lästigkeit (z.B. durch Fertigungstoleranzen) ist weiters die Vermessung mehrerer Geräte desselben Typs (also z.B. fünf Blender HR1720) empfehlenswert.

Weiters ist eine Ausweitung des Lästigkeitsmodells durch Erfassung von weiteren psychoakustischen Empfindungsgrößen (durch neuere psychoakustische Ansätze zu Empfindungsgrößen), wie z.B. *Pitch Strength* oder *Dynamic Loudness Model (DLM)* [10] sinnvoll. Mit solchen Parametern könnte das Lästigkeitsmodell die Empfindung der Anwender von Haushaltsgeräten noch besser nachbilden.

Die Geräuschaufnahmen der Blender wurden jeweils auf der höchsten zur Verfügung stehenden Leistungsstufe durchgeführt. Da nicht alle Blender mit gleich starken Motorleistungen ausgestattet sind, ist daher in Zukunft auch eine Untersuchung der Lästigkeit bei konstanter Wattleistung oder Drehmomentleistung der Motoren denkbar.

In dieser Arbeit wurde eventuell vorhandenen geschlechtsspezifischen Unterschieden keine Aufmerksamkeit geschenkt, zumal beim Hauptversuch in erster Linie weibliche Versuchspersonen aus dem Testpool bei Philips zum Einsatz kamen. Eine Ausweitung der getroffenen Modelle oder Reihungen in Richtung geschlechtsspezifischer Lästigkeitsempfindung kann bei entsprechenden Resultaten weitere interessante Perspektiven eröffnen.

Abschließend wird vorgeschlagen, in Zukunft eine Modellierung für weitere Attribute (z.B. *kraftvoll*) durchzuführen. Dazu müsste allerdings vorher eine Definition des Begriffs Qualität, im Kontext einer *Product-Sound Quality* seitens *Philips* erstellt werden, damit diese in Zukunft berücksichtigt werden kann. Die diesbezügliche Vorgehensweise wird in [13] ausführlich diskutiert.

Mit den in dieser Diplomarbeit gezeigten und diesem Abschnitt erörterten zusätzlichen Maßnahmen, ist somit in Zukunft eine psychoakustische Evaluierung bereits in der Planungsphase von Haushaltsgeräten möglich.

A. Anhang - Hörversuchsstatistik

Bei allen nachfolgenden Tabellen gilt:

- V1 = High-End Bohnen
- V2 = High-End Erdbeeren
- V3 = High-End Eiswürfel
- V4 = Mid-End Bohnen
- V5 = Mid-End Erdbeeren
- V6 = Mid-End Eiswürfel
- V7 = Low-End Bohnen
- V8 = Low-End Erdbeeren
- V9 = Low-End Eiswürfel
- V10 = Mid-End Erdbeeren

Sämtliche in diesem Anhangkapitel aufgelisteten statistischen Berechnungen wurden mit Hilfe der Software SPSS[®] erstellt.

A.1. Vorversuch, Kolmogorov-Smirnov Test

Kolmogorov-Smirnov Tests für Bewertungen des Vorversuchs für das stationäre (oben) und transiente (unten) Geräusch. Die gelbe markierte Zeile stellt die absoluten Abweichungen von der Normalverteilung dar und die grün markierte Zeile die Signifikanz der Abweichung. Links darunter befindet sich jeweils der (aus der vorgegebenen Tabelle für den KS-Test mit der Anzahl von Datensätzen angegebene) kritische Wert, der nicht überschritten werden darf.

A. Anhang - Hörversuchsstatistik

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		\1	\2	\3	\4	\5	\6	\7	\8	\9	\10
N		7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	5,781188	8,268600	8,107643	4,538729	3,515086	10,197686	8,517614	2,398400	8,864700	3,686129
	Std. Deviation	2,2600477	1,4886722	1,2829906	1,5869085	1,0541541	,3663216	1,5020125	,4885136	1,2233423	,6417440
Most Extreme Differences	Absolute	,174	,206	,198	,139	,149	,156	,260	,218	,148	,197
	Positive	,140	,163	,198	,139	,130	,145	,243	,218	,148	,135
	Negative	-,174	-,206	-,148	-,113	-,149	-,156	-,260	-,153	-,120	-,197
Kolmogorov-Smirnov Z		,461	,546	,524	,368	,394	,412	,689	,577	,391	,522
Asymp. Sig. (2-tailed)		,984	,927	,947	,999	,998	,996	,730	,894	,998	,948

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

KS Tabelle:

N=7; 0,483

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		\1	\2	\3	\4	\5	\6	\7	\8	\9	\10
N		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	2,579233	4,431150	9,582750	3,450850	5,825600	10,515850	8,031400	4,888414	10,686033	6,031466
	Std. Deviation	1,3356504	2,4464640	1,5204202	1,6072473	2,7216021	,5442212	1,8807319	1,9833601	,5034616	3,1546108
Most Extreme Differences	Absolute	,218	,178	,256	,161	,288	,212	,150	,195	,331	,236
	Positive	,218	,178	,176	,157	,214	,187	,145	,122	,266	,219
	Negative	-,179	-,135	-,256	-,161	-,288	-,212	-,150	-,195	-,331	-,236
Kolmogorov-Smirnov Z		,533	,436	,627	,395	,706	,519	,368	,479	,811	,578
Asymp. Sig. (2-tailed)		,939	,991	,827	,998	,701	,951	,999	,976	,527	,892

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

KS Tabelle:

N=6; 0,519

A.2. Vorversuch, T-Tests

T-Tests zwischen den verschiedenen Produktkombinationen für das stationäre und transiente Geräusch. Die Paarungen, deren T-Test keine signifikante Unterscheidung ermitteln konnte, sind **Rot** markiert. Die Überprüfung der identischen Geräuschaufnahme ist **Türkis** markiert.

A. Anhang - Hörversuchsstatistik

Paired Samples T-Test

Stationär	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
				95% Confidence Interval of the Difference				
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1 V1 - V2	-2,4874143	1,6875009	,6378154	-4,0480923	-,9267363	-3,900	6	,008
Pair 2 V1 - V3	-2,3264571	1,4078624	,5321220	-3,6285127	-1,0244016	-4,372	6	,005
Pair 3 V1 - V4	1,2424571	2,5392953	,9597634	-1,1059993	3,5909136	1,295	6	,243
Pair 4 V1 - V5	2,2661000	2,2487083	,8499318	-,1863917	4,3458083	2,666	6	,037
Pair 5 V1 - V6	-4,4165000	2,2072893	,8342769	-6,4579021	-2,3750979	-5,294	6	,002
Pair 6 V1 - V7	-2,7364286	1,4013364	,5296554	-4,0324486	-1,4404085	-5,166	6	,002
Pair 7 V1 - V8	3,3827857	2,2098999	,8352637	1,3389692	5,4266023	4,050	6	,007
Pair 8 V1 - V9	-3,0835143	2,0785705	,7856258	-5,0058713	-1,1611572	-3,925	6	,008
Pair 9 V1 - V10	2,0950571	2,0972171	,7926736	-,1554548	4,0346595	2,643	6	,038
Pair 10 V2 - V3	-,1609571	,8117913	,3068283	-,5898246	-,9117389	,525	6	,619
Pair 11 V2 - V4	3,7298714	2,4710401	,9339654	1,4445405	6,0152024	3,994	6	,007
Pair 12 V2 - V5	4,7535143	1,5935378	,6023007	3,2797376	6,2272910	7,892	6	,000
Pair 13 V2 - V6	-1,9290857	1,2689234	,4796080	-3,1026441	-,7555273	-4,022	6	,007
Pair 14 V2 - V7	-,2490143	,8689036	,3284147	-1,0526160	-,5545875	-,758	6	,477
Pair 15 V2 - V8	5,8702000	1,6169790	,6111606	4,3747438	7,3656562	9,605	6	,000
Pair 16 V2 - V9	-,5961000	,8996247	,3400262	-1,4281141	-,2359141	-1,753	6	,130
Pair 17 V2 - V10	4,5824714	1,5710549	,5938030	3,1294879	6,0354549	7,717	6	,000
Pair 18 V3 - V4	3,5689143	2,1088975	,7970883	1,6185094	5,5193192	4,477	6	,004
Pair 19 V3 - V5	4,5925571	1,0240587	,3870578	3,6454608	5,5396535	11,865	6	,000
Pair 20 V3 - V6	-2,0900429	1,1057013	,4179158	-3,1126460	-1,0674397	-5,001	6	,002
Pair 21 V3 - V7	-,4099714	,8919949	,3371424	-1,2349291	-,4149863	-1,216	6	,270
Pair 22 V3 - V8	5,7092429	1,4567268	,5505910	4,3619953	7,0564905	10,369	6	,000
Pair 23 V3 - V9	-,7570571	1,1122434	,4203885	-1,7857107	-,2715964	-1,801	6	,122
Pair 24 V3 - V10	4,4215143	1,1447471	,4326737	3,3627998	5,4802288	10,219	6	,000
Pair 25 V4 - V5	1,0236429	1,9870477	,7510334	-,8140698	2,8613555	1,363	6	,222
Pair 26 V4 - V6	-5,6589571	1,5979827	,6039807	-7,1368446	-4,1810696	-9,369	6	,000
Pair 27 V4 - V7	-3,9788857	2,4583869	,9291829	-6,2525144	-1,7052570	-4,282	6	,005
Pair 28 V4 - V8	2,1403286	1,4927119	,5641921	-,7598003	3,5208569	3,794	6	,009
Pair 29 V4 - V9	-4,3259714	2,4867495	,9399030	-6,6258311	-2,0261118	-4,603	6	,004
Pair 30 V4 - V10	-,8526000	1,3587038	,5135418	-,4039914	2,1091914	1,660	6	,148
Pair 31 V5 - V6	-6,6826000	,9844840	,3721000	-7,5930958	-5,7721042	-17,959	6	,000
Pair 32 V5 - V7	-5,0025286	1,6785042	,6344149	-6,5548860	-3,4501711	-7,885	6	,000
Pair 33 V5 - V8	1,1166857	1,3553456	,5122725	-,1367999	2,3701714	2,180	6	,072
Pair 34 V5 - V9	-5,3496143	1,4957600	,5653441	-6,7329616	-3,9662670	-9,463	6	,000
Pair 35 V5 - V10	-,1710429	,7981323	,3016656	-,9091921	-,5671064	-,567	6	,591
Pair 36 V6 - V7	1,6800714	1,4201016	,5367480	-,3666965	2,9934464	3,130	6	,020
Pair 37 V6 - V8	7,7992857	,7394333	,2794795	7,1154239	8,4831475	27,906	6	,000
Pair 38 V6 - V9	1,3329857	1,1458708	,4330985	-,2732319	2,3927395	3,078	6	,022
Pair 39 V6 - V10	6,5115571	,6794750	,2568174	5,8831476	7,1399667	25,355	6	,000
Pair 40 V7 - V8	6,1192143	1,5469144	,5846787	4,6885571	7,5498715	10,466	6	,000
Pair 41 V7 - V9	-,3470857	,7865953	,2973051	-1,0745650	-,3803936	-1,167	6	,287
Pair 42 V7 - V10	4,8314857	1,6384388	,6192717	3,3161826	6,3467889	7,802	6	,000
Pair 43 V8 - V9	-6,4663000	1,2987321	,4908746	-7,6674269	-5,2651731	-13,173	6	,000
Pair 44 V8 - V10	-1,2877286	,7257787	,2743186	-1,9589619	-,6164952	-4,694	6	,003
Pair 45 V9 - V10	5,1785714	1,4727261	,5666381	3,8165270	6,5406159	9,303	6	,000

A. Anhang - Hörversuchsstatistik

Paired Samples T-Test

Transient	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
				95% Confidence Interval of the Difference				
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper			
Pair 1 V1 - V2	-1,8519167	1,7055447	,6962857	-3,6417761	-,0620572	-2,660	5	,045
Pair 2 V1 - V3	-7,0035167	1,5595266	,6366741	-8,6401395	-5,3668938	-11,000	5	,000
Pair 3 V1 - V4	-,8716167	1,3498632	,5510793	-2,2882112	-,5449779	-1,582	5	,175
Pair 4 V1 - V5	-3,2463667	1,8854323	,7697245	-5,2250065	-1,2677268	-4,218	5	,008
Pair 5 V1 - V6	-7,9366167	1,2826226	,5236285	-9,2826465	-6,5905868	-15,157	5	,000
Pair 6 V1 - V7	-5,4521667	1,3279189	,5421206	-6,8457321	-4,0586012	-10,057	5	,000
Pair 7 V1 - V8	-2,3091802	1,2297350	,5020372	-3,5997080	-1,0186525	-4,600	5	,006
Pair 8 V1 - V9	-8,1067995	1,3479101	,5502820	-9,5213443	-6,6922546	-14,732	5	,000
Pair 9 V1 - V10	-3,4522331	2,1606063	,8820638	-5,7196503	-1,1848159	-3,914	5	,011
Pair 10 V2 - V3	-5,1516000	2,3077329	,9421280	-7,5734171	-2,7297829	-5,468	5	,003
Pair 11 V2 - V4	,9803000	2,0197951	,8245779	-1,1393449	3,0999449	1,189	5	,288
Pair 12 V2 - V5	-1,3944500	1,3780664	,5625933	-2,8406420	-,0517420	-2,479	5	,056
Pair 13 V2 - V6	-6,0847000	2,4651072	1,0063758	-8,6716713	-3,4977287	-6,046	5	,002
Pair 14 V2 - V7	-3,6002500	1,8359064	,7495056	-5,5269156	-1,6735844	-4,803	5	,005
Pair 15 V2 - V8	-,4572636	1,4078820	,5747654	-1,9347451	1,0202180	-,796	5	,462
Pair 16 V2 - V9	-6,2548828	2,4379880	,9953044	-8,8133943	-3,6963713	-6,284	5	,001
Pair 17 V2 - V10	-1,6003165	1,4400117	,5878823	-3,1115160	-,0891169	-2,722	5	,042
Pair 18 V3 - V4	6,1319000	2,5251954	1,0309067	3,4818699	8,7819301	5,948	5	,002
Pair 19 V3 - V5	3,7571500	3,1471663	1,2848252	,4544016	7,0598984	2,924	5	,033
Pair 20 V3 - V6	-,9331000	1,1568777	,4722934	-2,1471687	-,2809687	-1,976	5	,105
Pair 21 V3 - V7	1,5513500	1,1831653	,4830252	,3096941	2,7930059	3,212	5	,024
Pair 22 V3 - V8	4,6943364	2,3285083	,9506095	2,2507168	7,1379560	4,938	5	,004
Pair 23 V3 - V9	-1,1032828	1,0733278	,4381842	-2,2296712	-,0231056	-2,518	5	,053
Pair 24 V3 - V10	3,5512836	3,3797195	1,3797647	-,0044855	7,0980816	2,574	5	,050
Pair 25 V4 - V5	-2,3747500	1,5211617	,6210117	-3,9711113	-,7783887	-3,824	5	,012
Pair 26 V4 - V6	-7,0650000	1,9729064	,8054357	-9,1354383	-4,9945617	-8,772	5	,000
Pair 27 V4 - V7	-4,5805500	2,1298174	,8694943	-6,8156563	-2,3454437	-5,268	5	,003
Pair 28 V4 - V8	-1,4375636	1,7680612	,7218079	-3,2930300	-,4179028	-1,992	5	,103
Pair 29 V4 - V9	-7,2351828	1,9561670	,7986018	-9,2880542	-5,1823114	-9,060	5	,000
Pair 30 V4 - V10	-2,5806165	2,0408371	,8331683	-4,7223437	-,4388892	-3,097	5	,027
Pair 31 V5 - V6	-4,6902500	2,9021314	1,1847902	-7,7358502	-1,6446498	-3,959	5	,011
Pair 32 V5 - V7	-2,2058000	2,5744899	1,0510311	-4,9075615	-,4959615	-2,099	5	,090
Pair 33 V5 - V8	,9371864	1,4756927	,6024490	-,6114581	2,4858310	1,556	5	,181
Pair 34 V5 - V9	-4,8604328	2,9189338	1,1916497	-7,9236659	-1,7971997	-4,079	5	,010
Pair 35 V5 - V10	-,2058664	,6812189	,2781065	-,9207619	-,5090290	-,740	5	,492
Pair 36 V6 - V7	2,4844500	1,7683652	,7219321	-,6286645	4,3402355	3,441	5	,018
Pair 37 V6 - V8	5,6274364	1,9496553	,7959434	3,5813987	7,6734742	7,070	5	,001
Pair 38 V6 - V9	-,1701828	,2331896	,0951993	-,4149003	-,0745347	-1,788	5	,134
Pair 39 V6 - V10	4,4843836	3,2753353	1,3371500	1,0471300	7,9216371	3,354	5	,020
Pair 40 V7 - V8	3,1429864	2,2439357	,9160829	,7881203	5,4978525	3,431	5	,019
Pair 41 V7 - V9	-2,6546328	1,6925437	,6909781	-4,4308484	-,8784172	-3,842	5	,012
Pair 42 V7 - V10	1,9999336	2,6614562	1,0865350	-,7930935	4,7929606	1,841	5	,125
Pair 43 V8 - V9	-5,7976192	2,0496158	,8367522	-7,9485592	-3,6466793	-6,929	5	,001
Pair 44 V8 - V10	-1,1430529	1,7560808	,7169170	-2,9859467	-,6998409	-1,594	5	,172
Pair 45 V9 - V10	4,6545664	3,3001329	1,3472736	1,1912893	8,1178434	3,455	5	,018

A.3. Hauptversuch, Shapiro-Wilk Test

Kolmogorov-Smirnov Tests (mit Lilliefors Anpassung) und Shapiro-Wilk Tests für die Bewertungen des Haupthörversuchs. Die rot markierten Bereiche stellen die Produktkombinationen dar, die mit allen 40 Bewertungen *keine Normalverteilung* besitzen.

Tests of Normality						
Stationär	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
V1	,095	40	,200*	,979	40	,668
V2	,089	40	,200*	,975	40	,523
V3	,102	40	,200*	,968	40	,301
V4	,072	40	,200*	,977	40	,568
V5	,096	40	,200*	,972	40	,429
V6	,214	40	,000	,770	40	,000
V7	,080	40	,200*	,981	40	,741
V8	,188	40	,001	,827	40	,000
V9	,119	40	,164	,943	40	,043
V10	,097	40	,200*	,970	40	,361
a. Lilliefors Significance Correction						
*. This is a lower bound of the true significance.						
Tests of Normality						
Transient	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
V1	,189	40	,001	,796	40	,000
V2	,104	40	,200*	,961	40	,175
V3	,145	40	,034	,928	40	,013
V4	,100	40	,200*	,947	40	,059
V5	,083	40	,200*	,983	40	,793
V6	,180	40	,002	,835	40	,000
V7	,107	40	,200*	,963	40	,214
V8	,116	40	,190	,962	40	,194
V9	,184	40	,002	,804	40	,000
V10	,082	40	,200*	,981	40	,739
a. Lilliefors Significance Correction						
*. This is a lower bound of the true significance.						

A.4. Hauptversuch, T-Tests

T-Tests zwischen den verschiedenen Produktkombinationen für das stationäre und transiente Geräusch. Die Paarungen, deren T-Test keine signifikante Unterscheidung ermitteln konnte, sind **Rot** markiert. Die Überprüfung der identischen Geräuschaufnahme ist **Türkis** markiert.

Hinweis: Für den stationären Teil wurde bereits vor Berechnung des T-Tests eine Versuchsperson eliminiert, weshalb hier $df = 38$ ist.

A. Anhang - Hörversuchsstatistik

Paired Samples T-Test

Stationär	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)	
				95% Confidence Interval of the Difference					
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper				
Pair 1	V1 - V2	-3,8739697	2,3732692	,3800272	-4,6432946	-3,1046449	-10,194	38	,000
Pair 2	V1 - V3	-4,2536630	2,3430425	,3751871	-5,0131895	-3,4941365	-11,337	38	,000
Pair 3	V1 - V4	,3564561	1,4160105	,2267431	-,1025614	,8154736	1,572	38	,124
Pair 4	V1 - V5	,9271978	2,3264981	,3725378	-,1730344	1,6813612	2,489	38	,017
Pair 5	V1 - V6	-5,5402929	2,2976142	,3679127	-6,2850933	-4,7954926	-15,059	38	,000
Pair 6	V1 - V7	-3,7280219	2,3508878	,3764433	-4,4900916	-2,9659523	-9,903	38	,000
Pair 7	V1 - V8	2,2075321	1,8644704	,2985542	1,6031407	2,8119235	7,394	38	,000
Pair 8	V1 - V9	-4,2720925	2,3962606	,3837088	-5,0488703	-3,4953147	-11,134	38	,000
Pair 9	V1 - V10	1,2596154	2,1312894	,3412794	-,5687313	1,9504995	3,691	38	,001
Pair 10	V2 - V3	-,3796933	1,2833426	,2054993	-,7957048	-,0363183	-1,848	38	,072
Pair 11	V2 - V4	4,2304258	2,0619297	,3301730	3,5620255	4,8988261	12,813	38	,000
Pair 12	V2 - V5	4,8011675	1,8239495	,2920657	4,2099115	5,3924236	16,439	38	,000
Pair 13	V2 - V6	-1,6663232	1,3760054	,2203372	-2,1123725	-1,2202738	-7,563	38	,000
Pair 14	V2 - V7	-,1459478	1,5818585	,2533001	-,3668314	,6587270	,576	38	,568
Pair 15	V2 - V8	6,0815018	1,9721480	,3157964	5,4422054	6,7207983	19,258	38	,000
Pair 16	V2 - V9	-,3981228	2,1092060	,3377433	-1,0818483	-,2856027	-1,179	38	,246
Pair 17	V2 - V10	5,1335851	1,9557534	,3131712	4,4996032	5,7675670	16,392	38	,000
Pair 18	V3 - V4	4,6101191	2,1423787	,3430551	3,9156403	5,3045979	13,438	38	,000
Pair 19	V3 - V5	5,1808608	1,8839191	,3016685	4,5701649	5,7915568	17,174	38	,000
Pair 20	V3 - V6	-1,2866299	1,5230954	,2438905	-1,7803603	-,7928995	-5,275	38	,000
Pair 21	V3 - V7	-,5256411	1,6313030	,2612175	-,0031662	1,0544483	2,012	38	,051
Pair 22	V3 - V8	6,4611951	2,0314695	,3252955	5,8026689	7,1197213	19,863	38	,000
Pair 23	V3 - V9	-,0184295	1,9619730	,3141671	-,6544275	-,6175686	-,059	38	,954
Pair 24	V3 - V10	5,5132784	1,8885841	,3024155	4,9010703	6,1254865	18,231	38	,000
Pair 25	V4 - V5	-,5707417	2,0135407	,3224246	-,0819727	1,2234561	1,770	38	,085
Pair 26	V4 - V6	-5,8967490	2,0660718	,3308363	-6,5664920	-5,2270060	-17,824	38	,000
Pair 27	V4 - V7	-4,0844780	2,1389984	,3425139	-4,7778611	-3,3910950	-11,925	38	,000
Pair 28	V4 - V8	1,8510760	1,6532950	,2647391	1,3151398	2,3870122	6,992	38	,000
Pair 29	V4 - V9	-4,6285486	2,3057782	,3692200	-5,3759954	-3,8811017	-12,536	38	,000
Pair 30	V4 - V10	,9031593	1,8322102	,2933884	-,3092255	1,4970932	3,078	38	,004
Pair 31	V5 - V6	-6,4674907	2,0695102	,3313869	-7,1383483	-5,7966331	-19,516	38	,000
Pair 32	V5 - V7	-4,6552197	1,7888124	,2864392	-5,2350856	-4,0753539	-16,252	38	,000
Pair 33	V5 - V8	1,2803343	1,3430243	,2150560	-,8449762	1,7156924	5,953	38	,000
Pair 34	V5 - V9	-5,1992903	1,9906690	,3187621	-5,8445905	-4,5539901	-16,311	38	,000
Pair 35	V5 - V10	-,3324176	1,8425556	,31349169	-,0592927	1,6055425	2,464	38	,018
Pair 36	V6 - V7	1,8122710	1,5350539	,2458054	1,3146641	2,3098779	7,373	38	,000
Pair 37	V6 - V8	7,7478250	2,1666621	,3469436	7,0454744	8,4501756	22,332	38	,000
Pair 38	V6 - V9	1,2682004	1,7131666	,2743262	-,7128561	1,8235448	4,623	38	,000
Pair 39	V6 - V10	6,7999083	2,1461602	,3436607	6,1042037	7,4956130	19,787	38	,000
Pair 40	V7 - V8	5,9355540	1,8046519	,2889756	5,3505536	6,5205545	20,540	38	,000
Pair 41	V7 - V9	-,5440706	1,4508554	,2323228	-1,0143835	-,0737576	-2,342	38	,025
Pair 42	V7 - V10	4,9876373	1,8571859	,2973878	4,3856073	5,5896674	16,771	38	,000
Pair 43	V8 - V9	-6,4796246	2,1524288	,3446644	-7,1773613	-5,7818879	-18,800	38	,000
Pair 44	V8 - V10	-,9479167	1,2043543	,1928510	-1,3383232	-,5575102	-4,915	38	,000
Pair 45	V9 - V10	5,5317079	2,0616720	,3301317	4,8633911	6,2000247	16,756	38	,000

A. Anhang - Hörversuchsstatistik

Paired Samples T-Test

Transient	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)	
				95% Confidence Interval of the Difference					
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	Lower	Upper				
Pair 1	V1 - V2	-2,8364956	2,7284393	,4314041	-3,7090928	-1,9638984	-6,575	39	,000
Pair 2	V1 - V3	-6,4545759	2,2762224	,3599024	-7,1825472	-5,7266047	-17,934	39	,000
Pair 3	V1 - V4	-1,1786831	2,2275854	,3522122	-1,8910994	-,4662667	-3,347	39	,002
Pair 4	V1 - V5	-3,6140625	2,2774527	,3600969	-4,3424272	-2,8856978	-10,036	39	,000
Pair 5	V1 - V6	-7,1262277	2,6383460	,4171591	-7,9700117	-6,2824437	-17,083	39	,000
Pair 6	V1 - V7	-4,4489955	2,4211640	,3828196	-5,2233213	-3,6746697	-11,622	39	,000
Pair 7	V1 - V8	-2,8771206	3,2668271	,5165307	-3,9219026	-1,8323386	-5,570	39	,000
Pair 8	V1 - V9	-7,1305804	2,3470938	,3711081	-7,8812175	-6,3799434	-19,214	39	,000
Pair 9	V1 - V10	-3,5918527	2,6731551	,4226629	-4,4467692	-2,7369362	-8,498	39	,000
Pair 10	V2 - V3	-3,6180803	2,5514111	,4034135	-4,4340612	-2,8020995	-8,969	39	,000
Pair 11	V2 - V4	1,6578125	3,0858554	,4879166	,6709081	2,6447170	3,398	39	,002
Pair 12	V2 - V5	-,7775670	2,3398021	,3699552	-1,5258720	-,0292619	-2,102	39	,042
Pair 13	V2 - V6	-4,2897321	2,8178771	,4455455	-5,1909329	-3,3885313	-9,628	39	,000
Pair 14	V2 - V7	-1,6124999	3,1253628	,4941632	-2,6120394	-,6129604	-3,263	39	,002
Pair 15	V2 - V8	-,0406250	4,3961006	,6950845	-1,4465662	1,3653162	-,058	39	,954
Pair 16	V2 - V9	-4,2940848	3,1436140	,4970490	-5,2994614	-3,2887083	-8,639	39	,000
Pair 17	V2 - V10	-,7553571	2,3470590	,3711026	-1,5059830	-,0047312	-2,035	39	,049
Pair 18	V3 - V4	5,2758929	2,1192974	,3350903	4,5981087	5,9536770	15,745	39	,000
Pair 19	V3 - V5	2,8405134	2,1186305	,3349849	2,1629425	3,5180843	8,480	39	,000
Pair 20	V3 - V6	-,6716518	1,4219979	,2248376	-1,1264288	-,2168748	-2,987	39	,005
Pair 21	V3 - V7	2,0055804	2,4385622	,3855705	1,2256904	2,7854704	5,202	39	,000
Pair 22	V3 - V8	3,5774553	3,2264969	,5101540	2,5455716	4,6093391	7,013	39	,000
Pair 23	V3 - V9	-,6760045	1,7625480	,2786833	-1,2396947	-,1123143	-2,426	39	,020
Pair 24	V3 - V10	2,8627232	2,2633261	,3578633	2,1388764	3,5865700	7,999	39	,000
Pair 25	V4 - V5	-2,4353795	2,1400943	,3383786	-3,1198149	-1,7509441	-7,197	39	,000
Pair 26	V4 - V6	-5,9475447	2,3172709	,3663927	-6,6886438	-5,2064455	-16,233	39	,000
Pair 27	V4 - V7	-3,2703125	1,9062432	,3014035	-3,8799586	-2,6606663	-10,850	39	,000
Pair 28	V4 - V8	-1,6984375	3,1551862	,4988787	-2,7075150	-,6893600	-3,405	39	,002
Pair 29	V4 - V9	-5,9518974	2,3030102	,3641379	-6,6884358	-5,2153590	-16,345	39	,000
Pair 30	V4 - V10	-2,4131696	2,2797743	,3604640	-3,1422768	-1,6840624	-6,695	39	,000
Pair 31	V5 - V6	-3,5121652	2,2762809	,3599116	-4,2401551	-2,7841752	-9,758	39	,000
Pair 32	V5 - V7	-,8349330	2,2564199	,3567713	-1,5565710	-,1132949	-2,340	39	,024
Pair 33	V5 - V8	,7369420	3,2026125	,5063775	-,2873032	1,7611871	1,455	39	,154
Pair 34	V5 - V9	-3,5165179	2,2420228	,3544949	-4,2335516	-2,7994842	-9,920	39	,000
Pair 35	V5 - V10	,0222099	1,4521930	,2296119	-,4422240	,4866437	,097	39	,923
Pair 36	V6 - V7	2,6772322	2,3232374	,3673361	1,9342248	3,4202396	7,288	39	,000
Pair 37	V6 - V8	4,2491071	2,7846315	,4402889	3,3585388	5,1396755	9,651	39	,000
Pair 38	V6 - V9	-,0043527	1,5878556	,2510620	-,5121736	,5034681	-,017	39	,986
Pair 39	V6 - V10	3,5343750	2,2440671	,3548182	2,8166876	4,2520625	9,961	39	,000
Pair 40	V7 - V8	1,5718749	2,6841996	,4244092	,7134262	2,4303236	3,704	39	,001
Pair 41	V7 - V9	-2,6815849	2,3459485	,3709270	-3,4318556	-1,9313142	-7,229	39	,000
Pair 42	V7 - V10	,8571428	2,6937423	,4259181	-,0043578	1,7186434	2,012	39	,051
Pair 43	V8 - V9	-4,2534599	2,6767742	,4232352	-5,1095338	-3,3973859	-10,050	39	,000
Pair 44	V8 - V10	-,7147321	3,3640749	,5319069	-1,7906155	,3611512	-1,344	39	,187
Pair 45	V9 - V10	3,5387277	2,4875729	,3933198	2,7431633	4,3342922	8,997	39	,000

B. Anhang - Parameterberechnungen

Tabellen der berechneten psychoakustischen Parameter für stationäre und transiente Geräuschaufnahmen des Messmikrofons. Mit diesen Werten wurden die Berechnungen in Kapitel 6 durchgeführt.

B.1. Stationäre Geräuschparameter

B. Anhang - Parameterberechnungen

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
1 dBA	76,97836529	81,83791633	81,30515334	78,64559038	80,57490555	82,26001041	83,35411004	76,51626804	82,39970046
2 dBA_fast_median	76,88151412	81,89340795	81,27415277	78,60850041	80,62080721	82,03680481	83,28429772	76,50916461	82,21986438
3 dBA_fast_prct90	77,52326882	82,16086591	81,91700360	79,13409701	81,05866750	83,99396231	84,20276273	76,84835463	83,40485040
4 dBA_imp_median	76,98189849	81,79071328	80,99133805	78,59051531	80,57583527	81,93257864	83,16425425	76,46960160	82,15755454
5 dBA_imp_prct90	77,66722848	82,36167911	82,60002590	79,33942587	81,43396887	83,84678294	84,54558502	77,08810549	83,59665934
6 dBA_slow_median	76,99040991	81,84929981	81,30463250	78,60258089	80,54267804	82,15989704	83,51844545	76,52194260	82,38240289
7 dBA_slow_prct90	77,20454901	82,02401478	81,59797336	78,81326264	80,83080001	83,39705586	83,69990205	76,55680590	82,66527196
8 F1_median	0,17542849	0,25452281	0,28887073	0,19266551	0,20641425	0,26111470	0,23998429	0,15088607	0,27727120
9 F1_mean	0,16984236	0,25571249	0,29122621	0,19258592	0,20063776	0,28454680	0,26537435	0,15063002	0,25473579
10 F1_var	0,00018716	0,00021252	0,00216499	0,00048208	0,00032888	0,00667109	0,00237206	0,00023946	0,00192148
11 F1_prct90	0,18257342	0,27441335	0,35608065	0,22331913	0,22298345	0,40315356	0,34725307	0,17111946	0,30067857
12 F2_median	0,08397736	0,12618769	0,14789366	0,09129589	0,10225113	0,13283889	0,11935988	0,06849597	0,15120000
13 F2_mean	0,08141617	0,12547361	0,14911337	0,09409399	0,10020646	0,15001781	0,13147592	0,06719761	0,13475282
14 F2_var	0,00004727	0,00010491	0,00062981	0,00017698	0,00011746	0,00301596	0,00078664	0,00005659	0,00095012
15 F2_prct90	0,08795592	0,13965138	0,18605291	0,11342031	0,11369133	0,23232287	0,17871311	0,07666355	0,16640150
16 F3_median	0,04100436	0,07861221	0,07976158	0,04639281	0,05307203	0,07019026	0,06369070	0,03216006	0,08956878
17 F3_mean	0,03980576	0,07490401	0,08075714	0,04884101	0,05271136	0,08209239	0,06737986	0,03070691	0,07892653
18 F3_var	0,00001199	0,00010619	0,00018753	0,00007313	0,00003868	0,00139468	0,00025820	0,00001484	0,00058888
19 F3_prct90	0,04286577	0,08807461	0,10078668	0,06156920	0,06049331	0,13952136	0,09357674	0,03523040	0,10386794
20 F4_median	0,17880481	0,24980496	0,30015946	0,19619978	0,21079011	0,27003295	0,24888055	0,15493445	0,27639938
21 F4_mean	0,17296815	0,25173606	0,30522154	0,19332922	0,20464173	0,29424357	0,28105594	0,15368924	0,25805741
22 F4_var	0,00020827	0,00023058	0,00251334	0,00045206	0,00036856	0,00687981	0,00322549	0,00025060	0,00150857
23 F4_prct90	0,18558741	0,27236926	0,37575952	0,22245046	0,22838559	0,41512374	0,37695544	0,17388640	0,30088043
24 F5_median	0,08596745	0,11984507	0,15284997	0,09241820	0,10449815	0,13476884	0,12177622	0,07057161	0,14361537
25 F5_mean	0,08299593	0,11840470	0,15676379	0,09352268	0,10201206	0,15347878	0,13936311	0,06891155	0,13146991
26 F5_var	0,00005267	0,00007155	0,00077917	0,00016297	0,00013583	0,00297792	0,00108854	0,00005986	0,00062445
27 F5_prct90	0,08946082	0,12897329	0,19835650	0,11200317	0,11686510	0,23555623	0,19578425	0,07831508	0,15715581
28 F6_median	0,04173347	0,06831551	0,08353295	0,04623636	0,05385159	0,07022728	0,06266649	0,03310036	0,08078514
29 F6_mean	0,04054607	0,06634557	0,08463713	0,04785020	0,05310726	0,08277484	0,07089886	0,03159260	0,07225601
30 F6_var	0,00001304	0,00005630	0,00024311	0,00006714	0,00004717	0,00131679	0,00035888	0,00001555	0,00032058
31 F6_prct90	0,04369925	0,07617920	0,10846592	0,06006515	0,06183235	0,13876615	0,10323552	0,03611907	0,09039760
32 F7_median	0,05096966	0,12124922	0,11764700	0,05996366	0,06205474	0,10937453	0,09815399	0,04873025	0,11757412
33 F7_mean	0,04748453	0,12311529	0,12977941	0,06035328	0,06374342	0,11844998	0,12351309	0,05090647	0,10097528
34 F7_var	0,00010835	0,00014358	0,00203278	0,00009575	0,00004726	0,00216221	0,00144293	0,00004148	0,00075724
35 F7_prct90	0,05911809	0,14173306	0,19050148	0,07492247	0,07438364	0,18410157	0,18739362	0,06160888	0,13390338
36 F8_median	0,02429071	0,04495907	0,05618108	0,02590290	0,02990997	0,05100955	0,04537159	0,02014991	0,06064954
37 F8_mean	0,02219913	0,04591496	0,06364695	0,02619953	0,03038835	0,05846191	0,05951810	0,02108257	0,05177173
38 F8_var	0,00002799	0,00002740	0,00060288	0,00002745	0,00002952	0,00070798	0,00049563	0,00000700	0,00034380
39 F8_prct90	0,02783780	0,05449183	0,09851573	0,03441592	0,03839664	0,09747001	0,09758454	0,02542855	0,07427702
40 F9_median	0,01169190	0,01690069	0,02781095	0,01127071	0,01494214	0,02506178	0,02114919	0,00876627	0,03240787
41 F9_mean	0,01053333	0,01737690	0,03241932	0,01182261	0,01505568	0,02935883	0,02913772	0,00881436	0,02963823
42 F9_var	0,00000745	0,00000546	0,00018924	0,00000970	0,00001498	0,00023294	0,00016678	0,00000129	0,00020363
43 F9_prct90	0,01337513	0,02133315	0,05273147	0,01689225	0,02053788	0,05246624	0,05164685	0,01058872	0,04773991
44 F10_median	0,05020129	0,11694189	0,11745827	0,06028998	0,06091953	0,11063828	0,09957988	0,04779043	0,11018224
45 F10_mean	0,04692763	0,11833714	0,12947942	0,05969065	0,06256610	0,12079542	0,12799229	0,04960627	0,09736537
46 F10_var	0,00011100	0,00014228	0,00202944	0,00008850	0,00005307	0,00223988	0,00184791	0,00003755	0,00056104
47 F10_prct90	0,05873054	0,13739061	0,19106132	0,07331607	0,07396125	0,18802801	0,20016580	0,05982210	0,12457816
48 F11_median	0,02404035	0,04328818	0,05700052	0,02630640	0,02952784	0,05176086	0,04585145	0,01997932	0,05668639
49 F11_mean	0,02203370	0,04429862	0,06437026	0,02599520	0,03005463	0,05954047	0,06229898	0,02068642	0,04782760
50 F11_var	0,00002877	0,00002780	0,00061856	0,00002535	0,00003124	0,00072630	0,00063320	0,00000659	0,00021183
51 F11_prct90	0,02782484	0,05310537	0,10002366	0,03374045	0,03859537	0,09924091	0,10527757	0,02489137	0,06484130
52 F12_median	0,01157069	0,01624362	0,02810329	0,01155681	0,01481394	0,02534664	0,02151957	0,00875488	0,02954281
53 F12_mean	0,01049883	0,01684103	0,03320964	0,01175550	0,01497775	0,02984050	0,03078672	0,00870572	0,02541306
54 F12_var	0,00000769	0,00000567	0,00019883	0,00000897	0,00001522	0,00023686	0,00021301	0,00000126	0,00010204
55 F12_prct90	0,01343883	0,02092804	0,05415305	0,01658333	0,02072920	0,05323250	0,05621223	0,01042854	0,03789889
56 F13_median	0,11621140	0,20791199	0,18015014	0,12446493	0,13250478	0,18640951	0,15611445	0,09520602	0,18580856
57 F13_mean	0,11246368	0,19621976	0,18065821	0,12728563	0,12983732	0,19655282	0,17474810	0,09954774	0,17186650
58 F13_var	0,00009755	0,00074138	0,00115340	0,00040466	0,00020831	0,00341584	0,00104549	0,00008376	0,00135193
59 F13_prct90	0,12123288	0,22996975	0,22731258	0,15751648	0,14845256	0,27869194	0,23078221	0,11260431	0,21367996
60 F14_median	0,05726291	0,17336460	0,10398296	0,06636485	0,06974439	0,10085842	0,08558513	0,04345410	0,12779207
61 F14_mean	0,05624163	0,15392451	0,10214006	0,06946251	0,06998957	0,11454673	0,08963366	0,04410660	0,11758589
62 F14_var	0,00003766	0,00138700	0,00042114	0,00025360	0,00010551	0,00231661	0,00039260	0,00002394	0,00195258
63 F14_prct90	0,06092842	0,19530180	0,12749870	0,09362795	0,08292484	0,18504503	0,12397417	0,05035162	0,16849180
64 F15_median	0,02915801	0,16850045	0,06425102	0,04043851	0,04416955	0,06193650	0,05221263	0,02060574	0,11537243
65 F15_mean	0,02947778	0,14691461	0,06581252	0,04273292	0,04289710	0,07339334	0,05096999	0,02061015	0,10008612
66 F15_var	0,00002422	0,00164732	0,00028161	0,00013586	0,00004248	0,00170191	0,00018787	0,00000842	0,00260410

B. Anhang - Parameterberechnungen

67 F15_prct90	0,03373305	0,19071607	0,09269349	0,06047174	0,04876616	0,13589980	0,06809559	0,02392182	0,15747714
68 F16_median	0,11479750	0,17349332	0,18005647	0,12177134	0,13182837	0,18066852	0,15626653	0,09598383	0,16979280
69 F16_mean	0,11154340	0,16832641	0,18542886	0,12190082	0,12893735	0,19123936	0,18173765	0,09910300	0,15636648
70 F16_var	0,00011142	0,00027500	0,00130144	0,00032140	0,00022479	0,00283512	0,00162405	0,00008283	0,00049332
71 F16_prct90	0,12236680	0,18972370	0,23637864	0,14898640	0,14900390	0,26713222	0,25037986	0,11156114	0,17981104
72 F17_median	0,05700907	0,13136896	0,10387713	0,06111705	0,06967803	0,09259127	0,07928819	0,04382437	0,09892205
73 F17_mean	0,05558186	0,11857801	0,10391487	0,06428534	0,06861199	0,10701862	0,09234598	0,04427620	0,09131248
74 F17_var	0,00003155	0,00062084	0,00048248	0,00021310	0,00012323	0,00170946	0,00062940	0,00002462	0,00051361
75 F17_prct90	0,06166206	0,14706286	0,13457388	0,08690600	0,08322444	0,16832536	0,13667817	0,05039619	0,11589674
76 F18_median	0,02900203	0,12471049	0,06513074	0,03464608	0,03977495	0,05430081	0,04713216	0,02076555	0,07883728
77 F18_mean	0,02882801	0,10914999	0,06448133	0,03809857	0,04000338	0,06560702	0,04985340	0,02072396	0,06798507
78 F18_var	0,00001189	0,00083038	0,00020944	0,00012308	0,00005243	0,00116311	0,00022430	0,00008849	0,00072070
79 F18_prct90	0,03263346	0,14058752	0,08161769	0,05542919	0,04901763	0,11778818	0,07589027	0,02400649	0,09706473
80 F19_median	0,03722230	0,08380430	0,07812650	0,04187359	0,04548833	0,08192641	0,07565312	0,03803474	0,07915031
81 F19_mean	0,03668299	0,08390882	0,08234660	0,04381842	0,04866661	0,08523649	0,09275566	0,04017664	0,07464908
82 F19_var	0,00006559	0,00003995	0,00087708	0,00004432	0,00003850	0,00098944	0,00068168	0,00003048	0,00044441
83 F19_prct90	0,04809357	0,09149109	0,12135221	0,05478852	0,05897171	0,12867597	0,13796417	0,04932757	0,10312844
84 F20_median	0,01789951	0,03014189	0,03696319	0,01809054	0,02369299	0,03912716	0,03426807	0,01546714	0,04215844
85 F20_mean	0,01767802	0,03036803	0,04171942	0,01965234	0,02478970	0,04239790	0,04535623	0,01633365	0,04856810
86 F20_var	0,00002148	0,00000800	0,00029984	0,00002469	0,00004465	0,00034119	0,00027999	0,00000459	0,00066791
87 F20_prct90	0,02432928	0,03376288	0,06592045	0,02865532	0,03505598	0,06908131	0,07475502	0,01990879	0,08513565
88 F21_median	0,00883533	0,01109869	0,01904190	0,00799092	0,01295470	0,01838446	0,01583706	0,00640529	0,03277909
89 F21_mean	0,00880344	0,01122609	0,02261952	0,00966357	0,01356766	0,02175817	0,02272450	0,00675831	0,03977630
90 F21_var	0,00000757	0,00000169	0,00010860	0,00001613	0,00003048	0,00012070	0,00010855	0,00000080	0,00088628
91 F21_prct90	0,01294162	0,01286038	0,03755491	0,01687509	0,02194491	0,03818723	0,04136853	0,00821063	0,08134353
92 F22_median	0,03624240	0,07668081	0,07450026	0,04170684	0,04495247	0,08211683	0,07430077	0,03664840	0,07089670
93 F22_mean	0,03603774	0,07672785	0,08097967	0,04279279	0,04730367	0,08519520	0,09592322	0,03859337	0,06559195
94 F22_var	0,00007158	0,00003776	0,00088718	0,00003813	0,00004713	0,00095428	0,00099382	0,00002530	0,00015287
95 F22_prct90	0,04791374	0,08370161	0,12119046	0,05276030	0,05853745	0,12858165	0,15034778	0,04696827	0,08189617
96 F23_median	0,01766927	0,02773708	0,03681822	0,01807515	0,02364482	0,03806570	0,03446301	0,01521726	0,03761776
97 F23_mean	0,01751038	0,02784326	0,04226495	0,01926088	0,02443317	0,04217401	0,04768317	0,01587358	0,03631323
98 F23_var	0,00002355	0,00000747	0,00031419	0,00002172	0,00004787	0,00032292	0,00039733	0,00000406	0,00017371
99 F23_prct90	0,02455747	0,03103402	0,06724793	0,02761257	0,03502142	0,06846022	0,08264899	0,01927025	0,05424785
100 F24_median	0,00867838	0,01026680	0,01994557	0,00806437	0,01308978	0,01782539	0,01625591	0,00620837	0,02078857
101 F24_mean	0,00878441	0,01035424	0,02345570	0,00948201	0,01347889	0,02151488	0,02422909	0,00663925	0,02572937
102 F24_var	0,00000829	0,00000164	0,00011667	0,00001451	0,00003070	0,00011272	0,00015140	0,00000077	0,00024884
103 F24_prct90	0,01317230	0,01201084	0,03893986	0,01627498	0,02165401	0,03754634	0,04621549	0,00806619	0,04808886
104 F25_median	0,17261203	0,24167807	0,27462975	0,18600552	0,20173791	0,30311703	0,23007263	0,14787783	0,26528961
105 F25_mean	0,16589970	0,24260425	0,27734514	0,18622965	0,19745908	0,31320221	0,25652513	0,14638269	0,24933867
106 F25_var	0,00016065	0,00019505	0,00209542	0,00043290	0,00264441	0,00932231	0,00239370	0,00020371	0,00186811
107 F25_prct90	0,17723802	0,26033486	0,34094027	0,21534048	0,21787301	0,44657444	0,34068071	0,16464338	0,29541256
108 F26_median	0,08205016	0,11926670	0,14035568	0,08728865	0,09979881	0,17789600	0,11344983	0,06693291	0,14403194
109 F26_mean	0,07865376	0,11797649	0,14117085	0,09019240	0,09790422	0,18117536	0,12694408	0,06483778	0,13218645
110 F26_var	0,00004073	0,00008999	0,00059987	0,00015239	0,00009405	0,00506558	0,00087783	0,00004874	0,00090985
111 F26_prct90	0,08460379	0,13071033	0,17680985	0,10812278	0,11015407	0,27998252	0,17863499	0,07325411	0,16368130
112 F27_median	0,03952211	0,07362615	0,07463707	0,04397983	0,05103909	0,11416910	0,06001098	0,03051061	0,08617467
113 F27_mean	0,03796747	0,06978822	0,07600212	0,04641505	0,05108082	0,11477685	0,06540571	0,02942537	0,07805065
114 F27_var	0,00001003	0,00008964	0,00017502	0,00006128	0,00003081	0,00295572	0,00034148	0,00001293	0,00054424
115 F27_prct90	0,04085352	0,08172526	0,09520842	0,05797788	0,05810383	0,18950439	0,09737731	0,03353932	0,10211058
116 F28_median	0,17810046	0,24042904	0,28893546	0,19174191	0,20919883	0,29298978	0,24176824	0,15225546	0,27176044
117 F28_mean	0,17100470	0,24215032	0,29429390	0,18943352	0,20434313	0,31164629	0,27427786	0,15113506	0,25628576
118 F28_var	0,00018286	0,00022345	0,00247996	0,00042424	0,00030271	0,00839913	0,00312287	0,00022027	0,00159839
119 F28_prct90	0,18232231	0,26314844	0,36416876	0,21764550	0,22573926	0,44168864	0,36968281	0,16934085	0,29865002
120 F29_median	0,08484511	0,11419980	0,14601341	0,08953874	0,10342900	0,16170720	0,11735210	0,06976053	0,14140910
121 F29_mean	0,08123284	0,11289905	0,15026625	0,09087137	0,10112135	0,17200665	0,13547204	0,06727816	0,13132436
122 F29_var	0,00004699	0,00006518	0,00075591	0,00014655	0,00011148	0,00415004	0,00110685	0,00005301	0,00068151
123 F29_prct90	0,08715867	0,12250991	0,19084841	0,10840669	0,11464190	0,26480983	0,19336957	0,07570656	0,15808851
124 F30_median	0,04078233	0,06484360	0,07914620	0,04443859	0,05267643	0,09722461	0,05989737	0,03191351	0,08013372
125 F30_mean	0,03924101	0,06265520	0,08064668	0,04611177	0,05221771	0,10214530	0,06891531	0,03063017	0,07328219
126 F30_var	0,00001183	0,00004895	0,00023168	0,00005875	0,00003863	0,00217733	0,00039829	0,00001387	0,00035385
127 F30_prct90	0,04217854	0,07163051	0,10368567	0,05751119	0,06017489	0,16952506	0,10391943	0,03468017	0,09224278
128 F31_median	0,05290180	0,11792807	0,11587826	0,06129715	0,06423792	0,16471074	0,09745535	0,05032593	0,11512695
129 F31_mean	0,04913764	0,11965195	0,12676696	0,06140692	0,06577057	0,16552368	0,12342095	0,05233310	0,10552900
130 F31_var	0,00009707	0,00014600	0,00201982	0,00010460	0,00004452	0,00564713	0,00146286	0,00003462	0,00094262
131 F31_prct90	0,05960951	0,13902515	0,18862939	0,07638016	0,07619015	0,26660282	0,18899478	0,06203762	0,14251248
132 F32_median	0,02488356	0,04351019	0,05456528	0,02596388	0,03022252	0,09347898	0,04453844	0,02084355	0,06200167
133 F32_mean	0,02279278	0,04447185	0,06188818	0,02644856	0,03117910	0,09917365	0,05916499	0,02151767	0,05455209

B. Anhang - Parameterberechnungen

134 F32_var	0,00002519	0,00002774	0,00058887	0,00002866	0,00002717	0,00291058	0,00050452	0,00000609	0,00043670
135 F32_prct90	0,02787046	0,05332337	0,09671260	0,03462990	0,03904822	0,17270811	0,09859701	0,02547182	0,07905869
136 F33_median	0,01190239	0,01619197	0,02658923	0,01130485	0,01504316	0,06450715	0,02058560	0,00901534	0,03781274
137 F33_mean	0,01073207	0,01677323	0,03137853	0,01185227	0,01533676	0,06597786	0,02890189	0,00893679	0,03176983
138 F33_var	0,00000671	0,00000550	0,00018177	0,00000980	0,00001352	0,00168889	0,00017358	0,00000118	0,00025886
139 F33_prct90	0,01329872	0,02081624	0,05125444	0,01689860	0,02062313	0,12206230	0,05283312	0,01056501	0,05072312
140 F34_median	0,05271105	0,11425909	0,11636445	0,06247985	0,06356656	0,15235366	0,09929492	0,04921284	0,11140623
141 F34_mean	0,04913774	0,11675055	0,12831296	0,06148055	0,06558696	0,15509761	0,12921366	0,05160675	0,10318762
142 F34_var	0,00010207	0,00014979	0,00206510	0,00009959	0,00005151	0,00455528	0,00186793	0,00003273	0,00073302
143 F34_prct90	0,05983332	0,13681502	0,19125804	0,07565894	0,07684886	0,24817392	0,20250624	0,06102641	0,13534028
144 F35_median	0,02502465	0,04226449	0,05547222	0,02670384	0,03052549	0,08138623	0,04555907	0,02105528	0,05790547
145 F35_mean	0,02289349	0,04355611	0,06348550	0,02656979	0,03132117	0,08770574	0,06249871	0,02136537	0,05133916
146 F35_var	0,00002655	0,00002910	0,00061889	0,00002721	0,00002959	0,00210769	0,00063820	0,00000599	0,00029659
147 F35_prct90	0,02817147	0,05274556	0,09935193	0,03438501	0,03932690	0,15235934	0,10631818	0,02525847	0,07137079
148 F36_median	0,01192014	0,01589038	0,02736013	0,01162458	0,01524268	0,04835087	0,02121525	0,00914963	0,03297498
149 F36_mean	0,01082565	0,01650127	0,03259073	0,01193353	0,01549392	0,05423912	0,03074654	0,00893164	0,02804060
150 F36_var	0,00000710	0,00000589	0,00019567	0,00000931	0,00001414	0,00108972	0,00021602	0,00000120	0,00015234
151 F36_prct90	0,01351844	0,02072083	0,05327331	0,01680286	0,02106701	0,10122987	0,05683794	0,01054698	0,04221497
152 F37_median	0,11667518	0,20169807	0,17645731	0,12269847	0,13283793	0,25155752	0,15355306	0,09649947	0,19196417
153 F37_mean	0,11257520	0,19012171	0,17753655	0,12575743	0,13116815	0,24312741	0,17326019	0,09960953	0,17593676
154 F37_var	0,00008421	0,00065421	0,00117199	0,00035772	0,00018318	0,00646281	0,00107075	0,00007224	0,00164068
155 F37_prct90	0,12041277	0,22170228	0,22426378	0,15463646	0,14885935	0,34384882	0,23083174	0,11139863	0,22037781
156 F38_median	0,05678630	0,16659538	0,10059318	0,06434859	0,06958640	0,19743018	0,08318632	0,04368136	0,14328353
157 F38_mean	0,05526485	0,14762737	0,09968694	0,06772896	0,07007425	0,17929271	0,08881957	0,04375601	0,12301817
158 F38_var	0,00002410	0,00125531	0,00041282	0,00022162	0,00009203	0,00623519	0,00046219	0,00002146	0,00219401
159 F38_prct90	0,05998928	0,18651517	0,12454178	0,09079442	0,08218164	0,27129608	0,12623969	0,04945678	0,17423679
160 F39_median	0,02847217	0,16163386	0,06318630	0,03780558	0,04364139	0,17800920	0,05061431	0,02060265	0,13023202
161 F39_mean	0,02819484	0,14044304	0,06379425	0,04121411	0,04240935	0,15380301	0,05125596	0,02028343	0,10714298
162 F39_var	0,00000837	0,00150261	0,00025776	0,00011835	0,00003643	0,00631538	0,00027121	0,00000774	0,00270612
163 F39_prct90	0,03132906	0,18173155	0,08899541	0,05810421	0,04772933	0,23947126	0,07469325	0,02335567	0,16334827
164 F40_median	0,11720733	0,17099391	0,17973481	0,12173446	0,13415915	0,20317367	0,15573034	0,09822794	0,17418490
165 F40_mean	0,11314186	0,16562441	0,18439848	0,12216389	0,13222975	0,21167945	0,18186382	0,10019416	0,16262221
166 F40_var	0,00010522	0,00024746	0,00134125	0,00030032	0,00020042	0,00385215	0,00161790	0,00007425	0,00074192
167 F40_prct90	0,12330342	0,18561746	0,23560928	0,14850956	0,15084610	0,29689865	0,25069782	0,11159877	0,19086457
168 F41_median	0,05699819	0,12705397	0,10174293	0,05989497	0,07066408	0,13754843	0,07827141	0,04451728	0,11140508
169 F41_mean	0,05560932	0,11511698	0,10265023	0,06366833	0,06978107	0,13561255	0,09192023	0,04437930	0,09911072
170 F41_var	0,00002998	0,00056801	0,00048560	0,00019601	0,00010965	0,00294212	0,00064954	0,00002269	0,00082476
171 F41_prct90	0,06171870	0,14213917	0,13320867	0,08567115	0,08354970	0,20821085	0,13728524	0,04999635	0,12930394
172 F42_median	0,02856679	0,12034621	0,06315028	0,03323862	0,03984788	0,11018618	0,04629911	0,02098691	0,09184117
173 F42_mean	0,02828102	0,10540361	0,06325849	0,03734127	0,04020299	0,10367581	0,04964117	0,02060930	0,07781683
174 F42_var	0,00000909	0,00077053	0,00020125	0,00011310	0,00004649	0,00261598	0,00025455	0,00000795	0,00105640
175 F42_prct90	0,03222474	0,13530264	0,08016328	0,05414240	0,04857386	0,16788841	0,07741807	0,02364294	0,11131901
176 F43_median	0,03910521	0,08354991	0,07610821	0,04404084	0,04867019	0,14407188	0,07774122	0,04088246	0,08514906
177 F43_mean	0,03877323	0,08380565	0,08308438	0,04576392	0,05127090	0,13930415	0,09498871	0,04263378	0,08257991
178 F43_var	0,00006040	0,00004280	0,00093343	0,00004997	0,00004249	0,00412458	0,00068667	0,00002490	0,00071591
179 F43_prct90	0,04935538	0,09182385	0,12396772	0,05698571	0,06203839	0,22066332	0,14020396	0,05093391	0,11644203
180 F44_median	0,01882941	0,03019191	0,03690970	0,01866132	0,02512904	0,11588684	0,03485592	0,01643503	0,06336017
181 F44_mean	0,01854936	0,03026289	0,04199404	0,02028698	0,02596987	0,10622649	0,04611490	0,01716983	0,05577619
182 F44_var	0,00002042	0,00000851	0,00031365	0,00002569	0,00004586	0,00368257	0,00028442	0,00000380	0,00096543
183 F44_prct90	0,02493457	0,03395242	0,06661500	0,02932559	0,03630477	0,18003507	0,07585230	0,02041988	0,09553005
184 F45_median	0,00911810	0,01111323	0,01929952	0,00831311	0,01377397	0,10699664	0,01580955	0,00664382	0,05785219
185 F45_mean	0,00918014	0,01116050	0,02270716	0,00988826	0,01409066	0,09315774	0,02301396	0,00704074	0,04713780
186 F45_var	0,00000739	0,00000180	0,00011179	0,00001658	0,00003001	0,00353480	0,00011249	0,00000069	0,00122033
187 F45_prct90	0,01323962	0,01296896	0,03766325	0,01714728	0,02233802	0,16246471	0,04220556	0,00837751	0,09136249
188 F46_median	0,03868684	0,07782199	0,07477804	0,04387969	0,04841294	0,11279042	0,07683656	0,03969106	0,07476829
189 F46_mean	0,03846930	0,07783740	0,08284978	0,04510603	0,05051021	0,11499582	0,09907969	0,04129503	0,07337866
190 F46_var	0,00006838	0,00004133	0,00096132	0,00004416	0,00005281	0,00231549	0,00101605	0,00002130	0,00030799
191 F46_prct90	0,04975961	0,08533378	0,12485252	0,05541864	0,06243695	0,18036580	0,15391261	0,04896405	0,09495959
192 F47_median	0,01860358	0,02814052	0,03780762	0,01886319	0,02521139	0,07754327	0,03495376	0,01606024	0,04774501
193 F47_mean	0,01855845	0,02817601	0,04308567	0,02007516	0,02593344	0,07644377	0,04888565	0,01682494	0,04329181
194 F47_var	0,00002309	0,00000819	0,00033441	0,00002308	0,00005009	0,00166058	0,00040740	0,00000347	0,00035782
195 F47_prct90	0,02544884	0,03172553	0,06862805	0,02854877	0,03678135	0,13101218	0,08426722	0,01996184	0,06659586
196 F48_median	0,00905231	0,01036614	0,02034442	0,00825938	0,01391669	0,06311869	0,01639786	0,00650400	0,03970970
197 F48_mean	0,00925347	0,01044868	0,02381352	0,00979874	0,01418026	0,06062596	0,02469686	0,00697473	0,03309176
198 F48_var	0,00000831	0,00000181	0,00012224	0,00001523	0,00003090	0,00142927	0,00015578	0,00000069	0,00047352
199 F48_prct90	0,01360487	0,01228833	0,03947251	0,01670840	0,02237228	0,10936578	0,04702867	0,00830913	0,06019544
200 LN	92,76124405	97,11770204	97,16716592	93,70513052	94,65974465	96,26731151	96,92371400	92,46408087	97,05977902

B. Anhang - Parameterberechnungen

201 LN_fast_median	92,69031934	97,15065261	97,06806138	93,66146473	94,62214386	95,93196918	96,88739190	92,41840133	96,97504829
202 LN_fast_prct90	93,02135991	97,37198970	97,55501225	94,02004811	95,07569446	97,63702214	97,24704749	92,65886877	97,70325610
203 LN_imp_median	92,65286858	97,06806799	96,83134985	93,64222221	94,51870479	95,86464526	96,83977107	92,33811384	96,76098121
204 LN_imp_prct90	93,16073272	97,44376383	98,11367195	94,08304224	95,11847480	97,34979913	97,57017923	92,82439519	97,71409254
205 LN_slow_median	92,73475341	97,15054622	97,07027058	93,68390580	94,63355550	96,11443840	96,93486957	92,43935489	97,12785670
206 LN_slow_prct90	92,87250643	97,25195817	97,43622676	93,88533979	94,84782623	97,19183440	97,11219557	92,50961574	97,34980523
207 N	38,75000000	52,41000000	52,59000000	41,37000000	44,20000000	49,41000000	51,71000000	37,96000000	52,20000000
208 N_fast_median	38,56000000	52,53000000	52,23000000	41,24500000	44,08500000	48,27500000	51,58000000	37,84000000	51,89500000
209 N_fast_prct90	39,45500000	53,34200000	54,02300000	42,28300000	45,49300000	54,33100000	52,88200000	38,47600000	54,58200000
210 N_imp_median	38,46000000	52,23000000	51,38000000	41,19000000	43,77000000	48,05000000	51,41000000	37,63000000	51,13000000
211 N_imp_prct90	39,83800000	53,60800000	56,15600000	42,46800000	45,62800000	53,26000000	54,08000000	38,92000000	54,62200000
212 N_slow_median	38,68000000	52,53000000	52,24000000	41,31000000	44,12000000	48,89000000	51,75000000	37,89500000	52,45000000
213 N_slow_prct90	39,05000000	52,90000000	53,58000000	41,89000000	44,78000000	52,68000000	52,39000000	38,08000000	53,26000000
214 R1_median	3,65919347	3,71976006	4,94380898	3,37084718	4,27182157	4,07205634	3,95489991	4,00585399	5,04896741
215 R1_mean	3,56183269	3,71849431	5,07694563	3,52667570	4,32352539	4,26302127	4,09289967	3,93712449	5,19703252
216 R1_var	0,47502405	0,41181722	1,76941500	0,73640140	0,72047600	1,78916129	0,62378045	0,83656117	1,20707937
217 R1_prct90	4,25692436	4,51592537	6,73762085	4,84336054	5,37297741	5,56764226	5,20321790	5,15878380	6,34226466
218 R2_median	2,34881256	2,46288812	3,27465366	2,14520456	2,76935939	2,72027690	2,71488297	2,59575258	3,36291658
219 R2_mean	2,28074893	2,45252890	3,35898197	2,28648873	2,83622171	2,83665700	2,74824130	2,53059297	3,46939597
220 R2_var	0,19668068	0,17787405	0,78902570	0,30851577	0,31537705	0,83592606	0,28668106	0,34762495	0,55303897
221 R2_prct90	2,71084273	2,98543040	4,48301475	3,11868515	3,52631180	3,74871499	3,48982048	3,30721980	4,27985125
222 R3_median	3,15092898	3,32272857	4,58170009	3,00585441	3,83846023	3,85308874	3,64271447	3,51257356	4,58083512
223 R3_mean	3,25004573	3,37506758	4,69894480	3,21032500	3,94290366	3,85800641	3,79611388	3,47859434	4,60544969
224 R3_var	0,43387426	0,39087289	1,54464021	0,66274877	0,64813629	1,54629912	0,62523047	0,67968580	1,12338351
225 R3_prct90	3,96249098	4,16050347	6,36879182	4,42357632	4,85799450	5,09276317	4,83556237	4,62629882	5,68714551
226 R4_median	2,02580025	2,19873753	3,04252979	1,95001492	2,59381973	2,58848063	2,46383831	2,25552392	3,06663997
227 R4_mean	2,08206946	2,22066055	3,11123345	2,09654153	2,61331223	2,58140709	2,56757356	2,24831355	3,09141955
228 R4_var	0,17919457	0,16694952	0,69127961	0,28394215	0,29828549	0,73132160	0,29445389	0,28742835	0,51911692
229 R4_prct90	2,51523188	2,74094456	4,24256941	2,89197170	3,23992921	3,43938632	3,22089352	2,99477871	3,81999623
230 R5_median	1,88007597	2,05442828	2,16374484	1,81796554	2,28927066	1,93691523	2,00850583	2,02458924	2,16736587
231 R5_mean	1,91565777	2,00388390	2,32547967	1,82987664	2,27983646	2,06200999	2,01276746	1,96758695	2,11047719
232 R5_var	0,31126381	0,24656118	0,42686829	0,41361152	0,40646366	0,45086525	0,28586426	0,31947071	0,41649223
233 R5_prct90	2,61907714	2,67256828	3,22156723	2,74001194	3,16977075	3,08745212	2,55729808	2,71291407	2,83955248
234 R6_median	1,20727334	1,37328241	1,43811402	1,16059154	1,49750499	1,27128142	1,29700609	1,27449320	1,39179148
235 R6_mean	1,23274951	1,32649089	1,53896976	1,15709800	1,48446837	1,32777633	1,31192264	1,25033096	1,36508830
236 R6_var	0,13014124	0,10909926	0,18898464	0,16642143	0,17177922	0,19356049	0,12094077	0,12870546	0,17460829
237 R6_prct90	1,69874998	1,77698424	2,13040533	1,75190078	2,10799017	1,99247556	1,67398401	1,73338673	1,82337158
238 R7_median	0,32744598	0,44747770	0,77147281	0,35400406	0,55422197	0,48725418	0,49607160	0,47189289	0,91369765
239 R7_mean	0,37555328	0,47777598	0,89827834	0,39673680	0,58826697	0,59396947	0,53141547	0,47053398	0,92761126
240 R7_var	0,03913206	0,03869244	0,27409841	0,04017023	0,08942902	0,22705231	0,05887430	0,04252030	0,24199182
241 R7_prct90	0,68873787	0,82735400	1,56500561	0,66525947	1,04346979	0,95860251	0,84883604	0,73886836	1,41462495
242 R8_median	0,20644380	0,29833016	0,51946270	0,23374042	0,36910004	0,31958137	0,33810724	0,30414418	0,61303760
243 R8_mean	0,24158656	0,31680170	0,59674037	0,25769792	0,38769529	0,39743276	0,35976327	0,30299580	0,62360532
244 R8_var	0,01628095	0,01674299	0,12238380	0,01681632	0,03873962	0,10701472	0,02762691	0,01759112	0,11196080
245 R8_prct90	0,44214845	0,54693486	1,04401410	0,43376331	0,66152070	0,63424895	0,57414752	0,47484210	0,95912159
246 R9_median	0,27254252	0,40380066	0,74569844	0,31932373	0,54024417	0,47135871	0,47647512	0,39372013	0,76669826
247 R9_mean	0,34120209	0,42940981	0,83541568	0,36274173	0,54313191	0,53110992	0,50703598	0,40318030	0,81183008
248 R9_var	0,03670238	0,03607465	0,24085034	0,03752495	0,07710102	0,20789602	0,06158681	0,03077664	0,21622687
249 R9_prct90	0,64744192	0,77190922	1,46257199	0,62061456	0,87762178	0,87816017	0,82868432	0,63102769	1,26923116
250 R10_median	0,17339461	0,26553827	0,49000887	0,21231829	0,36726747	0,31161026	0,32737311	0,24918911	0,52207669
251 R10_mean	0,21942639	0,28362021	0,55479287	0,23704092	0,36186081	0,35689768	0,34539974	0,26059057	0,54769341
252 R10_var	0,01519986	0,01541061	0,10778957	0,01606699	0,03538202	0,09878873	0,02955264	0,01292785	0,10029081
253 R10_prct90	0,41920389	0,50685825	0,97564871	0,40479319	0,59270899	0,58883131	0,56740409	0,40644515	0,85376669
254 R11_median	0,17051035	0,24783635	0,28301089	0,20822958	0,27938721	0,23732703	0,22793040	0,19557400	0,26850806
255 R11_mean	0,22058099	0,28257704	0,34035402	0,22319496	0,32962327	0,28000874	0,25427020	0,22912541	0,31420317
256 R11_var	0,02827674	0,02336911	0,04658708	0,02759548	0,04986550	0,05408494	0,02239273	0,01955839	0,05229399
257 R11_prct90	0,49654192	0,49945781	0,60601405	0,45466363	0,64820668	0,55102712	0,49346172	0,43463112	0,61783840
258 R12_median	0,11088290	0,16657477	0,18573427	0,13466523	0,18689787	0,15582835	0,15184055	0,12610484	0,17543014
259 R12_mean	0,14266536	0,18829372	0,22720413	0,14194523	0,21549396	0,18152977	0,16698111	0,14629771	0,20493145
260 R12_var	0,01203697	0,01035257	0,02098062	0,01122423	0,02067922	0,02398564	0,00956211	0,00793173	0,02245450
261 R12_prct90	0,32141478	0,33302979	0,40856385	0,27743740	0,42200514	0,35923623	0,32248351	0,27569110	0,39600110
262 R13_median	0,74029001	0,78771266	1,03912986	0,70797422	0,93607912	0,83823113	0,82856317	0,80958022	0,99826150
263 R13_mean	0,76184491	0,78779961	1,04121307	0,75107061	0,90118027	0,86234080	0,86191373	0,80024977	1,00828770
264 R13_var	0,01851758	0,01405762	0,06030333	0,02633560	0,02816664	0,05409352	0,02600508	0,02610036	0,04458645
265 R13_prct90	0,93097354	0,95739419	1,35593938	0,97921874	1,09815230	1,13221575	1,07521178	1,00044867	1,22159151
266 R14_median	0,47389911	0,52418826	0,68008156	0,46313888	0,58512444	0,56478245	0,55737170	0,52302988	0,66411844
267 R14_mean	0,48958552	0,52001966	0,69063569	0,49012936	0,59848173	0,57687439	0,58500242	0,51701007	0,67882998

B. Anhang - Parameterberechnungen

268 R14_var	0,00777323	0,00596195	0,02723792	0,01126571	0,01344270	0,02628464	0,01280932	0,01103855	0,02088233
269 R14_prct90	0,60231068	0,62765336	0,90341480	0,63259797	0,73744596	0,76135894	0,72892709	0,64976550	0,82203555
270 R15_median	0,71947061	0,72727510	0,99991408	0,67024499	0,84224216	0,78795733	0,78959057	0,73998873	0,94821385
271 R15_mean	0,73431454	0,74835280	1,02573969	0,72201612	0,87621353	0,81904868	0,85311395	0,73819509	0,94182262
272 R15_var	0,02155501	0,01767032	0,06590391	0,02978844	0,03639428	0,05859228	0,03464968	0,02563131	0,05475797
273 R15_prct90	0,93402181	0,93350500	1,35432167	0,93452091	1,08858602	1,05773129	1,08583312	0,93976235	1,15496421
274 R16_median	0,46447646	0,47999847	0,66537978	0,43651460	0,56831424	0,53426162	0,53762977	0,48160099	0,64625129
275 R16_mean	0,47087157	0,49051697	0,67933950	0,47579385	0,59041968	0,55183384	0,58521622	0,48038906	0,63896927
276 R16_var	0,00884935	0,00730788	0,02968552	0,01311341	0,01796951	0,02846938	0,01745419	0,01112984	0,02573917
277 R16_prct90	0,59945331	0,60565390	0,90197549	0,62141266	0,74360279	0,70429291	0,75778818	0,61240604	0,79701410
278 R17_median	0,54161598	0,57366204	0,59995369	0,51655666	0,61860261	0,53173128	0,54745316	0,54352262	0,59618924
279 R17_mean	0,54076575	0,56587645	0,62015088	0,52483228	0,60810407	0,58281663	0,54832741	0,54375306	0,58111577
280 R17_var	0,02026556	0,01338351	0,02301849	0,02863560	0,02432629	0,02651650	0,01627693	0,01983413	0,03095394
281 R17_prct90	0,72198172	0,73592772	0,80900719	0,76296344	0,81845152	0,83310065	0,71907649	0,74033174	0,83028210
282 R18_median	0,35500430	0,38232946	0,40095011	0,31925576	0,40352811	0,34866827	0,35760319	0,34601108	0,38147162
283 R18_mean	0,35120227	0,37756343	0,41458064	0,33353601	0,39770492	0,37728307	0,35630622	0,34657323	0,37531666
284 R18_var	0,00890993	0,00601835	0,01058217	0,01202097	0,01083136	0,01190026	0,00682102	0,00808043	0,01304133
285 R18_prct90	0,47379613	0,49034164	0,53734003	0,48038156	0,52824228	0,55200376	0,46992067	0,47138064	0,53285663
286 R19_median	0,11989753	0,15747302	0,25987374	0,13314379	0,20369841	0,17412252	0,17192515	0,16253769	0,25657361
287 R19_mean	0,14001065	0,16286154	0,28798983	0,14638764	0,20623440	0,18727820	0,18956727	0,16669086	0,26477907
288 R19_var	0,00410994	0,00338944	0,02192315	0,00534848	0,00820611	0,01258009	0,00657010	0,00368598	0,01541527
289 R19_prct90	0,23242990	0,24704687	0,48054850	0,22516918	0,31757344	0,30747278	0,30493284	0,24878356	0,36878421
290 R20_median	0,07464483	0,10429471	0,17191000	0,08628013	0,13350186	0,10970021	0,11633912	0,10405534	0,17191531
291 R20_mean	0,09014269	0,10799510	0,19138281	0,09524876	0,13676149	0,12501797	0,12904661	0,10741550	0,17845166
292 R20_var	0,00170051	0,00144806	0,00989669	0,00221103	0,00364045	0,00601594	0,00329659	0,00149786	0,00719191
293 R20_prct90	0,15202295	0,15993229	0,32061263	0,14616769	0,20062128	0,20226293	0,20850524	0,15963840	0,25262608
294 R21_median	0,10369606	0,14255981	0,24503501	0,12012465	0,19165392	0,15543813	0,16882002	0,14245591	0,22463397
295 R21_mean	0,13274760	0,15068400	0,27859903	0,13888953	0,19685110	0,17250703	0,18833206	0,14583739	0,24050820
296 R21_var	0,00476509	0,00388698	0,02273997	0,00557328	0,00797191	0,01302195	0,00855717	0,00277585	0,01661625
297 R21_prct90	0,23318735	0,24071372	0,46350609	0,21549708	0,31279634	0,28274407	0,32662857	0,22222153	0,38128026
298 R22_median	0,06601082	0,09411282	0,16090475	0,07607554	0,12721852	0,10866191	0,11514312	0,09124093	0,15196730
299 R22_mean	0,08533137	0,09917895	0,18494085	0,09107814	0,13250023	0,11598240	0,12941383	0,09451520	0,16289943
300 R22_var	0,00194710	0,00162557	0,01027645	0,00237935	0,00385131	0,00626931	0,00436064	0,00118105	0,00775340
301 R22_prct90	0,15182555	0,15509580	0,30984206	0,14304825	0,20997541	0,19106866	0,22782718	0,14563529	0,25591723
302 R23_median	0,09130238	0,11798611	0,13926935	0,09226051	0,13249299	0,09905000	0,10307390	0,10846423	0,11401113
303 R23_mean	0,10327010	0,12567216	0,14259324	0,10724928	0,14396824	0,12182516	0,11404408	0,11802851	0,13429807
304 R23_var	0,00380428	0,00281297	0,00545437	0,00596155	0,00750369	0,00620327	0,00287043	0,00423536	0,00852795
305 R23_prct90	0,20249097	0,19115357	0,22998389	0,20000796	0,26395423	0,23038495	0,18152735	0,21735936	0,24232040
306 R24_median	0,06061678	0,08035366	0,09041407	0,05929621	0,08881328	0,06475920	0,06942276	0,06828434	0,07337252
307 R24_mean	0,06691379	0,08407042	0,09560113	0,06839238	0,09416000	0,07877107	0,07446723	0,07535230	0,08713392
308 R24_var	0,00164690	0,00125494	0,00253378	0,00245181	0,00309162	0,00272997	0,00119420	0,00169750	0,00362101
309 R24_prct90	0,13241800	0,12748092	0,15528613	0,12720670	0,16930278	0,14905762	0,11920105	0,13727480	0,15540053
310 R25_median	3,70646213	3,72250539	5,64892729	3,56652445	4,21387894	4,30964147	4,20353437	4,03594787	5,86064674
311 R25_mean	3,74307103	3,71215734	5,85336789	3,61743895	4,39722556	4,49725532	4,39002699	3,98161564	5,96059824
312 R25_var	0,51336099	0,43871743	3,12668496	0,67533662	0,85373066	2,48281249	0,67569121	0,95250138	1,83140817
313 R25_prct90	4,82639679	4,51211909	8,72947326	4,83334509	5,73856367	6,11858897	5,82378926	5,00132958	7,91771223
314 R26_median	2,33359795	2,47139065	3,73755505	2,35087058	2,75360479	2,85146454	2,83740294	2,57444903	3,86097105
315 R26_mean	2,39665960	2,45195153	3,87361916	2,34723155	2,88253639	2,99114249	2,94342370	2,55876981	3,97024025
316 R26_var	0,20966955	0,18814658	1,39454140	0,28511154	0,36698522	1,14070877	0,30290273	0,39734018	0,82840723
317 R26_prct90	3,08093663	2,96901363	5,79284818	3,12238510	3,77022602	4,11899200	3,85787169	3,23013993	5,31600363
318 R27_median	3,42931725	3,41064687	5,40493178	3,17351831	3,94685567	3,93753888	3,93726780	3,45263400	5,18896057
319 R27_mean	3,40760535	3,36585856	5,45366792	3,29715022	4,00752898	4,04034638	4,03381202	3,51140653	5,21079956
320 R27_var	0,48772838	0,41943296	2,80996674	0,60898203	0,70365672	1,92574088	0,62073687	0,80075594	1,51611375
321 R27_prct90	4,32913307	4,16479599	8,04420895	4,43878657	5,21413558	5,62733506	5,23389097	4,45009677	7,07480004
322 R28_median	2,18789636	2,25744648	3,55081939	2,07980889	2,63446343	2,58851147	2,64433636	2,23025876	3,42726267
323 R28_mean	2,18299817	2,21705915	3,61050347	2,15497099	2,65395473	2,70222387	2,72413195	2,26919121	3,49053066
324 R28_var	0,19927716	0,17794426	1,25561352	0,26344275	0,31640619	0,89935683	0,28539010	0,33996555	0,69152440
325 R28_prct90	2,76714468	2,73522136	5,35039235	2,90830737	3,44944865	3,80417196	3,48756477	2,88513980	4,70614924
326 R29_median	1,94035398	1,87472166	2,45792512	1,80069417	2,32191054	2,03574791	1,96263261	1,95868640	2,12866673
327 R29_mean	1,99553979	1,94793959	2,50330713	1,79101430	2,28452614	2,06296996	2,08062110	1,92316609	2,21634285
328 R29_var	0,30367231	0,26381725	0,46006139	0,36276554	0,50020572	0,44355232	0,34179028	0,34359077	0,40697212
329 R29_prct90	2,84074622	2,65039265	3,70118770	2,54318499	3,30358904	2,92696825	3,04013715	2,77818743	3,04664128
330 R30_median	1,22411824	1,23729847	1,64494393	1,16345742	1,51015258	1,32949937	1,28221921	1,23059429	1,35691224
331 R30_mean	1,28508427	1,29107590	1,65977596	1,13435892	1,48863908	1,33066711	1,35719372	1,22303325	1,43456458
332 R30_var	0,12533126	0,11644665	0,20540919	0,14666984	0,21204960	0,19074771	0,14425285	0,13822811	0,17241889
333 R30_prct90	1,81590807	1,75953979	2,46273759	1,58132698	2,18681351	1,90379962	1,99072277	1,76809013	1,99536785
334 R31_median	0,38928892	0,51107157	1,04299564	0,38449621	0,55700064	0,54245311	0,54379275	0,47745257	1,00033990

B. Anhang - Parameterberechnungen

335 R31_mean	0,41696583	0,47532907	1,28232431	0,40959341	0,60500376	0,66075026	0,60452264	0,49705816	1,22615166
336 R31_var	0,04014435	0,03882729	0,74298343	0,04317914	0,09388691	0,36147748	0,06804234	0,05431341	0,50256144
337 R31_prct90	0,70487601	0,73524142	2,74605466	0,72513042	1,06253438	1,11535694	1,06369166	0,82535450	2,10310748
338 R32_median	0,24198428	0,33828038	0,69282837	0,25018941	0,36397255	0,36542355	0,36467651	0,30930685	0,67839215
339 R32_mean	0,26803317	0,31543920	0,85104125	0,26706595	0,39829899	0,44172919	0,40799844	0,32047399	0,82217960
340 R32_var	0,01666317	0,01680724	0,32984692	0,01834158	0,04047797	0,16785755	0,03086356	0,02282535	0,22943483
341 R32_prct90	0,45081931	0,48960475	1,82142841	0,46427350	0,71609651	0,75189159	0,71205774	0,52574607	1,41567254
342 R33_median	0,32192825	0,46699891	0,98649776	0,34568482	0,53127329	0,48898608	0,50418377	0,42566044	0,84173164
343 R33_mean	0,37787478	0,42833000	1,20406243	0,37692881	0,55819050	0,57893489	0,56754027	0,42874379	1,03937069
344 R33_var	0,03742291	0,03689085	0,68504511	0,04051972	0,07979820	0,28017523	0,06542208	0,04287110	0,39840353
345 R33_prct90	0,65732769	0,67816718	2,43259191	0,66463768	0,90934591	1,04227491	0,96490412	0,65138626	1,76398724
346 R34_median	0,20825820	0,30717617	0,64924634	0,22786602	0,34958200	0,32367406	0,34491834	0,27819706	0,56952945
347 R34_mean	0,24284405	0,28307334	0,79887331	0,24717028	0,37149277	0,38857068	0,38525274	0,27750111	0,69944924
348 R34_var	0,01552272	0,01572672	0,30452296	0,01755665	0,03637404	0,13169934	0,03029633	0,01832470	0,18270779
349 R34_prct90	0,42187644	0,44943609	1,62167700	0,43955135	0,59037089	0,70553728	0,64319182	0,42172054	1,19154708
350 R35_median	0,16584913	0,23047975	0,37418077	0,16618463	0,33059157	0,22337691	0,24260585	0,18984934	0,26565963
351 R35_mean	0,24736042	0,27083756	0,42160165	0,21367703	0,33242995	0,27186740	0,28069458	0,22265188	0,34166835
352 R35_var	0,02582689	0,02247713	0,06526427	0,02945191	0,04397473	0,05279015	0,03153007	0,01862534	0,06456622
353 R35_prct90	0,44951842	0,46745663	0,84839522	0,47060157	0,63344125	0,49043484	0,62336671	0,40939428	0,69495261
354 R36_median	0,10941967	0,15284288	0,25140265	0,11012197	0,21461452	0,14199097	0,16368616	0,12100272	0,17240977
355 R36_mean	0,15339685	0,18058301	0,28140789	0,13662927	0,21750202	0,17684909	0,18440345	0,14234963	0,22318601
356 R36_var	0,01095732	0,00996869	0,02932412	0,01210848	0,01856009	0,02373996	0,01330085	0,00757535	0,02812757
357 R36_prct90	0,29893398	0,31301367	0,57211215	0,29532758	0,40894404	0,30680783	0,40054740	0,26192276	0,46490344
358 R37_median	0,77241286	0,81425167	1,16994254	0,77422109	0,92418817	0,88625738	0,86332433	0,81095865	1,05043700
359 R37_mean	0,79102603	0,78488253	1,19977094	0,76334398	0,90787058	0,89287816	0,89938840	0,80743176	1,11893161
360 R37_var	0,01887278	0,01480249	0,11752003	0,02257233	0,02650574	0,026204531	0,02495934	0,00370709	0,06121127
361 R37_prct90	0,96211595	0,94040016	1,69357630	0,95791449	1,12618454	1,19725343	1,12213815	1,02303222	1,43777986
362 R38_median	0,49435251	0,53629006	0,77568488	0,51152220	0,61801144	0,58989212	0,58818893	0,52705506	0,70511537
363 R38_mean	0,50870085	0,51871414	0,79550955	0,49934901	0,60297250	0,59721188	0,60950973	0,52196173	0,75120492
364 R38_var	0,00775032	0,00622167	0,05278553	0,00976766	0,01206164	0,02925985	0,01178932	0,01300191	0,02823205
365 R38_prct90	0,61387330	0,61716958	1,12818391	0,63697815	0,74781336	0,81445393	0,76830242	0,66524127	0,95777308
366 R39_median	0,76405868	0,74075761	1,12881085	0,71383359	0,90464894	0,80195539	0,84908635	0,76138292	0,98875358
367 R39_mean	0,76256500	0,74603288	1,19270145	0,73847543	0,88475986	0,84267481	0,88510418	0,74455714	1,02671297
368 R39_var	0,02397481	0,01930657	0,13038240	0,02641286	0,03050191	0,05735005	0,03082634	0,03201410	0,06349805
369 R39_prct90	0,94403155	0,93721903	1,72648112	0,97491614	1,13010106	1,09740507	1,15730801	0,93727076	1,34129953
370 R40_median	0,48814872	0,49154928	0,75201841	0,46484468	0,59869809	0,54520257	0,57823509	0,48912315	0,67198556
371 R40_mean	0,48928031	0,48916412	0,78949872	0,48758913	0,59597171	0,56769158	0,60599521	0,48472555	0,69512624
372 R40_var	0,00966857	0,00792502	0,05836755	0,01181750	0,01490316	0,02747417	0,01511972	0,01403275	0,02961059
373 R40_prct90	0,60808552	0,61181406	1,15022592	0,64881966	0,76953599	0,74929660	0,78544656	0,61227010	0,89935798
374 R41_median	0,55172238	0,51559196	0,67391893	0,48419872	0,62757660	0,56983420	0,55231889	0,54710621	0,56296675
375 R41_mean	0,56360056	0,54607106	0,66263217	0,51306783	0,60715650	0,58186559	0,56632148	0,53355182	0,60019379
376 R41_var	0,01780656	0,01589599	0,02584471	0,02711469	0,02731444	0,02503809	0,02166573	0,02091898	0,02865719
377 R41_prct90	0,73729529	0,70554310	0,90495378	0,74304567	0,82897624	0,77905313	0,81261128	0,71897516	0,84285262
378 R42_median	0,36245967	0,34306454	0,44927350	0,31040410	0,41086520	0,36399105	0,35559249	0,35027602	0,36198444
379 R42_mean	0,36661290	0,36451850	0,44369390	0,32689401	0,39789182	0,37738596	0,36869180	0,34050241	0,38823092
380 R42_var	0,00773946	0,00716866	0,01196914	0,01143549	0,01211745	0,01145785	0,00898094	0,00851604	0,01230411
381 R42_prct90	0,48091732	0,47268623	0,60637006	0,47010358	0,54967589	0,50656313	0,53042106	0,45549761	0,54733928
382 R43_median	0,14010266	0,16231796	0,33402084	0,14092507	0,22179192	0,16326158	0,18835148	0,16879240	0,28743921
383 R43_mean	0,15128976	0,16050971	0,39537238	0,15011549	0,20955339	0,20303408	0,20281461	0,17010294	0,33041222
384 R43_var	0,00399620	0,00337723	0,05878170	0,00554093	0,00740091	0,01699250	0,00576733	0,00483158	0,02879754
385 R43_prct90	0,21934449	0,23395270	0,78958943	0,23836032	0,32576371	0,34455649	0,30128375	0,26931501	0,50455053
386 R44_median	0,08779022	0,10844840	0,22437633	0,09205597	0,14413464	0,11005154	0,12464393	0,10919994	0,19446161
387 R44_mean	0,09726795	0,10639434	0,26254326	0,09819534	0,13898191	0,13561705	0,13777627	0,10980177	0,22221388
388 R44_var	0,00163756	0,00143831	0,02627809	0,00229576	0,00332248	0,00784195	0,00271467	0,00201945	0,01336087
389 R44_prct90	0,13968456	0,15496574	0,52606178	0,15349392	0,21859522	0,23398330	0,20872052	0,16969683	0,34029952
390 R45_median	0,14361620	0,14350148	0,31939993	0,13401053	0,20642365	0,16587706	0,18262388	0,14248372	0,25486656
391 R45_mean	0,14421541	0,14968630	0,38611851	0,14441241	0,20136227	0,18370417	0,20116649	0,14976122	0,28869056
392 R45_var	0,00482853	0,00404749	0,06385564	0,00557055	0,00752770	0,01386365	0,00693157	0,00396237	0,02623230
393 R45_prct90	0,23196485	0,22135226	0,74574893	0,22231369	0,29536775	0,32535145	0,31801155	0,24250510	0,42201659
394 R46_median	0,08958166	0,09630226	0,20473920	0,08829352	0,13755582	0,11069858	0,12704571	0,09266641	0,17102830
395 R46_mean	0,09255757	0,09845318	0,25622782	0,09515085	0,13552961	0,12347305	0,13777887	0,09722360	0,19527307
396 R46_var	0,00195764	0,00168191	0,02856474	0,00239085	0,00362957	0,00652046	0,00337374	0,00172762	0,01225147
397 R46_prct90	0,14716081	0,14505661	0,49735383	0,14896408	0,20131349	0,21238655	0,22022692	0,15633955	0,28679933
398 R47_median	0,10192668	0,11024585	0,15635537	0,07605292	0,13725038	0,10767302	0,10381883	0,10339411	0,11555284
399 R47_mean	0,10970341	0,11698615	0,16437046	0,10405131	0,14585855	0,11909614	0,12223288	0,11277687	0,14213200
400 R47_var	0,00329672	0,00288539	0,00724177	0,00668341	0,00610633	0,00661940	0,00466774	0,00453746	0,00906273
401 R47_prct90	0,18285226	0,18716598	0,30662424	0,20819248	0,22990885	0,20151246	0,22505689	0,18513611	0,26834320

B. Anhang - Parameterberechnungen

402 R48_median	0,06868470	0,07217464	0,10567768	0,04959911	0,09159293	0,07190977	0,06693144	0,06771291	0,07445206
403 R48_mean	0,07102842	0,07820752	0,11020778	0,06676894	0,09546607	0,07731838	0,07998686	0,07211203	0,09250206
404 R48_var	0,00141657	0,00128813	0,00331268	0,00275660	0,00259653	0,00297276	0,00190982	0,00182790	0,00395262
405 R48_prct90	0,11994412	0,12415439	0,20638014	0,13372866	0,15777627	0,12764297	0,14687569	0,11846350	0,17580785
406 R49_median	3,08963778	2,93690355	5,02985798	2,94335391	3,68736793	3,53362018	3,78493051	3,54087603	4,77463740
407 R49_mean	3,18561782	2,86789881	5,20986305	3,01501313	3,85785474	3,66125546	3,89975926	3,39454408	4,96344410
408 R49_var	0,44501425	0,39270681	2,89419625	0,52671306	0,76077738	1,81864456	0,64326237	0,84572371	1,62377548
409 R49_prct90	4,07157254	3,68428367	7,82209962	4,01098451	4,99413334	4,83790673	5,22874485	4,52665296	6,64154727
410 R50_median	1,98559427	1,93207250	3,34865092	1,88533615	2,42032982	2,32048242	2,55439469	2,26337830	3,19299644
411 R50_mean	2,03969098	1,88483125	3,44607092	1,95527140	2,54093049	2,42713079	2,61947585	2,18664435	3,31802178
412 R50_var	0,18225994	0,16785148	1,28865733	0,22080317	0,33066335	0,83989779	0,28909338	0,35411212	0,74552943
413 R50_prct90	2,61226144	2,41716167	5,18836655	2,60284285	3,33178892	3,21849672	3,51294498	2,93579501	4,47435349
414 R51_median	2,93886118	2,80087324	4,67821911	2,72097568	3,46794386	3,23017437	3,54505219	3,04782733	4,41317022
415 R51_mean	2,98832158	2,72874207	4,96661253	2,84391417	3,58220477	3,40408488	3,65996204	3,06226526	4,46530327
416 R51_var	0,45158917	0,38840076	2,66550773	0,50178481	0,65657437	1,51506848	0,59754074	0,73661272	1,39923412
417 R51_prct90	3,91671507	3,53817328	7,31754415	3,83708059	4,69642044	4,58044814	4,88392491	4,10760718	6,10295155
418 R52_median	1,88404203	1,84571435	3,11469697	1,78418033	2,32903773	2,11109196	2,39971144	1,98492966	2,95324512
419 R52_mean	1,91429270	1,78902894	3,28658114	1,85900755	2,38355682	2,27089885	2,47590782	1,98340781	3,00011895
420 R52_var	0,18465472	0,16441200	1,18929097	0,21657536	0,29765941	0,71026357	0,27559674	0,31330277	0,64506871
421 R52_prct90	2,50477642	2,30976572	4,86564534	2,51975985	3,14083871	3,09445759	3,27651918	2,66322063	4,12621613
422 R53_median	1,90458170	1,71582273	2,41303309	1,75498618	2,32243376	1,96798344	1,96263261	1,95868640	2,12866673
423 R53_mean	1,95593079	1,79001552	2,44629567	1,74868042	2,28597118	2,05224765	2,08039055	1,91570562	2,21210298
424 R53_var	0,29798692	0,26753131	0,44370726	0,35682263	0,49898580	0,44536000	0,34175638	0,34347311	0,40381408
425 R53_prct90	2,80734011	2,56969118	3,56012065	2,47099689	3,31082384	2,91691536	3,04013715	2,77818743	3,04664128
426 R54_median	1,19134992	1,13296051	1,61331455	1,11993619	1,51015258	1,28894212	1,28221921	1,22884130	1,35691224
427 R54_mean	1,26052425	1,18499585	1,62168408	1,10859086	1,48931971	1,32426879	1,35700462	1,21902211	1,43158629
428 R54_var	0,12358075	0,11805776	0,19735716	0,14466204	0,21166755	0,19132422	0,14424679	0,13828287	0,17103243
429 R54_prct90	1,80064338	1,69190011	2,36619129	1,54324544	2,19117052	1,89965518	1,99072277	1,76809013	1,99536785
430 R55_median	0,29915396	0,36051262	0,93226844	0,31443242	0,49691771	0,44333052	0,49695680	0,38883148	0,85229714
431 R55_mean	0,35332933	0,36820675	1,16668605	0,34219425	0,54434336	0,52014900	0,54925560	0,41706494	1,00009731
432 R55_var	0,03544165	0,03147656	0,65850625	0,03814067	0,08203445	0,23927596	0,06268348	0,04355135	0,39554058
433 R55_prct90	0,62496751	0,61412074	2,52648595	0,61204804	0,99057414	0,91071039	0,98384232	0,67828815	1,65429599
434 R56_median	0,18707501	0,23460917	0,62185432	0,20813395	0,33202606	0,29827340	0,33639712	0,25404297	0,57209932
435 R56_mean	0,22721619	0,24309330	0,77458268	0,22292972	0,35993607	0,34690944	0,37109022	0,26939086	0,67374203
436 R56_var	0,01480462	0,01350186	0,29281905	0,01610289	0,03589898	0,11196756	0,02843904	0,01836485	1,02722232
437 R56_prct90	0,40289323	0,40846978	1,67883007	0,38885856	0,65143534	0,61169843	0,65478674	0,43775404	1,12219374
438 R57_median	0,29149782	0,34099643	0,92638130	0,29631357	0,49804439	0,37136086	0,43833142	0,37097711	0,69859012
439 R57_mean	0,33159397	0,34793091	1,11919334	0,32654036	0,51098411	0,47488765	0,52566686	0,36780961	0,87611533
440 R57_var	0,03554581	0,03204446	0,63187518	0,03721540	0,07364760	0,20737515	0,06206496	0,03652635	0,33875965
441 R57_prct90	0,60358081	0,60015495	2,28377069	0,58605768	0,86404301	0,88048538	0,93122291	0,58932376	1,47288781
442 R58_median	0,18860669	0,21977913	0,62626552	0,19724121	0,33656653	0,24866467	0,30025615	0,23779907	0,46512930
443 R58_mean	0,21312034	0,22879519	0,74271553	0,21407775	0,34152776	0,31814117	0,35719951	0,23850560	0,59189948
444 R58_var	0,01479054	0,01357479	0,28107936	0,01606997	0,03391069	0,09791601	0,02876205	0,01565241	0,15659659
445 R58_prct90	0,38617070	0,39253888	1,52349353	0,38011275	0,57542454	0,59269547	0,61379283	0,38194815	1,00028372
446 R59_median	0,16584913	0,22384165	0,37418077	0,16614780	0,33059157	0,22337691	0,24260585	0,18984934	0,26565963
447 R59_mean	0,23087594	0,24724358	0,41589654	0,21013617	0,33272935	0,27092920	0,28065419	0,22254876	0,34061848
448 R59_var	0,02515232	0,02101706	0,06272343	0,02938469	0,04386378	0,05292954	0,03154084	0,01863843	0,06380090
449 R59_prct90	0,44872269	0,46114500	0,82112404	0,47060157	0,63344125	0,49043484	0,62336671	0,40939428	0,69495261
450 R60_median	0,10941967	0,14798837	0,25140265	0,11010000	0,21461452	0,14199097	0,16368616	0,12100272	0,17240977
451 R60_mean	0,14937430	0,16458911	0,27755068	0,13447832	0,21765095	0,17628048	0,18437447	0,14228445	0,22248390
452 R60_var	0,01071864	0,00931241	0,02814828	0,01209698	0,01852283	0,02379686	0,01330591	0,00758090	0,02780396
453 R60_prct90	0,29886166	0,30715280	0,55337414	0,29532758	0,40894404	0,30680783	0,40054740	0,26192276	0,46490344
454 R61_median	0,73632944	0,69598938	1,08754629	0,70040346	0,86570674	0,77321104	0,82973162	0,74647955	0,97354038
455 R61_mean	0,73087154	0,68183555	1,14267480	0,70094403	0,85137217	0,79756558	0,85390993	0,73296581	1,00232481
456 R61_var	0,02025793	0,01826990	0,11802827	0,02391626	0,02834265	0,05081400	0,02615988	0,03124471	0,05849240
457 R61_prct90	0,91892727	0,87078891	1,63706240	0,89134741	1,08625094	1,03369089	1,08428413	0,96088750	1,29072412
458 R62_median	0,47444124	0,45224600	0,72363222	0,45816153	0,57887902	0,51019017	0,56537671	0,47850860	0,64736168
459 R62_mean	0,46983781	0,44755865	0,75748353	0,45776843	0,56766060	0,53059164	0,57900724	0,47426268	0,67594350
460 R62_var	0,00837436	0,00780373	0,05299286	0,01032030	0,01321860	0,02405500	0,01240800	0,01337643	0,02754753
461 R62_prct90	0,59170760	0,56890654	1,09035896	0,58968853	0,72541748	0,70030914	0,74105471	0,61872205	0,87732465
462 R63_median	0,73477841	0,67968472	1,07665322	0,68732408	0,85554803	0,75231735	0,81790469	0,70500068	0,89879572
463 R63_mean	0,72540264	0,68228874	1,15784037	0,69859807	0,84381547	0,78039817	0,85532536	0,69352852	0,95089319
464 R63_var	0,02571040	0,02199511	0,13229353	0,02763638	0,03338004	0,05306495	0,03210591	0,03404604	0,06513288
465 R63_prct90	0,92833405	0,89910121	1,68985189	0,93668298	1,10254223	1,04266504	1,13080286	0,88463611	1,24840654
466 R64_median	0,47411374	0,44993953	0,71930075	0,43755934	0,56977045	0,50487313	0,56221567	0,46196948	0,61635326
467 R64_mean	0,46521755	0,44497516	0,76620625	0,46096145	0,57031313	0,52383047	0,58589959	0,45198685	0,64525333
468 R64_var	0,01038670	0,00915211	0,05918511	0,01234857	0,01627803	0,02535888	0,01575511	0,01489166	0,03050837

B. Anhang - Parameterberechnungen

469 R64_prct90	0,59921628	0,58520207	1,12611825	0,62491439	0,75255327	0,69654801	0,76707419	0,57726446	0,85154845
470 R65_median	0,54969956	0,48590132	0,66885244	0,48356840	0,62759755	0,56983420	0,55231889	0,54695155	0,56296773
471 R65_mean	0,55828539	0,51546739	0,65652355	0,50741691	0,60734197	0,58032610	0,56631289	0,53265515	0,59939138
472 R65_var	0,01798594	0,01785004	0,02581493	0,02742752	0,02724227	0,02526289	0,02166700	0,02092626	0,02825460
473 R65_prct90	0,73540377	0,69203423	0,89436678	0,73682556	0,82897624	0,77810317	0,81261128	0,71777109	0,84283269
474 R66_median	0,36076447	0,32738135	0,44567869	0,31004077	0,41086520	0,36399105	0,35559249	0,35020525	0,36198444
475 R66_mean	0,36342208	0,34375646	0,43965474	0,32358175	0,39795694	0,37651469	0,36868221	0,34007998	0,38769941
476 R66_var	0,00784883	0,00805784	0,01189675	0,01158099	0,01209953	0,01154209	0,00898191	0,00852199	0,01213895
477 R66_prct90	0,47972004	0,46413802	0,59903531	0,46844895	0,54967589	0,50617604	0,53042106	0,45497757	0,54733928
478 R67_median	0,13737177	0,13470588	0,30425525	0,13443529	0,21478279	0,15609479	0,18285585	0,15152077	0,26868630
479 R67_mean	0,13977367	0,13971628	0,37869603	0,13807285	0,20020337	0,17353844	0,19522936	0,15454817	0,29213036
480 R67_var	0,00411809	0,00371724	0,05793206	0,00612389	0,00759494	0,01214629	0,00580770	0,00480206	0,02518100
481 R67_prct90	0,21302329	0,20469375	0,77583983	0,23176738	0,32177708	0,31981400	0,29910743	0,24922392	0,42239300
482 R68_median	0,08600172	0,08823596	0,19778481	0,08676269	0,13478687	0,10009220	0,12282174	0,09959250	0,17463679
483 R68_mean	0,08978567	0,09197470	0,25160041	0,09017233	0,13312943	0,11552297	0,13263783	0,09984070	0,19778353
484 R68_var	0,00169734	0,00158388	0,02593123	0,00254041	0,00343527	0,00566387	0,00273847	0,00200589	0,01189065
485 R68_prct90	0,13798271	0,13618676	0,51785496	0,14773768	0,21244708	0,20837199	0,20725423	0,16191561	0,28836475
486 R69_median	0,13020756	0,13753727	0,31803178	0,12613324	0,20491045	0,13524766	0,18056871	0,13324053	0,22904976
487 R69_mean	0,13715067	0,13653542	0,37618638	0,13638175	0,19446208	0,16407786	0,19611238	0,13883409	0,26462242
488 R69_var	0,00508389	0,00445609	0,06407848	0,00603740	0,00781710	0,01195221	0,00707232	0,00409903	0,02522892
489 R69_prct90	0,22764516	0,21734423	0,73442498	0,21888147	0,29142861	0,27218153	0,31571340	0,23902343	0,38522580
490 R70_median	0,08515356	0,08828231	0,20442649	0,08537188	0,13498194	0,08929969	0,12424135	0,08615754	0,15727040
491 R70_mean	0,08794706	0,08930368	0,24970227	0,08977146	0,13119333	0,11001660	0,13434339	0,09021163	0,17978279
492 R70_var	0,00206707	0,00186143	0,02866737	0,00259265	0,00377652	0,00563586	0,00344367	0,00178687	0,01184470
493 R70_prct90	0,14571713	0,14112591	0,49009393	0,14435686	0,19973263	0,18344763	0,21886395	0,15368742	0,26311052
494 R71_median	0,10190519	0,10389778	0,15635537	0,07605291	0,13725038	0,10767302	0,10381883	0,10339411	0,11555284
495 R71_mean	0,10800284	0,10926257	0,16363977	0,10331431	0,14591930	0,11882533	0,12222893	0,11274960	0,14162556
496 R71_var	0,00326472	0,00307897	0,00718955	0,00672839	0,00609463	0,00665147	0,00466836	0,00453819	0,00887577
497 R71_prct90	0,18067572	0,18037024	0,30661246	0,20759791	0,22990885	0,20143538	0,22505689	0,18513611	0,26834320
498 R72_median	0,06620554	0,07019309	0,10567768	0,04959910	0,09159293	0,07190977	0,06693144	0,06771291	0,07445206
499 R72_mean	0,06998268	0,07288182	0,10971940	0,06633349	0,09548970	0,07715513	0,07998370	0,07209427	0,09217363
500 R72_var	0,00141025	0,00137475	0,00328558	0,00277500	0,00259349	0,00298589	0,00191014	0,00182821	0,00387688
501 R72_prct90	0,11994391	0,12067302	0,20637194	0,13367065	0,15777627	0,12759629	0,14687569	0,11846350	0,17580785
502 Schaeferfe	1,68247046	1,55036050	1,78823330	1,78059204	1,37998169	1,87374256	1,75830178	1,47783348	1,87288631
503 Sch_fast_median	1,68222232	1,54633222	1,76850368	1,77904633	1,38191539	1,87027388	1,76174522	1,47564067	1,87656079
504 Sch_fast_prct90	1,73031067	1,55948882	1,86805790	1,79721359	1,40937404	1,89569976	1,77364230	1,49361068	1,91766695
505 Sch_imp_median	1,68333983	1,54633086	1,76707469	1,78565484	1,37552809	1,87059231	1,76442497	1,48337858	1,87437787
506 Sch_imp_prct90	1,73954324	1,56762350	1,86902070	1,80983743	1,41874577	1,91582424	1,80530783	1,51562266	1,94150326
507 Sch_slow_median	1,67142929	1,54943254	1,76419333	1,78214001	1,38194058	1,88422667	1,76265380	1,47406932	1,87473175
508 Sch_slow_prct90	1,72602117	1,55441452	1,85165566	1,79624927	1,40345478	1,89290381	1,76572106	1,47728021	1,92862849
509 Imp_median	2,75279829	2,12444598	2,77879106	2,87437794	2,77339609	2,89203115	2,77823800	2,86420953	2,92123319
510 Imp_prct90	3,23101281	2,42409607	3,25319606	3,45911610	3,45339983	3,35249617	3,27376844	3,51115151	3,39618685

B.2. Transiente Geräuschparameter

B. Anhang - Parameterberechnungen

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
1 dBA	76,34257176	79,48357058	82,85196321	80,37045884	83,01964361	85,04486195	83,46588024	81,69185355	84,24780207
2 dBA_fast_median	76,37217572	80,15173554	82,23229129	79,90731258	82,01268136	83,11818700	83,52738625	82,04468730	83,25331018
3 dBA_fast_prct90	77,48577735	80,99413037	84,28172353	82,20685193	86,64708535	88,34209694	84,58225076	83,81247764	86,71333587
4 dBA_imp_median	76,26970625	80,01941210	82,06707515	79,71716384	81,55840992	83,08039846	83,47288210	81,83225444	82,94558240
5 dBA_imp_prct90	77,44865549	81,10012944	84,31917925	82,14552849	86,33647668	86,53929542	84,81081751	84,14597747	86,90211268
6 dBA_slow_median	76,01382579	80,18165845	82,42963656	79,86131096	81,16767261	83,15940786	83,43455356	82,05061783	83,12631564
7 dBA_slow_prct90	77,16696842	80,85180675	84,58057450	81,88963711	86,64874774	88,30676724	83,69064112	83,38516636	86,91276616
8 F1_median	0,21018426	0,25260755	0,35089034	0,21723667	0,37413065	0,22752837	0,19210460	0,32130263	0,33862992
9 F1_mean	0,21401168	0,33053307	0,36961740	0,22548615	0,44585610	0,25230839	0,19686182	0,29612509	0,37442358
10 F1_var	0,00076832	0,03655594	0,01734123	0,00181149	0,02157709	0,00273161	0,00163062	0,00383130	0,02225437
11 F1_prct90	0,25730426	0,67231530	0,59855557	0,28997386	0,69484268	0,31379927	0,26371808	0,36377570	0,59667842
12 F2_median	0,10852053	0,14831911	0,19581965	0,10571061	0,23571268	0,10754968	0,09076151	0,16960756	0,19617791
13 F2_mean	0,11013337	0,20367366	0,21420426	0,10770807	0,27940549	0,12560607	0,09545796	0,15977808	0,21750257
14 F2_var	0,00022276	0,02335686	0,01017362	0,00051080	0,01082134	0,00150259	0,00045035	0,00118164	0,01130371
15 F2_prct90	0,13208309	0,46099535	0,39242970	0,14194562	0,45523422	0,15942660	0,13154541	0,19677816	0,37426551
16 F3_median	0,06035447	0,09501465	0,11240218	0,05346496	0,16079915	0,05260748	0,04395930	0,08968091	0,12583911
17 F3_mean	0,06005993	0,13679642	0,12998640	0,05310461	0,18202013	0,06536044	0,04711298	0,08995145	0,13521867
18 F3_var	0,00008832	0,01456779	0,00565785	0,00014670	0,00524281	0,00097289	0,00012681	0,00031043	0,00607383
19 F3_prct90	0,07292351	0,33396521	0,26377507	0,07118801	0,30466426	0,08865543	0,06693049	0,11086166	0,25026993
20 F4_median	0,20915478	0,24387429	0,36987174	0,21940529	0,37400030	0,23835461	0,20398682	0,33216019	0,33217995
21 F4_mean	0,21326001	0,32190671	0,38852503	0,23050278	0,45738002	0,26083074	0,20925949	0,30148973	0,38292761
22 F4_var	0,00084860	0,03670731	0,01909174	0,00205609	0,02476994	0,00239039	0,00186341	0,00454395	0,02271333
23 F4_prct90	0,25784422	0,66269353	0,62910666	0,29955500	0,72434397	0,32759111	0,28018007	0,37796498	0,60823558
24 F5_median	0,10602021	0,13894555	0,20158307	0,10660561	0,23161521	0,11255412	0,09712346	0,17281036	0,21329325
25 F5_mean	0,10827750	0,19343336	0,22473154	0,11015495	0,28296009	0,12851180	0,10199289	0,16094145	0,18702976
26 F5_var	0,00024188	0,02295035	0,01109780	0,00058331	0,01218743	0,00113199	0,00052293	0,00147743	0,01075211
27 F5_prct90	0,13100153	0,44616122	0,41090558	0,14675555	0,47131759	0,16386049	0,14103020	0,20282747	0,36946879
28 F6_median	0,05655409	0,08487222	0,11516588	0,05364626	0,15205831	0,05444801	0,04697796	0,09225286	0,10963392
29 F6_mean	0,05746743	0,12571685	0,13545929	0,05417999	0,18102107	0,06550998	0,05054809	0,08896942	0,12984146
30 F6_var	0,00008094	0,01391387	0,00607819	0,00016772	0,00580271	0,00062985	0,00014925	0,00042210	0,00528539
31 F6_prct90	0,07031641	0,31204046	0,27416944	0,07345821	0,31047292	0,08600641	0,07155405	0,11169409	0,23646934
32 F7_median	0,06884189	0,10270674	0,16066385	0,07410911	0,13488446	0,08391587	0,06280731	0,11864479	0,15984091
33 F7_mean	0,06987721	0,15217656	0,18106721	0,08908617	0,20111203	0,09830226	0,06594067	0,11759213	0,18952971
34 F7_var	0,00041613	0,01995822	0,01060885	0,00110926	0,01509369	0,00104977	0,00065256	0,00215152	0,01218568
35 F7_prct90	0,09937635	0,40044544	0,36138969	0,14652421	0,42538544	0,14248933	0,10514273	0,18364229	0,36835544
36 F8_median	0,03359116	0,05426845	0,08788571	0,03208119	0,08196848	0,03782641	0,02780581	0,06256376	0,08645981
37 F8_mean	0,03353364	0,09619929	0,10608316	0,03942046	0,12114599	0,04664841	0,03055124	0,06008458	0,10633709
38 F8_var	0,00010305	0,01159634	0,00557902	0,00026591	0,00622390	0,00040181	0,00016249	0,00066176	0,00493086
39 F8_prct90	0,04856172	0,27381436	0,23828770	0,03167584	0,26432276	0,06919569	0,05068780	0,09426536	0,21813932
40 F9_median	0,01589918	0,03205887	0,04888036	0,01435371	0,05253949	0,01733668	0,01236922	0,03332950	0,05065187
41 F9_mean	0,01629737	0,06612939	0,06442427	0,01776809	0,07471591	0,02293426	0,01435773	0,03138692	0,06218097
42 F9_var	0,00002661	0,00688809	0,00292117	0,00006416	0,00250560	0,00019273	0,00004210	0,00020271	0,00205498
43 F9_prct90	0,02389343	0,19440643	0,15992466	0,03168130	0,16573085	0,03493697	0,02509756	0,05119832	0,10271929
44 F10_median	0,06713102	0,09464048	0,16378074	0,07239881	0,13465089	0,08399305	0,06437553	0,11827253	0,15284579
45 F10_mean	0,06821458	0,14161261	0,18397326	0,08848927	0,20259491	0,09841242	0,06768766	0,11582007	0,18936307
46 F10_var	0,00040014	0,01841718	0,01092899	0,00117048	0,01597426	0,00098268	0,00069141	0,00210173	0,01230967
47 F10_prct90	0,09720206	0,37933009	0,36752970	0,14725302	0,43532168	0,14449917	0,10782267	0,17750712	0,36910606
48 F11_median	0,03258261	0,04777496	0,08919782	0,03158737	0,08085517	0,03835303	0,02859660	0,06275709	0,08004139
49 F11_mean	0,03286276	0,08746322	0,10820547	0,03943049	0,12159058	0,04649196	0,03157873	0,05916744	0,10506437
50 F11_var	0,00010010	0,01042805	0,00571684	0,00028123	0,00658234	0,00033664	0,00017581	0,00064043	0,00483072
51 F11_prct90	0,04771834	0,25533957	0,24206922	0,06840114	0,26917550	0,06888981	0,05271253	0,09352507	0,21655641
52 F12_median	0,01574312	0,02641586	0,04946093	0,01424356	0,05048096	0,01769697	0,01285624	0,03379556	0,04446901
53 F12_mean	0,01603180	0,05832112	0,06579998	0,01789584	0,07445690	0,02257045	0,01493910	0,03081961	0,06020315
54 F12_var	0,00002609	0,00597048	0,00296182	0,00006816	0,00265965	0,00013871	0,00004636	0,00019539	0,00192655
55 F12_prct90	0,02347296	0,17717813	0,16191569	0,03212353	0,16840309	0,03522894	0,02614871	0,04887174	0,12956669
56 F13_median	0,14084661	0,18957009	0,22747164	0,13423942	0,25325373	0,14356772	0,12217376	0,20728769	0,23785184
57 F13_mean	0,14183693	0,23923299	0,24082834	0,13969388	0,28839322	0,16016879	0,12639789	0,19447671	0,24481543
58 F13_var	0,00020114	0,01343607	0,00848728	0,00066519	0,00925946	0,00148641	0,00066831	0,00160229	0,00979341
59 F13_prct90	0,16347024	0,43968387	0,39961899	0,18135526	0,44822523	0,20137798	0,16926334	0,24455479	0,39472508
60 F14_median	0,08613993	0,13962097	0,13812087	0,06547491	0,18795569	0,06869996	0,05752031	0,12105242	0,17221460
61 F14_mean	0,08163185	0,17680026	0,14978904	0,06753500	0,19838919	0,08473620	0,06154092	0,11603021	0,16018949
62 F14_var	0,00016608	0,00996905	0,00525987	0,00016756	0,00476351	0,00162275	0,00019396	0,00035216	0,00742697
63 F14_prct90	0,09226442	0,33914068	0,27595050	0,08796467	0,31248664	0,10982141	0,08602384	0,14051829	0,29087526
64 F15_median	0,05485063	0,12159727	0,09748097	0,03457561	0,14779451	0,03444452	0,02899466	0,07639016	0,14132730
65 F15_mean	0,05615235	0,14881019	0,10136722	0,03522298	0,14962612	0,05049702	0,03111304	0,07683071	0,12385052
66 F15_var	0,00037558	0,00803492	0,00331462	0,00004458	0,00252013	0,00197374	0,00005783	0,00033190	0,00675673

B. Anhang - Parameterberechnungen

67 F15_prct90	0,08002629	0,28610897	0,20254148	0,04471313	0,23211871	0,07753249	0,04481526	0,10641613	0,24875946
68 F16_median	0,13650342	0,16624183	0,23264326	0,13031717	0,24202401	0,14320839	0,12663011	0,20331585	0,21063299
69 F16_mean	0,13571021	0,21208029	0,24770438	0,13836791	0,27926436	0,15776909	0,13101156	0,18515395	0,23560796
70 F16_var	0,00027699	0,01247221	0,00883768	0,00076747	0,00922699	0,00092510	0,00072795	0,00177840	0,00813408
71 F16_prct90	0,16012577	0,40814282	0,40959810	0,18311112	0,44136046	0,19749220	0,17585561	0,23018144	0,37033327
72 F17_median	0,07435430	0,11176032	0,13769687	0,06323445	0,16583795	0,06801359	0,06015960	0,10816251	0,13098349
73 F17_mean	0,07360433	0,14519589	0,15260169	0,06675224	0,18351123	0,08035026	0,06435085	0,10551222	0,14216273
74 F17_var	0,00007984	0,00827309	0,00533563	0,00020320	0,00457238	0,00073536	0,00021847	0,00043707	0,00487461
75 F17_prct90	0,08396186	0,29462798	0,27859407	0,08909123	0,29646689	0,10284244	0,08965683	0,13058587	0,24622901
76 F18_median	0,04768421	0,08880557	0,09066120	0,03352589	0,12518034	0,03388816	0,03014856	0,06858924	0,10257936
77 F18_mean	0,04574625	0,11417963	0,10021207	0,03432761	0,13089442	0,04488511	0,03272207	0,06599176	0,09883372
78 F18_var	0,00012031	0,00573815	0,00315524	0,00054811	0,00228696	0,00081506	0,00006695	0,00012732	0,00362480
79 F18_prct90	0,05628576	0,22971872	0,19719683	0,04502636	0,21163984	0,06148071	0,04711952	0,07923019	0,18963996
80 F19_median	0,05193323	0,08514635	0,11107553	0,05536717	0,09660884	0,06627851	0,04689689	0,08748283	0,12094186
81 F19_mean	0,05192752	0,12253814	0,12477712	0,06439798	0,13593477	0,07131242	0,04929826	0,08564781	0,13135792
82 F19_var	0,00019132	0,00867956	0,00511745	0,00041993	0,00700993	0,00044218	0,00033031	0,00148634	0,00479734
83 F19_prct90	0,06928174	0,26383895	0,24754312	0,10051377	0,28620212	0,10419929	0,07762611	0,14139848	0,24435067
84 F20_median	0,02569419	0,05758686	0,06385000	0,02313617	0,06156212	0,02980511	0,02062341	0,04609785	0,07382012
85 F20_mean	0,02539401	0,09075293	0,07618324	0,02741884	0,08376312	0,03408609	0,02246134	0,04514719	0,07605476
86 F20_var	0,00005002	0,00656429	0,00277293	0,00010475	0,00287075	0,00022778	0,00008240	0,00048467	0,00221242
87 F20_prct90	0,03469241	0,23014462	0,16711512	0,04577441	0,18147973	0,04970076	0,03756511	0,08018367	0,14940578
88 F21_median	0,01280428	0,04321508	0,03663848	0,01026988	0,04324971	0,01362536	0,00897599	0,02505333	0,05502285
89 F21_mean	0,01272350	0,07550109	0,04872158	0,01205616	0,05426940	0,01775024	0,01049534	0,02508106	0,04931925
90 F21_var	0,00001409	0,00552249	0,00155317	0,00002619	0,00109770	0,00020427	0,00002230	0,00015337	0,00119659
91 F21_prct90	0,01776594	0,21281892	0,11685713	0,02122875	0,11492836	0,02595431	0,01836100	0,04555937	0,10065976
92 F22_median	0,05047823	0,07171614	0,11254914	0,05216187	0,09832573	0,06332719	0,04752052	0,08643710	0,11125924
93 F22_mean	0,05019540	0,10569379	0,12628480	0,06234157	0,13303889	0,06917588	0,04996507	0,08134718	0,12864398
94 F22_var	0,00018183	0,00692945	0,00517068	0,00045838	0,00668469	0,00036804	0,00033964	0,00127148	0,00465430
95 F22_prct90	0,06777271	0,24173131	0,24908448	0,09990596	0,28102736	0,10000933	0,07889161	0,12932887	0,24128029
96 F23_median	0,02503168	0,04508459	0,06440971	0,02221800	0,06164077	0,02916057	0,02092143	0,04626251	0,06087190
97 F23_mean	0,02472848	0,07348643	0,07769218	0,02686740	0,08113433	0,03258711	0,02304339	0,04268208	0,07212206
98 F23_var	0,00004867	0,00459949	0,00278615	0,00011348	0,00276347	0,00014234	0,00008855	0,00041887	0,00197968
99 F23_prct90	0,03420765	0,17095472	0,16799403	0,04581453	0,17631336	0,04840048	0,03828106	0,07316885	0,14381861
100 F24_median	0,01256230	0,03205579	0,03812864	0,00998118	0,04065328	0,01316346	0,00926816	0,02454149	0,04054483
101 F24_mean	0,01247630	0,05774524	0,04971669	0,01197401	0,05134467	0,01633202	0,01089472	0,02339098	0,04350881
102 F24_var	0,00001399	0,00335135	0,00152778	0,00002841	0,00109250	0,00009640	0,00002474	0,00013033	0,00089981
103 F24_prct90	0,01754349	0,15360377	0,11613261	0,02140311	0,11239933	0,02426563	0,01908804	0,04148525	0,08935049
104 F25_median	0,20369102	0,25025695	0,33814740	0,21093115	0,36272446	0,21701322	0,18876699	0,30818672	0,35181564
105 F25_mean	0,20824422	0,31943384	0,35595380	0,21810307	0,42792826	0,24379332	0,19311939	0,28326546	0,38223839
106 F25_var	0,00067845	0,03242241	0,01617879	0,00158924	0,01916228	0,00277772	0,00155827	0,00344748	0,02021879
107 F25_prct90	0,24833253	0,63963289	0,57930976	0,27798778	0,66212388	0,30241719	0,25609680	0,34749252	0,60011186
108 F26_median	0,10438251	0,14443477	0,18226256	0,10185317	0,22519885	0,10253190	0,08848523	0,16157697	0,21164637
109 F26_mean	0,10638105	0,19320758	0,20465988	0,10348835	0,26620111	0,12125220	0,09364381	0,15156980	0,22857343
110 F26_var	0,00019598	0,02101828	0,00926622	0,00044837	0,00968896	0,00158354	0,00043790	0,00109074	0,01031955
111 F26_prct90	0,12666429	0,43786778	0,37554639	0,13530167	0,43346898	0,15605172	0,12799037	0,18656754	0,38495096
112 F27_median	0,05736183	0,09032685	0,10361993	0,05114345	0,15189877	0,04989705	0,04295846	0,08513507	0,14292193
113 F27_mean	0,05756914	0,12670415	0,12294515	0,05069843	0,17218110	0,06334331	0,04657218	0,08459399	0,14838248
114 F27_var	0,00007668	0,01320144	0,00492135	0,00012836	0,00472527	0,00106747	0,00013138	0,00029477	0,00555192
115 F27_prct90	0,06949449	0,31569889	0,24626427	0,06747204	0,28854540	0,08844067	0,06566185	0,10488050	0,26567909
116 F28_median	0,20617085	0,24637585	0,35831825	0,21593050	0,36825681	0,22999572	0,20277114	0,32190257	0,34701722
117 F28_mean	0,21000208	0,31600643	0,37871495	0,22579729	0,44514337	0,25492386	0,20733469	0,29251002	0,39136828
118 F28_var	0,00076788	0,03342103	0,01838210	0,00184386	0,02261671	0,00242997	0,00179503	0,00417198	0,02151938
119 F28_prct90	0,25255205	0,63936531	0,61731092	0,29055990	0,70135918	0,31993837	0,27550255	0,36549736	0,61467288
120 F29_median	0,10295305	0,13566584	0,19200034	0,10411680	0,22503271	0,10871929	0,09554890	0,16683530	0,19883441
121 F29_mean	0,10589319	0,18717680	0,21755206	0,10718417	0,27342937	0,12523920	0,10072090	0,15489541	0,22717244
122 F29_var	0,00021922	0,02112148	0,01050376	0,00052353	0,01118750	0,00118588	0,00050440	0,00139758	0,01033518
123 F29_prct90	0,12715596	0,42786972	0,39900544	0,14153700	0,45487316	0,15908082	0,13789059	0,19523011	0,38117192
124 F30_median	0,05444558	0,08068430	0,10788563	0,05201981	0,14572263	0,05219429	0,04619637	0,08870950	0,12606397
125 F30_mean	0,05580630	0,11939652	0,13004135	0,05238097	0,17371558	0,06388032	0,04997276	0,08492717	0,14134953
126 F30_var	0,00007339	0,01286199	0,00556969	0,00015012	0,00534760	0,00068895	0,00014684	0,00040285	0,00514688
127 F30_prct90	0,06813732	0,29755467	0,26104678	0,07044668	0,29814478	0,08526127	0,07130637	0,10682116	0,25182144
128 F31_median	0,07104171	0,11030446	0,15966078	0,07528867	0,13749661	0,08398924	0,06473973	0,11564733	0,19870749
129 F31_mean	0,07090206	0,15334221	0,18177849	0,08988207	0,19892506	0,09881940	0,06809506	0,11592241	0,21529381
130 F31_var	0,00040864	0,01805247	0,01059180	0,00103152	0,01412917	0,00118574	0,00068199	0,00194009	0,01455715
131 F31_prct90	0,09984838	0,38944987	0,36505913	0,14475892	0,41858042	0,14297800	0,10694013	0,17789531	0,41177559
132 F32_median	0,03391256	0,05779622	0,08862956	0,03246165	0,08163198	0,03770545	0,02857300	0,06064112	0,12002614
133 F32_mean	0,03378482	0,09452330	0,10568314	0,03948494	0,11868066	0,04677342	0,03142056	0,05871370	0,12773665

B. Anhang - Parameterberechnungen

134 F32_var	0,00010023	0,01050726	0,00549098	0,00024556	0,00582816	0,00046614	0,00016771	0,00059442	0,00657450
135 F32_prct90	0,04851448	0,26444694	0,23837770	0,06649257	0,25749909	0,07105982	0,05134689	0,09201957	0,25883365
136 F33_median	0,01609221	0,03550445	0,04705918	0,01437321	0,05098709	0,01704669	0,01265836	0,03216024	0,08190617
137 F33_mean	0,01630755	0,06290322	0,06360177	0,01767447	0,07246479	0,02304028	0,01476035	0,03041247	0,08155551
138 F33_var	0,00002559	0,00620278	0,00277983	0,00005871	0,00234848	0,00023266	0,00004338	0,00018149	0,00318438
139 F33_prct90	0,02377548	0,18834306	0,15768468	0,03088210	0,16053404	0,03453878	0,02596329	0,04896289	0,17268566
140 F34_median	0,07031050	0,10124733	0,16344337	0,07458890	0,13940562	0,08503395	0,06698136	0,11713316	0,18582870
141 F34_mean	0,07003298	0,14458918	0,18660927	0,09047686	0,20366774	0,10015458	0,07071253	0,11594402	0,21231308
142 F34_var	0,00040170	0,01725392	0,01122147	0,00111342	0,01545322	0,00111074	0,00073228	0,00195822	0,01436116
143 F34_prct90	0,09883204	0,37577694	0,37500767	0,14722735	0,43516712	0,14706569	0,11102327	0,17377803	0,40818175
144 F35_median	0,03371378	0,05115784	0,09071997	0,03244303	0,08202951	0,03846609	0,02984489	0,06201204	0,10728226
145 F35_mean	0,03350400	0,08757632	0,10900575	0,04002566	0,12114932	0,04711821	0,03280664	0,05872500	0,12309600
146 F35_var	0,00009955	0,00979407	0,00580689	0,00026571	0,00635626	0,00038700	0,00018310	0,00059369	0,00618540
147 F35_prct90	0,04824128	0,25030328	0,24507064	0,06793844	0,26739281	0,07063094	0,05399383	0,09267736	0,25038403
148 F36_median	0,01589250	0,02955046	0,04884966	0,01448305	0,05022436	0,01758751	0,01327205	0,03317147	0,06918124
149 F36_mean	0,01623462	0,05693432	0,06577800	0,01804089	0,07351467	0,02284952	0,01546699	0,03033843	0,07594637
150 F36_var	0,00002567	0,00559099	0,00293566	0,00006383	0,00256464	0,00016514	0,00004778	0,00018041	0,00281033
151 F36_prct90	0,02365053	0,17261471	0,16249979	0,03169787	0,16572643	0,03571929	0,02707727	0,04744446	0,16158888
152 F37_median	0,14019417	0,20168081	0,22464920	0,13431653	0,25040245	0,14294541	0,12250212	0,20452721	0,28801541
153 F37_mean	0,14129624	0,23478311	0,23882176	0,13928259	0,28388838	0,15951102	0,12693256	0,19020741	0,27329201
154 F37_var	0,00018843	0,01229341	0,00829478	0,00063027	0,00877407	0,00160208	0,00067321	0,00158196	0,01093270
155 F37_prct90	0,16243477	0,43016150	0,39648951	0,17959149	0,44052341	0,20011179	0,16864084	0,23922045	0,43409391
156 F38_median	0,08466441	0,14937686	0,13361385	0,06495746	0,18213873	0,06774809	0,05747910	0,11615098	0,19678241
157 F38_mean	0,08031766	0,16570680	0,14688651	0,06682016	0,19299416	0,08438365	0,06225166	0,11192857	0,20013167
158 F38_var	0,00014403	0,00919497	0,00487672	0,00015850	0,00462019	0,00178959	0,00020768	0,00036325	0,00847568
159 F38_prct90	0,09038912	0,33025461	0,26655120	0,08654876	0,30416717	0,10984744	0,08707840	0,13698859	0,34390381
160 F39_median	0,05360317	0,12601032	0,09415368	0,03400753	0,14388100	0,03384833	0,02881442	0,07401353	0,15496629
161 F39_mean	0,05457832	0,13242098	0,09756025	0,03457736	0,14393001	0,05052214	0,03275157	0,07319536	0,17254806
162 F39_var	0,00033260	0,00726265	0,00277664	0,00004158	0,00251621	0,00218077	0,00009152	0,00026571	0,00754734
163 F39_prct90	0,07695409	0,27488692	0,18344977	0,04369956	0,22575982	0,07889789	0,04819509	0,09764293	0,31128448
164 F40_median	0,13638108	0,17568533	0,23098225	0,13257360	0,24342593	0,14451016	0,12869762	0,20341645	0,24817372
165 F40_mean	0,13690744	0,21271805	0,24838629	0,13971547	0,27936008	0,15882331	0,13289053	0,18419778	0,25565924
166 F40_var	0,00026332	0,01196463	0,00892295	0,00073736	0,00896611	0,00099206	0,00073144	0,00174527	0,00908977
167 F40_prct90	0,16066849	0,40625797	0,41131988	0,18324677	0,43972394	0,19939610	0,17747960	0,22939003	0,39966769
168 F41_median	0,07433730	0,11928028	0,13395229	0,06386176	0,16346750	0,06799780	0,06076245	0,10691239	0,18308043
169 F41_mean	0,07350403	0,14080742	0,15176474	0,06690549	0,18163670	0,08064540	0,06511009	0,10367612	0,17020469
170 F41_var	0,00007502	0,00804433	0,00523895	0,00019495	0,00450055	0,00081339	0,00021940	0,00045816	0,00591795
171 F41_prct90	0,08373085	0,29048311	0,27501636	0,08860065	0,29401387	0,10296992	0,09004250	0,12887024	0,28782855
172 F42_median	0,04688277	0,09504232	0,08779657	0,03353852	0,12203689	0,03352107	0,03033730	0,06758951	0,13268107
173 F42_mean	0,04514721	0,10577521	0,09842423	0,03415099	0,12810039	0,04511962	0,03345401	0,06402858	0,13518241
174 F42_var	0,00010937	0,00553558	0,00293947	0,00005218	0,00229853	0,00091653	0,00007225	0,00012231	0,00466420
175 F42_prct90	0,05509917	0,22694505	0,18816942	0,04449844	0,20878174	0,06206985	0,04868494	0,07705293	0,24199761
176 F43_median	0,05437658	0,09782979	0,11407129	0,05741784	0,10020829	0,06717976	0,04912300	0,08768226	0,15494941
177 F43_mean	0,05414869	0,12725520	0,12879440	0,06711031	0,13801230	0,07368846	0,05182214	0,08647003	0,16663171
178 F43_var	0,00019799	0,00743489	0,00538090	0,00042740	0,00689772	0,00050583	0,00036509	0,00139620	0,00861212
179 F43_prct90	0,07153633	0,26683527	0,25633208	0,10342431	0,28746675	0,10753700	0,08108903	0,14004919	0,31588509
180 F44_median	0,02689030	0,06880917	0,06474996	0,02391769	0,06204352	0,02998083	0,02154974	0,04616198	0,10484932
181 F44_mean	0,02628006	0,08974610	0,07800964	0,02835961	0,08395329	0,03502294	0,02351110	0,04511301	0,11851400
182 F44_var	0,00005050	0,00512513	0,00286565	0,00010559	0,00285732	0,00026962	0,00008871	0,00045972	0,00619286
183 F44_prct90	0,03556030	0,19968364	0,17068264	0,04675933	0,18015122	0,05086754	0,03901762	0,07900486	0,24039507
184 F45_median	0,01324753	0,05191323	0,03796188	0,01053388	0,04225188	0,01370892	0,00941133	0,02477427	0,08309712
185 F45_mean	0,01307616	0,07015290	0,04936505	0,01238248	0,05344465	0,01822169	0,01101814	0,02484232	0,09949258
186 F45_var	0,00001386	0,00384856	0,00152523	0,00002598	0,00111734	0,00024569	0,00002386	0,00014529	0,00535200
187 F45_prct90	0,01795512	0,16257202	0,11605482	0,02152514	0,11476977	0,02638223	0,01936429	0,04468565	0,21323225
188 F46_median	0,05351983	0,08383401	0,11496181	0,05479058	0,10348933	0,06635185	0,04973776	0,08784685	0,15257131
189 F46_mean	0,05278226	0,11096826	0,13131921	0,06570740	0,13732181	0,07233070	0,05313861	0,08333699	0,15341198
190 F46_var	0,00018972	0,00652509	0,00559158	0,00047259	0,00679694	0,00042434	0,00037858	0,00122559	0,00686441
191 F46_prct90	0,07013880	0,24513530	0,26112912	0,10367562	0,28780198	0,10539992	0,08340510	0,12995071	0,28525010
192 F47_median	0,02612221	0,05329632	0,06604265	0,02318541	0,06359076	0,02983076	0,02235506	0,04648994	0,09709049
193 F47_mean	0,02581066	0,07451334	0,08027124	0,02810790	0,08291628	0,03381839	0,02436967	0,04331365	0,10073415
194 F47_var	0,00004961	0,00409153	0,00297843	0,00011592	0,00281817	0,00016722	0,00009570	0,00040709	0,00419174
195 F47_prct90	0,03507905	0,17471326	0,17415886	0,04721585	0,17906561	0,05026381	0,04010377	0,07313363	0,20409539
196 F48_median	0,01327090	0,03988384	0,03946805	0,01043097	0,04111228	0,01335142	0,00979299	0,02472852	0,06850814
197 F48_mean	0,01293382	0,05562007	0,05097953	0,01243972	0,05177258	0,01687823	0,01148922	0,02352163	0,07839228
198 F48_var	0,00001393	0,00271518	0,00158560	0,00002858	0,00112664	0,00011603	0,00002614	0,00012705	0,00322466
199 F48_prct90	0,01785666	0,13487759	0,11810905	0,02190411	0,11268273	0,02512774	0,01990618	0,04123795	0,16749145
200 LN	92,36492618	95,64073256	98,49248703	94,77335327	96,97106574	99,21007800	97,27920455	96,90137693	98,98933872

B. Anhang - Parameterberechnungen

201 LN_fast_median	92,30930216	96,16916175	97,90639135	94,50715927	95,61929787	97,16569501	97,27237458	96,95525483	97,73059932
202 LN_fast_prct90	92,99682343	96,73838807	99,19433390	95,72490196	99,58027239	101,494716	98,10725813	98,60828629	101,087317
203 LN_imp_median	92,20329488	95,96637034	97,64606091	94,40287783	95,47819429	97,06806799	97,17538406	96,64625048	97,47655533
204 LN_imp_prct90	93,05350219	96,67551398	99,22100688	95,83941903	99,21921028	99,90170287	98,21223782	98,83546519	101,133966
205 LN_slow_median	92,12180210	96,10964996	98,09542602	94,65648026	95,28258743	97,10942472	97,26816403	97,12460493	97,73732651
206 LN_slow_prct90	92,92045492	96,55057341	99,47881285	95,26068812	99,69472865	102,189749	97,51780293	98,26925669	101,525891
207 N	37,70000000	47,31000000	57,65000000	44,55000000	51,88000000	60,59000000	53,00000000	51,63000000	59,67000000
208 N_fast_median	37,55500000	49,07500000	55,35500000	43,73500000	47,24000000	52,58500000	52,97500000	51,82500000	54,68500000
209 N_fast_prct90	39,38800000	51,05000000	60,52400000	47,59000000	62,16500000	71,27500000	56,13100000	58,11600000	69,01000000
210 N_imp_median	37,28000000	48,39000000	54,36500000	43,42000000	46,78000000	52,23000000	52,62000000	50,72500000	53,73000000
211 N_imp_prct90	39,54300000	50,82800000	60,63600000	47,96800000	60,63100000	63,56800000	56,54100000	59,03700000	69,23400000
212 N_slow_median	37,07000000	48,87500000	56,08500000	44,19000000	46,15000000	52,38000000	52,96000000	52,50000000	54,71000000
213 N_slow_prct90	39,18000000	50,39000000	61,83400000	46,08000000	62,66000000	74,49000000	53,88400000	56,76500000	71,14000000
214 R1_median	3,53593780	3,46924011	6,40895275	4,04600563	4,66641970	4,90656460	4,52519187	6,34315814	5,81871342
215 R1_mean	3,79494502	3,62336017	6,77393731	3,95199850	4,70616094	5,96293424	4,91674545	6,21584882	6,05712437
216 R1_var	1,12503022	0,59448927	5,39248612	1,03667091	5,39565271	7,80546307	7,93487542	3,44933756	2,66268929
217 R1_prct90	4,80097170	4,68095810	10,38536525	4,91555972	7,96289664	10,63459799	5,88580866	8,18106154	7,85039032
218 R2_median	2,26888573	2,26559546	4,29141588	2,66409816	3,15962118	3,25333511	3,05572980	4,15863991	3,93312502
219 R2_mean	2,42033181	2,35216113	4,54372308	2,58461640	3,11591007	4,03379770	3,28066193	4,07144303	4,07102707
220 R2_var	0,43696582	0,24983035	2,51518371	0,42326117	2,39511697	3,98336634	2,80948013	1,37077269	1,24929042
221 R2_prct90	3,08184078	3,04724759	6,96950694	3,22707237	5,15715520	7,31954518	3,94500459	5,46330042	5,29558867
222 R3_median	3,27687810	3,16350947	5,90305167	3,71777063	4,29820526	4,48561408	4,03617622	5,30490890	5,07945656
223 R3_mean	3,45048491	3,29977586	6,22670556	3,61740144	4,13390004	5,38936649	4,44061252	5,39983143	5,11017458
224 R3_var	0,95954466	0,53650349	4,47100554	0,90903471	4,08542036	6,03998022	6,40781578	2,68332746	1,69778170
225 R3_prct90	4,42631601	4,36010332	9,27208280	4,56393458	6,91822575	9,50961215	5,30448395	7,24703813	6,39253599
226 R4_median	2,07658108	2,06218895	3,98585851	2,44602987	2,87605757	3,00343295	2,75414614	3,52248049	3,40462398
227 R4_mean	2,20477824	2,14251890	4,18277464	2,38457531	2,76444422	3,66979834	2,98584168	3,56444202	3,45089432
228 R4_var	0,38297345	0,22705524	2,10212384	0,38266961	1,86455229	3,13376566	2,29489160	1,04750534	0,80445006
229 R4_prct90	2,84810987	2,81734267	6,22601306	3,01740158	4,66112306	6,58764290	3,58190690	4,82947907	4,30790468
230 R5_median	1,88792480	1,98922378	2,82962871	1,82895660	2,30202062	2,55098618	1,97297542	2,57073348	2,33886252
231 R5_mean	1,95641622	1,99428596	2,99511942	1,86255868	2,27015772	2,74899479	2,14611770	2,66169122	2,29532640
232 R5_var	0,45380245	0,26712189	1,08634880	0,37215501	1,26149750	1,52545865	1,63646301	0,77507268	0,45147415
233 R5_prct90	2,95749505	2,61099446	4,36324199	2,73838494	3,82257980	4,04487602	2,90774377	3,50320830	2,89373022
234 R6_median	1,19117911	1,31155770	1,86189357	1,16912154	1,49229915	1,67231799	1,29884608	1,72627897	1,53759569
235 R6_mean	1,25497795	1,29980840	2,00468934	1,18968796	1,49253837	1,80932240	1,39315382	1,75641748	1,48999682
236 R6_var	0,18794747	0,11417464	0,50542808	0,15539751	0,57951205	0,72981789	0,59899267	0,30158763	0,19080611
237 R6_prct90	1,90460008	1,71744345	2,92899839	1,75254481	2,50727045	2,77053334	1,87073902	2,39158011	1,88539807
238 R7_median	0,35175580	0,38128553	1,43655438	0,49279881	0,70369313	0,79072836	0,56693505	1,17838710	1,24667137
239 R7_mean	0,47976337	0,41218459	1,69750885	0,50417235	0,82934220	1,29487038	0,95170424	1,27806457	1,42680177
240 R7_var	0,11427878	0,04270741	1,60167852	0,14395216	0,43581716	2,28628785	4,48286362	0,81552256	0,76020479
241 R7_prct90	0,79330165	0,66304361	3,31091251	0,74664015	1,86604441	3,50551903	1,18819497	2,16623211	2,38208990
242 R8_median	0,22407806	0,25070561	0,95183186	0,32260274	0,46986492	0,52757204	0,38364555	0,77563653	0,85020976
243 R8_mean	0,30706294	0,26947243	1,14542511	0,32926221	0,54865971	0,88573146	0,62078918	0,82826836	0,96544159
244 R8_var	0,04405233	0,01835583	0,74531314	0,05518971	0,19037368	1,13847836	1,62071996	0,29976729	0,35389995
245 R8_prct90	0,51596128	0,43331149	2,24702464	0,49455703	1,25411052	2,41902132	0,79725512	1,41506328	1,63398125
246 R9_median	0,34093086	0,35686434	1,38945649	0,44371839	0,62579668	0,75444693	0,47532127	0,98881057	1,00648703
247 R9_mean	0,43564237	0,37365271	1,55786302	0,46082222	0,70664770	1,15639307	0,85718158	1,08008791	1,12159518
248 R9_var	0,08831423	0,03868467	1,33101046	0,11437485	0,31534133	1,77507944	3,74405922	0,69386769	0,42328333
249 R9_prct90	0,74304028	0,62628175	3,09011731	0,69250728	1,57000648	3,08695559	1,06389441	1,76041339	1,82473469
250 R10_median	0,21691333	0,22817604	0,92202670	0,29905964	0,42281777	0,50541575	0,32960872	0,65046771	0,69431929
251 R10_mean	0,27927749	0,24402133	1,05157999	0,30298588	0,47206843	0,79559545	0,56241526	0,70405623	0,76037838
252 R10_var	0,03506281	0,01657198	0,62240499	0,04500068	0,14165182	0,89633479	1,36297103	0,24985390	0,19797723
253 R10_prct90	0,48030178	0,40987193	2,10057108	0,46570643	1,06117301	2,14164610	0,72150054	1,16306792	1,22921852
254 R11_median	0,19390968	0,21964028	0,54742915	0,21489291	0,34281509	0,38671369	0,19611234	0,33869439	0,31505369
255 R11_mean	0,25243869	0,24438582	0,67478377	0,21495745	0,37244675	0,55953774	0,37530858	0,41287588	0,35795932
256 R11_var	0,03948670	0,02274391	0,27645834	0,02304416	0,08970337	0,43331271	0,92799728	0,18448141	0,06042135
257 R11_prct90	0,53487836	0,44556238	1,32366172	0,41324675	0,92173458	1,07852648	0,53287472	0,76323733	0,62847142
258 R12_median	0,12764006	0,14629757	0,36556985	0,13189725	0,22391697	0,26151253	0,12711947	0,22550425	0,20653310
259 R12_mean	0,16349133	0,16071119	0,45639874	0,13821537	0,24828368	0,37529236	0,24005051	0,27097774	0,23332768
260 R12_var	0,01667356	0,00997307	0,13102271	0,00982097	0,04231522	0,20381353	0,34288534	0,06685945	0,02547976
261 R12_prct90	0,33372549	0,29760237	0,90427159	0,26209836	0,61317128	0,75755464	0,34264126	0,52488815	0,40857572
262 R13_median	0,77049727	0,76529312	1,29446997	0,82141144	0,93457105	1,00273955	0,89725015	1,11998748	1,08868594
263 R13_mean	0,80396061	0,77678565	1,31988326	0,81437207	0,90895331	1,12904624	0,97564959	1,14316262	1,13761322
264 R13_var	0,03675939	0,01924854	0,15150244	0,04087728	0,15943063	0,19090870	0,20696993	0,09503505	0,06761959
265 R13_prct90	1,01122454	0,96891455	1,87932471	0,97703504	1,42012563	1,87526092	1,21063829	1,48344967	1,43698575
266 R14_median	0,50200946	0,49312576	0,86481674	0,54445930	0,62958597	0,65516360	0,61377457	0,74636008	0,73945464
267 R14_mean	0,51589836	0,50569741	0,88909758	0,53743274	0,60826131	0,76912254	0,65923254	0,75295746	0,77164811

B. Anhang - Parameterberechnungen

268 R14_var	0,01463117	0,00814301	0,07165717	0,01691889	0,07266898	0,10097953	0,07446582	0,03661958	0,03243419
269 R14_prct90	0,65806192	0,63159202	1,27831587	0,65548553	0,95234235	1,30263287	0,81816132	0,98302783	0,98960961
270 R15_median	0,73185076	0,72446477	1,28071289	0,80755971	0,85905683	0,95751527	0,86856625	1,00141710	0,98340603
271 R15_mean	0,76981510	0,74426058	1,29475046	0,79213151	0,83882786	1,09141141	0,93521763	1,04295304	0,98771987
272 R15_var	0,03943376	0,02372390	0,15268915	0,04260382	0,13643109	0,17632160	0,19487543	0,08931485	0,04510158
273 R15_prct90	1,01923963	0,94645524	1,83376584	0,97844327	1,31832613	1,79503442	1,16605964	1,35198451	1,18496308
274 R16_median	0,46534893	0,47089729	0,85627172	0,54058561	0,57240087	0,63950426	0,59898985	0,66567535	0,66276821
275 R16_mean	0,49403258	0,48339398	0,87172520	0,52827035	0,56938914	0,74938632	0,63936351	0,69550163	0,67331781
276 R16_var	0,01612169	0,00988640	0,07250546	0,01845325	0,06485795	0,09499445	0,07185888	0,03388751	0,02168213
277 R16_prct90	0,66579905	0,62133901	1,24929999	0,66110434	0,88329147	1,25683539	0,80135599	0,91970825	0,81987407
278 R17_median	0,56832502	0,58529201	0,79459437	0,50732248	0,65042548	0,70129842	0,52927210	0,66964648	0,60234591
279 R17_mean	0,56304531	0,56149396	0,80569398	0,51554068	0,62933467	0,73529412	0,57709019	0,67981299	0,63659990
280 R17_var	0,02622474	0,01508269	0,06645087	0,02086088	0,07952915	0,08373678	0,08501635	0,03645318	0,02746900
281 R17_prct90	0,79236007	0,70881616	1,16394599	0,71147126	1,01555193	1,08332244	0,78327495	0,86449973	0,84687155
282 R18_median	0,37104778	0,38011833	0,54418898	0,32413070	0,43428075	0,45324430	0,34881536	0,44677559	0,38772716
283 R18_mean	0,36489983	0,36865253	0,54414005	0,33109047	0,41850580	0,48837332	0,37431695	0,44999241	0,41318329
284 R18_var	0,01124020	0,00670390	0,03214689	0,00912932	0,03812076	0,04166726	0,03163742	0,01436379	0,01165367
285 R18_prct90	0,50489994	0,47167563	0,79512138	0,46129704	0,68887894	0,75845867	0,50690519	0,59276270	0,55379256
286 R19_median	0,14674923	0,14517056	0,41461851	0,16021582	0,21867605	0,22977005	0,18739200	0,29992382	0,33669038
287 R19_mean	0,17115432	0,14970172	0,45126369	0,16643338	0,23283151	0,33460936	0,25852149	0,33308629	0,38626092
288 R19_var	0,00831170	0,00349190	0,07270970	0,01126426	0,02513221	0,09251956	0,13674009	0,04157036	0,04212859
289 R19_prct90	0,27559934	0,22678904	0,76699428	0,24408766	0,45604103	0,80904427	0,35054968	0,58187894	0,58475629
290 R20_median	0,09442372	0,09510738	0,27092202	0,10592545	0,14740536	0,15366133	0,12460233	0,19807918	0,22842609
291 R20_mean	0,11024252	0,09789152	0,30517248	0,10924717	0,15482060	0,22844430	0,17174170	0,21598605	0,26377156
292 R20_var	0,00328769	0,00151076	0,03397826	0,00437196	0,01109074	0,04680674	0,05001184	0,01528740	0,01986768
293 R20_prct90	0,17960365	0,14545138	0,51973411	0,16326551	0,31463633	0,56758654	0,24359184	0,37046395	0,41186845
294 R21_median	0,14143421	0,12912118	0,40793434	0,15766605	0,19431655	0,22370297	0,16530238	0,24378707	0,26131758
295 R21_mean	0,16176756	0,13989586	0,43547372	0,15842393	0,20562112	0,31697319	0,24332803	0,28734131	0,30587558
296 R21_var	0,00769220	0,00380398	0,06971477	0,00978034	0,01947607	0,08517504	0,12843851	0,03697189	0,02198921
297 R21_prct90	0,27013784	0,21080617	0,76153405	0,23131550	0,40037839	0,75911985	0,35948083	0,46365147	0,46168197
298 R22_median	0,09177593	0,08662241	0,27072038	0,10548740	0,13256617	0,15315211	0,11204238	0,16316866	0,18261226
299 R22_mean	0,10424198	0,09128448	0,29437649	0,10500250	0,13891463	0,21832976	0,16327078	0,18836889	0,20920522
300 R22_var	0,00313366	0,00162567	0,03286033	0,00395886	0,00902903	0,04393859	0,04757100	0,01338194	0,01038252
301 R22_prct90	0,17757514	0,13908599	0,51631702	0,15410782	0,27785049	0,53249813	0,24900038	0,29873729	0,31464674
302 R23_median	0,10664708	0,10262683	0,23218995	0,09542279	0,16022722	0,16096143	0,10498033	0,14321493	0,14355361
303 R23_mean	0,12153325	0,11246908	0,25418697	0,09565349	0,16168608	0,21773810	0,14560867	0,15762625	0,15737814
304 R23_var	0,00539253	0,00316597	0,02906548	0,00333947	0,01233854	0,04113838	0,05687812	0,01394549	0,00865114
305 R23_prct90	0,22888529	0,19737972	0,47006382	0,16699161	0,34473593	0,42330377	0,23001455	0,26472771	0,28542842
306 R24_median	0,06875753	0,06659225	0,16243555	0,05740722	0,09923020	0,10385961	0,06623353	0,09497437	0,09222586
307 R24_mean	0,07918333	0,07408898	0,17282529	0,06154445	0,10817248	0,14647731	0,09366804	0,10405734	0,10248486
308 R24_var	0,00229930	0,00140771	0,01409187	0,00143122	0,00591368	0,01997723	0,02127884	0,00524338	0,00365661
309 R24_prct90	0,14658274	0,12738714	0,32252725	0,10639943	0,23226625	0,30306119	0,14942176	0,18381572	0,18675463
310 R25_median	3,80511590	3,62119361	7,58258204	4,27146459	5,17666184	5,60830387	4,83986576	6,87361389	7,13289503
311 R25_mean	4,01273121	3,74338444	8,09259824	4,24072487	5,34941652	7,21585292	5,39360106	7,01332893	7,30259254
312 R25_var	1,55054770	0,71291800	8,56751021	1,25050345	8,62076213	15,25870906	10,18051463	6,33380707	4,50161896
313 R25_prct90	5,44961088	4,79126907	13,05108569	5,20912699	9,87067727	15,34718256	7,07396660	9,54052982	9,55399038
314 R26_median	2,43482174	2,35175407	5,05840758	2,79834338	3,44344569	3,71221600	3,24804709	4,50078474	4,76648109
315 R26_mean	2,55476591	2,42905440	5,42507267	2,77738322	3,53190621	4,88180093	3,59573448	4,57409261	4,91433062
316 R26_var	0,58458280	0,29817327	3,96441581	0,51942257	3,77916124	7,60739762	3,59691207	2,52510446	2,14006113
317 R26_prct90	3,48586819	3,12141698	8,72483386	3,43261671	6,38451624	10,66567207	4,80743051	6,27030795	6,52807689
318 R27_median	3,44885378	3,24750887	7,04970172	3,96410943	4,53603638	5,00454676	4,30038002	5,91602000	5,99554509
319 R27_mean	3,61924637	3,41445562	7,43415889	3,88728542	4,64015619	6,44834669	4,87019560	6,02152946	6,09847379
320 R27_var	1,25701268	0,62871140	7,08735481	1,05416432	6,30628554	11,85771341	8,19436194	4,70232766	2,78557994
321 R27_prct90	4,96361109	4,59535176	11,62290646	4,93967985	8,34702940	13,60140709	6,24547659	7,95285829	7,79436978
322 R28_median	2,20858032	2,15191785	4,70721149	2,61092023	3,04634998	3,33878766	2,95197127	3,94849331	4,00779845
323 R28_mean	2,30917426	2,21589657	4,99057130	2,56591891	3,09530063	4,39139863	3,27239000	3,95891417	4,10788671
324 R28_var	0,48753335	0,26540363	3,30513603	0,45338312	2,84256418	5,99875939	2,92653160	1,84945077	1,33643853
325 R28_prct90	3,18815674	2,94757694	7,85734049	3,29033502	5,54337335	9,53006278	4,25863359	5,28627792	5,37321937
326 R29_median	1,84914772	2,00332015	3,04140491	1,84611347	2,21934953	2,67056965	1,96657171	2,61516690	2,50647130
327 R29_mean	1,95809712	2,01055576	3,24261534	1,88082445	2,32305741	2,97694029	2,25350394	2,74202534	2,49550438
328 R29_var	0,41978236	0,27508217	1,38643994	0,28673532	1,42055114	2,18104311	2,08847143	1,07274675	0,59931686
329 R29_prct90	2,86296282	2,70576981	5,07621898	2,54109606	3,89359871	5,01566838	3,19908831	3,98375778	3,18638529
330 R30_median	1,17774402	1,29272517	2,04040068	1,20182865	1,44114364	1,72761117	1,33710965	1,70338921	1,61789671
331 R30_mean	1,25562778	1,31110437	2,17227857	1,20535544	1,53175646	1,96961489	1,46531424	1,80962227	1,62266877
332 R30_var	0,17287950	0,11806508	0,64693275	0,12153964	0,66146944	1,04727888	0,76734616	0,41085398	0,26113107
333 R30_prct90	1,79230516	1,77356075	3,39451827	1,64671264	2,62109324	3,37176635	2,08120671	2,63527480	2,10648699
334 R31_median	0,44618490	0,40162414	2,06601753	0,51335262	0,75274004	1,13465723	0,67292428	1,47091219	1,91978911

B. Anhang - Parameterberechnungen

335 R31_mean	0,55025763	0,43735960	2,48812997	0,59852680	1,14890549	2,02119765	1,16129465	1,70197001	2,13308348
336 R31_var	0,18990281	0,04375752	3,57684489	0,22660382	1,18945684	5,82228888	7,22668772	1,82660226	1,71999176
337 R31_prct90	0,95309328	0,72879664	5,45406415	0,92297943	3,01795416	7,05171212	1,58725205	2,94271938	3,77192948
338 R32_median	0,28920030	0,25478663	1,36623574	0,33904346	0,49918520	0,75495571	0,44267528	0,95472147	1,27744847
339 R32_mean	0,35077137	0,28572789	1,67565060	0,39285718	0,75770830	1,38293701	0,75704116	1,09600063	1,43817230
340 R32_var	0,07046898	0,01889944	1,65123837	0,08667595	0,50997249	2,84564081	2,60874400	0,67698342	0,80351491
341 R32_prct90	0,61214029	0,46941599	3,68082027	0,61626622	2,02845690	4,89828691	1,08935658	1,92774755	2,53874691
342 R33_median	0,38486904	0,36382435	1,92491211	0,48629527	0,64309699	0,95901846	0,56231748	1,18576658	1,44887518
343 R33_mean	0,49432782	0,39865789	2,28357427	0,55293022	0,96288379	1,78109792	1,04698104	1,40853362	1,64766401
344 R33_var	0,13714951	0,03956987	3,02919124	0,16789085	0,82799252	4,56805738	6,04640267	1,46032417	0,92977104
345 R33_prct90	0,93962707	0,68200853	4,59436918	0,84646682	2,44422115	6,16902872	1,42245343	2,34541041	2,75465201
346 R34_median	0,24817634	0,24166709	1,29584239	0,32095856	0,42891828	0,63894337	0,37910159	0,77579912	0,97515217
347 R34_mean	0,31576977	0,26019775	1,53852876	0,36522970	0,64121413	1,22555713	0,68639747	0,91231175	1,11325222
348 R34_var	0,05243991	0,01705594	1,40276815	0,06593998	0,36377079	2,25961700	2,19869036	0,52953275	0,43681776
349 R34_prct90	0,60511358	0,44082521	3,11012139	0,56747184	1,64270257	4,32062742	0,97623147	1,56790078	1,86684968
350 R35_median	0,19503749	0,22462784	0,64115475	0,20069962	0,32468869	0,40238783	0,21458298	0,35283645	0,35472826
351 R35_mean	0,25116382	0,24671636	0,84482507	0,21819903	0,40827162	0,72109796	0,43734758	0,45333517	0,43071759
352 R35_var	0,03683132	0,02021810	0,48309681	0,01815344	0,12508368	0,77169232	1,38896404	0,32255222	0,09966069
353 R35_prct90	0,44693211	0,43472713	1,70401129	0,39918696	0,93379394	1,80675896	0,66056858	0,80473461	0,78037008
354 R36_median	0,12720533	0,14256280	0,42947250	0,12990223	0,21986391	0,26705078	0,14448665	0,23050193	0,22644648
355 R36_mean	0,16272811	0,16225214	0,57094961	0,14168438	0,27441150	0,48796586	0,28028527	0,29645830	0,28168058
356 R36_var	0,01565216	0,00893074	0,22803752	0,00780560	0,05974342	0,36645030	0,51316890	0,11273632	0,04334374
357 R36_prct90	0,28540115	0,29446834	1,16633349	0,26151233	0,64000285	1,23028174	0,42741572	0,53922643	0,51422965
358 R37_median	0,79819791	0,78499563	1,49776373	0,86512817	0,94769066	1,09816724	0,94755224	1,22168404	1,32236444
359 R37_mean	0,82633835	0,79520610	1,54983749	0,86522729	1,00319788	1,32160848	1,05307585	1,26313455	1,34525598
360 R37_var	0,04704618	0,02174438	0,23439476	0,04738093	0,23967634	0,38252494	0,25594080	0,16644920	0,11473801
361 R37_prct90	1,07704037	1,00073520	2,28687343	1,06512448	1,70631804	2,57010734	1,32485521	1,69713697	1,72975414
362 R38_median	0,51747150	0,50963323	0,99460664	0,57490463	0,63340388	0,71355159	0,65032752	0,79896575	0,88813790
363 R38_mean	0,52955216	0,51768765	1,04291695	0,57276423	0,66950550	0,89957319	0,71197731	0,82635054	0,90763629
364 R38_var	0,01799466	0,00922254	0,10948529	0,01976531	0,10723499	0,19445073	0,09123179	0,06430139	0,05527693
365 R38_prct90	0,69162678	0,65510713	1,54577445	0,72556930	1,14924145	1,80425593	0,90204147	1,10523397	1,17438289
366 R39_median	0,76165416	0,75844747	1,45290701	0,86586322	0,91128124	1,02467475	0,91318160	1,11841980	1,11171696
367 R39_mean	0,78734571	0,76695465	1,51908582	0,84805862	0,91182774	1,25434536	1,01355385	1,13062628	1,14023378
368 R39_var	0,04707171	0,02621400	0,23481494	0,04833816	0,19294197	0,34834543	0,23861902	0,13758262	0,06691710
369 R39_prct90	1,05953146	0,99533565	2,08486891	1,08964364	1,52047585	2,38271176	1,28305171	1,43103648	1,39536527
370 R40_median	0,48991112	0,49068490	0,98433209	0,57966249	0,61968771	0,69096553	0,63723718	0,75853782	0,74756314
371 R40_mean	0,50477530	0,49796762	1,02179520	0,56680162	0,61798352	0,86127447	0,69312522	0,75005674	0,77396377
372 R40_var	0,01876843	0,01100713	0,10999561	0,02133538	0,09063136	0,18065498	0,08697158	0,05247174	0,03248883
373 R40_prct90	0,67614579	0,64391728	1,40897185	0,75283738	1,04299719	1,72505624	0,88920979	0,96468465	0,95618279
374 R41_median	0,55290933	0,56135241	0,82062319	0,51443463	0,63542360	0,70606042	0,54249797	0,67964097	0,66702858
375 R41_mean	0,55618135	0,56463030	0,86202297	0,51894458	0,64047353	0,79773772	0,60142353	0,69026806	0,68710567
376 R41_var	0,02417308	0,01596261	0,08656628	0,01587704	0,08873436	0,12090276	0,10605379	0,05143874	0,03243397
377 R41_prct90	0,74263293	0,73168248	1,30064786	0,69711607	1,03744547	1,26712984	0,84044329	0,95424233	0,91495605
378 R42_median	0,36295064	0,36645537	0,54957774	0,33039141	0,41803851	0,46899693	0,35227180	0,45255987	0,43270637
379 R42_mean	0,36056518	0,37079977	0,58236841	0,33487562	0,42743793	0,53317687	0,39140557	0,45720078	0,44686192
380 R42_var	0,01032140	0,00719175	0,04182071	0,00713290	0,04367970	0,06062454	0,03962960	0,01986053	0,01433063
381 R42_prct90	0,48582377	0,47738422	0,89593409	0,45020210	0,70473936	0,86032221	0,55185475	0,63881130	0,60251419
382 R43_median	0,16077324	0,14470967	0,53779469	0,17068211	0,22377283	0,29800041	0,21352048	0,37544788	0,48968693
383 R43_mean	0,18147564	0,15421018	0,62103215	0,18949348	0,29626749	0,47293533	0,29961497	0,42062850	0,53892433
384 R43_var	0,01200291	0,00405407	0,13874630	0,01610943	0,05954555	0,21499168	0,20736262	0,08003083	0,08529614
385 R43_prct90	0,28507606	0,24482487	1,17085778	0,27836217	0,65305105	1,36266532	0,39281810	0,74671189	0,90139378
386 R44_median	0,10388254	0,09757260	0,36325159	0,11377397	0,14646832	0,20042656	0,14364238	0,24314491	0,32265067
387 R44_mean	0,11647023	0,10082342	0,41893101	0,12524847	0,19620241	0,32207897	0,19922163	0,26973274	0,36504945
388 R44_var	0,00452222	0,00176200	0,06417423	0,00617286	0,02546884	0,10523014	0,07554188	0,02955077	0,04002939
389 R44_prct90	0,18514101	0,15912595	0,77993059	0,19010346	0,44492618	0,94813636	0,27206472	0,48191026	0,62604494
390 R45_median	0,13859061	0,13210511	0,53499579	0,16769627	0,20429979	0,28096343	0,19195400	0,30953593	0,37005658
391 R45_mean	0,17012723	0,14588765	0,59600980	0,18433130	0,25642161	0,43452387	0,28380063	0,35042803	0,41549110
392 R45_var	0,00961972	0,00464629	0,13356690	0,01296931	0,04279121	0,19332908	0,19547727	0,06465233	0,04150226
393 R45_prct90	0,29340479	0,23745965	1,06696600	0,28505415	0,57717099	1,23930721	0,38178342	0,59226232	0,66564492
394 R46_median	0,08847533	0,08582673	0,36230658	0,11190886	0,13845221	0,18520010	0,13029402	0,19780135	0,25187093
395 R46_mean	0,10929644	0,09515499	0,40197186	0,12277862	0,17260259	0,29881605	0,19042527	0,22745230	0,28218528
396 R46_var	0,00378698	0,00199344	0,06201889	0,00521886	0,01915010	0,09662709	0,07209646	0,02337248	0,01965512
397 R46_prct90	0,18718042	0,15254403	0,71433060	0,19685733	0,39200516	0,87828225	0,26895240	0,38099523	0,46315522
398 R47_median	0,11790991	0,10465494	0,25392339	0,09026535	0,15644301	0,18405088	0,09728420	0,14568337	0,16504799
399 R47_mean	0,11546157	0,11169031	0,30090929	0,09667585	0,17106031	0,26514656	0,16088321	0,16333025	0,18679295
400 R47_var	0,00513701	0,00318952	0,04646577	0,00246488	0,01643162	0,07091002	0,07920943	0,02079429	0,01165653
401 R47_prct90	0,19519962	0,18503808	0,59528738	0,15271610	0,35828740	0,60586851	0,26861906	0,27996234	0,33589289

B. Anhang - Parameterberechnungen

402 R48_median	0,07748237	0,07097794	0,17375826	0,05881357	0,09934918	0,11808866	0,06417074	0,09773532	0,10443253
403 R48_mean	0,07526293	0,07359701	0,20424973	0,06290758	0,11558412	0,18002450	0,10388749	0,10763932	0,12211984
404 R48_var	0,00221035	0,00143248	0,02238431	0,00107006	0,00811864	0,03470046	0,02964320	0,00754756	0,00511395
405 R48_prct90	0,12743024	0,12262549	0,41416882	0,10194181	0,25295365	0,41522795	0,17130723	0,18650521	0,21985001
406 R49_median	3,39623453	3,01689537	6,58755442	3,61990264	4,44971953	4,85603784	4,12686649	5,74266765	6,02610836
407 R49_mean	3,46154415	3,17235814	7,20115990	3,59444478	4,55912669	6,20768937	4,71694516	5,89825568	6,20719223
408 R49_var	1,41696823	0,64402094	8,65355507	1,20274692	7,02690968	14,54490307	10,27642563	5,60068057	4,49617464
409 R49_prct90	4,66098683	4,31214794	11,97426141	4,52647100	8,24473181	14,18371476	6,23624677	7,96798998	8,15076873
410 R50_median	2,17821584	1,94925753	4,40905708	2,37795817	2,90062499	3,14583012	2,74322691	3,83388269	3,99345186
411 R50_mean	2,20584903	2,05521810	4,83342561	2,35724687	3,02688890	4,21256886	3,14803522	3,88341951	4,18379620
412 R50_var	0,53677585	0,26843169	4,01787631	0,49284206	3,15155348	7,28883712	3,65343828	2,20696861	2,14808045
413 R50_prct90	2,99324337	2,77968349	8,02272961	2,94258626	5,58855986	9,89668934	4,24576471	5,30885147	5,55552410
414 R51_median	3,09928045	2,87860300	6,29316502	3,50366966	3,90139755	4,38392610	3,77485942	5,14768706	5,08427565
415 R51_mean	3,20621610	2,97230859	6,78454674	3,41058734	4,05737821	5,71116379	4,36143664	5,22228685	5,29067369
416 R51_var	1,17817510	0,58477665	7,21761077	1,02770326	5,41059455	11,59717598	8,32962757	4,42965157	2,85442384
417 R51_prct90	4,55642246	4,16160465	10,97640606	4,38221761	7,43195564	12,73487470	5,84101014	6,97472471	7,14102540
418 R52_median	1,98562550	1,84526783	4,20558866	2,29325105	2,62074888	2,98185468	2,56944880	3,47605707	3,39828289
419 R52_mean	2,04723237	1,92628968	4,55888915	2,25492641	2,72068273	3,89961390	2,93428565	3,46200837	3,58043865
420 R52_var	0,45816986	0,24627058	3,37284321	0,43731967	2,48668967	5,88938589	2,99172881	1,72085774	1,37567119
421 R52_prct90	2,92384026	2,67063644	7,37059471	2,92548237	5,01806976	9,00592588	3,99187952	4,68912357	4,84601283
422 R53_median	1,83008498	1,97140232	2,96870674	1,84611347	2,20211346	2,63809248	1,96657171	2,61516690	2,50647130
423 R53_mean	1,941553961	1,97213342	3,19543406	1,83788450	2,31908706	2,95484106	2,25293413	2,61765419	2,49412760
424 R53_var	0,41664757	0,27255337	1,40594999	0,27906170	1,42686595	2,19537859	2,08871608	1,07416414	0,60044420
425 R53_prct90	2,85050032	2,67342509	5,03230788	2,51895805	3,89359871	4,98521190	3,19908831	3,98392140	3,18638529
426 R54_median	1,17483603	1,27482689	2,00559167	1,19701315	1,43911895	1,70832933	1,33710965	1,70338921	1,61789671
427 R54_mean	1,24552965	1,28542999	2,14043737	1,17902597	1,52930409	1,95630037	1,46491279	1,80935909	1,62160932
428 R54_var	0,17164324	0,11639232	0,65637783	0,11863349	0,66415944	1,05385498	0,76742641	0,41141644	0,26170304
429 R54_prct90	1,77859750	1,76355566	3,36477351	1,62905523	2,62109324	3,36649217	2,08120671	2,63527480	2,10648699
430 R55_median	0,37364165	0,33588630	1,75330883	0,43278533	0,64409253	0,78690194	0,53291735	1,08887058	1,56083468
431 R55_mean	0,47320348	0,37180170	2,21348917	0,51184503	0,95060783	1,73563205	1,03746093	1,33475283	1,71740779
432 R55_var	0,16342004	0,03733448	3,43104389	0,21498520	0,89850517	5,00768710	7,13418271	1,58934546	1,45018382
433 R55_prct90	0,85966702	0,61321807	5,04378618	0,78279162	2,32344175	6,26482922	1,43531048	2,32582072	2,95396005
434 R56_median	0,24102839	0,21012824	1,16993548	0,28342308	0,42994537	0,52926874	0,35859791	0,71830631	1,05820250
435 R56_mean	0,30209481	0,24259618	1,49289950	0,33606891	0,63214362	1,19358051	0,67578796	0,86805625	1,16757760
436 R56_var	0,06112559	0,01608809	1,58742978	0,08119586	0,39080181	2,46584305	2,57541453	0,57725103	0,68449902
437 R56_prct90	0,55480499	0,40378195	3,40827459	0,52406358	1,57477943	4,38005000	0,98660667	1,54758354	2,00963631
438 R57_median	0,34690163	0,31486522	1,69912100	0,42418280	0,57237905	0,75196298	0,46892280	0,90425178	1,19352337
439 R57_mean	0,43777181	0,34810921	2,09033139	0,48925349	0,82180470	1,57937619	0,95577002	1,15142982	1,35807807
440 R57_var	0,12263956	0,03527139	2,95157829	0,16088115	0,66509582	4,10917376	6,00523883	1,35755785	0,80872805
441 R57_prct90	0,85788601	0,62947194	4,30968912	0,74918330	2,00251994	5,63303629	1,30890449	1,97984190	2,53559731
442 R58_median	0,22149390	0,19767050	1,14006022	0,27785680	0,39070675	0,51811071	0,32170824	0,60150645	0,81376733
443 R58_mean	0,27998910	0,22694835	1,40986742	0,32338859	0,55158640	1,09145818	0,62631584	0,75238814	0,92442007
444 R58_var	0,04725275	0,01517833	1,36891166	0,06257449	0,29622951	2,04413417	2,18417600	0,48455298	0,38344933
445 R58_prct90	0,55671431	0,40519954	2,92091382	0,50345282	1,36136883	3,96758271	0,89728072	1,31804978	1,53103760
446 R59_median	0,19503749	0,22462784	0,62573532	0,19600709	0,32198313	0,40238783	0,21458298	0,35283645	0,35472826
447 R59_mean	0,25002402	0,24231062	0,83904226	0,21270780	0,40824903	0,71972202	0,43724517	0,45340465	0,43062069
448 R59_var	0,03660222	0,02006716	0,48525135	0,01748357	0,12517838	0,77194693	1,38895189	0,32253601	0,09967528
449 R59_prct90	0,44454003	0,42901071	1,70401129	0,39092695	0,93379394	1,80005788	0,66056858	0,80473461	0,78037008
450 R60_median	0,12720533	0,14046181	0,41668024	0,12431339	0,22057895	0,26705078	0,14448665	0,23050193	0,22644648
451 R60_mean	0,16203593	0,15924608	0,56699002	0,13831683	0,27439547	0,48713656	0,28021443	0,29649009	0,28161038
452 R60_var	0,01556136	0,00885829	0,22906421	0,00753718	0,05978291	0,36656676	0,51315764	0,11273148	0,04335116
453 R60_prct90	0,28067567	0,29304341	1,16633349	0,25692797	0,64000285	1,22627490	0,42741572	0,53922643	0,51422965
454 R61_median	0,74141989	0,72959487	1,38007674	0,80596671	0,89023761	0,97546960	0,87655682	1,08505322	1,18028653
455 R61_mean	0,76571326	0,73103243	1,45952846	0,80099072	0,90871795	1,20538817	0,97731344	1,11173829	1,19514231
456 R61_var	0,04860398	0,02341748	0,23856884	0,05084206	0,21181147	0,37240960	0,25925717	0,14898626	0,10860899
457 R61_prct90	1,04251013	0,95124918	2,15871699	1,00061781	1,53395980	2,41241450	1,27546718	1,48101068	1,52156254
458 R62_median	0,48170588	0,47542872	0,93575104	0,53491767	0,60243130	0,66889890	0,59716505	0,73449779	0,80182834
459 R62_mean	0,49113751	0,47482171	0,98312299	0,53050164	0,60995681	0,82290269	0,66158997	0,73779868	0,81330804
460 R62_var	0,01887981	0,00991399	0,11178873	0,02127718	0,09831303	0,19214731	0,09377432	0,05786151	0,05362703
461 R62_prct90	0,65675132	0,61496145	1,46556368	0,68498875	1,05744880	1,70592243	0,86441685	0,98568424	1,04033670
462 R63_median	0,72768453	0,70634238	1,41828125	0,82774419	0,87056412	0,96245476	0,84847806	0,99271439	1,01185557
463 R63_mean	0,74851488	0,72385701	1,46943353	0,80853250	0,85240531	1,18688758	0,96511280	1,04200823	1,04898828
464 R63_var	0,04969641	0,02822743	0,24109969	0,05175207	0,18347422	0,35108586	0,24432680	0,13650686	0,06815109
465 R63_prct90	1,03764219	0,96514216	2,05352991	1,05302761	1,42878169	2,28607964	1,26281216	1,33452863	1,30517580
466 R64_median	0,47629357	0,46363653	0,96388913	0,55304444	0,59139586	0,66303086	0,59596541	0,67025378	0,68439242
467 R64_mean	0,48007335	0,46917965	0,98880222	0,54070565	0,58008795	0,81617758	0,66081394	0,69813614	0,71596315
468 R64_var	0,01992667	0,01185289	0,11302164	0,02283708	0,08821490	0,18337023	0,09000896	0,05201486	0,03357564

B. Anhang - Parameterberechnungen

469 R64_prct90	0,66362736	0,62054967	1,38663969	0,72938963	0,99573794	1,67219137	0,86821335	0,91095208	0,89467971
470 R65_median	0,55214136	0,55595501	0,81711613	0,51194145	0,63542360	0,70606042	0,54249797	0,67964097	0,66702858
471 R65_mean	0,55403733	0,56024943	0,85695292	0,51235324	0,63989226	0,79574239	0,60123512	0,69010891	0,68700047
472 R65_var	0,02428968	0,01604959	0,08793190	0,01620635	0,08896098	0,12158454	0,10609943	0,05149993	0,03245598
473 R65_prct90	0,74042217	0,73168248	1,30057818	0,68917989	1,03744547	1,26489201	0,84044329	0,95424241	0,91495622
474 R66_median	0,35988051	0,35951207	0,54957915	0,32850283	0,41617943	0,46899693	0,35227180	0,45255987	0,43270637
475 R66_mean	0,35933273	0,36784089	0,57885750	0,33099712	0,42709784	0,53205854	0,39128174	0,45712102	0,44677112
476 R66_var	0,01036959	0,00721160	0,04249073	0,00728493	0,04378182	0,06090835	0,03964907	0,01988178	0,01434312
477 R66_prct90	0,48377362	0,47680897	0,89589474	0,44676634	0,70473936	0,85913352	0,55185475	0,63881130	0,60251425
478 R67_median	0,14546752	0,13073886	0,49461078	0,16011656	0,20960348	0,27061591	0,19089286	0,28197387	0,41716133
479 R67_mean	0,16624301	0,14187250	0,57712857	0,17566001	0,26077907	0,42057507	0,27792474	0,33393425	0,45779901
480 R67_var	0,01137368	0,00422555	0,13442344	0,01635543	0,04910359	0,19440702	0,20364683	0,06521957	0,07065231
481 R67_prct90	0,27447460	0,22781335	1,14107916	0,26174159	0,57977899	1,21279665	0,37504406	0,58022537	0,76554375
482 R68_median	0,09282961	0,08212544	0,33858687	0,10376168	0,13713798	0,18282262	0,13112153	0,18788432	0,28404048
483 R68_mean	0,10686376	0,09260152	0,38993843	0,11611523	0,17446785	0,28843834	0,18508134	0,21847521	0,31440514
484 R68_var	0,00435068	0,00183290	0,06234810	0,00626890	0,02158169	0,09659088	0,07446801	0,02396489	0,03410161
485 R68_prct90	0,17827446	0,15013256	0,76139095	0,17914198	0,39708715	0,85601987	0,26037101	0,38293405	0,53047296
486 R69_median	0,13232716	0,12662566	0,51508689	0,16373780	0,19645084	0,26414018	0,18536620	0,26086937	0,33461155
487 R69_mean	0,16036238	0,13748577	0,57318674	0,17555316	0,23467363	0,40502018	0,26987510	0,29816015	0,36476181
488 R69_var	0,00959527	0,00482347	0,13290928	0,01332409	0,03861798	0,18599972	0,19459804	0,06017209	0,03586166
489 R69_prct90	0,27941795	0,22634532	1,02525422	0,27728632	0,50930598	1,19509170	0,37903291	0,51333027	0,57048549
490 R70_median	0,08485042	0,08178414	0,34524654	0,10957246	0,13368629	0,17916996	0,12702640	0,17567444	0,22423068
491 R70_mean	0,10311905	0,08955706	0,38687429	0,11695296	0,15927574	0,27982314	0,18128217	0,19673833	0,25045973
492 R70_var	0,00381554	0,00206974	0,06177262	0,00537153	0,01764450	0,09364867	0,07197516	0,02167124	0,01738267
493 R70_prct90	0,17884604	0,14772983	0,68614458	0,19177201	0,35415785	0,83251650	0,26724088	0,35022462	0,39612026
494 R71_median	0,11790991	0,10464541	0,25392339	0,09026535	0,15540710	0,18405088	0,09728420	0,14568337	0,16504799
495 R71_mean	0,11525629	0,11080894	0,29995313	0,09533392	0,17122843	0,26496762	0,16085176	0,16333985	0,18679042
496 R71_var	0,00513787	0,00322792	0,04669768	0,00250295	0,01643223	0,07096888	0,07921399	0,02079308	0,01165652
497 R71_prct90	0,19519962	0,18503766	0,59528738	0,15164811	0,35828740	0,60572055	0,26861906	0,27996234	0,33589289
498 R72_median	0,07748237	0,06933960	0,17375826	0,05881357	0,09873119	0,11808866	0,06417074	0,09773532	0,10443253
499 R72_mean	0,07514629	0,07296383	0,20357635	0,06210358	0,11567815	0,17992106	0,10386634	0,10764278	0,12211776
500 R72_var	0,00221086	0,00145064	0,02249606	0,00108784	0,00811844	0,03472458	0,02964498	0,00754727	0,00511396
501 R72_prct90	0,12743024	0,12262496	0,41416882	0,10134003	0,25295365	0,41514904	0,17130723	0,18650521	0,21985001
502 Schaefer	1,69898300	1,66546482	1,81480366	1,80492862	1,58928703	1,84735972	1,77534992	1,46571291	1,91909313
503 Sch_fast_median	1,72393662	1,60625141	1,82896248	1,80211464	1,66697086	1,86610096	1,78355706	1,48188889	1,92724771
504 Sch_fast_prct90	1,75415130	1,83396829	1,93163755	1,83053316	1,83316644	1,89471080	1,81495412	1,53692271	1,99109487
505 Sch_imp_median	1,72347824	1,61961455	1,82896544	1,79990170	1,67996892	1,86368677	1,78497715	1,48666838	1,92614230
506 Sch_imp_prct90	1,77850149	1,84600281	1,95437976	1,84384184	1,80883108	1,93228011	1,83073229	1,55886007	2,01428018
507 Sch_slow_median	1,70465799	1,64723275	1,85711903	1,78627334	1,63892548	1,86501900	1,77206200	1,48615422	1,92586728
508 Sch_slow_prct90	1,73729200	1,82929876	1,88538839	1,83503963	1,75309556	1,88576511	1,80458690	1,50958519	1,95143483
509 Imp_median	2,76743528	2,53759780	2,79753548	2,86627711	2,82276678	2,95056752	2,89358229	2,79105922	3,00531690
510 Imp_prct90	3,31861684	3,03580523	3,39869444	3,40587092	3,48696816	3,62656843	3,45275277	3,41225062	3,67734625

Literaturverzeichnis

- [1] *IEC 704-3 Test code for the determination of airborne acoustical noise emitted by household and similar electrical appliances - Part 3: procedure for determining and verifying declared noise emission values*, 1992. 1.1
- [2] Bech, S. and N. Zacharov: *Perceptual Audio Evaluation*. John Wiley & Sons, Ltd, 2006. 4.1, 4.1, 7.1.1
- [3] Beucher, O.: *Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik mit MATLAB*. Springer, Berlin Heidelberg New York, 2. Aufl., 2007. 5, 6.3
- [4] Bortz, J.: *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Springer, Berlin Heidelberg New York, 6. Aufl., 2005. 5, 5.1.1.1
- [5] Brennan, R. et al.: *On the Application of Paired Comparison to Trust*. 2nd International Workshop on Managing Ubiquitous Communications and Services, Dublin, Ireland, 13-14 December 2004, 2004.
- [6] Choisel, S. and F. Wickelmaier: *Extraction of auditory features and elicitation of attributes for the assessment of multichannel reproduced sound*. AES, 118th AES Convention, Barcelona, Spain, 2005.
- [7] Churchill, C., S. Maluski, and T.J. Cox: *Simplified Sound Quality Assessment for UK Manufacturers*. Internoise 2004, 2004. 1.1
- [8] Ellermeier, W., M. Mader und P. Daniel: *BTL-Skalierung der Unangenehmheit von natürlichen Geräuschen*. DAGA '97, 1997.
- [9] Ellermeier, W., M. Mader, and P. Daniel: *Scaling the Unpleasantness of Sounds According to the BTL Model: Ratio-Scale Representation and Psychoacoustical Analysis*. Acta acustica - Acustica, 90:101–107, 2004. 4.2.2, 4.2.2.1
- [10] Fastl, H.: *Advanced Procedures For Psychoacoustic Noise Evaluation*. Euronoise 2006, 2006. 7.3
- [11] Geissner, E. and E. Parizet: *Continuous Assessment of the Unpleasantness of a Sound*. Acta acustica - Acustica, 93:469–476, 2007.
- [12] Gärtner, C., G. Notbohm, and S. Schwarze: *The importance of sound pressure level in the assessment of sound quality*. CFA/DAGA '04 Strasbourg, 2004.
- [13] Jekosch, U.: *Basic Concepts and Terms of "Quality", Reconsidered in the Context of Product-Sound Quality*. Acta acustica - Acustica, 90:999–1006, 2004. 7.3

- [14] Johansson, A.C., P. Hammer, and E. Nilsson: *Prediction of Subjective Response from Objective Measurements Applied to Walking Sound*. Acta acustica - Acustica, 90:161–170, 2004.
- [15] Luig, J.: *Investigations on A Robust Feature Set for Classification of Speech under Stress*. Master's thesis, University of Music and Performing Arts, Graz, 2009. 6.1
- [16] Maluski, S., C. Churchill, and T.J. Cox: *Sound quality testing and labelling of domestic appliances in the UK*. Internoise 20004, 2004.
- [17] Maluski, S., C. Churchill, and T.J. Cox: *The state of sound quality testing in the UK industry*. ICA 2004, 2004.
- [18] Martínez, A.M. and A.C. Kak: *PCA versus LDA*. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence, 23:228–233, 2001. 6.1.2
- [19] Moore, B.C. and B.R. Glasberg: *Modeling binaural loudness*. J. Acoust. Soc. Am, 121(3):1604–1612, March 2007.
- [20] Oppenheim, A. V., R. W. Schafer und J. R. Buck: *Zeitdiskrete Signalverarbeitung*. Pearson Studium, 2. Aufl., 2004. 3.4
- [21] Pernkopf, F.: *Bayesian Network Classifiers versus k-NN Classifier using Sequential Feature Selection*. In *Proceedings of the Nineteenth National Conference on Artificial Intelligence (AAAI-04) and the Sixteenth Innovative Applications of Artificial Intelligence Conference (IAAI-04)*, 2004. 6.1.3
- [22] Sereinig, R.: *Psychoakustische Optimierung von Haushaltsgeräten*. Toningenieurprojekt, Universität für Musik und darstellende Kunst, Graz, 2006. 1.1, 2.1, 2.1, 2.3, 3, 3.2.2.1
- [23] Sontacchi, A.: *Entwicklung eines Modulkonzeptes für die psychoakustische Geräuschanalyse unter MatLab*. Diplomarbeit, Universität für Musik und darstellende Kunst, Graz, 1998. 2.1, 2.1, 3.4, 3.5
- [24] Suck, R.: *Das BTL-Modell für Paarvergleichsdaten*. Vorlesungsunterlagen, Online, 2004. <http://www.psycho.uni-osnabrueck.de/fach/methoden/downloads/Veranstaltungen/VLRSSkalierung/BTL.pdf>. 4.2.2.1, 4.2.2.3
- [25] Västfjäll, D.: *Contextual Influences on Sound Quality Evaluation*. Acta acustica - Acustica, 90:1029–1036, 2004.
- [26] Västfjäll, D., A. Sköld, and M. Kleiner: *On the use of psychoacoustical and psychophysical methods to predict consumer preference for interior car sounds*. CFA/DAGA '04 Strasbourg, 2004.
- [27] Wickelmaier, F. and W. Ellermeier: *Deriving auditory features from triadic comparisons*. Perception & Psychophysics, 69(2):287–297, February 2007.

- [28] Wickelmaier, F. and C. Schmid: *A Matlab function to estimate choice model parameters from paired-comparison data*. Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 36:29–40, 2004. 4.2.2.1, 4.2.2.2, 5.1.1.2
- [29] Wickelmaier, F. and C. Schmid: *Probabilistic Choice Models for Psychological Scaling*. CFA/DAGA '04 Strasbourg, 2004.
- [30] Zeitler, A., W. Ellermeier, and H. Fastl: *Significance of Meaning in Sound Quality Evaluation*. CFA/DAGA '04 Strasbourg, 2004.
- [31] Zeitler, A., H. Fastl und J. Hellbrück: *Einfluss der Bedeutung auf die Lautstärkebeurteilung von Umweltgeräuschen*. DAGA '03, 2003. 2.1
- [32] Zielinski, S., F. Rumsey, and S. Bech: *On Some Biases Encountered in Modern Audio Quality Listening Tests - A Review*. J. Audio Eng. Soc., 56(6):427–451, June 2008. 1.2, 4.3.1, 4.3.2
- [33] Zimmer, K., W. Ellermeier, and C. Schmid: *Using Probabilistic Choice Models to Investigate Auditory Unpleasantness*. Acta acustica - Acustica, 90:1019–1028, 2004.
- [34] Zölzer, U.: *DAFX - Digital Audio Effects*. John Wiley & Sons, Ltd, 2002.
- [35] Zwicker, E. and H. Fastl: *Psychoacoustics - Facts and Models*. Springer-Verlag, Berlin, Second Updated Edition, 1999. 2.1, 2.1, 4