

Der Einfluß des Pre-Masterings auf die Beurteilung von Musik – Eine experimentelle Feldstudie

(Effects of pre-mastering on the evaluation of music – an experimental field study)

*Hans-Joachim Maempel**, *Magdalena Obara***

* TU Berlin / Fachgebiet Audiokommunikation, hans-joachim.maempel@tu-berlin.de

** La Chunga music publishing GmbH, lena@la-chunga.com

Kurzfassung

In der Musikproduktion werden Abmischungen vor der Vervielfältigung und Distribution in der Regel nachbearbeitet. Dieses sogenannte Pre-Mastering wird meist durch spezialisierte Mastering-Studios und -Ingenieure vorgenommen und kommt vor allem bei populärer Musik zum Einsatz. Ziele des Pre-Masterings sind unter anderem die Anpassung des Audiosignals an zu erwartende Übertragungswege, Wiedergabesituationen und Hörweisen, eine oft durch hohe Lautheit realisierte Erhöhung der Auffälligkeit des Klangs, sowie eine künstlerische Unterstützung der Musik. Es wurde die verbreitete Hypothese getestet, daß die Variation des Pre-Masterings im marktgängigen Rahmen die Beurteilung populärer Musik beeinflusst. Außerdem wurde untersucht, welche spezifischen Aspekte der Musikwahrnehmung im besonderen beeinflusst werden, wie Lautheit und Musikbeurteilung zusammenhängen und inwieweit die Lautheit durch die vom Hörer gewählte Abhörlautstärke kompensiert wird. Hierzu wurde eine experimentelle Feldstudie durchgeführt, in der fünf Mastering-Versionen von fünf verschiedenen Stücken hergestellt und insgesamt 240 Versuchspersonen in ihrer jeweils vertrauten Hörumgebung vorgespielt wurden. Dieses Vorgehen erlaubte neben der Erhebung von Beurteilungen die Beobachtung der Lautstärkewahl und die Messung von Schalldruckpegeln.

1. Einleitung

Der Begriff Mastering bezeichnet ursprünglich klangliche und technische Maßnahmen im Zuge der Übertragung von Tonbandaufzeichnungen auf das Medium Schallplatte, wobei die Erhaltung der Klangqualität des Aufnahmemediums im Zentrum der Bemühungen stand. Im Laufe der Zeit verschob sich die Zielsetzung dieses Produktionsschritts zunehmend von der Klangerhaltung auf die Klangoptimierung, und es entwickelte sich das Berufsbild des Mastering-Ingenieurs. Seit Einführung der Compact Disc als Distributionsmedium kann beim Mastering klar ein klangbearbeitender und ein nicht klangwirksamer technischer Vorgang unter-

schieden werden. Ersterer wird meist als Pre-Mastering bezeichnet und ist vor allem für die Produktion populärer Musik von Bedeutung [1] (S. 799-808).

Es besteht kein Konsens darüber, was unter Klangoptimierung genau zu verstehen ist. Vor dem Hintergrund des Konkurrenzdrucks auf dem Tonträgermarkt, der Allverfügbarkeit von Musik und der weitgehenden Diversifikation und Portabilität von Wiedergabegeräten, die mit zunehmend ungünstigen Abhörbedingungen und veränderten Hörgewohnheiten einhergehen, sind die Erwartungen an die hörpsychologischen Wirkungen des Pre-Masterings gleichwohl hochgespannt: Es soll das musikalische Produkt an die verschiedenen Wiedergabegeräte, Abhörsituationen, Erwartungen, Bedürfnisse und Hörweisen der Zielgruppe anpassen und ggf. die Aktivierung der Hörer erhöhen, wovon man sich eine größere Aufmerksamkeit und Aufnahmefähigkeit für den musikalischen Inhalt verspricht. Als Eigenschaften, die diesen Zielen förderlich sind, werden häufig eine hohe Lautheit und eine hohe Robustheit des Klangbilds angesehen. Allerdings wird vermutet, daß eine Lautheitsmaximierung nur einen sehr kurzfristigen Vorteil aufgrund der möglicherweise kompensatorischen Wahl der Abhörlautstärke, aber einen persistenten Nachteil in Form von Kompressionsartefakten mit sich bringt [2] [3] [4] [5] [6]. Die Klangbearbeitung soll aber auch inhaltlich angemessen sein, indem sie die Rezeption der musikalischen Struktur und ggf. des Textes unterstützt und sich auf die Klangästhetik des jeweiligen Musikstils bezieht. Insoweit ist sie nicht nur ein technischer, sondern auch ein künstlerischer Vorgang [7] [8], so daß auch der Personalstil des Mastering-Ingenieurs zum Tragen kommt. Übergeordnetes Ziel ist meist die Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit des Produkts.

Zum Erreichen dieser Ziele stehen dem Mastering-Ingenieur im Prinzip all diejenigen Audiobearbeitungsmittel zur Verfügung, die auch im Produktionsschritt der Abmischung eingesetzt werden können, insbesondere Filter/Equalizer, Regelverstärker und Stereobreitenregler. Darüber hinaus können einige mastering-typische Abwandlungen (z. B. Niveau-Filter, Upward-Kompressor) oder Verschaltungen (z. B. die Bearbeitung von MS-Signalen) von Audiobearbeitungsmitteln sowie ggf. Audiorestaurationswerkzeuge zur Beseitigung von technischen Artefakten (z. B. Rauschen) zum Einsatz kommen [7] (S. 93-166) [9] [10] [11].

Inwieweit das Pre-Mastering die mehr oder weniger explizit formulierten Erwartungen erfüllt, ist bislang nicht systematisch untersucht worden. Die Arbeiten zu diesem Themenfeld widmen sich entweder einzelnen Audiobearbeitungsmitteln (z. B. Kompression) oder komplexen Audiobearbeitungen auf anderen Stufen des Produktionsprozesses. So untersuchten Wagenaars, Houtsma und van Lieshout den Einfluss der Kompressionsparameter *compression ratio*, *attack time* und *release time* auf die Beurteilung der Klangqualität und empfahlen Parameterwerte für bestimmte akustische Umgebungen [12]. Maempel belegte einen deutlichen Einfluss der Produktionsschritte Abmischung und Pre-Mastering auf das Hörerurteil von Jugendlichen im Falle unbekannter Musik [8]. Allerdings ermöglichte das Versuchsdesign keine Dissoziation der Effekte beider Produktionsschritte. Maempel und Gawlik fanden nur einen sehr geringfügigen Effekt des Einsatzes von Sendewegeprozessoren auf die Programmwahl von Radiohörern [13]. Im Bereich der Kunstmusik zeigen offenkundige Irrtümer der Musikkritik [14] (S. 11) und Experimente [15] [16] Auswirkungen der Audiobearbeitung auf die Beurteilung von Ästhetik und Interpretation, selbst durch Expertenhörer.

Dem Mastering wird in Fachkreisen ein rezeptionspsychologisch und ökonomisch relevantes Wirkungspotential zugeschrieben, auch wenn dabei technische oder perzeptive Aspekte kaum weiter differenziert werden. Alltagstheoretisch begründet wird daher folgende allgemeine Untersuchungshypothese formuliert:

H₁: Die Variation des Pre-Masterings im marktgängigen Rahmen beeinflusst die Beurteilung populärer Musik.

Ferner sind explorativ drei Forschungsfragen von Interesse:

1. Auf welche Aspekte der Musikwahrnehmung wirkt sich die Variation des Pre-Masterings im marktgängigen Rahmen aus?
2. Wie hängen Crestfaktor und Musikbeurteilung zusammen?
3. Inwieweit wird erhöhte Lautheit durch die Wahl einer geringeren Abhörlautstärke kompensiert?

Die Hypothese und die Fragen 1 und 2 wurden anhand eines Hauptexperiments im Feld, Frage 3 anhand eines ergänzenden Experiments im Labor untersucht.

2. Methode

Von fünf Populärmusikstücken wurden je vier verschiedene Masteringversionen und eine ungemasterte Version hergestellt und getrennten Gruppen von Musikhörern zur Beurteilung vorgeführt. Die Beurteilungen wurden zur Hypothesenprüfung inferenzstatistisch auf multivariate Mittelwertunterschiede zwischen den Versionen untersucht und zur Beantwortung der Forschungsfragen 1 und 2 einerseits deskriptiv ausgewertet und andererseits auf Zusammenhänge mit den technischen Eigenschaften der Versionen untersucht. Maßgabe für das Hauptexperiment war gemäß der Untersuchung einer Alltagshypothese eine möglichst hohe ökologische Validität und Populationsvalidität. Daher wurden reale Musikstücke verschiedener Stile ausgewählt und in voller Länge verwendet, professionelle Mastering-Ingenieure beauftragt, eine zielgruppenrepräsentative Stichprobe gezogen und die Hörversuche in der jeweils vertrauten (privaten) Hörumgebung der Versuchspersonen durchgeführt. Zur Untersuchung der Forschungsfrage 3 wurden die Versionen getrennten Gruppen von Musikhörern vorgeführt, die um die individuelle Einstellung einer komfortablen Abhörlautstärke gebeten wurden.

2.1. Stimuli

2.1.1. Musikinhalte

Um die Abhängigkeit der klanglichen Nachbearbeitung von musikalisch-strukturellen Merkmalen ansatzweise zu relativieren und die externe Validität der Untersuchung zu erhöhen, wurden fünf hinsichtlich Struktur, Instrumentarium, Tempo, Gesang und Dynamik divergente Populärmusikstücke ausgewählt. Stilistische Stereotypen (z. B. Black Metal, Country) wurden vermieden, vielmehr können die Musikstücke breiten, marktgängigen Kategorien zugerechnet werden.

Nr.	Titel	Interpret
1	<i>Boy with a coin</i>	Iron & Wine
2	<i>Have it all</i>	Charlie Dee
3	<i>Tornado</i>	Calexico
4	<i>Spär</i>	The Callahan
5	<i>Club Dub</i>	Schneider TM

Tab. 1: Verwendete Musikstücke

Zur Vermeidung der Erhebung gefestigter Urteile (vgl. [8], S. 126) wurden unbekannte, d. h. noch nicht veröffentlichte Produktionen verwendet. Die Urheber bzw. Musiker und/oder Produzenten verfügten bereits über internationale Veröffentlichungen. Dieses Kriterium diente der Sicherung eines professionellen Standards und sollte die grundsätzliche Akzeptanz der

musikalischen Inhalte durch die Versuchspersonen wahrscheinlicher machen. Es kamen die in Tab. 1 genannten Musikstücke in der Untersuchung zum Einsatz.

2.1.2. Klangbearbeitungen

Mit Blick auf die ökologische Validität war einerseits die Herstellung in sich stimmiger Pre-Masterings gefordert, also die Manipulation und wechselseitige Anpassung aller Klangparameter erlaubt, und andererseits eine Orientierung an der von den Mastering-Ingenieuren jeweils vertretenen Konzeptionsästhetik gewünscht, so daß jeder Ingenieur ohne externe klangliche Vorgaben nur eine Version jedes Musikstücks anfertigen sollte, die er weitgehend kompromißlos vertreten konnte. Daher wurde die experimentelle Variation des Pre-Masterings durch die Variation des bearbeitenden Ingenieurs realisiert. Jede Version ist insofern das Ergebnis eines bestimmten Personalstils. Den Mastering-Ingenieuren war der kreative klanggestalterische Zugriff ausdrücklich erlaubt, die resultierenden Nachbearbeitungen sollten sich aber im Rahmen des kommerziell Verwertbaren bewegen. Die teilnehmenden Mastering-Ingenieure besaßen mehrjährige Erfahrungen in verschiedenen Musikgenres, konnten Veröffentlichungen bei internationalen Major- und/oder bekannten Independent-Plattenfirmen vorweisen und verfügten über eine technische und raumakustische Ausstattung, die professionellem Standard entsprach. Drei deutsche und ein amerikanischer Mastering-Ingenieur wurden darum gebeten, für jedes der fünf Musikstücke ein individuelles Pre-Mastering anzufertigen.

Ausgangs- und Zielformat waren Stereo-Wave-Dateien mit 16 Bit/44,1 kHz. Für jedes Musikstück lagen im Ergebnis eine ungemasterte und vier personalstilistisch unterschiedlich gemasterte Versionen vor. Da die technischen Merkmale der Stimuli potentielle Prädiktoren für perzeptive Merkmale sind, wurden für jede Audiodatei der Korrelationsgrad, der Spectral Centroid, der Crestfaktor und die Lautheit nach ITU [17] ermittelt.

2.2. Versuchsdesign

Die Variation von Musikstück und Masteringstil bilden zwei fünfstufige Faktoren in einem zweifaktoriellen varianzanalytischen Design. Dabei unterscheiden sich die Stufen des Faktors Masteringstil sowohl darin, ob gemastert wurde, als auch darin, wie gemastert wurde.

Gruppierungsfaktor	Meßwiederholungsfaktor				
	Vorspielreihenfolge				
	Musikstück 1	Musikstück 2	Musikstück 3	Musikstück 4	Musikstück 5
Ungemastert	$n_0=48$				
Masteringstil 1	$n_1=48$				
Masteringstil 2	$n_2=48$				
Masteringstil 3	$n_3=48$				
Masteringstil 4	$n_4=48$				

Tab. 2: Versuchsdesign mit Umfängen der Teilstichproben n_q

In der Realität haben Musikhörer in der Regel keine Gelegenheit, verschiedene Masterings eines Musikstücks miteinander zu vergleichen, der Vergleich verschiedener Musikstücke ist hingegen alltäglich. Im Experiment wurde dieser Umstand nachvollzogen, indem jede Masteringversion anderen Versuchspersonen vorgespielt wurde (Gruppierungsfaktor), aber jede Versuchsperson alle Musikstücke hören konnte (Meßwiederholungsfaktor). Auf diese Weise war für keine Versuchsperson die Untersuchungshypothese erkennbar, so daß eine Reaktivität

wenigstens in bezug auf diese ausgeschlossen werden kann. Es ergibt sich ein vollfaktorielles 5×5-Design mit einfacher Meßwiederholung (Tab. 2).

Es sei darauf hingewiesen, daß die dabei zugrundegelegte wechselseitige Unabhängigkeit der Faktoren nur für die Merkmale Masteringstil und Musikstück gilt, nicht jedoch für die Stimulusmerkmale selbst, da Klangeigenschaften wegen des Prinzips der Inhärenz (vgl. [8], S. 21-24) nicht unabhängig von musikalisch-strukturellen Eigenschaften sein können. Für die Prüfung des Haupteffekts Masteringstil gemäß der Untersuchungshypothese stellt dieser Umstand keine methodische Einschränkung dar, die Verwendung mehrerer Musikstücke diente nur einer verbesserten Generalisierbarkeit. Die Beurteilungsunterschiede zwischen den spezifischen Musikstücken hingegen sind nicht von Interesse, und die Auswertung erfolgte zunächst für jedes Musikstück separat. Da im vorliegenden Fall etwaige systematische Sequenzeffekte unschädlich sind, wurden diese in Kauf genommen und die Vorspielreihenfolge konstant gehalten. Eine Variation der Vorspielreihenfolge könnte hingegen den zu vermutenden kleinen Effekt des Masterings verdecken.

2.3. Erhebungsinstrument

Ein valides Instrument zur Erhebung der Beurteilung von Musik sollte sowohl zielgruppen- als auch konzeptspezifisch sein und relevante Beurteilungsaspekte abdecken. Eine Zusam-

Kategorie	Merkmal	(0) Skalenbeschriftung (5)		
Ästhetische Merkmale	Gefallen	gefällt mir nicht	—	gefällt mir
	Abwechslung	eintönig	—	abwechslungsreich
	Härte	weich	—	hart
	Kraft	kraftlos	—	kraftvoll
	Klarheit	verschwommen	—	klar
	Aggressivität	zurückhaltend	—	aggressiv
	Erregung	beruhigend	—	aufregend
musikalisch-strukturelle Merkmale	Melodie	unmelodisch	—	melodisch
	Rhythmus	unrhythmisch	—	rhythmisch
	Tempo	langsam	—	schnell
klangbeschreibende Merkmale	Klangqualität	schlechte Klangqualität	—	gute Klangqualität
	Volumen	klingt dünn	—	klingt voll
	Stereobreite	schmales Stereo	—	breites Stereo
emotionale Merkmale	Berührtsein	berührt mich nicht	—	berührt mich
	Entspannung	strengt mich an	—	entspannt mich
	Tanzen	macht keine Lust zum Tanzen	—	macht Lust zum Tanzen
	Träumen	nicht gut zum Träumen	—	gut zum Träumen
	Stimmung	melancholisch	—	heiter
Prozessuale Merkmale	Präsenz	ich tauche ganz in die Musik ein (trifft nicht zu — trifft stark zu)		
	Aufmerksamkeit	ich höre genau zu (trifft nicht zu — trifft stark zu)		
	vis. Assoziationen	ich sehe Bilder (trifft nicht zu — trifft stark zu)		

Tab. 3: Erhebungsinstrument

-menschau empirischer Studien, die Merkmale der Reaktion auf Musik durch Selbstauskunft erheben (z. B. [8] [10] [16] [18] [19]) und eine ungestützte qualitative Vorbefragung von 30 Personen ergaben ästhetische, musikalisch-strukturelle und klangbeschreibende Merkmale als für Musikhörer relevante Aspekte der Beschreibung populärer Musik sowie emotionale Merkmale, Präsenz, Aufmerksamkeit und visuelle Assoziation als relevante Wirkungsaspekte. Die am häufigsten genannten Merkmale wurden als Konsensvokabular angesehen und zur Konstruktion eines spezifischen semantischen Differentials verwendet. Die Merkmale wurden als sechsstufige bipolare Ratingskalen operationalisiert. Auf eine Beschriftung der Zwischenstufen wurde zur Rechtfertigung der Intervallskalenannahme verzichtet. Tab. 3 zeigt die Kategorien, unspezifischen Merkmalsbezeichnungen und Beschriftungen der Skalenpole. Die Merkmale wurden in zufälliger Reihenfolge auf dem Fragebogen angeordnet, der außerdem eine Abfrage der Bekanntheit des Musikstücks (ja/nein) sowie ein Textfeld für Bemerkungen beinhaltete.

Soziodemografische Merkmale, musikalische Vorbildung, generelle Musikpräferenzen und Musiknutzungsaspekte wurden auf einem gesonderten Personenfragebogen erhoben.

2.4. Versuchsdurchführung

Mit Hinblick auf die Funktionen des Masterings, zu denen auch eine Anpassung des Klangs an diversifizierte Abhöranlagen und -situationen gehört (vgl. 1.), und auf die angestrebte ökologische Validität der Untersuchung wurde eine Erhebung im Feld durchgeführt, obwohl sich diese aufgrund der großen Anzahl von Versuchspersonen wesentlich aufwendiger gestaltete als ein Laborexperiment. Der Hörversuch wurde mit jeder Versuchsperson einzeln durchgeführt und fand in ihrer vertrauten Umgebung und auf der gewohnten Abhöranlage statt, d. h. in der Regel auf der heimischen Stereoanlage. Die fünf gemäß derselben Stufe des Gruppierungsfaktors (vgl. Tab. 2) gemasterten Musikstücke wurden der Versuchsperson mit der Bitte um Beurteilung als Audio-CD zur Verfügung gestellt. Die Untersuchungshypothese bzw. Bedingungsvariation wurde nicht offengelegt.

Zu einer ökologisch validen Hörumgebung gehört auch die weitgehende Handlungsfreiheit der Versuchsperson. Daher wurde ihr neben der Wahl der Abhöranlage auch die Wahl des Hörerplatzes, das Ein- und Ausschalten der Musik, deren wiederholtes Anhören, und die Wahl des Abhörpegels freigestellt. Letzterer durfte während des Hörversuchs verändert werden. Die Instruktionen stellten auf die Beurteilung der Musik als Aufgabe der Versuchsperson ab und ermunterten sie zu einem privaten, natürlichen Umgang mit der Musik. Über die Wahlfreiheit der genannten Parameter wurde die Versuchsperson nur bei Rückfragen explizit informiert, um nicht Vermutungen über den wahren Untersuchungsgegenstand Vorschub zu leisten. Art und Zeitpunkt von Handlungen der Versuchsperson (z. B. Änderungen des Abhörpegels) wurden von der Versuchsleiterin, die abseits im Raum saß, diskret protokolliert. Nach der Beurteilung des letzten Musikstücks wurde rosa Rauschen von der CD abgespielt und der Schalldruckpegel am Hörerplatz gemessen. Die Versuchsdurchführung endete mit dem Ausfüllen des Personenfragebogens (vgl. 2.3).

2.5. Stichprobe

Der Gesamtstichprobenumfang betrug $N=240$ (51% weiblich, 49% männlich) und wurde gleichmäßig auf die fünf Stufen des Gruppierungsfaktors Masteringstil (vgl. Tab. 2) aufgeteilt. Im Sinne einer hohen Populationsvalidität wurde die Gesamtstichprobe nach Altersgruppen entsprechend dem jeweiligen empirisch ermittelten Musikkäuferanteil geschichtet (Tab. 4). Dieser war auf den gesamten Tonträgermarkt bezogen [20], da die verwendeten Musikstücke nicht einem spezifischen Genre zugerechnet werden können.

Altersgruppe [Jahre]	f_{rel} in Musikkäufer- population nach [20] [%]	f_{abs} in Gesamt- stichprobe
10-19	13,5	32
20-29	18,2	44
30-39	20,7	50
40-49	23,7	57
≥ 50	23,9	57

Tab. 4: Altersgruppenverteilung

2.6. Ergänzendes Experiment zur Wahl der Abhörlautstärke

Da eine Erfassung der ersten Wahl der Abhörlautstärke, d. h. der zu Beginn der Musikdarbietungen gewählten, unter den Bedingungen individueller Abhörsituationen und der Forderung, den Untersuchungsgegenstand nicht offenzulegen, naturgemäß nicht zuverlässig möglich war, und die Versuchspersonen im Verlauf des Hörversuchs nur sehr selten Lautstärkeänderungen vornahmen, wurde in einem ergänzenden Laborexperiment die Frage untersucht, inwieweit erhöhte Lautheit durch die Wahl einer geringeren Abhörlautstärke durch die Hörer kompensiert wird.

20 Versuchspersonen wurden fünf Musikstücke vorgespielt und gebeten, jeweils die subjektiv angenehmste Lautstärke einzustellen (Herstellungsverfahren). Das Versuchsdesign entsprach abgesehen vom geringeren Stichprobenumfang Tab. 2, d. h. die Gesamtstichprobe wurde in fünf Gruppen à 4 Personen aufgeteilt, denen jeweils nur ein Masteringstil präsentiert wurde.

Ein Referenzschalldruckpegel am Abhörplatz von 83 dB(A) für rosa Rauschen wurde als 0 dB relativer Übertragungspegel festgelegt. Jedes Hörbeispiel wurde zunächst mit diesem Übertragungspegel dargeboten, der dann von der Versuchsperson verändert werden konnte und danach von der Versuchsleiterin protokolliert wurde.

3. Ergebnisse

Die Beurteilungen der Stimuli wurden aufgeschlüsselt nach Faktorstufen exploriert und deskriptiv ausgewertet. Die Untersuchungshypothese wurde separat an jedem Musikstück mittels multivariater einfaktorierter Varianzanalyse (MANOVA) getestet. Univariate nichtparametrische Tests (Kruskal-Wallis) gaben Aufschluß über die Beeinflussung spezifischer Beurteilungsmerkmale. Zur Ermittlung von Zusammenhängen zwischen ausgewählten technischen und perzeptiven Merkmalen wurden Trendtests durchgeführt.

3.1. Beurteilung der Masteringversionen

Abb. 1 zeigt exemplarisch die mittleren Beurteilungen von Musikstück 1 für die Stufen des Faktors Masteringstil als Polaritätsprofil. Es zeigen sich deutlich erkennbare Mittelwertunterschiede sowohl zwischen der ungemasterten und den gemasterten Versionen als auch zwischen den gemasterten Versionen. Die ungemasterte Version und Masteringstil 1 weisen häufig die verglichen mit den anderen Versionen stärksten sowie gegensätzliche Merkmalsausprägungen auf. Die multivariaten Mittelwertunterschiede sind gemäß MANOVA statistisch hochsignifikant ($A=0,568$, $F=1,562$, $df_{hyp}=84$, $df_{err}=851,679$, $p\leq 0,001$). Auch bei den übrigen Musikstücken zeigt sich ein hochsignifikanter Effekt ($p\leq 0,003$). Die Untersuchungshypothese kann damit bis auf weiteres als bestätigt gelten. Der Effektgrößenindex [21] beträgt für Mu-

sikstück 1 $f=0,390$. Der durch die verschiedenen Masteringversionen verursachte Effekt ist danach statistisch als eher groß zu klassifizieren. Für die übrigen Musikstücke weist der Effektgrößenindex ähnliche Werte auf.

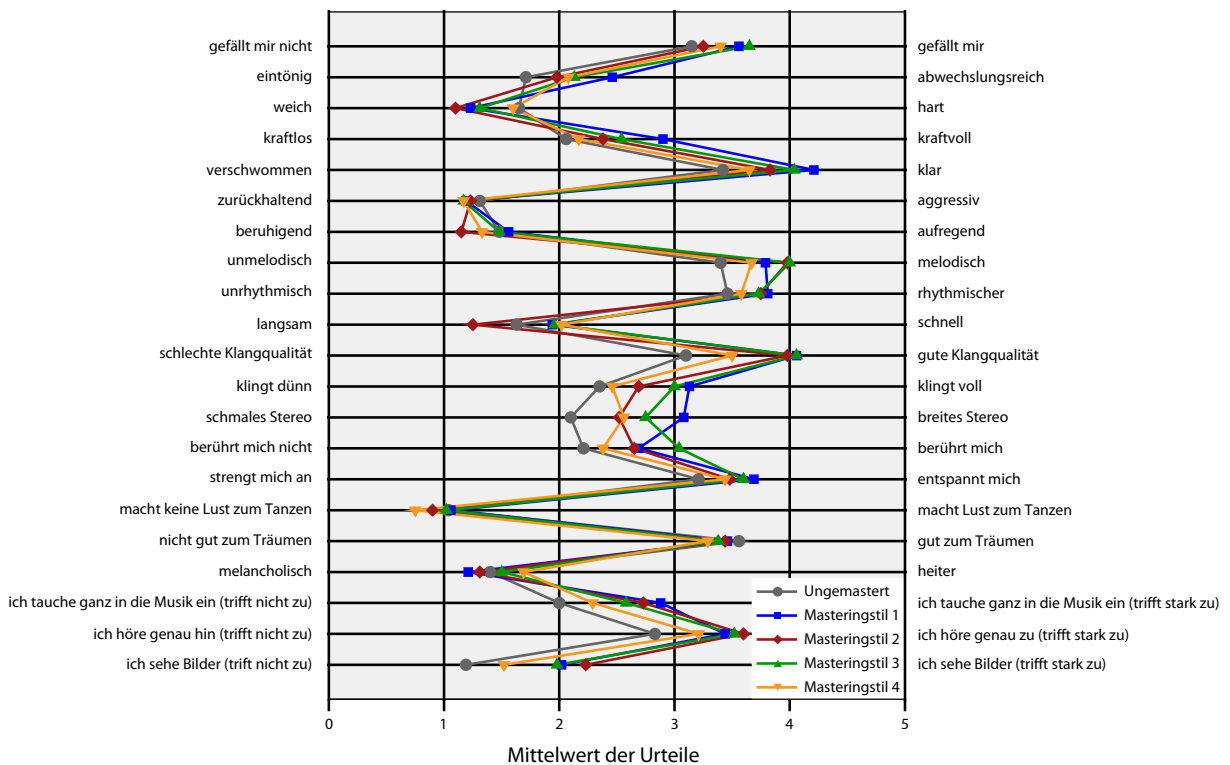


Abb. 1: Mittlere Beurteilungen der Masteringversionen von Musikstück 1

Auf der Ebene der spezifischen Beurteilungsmerkmale finden sich die größten Mittelwertdifferenzen erwartungsgemäß bei den klangbeschreibenden Merkmalen (Klangqualität, Volumen, Stereobreite). Deren Ausprägungen werden offensichtlich generell durch das Mastering erhöht. Aber auch einige ästhetische Merkmale (Abwechslung, Kraft und Klarheit) und musikalisch-strukturelle Merkmale (Melodie und Tempo) weisen deutliche Mittelwertdifferenzen in der Größenordnung einer Skalenstufe auf. Bemerkenswert ist, daß auch die Mittelwerte eines emotionalen Merkmals (Berührtsein) sowie der Items Präsenz, Aufmerksamkeit und visuelle Assoziationen je nachdem, ob und wie das Musikstück 1 gemastert wurde, deutlich variieren. Kruskal-Wallis-Tests zeigen für die genannten 12 Merkmale sowie für Härte einen signifikanten ($\alpha=0,05$) oder hochsignifikanten ($\alpha=0,01$) Effekt. Für die übrigen Musikstücke ergeben sich andere Konstellationen von besonders beeinflussten spezifischen Merkmalen. Nur die Merkmale Aggressivität, Erregung, Träumen und Stimmung wiesen bei keinem Musikstück signifikante Differenzen der Erwartungswerte auf.

3.2. Zusammenhang von Beurteilung und Crestfaktor

Ein Maß für die technische Dynamik eines Audiosignals ist der Crestfaktor (Scheitelfaktor). Um zu untersuchen, inwieweit wesentliche Vertreter der ästhetischen und klanglichen Merkmale mit der technischen Dynamik, die vor allem durch das Mastering verändert wird, in Zusammenhang stehen, wurden die Ausprägungen von Gefallen und Klangqualität über den Crestfaktor aufgetragen (Abb. 2 und 3).

Der statistische Zusammenhang kann am besten durch eine inverse quadratische Funktion modelliert werden. Ein möglicher Einfluß anderer Signaleigenschaften wird dabei außer acht

gelassen. Das Modell erklärt 27% bzw. 40% der beobachteten Varianz der perceptiven Merkmale (multipler Determinationskoeffizient mit Schrumpfungskorrektur). Die Beurteilungen können also nur zum Teil durch den Crestfaktor erklärt werden, andere (reiz- oder wahrnehmungsbezogene) Merkmale sind ebenfalls maßgeblich.

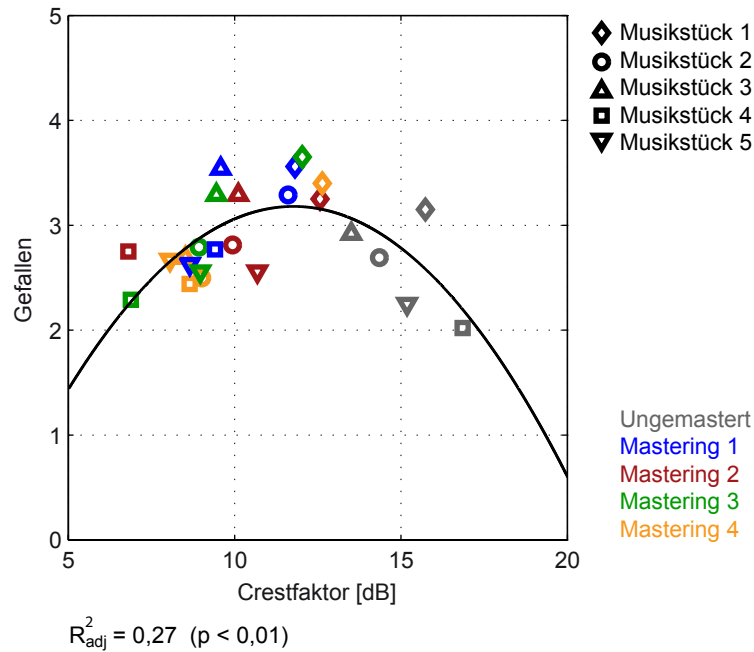


Abb. 2: Zusammenhang zwischen Gefallen und Crestfaktor

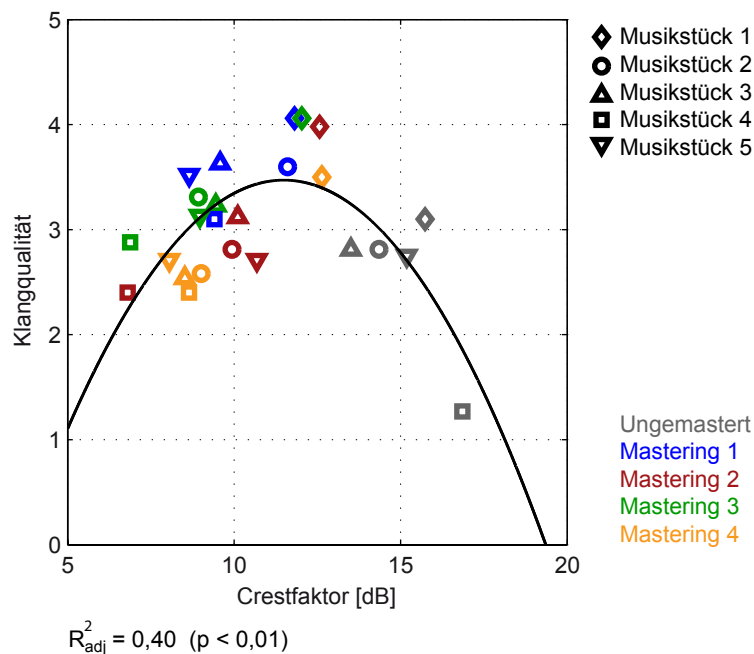


Abb. 3: Zusammenhang zwischen Klangqualität und Crestfaktor

Die Zusammenhänge geben einen Hinweis darauf, daß Masteringversionen mit einem Crestfaktor von 8-13 dB unabhängig vom Musikstück den Hörern am besten gefallen und ihnen die höchste Klangqualität zugeschrieben wird, während ein Unter- oder Überschreiten dieses Bereichs zu verringerten Ausprägungen dieser Merkmale führt.

3.3. Zusammenhang von Lautheit und Abhörpegel

Um zu ermitteln, inwieweit die durch eine Reduktion der technischen Dynamik erhöhte Lautheit durch die Wahl einer geringeren Abhörlautstärke kompensiert wird, wurden die im ergänzenden Laborexperiment erhobenen präferierten Abhörpegel gegen die Lautheit der Stimuli nach ITU-R BS.1770 aufgetragen (Abb. 4).

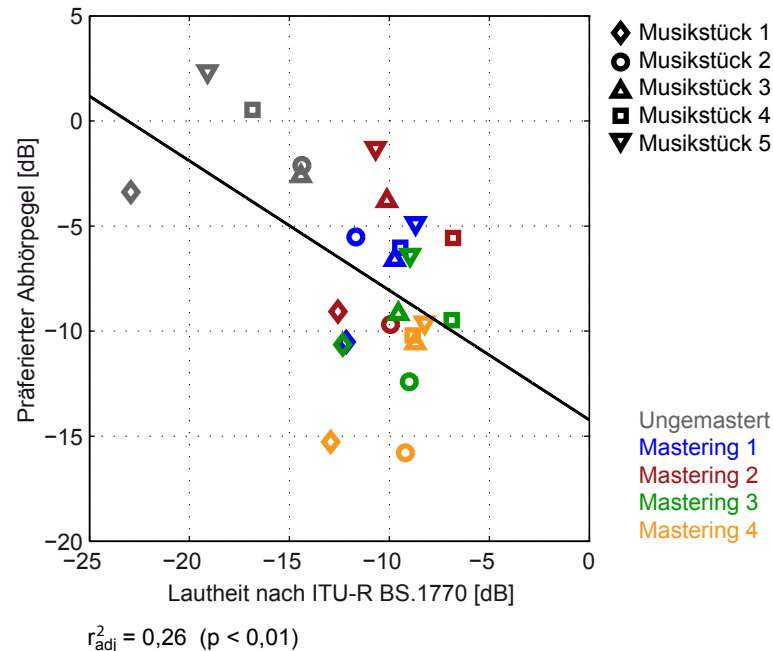


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Lautheit und präferiertem Abhörpegel

Der statistische Zusammenhang läßt sich durch eine lineare Funktion annähern. Ein möglicher Einfluß anderer Signaleigenschaften wird dabei außer acht gelassen. Die Varianzaufklärung des Modells ist mit 26% allerdings relativ schwach (Determinationskoeffizient mit Schrumpfungskorrektur), wie auch die vertikale Abweichung der Beobachtungen von der Modellgeraden zeigt. Die Wahl der Abhörlautstärke hängt also erwartungsgemäß auch von anderen Faktoren ab. Der Zusammenhang deutet darauf hin, daß eine hohe Lautheit von den Hörern zu einem guten Teil kompensiert wird: Einer Lautheitserhöhung von 10 dB steht statistisch eine Reduktion des Abhörpegels von etwa 6 dB entgegen.

4. Diskussion

Die im Feld erhobenen Daten belegen die Hypothese, daß die Variation des Pre-Masterings im marktgängigen Rahmen die Beurteilung und Wirkung von populärer Musik beeinflusst. Da im Massenmarkt auch geringe prozentuale Absatzdifferenzen absolut gesehen keineswegs unerheblich sind, ist angesichts der Höhe der Mittelwertdifferenzen und der als relativ groß zu klassifizierenden Effektstärke von einer praktischen und ökonomischen Bedeutsamkeit des Effekts auszugehen.

Bemerkenswert ist, daß sich die klangliche Nachbearbeitung offenbar auf ganz verschiedene Aspekte der Musikrezeption auswirkt, auf klangliche ebenso wie auf ästhetische und musikalisch-strukturelle, sowie darauf, inwieweit Hörer der Musik genau zuhören, in sie eintauchen, von ihr berührt sind und visuelle Assoziationen haben. Dieses Ansprechen eines ganzen Spektrums von Qualia, wie es ähnlich auch für die Gesamtheit von Abmischung und Mastering gefunden wurde [8], weist darauf hin, daß das Pre-Mastering eng auf die musikalische Struktur

und ihre primäre Interpretation bezogen ist, mithin selbst einen musikalischen Vorgang darstellt, im Gegensatz etwa zum fest parametrisierten Sendewegeprocessing.

Der Zusammenhang zwischen Lautheit und präferiertem Abhörpegel stützt die unter 1. formulierte Vermutung einer Kompensation höherer Lautheiten durch die hörerseitige Wahl einer geringeren Abhörlautstärke. Allerdings wird die Lautheit nicht vollständig kompensiert, lautere Musik wird also tatsächlich auch lauter gehört, so daß hier ein persistenter Effekt des Pre-Masterings vorliegt. Wir sind jedoch der Auffassung, daß eine hohe Abhörlautstärke beim Musikhören keinen Wert an sich darstellt und daher nicht als sinnvolles Kriterium für das Pre-Mastering fungieren kann. Der Zusammenhang zwischen Crestfaktor und Gefallen sowie Klangqualität in Form einer Optimumkurve ist insoweit nicht überraschend, als viele Untersuchungen der Neuen experimentellen Ästhetik eine ebensolche Form des Zusammenhangs zwischen evaluativen ästhetischen Urteilen und energetischen Eigenschaften oder der ästhetischen Komplexität der Stimuli gefunden haben (vgl. z. B. [22]).

Ein wirkungsoptimiertes Mastering wird die technische Dynamik in einem Wertebereich halten, der keine negativen ästhetischen und klanglichen Effekte fördert; denn diese Effekte sind naturgemäß persistent. Dies zeigt auch der Umstand, daß sie bei freier, bereits kompensatorischer Lautstärkewahl im Feldexperiment beobachtet wurden (Abb. 2 und 3). Nachdem eine hohe Lautheit nur über eine geringe technische Dynamik zu erreichen ist, verhindert eine Lautheitsmaximierung eine optimale wahrgenommene Klangqualität ebenso wie eine optimale ästhetische Bewertung. Wohldosiert eingesetzt und an den musikalischen Inhalten orientiert kann das Pre-Mastering hingegen die Ausprägung vieler relevanter Merkmale der Musikbeurteilung und -wirkung verstärken.

Die umfangreiche Datenbasis [23] ermöglicht eine ausführliche statistische Analyse, die u. a. eine zweifaktorielle varianzanalytische Auswertung, die Berücksichtigung von personenbezogenen Kontrollvariablen, die Einzelvergleiche der Masteringversionen und eine Dimensionsanalyse der Beurteilungen umfaßt. Damit soll z. B. untersucht werden, inwieweit der Masteringstil mit dem zu bearbeitenden Musikstück interagiert bzw. von diesem unabhängig ist und was die Masteringstile im einzelnen auszeichnet. Diese zusätzlichen Ergebnisse werden an anderem Ort veröffentlicht werden. Für ein differenzierteres Verständnis der Praxis und der Wirkung des Pre-Masterings wären außerdem die Erhebung von Mastering-Konzeptionen und deren technischer Umsetzung, eine kontrollierte Variation von technischen Faktoren (z. B. Abhörgeräten, Hörumgebungen, Störgeräuschen) und hörer- und situationsbezogenen Faktoren (z. B. Musikpräferenzen, Rezeptionshaltungen) sowie eine weitergehende Berücksichtigung handlungstheoretischer Aspekte bei der Musiknutzung wünschenswert.

5. Danksagungen

Die Autoren danken den Musikurhebern bzw. -produzenten für die Zurverfügungstellung von noch nicht veröffentlichten Werken bzw. Produktionen, den Mastering-Ingenieuren für die zeitaufwendige und professionelle Audibearbeitung von je fünf Musikstücken, Craig Schumacher vom Wavelab-Studio in Tucson/AZ für interessante Einblicke in die Praxis des Masterings, Fabian Brinkmann und Frank Schultz vom Fachgebiet Audiokommunikation der TU Berlin für wertvolle technische Unterstützung sowie allen Versuchspersonen.

6. Literatur

- [1] Friesecke, Andreas (2007): *Die Audio-Enzyklopädie. Ein Nachschlagewerk für Tontechniker*. München: Saur.

- [2] Wagner, K. „Zur Lautheit von Rundfunkprogrammen“. In: *Radio, Fernsehen, Elektronik: die Zeitschrift der Unterhaltungselektronik* 46 (3) (1997). S. 42-46.
- [3] Maempel, H.-J. „Technologie und Transformation. Aspekte des Umgangs mit Musikproduktions- und -übertragungstechnik“. In: Helga de la Motte-Haber und Hans Neuhoff (Hg.) *Musiksoziologie*. (Handbuch der systematischen Musikwissenschaft; 4). Laaber: Laaber, 2007. S. 160-180.
- [4] Barnbeck, C. (2009): „STEREO fühlt dem Dynamikwahn auf den Zahn“. In: *Stereo. Magazin für HiFi, High End & Musik*. [http://www.stereo.de/index.php?id=584&L=0&no_cache=1&sword_list\[0\]=dynamik](http://www.stereo.de/index.php?id=584&L=0&no_cache=1&sword_list[0]=dynamik). Zugriff 9.9.2009.
- [5] Bieger, H. „Loudness War (1)“. In: *Sound & Recording* 7 (2009). S. 82-84.
- [6] Nies, J. „Initiative gegen den Lautheitswahn“. In: *Sound & Recording* 4 (2009). S. 68-70.
- [7] Katz, B. *Mastering Audio, The Art and the Science*. 2nd Rev. Edition. Oxford: Butterworth Heinemann, 2007.
- [8] Maempel, H.-J. *Klanggestaltung und Popmusik. Eine experimentelle Untersuchung*. (Labor Synchron; 1). Heidelberg: Synchron, 2001.
- [9] Maempel, H.-J.; Dickreiter, M. (2008). „Klanggestaltung“. In: ARD ZDF Medienakademie (Hg.) *Handbuch der Tonstudiotchnik*. 7. völlig neu bearb. u. erw. Aufl. München: Saur. S. 321-370.
- [10] Maempel, H.-J.; Weinzierl, S.; Kaminski, P. „Audibearbeitung“. In: Stefan Weinzierl (Hg.). *Handbuch der Audiotechnik*. Heidelberg et al.: Springer, 2008. S. 747-812.
- [11] Owsinski, B. *Mastern wie die Profis. Das Handbuch für Toningenieur*. München: GC Carstensen, 2009.
- [12] Wagenaars W. M., Houtsma A. J. M., van Lieshout R. A. J. M. „Subjective Evaluation of Dynamic Compression in Music“. In: *Journal of the Audio Engineering Society* 34 (1/2) (1986). S. 10-18.
- [13] Maempel, H.-J.; Gawlik, F. (2009). „The influence of sound processing on listeners' program choice in radio broadcasting“. In: *126th AES Convention, Munich*. Convention Paper 7785.
- [14] Stolla, Jochen. *Abbild und Autonomie. Zur Klangbildgestaltung bei Aufnahmen klassischer Musik 1950-1994*. Marburg: Tectum, 2004. Zugl. Diss. Berlin, Techn. Univ., 2002.
- [15] Reinecke, Hans-Peter. „Musik im Original und als Reproduktion“. In: *Kommunikationstechnik* 77 (1978). S. 140-151.
- [16] Boss, G. „Das Medium ist die Botschaft (Marshall McLuhan) - zur Frage der Interpretation auf Tonträgern“. In Bildungswerk des Verbands Deutscher Tonmeister (Hg.) *Bericht der 18. Tonmeistertagung Karlsruhe 1994*. S. 215-234. München: Saur, 1995.
- [17] International Telecommunication Union (Hg.) *Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level*. Rec. ITU-R BS.1770. Genf, 2006.
- [18] Helmut Rösing (Hg.). *Rezeptionsforschung in der Musikwissenschaft*. Darmstadt: Wiss. Buchges., 1983
- [19] Motte-Haber, H. de la. „Der Einfluß psychologischer Variablen auf das ästhetische Urteil“. In: *Jahrbuch des staatlichen Instituts für Musikforschung Preußischer Kulturbesitz 1972*. Berlin: Merseburger, 1973. S. 163-174.
- [20] Bundesverband Musikindustrie e.V; PhonoNet GmbH (Hg.). *Musikindustrie in Zahlen 2008*. Berlin: Bundesverband Musikindustrie, 2009.

- [21] Erdfelder, E.; Faul, F.; Buchner, A. „Teststärkeanalysen“. In: E. Erdfelder et al. (Hg.) *Handbuch Quantitative Methoden*. Weinheim: Psych. Verl. Union, 1996. S. 123-136.
- [22] Osgood, C. E. ; Suci, G. ; Tannenbaum, P. *The measurement of meaning*. 4. Aufl. d. Paperback-Ausg. (1978). Urbana/IL et al.: University of Illinois Press, 1957.
- [23] Obara, L. *Der Einfluss des Pre-Masterings auf die ästhetische Beurteilung von Musik. Eine empirische Untersuchung*. Mag.-Arb. Berlin: Techn. Univ., Fachgeb. Audiokomm., 2010.