

Hochschule für Film und Fernsehen HFF Potsdam

Diplomarbeit

David Ziegler

Der AC3 Standard in Theorie und Praxis

Erstgutachter: Bernhard Albrecht

Zweitgutachter: Prof. Martin Steyer

Vorgelegt von: David Ziegler

Geboren am: 13.01.1982

Studiengang: Ton

Matrikel Nummer 4234

Beginn der Arbeit: 20.01.2010

Abgabe der Arbeit: 15.07.2010

Inhalt

1	Einleitung	1
1.1	Motivation und Ausrichtung dieser Arbeit	1
1.2	Zur Gliederung dieser Arbeit.....	3
1.3	Zur Verbreitung der Dolby-Tonformate	4
1.3.1	DVD-Video.....	4
1.3.2	BluRay-Disk	5
1.3.3	Digitales TV	5
1.3.4	Filmverleih im Internet (Download und Streaming).....	6
1.4	Die drei Kriterien einer „optimalen“ Heimkinomischung.....	7
2	Funktionsweise des AC3-Standards und Beschreibung der AC3-Metadaten 11	
2.1	Einleitung	11
2.2	Allgemeines zum AC3-Standard	11
2.3	Der DialNorm Metadaten-Parameter	13
2.4	Die Dynamic Range Control (DRC) des AC3-Standards	14
2.4.1	Einleitung	14
2.4.2	Die DRC-Presets	15
2.4.3	Die Gainwords	18
2.4.4	Das Zusammenspiel von DialNorm und DRC	19
2.4.5	Regelzeiten für die Anwendung der Dynamic-Range-Control.....	22
2.4.6	Line- und RF-Mode	25
2.4.7	Zusätzliche DRC-Kompression für Stereo-Mixdowns	27
2.4.8	Möglichkeiten der Skalierung von DRC-Kurven.....	28
2.4.9	Auslesen der DRC-Gainwords durch Consumer-AC3-Decoder.....	29
2.5	Automatische Stereo-Mixdowns im AC3-Standard	31
2.5.1	Die Stereo-Mixdown Modi	31
2.5.2	Automatische Stereo-Mixdowns in der Praxis	33
2.6	Übersicht aller Metadaten-Parameter des AC3-Standards.....	34
2.6.1	Allgemeine Parameter:.....	34
2.6.2	Parameter, die sich auf Lautheit und Dynamic-Range-Control beziehen....	34
2.6.3	Parameter, die sich auf den Stereo-Downmix beziehen	34
2.6.4	Parameter, die eine Vorbearbeitung des Signals zur Folge haben	35
2.6.5	Sonstige Parameter	36
2.6.6	Extended BSI - Parameter	36
2.7	Die Dolby-Spezifikationen für ein auf AC3 optimiertes Heimkino- Mischstudio.....	38
2.7.1	Einrichten des Mischraumes	38
2.7.2	Abhören über einen Encoder/Decoder	39
3	Der AC3-Standard in der Praxis: Analyse kommerzieller Spielfilm-DVDs ...	40
3.1	Einleitung und Zielsetzung.....	40
3.2	Vorstellung der analysierten DVDs.....	41
3.3	Analyse und Vergleich kommerziell erstellter DVDs	43
3.3.1	Erläuterungen zur Messwerte-Tabelle.....	43
3.3.2	Tabelle aller Messwerte ausgewählter Spielfilm-DVDs.....	47
3.3.3	Gemeinsamkeiten aller getesteten DVDs.....	54

3.3.4	Analyse der DVDs mit großer Dynamik.....	56
3.3.5	Analyse der DVDs mit mittlerer Dynamik.....	58
3.3.6	Analyse der DVDs mit geringer Dynamik	60
3.3.7	Fazit der Auswertung	61
4	Der AC3-Standard in der Praxis: Befragung von DVD-Authoring Firmen ...	63
4.1	Einleitung	63
4.2	Der Idealfall	63
4.3	Die Situation in den USA	64
4.4	Die Situation in Deutschland.....	64
4.5	Fazit	65
5	Erstellung eigener DVD-Mischungen und AC3-Files.....	66
5.1	Einleitung	66
5.2	Einrichten des Arbeitsraumes	68
5.2.1	Einmessen der 4201	70
5.3	Die Herausforderungen beim Erstellen von Heimkino-Fassungen	71
5.3.1	Herausforderungen bei der "variablen Dynamik" und der Lautheit der DVD 71	
5.3.2	Herausforderungen bei der Stereo-Mixdown-Kompatibilität.....	72
5.4	Erstellen der DVD-Mischung.....	74
5.4.1	Globale Anpassung der Dialoglautheit	74
5.4.2	Einschränken der Gesamtdynamik des Films durch einen Multiband- Kompressor	75
5.4.3	Zusätzliches Einschränken der Dynamik per Fader	76
5.4.4	Besondere Behandlung und Anpassung der lautesten Passagen des Films 76	
5.4.5	Zusätzliche Optimierung für bessere Stereo-Mixdown-Kompatibilität	77
5.4.6	Optimierung des Frequenzgangs und der Surroundkanal-Anteile	78
5.5	Erstellen des AC3s	79
5.5.1	DialNorm.....	79
5.5.2	Line-Mode-DRC	80
5.5.3	RF-Mode-DRC	82
5.5.4	Sonstige Encoding-Parameter	83
5.6	Sonderfall der Stereo TV- oder Dolby-Surround-Mischungen.....	84
5.7	Test der fertigen Mischung	85
5.8	Schritt für Schritt - Anleitung.....	86
6	Ein Hörversuch mit der soeben erstellten Mischung.....	89
6.1	Zielsetzung.....	89
6.2	Versuchsaufbau und Fragestellung	89
6.3	Ergebnisse	91
6.3.1	Unkomprimierte Wiedergabe:.....	91
6.3.2	Wiedergabe in 5.1 im Line-Mode:.....	92
6.3.3	Wiedergabe im RF-Mode:	93
6.4	Fazit	95
7	LPCM- und dts-Encoding	96

7.1	LPCM	96
7.2	dts	96
8	Anhänge	99
	Technische Vorgehensweise meiner Untersuchung zum Wiedergabeverhalten der AC3-Decoder (Kapitel 2):	99
	Technische Vorgehensweise bei meiner Analyse kommerzieller DVD- Produktionen (Kapitel 3):	104
	Anhang: Auflistung der Kinomischungen, die als Ausgangsmaterial für die eigenen DVD-Mischungen dienten (Kapitel 5):	106
	Literaturverzeichnis	108
	Abbildungsverzeichnis	109
	Eidesstattliche Erklärung	110

1 Einleitung

1.1 Motivation und Ausrichtung dieser Arbeit

Filme werden fürs Kino gemacht. Nirgendwo sonst kann der Zuschauer einen Film so intensiv erleben, wie in einem abgedunkelten Kinosaal: Ein großes Bild in bester Qualität, ein 5.1 Ton mit hoher Dynamik und keinerlei optische oder akustische Ablenkung. Kinofilme werden im Mischatelier "fürs Kino" gemischt und feiern Premiere in großen Sälen - doch was kommt danach?

Ein immer größerer Anteil der Umsätze eines Kinofilms wird mittlerweile über den Verkauf von DVDs und neuerdings auch BluRay-Disks generiert: So lag beispielsweise der Gesamtumsatz an den US-Kinokassen 2009 bei 10.6 Milliarden US\$¹. Im selben Zeitraum wurden in den USA jedoch mehr als 22 Milliarden US\$ durch DVD- und BluRay - Verkauf und Verleih erwirtschaftet². Hinzu kommt noch die Auswertung über TV und neuerdings auch Internetplattformen wie "I-Tunes" oder "Movieload". Die meisten Kinofilme sehen somit deutlich mehr Menschen über diese Vertriebswege als im Kinosaal -- Filme werden also doch nicht nur fürs Kino gemacht!

Bei Hochschulfilmproduktionen ist dieses Phänomen sogar noch ausgeprägter: Nicht nur für Team-Mitglieder, Freunde und Verwandte wird eine gute DVD-Fassung benötigt, sondern insbesondere auch, um potenzielle Kooperationspartner, Filmverleiher oder spätere Auftraggeber zu überzeugen. Auch Festival-Organisatoren entscheiden häufig anhand von DVDs, welche Filme sie einladen werden. Somit ist die Qualität der DVD-Version oft entscheidender für das Schicksal eines Hochschulfilms, als die eigentliche Kinomischung.

Grund genug, in dieser Diplomarbeit einmal zu überlegen, wie eine optimale Tonfassung für Heimkinoanwendungen aussehen sollte, und wie man eine solche Tonfassung - ausgehend von einer 5.1-Kinomischung - möglichst effektiv erstellen kann. Dabei beschäftige ich mich im Folgenden nicht nur mit dem Erstellen der Heimkinomischung, sondern auch mit dem Encoding-Prozess, insbesondere mit den dabei einzustellenden Metadaten.

¹ Quellen: Internetseite der "Vereinigung amerikanischer Kinobetreiber": <http://www.natoonline.org/statisticsboxoffice.htm> sowie die Internetseite "The Numbers": <http://www.the-numbers.com/market/2009.php>

² Quellen: z.B. die Website des Branchenverbandes "DVD Entertainment Group" <http://www.degonline.org> sowie das Branchenmagazin "Business Insider": <http://www.businessinsider.com/>

Es gibt für die oben genannten Vertriebskanäle mittlerweile eine Vielzahl von Tonformaten. Der Fokus dieser Arbeit liegt allerdings auf Dolbys Tonformat **AC3** sowie auf den direkten Nachfolgern "Dolby Digital Plus" und "Dolby TrueHD". Auf die im DVD- und vor allem im BluRay-Disk-Bereich ebenfalls gebräuchlichen dts-Tonformate sowie auf das unkomprimierte LPCM-Format gehe ich nur in Kapitel 7 ein, wo ich vor allem die Unterschiede zu den Dolby-Tonformaten erläutern werde.

Dieser Fokus hat folgende Gründe:

- Zum einen sind die Dolby - Tonformate in allen Vertriebskanälen sehr weit verbreitet: Neben der enorm großen Verbreitung auf DVDs und BluRay-Disks setzen auch alle deutschen digitalen TV-Sender für ihre 5.1-Übertragungen auf AC3, ebenso zahlreiche Internet-Filmplattformen wie beispielsweise der US-Marktführer I-tunes³. (*Siehe auch meine kurze Marktrecherche in Kapitel 1.3*).
- Zum anderen sind die Dolby-Tonformate in der Bedienung besonders komplex: Beim Encoding sind eine Reihe von Metadaten einzustellen, die gravierenden Einfluss auf Dynamik und Lautstärke der encodierten Mischung haben und bei Fehlbedienung schnell zu deutlich hörbaren Artefakten führen. Um AC3 und seine Nachfolger also wirklich zu verstehen, sind zahlreiche Kapitel notwendig, während sich die Unterschiede zu dts und LPCM in einem Kapitel erläutern lassen.

Hauptsächlich beschäftige ich mich im Folgenden mit Mischung und Encoding **im AC3-Format** für die Heimkinomedien **DVD und BluRay-Disk**. Die dabei gewonnen Erkenntnisse lassen sich aber ohne weiteres auf die verwandten AC3-Anwendungsbereiche "digitales TV" und "Internet-Filmverleih" übertragen, da die AC3-Spezifikationen und Metadaten in allen drei Fällen vollkommen identisch sind.

Ebenso lassen sich alle Informationen dieser Arbeit zum Thema Mischung und Metadaten-Nutzung auch auf die AC3 - Nachfolgeformate "Dolby Digital Plus" und "Dolby TrueHD" übertragen, da diese genau dieselben Encoding-Parameter und Metadaten wie AC3 besitzen (*siehe beispielsweise [DODF05]*).

AC3 unterscheidet sich von "Dolby TrueHD" oder „Dolby Digital Plus“ nur in der verwendeten Encoding-Technologie⁴, jedoch nicht in den Bereichen, die Mischung oder Metadatenutzung beeinflussen.

³ Quelle: <http://www.apple.com/pr/library/2007/04/11itunes.html>

⁴ Dolby TrueHD" arbeitet mit verlustfreier *Datenkompression* an Stelle von verlustbehafteter *Datenreduktion*. "Dolby Digital Plus" hingegen erlaubt höhere Datenraten als AC3 sowie die Nutzung von bis zu 14 Audiokanälen.

1.2 Zur Gliederung dieser Arbeit

Im **Kapitel 2** werde ich zunächst den AC3-Standard und die darin enthaltenen Metadaten ausgiebig vorstellen.

Dafür habe ich in einem Praxistest auch das Wiedergabeverhalten von handelsüblichen AC3-Decodern überprüft, um zu klären, wie die theoretischen Möglichkeiten des AC3-Standards in der Praxis von "Consumer-Decodern" umgesetzt werden.

Wie oben erwähnt, sind alle beschriebenen Metadaten-Parameter auch in Encodern für "Dolby Digital Plus" und "Dolby TrueHD" zu finden.

Im **Kapitel 3** überprüfe ich dann, wie kommerziell erhältliche DVD-Produktionen den AC3-Standard nutzen: Dafür habe ich AC3s von zahlreichen "high budget" - Spielfilm-DVDs mittels verschiedener Messungen analysiert und daraus eine große Vergleichstabelle erstellt (*Kapitel 3.3.2*). Anhand dieser Tabelle versuchte ich dann, Gemeinsamkeiten und Unterschiede der DVDs herauszuarbeiten, insbesondere bei den Pegel- und Dynamikverhältnissen sowie bei der Nutzung der AC3-Metadaten.

Für das **Kapitel 4** habe ich einige DVD-Authoring-Firmen sowie Mischtonmeister mit Erfahrungen im DVD-Bereich befragt, um meine bisher gesammelten Erkenntnisse mit Erfahrungen aus der Praxis abzugleichen.

Dies führt im **Kapitel 5** schließlich zum "Selbstversuch": Basierend auf den vorher gesammelten Erkenntnissen habe ich einen Arbeitsablauf entwickelt, mit dem man - ausgehend von einer vorhandenen 5.1 Kinomischung - mit vertretbarem Zeitaufwand eine gute Heimkinofassung erstellen kann. Dieser Workflow beinhaltet neben der Anpassung der Mischung auch das Encoding des AC3s, einschließlich des Einstellens aller Metadaten - denn diese haben, wie oben erwähnt, einen sehr großen Einfluss auf das Gesamtergebnis.

Im **Kapitel 6** folgt noch ein Hörversuch: Dafür habe ich eine - gemäß Kapitel 5 - selbst erstellte DVD-Fassung eines Filmausschnittes mit der kommerziell erstellten Original-DVD desselben Filmes verglichen: Beide Versionen habe ich einer Reihe von Probanden unter verschiedenen Wiedergabebedingungen vorgespielt und dabei Fragen zu Dynamik, Klangbild und Gesamteindruck gestellt.

Abschließend gehe ich in **Kapitel 7** noch auf die Unterschiede zu den Heimkino-Tonformaten dts und LPCM ein.

1.3 Zur Verbreitung der Dolby-Tonformate

Hier noch eine kurze Übersicht, wie verbreitet die Dolby-Tonformate, insbesondere der AC3-Standard, heutzutage sind:

1.3.1 DVD-Video

Auf der DVD-Video ist AC3 bzw. "Dolby Digital" das mit weitem Abstand gebräuchlichste Tonformat:

Hier gibt es drei theoretisch mögliche "Mandatory Audio Formats": MPEG2-Audio, LPCM-Stereo und AC3. "Mandatory" bedeutet, dass der Ton in einem dieser drei Formate vorliegen **muss**, um den Normen der DVD-Video zu entsprechen.

LPCM-Stereo unterstützt dabei jedoch nur zwei Tonkanäle und keinerlei Metadaten. Gleichzeitig belegt es verhältnismäßig viel Speicherplatz und Daten-Bandbreite, da es sich um ein unkomprimiertes Datenformat handelt. Daher findet man LPCM in der Praxis nur auf sehr wenigen DVDs. Auch das Format MPEG2-Audio hat sich nie durchgesetzt. Somit kommt heutzutage praktisch keine DVD ohne eine AC3-Tonspur auf den Markt.

Einige DVDs verfügen **zusätzlich** noch über eine Tonspur im dts-Format. Dts gehört jedoch nicht zu den "Mandatory Audio Formats" und darf daher nie als alleinige Tonspur auf einer DVD-Video erscheinen.

Hier eine kleine Tabelle mit insgesamt 100 Stichproben, die ich in der Medienabteilung eines Elektronikmarktes gesammelt habe: Wie dabei zu sehen ist, verwenden **100%** der geprüften DVDs das AC-3 Verfahren.

	Anzahl	Prozent
Überprüfte DVDs gesamt:	100	100%
DVDs mit AC3 - Ton:	100	100%
DVDs mit zusätzlicher dts - Tonspur	35	35%
DVDs mit LPCM-Stereo- oder MPEG2 - Tonspur	0	0%

1.3.2 BluRay-Disk

Auf der BluRay-Disk steht eine etwas größere Auswahl an möglichen Tonformaten bereit: Neben den drei Dolby-Tonformaten "Dolby Digital", "Dolby Digital Plus" und "Dolby TrueHD" ist es auf der BluRay-Disk nun auch möglich, den Ton **ausschließlich** im dts Format bzw. im verlustfreien "dts-HD" zu liefern, da dts auf der BluRay-Disk zum "Mandatory Audio Format" aufgestiegen ist. Tatsächlich wird diese Möglichkeit auch bei rund 50% der aktuellen BluRay-Disks genutzt.

Hier wiederum eine kleine Tabelle mit Stichproben, die ich in der Medienabteilung eines Elektronikmarktes gesammelt habe. Wie dabei zu sehen ist, verwenden immerhin noch **51,5%** der geprüften BluRay-Disks die Dolby-Tonformate, auch wenn dts hier im Vergleich zur DVD nun deutlich aufgeholt hat.

	<i>Anzahl</i>	<i>Prozent</i>
Geprüfte BluRay-Disks insgesamt	70	100%
BluRay-Disks mit AC3 / Dolby TrueHD / Dolby Digital Plus	36	51.5%
BluRay Disks NUR mit dts bzw. dts-HD - Ton	34	48.5%
BluRay Disks mit AC3 / Dolby TrueHD / Dolby Digital Plus UND zusätzlichen anderen Formaten (dts, LPCM etc)	10	14.5%

1.3.3 Digitales TV

Bei der digitalen TV-Übertragung wird Bild und Ton als digitaler Datenstrom über Antenne, Kabel oder Satellit an den Zuschauer gesendet. Dabei könnte in diesem Datenstrom theoretisch jedes beliebige Datenformat und jeder beliebige Codec⁵ für Bild und Ton verwendet werden, solange der Zuschauer nur den empfangenen Datenstrom "zurück konvertieren" kann. Die Settop-Box des Zuschauers muss also mit dem Datenformat des Senders kompatibel sein.

⁵ Codec ist die Kurzform für "Encoder - Decoder". Dies ist der Sammelbegriff für jede Technik, in der Bild und Ton vor der Übertragung oder Speicherung **encodiert** werden, um anschließend bei der Wiedergabe wieder **decodiert** zu werden. Diese Encodierung / Decodierung geschieht vor allem, um Speicherplatz oder Bandbreite zu sparen und ist in den meisten Fällen verlustbehaftet. Manche Codecs verhindern zusätzlich auch ein unbegrenztes Kopieren / Reproduzieren des Materials, dienen also dem Kopierschutz oder dem Wahren der Urheberrechte. Auch das AC3-Format ist ein Codec.

Im deutschen digitalen TV wird derzeit das von der DVD bekannte Bildformat MPEG2 verwendet. Für Stereo-Ton nutzen die Sender den Audio-Codec AAC.

Wann immer jedoch 5.1 - Ton übertragen wird, greifen **alle** Sender auf das AC3-Format zurück, denn AC3 ist derzeit das einzige Mehrkanalformat, das praktisch alle handelsüblichen Settop-Boxen unterstützen. Dolby Digital und 5.1-Ton sind dadurch im digitalen TV in Deutschland schon fast Synonyme geworden.

Diese Marktdominanz liegt wohl vor allem am Bekanntheitsgrad des Begriffes "Dolby Digital" sowie an den AC3-Decoder-Chips, die durch die großen Stückzahlen der letzten Jahre besonders günstig geworden sind.

Bei der digitalen TV-Übertragung über Kabel und Satellit (**DVB-C** und **DVB-S**) gibt es heute schon zahlreiche Sendungen, die in 5.1 übertragen werden. Neben Spielfilmen und Sportveranstaltungen sind dies in letzter Zeit auch immer mehr TV-Filme und Serien⁶.

Im **DVB-T** (digitale terrestrische Übertragung, also Empfang über eine Antenne) ist die verfügbare Datenrate pro Sender deutlich geringer als bei **DVB-S** und **DVB-C**, was dazu führt, dass dort meistens nicht genug Bandbreite vorhanden ist, um einen 5.1-Datenstrom übertragen zu können. Hier ist 5.1 also bisher nur in Einzelfällen anzutreffen⁷.

Es gibt jedoch schon Überlegungen, das Bild bei DVB-T zukünftig nicht mehr mit MPEG2 sondern mit dem effizienteren h.264/MPEG4 - Codec zu komprimieren, was dann bei gleichbleibender Datenrate Platz für ein HD-Bild und eine 5.1 AC3-Tonspur schaffen könnte.

1.3.4 Filmverleih im Internet (Download und Streaming)

Auch der Verleih von Filmen über das Internet kann in jedem beliebigen Datenformat und Codec für Bild- und Ton geschehen. Wichtig ist auch hier vor allem, dass möglichst viele Kunden den entsprechenden Codec auf ihrem Computer installiert haben, und dass die Anforderungen an Bandbreite und Rechenleistung nicht zu hoch sind.

⁶ Quelle z.B. <http://dolby-digital.the-media-channel.com/> oder auch jede Fernseh-Programmzeitschrift.

⁷ Quelle: Die Informationsseite zu DVB-T der öffentlich rechtlichen Sender: <http://www.ueberallfernsehen.de/>

Auch hier ist AC3 eine gute Wahl und wird beispielsweise vom Filmverleiher i-tunes verwendet.

Angesichts der vielen alternativen Möglichkeiten setzen viele Anbieter jedoch auch auf andere 5.1-fähige Audioformate wie beispielsweise WMA.

1.4 Die drei Kriterien einer „optimalen“ Heimkinomischung

Es gibt, anders als im klassischen analogen Fernsehbetrieb, keine festgeschriebenen Norm- oder Pflichtwerte für Heimkinofomate wie DVD und BluRay-Disk.

Beispielsweise gibt es hier keinen festgelegten Maximalpegel außer der 0dBFS-Vollaussteuerung. Gleichzeitig fehlen auch Normen für die durchschnittliche empfohlene Dialoglautheit oder die anzustrebende Gesamtdynamik einer Mischung.

Hinzu kommen - bei den Dolby-Tonformaten wie AC3 - noch zahlreiche Metadaten, durch die beispielsweise Lautheit und Dynamik der Mischung noch beim Encoding grundlegend beeinflusst werden können, wobei viele dieser Metadaten auch noch mit den vom Zuschauer (mehr oder weniger bewusst) gewählten Decoder-Einstellungen interagieren. Somit muss man eine Heimkinomischung also immer im Zusammenhang mit den dazugehörigen Encoder-Einstellungen und eigentlich **allen** denkbaren Decoder-Einstellungen betrachten.

Doch wie kann man dann definieren, was eine „optimale“ Heimkinomischung ist?

Wie eingangs erwähnt, beschränke ich mich in den nächsten Kapiteln auf Mischung und Encoding für DVDs und BluRay-Disks mit dem Dolby Heimkinofomat AC3 bzw. mit den direkten Nachfolgern "Dolby Digital Plus" und "Dolby TrueHD":

Hier ist zunächst davon auszugehen, dass die meisten Zuschauer über die Jahre viele DVDs auf ihrem Wiedergabesystem angesehen haben und sich dabei an gewisse Standards "gewöhnt" haben. Weicht eine DVD nun weit von diesen Standards ab, ist sie z.B. deutlich leiser oder hat eine deutlich höhere oder geringere Dynamik, so würde dies negativ auffallen. "Optimal" heißt für den durchschnittlichen Zuschauer also zunächst einmal: "So wie man es von professionellen DVD-Produktionen gewohnt ist".

Wenn es also mittlerweile eine Art etablierten Standard für AC3-Mischungen gibt, so sollte man diesen zumindest teilweise berücksichtigen, um die Erwartungen der Zuschauer zu erfüllen.

Daher versuchte ich, durch die in Kapitel 3 geschilderte Untersuchung professioneller DVDs sowie durch die Befragung der DVD-Authoring-Firmen in Kapitel 4 herauszufinden: Wie ist heutzutage "der Ton" auf einer typischen kommerziellen DVD? Haben sich hier über die Jahre gewisse Standards etabliert?

Anschließend habe ich mich jedoch auch gefragt: Gibt es angesichts der technischen Möglichkeiten vielleicht noch Optimierungspotenzial? Kann man einen Arbeitsablauf finden, der zu Ergebnissen führt, die in möglichst vielen Wiedergabesituationen **besser** funktionieren als aktuelle kommerzielle Produktionen, oder die qualitativ zumindest mit den besten und aufwändigsten "high budget" - Produktionen mithalten können?

Um diese Frage später beantworten zu können, möchte ich nun - unabhängig vom derzeitigen Status quo der DVD-Produktionen - **drei Qualitätsmerkmale** definieren und begründen, die für mich eine optimale Heimkinomischung ausmachen:

**Im Rahmen dieser Arbeit betrachte ich die Heimkinofassung einer Kinofilm-
mischung als "optimal", wenn sie die folgenden drei Punkte bestmöglich berücksichtig:**

1. Stereo-Mixdown-Kompatibilität: Eine optimale Heimkinofassung sollte eine 5.1-Mischung sein, die jedoch so gestaltet ist, dass ein automatischer Stereo-Mixdown ohne hörbare Einschränkungen funktioniert. Alle Elemente der 5.1-Mischung, insbesondere die Sprachverständlichkeit, müssen im automatischen Stereo-Mixdown erhalten bleiben.

2. Variable Dynamik bei minimalen Kompressionsartefakten in jeder Wiedergabesituation: Die Heimkinofassung sollte über eine möglichst große, dem Inhalt des Films angemessene Dynamik verfügen. Gleichzeitig sollte dem Zuschauer jedoch ermöglicht werden, die Programmdynamik seiner jeweiligen Wiedergabesituation anzupassen. Diese automatische Reduktion der Dynamik sollte dabei mit **geringstmöglichen** hörbaren Regelbewegungen erfolgen, so dass in jeder Wiedergabesituation ein fehlerfreier Klangeindruck gewährleistet ist.

3. Höchstmögliche Lautheit⁸: Eine "optimale" Heimkinomischung sollte neben ei-

⁸ Die Lautheit einer Mischung definiert sich nicht über kurzzeitige Spitzenpegel. Vielmehr müssen Pegelwerte über möglichst lange Zeiträume integriert werden, um dem menschlichen Lautheitsempfinden so nahe wie möglich zu kommen. Eine recht gute Annäherung erreicht man bei-

ner möglichst großen Dynamik auch stets eine möglichst hohe Gesamtlautheit erreichen, um nicht deutlich leiser zu sein, als vergleichbare kommerzielle Produktionen. Entscheidend sind hier vor allem die Lautheiten durchschnittlicher Dialoge, da diese den überwiegenden Teil einer typischen Filmmischung ausmachen.

Zur Begründung meiner Auswahl von Qualitätsmerkmalen nun einige Anmerkungen:

- Die variable Kanalkonfiguration (Qualitätsmerkmal 1) nimmt dem Zuschauer die Arbeit ab, die jeweils für ihn passende Tonspur auszuwählen. Dies ist nicht nur komfortabler, sondern beseitigt vor allem auch eine große Möglichkeit der "Fehlbedienung". Man sollte immer davon ausgehen, dass ein Zuschauer nicht über den Ton nachdenken möchte - er will einfach die DVD einlegen und den Film sofort mit der für ihn passenden Kanalkonfiguration genießen. Gleichzeitig kann so auch beim Authoring der Speicherplatz und die Bitrate für eine separate Stereo-Tonspur gespart werden.
- Es gibt heutzutage höchst unterschiedliche Wiedergabebedingungen für Heimkinomischungen: Dieselbe DVD oder BluRay-Disk wird sowohl auf einer großen 5.1-Heimkinoanlage als auch auf kleinen Fernsehern oder Laptops abgespielt. Ohne eine variable Dynamik (Qualitätsmerkmal 2) **kann** man nur eine Mischung erstellen, die entweder eine zu große Dynamik für den Laptop hat oder eine zu kleine Dynamik für das große Heimkino.
- Würde man alternativ eine DVD oder BluRay-Disk mit mehreren Mischungen unterschiedlicher Dynamik ausliefern, so hätte man wiederum, neben Speicherplatzproblemen, die große Fehlerquelle, dass sich der Nutzer für die für ihn "falsche" Mischung entscheidet. Gleichzeitig ist ein durchschnittlicher Zuschauer nicht unbedingt mit Begriffen wie "Dynamikumfang" oder dem Unterschied zwischen einer "Kinomischung" und einer "TV-Mischung" vertraut.
- Selbstverständlich ist es jedoch für einen Tonmeister auch nicht zu tolerieren, wenn die automatische Dynamikreduktion auf manchen Wiedergabesystemen zu hörbaren Artefakten wie "Kompressor-Pumpen" oder zu einem fehlerhaften Klangeindruck führt.
- Zu Punkt 3, der größtmöglichen Dialoglautheit, möchte ich anmerken, dass nach wie vor "lauter" bei vielen Menschen gleichbedeutend ist mit "besser". Nicht nur beim Zuschauer könnten zu leise DVDs für Irritationen sorgen - auch den Regisseuren und Produktionsfirmen kann man als Tonmeister nur schwer erklä-

spielsweise mit LEQ - Messungen. Dolby selbst empfiehlt für die Messung der Dialoglautheiten von DVDs das LEQ(A) - Verfahren. (Siehe auch das Kapitel 0 über den DialNorm - Parameter).

ren, warum der eigene Film nun deutlich leiser sein soll, als Konkurrenzprodukte. Aus diesen Gründen denke ich, dass man immer versuchen sollte, eine möglichst laute Heimkinofassung zu erstellen, **solange nicht andere Parameter darunter leiden, beispielsweise die Dynamik oder das Klangbild.**

Am Ende dieser Arbeit möchte ich also eigene Heimkinofassungen erstellen, die diese drei Ziele so gut wie möglich erfüllen.

Tatsächlich gibt es heute eine Reihe von DVD-Produktionen, insbesondere bei deutschen Filmen mit eher geringeren Budgets, die bei diesen Kriterien keineswegs optimal abschneiden. Gerade die "automatische Dynamikreduktion" ist bei einigen DVDs nicht zufriedenstellend implementiert, was sich beispielsweise durch deutlich hörbare Dynamikreduktions-Artefakte auf manchen Wiedergabesystemen bemerkbar macht.

Gleichzeitig haben jedoch gerade die aufwändigsten, großen (amerikanischen) Kinofilmproduktionen häufig Heimkinofassungen, die in allen drei aufgeführten Punkten zu sehr guten Ergebnissen führen. Mehr dazu in den folgenden Kapiteln.

2 Funktionsweise des AC3-Standards und Beschreibung der AC3-Metadaten

2.1 Einleitung

Trotz der großen Verbreitung des AC3-Standards gibt es kein öffentlich zugängliches Dokument, das die exakte Arbeitsweise von AC3-Encodern und -Decodern bis ins allerletzte Detail spezifiziert.

In Dolbys "A/52 - Dokument" [DOLA05] ist lediglich Bit für Bit festgelegt, wie ein fertig encodierter AC3-Datenstrom auszusehen hat. **Wie** der Encoder jedoch den Datenstrom zu generieren hat, und **wie** genau dann ein Decoder mit diesem Datenstrom umzugehen hat, ist leider nicht bis ins letzte Detail beschrieben. Insbesondere bei den Metadaten zur automatischen Dynamikbegrenzung (Dynamic-Range-Control) gibt es weder Encoder- noch Decoderseitig exakte Spezifikationen, beispielsweise bezüglich der Attack- und Releasezeiten (*siehe auch Kapitel 2.4.5*).

Auch im Bereich der Consumer-AC3-Decoder gibt es keine Quellen, die eindeutig beschreiben, wie die einzelnen Menüeinstellungen mit den AC3-Metadaten zusammenarbeiten. Doch gerade diese Wechselwirkungen zwischen den vielen Einstellmöglichkeiten am Encoder und den vielen "consumerseitigen" Einstellmöglichkeiten am Decoder machen den AC3-Standard erst so richtig kompliziert.

Einige der für mich interessantesten Informationen konnte ich also nicht allein aus den Datenblättern und Spezifikationen der Hersteller gewinnen. Dies war der Grund für meine schon eingangs erwähnten Versuche mit selbst erstellten Testton - AC3s:

Diese Testtöne habe ich von diversen AC3-Decodern mit verschiedenen Einstellungen abspielen lassen, um die Aussagen der offiziellen Dolby-Dokumente zu überprüfen und vor allem, um fehlende Details zu ergänzen. Das genaue Testverfahren beschreibe ich *im Anhang a) bis f)*.

2.2 Allgemeines zum AC3-Standard

1992 präsentierten die Dolby Laboratories ihre „Dolby Digital“ - Technologie fürs Kino, die es ermöglichte, eine digitale 5.1-Tonspur auf einer 35mm Kinokopie unterzubringen. Der Datenstrom wurden dabei zwischen die Perforationslöcher der Kinorolle geschrieben.

Da der verfügbare Platz dort jedoch begrenzt war, mussten die digitalen Audiodaten zunächst reduziert werden. Dies war Dolbys erstes Einsatzgebiet für das AC3-Verfahren. AC3 steht dabei einfach für "Audio Coding 3". Solch ein AC3-Datenstrom für die 35mm Kinorolle hat immer 5.1 Tonkanäle bei einer festen Bitrate von 320kbit/sec.

Als 1995 die DVD-Video eingeführt wurde, erweiterte Dolby seine AC3 - Technologie und sorgte dafür, dass AC3 unter dem Namen „Dolby Digital“ als eines der drei möglichen DVD-Tonformate zugelassen wurde.

DVD-Video kompatible AC3s unterstützen neben 5.1 auch andere Kanalkonfigurationen wie Mono und Stereo, sowie Bitraten zwischen 64kbit/sec (nur in Mono) bis zu 448kbit/sec. Außerdem führte Dolby bei dieser Gelegenheit eine Reihe von Metadaten ein, mit denen die AC3-Decoder in ihrem Wiedergabeverhalten beeinflusst werden können.

Diese für damalige Verhältnisse sehr gute technische Funktionalität und die Vermarktung unter dem bereits aus dem Kino bekannten Namen „Dolby Digital“ sorgten dafür, dass AC3 schnell zum De-facto-Standard in der DVD-Welt wurde. (*Siehe auch Kapitel 1.3.1*).

Zum Erstellen eines AC3s benötigt man einen Encoder, der die bis zu sechs Kanäle einer Mischung datenreduziert und zusammen mit den Metadaten zu einem Datenstrom verpackt.

Von Dolby selbst gibt es den Hardware-Encoder DP569 und den Software-Encoder "Dolby Media Suite". Auch einige andere Anbieter legen ihren Software-Paketen mehr oder weniger leistungsstarke AC3-Encoder bei. So findet sich beispielsweise ein AC3-Encoder in Apples *Final Cut Pro Studio*, Steinbergs *Nuendo 4* oder in dem Schnittprogramm *Vegas*.

Beim AC3-Encoding müssen eine Reihe von Parametern und Metadaten eingestellt werden, die ich in den nächsten Kapiteln vorstellen werde:

2.3 Der DialNorm Metadaten-Parameter

Der DialNorm-Parameter ist laut Dolby „der vielleicht wichtigste Parameter der AC3-Metadaten“ („*DialNorm is perhaps the single most important metadata parameter*“ [DOMG05], Seite 5).

Dieser Parameter gibt an, welche Lautheit die durchschnittlichen Dialoge einer Mischung haben. Je lauter dieser Wert ist, desto mehr wird der AC3-Decoder bei der Wiedergabe die gesamte Mischung **absenken**, um auf diese Weise unterschiedliche Programminhalte einander anzugleichen.

Der DialNorm-Wert ist laut der Definition von Dolby "der durchschnittliche A-bewertete LEQ-Wert der Dialoge einer Mischung" („*the long-term A-weighted average level of dialogue within a presentation, LEQ(A)*“ [DOMG05], Seite 5). Mit dem "LM100 Broadcast Loudness Meter" und dem "DP570 Multichannel Audio Tool" hat Dolby eigens Geräte entwickelt, mit denen sich der exakte DialNorm-Wert einer Mischung messen lässt.

Der ursprüngliche Wunsch von Dolby war es, dass jeder DVD-Produzent mit dem LM100 oder dem DP570 diese Messungen durchführt, und die ermittelten Werte dann als DialNorm beim Encoding angibt. In der Folge könnten dann alle AC3-Datenströme dieser Welt vom Decoder so normalisiert werden, dass sie dieselbe durchschnittliche „Dialoglautheit“ hätten, und der Zuschauer müsste nie wieder die Lautstärke nachregeln.

In der Praxis wird der DialNorm-Wert allerdings nur selten ganz korrekt angegeben. So konnte ich feststellen, dass praktisch alle kommerziellen DVDs, trotz durchaus unterschiedlicher LEQ(A)-Dialoglautheiten immer nur zwei verschiedene DialNorm-Werte verwendeten: Entweder den niedrigsten möglichen Wert von -31dBFS oder den von Dolby voreingestellten Default-Wert von -27dBFS. (*Vergleiche dazu auch die Tabelle in Kapitel 3.3.2*).

Dolby hat bei der Einführung der DialNorm einmal ermittelt, dass ein typischer Kinofilm eine DialNorm von ungefähr -27dBFS haben müsste. Daher ist dieser Wert bis heute die Grundeinstellung in allen von Dolby zertifizierten AC3-Encodern.

Der niedrigste einstellbare DialNorm - Wert ist -31dBFS. Bei diesem Wert senkt der AC3-Decoder die Mischung **nicht** ab, da sie ja laut DialNorm schon 4dB leiser als ein normaler Kinofilm sein müsste.

Eine Mischung, die mit der DialNorm -27dBFS encodiert wurde, hält der Decoder also für 4dB lauter als eine -31dBFS-Mischung und senkt sie folglich **um 4dB** ab. Eine Mischung mit einer angegebenen DialNorm von -1 würde der Decoder folglich für ganz besonders laut halten und dementsprechend bei der Wiedergabe **um volle 30dB** absenken.

Jede Mischung wird also im AC3-Decoder um 31dB **minus** dem bei der DialNorm angegebenen Betrag abgesenkt:

$$31 - (\text{DialNorm-Betrag}) = \text{Absenkung in dB}$$

Wie ich in meinen Testton-Experimenten (*vergleiche Anhang a) bis f)* feststellen konnte, wertet tatsächlich **jeder** AC3-Decoder in jeder möglichen Kombination von Einstellungen den DialNorm Wert stets auf exakt diese Weise aus. Der DialNorm - Parameter lässt sich also nicht umgehen.

Neben dieser Funktionalität wird durch die DialNorm auch die Arbeitsweise der „Dynamic-Range-Control“ beeinflusst: Die AC3 Encoder und Decoder gehen davon aus, dass die Sprache einer Mischung genau in dem bei der DialNorm angegebenen Bereich liegt. Folglich wird dieser Bereich als "Null Band" definiert, in dem weder eine Anhebung noch eine Absenkung der Pegel geschieht (*siehe auch im nächsten Kapitel 2.4 sowie im Unterkapitel 2.4.4 "zum Zusammenspiel von DialNorm und DRC"*).

2.4 Die Dynamic Range Control (DRC) des AC3-Standards

2.4.1 Einleitung

Die Dynamik einer Filmmischung muss bei der Wiedergabe von der DVD geringer sein als im Kinosaal, da die im Kino mögliche Dynamik im Heimbereich nicht wünschenswert ist. Im heimischen Wohnzimmer ist der durchschnittliche Grundgeräuschpegel höher, so dass die leisesten Elemente einer Kinomischung nicht mehr zu hören wären. Gleichzeitig ist die mögliche Dynamik auch nach oben hin begrenzt, da sich beispielsweise Nachbarn von allzu lauten Schallereignissen gestört fühlen könnten.

Die Dynamik muss also verringert werden - allerdings stellt sich die Frage, in welchem Maße dies zu geschehen hat. Faktoren wie die Größe der Heimkinoanlage und des

Abhörtaumes, die Wohnsituation und die Tageszeit sorgen für die unterschiedlichsten Ansprüche an die Dynamik einer DVD-Wiedergabe: Während manche Zuschauer ihre DVDs auf einer großen 5.1-Anlage im Hobbykeller genießen und sich eine ähnlich große Dynamik wie im Kino wünschen, muss dieselbe DVD auch auf normalen TV-Geräten spätabends bei Zimmerlautstärke oder sogar auf Laptop-Lautsprechern gut zu hören sein.

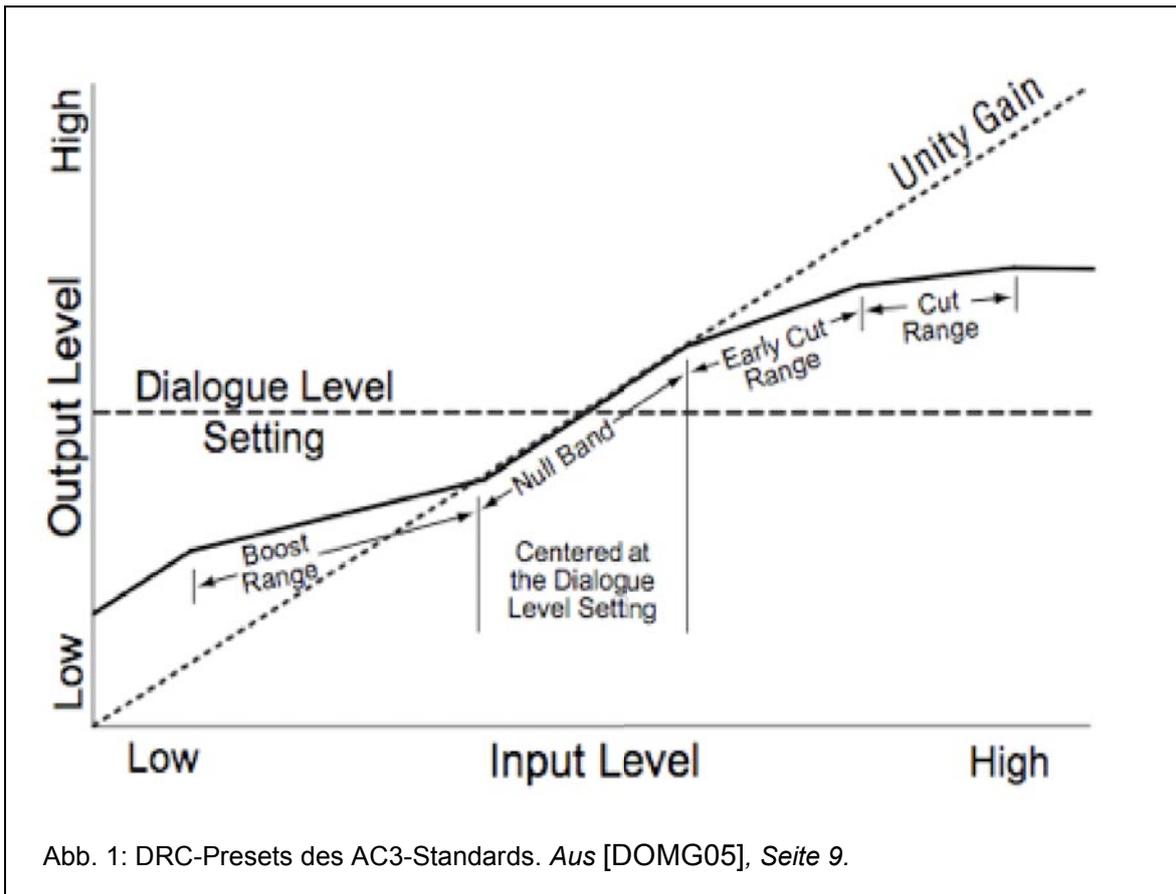
Aus diesem Grund bietet der AC3-Standard die Möglichkeit, Mischungen mit einer hohen Dynamik auf die DVD zu bringen, und beim Encoding mittels der „Dynamic-Range-Control“ (DRC) Metadaten festzulegen, wie diese Dynamik bei der Wiedergabe eingeschränkt werden soll. Dadurch befindet sich die maximal mögliche Dynamik auf der DVD, und Nutzer, die sich eine große Dynamik wünschen, können die DRC-Metadaten bei der Wiedergabe ignorieren, oder nur teilweise anwenden, während sich andere Nutzer die voll komprimierte Version des Datenstroms anhören können.

In der Praxis lassen sich die Kompressionskurven allerdings nicht immer komplett abschalten. Insbesondere wenn ein Stereo-Downmix erstellt wird, wenden **alle** Decoder unabhängig von ihrer Einstellung zumindest einen Teil der DRC-Kurve weiterhin an, vor allem um eine digitale Übersteuerung zu vermeiden (*siehe Kapitel 2.4.7*).

2.4.2 Die DRC-Presets

Beim Encodieren eines AC3-Datenstroms kann man zwischen 5 DRC-Presets auswählen. Jedes Preset beeinflusst die Dynamik in mehreren Stufen, wobei sich die Schwellwerte dieser Stufen immer vom eingestellten DialNorm-Wert ableiten:

- Der Bereich rund um den DialNorm - Wert wird als "**Null Band**" bezeichnet. Dort findet weder eine Anhebung noch eine Absenkung statt.
- Pegel unterhalb der DialNorm heißen "**Low Level**". Dort findet eine Pegelanhebung statt, weshalb dieser Bereich "**Boost Range**" genannt wird.
- Pegel oberhalb des Null Bandes heißen "**High Level**" und werden in zwei Stufen abgesenkt: Pegel, die nur etwas lauter als das Null Band sind, liegen im "**Early Cut Range**" und werden mit einer Ratio von 2:1 komprimiert. Noch lautere Pegel liegen im "**Cut Range**" und werden mit einer Ratio von 20:1 limitiert:



Zwischen folgenden DRC-Presets kann beim Erstellen des AC3s ausgewählt werden⁹:

None: Keine Kompression. Unter gewissen Bedingungen kann es jedoch dennoch zur Absenkung von Pegelspitzen kommen (*mehr dazu im Kapitel 2.4.6 und 2.4.7*).

Film Light:

- **Boost Range** ab 14dB unter DialNorm, Anhebung mit Ratio von 2:1 bis maximal +6dB (*wegen der Ratio von 2:1 wird dieser Wert ab einem Pegel von $14\text{dB} + (2 \cdot 6\text{dB}) = 26\text{dB}$ unter DialNorm erreicht. Also werden Pegel die 26dB unter der DialNorm liegen um 6dB angehoben und mit 20dB unter DialNorm wiedergegeben*).

⁹ Alle genannten Zahlen sind abgeleitet aus [DOMG05], Seite 10. Da dort die möglichen Input-Levels bis +4dB gehen, ging ich davon aus, dass sich die angegebenen dB-Werte auf den „Default“ - DialNorm-Wert von -27dBFS beziehen. Diese Vermutung habe ich anhand der Ergebnisse aus den Testton-Experimenten nochmals bestätigt (*siehe Anhang a) bis f)*). Danach habe ich die von Dolby angegebenen dB-Werte umgerechnet in Werte, die relativ zur DialNorm sind.

- **Early Cut Range** 1dB bis 15dB über DialNorm: Kompression mit Ratio 2:1.
- **Cut Range** ab 15dB über DialNorm: Limitierung mit Ratio 20:1.

Film Standard:

- **Boost Range** ab 4dB unter DialNorm: Anhebung mit Ratio von 2:1 bis maximal +6dB. *(wegen der Ratio von 2:1 wird dieser Wert ab einem Pegel von $4dB+(2*6dB) = 16dB$ unter DialNorm erreicht. Pegel die 16dB unter der Dial-Norm liegen werden also um 6dB angehoben und mit 10dB unter DialNorm wiedergegeben).*
- **Early Cut Range** 1dB bis 11dB über DialNorm: Kompression mit Ratio 2:1.
- **Cut Range** ab 11dB über DialNorm: Limitierung mit Ratio 20:1.

Music Light:

- **Boost Range** ab 14dB unter DialNorm: Anhebung mit Ratio 2:1 bis maximal +12dB.
- **Early Cut Range/Cut Range** ab 6dB über DialNorm: Kompression mit Ratio 2:1.

Music Standard:

- **Boost Range** ab 4dB unter DialNorm: Anhebung mit Ratio 2:1 bis maximal +12dB.
- **Early Cut Range** 1dB bis 11dB über DialNorm: Kompression mit Ratio 2:1.
- **Cut Range** ab 11dB über DialNorm: Limitierung mit Ratio 20:1.

Speech:

- **Boost Range** ab 4dB unter DialNorm: Anhebung mit Ratio 5:1 bis maximal +15dB.
- **Early Cut Range** 1dB bis 11dB über DialNorm: Kompression mit Ratio 2:1.
- **Cut Range** ab 11dB über DialNorm: Limitierung mit Ratio 20:1.

2.4.3 Die Gainwords

In einem "fertig encodierten" AC3 - Datenstrom findet man **nicht** die oben genannten Presets wieder. Stattdessen gibt es dort nur eine lange Kette von so genannten Gainwords. Diese Datenworte können theoretisch Werte von -48dB bis +48dB annehmen ([DOLA05], Seite 89) und sagen dem Decoder: "Senke das Signal an dieser Stelle um XdB ab" oder "hebe das Signal an dieser Stelle um YdB an". Der Decoder muss bei der Wiedergabe einfach nur diese Gainwords auslesen und anwenden.

Der deutlich komplexere Prozess, anhand eines DRC-Presets auszurechnen, welche Anhebung oder Absenkung des Signals an einer jeden Stelle des Films korrekt ist, wird also nur einmalig **beim Encoding** durchgeführt.

Wahrscheinlich wählt Dolby diese Arbeitsteilung, um den Rechenaufwand im Decoder-Chip weitestgehend zu minimieren. Gleichzeitig hat Dolby dadurch auch die Möglichkeit, in zukünftigen Encodern neue DRC-Presets einzuführen oder die bestehenden Presets zu optimieren: Denn die Decoder lesen jedes Gainword aus, egal durch welches Preset es erzeugt wurde.

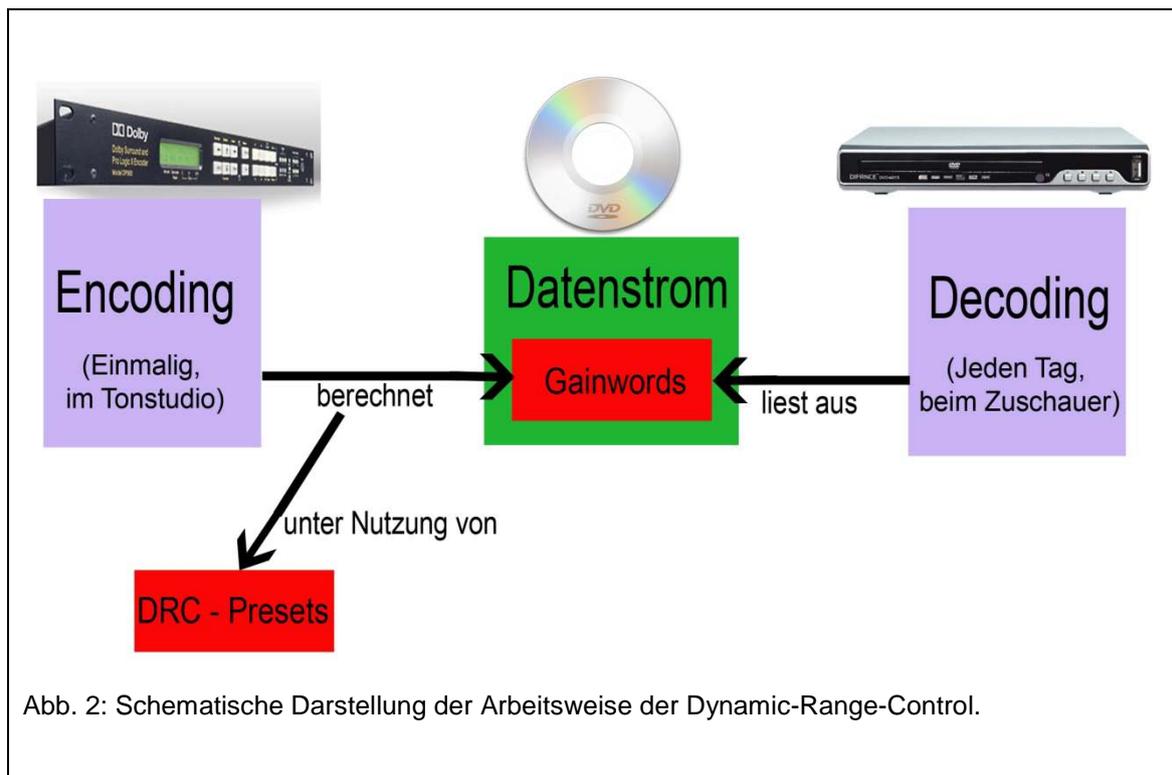


Abb. 2: Schematische Darstellung der Arbeitsweise der Dynamic-Range-Control.

2.4.4 Das Zusammenspiel von DialNorm und DRC

Zunächst ein kurzer Hinweis: Wenn ich im Folgenden von einer „höheren“ oder „niedrigeren“ DialNorm spreche, so beziehe ich mich damit auf den dBFS Wert **inklusive des Vorzeichens**. Eine DialNorm von -31dBFS ist also **niedriger** als eine DialNorm von -27dBFS.

Eine höhere DialNorm bewirkt zunächst, dass alle DRC-Thresholds um $(31\text{dB} - \text{"Dial-Norm-Betrag"})$ heraufgesetzt werden. Dadurch, dass Kompressor und Limiter nun später einsetzen, wird die Mischung also weniger komprimiert und limitiert und in der Folge **lauter**.

Gleichzeitig sorgt jedoch der höhere DialNorm-Wert auch dafür, dass der Ton, wie in Kapitel 2.3 beschrieben, um $(31 - \text{DialNorm})\text{dB}$ abgesenkt wird, also **leiser** wird.

Da das Heraufsetzen der DRC-Thresholds und das anschließende Absenken des Gesamtpegels beide im selben Maße geschehen, sind die **resultierenden** Pegel, bei denen jeweils ein bestimmter DRC-Threshold überschritten wird, immer gleich - unabhängig vom eingestellten DialNorm-Wert! So liegt beispielsweise der Punkt, an dem der Cut-Range beginnt, also ab dem mit 20:1 limitiert wird, nach Anwendung der DialNorm **immer** bei einem Pegel von -21dBFS bei "Film Standard" bzw. bei -16dBFS bei "Film Light".

Zur weiteren Verdeutlichung stellen wir uns einen 0dBFS Pegelton vor, der mit dem DRC-Preset „Film Standard“ nacheinander mit den DialNorm - Werten -31dBFS, -27dBFS und -23dBFS encodiert wird:

-31dBFS DialNorm:

Die DialNorm von -31dBFS bewirkt, dass der Cut-Range bei -20dBFS beginnt. Unser Testton ist also 20dB über dem Cutrange-Threshold und wird daher mit Ratio 20:1 auf den Wert -19dBFS komprimiert. Danach wird die Mischung Global um 0dB (=31-31) abgesenkt.

--> *Aus dem Decoder kommt bei der Wiedergabe ein Signal von -19dBFS.*

-27dBFS DialNorm:

Die DialNorm von -27dBFS bewirkt, dass der Cut-Range bei -16dBFS beginnt. Unser Testton ist also 16dB über dem Cutrange-Threshold und wird daher mit Ratio 20:1 auf den Wert -15.15dBFS abgesenkt. Anschließend wird die Mischung global um 4dB (= 31-27) abgesenkt.

--> *Aus dem Decoder kommt bei der Wiedergabe ein Signal von -19,15dBFS.*

-23dBFS DialNorm:

Die DialNorm von -23dBFS bewirkt, dass der Cut-Range bei -12dBFS beginnt. Unser Testton ist also 12dB über dem Cutrange-Threshold, wird daher mit Ratio 20:1 auf den Wert -11,35dBFS abgesenkt. Danach wird die Mischung Global um 8dB (=31-23) abgesenkt.

--> *Aus dem Decoder kommt bei der Wiedergabe ein Signal von -19,35dBFS*

Wie man sehen kann, führt ein Testton von 0dBFS also bei jeder DialNorm-Einstellung immer zu einem Ausgangspegel von rund -19dBFS, weil der Cutrange-Threshold, ab dem die harte Limitierung einsetzt, durch die anschließende Anwendung des DialNorm-Parameters immer auf -20dBFS normalisiert wird.

Somit kann man durch einen möglichst niedrigen DialNorm-Wert zwar lautere durchschnittliche Dialoge bekommen, kann jedoch die lauten Stellen der Mischung, die unabhängig vom DialNorm-Wert auf jeden Fall im "Cut Range" liegen, nicht mehr lauter machen, sondern nur stärker komprimieren und limitieren, bis hin zu deutlich hörbaren Regelbewegungen und Klangveränderungen.

Auf der Folgenden Seite habe ich diesen Zusammenhang grafisch dargestellt:

Dünn gezeichnet sind die Kompressionskurven des DRC-Presets "Film Standard" für drei verschiedene DialNorm-Werte: Je höher die DialNorm liegt, desto später setzt die DRC-Kompression ein.

Nach der Kompression erfolgt dann die Pegelabsenkung gemäß des DialNorm - Parameters: Die daraus resultierenden Kompressionskurven sind in der Grafik mit **dickeren** Linien dargestellt. Dabei wird das Null-Band aller drei Fassungen durch die DialNorm jeweils auf den Bereich um -31dBFS "normalisiert" - und unabhängig von der gewählten DialNorm liegen die lautesten Ausgangssignale **immer** bei ca. -19dBFS.

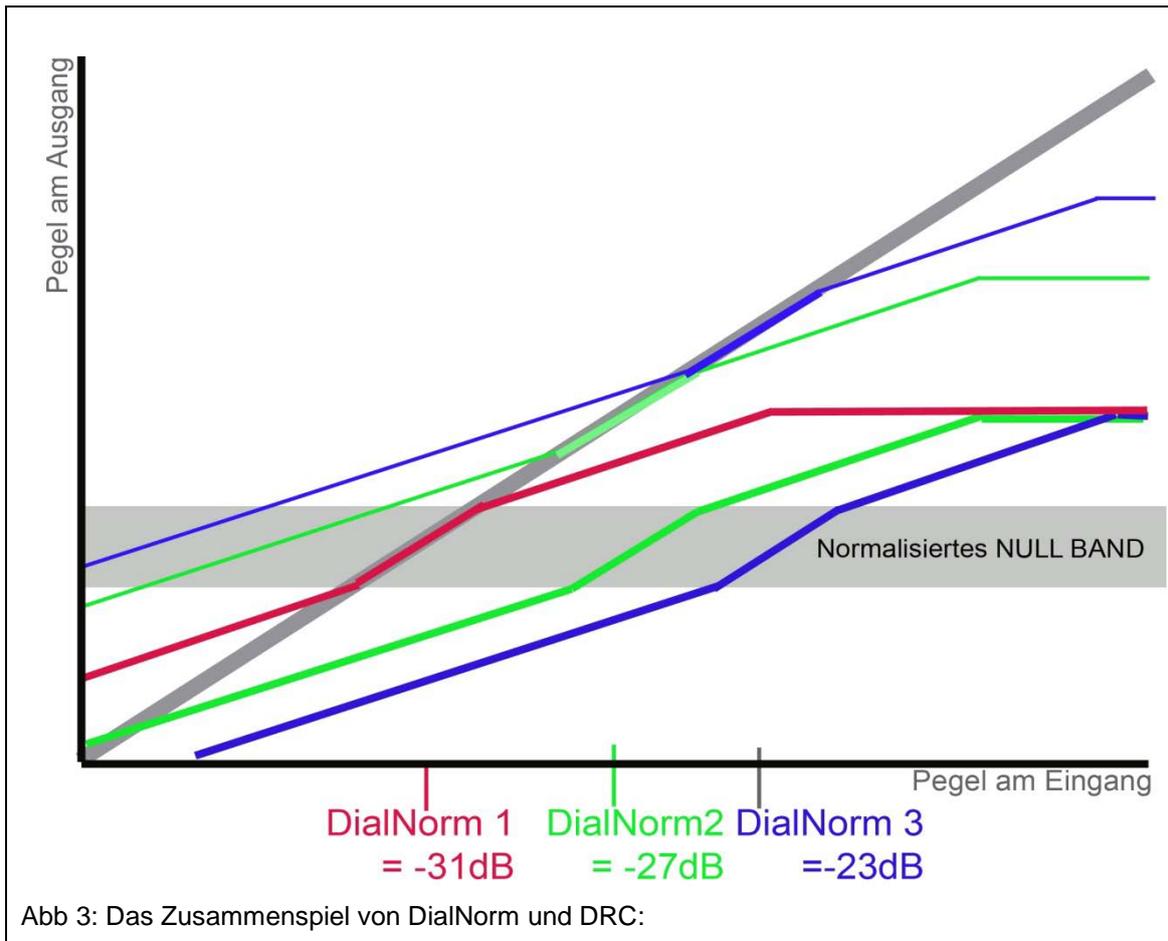


Abb 3: Das Zusammenspiel von DialNorm und DRC:

Im Endeffekt wirken sich also alle DialNorm - Werte über -31dBFS genauso aus, wie eine Pegelabsenkung vor einem fest eingestellten Kompressor / Limiter.

Man kann dieses Verhalten auch mit einem Kompressor oder Limiter vergleichen, den man PostFader über einen Reassign-Bus am Mischpult ansteuert: Die **festen** Einstellungen am Kompressor/Limiter entsprechen dabei dem DRC-Preset, der Fader am Mischpult, mit dem das Signal **vor** dem Gerät angehoben oder abgesenkt wird, entspricht dem DialNorm-Wert.

Signale, die unterhalb des Kompressor-Thresholds liegen, werden durch das Hochschieben des Faders einfach 1:1 lauter. Sobald jedoch eine lautere Stelle im Signal kommt, hört man plötzlich den "zu laut" angefahrenen Kompressor/Limiter deutlich arbeiten. Wenn man nun den Fader noch weiter hochschiebt, ist es bald nicht mehr möglich, das Signal „noch lauter“ zu bekommen. Es verliert nur seine Natürlichkeit, und man beginnt die Regelvorgänge störend zu hören. Das Signal wird nicht mehr „lauter“, sondern klingt nur immer stärker komprimiert und im Endeffekt „schlechter“.

Genau so kann eine Mischung klingen, die mit falschen DRC- und DialNorm-

Einstellungen encodiert wurde¹⁰.

2.4.5 Regelzeiten für die Anwendung der Dynamic-Range-Control

Der Lautheitseindruck eines Signals entsteht nicht durch kurzfristige Signalspitzen: Solche kurzen "Peaks" mit hohen Pegeln lassen ein Geräusch aufgrund der psychoakustischen Eigenheiten des Gehörs kaum lauter erscheinen, erzeugen jedoch bei einer samplegenauen Pegelmessung sehr hohe Messwerte. Im Gegensatz dazu führt eine Pegelmessung mit einer langsamen Integrationszeit, wie beispielsweise bei einem VU-Meter, zu Messwerten, die der subjektiv erlebten „Lautheit“ eines Signals viel eher entsprechen.

Da es die Aufgabe der Dynamic-Range-Control ist, **laute** Stellen abzusenken, wäre also eine zu kurze Integrationszeit kontraproduktiv. Dadurch würde die DRC manche Stellen wegen kurzer Signalspitzen absenken, obwohl sie dem menschlichen Gehör noch gar nicht „laut“ erscheinen.

Die besten Ergebnisse würde man im Gegenteil wohl erzielen, wenn die Dynamic-Range-Control anhand von LEQ-Messwerten arbeiten würde. Dafür jedoch müssten die AC3-Encoder vorausschauend arbeiten, da sich LEQ-Werte ja nur über längere Zeiträume sinnvoll integrieren lassen. Dies ist wiederum nicht mit den Anforderungen an die Echtzeitfähigkeit von AC3-Encodern vereinbar, die gerade im Zeitalter von digitalem TV immer wichtiger wird.

Dolby lässt daher die DRC-Kompression mit sehr langen Attack- und Releasezeiten arbeiten. Die Kompression setzt also recht langsam ein - und sollte das Signal schon bald von selbst wieder unter den Threshold sinken, wie es bei kurzen Signalspitzen der Fall ist, wird der Pegel entsprechend auch deutlich weniger stark abgesenkt. So ist es in der Praxis möglich, dass kurze Impulse am RTW Messwerte erreichen, die deutlich über dem Cutrange-Threshold (*siehe Kapitel 2.4.2*) liegen.

¹⁰ Ein solches überkomprimiertes Ergebnis erhält man beispielsweise, wenn eine TV-Mischung, mit Dialogen um -9dBFS (mit 10ms Integrationszeit am RTW gemessen) mit dem DRC-Profil "Film Standard" und dem DialNorm-Wert -27dBFS (also der "Standard-Voreinstellung" vieler Encoder) encodiert wird. Hier befinden sich dann fast alle Dialoge im Cutrange.

In meinen eigenen Versuchen mit Testton-DVDs (*siehe Anhang a) bis f)* habe ich einige Töne mit dem DRC-Preset "Film Standard" encodiert und das decodierte Signal im ProTools aufgezeichnet. So konnte ich die Attack- und Release-Zeiten der DRC praktisch in der Timeline im ProTools ablesen. Als "Attack-Zeit" betrachtete ich gemäß der Definition von M. Dickreiter, diejenige Zeit, innerhalb der 63% der gesamten Signalabsenkung erfolgt (*vergleiche [MDHT97], Seite 402*).

Diese Zeit lag bei meiner Messung im ProTools bei knapp über 100ms (*siehe Bild*):

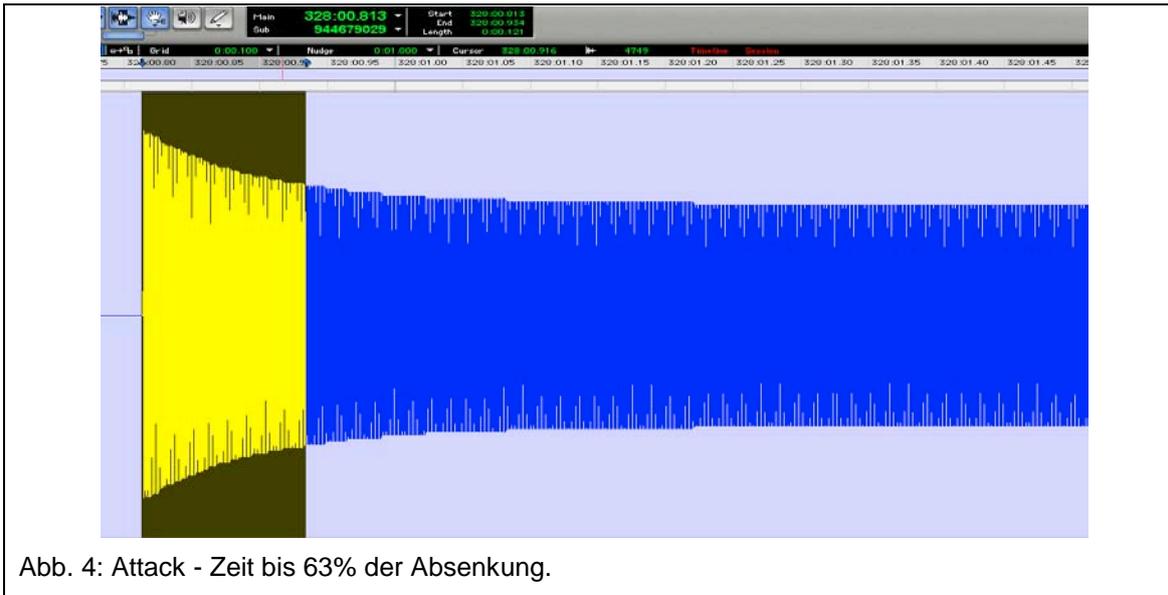


Abb. 4: Attack - Zeit bis 63% der Absenkung.

Die Zeit, bis das Signal dann vollständig (100%) abgesenkt war, lag bei knapp 400ms:

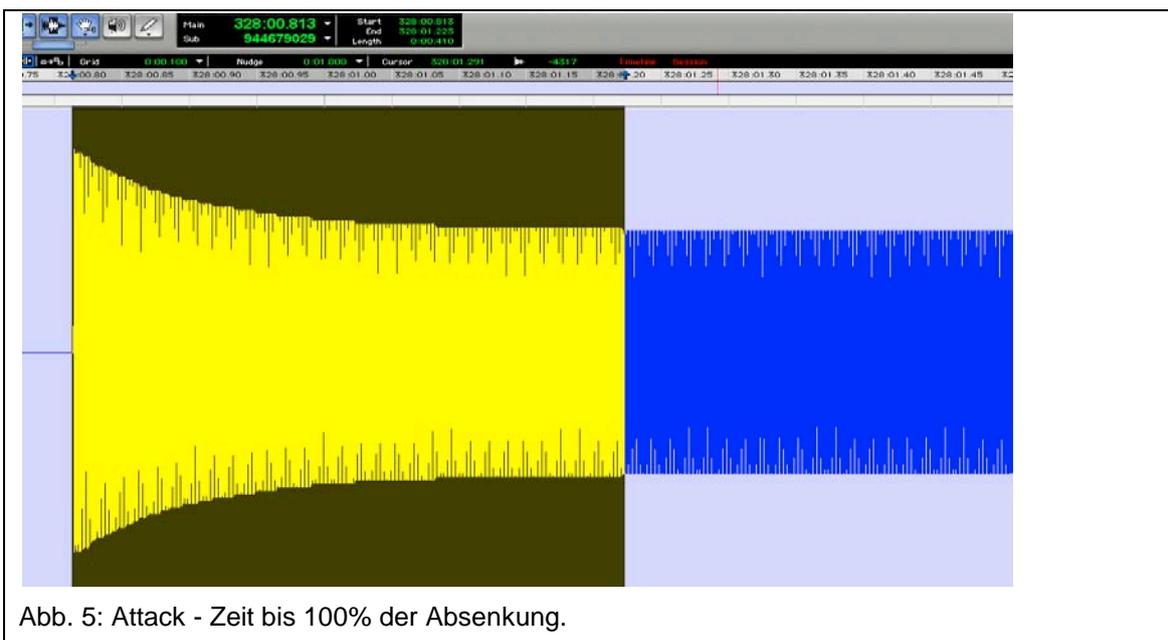


Abb. 5: Attack - Zeit bis 100% der Absenkung.

Bei der Releasezeit habe ich mit derselben Methode einen Wert von 3 Sekunden gemessen.

Schnellere Attack-Zeiten werden nur dann verwendet, wenn die DRC Signalspitzen abfangen muss, die im Falle eines Stereo-Mixdowns zu digitalen Verzerrungen führen würden - beispielsweise weil auf mehreren Kanälen gleichzeitig hohe Pegel vorkommen. Diese "Downmix-Overload-Protection" (*siehe Kapitel 2.4.7*) muss selbstverständlich mit sehr kurzen Regelzeiten arbeiten und macht sich daher auch schneller störend bemerkbar.

Die genauen Attack- und Releasezeiten für "Low Level" und "High Level" sowie für die "Downmix-Overload-Protection" sind leider in den offiziellen Dokumenten von Dolby nicht verzeichnet. Lediglich in den mittlerweile zehn Jahre alten "Dolby Digital Encoding Guidelines" [DOEG00] sind einige Zahlen zu finden, die sich grob mit den oben gemessenen Ergebnissen decken: Dolby spricht hier von einem "Fast Attack" von 10ms und einem "Slow Attack" von 100ms, sowie von "Fast Decay" und "Slow Decay" mit 1sec bzw. 3sec. Direkt daneben steht jedoch der Hinweis, dass "diese Zahlen in Zukunft noch gegebenenfalls überarbeitet würden" (*"the values presented are subject to revision in future software releases"* [DOEG00], Seite C-4). Ebenso fehlen Hinweise, **wann genau** "Fast Attack/Release" und "Slow Attack/Release" zum Einsatz kommen.

Um diese angegebenen Werte zu bestätigen und weitere Details zur DRC-Arbeitsweise zu erhalten, habe ich Dolby in zahlreichen E-Mails kontaktiert. Nach vielen Monaten und diversen Mails wurde mir schließlich von Kurt Krauss (Dolby Deutschland) auf Nachfrage mitgeteilt, dass es sich bei dem "[von mir] gewünschten Detailgrad offensichtlich um nicht-öffentliche Informationen handelt", die "auch nicht im Rahmen einer Geheimhaltungsvereinbarung"¹¹ weitergegeben werden.

Wir müssen uns also hier mit den Angaben aus den "Dolby Digital Encoding Guidelines" sowie den Messergebnissen meiner eigenen Versuche begnügen.

¹¹ Zitiert aus einer Email von Herrn Kraus vom 20.4.2010.

2.4.6 Line- und RF-Mode

Der AC3-Standard erlaubt es, beim Encodieren **zwei** DRC-Presets auszuwählen, eines für den so genannten „Line-Mode“ und eines für den „RF-Mode“. Bei der Wiedergabe lesen die Decoder dann je nach Geräte-Typ und Anwendungsfall entweder den Line-Mode oder den RF-Mode aus. In der Praxis hat der Zuschauer dabei nur selten die Wahl, ob er den Line-Mode oder den RF-Mode zu hören bekommt. Die DVD-Player entscheiden für gewöhnlich selbst, welche Ausgänge sie mit dem Line-Mode-Signal und welche sie mit dem RF-Mode-Signal beschicken, ohne dass sich dies vom Benutzer einstellen ließe.

Die DVD-Player, bei denen man tatsächlich zwischen den beiden Modi umschalten kann, bezeichnen diese dann üblicherweise nicht mit „Line“ und „RF“ sondern beispielsweise mit „Light Compression“ und „Heavy Compression“ ([DOMG05], Seite 7) oder mit „Kino“ und „Midnight“.

Der **Line-Mode** wird in erster Linie von Standalone-DVD-Playern und Heimkinoanlagen genutzt, die über Line-Pegel-Ausgänge verfügen; daher der Name.

Nur im Line-Mode ist es den Decodern gestattet, die DRC-Kompression zu **skalieren**, also die Anhebungen oder Absenkungen gemäß der Gainwords nicht voll auszuführen, sondern nur mit einem gewissen Prozentsatz. Die Kompression im „High Level“ darf dabei jedoch nur skaliert werden, wenn der Decoder **nicht** im Stereo-Mixdown-Modus arbeitet, da ansonsten ein digitales Clippen des Stereo-Mixdown Signals möglich wäre (*siehe Kapitel 2.4.7*).

Der **RF-Mode** wird vor allem von Geräten genutzt, die einen Stereo-Mixdown des Signals erzeugen, und diesen RF-moduliert über einen Antennenausgang ausgeben; daher der Name. Handelsübliche DVD-Player und Set-Top Boxen beschicken ihre Antennen- und SCART-Ausgänge für gewöhnlich mit dem RF-Mode. Auch einige weit verbreitete Software DVD-Player (*siehe Kapitel 2.4.9*) und Spielkonsolen wie Sonys "Playstation" nutzen den RF-Mode, wodurch dieser Modus effektiv sehr weit verbreitet ist.

Wird der RF-Mode ausgelesen, so hat der Decoder keine Möglichkeit, die Kompression zu „skalieren“. Die DRC-Gainwords müssen immer voll angewendet werden. Zusätzlich zur vollen Kompression wird das Signal im RF-Mode **immer global um 11dB angehoben**! Alle Pegelspitzen, die dadurch dann digital clippen würden, werden mit kurzen Regelzeiten hart limitiert. Dieses Vorgehen soll die Lautheit einer DVD-Wiedergabe an die typische Lautheit einer TV-Übertragung anpassen, denn üblicherweise wird das RF-Mode-Signal ja direkt über SCART oder Antennenkabel zum Fernseher geschickt, konkurriert in der Praxis also mit TV-Programmen.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass die Pegelanhebung im RF-Mode und die damit verbundene harte Limitierung auch dann geschieht, wenn beim Encoding das DRC-Preset "None" ausgewählt wurde! Daher kann man leider **nicht** einfach eine voll ausgesteuerte Mischung mit der DialNorm -31dBFS und dem DRC-Preset "None" auf DVD brennen und davon ausgehen, dass diese DVD bei einer Wiedergabe im RF-Mode zu einem zufriedenstellenden Ergebnis führt.

Im Gegenteil würden im RF-Mode alle Pegelspitzen der Originalmischung oberhalb von -11dBFS sofort den harten, oft hörbaren "Overload-Protection-Limiter" ansprechen, der mit kurzen Attack- und Releasezeiten vor digitalem Clipping schützen soll.

Ein DRC-Preset wie "Film Light" oder "Film Standard" hingegen komprimiert das Signal durch seine langsameren Attack- und Release-Zeiten deutlich unauffälliger, sorgt aber dennoch dafür, dass trotz der anschließenden 11dB Anhebung nur noch selten Clipping-Gefahr besteht. Hier muss der "Overload-Protection-Limiter" dann nur noch bei eher transientenreichen Signalspitzen eingreifen, die aufgrund der längeren Attack-Zeiten vom DRC-Preset nicht schnell genug abgefangen wurden. Solch ein gelegentliches Reduzieren von einigen wenigen dB macht sich jedoch bei den meisten Materialien dann nicht mehr störend bemerkbar.

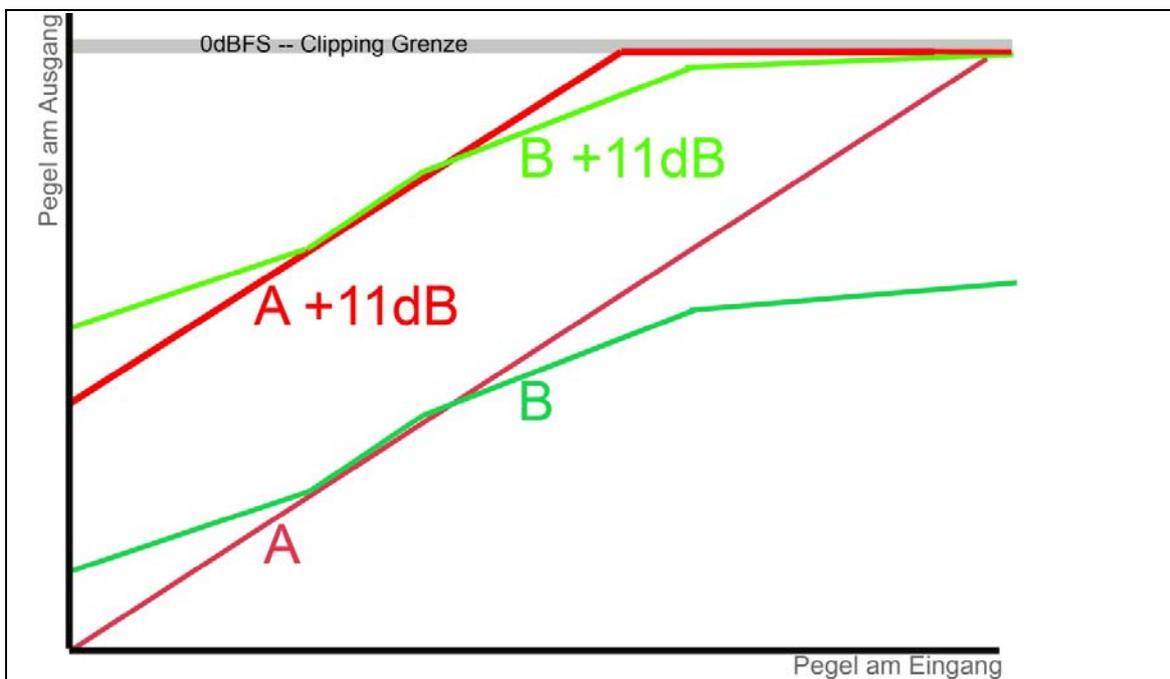


Abb. 6: RF-Mode und DRC:

A zeigt den Dynamikverlauf einer nicht komprimierten Mischung (Eingangspegel = Ausgangspegel). **B** zeigt dieselbe Mischung mit Anwendung der "Film Standard" - Kompression.

Wird nun im RF-Mode das ganze Signal um 11dB angehoben, so muss **Version A** bei 0dBFS hart limitiert werden, während die DRC-komprimierte **Version B** trotz der 11dB Anhebung nur sehr selten Gefahr läuft zu clippen.

2.4.7 Zusätzliche DRC-Kompression für Stereo-Mixdowns

Im Falle eines automatischen Stereo-Mixdowns werden die Signale aller fünf Fullrange-Kanäle auf die zwei Stereo-Ausgangskanäle summiert. Wenn sich dabei auf mehreren Kanälen hohe Spitzenpegel befinden, kann deren Summierung zu digitalem Clipping führen. Für solche Fälle ist also eine zusätzliche Absenkung der Signalspitzen notwendig.

Da mit dem AC3-Datenstrom jedoch nur zwei Gainword-Datenströme transportiert werden, einer für den RF-Mode und einer für den Line-Mode, müssen diese zusätzlichen „Downmix-Overload-Protection“ - Gainwords **darin integriert werden**.

Beim Encoding errechnet der AC3-Encoder daher nicht nur die Gainwords gemäß des gewählten DRC-Presets, sondern simuliert gleichzeitig auch die beiden üblichen Stereo-Mixdown-Szenarien (*siehe Kapitel 2.5.1*). Sollte bei einem dieser Szenarien ein Clipping möglich sein, werden vom Encoder zusätzliche Gainwords eingefügt, so dass danach keiner der möglichen Stereo-Mixdowns mehr zum Clipping führen kann¹²:

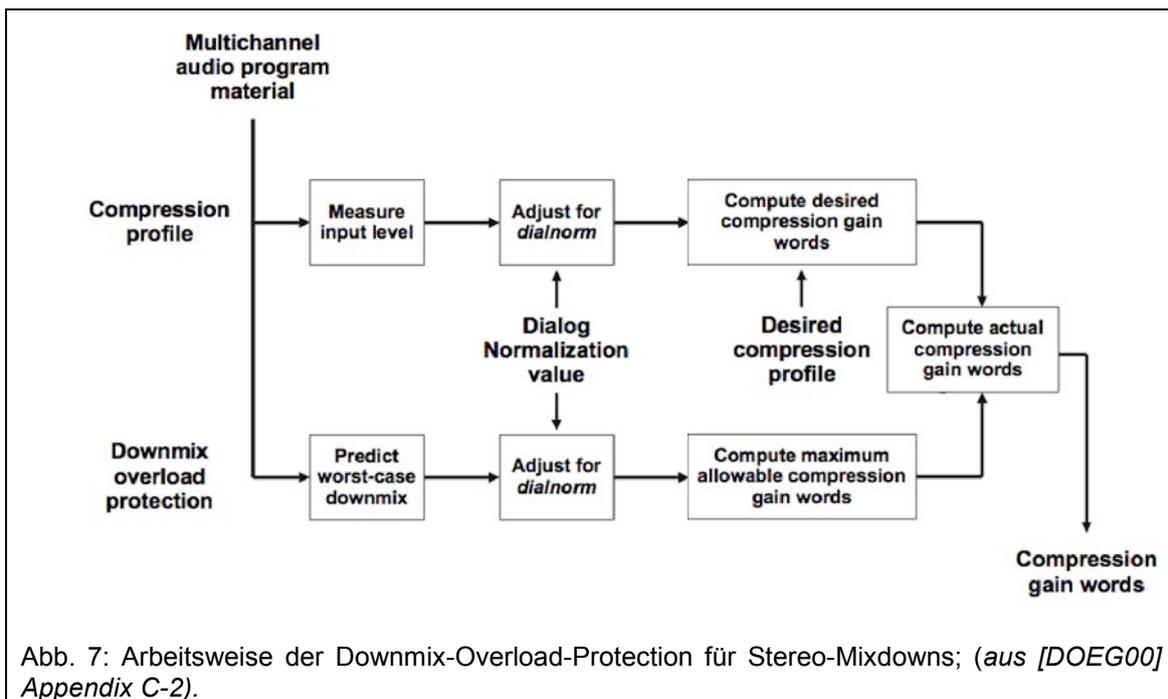


Abb. 7: Arbeitsweise der Downmix-Overload-Protection für Stereo-Mixdowns; (aus [DOEG00] Appendix C-2).

Diese zusätzlichen Gainwords sind dann Teil des DRC - Datenstroms, werden also **auch** bei einer Wiedergabe in 5.1 ausgelesen, obwohl sie dort eigentlich gar nicht be-

¹² Bei diesen Berechnungen wird auch die 11dB Anhebung des RF-Modes mit berücksichtigt. An genau dieser Stelle bekommt der RF-Mode also seine oben angesprochene "harte Limitierung" aller Pegelspitzen oberhalb von -11dBFS. Falls sich auf mehreren Kanälen hohe Pegel befinden, setzt diese Limitierung entsprechend sogar noch früher ein.

nötigt würden. Dies ist insbesondere dann relevant, wenn das DRC-Preset „None“ ausgewählt wurde, denn die „Downmix-overload-protection-Gainwords“ werden auch in diesem Fall errechnet und in den Datenstrom eingefügt. **Selbst bei Anwendung des DRC-Presets "None" kann es also noch einige Pegelabsenkende Gainwords sowohl im Line- als auch im RF-Mode geben!**

Nun muss Dolby nur noch sichergehen, dass die Decoder immer, wenn sie einen Stereo-Mixdown erstellen, die DRC-Gainwords auch wirklich auslesen. Denn würde ein Decoder sämtliche Gainwords komplett ignorieren, was ja beispielsweise durch eine Skalierung der Line-Mode-Gainwords auf 0% möglich ist (*siehe Kapitel 2.4.6*), so könnte das Stereo-Mixdown-Signal immer noch digital clippen.

Um dies zu verhindern, **verbietet** Dolby einfach den AC3-Decodern, die Gainwords des "High Levels" zu skalieren, solange der Decoder im Stereo-Mixdown-Modus arbeitet (*siehe auch Kapitel 2.4.9*). Im Stereo-Mixdown-Modus wirkt sich jede Skalierung der DRC-Gainwords also ausschließlich auf den "Low Level" aus, d.h. auf die Pegelanhebung von leisen Stellen.

2.4.8 Möglichkeiten der Skalierung von DRC-Kurven

Wenn ein Dolby Digital Wiedergabesystem das schrittweise Reduzieren der Dynamik gestattet, so kann dies also auf drei Arten geschehen:

- Durch die Skalierung der Line-Mode Kompression. Im Stereo-Mixdown-Modus ist hiervon jedoch nur der "Low Level" betroffen, wie oben beschrieben.
- Durch Umschalten zwischen: Keine DRC-Kompression --> Line-Mode --> RF-Mode. Meistens bekommen die Modi hierbei benutzerfreundlichere Bezeichnungen wie "Kino", "Normal", "Midnight" oder ähnliches. Die Auswahl "Keine DRC-Kompression" wird von Dolby natürlich wiederum nur bei der 5.1 Wiedergabe gestattet, nicht bei Stereo-Mixdowns.
- Durch alternatives oder zusätzliches Anwenden einer eigenen Komprimierung des Wiedergabegerätes, was dann aber außerhalb des AC3-Decoder-Chips geschehen muss, weil dies **kein** Teil des AC3-Standards ist.

2.4.9 Auslesen der DRC-Gainwords durch Consumer-AC3-Decoder

Um zu testen, wie handelsübliche AC3-Decoder in der Praxis mit den DRC-Gainwords umgehen, habe ich verschiedene Test-AC3s von einigen handelsüblichen AC3-Decodern wiedergeben lassen und durch Pegelmessungen des Ausgangssignals das DRC-Verhalten dieser Decoder untersucht (*eine detaillierte Beschreibung des Tests folgt im Anhang a) bis f)*).

Dabei hat sich gezeigt, dass sich alle getesteten AC3-Decoder erstaunlich exakt an die Vorgaben von Dolby halten, so dass die Varianz zwischen den von mir getesteten Decodern **sehr gering** war.

Interessant ist hier vor allem, wann die Decoder im Line-Mode arbeiten und wann im RF-Mode:

- Alle getesteten Standalone-DVD-Player nutzen für die SCART- und Antennen- ausgänge den RF-Mode und für die Cinch- oder Lautsprecherausgänge den Line-Mode.
- Alle getesteten Software-DVD-Player nutzen in der Default-Einstellung den RF-Mode. Bei *WinDVD* und *AppleDVD* wird dieser Default-Wiedergabemodus „Normal“ genannt, bei *CyberDVD* heißt er „geräuschhafte Umgebung“ und ist die „empfohlene Einstellung für kleine Lautsprecher“. Durch einen Besuch in einem Untermenü lassen sich alle Software-DVD-Player in einen dynamischeren Wiedergabemodus versetzen, der dann dem Line-Mode entspricht.

Im **RF-Mode** bieten alle Decoder, wie von Dolby vorgegeben, keine Möglichkeit, die DRC-Gainwords zu deaktivieren oder zu skalieren. Gleichzeitig wird die 11dB Pegelanhebung von allen Playern voll durchgeführt.

Im **Line-Mode** hingegen bieten viele Decoder die Möglichkeit, die DRC-Gainwords zwischen 0% und 100% zu skalieren, wobei 0% DRC exakt der originalen Mischung OHNE Gainwords entspricht, während bei 100% die Gainwords voll umgesetzt werden. Manche Decoder erlauben nur die Einstellungen 0% und 100%, während andere Decoder noch mehrere Zwischenstufen ermöglichen. Wenn *WinDVD* und *AppleDVD* in den "dynamischeren Wiedergabemodus" (also den Line-Mode) versetzt werden, so skalieren sie die Gainwords stets auf 0%. Eine Abstufung ist hier nicht mehr möglich.

Im **Stereo-Mixdown-Modus** wirkt sich diese Skalierung allerdings bei allen Hardware- und Software-Decodern immer **nur** auf den "Low Level" aus, während die Gainwords im "High Level" stets voll umgesetzt werden!

Denn Grund dafür habe ich schon im Kapitel 2.4.7 erwähnt: Die Gainwords sollen nicht nur die Dynamik einschränken, sondern haben gleichzeitig die Aufgabe, ein Clipping beim Stereo-Mixdown zu verhindern. Dafür fügt Dolby den Gainwords unabhängig vom gewählten DRC-Preset zusätzliche "Downmix-Overload-Protection-Gainwords" hinzu. Um nun sicher zu gehen, dass diese Gainwords auch wirklich voll angewandt werden, verbietet Dolby generell ein Skalieren der Gainwords im "High Level", sobald ein Stereo-Mixdown erzeugt wird.

Alle Zuschauer, die sich eine DVD in Stereo ansehen, haben also mit **keinem** der getesteten Decoder auch nur die theoretische Möglichkeit, die Kompression im "High Level" zu deaktivieren oder abzuschwächen. Eine volle Deaktivierung der DRC ist nur bei der 5.1-Wiedergabe möglich. **Eine DVD-Mischung wird in der Praxis also deutlich öfter mit voll angewandter "Dynamic-Range-Control" gehört als ohne.**

2.5 Automatische Stereo-Mixdowns im AC3-Standard

2.5.1 Die Stereo-Mixdown Modi

Der AC3-Standard bietet die Möglichkeit, aus einem 5.1-Datenstrom einen automatischen Stereo-Mixdown zu erzeugen. Die meisten AC3-Decoder können sowohl ein LtRt als auch ein LoRo aus der originalen 5.1-Mischung erstellen.

Für das **LtRt** erstellt der Encoder ein matriziertes Signal, das durch eine "Dolby-Pro-Logic-Matrix" so dematriziert werden kann, dass die ursprünglichen Center- und Surround - Signale auch wieder in den Center- und Surround - Kanälen landen. Dafür werden zunächst die beiden Surroundkanäle zu einem Monosignal summiert, um 3dB abgesenkt und dann um 180° gegeneinander phasenverschoben auf den linken und den rechten Kanal gemischt. Der Center wird um 3dB abgesenkt und phasengleich auf den linken und rechten Kanal gemischt.

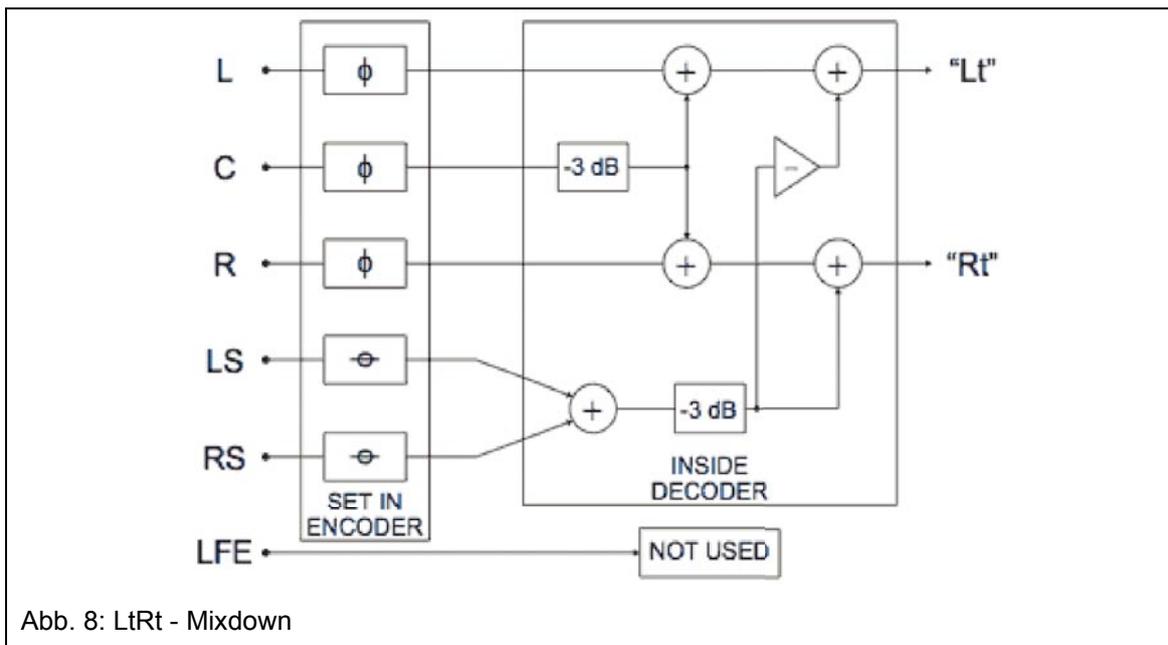


Abb. 8: LtRt - Mixdown

Auch der **LoRo** Mixdown-Algorithmus ist von Dolby vorgesehen:

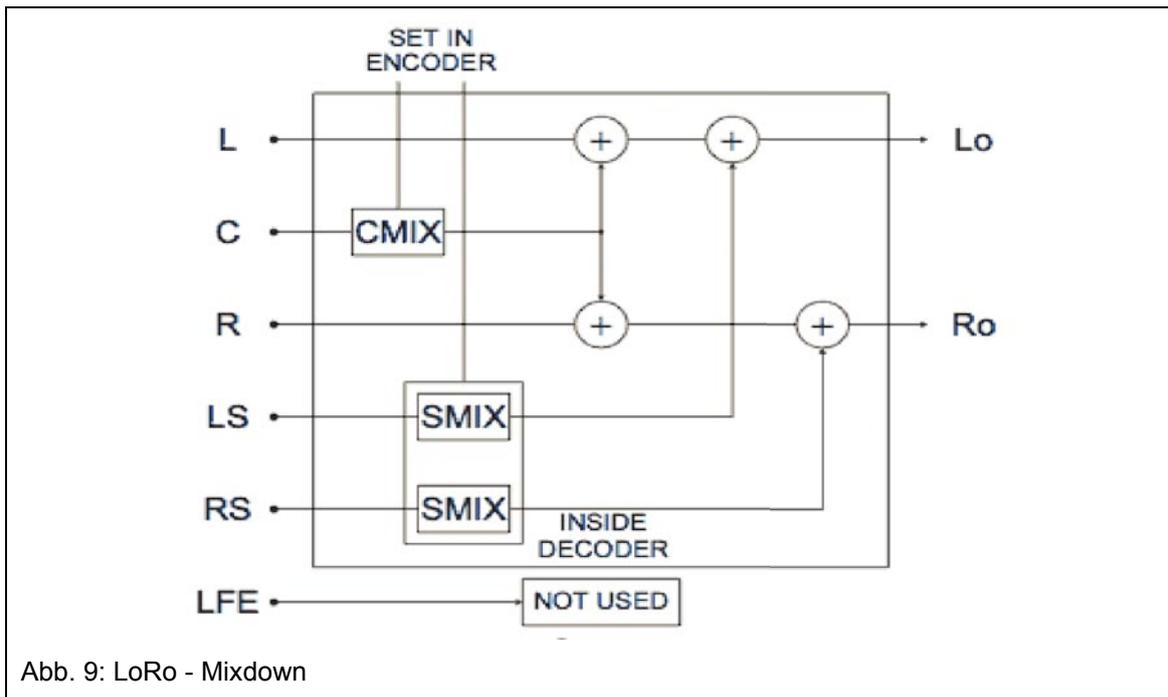


Abb. 9: LoRo - Mixdown

Für das **LoRo** wird der linke Surround **nur** auf den linken Frontkanal und der rechte Surround **nur** auf den rechten Frontkanal gemischt. Der Center kommt wiederum zu gleichen Teilen auf L und R. Wie stark Center- und Surroundkanäle dabei abgesenkt werden sollen, kann beim Encoding angegeben werden (*siehe Kapitel 2.6.3*). Die von Dolby empfohlene Absenkung liegt bei jeweils 3dB. Dieser Wert ist auch in den meisten Decodern als Default voreingestellt.

Der LFE-Kanal bleibt in beiden Fällen außen vor, ist also weder im Falle eines LoRo- noch im Falle eines LtRt Stereo-Mixdowns zu hören! Einige Decoder bieten dem Zuschauer zwar erweiterte Möglichkeiten, sich einen Stereo-Mixdown selbst zusammenzustellen, wobei dann auch der LFE-Kanal mit berücksichtigt werden kann. Dies ist jedoch nicht der von Dolby spezifizierte Standard.

Man muss also stets davon ausgehen, dass eine DVD-Mischung von zahlreichen Zuschauern komplett ohne LFE-Kanal gehört wird. Dramaturgisch relevante Informationen sollten also niemals nur im LFE-Kanal vorhanden sein (*mehr dazu auch im Kapitel 5.4.5*).

Jeder Decoder muss den LtRt-Mixdown-Modus unterstützen, um von Dolby zugelassen zu werden. Der LoRo-Modus ist für alle Decoder nur optional, wird aber praktisch immer mit implementiert.

2.5.2 Automatische Stereo-Mixdowns in der Praxis

Wie mein Test mit typischen Consumer-AC3-Decodern zeigte, verhalten sich diese Geräte auch beim Stereo-Mixdown genau entsprechend der Dolby-Vorgaben:

Alle Decoder hatten sowohl den LtRt-Modus als auch den LoRo-Modus implementiert. Wurde bei einer DVD in den Metadaten ein "Preferred-Mixdown-Mode" angegeben hat (*siehe Kapitel 2.6.3*), so wird dieser Modus (LtRt oder LoRo) auch von allen getesteten Playern, Hardware wie Software, umgesetzt.

Ab Werk hatten alle von mir getesteten Standalone-DVD-Player den LtRt-Mixdown-Modus voreingestellt, ließen sich aber im Menü auf den LoRo-Mixdown-Modus umstellen.

Die getesteten Software-DVD-Player nutzen alle in ihrer Default-Einstellung den LoRo-Mixdown-Modus. Bei WinDVD und CyberDVD kann man in einem Untermenü den Mixdown-Modus auf LtRt umstellen. Beim Apple Software-Decoder hingegen war dies nicht möglich. Dieser Decoder erstellt also nur dann ein LtRt, wenn dieses als "Preferred-Mixdown-Mode" in den Metadaten einer DVD angegeben ist.

In der Praxis erlebte ich die Unterschiede zwischen LtRt und LoRo als kaum wahrnehmbar, zumindest solange man das Stereosignal nicht durch eine "Dolby-Pro-Logic-Schaltung" dematrizieren möchte. In diesem Fall sollte man natürlich unbedingt im Decoder den LtRt-Modus wählen, um nach der Dematrizierung wieder die korrekten Signalanteile im Surroundkanal zu haben.

2.6 Übersicht aller Metadaten-Parameter des AC3-Standards

Im Folgenden noch eine zusammenfassende Übersicht **aller** Metadaten des AC3-Standards. Dolby nennt diese Metadaten auch „Bit-Stream-Information“ oder „BSI“.

2.6.1 Allgemeine Parameter:

- **Bitrate:** Die Bitrate sollte selbstverständlich immer so hoch wie möglich gewählt werden. Für DVD-Video darf ein 5.1-AC3 eine maximale Bitrate von 448kBit/sec haben. Bei Langfilmen muss natürlich auch der verfügbare Gesamtspeicherplatz auf der DVD bedacht werden. Bei mehreren Sprachfassungen oder Kommentarspuren sollte man außerdem bedenken, dass sich **alle** Tonspuren und das Bild eine gemeinsame Bitrate von gerade einmal 9.8Mbit/sec teilen.
- **Kanalkonfiguration:** Hier kann man die gewünschte Kanalkonfiguration von Mono bis 5.1 auswählen.

2.6.2 Parameter, die sich auf Lautheit und Dynamic-Range-Control beziehen

- **DialNorm:** *Siehe Kapitel 2.3.*
- **Line-Mode DRC, RF-Mode DRC:** *Siehe Kapitel 2.4.*
- **RF-Overmodulation-Protection:** Wenn dieser Parameter aktiviert ist, wird vor dem Errechnen der RF-Mode-Gainwords noch eine "Pre-Emphasis" durchgeführt, also eine Vorverzerrung des Frequenzgangs. Dadurch steigt der Pegel des Signals, wodurch die DRC-Kompression entsprechend schon etwas früher eingreift. Wie genau diese „Pre-Emphasis“ aussieht, wird von Dolby nicht näher spezifiziert. In der Praxis soll dieser Parameter jedoch laut Dolby "außer in Ausnahmesituationen" ("*...except in rare cases*" [DOMG05] Seite 17) immer deaktiviert bleiben. (*Empfohlene Einstellung = Disabled*).

2.6.3 Parameter, die sich auf den Stereo-Downmix beziehen

- **Center- und Surround Downmix-Level:** Hier kann angegeben werden, in welchem Maße beim LoRo-Mixdown der Center und die Surrounds abgesenkt werden sollen, bevor sie auf den rechten und linken Frontkanal gemischt werden. Diese Informationen werden **nur** für den LoRo-Mixdown herangezogen,

denn beim LtRt-Mixdown verwenden die Decoder stets die Werte der Dolby-Surround-Matrix (also -3dB für die Center- und Surroundkanäle), damit das Signal anschließend auch korrekt von "Dolby-Pro-Logic-Decodern" dematriziert werden kann. (*Empfohlene Einstellung = -3dB für Center und Surrounds*).

- **Surround Phase Shift:** Dieser Parameter dreht die Phase der Surroundkanäle vor dem Encoding um 90°. Das ist aus folgendem Grund sinnvoll: Beim LtRt-Mixdown-Algorithmus werden die Surroundkanäle ja summiert und um 180° phasenverschoben auf den linken und rechten Frontkanal gemischt. Durch die zusätzlichen 90° des "Surround Phase Shift Parameters" landen die Surroundsignale also **nicht** mit 0° und 180° auf den Frontkanälen, sondern mit +90° und -90°! Somit löschen sich Signale, die exakt phasengleich auf den Front- und auf den Surroundkanälen erklingen, beim LtRt-Mixdown nicht mehr aus. Diese Funktion sollte laut Dolby möglichst niemals deaktiviert werden, und wenn überhaupt, dann nur wenn der „Preferred Downmix“ (*siehe unten*) auf LoRo gesetzt wurde, folglich also ein LtRt-Mixdown nicht vorgesehen ist. (*Empfohlene Einstellung = Enabled*)

2.6.4 Parameter, die eine Vorbearbeitung des Signals zur Folge haben

- **DC-Filter:** Ein 3HZ Filter, um einen eventuellen Gleichspannungsversatz zu entfernen. Bei einer korrekt erstellten Mischung benötigt man so einen Filter eigentlich nicht, dennoch empfiehlt Dolby, ihn für alle Fälle zu aktivieren. (*Empfohlene Einstellung = Enabled*)
- **Low-Pass-Filter:** Ein Filter, der hochfrequente Signale oberhalb von 20kHz absenkt, da diese eventuell zu einer Störung des AC3 Encodings führen könnten. Da nur Signalanteile abgesenkt werden, die sowieso nicht encodiert werden könnten, kann man auch diesen Parameter problemlos benutzen. (*Empfohlene Einstellung = Enabled*)
- **LFE Low-Pass-Filter:** Ein sehr steilflankiger Low-Pass-Filter für den LFE-Kanal mit einer Grenzfrequenz von 120Hz. Wenn das LFE-Signal bereits bei der Mischung entsprechend gefiltert wurde, so kann man auf diesen Filter getrost verzichten. Ansonsten sollte man ihn auf jeden Fall aktivieren. (*Empfohlene Einstellung = Enabled; bzw. Disabled bei bereits gefiltertem Signal*)
- **Surround Attenuation:** Senkt die Surroundkanäle vor dem Encoding um 3dB ab. Dies ist notwendig, wenn eine echte Kinomischung encodiert wird: Da die

Surround-Lautsprecher im Kino abhörseitig 3dB leiser eingestellt sind als die Frontkanäle, mischt man die Surrounds im Kino entsprechend 3dB lauter, was hiermit ausgeglichen wird. Dieser Parameter sollte nur bei reinen Kinomischungen verwendet werden, die in einem entsprechend eingemessenen Raum erstellt wurden. Bei dezidierten DVD-Mischungen, die in einem korrekt linear eingemessenen DVD - Mischstudio erstellt wurden, muss dieser Parameter deaktiviert bleiben (*siehe auch Kapitel 2.7.1, "Einrichten des Mischraumes"*).

2.6.5 Sonstige Parameter

- **Dolby Surround:** Wird nur bei Stereo-AC3s ausgelesen, also bei AC3s in der Kanalkonfiguration 2.0 oder 2.1. Dieses Informationsbit gibt an, ob es sich bei der Stereomischung um ein LtRt handelt. Manche "Dolby-Pro-Logic-Decoder" versetzen sich automatisch in den "Dolby-Surround-Modus", wenn sie dieses Datenbit auslesen.
- **Production Information:** Hier kann man angeben, bei welchem Schalldruck und in was für einem Raum die Mischung erstellt wurde. Theoretisch könnte ein Decoder diese Informationen nutzen, um das Wiedergabe-System entsprechend anzupassen - dieses Feature hat sich jedoch nicht durchgesetzt. Da man aber nie weiß, ob nicht vielleicht irgendwo einmal ein Decoder diese Informationen in unvorhergesehener Weise ausliest, sollte man diese Metadaten immer deaktiviert lassen. (*Empfohlene Einstellung = None*)
- **Copyright, Original Bitstream, Program Type:** Reine Informationsbits, die in der Praxis keine Auswirkungen haben. (*Empfohlene Einstellung = Default*)

2.6.6 Extended BSI - Parameter

Zusätzlich zu den oben genannten Parametern implementierte Dolby nachträglich noch eine Reihe von weiteren Parametern, die ursprünglich nicht Teil des AC3-Standards waren. Diese bedienen vor allem Anforderungen des digitalen Fernsehens, wo ja die Übertragung von Ton im AC3-Format ebenfalls häufig anzutreffen ist (*siehe Kapitel 1.3.3*).

So findet man in den "Extended Bit Stream Informations" (BSI) vor allem Parameter, mit denen der automatische Stereo-Mixdown noch weiter optimiert werden kann: Die Center- und Surround-Mixdown-Levels können nun nicht mehr nur für LoRo sondern auch für LtRt angegeben werden, und die Skalierung ist jetzt in 1dB-Schritten möglich, statt wie bisher in 3dB-Schritten. Außerdem kann man einen „Preferred-Mixdown-Mode“ angeben, also dem Decoder mitteilen, ob er das 5.1-Signal lieber als LtRt oder als LoRo zusammenmischen soll.

Sollte man also mit dem automatischen Stereo-Mixdown einer 5.1-Mischung Probleme haben, so könnte man an dieser Stelle versuchen, die Metadaten zu optimieren. Da jedoch nicht alle Decoder diese Extended-BSI-Metadaten auslesen, habe ich persönlich immer versucht, die DVD-Mischung so optimieren, dass der Stereo-Mixdown auch auf herkömmlichen Systemen funktioniert (*vergleiche auch Kapitel 5.4.5*).

2.7 Die Dolby-Spezifikationen für ein auf AC3 optimiertes Heimkino-Mischstudio

Um eine 5.1-Mischung zu erstellen, die beim anschließenden AC3-Encoding die Möglichkeiten und Normen des AC3-Standards optimal ausnutzt, sollte man gemäß Dolby einige Punkte bei der Einrichtung des Mischstudios beachten.

Auf die Möglichkeit, diese Empfehlungen in den Räumen und mit der Technik der HFF umzusetzen, gehe ich später noch genauer ein, wenn ich über meine Erfahrungen beim Erstellen eigener Heimkino-Mischungen berichte (*siehe Kapitel 5.2*). Hier also zunächst **nur** die offiziellen Empfehlungen von Dolby (*zu finden beispielsweise in [DOPG00] Kapitel 3*).

2.7.1 Einrichten des Mischraumes

Dolby empfiehlt für die Heimkinomischung einen nicht zu großen Mischraum, wobei keine exakten Quadratmeterangaben gemacht werden. Der Frequenzgang sollte linear verlaufen, also ohne eine eventuelle X-Kurve¹³. Ferner sollte es nur zwei diskrete Surround - Lautsprecher geben, die auch nicht abhörseitig abgesenkt werden, so wie dies in einem eingemessenen Kinomischatelier der Fall wäre. Ein typisches Kinomischatelier, mit X-Kurve und mehreren Surround-Lautsprechern würde sich hingegen zu sehr von den typischen Heimkinoanlagen unterscheiden.

Für eine optimale Abhörlautstärke schlägt Dolby vor, den Raum mit rosa Rauschen mit einem Pegel von -20dBFS (gemessen mit langsamer Integrationszeit, beispielsweise mit einem VU-Meter) so einzumessen, dass jeder der fünf Fullrange-Kanäle am Abhörplatz einen Schalldruck von 79dBspl erzeugt. Bei größeren Räumen sind auch Schalldruckpegel von bis zu 82dBspl pro Lautsprecher möglich.

Da der AC3-Standard für die fünf Fullrange-Kanäle L, C, R, Ls und RS jeweils ein Frequenzspektrum von 3hz bis 20khz gestattet, wird von Dolby empfohlen, für diese Kanäle Lautsprecher mit einem sehr weiten Frequenzgang zu verwenden. Gegebenenfalls sollte der Frequenzgang der Lautsprecher durch ein Bassmanagement-System erwei-

¹³ Als "X-Kurve" wird der in den Höhen abgesenkte Frequenzgang in Kinos und Kinomischateliers bezeichnet. Dieser verläuft bei hohen Frequenzen nicht linear, sondern fällt ab 2kHz mit 1.5dB pro Oktave ab.

(Quelle zB. http://www.hometheaterhifi.com/volume_9_2/feature-article-curves-6-2002.html)

tert werden, welches die tiefsten Frequenzen der Fullrange-Kanäle abzweigt und diese Frequenzen, gemeinsam mit dem LFE-Kanal, auf den Subwoofer-Lautsprecher schickt.

Der LFE-Kanal muss abhörseitig und aufnahmeseitig bei einer Frequenz von **höchstens** 120hz steiflankig gefiltert werden. Dolby schlägt hier einen Filter 7. bis 8. Ordnung vor.

Da viele günstigere 5.1-Heimkinoanlagen über den Subwoofer nur einen Frequenzbereich bis 80hz korrekt wiedergeben, kann man optional den LFE-Kanal auch schon bei 80hz abhör- und aufnahmeseitig filtern, um ganz sicher mit allen Endkunden kompatibel zu sein.

Abhörseitig muss der LFE-Kanal um 10dB lauter abgehört werden als vergleichbare Frequenzen der Fullrange-Kanäle. Wird ein Bassmanagement-System (*siehe oben*) verwendet, muss also darauf geachtet werden, dass tatsächlich **nur** der LFE-Kanal abhörseitig angehoben wird und nicht der gesamte Subwoofer-Lautsprecher, mit allen eventuellen Anteilen der Fullrange-Kanäle, die durch das Bassmanagement auf diesen Lautsprecher geschickt wurden.

In einem auf diese Weise eingerichteten Mischraum kann die Dynamik für eine Wiedergabe in einem kleineren Raum entsprechend angepasst werden. Gleichzeitig kann hier, falls notwendig, die X-Kurve und die bei einer Kinomischung übliche 3dB-Anhebung der Surrounds ausgeglichen werden, so dass die Mischung dann auf linear eingemessenen Heimkino-Systemen gut funktioniert.

2.7.2 Abhören über einen Encoder/Decoder

Außerdem empfiehlt Dolby dringend, während der Mischung das 5.1-Signal in Echtzeit zu encodieren und anschließend über den offiziellen Dolby Decoder DP564 wieder zu decodieren.

Auf diese Weise kann beispielsweise die Kompatibilität der Mischung mit den beiden Stereo-Mixdown-Modi LtRt und LoRo überprüft werden. Gleichzeitig kann man durch dieses Setup schon während der Mischung potentielle Probleme mit der Dynamic-Range-Control im Line- und RF-Mode erkennen und gegebenenfalls die Mischung anpassen.

3 Der AC3-Standard in der Praxis: Analyse kommerzieller Spielfilm-DVDs

3.1 Einleitung und Zielsetzung

Um zu beobachten, wie kommerziell erstellte DVDs heutzutage mit den Möglichkeiten und Grenzen des AC3-Standards umgehen, habe ich eine Reihe von handelsüblichen Spielfilm-DVDs analysiert. Die folgenden Fragen standen dabei im Mittelpunkt:

- Wie groß ist der Dynamikbereich der Mischungen, also der Unterschied zwischen durchschnittlicher Sprache und lautesten (Action-) Szenen?
- Wie "variabel" lässt sich die Dynamik durch den Zuschauer gestalten? Wie ist also die kleinstmögliche Dynamik (RF Mode, volle Kompression) verglichen mit der größtmöglichen Dynamik (Wiedergabe mit komplett deaktivierter DRC)? Gibt es in manchen Wiedergabesituationen hörbare Kompressionsartefakte, beispielsweise wenn laute Actionszenen im RF-Mode abgespielt werden?
- Welche Spitzenwerte erreichen die lautesten Stellen der Mischung, gemessen mit samplegenauem PPM, am RTW-Messgerät mit 10ms Integrationszeit sowie mit dem LEQ(A) - Messgerät des Digidesign Phasescopes?
- In welchem Pegel- und Lautheitsbereich (PPM/RTW/LEQ) befinden sich die durchschnittlichen Dialoge der Mischung?
- Welcher DialNorm - Wert und welches DRC-Preset wurden beim Encoding verwendet? Gibt es dabei unterschiedliche Varianten, je nach Pegel und Dynamik der zugrundeliegenden DVD-Mischung?
- Unterscheiden sich die untersuchten DVDs deutlich voneinander, oder gibt es gewisse Kombinationen von Dynamik und Pegel der Mischung plus DialNorm und DRC-Preset des AC3s, die von vielen DVDs gleichermaßen verwendet wurden?
- Verlassen sich alle DVDs auf den integrierten Stereo-Mixdown oder gibt es eine separat wählbare "Stereo-Mischung"?
- Welche DVDs erzielen ganz besonders gute Ergebnisse bezüglich meiner in Kapitel 1.4, "Die drei Kriterien einer „optimalen“ Heimkinomischung“, formulierten Qualitätsmerkmale? Diese waren: Eine gute Stereo-Mixdown-Kompatibilität, eine variable Dynamik sowie eine höchstmögliche Lautheit **ohne** dass in ir-

gendeiner Wiedergabesituation deutliche Kompressionsartefakte hingenommen werden müssten.

Die Ergebnisse meiner Messungen habe ich in einer Tabelle (*Kapitel 3.3.2*) zusammengefasst und anschließend ausgewertet. Die genauen Untersuchungsmethoden habe ich im *Anhang g) bis j)* erläutert.

Nun noch einige Worte zur Auswahl der analysierten DVDs:

3.2 Vorstellung der analysierten DVDs

Für meine DVD-Analyse habe ich versucht, ein möglichst breites Spektrum an Filmen abzudecken. Wichtig war mir, dass sowohl klassische "Actionfilme" mit sehr hoher Dynamik dabei sind, als auch dialoglastige Filme mit eher geringer Dynamik und sogar DVD-Fassungen von TV-Serien, die ja traditionell eine geringere Dynamik aufweisen. Gleichzeitig wollte ich vor allem "high budget" - Produktionen betrachten, da ich davon ausgegangen bin, dass bei diesen Filmen ein größeres Budget und mehr Aufwand in die Erstellung einer "optimalen" DVD investiert wird, als dies bei kleineren Produktionen der Fall sein kann.

Folgende DVDs dienen mir als Versuchsobjekte:

Filme mit großer Dynamik:

- **The Matrix:** Ton-Oscar prämierter Actionfilm mit großer Dynamik und vielen Stellen maximaler Lautheit.
- **Der Herr der Ringe - Die zwei Türme:** Ton-Oscar prämierter Actionfilm mit großer Dynamik und vielen Stellen maximaler Lautheit.
- **The Dark Knight:** Ton-Oscar prämierter Actionfilm mit großer Dynamik und vielen Stellen maximaler Lautheit.
- **The Bourne Ultimatum:** Ton-Oscar prämierter Actionfilm mit großer Dynamik. Es gibt einige Stellen höherer Lautheit, dazwischen jedoch auch längere ruhigere Dialogpassagen.
- **Slumdog Millionaire:** Ton-Oscar prämierter Film mit großer Dynamik.
- **Der Baader-Meinhof-Komplex:** Deutsche High-Budget Produktion mit großer Dynamik.

Filme mit mittlerer Dynamik:

- **Wall-E:** Animationsfilm mit mittlerer Dynamik. Es gibt einige Stellen höherer Lautheit, dazwischen jedoch auch längere ruhige Dialog- oder Musikpassagen.
- **Oceans 13:** Eine eher dialoglastige Actionkomödie mit einigen lauterer "Action-Szenen". Der Fokus liegt jedoch mehr auf den Dialogen weniger auf lauten Toneffekten. Folglich ist die gesamte Dynamik der Mischung etwas geringer gehalten.
- **Collateral:** Ein Actionfilm ohne Szenen mit länger anhaltenden wirklich hohen Pegeln, folglich ebenfalls eine etwas geringere Dynamik.
- **Männerherzen:** Eine eher dialoglastige deutsche Komödie, die jedoch mit einigen lauterer Szenen aufwartet.
- **Herr Lehmann:** Ein ebenfalls eher dialoglastiger deutscher Film mit einigen lauterer Szenen, beispielsweise in der Kneipe.
- **Short Cut to Hollywood:** Eine weitere dialoglastige deutsche Komödie, die in einzelnen Szenen recht laut wird.

Filme mit geringer Dynamik

- **About Schmidt:** Dialoglastiger Film ohne Actionszenen, daher sehr geringe Dynamik.
- **Das Beste kommt zum Schluss:** Dialoglastiger Film ohne Actionszenen, daher sehr geringe Dynamik.
- **No country for old men:** Ein eher leiser Film - es gibt einige Schüsse oder andere kurze Spitzenimpulse aber keine längeren Szenen anhaltend hoher Lautheit.
- **Brügge sehen und sterben:** Dialoglastige Komödie mit geringer Dynamik.

TV Serien:

- **24 - Season 5:** Actionreiche TV Serie in 5.1. Für diese Arbeit habe ich sowohl die englische als auch die deutsche Sprachfassung untersucht.
- **Desperate Housewives - Season 2:** Dialoglastige TV-Serie in 5.1. Für diese Arbeit habe ich sowohl die englische als auch die deutsche Sprachfassung untersucht.

Von allen Filmen betrachtete ich jeweils einige ruhige Dialogszenen, in der zwei oder mehr Menschen in normalem Tonfall miteinander sprachen und, soweit vorhanden, einige möglichst laute Szenen, beispielsweise einen Teil des „Action-Showdowns“, mit möglichst viel Musik und lauten Soundeffekten, die den DRC-Algorithmen viel zu tun geben.

Eine genaue Beschreibung meiner Messmethoden folgt im *Anhang g) bis j)*.

3.3 Analyse und Vergleich kommerziell erstellter DVDs

3.3.1 Erläuterungen zur Messwerte-Tabelle

Bevor wir endlich zur großen Tabelle mit den Messwerten aller untersuchten DVDs kommen, noch einige Hinweise:

- Die Filme sind sortiert nach Dynamikumfang: Zunächst die "Filme mit großer Dynamik", dann die "Filme mit mittlerer Dynamik" und schließlich "Filme mit geringer Dynamik und TV-Serien".
- Auf der ersten Seite der Tabelle sind die jeweiligen Durchschnittswerte der Filme mit "großer", "mittlerer" und "geringer" Dynamik angegeben.
- Besonders interessante oder auffällige Werte habe ich in der Tabelle **rot** gekennzeichnet.

Folgende Messwerte sind in der Tabelle angegeben:

- **DialNorm** (*Zeile 2*)
- **Verwendetes Dynamic-Range-Control Profil** im Line-Mode und RF-Mode, herausgefunden durch den im *Anhang h)* beschriebenen Versuch. (*Zeile 3 und 4*)
- **Beschreibung des Kompressionsverhaltens** im Line- und RF-Mode, anhand der am DP564 - Decoder angezeigten Gainwords. (*Zeile 13 und 17*).
- **Originalmischung: Spitzen-Pegel**; gemessen mit 1 Sample Integrationszeit und mit 10ms Integrationszeit (*Zeile 5*).
- **Originalmischung: Pegelbereich der durchschnittlichen Dialoge**; gemessen am RTW mit 10ms Integrationszeit (*Zeile 6*).

- **Originalmischung: LEQ(A)-Werte, gemessen mit 10 Sekunden Integrationszeit an normalen Dialogstellen:** Es gibt bei jeder Mischung einen LEQ(A)-Wertebereich von rund 10dB zwischen den leisesten und den kräftigsten Dialogstellen. Ich habe jedoch zur besseren Vergleichbarkeit einen "Durchschnittswertebereich" von maximal 3dB bis 4dB angeben, in dem sich der überwiegende Teil der normal gesprochenen Dialoge bewegt, wenn also gerade weder geflüstert noch geschrien wird (*Zeile 7*).
- **Originalmischung: LEQ(A)-Werte, gemessen mit 10 Sekunden Integrationszeit in möglichst lauten Szenen:** Hier habe ich einfach die lautesten (Action-) Szenen abgespielt, und gemessen, in welchem LEQ(A)-Bereich sich diese Stellen befinden. Neben dem "absolut höchsten Wert", den das Phasescope anzeigte, habe ich immer auch angegeben, welche Wertebereiche das Messgerät längere Zeit am Stück angezeigte (*Zeile 8*).
- **Originalmischung: LEQ(A)-Werte, gemessen mit 2 Sekunden Integrationszeit in möglichst lauten Szenen:** Diese Werte sind natürlich immer etwas höher als die 10 Sekunden-Werte, damit jedoch auch weniger aussagekräftig. Ein besonders lauter, aber eher kurzer Impuls führt hier oft zu Messergebnissen, die nicht mehr unbedingt der erlebten Lautheit entsprechen. (*Zeile 9*)
- **LINE-MODE: LEQ(A)-Werte, gemessen mit 10 Sekunden Integrationszeit an normalen Dialogstellen:** Hier habe ich das Line-Mode-Signal in 5.1 mit voll angewandter Line-Mode - Kompression zur Grundlage der Messung genommen. Der Stereo-Mixdown des Line-Signals führte stets zu praktisch identischen LEQ(A)-Werten, so dass dieser nicht noch einmal gesondert aufgeführt ist. In diese und alle folgenden Messwerte fließt die DialNorm-Einstellung ein! Das heißt, dass bei allen Filmen, die mit DialNorm -27dBFS encodiert wurden, alle Messwerte 4dB niedriger sind, als die entsprechenden Messwerte der Originalmischung. Zusätzlich kommen noch eventuelle Pegelabsenkungen durch das jeweilige DRC-Profil. (*Zeile 10*).
- **LINE-MODE: LEQ(A)-Werte, gemessen mit 10 Sekunden Integrationszeit in möglichst lauten Szenen.** (*Zeile 11*)
- **LINE-MODE: LEQ(A)-Werte, gemessen mit 2 Sekunden Integrationszeit in möglichst lauten Szenen** (*Zeile 12*)
- **RF-MODE: LEQ(A)-Werte, gemessen mit 10 Sekunden Integrationszeit an normalen Dialogstellen:** Hier habe ich direkt das LoRo-Stereo-Mixdown-

Signal gemessen, da der RF-Mode praktisch ausschließlich in Kombination mit einem Stereo-Mixdown verwendet wird, beispielsweise auf Laptops, SCART- und Antennenausgängen oder Desktop-Computerlautsprechern (*siehe Kapitel 2.5.2*). Auch diese Messwerte sind von der Pegelabsenkung der DialNorm betroffen, wie auch von der starken Signallimitierung im RF-Mode. Auch die RF-Mode-typische Anhebung des Signals um 11dB ist hier integriert, was die durchgehend sehr hohen LEQ(A)-Werte in dieser Zeile erklärt (*Zeile 14*).

- **RF-MODE: LEQ(A)-Werte, gemessen mit 10 Sekunden Integrationszeit in möglichst lauten Szenen** (*Zeile 15*).
- **RF-MODE: LEQ(A)-Werte, gemessen mit 2 Sekunden Integrationszeit in möglichst lauten Szenen** (*Zeile 16*).
- **Gesamtdynamik der DVDs:** Hierbei habe ich die LEQ(A)-Werte der durchschnittlichen Dialoge (*Zeile 7/10/14*) vom durchschnittlichen LEQ(A)-Wert der lautesten Stellen (*Zeile 8/11/15*) subtrahiert. Auf diese Weise kann man die Dynamik bei einer unkomprimierten Wiedergabe (also Abspielen der Originalmischung) mit der Wiedergabe mit voller Line-Mode-Kompression und mit voller RF-Mode-Kompression vergleichen. Eine DVD erfüllt das eingangs erwähnte Qualitätsmerkmal einer "variablen Dynamik" besonders gut, wenn der erste Wert (Dynamik bei unkomprimierter Wiedergabe) möglichst groß ist, der mittlere Wert (Line-Mode) schon etwas kleiner ausfällt, und der letzte Wert (RF-Mode) nochmals um einiges geringer ist.

Noch ein Hinweis zu den LEQ(A)-Messungen: Ich habe mich für einen A-bewerteten Vergleich der Lautheiten entschieden, da auch Dolby beim Ermitteln der Dialoglautheiten, beispielsweise mit dem *LM100*, A-bewertete Pegelmessungen durchführt.¹⁴ Mit dem Digidesign Phasescope steht in jedem ProTools-System ein A-bewertetes LEQ-Messgerät zur Verfügung, so dass ein besonders einfacher Vergleich aller Materialien möglich war. Außerdem können so auch alle zukünftigen (eigenen) Heimkino-Mischungen direkt im ProTools mit den untersuchten kommerziellen DVD-Produktionen meiner Tabelle verglichen werden.

¹⁴ Nach dem "Dolby Metadata Guide" bezieht sich der DialNorm-Parameter auf den „*long-term A-weighted average level of dialogue within a presentation, Leq(A)*“ [DOMG05], Seite 5. Vergleiche dazu auch Kapitel 0.

Ich habe bei allen Messungen einen besonderen Fokus auf die LEQ(A)-Werte gelegt, da diese der "erlebten Lautheit" einer Mischung eher entsprechen als beispielsweise PPM - Pegelmessungen mit kurzen Integrationszeiten.

Will man die allgemeine "Lautheit der DVD", aus der Sicht des Zuhörers vergleichen, so sind besonders die LEQ-Werte **im Line- und RF-Mode** (*Also die Zeilen 10 bis 16*) wichtig, denn nur bei diesen Werten fließen die Pegelveränderungen durch DialNorm und Dynamic-Range-Control mit ein. Ein besonders wichtiger Wert ist hier natürlich die Line- und RF - **Dialog-Lautheit** (*also Zeile 10 und Zeile 14*).

Die Zeilen 5 bis 9 dienen hingegen eher als Referenz für den Tonmeister bei der Erstellung eigener DVD-Mischungen.

3.3.2 Tabelle aller Messwerte ausgewählter Spielfilm-DVDs

Durchschnittswerte der untersuchten DVDs:

1	Filmtitel	Filme mit großer Dynamik	Filme mit mittlerer Dynamik	Filme mit geringer Dynamik
2	DialNorm	-27	-27	-27
3	Line-DRC-Preset	Film Standard oder Light	Film Standard	Film Standard
4	RF-DRC-Preset	Film Standard	Film Standard	Film Standard
ORIGINAL-MIX				
5	Maximal-Pegel (sample / 10ms)	0dBFS / -3dBFS	0dBFS / -5dBFS	0dBFS / -5dBFS (nur sehr selten)
6	Dialoge (RTW) (von/bis)	um -15dB, laute Sätze bis -8dB leise bis -25dB	um -15dB, laute Sätze bis -8dB leise bis -23dB	um -15dB, laute Sätze bis -8dB leise bis -22dB
7	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-31dB bis -34dB	-30dB bis -33dB	-29dB bis -32dB
8	Action (LEQ, 10sec) (von/bis)	-18dB bis -15dB, häufig.	-22dB bis -20dB. Nur eher selten bis -18dB	bis -24dB (selten, eher Musiken).
9	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	-11 bis -13dB	bis -15dB (seltene Spitzenimpulse)	bis -20dB (seltene Spitzenimpulse)
LINE-Wiedergabe:				
10	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-35dB bis -38dB (wegen -27er DialNorm: Alle Dialoge 4dB leiser als Originalmischung.)	-34dB bis -37dB	-33dB bis -36dB
11	Action (LEQ, 10sec) (von/bis + Durchschnitt)	Um -30dB bis maximal -27dB. (häufig eher leise und stark komprimiert we- gen "Film Standard")	Um -30dB bis -27dB	Um -30dB.
12	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	Bis -24dB (wiederum wegen "Film Standard").	-25dB bis -26dB	bis -28dB.
13	Beschreibung des DRC-Regelverhaltens	Atmos werden häufig bis zu +6dB angehoben, lauteste Actionpassagen bis zu -15dB abgefangen.	Die DRC arbeitet seltener, aber senkt in den (selteneren) Ac- tionszenen immer noch sehr stark ab.	Wegen der lauterem Dialoge arbeitet die DRC oft schon leicht (2-5dB) an normalen Dialogstellen.
RF-Wiedergabe:				
14	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-24dB bis -27dB (sehr laut wegen der +11dB Anhebung im RF-Mode).	-23dB bis -26dB	-22dB bis -25dB
15	Action (LEQ, 10sec) (von/bis + Durchschnitt)	Um -20dB, seltener bis -18dB	Um -20dB	Um -20dB
16	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	Bis -15dB	Bis -15dB (seltener)	Um -18dB
17	Beschreibung des DRC-Regelverhaltens	Ähnlich wie beim "Line- Mode", da identische DRC-Presets. Allerdings noch stärker limitierte Signalspitzen.	Ähnlich wie im Line Mode.	Ähnlich wie im Line Mode.
Fazit				
18	Gesamtdynamik (Originalmix / Line / RF)	16dB / 8dB / 6,5dB	12dB/ 7dB/ 5dB	7dB / 5dB/ 5dB
19	Bemerkungen	Durch "Film Standard" im Line Mode oft unnötig stark komprimiert.		Hier muss die DRC trotz "Film Standard" nur wenig arbeiten.

Filme mit großer Dynamik (Seite 1 von 2):

1	Filmtitel	Lord of the Rings	Matrix	The Dark Knight
2	DialNorm	-31	-27	-31
3	Line-DRC-Preset	Film Light	Film Light	None
4	RF-DRC-Preset	Film Standard	Film Standard	Film Standard
ORIGINAL-MIX				
5	Maximal-Pegel (sample / 10ms)	0dBFS / -1dBFS	0dBFS / -2dBFS	-0dBFS / -5dBFS
6	Dialoge (RTW) (von/bis)	Um -20dB, Dynamisch von -30dB bis -10dB	Um -15dB, Spitzen bis -8dB	um -20dB
7	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-35dB bis -38dB (viel Dynamik in der Sprache. Leise Sätze bis -45dB!)	-31dB bis -35dB	-35dB bis -38dB
8	Action (LEQ, 10sec) (von/bis)	-15dB bis -18dB (oft und langanhaltend).	um -15dB, manchmal bis -13dB.	-15dB bis -18dB
9	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	Bis -13dB	Bis -12dB	Bis -11dB
LINE-Wiedergabe:				
10	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-35dB bis -38dB	-35dB bis -39dB	-35dB bis -38dB
11	Action (LEQ, 10sec) (von/bis)	-25dB bis -23dB	-22dB bis -25dB	-16dB bis -19dB (!)
12	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	Bis -21dB	Bis -19dB	Bis -16dB (8dB über dem Durchschnitt!)
13	Beschreibung des DRC-Regelverhaltens	Leise Stellen und Atmos werden bis zu +6dB angehoben. Lauteste Action bis zu -9dB abgesenkt.	Leise Stellen und Atmos werden bis zu +6dB angehoben. Lauteste Action bis zu -9dB abgesenkt.	Nur 2dB bis 3dB Absenkung der allerlautesten Im- pulse, wegen der "Downmix-Over- load-Protection".
RF-Wiedergabe:				
14	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-24dB bis -27dB	-24dB bis -27dB	-24dB bis -27dB
15	Action (LEQ, 10sec) (von/bis + Durchschnitt)	-15dB bis -16dB (2dB bis 3dB über dem Durch- schnitt!)	-18dB bis -20dB	-17dB bis -20dB
16	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	bis -13dB (sehr hoher RF-Wert).	Bis -17dB	Bis -17dB
17	Beschreibung des DRC-Regelverhaltens	Kurzzeitig bis zu 16dB Pegelreduktion. Längere Strecken werden um ca. 10dB abgesenkt. Dennoch vergleichs- weise wenig Pumpen oder andere Artefakte.	Einige Actionstellen werden über lange Zeit- räume um ca. 15dB ab- gesenkt und klingen in der Folge oft nicht mehr gut.	Teilweise hörbare Kompressionen. Oft über längere Strecken um 14dB und mehr abge- senkt.
Fazit				
18	Gesamtdynamik (Originalmix / Line / RF)	20dB/ 14dB/ 10dB	19dB/ 13dB/ 6dB	20dB/ 18dB/ 7dB
19	Bemerkungen	Im Line-Mode gute Lautheit trotz variabler Dynamik dank "Film- Light". Selbst der RF-Mode klingt meistens gut, wahrscheinlich dank gutem Pre-Mastering.	Im Line-Mode gute Lau- theit trotz variabler Dy- namik dank "Film- Light". Im RF-Mode hingegen (aufgrund der lauten Originalmischung) manchmal zu stark kom- primiert.	Im Line-Mode durch das DRC- Preset "None" SEHR laut aber dafür keine "vari- able Dynamik". Im RF-Mode teil- weise zu deutliche Kompression.

Filme mit großer Dynamik (Seite 2 von 2):

1	Filmtitel	Slumdog Millionaire	The Bourne Ultimatum	Der Baader-Meinhof-Komplex
2	DialNorm	-27	-27	-27
3	Line-DRC-Preset	Film Standard	Film Standard	None
4	RF-DRC-Preset	Film Standard	Film Standard	None (<i>einzigste DVD mit RF = "None"!</i>)
ORIGINAL-MIX				
5	Maximal-Pegel (sample / 10ms)	0dBFS / -2dBFS	0dBFS / -5dBFS	0dBFS/0dBFS
6	Dialoge (RTW) (von/bis)	Um -15dB, oft bis -10dB	Um -15dB, leise Sätze bis -25dB.	Um -15dB, leise Sätze bis -23dB.
7	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-29dB bis -33dB (ca 2dB lauter als Durchschnitt!)	-31dB bis -34dB	-31dB bis -34dB
8	Action (LEQ, 10sec) (von/bis)	Oft -15dB bis -13dB (ca. 3dB lauter als Durchschnitt!)	-15dB bis -18dB	Bis -14dB! (ca. 3dB lauter als Durchschnitt)
9	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	bis -10dB	bis -13dB	Bis -9dB! (höchster Wert im ganzen Test).
LINE-Wiedergabe:				
10	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-34dB bis -37dB	-35dB bis -38dB	-35dB bis -38dB
11	Action (LEQ, 10sec) (von/bis)	-27dB bis -30dB (oft sehr stark komprimiert).	-29dB bis -30dB Nur selten bis -28dB	-19dB bis -20dB
12	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	Bis -25dB	Bis -28dB	Bis -16dB! (8dB über dem Durchschnitt!).
13	Beschreibung des DRC-Regelverhaltens	Senkt schon bei lauterem Dialogen 3dB bis 6dB ab! Während der Actionpassagen permanente Absenkung um ca. 10dB, in Spitzen bis zu -16dB, teilweise deutlich hörbar.	Die Actionstellen werden oft um ca. 10dB abgesenkt, teilweise sogar bis zu -14dB. Gelegentlich "Pumpen" hörbar.	Nur die Downmix-Overload-Protection fängt manchmal 2dB oder 3dB ab. Somit extrem laute Action-Szenen im Line-Mode aber keine "variable Dynamik".
RF-Wiedergabe:				
14	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-24dB bis -26dB	-24dB bis -27dB	-24dB bis -27dB
15	Action (LEQ, 10sec) (von/bis + Durchschnitt)	-16dB bis -19dB	Um -19dB.	-14dB bis -15dB
16	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	Bis -15dB	Bis -17dB	Bis -12dB, selten.
17	Beschreibung des DRC-Regelverhaltens	Ähnlich wie im Line-Mode.	Manchmal hörbares "Pumpen" der Musik während Schüssen. Action generell eher leise.	Der RF-Mode ist zwar sehr laut, aber es gibt Klangeinbußen, da alle Spitzen hart limitiert werden.
Fazit				
18	Gesamtdynamik (Originalmix / Line / RF)	17dB / 7dB / 7dB	16dB / 7dB / 6,5dB	18dB / 16dB / 12dB
19	Bemerkungen	Sehr laute Mischung, bei Dialogen wie bei Action. Durch "Film Standard" DRC wird die DVD stark komprimiert , selbst bei der Sprache. Trotz lauter Mischung ist die DVD in Line+RF nur durchschnittlich laut.	Durchschnittlich laute Originalmischung. Durch DRC "Film Standard" gibt es dennoch hörbare Regelbewegungen in den Actionszenen.	Durch DRC-Preset "None" gibt es keinerlei variable Dynamik. Dennoch hörbare Kompression im RF-Mode, wegen des stark beanspruchten "Overload-Protection-Limiters"

Filme mit mittlerer Dynamik (Seite 1 von 2):

1	Filmtitel	Wall-E	Oceans 13	Collateral
2	DialNorm	-27	-27	-27dB
3	Line-DRC-Preset	Film Light	None	Film Standard
4	RF-DRC-Preset	Film Standard	Film Standard	Film Standard
ORIGINAL-MIX				
5	Maximal-Pegel (sample / 10ms)	-1dBFS/ -5dBFS	0dBFS / -2dBFS	0dBFS / -4dBFS
6	Dialoge (RTW) (von/bis)	Um -15dB, häufig bis -10dB (recht laute Dialoge)	Um -15dB, generell kräftige Dialoge. Nur selten mal Sätze bis -22dB	Um -17dB bis -27dB, eher dezente Dialoge.
7	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-27dB bis -31dB (ca. 2dB über Durchschnitt).	-29dB bis -32dB	-31dB bis -35dB
8	Action (LEQ, 10sec) (von/bis + Durchschnitt)	-18dB bis -20dB	-18dB bis -20dB	Um -20dB, nur sehr selten bis -16dB.
9	Action (LEQ, 2sec) (von/bis + Durchschnitt)	Bis -15dB (nur selten).	Bis -15dB	Bis -13dB (nur selten).
LINE-Wiedergabe:				
10	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-31dB bis -34dB	-33dB bis -36dB	-36dB bis -39dB
11	Action (LEQ, 10sec) (von/bis + Durchschnitt)	-26dB bis -29dB	-24dB bis -26dB	Um -30dB
12	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	Bis -26dB	Bis -21dB	Bis -27dB
13	Beschreibung des DRC-Regelverhaltens	Nur geringe Absenkungen um 3dB bis 6dB wegen "Film Light" und einer in der Dynamik schon eher geringen Originalmischung.	Kein Eingreifen der DRC, wegen des Presets "None". Die Mischung ist so dezent, dass auch die "Downmix-Overload-Protection" kaum eingreifen muss.	Actionszenen und Schüsse werden um 5dB bis 10dB abgesenkt. Generell eher leise Mischung, daher wenig DRC.
RF-Wiedergabe:				
14	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-20dB bis -23dB	-22dB bis -25dB	-25dB bis -28dB
15	Action (LEQ, 10sec) (von/bis + Durchschnitt)	-16dB bis -18dB	-17dB bis -20dB	Um -19dB
16	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	Bis -15dB	Bis -16dB	Bis -16dB
17	Beschreibung des DRC-Regelverhaltens	Arbeitet wegen "Film Standard" etwas stärker als im Line-Mode. Auch Dialoge werden häufiger schon leicht abgesenkt.	Deutliche Absenkung der lauten Passagen, daher recht geringe Dynamik.	Ähnliches DRC-Verhalten wie im Line-Mode. Oft etwas schnellerer Attack.
Fazit				
18	Gesamtdynamik (Originalmix / Line / RF)	11dB/ 7dB/ 4,5dB	13dB/ 12dB/ 5dB	15dB/ 7dB/ 7dB
19	Bemerkungen	Vorkomprimierte Mischung mit nur 11dB Abstand zwischen Dialogen und Action. Dafür SEHR hohe Dialoglautheiten in Line und RF und kaum auffällige Regelbewegungen der DRC.	Gute Dialoglautheit. Durch DRC = None auch sehr gute Action-Lautheit im Line-Mode. Dafür aber keine "variable Dynamik": Die Actionszenen bleiben auch bei unkomprimierter Wiedergabe dezent.	Eher dezente Mischung. Durch die "Film Standard" DRC werden die gelegentlichen Actionszenen oft unnötig stark abgesenkt.

Filme mit mittlerer Dynamik (Seite 2 von 2):

1	Filmtitel	Herr Lehmann	Männerherzen	Short Cut to Hollywood
2	DialNorm	-27	-31	-27
3	Line-DRC-Preset	Film Standard	Film Standard	Film Standard
4	RF-DRC-Preset	Film Standard	Film Standard	Film Standard
ORIGINAL-MIX				
5	Maximal-Pegel (sample / 10ms)	-0dBFS/ -1dBFS	-0dBFS/ -3dBFS	
6	Dialoge (RTW) (von/bis)	Um -15dB, leise Stellen bis -23dB, laut bis ca -8dB.	Um -15dB, oft bis -10dB	Um -15dB.
7	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-31dB bis -34dB	-30dB bis -33dB (Trotz -31er DialNorm --> SEHR laut).	-30dB bis -34dB
8	Action (LEQ, 10sec) (von/bis + Durchschnitt)	Bis -21dB (Musiken in Kneipe)	Um -18dB bis -20dB	Bis -16dB (z.B. Konzert)
9	Action (LEQ, 2sec) (von/bis + Durchschnitt)	Bis -18dB (selten)	Bis -16dB (selten)	Bis -15dB (selten)
LINE-Wiedergabe:				
10	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-35dB bis -38dB	-30dB bis -33dB	-34dB bis -38dB
11	Action (LEQ, 10sec) (von/bis + Durchschnitt)	-29dB bis -30dB	-27dB bis -30dB	-26dB bis -30dB
12	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	Bis -28dB	Bis -25dB	Bis -24dB (selten).
13	Beschreibung des DRC-Regelverhaltens	Laute Musiken werden um bis zu -8dB abgesenkt. Gelegentlich hört man leichte Auswirkungen der Kompression.	Schon lautere Dialoge werden oft um 4dB und mehr abgesenkt! Generell recht starke, oft hörbare Kompression.	Die Dialoge werden kaum berührt. Laute Actionpassagen werden um bis zu 13dB abgesenkt.
RF-Wiedergabe:				
14	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-24dB bis -27dB	-22dB bis -25dB	-23dB bis -26dB
15	Action (LEQ, 10sec) (von/bis + Durchschnitt)	Um -20dB	-17dB bis -20dB	-16dB bis -20dB
16	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	Bis -19dB	Bis -14dB	Bis -14dB
17	Beschreibung des DRC-Regelverhaltens	Ähnlich wie im Line-Mode, Signalspitzen werden oft noch stärker abgefangen.	Ähnlich wie im Line-Mode, Signalspitzen werden oft noch stärker abgefangen.	Ähnlich wie im Line-Mode, gelegentlich sehr starke Absenkung der Actionszenen.
Fazit				
18	Gesamtdynamik (Originalmix / Line / RF)	11,5dB/ 7dB/ 5,5dB	16dB/ 5,5dB/ 5dB	16dB/ 10dB/ 8dB
19	Bemerkungen	Typische Dialoglautheiten- und Dynamikverhältnisse, vergleichbar mit anderen "Film Standard" - DVDs.	Encoding mit -31er DialNorm, obwohl die Mischung so laut wie bei -27er Filmen ist, dann auch noch Encoding mit DRC-Preset "Film Standard"! In der Folge oft deutliche Kompression, schon bei den Dialogen.	Normale Dialoglautheiten bei guter "variabler Dynamik". Doch auch hier hätte ein "Film Light" Encoding im Line-Mode zu besseren Ergebnissen führen können.

Filme mit geringer Dynamik und TV-Serien (Seite 1 von 2):

1	Filmtitel	About Schmidt	Das Beste kommt zum Schluss	Brücke sehen und sterben
2	DialNorm	-31	-27	-27
3	Line-DRC-Preset	Film Standard	Film Standard	Film Standard
4	RF-DRC-Preset	Film Standard	Music Standard	Film Standard
ORIGINAL-MIX				
5	Maximal-Pegel (<i>sample / 10ms</i>)	-2dBFS / -6dBFS	-3dBFS/ -6dBFS	0dBFS / -1dBFS
6	Dialoge (RTW) (<i>von/bis</i>)	-15dB bis -13dB, nur selten bei -20dB.	-15dB bis -13dB, nur selten bei -20dB.	-16dB bis -20dB, oft auch -25dB
7	Dialoge (LEQ, 10sec) (<i>normale Sprache</i>)	-31dB bis -34dB (<i>sehr laut angesichts der -31dB DialNorm</i>)	-29dB bis -32dB	-33dB bis -35dB
8	Action (LEQ, 10sec) (<i>von/bis + Durchschnitt</i>)	Bis -26dB (lautere Musiken).	Bis -26dB	Um -22dB
9	Action (LEQ, 2sec) (<i>von/bis + Durchschnitt</i>)	-26dB	-26dB	-16dB (nur einmal)
LINE-Wiedergabe:				
10	Dialoge (LEQ, 10sec) (<i>normale Sprache</i>)	-31dB bis -34dB	-33dB bis -36dB	-36dB bis -39dB
11	Action (LEQ, 10sec) (<i>von/bis + Durchschnitt</i>)	Um -29dB	Um -30dB	-31dB bis -33dB
12	Action (LEQ, 2sec) (<i>Maximalwert</i>)	Bis -29dB	Bis -30dB	Bis -30dB
13	Beschreibung des DRC-Regelverhaltens	Dialogspitzen werden leicht komprimiert. Lautere Musiken oder Rufe etc. werden um 5dB bis 6dB abgefangen. Generell hat die DRC eher wenig zu tun.	Dialogspitzen werden leicht komprimiert. Lautere Musiken oder Rufe etc. werden um 5dB bis 6dB abgefangen. Generell hat die DRC eher wenig zu tun.	DRC hat sehr wenig zu tun. Nur selten bis ca. 3dB Absenkung. Einzig der Schuss am Ende wird um 10dB abgesenkt.
RF-Wiedergabe:				
14	Dialoge (LEQ, 10sec) (<i>normale Sprache</i>)	-20dB bis -23dB	-22dB bis -25dB	-26dB bis -28dB
15	Action (LEQ, 10sec) (<i>von/bis + Durchschnitt</i>)	Um -19dB	Um -19dB	-20dB bis -22dB
16	Action (LEQ, 2sec) (<i>Maximalwert</i>)	Um -19dB	Um -19dB	Bis -20dB
17	Beschreibung des DRC-Regelverhaltens	Ähnliches Regelverhalten wie im Line-Mode.	Durch das DRC-Profil "Music Standard" werden die Atmos um bis zu 12dB angehoben, was sich teilweise störend bemerkbar macht.	Ähnlich wie im Line-Mode.
Fazit				
18	Gesamtdynamik (<i>Originalmix / Line / RF</i>)	6dB/ 3dB/ 3dB	6dB/ 4.5dB/ 4.5dB	
19	Bemerkungen	Diese DVD nutzt die geringen "dramaturgischen" Anforderungen an die Gesamtdynamik um sich ganz besonders hohe Dialoglautheiten zu leisten. (<i>siehe auch Kapitel 3.3.3</i>)	Auch diese DVD hat deutlich höhere Dialoglautheiten als DVD-Produktionen von dynamischeren (Action-) Filmen, ohne dass dies irgendwo zu Problemen mit der DRC führen würde.	Eine generell recht leise DVD! Angesichts der geringen Dynamik hätte man diese Mischung auch gut mit einer DialNorm von -31dBFS encodieren können.

Filme mit geringer Dynamik und TV-Serien (Seite 2 von 2):

1	Filmtitel	No country for old men	24 -- Staffel 5 (Englisch)	Desperate Housewives (Englisch)
2	DialNorm	-27	-27	-27
3	Line-DRC-Preset	Film Standard	Film Standard	Film Standard
4	RF-DRC-Preset	Film Standard	Film Standard	Film Standard
ORIGINAL-MIX				
5	Maximal-Pegel (sample / 10ms)	0dBFS / -3dBFS	-4dBFS / -8dBFS	-3dBFS / -8dBFS
6	Dialoge (RTW) (von/bis)	Um -15dB öfters auch um -20dB.	Um -15dB, öfters auch darüber.	Zwischen -15dB und -9dB.
7	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-31dB bis -34dB	-27dB bis -31dB	-26dB bis -30dB
8	Action (LEQ, 10sec) (von/bis + Durchschnitt)	-26dB bis -24dB	Um -23dB, selten bis -20dB	-----
9	Action (LEQ, 2sec) (von/bis + Durchschnitt)	Bis -22dB, kurz	Bis -18dB, selten.	-----
LINE-Wiedergabe:				
10	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-35dB bis -38dB	-32dB bis -35dB	-30dB bis -34dB
11	Action (LEQ, 10sec) (von/bis + Durchschnitt)	Um -30dB	Um -29dB	-----
12	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	Um -28dB	Bis -26dB	-----
13	Beschreibung des DRC-Regelverhaltens	Dialoge werden kaum angetastet, Atmos bis zu 6dB angehoben. Die seltenen lauterer Stellen werden bis zu 6dB abgefangen.	Greift bei lauterer Sprache sowie bei "Action-Passagen" ein. Durch die stark vorkomprimierte Mischung halten sich die klanglichen Artefakte aber noch in Grenzen.	Lautere Dialoge wie Rufen oder Streiten werden um bis zu 6dB abgesenkt. "Laute Passagen" oberhalb der Dialoglevels gibt es hier gar nicht.
RF-Wiedergabe:				
14	Dialoge (LEQ, 10sec) (normale Sprache)	-24dB bis -27dB	-22dB bis -26dB	-21dB bis -24dB
15	Action (LEQ, 10sec) (von/bis + Durchschnitt)	Bis -20dB	Um -20dB, oft auch nur um -22dB.	-----
16	Action (LEQ, 2sec) (Maximalwert)	Bis -17dB	Bis -18dB	-----
17	Beschreibung des DRC-Regelverhaltens	Ähnlich wie im Line Mode.	Greift auch schon bei der Sprache mit ein. Das Klangbild bleibt aber Fehlerfrei.	Senkt viele der lauterer Dialoge teilweise schon etwas zu deutlich ab.
Fazit				
18	Gesamtdynamik (Originalmix / Line / RF)	8dB/ 6.5dB/ 6dB	8dB /4dB/ 2dB	3dB/--/--
19	Bemerkungen	Generell eher leise, dezente Mischung. Aufgrund der geringen Dynamik hätte die gesamte DVD durchaus ein bis zwei dB lauter sein können.	Durch die recht geringe Dynamik hat die dRC nicht besonders viel zu tun. Doch auch hier hätte man im Line-Mode auch gut auf "Film-Light" setzen können.	Die deutsche Fassung ist noch mals rund 1dB lauter und entspricht von den Pegeln her einer üblichen TV-Mischung.

3.3.3 Gemeinsamkeiten aller getesteten DVDs

Folgende Gemeinsamkeiten sind mir bei allen getesteten DVDs aufgefallen:

Keine untersuchte DVD bot einen extra Stereo-Mix als eigene Tonspur an. Eventuelle Stereo-Tonspuren (AC3 2.0) waren immer nur „Audio-Kommentarspuren des Regisseurs“ oder ähnliches. Dabei war festzustellen, dass bei allen getesteten DVDs der integrierte automatische Stereo-Mixdown sehr gut funktionierte. Es gab selbst bei der stark komprimierten RF-Mode - Wiedergabe praktisch nie Probleme mit der Sprachverständlichkeit der Stereo-Mixdowns.

Des Weiteren sind alle DVDs mit den DialNorm-Werten -27dBFS oder -31dBFS encodiert, unabhängig von den tatsächlichen Dialoglautheiten. Ein exaktes Einstellen eines vorher mit dem Dolby "LM100" gemessenen Wertes scheint also nicht üblich zu sein. Vielmehr werden offensichtlich viele DVDs mit dem im Encoder voreingestellten DialNorm-Wert -27dBFS encodiert. Wenn einzelne Produktionen von diesem Default-Wert abweichen, dann wählten sie stets den DialNorm-Wert -31dBFS, umgehen die Pegelabsenkung durch die DialNorm also komplett.

Und noch eine weitere interessante Tatsache fällt auf:

Je kleiner die Dynamik eines Films ist, desto lauter sind für gewöhnlich die durchschnittlichen Dialoge!¹⁵ Während die LEQ(A)-Dialoglautheiten von normaler Sprache bei den Filmen großer Dynamik praktisch ausnahmslos zwischen -35dB und -38dB liegen¹⁶, gibt es bei den DVD-Produktionen mit mittlerer oder geringer Dynamik und bei den TV-Serien zahlreiche Produktionen, die um bis zu 4dB über diesen Werten liegen, wie beispielsweise **About Schmidt**, **Männerherzen**, **24** oder **Desperate Housewives**, mit LEQ(A)-Werten der Dialoge um -31dB bis -34dB.

Das könnte folgenden Grund haben: Der maximal mögliche Spitzenpegel auf einer DVD ist begrenzt – Es gibt nicht nur die „technische Obergrenze“ von 0dBFS, sondern ab einer gewissen Lautstärke bekommt man stets massive Probleme mit Dolbys automatischer Dynamikbegrenzung: Fast alle untersuchten DVDs nutzten ein DRC-Preset und müssen daher natürlich beachten, dass dieses bei **zu** lauten Signalen nicht mehr vertretbare Kompressionsartefakte produziert.

Und selbst wenn eine DVD komplett auf Dynamic-Range-Control verzichtet, wird ja im RF-Mode immer durch die "Downmix-Overload-Protection" bei spätestens -11dB hart

¹⁵ Bei der Wiedergabe im Line- und RF-Mode, also Zeile 11 und 14 meiner Tabelle.

¹⁶ bei unkomprimierter Line-Mode- Wiedergabe, also unter Berücksichtigung der DialNorm.

limitiert, unabhängig von den DRC-Einstellungen (siehe Kapitel 2.4.6 und 2.4.7).

Will man also einen großen Unterschied zwischen lauten und leisen Szenen, so geht dies nicht, indem man die lauten Szenen immer lauter macht, sondern nur, indem man die leisen Szenen, insbesondere die Dialoge, im Verhältnis **leiser** macht!

Kurz gesagt müssen sich also die Heimkinofassungen von "Actionfilmen" mit etwas geringeren Dialoglautheiten begnügen, um stets eine ausreichende Dynamik zu gewährleisten, während sich Filme mit geringerer Dynamik etwas höhere Dialoglautheiten bei der Heimkinofassung leisten können.

Natürlich wäre es für den Zuschauer besonders komfortabel, wenn alle erscheinenden DVDs dieselbe Dialoglautheit hätten, und Filme mit geringer benötigter Dynamik ihren ungenutzten Rest an Headroom einfach "verschenken" würden. Doch es gibt nun einmal, wie eingangs erwähnt, immer eine gewisse Konkurrenz um "die lautest mögliche Produktion", die sich an dieser Stelle wieder einmal bemerkbar macht.

Dazu noch eine kleine Grafik, in der ich die gemittelten Lautheiten von Dialog- und Actionszenen auf einigen der untersuchten DVDs eingezeichnet habe:

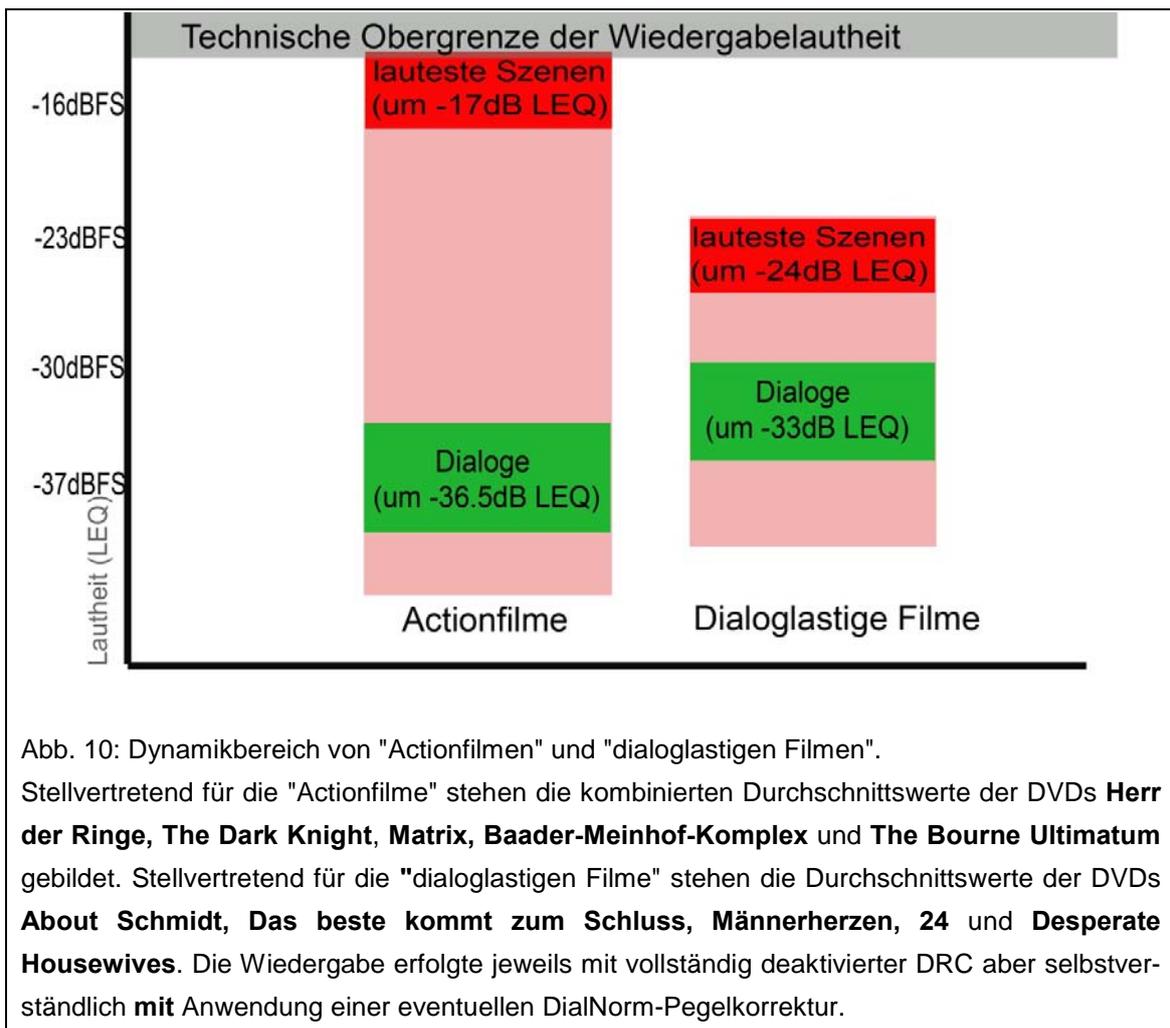


Abb. 10: Dynamikbereich von "Actionfilmen" und "dialoglastigen Filmen".

Stellvertretend für die "Actionfilme" stehen die kombinierten Durchschnittswerte der DVDs **Herr der Ringe**, **The Dark Knight**, **Matrix**, **Baader-Meinhof-Komplex** und **The Bourne Ultimatum** gebildet. Stellvertretend für die "dialoglastigen Filme" stehen die Durchschnittswerte der DVDs **About Schmidt**, **Das beste kommt zum Schluss**, **Männerherzen**, **24** und **Desperate Housewives**. Die Wiedergabe erfolgte jeweils mit vollständig deaktivierter DRC aber selbstverständlich **mit** Anwendung einer eventuellen DialNorm-Pegelkorrektur.

3.3.4 Analyse der DVDs mit großer Dynamik

Die LEQ(A)-Dialoglevel aller untersuchten "**Filme mit großer Dynamik**" bewegen sich, wie eben erwähnt, zwischen -35dB und -38dB bei der unkomprimierten Wiedergabe¹⁷. Die Actionszenen erreichen häufig LEQ(A)-Spitzenwerte bis zu -17dB und mehr. Der Dynamikunterschied zwischen normalen Dialogen und lautester Action liegt also bei bis zu 20dB.

Bei so dynamischen Materialien ist immer ein sorgfälliges Abwägen zwischen der größtmöglichen Dynamik bei unkomprimierter Wiedergabe und der bestmöglichen Klangqualität bei komprimierter Wiedergabe gefragt: Senkt man die Actionpassagen schon während der DVD-Mischung zu weit ab, so ist für die "Heimkino-Besitzer", die sich den Film mit komplett deaktivierter DRC ansehen, nicht mehr genügend Dynamik vorhanden. Belässt man die Actionszenen hingegen "sehr laut", so müssen die DRC-Algorithmen im Line- und RF-Mode oft sehr stark eingreifen, was Klangeinbußen und vor allem deutlich hörbare Regelbewegungen zur Folge hat.

Ein sorgfältiges Einstellen der Dynamic-Range-Control ist also bei Filmen mit großer Dynamik ganz besonders wichtig. So ist es nicht überraschend, dass gerade bei diesen DVDs die größte Varianz bei den verwendeten DRC-Presets festzustellen ist: Einige DVDs nutzen die Encoder-Grundeinstellung "Film Standard", andere setzen auf "Film Light" und einige sogar auf DRC = "None".

Die DVDs von **Slumdog Millionaire** und **The Bourne Ultimatum** nutzen beide das DRC-Preset "Film Standard", was bei so dynamischen Filmen nicht unproblematisch ist: Aufgrund der extrem lauten Actionpassagen muss die DRC das Signal oft über lange Strecken um 10dB bis 15dB absenken. Dies geht nicht ohne hörbare Einbußen bei der Klangqualität. Auch sind die Actionszenen so kaum noch lauter als die kräftigeren Dialoge - die dramaturgisch durchaus relevante hohe Dynamik der Filme ist also bei der voll komprimierten Wiedergabe nicht mehr gewährleistet. Die Actionpassagen klingen im Gegenteil eher "matt" und etwas "kraftlos".

Selbstverständlich ist auf diese Weise eine ganz besonders "variable Dynamik" gewährleistet - da jedoch all die vielen Zuhörer mit Stereo-Wiedergabesystemen die

¹⁷ Um die LEQ-Werte bei der "unkomprimierten Wiedergabe" aus meiner Tabelle abzulesen, müssen die LEQ-Werte der "Originalmischung" (Zeile 7 bis 9) noch gegebenenfalls entsprechend des DialNorm-Wertes korrigiert werden. Bei den -27dBFS - Filmen müssen also 4dB von allen LEQ-Werten abgezogen werden.

DVD stets mit voller DRC Kompression hören **müssen** (*siehe Kapitel 2.4.9*) schränkt man auf diese Weise bei einem Großteil der Zuhörer den Filmgenuss unnötig stark ein.

Den gegenteiligen Weg nutzen hingegen die DVDs von **The Dark Knight** und **Baader Meinhof Komplex**: Sie wählen beide für den Line-Mode das DRC-Preset "None".

Das Ergebnis ist eine DVD mit geringerer "Variabilität" der Dynamik, da der Line-Mode ja nun fast exakt der unkomprimierten Mischung entspricht¹⁸. Der resultierende Dynamikunterschied zwischen Sprache und Action im Line-Mode liegt bei gut 16dB, was für zahlreiche Line-Mode-Abhörsituationen, wie kleine Stereoanlagen oder Computerboxen, schon zu groß sein kann.

Beim **Baader-Meinhof-Komplex** wurde selbst im RF-Mode das DRC-Preset "None" gewählt. Dies finde ich persönlich nicht unproblematisch, denn mit dieser Einstellung erreicht man ja keineswegs eine "unkomprimierte" RF-Wiedergabe: Da im RF-Mode das Audiosignal global um 11dB angehoben wird, fahren hier permanent alle Signalspitzen oberhalb von -11dB in den harten Limiter der "Downmix-Overload-Protection". Im Endeffekt ist der RF-Mode dieser DVD kaum lauter als er mit einer "Film Light" - Kompression wäre, man hört aber deutlich mehr Regelbewegungen des permanenten Limitereinsatzes. Die DRC-Einstellung "None" ist daher meiner Meinung nach im RF-Mode nicht empfehlenswert und wurde auch von keiner anderen untersuchten DVD verwendet. So nutzt die DVD von **The Dark Knight** aus wahrscheinlich genau diesen Gründen im RF-Mode den "Film Standard".

Am besten funktionieren meiner Meinung nach die DVDs mit dem DRC-Preset "Film Light":

Dieses sorgt im Line-Mode für deutlich lautere Actionpassagen, die rund 6dB weniger stark komprimiert werden als bei den "Film Standard" - DVDs. Dennoch gibt es noch eine variable Dynamik, da die "Film Light"-komprimierte Fassung ja eine geringere Dynamik aufweist, als die unkomprimierte Version. Die DVDs von **Herr der Ringe** und **Matrix** erreichen so Dynamikwerte von ca. 18dB/ 14dB/ 10dB (*jeweils unkomprimiert/ Line/ RF*), hohe LEQ-Werte und zumindest im Line-Mode auch sehr geringe Kompressionsartefakte.

¹⁸ Nur wenn mehrere Kanäle gleichzeitig Pegel kurz vor 0dBFS produzieren, werden auch in diesem Fall einige "Downmix-Overload-Protection-Gainwords" eingefügt. (*Siehe Kapitel 2.4.7*).

Im RF-Mode hingegen bringt das "Film Light" Preset wieder neue potentielle Probleme mit sich: Trotz voll aktivierter "Film Light"-Kompression gehen einzelne Signalspitzen häufig über -11dB und führen dann, aufgrund der RF-Mode-Pegelanhebung, schnell zu deutlich hörbaren Eingriffen des "Downmix-Overload-Protection-Limiters" (*siehe Kapitel 2.4.6 und 2.4.7*).

Aus wahrscheinlich diesem Grund setzten sowohl die DVDs von **Matrix** als auch von **Herr der Ringe** im RF-Mode jeweils auf "Film Standard". Folglich werden die Mischungen dieser DVDs im RF-Mode zeitweise über längere Strecken um 12dB bis 15dB komprimiert, mit vereinzelt hörbaren Regelbewegungen oder Klangeinbußen, insbesondere bei der DVD von **Matrix**. Die DVD von **Herr der Ringe** hingegen hat erstaunlicherweise auch im RF-Mode ein erstaunlich ausgeglichenes, fehlerfreies Klangbild und gleichzeitig recht hohe LEQ(A)-Werte, sicherlich in erster Linie durch ein geschicktes Anpassen der Kinomischung beim "Pre-Mastering".

3.3.5 Analyse der DVDs mit mittlerer Dynamik

"**Filme mit mittlerer Dynamik**" basieren eher auf den Dialogszenen. Dennoch haben diese Produktionen auch einige Stellen, die in Lautheit und Stilistik schon den "Filmen mit großer Dynamik" ähneln. Diese Szenen sind jedoch seltener und für gewöhnlich auch etwas weniger laut, bewegen sich eher im Bereich um -20dB bis -25dB (LEQ(A)). Aufgrund der etwas geringeren Anforderungen an die Dynamik sind die durchschnittlichen Dialoge dieser Filme oft etwas lauter und bewegen sich im Bereich um **-32dB bis -36dB** (LEQ(A)) bei unkomprimierter Wiedergabe (*vergleiche hierzu auch Kapitel 3.3.3*). Der Unterschied zwischen normaler Sprache und lautester Action bei unkomprimierter Wiedergabe liegt bei diesen Produktionen also nur bei ca. 11dB bis 13dB.

Diese geringeren Anforderungen an die Dynamik machen es einfacher, gute Heimkino-fassungen von solchen Filmen zu erstellen, da die DRC bei den lauten Stellen schon deutlich weniger arbeiten muss und somit seltener deutlich hörbar wird.

Auch bei solchen Filmen stellt, meiner Erfahrung nach, wiederum ein Encoding mit dem DRC-Preset "Film Light" einen sehr guten Kompromiss zwischen Klangbild und Lautheit der Actionpassagen sowie den Anforderungen an eine "variable Dynamik" dar.

Eine DVD, die diese Herangehensweise nutzt und darüber hinaus auch überdurchschnittliche Dialoglautheiten bietet, ist die DVD des Films **Wall-E**.

Auch die DVD von **Oceans 13** bietet gute Dialoglautheiten und eine angemessene Gesamtdynamik von 13dB. Hier wurde im Line-Mode wieder einmal auf das DRC-Preset "None" gesetzt - das ergibt zwar einen sehr lauten und fehlerfreien Line-Mode, allerdings hat der Zuschauer wieder keine Möglichkeit, die Dynamik bei der Wiedergabe einzuschränken (außer durch Umschalten zwischen Line- und RF-Mode). Bei einer Gesamtdynamik von nur noch 13dB ist dies jedoch weniger kritisch als bei den im vorherigen Kapitel genannten "Actionfilmen" mit DRC = None, die ja Dynamikwerte im Line-Mode von bis zu 20dB aufwiesen. Somit kann man insgesamt auch die DVD von Oceans 13 als gelungen bezeichnen.

Die DVDs von **Collateral**, **Herr Lehmann** und **Short Cut to Hollywood** scheinen alle verhältnismäßig unbearbeitete Kinomischungen zu sein, die mit den "Encoder-Grundeinstellungen" DialNorm = -27dBFS und DRC = "Film Standard" encodiert wurden.

Angesichts der geringeren Gesamtdynamik funktioniert diese Herangehensweise hier schon zufriedenstellender als bei den "Filmen mit großer Dynamik". Mit einem sorgfältigeren Pre-Mastering und mit einem Encoding mit "Film Light" hätte man jedoch auch bei diesen DVDs eine mindestens 2dB höhere durchschnittliche Lautheit bei Dialogen wie bei Actionszenen erreichen können. Gleichzeitig wären die lauten Szenen durch das "Film Light"-Preset zumindest im Line-Mode etwas präsenter und man hätte noch weniger Probleme mit hörbaren Kompressionsartefakten.

Ein in meinen Augen problematisches Encoding liegt beim Film **Männerherzen** vor: Hier wurde eine recht laute Originalmischung, die eigentlich prädestiniert für eine -27dBFS DialNorm wäre, einfach mit einer DialNorm von **-31dBFS** encodiert! Dadurch erreicht die DVD sehr hohe Dialoglautheiten bei unkomprimierter Wiedergabe von -30dB bis -33dB. Das sind Werte, die ansonsten nur einige wenige DVDs von "Filmen mit geringer Dynamik" oder von TV-Serien erreichen (*siehe unten*).

Trotz dieser hohen Lautheiten wird hier jedoch das DRC-Profil "Film Standard" verwendet. Diese Encoding-Kombination rächt sich dann in allen lautereren Szenen des Films durch teilweise deutlich hörbare Kompressionen und durch eine generell sehr geringe Dynamik von gerade einmal 5dB im Line- wie im RF-Mode.

3.3.6 Analyse der DVDs mit geringer Dynamik

Bei "**Filmen mit geringer Dynamik**" ist es verhältnismäßig einfach, eine gute Heimkinofassung zu erstellen, da es kaum Ansprüche an eine "variable Dynamik" gibt. Vielmehr haben die meisten dieser Filme bereits bei der unkomprimierten Wiedergabe kaum Szenen, die mehr als 6dB oder 8dB über den LEQ(A)-Werten der durchschnittlichen Dialoge liegen.

Somit wird ein DRC-Profil vor allem benötigt, um dafür zu sorgen, dass keine kurzen Impulse wie Türen oder lautere Sprache die "Downmix-Overload-Protection" im RF-Mode arbeiten lassen (*siehe Kapitel 2.4.6*).

Außerdem wird hier die zweite Aufgabe der DRC immer relevanter: Die Pegelanhebung des "Low Levels", also das Anheben leiser Elemente wie beispielsweise Atmos. Da das DRC-Profil "Film Standard" schon deutlich früher als "Film Light" damit beginnt, den "Low Level" anzuheben (*siehe Kapitel 2.4.2*) verlassen sich **alle** getesteten DVD-Produktionen dieser Dynamik-Kategorie auf das "Film Standard" Profil.

Tatsächlich findet die Anhebung der Atmos im "Low Level" mit einer so langsamen Attackzeit statt, dass man dieses Feature ohne Angst vor hörbaren Regelbewegungen nutzen kann.

Die DVD-Produktion von **Das Beste kommt zum Schluss** geht hier sogar noch einen Schritt weiter und nutzt im RF-Mode das DRC-Preset "Music Standard". Dieses unterscheidet sich von "Film Standard" nur dadurch, dass der Low Level sogar bis zu 12dB angehoben werden kann. Dies ist jedoch an einigen Stellen der DVD schon zu viel des Guten: Wird eine leise Atmo um +12dB angehoben, und dann beginnt jemand zu sprechen, so springen die DRC-Gainwords verhältnismäßig abrupt von +12dB auf 0dB. Dieser Regelvorgang ist selbst auf den eher "schlechten" RF-Mode-Wiedergabe-Systemen wie Laptops und Fernsehern teilweise hörbar.

Bei den DVDs von **Brücke sehen und sterben** sowie **No country for old men** scheint es sich wiederum um kaum behandelte, eher leise Kinomischungen zu handeln, die einfach mit der "Encoder-Grundeinstellung" DialNorm = -27dBFS und DRC = "Film Standard" encodiert wurden. Das Ergebnis sind DVDs, welche die Möglichkeit zu höheren Dialoglautheiten (*siehe Kapitel 3.3.3*) ungenutzt lassen und in der Folge rund 3dB bis 4dB leiser sind, als von der Dynamik vergleichbare Konkurrenzprodukte.

Die DVDs von **About Schmidt**, **Das Beste kommt zum Schluss**, **24** und **Desperate Housewives** hingegen nutzen die geringe Dynamik des Ausgangsmaterials für sehr gute Dialoglautheiten und haben gleichzeitig kaum feststellbare Kompressionsartefakte, weder im Line- noch im RF-Mode. Dies ist besonders bei **24** bemerkenswert, da hier natürlich zahlreiche Actionsequenzen zu finden sind. Diese werden jedoch, wie es im TV oft typisch ist, viel stärker über die Musik erzählt als über Soundeffekte, was die Anforderungen an die Dynamik entsprechend verringert. Dennoch finde ich persönlich, dass insbesondere die englische Originalfassung ein gutes Beispiel dafür ist, wie selbst mit geringer Dynamik spannungsgeladene Actionsequenzen erzählt werden können.

3.3.7 Fazit der Auswertung

Als Zusammenfassung der Kapitel 3.3.4 bis 3.3.6 hier die Pegelverhältnisse und Encoding-Einstellungen, die im Test zu den für mich überzeugendsten Ergebnissen führten, bezogen auf die eingangs definierten Qualitätskriterien "variable Dynamik bei gutem Klang", "hohe Lautheit" und "Stereo-Mixdown-Kompatibilität". Gleichzeitig nenne ich für jede Dynamik-Kategorie die in meinen Augen gelungensten kommerziellen DVD-Produktionen, an denen ich mich bei der Erstellung eigener Mischungen (*siehe Kapitel 5*) orientieren möchte:

- Bei **Filmen mit großer Dynamik** zeigte sich das DRC-Preset "Film Light" als guter Kompromiss zwischen hoher Lautheit in allen Abspielsituationen und "variabler Dynamik". Durch ein gewisses Einschränken der Dynamik schon während der DVD-Mischung sollte man dafür sorgen, dass auch im RF-Mode keine zu starken Kompressionsartefakte hingenommen werden müssen (*mehr dazu im Kapitel 5.4*). DVD-Produktionen, die meiner Meinung nach besonders zufriedenstellend funktionierten, waren **Herr der Ringe** und, mit gewissen Einschränkungen im RF-Mode, **The Matrix**.
- Bei **Filmen mit mittlerer Dynamik** sind die Ansprüche an die Dynamic-Range-Control geringer, da schon bei der Originalmischung der Unterschied zwischen Dialogen und Action nur ca. 11dB bis 13dB beträgt. Somit können diese DVDs gefahrlos eine etwas höhere Dialoglautheit bieten, ohne dass dann die lauten Stellen große Probleme mit der DRC bekommen würden. Ein guter LEQ(A)-Referenzwert der mittleren Dialoge liegt hier zwischen **-32dB und -36dB** bei

unkomprimierter Wiedergabe im Line-Mode. Beim Encoding bietet wiederum das DRC-Preset "Film Light" eine "variable Dynamik" bei dennoch guter Lautheit und fehlerfreiem Klangbild der komprimierten Wiedergabe.

Ist die Gesamtdynamik der Originalmischung eher gering, kann im Line-Mode sogar das DRC-Preset "None" gewählt werden. Dies führt dann zu einer weniger "variablen Dynamik", doch im Gegenzug sind Klang und Lautheit der Actionszenen ganz besonders überzeugend. Im RF-Mode sollte man jedoch unbedingt weiterhin das "Film Light" oder "Film Standard" Profil wählen, damit die "Overload-Protection" nicht dauernd ein greifen muss (*siehe Kapitel 2.4.6*). DVD-Produktionen, die hier besonders zufrieden stellend funktionierten, waren **Wall-E** und **Oceans 13**.

- Die DVDs von **Filmen mit geringer Dynamik** weisen, wie oben erwähnt, häufig recht hohe Dialoglautheiten auf. Daher sollte man bei der DVD-Mischung solcher Filme besonders darauf achten, ebenfalls "knackige" Dialoglautheiten zu erreichen. Mittlere LEQ(A)-Werte der Dialoge von -30dB bis -33dB (normale Sprache bei unkomprimierter Wiedergabe) sind notwendig, um mit den lauterer kommerziellen Produktionen mithalten zu können. Beim Encoding kann man über das DRC-Profil "Film Standard" nachdenken. Dieses sollte man jedoch **nur dann** wählen, wenn es tatsächlich im gesamten Film keine lautere Stelle gibt, die durch dieses früh einsetzende Preset beeinträchtigt wird. Ansonsten sollte man auch hier auf "Film Light" ausweichen. Besonders überzeugende DVD-Produktionen in dieser Kategorie waren **About Schmidt** und die englische Fassung von **24 - Season 5**.

4 Der AC3-Standard in der Praxis: Befragung von DVD-Authoring Firmen

4.1 Einleitung

Im Rahmen dieser Arbeit interessierte mich natürlich auch, wie der derzeitige Status quo für DVD-Mischung und DVD-Encoding in Deutschland und im Ausland aussieht.

Dafür habe ich mich bei DVD-Authoring-Firmen in Deutschland und den USA nach deren aktuellem Procedere im Bereich DVD-Mischung bzw. Audio-Pre-Mastering sowie Audio-Encoding für DVD und BluRay-Disk erkundigt.

4.2 Der Idealfall

Hier schildere ich zunächst einen "Idealfall", der mir von verschiedenen Mischtonmeistern mit Erfahrung im Heimkinobereich als "Optimum" dargestellt wurde, der in der Praxis jedoch aufgrund von Budgetfragen nicht immer umgesetzt werden kann:

Ist ein ausreichendes Budget vorhanden, beispielsweise bei großen US-Produktionen, so ist es durchaus üblich, die Kinomischung in einem extra "Heimkino-Mischdurchgang" an die Bedürfnisse des Heimkinomarktes anzupassen.

Als Ausgangsmaterial dienen dabei für gewöhnlich die 6 Kanäle des finalen Kinomasters. Die DVD-Mischung erstreckt sich im Idealfall über ein bis zwei Mischtage und wird in einem mittelgroßen, linear eingemessenen Raum bei einer Abhörlautstärke um ca. 79dBspl durchgeführt.

Dabei kommt es neben einem Einengen der Dynamik je nach Ausgangsmaterial auch teilweise zu einer globalen Anpassung des Frequenzgangs, da ein Heimkino-Mischstudio ja ohne X-Kurve eingemessen wird (*vergleiche auch Kapitel 2.7.1*). Auch Optimierungen der Kanal-Balance sind möglich: So kann beispielsweise an einigen Stellen der Center-Lautsprecher angehoben werden, damit die Dialoge beim Stereo-Mixdown nicht unter Musik und Geräuschen verdeckt werden. Dies ist vor allem bei lauten Actionsequenzen mit Orchester-Score und vielen Soundeffekten nicht unüblich (*vergleiche auch Kapitel 5.4.5*). Außerdem kann es in einigen Fällen notwendig sein, die Surroundkanäle ein wenig abzusenken, da diese ja im Kinomischatelier wiedergabeseitig 3dB leiser gestellt sind (*vergleiche dazu auch die Kapitel 2.7.1 und 5.4.6*).

4.3 Die Situation in den USA

Hier wird für gewöhnlich tatsächlich einige Arbeit in das Erstellen der DVD-Fassung investiert. Natürlich gilt auch in Amerika: Je mehr Budget ein Film hat, desto mehr Aufwand wird für die Heimkinofassung betrieben. Doch gerade bei den größeren "Hollywood-Produktionen" ist der Arbeitsablauf, den ich soeben in Kapitel 4.2 beschrieben habe, nicht unüblich.

Eine überraschende Erkenntnis für mich war, dass in den USA oft die DVD-Verleihfirmen wie Sony oder "New Line Cinema" vorgeben, welche DialNorm und welche DRC-Presets die an sie ausgelieferten AC3s haben **müssen!**

Die Arbeit der Mischtonmeister ist also insofern erschwert, als dass sie nicht je nach Inhalt und Dynamik des Films ein passendes DRC-Preset wählen können. Vielmehr muss die Heimkino-Mischung so gestaltet werden, dass sie nach einem Encoding mit den **vorgegebenen** Einstellungen zu einem möglichst guten Ergebnis führt.

Dies könnte der Grund sein, warum selbst einige Actionfilm-DVDs wie beispielsweise **The Bourne Ultimatum** oder **Slumdog Millionaire** mit dem DRC-Profil "Film Standard" encodiert wurden, obwohl ein Preset wie "Film Light" aus tonmeisterlicher Sicht zu eindeutig besseren Ergebnissen geführt hätte. (*Siehe Kapitel 3.3.4*).

4.4 Die Situation in Deutschland

Heutzutage wird in Deutschland gerade beim Audio-Pre-Mastering für DVD leider immer mehr gespart:

Während noch vor zehn Jahren das Erstellen von extra DVD-Mischungen, so wie im Kapitel 4.2 geschildert, nicht unüblich war, wird heutzutage leider des Öfteren direkt die original Kinomischung verwendet und zum AC3 encodiert.

Früher wurden die DVD-Mischungen bzw. ein "Pre-Mastering" des Materials direkt bei den großen Authoring-Firmen in deren Mischstudios durchgeführt. Heutzutage wird hingegen der gesamte Prozess der AC3-Erstellung gerne **ausgelagert**. Das bedeutet, dass dann kleinere Multimediaanbieter oder Tonstudios das AC3-Encoding für die großen Authoring-Firmen übernehmen und diesen ein fertiges AC3 anliefern.

Das muss natürlich nicht zu "schlechteren" Ergebnissen führen als früher. Sicherlich werden auch von einigen dieser externen Anbieter extra DVD-Mischungen erstellt, und sicherlich wird auch hier ein gewisser Aufwand in die Auswahl passender Encoding-Parameter investiert. Diese Dienstleister haben dabei jedoch mit immer geringeren Budgets zu kämpfen. Der mögliche zeitliche und technische Aufwand für das Erstellen der Heimkinofassung muss daher also leider eher begrenzt bleiben.

4.5 Fazit

Ein roter Faden zog sich durch all meine Gespräche und E-Mail Kontakte: Je größer das Budget, desto besser die Heimkinofassung!

In dem von mir geschilderten "Idealfall" wird eine Kinomischung unter Bedingungen, die den offiziellen Empfehlungen von Dolby sehr nahe kommen, sorgfältig angepasst und anschließend so encodiert, dass die AC3-Metadatenparameter optimal mit der Mischung zusammenarbeiten.

Dies kostet jedoch verhältnismäßig viel Zeit und Geld. Budgetfragen verhindern besonders hierzulande oft, dass in Heimkinofassungen der Zeitaufwand investiert werden kann, der für ein wirklich vollkommen überzeugendes Ergebnis notwendig wäre.

In den USA ist ein eigener Mischdurchgang für die DVD-Veröffentlichung nach wie vor üblich. In Deutschland hingegen wird jedoch so manches Mal einfach nur die Kinofassung mit den "Encoder-Voreinstellungen" DialNorm = -27dBFS und DRC = "Film-Standard" encodiert.

Dabei ist natürlich auch hierzulande das Know-how und die Technik vorhanden - es fehlt wohl manchmal schlicht am Bewusstsein der Auftraggeber, wie wichtig eine gute Tonspur für den Erfolg einer DVD sein kann, dass sich also die Investition in eine gute Heimkino-Tonfassung selbstverständlich lohnt.

5 Erstellung eigener DVD-Mischungen und AC3-Files

5.1 Einleitung

Das Erreichen der eingangs definierten Qualitätsmerkmale einer "optimalen Heimkinomischung" (*siehe Kapitel 1.4*) stellt durchaus eine Herausforderung dar. Diese Qualitätsmerkmale waren: Eine "variable Dynamik" bei gleichzeitig minimalen Kompressionsartefakten, eine gute Stereo-Mixdown-Kompatibilität sowie eine möglichst hohe Gesamtlautheit.

Durch das direkte Encodieren einer unbehandelten Kinomischung kann man all diese Qualitätsmerkmale nur in den seltensten Fällen erreichen. Selbst bei den von mir untersuchten kommerziell erstellten "High-Budget-DVDs" gibt es zahlreiche Produktionen, welche zumindest bei einigen der eingangs definierten Punkte nicht besonders zufrieden stellend abschneiden. (*siehe auch Kapitel 3.3*).

Tatsächlich gibt es nur einige wenige besonders gelungene Produktionen, die in jeder Wiedergabesituation stets alle drei Kriterien in hoher Qualität erfüllen. Diese DVDs habe ich im Kapitel 3.3.7 genannt:

Die **durchschnittliche Lautheit** insbesondere der Actionszenen ist bei diesen DVD-Produktionen sehr hoch - dennoch sind die Kompressionsartefakte und die störend wahrnehmbaren Regelbewegungen bei der Wiedergabe im Line- und RF-Mode verhältnismäßig gering.

Gleichzeitig weisen diese gelungensten kommerziellen DVD-Produktionen eine sehr überzeugende **variable Dynamik** auf: Während die Actionszenen in Filmen wie beispielsweise **The Matrix** oder **Herr der Ringe** bei der unkomprimierten Wiedergabe eine sehr hohe Lautheit aufweisen, mit LEQ(A)-Werten von bis zu -15dB über längere Zeiträume, sind dieselben Szenen mit Line-Mode-Kompression zwar deutlich leiser, klingen aber immer noch kraftvoll und vor allem nicht "komprimiert".

Bei der Wiedergabe im RF-Mode schließlich ist nur noch eine sehr geringe Dynamik übrig - doch ein Zuschauer, der eine DVD auf dem Laptop oder über TV-Lautsprecher anhört, **möchte** auch keine außergewöhnlich lauten Actionpassagen haben. Somit kann man es als "Service für den Zuschauer" verstehen, die entsprechenden Passagen so zu bearbeiten, dass sie im RF-Mode zwar nur noch unwesentlich lauter als die Dialoge sind, aber dennoch ein möglichst ausgeglichenes und fehlerfreies Klangbild aufweisen.

Auch die **Stereo-Mixdowns** funktionierten bei diesen gelungenen DVD-Produktionen ganz hervorragend: Selbst in Szenen, bei denen beispielsweise die Dialoge gegen laute Musik und Soundeffekte bestehen müssen, kommt es nur äußerst selten zu Verdeckungseffekten oder zu Problemen mit der Textverständlichkeit.

Um aus eigenen Kinomischungen eine Heimkinofassung zu erstellen, die zu vergleichbaren Ergebnissen kommt, sind einige Arbeitsschritte notwendig, auf die ich im Folgenden eingehen werde:

- Zunächst beschäftige ich mich in **Kapitel 5.2** kurz mit dem Einrichten des Arbeitsraumes, gemäß den in Kapitel 2.7 vorgestellten Dolby-Richtlinien. Besonders interessant ist dabei natürlich, wie man mit den vorhandenen Räumlichkeiten und der technischen Ausstattung der HFF den Anforderungen von Dolby möglichst nahe kommt.
- Im **Kapitel 5.3** beschreibe ich dann alle Probleme oder "Herausforderungen", die mir beim Erstellen der DVD-Mischung sowie beim AC3-Encoding begegneten.
- **Kapitel 5.4** beschreibt den eigentlichen "DVD-Mischvorgang": Hier stelle ich einen Arbeitsablauf vor, mit dem ich bei einem vertretbaren Zeitaufwand auf alle zuvor geschilderten Probleme eingehen konnte.
- Das **Kapitel 5.5** schließlich beschäftigt sich mit dem AC3-Encoding der fertigen DVD-Mischung, insbesondere mit dem Einstellen der Metadaten.
- Im **Kapitel 5.6** erläutere ich kurz, wie ich meine fertig encodierten Heimkinofassungen getestet habe.
- Im **Kapitel 5.7** gehe ich noch kurz auf einen Sonderfall ein: Welche Pegelverhältnisse und Encoding-Einstellungen sind zu empfehlen, wenn Stereo-Mischungen mit vergleichsweise geringer Dynamik, wie beispielsweise TV-Mischungen, zu einem AC3 encodiert werden sollen?
- Das **Kapitel 5.8** schließlich schildert all diese Arbeitsschritte nochmals in einer kompakten, stichpunktartigen Liste.

Für diese Arbeit habe ich DVD-Fassungen aus insgesamt vier eigenen Kinomischungen erstellt. Eine Auflistung dieser Filme ist im Anhang zu finden.

5.2 Einrichten des Arbeitsraumes

Wie schon in Kapitel 2.7 beschrieben, sollte ein DVD-Mischstudio die folgenden Anforderungen erfüllen, um den Empfehlungen von Dolby zu entsprechen:

- Ein nicht zu großer Raum mit einem linearen Frequenzgang (keine X-Kurve), nur jeweils einem Lautsprecher pro Surroundkanal und keiner wiedergabeseitigen Absenkung der Surroundkanäle¹⁹.
- Die Möglichkeit der Echtzeitkontrolle der Mischung durch eine AC3 Encoder/Decoder-Kombination.

An der HFF sind der offizielle Dolby-Encoder DP569 und der Decoder DP564 vorhanden. Somit ist eine Echtzeitkontrolle der DVD-Mischung entsprechend der Dolby-Empfehlungen im Prinzip möglich. Leider befinden sich diese Geräte jedoch im Mischatelier (U089), also in einem Raum, der weder in Größe noch in Frequenzgang oder Lautsprechersetup den Dolby-Empfehlungen für Heimkinomischungen entspricht. Eine DVD-Mischung in diesem Raum durchzuführen ist nicht erfolgversprechend, da sich die Abhörbedingungen zu weit von einer typischen Heimkinoumgebung unterscheiden.

Der Raum 4201 hingegen entspricht von Größe und Lautsprechersetup genau den Dolby-Empfehlungen. Mit der Digidesign "Icon" ist auch ein weit verbreiteter, leistungsstarker DAW-Controller vorhanden.

Daher wäre es eigentlich optimal, einen DP569 und einen DP564 in diesen Raum zu integrieren! So könnten in der 4201 komplette DVD-Mischungen gemäß aller Empfehlungen von Dolby durchgeführt werden: Die geringere Raumgröße, das heimkinotypische Lautsprechersetup und der lineare Frequenzgang würden es erlauben, das Ausgangsmaterial intuitiv in Frequenzgang, Balance und Dynamik für Heimkinoanwendungen zu optimieren. Gleichzeitig könnten durch die Encoder/Decoder-Kombination DP569/DP564 die Auswirkungen von DialNorm und DRC sowie das Stereo-Mixdown-Verhalten in Echtzeit überprüft werden.

Da der DP569 und der DP564 jedoch leider nur im Mischatelier zu finden sind, empfehle ich die folgende Arbeitsteilung:

¹⁹ In einem eingemessenen Dolby-konformen Kinomischatelier werden die Surroundkanäle wiedergabeseitig um 3dB abgesenkt.

Zunächst kann in der 4201 die eigentliche Heimkinomischung durchgeführt werden. Bezüglich der Pegelverhältnisse und Dynamik kann man sich neben dem persönlichen Höreindruck auch an "gelungenen" kommerziellen DVD-Produktionen vergleichbaren Inhalts orientieren.

Anschließend kann man diese Mischung im Mischatelier mit dem DP569/DP564 encodieren und decodieren lassen, um zu überprüfen, ob es bei den besonders kritischen Stellen zu hörbaren Artefakten der DRC-Kompression oder zu Problemen mit dem automatischen Stereo-Mixdown kommt. Daraufhin können dann die Mischung und/oder die Encoding-Einstellungen gegebenenfalls noch an einigen Stellen optimiert werden.

Im Endeffekt gibt es dabei vier verschiedene Wiedergabesituationen, in denen eine DVD-Mischung bestehen muss (*vergleiche hierzu auch das Kapitel 2.4.9 zum DRC-Verhalten handelsüblicher Decoder sowie das Kapitel 2.5.2 zum Stereo-Mixdown-Verhalten handelsüblicher Decoder*):

- 1) Mit komplett deaktivierter DRC-Kompression in 5.1**
- 2) Mit voller Line-Mode-Kompression in 5.1.**
- 3) Mit voller Line-Mode-Kompression in Stereo (meistens LtRt)**
- 4) Mit voller RF-Mode-Kompression in Stereo (meistens LoRo)**

Diese vier Abspielsituationen können und sollten - zumindest an kritischen Stellen - alle mit dem DP564 simuliert werden. Dann kann man als Tonmeister davon ausgehen, dass eine auf diese Weise vierfach kontrollierte Mischung auch auf 99% aller Wiedergabesysteme zufriedenstellend funktionieren wird.

Noch einige Anmerkungen zu den von mir genannten Abspielsituationen:

- Situation 1 entspricht praktisch dem Signal, das man während der Heimkinomischung die ganze Zeit gehört hat, nur gegebenenfalls durch die DialNorm um einige dB abgesenkt.
- Zwischen Situation 1 und 2 bieten viele Decoder noch die Möglichkeit der schrittweisen DRC-Skalierung durch Zwischenstufen. Diese Zwischenstufen kann man jedoch vernachlässigen, wenn sowohl Situation 1 als auch Situation 2 beide zufriedenstellend klingen.
- Der **RF-Mode** arbeitet fast immer mit dem **LoRo**-Mixdown-Modus zusammen, während für die **Line-Ausgänge** der Decoder meistens der **LtRt**-Mixdown-Modus voreingestellt ist (*siehe Kapitel 2.5.2*). Wenn man also den LoRo-Mixdown im Zusammenhang mit dem RF-Mode simuliert und den LtRt-Mixdown

im Zusammenhang mit dem Line-Mode, so sind praktisch alle gängigen Stereo-Wiedergabesituationen abgedeckt.

- Es gibt noch zwei weitere theoretisch mögliche Abspielsituation: "Ohne DRC in Stereo" und "mit RF-Mode-Kompression in 5.1". Diese kommen jedoch in der Praxis kaum vor: Zum einen **müssen** alle Dolby-lizenzierten Decoder im Falle eines Stereo-Mixdowns **immer** die DRC-Kompression im High-Level anwenden (*siehe Kapitel 2.4.7*), zum anderen wird das RF-Mode Signal in der Praxis nur für Laptops und Desktop-Computer sowie für Scart- und Antennenanschlüsse verwendet - also für Anwendungsbereiche, in denen eine 5.1-Wiedergabe technisch unmöglich ist, oder (im Falle der Desktop-Computer) zumindest nur selten vorkommt.

5.2.1 Einmessen der 4201

Dolby schlägt für DVD-Mischungen eine Abhörlautstärke zwischen 79dBspl und 82dBspl vor (*[DOPG00], Seite 3-8*).

Dazu soll Rosa-Rauschen bei einem Pegel von -20dBFS ausgegeben werden, gemessen mit langer Integrationszeit, beispielsweise durch das VU-Meter des Digidesign Phasescopes. Dieses Testsignal soll dann bei der Wiedergabe aus **jedem einzelnen** der fünf FullrangeKanäle an einem SPL-Messgerät jeweils einen Schalldruck von 79dBspl bzw. 82dBspl erzeugen.

Als ich den Raum 4201 auf diese Weise eingemessen hatte, konnte ich feststellen, dass eine Abhörlautstärke von 79dBspl erreicht ist, wenn der Lautstärkeregler der Digidesign "Icon" bei **-17** steht.

Um den persönlichen Abhörpegel zu optimieren, kann und sollte man natürlich auch Referenz-Mischungen von inhaltlich ähnlichen kommerziellen DVD-Produktionen in der 4201 abspielen²⁰. Die eingemessenen 79dBspl sollten aber immer als Ausgangspunkt dienen.

Wer sich mit Hilfe solcher Referenz-DVD-Mischungen eine optimale Abhörlautstärke sucht, muss allerdings stets den jeweiligen DialNorm-Wert der Referenz-DVDs beachten! Wenn man vor hat, seine Mischungen mit der DialNorm -31dBFS zu encodieren, so muss man alle Referenzmischungen von -27dBFS-DVDs im ProTools um 4dB **ab-**

²⁰ Die "originalen DVD-Mischungen" kann man im Mischatelier aufzeichnen, indem man den DP564 auf Bypass schaltet. Siehe auch Anhang g).

senken. Wer umgekehrt für ein anschließendes -27dBFS – Encoding mischt, muss alle Referenzmischungen aus den -31dBFS-DVDs um 4dB **anheben**.

Ich persönlich habe bei meinen eigenen DVD-Mischungen, die ich in der 4201 erstellt habe, eine DialNorm von -31dBFS bevorzugt (*mehr dazu im Kapitel 5.5.1*).

5.3 Die Herausforderungen beim Erstellen von Heimkino-Fassungen

5.3.1 Herausforderungen bei der "variablen Dynamik" und der Lautheit der DVD

Will man mit einer Heimkino-Fassung die eingangs definierten Qualitätsmerkmale einer "variablen Dynamik" und einer "größtmöglichen Lautheit" optimal erfüllen, so muss man zuvor einige Probleme lösen:

1. Eine zu geringe oder zu hohe Dialog- oder Gesamtlautheit der Heimkinomischung, im Vergleich zu inhaltlich ähnlichen kommerziellen DVD-Produktionen. Die durchschnittlichen Dialoglautheiten einiger kommerzieller DVDs finden sich beispielsweise in meiner Tabelle in Kapitel 3.3.2²¹. Befinden sich die Werte einer eigenen Mischung deutlich unterhalb oder oberhalb dieser Referenzwerte, kann und sollte eine globale Anpassung erfolgen: Eine "zu leise" DVD wird schnell als "unprofessionell" bewertet, eine "zu laute" Mischung hingegen bekommt schnell Probleme mit der DRC, insbesondere im RF-Mode.
2. Eine nicht ausreichende "Variabilität der Dynamik": Dies bedeutet, dass die Dynamik schon während der DVD-Mischung zu weit eingeschränkt wird - denn dann kann der Zuschauer nicht einmal durch vollständige Deaktivierung der DRC einen unkomprimierten, "kinoartigen" Ton genießen. Andersherum kann ein Encoding mit dem DRC-Preset "None" auch dafür sorgen, dass sich die

²¹ In der Tabelle ist speziell die Zeile 7 "LEQ Dialoge der Originalmischungen" interessant. Die dort aufgeführten Werte müssen allerdings noch gegebenenfalls entsprechend der DialNorm angepasst werden (*mehr dazu im Kapitel 5.4.1 und 5.5.1*).

Dynamik vom Zuhörer **nicht** ausreichend einschränken lässt und dann für gewisse Wiedergabesituationen zu groß ist²².

3. Passagen durchgehend sehr hoher Pegel, die dann im RF- oder im Line-Mode so stark durch die DRC und die "Downmix-Overload-Protection" komprimiert werden, dass die klanglichen Einbußen nicht mehr hinnehmbar sind.
4. Einzelne Spitzenimpulse, die dafür sorgen, dass die gleichzeitig erklingende Atmo oder Musik durch die DRC deutlich hörbar abgesenkt wird und nach dem Impuls erst langsam wieder lauter wird. Es entsteht ein klassisches "Pumpen" der Kompression.
5. Signale, die durch besonders starke Bassanteile zu hohen Pegeln führen ohne dabei eine besonders hohe Lautheit zu haben²³: Da die Dynamic-Range-Control **ohne** jede Frequenzgewichtung arbeitet, werden auch solche Signale massiv abgesenkt. Dies führt dann oft zu deutlich hörbaren DRC-Einsätzen, obwohl die vom Zuschauer erlebte Lautheit noch gar nicht besonders hoch ist. Im Extremfall können manche Actionszenen nach der DRC-Kompression sogar **leiser** sein als die durchschnittlichen Dialogstellen.

5.3.2 Herausforderungen bei der Stereo-Mixdown-Kompatibilität

Eine gute Stereo-Mixdown-Kompatibilität zu erreichen, stellt für gewöhnlich ein etwas kleineres Problem dar. Die Richtungsinformationen von Links - Mitte - Rechts bleiben in jedem Mixdown-Szenario erhalten. Außerdem sind typische Kinomischungen oft so gestaltet, dass die Textverständlichkeit auch beim Stereo-Mixdown unbeeinträchtigt bleibt. Folgende Probleme können dennoch gegebenenfalls auftreten:

²² Dies bezieht sich vor allem auf den Line-Mode. Im RF-Mode hingegen sorgt die 11dB Pegelanhebung und anschließende Limitierung immer für eine verhältnismäßig geringe Dynamik, egal mit welchem DRC-Preset encodiert wurde (*vergleiche auch Kapitel 5.5.3*).

²³ An dieser Stelle noch ein kurzer Verweis auf die von Fletcher und Munson zusammengestellten "Kurven gleicher Lautstärkepegel", die besagen, dass in verschiedenen Frequenzbereichen unterschiedlich hohe Schallpegel notwendig sind, um beim Menschen einen gleich hohen Lautheitseindruck zu erzeugen. Diese Kurven verändern sich je nach Abhörlautstärke. Dolby gibt als üblichen Abhörpegel beim Konsumenten einen Bereich um 70dBspl bis 75dBspl an (*[DOPG00] Seite 3-8*). In diesem Bereich erscheinen tieffrequente Signale deutlich leiser als Signale mittlerer Frequenzen mit gleichem Schallpegel.

1. Gelegentlich kann sich die Sprachverständlichkeit verschlechtern, vor allem bei lauterer Actionpassagen, an denen Musik und Soundeffekte von Links, Rechts und den Surrounds mit der Sprache vom Center-Kanal zusammengemischt werden, und laute Soundeffekte die DRC arbeiten lassen - was dann gleichzeitig auch zu einer Absenkung der Dialoge führt.
2. Informationen aus dem LFE-Kanal gehen generell beim LoRo-Mixdown wie beim LtRt-Mixdown verloren (*siehe Kapitel 2.5.1*). In den seltenen Fällen, in denen ein dramaturgisch relevantes Tonereignis ausschließlich oder größtenteils im LFE-Kanal vorkommt, sollte dieses bei der DVD-Mischung mit auf einen der Fullrange-Kanäle geroutet werden.
3. Die Richtungsinformationen "linker Surround" und "rechter Surround" gehen beim LtRt-Mixdown generell verloren, da hier beide Surroundkanäle zusammengemischt werden (*siehe Kapitel 2.5.1*).

5.4 Erstellen der DVD-Mischung

Im Folgenden beschreibe ich einen Arbeitsablauf, der für mich bei allen eigenen Heimkinomischungen bei vergleichsweise geringem Arbeitsaufwand zu guten Ergebnissen führte:

5.4.1 Globale Anpassung der Dialoglautheit

Zunächst habe ich mich bei der DVD-Mischung stets um das in Kapitel 5.3.1 genannte Problem **1** gekümmert, die möglicherweise zu geringen oder zu hohen Dialoglautheiten:

Ist die Abhörlautstärke im Heimkino-Mischstudio korrekt eingestellt, so wird man schnell feststellen, ob das Ausgangsmaterial global angehoben oder abgesenkt werden muss. Generell habe ich beim Erstellen meiner Heimkinomischungen aber auch stets die Dialoglautheiten der Mischung mit dem Digidesign Phasescope gemessen und diese Werte mit **inhaltlich ähnlichen** Referenz-DVDs verglichen, beispielsweise mit Hilfe der Tabelle im *Kapitel 3.3.2*.

Falls sich die LEQ(A)-Werte der Dialoge in meinem Ausgangsmaterial deutlich unterhalb oder oberhalb des Durchschnittsbereichs befanden, konnte ich dann die gesamte Mischung global anpassen.

Wie in *Zeile 7* der Tabelle in *Kapitel 3.3.2* ersichtlich ist, liegt ein durchschnittlicher LEQ(A)-Wert für normal gesprochene Dialoge **je nach Dynamik des Films** entweder im Bereich zwischen **-32dB bis -36dB** oder im Bereich zwischen **-35dB und -38dB**, jeweils gemessen mit dem Digidesign Phasescope mit 10 Sekunden Integrationszeit.

Dies ist bezogen auf Mischungen, die anschließend mit einer DialNorm von -31dBFS encodiert werden, so wie ich es bei meinen eigenen Heimkinomischungen gemacht habe (*siehe Kapitel 5.5.1*).

Betrachtet man hingegen die Mischungen derjenigen Referenz-DVDs, die mit dem DialNorm-Wert -27dBFS encodiert wurden, so muss man zunächst **alle** LEQ- und Pegelwerte der Originalmischung (*Zeile 5 bis 9 in der Tabelle in Kapitel 3.3.2*) um 4dB **absenken**, bevor man sie mit -31dBFS DVDs vergleichen kann!

Da sich, wie schon mehrmals erwähnt, die maximal möglichen und "üblichen" Dialoglautheiten der Heimkinofassung je nach Dynamik des Films unterscheiden, ist es auf jeden Fall sinnvoll, sich nur an Referenzwerten von Filmen mit vergleichbarer Gesamtdynamik zu orientieren.

Wenn eine Anpassung der Dialoglautheiten notwendig erscheint, dann sollte diese unbedingt **global** für den gesamten Film erfolgen, damit das eigentliche Mischungsverhältnis des Films zunächst erhalten bleibt.

5.4.2 Einschränken der Gesamtdynamik des Films durch einen Multiband-Kompressor

Bei Filmen mittlerer oder großer Dynamik ist es empfehlenswert, die Dynamik der Originalmischung beim Erstellen der Heimkinofassung zu verringern, damit Dolbys Dynamic-Range-Control anschließend nicht zu stark arbeiten muss.

Sehr hilfreich ist hier zunächst ein 5.1-Multiband-Kompressor im Master, der Dynamikspitzen immer in dem Frequenzbereich und Kanal abfängt, in dem sie gerade passieren. In meinen Mischungen habe ich für diese Aufgabe das PlugIn "C4" von Waves benutzt.

Die Thresholds aller Frequenzbänder habe ich dabei so eingestellt, dass der Kompressor bei normaler Sprache **nicht** eingreift. Bei lauter Sprache, wie beispielsweise bei einem Streitgespräch, können einzelne Bänder schon einige wenige dB absenken, aber erst bei wirklich lauten Signalen sollte der Kompressor deutlicher arbeiten.

Mehr als 6dB Gainreduction pro Band empfand ich jedoch schon problematisch, da so die Dynamik schon bald nicht mehr "variabel" genug ist: Alles, was man schon während der Mischung an Dynamik verringert, ist auch für die Zuschauer, die sich den Film komplett ohne DRC ansehen, unwiderruflich verloren. Der Filmgenuss von Zuschauern mit großen 5.1-Heimkinoanlagen könnte also verringert werden.

Mithilfe des Multiband-Kompressors kann auch das im Kapitel 5.3.1 geschilderte Problem **5** deutlich verringert werden: Massive Pegel im Bassbereich, welche die DRC-Kompression unverhältnismäßig stark ansprechen, können mit dem Multibandkompressor recht effektiv reduziert werden. Die DRC wird also an den entsprechenden Stellen deutlich entlastet.

5.4.3 Zusätzliches Einschränken der Dynamik per Fader

Im Pegelbereich der durchschnittlichen oder auch lauterer Dialoge gab es nach dem Einsatz des Multiband-Kompressors bei meinen DVD-Mischungen kaum noch Probleme mit der Dynamic-Range-Control. Typische dialoglastige Szenen benötigten bei der Erstellung meiner Heimkinofassungen also keine weitere Bearbeitung mehr.

Bei Filmen mit mittlerer bis großer Dynamik kann es jedoch einige laute "Actionszene" geben, die man zusätzlich zur Multibandkompression auch noch mit dem Volumefader um einige dB absenken sollte, um die DRC weiter zu entlasten.

Auch diese Pegelkorrektur habe ich in meinen Mischungen nicht zu stark durchgeführt, damit eine ausreichend große Dynamik für die unkomprimierte Wiedergabe erhalten bleibt: Schließlich wollte ich keine "kleine", sondern eine "variable" Dynamik erreichen. Es geht hier also primär darum, der DRC die Arbeit zu erleichtern und somit ein besseres Klangbild für die komprimierte Wiedergabe zu gewährleisten.

In meinen DVD-Mischungen lag diese Absenkung maximal bei 3dB bis 4dB, was jedoch meistens schon ausgereicht hat, um den Klang bei der Line- und RF-Mode-komprimierten Wiedergabe deutlich zu verbessern.

Auch hier habe ich stets die entsprechenden Szenen als Ganzes abgesenkt, um nicht die eigentliche Mischung zu stark zu beeinträchtigen. Man kann gegebenenfalls sogar schon vor Beginn der lauten Passage den Pegel **langsam** ein wenig absenken, so dass der dramaturgisch gewünschte "Sprung" von leise zu laut möglichst weitgehend erhalten bleibt.

Im selben Mischdurchgang können auch besonders leise Passagen um einige dB angehoben werden, um den Dynamikbereich unterhalb der Sprache etwas einzuengen.

5.4.4 Besondere Behandlung und Anpassung der lautesten Passagen des Films

Je nach Inhalt und Dynamik des Films kann es einige Stellen geben, die bei der komprimierten Wiedergabe, insbesondere im RF-Mode, nun immer noch zu Problemen mit der DRC führen. Dies sind häufig die Stellen des Films, bei denen mehrere Problemfaktoren zusammen kommen, beispielsweise hohe Pegel im Bassbereich, kurze Impul-

se über durchgehender Musik und vielleicht auch noch Sprache, die der Zuschauer verstehen soll.

An solchen Stellen half mir nur noch eine sehr sorgfältige Anpassung der Mischung, die genau auf die jeweiligen Probleme der DRC-Kompression eingeht:

Zunächst kann man versuchen, solche Problem-Szenen global noch etwas weiter abzusenken, soweit dies mit der dramaturgisch notwendigen Dynamik des Filmes zu vereinbaren ist.

Als nächstes ist es manchmal hilfreich, an einzelnen Stellen den Bassbereich mittels eines Low-Shelf-EQs abzusenken, falls dieser trotz des Multiband-Kompressors Probleme bereitet.

Eine letzte Möglichkeit ist noch die Volumeautomation im ProTools: Hiermit kann man besonders problematische kurze Pegelspitzen gezielt "herausmalen", um einen hörbaren harten Einsatz der DRC-Kompression zu verhindern. Diese Methode sollte man jedoch nur sparsam und im äußersten Notfall verwenden, da es sich hier schon um einen wirklich großen Eingriff in die Ästhetik der Originalmischung handeln kann.

5.4.5 Zusätzliche Optimierung für bessere Stereo-Mixdown-Kompatibilität

Das größte Problem bei den Stereo-Mixdowns stellte meiner Erfahrung nach die Textverständlichkeit bei lauten Actionpassagen dar:

Bei einer 5.1 Mischung dominiert die Sprache für gewöhnlich den Center-Kanal, während viele Soundeffekte und vor allem die Musik primär auf den anderen Kanälen Platz finden.

Im Falle eines Stereo-Mixdowns, bei LtRt wie bei LoRo, wird das Center-Signal um 3dB abgesenkt²⁴ und zu gleichen Teilen auf Links und Rechts geschickt. Somit vermischt sich die Sprache plötzlich mit allen Musiken und Soundeffekten auf den zwei Stereo-Kanälen, was zu Verdeckungseffekten führen kann. Wenn nun noch laute

²⁴ Diese Absenkung gleicht die Tatsache aus, dass das Signal plötzlich sowohl auf dem linken als auch auf dem rechten Kanal erklingt. Beim LoRo-Mixdown könnte der Center durch den Metadaten-Parameter "Center-Downmix-Level" theoretisch sogar um mehr als 3dB abgesenkt werden. Diese Option wurde jedoch bei keiner von mir untersuchten DVD genutzt.

Soundeffekte oder Musiken für eine generelle Pegelabsenkung durch die DRC sorgen, kann es passieren, dass die Sprache regelrecht unter Musik und Effekten "verschwindet".

Die einzige sinnvolle Gegenmaßnahme lag für mich darin, bei solchen Problemstellen den Center-Kanal um einige dB **anzuheben**, beziehungsweise alle anderen Kanäle an dieser Stelle etwas abzusenken, so dass sich die Sprache besser durchsetzt.

Ansonsten kann der Stereo-Mixdown vor allem dann zu Problemen führen, wenn eine dramaturgisch relevante Information ausschließlich oder größtenteils auf dem LFE-Kanal vorhanden ist - denn dieser fällt ja sowohl beim LtRt- als auch beim LoRo-Mixdown komplett weg.

In solchen Fällen kann man sich nur behelfen, indem man das Signal des LFE-Kanals an dieser Stelle kopiert, und die Kopie auf den Center-Kanal routet. Dann muss man jedoch den LFE-Kanal, also das "Originalsignal" an dieser Stelle etwas absenken, damit das entsprechende Geräusch bei der 5.1-Wiedergabe nicht aus zwei Lautsprechern zugleich erklingt und dadurch "zu laut" wird.

Ein letztes theoretisch mögliches Problem könnte auftauchen, wenn die Richtungsinformation eines Surroundkanals dramaturgisch relevant ist - wenn ein Signal also unbedingt von "hinten links" oder "hinten rechts" kommen soll, denn beim LtRt-Mixdown werden beide Surroundkanäle zusammengemischt und (phasenverschoben) zu gleichen Teilen vom linken und rechten Frontkanal wiedergegeben.

Sollte im Film eine solche Stelle vorkommen, so kann man nur beim Encoding LoRo als "Preferred-Mixdown-Mode" angeben: Denn beim LoRo-Mixdown erklingt das entsprechende Signal von beispielsweise "hinten links" im Stereo-Mixdown dann zumindest "links".

5.4.6 Optimierung des Frequenzgangs und der Surroundkanal-Anteile

Theoretisch hat eine Kinomischung bei der Wiedergabe in einem linear eingemessenen Heimkino-Mischstudio etwas zu viele Höhen, da im Kinomischatelier der Frequenzgang ab 2kHz etwas abfällt, was man als X-Kurve bezeichnet. Ebenso werden die Surroundlautsprecher im Mischatelier wiedergabeseitig um 3dB abgesenkt - da-

durch mischt man die Surroundsignale im Kinomischatelier eigentlich 3dB zu laut für eine lineare Wiedergabe.

Je nach Ursprungsmischung kann es daher wünschenswert sein, den Frequenzgang für die DVD-Fassung etwas in den Höhen abzusenken und/oder die Surroundkanäle etwas im Pegel zu reduzieren.

Einige von mir im Kapitel 4 befragte Tonmeister mit Erfahrungen im DVD-Bereich berichteten mir jedoch, dass sie diese Korrekturen längst nicht bei jeder Mischung durchführen: Der Klangeindruck in einem kleineren Heimkino-Mischstudio unterscheidet sich sowieso komplett vom Klang eines Kinomischateliers, so dass die kräftigeren Höhen und die lauterer Surrounds oft eher positiv erlebt werden.

Auch hier hilft es also nur, sich anhand von Referenz-DVDs an das Klangbild im Mischstudio zu gewöhnen und danach von Fall zu Fall zu entscheiden, ob für den jeweiligen Film der Frequenzgang zu höhenreich ist und/oder die Surroundkanäle zu laut sind.

5.5 Erstellen des AC3s

Nun muss aus der finalen Heimkino-Mischung noch ein AC3 erstellt werden. Im Folgenden gehe ich auf die wichtigsten Encoding-Einstellungen ein.

5.5.1 DialNorm

In meinen Untersuchungen kommerzieller DVDs habe ich ausschließlich die DialNorm-Werte -27dBFS und -31dBFS angetroffen (*Siehe Kapitel 3.3.2*).

Wie bereits im Kapitel 2.4.4 erwähnt, ändert man mit der DialNorm die Wiedergabelautstärke **und** die DRC-Thresholds im exakt gleichem Maße - so dass sich die DialNorm im Endeffekt wie eine globale Pegeländerung der Mischung **vor** aller DRC-Kompression äußert!

Wir haben hier also einfach, wie es ein DVD-Mischtonmeister mir gegenüber ausdrückte, "einen großen Lautstärkereger im Encoder" ("*a giant volumeknob in the encoder*", *Zitat zur DialNorm aus einer E-Mail von DVD-Mischtonmeister Randall Smith*).

Das bedeutet, wer eine Mischung mit DialNorm -27dBFS encodiert, erhält **dasselbe Ergebnis**, als wenn er die Mischung schon im ProTools um 4dB abgesenkt hätte und dann mit der DialNorm -31dBFS encodieren würde!

Ob man mit -27dBFS oder mit -31dBFS encodiert, ist für die DVD im Endeffekt also unerheblich. Man muss sich nur **vor** der Mischung für einen DialNorm-Wert entscheiden, **denn wer ein AC3 mit -27dBFS encodiert, muss zuvor 4dB lauter mischen als derjenige, der mit -31dBFS encodiert!** (*Mehr dazu im Kapitel 5.2.1 und 5.4.1*).

Ich persönlich halte ein Encoding mit -31dBFS DialNorm für etwas sinnvoller, denn bei der unkomprimierten Wiedergabe kann man mit einer DialNorm von -31dBFS theoretisch noch etwas höhere Spitzenpegel erreichen²⁵.

Außerdem gibt es eigentlich keinen Grund, während des Encodings mittels DialNorm noch einmal etwas an der Gesamtlautheit zu verändern, wenn man die Pegel der originalen Mischung schon bei der DVD-Mischung angepasst hat. Bei einem -31dBFS-Encoding werden wirklich alle Pegelanpassungen ausschließlich bei der Mischung durchgeführt - der Arbeitsablauf ist also etwas "geradliniger".

5.5.2 Line-Mode-DRC

Wie in Kapitel 3.3.7 beschrieben, funktioniert gerade bei Filmen mittlerer und großer Dynamik das DRC-Profil "Film Light" für den Line-Mode sehr gut:

Die Dynamik bleibt "variabel" - bei der komprimierten Wiedergabe ist der LEQ-Wert der Actionszenen zwischen 7dB und 10dB leiser als bei der unkomprimierten Wiedergabe²⁶.

²⁵ Dieser Vorteil ist in der Praxis jedoch kaum relevant: Um einen Unterschied zwischen einem -31dBFS-AC3 und einem -27dBFS-AC3 zu bemerken, müssen die Spitzenpegel der -31dBFS Mischung **über** -4dBFS gehen, denn ansonsten hätte man dieselben Decoder-Ausgangspegel auch durch ein Anheben der Originalmischung erreichen können.

Szenen, die solche hohe Pegel regelmäßig erreichen, werden dann jedoch bei der komprimierten Wiedergabe oft nicht mehr fehlerfrei klingen und deshalb meistens während der DVD-Mischung sowieso abgesenkt werden.

²⁶ Siehe meine Tabelle in *Kapitel 3.3.2*: Hierbei habe ich die Werte in Zeile **11** (LEQ-Werte von Actionszenen im Line-Mode) mit den Werten in Zeile **8** (LEQ-Werte von Actionszenen bei der Original-Mischung) bei den "Film-Light" - DVDs **Matrix**, **Herr der Ringe** und **Wall-E** verglichen.

Dennoch hat der Zuschauer auch bei der komprimierten Wiedergabe zumindest noch so viel Dynamik, dass sich die Action-Szenen etwas von den Dialogszenen abheben. Gleichzeitig ermöglicht das "Film-Light"-Preset auch ein angenehmeres, weniger komprimiertes Klangbild als beispielsweise "Film-Standard".

Wenn die zu encodierende Heimkino-Mischung eine mittlere bis eher geringe Dynamik hat, kann im Line-Mode sogar das DRC-Profil "None" verwendet werden.

Dies kann beispielsweise sinnvoll sein, wenn die LEQ-Werte der lautesten Szenen sowieso nicht mehr als 10dB bis 13dB über dem LEQ-Wert der mittleren Dialoge liegen. Denn solch eine Dynamikspanne gibt es auch bei manchen DVDs, die mit "Film Light" komprimiert wurden. Typischen "Line-Mode-Zuschauern" ist eine solche Dynamik also zumutbar²⁷!

Der Vorteil dabei ist, dass die Actionpassagen dann bei der Line-Mode-Wiedergabe besonders kräftig sind, und man vollkommen sicher vor Kompressionsartefakten sein kann.

Der Nachteil ist natürlich, dass eine solche DVD dann auch bei der unkomprimierten Wiedergabe keine größere Dynamik mehr haben **kann** - doch wenn der fragliche Film mit seinen 10dB bis 13dB Gesamtdynamik gut funktioniert, ist dieser Weg tatsächlich gangbar. So wurde beispielsweise bei der DVD-Fassung von **Oceans 13** verfahren. (siehe Tabelle im Kapitel 3.3.2)

Im RF-Mode sollte man jedoch **immer** ein DRC-Preset wie "Film Light" oder "Film Standard" nutzen, da ansonsten die harte "Overload-Protection" des RF-Modes permanent arbeiten würde, wie in Kapitel 2.4.6 beschrieben.

Die LEQ-Werte der Originalmischung müssen dabei immer gemäß der DialNorm korrigiert werden (also bei allen DVDs mit -27er-DialNorm um 4dB reduziert werden). Erst dann erhält man die korrekten LEQ-Werte für die "unkomprimierte Wiedergabe", bei der die DialNorm ja immer voll angewandt wird.

²⁷ Beispiele für Filme mit mehr als 10dB Differenz zwischen Dialogen und Action auch bei der komprimierten Line-Mode-Fassung sind zB. **Herr der Ringe** und **Matrix** (siehe Tabelle in Kapitel 3.3.2).

5.5.3 RF-Mode-DRC

Einen Teil der oben erwähnten zusätzlichen Lautheit und der besseren Klangeigenschaften, die der "Film-Light" Algorithmus ermöglicht, macht der RF-Mode durch seine 11dB Anhebung wieder zunichte:

Aufgrund dieser globalen Pegelanhebung müssen ja alle noch so kurzen Signalspitzen, die oberhalb von -11dB liegen vom "Overload-Protection-Limiter" rigoros gekappt werden, da es sonst zu digitalen Verzerrungen käme (*siehe Kapitel 2.4.6*). Folglich können gerade die kurzen Signalspitzen, die bei der Line-Wiedergabe noch zu einem natürlicheren Klangbild führten, im RF-Mode deutlich hörbare Eingriffe der "Overload-Protection" zur Folge haben.

Bei meinen eigenen Heimkino-Mischungen konnte ich diesem Problem nur entgegenwirken, indem ich schon bei der Mischung besonders auf kurze, laute Signalspitzen achtete und das RF-Mode-Signal an den kritischen Stellen ganz genau mit der Encoder/Decoder-Kombination im Mischstudio überprüft habe.

Eine mögliche Alternative ist es auch, im RF-Mode auf "Film Standard" zu setzen. Diese Herangehensweise wird von zahlreichen untersuchten DVD-Produktionen wie **Herr der Ringe**, **The Matrix**, **The Dark Knight**, **Oceans 13** oder **Wall-E** genutzt: All diese Produktionen entschieden sich im RF-Mode für die "Film Standard"-Kompression und nutzen **nur** im Line-Mode die Vorteile in Lautheit und Klangqualität, die "Film Light" oder "None" bieten.

Bei meinen eigenen Mischungen und Encodings habe ich allerdings mit einer sorgfältig erstellten "Film Light"-Fassung auch im RF-Mode bessere Erfahrungen gemacht, da ich den dabei auftretenden Einsätzen der "Overload-Protection" bei der Mischung viel leichter entgegenwirken konnte, als den generell sehr niedrigen Thresholds des "Film Standard"-Presets.

Wenn man sich also viel Zeit zum Erstellen und Optimieren der DVD-Fassung nehmen möchte, dann kann man mit "Film Light" auch im RF-Mode zu noch besseren Ergebnissen kommen als mit "Film Standard". Ansonsten stellt "Film Standard" die etwas unkompliziertere und schnellere Variante für den RF-Mode dar.

In der Praxis bieten leider nicht alle Encoder die Möglichkeit, Line- und RF-Kompression unabhängig voneinander einzustellen. Der weit verbreitete AC3-Encoder in Apples "Compressor"-Software bietet diese Möglichkeit beispielsweise nicht. Will man also für Line- und RF-Mode unterschiedliche DRC-Presets wählen, so muss man auf teurere Encoder ausweichen, wie beispielsweise den DP569 Hardware-Encoder im Mischatelier oder die Software "Dolby Media Suite".

5.5.4 Sonstige Encoding-Parameter

Selbstverständlich gibt es noch eine ganze Reihe weiterer Metadaten-Parameter, die beim Encoding eingestellt werden, wovon ich einige im Folgenden noch kurz erwähnen möchte. Weitere Details zu diesen Parametern sind auch im *Kapitel 2.6* zu finden.

- **RF-Overmodulation-Protection:** Diese führt zu einer noch deutlicherer Kompression im RF-Mode und sollte daher deaktiviert bleiben, wie auch von Dolby empfohlen.
- **LFE Low-Pass-Filter:** Wenn der LFE-Kanal bereits während der Mischung im Frequenzgang beschnitten wurde, wird dieses Feature nicht mehr benötigt und kann deaktiviert bleiben.
- **DC-Filter und Low-Pass-Filter:** Diese beiden Filter beschneiden den Frequenzgang unterhalb von 3Hz und oberhalb von 20kHz. Sie hatten in meinen Versuchen keinerlei hörbaren Einfluss auf den Klang der Mischung und können ohne Probleme aktiv bleiben, wie auch von Dolby empfohlen.
- **Surround Attenuation:** Wurde die Mischung, so wie oben beschrieben, in einem korrekt eingerichteten Mischstudio durchgeführt, so darf dieses Feature nicht angewählt werden - denn dann wurden ja die Surroundkanäle bereits in einem linear eingemessenen Raum überprüft und gegebenenfalls korrigiert.
- **Center- und Surround Downmix-Levels:** Hier habe ich immer die von Dolby voreingestellten -3dB belassen. Da diese Werte für den LtRt-Mixdown sowieso zwingend voreingestellt sind, gibt es eigentlich keinen Grund, für den LoRo-Mixdown andere Werte einzustellen.

5.6 Sonderfall der Stereo TV- oder Dolby-Surround-Mischungen

Manchmal will man auch reine Stereo-Mischungen mit eher geringer Dynamik zu einem AC3 encodieren, wie beispielsweise einen TV-Downmix oder eine mittels Dolbys "Container" komprimierte Dolby-Surround-Mischung.

In solchen Fällen hat man mit deutlich weniger Problemen zu tun, als bei einer klassischen, dynamischen 5.1-Mischung:

- Da bereits das Ausgangsmaterial eine geringe Dynamik hat, ist keine "variable" Dynamik, wie sie von der DRC gewährleistet wird, mehr notwendig.
- Es gibt keine mögliche Summierung von lauten Pegeln aus mehreren Kanälen, die zu einem Einsatz der "Downmix-Overload-Protection" führen könnten.
- Es können keinerlei Probleme mit automatischen Stereo-Mixdowns auftreten, beispielsweise bezüglich der Textverständlichkeit.

Theoretisch könnte eine solche Mischung also einfach mit DialNorm -31dBFS und DRC = "None" encodiert werden - gäbe es da nicht ein letztes Problem:

Auch eine Stereo-Mischung wird bei der RF-Mode-Wiedergabe stets um 11dB angehoben! Alle Signale, die (nach einer eventuellen Absenkung durch die DialNorm) noch über -11dB liegen, werden also von der "Downmix-Overload-Protection" weiterhin hart limitiert.

Generell gilt:

-11dB - (Betrag des Spitzenpegels) - (Absenkung durch die DialNorm) = maximale Limitierung bei der RF-Mode-Wiedergabe.

Angenommen, wir möchten aus einer Stereo TV-Mischung, die bei -9dBFS limitiert wurde, ein AC3 erstellen. Wenn wir dieses AC3 beim Encoding mit einem DialNorm-Wert von -29dBFS encodieren, so haben wir: **11dB - (Betrag des Spitzenpegels: 9dB) - (DialNorm-Absenkung: 2dB) = 0dB** verbleibende Limitierung.

Dieses AC3 wird also bei der RF-Wiedergabe keinerlei Limitierung durch die „Overload-Protection“ mehr hervorrufen und kann somit ohne Probleme mit dem DRC-Preset "None" encodiert werden.

Alternativ kann man die TV-Mischung auch schon bei der Mischung im ProTools um 2dB absenken. Somit ist diese Mischung dann bei -11dB limitierte, und könnte dann mit DialNorm -31dB und DRC = "None" encodiert werden. So wurde beispielsweise bei den DVDs der (Stereo) TV-Serie **King of Queens** verfahren.

5.7 Test der fertigen Mischung

Das fertig encodierte AC3 sollte man auf jeden Fall noch einmal auf DVD brennen und überprüfen.

Die wichtigste, weil problematischste Wiedergabesituation ist der Stereo-Mixdown im RF-Mode. Um diesen zu überprüfen, empfiehlt sich beispielsweise die Wiedergabe über einen Software-DVD-Player wie WinDVD oder über den integrierten Software-DVD-Player von Apple. Bei der Wiedergabe habe ich mich persönlich jedoch nicht auf die internen Laptop- oder Computerausprecher verlassen, sondern Kopfhörer verwendet oder Regielautsprecher an den Computer angeschlossen.

Besonderes Augenmerk habe ich jeweils auf die "Problemstellen" des Films gelegt, also besonders auf die lautesten Passagen, bei denen die DRC kräftig eingreifen muss. Hier können am ehesten Probleme mit deutlich hörbaren DRC-Einsätzen oder mit der Text-Unverständlichkeiten auftauchen.

Um auch den Line-Mode zu überprüfen, kann die DVD einfach mit dem privaten DVD-Player mit eingeschalteter Dynamic-Range-Control wiedergegeben werden.

Da im Line-Mode bei der 5.1- und bei der Stereo-Wiedergabe die exakt gleichen Gain-words ausgelesen werden (*siehe Kapitel 2.4.7*), und da das Stereo-Mixdown-Verhalten ja schon mit dem RF-Mode überprüft wurde (*siehe oben*), kann man den Line-Mode auch direkt nur in 5.1 kontrollieren. Ein gesonderter Testdurchgang nur für den Stereo-Mixdown des Line-Modes ist dann meiner Erfahrung nach nicht mehr zwingend notwendig.

5.8 Schritt für Schritt - Anleitung

Im Folgenden eine "Schritt für Schritt Anleitung" zum Erstellen einer Heimkinofassung aus einer 5.1 Kinomischung. Diese Liste fasst die Kapitel 5.2 bis 5.7 noch einmal kompakt "zum Nachschlagen" zusammen:

Vorbereitung:

- Ausgangsmaterial: Die sechs Kanäle der originalen Kinomischung.
- Mischstudio: Ein nicht zu großer Raum mit einem linearen Frequenzgang ohne X-Kurve und mit nur einem Lautsprecher pro Surroundkanal. Es soll keine wiedergabeseitige Absenkung der Surroundkanäle erfolgen, wie es im Kinomischatelier üblich ist.
- Nach Möglichkeit sollte man schon während der Mischung die Möglichkeit haben, durch eine Encoder/Decoder-Kombination wie Dolbys DP569/DP564 die Auswirkungen von Dynamic-Range-Control und Stereo-Mixdowns zu überprüfen. Ist dies nicht möglich, sollten alle Stellen des Films, die kritisch in Dynamik oder Textverständlichkeit sind nach der Mischung testweise encodiert und decodiert werden und insbesondere bei der Stereo-Wiedergabe im RF-Mode genau überprüft werden.

Mischung:

- **Falls nötig generelles globales Anpassen der Dialoglautheit** des Films um einige wenige dB. Als Referenz können hier beispielsweise Mischungen von erfolgreichen, aufwändig produzierten DVD-Titeln gewählt werden, die von der Thematik und vom Dynamikumfang der eigenen Mischung ähneln - denn die möglichen und üblichen Dialoglautheiten von DVD-Mischung unterscheiden sich je nach benötigter Gesamtdynamik der Filme (*siehe Kapitel 3.3.3*).
- Falls es im linear eingemessenen DVD-Mischstudio nötig erscheint, kann der **Frequenzgang** der Kinomischung gegebenenfalls etwas angepasst werden. Dies ist jedoch nicht bei allen Mischungen zwingend notwendig. Ebenso können die **Surroundkanäle** eventuell etwas abgesenkt werden, falls sie als zu laut erlebt werden. Auch diese Änderungen sollten dann grundsätzlich global für den gesamten Film geschehen, um nicht den Verlauf und die Dramaturgie der eigentlichen Mischung zu beeinträchtigen.
- **Verringerung der Dynamik durch einen Multiband-Kompressor im Master**, der in drei bis vier unabhängigen Bändern jeweils Pegelspitzen oberhalb des normalen Dialoglevels abfängt. Ein gutes PlugIn für diese Aufgabe ist beispielsweise der "C4" von Waves. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass

normale Dialoge in keinem Frequenzband permanent vom Kompressor beeinflusst werden - denn ansonsten könnte der generelle Sprachklang der Mischung verändert werden.

- Falls der Film eine eher große Dynamik hat, können die lautesten Passagen des Films **mit dem Fader nochmals um 3dB oder 4dB abgesenkt** werden. Dies entlastet später bei der komprimierten Wiedergabe die Dynamic-Range-Control und verringert damit die Hörbarkeit der Dynamikreduktion.
- Es kann noch immer einzelne Stellen geben, bei denen die Dynamic-Range-Control, gerade im RF-Mode, weiterhin Probleme bereitet. Dies sind häufig z.B. kurze Impulse über ansonsten gleichbleibender Musik, denn solche Signale können zu einem deutlich hörbaren "Pumpen" der Musik führen. In solchen Fällen hilft entweder ein weiteres globales absenken der ganzen Szene oder ein **kurzzeitiges Absenken der jeweiligen Impulse**, die das "Pumpen" verursachen - beispielsweise mit Hilfe der Volumeautomation im ProTools. Dies stellt jedoch einen deutlichen Eingriff in die Mischung dar und sollte wirklich nur in Ausnahmefällen angewandt werden.
- In Szenen, bei denen die Dialoge mit lauter Musik und mit Soundeffekten konkurrieren, kann es beim Stereo-Mixdown zu Problemen mit der Textverständlichkeit kommen. Hier half mir oft ein **Anheben des Center-Kanals** um einige wenige dB.

Encoding

- **DialNorm - Wert entsprechend der Abhörlautstärke bei der Mischung wählen:** Bei Mischungen in der auf 79dBspl eingemessenen 4201 habe ich persönlich mit einer DialNorm von -31dBFS gute Erfahrungen gemacht. Dienten als Referenz für die Abhörlautstärke hingegen Mischungen von DVDs, die mit einer DialNorm von -27dBFS encodiert wurden, so sollte man im Encoding ebenfalls -27dBFS einstellen.
- **Line-Mode DRC-Preset "Film-Light"**. Wenn die Originaldynamik des zu encodierenden Materials so gering ist, dass sich kein Zuschauer, auch nicht bei der abendlichen Wiedergabe im Wohnzimmer, gestört fühlen könnte, kann im Line-Mode auch DRC = "None" gewählt werden.
- **RF-Mode DRC-Preset "Film-Light"**, oder, wenn dabei zu große Probleme mit der "Overload-Protection" auftreten, auch alternativ "Film Standard".

Encoding von Stereo-Mischungen mit eher geringer Dynamik

- Hier muss nur beachtet werden, dass es im RF-Mode trotz der 11dB Pegel-
hebung nach Möglichkeit nicht zum Einsatz des "Downmix-Overload-Protection-
Limiters" kommt. Daher sollte die Mischung bei -11dBFS limitiert werden oder
mit Hilfe des DialNorm-Parameters entsprechend weit abgesenkt werden.

Test der Mischung

- **Test des AC3s in Stereo im RF-Mode**, beispielsweise bei der Wiedergabe
über einen Software-DVD-Player.
- **Test des AC3s im Line-Mode**, beispielsweise bei der Wiedergabe über einen
handelsüblichen DVD-Player, wenn möglich in 5.1.

6 Ein Hörversuch mit der soeben erstellten Mischung

6.1 Zielsetzung

Nachdem ich, basierend auf den Erkenntnissen der Kapitel 3 und 4, nun eigene Heimkinofassungen erstellt habe, die den eingangs definierten Qualitätsmerkmalen meiner Meinung nach entsprechen, war es Zeit für einen Hörversuch:

Funktioniert eine Heimkinofassung, die so erstellt wurde, wie von mir im Kapitel 5 beschrieben, tatsächlich **besser** als eine Heimkinofassung bei der einfach nur die unbehandelte Kinomischung mit dem DRC-Preset "Film Standard" encodiert wurde?

Als Probanden für diesen Test dienten mir freundlicherweise 14 Kommilitonen bzw. Absolventen aus dem Studiengang Ton der HFF, also durchweg Hörer, die mit Begriffen wie Dynamikumfang, Klangbild oder mit der Hörbarkeit von Kompressor- und Limitereinsätzen vertraut waren.

6.2 Versuchsaufbau und Fragestellung

Für den Hörversuch habe ich einige vom Dynamikumfang her besonders problematische Stellen aus den DVDs von **Männerherzen** und **Short Cut to Hollywood** ausgesucht. Bei beiden DVDs bin ich in meiner Analyse zu dem Schluss gekommen, dass hier einfach die unbehandelte Kinofassung mit dem DRC-Preset "Film Standard" encodiert wurde. Bei der DVD von **Short Cut to Hollywood** konnte ich diesen Verdacht auch durch einen Vergleich mit der mir vorliegenden Originalmischung bestätigen.

In einem ersten Durchgang spielte ich den Probanden die originale DVD-Fassung mit komplett deaktivierter DRC-Kompression in 5.1 vor. Dabei war die Fragestellung, ob diese für eine Heimkinoumgebung tatsächlich eine "zu große" Dynamik besitzt.

Anschließend bekamen die Probanden zwei verschiedene Versionen einer dynamikbegrenzten Fassung zu hören:

- Für **Version 1** habe ich die originale Mischung ohne weitere Bearbeitung mit dem DRC-Preset "Film Standard" encodiert. Als DialNorm wählte ich bei **Männerherzen** -31dBFS und bei **Short Cut to Hollywood** -27dBFS. Dies waren exakt die Einstellungen der kommerziellen DVD-Produktionen - genau so, wie sie auf den im Laden erhältlichen DVDs zu finden sind.
- Für **Version 2** habe ich, wie im Kapitel 5 beschrieben, die originale Kinomischung für die DVD optimiert, also die Dynamik mit Fader und Multiband-Kompressor etwas eingeschränkt und an einigen Stellen den Center etwas angehoben, um die Textverständlichkeit zu verbessern. Beim Encoding habe ich anschließend das DRC-Profil "Film-Light" für Line- und RF-Mode verwendet.

Diese Fassungen spielte ich den Probanden in 5.1 mit voller Line-Mode-Kompression sowie in Stereo mit voller RF-Mode-Kompression vor²⁸.

Dabei war die Fragestellung, welche Fassung den Probanden insgesamt besser gefällt und in welcher der beiden Fassungen der verbliebene Dynamikumfang als "angenehmer" erlebt wird, wobei sowohl die dramaturgischen Intentionen des Films als auch die Heimkino-Wiedergabesituation berücksichtigt werden sollte. Außerdem sollten die Probanden angeben, in welcher Version sie das generelle Klangbild als angenehmer empfanden, und an welchen Stellen sie den Eingriff der Dynamikbegrenzung besonders störend bemerkten.

Für die 5.1-Line-Mode-Wiedergabe wurde die Test-DVD von einem *Samsung BD-P3600* DVD-Player decodiert und von der Consumer-Heimkino-Anlage *SEG DVH-70* wiedergegeben. Für die Stereo-Wiedergabe im RF-Mode diente mir der integrierte Apple-Software-DVD-Player in einem MacBook, dessen analoges Stereo-Ausgangssignal über ein Klinke/Cinch - Kabel an kleine *Edirol*-Aktivlautsprecher geschickt wurde.

²⁸Im Line-Mode unterscheidet sich das DRC-Verhalten zwischen Stereo und 5.1 nicht, solange die DRC-Kompression nicht skaliert wird (*siehe Kapitel 2.4.8*). Im RF-Mode unterscheidet sich das DRC-Verhalten zwischen Stereo und 5.1 grundsätzlich nicht.

6.3 Ergebnisse

6.3.1 Unkomprimierte Wiedergabe:

In einem ersten Test sollten die Probanden den Dynamikumfang der komplett unkomprimierten Kinofassung beurteilen: Dafür deaktivierte ich am *BD-P3600* die "Dynamic-Range-Control" durch ein Skalieren aller Gainwords auf 0% - was bei einer 5.1 Wiedergabe ja möglich ist.

Um den Dynamikumfang der unkomprimierten Fassung korrekt zu beurteilen, sollten sich die Probanden vorstellen, sie würden diese DVD abends um 20 Uhr in ihrem Wohnzimmer betrachten.

Während der ersten längeren Dialogpassage sollten sich die Probanden eine passende Abhörlautstärke wählen. Anschließend folgten drei lautere Szenen, bei denen die Probanden berichten sollten, ob sie diese Actionpassagen in der Lautheit "genau richtig" fanden, oder ob sie den Wunsch hatten, die Lautstärke etwas herunterzuregeln, sei es aus "Rücksicht den Nachbarn gegenüber", oder aus dem persönlichen Empfinden heraus.

Dabei gaben 57% an, dass sie die Lautstärke der Actionpassagen "genau richtig" fanden, während 43% angaben, dass sie die entsprechenden Passagen gerne etwas leiser geregelt hätten, zumindest angesichts des nachbarschaftlichen Friedens. Viele dieser Probanden erwähnten, dass sie diese große Dynamik für manche Wiedergabesituationen als durchaus passend empfanden, aber eben nicht für alle:

Unkomprimierte Fassung		
Dynamik zu gering		0%
Dynamik genau richtig		57%
Dynamik etwas zu groß		43%

Grundsätzlich scheint also die Möglichkeit zu einer variablen Dynamikreduktion durchaus gewünscht zu sein, selbst bei meiner Probandengruppe, die ja als Tonmeisterstudenten allesamt aus dem Kino an eine große Dynamik und hohe Abhörlautstärken gewohnt sind.

Nun betrachten wir also die Ergebnisse der dynamikreduzierten Versionen:

6.3.2 Wiedergabe in 5.1 im Line-Mode:

Im Line-Mode wurde die leichter komprimierte **Version 2** im Gesamteindruck von ALLEN Probanden als "etwas besser" oder als "deutlich besser" beurteilt:

Gesamteindruck		
Version 1 eindeutig "besser"		0%
Version 1 etwas "besser"		7%
Beide Versionen gleich		7%
Version 2 etwas "besser"		28%
Version 2 eindeutig "besser"		75%

Bei der Frage nach der Dynamik der beiden Mischungen gaben alle Befragten an, dass sie die Actionszenen in **Version 2** lauter erlebten.

86% der Befragten bewerteten dies als eindeutig positiv, also als "der Dramaturgie des Filmes und der Wiedergabesituation angemessener", wobei zwei Probanden selbst die Dynamik in **Version 2** noch zu gering war. Lediglich zwei Befragte empfanden die sehr geringe Dynamik von **Version 1** als angemessener für eine typische heimische Wiedergabeumgebung:

Dynamikbereich		
Version 1 eindeutig "besser"		0%
Version 1 etwas "besser"		14%
In beiden Versionen zu gering		14%
Version 2 etwas "besser"		0%
Version 2 eindeutig "besser"		72%

Gleichzeitig erlebten 100% der Befragten die Kompressionsartefakte in **Version 2** als geringer oder sogar deutlich geringer. Das Klangbild der Action-Szenen wurde als "natürlicher", "luftiger" oder "klarer" beschrieben:

Klangbild + Kompressionsartefakte		
Version 1 eindeutig "besser"		0%
Version 1 etwas "besser"		0%
Beide Versionen problematisch		7%
Version 2 etwas "besser"		21%
Version 2 eindeutig "besser"		72%

Diese positive Wahrnehmung ist sicherlich nicht nur der "Film Light"-Komprimierung zuzuschreiben, sondern auch der Multiband-Kompression, die besonders bei basslastigen Passagen viele tiefe Frequenzen absenkte, wodurch die Kompression an diesen Stellen weniger stark eingreifen musste. Folglich blieb mehr Platz für die hochfrequenten Anteile, was die generelle Präsenz des Klangbildes verbesserte. Gleichzeitig werden durch die geringere Kompression auch kleinere Soundeffekte oder Foleys weniger abgesenkt, bleiben somit hörbar und tragen zu "Klarheit" oder "Durchsichtigkeit" der Szene bei.

Angesichts des besseren Klangbildes entschieden sich daher auch die beiden Probanden denen die geringe Dynamik von **Version 1** etwas besser gefiel (*siehe oben*) beim "Gesamteindruck" dann doch für **Version 2**.

6.3.3 Wiedergabe im RF-Mode:

Im RF-Mode waren die Unterschiede zwischen den beiden Versionen geringer, was sich auch in den Antworten meiner Probanden widerspiegelte.

Ein Teil des zusätzlichen Pegels und des besseren Klangeindrucks, der durch die Verwendung des "Film Light"-Algorithmus entstand, wird ja durch die zusätzliche "Overload-Protection" des RF-Modus wieder zunichte gemacht, wie ich in Kapitel 5.5.3 schon erwähnt habe.

Daher haben auch die meisten Probanden im Hörversuch beim RF-Mode **in beiden Versionen** vereinzelte Kompressionsartefakte und einige Einbußen im Klangmaterial feststellen können.

Diese Kompressionsartefakte traten jedoch verständlicherweise an unterschiedlichen Stellen im Material auf: In **Version 1** waren dies vor allem die Stellen, an denen die "Film Standard"-Kompression zu stark eingriff. Es handelte sich also größtenteils um dieselben "Problemstellen" wie bei der Line-Wiedergabe. In **Version 2** hingegen störten sich die Probanden vor allem an Stellen, an denen kurze Signalspitzen die "Overload-Protection" ansprachen.

Die allermeisten Probanden erlebten die Hörbarkeit von störenden Kompressionsartefakten jedoch bei **Version 2** als geringer. Viele Probanden gaben auch an, das Klangbild in **Version 2** auch im RF-Mode präserter, "klarer" oder "durchsichtiger" zu erleben, was wohl auch hier vor allem der Arbeit des Multiband-Kompressors bei der DVD-Mischung zu verdanken ist (*siehe oben*).

Klangbild + Kompressionsartefakte		
Version 1 eindeutig "besser"		0%
Version 1 etwas "besser"		7%
Beide Versionen gleich		14%
Version 2 etwas "besser"		58%
Version 2 eindeutig "besser"		21%

Auch beim RF-Mode-Gesamteindruck entschieden sich 93% der Probanden für **Version 2**. Viele Probanden erwähnten allerdings, dass sie den Unterschied zwischen den beiden Versionen etwas geringer erleben als bei der Line-Mode-Wiedergabe:

Gesamteindruck		
Version 1 eindeutig "besser"		0%
Version 1 etwas "besser"		7%
Beide Versionen gleich		28%
Version 2 etwas "besser"		35%
Version 2 eindeutig "besser"		28%

6.4 Fazit

Version 2, eine sorgfältig in der Dynamik eingeeengte und an einigen Stellen auch im Kanalverhältnis optimierte Mischung, die mit dem DRC-Preset "Film Light" encodiert wurde, gefiel der überwiegenden Mehrzahl meiner Probanden im Hörtest **besser** als **Version 1**, bei der einfach nur die originale Kinomischung mit dem DRC-Preset "Film-Standard" encodiert wurde.

Version 2 verfügte bei der voll komprimierten Line-Mode-Wiedergabe über eine immer noch große Dynamik, so dass die dramaturgischen Intentionen des Filmes noch zu spüren sind. Dennoch war die Dynamik im Vergleich zur Originalmischung so weit eingeeengt, dass keiner meiner Probanden mehr Probleme bei der heimischen Wiedergabe befürchtete.

Gleichzeitig hat sich im Hörversuch gezeigt, dass die problematischsten Stellen einer Kinomischung sehr sorgfältig angepasst werden müssen, damit die Heimkinofassung auch bei der Wiedergabe im RF-Mode ohne hörbare Regelvorgänge zu genießen ist. Doch auch hier gefiel die aufwändig erstellte **Version 2** der überwiegenden Mehrzahl meiner Probanden besser, als die unaufwändiger erstellte **Fassung 1**.

Es lohnt sich also tatsächlich, einen gewissen Aufwand in die Mischung und das Encoding der Heimkinofassung zu investieren!

7 LPCM- und dts-Encoding

Es gibt noch zwei weitere Tonformate, die auf DVDs und BluRay-Disks zu finden sind:

7.1 LPCM

Auf einer LPCM-Tonspur (*Linear Pulse Code Modulation*) befinden sich die originalen digitalen Audiodaten ohne jede Form von Datenreduktion. Folglich ist die Bitrate dieses Tonformates verhältnismäßig hoch.

Aus diesem Grund gibt es das LPCM-Tonformat auf der DVD nur in der Kanalkonfiguration "Stereo 2.0" mit 48kHz und 16Bit. Auf der BluRay-Disk sind hingegen bis zu 8 Tonkanäle, 24Bit Auflösung und eine Samplerate bis zu 196kHz möglich. Letzteres allerdings nur bis maximal 6 Kanäle, da ansonsten selbst auf der BluRay-Disk die Datenrate knapp würde. Ein LPCM-Datenstrom auf der BluRay-Disk kann eine Datenrate von bis zu 27,648Mbps haben.

Da es sich um die reinen Audiodaten handelt, gibt es bei LPCM auch keinerlei Metadaten, folglich auch keine DialNorm oder Dynamic-Range-Control-Gainwords. Es gibt beim LPCM auch keinen "RF-Mode", so dass die eigene Mischung also nicht auf manchen Systemen plötzlich stark Limitiert und um 11dB angehoben wiedergegeben wird. Im Gegenteil: Was auch immer man gemischt hat, wird exakt so bei allen Zuschauern dieser Welt wiedergegeben werden.

Will man also eine Tonspur im LPCM-Format auf DVD oder BluRay-Disk bringen, so muss man sich bei der Erstellung der Heimkino-Mischung einmalig für **einen** passenden Dynamikumfang entscheiden, der dann für sämtliche Nutzer in allen Wiedergabesituationen funktionieren muss. Eine "variable Dynamik", mit all ihren Vorteilen für die Nutzer und all ihren potentiellen Problemen für den Tonmeister, gibt es hier nicht.

7.2 dts

Das **dts-Tonformat** ist schon seit vielen Jahren ein Konkurrent von Dolby auf dem Heimkinomarkt. Während dts auf der DVD noch den großen Nachteil hatte, kein "Mandatory Audio Format" zu sein, also niemals alleine auf einer DVD erscheinen konnte, sind die Dolby-Tonformate und **dts** auf der BluRay-Disk nun gleichberechtigt (*siehe Kapitel 1.3.2*). Für die BluRay-Disk gibt es optional auch eine verlustfreie dts-

Variante namens "dts-HD Master Audio".

Der Hauptunterschied zwischen AC3 und dts liegt in der verwendeten Datenreduktionstechnologie. Dts hat hier eine deutlich höhere Datenrate von bis zu 1509kbit/sec im Gegensatz zu den maximal 448kbit/sec, die AC3 auf der DVD-Video belegt.

Ob ein dts-Encoding aufgrund seiner höheren Datenrate wirklich "anders" oder "besser" klingt, als ein AC3, kann und soll an dieser Stelle nicht weiter erörtert werden. Beide Hersteller verweisen auf diverse Hörversuche, bei denen jeweils ihr eigenes Tonformat als Sieger hervor gegangen ist, die aber verständlicherweise nur begrenzt aussagekräftig sind.

Deutliche Unterschiede zeigen sich jedoch bei der Metadatenutzung der beiden Formate:

Es gibt innerhalb des dts-Datenstroms theoretisch Platz für pegelabsenkende oder pegelanhebende Koeffizienten, ähnlich den "Gainwords" im AC3-Standard: Zu Beginn eines jeden Sub-Frames im dts Datenstrom gibt es ein Datenbit namens "Embedded-Dynamic-Range-Flag".

Ist dieses aktiviert, so folgt eine Pegelanhebung oder Pegelabsenkung des entsprechenden Sub-Frames gemäß eines 8 Bit langen Datenwortes. Die Absenkung oder Anhebung ist im Bereich von -32dB bis +32dB möglich (*[ETSI02], Seite 14 und Seite 50*).

In der Praxis bieten die handelsüblichen dts-Encoder derzeit allerdings keine Option, diese Dynamic-Range-Control zu nutzen! Nicht einmal der aktuellste offizielle dts-Encoder, die "dts-Master-Audio-Suite" bietet eine Möglichkeit, das "Embedded-Dynamic-Range-Flag"-Datenbit zu aktivieren und somit Dynamic-Range-Koeffizienten zu erzeugen.

Ebenso verfügt jeder dts-Datenstrom über einen DialNorm-Parameter. Dieser ist jedoch, anders als bei Dolby Digital, in den Encodern stets auf -31dBFS voreingestellt, also auf einen Wert, der zu keinerlei Absenkung führt.

Da es bei dts weder DRC-Presets gibt, noch einen "RF-Mode" mit einer globalen Pegelanhebung, gibt es auch keinen wirklichen Grund, den DialNorm-Parameter jemals auf einen anderen Wert als -31dBFS zu stellen. Der Hersteller weist auch in mehreren Dokumenten und Bedienungsanleitungen darauf hin, das man diesen Parameter stets auf -31dBFS belassen sollte, was ihn praktisch deaktiviert.

Sinnvoll könnte man diesen Parameter höchstens einsetzen, um die Lautstärke einer dts-Tonspur an eine, parallel auf der DVD befindliche AC3-Tonspur anzupassen.

Somit verhalten sich die dts-Tonformate bezüglich der "Dynamic-Range-Control" und der DialNorm praktisch genau wie die LPCM-Formate: Die encodierte Mischung wird in

jeder Wiedergabesituation stets mit der vollen Originaldynamik wiedergegeben.

Dies befreit den Tonmeister natürlich von einer Menge potenzieller Probleme: Es gibt keine Notwendigkeit, die Mischung für DRC-Presets wie "Film Light" oder "Film Standard" zu optimieren, und es gibt keinen RF-Mode, mit seiner globalen +11dB Anhebung, die immer wieder zu großen Problemen führen kann.

Man muss also auch hier lediglich während der Mischung entscheiden, welche Dynamik die Heimkino-Fassung haben soll - und schon wird der Film auf allen dts-Systemen mit genau dieser Dynamik wiedergegeben.

8 Anhänge

Technische Vorgehensweise meiner Untersuchung zum Wiedergabeverhalten der AC3-Decoder (Kapitel 2):

a) Einleitung

Es folgt nun die Beschreibung meiner technischen Vorgehensweise bei den Testton-Versuchen mit Consumer-AC3-Decodern. Die Ergebnisse dieser Tests flossen in die Kapitel 2.2 bis 2.6 mit ein. Sie ermöglichten beispielsweise die detaillierten Angaben zum Wiedergabeverhalten von AC3-Decodern im Kapitel 2.4.9 und 2.5.2.

Im Rahmen dieser Arbeit konzentrierte ich mich vor allem auf drei Qualitätsmerkmale von Heimkinofassungen: Eine "variable Dynamik", eine möglichst hohe Lautheit und eine gute Stereo-Mixdown-Kompatibilität (*siehe Kapitel 1.4*). Daher lag auch der Fokus meiner Testton-Versuche vor allem auf Metadaten-Parametern, die mit diesen Merkmalen im Zusammenhang stehen.

b) Meine Testreihe von AC3-Decodern

Für meine Tests habe ich versucht, das gesamte Spektrum von Consumer-AC3-Decodern abzudecken, mit denen sich Nutzer für gewöhnlich ihre DVDs ansehen. Dabei waren einige verbreitete Software-DVD-Player, ein günstiger Standalone-DVD-Player ohne eigenen 5.1-Ausgang sowie zwei teurere DVD-Player mit integrierten analogen 5.1-Ausgängen.

- **Software-DVD-Player WinDVD und CyberDVD:** Software für Windows Computer, die beispielsweise beim Kauf von PCs oder von DVD-Laufwerken mitgeliefert wird. Auch Windows-Nutzer, die mit dem vorinstallierten "Windows Media Player" eine DVD ansehen möchten, werden zunächst auf eine Webseite verwiesen, auf der unter anderem die beiden Software-DVD-Player WinDVD und CyberDVD für die DVD-Wiedergabe empfohlen werden. Nach der Installation eines dieser Programme nutzt dann auch der "Windows Media Player" **dessen** AC3-Decoding-Modul. Die Zuschauer decodieren ihre AC3s also selbst dann

häufig mit WinDVD oder CyberDVD, wenn sie den mitgelieferten "Windows Media Player" benutzen. Man kann daher davon ausgehen, dass zahlreiche Windows-Nutzer ihre DVDs am Computer mit einer dieser beiden Programme betrachten.

- **Software-DVD-Player AppleDVD:** Ein mit dem Betriebssystem Apple OSX mitgelieferter Software-DVD-Player, der erfahrungsgemäß von fast allen Apple-Nutzern verwendet wird, wenn sie eine DVD auf dem Computer betrachten möchten.
- **Standalone-Player e-max AS604:** Ein besonders preisgünstiger Consumer-DVD-Player ohne analogen 5.1-Ausgang. Decodierte Audio-Signale können hier nur in Stereo über den Cinch-Ausgang oder den Scart-Ausgang wiedergegeben werden, der interne Decoder arbeitet also **immer** automatisch im Stereo-Mixdown-Modus. Eine 5.1-Wiedergabe ist nur möglich, indem über den Digitalausgang der AC3-Datenstrom an einen externen Decoder gesendet wird.
- **Standalone-Player DK Digital DVD228 und Samsung BD-P3600:** Zwei Consumer-DVD-Player mit internen 5.1-Analogausgängen (Cinch). Die internen Decoder dieser Player können also sowohl im 5.1-Modus als auch im Stereo-Mixdown-Modus arbeiten.
- **Dolby DP 564:** Der offizielle AC3-Decoder von Dolby, der sämtliche Wiedergabe-Modi beherrscht und alle Optionen umsetzen kann, die im AC3-Standard vorgesehen sind.

Bei den Software-DVD-Playern sowie beim e-max AS 604 habe ich die Tests hardwarebedingt nur in Stereo durchgeführt, bei den anderen Testgeräten habe ich die Tests in Stereo und in 5.1 durchgeführt.

c) Test, ob der AC3-Encoding / Decoding Prozess pegelverändernde Artefakte mit sich bringt

In einem ersten Test habe ich zunächst überprüft, ob meine Testtöne tatsächlich unverfälscht wiedergegeben werden, wenn sie mit **DialNorm -31dBFS** und **DRC = None** (siehe Kapitel 2.3 und 2.4.2) encodiert, anschließend auf DVD gebrannt, wiedergegeben und im ProTools aufgezeichnet werden. Es könnte ja theoretisch sein, dass schon allein durch die Datenreduktion des AC3-Encodings deutliche Veränderungen an den Pegeln oder an den Dynamikverhältnissen zu beobachten sind.

Für den entsprechenden Test habe ich eine DVD erstellt mit 1kHz Sinus-Tönen auf L,

C, R, Ls, Rs und einem 100hz Sinus auf dem LFE-Kanal sowie anschließend noch weißem Rauschen auf allen Kanälen.

Nachdem ich zunächst anhand des ersten Testtons (-30dBFS) die Eingangsverstärkung am ProTools so eingestellt habe, dass auf allen ProTools-Kanälen ein Peaklevel von -30dBFS anlag²⁹, habe ich überprüft, ob alle folgenden Testtöne (-20dBFS, -10dBFS, 0dBFS) das korrekte Pegelverhältnis untereinander beibehalten und auch ohne sonstige Veränderungen im ProTools ankommen.

Dabei zeigte sich, dass die Sinus-Testtöne wirklich ohne jede Einschränkung wieder korrekt im ProTools ankommen, während das weiße Rauschen im AC3 Encoding/Decoding Prozess einen High-Cut bei ca. 18khz bekommt³⁰, was dann auch die Peaklevels des Signals unregelmäßig macht. In einem anschließenden Test führt dann weißes Rauschen, das ich schon **vor** dem Encoding bei 17khz steilflankig filterte, zu Peaklevels, die bis auf 0,3 dB den Originalpegeln entsprachen. Die beobachteten Pegelabweichungen scheinen also tatsächlich ausschließlich mit dem High-Cut des AC3-Encoding zusammen zu hängen.

Dennoch habe ich bei meinen folgenden Tests nur noch Sinustöne im Bereich 100hz bis 4khz verwendet, also in einem Bereich, in dem keinerlei Beeinflussung der Pegelverhältnisse durch den Encoding/Decoding - Prozess zu beobachten war.

d) Einmessen der AC3-Decoder am ProTools

Mit der folgenden Testton-DVD habe ich vor jedem Test die Eingangsverstärkung am ProTools an den Ausgangspegel des jeweiligen Decoders angepasst:

- **1khz Sinus-Testton**, nacheinander auf L, C, R, Ls, Rs. Anschließend **100hz Sinus-Testton** auf LFE.
- Alle Töne bei -30dBFS, -20dBFS, -10dBFS und 0dBFS
- **DialNorm = -31dBFS**
- **DRC = None.**
- Alle anderen Metadaten-Einstellungen wurden wenn möglich deaktiviert oder ansonsten auf dem Default-Wert belassen.

Anhand dieser Referenz-DVD habe ich die Eingangsverstärkung im ProTools so ein-

²⁹ alle Peaklevel sind hier direkt mit der Kanal-Pegelanzeige im ProTools gemessen, die mit einer Integrationszeit von 1 Sample arbeitet.

³⁰ Getestet mit einer FFT-Analyse des aufgezeichneten Materials.

gestellt, dass die im ProTools Kanalzug anliegenden dBFS - Werte exakt den ursprünglichen dBFS - Werten im Ausgangsmaterial entsprachen³¹.

Für diejenigen AC3-Decoder, die ich nur in Stereo getestet habe, habe ich zum Einmessen nur die Testtöne der Kanäle L und R benutzt, da diese bei beiden vorgesehenen AC3-Stereo-Mixdown-Algorithmen nicht in Pegel oder Phase verändert werden (*siehe Kapitel 2.5.1*).

Der Testton auf dem Center-Kanal diente mir in diesem Fall nur zur Überprüfung, ob auch wirklich ein Stereo-Mixdown stattfindet: In diesem Fall müssen beim LtRt wie beim LoRo die Testtöne vom Center-Kanal um 3dB abgesenkt gleichphasig auf L und R erklingen.

e) Test-DVD zum Überprüfen des Dynamic-Range-Control - Verhaltens

Mit den folgenden Testton-AC3s habe ich das Verhalten der AC3-Decoder bezüglich der Parameter "Dynamic-Range-Control" (*siehe Kapitel 2.4*) und DialNorm (*siehe Kapitel 2.3*) überprüft:

- **Sinus-Testtöne** mit -40dBFS, -30dBFS, -20dBFS, -15dBFS, -10dBFS und 0dBFS, nacheinander auf L C R Ls Rs (1kHz) und LFE (100Hz).
- Sinus-Testtöne **gleichzeitig auf L C R** sowie **gleichzeitig auf allen Kanälen** (jeweils 1kHz, LFE mit 100Hz). Damit wollte ich zunächst überprüfen, ob die Dynamic-Range-Control immer die Summe aller Kanäle bearbeitet, oder ob in manchen Fällen auch nur einzelne Kanäle angehoben oder abgesenkt werden. Wie sich herausstellte, ist stets ersteres der Fall. Außerdem konnte ich mit solchen Signalen auch die Arbeitsweise der "Downmix-Overload-Protection" (*siehe Kapitel 2.4.7*) beobachten.
- Durchgehender -30dBFS Sinus-Ton auf L+R (500Hz), mit kurzen 1kHz Sinus-Tönen von einer und von zwei Sekunden Dauer mit -20dBFS, -10dBFS und 0dBFS. Auch in dieser Situation senkt die Dynamic-Range-Control stets alle Kanäle gleich stark ab. Dadurch kann man am Pegelverlauf der durchgehenden Sinus-Töne gut die Attack- und Releasezeiten der automatischen Dynamikreduktion ablesen (*siehe Kapitel 2.4.5*).
- Alle Testtöne encodierte ich mit den DRC-Presets **None**, **Film-Light** und **Film-**

³¹ jeweils wieder mit der Kanal-Pegelanzeige im ProTools gemessen, also mit 1 Sample Integrationszeit.

Standard jeweils mit DialNorm **-31dBFS** und **-27dBFS**.

- Eine weiteres AC3 encodierte ich mit **unterschiedlichen Presets für RF-Mode und für Line Mode** (RF-Mode = "Film Standard" und Line-Mode = "None"). Mit diesem AC3 konnte ich erkennen, wann ein Decoder den Line-Mode ausliest und wann den RF-Mode.

f) Test-DVD zum Überprüfen des Stereo-Mixdown - Verhaltens

Die folgenden Testton-AC3s habe ich auf DVDs gebrannt, um damit das Verhalten der AC3-Decoder bezüglich der automatischen Stereo-Mixdowns (*siehe Kapitel 2.5*) zu überprüfen:

- Sinus-Testtöne mit -30dBFS, die **nacheinander** auf L, C, R, Ls, Rs (1khz) und LF (100hz) erklingen. Hier kann man ablesen, mit welchen Pegelabsenkungen die einzelnen Kanäle auf Links und Rechts summiert werden.
- Sinus-Testtöne, die **gleichzeitig mit unterschiedlichen Frequenzen auf allen Kanälen** erklingen: L mit 500hz, R mit 1khz, C mit 2khz, Ls mit 3khz, Rs mit 4khz und LFE mit 100hz. Durch die unterschiedlichen Frequenzen kann man nach dem Aufzeichnen des Signals im ProTools feststellen, welche Anteile des Stereo-Mixdowns von welchem Kanal stammen.
- Sinus-Testtöne **nur auf den Surroundkanälen**, 1khz auf Ls und 2khz auf Rs. So konnte ich sehen, ob der Decoder einen LoRo Mixdown erstellt (d.h. Ls geht nur auf den linken Frontkanal und Rs geht nur auf den rechten Frontkanal) oder ob ein LtRt erstellt wird (d.h. Ls und Rs werden **summiert**, anschließend phasenverschoben und auf L und R geschickt).
- Diese DVD wurde mit **DialNorm -31dBFS** und **DRC = None** encodiert, um einen Einfluss der DialNorm und der automatischen Dynamikreduktion weitestgehend zu vermeiden.

Technische Vorgehensweise bei meiner Analyse kommerzieller DVD-Produktionen (Kapitel 3):

g) Aufzeichnen der originalen Mischungen im ProTools

Um meine Untersuchungen durchführen zu können, wollte ich zunächst die dem AC3 zugrundeliegenden original 5.1-Mischungen im ProTools aufzeichnen, also ohne jegliche Beeinflussung durch AC3-Metadaten wie DialNorm oder Dynamic-Range-Control. Dafür kalibrierte ich, wie im Anhang d) beschrieben, den Dolby DP564 Decoder aus dem Mischatelier der HFF. Dieser bietet als einziger Decoder die Möglichkeit, AC3s ohne jede Beeinflussung durch Metadaten zu decodieren: Dazu muss das Gerät auf **Bypass** gestellt werden. (Shift + Esc Taste). Der DP564 decodiert dann weiterhin den anliegenden AC3-Datenstrom, ignoriert aber alle Gainwords und führt auch keine Pegelabsenkung gemäß des DialNorm - Parameters durch ([DODP02], Seite 3-3). Auf diese Weise ist es möglich, im ProTools exakt die **originale** Mischung aufzuzeichnen, so wie sie zum Erstellen des AC3s verwendet wurde.

h) Ablesen des DialNorm-Wertes und Rückschlüsse auf die ursprünglich verwendeten DRC-Presets

Nun wollte ich natürlich wissen, welcher DialNorm-Wert und welches DRC-Preset (also z.B. "Film Light" oder "Film Standard") beim Encoding der untersuchten DVDs verwendet wurden.

Während der verwendete DialNorm-Wert ganz einfach am DP564 abzulesen ist, kann man die Information über das verwendete DRC-Preset leider nicht einfach im Datenstrom ablesen. Das DRC-Preset wird ja, wie in Kapitel 2.4.3 beschrieben, nur beim **Encoding** benötigt, um einmalig die Gainwords zu kalkulieren. Sobald die Gainwords berechnet sind, ist die Information, welches Preset dafür verwendet wurde, nicht mehr relevant und wird daher auch nicht im AC3-Datenstrom übertragen.

Mit folgender Methode ist es dennoch möglich, die verwendeten DRC-Presets nachträglich noch herauszufinden:

Der DP564 Decoder zeigt permanent die aktuell ausgelesenen Werte der Gainwords für Line-Mode und RF-Mode an. Man kann also jederzeit ablesen, um wie viele dB das Signal zu einem jeden Zeitpunkt gerade angehoben oder abgesenkt wird.

In einem ersten Durchgang habe ich daher die zu untersuchenden DVDs über den DP564 decodieren lassen und an einer Reihe von exemplarischen Stellen die Werte der Gainwords notiert. Im nächsten Schritt schickte ich die vorher (*siehe Anhang g*) aufgezeichneten **Originalmischungen** vom ProTools in den DP569 Encoder und von dort in den DP564 Decoder.

Am DP569 habe ich zunächst den korrekten DialNorm-Wert der originalen DVD eingestellt und anschließend alle DRC-Presets ausprobiert, bis das Preset gefunden war, bei dem der DP569 Gainwords errechnete, die genau den vorher notierten Gainwords der originalen DVD entsprachen.

i) Aufzeichnen der decodierten Mischung

Natürlich wollte ich auch vergleichen, wie die unterschiedlichen DVDs "beim Zuschauer" klingen, also bei der Wiedergabe mit DialNorm und DRC, so wie es in handelsüblichen Consumer-Decodern der Fall ist.

Da sich vergleichbare AC3-Decoder in ihrem Wiedergabeverhalten alle sehr stark ähneln (*siehe auch Kapitel 2.4.9*), war es nicht nötig, mehrere unterschiedliche AC3-Decoder in diesen Test einzubeziehen. Stattdessen habe ich einfach die vier häufigsten Wiedergabesituationen vom DP564-Decoder "simulieren" lassen und dessen Ausgangssignal im ProTools aufgezeichnet.

Diese Wiedergabesituationen waren:

- Wiedergabe in 5.1 im Line Mode mit voller Anwendung der Kompression.
- Wiedergabe in Stereo im Line Mode mit voller Anwendung der Kompression.
- Wiedergabe im RF-Mode in Stereo mit voller Anwendung der Kompression.
- Wiedergabe in 5.1 **ohne** Dynamic-Range-Control. Das hierbei entstehende Signal entspricht exakt der in Kapitel g) aufgezeichneten Originalmischung, lediglich gegebenenfalls entsprechend der DialNorm abgesenkt.

j) Messung und Vergleich der aufgezeichneten Mischungen

Anschließend habe ich die im ProTools aufgezeichneten Signale auf die Parameter Lautheit, Dynamik und Spitzenpegel untersucht: Dazu verwendete ich folgende Messinstrumente:

- LEQ(A) Messung kombiniert für alle 5.1 Kanäle mit Digidesigns Phasescope PlugIn.
- Bei den aufgezeichneten RF-Mode-Stereo-Signalen wurden die LEQ(A) Messungen entsprechend mit der Stereo-Version des PlugIns durchgeführt.
- Samplegenaue Peak-Messung aller Kanäle mit der ProTools internen Kanalpegel-Anzeige.
- QPPM - Messung aller Kanäle mit 10ms Integrationszeit mit dem RTW-Messgerät.

Gleichzeitig wurde "mit den Ohren" verglichen, ob eine der DVDs in einer der Wiedergabesituationen, insbesondere im RF-Mode, zu nicht mehr akzeptablen Kompressi-
onsartefakten oder deutlich hörbaren Regelbewegungen führte.

Die Stereo-Mixdowns habe ich ebenfalls "mit den Ohren" auf mögliche Fehler oder Probleme mit der Textverständlichkeit überprüft.

Anhang: Auflistung der Kinomischungen, die als Ausgangsmaterial für die eigenen DVD-Mischungen dienten (Kapitel 5):

Die folgenden Filme dienten mir bei der Erstellung eigener DVD-Mischungen im Kapitel 5 als Ausgangsmaterial. Die Filme sind aufgelistet in der Reihenfolge ihres Dynamik-
umfanges:

- **Deutsch für Anfänger** (*Langspielfilm von Anke Hentschel (Regie). Sounddesign: Dominik Avenwedde und David Ziegler, Mischung: David Ziegler*): Ein sehr dialoglastiger Film mit recht geringer Dynamik. Es gibt lediglich zwei lautere Musikstellen, die aus der ansonsten gleichbleibenden Lautheit herausstechen.
- **Barriere** (*Langspielfilm von Andreas Kleinert (Regie). Sounddesign: Stefan Harberfeld und Paul Wollstadt, Mischung: David Ziegler*): Ein dialoglastiger Film, der jedoch auch zahlreiche lautere Stellen hat, beispielsweise die Party- und

Diskoszene oder die Schlägerei in der Bar. Dieser Film ist somit unter den "Filmen mit mittlerer Dynamik" anzuordnen.

- **Transfer** (*Langspielfilm von Damir Lukacevic (Regie), Sounddesign: Thomas Neumann und David Ziegler, Mischung: Michael Riedmiller*): Ein recht dynamischer Kinofilm mit einigen sehr lauten Sequenzen neben zahlreichen stilleren Dialogpassagen.
- **Our Wonderful Nature** (*Kurzfilm von Tomer Eshed, Sounddesign und Mischung: David Ziegler*): Ein sehr dynamischer Kurzfilm. Die ersten zwei Minuten sind im Stil einer BBC-Dokumentation gehalten, mit Off-Sprecher, leiser Atmo und Foleys, während der zweite Teil eine typische Hollywood-Actionsequenz karikiert, mit vollem Orchesterscore und lauten Soundeffekten, häufig bis an die 0dBFS - Grenze.

Literaturverzeichnis

- [DOLA05] Dolby Dokument A/52, Digital Audio Compression Standard (AC-3, E-AC-3) Revision B, 2005.
- [DOMG05] Dolby Metadata Guide, Issue 3, 2005
- [DOEG00] Dolby Digital Professional Encoding Guidelines, Issue 1, 2000.
- [DOPG00] Dolby 5.1 Channel Production Guidelines, Issue 1, 2000
- [DODF05] Dolby Audio Coding for Future Entertainment Formats, Whitepaper, 2005.
- [DODP02] Dolby DP564 AC3-Decoder User Manual. 2002

Alle oben genannten Dokumente sind zu finden unter:

<http://www.dolby.com/DocLibTechLanding.aspx?taxid=584>

- [DOLB10] Homepage von Dolby: <http://www.dolby.com>
- [BFDN00] Artikel von Brian Florian über den DialNorm-Prarameter, zu finden unter:
http://www.hometheaterhifi.com/volume_7_2/feature-article-dialog-normalization-6-2000.html
- [DTSH10] Homepage von dts: <http://www.dts.com>
- [ETSI02] Spezifikation des dts Standards, zu finden unter:
http://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/102100_102199/102114/01.02.01_60/ts_102114v010201p.pdf
- [WIKI10] Wikipedia-Artikel zu DVD, BluRay-Disk, dts und zur gehörrihtigen Lautstärke nach Fletcher und Munson:

<http://en.wikipedia.org/wiki/DVD>
http://en.wikipedia.org/wiki/Blu-ray_Disc
[http://en.wikipedia.org/wiki/DTS_\(sound_system\)](http://en.wikipedia.org/wiki/DTS_(sound_system))
http://en.wikipedia.org/wiki/Equal-loudness_contour
- [MDHT97] Michael Dickreiter, Handbuch der Tonstudioteknik, 6. Auflage (1997), K.G. Saur Verlag.
- [HHTH01] Hubert Henle: Das Tonstudio Handbuch. 5.Auflage (2001), GC Carstensen Verlag.

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1: DRC-Presets des AC3-Standards.
Quelle: [DOMG05], Seite 9.
- Abb. 2: Schematische Darstellung der Arbeitsweise der Dynamic-Range-Control.
Quelle: Selbst erstellt.
- Abb. 3: Das Zusammenspiel von DialNorm und DRC.
Quelle: Selbst erstellt.
- Abb. 4 und 5: Attack-Zeiten der DRC.
Quelle: Selbst erstellte Screenshots aus ProTools.
- Abb. 6: RF-Mode und DRC.
Quelle: Selbst erstellt.
- Abb. 7: Arbeitsweise der Downmix-Overload-Protection für Stereo-Mixdowns.
Quelle: [DOEG00] Appendix C-2
- Abb. 8 und 9: LtRt-Mixdown und LoRo-Mixdown.
Quelle: [DOEG00] Seite 4-24.
- Abb. 10: Dynamikbereich von "Actionfilmen" und "dialoglastigen Filmen".
Quelle: Selbst erstellt.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre hiermit an Eides Statt,

- dass ich die vorliegende Diplomarbeit selbstständig angefertigt,
- keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt,
- die wörtlich oder dem Inhalt nach aus fremden Arbeiten entnommenen Stellen, bildlichen Darstellungen und dergleichen als solche genau kenntlich gemacht und
- keine unerlaubte fremde Hilfe in Anspruch genommen habe.

Berlin, 15.7.2010