

Dynamik!

Friedemann Kootz

Abbildungen: Friedemann Kootz, Thomas Lund

Hintergrundbetrachtung zur Loudness-Normalisierung Teil 2



Und, haben Sie nach der Lektüre des ersten Teils darauf geachtet, wie Ihr Lebensabschnittsbegleiter reagiert, wenn sie gemeinsam auf der Couch einen Film schauen und die Werbung kommt? Ich für meinen Teil habe mich noch einmal besonders umgehört, wie die Menschen in meinem Umfeld reagieren, wenn sie auf das Thema angesprochen werden. Der Handlungsbedarf ist noch viel größer als ich angenommen hatte, unsere Kunden sind nur noch genervt vom Lärm der Werbung und Trailer, die ihnen den Genuss der leichten Abendunterhaltung verhaseln. Aber das treibt mich und uns natürlich noch stärker an,

auf dieses Thema weiter hinzuweisen und die Kollegen aller Bereiche zu sensibilisieren. Wie bereits angekündigt, soll es in diesem zweiten Teil eher um die praktische Anwendung der neuen Richtlinien gehen und wir haben noch ein ganz besonderes Schmankerl für Sie in Vorbereitung. Vor der Lektüre dieses Artikels empfehlen wir allerdings dringend den ersten Teil aus der letzten Ausgabe (oder online in der Freizone unserer Website) zu lesen, wenn Sie noch nicht mit dem Vokabular des neuen Pegelparadigmas und seiner Bedeutung vertraut sind.

prolight+sound

6. – 9. 4. 2011
**discovering
new dimensions**

Die Prolight + Sound in Frankfurt am Main ist der „place to be“ für alle, deren Business die Veranstaltungstechnik ist. Sie ist die internationale Leitmesse der Technologien und Services für Veranstaltungen und Entertainment. Hier bieten Ihnen u. a. die Produktgruppen Audio und Beschallung einen umfassenden Einblick in die Bereiche Mikrofone, kompakte Beschallungssysteme und Zubehör sowie in Personal Sound, Concert Sound und Installed Sound. Weitere Informationen:
www.prolight-sound.com

Unterstützt durch VPLT – Der Verband für Licht-, Ton- und Veranstaltungstechnik,
und EVVC – Europäischer Verband der Veranstaltungs-Centren e.V.



messe frankfurt

Emotion

Unser lieber Kollege Eberhard Sengpiel machte mich nach der Lektüre des ersten Teils auf ein Interview aufmerksam, welches für mich zumindest teilsymptomatisch dafür steht, wie es zum sogenannten Loudness-War überhaupt kommen konnte. In diesem Interview berichtet ein Tonmeister des Hessischen Rundfunks unter Anderem über die Beweggründe, die zur extremen Summenbearbeitung im eigenen Sender geführt haben. Dabei argumentiert er, dass die Hörer natürlich dem lauterem Sender (aus psychoakustischen Gründen) den Vorzug geben und die Hand quasi schon auf der Senderwahltaaste haben. Die Konsequenz: Wenn das Programm leiser wäre, würde der Hörer sofort umschalten oder den Sender gar nicht erst auswählen. Diese Rechtfertigung der Überkompression ist durchaus eine wissenschaftliche Überprüfung wert. Zu diesem Zweck wandte ich mich an die Radiozentrale, eine Organisation vieler deutscher Privat- und der öffentlich rechtlichen UKW-Radiosender, deren Aufgabe darin besteht, die Radiowirtschaft gegenüber der Werbewirtschaft zu vertreten. Mit Hilfe der Radiozentrale konnte ich Daten aus der Medienanalyse 2010 heranziehen, die eine vollkommen andere Sprache sprechen. Sie zeigt, dass der durchschnittliche Radiohörer in Deutschland (und davon gibt es übrigens noch sehr viele, aber auf das Thema der Abschaffung des UKW-Hörfunks gehen wir in einem anderen Artikel ein) im Schnitt genau 1,6 Radiosender am Tag hört. Darin inbegriffen sind natürlich die vielen Millionen Autofahrer, die oftmals den jeweiligen Reichweitenbereich ihres Senders verlassen und gezwungen sind, einen anderen Sender zu hören. Ein Radiohörer in Deutschland ist also mehr als treu und diese Treue ist in den Jahren 2006 bis 2010 völlig konstant gewesen und geblieben. Zapping, wie beim Fernsehen, findet faktisch nicht statt. Das Radio ist ein Tagesbegleiter, der, einmal ausgewählt, nicht mehr gewechselt wird. Die Vorstellung eines ständig suchenden Radiohörers, der jedes Nachlassen in Loudness, Stereobreite und Badewannenfrequenzgang sofort mit angewidertem Abwenden quittiert, ist also eine Erfindung der Selbstzensur. Die Fairness gebietet natürlich einzugestehen, dass zumindest die Popwellen keine Chance haben, die bereits völlig überstrapazierten Produktionen der letzten Jahre schöner zu machen. Es bleibt

aber die Frage nach dem Sinn einer Herangehensweise wie ‚wir lassen alles schlecht klingen, damit nichts negativ auffällt‘. Mit dieser Argumentation wurde dem Loudness-War auf der produzierenden Seite Tür und Tor geöffnet. Hätten überkomprimierte Produktionen von Anfang an im Radio klein und drucklos geklungen, hätte es nie einen Wettbewerb der L2-Ritter gegeben. Interessant ist, dass bei der digitalen Verbreitung von Radioprogramm, sei es über das streitbare DAB+ Format oder einfach nur als Internetradio, niemand darüber nachdenkt, dass eine Steigerung der Loudness einen Hörervorteil bringen würde. Die Probleme sind und bleiben also hausgemacht – die Abwälzung auf den Hörer scheint eine sehr diskutierbare Ausrede. Eine Mitarbeiterin der Radiozentrale konnte mir jedoch noch mehr Informationen liefern, die das unsägliche Phänomen der überlauten Werbung betreffen. Dieses Problem ist im ersten Schritt der Einführung von R128 vor allem deshalb relevant, weil es natürlich Fernsehen und Radio gleichermaßen betrifft. Neben der extremen Überkompression der gesamten Werbespots kommt hinzu, dass oftmals Sprecher gewählt werden, deren Stimme nervig bis in das Ohr des letzten Hörers dringen soll. Und doch überbieten sich die Spotverantwortlichen letztlich ungehört (oder ignoriert) nur gegenseitig mit

ihrem Geschrei. Stellen Sie sich vor, sie laufen in einer Stadt umher, in der die Straßen, jedes Haus, alle Autos und die Verkehrsschilder in Warnwesten-Neongelb gestaltet sind. Würden Sie die wichtigen Warnschilder entdecken? Das alles klingt logisch, ist aber eine sehr emotionale Herangehensweise, die wissenschaftlich betrachtet keine Rolle spielt. Aber was sagt denn eigentlich die Wissenschaft zu diesem Problem? Relevant und interessant sind hierbei Studien, die sich nicht nur auf die letzte Zeit beziehen, sondern ihre Korrektheit durch Langfristigkeit beweisen konnten. Dafür kommt zum Beispiel die Langzeitstudie des Münchner IMAS Institutes in Frage, die monatlich seit 1994 erhoben wird. Unter dem Titel ‚Werbewirkung unterschiedlicher Spotformate – Formate und gestalterische Einflussfaktoren‘ kommt diese Studie zu den folgenden, für unsere Thematik relevanten Ergebnissen:

1. Je länger ein Spot, desto größer die Wahrscheinlichkeit, dass er Aufmerksamkeit erregt.
2. ‚Laute‘ Spots wirken kontraproduktiv.
3. Häufige Nennung des Markennamens garantiert keine zusätzliche Aufmerksamkeit.
4. Häufige Nennung des Namens macht eine Erinnerung an den Spot wahrscheinlicher. Doch bleiben solche Spots eher negativ im Gedächtnis.

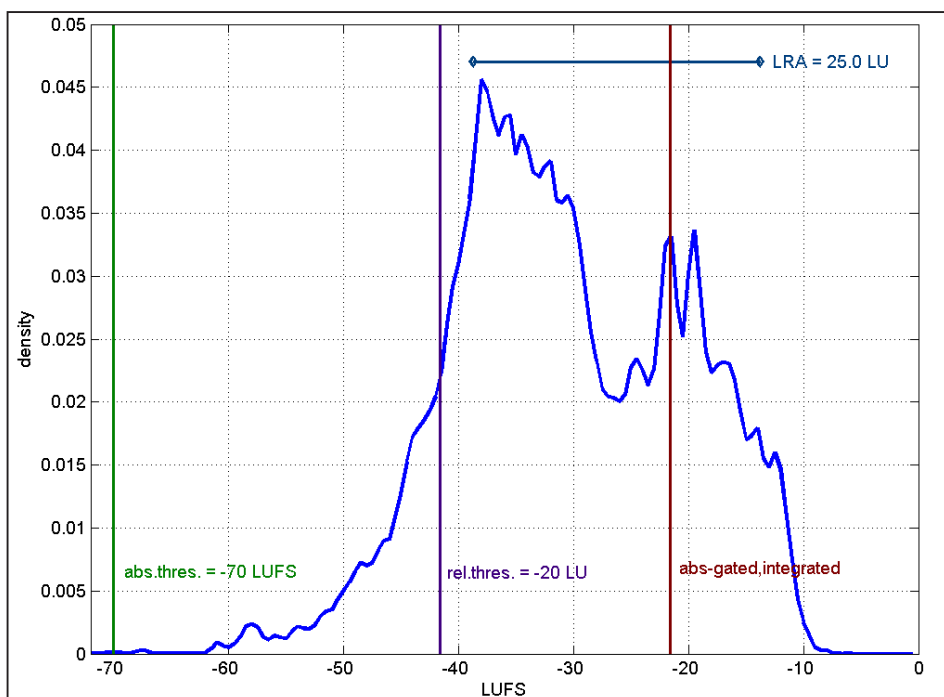


Abbildung 1 zeigt die Verteilung der Loudness im Film ‚Matrix‘. Nach Abzug der oberen und unteren Extremmesswerte (ca. Oberhalb -12 LUFS und unterhalb -39 LUFS) erhält man den LRA-Wert 25.0 LU, hier als Balken dargestellt. Quelle: Thomas Lund

5. Humor steigert die Werbewirkung deutlich. Lustige Spots fallen auf und wirken sympathisch.

6. Radiowerbung muss nicht zwingend Musik enthalten. Bekannte Songs in der Werbung kommen bei den Hörern jedoch gut an.

Zusammengefasst lässt sich also sagen: Die Steigerung auf kurze, nervige, laute und marktschreierische Spots führt beim Hörer eher zur Abwertung des beworbenen Produktes. Eine Argumentation für die Nutzung dieser Methoden ist also schwierig und kann spätestens seit 2005, als die Zusammenfassung der seit 1994 (und bis heute) laufenden Untersuchungen zu dieser Studie zusammengefasst wurden, nur noch als Konservatismus betrachtet werden. Möchte man den Hörer für sein Produkt begeistern, muss man seine Emotionen ansprechen. Schreien Sie doch mal ihrem Partner ‚ICH LIEBE DICH‘ ins Gesicht... Die Angst ‚leiser‘ zu sein als der Spot vorher oder danach überschattet scheinbar sogar die wissenschaftlichen Studien der marketingpsychologischen Forschung. An dieser Stelle ist es also sinnvoll wieder auf die technische Umsetzung einzuwirken und die Verantwortlichen der Werbebranche quasi zu ihrem Glück zu zwingen. Aber dies soll kein Abwälzen der Verantwortlichkeiten auf die Werbebranche sein, das Problem ist, und das muss leider nochmal betont werden, größtenteils hausgemacht und nur wir können es beseitigen.

Technik

In der letzten Ausgabe ging es um die technischen Grundlagen der Empfehlung 128 der EBU. Aber wie diese Empfehlung in der Praxis umgesetzt werden kann, soll nun in dieser Ausgabe etwas genauer betrachtet werden. Dabei ist es ganz entscheidend einen Fakt zu beachten: R128 kann und will keine unumstößliche Lösung darstellen, sondern muss viel mehr als dynamischer Prozess verstanden werden, der sich mit den praktischen Erfahrungen rückkoppelt. Vor allem die Anwendungen und

Vorgaben bei der Messung innerhalb eines Produktionsabschnitts (also innerhalb eines Senders, einer Sparte oder einer Sendung) müssen sich mittelfristig bewähren, um konsequent angewendet werden zu können. Erst wenn das Gesamtkonzept für alle Beteiligten sinnvoll und logisch anwendbar ist, wird es in der Praxis auch zu einer Qualitätssteigerung führen.

Loudness Range im Detail

Neben der Messung der momentanen Loudness und seiner Entwicklung, empfiehlt die EBU auch die Maximalwerte, also den Loudnessumfang im Auge zu behalten. Dabei müssen natürlich vereinzelte Spitzen, sowie

Signale im untersten Dynamikbereich aus der Messung ausgeschlossen werden, um Praxisrelevanz zu besitzen. Der Algorithmus arbeitet mit verschiedenen Bezugswerten. Der wichtigste Bezug ist die integrierte Loudness (IL_K). Relativ zu diesem Wert arbeitet ein Threshold bei 20 LU unter dem IL_K -Wert. Liegt der IL_K -Wert also bei -23 LUFS, so werden alle Werte unterhalb -43 LUFS aus der Messung entfernt. Um die Verfälschung der ersten Messwerte durch Stille zu vermeiden, ist ein fester Threshold bei -70 LUFS vorgesehen, der aber sonst keinen weiteren Einfluss auf die Messung hat. Die eigentliche Erfassung der Loudness Range erfolgt also aus -X LUFS (IL_K - 20 LU) und



► NEUMANN.BERLIN

TLM 102

- TEC Award 2010
- m.i.p.a. Award 2010
- Tech Award 2010
- KEYS Award 2010



Smart. Sweet. Powerful.



jetzt als **Special Edition** inkl. Elastischer Aufhängung + Seidenstaubschutz

o LUFS. Aus den gewonnenen Daten werden wiederum die höchsten 5 % und die niedrigsten 10 % der Messwerte entfernt. Die Messung erfolgt über eine Integrationszeit von 3 Sekunden, wobei aufeinanderfolgende Abschnitte mit rund 66 % (2 Sekunden) Überlappung verrechnet werden, um auch für kurze Programmteile halbwegs valide Ergebnisse liefern zu können. Trotzdem ist eine Messung von Abschnitten unter 10 Sekunden eigentlich nicht sinnvoll möglich. Durch die drei dynamischen Grenzwerte (-20 LU unter IL_K , niedrigste 10 % der Messung, höchste 5 % der Messung) wird die Messung genauer, je länger das Programm läuft. Abbildung 1 zeigt die Bezugspunkte der Messung und die Thresholds. Im Ergebnis kommt ein Wert der Loudness Range heraus, für den die EBU keinen Zielwert definiert. Ein Orientierungswert kann hier zum Beispiel bei maximal 20 LU für Fernsehbeiträge liegen, aber erst die Praxis wird zeigen, ob es Vorgaben oder Empfehlungen für Maximalwerte geben kann und wird. Der in der Abbildung gezeigte Film „Matrix“ weist eine Loudness Range von 25 LU auf.

Metadaten

Die bisher leider noch nicht ganz fertig gestellten Implementierungsempfehlungen der EBU gehen noch einen Schritt weiter und betrachten auch Konsequenzen der Loudness-Normalisierung auf der Konsumentenseite. Denn in manchen Systemen sind

auch hier noch Bearbeitungsstufen, die auf die Dynamik beziehungsweise den Dynamikumfang des Signals einwirken können. Ein Beispiel dieser Bearbeitung und das wohl am weitesten verbreitetste System ist Dolby Digital (AC3). Hier findet im Decoder eine Überwachung der von der Quelle übertragenen Metadaten zur sogenannten Dialognormalisierung (Dialnorm) statt. Diese Dialnormauswertung wird vom Decoder genutzt, um verschiedene Filme in ihrer Dialogloudness aneinander anzugleichen und somit für ein ausgeglicheneres Hörerlebnis zu sorgen. Wäre dieser Ansatz konsequent umgesetzt worden, bestünde heute wahrscheinlich nicht die Notwendigkeit einer R128. Zusätzlich zur reinen Pegelanpassung führt der Decoder eine Kompression des Dynamikumfangs (Dynamic Range Compression – DRC) durch. Dies ist sinnvoll, da zum Beispiel eine Kinomischung in den meisten Wohnzimmern zu dynamisch wäre. Die Referenz für die Kompression stellt auch hier der Metadatenwert der Dialnorm dar. Es ist daher extrem wichtig, dass das Metadaten-Ausgangssignal des Senders entweder den realen Messwert signalisiert oder, wenn dies technisch nicht möglich oder zu aufwändig ist, fest auf -23 LUFS gesetzt wird. Voraussetzung ist natürlich, dass sich der reale Ausgangswert wirklich innerhalb der ± 1 LU Toleranz bewegt. Trifft dies zu, so wird der Decoder normalerweise nicht oder nur sehr wenig auf das Signal einwirken und das Si-

gnal entspricht bei vielen Hörern dem, was der Schaltraum im Sender ausgibt. Was geschieht nun, wenn die Metadaten aus Versehen auf einen falschen Wert gesetzt werden oder der reale LU-Pegel absichtlich vom gesendeten Meta-Signal abweicht. Dazu muss man sich bewusst machen, dass die DRC nicht (beziehungsweise nur in sehr wenigen Fällen vom Anwender über das Gerätemenü, aber auf keinen Fall gesteuert durch Metadaten) deaktiviert werden kann. Hier kommt es manchmal zu einem Missverständnis, da der Metadatenwert für DRC auf „None“ geschaltet werden kann. Dies bedeutet jedoch nicht, dass keine Kompression ausgeführt wird. DRC ist ein Betriebsgeheimnis von Dolby und setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen, die nicht nur eine Kompression der Pegelspitzen durchführen, sondern auch dafür sorgt, dass leise Stellen lauter wiedergegeben werden. Der gesamte Dynamikbereich des Programms wird also von beiden Seiten reduziert. Der Referenzpegel der Dialnorm stellt dabei sozusagen den Mittelpunkt der beiden Prozesse dar. Abbildung 2 zeigt diese Dynamikbearbeitung schematisch. Dolby erlaubt nicht, direkt auf die Parameter dieses Prozesses einzuwirken. Es werden aber verschiedene Presets angeboten, mit denen die Bearbeitung grob an den Charakter der Tonspur angepasst werden kann. Es gibt also verschiedene Presets für Film oder Musik und es gibt eben die Möglichkeit diese Presetauswahl auf „None“ zu stellen. „None“ heißt hier aber nicht „keine Dynamikbearbeitung“, sondern nur „kein Preset definiert“. Im Decoder bedeutet dies immer, dass die Standardeinstellungen geladen werden, was in den meisten Fällen aber die schlechteste Alternative darstellt. Aber was geschieht nun, wenn, absichtlich oder nicht, der falsche Dialnormwert angegeben wird? Wie in der letzten Darstellung zu sehen ist, führt der Decoder eine Bearbeitung durch, deren Mittelwert der Dialnorm entspricht. Natürlich verlässt sich der Decoder bei der Eingabe nicht auf diesen Metawert, sondern hat wie jede Dynamikstufe einen Arbeitspunkt. Sitzt der Schwerpunkt der Loudness tatsächlich auf der Dialnormachse, so werden nur die Spitzen bearbeitet. Durch falsche Metadaten verschiebt sich der Schwerpunkt und größere Abschnitte werden in den Kompressionsbereich verschoben, was zu einer signifikanten Erhöhung störender Kompressionsartefakte führt. Schummeln wird hier also

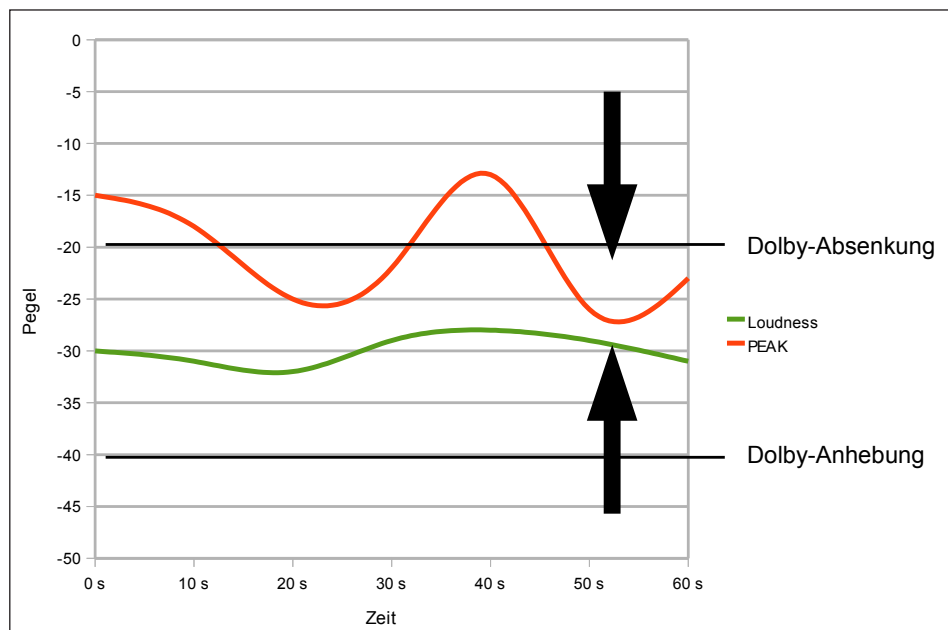


Abbildung 2 zeigt den Einfluss der DRC im Dolby-Decoder.
Bei korrekten Metadaten arbeitet der Algorithmus nur bei den Extremwerten.
Sein negativer Einfluss bleibt in akzeptablen Grenzen

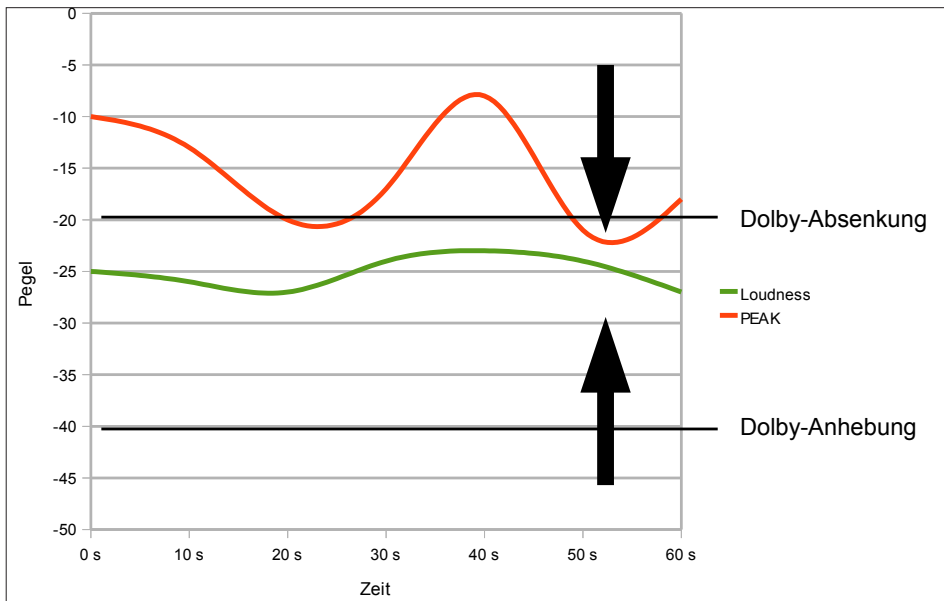


Abbildung 3: Wird der Meta-Wert für die Dialnorm falsch angegeben, so gerät ein großer Teil des Audiosignals in den Reduktionsbereich. Der Algorithmus ist allerdings nicht auf Loudness-Steigerung ausgelegt und fügt extreme Kompressionsartefakte hinzu ohne die Loudness zu erhöhen!

sofort mit schlechtem Sound bestraft und bringt auf der Hörerseite keinerlei Steigerung der Loudness! Abbildung 3 illustriert diese Verschiebung. Natürlich ist die Versuchung hier etwas nachzuhelfen groß, was die Ingenieure bei Dolby vermutlich dazu gebracht hat, sich gegen eine Deaktivierungsmöglichkeit der DRC zu entscheiden.

Wen betrifft es?

Zurzeit ist ein sehr kleiner Personenkreis von der Notwendigkeit betroffen, nach R128 zu messen und seine Produktionen anhand der Empfehlung auszugestalten. In erster Linie werden die Anforderungen bald an alle Mitarbeiter der ARD-Länderanstalten gestellt. An diesem Schritt hängen jedoch sehr viele pri-

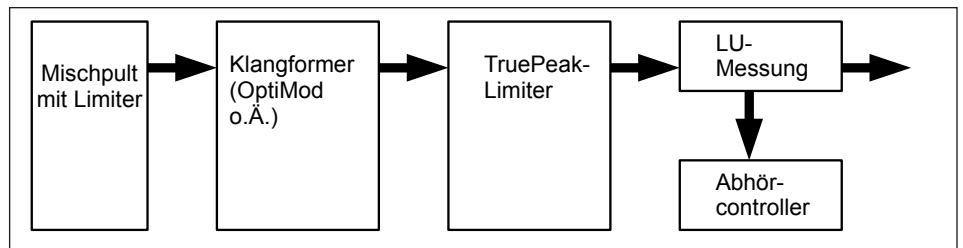


Abbildung 5: Die korrekte Reihenfolge der Bearbeitungsstufen. Als True-Peak-Messung wird die Eingangsanzeige des TP-Limiters genutzt

vatwirtschaftliche Betriebe, denn auch die zuliefernden Tonstudios werden nicht sehr lange darum herum kommen, bereits konformes Ausgangsmaterial bereit zu stellen. Dabei muss natürlich differenziert werden. Ein Tonmeister bei der O-Tonaufzeichnung

wird sich weiterhin nicht mit dem Loudness-Pegel seiner Aufzeichnung beschäftigen können. Hierzu fehlen nicht nur die technischen Gegebenheiten, sondern auch die Notwendigkeit. Im konkreten Beispiel ist es nicht einmal wirklich relevant, den Spitzenpegel nach True-Peak zu messen, da der Eingangswandler rein technisch nicht übersteuert werden kann, ohne dass es eine samplegenaue Messung bemerken würde, solange sie nach drei Fullscale-Samples eine Übersteuerungsmeldung ausgibt. Dies ist bei den meisten Geräten Standard und somit besteht keine Gefahr. Abbildung 4 zeigt den Grund für dieses Verhalten. Die Messung der Loudness muss also faktisch erst auf dem Mischpult erfolgen. Hier ist sie auf dem Summenbus entscheidend (wenn auch manchmal praktisch in den Subgruppen) und muss hinter dem Ausgangsregler und dem True-Peak-Limiter gemessen werden. Abbildung 5 zeigt die korrekte Verschaltungsreihenfolge. Dies hilft übrigens auch

bei einem der am häufigsten unterschätzten Dilemma der digitalen Tonstudioteknik: Schnittstellenübersteuerung.

Schnittstellenübersteuerung

Betrachtet man die aktuell häufig verwendete Verschaltung in einem Rundfunkstudio oder Ü-Wagen, so wird das Signal des digitalen Mischpultes über AES3 oder andere Digitalschnittstellen an einen Sender oder Produktionslimiter weitergeleitet, der sich um die Einhaltung der maximalen, digitalen Aussteuerung kümmert. Diese liegt je nach Anwendung entweder knapp unterhalb von 0 dBFS oder eben bei den in der letzten Folge erwähnten -8 oder -9 dBFS. Durch die stricte Brickwall-Limitierung kann es am Ausgang niemals zu Pegeln oberhalb dieser Grenze kommen, wobei manche Geräte aus klanglichen Gründen mit einer Vorverzögerung (Look-Ahead) arbeiten. Rein technisch wäre diese Vorverzögerung nicht nötig, da ein Sample in

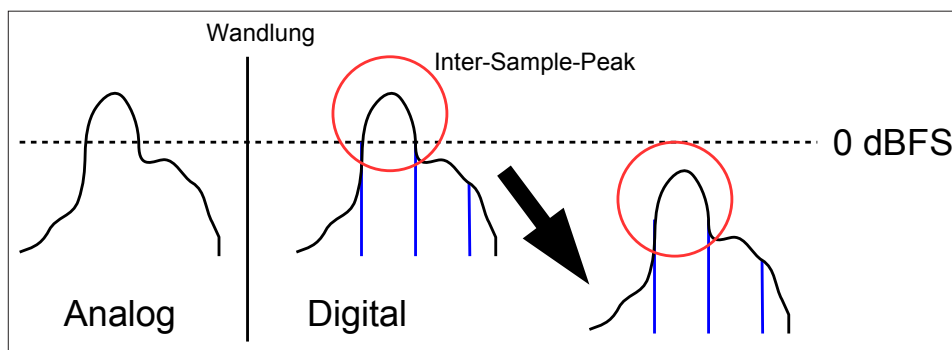


Abbildung 4: Wird eine Spitze von mindestens zwei Samples (blau) erfasst, so bleibt sie als Inter-Sample-Peak (roter Kreis) im Signal enthalten. Diese verursachen erst am Ausgang Probleme, wobei dort ohnehin eine True-Peak-Messung und -Limitierung durchgeführt wird. Erst bei drei Fullscale-Samples treten auch am Eingang Probleme auf, lösen jedoch auch die Over-Anzeige aus

jedem Fall in Echtzeit analysiert und geregelt werden kann. Am Ausgang ist unser Signal also sicher. Betrachtet man die Eingänge des Mischpultes, so gibt es auch hier für die meisten Quellen zunächst eine Wandlung. Hier sind, wie erwähnt, ebenfalls keine True-Peak-Algorithmen erforderlich. Ein verzerrtes Signal kommt also in keinem Fall unerkannt ins Mischpult. Auf die Pegelmeter ist also soweit verlass, wo könnte also ein Problem auftreten? Intern arbeiten viele Mischpulte mit deutlich erhöhter Auflösung oberhalb von 24 Bit. Hochwertige Systeme verwenden intern sogar Flieskomma-Arithmetik und sind auch bei sehr vielen Summiervorgängen praktisch

den ‚Fullscale-Baum‘ gefahren sind. Noch schlimmer wird die Situation, wenn der Sendelimiter in den Summeninsert des Digitalmischpultes geschaltet wird. In diesem Fall hat der Toningenieur nicht einmal mehr die Möglichkeit den Sendepegel des Inserts zu überwachen und verliert vollends die Kontrolle, da auch die Pegelanzeige des Summenausgangs keine Übersteuerungen mehr anzeigt, die ja bereits vorher in das Signal gekommen sind. Dieses Problem ist einer der Gründe, warum die -9 dBFS Grenze als Limitierung eingeführt wurde. Auf diese Weise hat man wenigstens noch 9 dB Sicherheitsraum, bevor es zu Übersteuerungen

lich gar keinen Grund mehr einen externen gegenüber einem internen, im Mischpult integrierten und somit nicht oder nur schwer übersteuerbaren Limiter vorzuziehen. Natürlich bleibt weiterhin die Forderung, den Pegel vor der LU-Messung auf seinen True-Peak-Wert zu analysieren und gegebenenfalls auf -1 dBFS zu limitieren. Diese Forderung ist aber erfüllt, wenn der Mischpultlimiter bei -1 dBFS abregelt. Denn, ein Signal bei -1 dBFS ist technisch gesehen sauber, auch wenn es möglicherweise die ‚gefürchteten‘ Inter-Sample-Peaks aufweist. Auf diese würde der sich anschließende True-Peak-Limiter reagieren und sie entfernen. Abbildung 6 zeigt dieses Schema. Wichtig ist natürlich, dass nicht nur die Loudness-Messung, sondern auch der Abhör-Wandler erst hinter dem letzten Bearbeitungsabschnitt angeordnet ist. Der Ausgang des True-Peak-Limiters muss der Sendeausgang des Signals sein. Eine weitere Bearbeitung würde nicht nur die Messung und das Ergebnis verfälschen, sondern ist auch

weder aus ästhetischen, noch aus technischen Gründen notwendig. Eine Ausnahme bildet die Codierung des Ausgangssignals, wobei dieses Thema extrem komplex wird und es hier zum Beispiel sinnvoll sein kann, den True-Peak-Pegel nicht bis auf -1 dBFS auszusteuern. Wer meine Serie aufmerksam verfolgt, erinnert sich noch an die Problematik der Pegelerhöhung durch Filterung, die auch bei Codierprozessen auftreten kann.

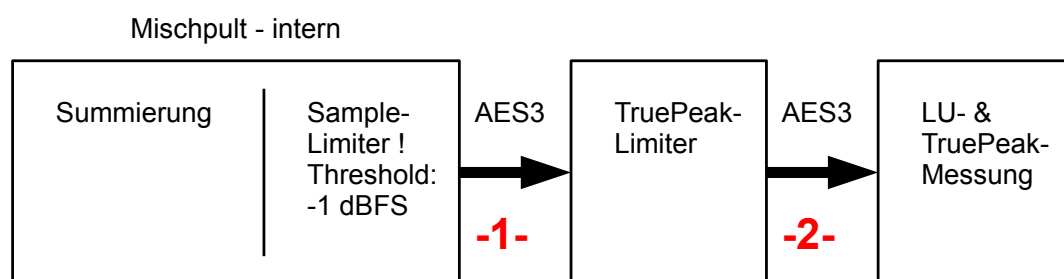


Abbildung 6: Die AES3-Leitung -1- wird niemals übersteuert, da sie maximal -1 dBFS überträgt. AES3-Leitung -2- überträgt ebenfalls maximal -1 dBFS, ist jedoch auch von Inter-Sample-Peaks bereinigt, die in -1- noch auftreten können

nicht übersteuerbar. Das Problem beginnt also an der Stelle, wo das Signal auf die für die AES3-Schnittstelle maximale erlaubte Dynamik von 24 Bit reduziert wird. Dies hat nun aber eine Auswirkung, die den nachgeschalteten Limiter eigentlich nutzlos erscheinen lässt. Die AES3-Schnittstelle ist der Flaschenhals im System, der ohne weiteres übersteuert werden kann. Dies hat zwei Konsequenzen: Erstens ist nicht der Limiterausgang der entscheidende Pegelmesspunkt, sondern der Summenausgang des Mischpultes. Dadurch muss aber der Pegel des Ausgangs wieder präzise überwacht werden und der Limiter verliert seine Funktion als Fallschirm. Ist der AES3-Ausgang des Mischpultes übersteuert, kann auch der Limiter nicht mehr eingreifen. Zweitens: Wenn der Limiter nicht nur als Schutz, sondern auch als Arbeitsmittel zur Reduzierung der Programmdynamik genutzt werden soll, kann er diese Aufgabe zwar erfüllen, aber er regelt bereits übersteuerte Signalabschnitte herunter, die eigentlich gar nicht mehr geregelt werden müssten, da sie schon vor

kommen kann. Da eine Limitierung mit 9 dB Hub bereits deutlich hörbar wird, reizt man den Headroom intuitiv eigentlich nicht aus. Eine Lösung stellt dies jedoch trotzdem nicht wirklich dar. Technisch gesehen befinden wir uns in einem unlösbaren Dilemma, welches nur durch Verringerung des Ausgangspegels kompensiert werden kann. Genau dies geschieht in den meisten Radiostationen, aber ein unsäglicher Maximierer am Ausgang zieht das Elend wieder nach oben. Arbeitet man mit dem Prinzip der Loudness-Normalisierung, ist dieses Problem ebenfalls nicht vollständig gelöst. Aber: Die Arbeit mit -23 LUFS bietet sehr viel Platz für dynamische Spitzenpegel, die nur noch selten in den Grenzbereich der Digitalaussteuerung hinein reichen. Darüber hinaus verliert der nachgeschaltete Limiter seine Funktion als Rückhaltewand für die Loudness-Steigerung. Da die klanglichen Unterschiede von digitalen Limitern jedoch nur dann deutlich werden, wenn sie wirklich deutlich in die Dynamik eingreifen, gibt es eigent-

lich gar keinen Grund mehr einen externen gegenüber einem internen, im Mischpult integrierten und somit nicht oder nur schwer übersteuerbaren Limiter vorzuziehen. Natürlich bleibt weiterhin die Forderung, den Pegel vor der LU-Messung auf seinen True-Peak-Wert zu analysieren und gegebenenfalls auf -1 dBFS zu limitieren. Diese Forderung ist aber erfüllt, wenn der Mischpultlimiter bei -1 dBFS abregelt. Denn, ein Signal bei -1 dBFS ist technisch gesehen sauber, auch wenn es möglicherweise die ‚gefürchteten‘ Inter-Sample-Peaks aufweist. Auf diese würde der sich anschließende True-Peak-Limiter reagieren und sie entfernen. Abbildung 6 zeigt dieses Schema. Wichtig ist natürlich, dass nicht nur die Loudness-Messung, sondern auch der Abhör-Wandler erst hinter dem letzten Bearbeitungsabschnitt angeordnet ist. Der Ausgang des True-Peak-Limiters muss der Sendeausgang des Signals sein. Eine weitere Bearbeitung würde nicht nur die Messung und das Ergebnis verfälschen, sondern ist auch

Praktische Herangehensweise

Bei der praktischen Arbeit mit der Loudness-Normalisierung wird sich nach relativ kurzer Zeit eine Routine einstellen, die die Arbeit nach LU-Messung genauso selbstverständlich werden lässt, wie mit der heutigen Peak-Messung. Man muss sich nur darauf einlassen. Da auch ich in der Praxis bisher nur experimentell mit der Loudness-Normalisierung in Kontakt gekommen bin, möchte ich an dieser Stelle nur die praktischen Empfehlungen meines Kollegen Florian Camerer (Chairman der PLOUD-Gruppe der EBU) zusammenfassen. Zunächst sollte man das Hauptelement der Mischung, also

Experience the all-in-one Monitoring Solution



www.trinnov.com



Neue Software-Option: SMART METER v1.5

Allumfassende Metering-Software

EBU R-128 Loudness Meter

Monitoring Controller

Flexibles User Interface



Die Monitoring-Plattform: OPTIMIZER v3.2

Raum-/Lautsprecher-Optimierung

Multipunkt-Messungen

Kanalzahl & Schnittstellen skalierbar

AD/DA Wandler für höchste Ansprüche



Ihr Trinnov-Partner in Deutschland:

SDI Gesellschaft für Medientechnologie mbH

SDI GmbH | Landshuter Allee 162a | 80637 München |
Tel: +49 (89) 1301848-0 | Fax: +49 (89) 1301848-99 | E-Mail: info@sdi-munich.de | Web: www.sdi-munich.de

zum Beispiel die Stimme des Moderators, auf den Zielwert 0 LU der Momentary-Messung bringen. Es ist dabei meistens sinnvoll zunächst etwas konservativer auszusteuern, da es im Verlauf des Programms immer einfacher und vor allem auch natürlicher ist, leicht nach oben zu korrigieren, als die Loudness zurückfahren zu müssen. Dem Hauptelement können nun alle anderen Signale zugemischt werden, wobei das einzige Kriterium für den Pegel der Einzelelemente durch das Ohr des Tonmeisters bestimmt wird. Hier kann kein Pegelinstrument helfen. Wer nicht mischen kann, kann es auch jetzt nicht besser. Um die Entwicklung der Programmloudness zu beobachten, sollte man hin und wieder auf die drei Messwerte schauen, um Trends zu einer Unter- oder Übersteuerung rechtzeitig zu erkennen und entsprechend gegensteuern zu können. Auf keinen Fall sollte man panisch auf die Momentary-Anzeige reagieren und hektisch nachsteuern. Das Ganze ist durchaus ungewohnt und man fühlt sich anfangs ein wenig verlassen. Löst man sich allerdings vom Zwang ‚ich muss jetzt nach Loudnesswert X mischen‘ und beginnt einfach auf seine Ohren zu vertrauen, ist man erstaunt wie schnell und sicher man am Ende bei 0 LU gelandet ist. Es macht einfach Spaß!

Darstellung

Die Messung des Loudness-Pegels mit einem Pegelinstrument im sogenannten

EBU +9 Skala		EBU +18 Skala	
LU	LUFS	LU	LUFS
9	-14	18	-5
6	-17	12	-11
3	-20	6	-17
0	-23	0	-23
-3	-26	-6	-29
-6	-29	-12	-35
-9	-32	-18	-41
-12	-35	-24	-47
-15	-38	-30	-53
-18	-41	-36	-59

Abbildung 7: Die beiden Skalen EBU +9 und EBU +18

EBU-Modus resultiert in einem Zahlenwert mit einer Stelle hinter dem Komma. Die Umsetzung dieses Wertes in eine für den Anwender geeignete Darstellungsform, bleibt von der EBU weitgehend unreglementiert. Einzig für den Skalenumfang gibt es eine Empfehlung bei der Implementierung des EBU-Modus. Abbildung 7 zeigt die beiden Skalen. Hier ist also die Kreativität der Hersteller von Mess-Systemen gefragt. Im einfachsten Fall bleibt es bei der Messwertausgabe als Zahlenwert in den Einheiten LU oder LUFS. Vor allem die LU-Skala mit ihrem Zielwert ‚0‘ ist auch für technisch weniger versierte Anwender durchaus nicht die schlechteste Wahl und vor allem: schnell zu erklären. Darüber hinaus gilt es natürlich, die verschiedenen Messmethoden in ansprechender Form darzustellen. Einen der bisher kreativsten Ansätze zur Darstellung des Loudness-Verlaufes findet sich in der Radar-Darstellung von TC Electronic (Abbildung im Touchmonitor-Testbericht in diesem Heft). Aber gerade durch die Darstellung der Loudnessrange bietet sich eine bisher ungeahnt kreative Umsetzungsform. Ich könnte mir zum Beispiel vorstellen, die Gummibanddarstellung aus dem Dynamic-Range-Meter von meinem Namensvetter Friedemann Tischmeyer für die Loudness Range zu nutzen (Abbildung 8). So würden der Umfang und auch der Schwerpunkt der Loudness deutlich.

Womit messen

Die verschiedenen Lösungen fast aller großen Messgeräte-Hersteller bieten oftmals einen EBU-Modus an, dessen grafische Umsetzung sich mehr oder weniger an der klassischen Balkengrafik anlehnt. Eine Ausnahme bildet zum Beispiel TC Electronic, die mit dem Radarmeter eine besonders kreative Lösung anbieten. Aber auch reine Softwareprogramme, wie zum Beispiel das Pinguin-Meter mit seinen komplexen Logging-Funktionen, kön-

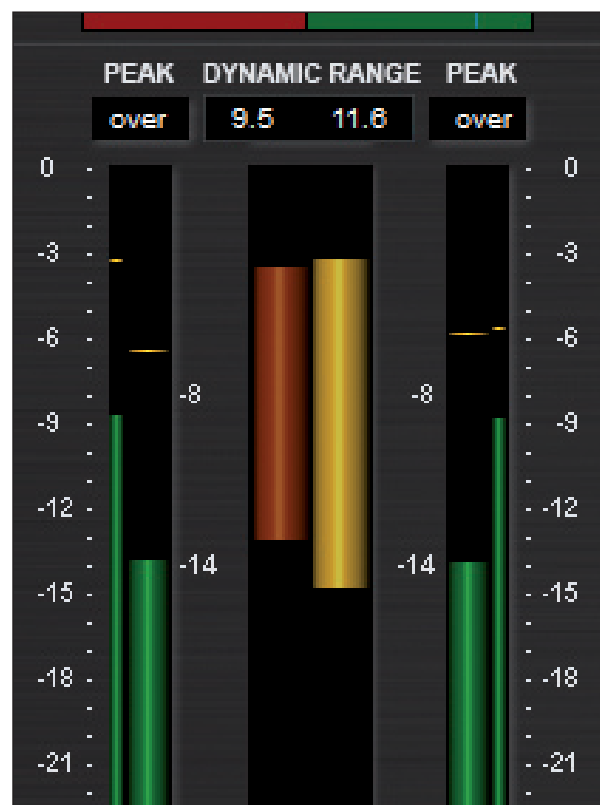


Abbildung 8: Das Dynamic Range Meter von Friedemann Tischmeyer bietet eine interessante Darstellung, die auch zur Loudness Range Messung geeignet wäre

nen eine Alternative darstellen. Das Problem ist, dass mittelfristig fast jeder zuliefernde Tonschaffende die Möglichkeit besitzen muss, nach EBU-Modus messen zu können. Die benötigte Komplexität dieser Messung variiert jedoch in großen Teilen und so wird nicht immer jede der einzelnen Stufen eines EBU-konformen Messgerätes auch wirklich benötigt. Das Problem ist, dass Mess-Systeme, die auf eine oder mehrere dieser Funktionen verzichten, nicht mehr die Anforderungen des EBU-Modus erfüllen und nicht so bezeichnet werden dürfen. Solange deutlich darauf hingewiesen wird und die Messungen technisch dem Standard dennoch entsprechen, stellt dies aber einen verschmerzbaeren Nachteil dar. Für Einsteiger ohne komplexe Analyseswünsche würde es genügen, zunächst nur die drei LU-Messungen für Momentary, Short-Term und Integrated mit ihren jeweiligen Maximalwerten zu messen. Und nun stellen Sie sich vor, das Ganze als Plugin, kompatibel zu verschiedenen Workstations und kostenlos für treue Leser des Studio Magazins...