

Metering in DAWs



TIPPS UND TRAPS BEIM METERING IN DAWs

Wo es wirklich zerrt

Das Metering und der Headroom innerhalb einer DAW sind als Themen komplexer, als man vielleicht zunächst glaubt. Die Spezialisten von RTW geben einen Einblick in die Probleme, die entstehen können.

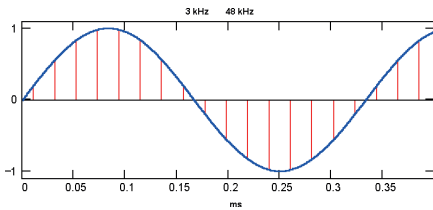


Abbildung 1a: Ein 3-kHz-Signal wird abgetastet.

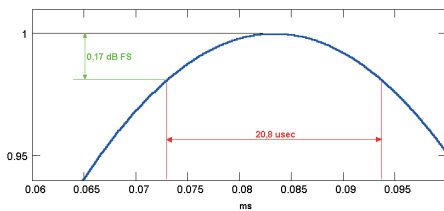


Abbildung 1b: Die Sample-Rate bestimmt die Breite eines Abtast-Punktes und damit die Feinheit der digitalen Darstellung.

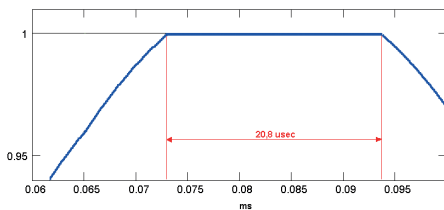


Abbildung 2: Das normalisierte Ergebnis der Abtastung ist oben abgeschnitten.

Seit dem Jahr 2012 haben die Tonabteilungen vieler Fernsehanstalten den Wechsel von der bisherigen QPPM-Pegelmessung (Quasi Peak Programme Meter, eine Norm aus Analog-Zeiten) hin zur Loudness-Normalisierung nach der Technical Recommendation R128 der EBU sukzessive umgesetzt. Neben der EBU, als Organisation der europäischen Rundfunk- und Fernsehanstalten, beschäftigen sich die ITU (International Telecommunication Union), in den USA die ATSC (Advanced Television Systems Committee) und das vom Kongress verabschiedete Gesetz namens „CALM Act“ (Commercial Advertisement Loudness Mitigation Act) sowie einige andere Organisationen mit einer Standardisierung der Messverfahren und einer Regulierung rund um das Thema Loudness. Zusätzlich

zur Loudness-Messung ist auch ein neuer Pegelmesswert ins Spiel gekommen: True Peak (dBTP).

Loudness

Im Gegensatz zur herkömmlichen Spitzenwert-Messung mit QPPM-Instrumenten, die Audiosignale ausschließlich nach elektrischen Kriterien beurteilt, berücksichtigt die Loudness-Messung die subjektive Empfindung des Gehörs. Im deutschen Sprachgebrauch kommt der Begriff der „Lautheit“ dem Sinn wohl am nächsten – nicht zu verwechseln übrigens mit der „Lautstärke“, also dem Schalldruck. Die Loudness-Diskussion hat ja nicht etwa das Ziel, die Abhörlautstärken in den Wohnzimmern der Republik zu egalisieren, sondern durch entsprechende Messverfahren die lästigen

Loudness-Sprünge zwischen den einzelnen Kanälen und Programmteilen (zum Beispiel Wechsel von Film zu Werbung) zu beseitigen.

Praxis für den Nutzer

Beginnen wir mit dem positiven Part: Es existiert ein globaler Mess-Standard, der die Messmethode klar definiert und letztlich für alle Loudness-Messungen auf einem gemeinsamen Standard basiert – ITU 1770/1771. Der Wermutstropfen: Die geforderten Ziel- und Toleranzwerte sind von der ausstrahlenden Plattform abhängig. Die ARD in Deutschland hat andere Spezifikationen als die BBC in England oder beispielsweise Disney in den USA. Es ist daher für jeden Produzenten zwingend notwendig, sich vor der Ablieferung einer Produktion mit den definierten Zielgrößen für die Aussteuerung bei seinem Auftraggeber auseinanderzusetzen.

Gehen wir einmal von der Spezifikation der deutschen Fernsehanstalten aus.

Dort unterscheidet man zunächst, ob es sich um Werbung oder Trailer, also recht kurze Beiträge oder aber längere Produktionen handelt. Für alle gilt ein Loudness-Zielwert von -23 LUFS. Bei kurzen Beiträgen wie Werbespots oder Ähnlichem gelten aber noch zusätzliche Kriterien: Neben der integrierten Loudness werden auch die maximale Momentary Loudness, also über Zeitfenster von 400 ms, und die maximale Shortterm Loudness, über ein Drei-Sekunden-Fenster gemessen, bewertet und dürfen bestimmte Grenzen nicht überschreiten.

LUFS steht dabei für die absolute Messeinheit, Loudness Units bezogen

auf Full Scale – also den höchsten digitalen Pegelwert in einem 16- oder 24-Bit-Wort. Die relative Einheit wird mit LU bezeichnet. Wie bei der Nutzung des Terminus dB muss also auch bei LU immer die Referenz mit angegeben werden: 0 LU bei Bezug -23 LUFS. Nebenbei sei erwähnt, dass in einigen Ländern für die absolute Einheit LKFS verwendet wird. Es gibt keinen Unterschied zwischen LUFS und LKFS, es ist lediglich eine unterschiedliche Bezeichnung (-23 LUFS = -23 LKFS).

Zu Full Scale eine Erläuterung, die auch bei der Betrachtung des True-Peak-Wertes wesentlich ist:

Der obere Grenzwert FS eines digitalen Wortes kann nicht überschritten werden – mehr, als alle Bits auf 1 zu setzen, geht nicht. Ein 24 Bit breites Signal zeichnet sich durch eine höhere Dynamik aus als ein 16-Bit-Signal, da ausgehend vom maximalen Wert 2^{24} Auflösungsschritte gegenüber einem 16-Bit-Wort mit 2^{16} Auflösungsschritten zur Verfügung stehen. In der vermutlich besser greifbaren Einheit dB ausgedrückt bedeutet dies, dass der theoretische Rauschabstand eines n-Bit-Systems sich näherungsweise zu $n \times 6,02 + 1,76$ dB ergibt. (16 Bit: 98 dB; 24 Bit: 146 dB).

Analog versus digital

Bei der Wandlung stellt sich oft die Frage nach dem Verhältnis zwischen digitaler und analoger Pegelheit. Hierauf gibt es keine allgemeingültige Antwort. Jeder Nutzer legt selbst fest, welchem analogen Pegel sein digitaler Wert 0 dBFS entspricht. Für die deutschen Rundfunkanstalten wurde definiert: -9 dBFS = +6 dBu. Damit ist der maximale analoge Pegel +15 dBu. Ein analoges PPM zeigt aufgrund seiner Referenzierung von +6 dBu = 0 dB bei einem digitalen Pegel von -9 dBFS im Rundfunk dann 0 dB an. Da aus dieser kurzen Schilderung schon klar erkennbar ist, dass es keine einheitliche analoge Referenzierung gibt, wird auch klar, warum die Loudness-Messung nur für die digitale Domäne spezifiziert wurde. Nur hier gibt es eine klar definierte maximale Grenze: 0 dB Full Scale.

Dynamikbereich ist wichtig

Der Loudness-Zielwert „I“ für eine Produktion ist in Europa mit -23 LUFS festgelegt. Für die Testfrequenz 1.000 Hz ist der Verlauf der K-Filterkurve im Nullpunkt, das Filter greift also nicht. Damit kann man für diesen Punkt und ein Stereosignal folgende Definition treffen: Ein Loudnesswert von -23 LUFS wird erreicht, wenn in einem Stereosignal jeder Einzelkanal ein phasengleiches 1.000-Hz-Signal mit einem Pegel von -23 dBFS führt (ITU 1170-3).

Betrachtet man nun den gesamten Dynamikbereich eines 24-Bit-Signals von 146 dB, dann ist eine Arbeitspunkt-Festle-



Abbildung 3: Pegelmessung und Vektorskop als Plug-in in der DAW „übersteuert“

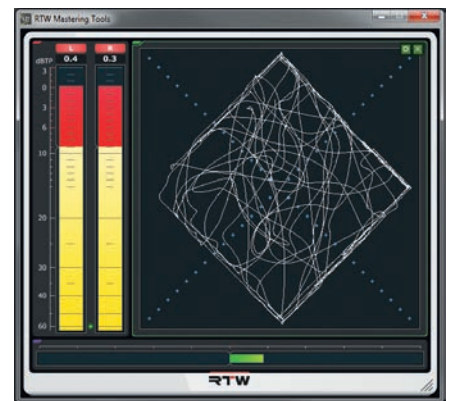


Abbildung 4: Pegelmessung und Vektorskop außerhalb der DAW „übersteuert“

gung bei -23 dBFS (-23 LUFS/0 LU) nahezu perfekt. Es ist genügend Headroom, also Aussteuerungsreserve nach oben, vorhanden und mehr als genügend Abstand zum unteren Grenzwert, der meist durch den Rauschflur definiert wird. Technisch gesehen also ein großer zur Verfügung stehender Dynamikbereich. Die Aussteuerung auf die Ziel-Loudness kann also zunächst einmal ohne weitere Betrachtung irgendeines Pegels erfolgen.

True Peak

Die ebenfalls innerhalb der ITU-Empfehlung definierte True-Peak-Messung löst die bisherige QPPM-Messung ab und liefert eine erhöhte Präzision bei der Erkennung von möglichen Übersteuerungen digitaler Audiosignale. Relevant ist das Verfahren in erster Linie in Anwendungen, bei denen knapp unterhalb der technischen Übersteuerungsgrenze gearbeitet wird, etwa beim CD-Mastering, um das recht häufig vorkommende Übersteuern des DA-Wandlers von CD- oder MP3-Playern oder anderen Wiedergabegeräten zu unterbinden. Aber auch bei allen anderen Produktionen gibt es Vorgaben, die in der Regel besagen, ein Wert von -1 dBTP darf nicht überschritten werden.

Digitale Audio-Information setzt sich aus zeitlich immer gleichen Abschnitten, den Samples, mit einem numerischen Äquivalent zur tatsächlichen Signalspannung zusammen. Bei einer Abtastrate von 44,1 kHz entspricht ein Sample der Dauer von 22,68 μ s. Das bedeutet, alle 22,68 μ s wird ein neuer numerischer Wert bestimmt. Ein analoges Signal hat aber zwischen zwei solchen „Proben“ eine unendliche Zahl von möglichen Signalspannungen, deren Dauer gegen unendlich kurz läuft. Signale mit kürzerer Dauer werden immer hochfrequenter ($f = 1/t$).

Digitale Systeme haben in der Regel ein endliches System. Mit Erreichen der oberen Grenze werden die Signale einfach gekappt. Das wiederum führt zu ungewollter Verzerrung. Würde man also die Samplewerte aus Abbildung 1 auf Full Scale normalisieren, würde das gewandel-

te Ergebnis so aussehen wie in Abbildung 2. Um dies zu vermeiden, wurde die True-Peak-Messung eingeführt. Hier wird mit einer mindestens vierfachen Überabtastung das Signal betrachtet. In unserem Beispiel also alle 5,5 μ s. Da dies immer noch keine absolute Sicherheit bietet, ist eine Pegel-Obergrenze von -1 dB True Peak festgesetzt worden.

Metering in der DAW

In den meisten Fällen gelten diese Vorgaben nicht innerhalb einer DAW. Fast alle DAWs arbeiten mit Fließkomma-Arithmetik. Dadurch entsteht, vereinfacht gesagt, ein fast unbegrenzter Wertebereich. Innerhalb einer DAW wird auf einem Pegelmesser oft eine Übersteuerung angezeigt, die aber tatsächlich gar nicht hörbar oder im Vektorskop sichtbar ist.

Achten wir auf die Numerik über dem Pegelmesser in Abbildung 3, sehen wir einen Wert von +10 dBFS ... theoretisch unmöglich in der digitalen Domäne! Eine Übersteuerung ist auf dem Vektorskop nicht zu erkennen, trotzdem klingt das Ausgangssignal total verzerrt. Eine Messung desselben Signals im digitalen Datenstrom mit einem Stand-alone-Programm außerhalb der DAW zeigt Abbildung 4. Dieses Bild korreliert jetzt auch wieder mit unserem Höreindruck. Wo liegt der Grund für dieses Phänomen? Die Anfangs beschriebene Floating-Point-Operation macht's möglich. Innerhalb der DAW ist kein limitierter Wertebereich für das Audiosignal vorhanden. Sobald das Signal aber die DAW verlässt, gilt wieder die finale Wortbreite von 16 oder 24 Bit.

Das bedeutet: Innerhalb einer DAW ist eine Pegelbewertung mehr als fragwürdig und ein Vektorskop zur Anzeige von Übersteuerungen nicht brauchbar. Anders verhält es sich, wenn diese Anzeige beispielsweise als Stand-alone-Software das Summensignal betrachtet. Da hier wieder der endliche Zahlenbereich eines 24-Bit-Wortes zur Anwendung kommt, werden auch alle Artefakte, die jeder Wandler bei der Wiedergabe erzeugen würde, wieder sichtbar. ▣ Michael Kahsnitz



Abbildung 5: Pegelmessung und Vektorskop in der DAW

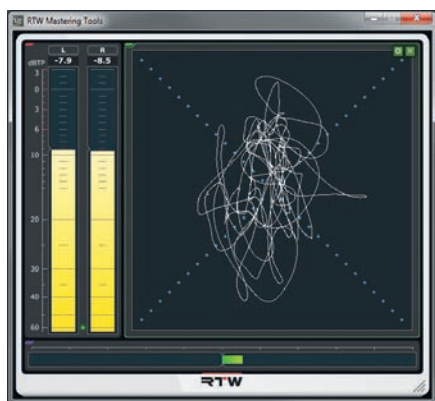


Abbildung 6: Pegelmessung und Vektorskop außerhalb der DAW