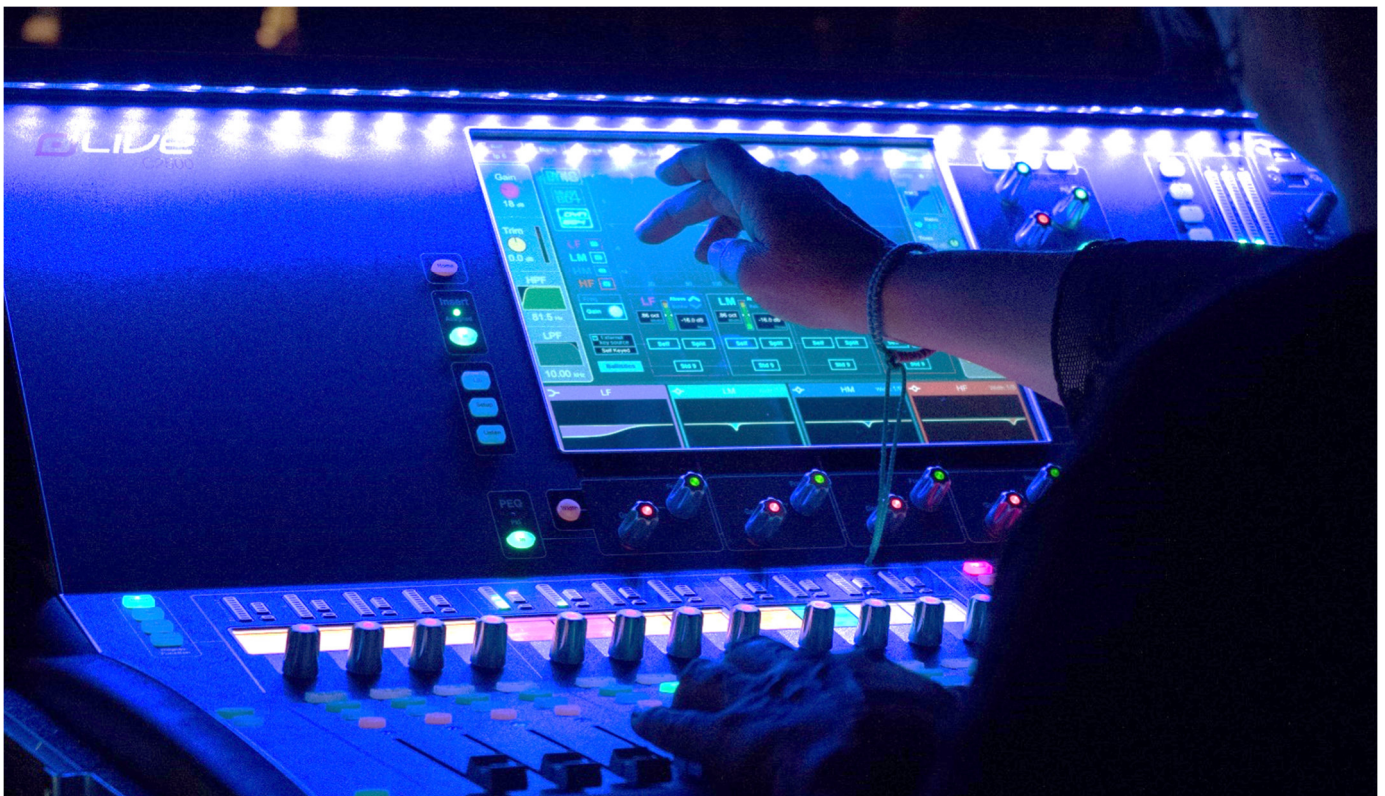




Frequenzbezogener Schallschutz

Der Einsatz von Einband- und Multibandlimitern in Musikbetrieben





Impressum:

Herausgeber: Departement für Wirtschaft, Soziales und Umwelt, Kanton Basel-Stadt
Amt für Umwelt und Energie
Abteilung Lärmschutz
Postfach, CH-4019 Basel
www.aue.bs.ch

Autoren: BSc CS Matias Hugentobler, Dr. sc. Nele Börsing, Rocket Science AG

Titelbild: Josef Stocker

Stand: Juni 2021

Amt für Umwelt und Energie

Inhalt

| | |
|---------------------------------------|----|
| Inhalt | ii |
| 1 Hintergrund | 1 |
| 2 Technische Erklärung..... | 1 |
| 2.1 Einbandlimiter | 2 |
| 2.2 Multibandlimiter | 2 |
| 2.3 Vergleich | 3 |
| 3 Geräte | 3 |
| 3.1 Einbandlimiter | 4 |
| 3.2 Multibandlimiter | 4 |
| 3.3 Systemprozessoren..... | 4 |
| 4 Installation / Vorgehensweise | 4 |

1 Hintergrund

Viele Clubs und Bars im urbanen Bereich stehen vor Herausforderungen in Bezug auf nachbarschaftlichen Lärmschutz. Um die vorgeschriebenen Grenzwerte für Lärmemissionen einhalten zu können, werden oft Pegelbegrenzer, auch Einbandlimiter oder Einfachlimiter genannt, eingesetzt. Diese begrenzen die Lautstärke des abgespielten Signals im gesamten Frequenzbereich und verhindern somit, dass ein kritischer Wert überschritten wird. Je nach abgespieltem Signal und Parametrierung des Limiters kann die Lautstärke im gesamten Frequenzbereich somit stark eingeschränkt werden (globale Regelung), obwohl dies unter Umständen nicht in allen Frequenzbereichen notwendig wäre. Eine Möglichkeit zur Abhilfe dieses Problems ist der Einsatz von Multibandlimitern. Diese begrenzen die Lautstärke nur in solchen Frequenzbereichen, in denen es notwendig ist (frequenzspezifische Regelung). Bars und Clubs können somit gezielt die Lautstärke «homogenisieren», ohne dabei das gesamte Frequenzspektrum zu beeinflussen. Im Folgenden wird der technische Hintergrund von Einband- und Multibandlimitern erläutert sowie eine Übersicht über verfügbare Produkte gegeben.

2 Technische Erklärung

Limiter sind dynamikbearbeitende Geräte, die zur Pegelbegrenzung bei Audiosignalen eingesetzt werden. Moderne Geräte funktionieren digital und werden vor den Verstärker geschaltet.

Es existieren dazu unterschiedliche Regelungsprinzipien: Gewisse Geräte messen die Lautstärke im Raum und nutzen dieses Signal zur Berechnung der Limiterfunktion, andere Geräte nutzen das in das Gerät eingespielte Musiksinal und berechnen daraus die Limiterfunktion. Erstere können auch durch lautes Publikum beeinflusst werden, und so können z.B. Klatschen oder ähnliche (nicht durch die Musik bedingte) Geräusche die Regelung auslösen. Bei der zweitgenannten Art ist dies nicht der Fall.

Beide Geräte müssen kalibriert werden, damit die Funktion gewährleistet ist.

Einen Überblick über die grundsätzlichen Prinzipien zur Dynamikbearbeitung gibt die nachfolgende Tabelle:

| Regelungsprinzip | Gesamter Frequenzbereich | Mehrere Frequenzbänder |
|---|--|--|
| Fest eingestellt | Pegelsteller | Equalizer (EQ) |
| Sich anpassend, anhand Steuersignal in jeweiligen Frequenzen | Einbandlimiter und -leveler (durch Schalldruckpegel oder Audiosignal gesteuert) | Multibandlimiter, Broadcast Prozessoren, digitale Signalsensoren |

Tabelle 1: Übersicht Prinzipien zur Dynamikbearbeitung

Amt für Umwelt und Energie

2.1 Einbandlimiter

Ein Einbandlimiter ist ein Audiogerät, das zur Einschränkung des Dynamikumfangs eines Audiosignals (hier: der Musik) eingesetzt wird. Falls das Signal einen vorab definierten Maximalpegel überschreitet, verringert der Limiter die Lautstärke im gesamten Frequenzbereich um den entsprechenden Betrag.

In Abb. 1 sind die Parameter eines Einbandlimiters beispielhaft am Amplitudenverlauf eines Lautstärkeverlaufs veranschaulicht. Die Zeitkonstanten (Attack Time und Release Time) sollten nicht zu kurz gewählt werden, da es ansonsten zum sogenannten Pump-Effekt kommen kann, bei dem Klänge zu schnell leiser oder lauter werden. Der Sound kann dadurch unnatürlich klingen oder sogar als störend empfunden werden.

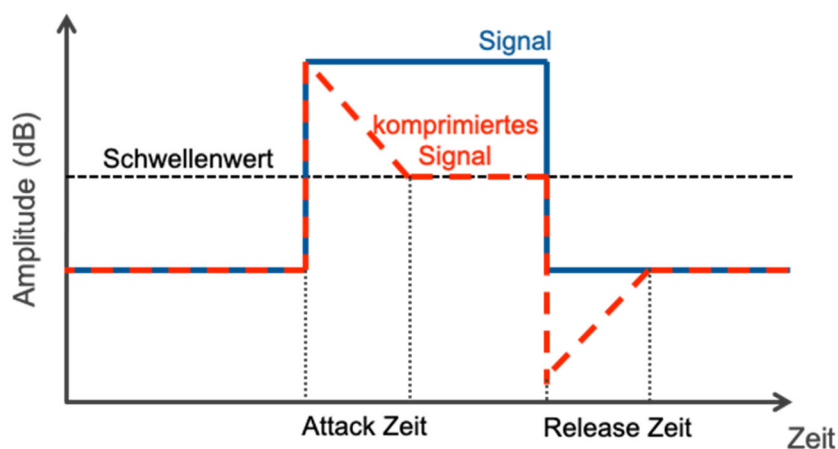


Abbildung 1: Amplitudenverlauf und Parameter verändert durch die Korrektur eines Einbandlimiters; [https://de.wikipedia.org/wiki/Kompressor_\(Signalverarbeitung\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Kompressor_(Signalverarbeitung)).

2.2 Multibandlimiter

Ein Multibandlimiter ist ein Audiogerät, das in mehreren Frequenzbändern getrennt arbeitet. Das Signal wird hierbei in mehrere Frequenzbänder zerlegt und die Lautstärken werden innerhalb der Frequenzbänder separat analysiert. Somit kann die Lautstärke in Frequenzbändern, in denen ein Grenzwert überschritten wird, verringert werden. Nachdem die einzelnen Frequenzbänder in ihrer Lautstärke angepasst wurden, werden die Signale wieder miteinander kombiniert. Pro Frequenzband können dann die gleichen Parameter eingestellt werden wie beim Einbandlimiter (siehe Abbildung 1).

Generell ist bei Multibandlimitern wichtig, dass das Klangbild nicht negativ verfälscht wird. Deshalb ist eine sorgfältige Parametrierung durch geschultes Fachpersonal zu empfehlen. Im Speziellen lässt sich mit einem Mehrweg-Audiosystem (Hauptlautsprecher und Bässe an getrennte Verstärker angeschlossen) auch mit einem einfachen Einbandlimiter eine Art Multibandlimiter realisieren, indem mehrere Einbandlimiter auf die unterschiedlichen Auspielwege angewendet werden. So kann zum Beispiel ein Einbandlimiter nur auf die Bassboxen angewendet werden.

2.3 Vergleich

| | Vorteile | Nachteile |
|-------------------------|---|---|
| Einbandlimiter | <ul style="list-style-type: none"> - einfache Inbetriebnahme - einfache Bedienung | <ul style="list-style-type: none"> - Lautstärkereduktion in Frequenzbereichen, für die keine Notwendigkeit der Reduktion besteht |
| Multibandlimiter | <ul style="list-style-type: none"> - individuelle Anpassung und Parametrisierung an örtliche Gegebenheiten (Begrenzung in den Frequenzbereichen, die als störend wahrgenommen werden) - maximales Ausreizen der Lautstärke unter Einhaltung von Grenzwerten | <ul style="list-style-type: none"> - aufwendige Inbetriebnahme - Eingriff in das Klangbild eines Signals, Erfahrung bei der Parameterisierung erforderlich - höhere Anschaffungskosten |

3 Geräte

Für den Zweck von nachbarschaftlichem Lärmschutz von Musikanlagen empfehlen wir Geräte, die auf einer linearen oder C-Frequenzbewertung basieren (dies gilt für die meisten Studiogeräte). Von einer A-Frequenzbewertung ist abzuraten, da tiefe Frequenzen in der A-Bewertung nicht ausreichend berücksichtigt werden, diese aber im Allgemeinen besonders stark übertragen werden (A-Bewertungen trifft man vor allem in Geräten an, welche hauptsächlich für Live-Pegelbegrenzungen im Publikumsschutz gebaut wurden).

Es kann zwischen Mono- und Stereogeräten unterschieden werden. Während Monogeräte nur ein Signal bearbeiten (ein Eingang und ein Ausgang), werden bei Stereogeräten zwei Signale (für den «linken» und «rechten» Lautsprecher) parallel bearbeitet (zwei Eingänge und zwei Ausgänge). Der Einfachheit halber ist es oft sinnvoll, ein Stereogerät anzuschaffen, statt zwei separate Monogeräte. Dies liefert bei aktiver Limitierung den «besseren Sound», da sichergestellt werden kann, dass beide Signale mit den identischen Einstellungen bearbeitet werden.

Generell ist es sinnvoll, die Zugriffsberechtigung für Einband- sowie Multibandlimiter auf den Veranstalter resp. Haustechniker zu begrenzen. Somit kann verhindert werden, dass externe Gäste, wie z.B. DJs, die Einstellungen zuungunsten der lärm betroffenen Anwohnerschaft verstellen (d.h. den Schwellenwert erhöhen).

Ausserdem ist eine Funktion nützlich, die Rückmeldung über das Eingreifen des Einband- sowie Multibandlimiters gibt. Eine Anzeige für die Person, die den Ton abspielt/abmischt, kann eine Warnung über das Erreichen des Grenzwertes geben. So kann diese Person reagieren und verhindern, dass der Limiter die Klangqualität beeinträchtigt.

Amt für Umwelt und Energie

3.1 Einbandlimiter

- Dateq SPL Serie: z.B. SPL2, ca. CHF 800 (Digitec)
- DBX 160A Limiter, ca. CHF 500: einfache Bedienung (fix eingestellte Attack- und Release-Zeit)
- Klark Teknik 76-KT, CHF o.A.
- Waves MaxxBCL für ca. CHF 3000: Datenbearbeitung unter Berücksichtigung psychoakustischer Effekte
- FMR RNLA, CHF o.A.
- FMR Audio RNC 1773, CHF o.A.
- Chandler TG1, warm sound, CHF o.A.
- Manley Variable Mu Limiter Compressor, CHF o.A.
- Elysia Mpressor, CHF o.A.

3.2 Multibandlimiter

- DBX Quantum II Dynamic Processor, ca. CHF 500
- Drawmer 1978, CHF o.A.
- Spezialfall: Broadcast Prozessoren (z.B. Orban), CHF o.A.
- Spezialfall: BSS DPR 504: dynamischer Equalizer, nur noch schwer erhältlich, CHF o.A.

Eine weitere Option eines digitalen Multibandlimiters ist eine DSP-gestützte (Digital Signal Processing) Implementierung. Diese wird individuell programmiert und bietet somit mehr Flexibilität und erweiterte Anpassungsmöglichkeiten an unterschiedliche Problemstellungen. Dabei kann eine beliebige Frequenzauflösung gewählt werden und das Produkt individuell auf das Problem angepasst werden.

3.3 Systemprozessoren

Zusätzlich zu den oben beschriebenen Einband- und Multibandlimitern besteht die Möglichkeit, ein Audiosignal mit Systemprozessoren zu limitieren. Es handelt sich hierbei um Audiogeräte, welche neben der hier beschriebenen Dynamikbearbeitung oft noch viel mehr können (z. B. System Equalizer oder Frequenzweichen). Gegebenenfalls kann durch Ersatz eines alten Prozessors die gewünschte Funktionalität erreicht werden.

4 Installation / Vorgehensweise

Die messtechnische Analyse des störenden Schalls liefert die Grundlage zur Entscheidung, ob der Einsatz eines Einband- oder Multibandlimiters sinnvoll wäre.

Der Limiter wird dann als letztes Element im Signalpfad, direkt vor dem Verstärker eingebaut, um zu verhindern, dass ein Verändern von Parametern nach dem Limiter zu einem Überschreiten von Grenzwerten führen kann.

In einem letzten Schritt muss der Limiter entsprechend eingestellt werden. Hierbei ist neben dem Erfüllen der Hauptaufgabe – Limitierung der Lautstärke am Immissionsort – auch auf die Klangqualität zu achten. Meistens muss ein Kompromiss zwischen Limitierung und Klangqualität gemacht werden.

Departement für Wirtschaft, Soziales
und Umwelt des Kantons Basel-Stadt
Amt für Umwelt und Energie
Abteilung Lärmschutz
Postfach, CH-4019 Basel

Telefon + 41 (0)61 267 08 00

aue@bs.ch
www.aue.bs.ch