

PEGEL UND LAUTHEIT

Neue Richtlinien für den Ton von TV-Produktionen

RTR, 24. Mai 2012

Vorstellung > Georg Burdicek



- Umfangreiche Erfahrung als Tonmeister mit Stereo- und Surround-Produktion bei klassischer Musik, Jazz, TV- und Filmton
- Produktionen wurden mehrfach mit Gold und Platin sowie dem „Echo Classic“ Preis ausgezeichnet
- Intensive Beschäftigung mit Dolby Technologien, Ausbildung durch Dolby UK
- Gründungsmitglied der "Coding Factory"
- Erfahrung in Audio-Systemplanung und Systemintegration
- Erfahrener Trainer, Vortragender und Consultant

E-Mail: g.burdicek@artecast.com Telefon: +43-(0)1-481716321

Vorstellung > Karl M. Slavik



- HTL-Studium Nachrichtentechnik & Elektronik (1990)
- Lehramtsstudium Elektrotechnik & Medien (1996)
- Seit 1981 Audio und Video für Studio, Event, Broadcast
- Erfahrung als Toningenieur, Video- und Veranstaltungstechniker, Systemplaner, AV Gestalter, Berater
- 1999 – 2005 Toningenieur und Projektleiter beim ORF
- Seit 2005 Selbstständig, Gründung von ARTECAST
- Zertifizierter Dolby Consultant & Trainer
- Lehrbeauftragter an der Uni Wien (HF- & TV-Produktion), ARD-ZDF-Medienakademie, Singapore Media Academy
- Co-Autor verschiedener Fachbücher, u.a. "**Handbuch der Tonstudientechnik**" und Autor zahlreicher Fachartikel

E-Mail: k.m.slavik@artecast.com Telefon: +43-(0)1-481 71 63 21

Seite 3

03.09.2011

© 2011 by Ing. Karl M. Slavik unter Mitarbeit von Georg Burdicek - artecast



Vorstellung > Das Unternehmen artecast



artecast

INGENIEURBÜRO • STUDIO- UND EVENTTECHNIK
I N G . K A R L M . S L A V I K
CONSULTING • TRAINING • MEDIA PROJECTS • SERVICES

Seite 4

03.09.2011

© 2011 by Ing. Karl M. Slavik unter Mitarbeit von Georg Burdicek - artecast



Vorstellung > Das Unternehmen artecast

• Basis-Fakten

- Gegründet 2005, 3 fixe Mitarbeiter, 7 freie Mitarbeiter
- International tätig im Bereich Consulting, Training, Media Projects
- Kunden: ARD, ZDF, ORF, RTM Malaysia, CZTV, HRT, SRG-SSR, u.a.

• Ingenieurbüro für Nachrichtentechnik

- Beratung und Schulung
- Einmessung, Timing-Setup, Messungen (z.B. Schallpegel), Gutachten
- Zertifizierter Partner von Dolby

• Studio- und Veranstaltungstechnik

- Codierung in allen Dolby- und DTS-Formaten für Broadcast, Disc-Medien
- Verleih von Dolby- und DTS-Geräten und Software sowie Messtechnik
- Produktions-Support für Studio, Broadcast, Film, Eventtechnik



Lautheit und Pegel - Warum nur, warum?

Lautheit und Pegel > Warum nur, warum?

Warum rufen Zuschauer beim Kundendienst von TV-Stationen an?

Wichtigster technischer Grund: "Wir leben im 21. Jahrhundert! Warum ist es nicht möglich, dass die Nachrichten gleich laut sind wie die Werbung oder der Film?" (Zitat Ende)



Lautheit und Pegel > Der "Lautheits-Krieg"



Auftraggeber vs. Tonverantwortliche vs. Zuschauer



Lautheit und Pegel > Der "Lautheits-Krieg"

"*Loudness-War*" ermöglicht durch ...

Immer größere technische Dynamik

Von analogem Lichtton zu Digital Cinema etwa 70 dB (!!!) Unterschied!

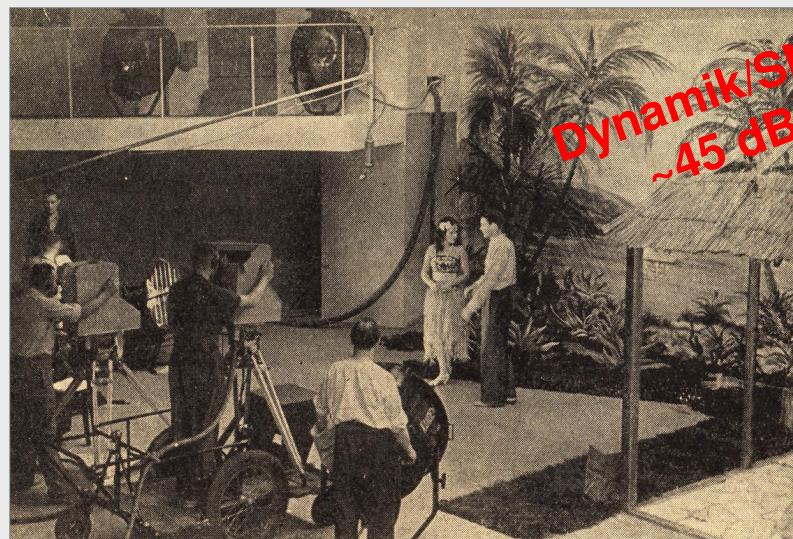
Von 1-Zoll-MAZ (ohne PCM) bis HDCAM SR etwa 70 dB Unterschied!

Vor allem fiktionaler Content wird leider immer "dynamischer" und damit leiser gemischt.

Immer leistungsfähigere Signalprozessoren

Immer lautere Produktionen durch digitale Multiband-Kompressoren, senderseitiges Sound-Processing, uneinsichtige Kunden ("Caveman-Mentality"), etc. Die Dynamik wird dadurch extrem klein.

Kurze Geschichte > TV-Produktion, 1938



Produktion eines Fernsehspiels, Deutschland, etwa 1938 (120 Zeilen, Mono-Ton)

Kurze Geschichte > Von Analog zu Digital



Portabler 1" C-Format Recorder
PAL 720 x 576i/25
1-Spur Audio
Sony, 1976



Portabler HDCAM SR Recorder
HD 1080i/25 oder 1080p/25
4:2:2 oder 4:4:4, 4 -12 Audiospuren
mit 24 Bit, Sony, 2006

Portabler HD File-Recorder
HD 1080i/25 oder 1080p/25
4:2:2 oder 4:4:4, 4 Audiospuren
24 Bit, Codex Digital, 2010

Seite 11

03.09.2011

© 2011 by Ing. Karl M. Slavík unter Mitarbeit von Georg Burdick - artecast



Pegelsituation > Entwicklung Signal-Rauschabstand*)



Dynamik Filmton:

Academy Mono Lichtton	50 dB
Dolby Stereo (A)	65 dB
Dolby Stereo (SR)	78 dB
Dolby Digital AC-3	105 dB
Digital Cinema	120 dB

Dynamik Videoton:

VHS-Recorder (LN)	47 dB
MII Longitudinal	56 dB
MII FM-Spuren	70 dB
DVCPro (16 Bit)	> 90 dB
Digibeta (20 Bit)	> 100 dB
HDCAM SR (24 Bit)	~ 120 dB

*) Typische Praxiswerte (Zirka-Werte), stark abhängig vom Schaltungsdesign und der Anwendung.

Seite 12

03.09.2011

© 2011 by Ing. Karl M. Slavík unter Mitarbeit von Georg Burdick - artecast



Pegelsituation > Schalldruckpegel bei der Wiedergabe



Dolby nominal SPL im Kino: 85 dB_C bei $-20 \text{ dB}_{\text{FS}}$
Dolby nominal SPL daheim: 79 dB_C bei $-20 \text{ dB}_{\text{FS}}$

Dolby maximal SPL im Kino: 105 dB_C bei 0 dBFS
Dolby maximal SPL daheim: 99 dB_C bei 0 dBFS

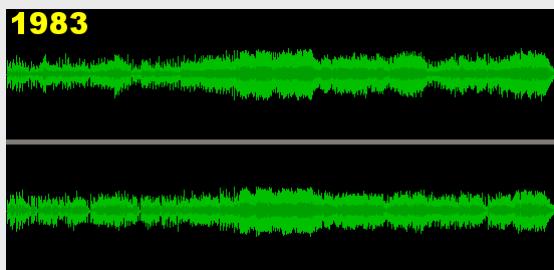
Störpegel im Kino: Nach DIN, IEC, THX und Dolby eng definiert
Störpegel daheim: Alles ist möglich

Realer SPL im Kino: bis zu 110 dB_C (kurzzeitig)
Realer SPL daheim: $< 85 \text{ dB}_C$ (kurzzeitig)

SPL ... Sound Pressure Level, Schalldruckpegel
 dB_C ... Schalldruckpegel in dB, gemessen nach Bewertungskurve C/slow



Pegel & Lautheit > Problemstellung: Loudness War



"Something" (Beatles) auf verschiedenen Releases.

Zwischen der Einführung der CD 1982 und heute (2012) hat sich die Lautheit von Audiomaterial bei HF, TV und Disc-Medien mehr als vervierfacht!

Gründe sind immer leistungsfähigere Audio-Prozessoren, automatisierte (und unbemannte) Abwicklungen und ein grundlegend falsches Verständnis von Pegel, Aussteuerung und Rezeption.

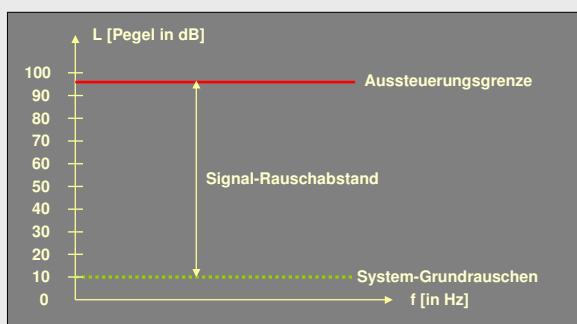


Audio-Aussteuerung und Lautheit Headroom

Pegel & Lautheit > Aussteuerung

Aussteuerung bedeutet im technischen Sinn:

Einstellung des Audio-Arbeitspegels, um das Verhältnis zwischen dem Grundrauschen des Systems und seiner Übersteuerungsgrenze optimal nutzen zu können. Je schneller und genauer Spitzenpegel detektiert werden können, um so besser kann das elektrische System gegen Übersteuerungen (Clipping) geschützt werden.



Messung daher mit
True-Peak-Meter (TPM)



Pegel & Lautheit > Aussteuerung



Aussteuerung bedeutet in der Wahrnehmung:

Hohe Spitzenpegel bedeuten nicht zwangsläufig auch hohe Lautheit. **Lautheit** (subjektiv empfunden) **ist nicht Lautstärke** (Schalldruckpegel). QPPM (Quasi Peak Program Meter) mit 10 ms, 5 ms oder 1ms Integrationszeit nach DIN/IEC werden dem Hörempfinden nicht oder bestenfalls nur näherungsweise gerecht.

Aussteuerung bedeutet im gestalterischen Sinn:

Herstellung von Pegel- und Lautheitsverhältnissen, die dem Inhalt und dem Charakter eines Klangereignisses sowie der Tondramaturgie gerecht werden.

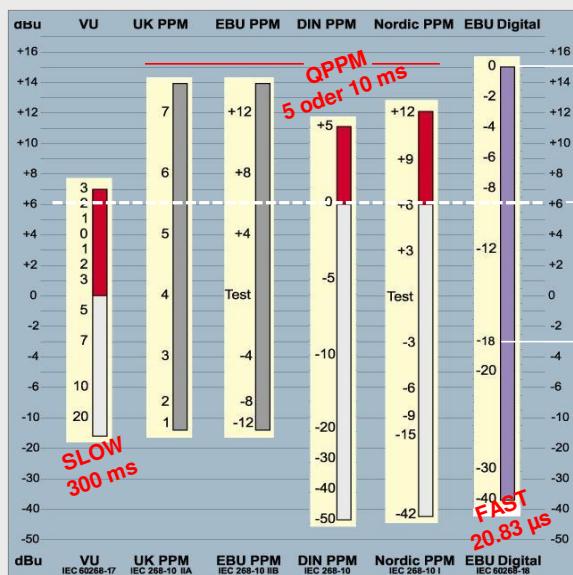
Seite 17

03.09.2011

© 2011 by Ing. Karl M. Slavík unter Mitarbeit von Georg Burdický - artcast



Pegel & Lautheit > Audiopiegel, Skalen



Maximum Coding Level
CLIP-LEVEL

Maximum Program Level

Alignment Level

DIN PPM = QPPM

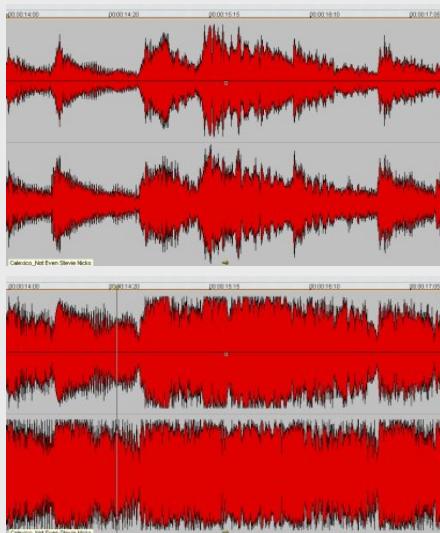
Seite 18

03.09.2011

© 2011 by Ing. Karl M. Slavík unter Mitarbeit von Georg Burdický - artcast



Pegel & Lautheit > Problemstellung



Beispiel aus der Praxis

Zwei gleiche Ausschnitte aus dem gleichen Musikstück (Calexico, *Not Even Stevie Nicks*).

Oben: Puristisch, direkt von CD, ohne weitere Dynamik-Kompression.

Unten: Nach exzessiver Lautheitsbearbeitung mit einem Multiband-Sendekompressor.

In beiden Fällen **gleicher Spitzpegel** (hier -0,3 dB_{FS}), jedoch unten ca. **12 LUFS mehr** Lautheit.



Pegel & Lautheit > Lautheitsmessung

Übliche Methoden und Standards

Die International Telecommunication Union (ITU) hat die verbindlichen Standards **ITU BS.1770-2** (Meßmethode, Algorithmus) und **BS.1771** (Anzeigemethode) geschaffen, die in **EBU R 128** angewandt werden.

Die Lautheitsmessung erfolgt nach **LKFS** (Loudness, K-weighted, Referenced to Full Scale) bzw. **LUFS** (Loudness Units, Referenced to Full Scale) basierend auf **R2LB**-Gewichtung (Revised Low Frequency B-Weighted).

Abhängig von der Firmware-Version messen auch alle Dolby-Geräte mittlerweile nach ITU BS.1770 / BS 1771 (ehemalige Methode: Leq(A)), allerdings OHNE Gating, wie in ITU BS.1770-2 gefordert. Ausnahme: Dolby Media Meter DMM V2.0 und Dolby DP600 messen vollständig nach ITU BS.1770-2, INKLUSIVE Gating!



Pegel & Lautheit > Lautheitsmessung und EBU

- Aussteuerung nach ITU-R BS.645 ist nicht länger gültig!

0 dB_r = - 9dB_{FS} mit Quasi-Peak-Programme-Meter (QPPM) nach DIN/IEC 268-10 hat **in Zukunft** ausgedient!

- Einführung ab 1.1.2012
- Übergangsfrist bis September 2012
- Endgültige Umstellung und Verlautbarung anlässlich IFA Berlin.

Pegel & Lautheit > Lautheitsmessung und EBU R128

- Aussteuerung nach ITU-R BS.645 ist nicht länger gültig!

0 dB_r = - 9dB_{FS} mit Quasi-Peak-Programme-Meter (QPPM) nach DIN/IEC 268-10 hat **in Zukunft** ausgedient!

- Gemäß EBU-Empfehlung R 128 werden nun gemessen:
 - **True-Peak** (Systemschutz, Vermeidung von Clipping, Verzerrungen)
 - **Lautheit** (Loudness) nach EBU R 128 in LUFS
(LUFS ... Loudness Units, Referenced to Full Scale)
 - **Loudness Range** (Lautheitsbereich)

Pegel & Lautheit > Definitionen

- **Maximum True-Peak Level**

Absoluter Spitzenwert eines Signals, Angabe in dB_{TP}. Sample-genaue Messung (innerhalb 20,83 µs bei 48 kHz) mit Instrument **mit Vierfach-Oversampling**, um mögliche Spitzen > 0 dB_{FS}, die bei der DA-Wandlung entstehen können, zu berücksichtigen.

- Angabe in **dB_{TP}**

Pegel & Lautheit > Definitionen

- **Loudness Range (LRA)**

Beschreibt den Lautheits-Bereich, über den sich das Signal innerhalb eines Zeitfensters entwickelt (statistische Verteilung). Verwendet spezielles Gating, um Messfehler durch Signal-Maxima (z.B. kurzer Schuss) und Minima (z.B. Atmo, Stille) zu vermeiden. Darf nicht mit "Dynamik" oder dem meßtechnischen "Crest-Factor" (Scheitelfaktor) unterschiedlicher Signalformen verwechselt werden.

- Angabe in **LU** (Loudness Units).

Pegel & Lautheit > Definitionen

- **Programme Loudness** (Programm-Lautheit, Integrated Loudness)
Gemessen und integriert über die gesamte Programm-Laufzeit (egal ob 30 Sekunden TV-Spot, 3 Minuten News-Beitrag oder 120 Minuten Spielfilm).
Angabe in **LUFS**, Target Level -23 LUFS, Abweichung maximal ± 1 LU.
Gating-Funktion stoppt Messung bei -10 LU unter Target-Level (also -33 LUFS).
- **Momentary Loudness** (momentane Lautheit)
Lautheit, gemessen und integriert über 400 ms.
- **Short-Term Loudness** (Kurzzeit-Lautheit)
Lautheit, gemessen und integriert über 3 Sekunden.



Pegel & Lautheit > Neue Zielwerte, Spitzenpegel

- **BEI STEREO:** Spitzenpegel = $-1 \text{ dB}_{\text{TP}}$ (dB True Peak), gemessen mit Instrument nach ITU-R BS.1770 > EBU Tech Doc 3341 > EBU R 128
- **BEI SURROUND:** Spitzenpegel = $-3 \text{ dB}_{\text{TP}}$ (dB True Peak), wegen möglichem Downmix auf Stereo und Verhalten mancher Surround-Encoder, gemessen mit Instrument nach ITU-R BS.1770 und EBU Tech Doc 3341 > EBU R 128.



Pegel & Lautheit > Neue Zielwerte, Lautheit

- **Ziel-Lautheit (Target Loudness)** bei STEREO und SURROUND:
-23 dB_{LUFS}. Maximal erlaubte Abweichung: ± 1 LU.
- **ACHTUNG:** Der gemessene Lautheitswert (-23 LUFS) muss dem "Dialogue-Level" in den Dolby (und DTS) Metadaten entsprechen und dort UNBEDINGT entsprechend RICHTIG eingetragen werden! Bei Unterschieden größer als etwa 3 dB / LUFS (Erfahrungswert) kann es decoderseitig zu Fehlverhalten (Kompressor- und Limiterpumpen, etc.) kommen.



Pegel & Lautheit > Neue Zielwerte, Gating

- Elemente wie Sprache, Musik oder Effekte werden nicht besonders bewertet (wie z.B. bei Dolby "Dialogue Intelligence").
- **Gating:** Schwellwert (Threshold) von **10 LU** (früher 8 LU) **unterhalb** des nicht gegagten LUFS Zielwerts, um längere Passagen mit niedriger Modulation als Mess-Fehlerquelle auszuschalten (EBU Tech Doc 3341).



Pegel & Lautheit > Neue Zielwerte, Loudness Range

Um den Loudness Range "Wohnzimmer-kompatibel" zu halten, soll auf zu grosse Produktionsdynamik verzichtet werden. Es gilt:

- Bei "normalen" Produktionen **in Stereo**: 15 LU
- Bei "Hochglanz-Produktionen" **in Surround**: 20 LU

Vernünftige Abhörpegel (Schalldruckpegel in dB_C) helfen bei der Einhaltung des Loudness Range! Aus der Erfahrung:

- Abhörpegel deutlich **kleiner** als 79 dB_C (z.B. 69 dB_C) ergeben "kompakten" Mix mit zunehmend geringerer Dynamik.
- Abhörpegel deutlich **größer** als 79 dB_C (z.B. 89 dB_C) ergeben meist "überdynamischen" Mix mit zu großer Dynamik.



Pegel & Lautheit > Übung macht den Meister!

-23 LUFS entspricht „durchschnittlichen“ Hörgewohnheiten

- Abhören bei Normpegeln (z.B. $SPL\ 79\ dB_C$ bei $-20\ dB_{FS}$ gemäß Dolby-Empfehlung) führt normaler Weise sehr nahe an den gewünschten Lautheits-Target-Level, sofern Studio und Monitoring korrekt eingemessen sind.
- Loudness-Range muss im Vergleich zu den technischen Möglichkeiten (unterschied Studio zu Wohnzimmer) eingeschränkt werden.
- Gehör und „Gespür“ durch praktische Erfahrung auf die neuen Richtlinien trainieren.



Hardware und Software für Lautheits- und True-Peak-Messung

Geräte und Software > Hersteller, auszugsweise ...

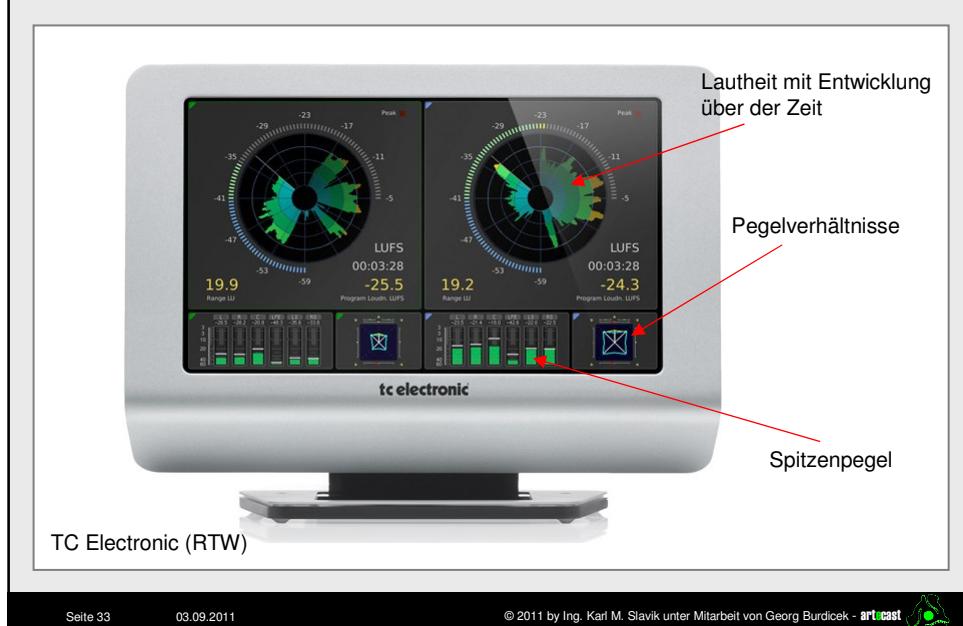
Hardware-Metering für Lautheit und True-Peak-Level

- RTW
- TC Electronic (in Kooperation mit RTW)
- DK Audio
- Dorrough
- Tektronix u.a.
- Dolby LM100

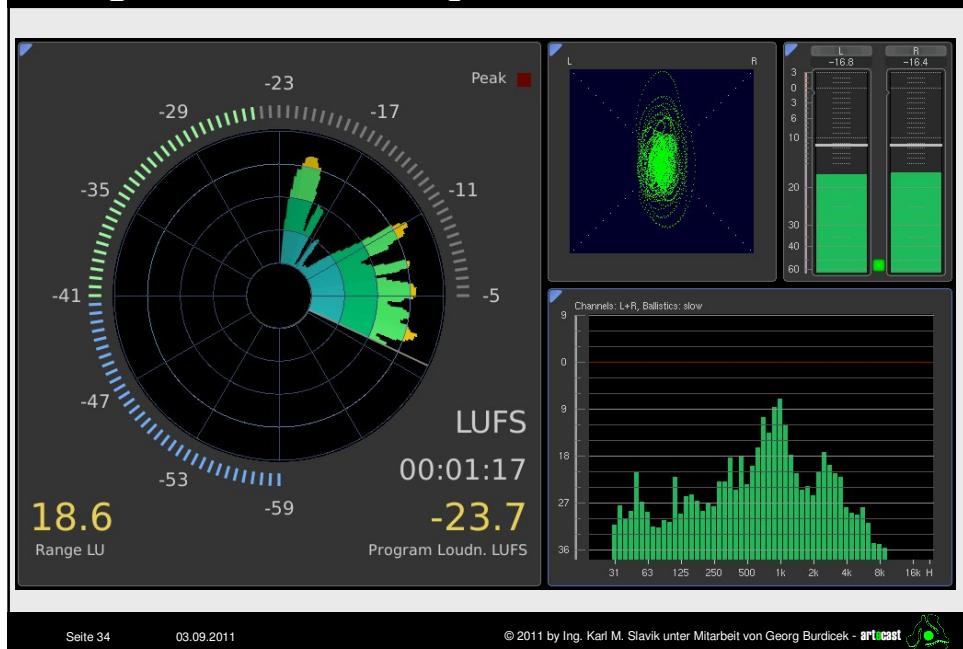
Software und Plug-Ins

- Dolby Digital Media Meter V2.0
- NuGen Vis-LM
- Pinguin
- TC Electronic
- ... diverse (auch teils kostenlos - Achtung auf Einhaltung der Normen).

Pegel & Lautheit > Anzeige 5.1, TC "Loudness Radar"



Pegel & Lautheit > Anzeige Stereo, TC "Loudness Radar"



Pegel & Lautheit > Dolby Media Meter (DMM) V2.0

- Erlaubt hochgenaue Messung der Lautheit und des Spitzenpegels
- Dialogue Intelligence
- ITU BS.1770-2/1771 und EBU R 128
- Leq(M) für Kinomessungen
- Kanalwahl und Positionswahl
- Vergleich Ist-Soll
- Short-Term, Long-Term
- Für Mac und PC
- Realtime und File-basierend

Seite 35

03.09.2011

© 2011 by Ing. Karl M. Slavík unter Mitarbeit von Georg Burdick - artecast



Literaturempfehlungen und Normen

Literatur > Empfehlungen



Handbuch der Tonstudientechnik (2008)
Michael Dickreiter u.a.
Verlag K. G. Saur



Handbuch der Audiotechnik
(2008)
Stefan Weinzierl u.a.
Springer-Verlag



Handbuch HD-Produktion
Medien-Bildungsgesellschaft Babelsberg

Literatur und Normen > Empfehlungen, Normen

ITU-R BS.1770: Algorithms to measure audio programme loudness and true-peak audio level

EBU Technical Recommendation R 128: Loudness normalisation and permitted maximum level of audio signal

EBU Tech Doc 3343: Practical Guidelines for Production and Implementation in accordance with EBU Technical Recommendation R 128 – publication awaited

EBU Tech Doc 3342: Loudness Range: A descriptor to supplement loudness normalisation in accordance with EBU R 128

EBU Tech Doc 3344: Practical Guidelines for Distribution of Programmes in accordance with EBU R 128 – publication awaited

EBU Tech Doc 3341: Loudness Metering: 'EBU Mode' metering to supplement loudness normalisation in accordance with EBU R 128

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

