Lauter. Leiser. Lauter.

Dieses Ding mit der Lautstärke in Audioproduktionen

Oyla - Radio LOHRO

Fahrplan

- Über Schall und Ton
- Die einfache Audiodatei
- Das Peakmeter
- Ausflug in die Welt der dB
- Möglichkeiten der Lautstärkeanpassung
- Lautheit
- Weniger Nachregeln dank Normalisierung
- Ausflug: Vom Schnittprogramm in das Soundprocessing
- Tools und Werkzeuge
- Fragen

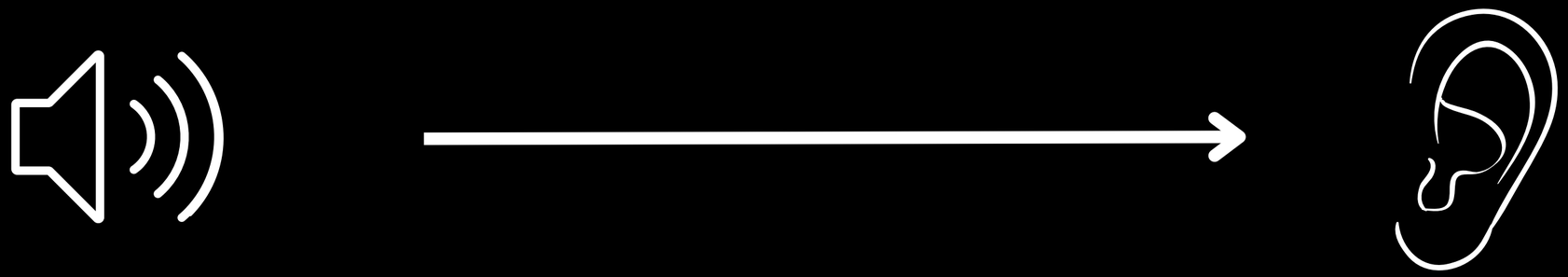
Über Schall und Ton

Über Schall und Ton

Über Schall und Ton

Schallquelle

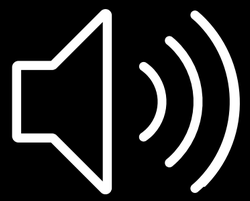
Schallempfänger



“Schall (von althochdeutsch scal) bezeichnet allgemein **mechanische Schwingungen** in einem elastischen Medium (Gas, Flüssigkeit, Festkörper).[1] Diese Schwingungen rufen Druck- und Dichteschwankungen hervor, die sich in dem Medium ausbreiten und so die Schallwellen bilden.” https://de.wikipedia.org/wiki/Schall

Über Schall und Ton

Schallquelle



Schwingt und bewegt Luft(moleküle)

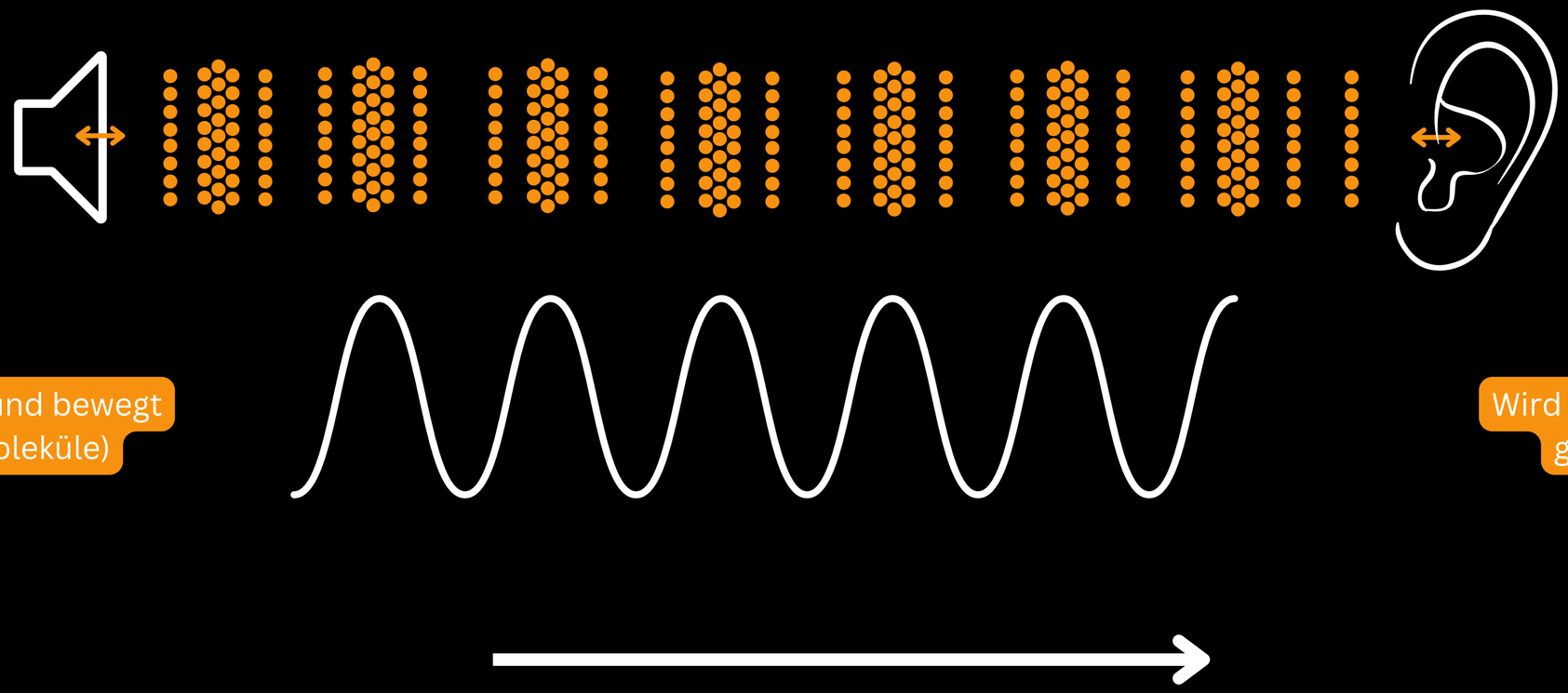
Schallempfänger

Wird Schwingung gebracht

Über Schall und Ton

Schallquelle

Schallempfänger



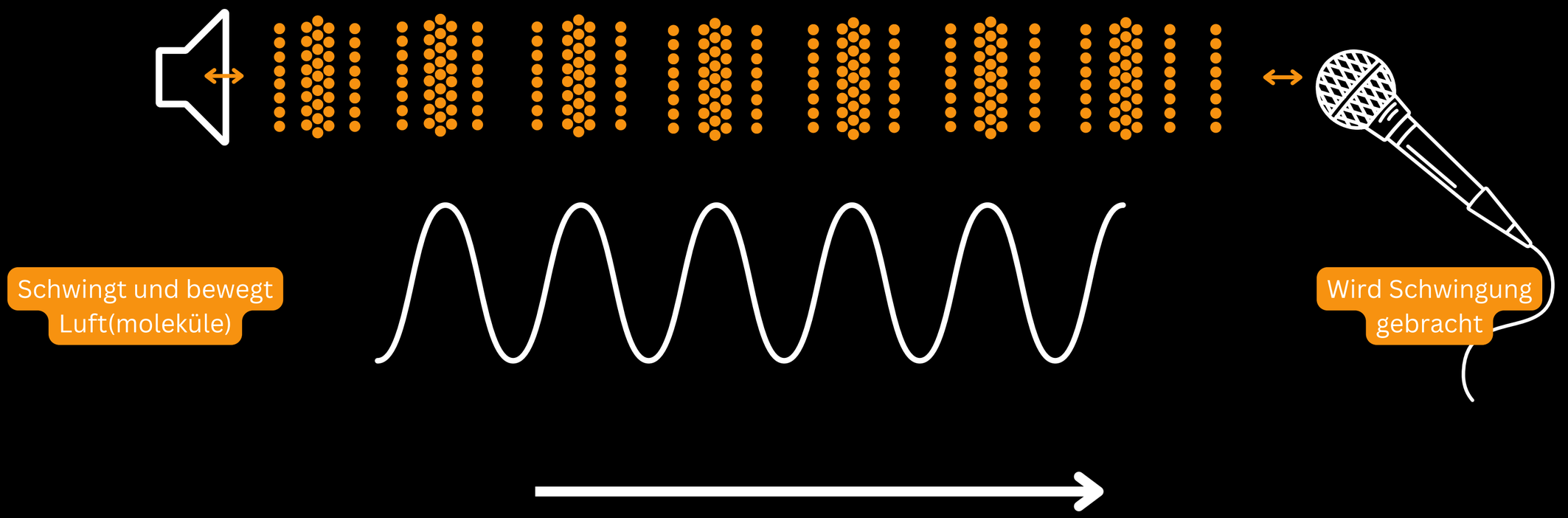
Schwingt und bewegt Luft(moleküle)

Wird Schwingung gebracht

Über Schall und Ton

Schallquelle

Schallempfänger



Schwingt und bewegt Luft(moleküle)

Wird Schwingung gebracht

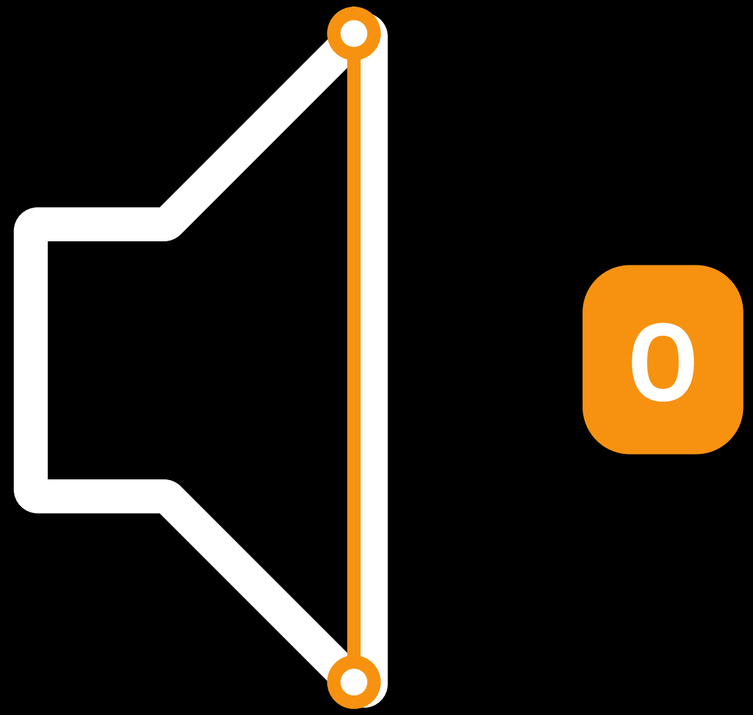
PHY

Membran

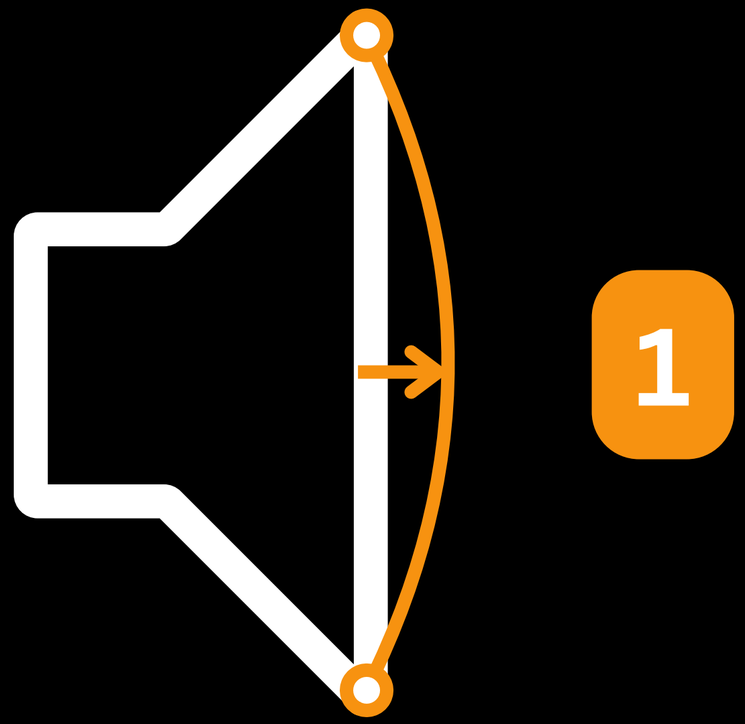
“Elektrisches Signal”

Schall

Lautsprecher als Schallquelle

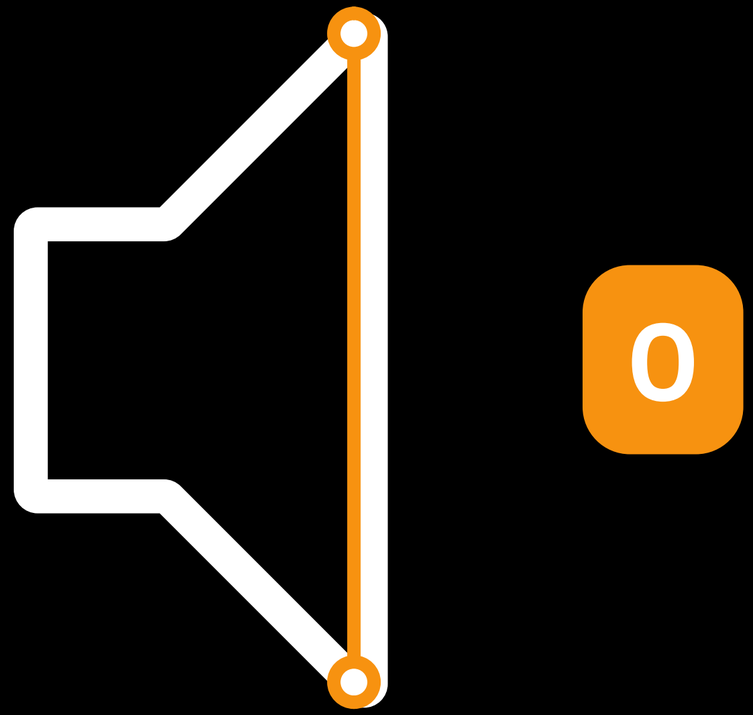


Lautsprecher als Schallquelle

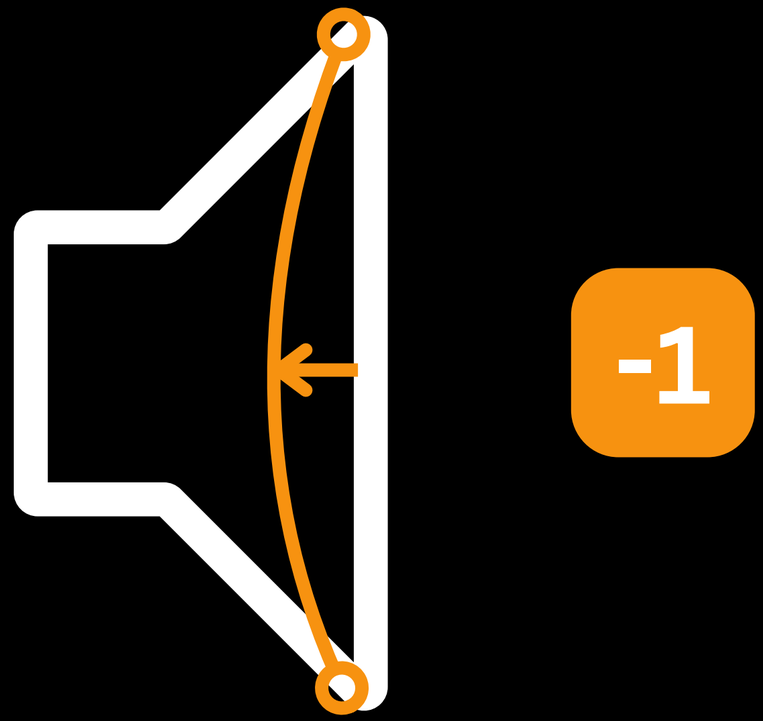


PHY

Lautsprecher als Schallquelle

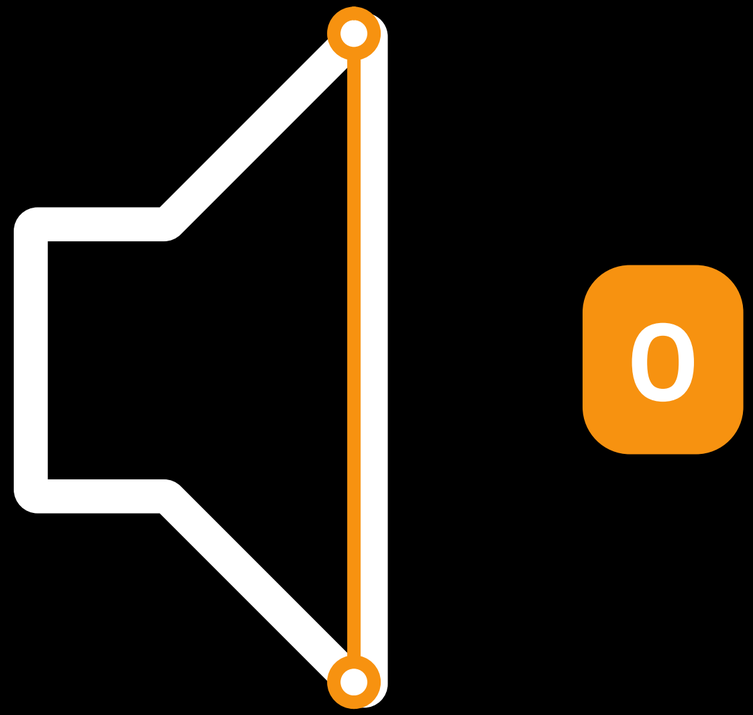


Lautsprecher als Schallquelle

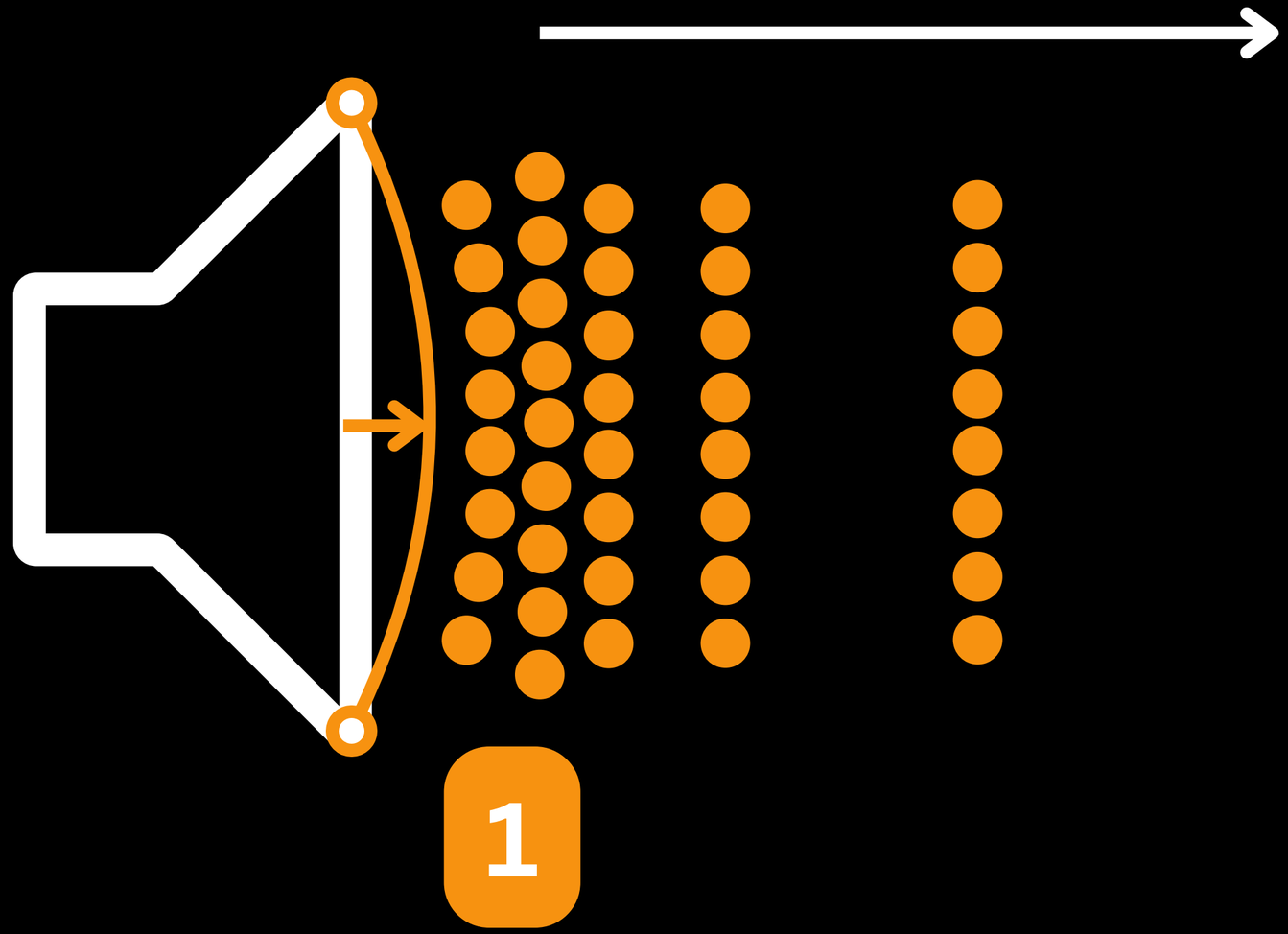


PHY

Lautsprecher als Schallquelle

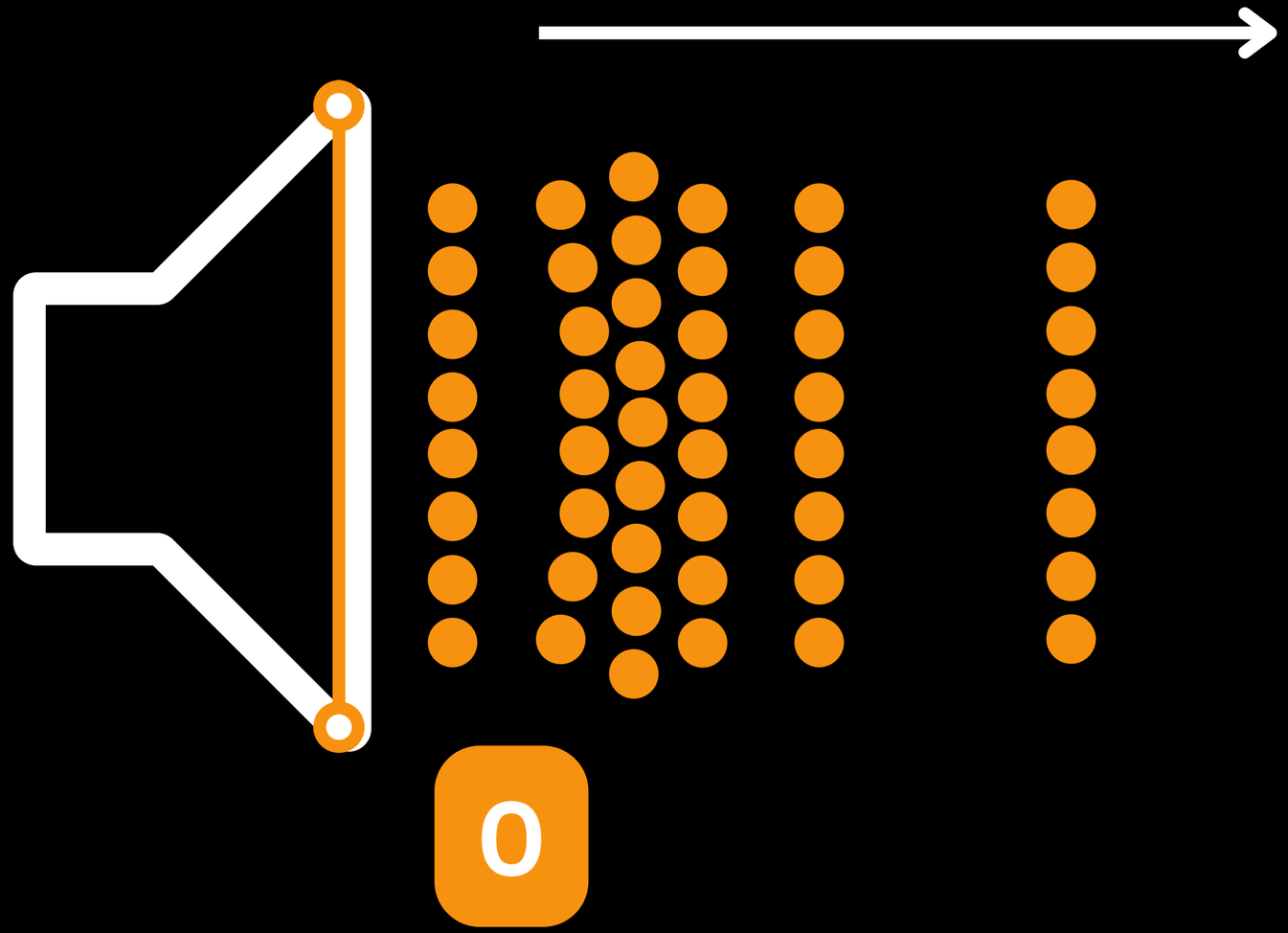


Lautsprecher als Schallquelle



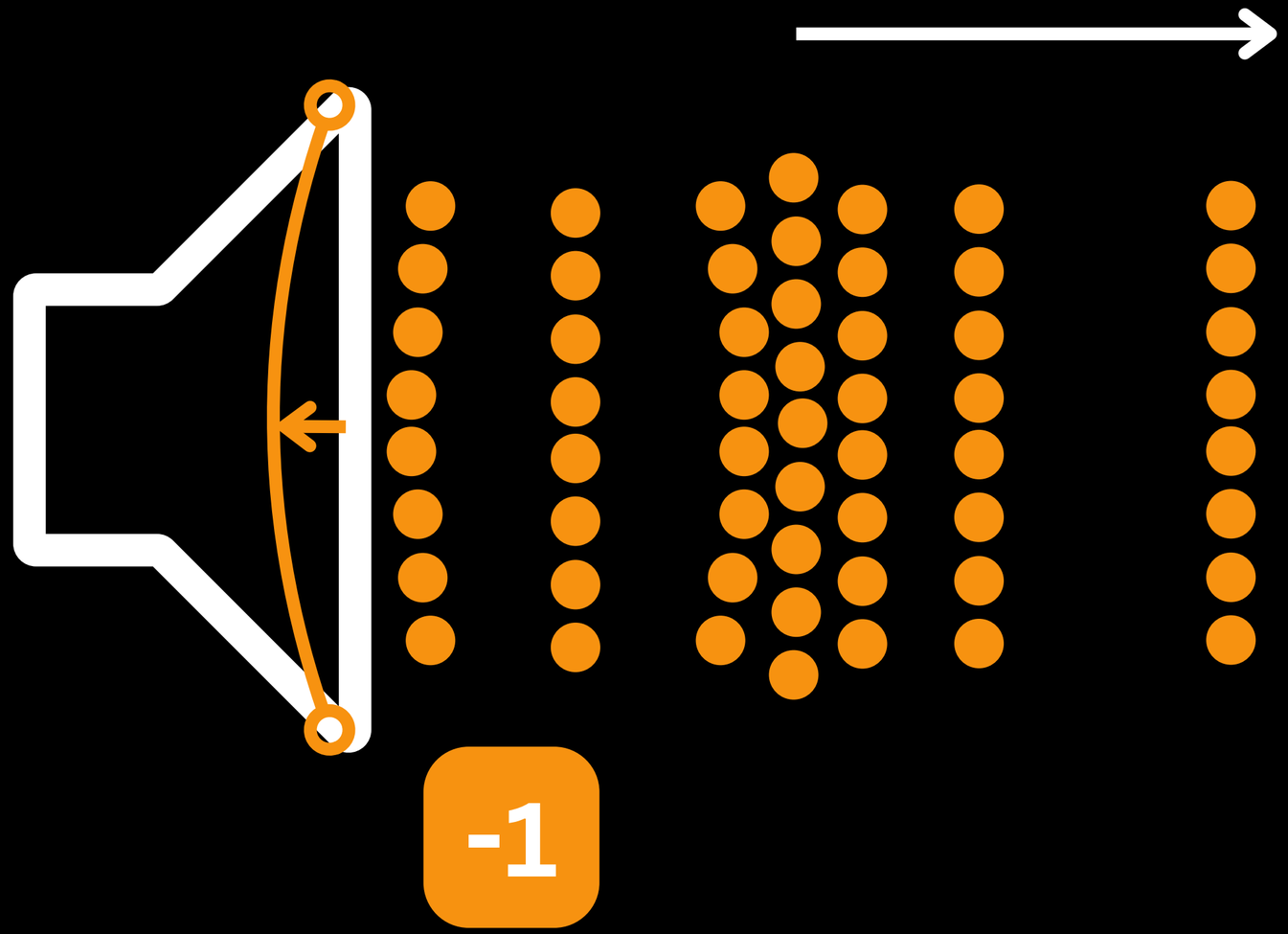
PHY

Lautsprecher als Schallquelle

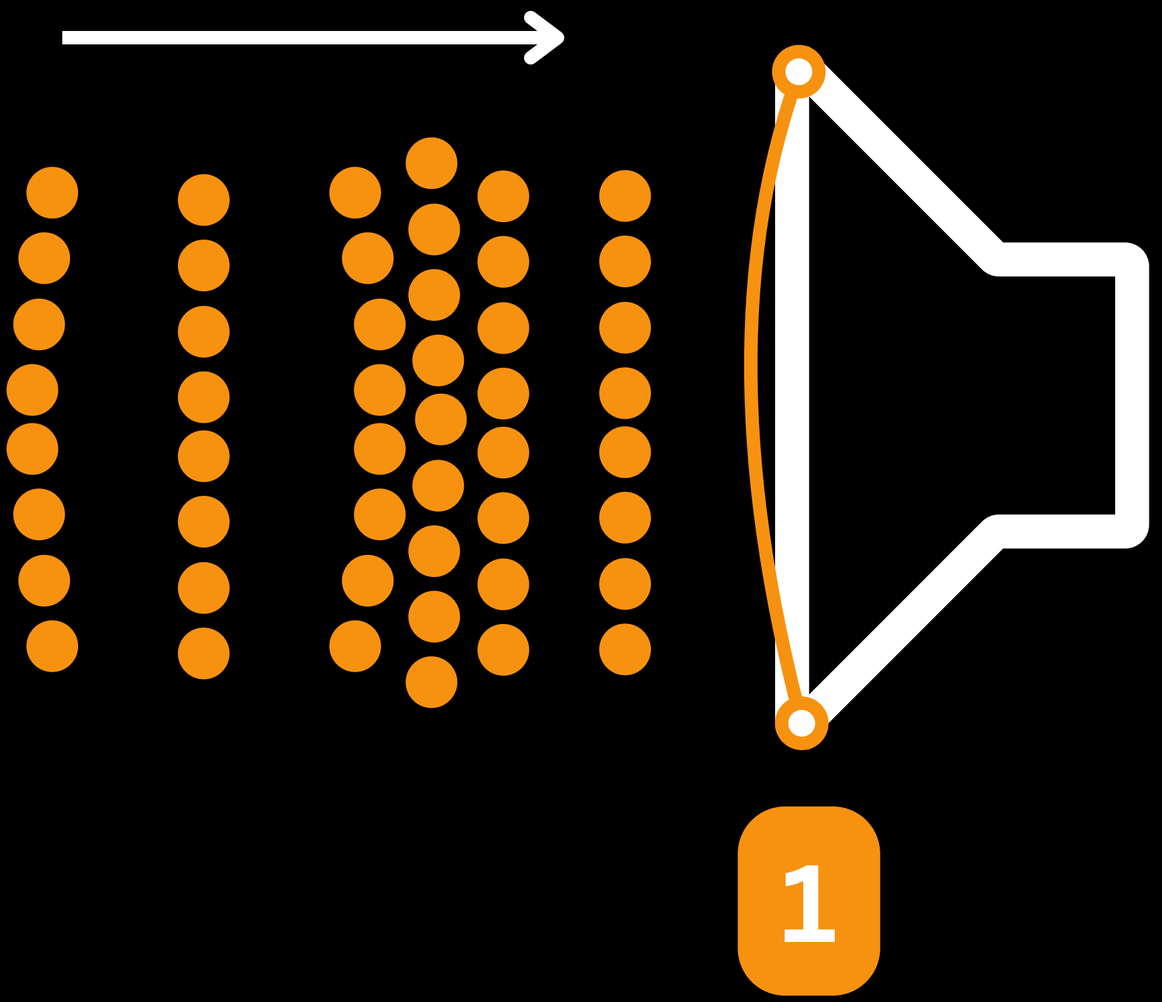


PHY

Lautsprecher als Schallquelle

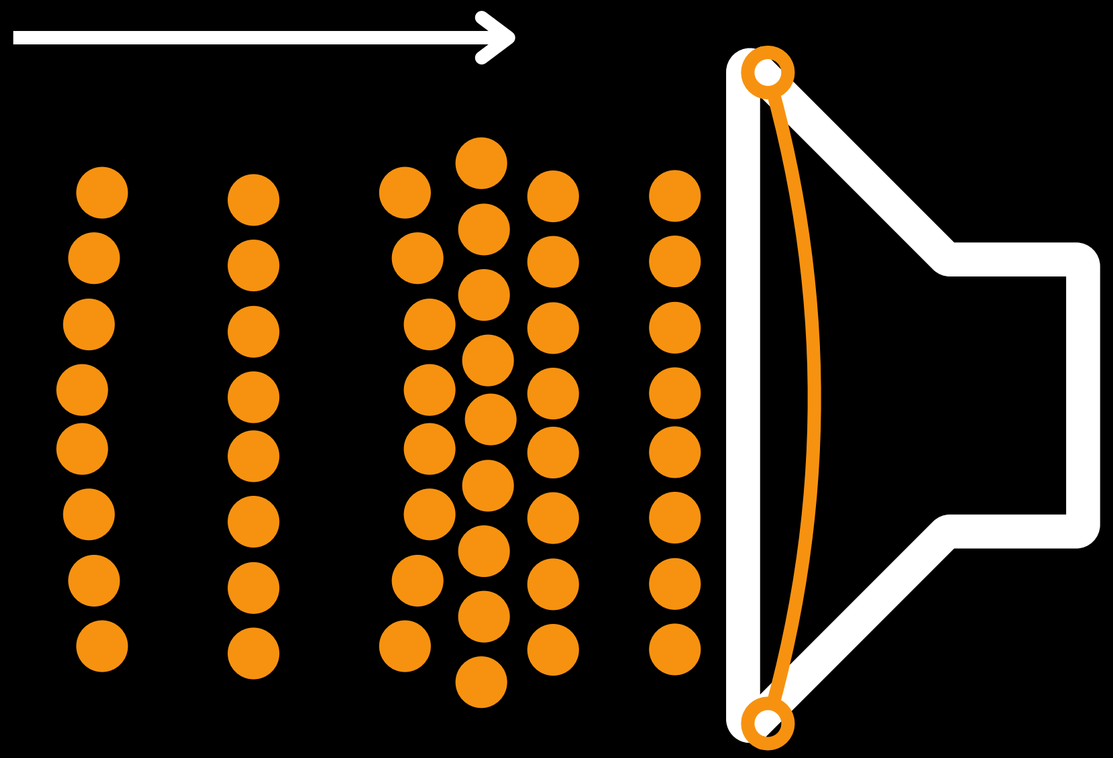


Mikrofon als Schallempfänger



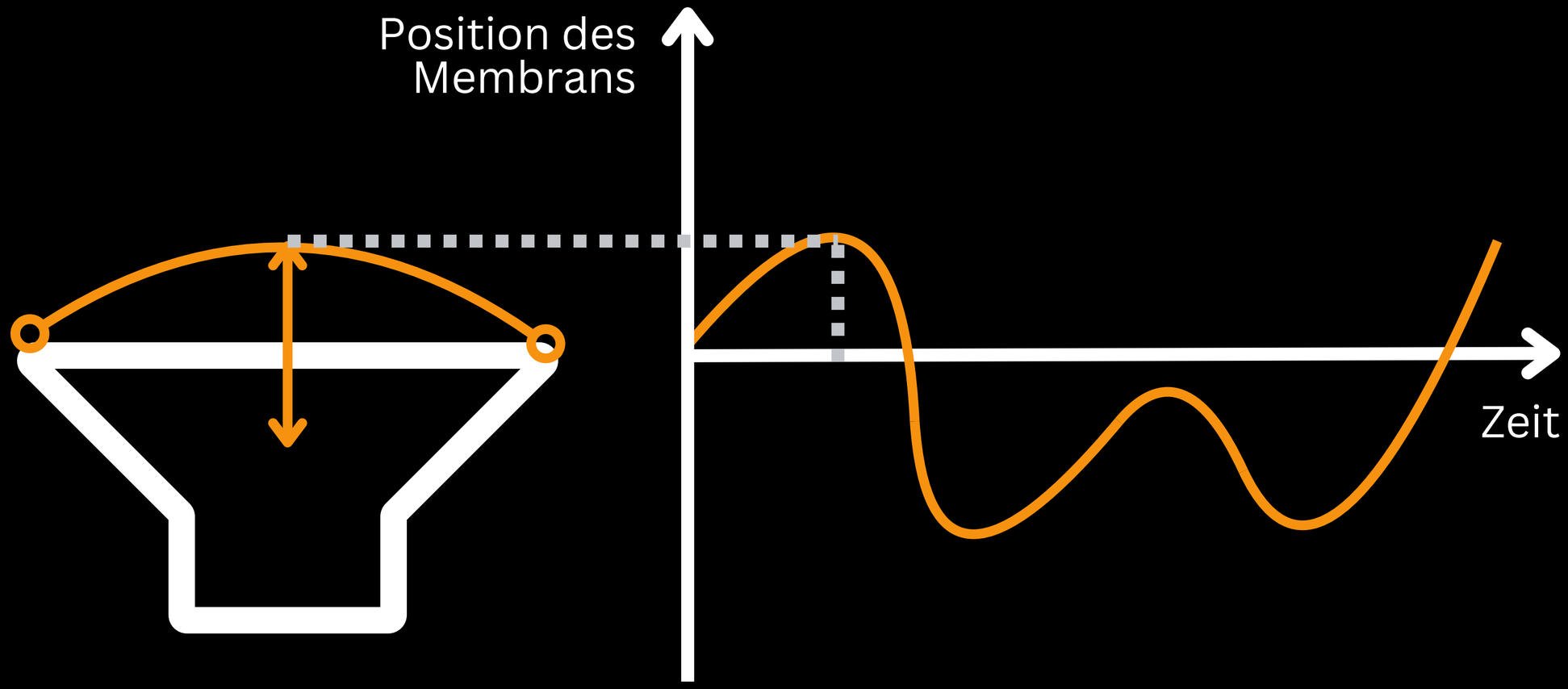
PHY

Mikrofon als Schallempfänger



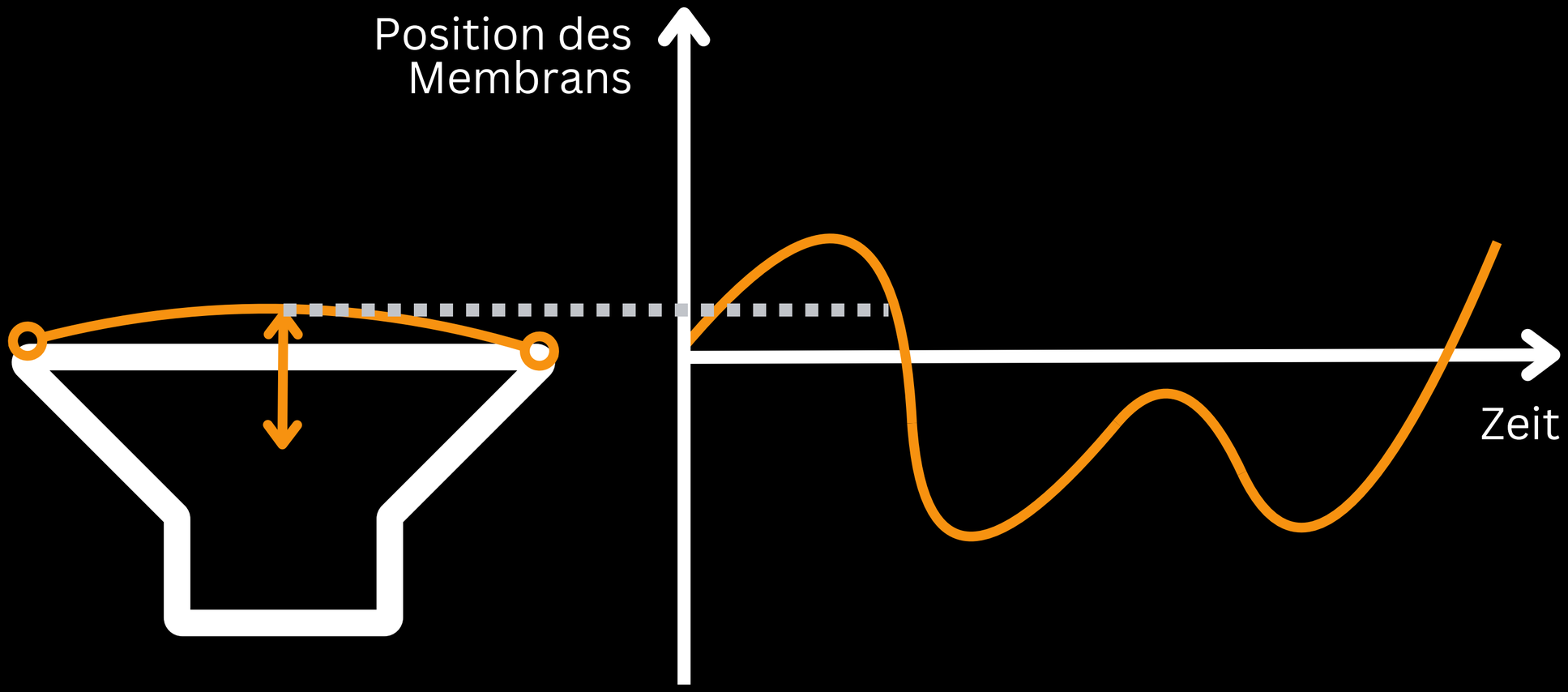
-1

Zeitliche Abbildung von Schall



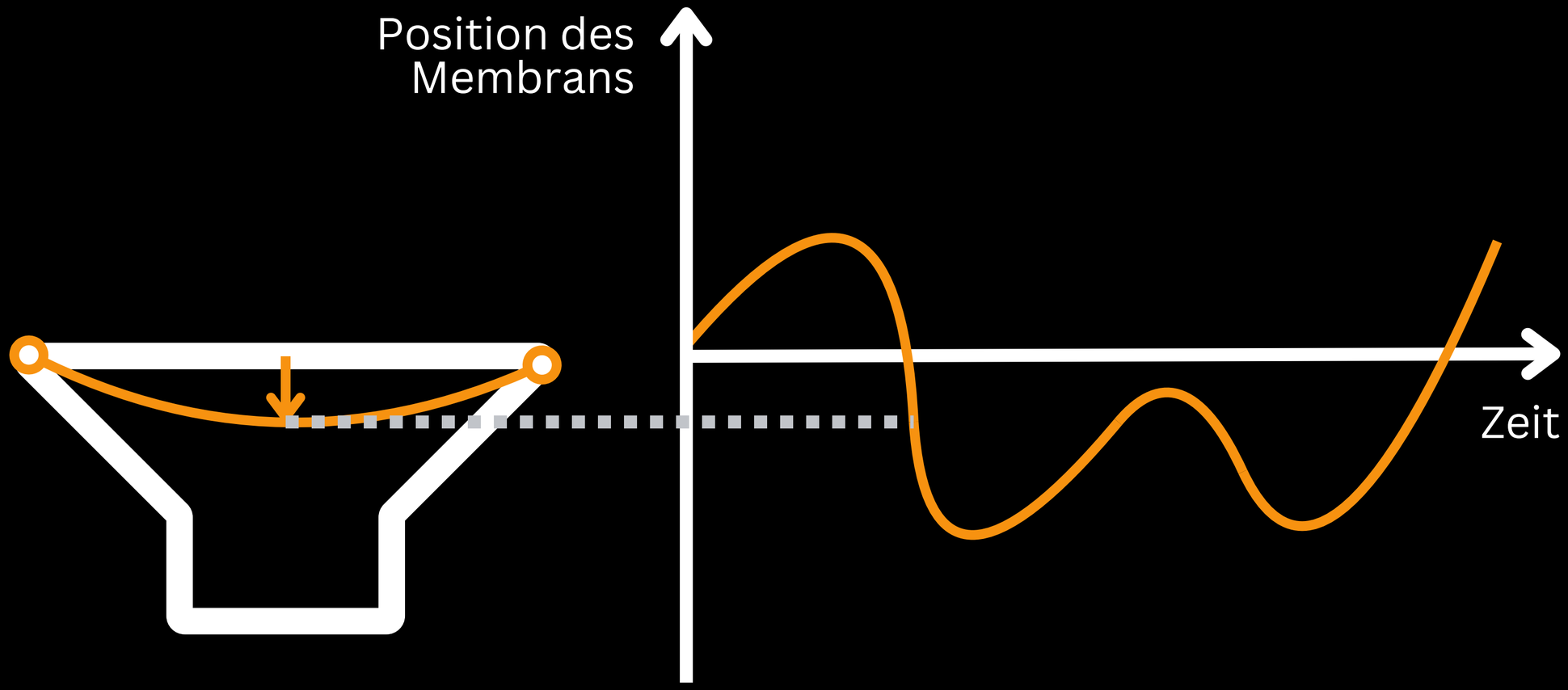
PHY

Zeitliche Abbildung von Schall



PHY

Zeitliche Abbildung von Schall

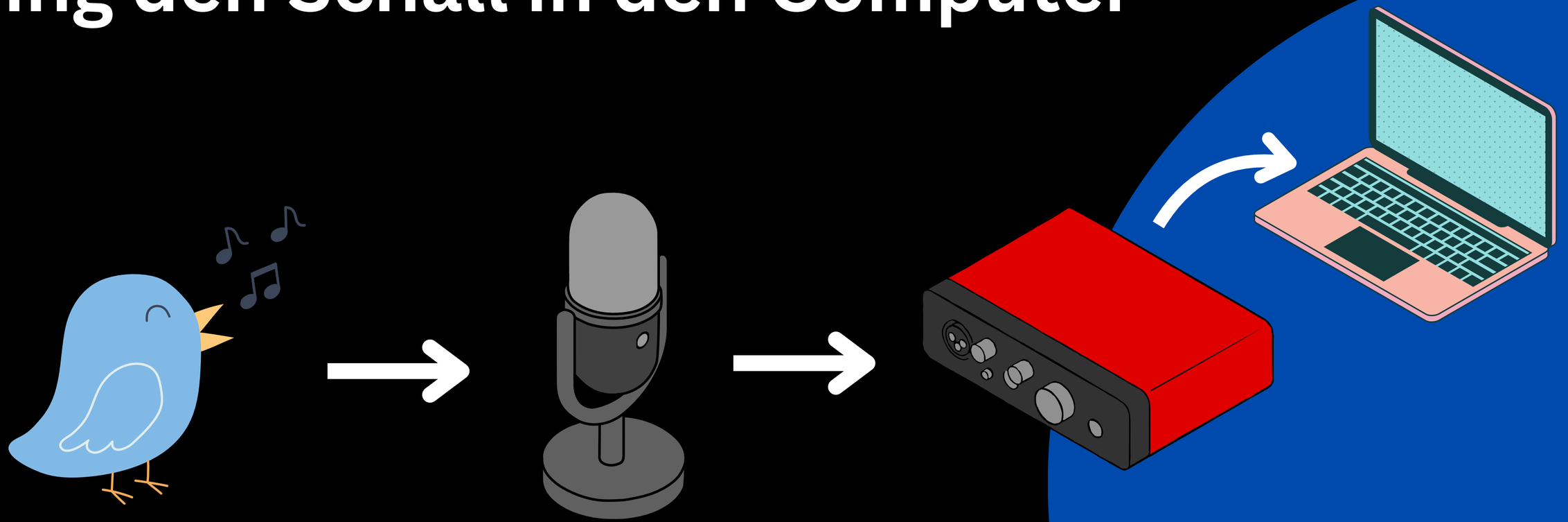


PHY

Bring den Schall in den Computer

LOHRO

Bring den Schall in den Computer



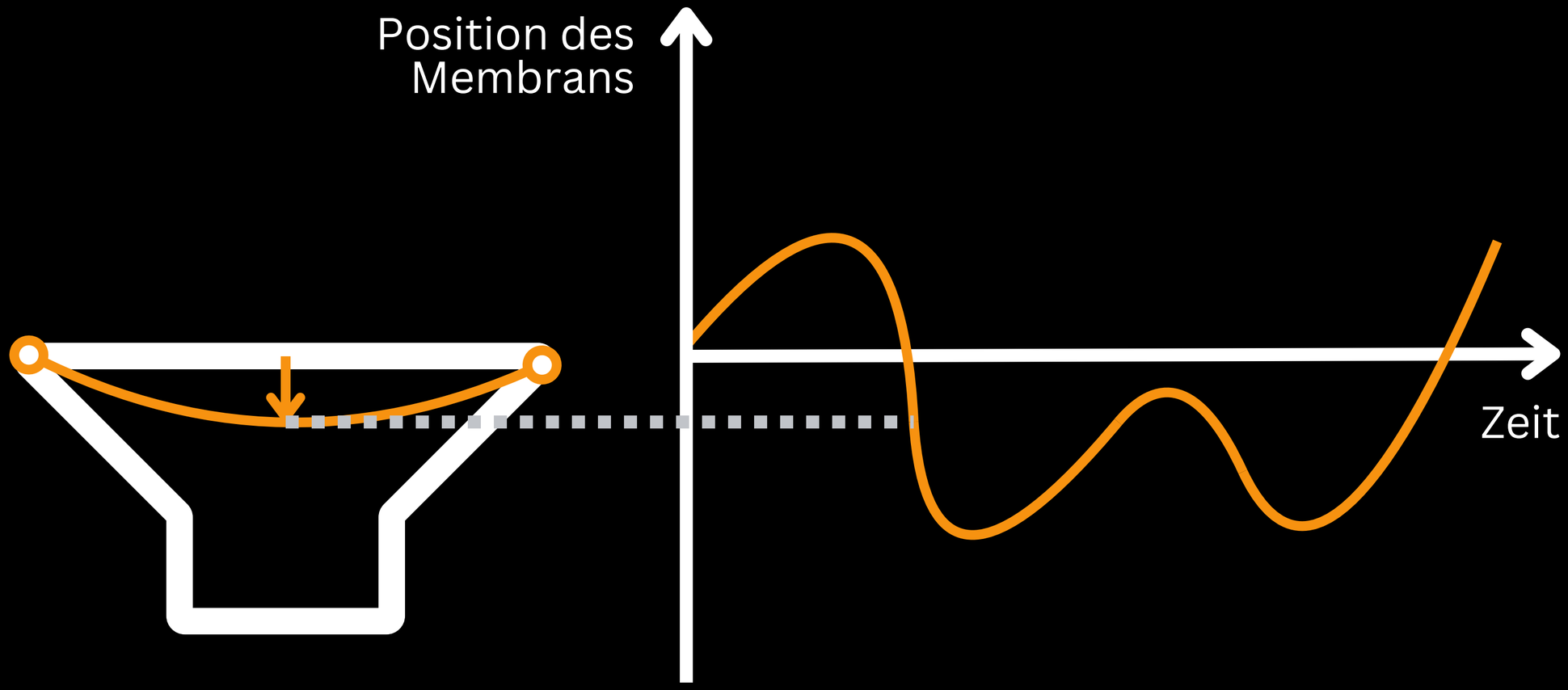
Physikalische Welt

Digitale Welt

Die einfache Audiodatei

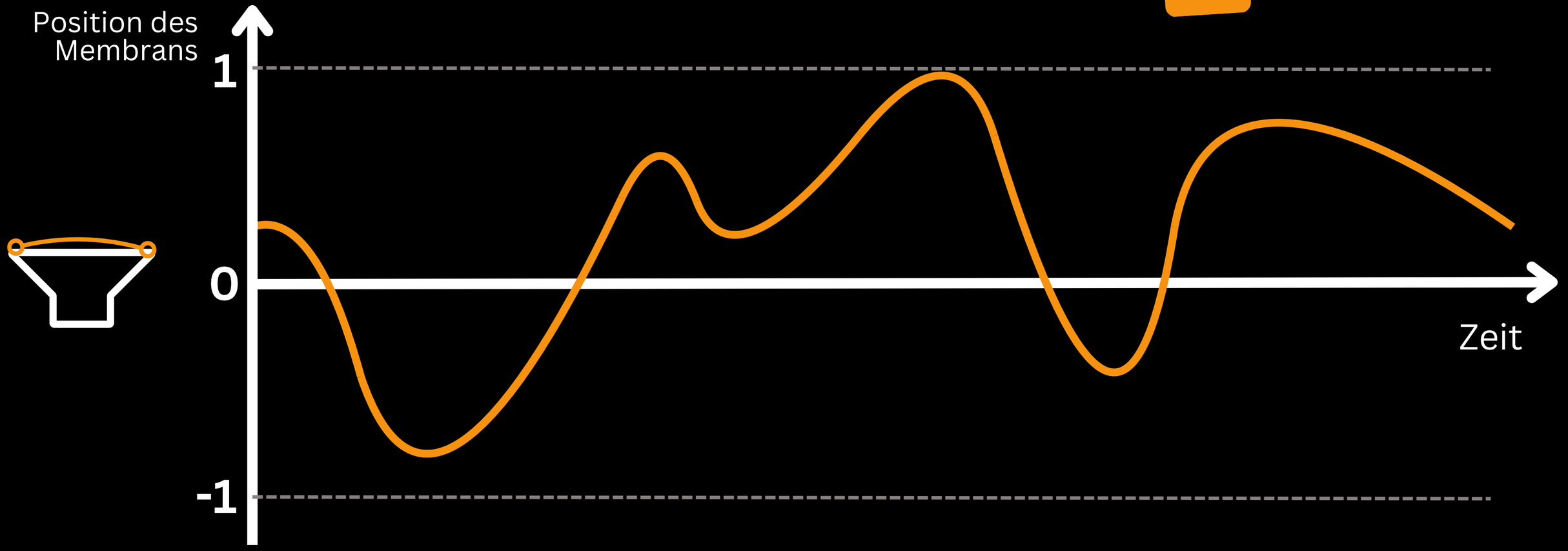
LOHRO

Zeitliche Abbildung von Schall



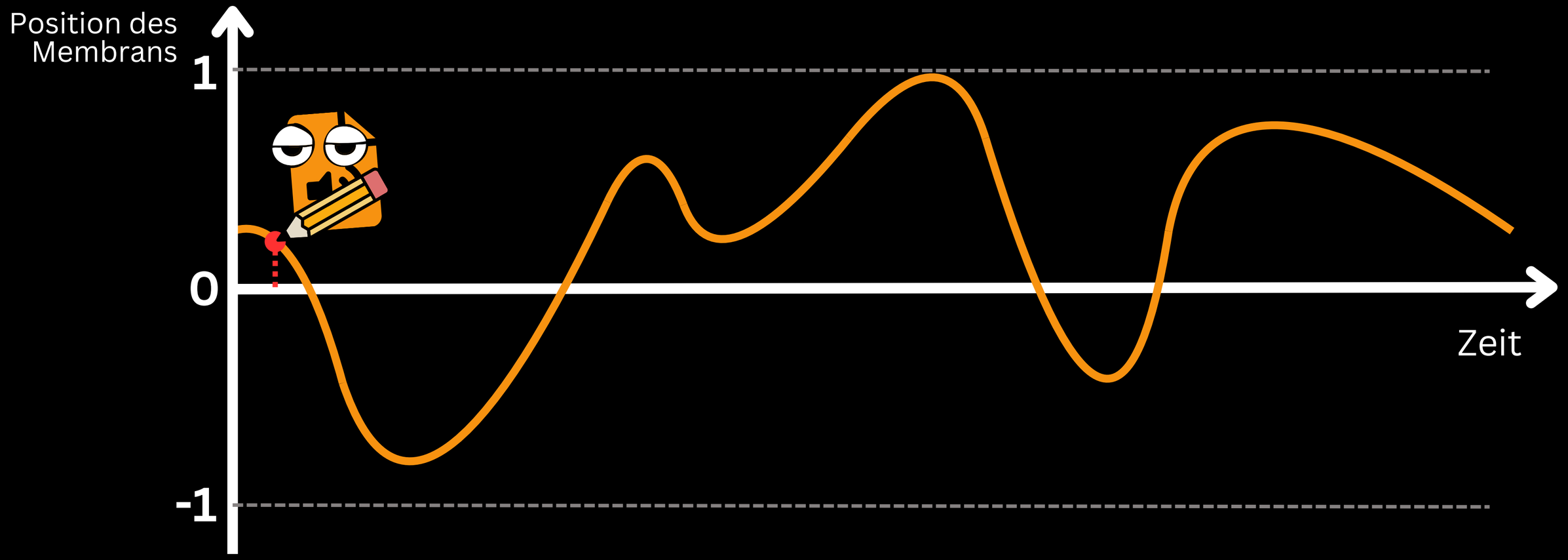
PHY

Die einfache Audiodatei



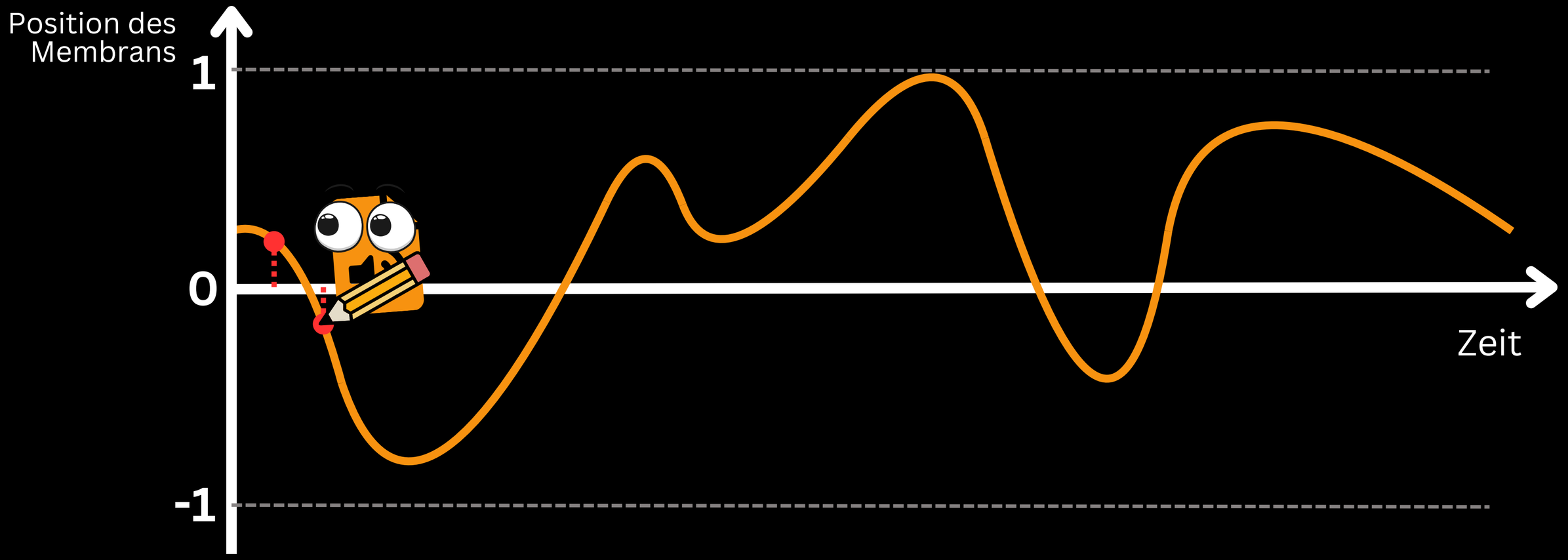
PHY

Die einfache Audiodatei



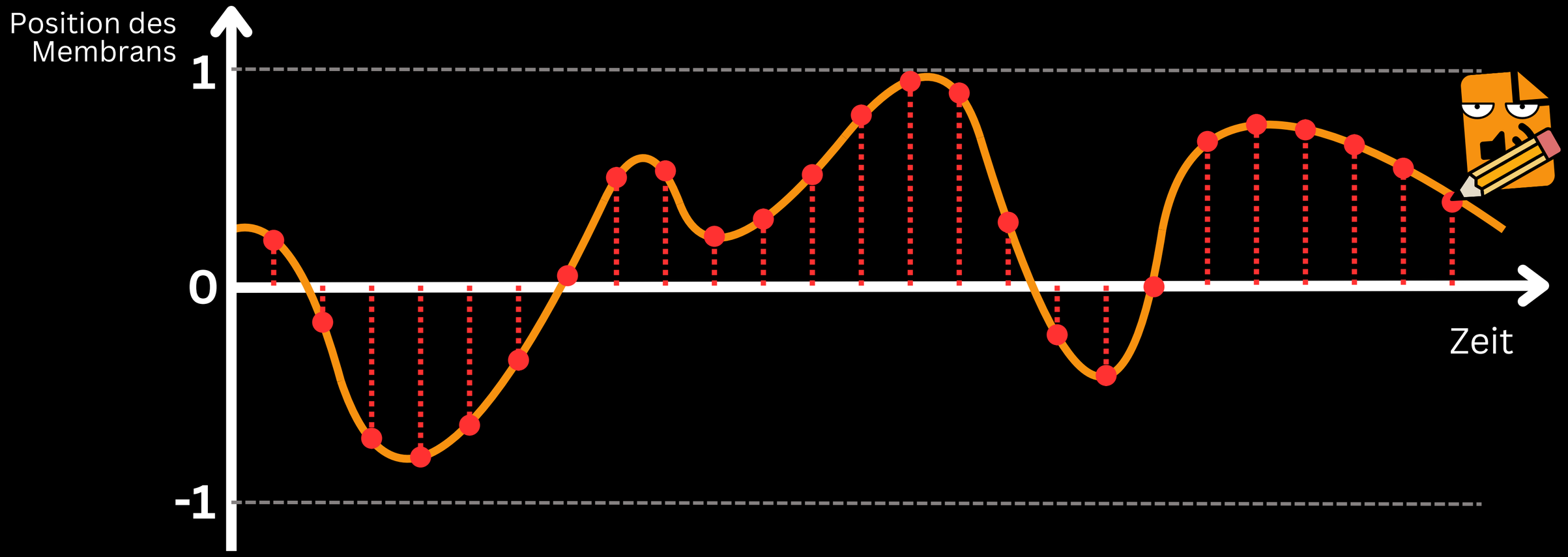
PHY DIG

Die einfache Audiodatei

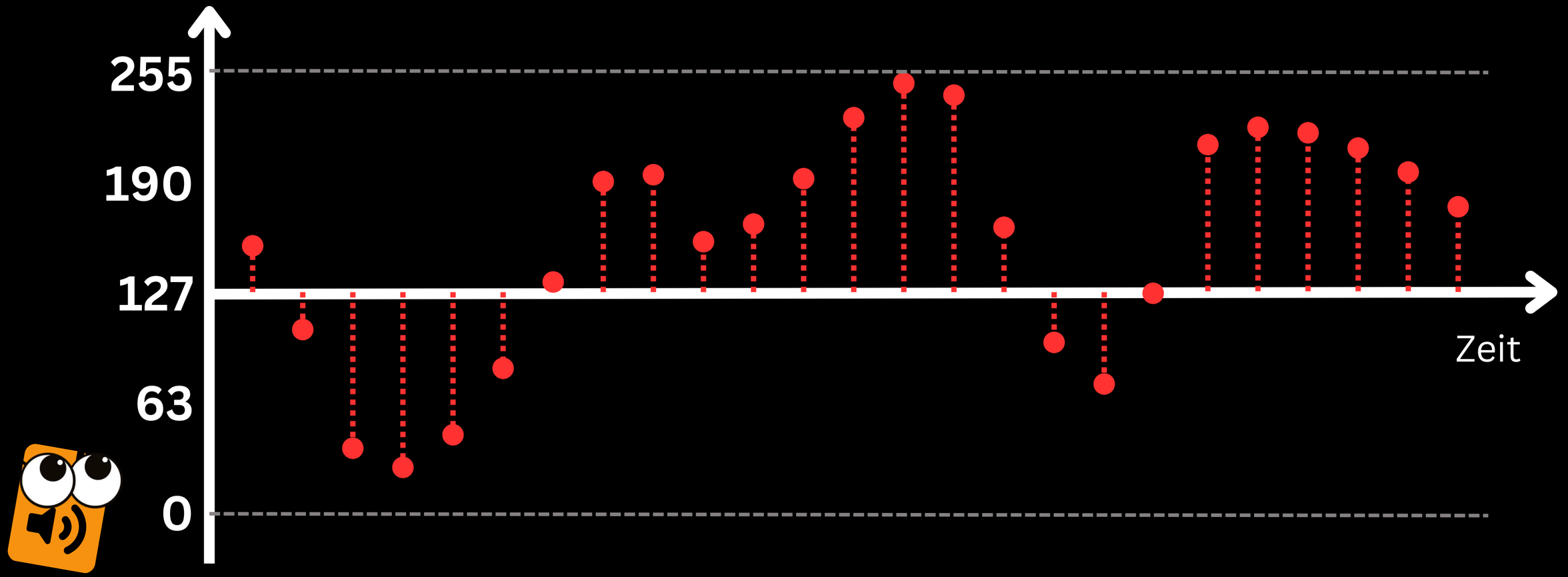


PHY DIG

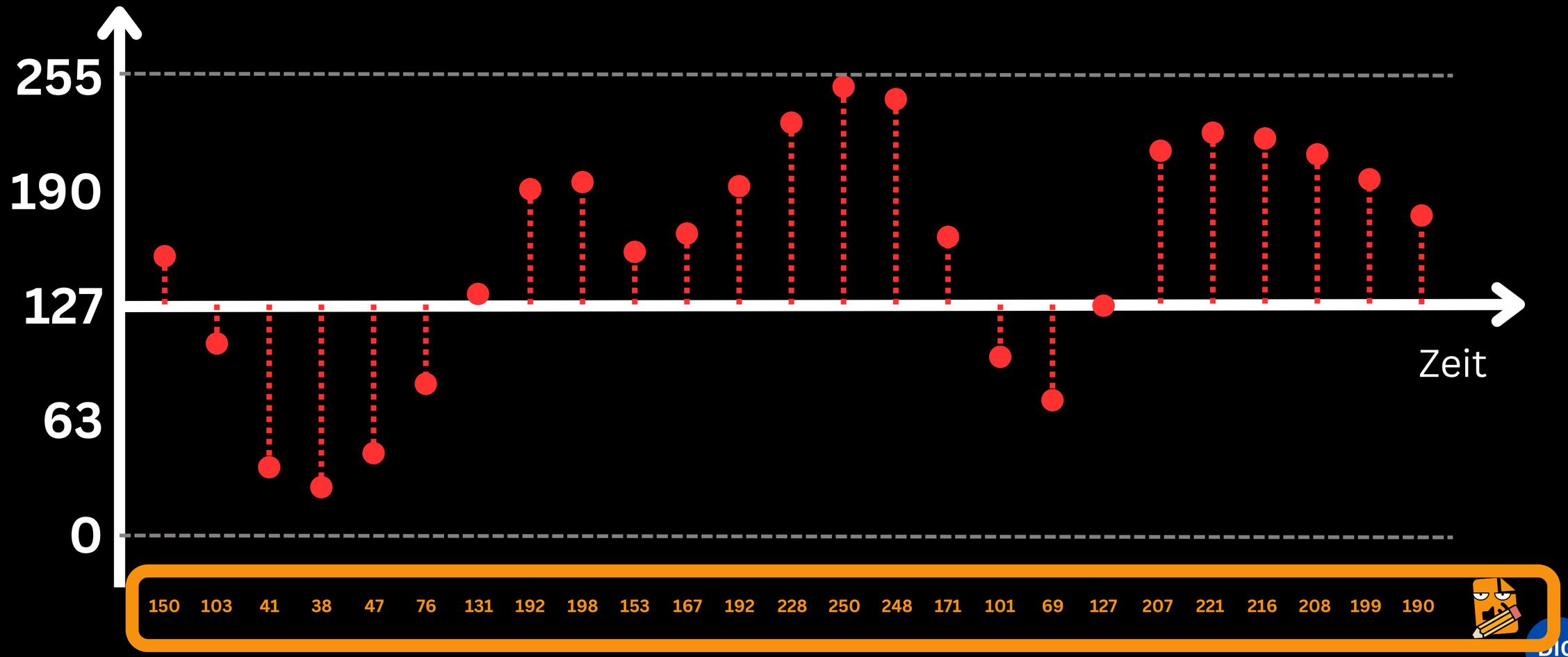
Die einfache Audiodatei



Die einfache Audiodatei



Die einfache Audiodatei



Die einfache Audiodatei

150 103 41 38 47 76 131 192 198 153 167 192 228 250 248 171 101 69 127 207 221 216 208 199 190

Eine Audiodatei ist schlicht eine Liste von Werten, welche die Position des Membrans wiedergeben.

DIG

Kennwerte eine Audiodatei

Samplerate (Abtastrate)

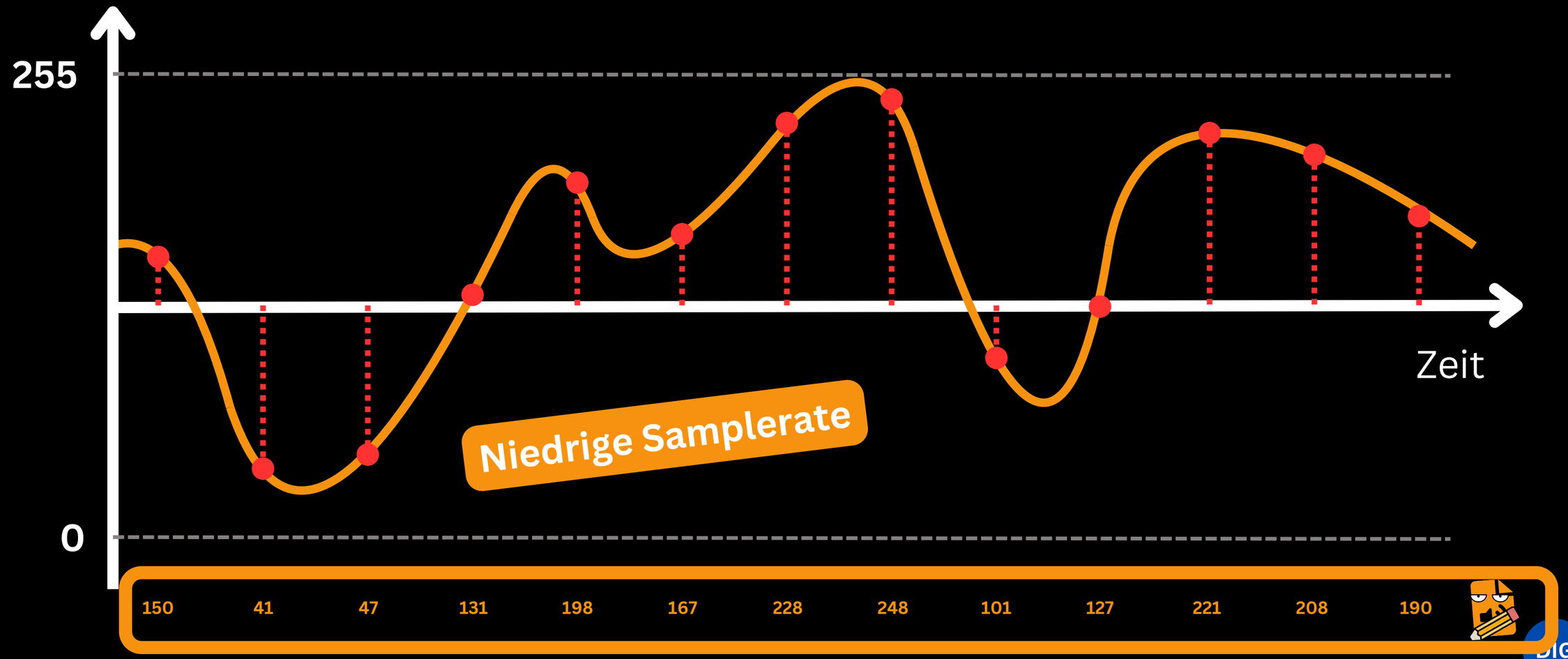
Wie oft wird sich pro Sekunde die Position gemerkt?

Samplingtiefe

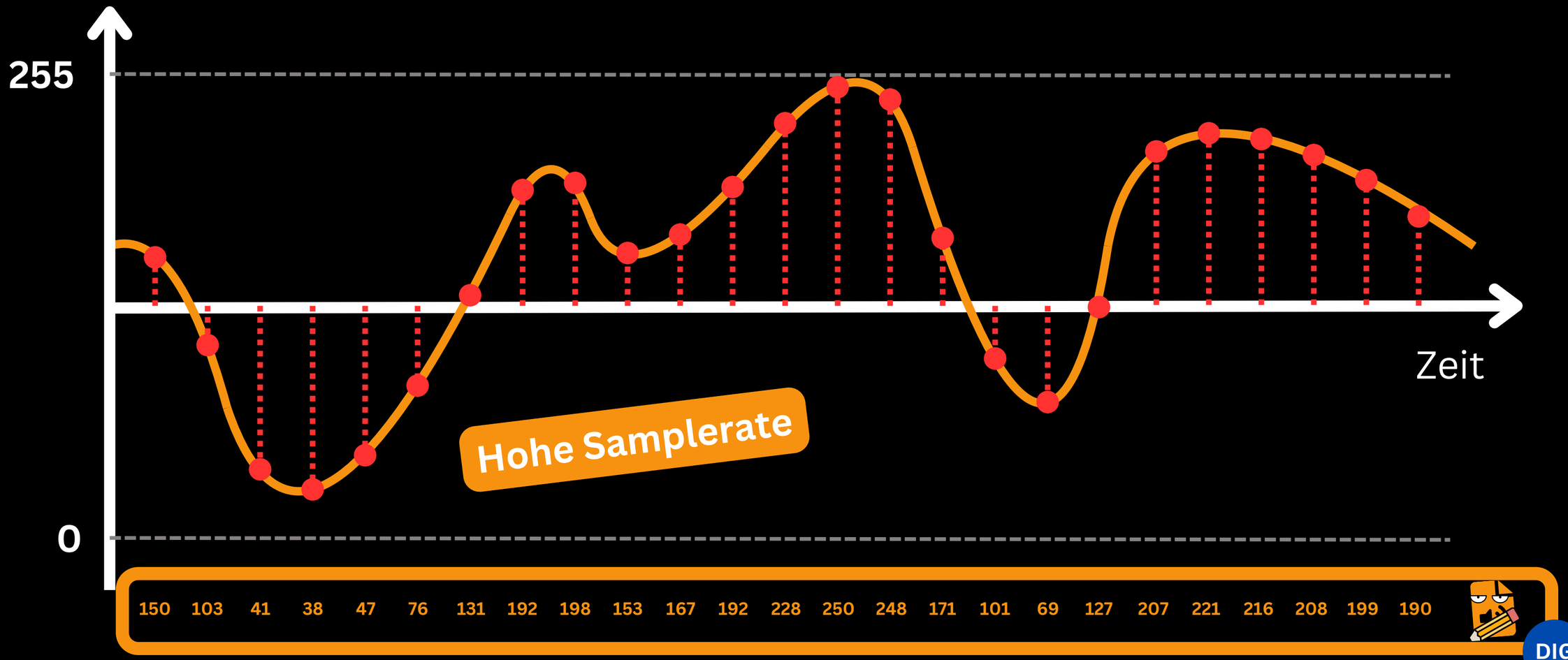
Wie “genau” wird die Position gemessen

DIG

Kennwerte einer Audiodatei



Die einfache Audiodatei



Die einfache Audiodatei

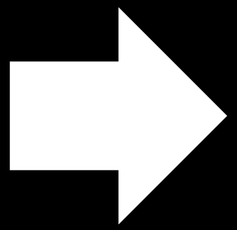
Hohe Samplerate

150 103 41 38 47 76 131 192 198 153 167 192 228 250 248 171 101 69 127 207 221 216 208 199 190

Niedrige Samplerate

150 41 47 131 198 167 228 248 101 127 221 208 190

Höhere
Samplerate oder
Sampletiefe



Bessere Qualität
Mehr Speicherplatz

DIG

Übliche Kennwerte

Sampleraten

44.100 Hz

48.000 Hz

96.000 Hz

192.000 Hz

Samplingtiefen

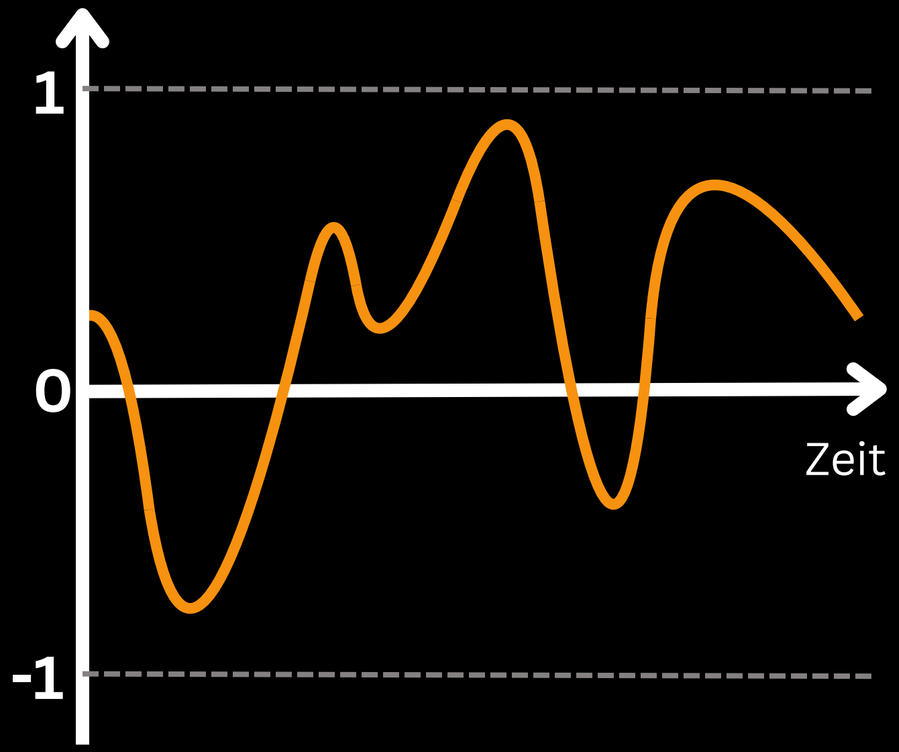
8 Bit (0 - 255)

16Bit (0 - 65535)

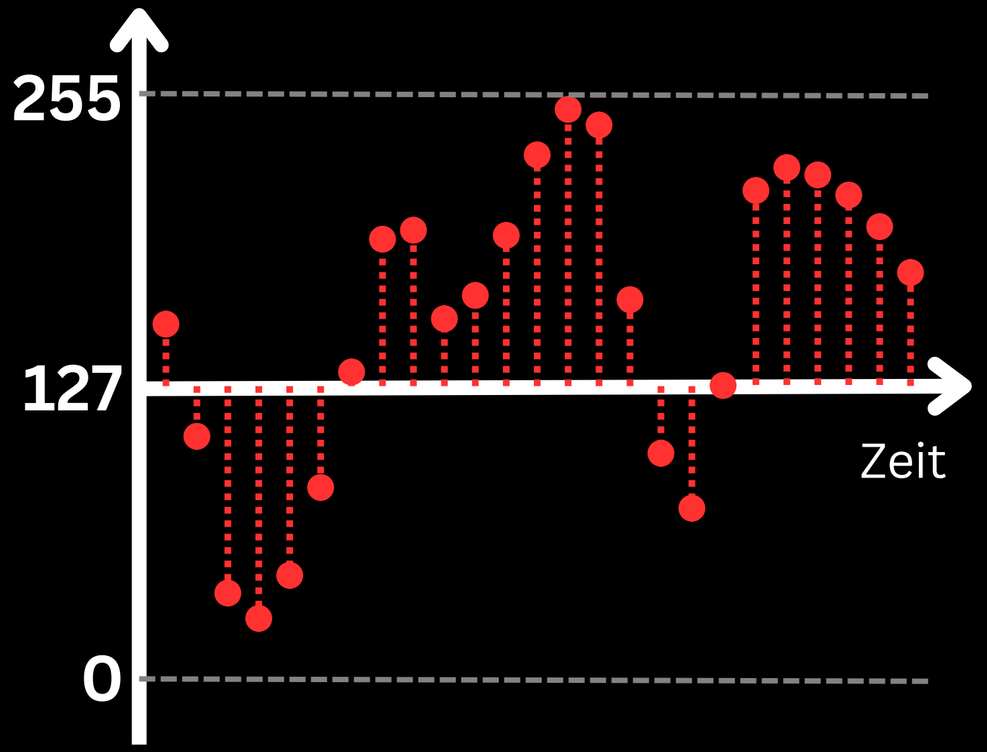
24 Bit

32 Bit

Analog ⇄ Digital



PHY



DIG

Normalisierung

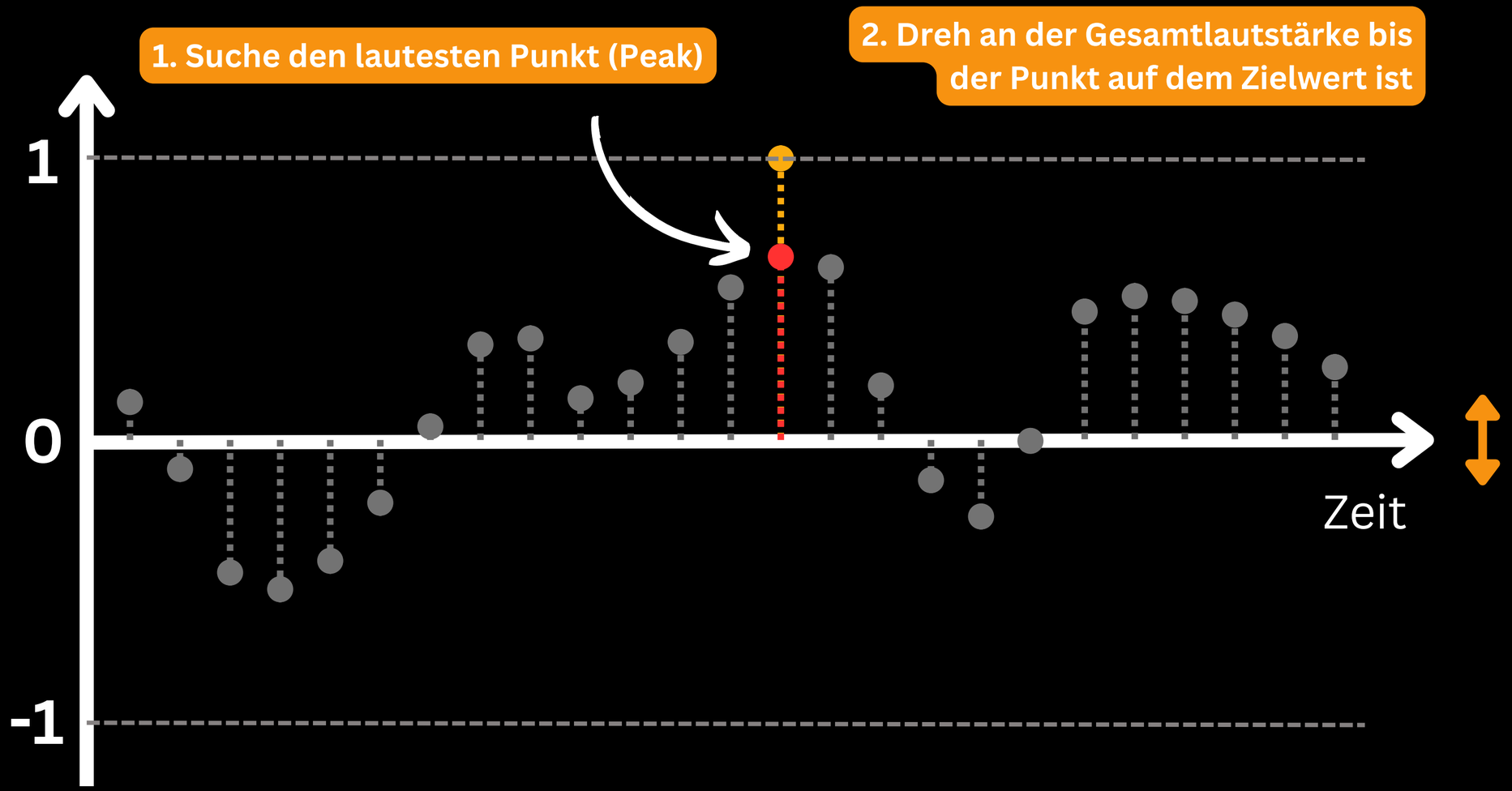
Normalisierung

“Als Normalisierung wird in der Audiotechnik der Vorgang bezeichnet, die Amplitude analogen oder digitalen Audiomaterials so zu vergrößern oder zu verkleinern, dass sie innerhalb eines vorgegebenen Bereichs liegt”

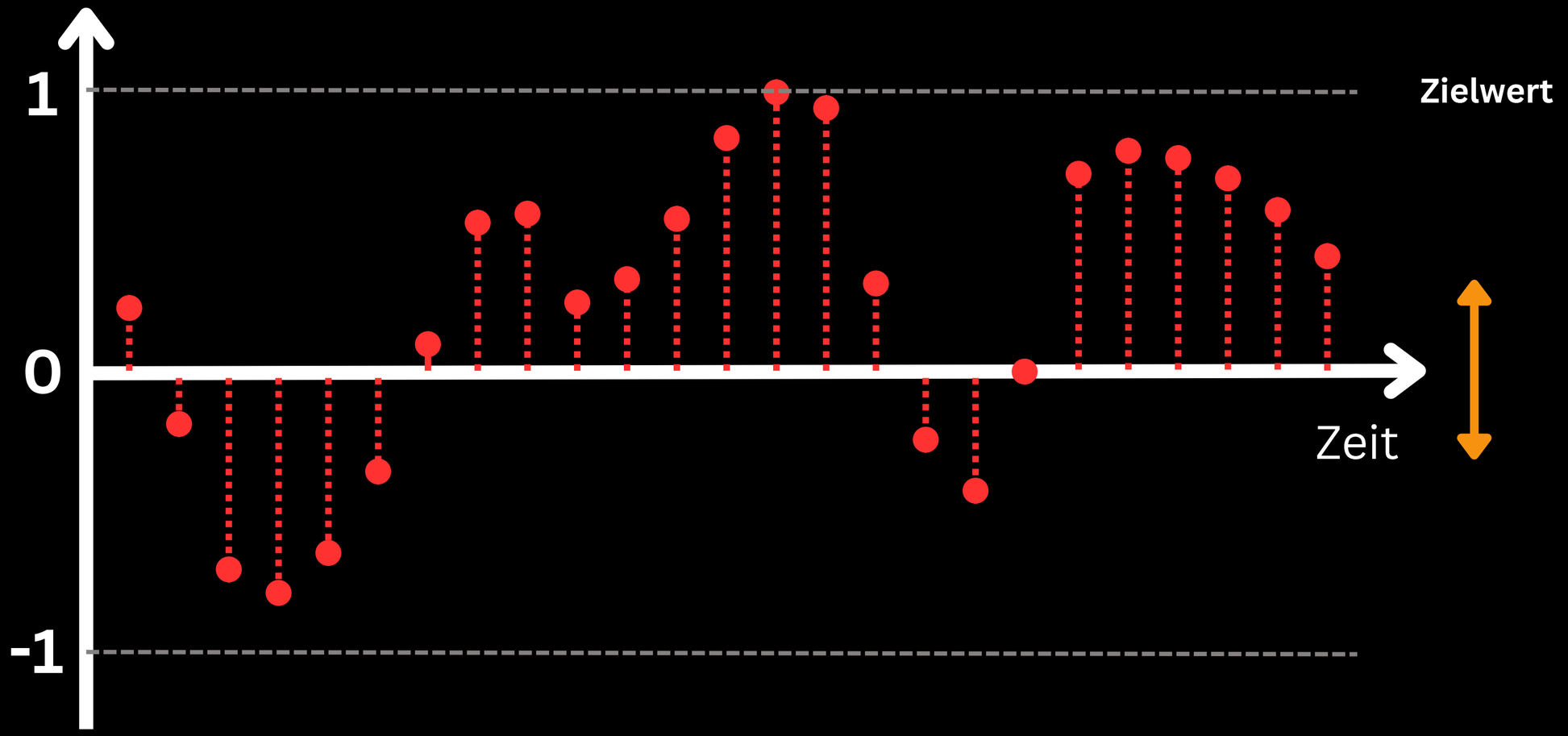
Normalisierung

“Mach ma gleiche Lautstärke”

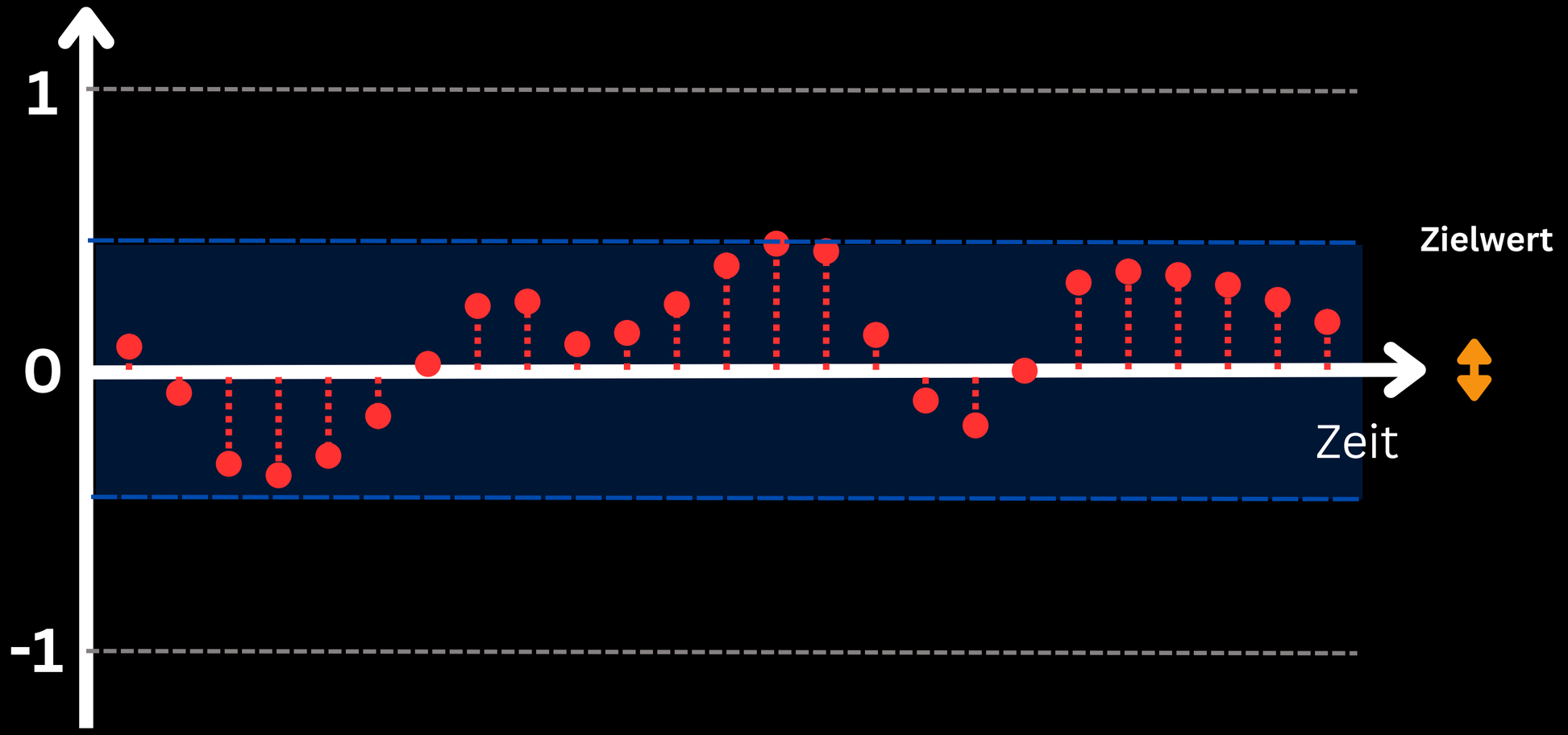
Normalisierung (Peak)



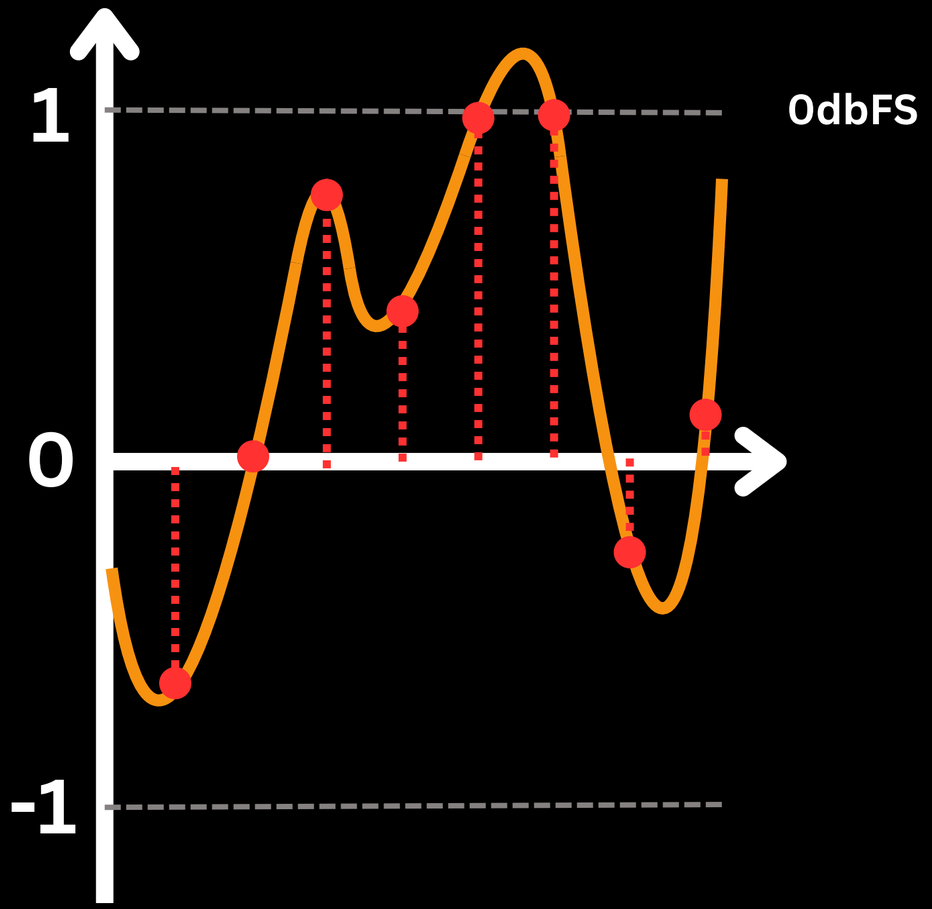
Normalisierung (Peak)



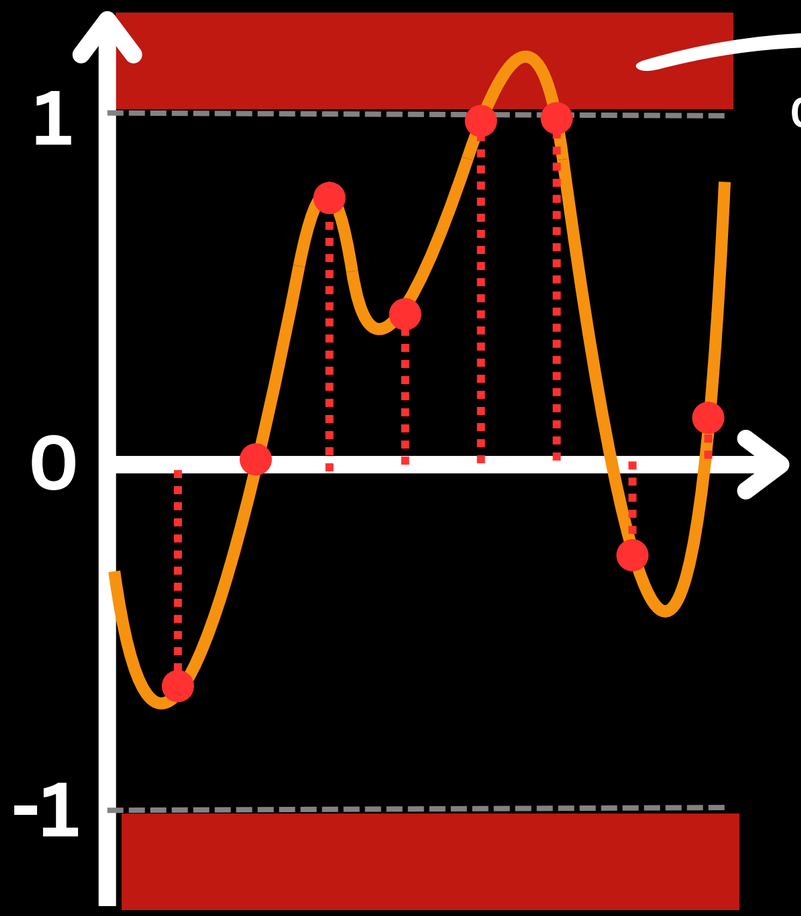
Normalisierung (Peak)



Normalisierung (Peak)

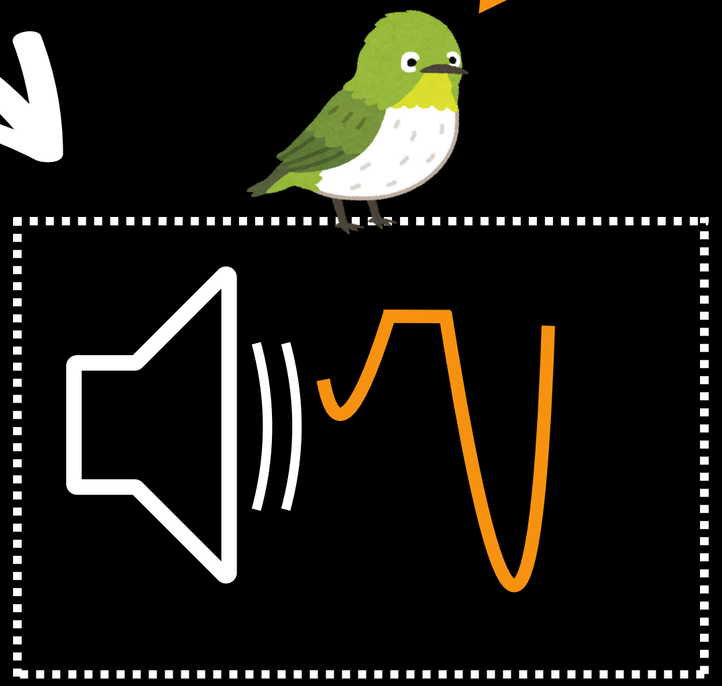


Normalisierung (Peak)

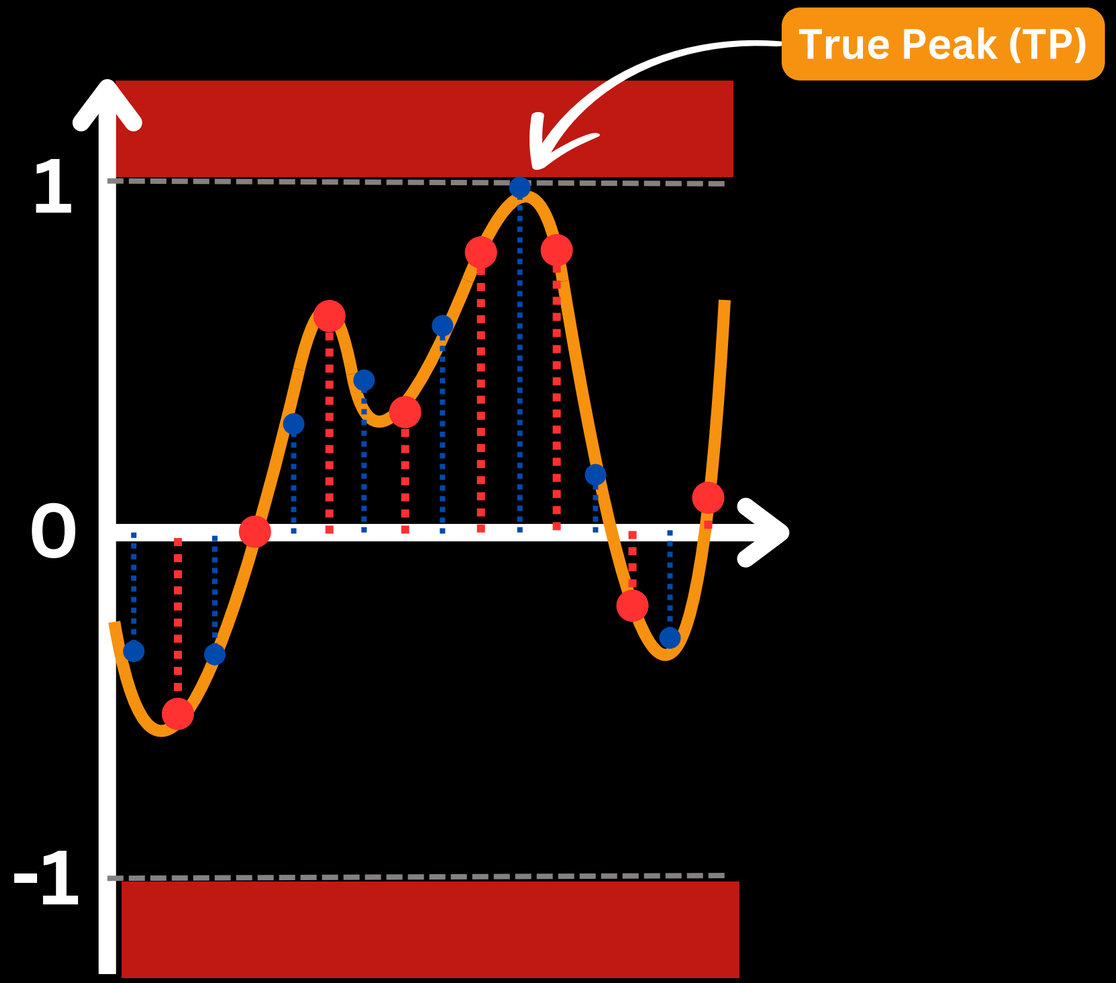


0dbFS

Lauter als erwartet



True Peak



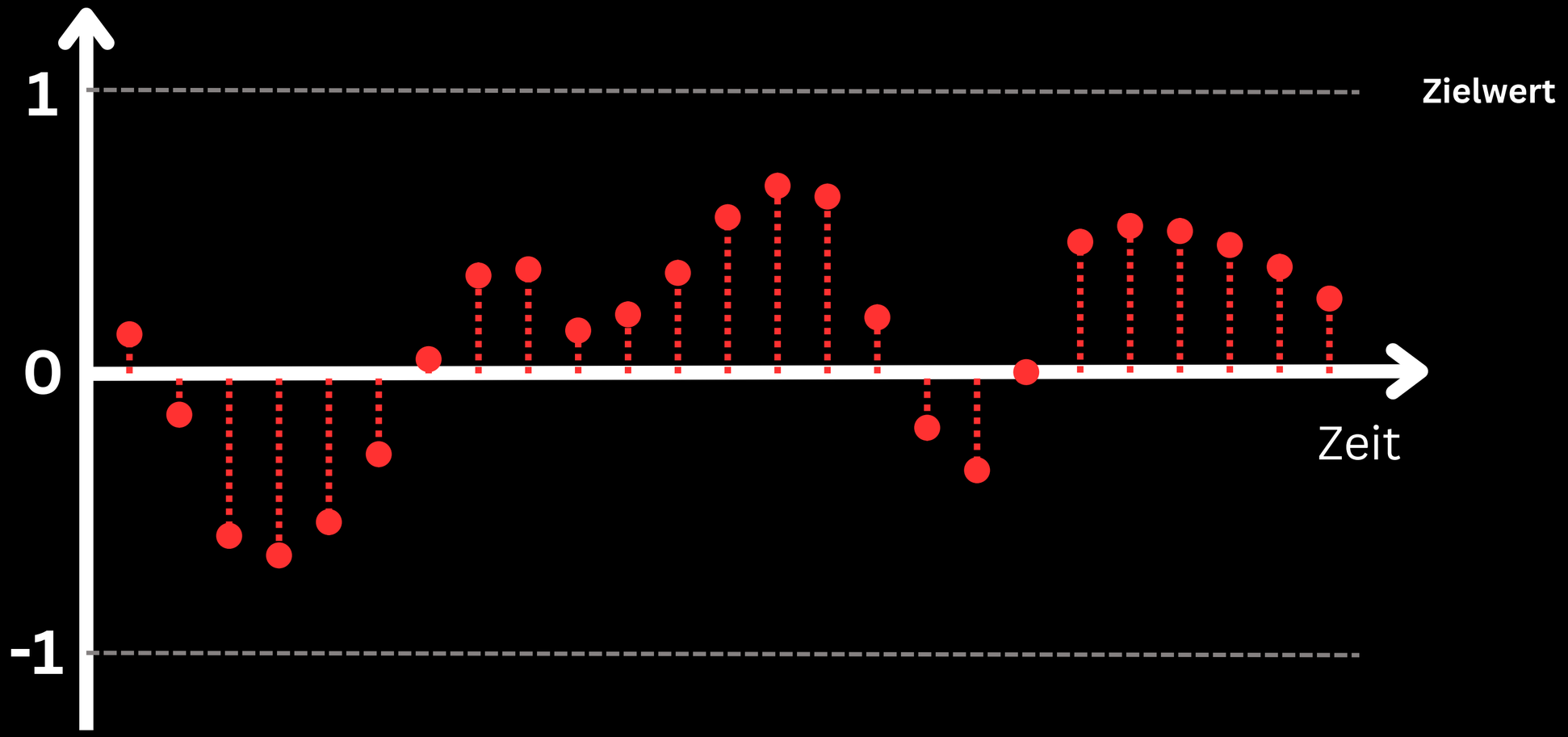
Die blauen Samples sind einfach grob abgeschätzt und werden danach wieder verworfen.

Normalisierung (Peak)

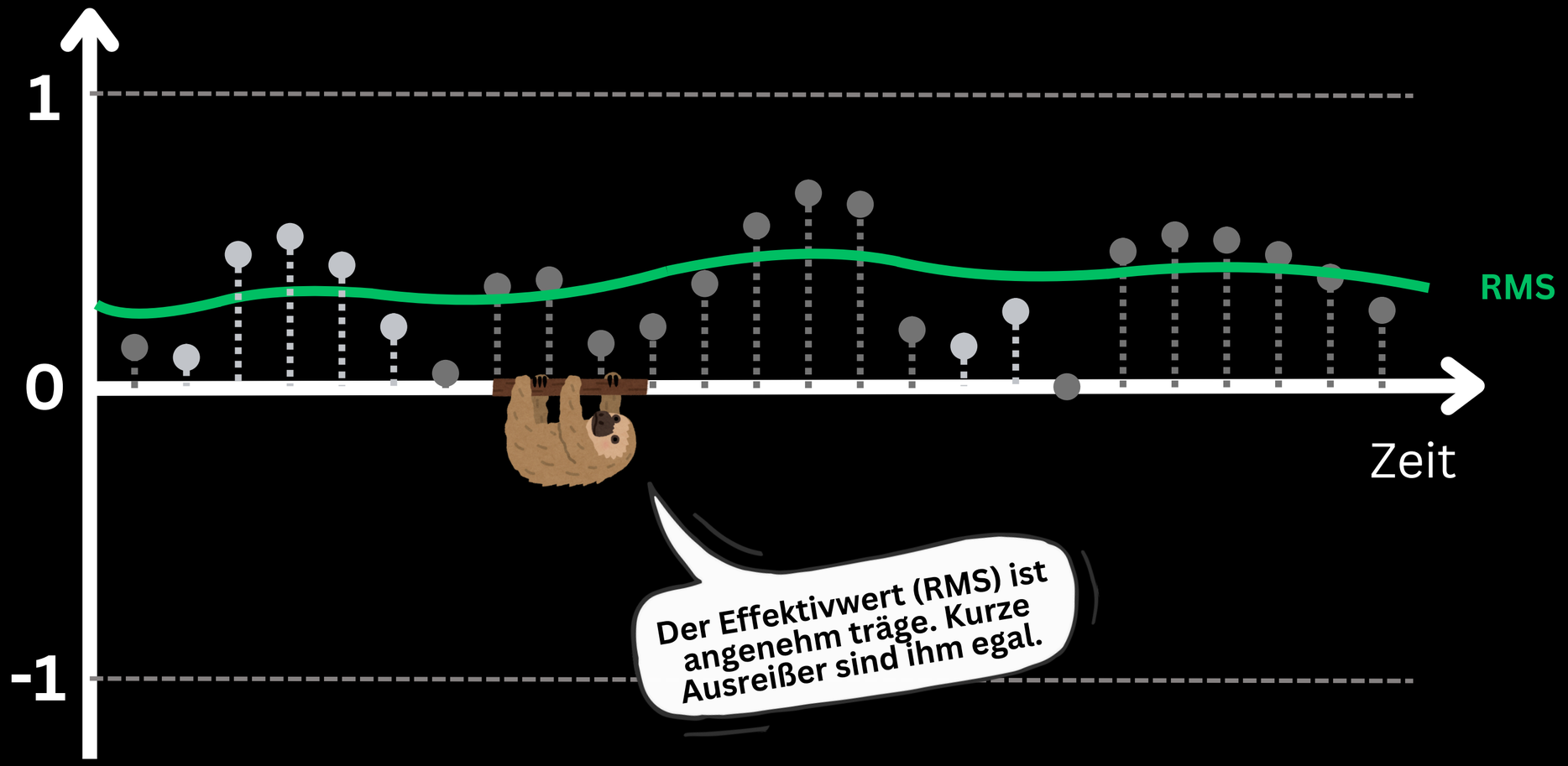
Nachteil

Ein kurzer “Ausreißer” in einer Datei bestimmt die Abspiellautstärke der ganzen Datei.

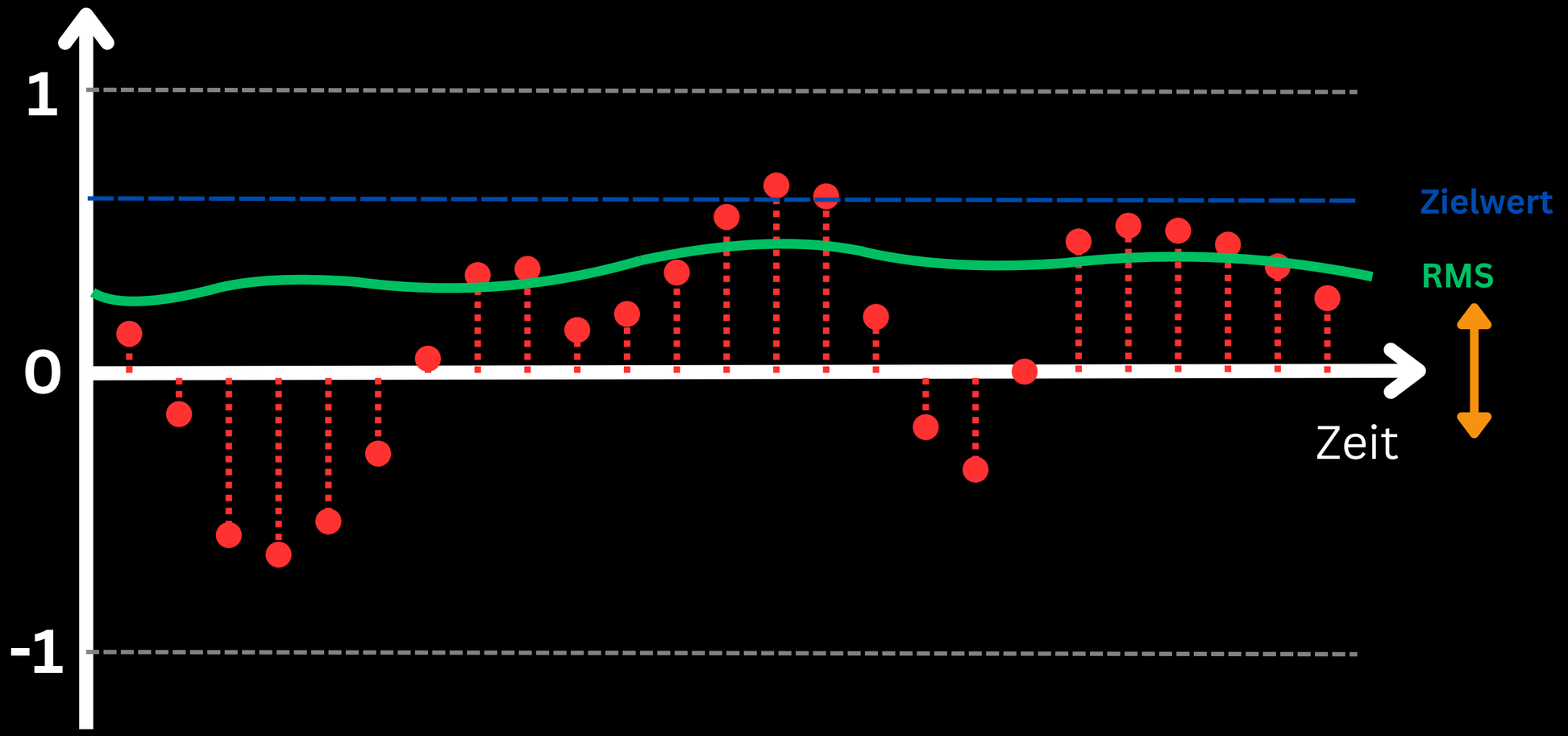
Normalisierung (RMS)



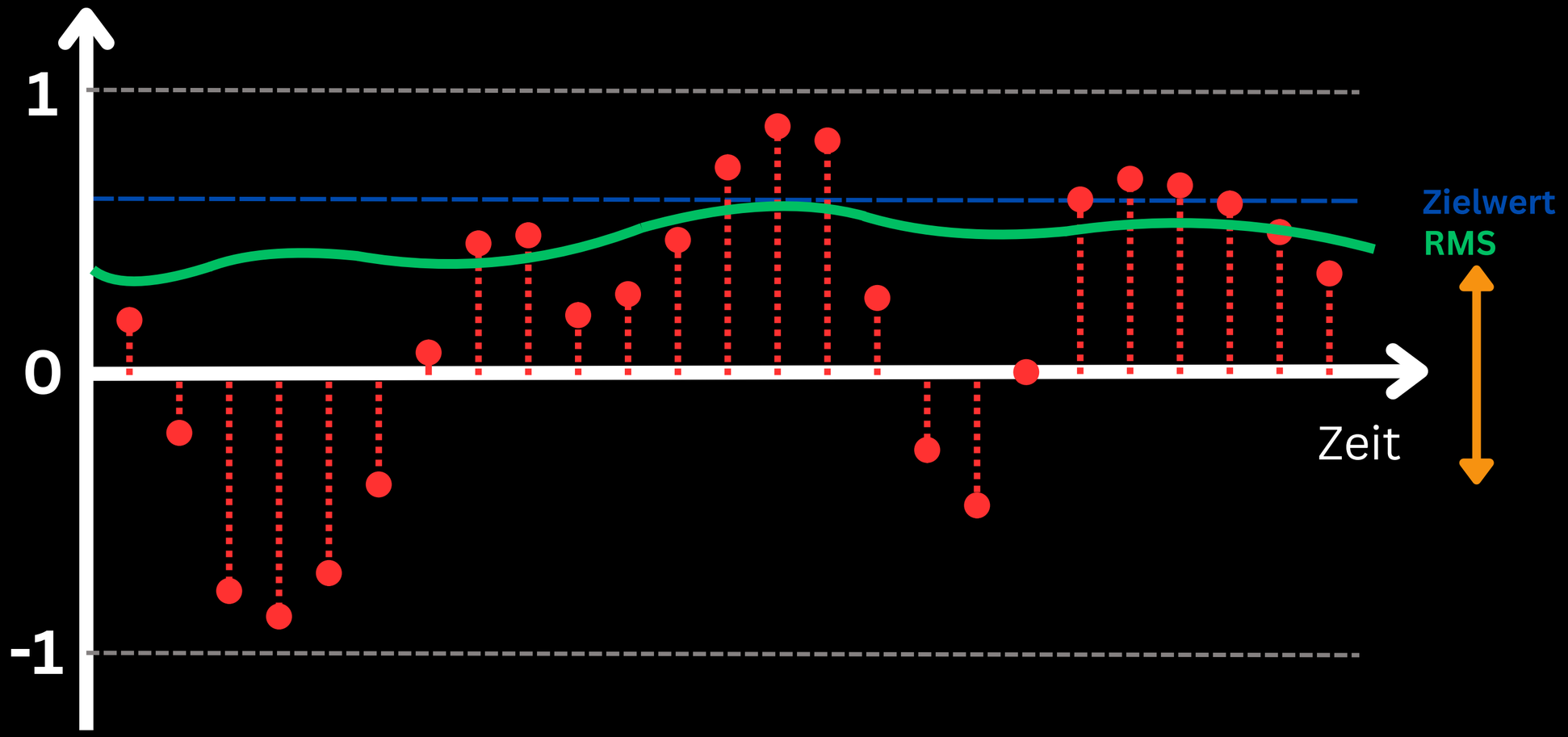
Normalisierung (RMS)



Normalisierung (RMS)



Normalisierung (RMS)

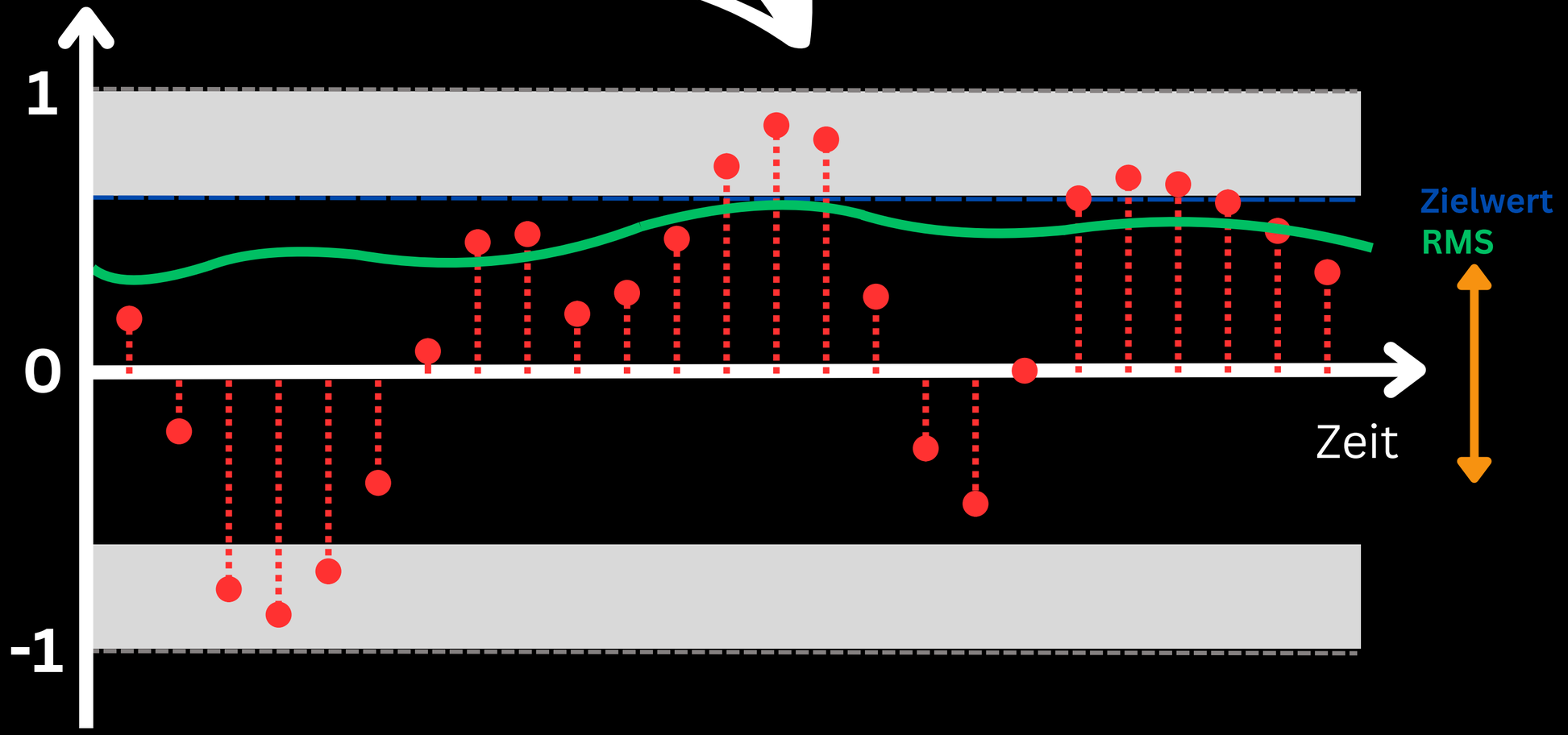


Normalisierung (RMS)

Vorteil
Kurze Außreißer haben kaum Einfluss

Nachteil
Sehr dynamische Produktionen könnten übersteuern

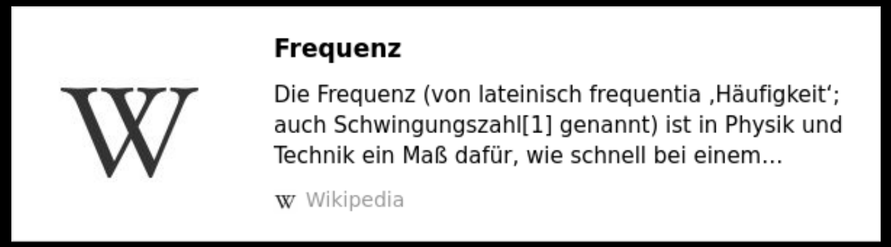
Headroom



Die Sache mit der Frequenz

Frequenz

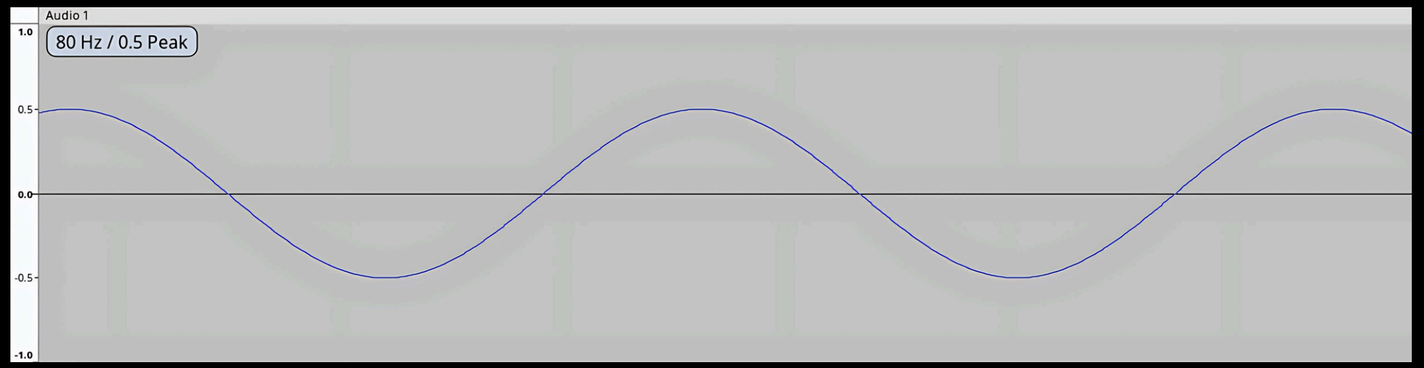
“Die Frequenz (von lateinisch frequentia ‚Häufigkeit‘; auch Schwingungszahl[1] genannt) ist in Physik und Technik ein Maß dafür, wie schnell bei einem periodischen Vorgang die Wiederholungen aufeinander folgen, z. B. bei einer fortdauernden Schwingung.”



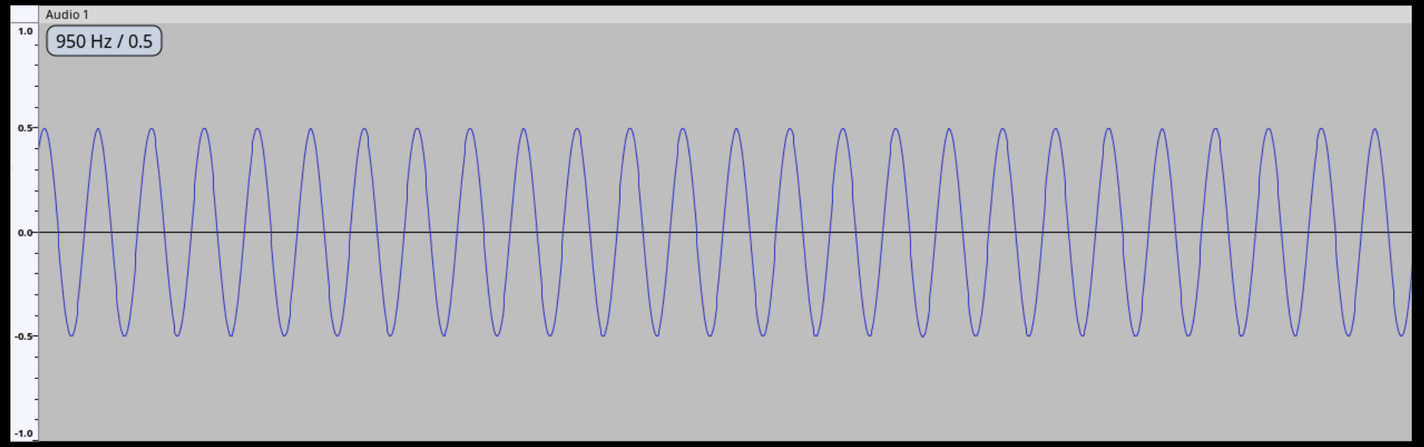
PHY

Frequenz

80 Hz (Bass)



950 Hz (Mitten)



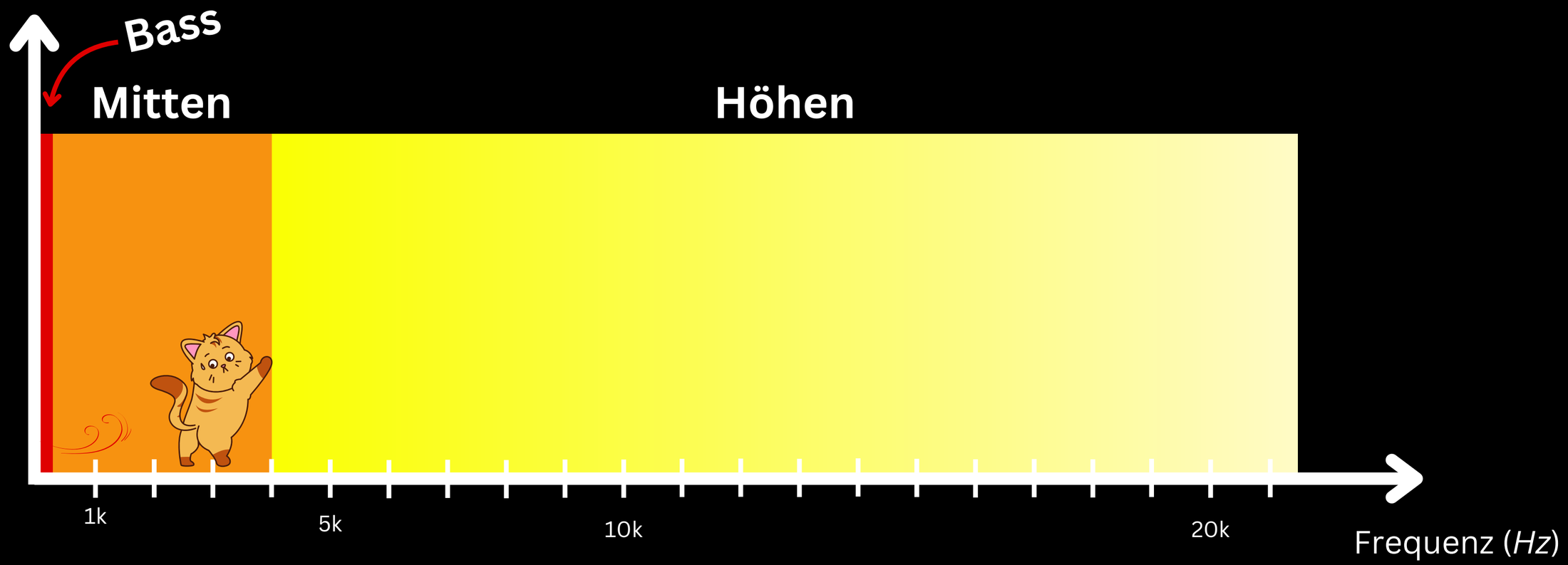
PHY

Frequenzbereiche

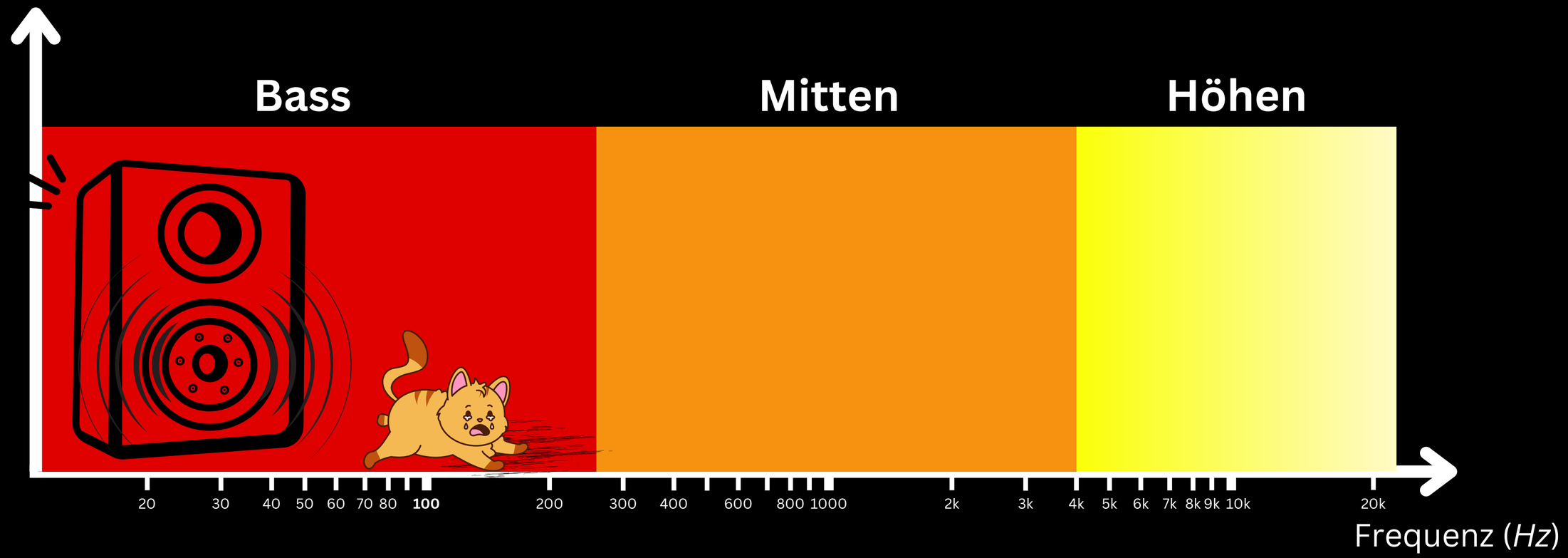
Frequenzbereich	Frequenz (Hz)	Charakter und Wirkung
Subbass **Bass**	20 – 60	Fühlbare Tiefe, Wucht, tiefe Bassdrums, tiefe Effekte
	60– 250	Fülle, Wärme, Fundament von Musik
Tiefe Mitten **Mitten** Hohe Mitten	250 – 500	Übergangsbereich, Klangfülle, kann dumpf wirken
	500 – 2000	Sprachverständlichkeit, Instrumentendetails
	2000 – 4000	Klarheit, Präsenz, kann schneidend wirken
Präsenz / **Höhen** Brillanz	4000 – 6000	Brillanz, Details, Glanz von Stimmen und Instrumenten
	6000 – 20000	Luftigkeit, Offenheit, Hochfrequente Effekte und Höhen

PHY

Frequenzbereiche

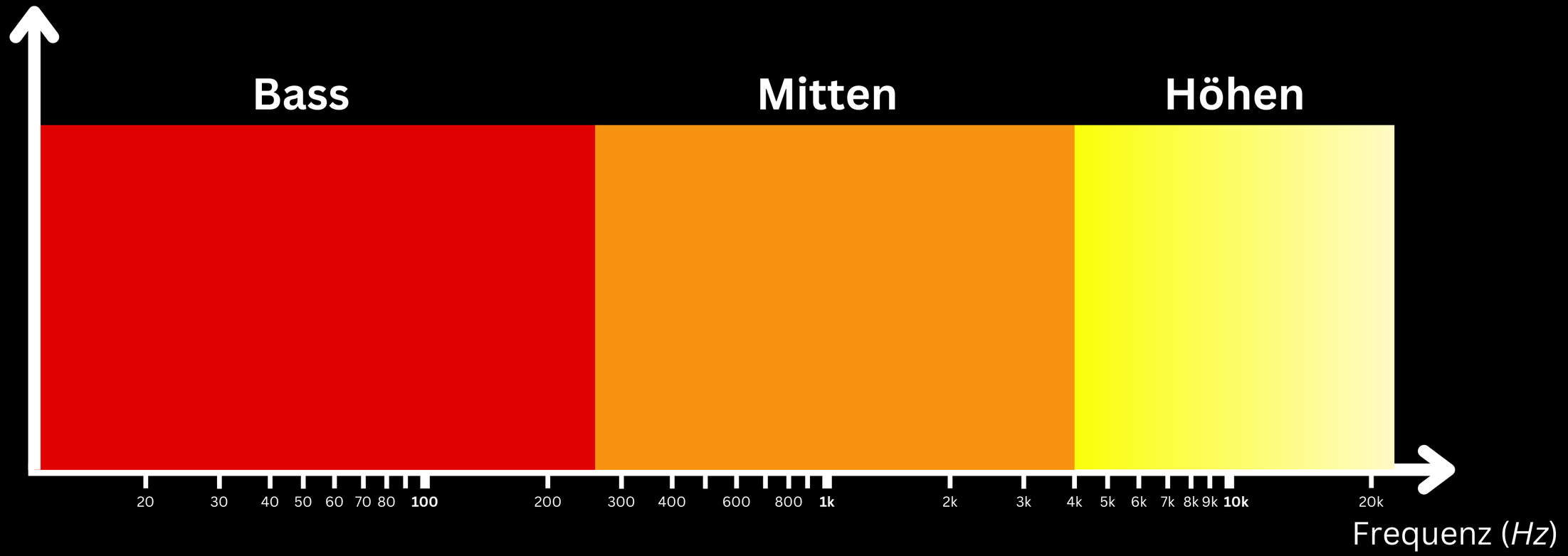


Frequenzbereiche

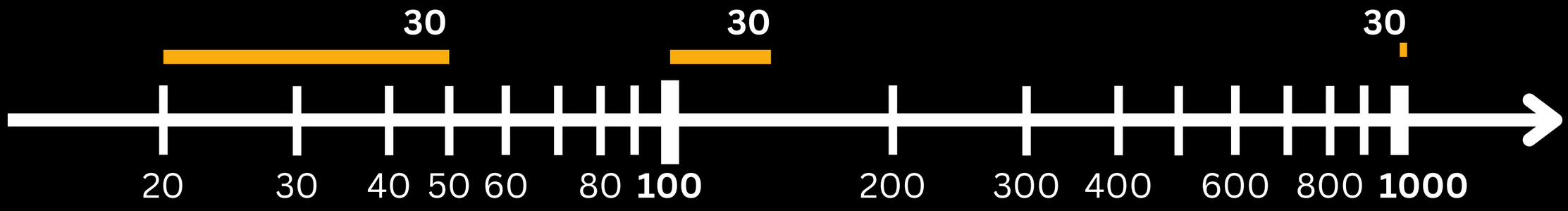


PHY

Frequenzbereiche (Dezibel-Skala)



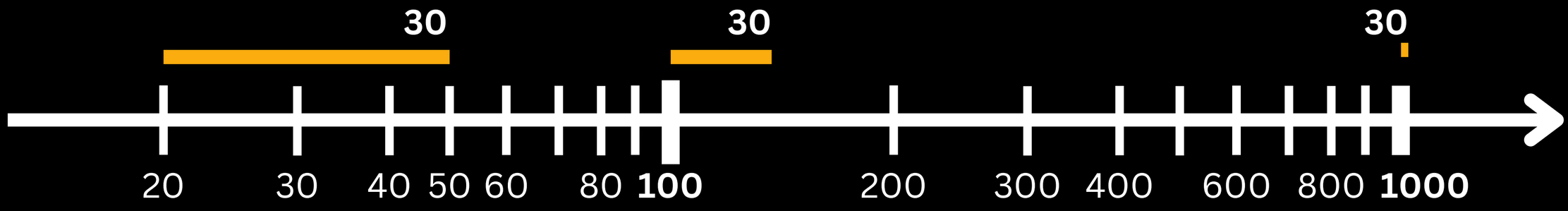
Logarithmische Skala / Dezibel-Skala



- Immer wenn irgendwas mit “***dB***” als Einheit angegeben ist, sehen wir diese Art der gestauchten Skala
- Wir können auf der selben Skala extrem kleine und extrem große Werte darstellen
- Die menschliche Wahrnehmung und viele Prozesse in der Natur beruhen darauf

PHY

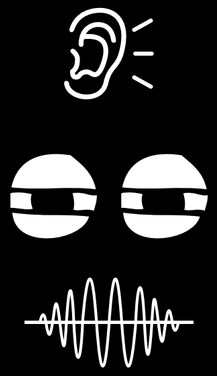
Logarithmische Skala / Dezibel-Skala



Flüstern

Dunkler Raum

Bass



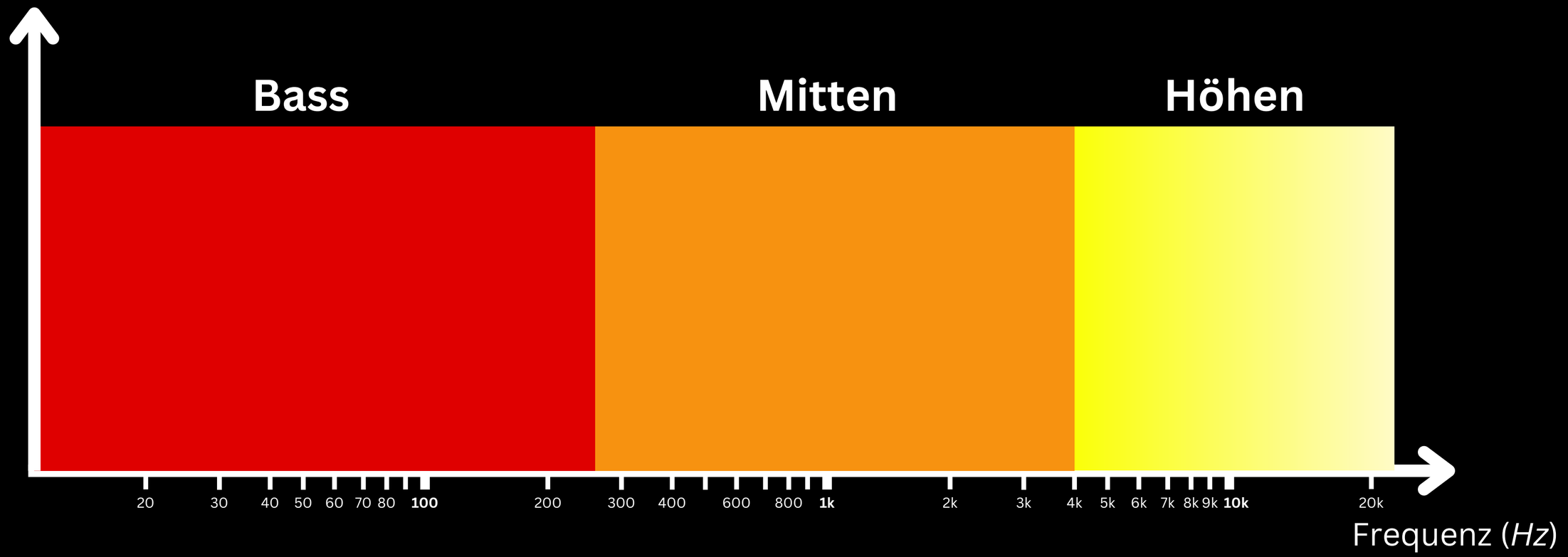
Konzert

Sonniger Tag

Höhen

PHY

Frequenzbereiche



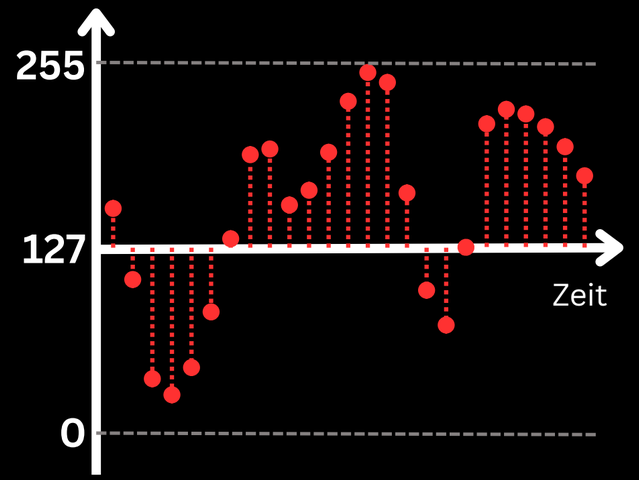
PHY

Digitaler Pegel eines Signals

Kontext **Digitale Welt**

- Pegel in einer digitalen Audiospur
- Einheit: Ähm?

So richtig praktisch ist das mit den Zahlen aber nicht

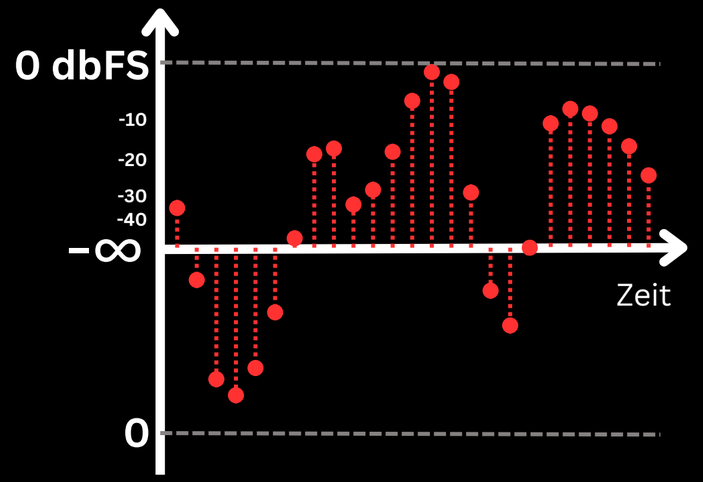


DIG

Digitaler Pegel eines Signals

Kontext **Digitale Welt**

- Pegel in einer digitalen Audiospur
- Einheit: *db**FS (Full Scale)***



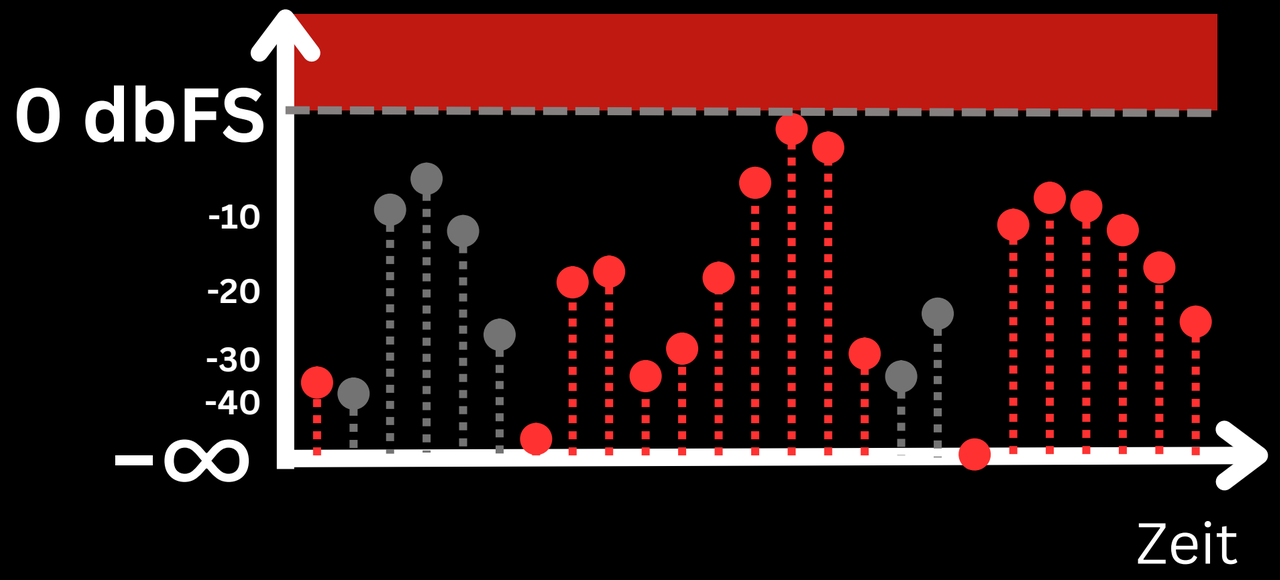
0 dbFS = Maximalausschlag

DIG

Digitaler Pegel eines Signals

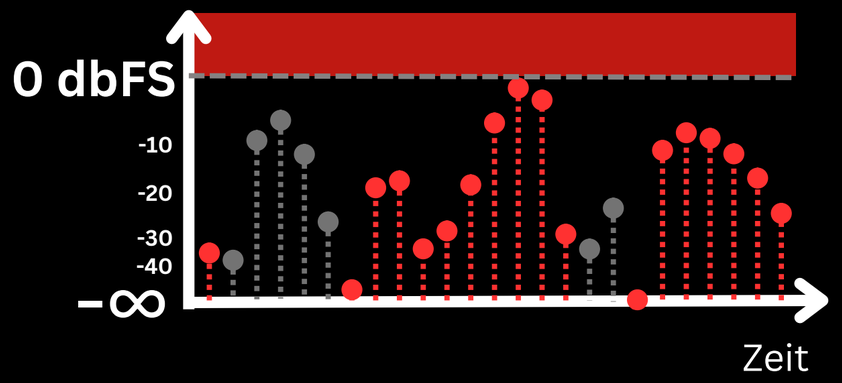
Kontext **Digitale Welt**

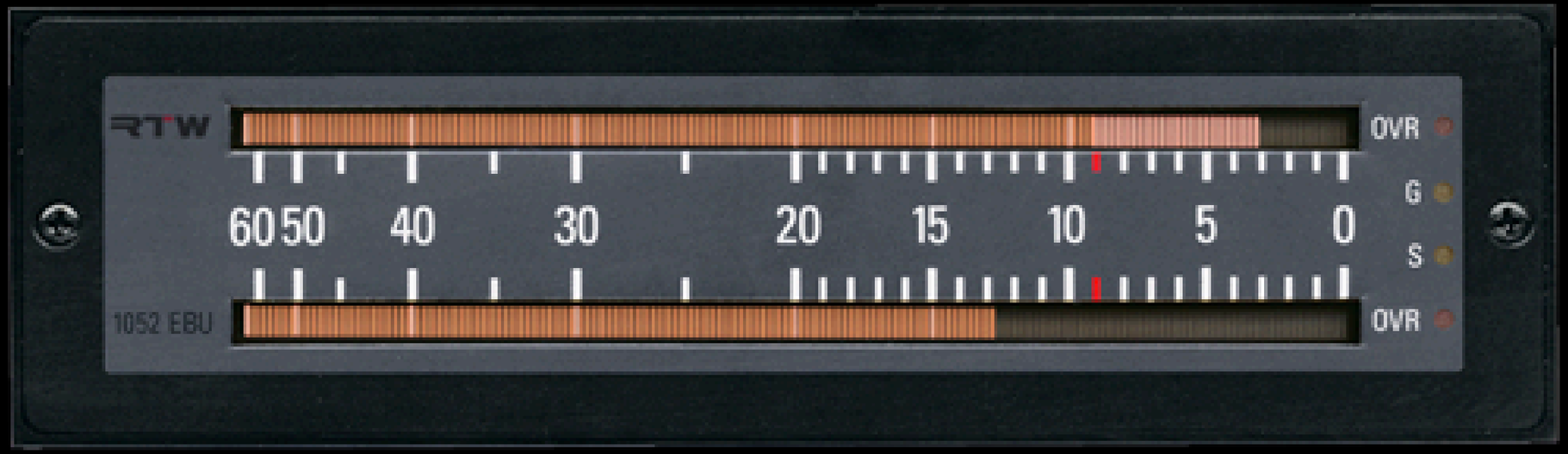
- Pegel in einer digitalen Audiospur
- Einheit: *db**FS (Full Scale)***



DIG

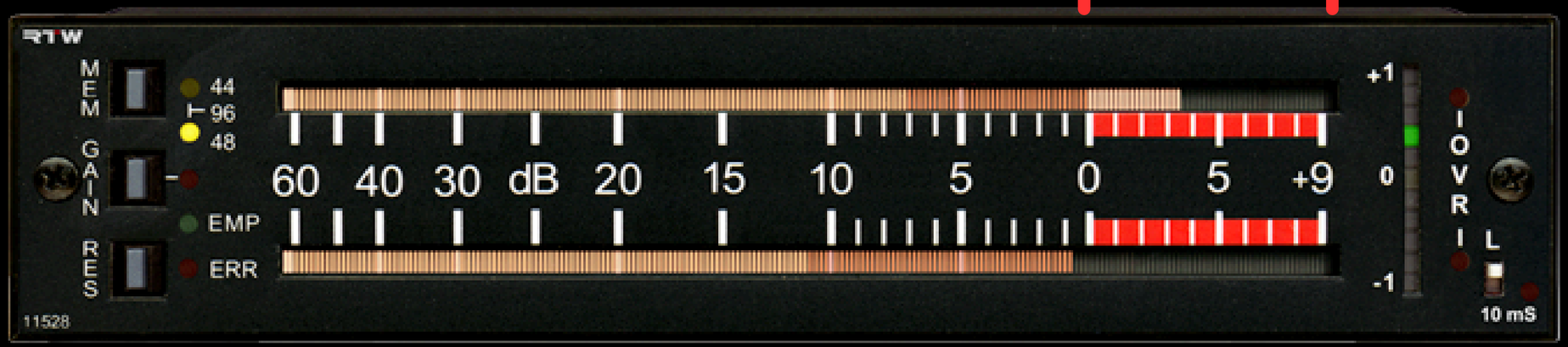
Peakmeter

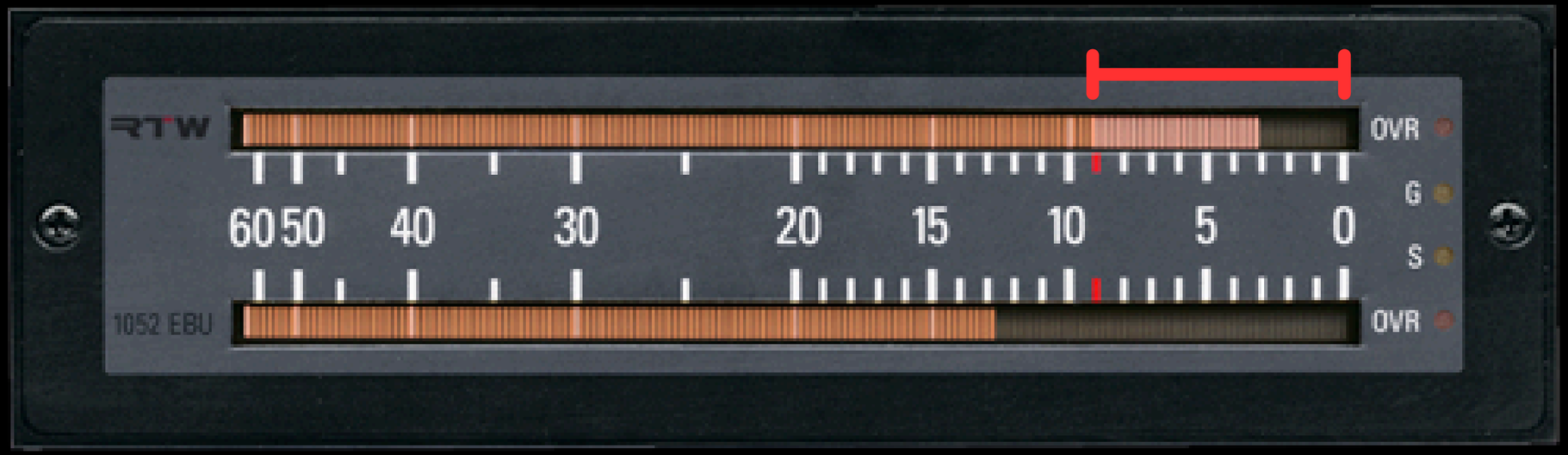

0 dbFS
-10
-20
-30
-40
-∞
Zeit


RTW
OVR
60 50 40 30 20 15 10 5 0
G
S
1052 EBU
OVR

Digitales Peakmeter

Headroom ab -9dBFS





Praxis in der DAW

Lautheit

Lautstärke

Ein unpräziser Sammelbegriff der
in allen **Kontexten** genutzt wird

Für die Beurteilung von
“Lautstärke” durch Messtechnik
muss der **Kontext** klar sein um zu
verstehen, das konkret gemeint
sein könnte.

PHY

Schalldruckpegel

Kontext **Physikalische Welt**

- Physikalische bzw Technische Größe die einfach gemessen werden kann
- Einheit: ***dB SPL*** *(“Sound Pressure Level ”)*

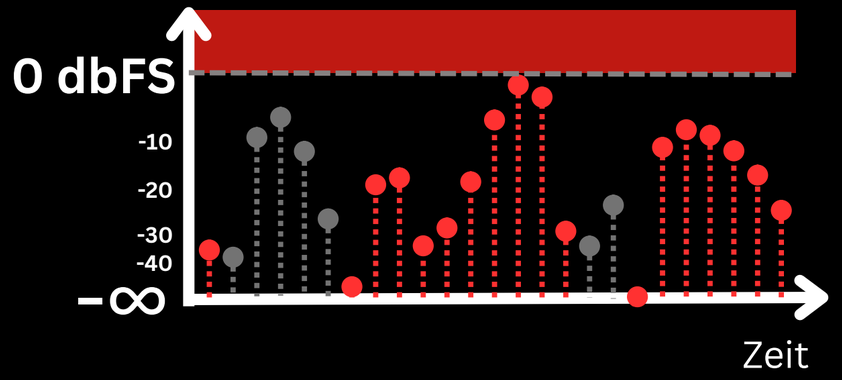
- Kein Einfluss der menschlichen Wahrnehmung

Schall(druck)pegelmessgerät

PHY

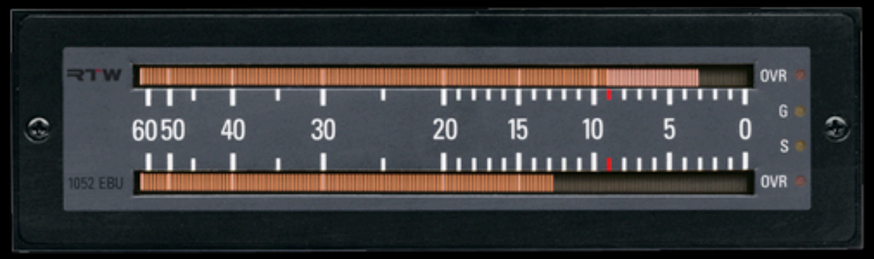
Digitaler Pegel

Kontext **Digitale Welt**



- Technische Größe für digitale Verarbeitungssysteme
- Einheit: ***dBFS*** *(“Full Scale”)*

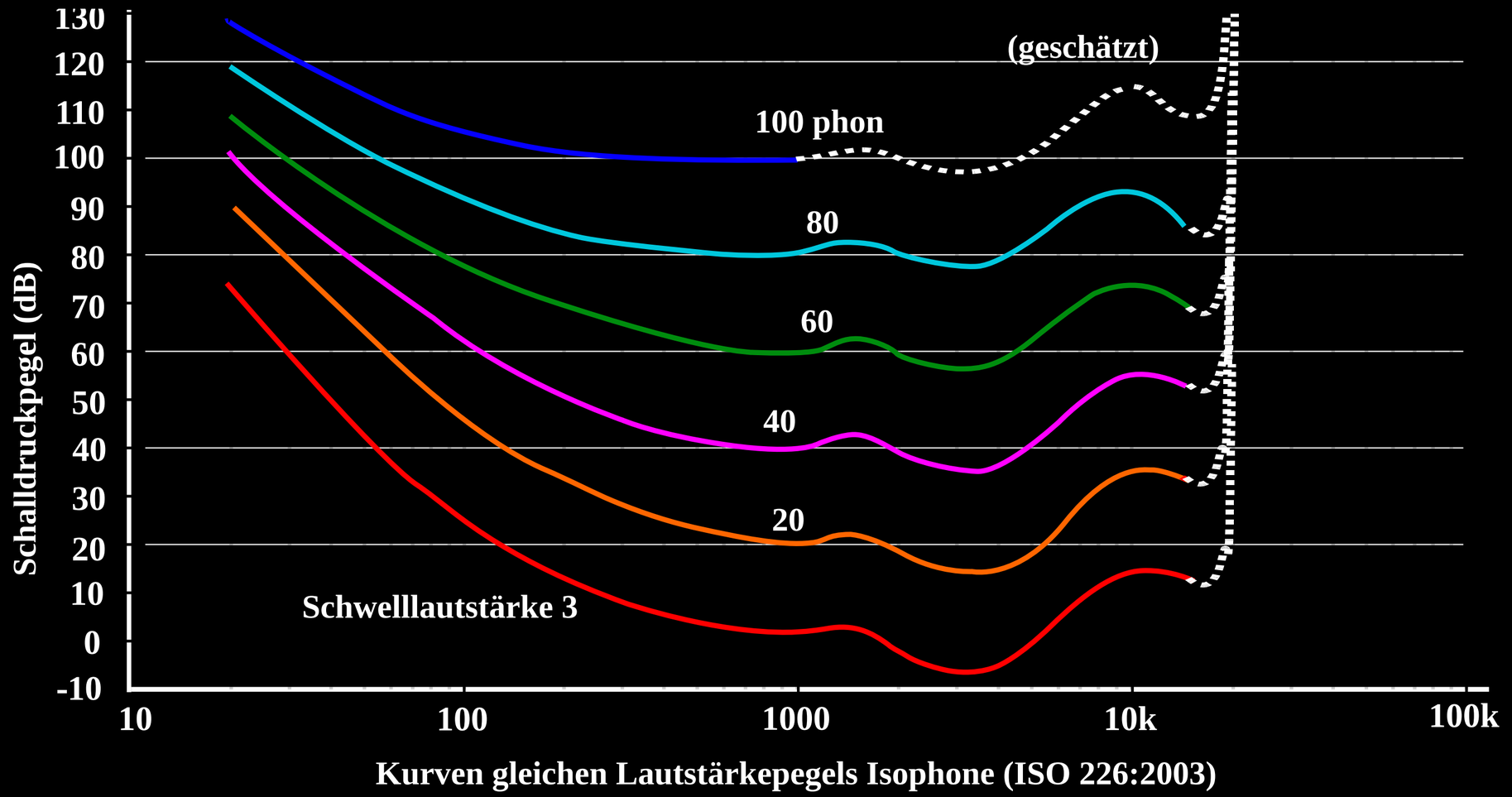
- Kein Einfluss der menschlichen Wahrnehmung



Lautheit

- Wie laut wird der Schall von Menschen **empfunden**? (Psychoakustisch)
- Einheit: *LUFS (Loudness Units relative to Full Scale)*

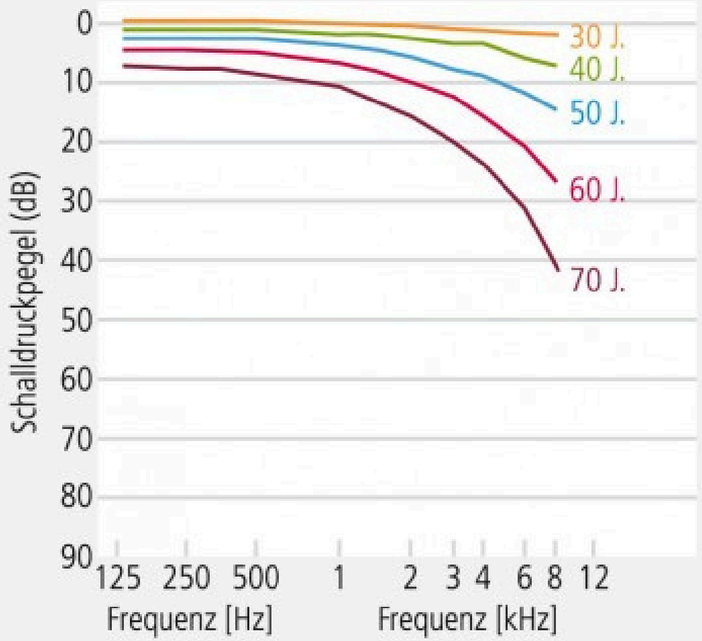
Was hört der Mensch gut?



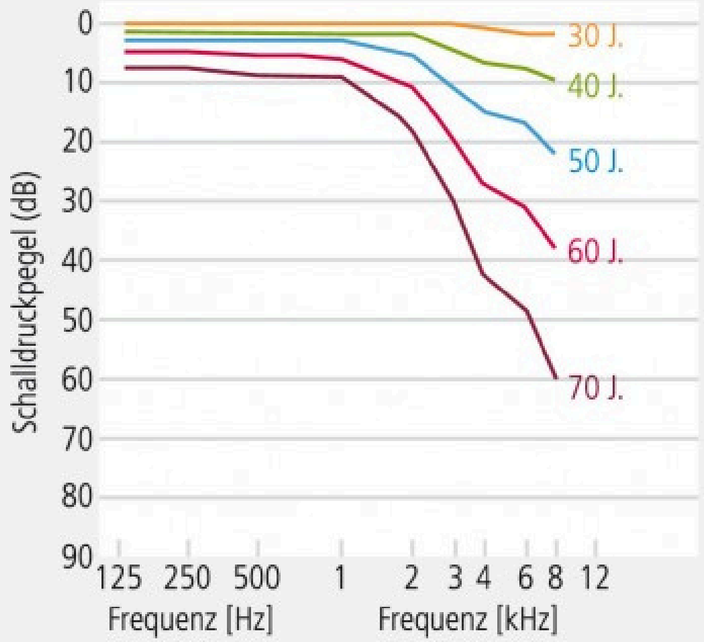
PHY

Hörschwelle im Alter

Frauen



Männer



Achtung Grafik steht Kopf. Wenn die Kurve weiter nach unten geht braucht es mehr Schalldruck um überhaupt den Schall wahrnehmen zu können.

Quelle: Probst R. Innenohr und retrokochleäre Störungen. In: Probst R, Grevers G, Iro H. Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde. Georg Thieme Verlag, Stuttgart 2000: 256 – 269.

PHY

Lautheit

Der Mensch empfindet und beurteilt Schallereignisse nach

Schallpegel

Einwirkungsdauer

spektrale Zusammensetzung

zeitliche Struktur

Informationsgehalt

subjektiver Einstellung

PHY

Loudness War

Gesucht

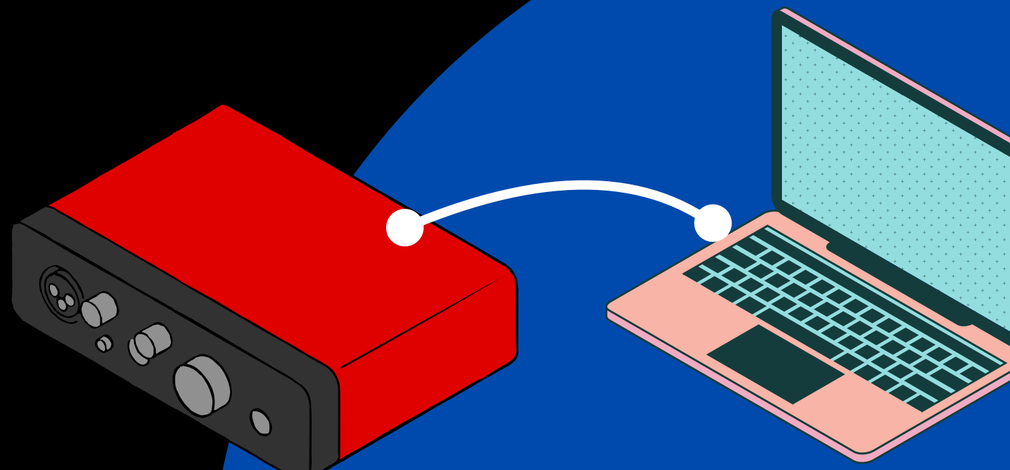
Digitales Verfahren um die Lautheit von Audioproduktionen zu beurteilen

Und Vorzugeben.

EBU Europäische Rundfunkunion
Union Européenne de Radio-Télévision (EBU)

Übergang Physikalische und Digitale Welt

dB SPL



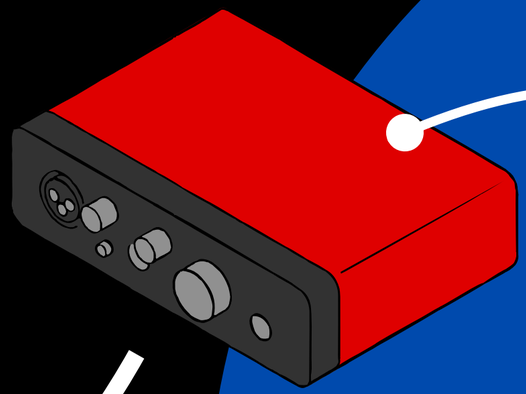
Technisch (Sample) dBFS

Psychoakustisch LUFS

Physische Welt

Digitale Welt

Übergang Physikalische und Digitale Welt

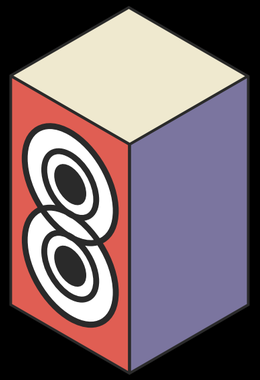


dB SPL

Sone

Technisch (Sample) dBFS

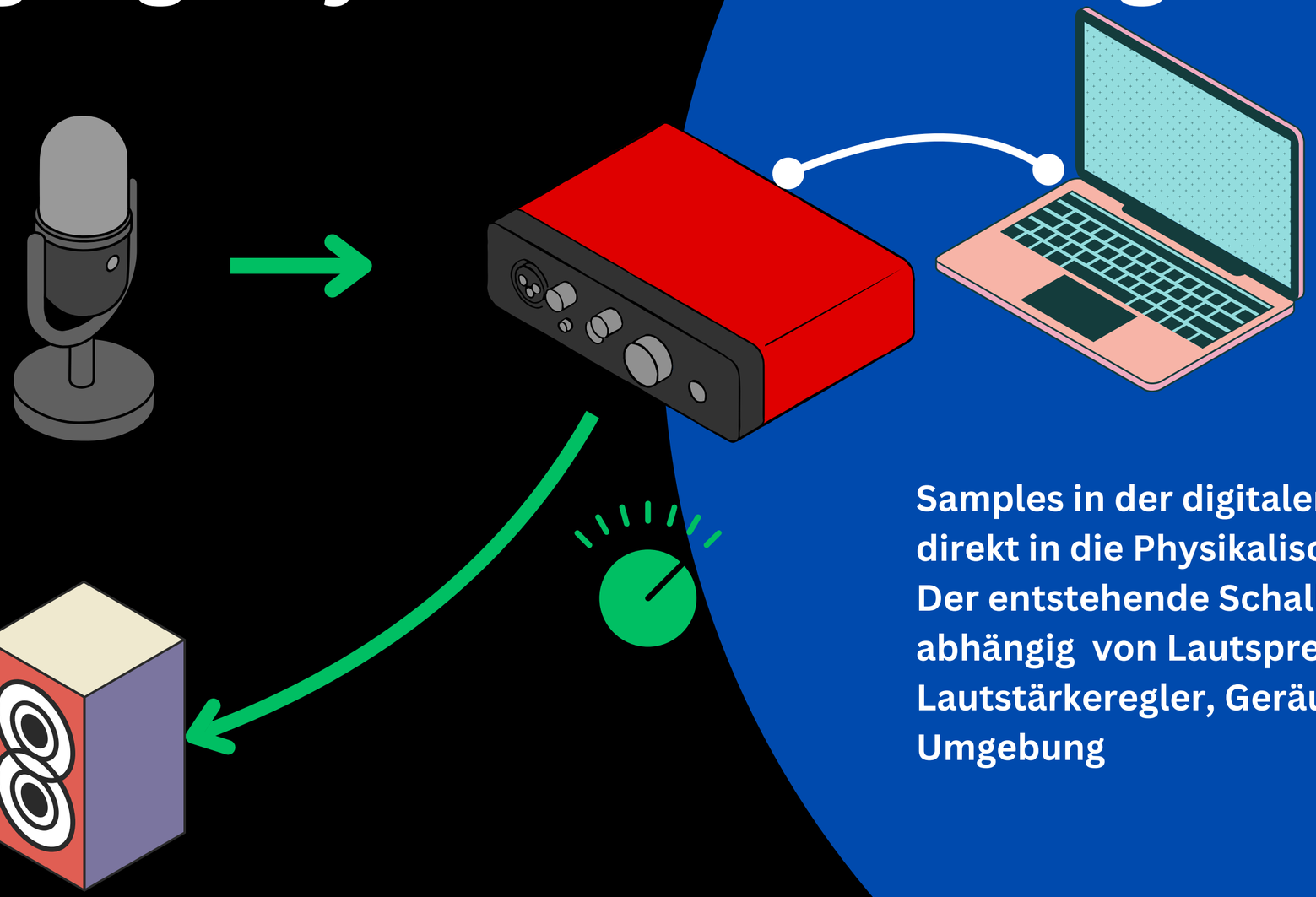
Psychoakustisch LUFS



Physische Welt

Digitale Welt

Übergang Physikalische und Digitale Welt



dB SPL

Sone

dBFS

LUFS

Samples in der digitalen Welt können nicht direkt in die Physikalische überführt werden. Der entstehende Schall und Höreindruck ist abhängig von Lautsprecher, dessen Lautstärkeregler, Geräuschen in der Umgebung

Physische Welt

Digitale Welt

Gesucht

Digitales Verfahren um die Lautheit von Audioproduktionen zu beurteilen

Und Vorzugeben.

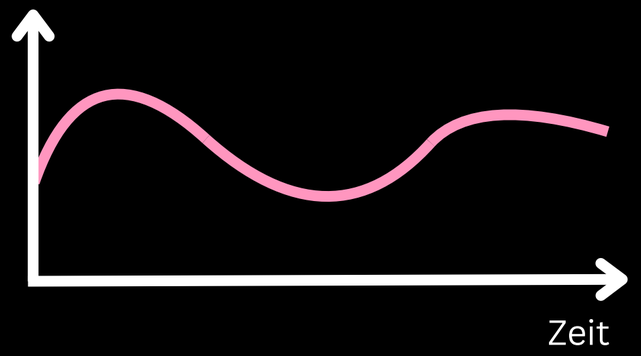
EBU Europäische Rundfunkunion
Union Européenne de Radio-Télévision (EBU)

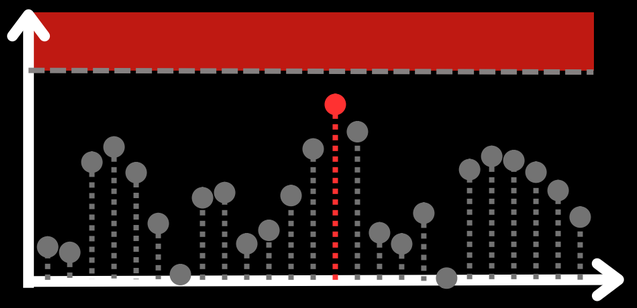
EBU
R 128
DIG

EBU-Empfehlung R 128

Ein Audiosignal (z.B. Audiodatei) wird nach R 128 charakterisiert durch

LU	Relative **Einheit der Lautheit** (aka. “1dB”) „**L**oudness **U**nit”
LUFS	**Durchschnittliche Lautheit** des Audiosignals „**L**oudness **U**nits relative to **F**ull **S**cale“
LRA	**Dynamik** innerhalb des Audiosignals „**L**oudness **Ra**nge”
dBTP	Tatsächliche Aussteuerung / technischer Pegel „**dB** relative to **T**rue **P**eak”





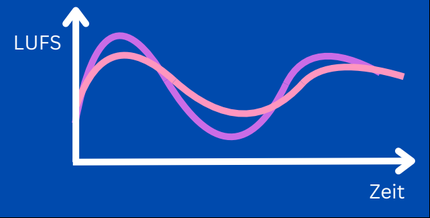
DIG

EBU R 128 | LUFS

LUFS

Durchschnittliche Lautheit des Audiosignals
„**L**oudness **U**nits relative to **F**ull **S**cale“

- Momentary letzte 400 ms
- Short letzte 3 s
- Integrated ganze Produktion



xx.x LUFS

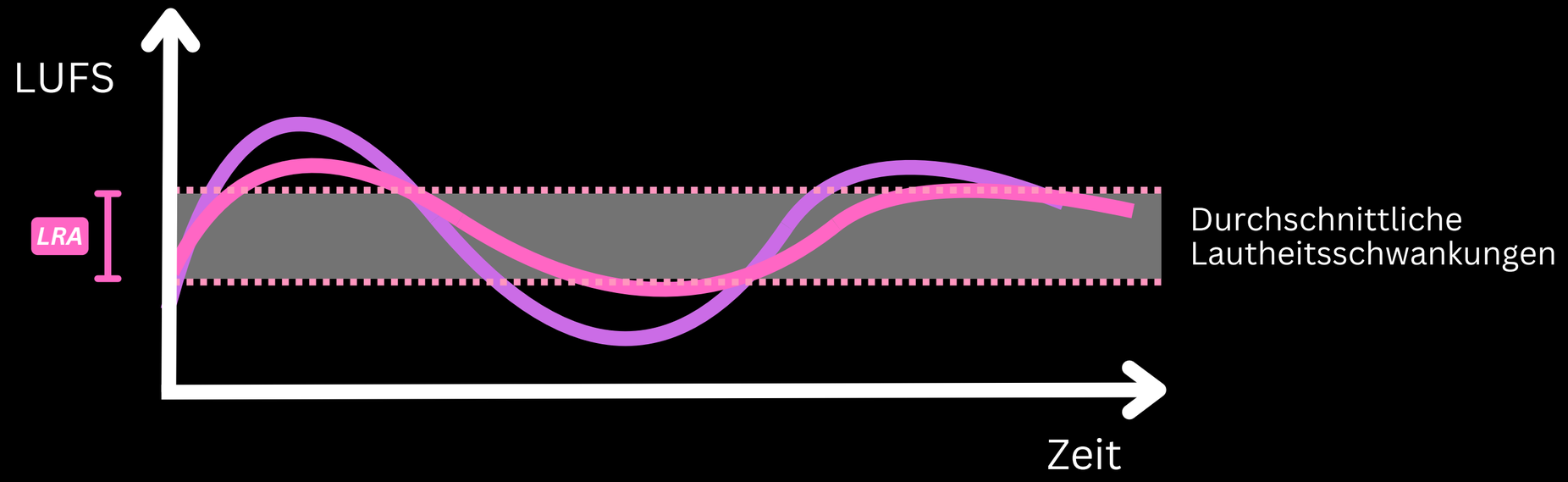
Beispiel
LUFS = -18.4 LUFS

DIG

EBU R 128 | LRA

LRA

Dynamik / Lautheitsschwankungen innerhalb des Audiosignals
„**L**oudness **Ra**nge”

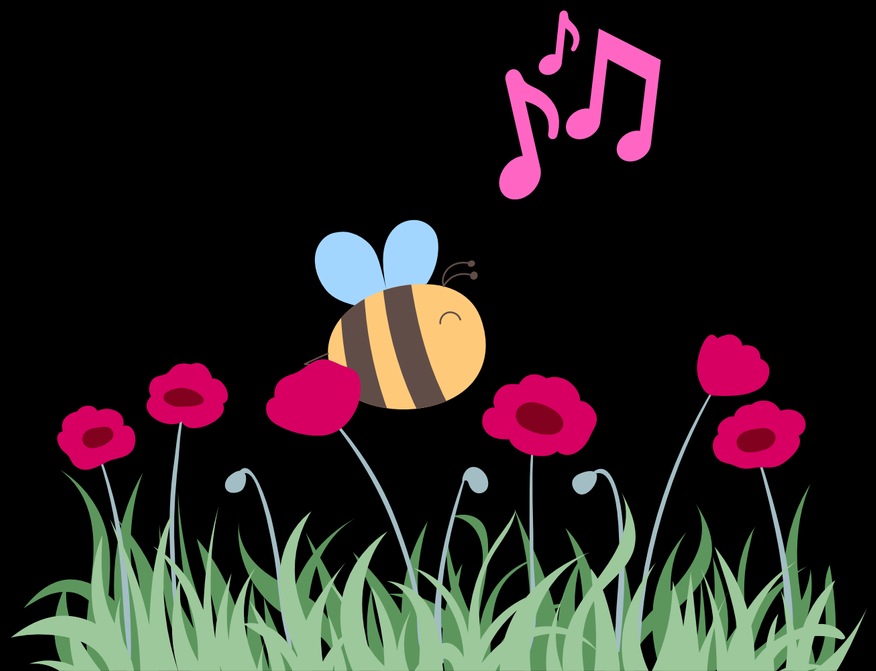


Die Dynamik ist auch ein stilistisches Mittel. Es liegt bei dir wie stark die Lautheit schwanken soll.

Beispiel
LRA = 7.1 LU

EBU R 128 | LRA

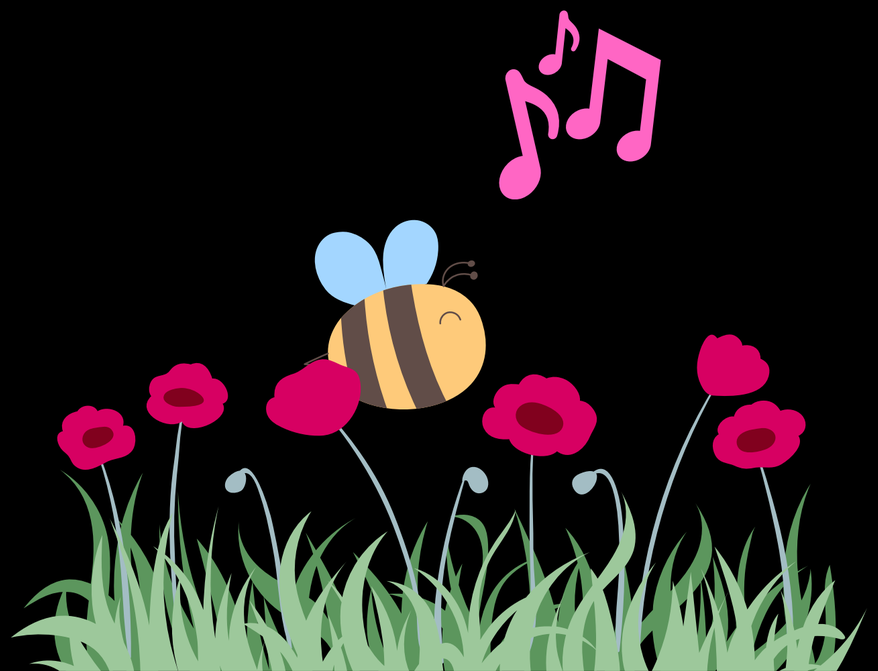
Typische Werte



Audioproduktionstyp	LRA (in LU)
TV-Werbung	1 - 4 LU
Studiointerview	3 - 6 LU
Pop Song	4 - 8 LU
Rock Song	5 - 9 LU
YouTube-Produktionen	4 - 10 LU
Straßeninterview	6 - 10 LU
Hörspiel	10 - 15 LU
Klassisches Konzert	14 - 20 LU
Kinofilm	14 - 20 LU

DIG

EBU R 128 | Lieferanforderungen



Lieferanforderungen auf der ganzen Welt

Beliefern Sie Broadcaster? Mischen Sie eine TV-Show für Netflix? Oder sind Sie daran interessiert, Ihr...

RTW GmbH & Co KG

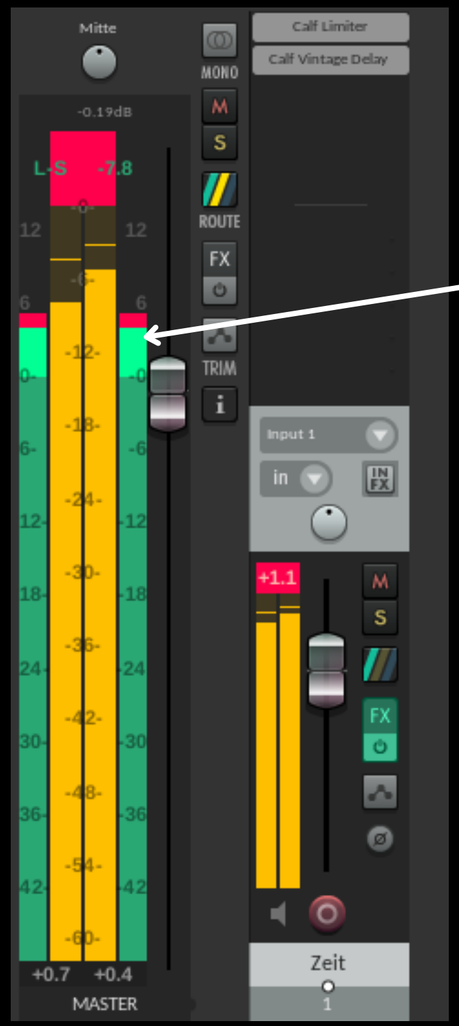
Änderungen der Laustärke speichern

- Audiodatei neu Rendern
- MP3gain / AACgain
- Tag / Metainformation hinzufügen
  - ReplayGain Tag (MP3)
  - ID3v2 (Relative Volume Adjustment)
- Im Sendesystem (Datenbank)

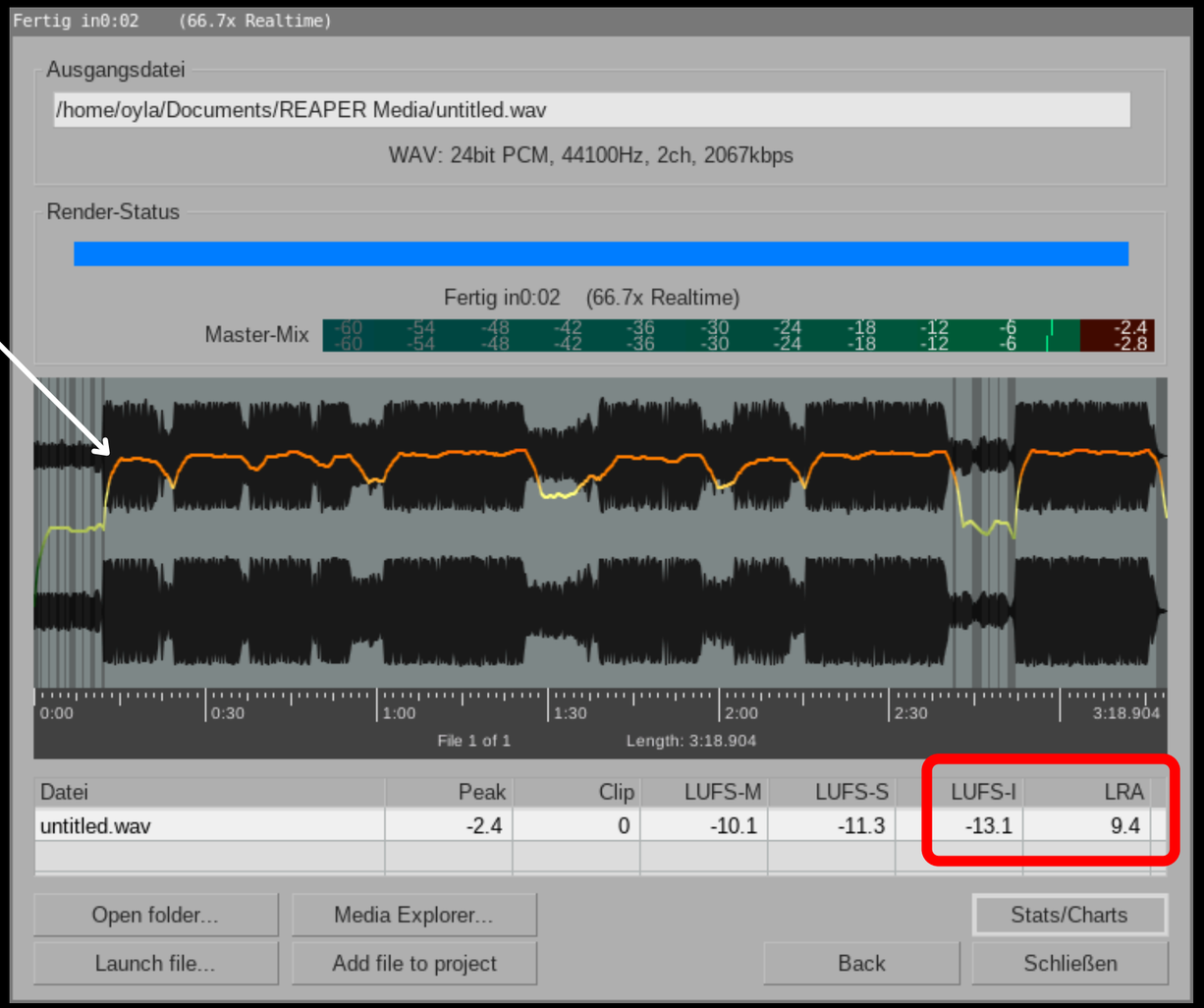
Praxis in der DAW

Software und Tools

Software und Tools | Reaper



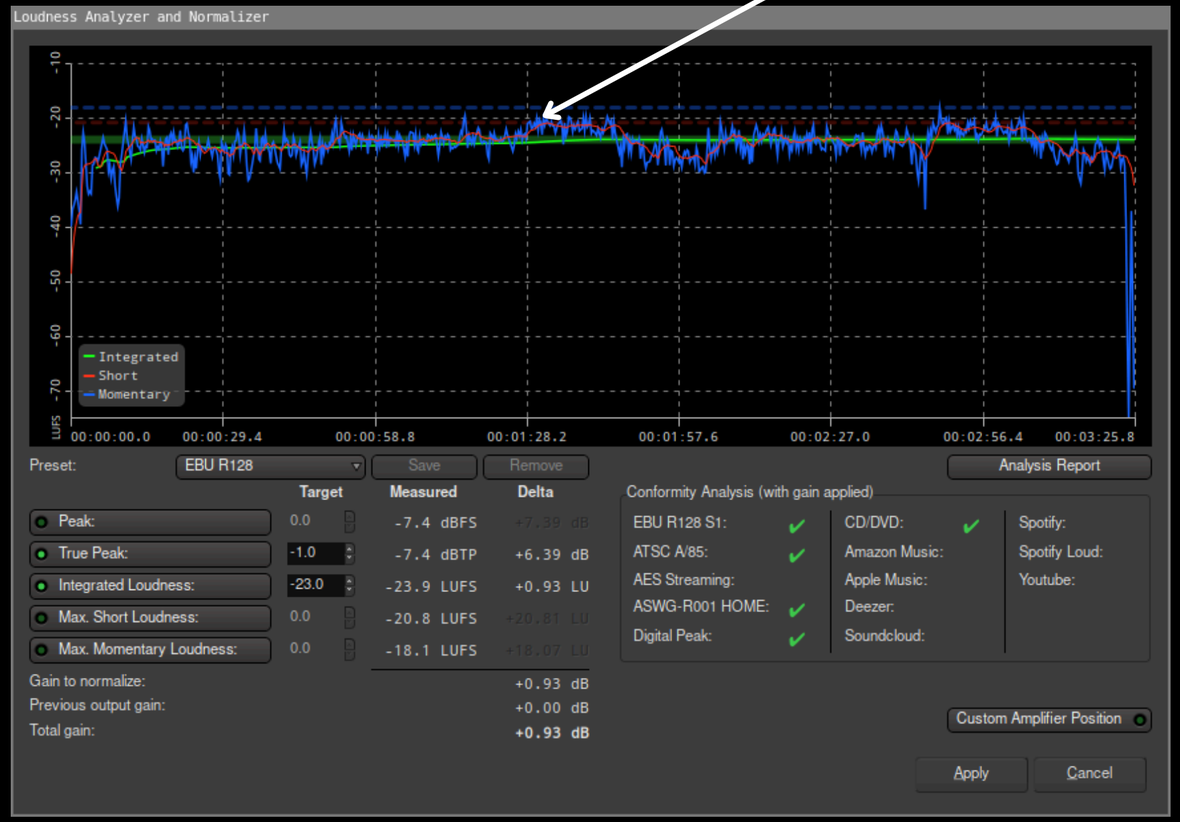
LUFS-M / S

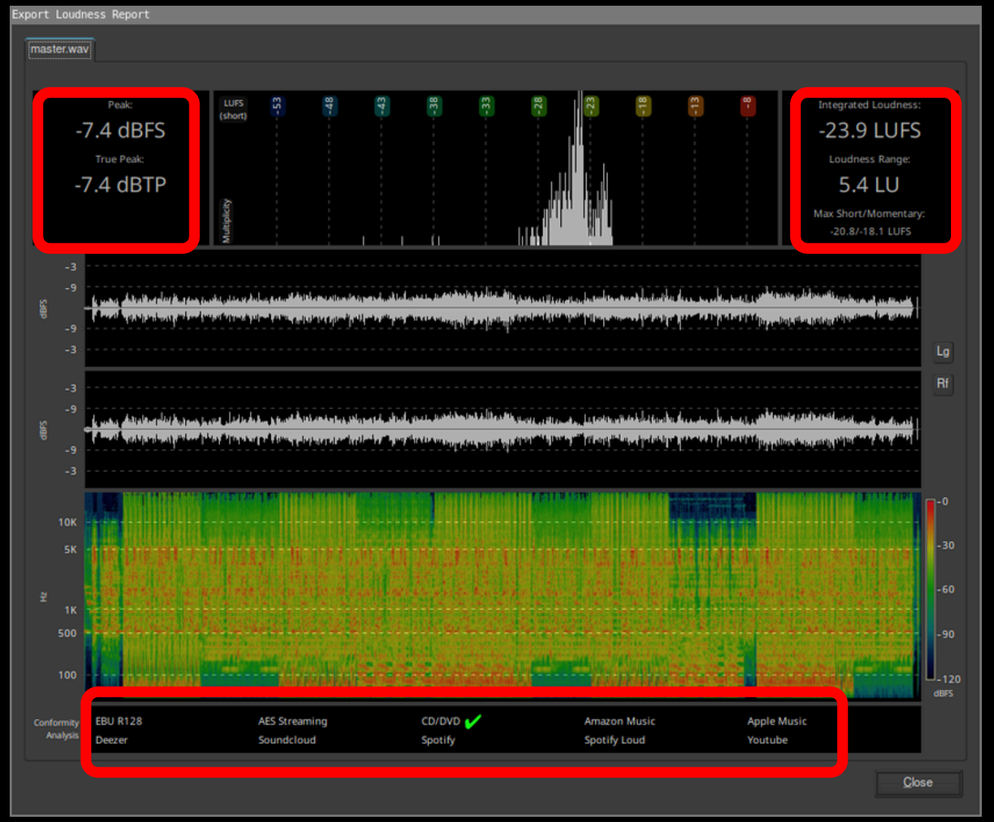


DIG

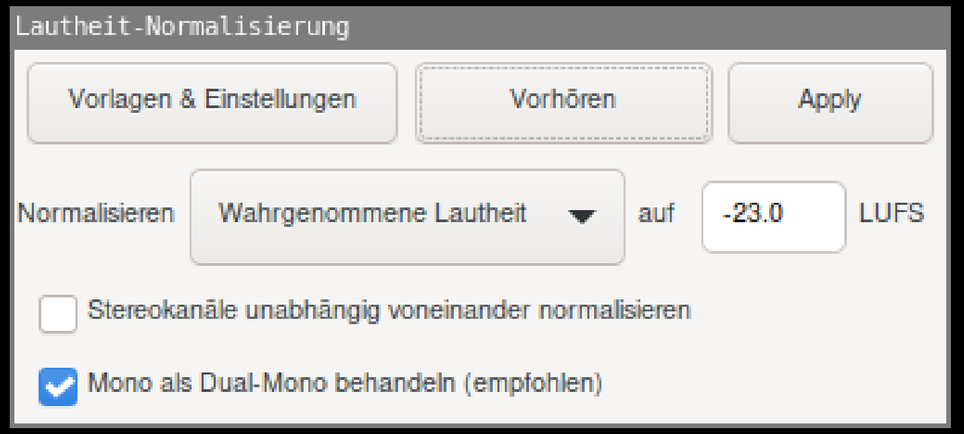
Software und Tools | Ardour

LUFS-M / S



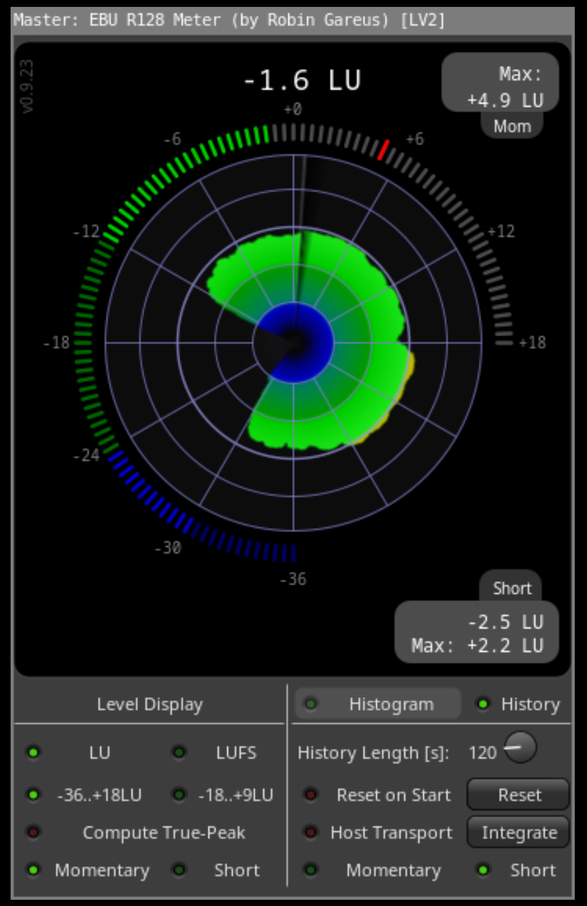


Software und Tools | Audacity



Software und Tools | Plugins

x42 / meters.lv2 (LV2)

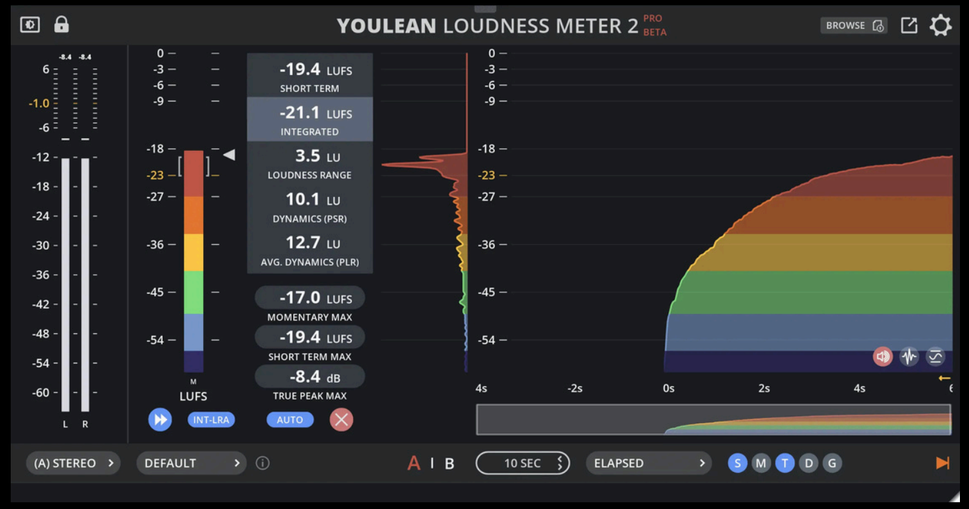


Software und Tools | Sonstige

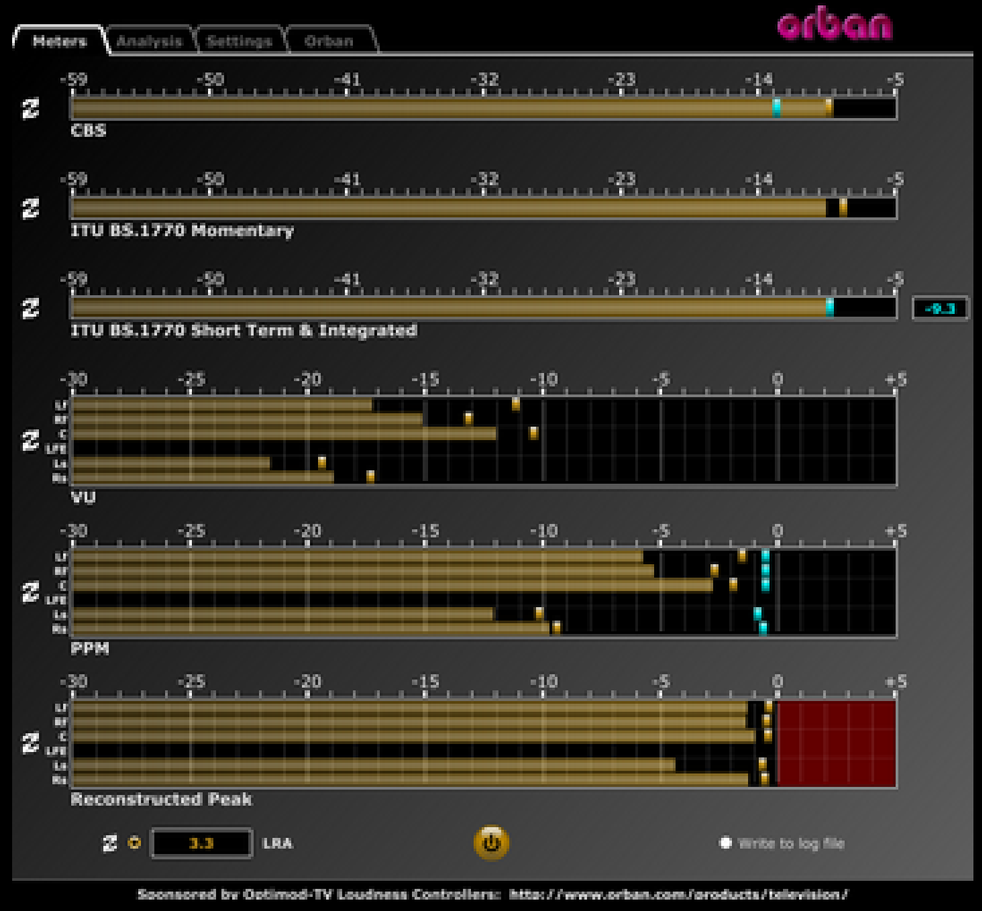
bs1770gain

```
130 oyla@phineas ~ % bs1770gain --ebu 20230709_Sternradio_5065.mp3
scanning 1
analyzing ...
[1/1] 20230709_Sternradio_5065.mp3
  integrated (momentary mean): -17.62 LUFS / -5.38 LU
[COLLECTION]
  integrated (momentary mean): -17.62 LUFS / -5.38 LU
done.
```

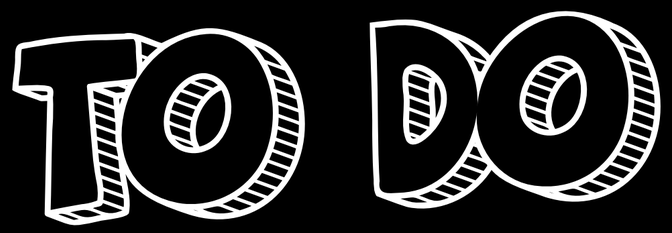
Youlean Loudness Meter



Orban Meter



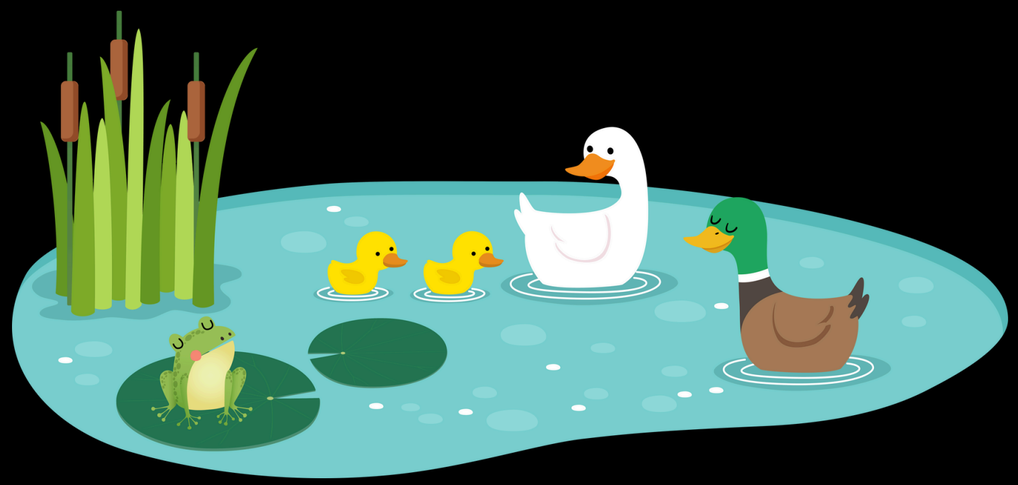
Ich bin durch. Was soll ich mir jetzt merken?



Handreichung erstellen

Mögliche nächste Schritte

Mögliche nächste Schritte



- Rahmenwerte für Beitragsformen festlegen
- Abläufe schaffen
- Tools nutzen und Testen
- Normalisierung in den Sendesystemen prüfen
- Immer ein Ohr an der Schiene der Dynamik behalten

Fragen

Fragen

Fragen

LOHRO
ahoi