Der zeitliche Verlauf von Schallsignalen

Zumindest **drei wichtige Zeitbereich** sind zu unterscheiden:

→ Der mikroskopische Zeitbereich

→Der Zeitbereich der Transienten

→ Der makroskopische Zeitbereich

Der mikroskopische Zeitbereich

→ beschreibt die eigentlichen Schwinungen und Wellen bzw. die lokalen Druckschwankungen im Ausbreitungsmedium

→ Es gilt:

$$\mathbf{0{,}05\ ms < t < 50\ ms}$$

→ Im Allgemeinen eigenet sich für die Beschreibung dieser Vorgänge das Spektrum besser!

Der Zeitbereich der Transienten

Transienten: = Übergangsklänge

Die Eigenschaften von Schallsignalen sind i.A. nicht konstant.

→ erst nach einer bestimmten Zeit (Einschwingphase) erreicht

→ permanente Variation innerhalb bestimmter Grenzen

→ Änderungen beim Übergang von einem Klang zum nächsten

→ Beschreibt Einschwingvorgänge, geringfügige klangliche Veränderungen und klangliche Übergänge

→ Es gilt:

50 ms < t < 150 ms

Der makroskopische Zeitbereich

→ beschreibt den zeitlichen Verlauf, die zeitliche Gliederung, den zeitlichen Aufbau eines Schallereignisses

→ Reicht von wenigen Zehntelsekunden bei percussiven Sounds bis zu mehreren Stunden bei langen Opern oder Dauergeräuschen.

→ Es gilt:

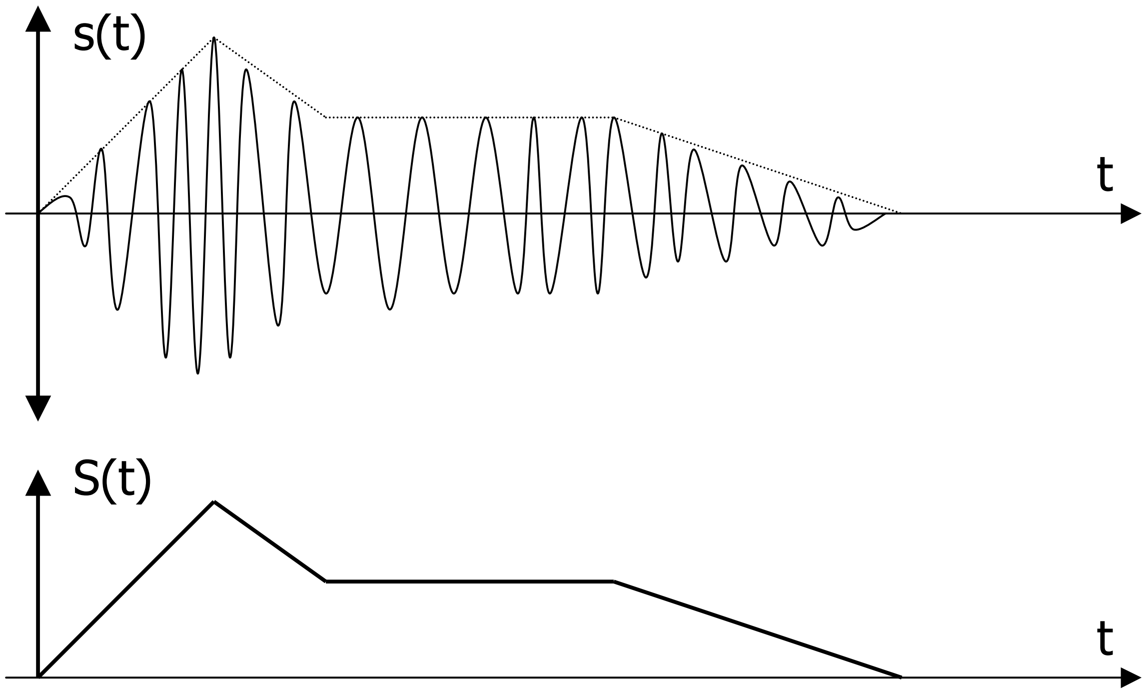
t > 150 ms

→ Wichtige Stilmittel der Musik fallen in diesen Zeitbereich:

Form, Tempo, Rhythmus, Metrum

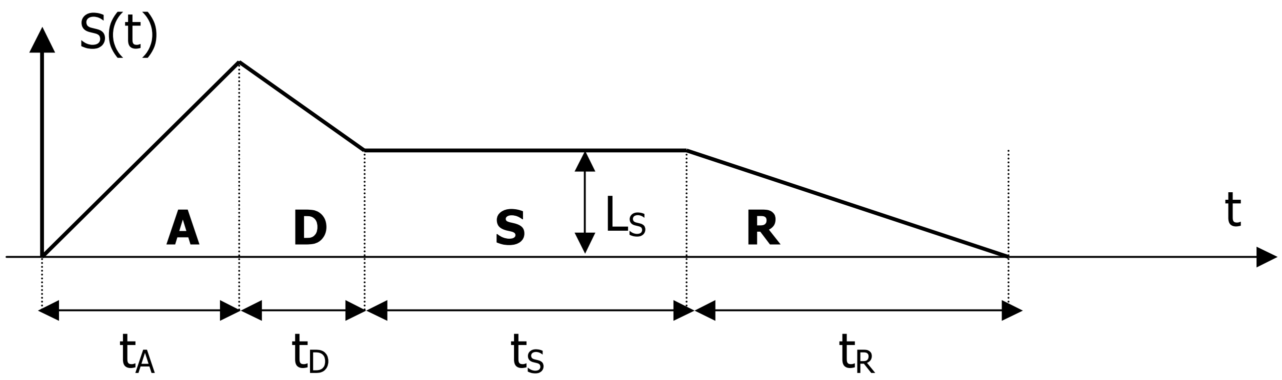
Die Hüllkurve

→ Die Hüllkurve beschreibt den Zeitverlauf der Amplitude eines Schallsignals



Die Hüllkurve

→ Die Hüllkurve von Schallsignalen kann in einem (vereinfachenden) Modell i. A. grob **in vier Phasen** unterteilt werden:



ADSR-Hüllkurve:

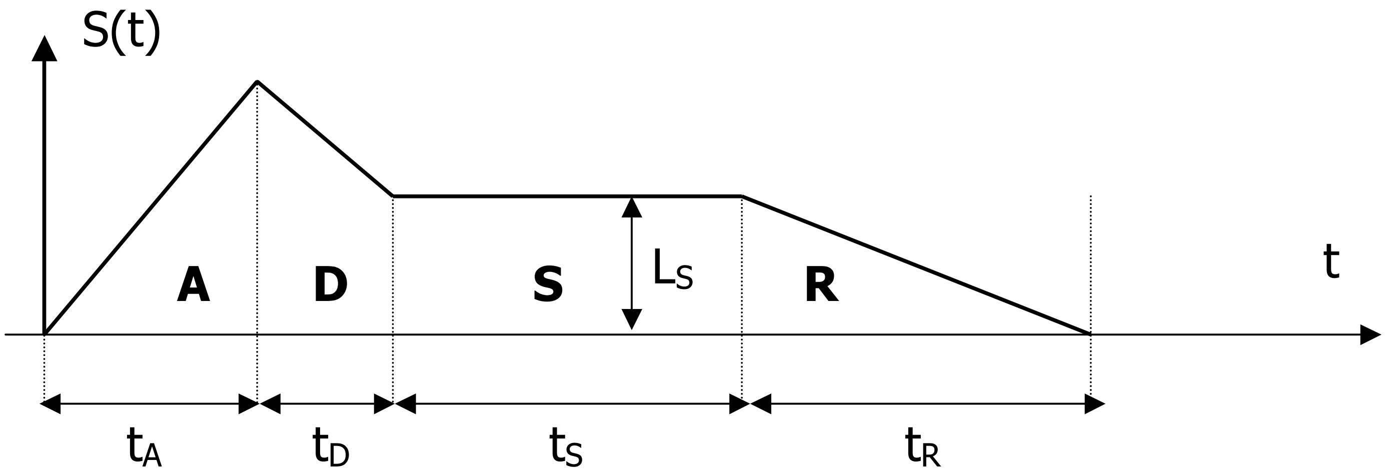
→ Attack

→ Decay

→ Sustain

→ Release

Die Hüllkurve



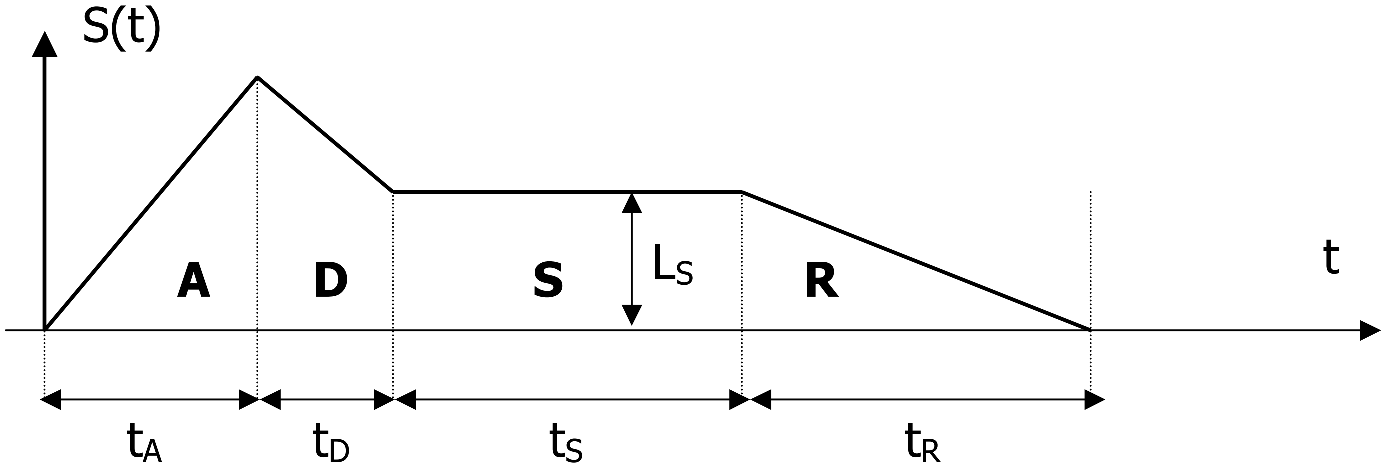
Attack-Time t_A (Einschwingphase)

→ Dauer bis zum Erreichen der maximalen Amplitude

Decay-Time t_A (1. Ausklingphase)

→ Abklingen der sog. Eigenschwingungen

Die Hüllkurve



Sustain-Level L_s, Sustain-Time t_s (Haltephase)

→ Phase bei längerer, externer Anregung

(vgl. z.B. Streichen einer Violine)

Release-Time t_A (2. Ausklingphase)

→ Abklingen der Schwingungen nach Beendigung der externen Anregung

Die Hüllkurve

→ Die Hüllkurve kann einen großen Einfluss auf die Wahrnehmung des Schallsignals haben:

Beispiel:

Viele Akusitsche Ereignisse

wie die Geräusche von Meereswellen, einigen Percussionsintrumenten oder manche technischen Störgeräusche

sind rauschförmige Signale,

deren **Spektrum** somit in einem weiten Bereich zumindest

näherungsweise konstant sein muss.

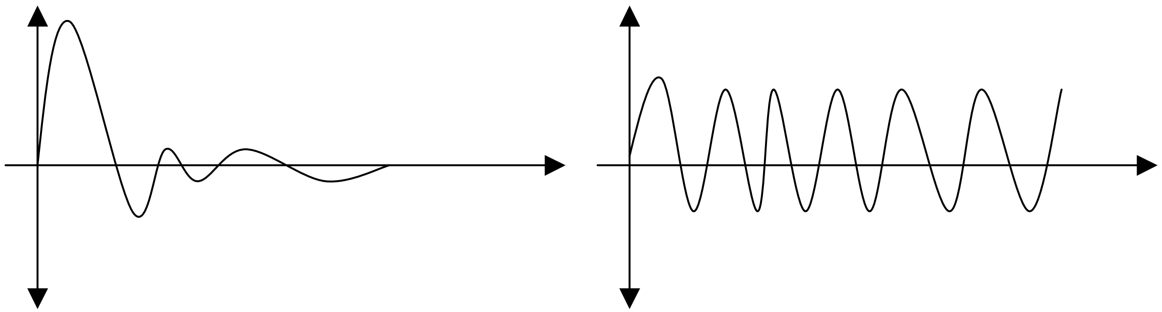
Die zum Teil sehr unterschiedliche Wirkung dieser Geräusche auf den Menschen ist somit offensichtlich **stark von der Hüllkurve abhängig**.

Beschreibung von Signalen

EFFEKTIVWERT:

→ Die LAUTSTÄRKE ist u.a. von der AMPLITUDE des Signals abhängig.

Welches Signal wird LAUTER emfpunden?



→ nicht der maximale Amplitudenwert, sondern die durchschnittle Amplitude ist für die Wahrnehmung der Lautstärke entscheidend.

Der Effektivwert

→ Mittelwertbildung: positive und negative Amplituden heben sich auf.

→ Der arithmetische Mittelwert ist nicht aussagekräftig

→ Effektivwert:

1. Signalwerte quadrieren (→ keine negativen Signalwerte)
2. Mittelwert bilden
3. Wurzel ziehen (→ um Quadrierung rückgängig zu machen)

$$s(t)_{effektiv} = \sqrt{\frac{1}{T}\int_T s^2(t)dt}$$

Beschreibung von Signalen

→ Um die Stärke eines Signals einschätzen zu können, ist immer ein **VERGLEICHSWERT** notwendig!

→ Das **VERHÄLTNIS** zweier Größen ist eine geeignete mathematische Relation für derartige Verlgeiche

Bei stark unterschiedlichen Signalgrößen kann das Verhältnis der beiden Werte auch sehr klein bzw. groß und daher als Rechengröße wenig geeignet sein.

→ Besser: **LOGARITHMISCHE VERHÄLTNISSE**

→ Das lograrithmische Verhältnis zweier Leistungsgrößen heißt **PEGEL** !

→ Pegel werden mit der Bezeichnung **DEZIBEL (dB)** gekennzeichnet !

Pegel von Signalen

→ Leistungspegel

$$L_P = 10 \cdot \log \frac{P_A}{P_E} \; dB$$

→ Leistung ist proportional zum Quadrat der Signalamplitude

$$P_a \rightarrow s^2{}_{effektiv}\,(t)$$

→ Es gilt:

$$L_P = 10 \cdot \log \frac{P_A}{P_E} = 10 \cdot \log \left(\frac{s_{A\ effektiv}(t)}{s_{E\ effektiv}(t)} \right)^2 = 20 \cdot \log \frac{s_{A\ effektiv}(t)}{s_{E\ effektiv}(t)} \; dB$$

Relative Pegel

→ Da es sich bei Pegel um **logarithmische Verhältnisse** handelt, sind es zunächst **relative Größen** unabhängig von absoluten Zahlenwerten.

→ Unabhängig von der absoluten Größe entspricht eine Verstärkung der Amplitude um den Faktor zwei einer Anhebung des Pegels um rund 6 dB

L_P	P_A / P_E	s_A / s_E
3 dB	2 : 1	1,41 : 1
6 dB	3,2 : 1	2 : 1
10 dB	10 : 1	3,2 : 1
20 dB	100 : 1	10

Absolute Pegel

→ Bei sogenannten absolten Pegeln ist die Bezugsgröße durch einen NORMWERT fix vorgegeben.

→ In der Akustik wird i.A. der NORMWERT 10^{-12} W/m² für die Schallinstensität (als Leistungsgröße) herangezogen.

→ Dies entspricht einem Schalldruck von $2 \cdot 10^{-5}$ Pa

→ SCHALLPEGEL werden i.A. mit dB_{SPL} gekennzeichnet.
(SPL ... Sound Pressure Level)

$\mathbf{L_P}$ [dB_{SPL}]	**P** [W/m²]	**S** [Pa]
0	10^{-12}	$2 \cdot 10^{-5}$
40	10^{-8}	0,002
80	10^{-4}	0,2
120	1	20