



# Abstandsgesetz für Feldgrößen und für Energiegrößen

Das Abstandsgesetz, Entfernungsgesetz oder seltener auch Distanzgesetz und Dämpfungsgesetz sagt etwas aus über die Abnahme einer physikalischen Größe in Abhängigkeit von der Entfernung zur Quelle (Sender). Aus der Mitarbeit an Wikipedia, der freien Enzyklopädie:

## Das lineare Abstandsgesetz für Feldgrößen mit $1/r$ - z. B. Schall in der Tontechnik

Hier haben wir es nicht mit Energie zu tun. Mikrofone zeigen durch die Angabe der Empfindlichkeit (Übertragungsfaktor), die in Volt pro Pascal gemessen wird, dass die Ausgangsspannung  $U$  des Mikrofons dem Schalldruck  $p$  proportional ist. Da  $p \sim U$  ist, hat demnach die Schallintensität  $I$  hier keine Bedeutung. Auch unsere Trommelfelle werden praktisch nur vom Schallwechseldruck  $p$  bewegt. Darum sind die linearen Schallfeldgrößen, wie der Schalldruck, die Schallschnelle, die Schallauslenkung von besonderer Bedeutung. Der Schalldruck  $p$  nimmt mit größer werdender Entfernung  $r$  von der Schallquelle ab. Es sind immer Effektivwerte gemeint.

Diese Beziehung - die Abstandsgesetz der Schallfeldgrößen heißt - besagt, dass zum Beispiel bei einer Abstandsverdopplung von der Schallquelle der Wechselschalldruck  $p$  mit dem Abstand nach dem

$$1/r\text{-Gesetz: } p \sim \frac{1}{r} \text{ (proportional)} \quad \frac{p_1}{p_2} = \frac{r_2}{r_1} \quad p_1 = p_2 \cdot r_2 \cdot \frac{1}{r_1}$$

reziprok-linear, also auf "die Hälfte" des Anfangs-Schalldrucks fällt. Das ist eine Schalldruckpegelabnahme (Dämpfung) von (-)6 dB bei Verdopplung des Abstands.

- Abstandsgesetz im dB-Verhältnis: Die Pegeländerung  $\Delta L$  in dB =  $20 \cdot \log(\text{Abstand } r_2 / \text{Abstand } r_1)$   
Häufig verwirrt es und wird verwechselt, dass der Schalldruck  $p$  als Schallfeldgröße mit  $1/r$  mit der Entfernung abnimmt, während die Schallintensität  $I$  als Schallenergiegröße jedoch mit  $1/r^2$  abnimmt.  $I$  ist proportional  $p^2$ .

## Das quadratische Abstandsgesetz für Energiegrößen mit $1/r^2$ - z. B. Strahlung

Dieses kann die Strahlungs-Intensität (Energie) in Abhängigkeit von der Entfernung zur Quelle sein. Als Strahlung sei beispielsweise die Röntgenstrahlung, die Radioaktivität, die Sonnenstrahlung (die sichtbare Lichtstrahlung) und die Laserstrahlung genannt, wobei hier die quadratischen Energiegrößen betrachtet werden.

Die von einer in alle Raumrichtungen gleichmäßig strahlende Quelle ausgehende Energie  $E$  verteilt sich auf eine mit dem Abstand  $r$  immer größer werdende Kugeloberfläche. Die Strahlungsintensität  $I$ , das heißt die Leistung pro Fläche ( $I = P/A$ ) nimmt mit größer werdender Entfernung  $r$  vom Sender stark ab. Die Leistung gehört zur Quelle (Sender), die dort stets raumunabhängig und entfernungsunabhängig bleibt.

Diese Beziehung - die Abstandsgesetz der Energiegrößen heißt - besagt, dass zum Beispiel bei einer Abstandsverdopplung von der Strahlungsquelle die Strahlungsintensität  $I$  mit dem Abstand  $r$  nach dem

$$1/r^2\text{-Gesetz: } I \sim \frac{1}{r^2} \text{ (proportional)} \quad \frac{I_1}{I_2} = \frac{r_2^2}{r_1^2} \quad I_1 = I_2 \cdot r_2^2 \cdot \frac{1}{r_1^2}$$

reziprok-quadratisch, also auf "ein Viertel" der Anfangs-Intensität fällt. Das ist eine Energiepegelabnahme (Dämpfung) von (-)6 dB bei Verdopplung des Abstands.

- Abstandsgesetz im dB-Verhältnis: Die Pegeländerung  $\Delta L$  in dB =  $10 \cdot \log(\text{Abstand } r_2^2 / \text{Abstand } r_1^2)$

Schallfeldgrößen: Schalldruck, Schallschnelle, Schallauslenkung. Feldgrößen, wie der Schalldruck werden immer als Effektivwert angegeben. Hierzu ist hauptsächlich die elektrische Spannung proportional.

Schallenergiegrößen: Schallintensität, Schallenergie, Schallenergiegedichte, Schall-Leistung. Hierzu ist hauptsächlich die elektrische Leistung proportional.

Intensität bezeichnet umgangssprachlich die Weise, mit der etwas betrieben wird: intensiv, gedrängt, konzentriert. Intensität ist aber speziell in der Physik ein wichtiger Fachausdruck allein für die Energie und in der Akustik für die Schallintensität. Das Wort Intensität wird häufig unrichtig für Stärke, Kraft, Amplitude und Pegel verwendet. Es sollte aber nur genommen werden, wenn wirklich die (Strahlungs-)Energie gemeint ist.

In der Tonaufnahmetechnik mit Mikrofonen ist so gut wie immer die Stärke, die Kraft, die Amplitude oder der Pegel des Schalls gemeint und wirklich nur als seltene Ausnahme einmal die Schallintensität (Energie). Selbst die "Intensitäts"-Stereofonie arbeitet nicht mit den quadratischen Intensitäten als Energiegröße, sondern mit den linearen Schalldruckpegelunterschieden. Mikrofone und Ohren sind Sensoren, die nur für die lineare Schallfeldgröße, also für den Schalldruck empfindlich sind. Darum gilt hier das  $1/r$  Gesetz für den Abstand.

Falsche Abnahme des Schalldrucks mit der Entfernung von der Schallquelle

<http://www.sengpielaudio.com/FalscheAbnahmeDesSchalldrucks.htm>

Falsche Abnahme des Schalldrucks mit der Entfernung - Wieso ist das so?

<http://www.sengpielaudio.com/FalscheAbnahmeDesSchalldrucksMitEntfernung.pdf>

Pegelabnahme von Schalldruck und Schallintensität mit der Entfernung

<http://www.sengpielaudio.com/PegelabnahmeVonSchalldruckUndIntensitaet.pdf>

Beweis für die ständigen Fehler: Irrtum im Internet beim  $1/r$  Gesetz - Das muss doch nicht sein.

<http://www.sengpielaudio.com/Seltsam-SeltsamWasImInternet.pdf>

Beweis für die häufigen Fehler: Der Schalldruck und das seltsame reziproke Quadrat-Gesetz

<http://www.sengpielaudio.com/SchalldruckpegelUndQuadrat.pdf>

Berechnung der Änderung des Pegels mit der Entfernung (Abstandsdämpfung)

<http://www.sengpielaudio.com/Rechner-entfernung.htm>