

Maschinendynamik SS 2018
 Prof. Dr. W. Kröber

Zur Bewertung der Aufgaben muss der gesamte Lösungsweg ersichtlich sein.

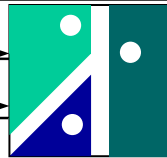
- Bearbeitungszeit : 90 min

Note : _____

Erlaubte Hilfsmittel:

- Schreib- und Zeichengerät
- Taschenrechner
- Formelsammlung "Maschinendynamik/-akustik" (12 Blätter)

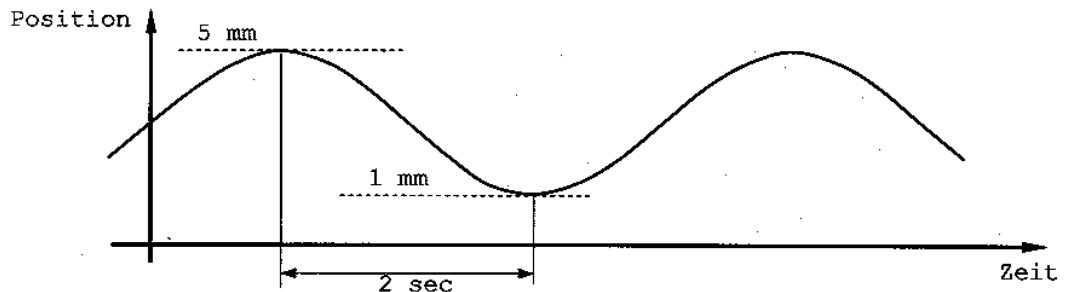
Aufgabe	erreichte Punkte
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
Summe	



HS Koblenz
 FB Ingenieurwesen
 FR Maschinenbau
 © Prof. Dr. Kröber
 Maschinendynamik
 Prüfung 18.09.2018

Aufgabe 1 (6P)

Bei der Auswertung einer Schwingungs-APP kommt es vor, dass aus einem gemessenen Zeitverlauf bestimmte schwingungstechnische Größen ermittelt werden müssen. Der untenstehende Verlauf der Schwingposition über der Zeit kann durch den Ansatz $x = x_{Mittel} + \hat{x} \cdot \sin(\omega t)$ beschrieben werden.

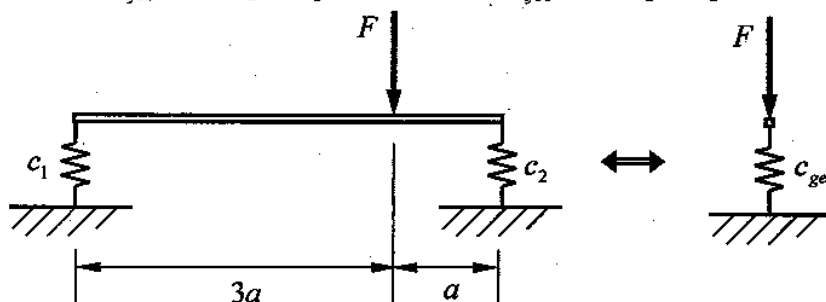


Bestimmen Sie die Größen x_{Mittel} , \hat{x} und ω !

Aufgabe 2 (13P)

Bei der gegebenen Anordnung (links) sind beide Lagerungen nachgiebig. Es ist möglich diese Konfiguration durch das rechte System zu beschreiben. Bestimmen Sie c_{ges} ! Der Biegebalken kann als starr angesehen werden.

Ziel: $c_{ges} = f(c_1, c_2, a)$ bzw. $c_{ges} = f(c_1, c_2)$

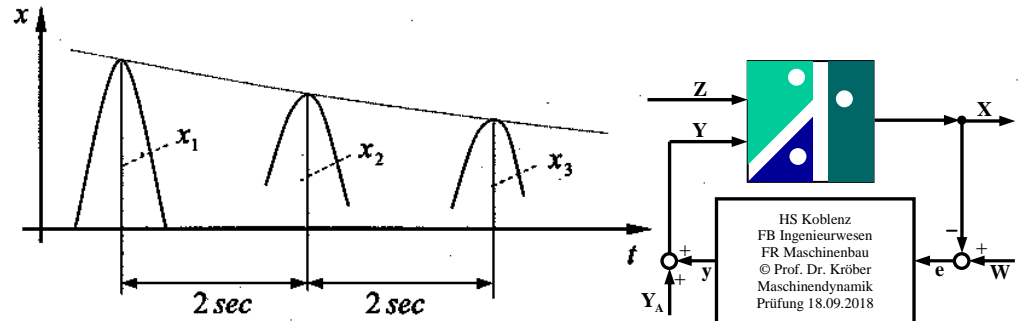


Hilfestellung:
 Lagerkräfte bestimmen,
 Wege durch jeweilige
 Kraft ausdrücken,
 Wegaddition

Ausgabe 3 (8P)

Bei einer geschwindigkeitsproportionalen Dämpfung ergeben sich bei einem Ausschwingvorgang die angegebenen Schwingungsausschläge.

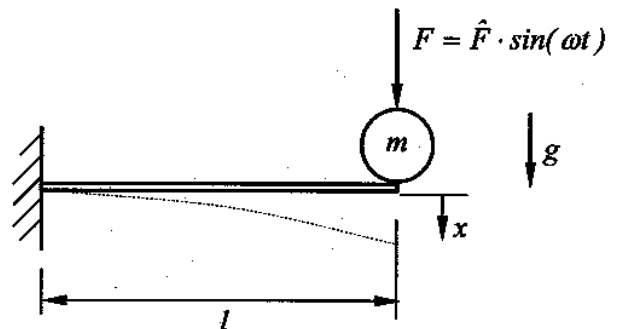
Geg.: $x_1 = \hat{x}_1 = 100 \text{ mm}$; $x_2 = \hat{x}_2 = 90 \text{ mm}$; $x_3 = \hat{x}_3 = 81 \text{ mm}$



- Bestimmen Sie Λ , ϑ und δ !
- Um wie viel Prozent nehmen die Schwingungsausschläge von Schwingungsausschlag zu Schwingungsausschlag ab?

Aufgabe 4 (26P)

Ein schwingungsfähiges System besteht aus einem Biegebalken (sei masselos) und einer schwingenden Punktmasse von 4 kg. An der Punktmasse greift eine Wechsellast mit $\hat{F} = 261,6 \text{ N}$ ($f = 18,2 \text{ Hz}$) an. Infolge des Eigengewichtes der Masse m entsteht eine statische Durchsenkung von 1,5 mm.

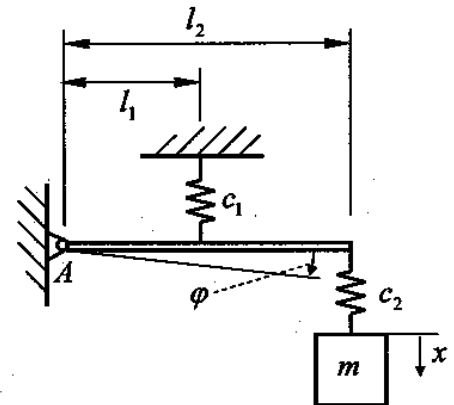


Geg.: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

- Bestimmen Sie die Eigenkreisfrequenz!
- Wie lang ist der Biegebalken, wenn der Term $E \cdot I = 556,8 \text{ Nm}^2$ beträgt?
- Bestimmen Sie die Amplitude der Masse m , die Phasenverschiebung und die (dynamische) Kraft auf die Umgebung!

Aufgabe 5 (12P)

Das abgebildete System besteht aus einem starren Stab und einer Masse m . Die Gleichungen zur Beschreibung des Bewegungsverhaltens sind angegeben (kleine Auslenkungen):



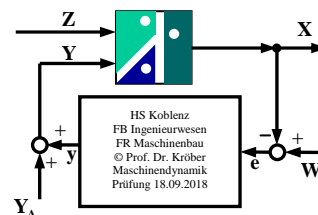
Drallsatz Stab: $J_A \cdot \ddot{\varphi} = -c_1 \cdot l_1^2 \cdot \varphi + F \cdot l_2$ (1)

Newton Masse m : $m \cdot \ddot{x} = -F$ (2)

Kraft in Feder c_2 : $F = c_2 \cdot (x - l_2 \cdot \varphi)$ (3)

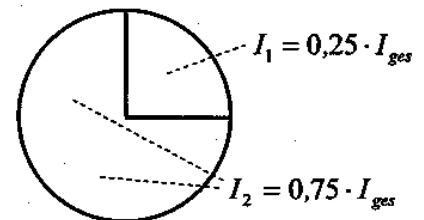
Setzen Sie (3) in (1) und in (2) ein und formulieren Sie das Problem in Matrixschreibweise!

Ziel: $\begin{pmatrix} J_A & 0 \\ 0 & m \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \ddot{\varphi} \\ \ddot{x} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \dots & \dots \\ \dots & \dots \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} \varphi \\ x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$



Aufgabe 6 (5P)

Bei einem Verbrennungsmotor wurde festgestellt, dass 25 % der gemessenen Schallintensität vom Auspuff und 75 % vom Motorblock stammen.

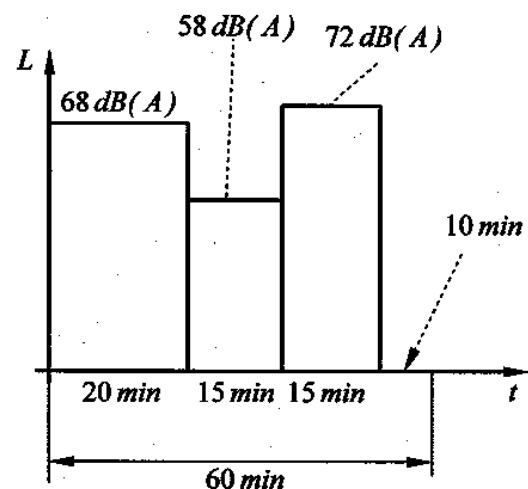


- Wie groß ist der Gesamtpegel in [dB]?
- Wie groß wäre der Pegel in [dB], wenn das Auspuffgeräusch vollständig durch Kapselung oder ähnliches unterbunden werden könnte?

Geg.: $I_1 = 0,2 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$

Aufgabe 7 (6P)

In einer Stunde liegt der abgebildete Pegelverlauf vor. Davon liegt in den letzten 10 Minuten praktisch kein nennenswerter Pegel vor.



- Bestimmen Sie den Wert für L_{eq} ! (für den Zeitraum von einer Stunde)
- Wäre dieser L_{eq} -Pegel, wenn er "rund um die Uhr vorliegt", in einem Gewerbegebiet oder Industriegebiet zulässig (Begründung)?

Auszug TA-Lärm:
 Industriegebiet 70 dB(A), tags und nachts
 Gewerbegebiet tags 65 dB(A), nachts 50 dB(A)

Aufgabe 8 (11P)

Bei einer Terzanalyse einer Maschine werden 3 Terzen in die Auswertung einbezogen. Folgende Werte sind gegeben:

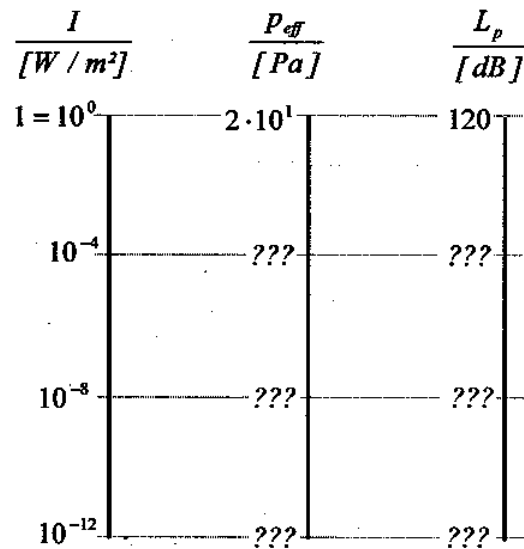
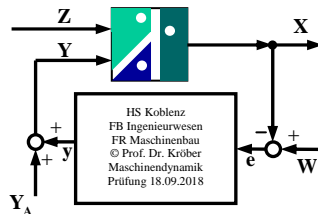
f [Hz]	400	500	630
P_{eff} [Pa]	0,025	0,035	0,030

- Bestimmen Sie den unbewerteten und A-bewerteten Gesamtpegel! Die Endergebnisse sind auf eine Nachkommastelle zu runden.
- Zusätzlich zu dem zuvor ermittelten Gesamtpegel liegt im späteren Anwendungsfall noch ein zusätzlicher Umgebungspegel von 50 dB(A) vor. Wie groß ist dann der Gesamtpegel (A-bewertet)? Das angegebene Endergebnis soll auch auf eine Nachkommastelle gerundet werden.

Aufgabe 9 (9P)

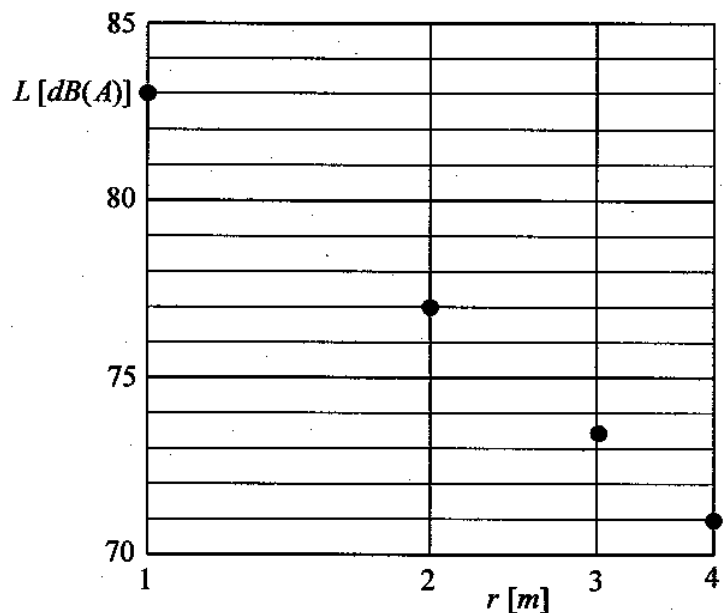
Um einem "Nichtfachmann" die Akustikgrößen zu erläutern werden häufig Diagramme der nebenstehenden Form verwendet.

Ergänzen Sie die fehlenden 6 Zahlenwerte, die jeweils durch "???" gekennzeichnet sind!



Aufgabe 10 (4P)

Im Akustik-Labor wird die Schallpegelverteilung im Freifeld experimentell ermittelt. Dabei wird der Schalldruckpegel in verschiedenen Abständen zur punktförmigen Schallquelle gemessen ($r = 1$ m, $r = 2$ m, $r = 3$ m und $r = 4$ m). Die Werte sind in dem nebenstehenden Diagramm eingetragen. Bestimmen Sie aus der Graphik die Abnahme des Schalldruckpegels pro Abstandsverdopplung (graphische Lösung)!

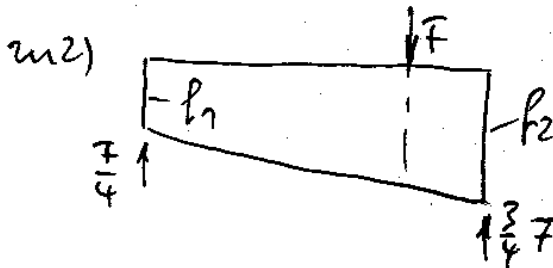


Prüfung Maschinendynamik 18.09.18

2.1) $x_{\text{mittel}} = \frac{1+5}{2} \text{ mm} = 3 \text{ mm}$

$x = (5-3) \text{ mm} = 2 \text{ mm}$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2 \cdot 2.5} = \frac{\pi}{2.5} \text{ s}^{-1} = 1,5715 \text{ s}^{-1}$



$f_1 = \frac{F/4}{c_1} ; f_2 = \frac{3/4 F}{c_2}$

$f_{\text{ges}} = \frac{1}{4} l_1 + \frac{3}{4} l_2 = \frac{F}{c_{\text{ges}}}$

$\frac{1}{4} \frac{F/4}{c_1} + \frac{3}{4} \frac{3/4 F}{c_2} = \frac{F}{c_{\text{ges}}}$

$\frac{1}{c_{\text{ges}}} = \frac{1}{16c_1} + \frac{9}{16c_2}$

$c_{\text{ges}} = \frac{1}{\frac{1}{16c_1} + \frac{9}{16c_2}} = \dots = \frac{16c_1 c_2}{9c_1 + c_2}$

3.1a) $\lambda = \frac{1}{n} \ln \frac{x_i}{x_{i+n}} = \frac{1}{1} \ln \frac{100}{90} = 0,105$

$n\lambda = \frac{\lambda}{\sqrt{\lambda^2 + (2\pi f)^2}} = \frac{0,10536}{\sqrt{0,10536^2 + (2\pi f)^2}} = 0,0168$

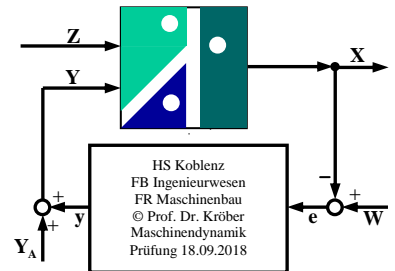
$f = \frac{\lambda}{(2\pi)} = \frac{0,10536}{2.5} = 0,05275 \text{ s}^{-1}$

b) Abnahme stets 10%

4.1a) $\omega_0 = \sqrt{\frac{g}{x_{\text{stat}}}} = \sqrt{\frac{9,81}{0,0015}} \text{ s}^{-1} = 80,8705 \text{ s}^{-1}$

b) $\omega_0^2 = \frac{c}{m} \Rightarrow c = m \cdot \omega_0^2 = 4 \cdot 80,870^2 \text{ N/m} = 26160 \text{ N/m}$

$c = \frac{3EJ}{l^3} \Rightarrow l = \sqrt[3]{\frac{3EJ}{c}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 5568}{26160}} \text{ m} = 0,400 \text{ m}$



Prüfung Maschinendynamik 18.09.18

4.1c) $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f = 2 \cdot \pi \cdot 18,25 \text{ s}^{-1} = 114,354 \text{ s}^{-1}$

$\eta = \frac{\omega}{\omega_0} = \frac{114,354}{80,870} = 1,414 (\approx \sqrt{2}) > 1$

Wegen $\eta > 1$ und $d=0$: $\varphi = \underline{\underline{-180^\circ}}$ (nachteilig)

$\tilde{x}_{\text{stat}} = \frac{\tilde{F}}{c} = \frac{2616}{26160} \text{ m} = 0,1 \text{ m}$

$\tilde{x} = \tilde{x}_{\text{stat}} \cdot \frac{1}{\eta^2 - 1} = 0,1 \text{ m} \cdot \frac{1}{1,414^2 - 1} = \underline{\underline{0,01 \text{ m}}}$

$\tilde{F}_{\text{ax}} = \sqrt{2} \cdot \tilde{F} = \frac{1}{\eta^2 - 1} \cdot \tilde{F} = \tilde{F} = \underline{\underline{261,6 \text{ N}}}$

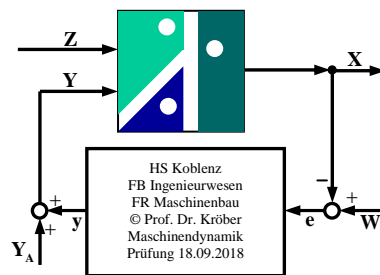
2.5) $J_A \overset{\circ\circ}{\varphi} = -c_1 l_1^2 \varphi + c_2 (x - l_2 \varphi) l_2$

$J_A \overset{\circ\circ}{\varphi} + c_1 l_1^2 \varphi - c_2 l_2 x + c_2 l_2^2 \varphi = 0$

$m \overset{\circ\circ}{x} = -c_2 (x - l_2 \varphi)$

$m \overset{\circ\circ}{x} + c_2 x - c_2 l_2 \varphi = 0$

$\begin{pmatrix} J_A & 0 \\ 0 & m \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \overset{\circ\circ}{\varphi} \\ \overset{\circ\circ}{x} \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} c_1 l_1^2 + c_2 l_2^2 & -c_2 l_2 \\ -c_2 l_2 & c_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varphi \\ x \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}$



2.6) $J_{\text{ges}} = 4 J_1 = 4 \cdot 0,2 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2 = 0,8 \cdot 10^{-4} \text{ W/m}^2$

$L_{\text{ges}} = 10 \cdot \lg \frac{J_{\text{ges}}}{J_0} = 10 \cdot \lg \frac{0,8 \cdot 10^{-4}}{10^{-12}} \text{ dB} = 79,0309 \text{ dB} \approx \underline{\underline{79,0 \text{ dB}}}$

$L_2 = 10 \cdot \lg \frac{3 \cdot 0,2 \cdot 10^{-4}}{10^{-12}} \text{ dB} = 77,7815 \text{ dB} \approx \underline{\underline{77,8 \text{ dB}}}$

2.7) $L_{\text{eq}} = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{\text{tm}} \sum 10^{\frac{0,1 L_i}{10}} \right] = 10 \cdot \lg \left[\frac{1}{60 \text{ min}} \left(10^{\frac{68}{10}} \cdot 20 \text{ min} + 10^{\frac{58}{10}} \cdot 10 \text{ min} + 10^{\frac{72}{10}} \cdot 15 \text{ min} \right) \right]$
 $= 67,9401 \text{ dB(A)} \approx \underline{\underline{67,9 \text{ dB(A)}}$

(nur) zulässig im Industriegebiet, dort zulässig 70 dB(A)
tags und nachts

Prüfung Maschinendynamik 18.09.18

218) $L_1 = 20 \cdot \lg \frac{0,025}{20 \cdot 10^{-6}} \text{ dB} = 61,9382 \text{ dB} \Rightarrow -4,8 \text{ dB} \Rightarrow 57,1382 \text{ dB(A)}$

$L_2 = 20 \cdot \lg \frac{0,025}{20 \cdot 10^{-6}} \text{ dB} = 64,8608 \text{ dB} \Rightarrow -3,2 \text{ dB} \Rightarrow 61,6608 \text{ dB(A)}$

$L_3 = 20 \cdot \lg \frac{0,030}{20 \cdot 10^{-6}} \text{ dB} = 63,5218 \text{ dB} \Rightarrow -1,9 \text{ dB} \Rightarrow 61,6218 \text{ dB(A)}$

unbewertet: $L_{ps} = 10 \cdot \lg \left[10^{61,9382} + 10^{64,8608} + 10^{63,5218} \right] \text{ dB}$
 $= 68,3759 \text{ dB} \approx 68,4 \text{ dB}$

A-bewertet: $L_{ps} = 10 \cdot \lg \left[10^{57,1382} + \dots \right] \text{ dB(A)} = 65,3604 \text{ dB(A)} \approx 65,4 \text{ dB(A)}$

8,5) $L_{ps} = 10 \cdot \lg \left[10^{65,3604} + 10^5 \right] \text{ dB(A)} = 65,4850 \text{ dB(A)} \approx 65,5 \text{ dB(A)}$

219) $J = 10^{-12} \text{ W/m}^2$: $L_p = 10 \cdot \lg \frac{J}{J_0} = 10 \cdot \lg \frac{10^{-12}}{10^{-12}} = 0 \text{ dB}$

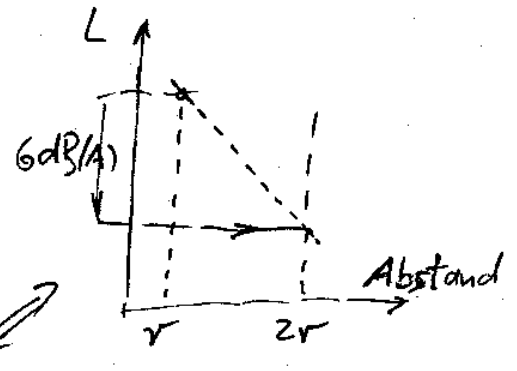
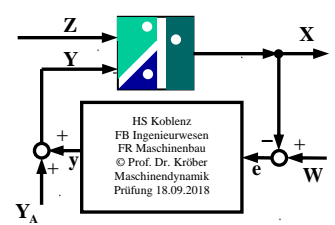
$L_p = 20 \cdot \lg \frac{p_{eff}}{p_{ref}} \Rightarrow p_{eff} = p_{ref} \cdot 10^{L_p/20}$
 $= 20 \cdot 10^{-6} \text{ Pa} \cdot 10^{0/20} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$

$J = 10^{-8} \text{ W/m}^2$: $L_p = 10 \cdot \lg \frac{10^{-8}}{10^{-12}} \text{ dB} = 40 \text{ dB}$

$p_{eff} = 20 \cdot 10^{-6} \text{ Pa} \cdot 10^{40/20} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ Pa}$

$J = 10^{-4} \text{ W/m}^2$: $L_p = 10 \cdot \lg \frac{10^{-4}}{10^{-12}} \text{ dB} = 80 \text{ dB}$, $p_{eff} = 20 \cdot 10^{-6} \text{ Pa} \cdot 10^{80/20} = 2 \cdot 10^{-1} \text{ Pa}$

J [W/m ²]	p_{eff} [Pa]	L_p [dB]
10^0	$2 \cdot 10^1$	120
10^{-4}	$2 \cdot 10^{-1}$	80
10^{-8}	$2 \cdot 10^{-3}$	40
10^{-12}	$2 \cdot 10^{-5}$	0



2110) Abstandverdopplung von $r=1\text{m} \rightarrow r=2\text{m}$ $\Delta L = (83-77) \text{ dB(A)} = 6 \text{ dB(A)}$
 " " $r=2\text{m} \rightarrow r=4\text{m}$ $\Delta L = (77-71) \text{ dB(A)} = 6 \text{ dB(A)}$
 identische Aussage: Abnahme um 6 dB(A)