

Geluid : inleiding en begrippen

Citation for published version (APA):

van der Wolf, A. C. H. (1980). *Geluid : inleiding en begrippen*. (TH Eindhoven. Afd. Werktuigbouwkunde, Laboratorium voor mechanische technologie en werkplaatstechniek : WT rapporten; Vol. WT0485). Technische Hogeschool Eindhoven.

Document status and date:

Gepubliceerd: 01/01/1980

Document Version:

Uitgevers PDF, ook bekend als Version of Record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.tue.nl/taverne

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

openaccess@tue.nl

providing details and we will investigate your claim.

BB430649

WT 0485

K
01
WPA

COLLEGE "ANALYSE VAN GEREEDSCHAPSWERKTUIGEN"

Geluid: INLEIDING EN BEGRIPPEN.

Door: Prof.dr.ir. A.C.H. van der Wolf.

PT-Rapport nr.: 0485

november 1980.

ARK
01
WPA
bsw

BIBL. TECHNISCHE
UNIVERSITEIT



9342577

EINDHOVEN

College "Analyse van Operationele Werkstrategieën"
Geluid: Inleiding en Begrippen

door: Prof. dr. ir. A.C.H. van der Wolf

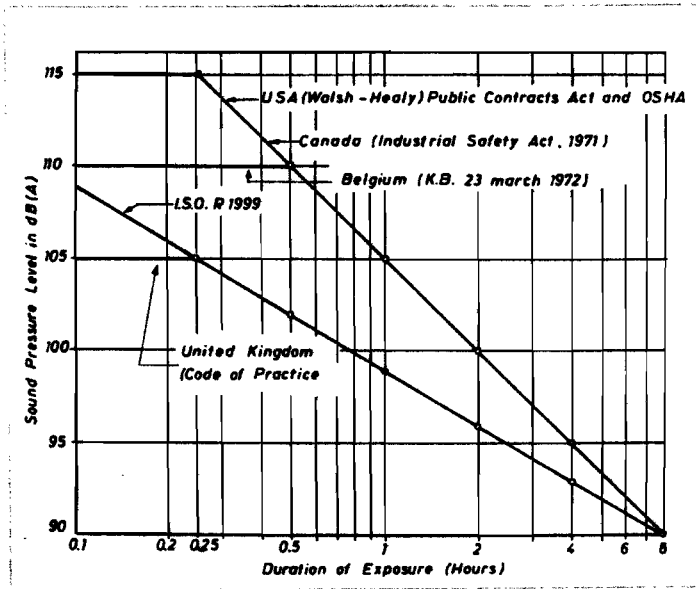
- Geluid kan schadelijk zijn voor de mens.
- Algemeen wordt aanvaard dat geluid sterker dan 80 dB(A) een kans geeft op gehoorbeschadiging (zie bijv. ISO 1999). Boven de 90 dB(A) zouden in ieder geval maatregelen ter bescherming van het menselijk oor genomen moeten worden!
- De situatie in de Nederlandse bedrijven wordt gekarakteriseerd door de volgende tabel.

geluidsniveau in dB (A)	industriële werknemers		cumulatief	
	aantal	percentage	aantal	percentage
> 100	59 000	5	59 000	5
95... 100	95 000	8	154 000	13
90... 95	117 000	10	271 000	23
85... 90	141 000	12	412 000	35
80... 85	165 000	14	577 000	49
< 80	600 000	51	1 117 000	100

Tabel 1: Werknemers in Nederlandse bedrijven die aan schadelijk lawaai zijn blootgesteld (lit. 1)

Konklusie: de helft van de industriële werknemers in Nederland loopt reël gevaar om gehoorbeschadiging te krijgen.

- Niet alleen het geluidsniveau in dB(A), ook de tijdsduur gedurende welke de mens er aan blootgesteld is, speelt een rol. Zie figuur 1.



Figuur 1. Geluidsniveau als functie van de expositietijd in de verschillende landen (geluidswetgeving) (lit. 2)

Konklusie 1: Alle landen hebben een zeker maximale niveau dat verschilt van land tot land:
115 dB(A) : USA, CANADA
110 dB(A) : België
105 dB(A) : Engeland

Konklusie 2 : België, Canada, USA en ook
 Britsland halveren de expositie tijd voor iedere
 5 dB(A) geluids niveau vermeerdering. Engeland
 volgt ISO R 1999 en halveert deze tijd voor iedere
 3 dB(A) vermeerdering.

Het bereik van het menselijk oor loopt
 van 16 Hz tot 16 kHz. In dit gebied kan de
 mens trillingen van de lucht als geluid
 waarnemen. De volgende grootheden zijn
 van belang :

— (effektieve) geluidsdruk \tilde{p}

$$\tilde{p} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt} \quad \text{met } T \rightarrow \infty$$

De geluidsdruk $p(t)$ varieert van 10^2 tot
 $10^{-5} \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$. In werkelijkheid gaat bij metingen
 de m^2 grootheid T wettelijk niet naar
 oneindig, doch wordt bijv. $T = 1 \text{ s}$ genomen.

— deeltjes snelheid \tilde{v}

$$\tilde{v} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2(t) dt} \quad \text{met } T \rightarrow \infty$$

De deeltjessnelheid \tilde{v} moet niet verward worden met de geluidssnelheid c ! In het algemeen is \tilde{v} evenredig met \tilde{p} . Zo geldt in een vrij veld, als de geluidsgolf rechtstreeks van de bron afkomt:

$$\tilde{v} = \frac{\tilde{p}}{\boxed{\rho c}}$$

Acoustische impedantie

voor lucht geldt:

$$\rho c = 407 \frac{\text{Ns}}{\text{m}^3}$$

- geluidsintensiteit = $\frac{\text{geluidsvermogen}}{\text{oppervlak}}$

$$I = \tilde{p} \cdot \tilde{v} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$$

$$\text{in dus: } I = \frac{\tilde{p}^2}{\rho c} \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right]$$

- geluidsvermogen door oppervlak S

$$P = \int_S I \, dS \quad [\text{W}]$$

$$\text{of: } P = I \cdot S \quad [\text{W}]$$

Of met het voorgaande:

$$P = \frac{\tilde{p}^2 S}{\rho c} \quad [W]$$

— geluidsdruk niveau

$$\begin{aligned} L_p &= 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) = \\ &= 20 \log \left(\frac{\tilde{p}}{\tilde{p}_0} \right) \quad (dB) \end{aligned}$$

— geluidsterm niveau

$$\begin{aligned} L_w &= L_p + L_s = \\ &= 20 \log \left(\frac{\tilde{p}}{\tilde{p}_0} \right) + 10 \log \left(\frac{S}{S_0} \right) \quad (dB) \end{aligned}$$

Intermezzo over het begrip "decibel"

Voor een verhanding α wordt vaak een verdeling in decibel (dB) gebruikt. De dB is afkomstig uit de telecommunicatie-techniek en eigenlijk alleen bedoeld om

De versterking van elektrische verzoeken
 wilt te drukken. Gemak wordt nu algemeen
 gebruikt om de versterking (of verzwakking)
 van allerlei signalen op te geven. Er
 geldt dan:

$$\text{versterking in dB} = 20 \log \alpha$$

Amplitude- verhouding α	$\frac{1}{\sqrt{2}}$	1	$\sqrt{2}$	2	10	10^2	10^3
Versterkings- factor in dB	-3	0	3	6	20	40	60

Tabel 2: De versterkingsfactor in dB bij
 een aantal amplitude verhoudingen

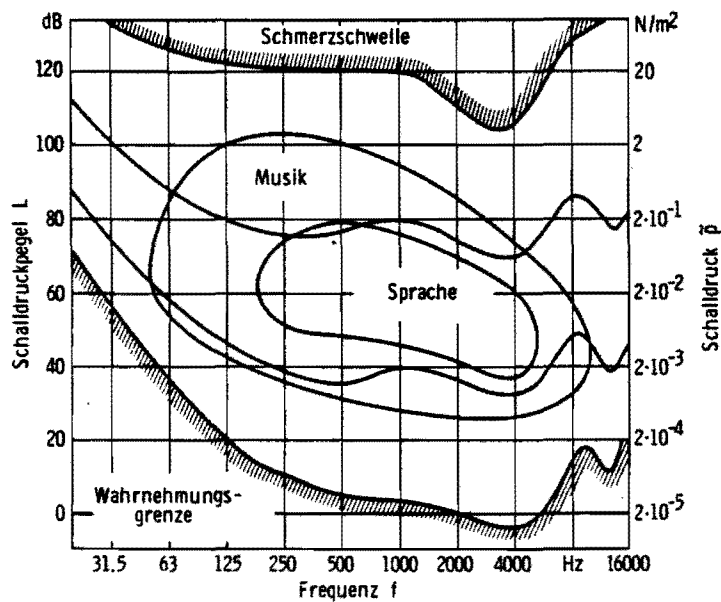
Een opgave in dB hangt dus altijd aan
 een referentiewaarde! Voor de gebruikte
 formules zijn die:

$$I_0 = 10^{-10} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

$$\tilde{P}_0 = 2 \cdot 10^{-5} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad (\text{gehoorgrens})$$

$$S_0 = 1 \text{ m}^2$$

Hoe neemt het menselijk oor geluid wahr?
Zie figuur 2.

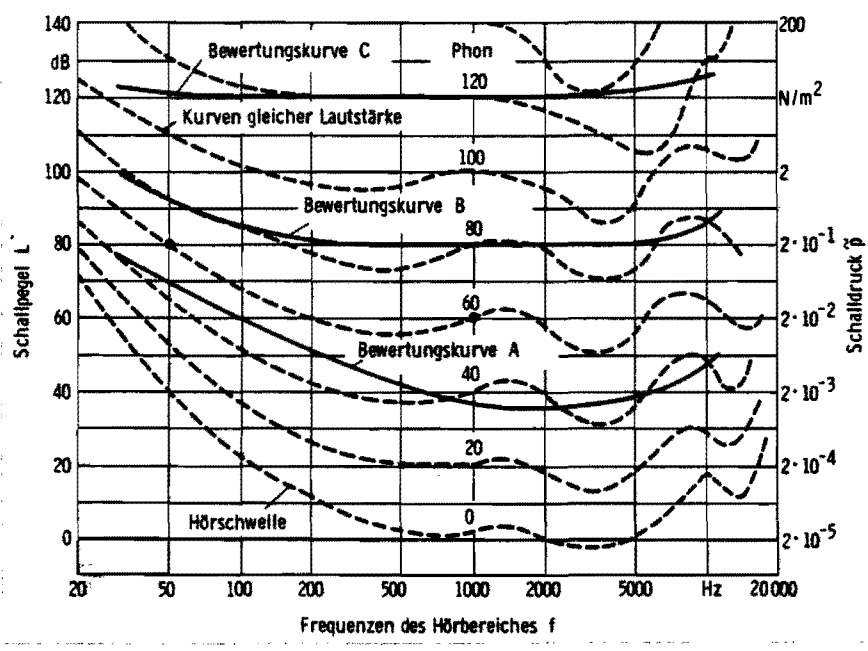


Figuur 2. Waarneming van het geluid door het menselijk oor (lit. 3)

Opmerking 1. Pijn grens en gehoor grens liggen voor de mens niet bij iedere frequentie op hetzelfde niveau van geluidsdruk.

Opmerking 2. Alhoewel we kunnen waarnemen tussen 16 Hz en 16 kHz, blijkt de gevoeligheid van het menselijk gehoor in het midden van dat frequentiegebied het grootste te zijn. De afhankelijkheid van de frequentie voor de waarneming van de geluidsterkte door het menselijk oor kan beschreven worden door

middel van isofonen, hetgeen lijnen van gelijke geluidssterkte zijn. Zie figuur 3.



Figuur 3. Isofonen van het menselijk oor (lit. 3)

De curven geven aan hoe groot het denk-waarden van een geluid van een zekere fre-kwentie moet zijn, opdat de geluidssterkte vergelijkbaar is in waarneming door het menselijk oor met die van 1000 Hz. Bij voorbeeld 50 Hz en L = 80 dB heeft een geluidssterkte van 60 phon.

In de praktijk - waar ook vaak met "ruis" gemeten moet worden - gebruikt men deze werkelijke isofonen niet, doch werkt men

met drie "kunstmatige" isofonen A, B en C die de isofonen van resp. 40, 60 en 120 phon benaderen. Doordat zo'n waarderingskurve slechts een benadering is van een isofon drukken we zijn karakteristieke waarde nu niet meer uit in "phon" maar in $dB(A)$, $dB(B)$ en $dB(C)$. Internationaal wordt momenteel nog slechts de $dB(A)$ in geluidsmetingen toegepast.

Literatuur

1. M. A. P. Verwijmeren
 Het lawaai op de arbeidsplaats: de omvang
 van het probleem en de bestaande wettelijke
 regelgeving.
 Polytechnisch Tijdschrift "SPECIAL"
 Geluid en trilling nr 2 nov 1978 blz 53 e.v.
2. M. Bollinger, M. Peters, P. Vanherck.
 Practical Treatment of Machine Tool Noise
 Standards, Analysis, Control.
 Annals of CIRP, Vol 24/2 1975 blz 575 e.v.
3. Manfred Weck
 Werkzeugmaschinen, Band 4
 Hfdst 5 Geräuschverhalten von Werkzeugmaschinen
 blz 114 e.v.
 VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf 1978
4. M. G. A. M. Van Heck
 Lawaai bestrijding bij persen voor de
 metaalbewerkende industrie
 Intern Rapport VAKgroep WPT nr 455 mei 1979