

arteveldehogeschool

LID VAN DE ASSOCIATIE UNIVERSITEIT GENT

1-7-16

Verkennend onderzoek

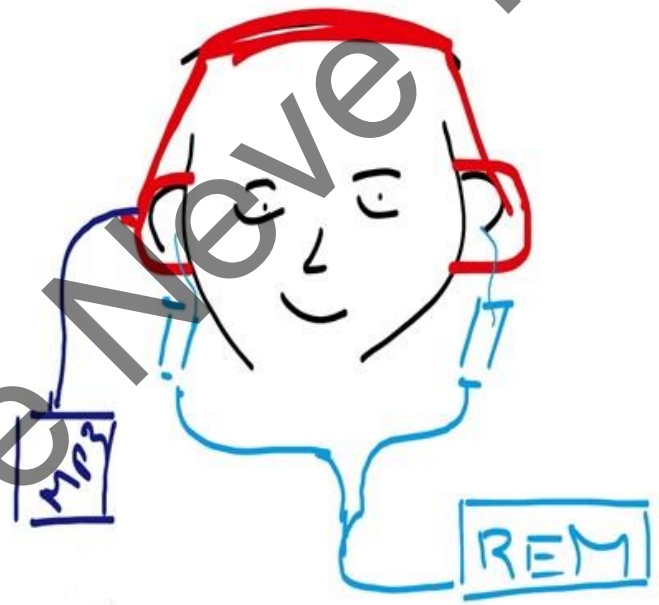
Tom De Neve

Opleiding audiologie

De Neve T. 2016

Mijn mp3-speler is safe, de jouwe ook ?

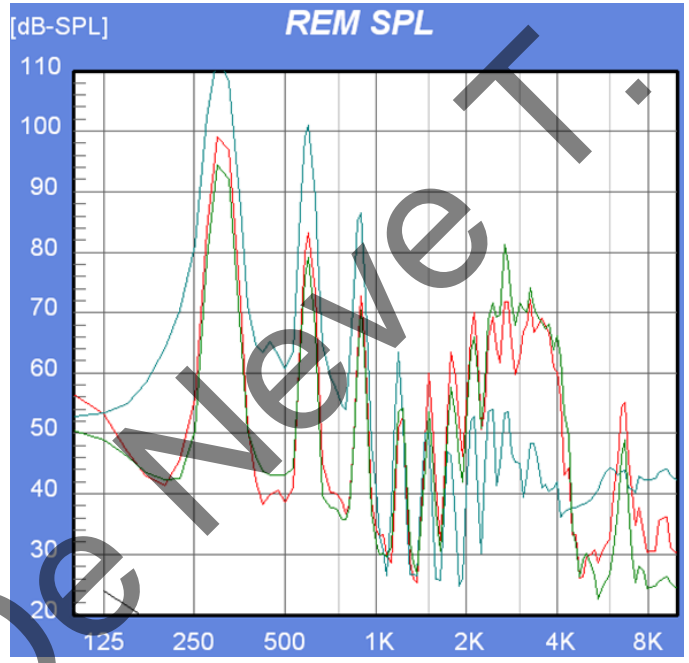
Beperken van het risico op gehoorschade tgv het dragen van mp3-speler bij jongeren.

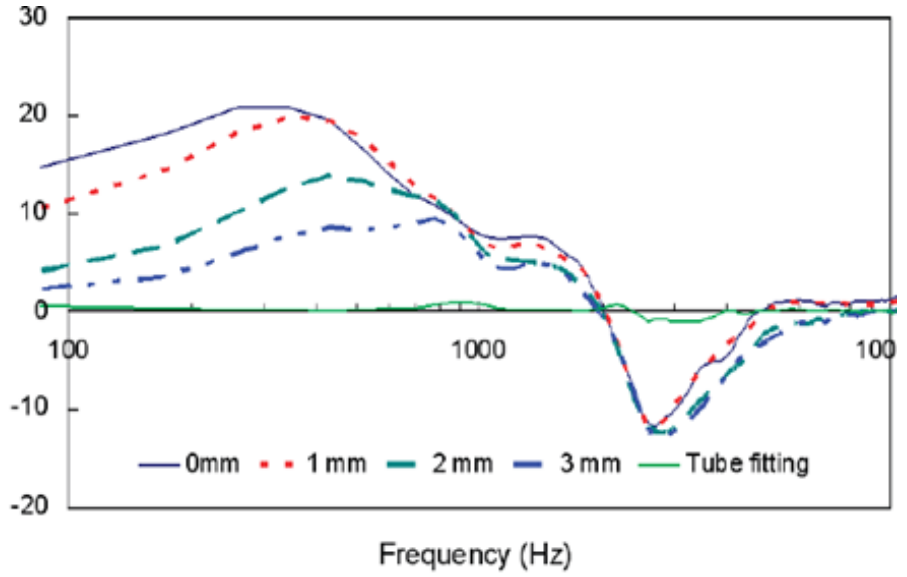


De Neve T. 2016

Aanleiding onderzoek

- Onze expertise: metingen van real-ear prestaties van hoortoestellen ivm
  - Frequentierespons
  - Objectieve occlusie
  - Subjectieve occlusie





De Neve T. 2016

Aanleiding onderzoek

- Vraag van provincie om audiologische support ivm project ‘één en al oor’
  - Advies ivm koptelefoons van mp3 spelers;

‘koptelefoon is beter voor je oren dan oortje’

  - Oortjes hoger niveau
  - Tonaliteit
  - Contact met buitenwereld

De Neve T. 2016

Situering:

- Mp3 spelers zijn wijd verspreid bij jongeren, stijging de laatste jaren is exponentieel (naast mp3-spelers ook smartphones met mp3-functie).
- Jongeren die hun mp3 meer uren dragen, blijken slechtere gehoordrempels te hebben ivm jongeren die deze minder uren per dag dragen (Feder, Marro, Keith & Michaud, 2013)
- Hoe meer jongeren hun mp3 speler dragen, hoe luider deze gezet wordt. (Feder, Marro, Keith & Michaud, 2013)
- Een aantal studies tonen aan dat heel wat mp3-koptelefooncombinaties schadelijke niveaus halen (Hodgetts, Rieger & szarko, 2007; Keith, Michaud & Chiu, 2008; Keith, et al., 2011).
- Op (occasionele) optredens draagt iedereen oordoppen, maar wat met het (vaak dagelijks) dragen van een mp3-speler?

De Neve T. 2016

Gehoorschade en MP3-spelers

Bij het risico op gehoorschade zijn de 2 meest belangrijke aspecten:

- Blootstellingsduur
- Geluidsdrukniveau van de mp3-speler

⇨ Blootstellingsduur: vaak moeilijk exact in te schatten: meestal aan de hand van bevragingen

⇨ Niveau van de mp3-speler:

- Impedantieverhouding van mp3-speler en de hoofdtelefoon
- Opmeten van dit niveau is niet evident

De Neve T. 2016

Meten van geluidsdrukniveau geproduceerd door een MP3 speler

De Neve T. 2016

Kunstoor: KEMAR/HATS :



- Voordelen:
  - Gestandaardiseerd (ISO 11904-2 & EN 50332)
  - Meting is niet schadelijk voor het gehoor
  - Ear simulator
  - Diffuse/free field equivalent (standardized transfer function)
  - Resultaat = A-weighted equivalent continuous DF/FF pressure level -> Occupational risk criteria
- Nadelen:
  - Heel duur, waardoor moeilijk beschikbaar
  - ‘Fit’ niet steeds optimaal door kunstoor en oorschelp
  - Relatie met individuele waarden op het werkelijk oor ?
  - Metingen worden meestal enkel in labo’s uitgevoerd

Procedure in the ear: (ISO 11904-1) 2002

- Voordelen:
  - Meten het werkelijk niveau thv het trommelvlies aan het individueel oor (Microphone In Real Ear (MIRE))
  - Diffuse/free field equivalent (individual transfer function)
  - Result = A-weighted equivalent continuous DF/ FF sound pressure level -> Occupational risk criteria
  - 'Seal and fit' kan variatie in lage frequenties (16dB)
  - REM-apparatuur is in de meeste hoorcentra beschikbaar



- Nadelen:
  - Positie van de meetmicrofoon van cruciaal belang
  - Individuele transferfunctie
  - Risico op gehoorschade bij de testpersoon
  - Labo-meetapparatuur is duur en niet makkelijk beschikbaar
  - Niet gestandaardiseerd op commerciële apparatuur, gezien oorspronkelijk niet ontwikkeld voor deze metingen



De Neve T. 2016

Onderzoeksaanleiding

Enorme populatie met mp3

geen concreet advies

uitmeten is duur en niet bereikbaar

groot netwerk van centra met REM-apparatuur

Kunnen deze actoren elkaar vinden ???

De Neve T. 2016

Onderzoek idee

- Alle hoorcentra hebben REM-apparatuur
- REM-apparatuur bruikbaar voor mp3-evaluatie ?

⇨ Aanleiding tot verkennend onderzoek in het kader van speerpunt ‘jongerencultuur en gezondheid’

De Neve T. 2016

Concrete onderzoeksvragen

De Neve T. 2016

1. Bevraging van jongeren en ouders: zouden zij hun mp3-speler laten uitmeten ifv bijvoorbeeld frequentierespons en begrenzing mocht dit beschikbaar zijn?
2. Is de REM-apparatuur (beschikbaar in hoorcentra) geschikt om het geluidsdrukniveau van mp-3 spelers op te meten?

Concrete onderzoeksopzet vraag 1

Binnen het kader van twee BAP's zal er een vragenlijst opgesteld en afgenomen worden bij

- leerlingen van het 5e en 6e jaar BSO en een groep ASO
  - Type transducer, draagtijd en volumestand
  - Voorkomen van oa tinnitus na het beluisteren van mp3
  - Zouden ze geluidsbegrenzing gebruiken mocht die voorhanden zijn?

- Ouders van leerlingen van het 5e en 6e jaar BSO en een groep ASO
  - Hebben zij zicht op hoeveel hun kind naar zijn/haar mp3-speler luistert?
  - Maken ze zich zorgen over het dragen van mp3-speler bij hun kind?
  - Vinden zij een limitering zinvol & indien wel, zouden ze dat aanschaffen?

De Neve T 2016

Concrete onderzoeksopzet vraag 2

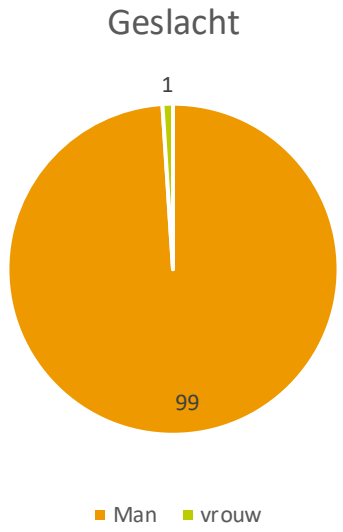
- Literatuurstudie rond meetstandaarden en procedures voor het uitmeten van mp3-spelers
  - Welke meetgegevens zijn absoluut noodzakelijk ?
  - Aan welke eisen zou een meetprocedure moeten voldoen ?

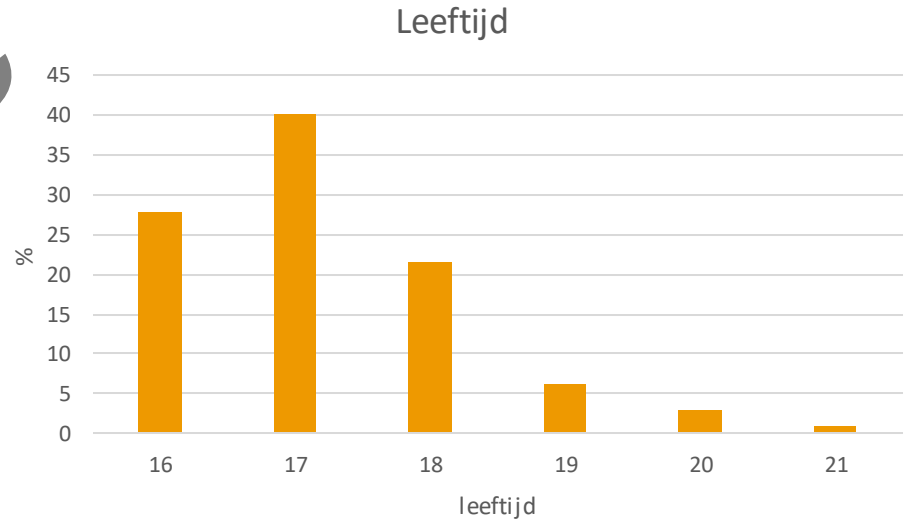
- Uitvoeren van een paar basismetingen om na te gaan
  - Wat kunnen we meten met een PMM-module (Probe Microphone Measuring) ?
  - Waar schrijft de PMM-module welke meetgegevens weg ?
  - Welke meetgegevens/ procedure kunne we gebruiken om een nieuwe meetprocedure te ontwikkelen ?
  - Kunnen we deze gegevens bekomen met zo weinig mogelijk aanpassingen aan de bestaande meetapparatuur ? (hoe minder hoe beter…)
  - Kunnen we deze meetgegevens valideren aan de hand van een externe referentie (bv. KEMAR/HATS) ?

De Neve T. 2016

Onderzoeksvraag 1 : Deel 1: bevraging leerlingen

- Populatie: n = 98





De Neve T. 2016

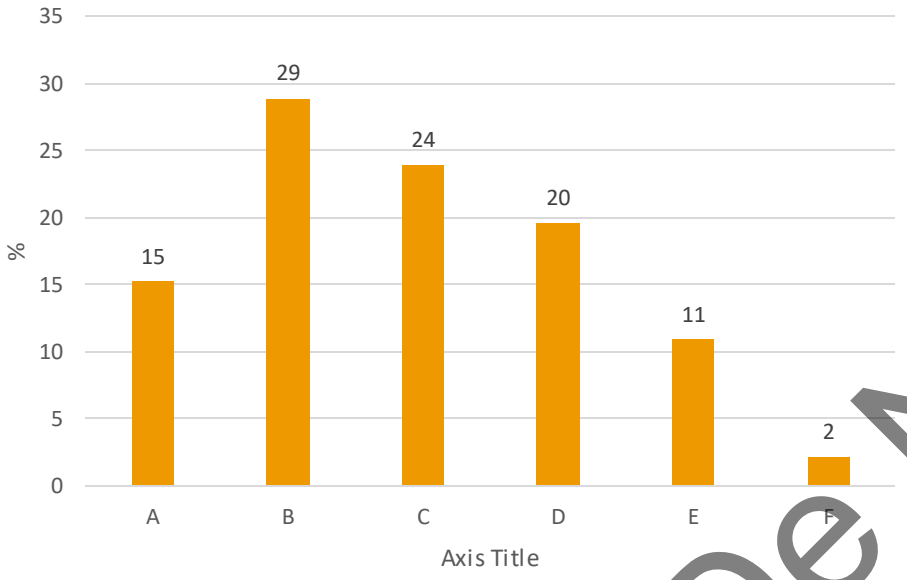
Bevraging Leerlingen



De Neve T. 2016

Bevraging Leerlingen

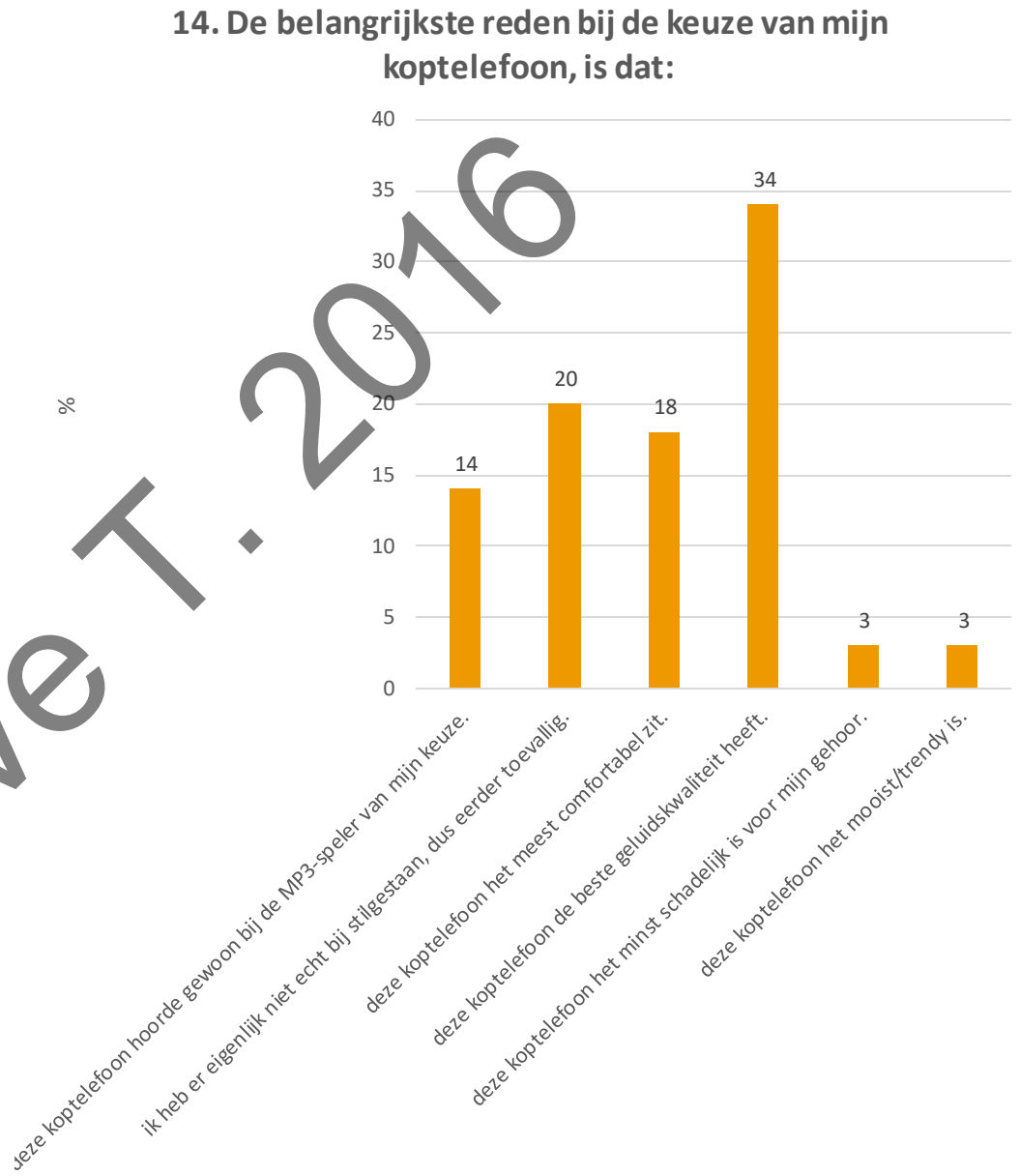
13. Welke audioapparatuur gebruikt u het meest tijdens het beluisteren van muziek op uw persoonlijk toestel? Omcirkel het best-passend model.



		
A) insert + steun	B) insert + klemmend	C) insert + niet-klemmer
		
D) koptelefoon: volledig rond de oorschelp	E) koptelefoon: op de oorschelp	F) koptelefoon: OP-het-

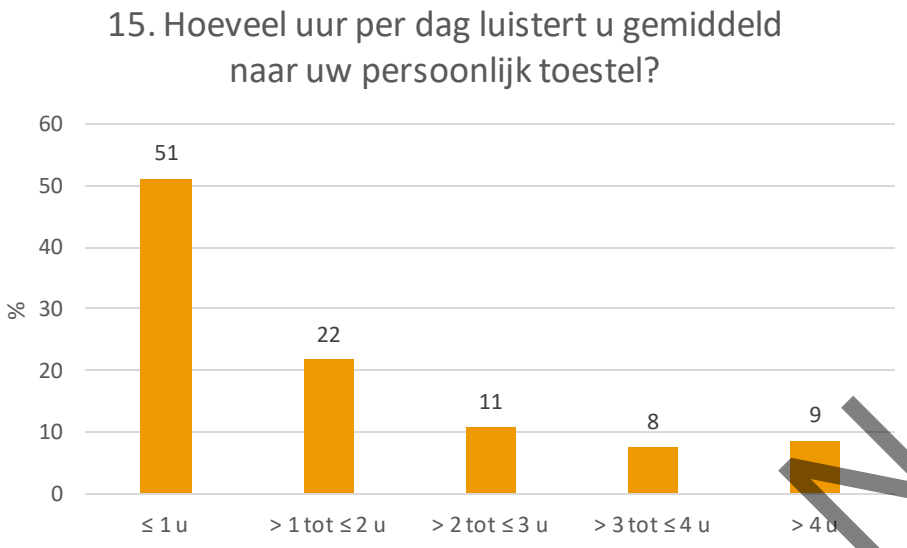
De Neve T. 2016

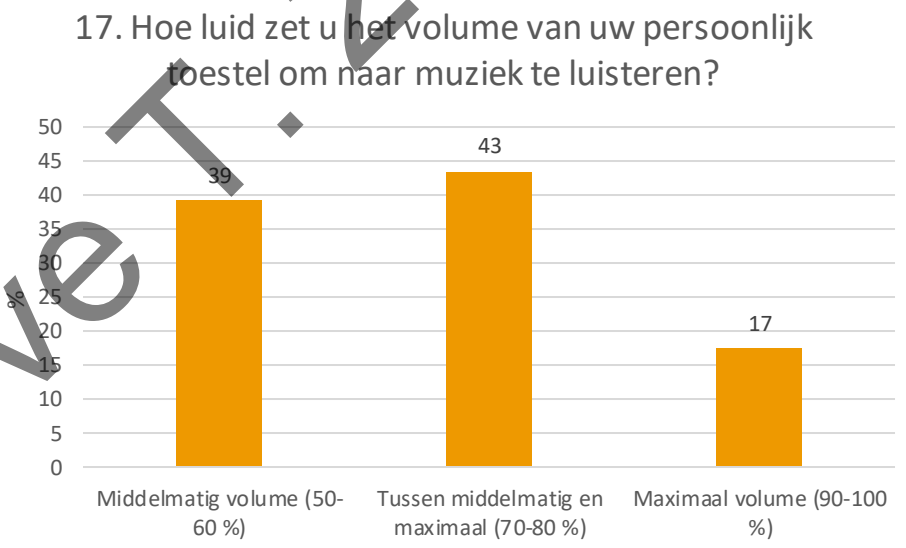
Bevraging Leerlingen



De Neve T. 2016

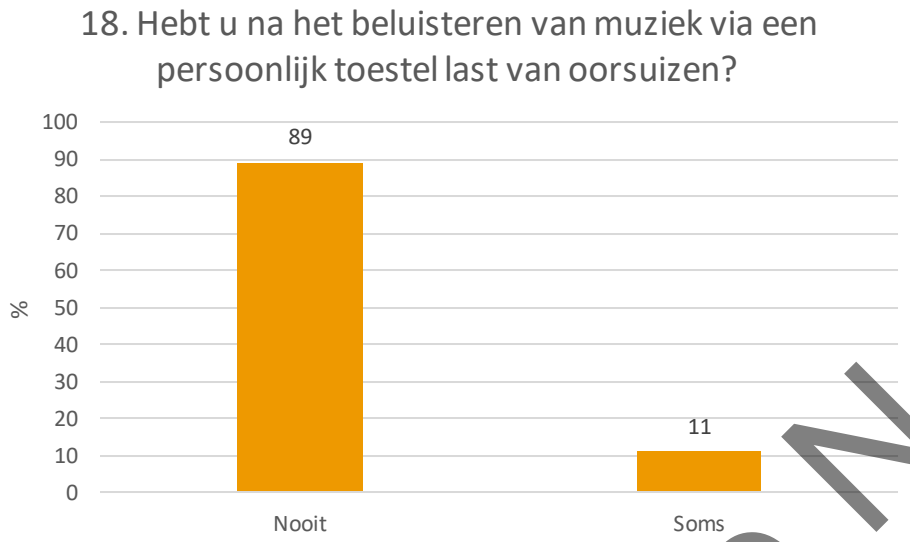
Bevraging Leerlingen





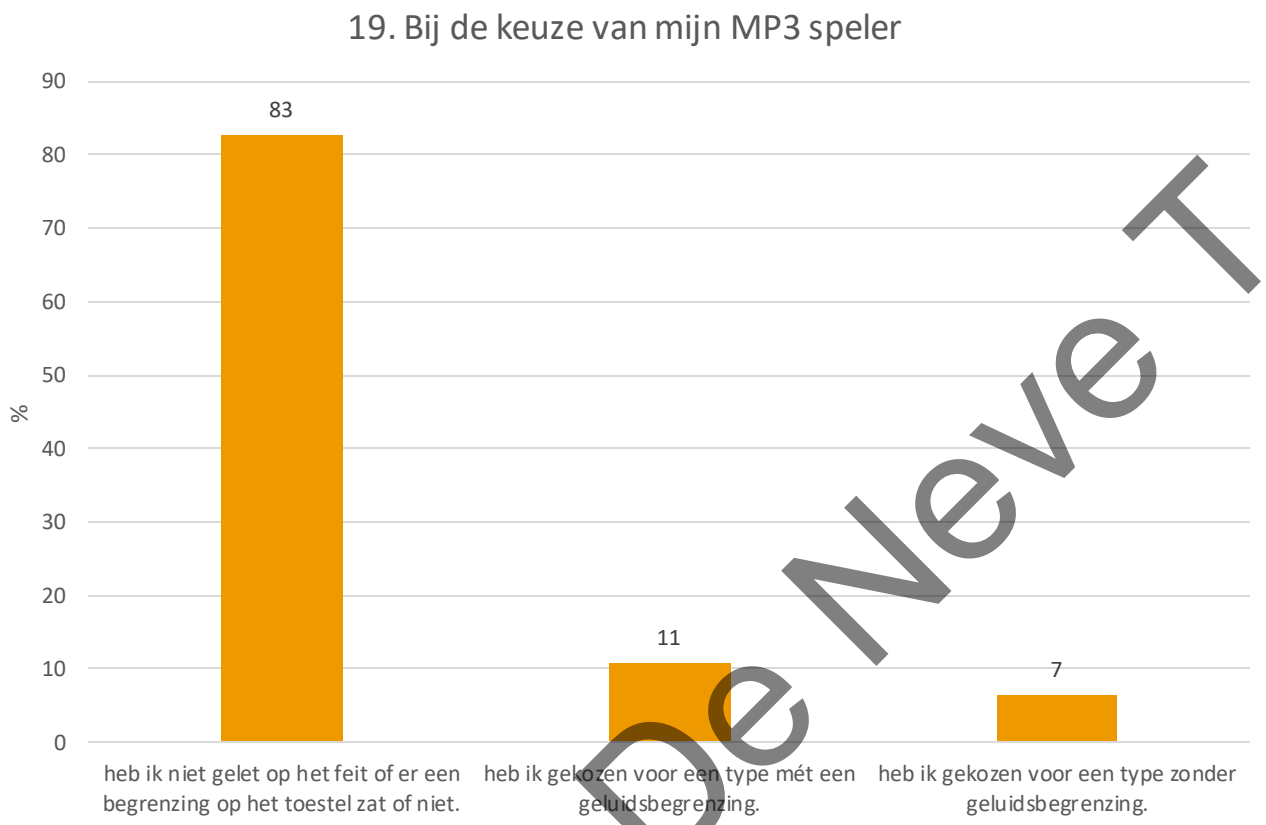
De Neve T. 2016

Bevraging Leerlingen



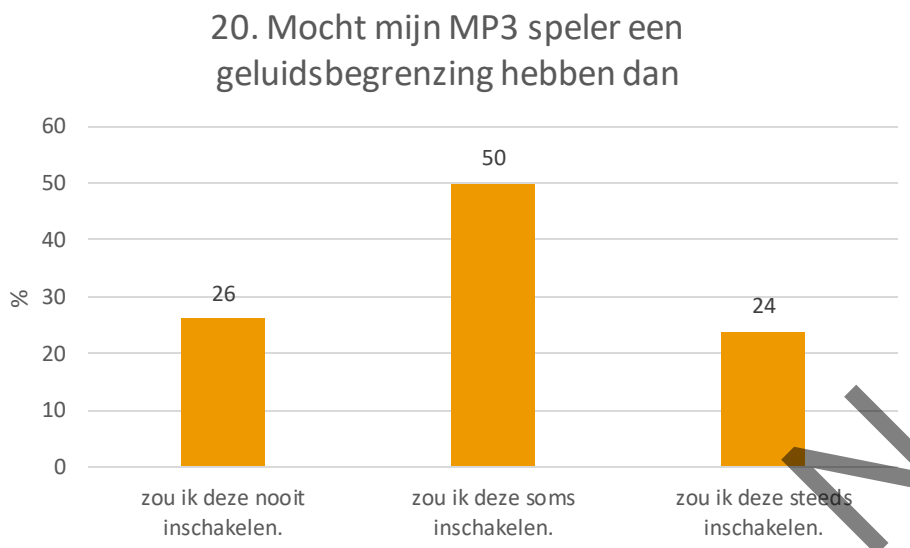
De Neve T. 2016

Bevraging Leerlingen



De Neve T. 2016

Bevraging Leerlingen



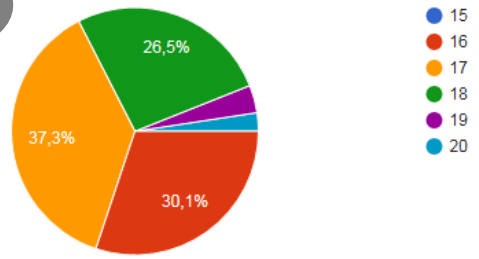
De Neve T. 2016

Onderzoeksvraag 2: deel 2: bevraging ouders

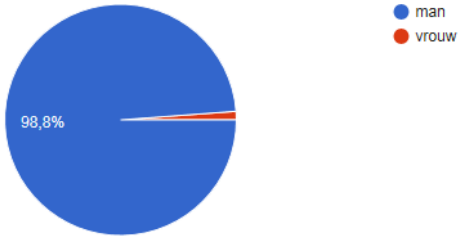
- Populatie: n= 84

De Neve T. 2016

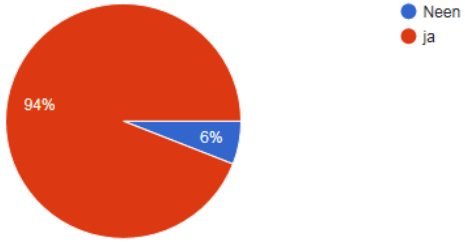
Leeftijd (84 reacties)



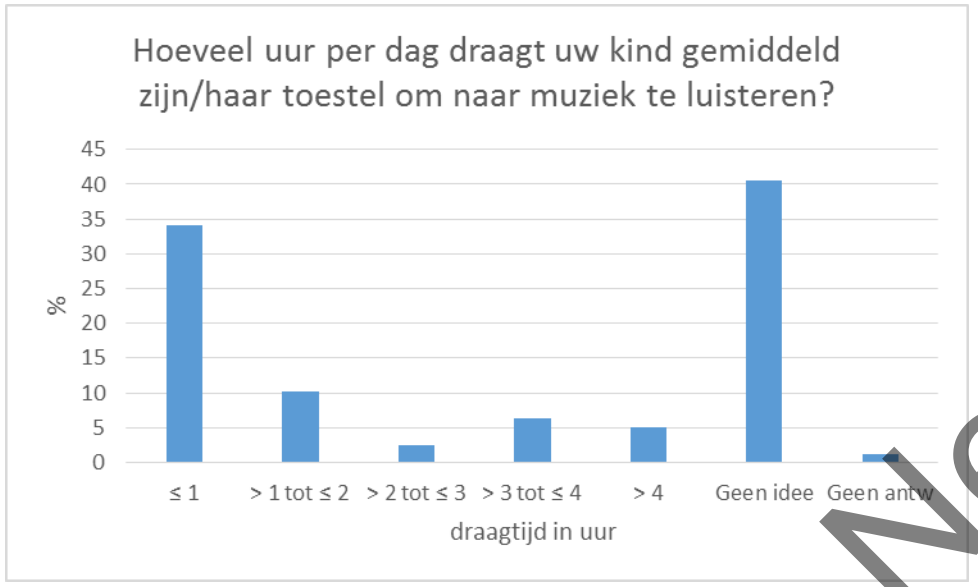
Geslacht (84 reacties)



Heeft uw dochter of zoon een persoonlijk toestel om naar muziek te sluiten? (bijvoorbeeld: MP3, GSM, Smartphone, iPod)
(84 reacties)



Enquête Ouders

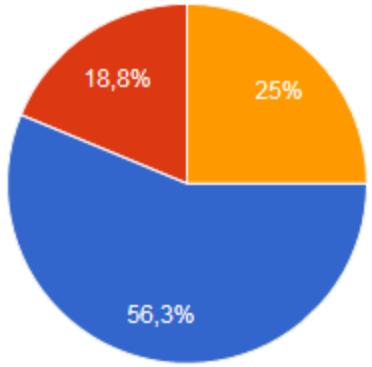




De Neve T. 2016

Enquête Ouders

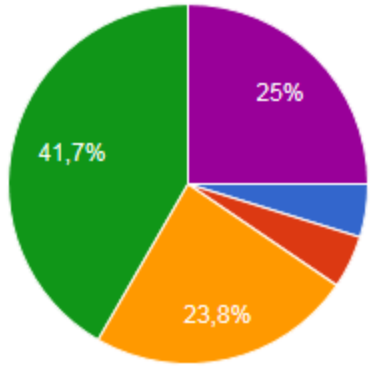
Heeft dit toestel een geluidsbegrenzing (80 reacties)





De aanwezigheid van een begrenzing (limitering) kan de maximale luidheid van een MP3-speler beperken. Ik vind het.....dat er een begrenzing op een MP3 speler aanwezig is

(84 reacties)





De Neve T. 2016

Onderzoeksvraag 2: Ontwikkeling PMM als meetinstrument

- Deel 1: Hoe PMM gegevens wegschrijven ?
- Deel 2: PMM op zich betrouwbaar & valide ?
- Deel 3: MP3 en koptelefoon betrouwbaar ?
- Deel 4: MP3 lineaire weergave ?
- Deel 5: PMM meetprocedure betrouwbaar ?
  - ONE (Dr. Dre ON ear headphones)
  - INE (Apple earbuds INE)
- Deel 6: On ear & IN ear on HATS

De Neve T. 2016

DEEL 1: PMM meetgegevens ophalen, wegschrijven en verwerken

- Ophalen: PMM meet in 1/3 of 1/24 octaaf
- Wegschrijven in export functie naar ‘gnd’ extensie
- Analyse gnd meetgegevens
- Macro in excel leest gnd
- Macro zet 24/octave naar 1/3 naar 1/1 octaaf en maakt deelsommen

De Neve T 2016

DEEL 2: PMM meetinstrument

- Betrouwbaar ?

- Valide ?

De Neve T. 2016

PMM: betrouwbaar ?

- PMM betrouwbaar ?
  - linker meetmicrofoon (test-hertest)
  - rechter meetmicrofoon (test-hertest)



- Zie research report ‘Reliability and validity of the PMM module for evaluation of pink noise’

De Neve I 2016

PMM: betrouwbaar ?

PMM left 1, 2 & 3 incl. diff.						
Terts	Meas 1	Meas 2	Meas 3	RL1-2	RL2-3	RL1-3
125	98,3	98,2	98,2	0,1	0,0	0,1
160	97,2	97,3	97,1	0,0	0,2	0,2
200	95,2	95,1	95,0	0,1	0,1	0,2
250	92,9	92,9	92,8	0,0	0,0	0,0
315	88,2	88,2	88,1	0,0	0,0	0,0
400	81,8	81,7	81,6	0,1	0,1	0,2
500	84,6	84,5	84,6	0,0	-0,1	-0,1
630	89,8	89,8	89,9	0,0	0,0	-0,1
800	93,3	93,3	93,2	0,0	0,1	0,1
1000	86,5	86,5	86,4	-0,1	0,1	0,1
1250	84,4	84,4	84,4	0,0	0,0	0,0
1600	88,3	88,2	88,1	0,0	0,1	0,1
2000	88,1	88,1	88,1	0,0	0,0	0,0
2500	89,0	89,0	88,9	0,0	0,1	0,1
3150	80,7	80,7	80,7	0,0	0,1	0,0
4000	79,1	79,1	79,1	0,0	0,0	0,0
5000	78,3	78,3	78,3	0,0	0,0	0,0
6300	83,5	83,5	83,4	0,0	0,1	0,1
8000	78,6	78,6	78,5	0,0	0,1	0,1
10000	79,2	79,2	79,1	0,0	0,0	0,0
mean				0,0	0,1	0,1
SD				0,0	0,1	0,1

PMM right 1, 2 & 3 incl. diff.						
Terts	Meas 1	Meas 2	Meas 3	RR1-2	RR2-3	RR1-3
125	98,3	98,1	98,1	0,2	0,0	0,2
160	97,2	97,3	97,1	0,0	0,2	0,2
200	95,3	95,2	95,1	0,1	0,1	0,2
250	92,6	92,6	92,5	0,0	0,1	0,1
315	87,5	87,4	87,4	0,0	0,0	0,0
400	82,3	82,2	82,1	0,0	0,2	0,2
500	85,8	85,7	85,9	0,1	-0,1	-0,1
630	91,3	91,4	91,4	0,0	0,0	0,0
800	94,2	94,2	94,1	0,0	0,1	0,1
1000	86,6	86,7	86,5	-0,1	0,2	0,1
1250	85,2	85,3	85,2	0,0	0,0	0,0
1600	89,1	89,1	88,9	0,0	0,1	0,1
2000	88,7	88,7	88,7	0,0	0,0	0,0
2500	88,8	88,8	88,7	0,0	0,1	0,1
3150	82,1	82,1	82,1	0,0	0,0	0,0
4000	80,6	80,6	80,6	0,0	0,0	0,0
5000	79,8	79,8	79,8	0,0	0,0	0,0
6300	84,0	84,0	83,9	0,0	0,1	0,1
8000	77,9	77,9	77,9	0,0	0,1	0,1
10000	77,7	77,7	77,7	0,0	0,0	0,0
mean				0,0	0,0	0,1
SD				0,0	0,1	0,1

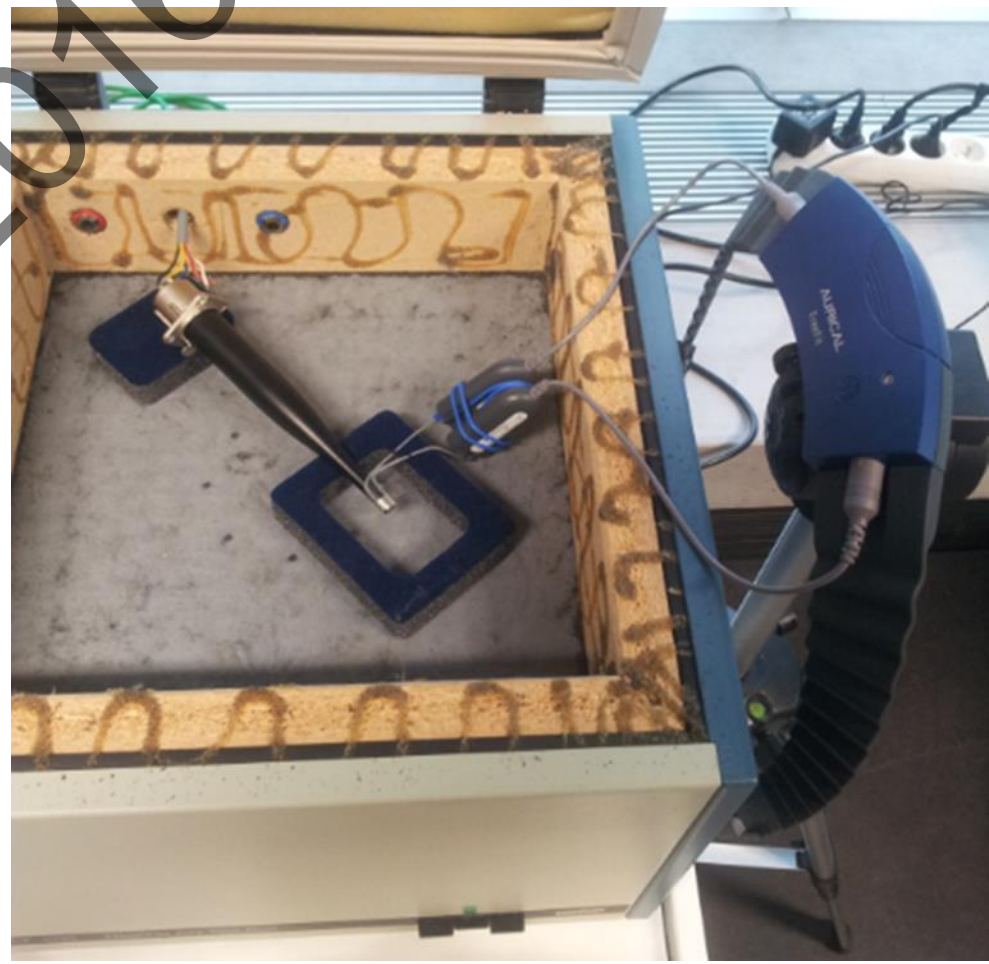
	Left PMM		Right PMM		Left-right PMM	
Terts	Meas 1		Meas 1		Meas 1	
125	98,3		98,3		0,0	
160	97,2		97,2		0,0	
200	95,2		95,3		-0,1	
250	92,9		92,6		0,3	
315	88,2		87,5		0,7	
400	81,8		82,3		-0,4	
500	84,6		85,8		-1,2	
630	89,8		91,3		-1,5	
800	93,3		94,2		-0,9	
1000	86,5		86,6		-0,2	
1250	84,4		85,2		-0,8	
1600	88,3		89,1		-0,8	
2000	88,1		88,7		-0,6	
2500	89,0		88,8		0,2	
3150	80,7		82,1		-1,4	
4000	79,1		80,6		-1,5	
5000	78,3		79,8		-1,5	
6300	83,5		84,0		-0,6	
8000	78,6		77,9		0,7	
10000	79,2		77,7		1,5	

De Neve T. 2016

PMM module: valide ?

- PMM valide ?
  - linker meetmicrofoon tov sonomeer type II
  - rechter meetmicrofoon tov sonometer type II

Zie research report ‘Reliability and validity of the PMM module for evaluation of pink noise’

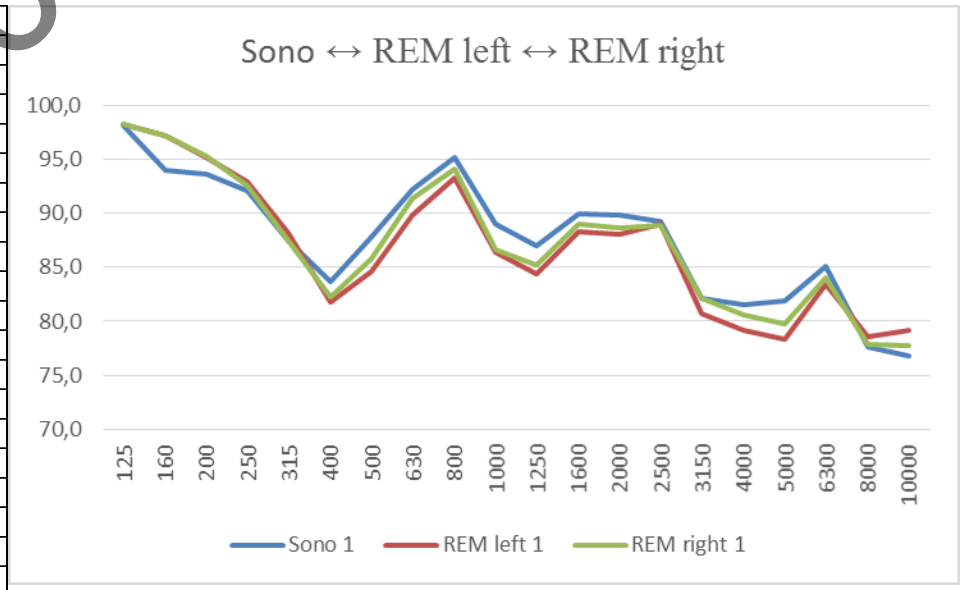


De Nevet 2016

PMM module: valide ?

PMM versus sono vol. MAX									
	Sonometrie			REM left			REM right		
Terts	Meas 1	Meas 2	Meas 3	Meas 1	Meas 2	Meas 3	Meas 1	Meas 2	Meas 3
125	98,2	98,2	98,1	98,3	98,2	98,2	98,3	98,1	98,1
160	94,0	94,1	94,1	97,2	97,3	97,1	97,2	97,3	97,1
200	93,6	93,6	93,3	95,2	95,1	95,0	95,3	95,2	95,1
250	92,1	92,1	92,0	92,9	92,9	92,8	92,6	92,6	92,5
315	87,5	87,5	87,5	88,2	88,2	88,1	87,5	87,4	87,4
400	83,7	83,7	83,5	81,8	81,7	81,6	82,3	82,2	82,1
500	87,8	87,8	87,9	84,6	84,5	84,6	85,8	85,7	85,9
630	92,3	92,3	92,3	89,8	89,8	89,9	91,3	91,4	91,4
800	95,2	95,2	95,2	93,3	93,3	93,2	94,2	94,2	94,1
1000	89,1	89,1	89,0	86,5	86,5	86,4	86,6	86,7	86,5
1250	87,0	87,0	86,9	84,4	84,4	84,4	85,2	85,3	85,2
1600	89,9	89,9	89,8	88,3	88,2	88,1	89,1	89,1	88,9
2000	89,8	89,8	89,8	88,1	88,1	88,1	88,7	88,7	88,7
2500	89,3	89,3	89,1	89,0	89,0	88,9	88,8	88,8	88,7
3150	82,1	82,1	82,1	80,7	80,7	80,7	82,1	82,1	82,1
4000	81,5	81,5	81,5	79,1	79,1	79,1	80,6	80,6	80,6
5000	81,9	81,9	81,9	78,3	78,3	78,3	79,8	79,8	79,8
6300	85,1	85,1	85,0	83,5	83,5	83,4	84,0	84,0	83,9
8000	77,7	77,7	77,6	78,6	78,6	78,5	77,9	77,9	77,9
10000	76,7	76,7	76,7	79,2	79,2	79,1	77,7	77,7	77,7
Total:	103,9	103,9	103,8	104,0	104,0	103,9	104,2	104,1	104,0

Terts	Sono 1	REM L 1	REM R 1	S1-RL1	S1-RR1
125	98,2	98,3	98,3	-0,1	-0,1
160	94,0	97,2	97,2	-3,2	-3,2
200	93,6	95,2	95,3	-1,6	-1,7
250	92,1	92,9	92,6	-0,8	-0,5
315	87,5	88,2	87,5	-0,7	0,0
400	83,7	81,8	82,3	1,9	1,5
500	87,8	84,6	85,8	3,2	2,0
630	92,3	89,8	91,3	2,5	0,9
800	95,2	93,3	94,2	1,9	1,0
1000	89,1	86,5	86,6	2,6	2,4
1250	87,0	84,4	85,2	2,6	1,8
1600	89,9	88,3	89,1	1,7	0,9
2000	89,8	88,1	88,7	1,7	1,2
2500	89,3	89,0	88,8	0,2	0,4
3150	82,1	80,7	82,1	1,4	0,0
4000	81,5	79,1	80,6	2,4	0,9
5000	81,9	78,3	79,8	3,6	2,1
6300	85,1	83,5	84,0	1,6	1,0
8000	77,7	78,6	77,9	-0,9	-0,2
10000	76,7	79,2	77,7	-2,4	-1,0
mean				0,9	0,5
SD				1,9	1,3



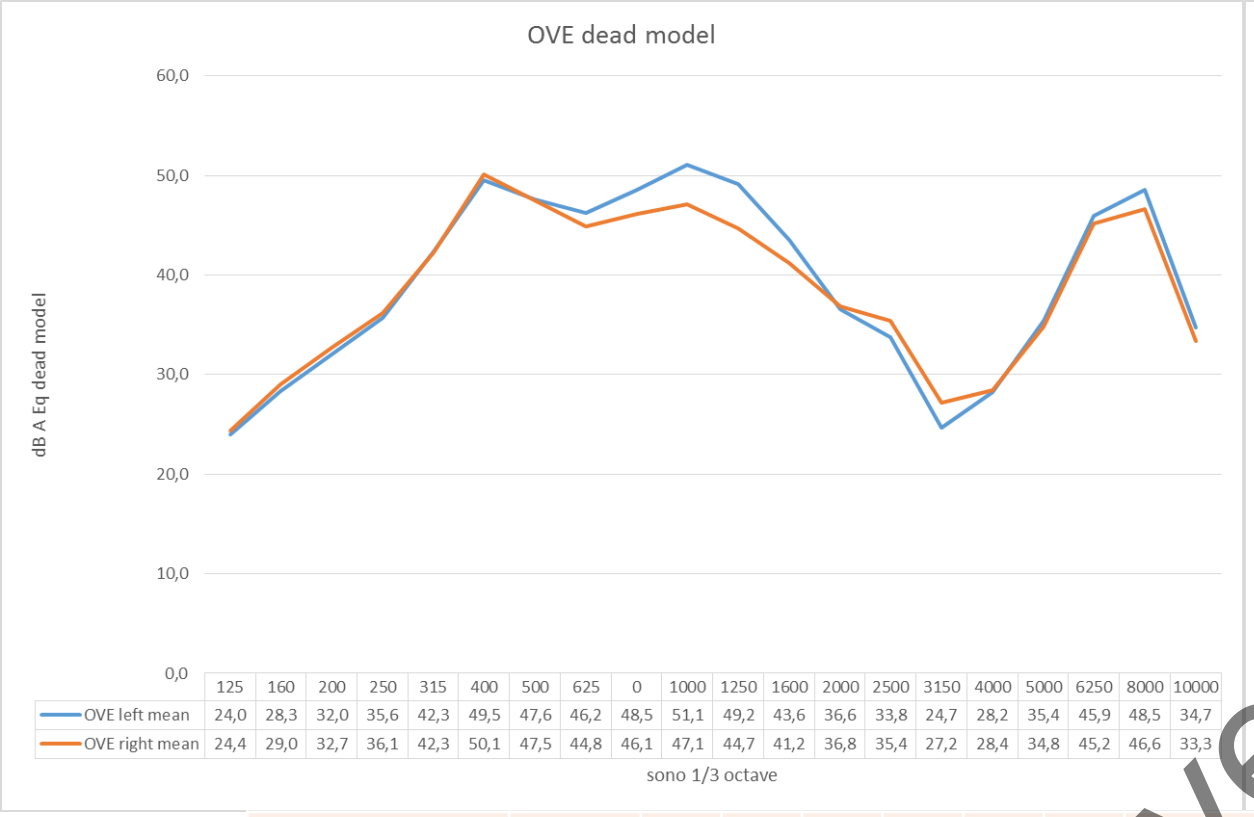
DeNeveT 2016

DEEL 3 : MP3 en koptelefoon betrouwbaar ?

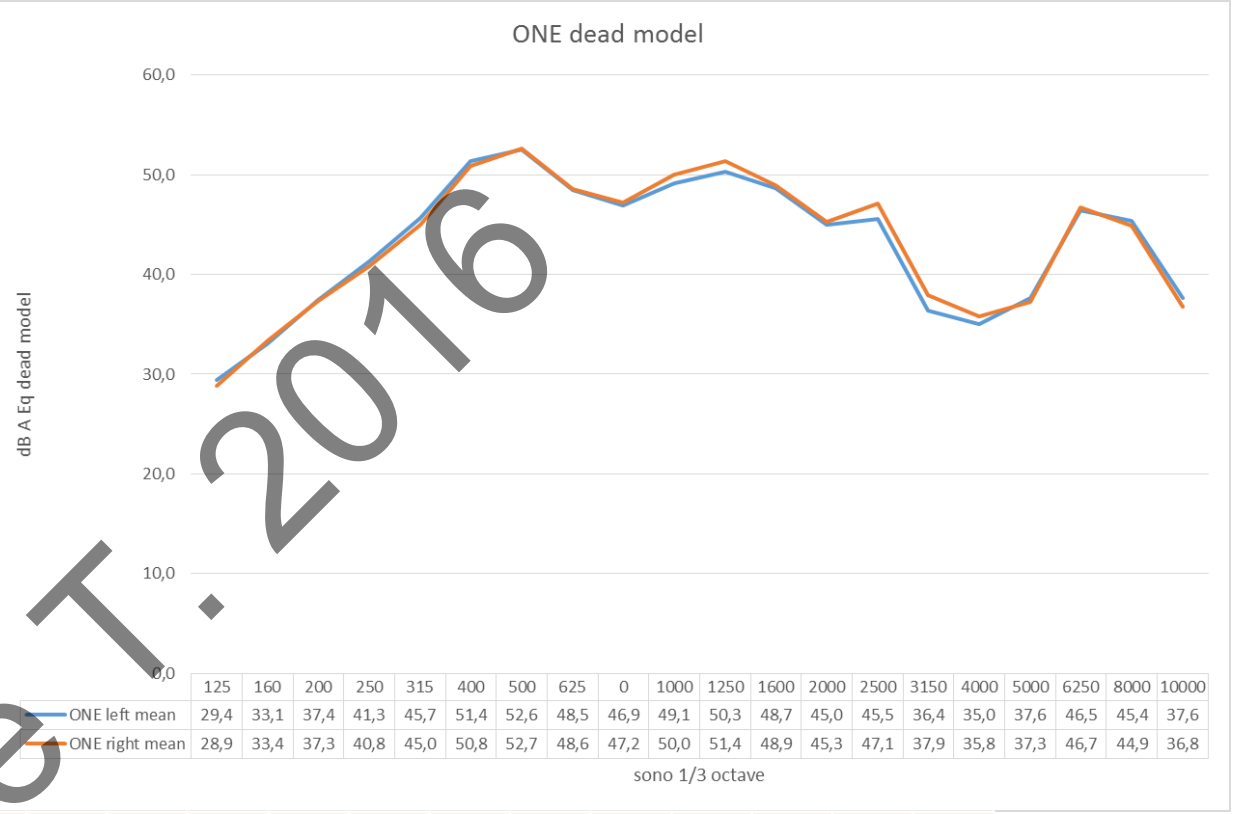




De Neve T. 2016



	125	160	200	250	315	400	500	625	0	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6250	8000	10000
OVE left mean	24,0	28,3	32,0	35,6	42,3	49,5	47,6	46,2	48,5	51,1	49,2	43,6	36,6	33,8	24,7	28,2	35,4	45,9	48,5	34,7
OVE right mean	24,4	29,0	32,7	36,1	42,3	50,1	47,5	44,8	46,1	47,1	44,7	41,2	36,8	35,4	27,2	28,4	34,8	45,2	46,6	33,3



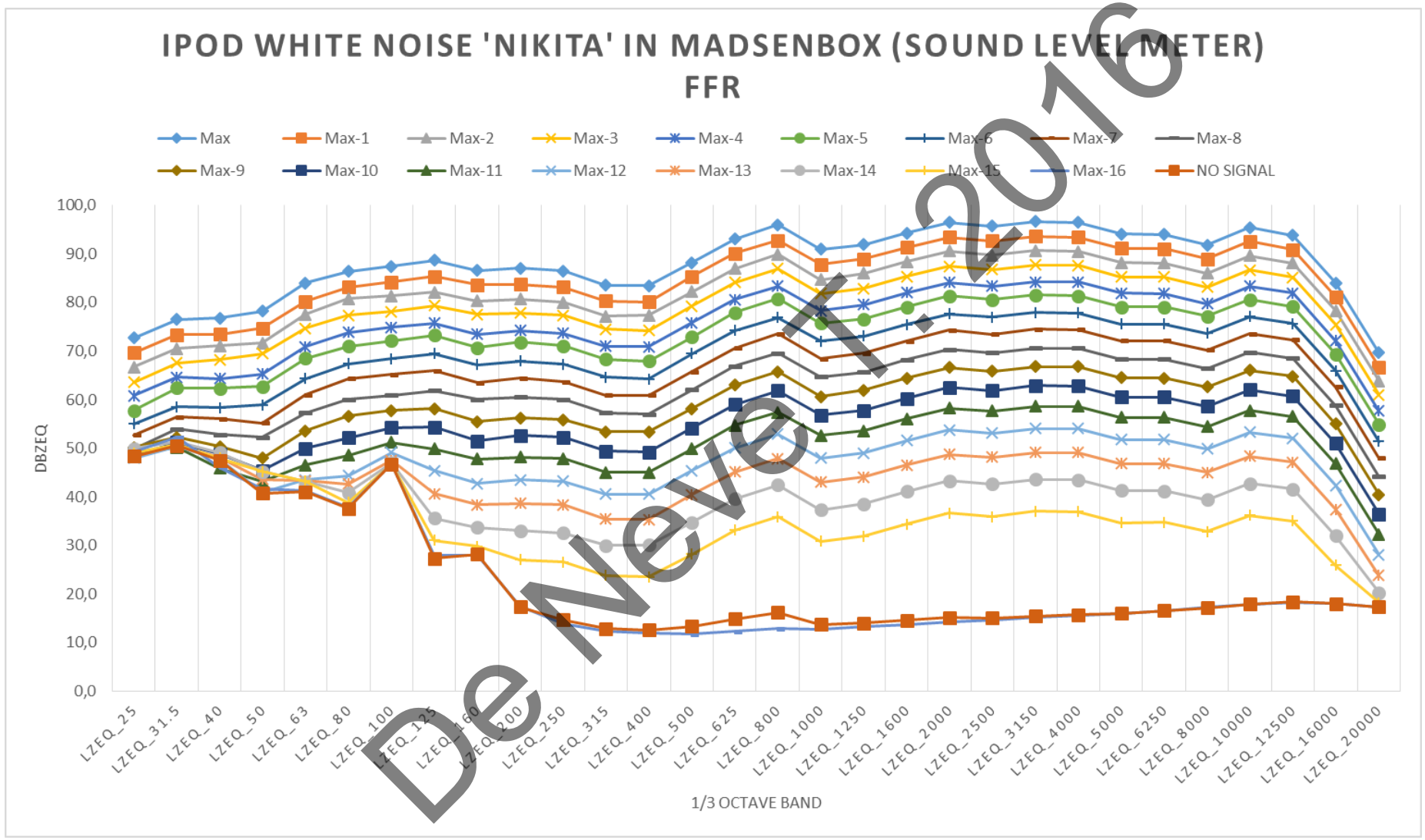
	125	160	200	250	315	400	500	625	0	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6250	8000	10000
ONE left mean	29,4	33,1	37,4	41,3	45,7	51,4	52,6	48,5	46,9	49,1	50,3	48,7	45,0	45,5	36,4	35,0	37,6	46,5	45,4	37,6
ONE right mean	28,9	33,4	37,3	40,8	45,0	50,8	52,7	48,6	47,2	50,0	51,4	48,9	45,3	47,1	37,9	35,8	37,3	46,7	44,9	36,8

De Neve T. 2016

OVER	Tot	LAeq_125	LAeq_160	LAeq_200	LAeq_250	LAeq_315	LAeq_400	LAeq_500	LAeq_625	LAeq_800	LAeq_1000	LAeq_1250	LAeq_1600	LAeq_2000	LAeq_2500	LAeq_3150	LAeq_4000	LAeq_5000	LAeq_6250	LAeq_8000	LAeq_10000
left mean	58,0	24,0	28,3	32,0	35,6	42,3	49,5	47,6	46,2	48,5	51,1	49,2	43,6	36,6	33,8	24,7	28,2	35,4	45,9	48,5	34,7
right mean	56,3	24,4	29,0	32,7	36,1	42,3	50,1	47,5	44,8	46,1	47,1	44,7	41,2	36,8	35,4	27,2	28,4	34,8	45,2	46,6	33,3
left - right	1,6	-0,5	-0,8	-0,8	-0,5	0,1	-0,5	0,1	1,4	2,5	3,9	4,5	2,3	-0,3	-1,7	-2,5	-0,2	0,6	0,8	1,9	1,4

ON	Tot	LAeq_125	LAeq_160	LAeq_200	LAeq_250	LAeq_315	LAeq_400	LAeq_500	LAeq_625	LAeq_800	LAeq_1000	LAeq_1250	LAeq_1600	LAeq_2000	LAeq_2500	LAeq_3150	LAeq_4000	LAeq_5000	LAeq_6250	LAeq_8000	LAeq_10000
left mean	59,6	29,4	33,1	37,4	41,3	45,7	51,4	52,6	48,5	46,9	49,1	50,3	48,7	45,0	45,5	36,4	35,0	37,6	46,5	45,4	37,6
right mean	59,8	28,9	33,4	37,3	40,8	45,0	50,8	52,7	48,6	47,2	50,0	51,4	48,9	45,3	47,1	37,9	35,8	37,3	46,7	44,9	36,8
left - right	-0,3	0,5	-0,3	0,1	0,4	0,7	0,5	-0,1	-0,1	-0,3	-0,9	-1,1	-0,3	-0,3	-1,6	-1,5	-0,8	0,4	-0,3	0,5	0,8

DEEL 4: MP3 lineaire weergave ?

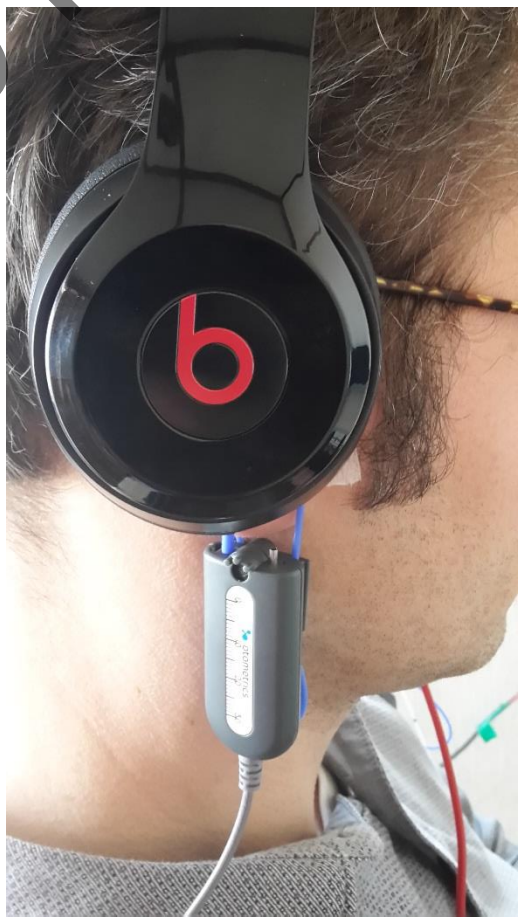


De Neve T 2016

DEEL 5: REM procedure betrouwbaar ?







De Neve . 2016

Reproduceerbaarheid Output ON/IN-Ear

Test protocol:

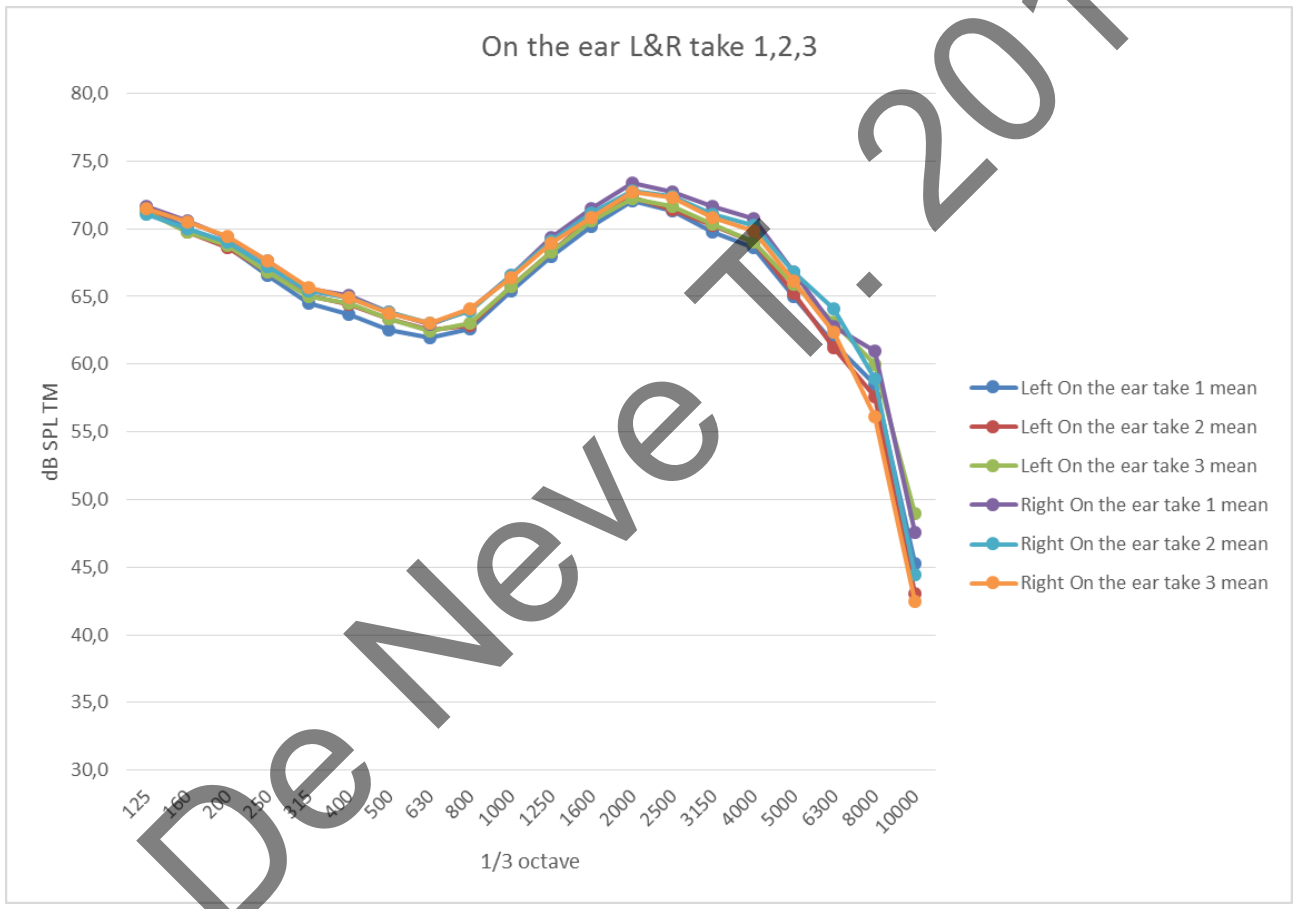
Intake/otoscopie/tympano: pass/refer

- Probe tube placement take1,2,3
- Open ear respons take1,2,3
- Koptelefoon respons ON-ear take1,2,3
- Koptelefoon respons IN-ear take1,2,3

- Verwijderen van koptelefoon en meetsonde
- Terug naar probe tube placement

De Neve T. 2016

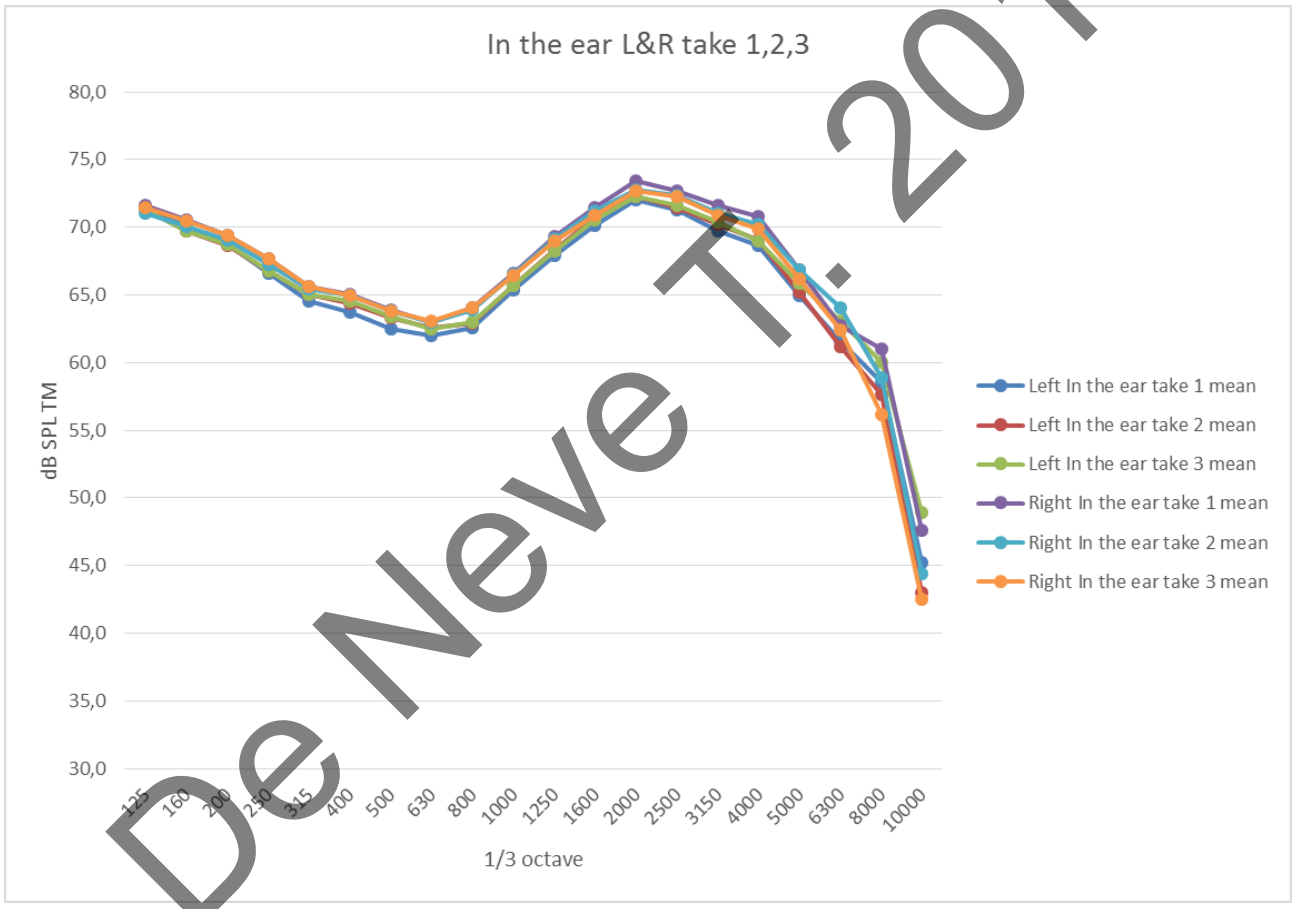
Reproduceerbaarheid Output ONE

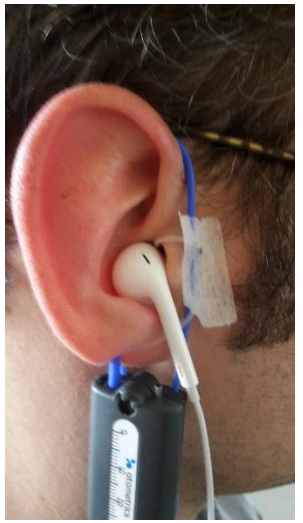




De Neve T. 2018

Reproduceerbaarheid Output INE

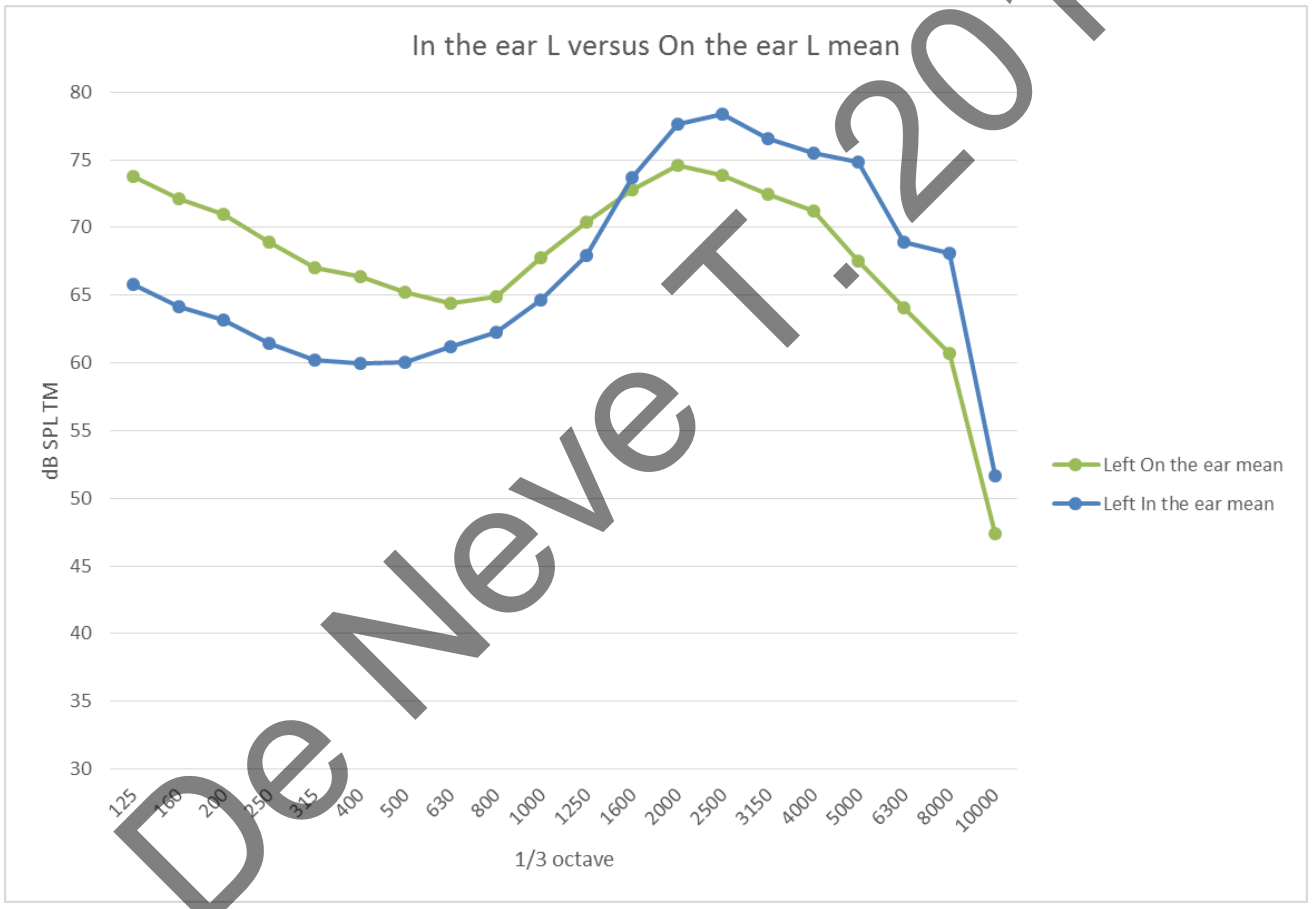




De Neve T. 2016

REM left ear mean INE versus ONE







De Neve T. 2016

HATS B&K (type 4100) referentie











De Neve 2018

Test-herst van ON-ear on HATS type 4100

	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz	10000 Hz
ONE LE																				
take 1	70,9	71	71,2	69,4	67,4	68,9	67,7	65,8	65,2	66	67,1	67,6	66,3	65,3	67,1	69,4	72,9	69,7	62,7	61,3
take 2	72,7	72,3	72,3	70,6	68,2	69,9	68,9	66,9	66	66,6	67,8	68,5	67,3	66,2	68,1	71,1	73,7	66,8	61,2	62,7
take 3	71,8	71,4	71,7	70,2	67,8	69,4	68,6	66,6	66	66,6	67,8	68,1	66,9	66	67,7	70,3	73,3	67,9	61,7	62,8
mean	72	72	72	70	68	69	68	66	66	66	68	68	67	66	68	70	73	68	62	62
sd	0,7	0,5	0,4	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,7	0,3	1,2	0,6	0,7

ONE RI	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz	10000 Hz
take 1	73	72,6	72,6	71,3	68,8	68,3	69,2	67,4	66,7	67,6	68,7	69,2	67,8	66,6	68,3	71,2	73,4	70	64,9	64
take 2	74,3	73,8	73,3	72	69,5	69,1	69,6	67,7	66,6	67,6	68,6	69,4	68,1	66,8	68,6	71,9	74,4	69,8	64,6	63,8
take 3	73,8	73,3	72,5	71,1	69	68,4	68,8	67,1	66,2	67,3	68,4	68,9	67,5	66,3	67,9	70,8	74	71,2	65,2	63,5
mean	74	73	73	71	69	69	69	67	67	68	69	69	68	67	68	71	74	70	65	64
sd	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,5	0,4	0,6	0,2	0,2



De Neve T. 2016

Test-herst van IN-ear on HATS type 4100

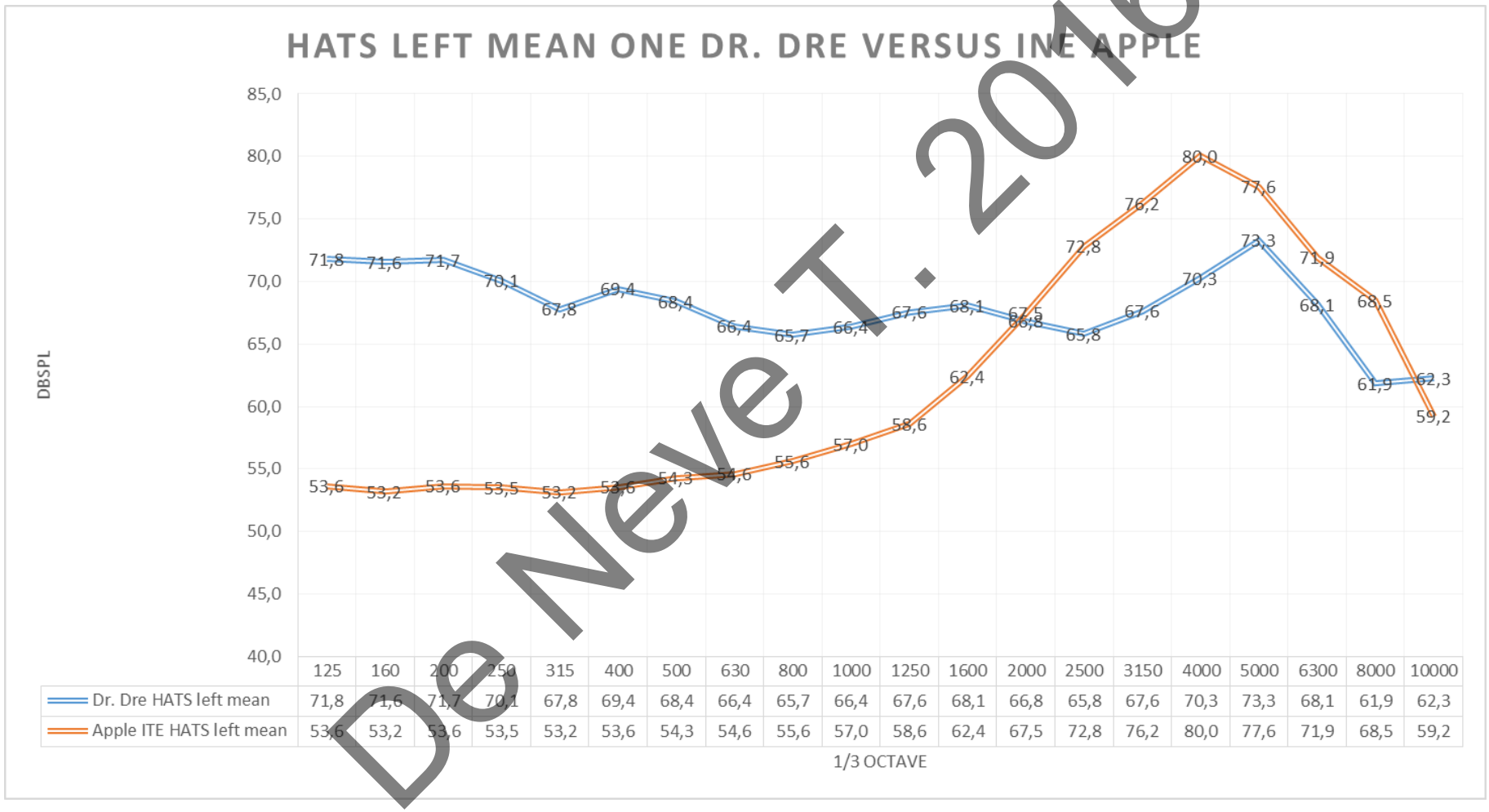
INE LE	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz	10000 Hz
take 1	54,5	54	54,4	54,2	53,7	54	54,9	55,3	56,3	57,8	59,4	63,2	68,5	73,7	77,1	81,1	77,9	71,8	68,5	59,9
take 2	53,5	52,9	53,3	53,3	53	53,5	54,1	54,4	55,5	56,8	58,5	62,3	67,2	72,6	76	79,7	77,7	72,3	68,8	58,9
take 3	52,9	52,7	53,2	53	52,8	53,2	53,9	54,1	55	56,4	57,9	61,8	66,7	72,1	75,6	79,3	77,1	71,7	68,2	58,9
mean	54	53	54	54	53	54	54	55	56	57	59	62	67	73	76	80	78	72	69	59
sd	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,8	0,7	0,6	0,8	0,3	0,3	0,2	0,5

INE RI	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz	10000 Hz
take 1	55,4	55,3	55,2	55,3	55	54,9	55,6	55,7	56,7	58,3	60,5	64,8	70	74,8	78,2	82,2	77,8	72,3	68,8	54,6
take 2	56,3	56,1	56	55,9	55,9	55,9	56,5	56,6	57,5	59,1	61,3	65,5	70,8	75,5	78,9	82,7	77,7	72,1	68,9	55,2
take 3	55,7	55,5	55,5	55,8	55,4	55,4	56	56	56,8	58,4	60,5	64,9	70	74,8	78,2	82,2	77,4	71,7	68,6	55,1
mean	56	56	56	56	55	55	56	56	57	59	61	65	70	75	78	82	78	72	69	55
sd	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,3



De Neve T. 2016

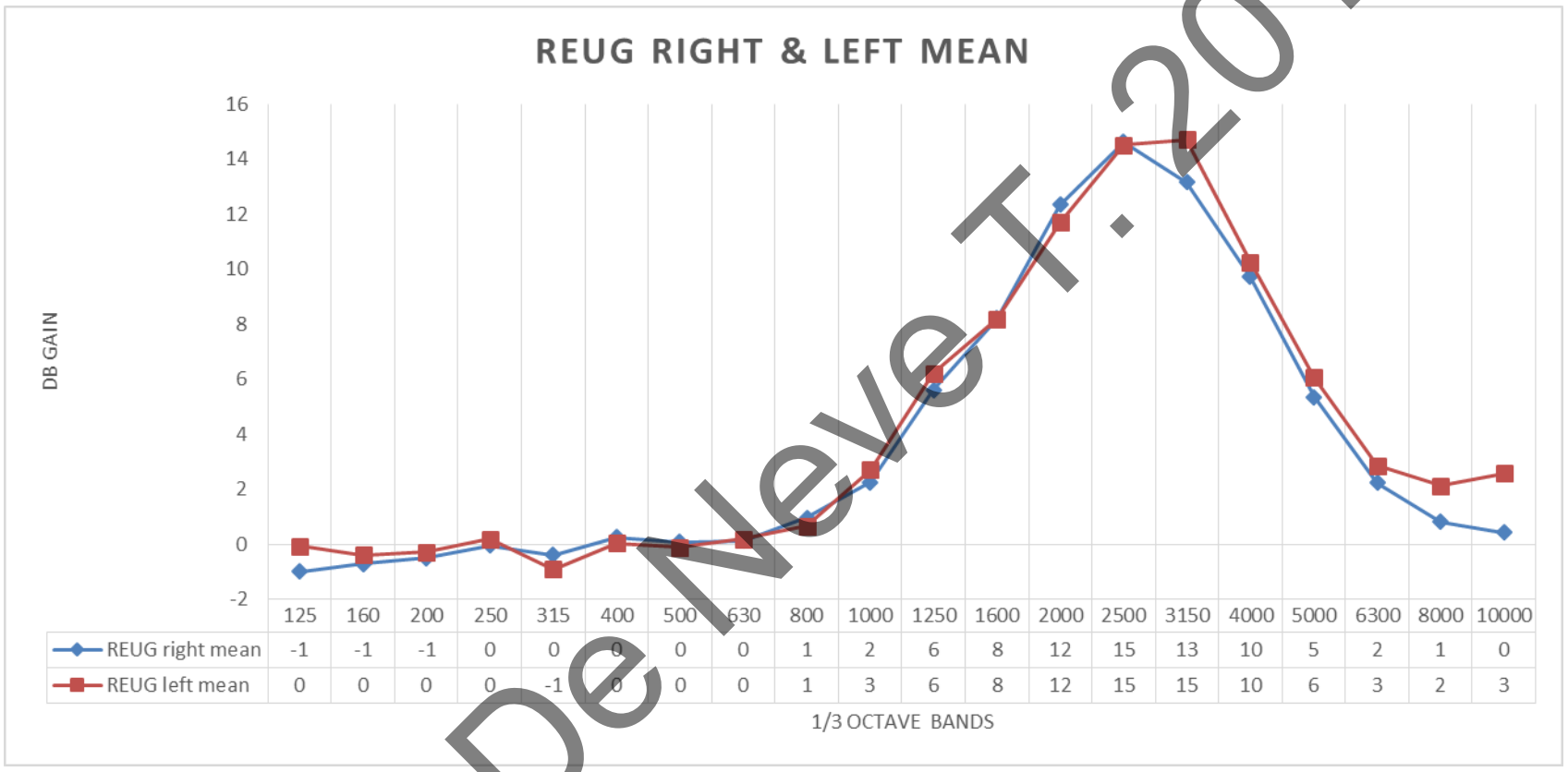
ONE versus INE on HATS Type 4100



	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
Dr. Dre HATS left mean	71,8	71,6	71,7	70,1	67,8	69,4	68,4	66,4	65,7	66,4	67,6	68,1	66,8	65,8	67,6	70,3	73,3	68,1	61,9	62,3
Apple ITE HATS left mean	53,6	53,2	53,6	53,5	53,2	53,6	54,3	54,6	55,6	57,0	58,6	62,4	67,5	72,8	76,2	80,0	77,6	71,9	68,5	59,2

De Neve T. 2016

REUG (transfer real ear tot DF) using PMM



	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000	6300	8000	10000
REUG right mean	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	1	2	6	8	12	15	13	10	5	2	1	0
REUG left mean	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	3	6	8	12	15	15	10	6	3	2	3



De Neve T. 2016

Test-retest: REUG (PMM)

Left	REUG	125 Hz	160 Hz	200 Hz	250 Hz	315 Hz	400 Hz	500 Hz	630 Hz	800 Hz	1000 Hz	1250 Hz	1600 Hz	2000 Hz	2500 Hz	3150 Hz	4000 Hz	5000 Hz	6300 Hz	8000 Hz	10000 Hz
TS 1	take 1	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	3	7	12	11	12	12	10	7	2	3	-1
	take 2	0	-1	0	0	-1	0	-1	0	0	2	8	11	11	12	14	10	3	0	0	-4
	take 3	0	0	0	1	-1	0	0	0	1	2	8	11	11	11	14	10	4	0	1	-2
	take 4	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	3	9	12	13	11	14	13	7	6	10	0
	take 5	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	1	9	15	14	11	13	14	4	2	5	5
	take 6	0	0	0	0	-1	1	0	0	0	1	8	13	13	10	12	14	6	2	3	0
	mean	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	2	8	12	12	11	13	12	5	2	4	0
	sd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	2	1	2	3	3
TS 2	take 1	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	2	7	7	12	13	16	9	2	1	5	4
	take 2	0	-1	0	0	-1	0	0	0	1	4	6	8	11	13	15	9	3	1	4	2
	take 3	0	-1	-1	0	-1	0	0	1	0	5	6	8	12	14	15	9	4	3	8	8
	take 4	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	1	3	6	6	12	14	14	9	4	2	4	7
	take 5	0	-1	-1	-1	-1	0	0	0	1	2	6	7	12	13	14	9	4	2	3	7
	take 6	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	1	4	7	7	12	13	15	10	5	4	7	8
	mean	0	-1	-1	0	-1	0	0	0	1	3	6	7	12	14	15	9	4	2	5	6
	sd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	1	2	2
TS 3	take 1	0	0	0	0	-1	0	0	0	-1	2	7	8	11	17	22	15	6	4	3	3
	take 2	0	0	0	0	-1	0	0	-2	2	4	6	9	12	14	21	15	8	7	5	2
	take 3	-1	0	0	0	-1	1	0	-1	1	3	6	7	10	15	18	11	3	4	4	2
	take 4	-1	-1	-1	-1	-2	-1	-2	-1	0	1	3	6	10	14	14	11	4	9	0	4
	take 5	-1	-1	0	0	-1	0	0	0	0	2	3	7	10	14	16	11	5	3	2	3
	take 6	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	1	-1	3	7	9	13	17	11	4	2	0	1
	mean	-0,6	-0,4	-0,4	-0,3	-1,2	-0,1	-0,4	-0,6	0,4	1,7	4,5	7,3	10,6	14,3	17,9	12,4	5,1	4,8	2,5	2,3
	sd	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	1	1	1	3	2	2	2	2	1
TS 4	take 1	-1	-1	-1	0	-1	-1	-1	0	0	2	5	8	14	16	19	12	9	5	3	8
	take 2	-1	-1	-2	0	-2	-1	0	1	2	2	3	7	15	17	17	15	12	14	12	9
	take 3	0	0	-1	0	-1	0	0	1	1	4	7	9	14	19	20	15	14	10	9	9
	take 4	-1	0	-1	0	-1	-1	-1	-1	1	3	6	8	14	17	21	15	10	1	5	0
	take 5	-1	-1	-1	0	-1	0	-1	0	0	2	8	8	14	16	20	15	7	1	2	8
	take 6	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	1	3	7	8	15	18	20	18	12	6	10	14
	mean	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	0	1	3	6	8	14	17	20	15	10	6	7	8
	sd	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	4	4	4
TS 5	take 1	-1	-1	-1	0	-2	-2	-1	-1	1	3	5	6	11	11	10	4	2	-2	-4	2
	take 2	-1	-1	-1	0	-2	-1	-1	-1	0	2	6	6	11	12	11	3	4	0	-2	4
	take 3	-1	-1	-1	0	-2	-2	-1	-1	-1	2	6	6	11	11	11	4	4	1	0	5
	take 4	0	-1	0	1	-1	-1	0	0	1	3	6	7	11	13	12	6	6	2	-1	7
	take 5	0	-1	0	1	-1	0	0	0	1	2	5	8	10	12	12	6	5	0	1	6
	take 6	0	-1	0	0	-2	0	0	0	1	2	6	8	11	12	13	6	7	2	0	5
	mean	-1	-1	0	0	-2	-1	-1	0	1	2	6	7	11	12	11	5	5	0	-1	5
	sd	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	2	2

TS 6	take 1	0	0	0	0	-1	0	0	0	0	5	6	8	13	20	15	11	10	4	2	1
	take 2	0	0	0	1	-1	1	1	1	0	4	7	9	14	18	18	15	8	7	5	3
	take 3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	5	7	8	13	17	20	15	8	7	4	7
	take 4	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	3	7	7	11	15	15	9	6	4	2	-3
	take 5	0	-1	0	0	-2	0	0	0	0	4	6	7	12	20	13	10	9	4	3	1
	take 6	14	6	4	6	5	9	9	9	4	4	7	11	15	15	15	9	7	3	1	0
	mean	2	1	1	1	0	2	2	2	1	4	7	8	13	17	16	12	8	5	3	2
	sd	5	2	2	2	2	3	3	3	2	1	1	2	1	2	2	2	1	1	1	3
TS 7	take 1	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	2	5	9	11	12	10	6	4	1	0	-1
	take 2	0	0	0	0	-1	1	0	0	1	2	6	10	11	12	8	9	5	0	-2	-4
	take 3	0	0	0	1	-1	0	0	0	1	3	7	10	10	11	9	11	4	2	0	1
	take 4	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	1	4	9	12	13	11	9	6	3	0	-4
	take 5	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	2	6	9	12	14	12	8	6	4	4	5
	take 6	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	5	8	11	15	12	8	6	4	2	4
	mean	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	2	6	9	11	13	10	8	5	2	0	0
	sd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	1	1	2	2	3
TS 8	take 1	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	2	6	10	13	19	15	10	5	1	-1	-1
	take 2	0	0	0	1	-1	0	0	-1	2	5	5	9	13	17	11	8	-1	-4	-7	-8
	take 3	0	0	0	1	-1	0	0	0	1	4	7	9	14	19	12	9	4	-1	-1	1
	take 4	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	8	9	13	19	17	10	6	1	5	2
	take 5	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	6	8	12	18	15	8	4	0	-1	-2
	take 6	0	0	0	1	0	1	0	0	1	2	7	8	12	17	16	10	5	2	3	1
	mean	0	0	0	1	-1	0	0	0	1	3	6	9	13	18	14	9	4	0	0	-1
	sd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	2	1	2	2	4	3
TS 9	take 1	-1	0	0	0	-1	0	0	0	1	6	7	7	9	17	17	10	8	1	-5	-2
	take 2	-1	-1	-1	0	-1	-1	0	-1	2	5	6	6	9	17	16	8	7	4	-4	5
	take 3	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	5	7	6	8	16	17	9	8	4	-3	1
	take 4	-1	-1	-1	0	-1	0	0	-1	-1	-1	7	8	11	12	18	18	9	4	2	4
	take 5	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	5	7	10	12	14	12	7	4	0	2
	take 6	-2	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	4	7	10	13	10	12	4	2	-5	0
	mean	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	0	0	2	6	7	9	14	15	12	7	3	-2	2
	sd	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	1	2	3	3	2	1	2	2
TS 10	take 1	0	-1	0	0	-2	0	0	0	1	4	7	8	14	16	16	10	9	3	7	6
	take 2	0	-1	0	0	-2	0	-1	0	0	3	7	8	13	16	15	8	8	-1	1	1
	take 3	0	-1	0	0	-2	-1	-1	0	1	4	7	7	13	17	15	9	8	2	5	9
	take 4	0	0	0	1	0	0	0	0	2	3	8	10	12	15	20	13	8	6	4	2
	take 5	0	0	0	-1	-1	0	0	0	2	5	7	8	10	16	18	13	9	6	1	3
	take 6	0	0	0	1	-1	0	0	0	1	4	7	9	12	17	18	14	8	4	1	-4
	mean	0	0	0	0	-1	0	0	0	1	4	7	8	12	16	17	11	8	3	3	3
	sd	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	1	2	2	0	2	2	4

De Neve T. 2016

Aanzet tot verder onderzoek

- Betrouwbaarheid van de meetprocedure en factoren die die betrouwbaarheid beïnvloeden, optimalisatie:
  - PMM links-rechts versus sono in 1/3 octaaf banden
  - PMM meetprocedure optimalisatie: invloed van
    - Plaatsen van de koptelefoon: invloed testleider/ invloed plaatsen koptelefoon testpersoon ?
- Intratransducer intersubject variatie:
  - Metingen op grote populatie
  - Invloed van bv leeftijd en andere factoren
  - Uitmeten van meer types koptelefoons

- Contact nemen met fabrikant van de REM-apparatuur voor ‘usertest’ makkelijk wegschrijven van de meetgegevens

- Verder onderzoek doen naar de mate waarin er vraag naar deze procedure is
  - Bij jongeren/ouders
  - Mutualiteiten/provincie/CLB, …
  - Hoorcentra/revalidatiecentra, ….

De Neve T. 2016

literatuur

Feder, K., Marro, L., Keith, S. E., & Michaud, D. S. (2013). Audiometric thresholds and potbale digital audio player user listening habits. *International Journal of Audiology*, 606-616.

Hodgetts, W. E., Rieger, J. M., & Szarko, R. A. (2007). The Effects of Listening Environment and Earphone Style on Preffered Listening Levels of Normal hearing Adults Using an MP3 Player. *Ear & Hearing, 28*, 290-297.

Keith, S. E., Michaud, D. S., & Chiu, V. (2008). Evaluating the Maximum playback sound levels from portable digital audio players. *J. Acosut Soc. Am.*, 4227-4237.

Keith, S. E., Michaud, D. S., Feder, K., Haider, I., Marro, L., Thompson, E., & Marcoux, A. M. (2011). MP3 players listening sound pressure levels among 10 to 17 year old students. *J. Acoust. soc.Am.*, 2756-2764.

De Neve T. 2016