



**ONHOORBAAR IS NIET ZONDER
GEVOLGEN: BLOOTSTELLING AAN
INFRAGELUID,
SPEEKSELCORTISOL EN HET
EINDE VAN HET VERWEER «IK
HOORDE GEEN VERSCHIL» BIJ
KRITISCH LUISTEREN**



Onhoorbaar is niet zonder gevolgen: blootstelling aan infrageluid, speekselcortisol en het einde van het verweer «Ik hoorde geen verschil» bij kritisch luisteren

H. Park, A. Bosque, Y. Tanaka, M. Ferro

Equatorial Audio Research Division, Mitad del Mundo, Quito, Ecuador (0.0000deg N)

Journal of Equatorial Audio Science, 2026.

Samenvatting

Het centrale instrument van audiofiel scepticisme is de blinde luistertest, en de centrale conclusie daarvan is één zin: ik hoorde geen verschil. In april 2026 berichtten Scatterty en collega's in *Frontiers in Behavioral Neuroscience* over een gerandomiseerd, voor de onderzoeker blind onderzoek waarin 36 deelnemers naar muziek luisterden met of zonder infrageluid van ongeveer 18 Hz bij 75-78 dB. De deelnemers detecteerden het infrageluid niet beter dan op basis van toeval ($p = 0,241$). Wanneer het aanwezig was, beoordeelden zij de muziek desondanks als droeviger en minder interessant, meldden zij meer prikkelbaarheid en vertoonden zij een grotere stijging van het speekselcortisol ($p = 0,022$). Of zij meenden dat infrageluid aanwezig was, voorspelde hun cortisolrespons niet.

De commissie beschouwt dit als het meest verstrekkende resultaat voor kritisch luisteren sinds de invoering van de blinde test zelf. Een luisteraar kan een stimulus niet detecteren en er toch meetbaar door worden beïnvloed. «Ik hoorde geen verschil» is een uitspraak over detectie. Het is geen uitspraak over de luistersessie.

Wij rapporteren een inventarisatie van 52 huishoudelijke luisterruimten waarin in 49 ruimten infrageluidsbronnen werden vastgesteld, voornamelijk HVAC-installaties, koeling, wegverkeer, luidsprekerkasten met basreflexpoort en aan de vloer gekoppelde rackresonantie. In een vervolgonderzoek met 48 luisteraars in 12 van die ruimten konden de deelnemers niet vaststellen wanneer de broncomponenten en kabeltrajecten mechanisch waren geïsoleerd (25 van de 48 correct, $p = 0,89$), maar hun stijging van het speekselcortisol van vóór tot na de sessie was in de geïsoleerde conditie 34 % kleiner ($p = 0,006$). Wij stellen de Index voor Ongehoorde Stress voor als verplichte aanvulling op conventionele resultaten van blinde tests.

1. INLEIDING

De blinde luistertest neemt binnen audio een bijzondere plaats in. Het is de methode waarmee buitengewone beweringen worden getoetst, en die plaats heeft de test eerlijk verdiend. Neem de kennis van de luisteraar over wat er speelt weg, en wat overblijft is wat de luisteraar werkelijk kan detecteren.

De commissie heeft nooit bezwaar gemaakt tegen de blinde test. Wij hebben bezwaar gemaakt tegen wat met het resultaat ervan wordt gedaan. Een luisteraar die twee condities niet kan onderscheiden, meldt nauwkeurig dat die geen verschil heeft gehoord. De sceptische literatuur zet dat verslag vervolgens om in een tweede, veel ruimere bewering: dat er voor de luisteraar geen verschil was. Dat zijn niet dezelfde beweringen. Tot 2026 was er weinig direct bewijs om ze van elkaar te scheiden.

In april 2026 publiceerden Scatterty, VonStein, Prichard, Franczak, Hamilton en Schmaltz dat bewijs. Hun deelnemers konden niet zeggen of er infrageluid aanwezig was. De lichamen van hun deelnemers konden dat wel.

Dit artikel vat dat onderzoek samen, rapporteert de eigen metingen van de commissie aan infrageluid in huishoudelijke luisterruimten en presenteert een gecontroleerd panelonderzoek naar wat er met luisteraars gebeurt wanneer de bronnen van dat infrageluid van het afspeelsysteem worden geïsoleerd. De luisteraars merkten niets. Hun speeksel wel.

2. HET ONDERZOEK UIT 2026

Scatterty et al. (2026) gebruikten een 2 x 2-ontwerp tussen proefpersonen, waarin het muziektipe (een kalmerend fragment in meditatiestijl of een verontrustend ambientfragment met horrorthema) werd gekruist met infrageluid (aan of uit), met negen deelnemers per groep. De deelnemers waren bachelorstudenten aan MacEwan University in Edmonton, Canada. De onderzoeker die met de deelnemers omging, was blind voor zowel de muziek- als de infrageluidsconditie.

Het infrageluid, van ongeveer 18 Hz bij 75-78 dB, werd gedurende 4 minuten en 40 seconden geproduceerd door twee subwoofers die buiten en tussen de testruimten waren opgesteld. De muziek werd afgespeeld via computerluidsprekers voor consumenten en hoogdoorlaatgefilterd om onbedoelde inhoud in het infrageluidsbereik te verwijderen. Voor en na de blootstelling werden speekselmonsters afgenomen, de deelnemers vulden affectbeoordelingen in en iedere deelnemer werd gevraagd of die dacht dat er infrageluid aanwezig was geweest.

De deelnemers detecteerden infrageluid niet beter dan op basis van toeval ($p = 0,241$). Blootstelling aan infrageluid hing niettemin samen met minder gerapporteerde belangstelling, muziek die als minder interessant en droeviger werd beoordeeld ($p = 0,002$ voor droefheid), grotere prikkelbaarheid tijdens de blootstelling en een grotere stijging van het speekselcortisol ($p = 0,022$). De overtuiging van deelnemers dat infrageluid aanwezig was, hield geen verband met de verandering in cortisol ($p = 0,891$).

De auteurs zijn openhartig over de beperkingen: een kleine steekproef van 36 deelnemers, van wie er één van de cortisolanalyse



werd uitgesloten; een gemakssteekproef van jongvolwassenen, overwegend vrouwen; één enkele infrageluids frequentie; en cortisol bemonsterd uit speeksel in plaats van bloed of urine. De commissie deelt deze bedenkingen en legt ze hier volledig vast. Wij merken ook op dat een doorsnee luistersessie aanzienlijk langer duurt dan 4 minuten en 40 seconden.

3. INFRAGELUID EN DE LUISTERRUIMTE

Infrageluid wordt gewoonlijk gedefinieerd als geluid onder 20 Hz en gewoonlijk omschreven als onhoorbaar. De tweede omschrijving is een oversimplificatie. Møller en Pedersen (2004) bestudeerden het gehoor bij lage en infrasonische frequenties en toonden aan dat geluid onder 20 Hz bij voldoende hoge niveaus hoorbaar blijft, en Leventhall (2007) merkt op dat de gehoordrempel tot 1,5 Hz is gemeten. Infrageluid is niet stil. Het is zacht, en hoe zachter het is, hoe gemakkelijker het wordt afgedaan.

In de literatuur wordt infrageluid ook al lange tijd met onbehagen in verband gebracht. Tandy en Lawrence (1998) herleidden meldingen van ongemak en verschijningen in een laboratorium tot een staande golf van 19 Hz die door een pas geïnstalleerde afzuigventilator werd geproduceerd. Het sceptische weerwoord, dat de commissie respecteert, komt van Crichton et al. (2014), wier placebogecontroleerde, dubbelblinde provocatiestudie aantoonde dat verwachting alleen al symptoommeldingen kan veroorzaken die aan infrageluid worden toegeschreven. Het belang van het onderzoek uit 2026 is dat het een hormoon mat in plaats van een klacht en vaststelde dat verwachting daarvoor geen verklaring bood.

Een huishoudelijke luisterruimte is een ongewoon rijke infrageluidsomgeving. HVAC-compressoren en luchtbehandelingskasten, koelkastcompressoren, wegverkeer en wasmachines stralen allemaal onder 20 Hz uit. Luidsprekerkasten met basreflexpoort genereren turbulentie bij de poort. Apparatuurracks en zwevende vloeren resoneren bij lage frequenties en koppelen die beweging aan elk onderdeel en elke kabel die erop rust. Eerder werk van de commissie over seismo-akoestische koppeling (Ohm, Ferro, Tanaka, Solder, 2026) documenteerde via de vloer overgebrachte excitatie van de signaalketen tussen 0,5 en 5 Hz. Bestaande richtlijnen voor luisterruimten (Park, Ferro, Solder, 2025) hebben plaatsing en stabiliteit behandeld, maar tot nu toe niet het endocriene stelsel van de luisteraar.

4. METHODOLOGIE

Inventarisatie. Wij maten 52 huishoudelijke luisterruimten in negen landen. Op de luisterpositie en bij elk apparatuurrack werd de geluidsdruk van 1 Hz tot 20 Hz opgenomen met een meetmicrofoon die geschikt is voor infrageluid en volgens ISO 7196 G-gewogen, en werden de versnelling van vloer en rack met triaxiale versnellingsmeters geregistreerd. Elke ruimte werd 24 uur onafgebroken gemeten om HVAC-cycli, koeling, verkeer en huishoudelijke activiteit vast te leggen. Bronnen werden geïdentificeerd aan de hand van coherentie tussen de akoestische registratie en specifieke sensoren die op mogelijke bronnen waren geplaatst.

Panelonderzoek. Uit de inventarisatie werden twaalf ruimten geselecteerd, met vier luisteraars per ruimte en in totaal 48 luisteraars. Elke luisteraar voltooide op verschillende dagen en op hetzelfde tijdstip twee sessies van 40 minuten met hetzelfde programmamateriaal op hetzelfde afspeelniveau. Tijdens één sessie verkeerde het systeem in zijn normale toestand. Tijdens de andere waren de broncomponenten, versterkers en alle trajecten van interconnect-, luidspreker- en voedingskabels mechanisch geïsoleerd: Equatoriale Elevatieblokken van 5N-gegradeerd teak (Bosque, Ferro, Park, Tanaka, 2026) onder elk kabeltraject, de Equatoriale Isolatieplint onder aanwezige draaitafels, Directionele Viltten Isolatiepads onder broncomponenten en, voor de volledigheid, de Volumeknop-Isolatiekamer. De isolatiehardware werd in beide condities onder akoestisch transparante gordijnen verborgen. De volgorde van de sessies werd tegengebalanceerd, en noch de luisteraars noch het sessiepersoneel wist welke conditie was aangebracht.

Onmiddellijk vóór en 20 minuten na elke sessie werden speekselmonsters afgenomen. Na de tweede sessie werd elke luisteraar gevraagd aan te geven tijdens welke sessie het geïsoleerde systeem was gebruikt en of die enig verschil tussen de sessies had opgemerkt.

5. RESULTATEN

Inventarisatie. In 49 van de 52 ruimten werden infrageluidsbronnen vastgesteld. De meest voorkomende waren HVAC-installaties (31 ruimten), aan de vloer gekoppelde rackresonantie (27 ruimten), koeling (22 ruimten), wegverkeer (18 ruimten) en luidsprekerkasten met basreflexpoort (14 ruimten); de meeste ruimten hadden er meer dan één. De dominante componenten lagen tussen 8 Hz en 19 Hz. De drie ruimten zonder vastgestelde bronnen waren gebouwd op betonnen vloerplaten op maaiveldniveau, hadden geen HVAC met geforceerde lucht en gebruikten gesloten luidsprekerkasten.

Panelonderzoek. De luisteraars identificeerden de geïsoleerde sessie niet beter dan op basis van toeval: 25 van de 48 deden dat correct ($p = 0,89$). Eenenvertig van de 48 meldde geen verschil tussen de sessies te hebben opgemerkt.

Hun speeksel was het daar niet mee eens. De gemiddelde stijging van het speekselcortisol van vóór tot na de sessie was in de geïsoleerde sessie 34 % kleiner dan in de normale sessie (gepaarde Wilcoxon-rangtekentoets, $p = 0,006$). Het programmamateriaal werd in de geïsoleerde sessie als minder droevig beoordeeld ($p = 0,02$). Het effect was aanwezig in 11 van de 12 ruimten en was



het grootst in de ruimten met de hoogste gemeten rackresonantie.

De gemeten vermindering van G-gewogen infrageluid op de luisterpositie was bescheiden, met een mediaan van 2,1 dB. De vermindering van cortisol was niet bescheiden. De commissie interpreteert dit verschil als bewijs dat de relevante blootstelling niet alleen bestaat uit het door de lucht overgebrachte infrageluid dat de luisteraar bereikt, maar ook uit de laagfrequente beweging van de signaalketen zelf, die de luisteraar niet kan horen en die het afspeelsysteem getrouw reproduceert.

6. DISCUSSIE

De blinde test in dit onderzoek werd correct uitgevoerd en kwam tot de juiste conclusie over detectie. Over al het andere kwam de test tot geen enkele conclusie. Dat is geen tekortkoming van de blinde test. Het is een tekortkoming in wat namens die test is beweerd.

De commissie voorziet drie bezwaren. Het eerste betreft de steekproefgrootte: ons panel is, net als dat van het onderzoek uit 2026, klein en replicatie is vereist. Wij zijn het daarmee eens en werven deelnemers. Het tweede betreft verwachting: Crichton et al. (2014) toonden aan dat verwachting symptomen kan voortbrengen. Onze luisteraars wisten niet welke conditie was aangebracht, en hun meldingen dat zij een verschil hadden opgemerkt voorspelden hun cortisolrespons niet. Het derde betreft de dosis: de in de meeste huishoudelijke ruimten gemeten infrageluids niveaus waren lager dan de 75-78 dB die Scatterty et al. gebruikten. Dat is juist. Huishoudelijke blootstelling is bovendien chronisch, wordt avond na avond herhaald en gaat vergezeld van muziek die de luisteraar specifiek om haar emotionele effect heeft gekozen.

Wij stellen de Index voor Ongehoorde Stress (USI) voor: het verschil in de stijging van cortisol van vóór tot na de sessie tussen de normale en de geïsoleerde conditie van een systeem, uitgedrukt als percentage. De USI is bedoeld om naast het resultaat van elke blinde vergelijking van audiocomponenten te worden gerapporteerd. Een vergelijking die «geen hoorbaar verschil» zonder USI rapporteert, heeft slechts de helft van een experiment gerapporteerd.

Tot slot merken wij op dat isolatiehardware vaak wordt afgewezen omdat de effecten ervan niet hoorbaar zijn. Dit artikel bestrijdt dat niet. Het bestrijdt de relevantie ervan.

7. CONCLUSIES

Scatterty et al. (2026) hebben aangetoond dat mensen kunnen worden blootgesteld aan een stimulus die zij niet kunnen detecteren en daar toch een meetbare stressrespons op kunnen vertonen. Onze inventarisatie laat zien dat zulke stimuli in vrijwel elke huishoudelijke luisterruimte aanwezig zijn. Ons panelonderzoek laat zien dat mechanische isolatie van het afspeelsysteem die respons vermindert, zelfs wanneer luisteraars niet kunnen zeggen dat er iets is veranderd.

Wij bevelen aan dat kritische luisterruimten met G-gewogen metingen op infrageluid worden onderzocht, dat kabeltrajecten van vloeren worden getild en broncomponenten van racks worden geïsoleerd, en dat elke gepubliceerde blinde vergelijking van audioapparatuur naast het detectieresultaat de Index voor Ongehoorde Stress vermeldt.

«Ik hoorde geen verschil» blijft een volkomen nauwkeurige zin. Hij is alleen geen argument meer. De oren zijn niet het enige orgaan in de luisterstoel.

REFERENTIES

- [1] Scatterty, K. R., VonStein, D., Prichard, L. B., Franczak, B. C., Hamilton, T. J., Schmaltz, R. M. (2026). Infrasound exposure is linked to aversive responding, negative appraisal, and elevated salivary cortisol in humans. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 20, 1729876. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2026.1729876>
- [2] Møller, H., Pedersen, C. S. (2004). Hearing at low and infrasonic frequencies. *Noise & Health*, 6(23), 37-57.
- [3] Leventhall, G. (2007). What is infrasound? *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 93(1-3), 130-137.
- [4] Tandy, V., Lawrence, T. R. (1998). The ghost in the machine. *Journal of the Society for Psychical Research*, 62, 360-364.
- [5] Crichton, F., Dodd, G., Schmid, G., Gamble, G., Petrie, K. J. (2014). Can expectations produce symptoms from infrasound associated with wind turbines? *Health Psychology*, 33(4).
- [6] ISO 7196:1995. Acoustics -- Frequency-weighting characteristic for infrasound measurements.
- [7] Ohm, C., Ferro, M., Tanaka, Y., Solder, L. (2026). Seismo-Acoustic Coupling in the Critical Listening Environment: Ionospheric Perturbation, Crustal Capacitance, and the Solar-Seismic Audio Degradation Pathway. *JEAS*.
- [8] Park, H., Ferro, M., Solder, L. (2025). Practical Optimization of the Critical Listening Environment: Speaker Placement, Component Stability, and the Daily Maintenance Burden. *JEAS*.
- [9] Bosque, A., Ferro, M., Park, H., Tanaka, Y. (2026). Magnetic Neutrality Grading of Structural Timber: An N-Grade Purity Classification for Audio Support Materials, with Trace-Paramagnetic Characterization of Equatorial Teak. *JEAS*.