

Grip op geluid, geluidmetingen in sportzalen ②

Geluid heeft invloed op het welbevinden van vakleerkrachten bewegingsonderwijs en leerlingen tijdens de gymles. In eerdere artikelen in LO Magazine 1 en 3 2024 is het project Grip op Geluid geïntroduceerd en zijn ervaringen van docenten en gehoormetingen besproken. In dit derde artikel in de serie wordt dieper ingegaan op de resultaten van geluidmetingen in verschillende sportzalen. | Remy Wenmaekers, Tanja Briels en Ellen Moerman

Galm en reflecties versterken het geluid, maken het geluid onrustiger en verstoren de verstaanbaarheid. Mensen reageren ook op geluid door meer geluid te produceren. Mensen gaan harder praten in een luidere omgeving om verstaanbaar te zijn (het Lombard-effect). Ook de sportdocent moet harder praten en roepen om over andere geluiden heen te komen. En als geluidsniveaus te hoog zijn ontstaat er een risico op gehoorschade. Het is om deze verschillende redenen gebruikelijk om geluidabsorberende materialen in de sportzaal aan te brengen die een gunstig effect hebben op het geluidsbeeld in de zaal. Onder andere het NOC*NSF stelt strenge eisen aan de nagalmtijd in de verschillende typen zalen die alleen gehaald kunnen worden door grote hoeveelheden geluidabsorberend materiaal

aan te brengen. Toch is er niets bekend over het werkelijke effect van deze akoestische voorzieningen op bijvoorbeeld geluidsniveaus die optreden in de les. Geluidmetingen zijn daarom in verschillende sportzalen uitgevoerd om een algemene indruk te krijgen van geluidsniveaus die optreden tijdens de les. Daarnaast zijn de akoestische eigenschappen van zalen gemeten waaronder reflectie van wanden, nagalmtijd, geluidsversterking en spraakverstaanbaarheid. De resultaten worden in dit artikel besproken.

Metingen geluidsniveaus

Uit oriënterende geluidbelastingmetingen (Tuinder, 2023) kan geconcludeerd worden dat er een mogelijk risico bestaat dat er tijdens sportactiviteiten een te hoog geluidsdrukkniveau ontstaat. Dit kan schadelijk zijn voor het gehoor van

een vakleerkracht bewegingsonderwijs. Vandaar dat binnen het RAAK-project Grip op Geluid een van de vragen is wat de geluidbelasting is van een vakleerkracht bewegingsonderwijs in het primair onderwijs en of deze geluidbelasting binnen de door de overheid aangegeven wettelijke kaders blijft (Overheid.nl, 2024; Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 2024).

Om deze vraag te kunnen beantwoorden, worden er met een dosimeter (foto 1 en 2) tijdens een werkdag geluidbelastingmetingen uitgevoerd bij een vakleerkracht volgens de norm NEN-EN-ISO 9612:2009 (Normcommissie 302018 Akoestiek, 2009). De dosimeter registreert hierbij alleen het geluiddrukkniveau (hoe hard het geluid klinkt), maar registreert niet hoe het geluid klinkt of wat er gezegd wordt. Hierdoor is het veilig te gebruiken in het kader van de privacy van alle deelnemers aan het onderzoek.

De zo bepaalde geluidbelasting wordt vervolgens vergeleken met de toegestane belasting, zoals weergegeven in de practice note *Arbo Informatie A14: Lawaai op de arbeidplaats* (Bosman, 2016).

De literatuur Normcommissie 302018 Akoestiek (2009) geeft aan dat de geluidbelasting op drie manieren kan worden bepaald (taakmethode, functiemethode en 'hele dag'-methode). In dit project wordt de 'hele dag'-methode gehanteerd, waaruit een zogenoemde 'dagdosis' volgt (Normcommissie 302018 Akoestiek, 2009). Inmiddels zijn er in verschillende gymzalen dosismetingen gedaan. De resultaten hiervan zijn te zien in figuur 1 waarbij iedere stip een dagdosismeting is bij een vakleerkracht als functie van de tijd waarover gemeten is. Uit deze metingen volgt dat het

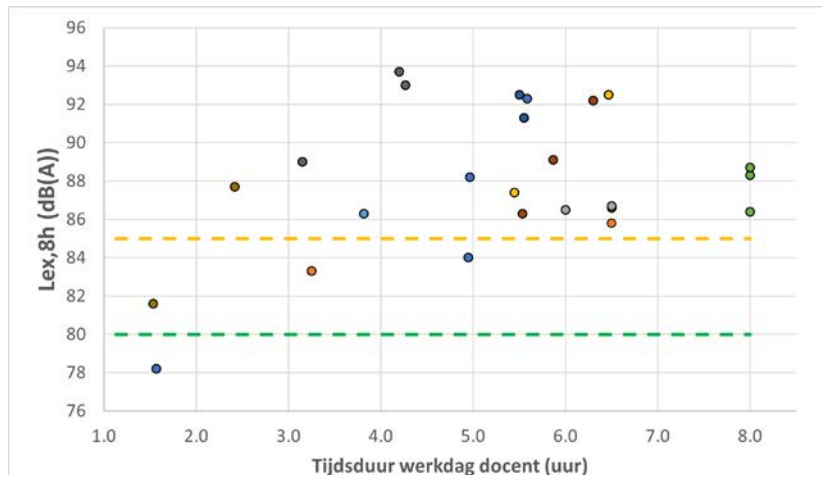
Foto 1 en 2 Plaatsing microfoon (links) en dosimeterkastje (rechts) voor geluidbelastingmetingen (Acoemgroep, 2014).



merendeel van de vakleerkrachten zelfs al vanaf 2,5 uur werktijd een dagdosis heeft boven de $LEX,8h = 85 \text{ dB(A)}$, weergegeven door de gele stippellijn. Een dagdosis van meer dan 85 dB(A) geeft aan dat de werknemer gehoorschade kan oplopen als hij zich dagelijks gedurende langere tijd in deze situatie bevindt (Neitzel & Fligor, 2017). Werkgevers zijn dan verplicht hun werknemers te informeren over de gevaren van het hoge geluidniveau. Werknemers zijn verplicht om gehoorbescherming te dragen (Bosman, 2016; Overheid.nl, 2024; Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid, 2024).

In aanvullende metingen zien we dat zowel het (achtergrond)geluid van de kinderen als de stem van de vakleerkracht die hierboven uit probeert te komen, een bijdrage heeft in het ontstaan van het hoge geluidniveau gemeten bij de docent. Opvallend hierbij is dat wanneer niet op de schouder van de docent, maar op een vaste positie ergens in de zaal gemeten wordt, het geluidniveau dan significant lager is. Dit pleit ervoor dat een beoordeling van de geluidbelasting altijd dichtbij de docent gedaan moet worden. Een andere observatie tijdens de aanvullende metingen is dat het werken met meerdere opdrachten tegelijk in één zaal zorgt voor een continu doorgaand geluid van meerdere niet op elkaar afgestemde geluiden (kakofonie). Wanneer bovendien twee zalen naast elkaar tegelijk in gebruik zijn en de geluidisolatie van de wand beperkt is, is er zelfs tijdens korte rustmomenten in de ene zaal toch nog onrust door geluid in de andere zaal.

Figuur 1 Dagdosis vakleerkracht. Iedere stip is een gemeten werkdag; iedere kleur is een andere sportlocatie



Het geluidsbeeld is dus erg onrustig en daarom extra vermoeiend.

Metingen reflecties

Reflectie studies zijn uitgevoerd met een akoestische camera (Sorama CAM iV64) als een nieuwe methode om reflecterende, absorberende en diffuse eigenschappen van materialen in de sporthallen betrokken bij het onderzoek te visualiseren. De Sorama CAM iV64 heeft een geluidskaat gemaakt van de reflecties in de sporthallen. Met deze kaart is er inzicht verschaft waar reflecties plaatsvinden en wat de magnitude van de reflecties is. Reflectiestudies zijn uitgevoerd voor twee sporthallen genaamd 'ADO' en 'OV'. Beide sporthallen hebben vergelijkbare afmetingen en waren daarvoor het best vergelijkbaar. Het grote verschil tussen beide sporthallen is dat ADO voorzien is van geluidsabsorptie op de onderwanden, terwijl OV dit niet

heeft. De geluidskarten van de reflecties zijn gemaakt in een frequentiegebied waar de spraak van kinderen actief is.

Figuur 2 en 3 presenteren de geluidskarten van de reflecties gemeten in beide sporthallen door ruisgeluid af te spelen in het frequentiegebied van de spraak van kinderen via een luidspreker. De geluidskarten bestaan uit kleuren. Een rode kleur betekent een hoog geluidniveau, terwijl een blauwe kleur een lager geluidniveau beschrijft. Ook betekent dat hoe intenser de kleur van het geluidsbeeld is, hoe hoger het geluidniveau gerelateerd aan de reflectie is.

In de geluidskarten van de reflecties is te zien dat in sporthal OV het merendeel van de wanden reflecties heeft met een hoger geluidniveau vergeleken met sporthal ADO, wat inzicht geeft dat de

Figuur 2 en 3 Geluidskaat van reflecties in sporthal OV (links) en sporthal ADO (rechts)

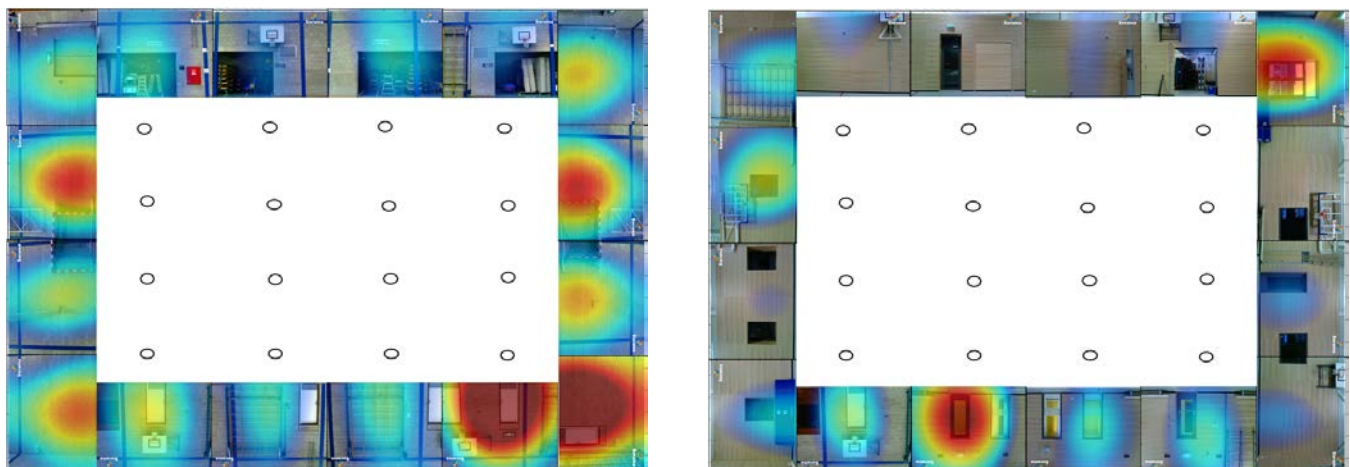


Foto 3 en 4 Luidsprekers voor metingen van de akoestiek, links: bolbron, rechts: spraakbron

geluidsabsorptie op de onderwanden reflecties reduceert in het frequentiegebied van de spraak van kinderen. Daarnaast maken de geluidskaarten inzichtelijk dat de blootstelling aan geluid door specifieke reflecties in het frequentiegebied van de spraak van kinderen met een geluidsdruk niveau van tussen de 6 en 7 dB gereduceerd kan worden, door het vermijden van staan bij grote vlakke oppervlaktes zoals ramen, deuren en muren zonder absorptie materiaal en in plaats daarvan te gaan staan bij een muur met absorptie materiaal, in het bijzonder bij of in de opening van de opslagruimte. Er is echter geen relatie gevonden tussen de gemeten geluidniveaus tijdens de les en de aanwezigheid van geluidabsorberende materialen op wanden.

Metingen akoestiek

Om de akoestiek van een zaal te meten wordt eveneens gebruikgemaakt van een luidspreker. Eerst is de nagalmtijd (T) bepaald met een bolvormige luidspreker. Hierbij wordt de tijd bepaald dat het geluidniveau met 60 dB is afgenomen na onderbreking van een (theoretisch) pulsgeluid. Het NOC*NSF (2005) stelt eisen aan de nagalmtijd per verschillende ruimtevolumen in m³ waarbij kleinere zalen minder mogen galmen dan grotere zalen, terwijl de minimale gemiddelde geluidsabsorptie per oppervlak gelijk is voor alle zaalgroottes. In een grotere zaal moet relatief meer geluidabsorberend oppervlak aangebracht worden om te voldoen aan de eis. De resultaten van de metingen (Beijer, 2023) laten zien dat zalen alleen voldoen aan de NOC*NSF-eisen als het geluidabsorptiemateriaal niet alleen hoog in de zaal op het plafond is aangebracht, maar ook op de lagere wanddelen. Materialen moeten dan wel balvast zijn zodat ze niet kunnen beschadigen. Daarnaast is de geluidsversterking (G) van

de zaal gemeten door het geluidniveau van de bolluidspreker (foto 3) in de zaal te vergelijken met een referentiewaarde (bij dezelfde geluidproductie). Uit de metingen wordt bevestigd dat de geluidsversterking goed voorspeld kan worden uit de totale hoeveelheid geluidsabsorptie in de zaal. Hoe meer absorptie, des te minder geluidsversterking. Kleinere zalen hebben meestal méér geluidsversterking dan grote zalen, omdat er minder effectief oppervlak voor geluidabsorptie aanwezig is.

De derde akoestische eigenschap die onderzocht is, is de spraakverstaanbaarheidsindex (STI). Dit is gemeten met een spraakbron met akoestische eigenschappen vergelijkbaar met een spreker (foto 4). Uit de metingen is gebleken dat de spraakverstaanbaarheid beter is in zalen die voldoen aan de NOC*NSF-norm. Daarnaast is de spraakverstaanbaarheid beter in grote zalen dan in kleine zalen. Dit komt doordat in grotere zalen over grotere afstand het directe geluid overheerst ten opzichte van het galmgeluid.

Uit een vergelijking tussen de gemeten geluidniveaus in de zalen en de akoestische parameters kon geen relatie vastgesteld worden. Opvallend is dus dat in sportzalen met een hogere geluidsversterking geen significant hogere geluidniveaus optreden zoals verwacht zou kunnen worden. Het vermoeden bestaat dat het stemgeluid van de docent, en de stemmen van kinderen dichtbij de docent, de geluidsblootstelling van de docent grotendeels bepalen. Als dat inderdaad het geval is, dan is de bijdrage van het 'galmgeluid' zo klein dat verschillen in akoestiek inderdaad nauwelijks invloed hebben op de geluidsblootstelling. Toch is een goede akoestiek nodig,

omdat dan de spraakverstaanbaarheid beter is en de geluidsbeleving rustiger.

Conclusie en advies

De geluidsblootstelling van vrijwel alle gemeten vakleerkrachten bewegingsonderwijs is dermate hoog dat gehoorbescherming nodig is volgens de Arbeids-eisen. Er is gemeten in de verschillende zalen die wel en niet voldoen aan een goede akoestiek volgens de NOC*NSF-richtlijnen en er is geen verschil gevonden in geluidblootstelling tussen zalen met een goede en slechte akoestiek. Wel is duidelijk dat geluidabsorptie op lage delen van wanden nodig is om aan de NOC*NSF-eis te voldoen, omdat het geluidniveau van reflecties van zulke wanden meetbaar lager is dan die van harde wanden en omdat de spraakverstaanbaarheid dan verbetert. De eerste resultaten van vervolgmetingen laten zien dat het geluidniveau bij de docent sterk bepaald wordt door zijn/haar eigen stem en die van kinderen dichtbij. Om de werkomstandigheden van vakleerkrachten bewegingsonderwijs op het gebied van geluid te verbeteren, wordt geadviseerd niet alleen akoestische voorzieningen aan te brengen, maar ook naar mogelijkheden te kijken om meer rust in de gymles te brengen.



Bronnen

Scan of klik [hier](#) naar de bronnen



Contact

Tanja Briels en Roeland van Klinken

zijn onderzoekers/docenten, Fontys TNW, opleiding Technische Natuurkunde, t.briels@fontys.nl

Metingen reflecties: **Ellen Moerman**

en **Achiel Schuurmans** zijn onderzoekers/ontwikkelaars, Sorama b.v., ellen.moerman@sorama.eu

Metingen akoestiek:

Remy Wenmaekers en **Nicole van Hout**

zijn onderzoekers/adviseurs, Level Acoustics & Vibration b.v., remy.wenmaekers@levelav.nl

Kernwoorden

akoestiek, geluidmeting, geluidabsorptie, geluidbelasting, geluidniveau, sporthal, basisonderwijs