

Field Study News

Traditioneel of Dynamic SoundField

Welk systeem geeft een beter spraakverstaan in rumoer?

Samenvatting

Anders dan traditionele soundfield systemen met een vaste volumestand regelt Dynamic SoundField automatisch het volume van de luidspreker. Het doel van dit dynamische gedrag is een verbeterde spraakverstaanbaarheid van de leraar, vooral bij hogere lawaainiveaus in de klas. Door de wisselende lawaainiveaus gedurende een lesdag kan alleen een adaptief systeem een optimaal spraakverstaan bieden. Om de voordelen ervan aan te kunnen tonen, werden er spraakverstaanbaarheid metingen gedaan met twintig goedgehoorde leerlingen in een klaslokaal met verschillende lawaainiveaus. Het spraakverstaan verbeterde significant met het Dynamic SoundField systeem in alle lawaainiveaus. De prestaties met Dynamic SoundField waren ook beter dan de overige traditionele (niet-dynamische) soundfield systemen.

Introductie

Tallose onderzoeken hebben meetbare resultaten beschreven in de prestaties en alertheid van leerlingen in klassen waar soundfield gebruikt wordt (MARRS, 2005; Flexer, 2002; Long, 2001). Een onderzoek in Oregon (Chelius, 2004) vergelijkt de resultaten van leerlingen van de groepen 1, 3, 4 en 5 in een klaslokaal met soundfield met de resultaten van leerlingen in een klaslokaal zonder soundfield. Dit leverde de volgende resultaten op:

1. Leerlingen in het klaslokaal met soundfield scoorden gemiddeld 35% hoger op de "Dynamic Indicators of Basic Early Literacy Skills - DIBELS" dan leerlingen in het klaslokaal zonder soundfield.
2. Dezelfde groep scoorde gemiddeld 21% hoger op de "Developmental Reading Assessment - DRA".
3. Leerlingen uit de groepen 4 en 5 in het klaslokaal met soundfield scoorden gemiddeld 35% beter op het aantal woorden dat per minuut in een leestest moest worden voorgelezen.

Er wordt algemeen aangenomen dat soundfield-systemen voor kinderen de volgende voordelen opleveren:

- Verbeterde zinerkenning
- Verhoogde aandacht, interactie en participatie van de leerling

- Sneller leren van lezen, schrijven en rekenen.
- Beter taalbegrip in de vroege leerjaren
- Beter verstaan van de leraar bij leerlingen met een andere moedertaal
- Grotere keuze aan zitplaatsen voor leerlingen met aandachtproblemen

Er zijn ook aanzienlijke voordelen voor leraren (minder steminspanning en vermoeidheid), maar deze komen hier niet aan de orde.

Onlangs is er een geheel nieuwe soundfield-technologie geïntroduceerd: Dynamic SoundField. Eén van de functies is een automatische (dynamische) volumeregeling die het volume verhoogt als het lawaai in de klas toeneemt. Het lawaainiveau in een klaslokaal kan hoog zijn (Bess et al, 1984; Finitzo-Heiber, 1981; Houtgast, 1981; Knecht et al, 2002; Larsen et al, 2008; Markides, 1986; Mendel et al, 2003; Nober et al, 1975; Rosenberg et al, 1999; Sanders, 1965; Sato et al, 2008), en het kan van school tot school, zelfs van lokaal tot lokaal enorm verschillen. Rosenberg vond in volle klaslokalen lawaainiveaus die varieerden van 47 tot 73,3 dB(A), met een gemiddelde van wel 62.6 dB(A). Essentieel is het feit dat achtergrondlawaai nogal kan variëren gedurende een lesdag (Sisto et al, 2007). In rustige situaties is er minder versterking nodig: een te hoge versterking in deze situatie kan vermoeiend en oncomfortabel zijn voor luisteraars. In lawaai zou de versterking hoger moeten staan, zonder dat de leerlingen dichtbij de speaker overlast ervaren en zonder feedback ('rondzingen'). Een traditioneel soundfield systeem houdt geen rekening met het omgevingslawaai, wat betekent dat het aangeboden volume slechts op een beperkt aantal momenten tijdens de lesdag correct zal zijn. Op bepaalde momenten zal de versterking te weinig zijn waardoor de leerlingen onvoldoende verstaan, of juist teveel waardoor het geluid te hard en onnatuurlijk klinkt. We mogen er niet vanuit gaan dat de leerkracht het volume bijstelt gedurende de les. De Dynamic SoundField technologie meet constant het niveau van het achtergrondlawaai in het klaslokaal en past het volume automatisch hierop aan. Dit wordt zodanig ingesteld dat de STI (Speech Transmission Index) bij verschillende lawaainiveaus altijd een waarde van 0,5

tot 0,6 heeft, gemeten op 3 meter afstand. Dit garandeert een goede verstaanbaarheid van de stem van de leraar op elk moment van de dag. Het omgevingslawaai wordt gemeten door de microfoon van de leerkracht. In rustige omstandigheden (lawaainiveau onder 54 dBSPL) in de klas, wordt de versterking op 6dB gehouden ("versterking" verwijst hier naar een standaard luistersituatie in een standaard klaslokaal en wordt gedefinieerd als de akoestische versterking bij het oor). Dit levert in alle situaties een signaal/ruis-verhouding (SNR) van minstens +12dB op. Bij minder lawaai zal de SNR zelfs nog gunstiger zijn. Zo zal in een rustige klas (lawaainiveau 44 dBSPL) de SNR +20dB zijn. De verstaanbaarheid zal aanzienlijk teruglopen als de SNR minder dan +10dB wordt. Bij lawaainiveaus tussen 54 en 66 dBSPL wordt de versterking van Dynamic SoundField automatisch verhoogd om een SNR van minimaal +10dB in het klaslokaal te handhaven, met een RT60 van 0,9 s. (Figuur 1).

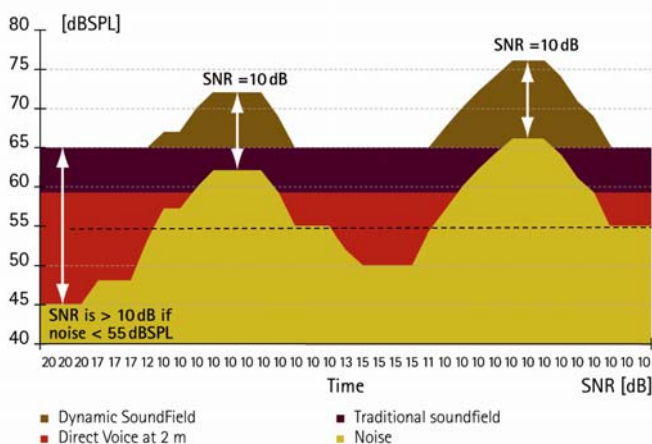


Figure 1. Dynamic SoundField meet het omgevingslawaai, waardoor er een optimale SNR verhouding is gedurende de gehele schooldag

De maximale versterking die Dynamic SoundField levert is 20dB. Om feedback bij een dergelijk hoge versterking te voorkomen, gebruikt het speciale algoritmen. Deze werken op de achtergrond, rekening houdend met tijd- en frequentiefactoren en onderdrukken alle mogelijke feedback, zelfs als de microfoon en de luidspreker heel dicht bij elkaar zijn. Om het effect van het dynamisch gedrag op spraakverstaan te meten werden er gecontroleerde metingen gedaan in een klaslokaal setting. Deze metingen werden gedaan met verschillende lawaainiveaus zoals die voorkomen in klaslokalen.

Testpersonen en apparaten

Twintig goedgevoerde leerlingen tussen de 13 en 14 jaar namen deel aan het onderzoek. Van alle testpersonen was Duits de moedertaal. Er namen 7 jongens en 13 meisjes deel aan het onderzoek. In vier verschillende technische condities werd het spraakverstaan in lawaai gemeten: 'Geen soundfield', 'Dynamic SoundField', een 'Traditioneel soundfield systeem van producent A' en een 'Traditioneel soundfield systeem van producent B'. Alle producten waren systemen met één luidsprekerunit. Alle leerlingen werden eerst getest in de

conditie 'Geen soundfield'. Daarna werd de volgorde van soundfieldtype willekeurig gekozen voor alle deelnemers. De onderzoeken werden blind uitgevoerd: de leerlingen konden het merk en het logo van de luidspreker niet zien omdat die waren afgedekt. Voor alle vier de versterkingsomstandigheden werden er metingen gedaan met toenemende lawaainiveaus: 50, 60, 65 en 70dB(A).

In een klaslokaal op school werden spraak-in-lawaai metingen gedaan. De afmetingen van het klaslokaal waren 8.35 m bij 8.35 m. De gemeten gemiddelde galmtijd van het klaslokaal was 1,0 s.

De spraak werd aangeboden door een B&K manekin, geplaatst voorin de klas. De manekin droeg de draadloze microfoons van de verschillende soundfield systemen op de manier waarop de leraar dit ook zou doen. Voor Dynamic SoundField en voor soundfield systeem B werden boom-microfoons gebruikt op ongeveer twee centimeter van de mond van de manekin. Voor soundfield systeem A was dit een revert-microfoon op 20 cm van de mond.

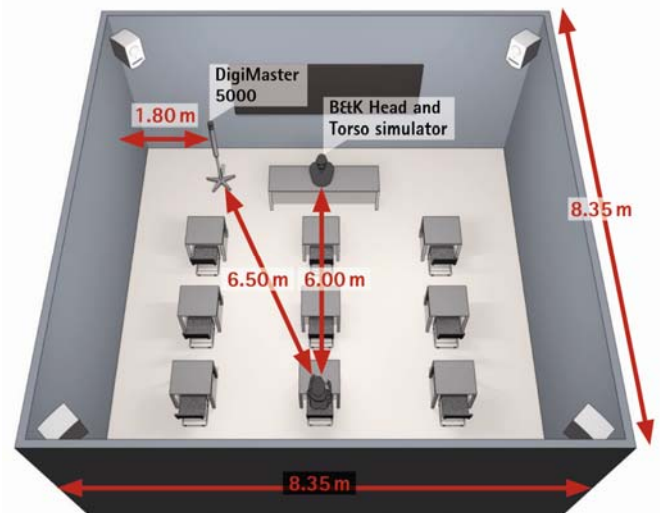


Figure 2. Schematische opzet van de testsituatie.

Spraakverstaan werd gemeten met de OLSA test (Oldenburger Satz Test), een Duitse test met zinnen voor spraakverstaan in lawaai. Het spraakniveau van de B&K manekin werd gedurende alle testen vast afgesteld op 65dB(A) op 1 meter afstand (zonder soundfield versterking). De 48 verschillende sets OLSA zinnen werden willekeurig verdeeld over alle luistercondities en alle leerlingen.

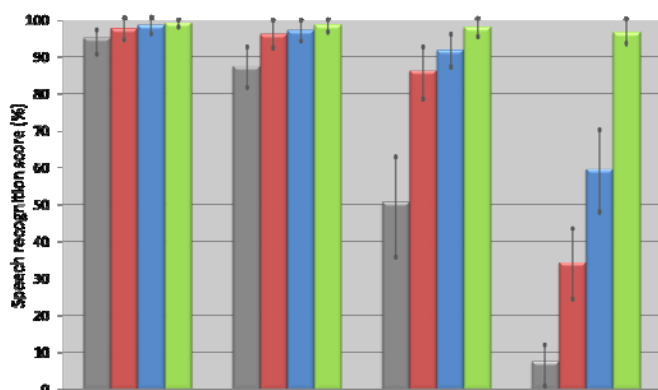
Geluiden zoals die voorkomen in een klaslokaal werden aangeboden door vier luidsprekers in de hoeken van het klaslokaal. Om het effect van verschillende volume-instellingen tussen de drie soundfield systemen te minimaliseren werd de volgende werkwijze gehanteerd:

Via de B&K manekin werd het International Speech test Signal (ISTS) in rust aangeboden. Op 6 meter afstand van de manekin, op de positie waar de leerlingen zouden zitten om de spraak-in-lawaai test te doen, werd het geluidsniveau gemeten van het directe geluid in combinatie met het Dynamic SoundField geluid wat in de standaard volume instelling stond. Dit had een waarde van 66 dB(A). De volume-instelling voor systeem B werd eveneens ingesteld op 66 dB(A) op dezelfde afstand. Op systeem A (met de reversmicrofoon) kon dit volume niet

worden ingesteld vanwege feedback ('rondzingen'). Het maximaal haalbare volume met dit systeem was 65 dB(A). De afstand tussen de B&K manekin en de luidspreker bedroeg ongeveer 2,30 m.

Resultaten

De gemiddelde spraakverstaanscore in de conditie 'Geen soundfield' werd duidelijk negatief beïnvloed door toenemende lawaainiveaus, te beginnen bij 95,2% bij 50 dB(A) omgevingslawaai en daalde tot 7,6% bij 70 dB(A). Bij deze groep tonen alle soundfieldsystemen een verbetering in het spraakverstaan in alle lawaaicondities, echter verschilt de mate van verbetering aanzienlijk bij de verschillende systemen. Bij een oplopend lawaainiveau worden deze verschillen steeds groter. Figuur 3 laat de totale gemiddelde spraakverstaanscore zien met de verschillende lawaainiveaus in verschillende luisteromstandigheden.



Figuur 3. Gemiddelde (N=20) spraakherkenning in lawaai voor alle systemen in alle lawaainiveaus. Op de horizontale as staat het lawaainiveau in dB(A) in het klaslokaal. Grijze balken: geen soundfield; rode balken: soundfield systeem A; blauwe balken: soundfield systeem B; groene balken: Dynamic SoundField. De foutlijnen geven de spreiding aan bij een standaarddeviatie van +/-1

Tabel 1 laat de mediaan, de slechtste en de beste score zien bij 65 dB(A) en 70 dB(A) lawaainiveau in de klas, voor de verschillende systemen. Met Dynamic SoundField bereikten 4 leerlingen 100% spraakverstaan score bij 65 en 70 dB(A) lawaainiveau en geen enkele leerling scoorde onder de 88%. Zonder soundfield was de slechtste score 28% bij 65 dB(A) en 0% bij 70 dB(A). Met de andere soundfield-systemen was de laagste score 76% en 84% bij 65 dB(A) en 14% en 34% bij 70 dB(A).

dB(A)		No sound field	Comp. A	Comp. B	Dynamic SoundField
65	Best	86	98	100	100
	Median	49	89	92	98
	Worst	28	76	84	88
70	Best	24	54	78	100
	Median	6	36	58	97
	Worst	0	14	34	90

Tabel 1. De beste, mediaan en slechtste spraakherkenningscore (%) voor alle luistersituaties bij 65 en 70 dB(A) lawaai in het klaslokaal.

Conclusie

Het eindresultaat wijst uit dat de deelnemers met Dynamic SoundField een aanzienlijk betere spraakherkenning bereikten dan met de traditionele soundfield systemen. De voordelen van Dynamic SoundField blijken groter te worden bij het verhogen van het lawaainiveau. Op 70 dB(A) lawaainiveau, wat regelmatig voorkomt in klaslokalen, werd met Dynamic SoundField een minimale score van 90% spraakverstaanbaarheid gevonden, waar de andere soundfieldsystemen tot wel 14% en 34% zakten.

Referenties

- Bess, F., Sinclair, J.S., & Riggs, D. (1984). Group amplification in schools for the hearing impaired. *Ear & Hearing*, 5, 138-144.
- Chelius, L. (2004). *Trost Amplification Study*. Canby, Oregon: Canby School District. Unpublished manuscript.
- Finitzo-Heiber, T. (1981). Classroom acoustics. In R. Roeser, M. Downs (Eds.). *Auditory Disorders in School Children: The Law, Identification, Remediation* (pp. 250-262). New York: Thieme-Stratton.
- Flexer, Carol. Rationale and use of sound field systems: An update. *The Hearing Journal*, Vol. 55, No 8, 10-18, 2002.
- Long, Amy Bennett. *The Effects of Soundfield Amplification on Reading Achievement*. 2001.
- Houtgast, T. (1981). The effect of ambient noise on speech intelligibility in classrooms. *Applied Acoustics*, 14, 15-25.
- Knecht, H., Nelson, P., Whitelaw, G., & Feth, L. (2002). Background noise levels and reverberation times in unoccupied classrooms: Predictions and measurements. *AJA*, 11, 65-71.
- Larsen, J.B., & Blair, J.C. (2008). The effect of classroom amplification on the signal-to-noise ratio in classrooms while class is in session. *LSHSS*, 39, 451-460.
- Markides, A. (1986). Speech levels and speech-to-noise ratios. *British Journal of Audiology*, 20, 115-120.
- MARRS. *The Use of Sound Field Amplification of the Teacher's Voice In the Regular Education Classroom – A Summary of Studies*. 2005
- Mendel, L., Roberts, R., & Walton, J. (2003). Speech perception benefits from sound field FM amplification. *AJA*, 12, 114-124.
- Nober, L., & Nober, E. (1975). Auditory discrimination of learning disabled children in quiet and classroom noise. *Journal of Learning Disabilities*, 8, 656-773.
- Rosenberg, G., Blake-Rahter, P., Heavner, J., Allen, L., Redmond, B., Phillips, J., & Stigers, K. (1999). Improving classroom acoustics (ICA): A three-year FM sound field classroom amplification study. *JEA*, 7, 8-28.
- Sanders, D. (1965). Noise conditions in normal school classrooms. *Exceptional Children*, 31, 344-353.
- Sato, H., & Bradley, J. (2008). Evaluation of acoustical conditions for speech communication in working elementary school classrooms. *JASA*, 123(4), 2064-2077.
- Sisto, R., Pieroni, A., Delucis, C. (2007). Noise exposure and speech intelligibility in elementary schools in Tuscany. 19th International Congress on Acoustics, Madrid.

Voor meer informatie kunt u contact opnemen met Hans Mulder op hans.mulder@phonak.com