

Beter verstaan in de klas

Heeft *Soundfield* apparatuur effect?

ANNEMIEK VOOR IN 'T HOLT, ROB DE LANGE EN BEPIE VAN DEN BOGAERDE

In veel scholen is er een toenemende aandacht voor de condities waarin leerlingen les krijgen, maar over de invloed van akoestiek en luisteromstandigheden op het leerproces van de leerlingen is nog weinig bekend. In dit artikel beschrijven Annemiek Voor in 't Holt, Rob de Lange en Beppie van den Bogaerde een effectmeting van het gebruik van *Soundfield* apparatuur in vijf Friese scholen voor Primair Onderwijs.

Inleiding

De laatste jaren is er in Nederland toenemende aandacht voor de condities waarin leerlingen les krijgen. Randvoorwaarden zoals temperatuur, akoestiek, luchtkwaliteit, lichtkwaliteit en beschikbare ruimte vormen met elkaar de basisomstandigheden waarin leerlingen en leerkrachten functioneren. Dat er in deze basisvoorwaarden een verbeteringslag te maken valt, blijkt uit onderzoek door TNO naar de *luchtkwaliteit* in klaslokalen (De Gids e.a., 2006). Wanneer de luchtkwaliteit te wensen over laat, heeft dit negatieve gevolgen voor leerprestaties en welbevinden van kinderen. Ook de kwaliteit van het *licht* in schoollokalen blijkt van invloed te zijn op de prestaties van schoolkinderen, zoals werd vastgesteld in een onderzoek door de Universiteit Twente (Universiteit Twente, 2010). Er is betrekkelijk weinig aandacht voor de invloed van *akoestiek* en *luisteromstandigheden* op het leerproces, terwijl het evident is dat deze enkele van de belangrijkste randvoorwaarden vormen voor het kunnen volgen van onderwijs. De verwerving van taal en het leerproces vinden immers vooral plaats via luisteren en talige interactie.

Akoestiek in scholen

Tot 2003 werd een norm voorgeschreven van een nagalmtijd van 1 seconde voor schoollokalen, maar in het Bouwbesluit 2003 (VROM, 2003) is geen voorschrift meer opgenomen voor akoestiek in scholen. Sindsdien

wordt akoestiek gerekend tot de verantwoordelijkheid van schoolbesturen en gemeenten, waardoor er grote verschillen zijn ontstaan in de manier waarop omgegaan wordt met akoestiek en geluidsinvloeden in schoolgebouwen. Er is in Nederland weinig onderzoek verricht naar het akoestisch ontwerp van schoolgebouwen. Höngens stelt dat de oorzaak hiervoor gezocht kan worden in het achterwege blijven van de overheid als normsteller en kennisinitiator. Hij pleit voor een akoestisch programma van eisen, waarbij vooral gebruik wordt gemaakt van kennis over scholenbouw en akoestisch comfort in het buitenland (Höngens, 2009). In de Verenigde Staten bijvoorbeeld worden richtlijnen voor schoolgebouwen vastgesteld door het *American National Standards Institute* (ANSI, 2002).

Spraakverstaanbaarheid in een schoollokaal

De informatie uit de volgende paragrafen is grotendeels ontleend aan Nijs (2010). Nijs besteedt aandacht aan het akoestisch ontwerp van klaslokalen. De spraakverstaanbaarheid in een lokaal wordt beïnvloed door factoren zoals nagalmtijd, signaal/ruisverhouding, de stemkwaliteit van de leerkracht en de afstand van de leerling tot de leerkracht. Daarnaast speelt achtergrondgeluid een rol: achtergrondgeluid dat veroorzaakt wordt door leerlingen, zoals geschuifel, gefluister, gekuch etcetera, maar ook door apparatuur zoals computers, digiborden en ventilatiesystemen. Verder speelt mee hoeveel geluid van buiten binnenin



Foto: Annemiek Voor in 't holt

hoorbaar is. Tenslotte speelt mee of er één spreker aan het woord is, of meerdere sprekers tegelijk.

Nagalmtijd

Bij het luisteren in de klas kan onderscheid gemaakt worden tussen 'direct geluid' en geluid dat via reflecties (plafond, wanden, vloer) bij de luisteraar komt, het 'late geluid'. Alle gereflecteerde geluidstralen samen worden ervaren als nagalm. Voor een uitstekende spraakverstaanbaarheid is een nagalmtijd van 0.6 seconden in een leeg lokaal gewenst. In een lokaal met leerlingen is de ideale nagalmtijd 0.4 seconden.

Lopende spraak telt een snelle opeenvolging van spraakklanken per seconde. Dit betekent dat een spraakklank (het directe geluid), gestoord kan worden door de nagalm van eerder uitgesproken klanken (het late geluid). Hoe groter de afstand tot de leerkracht, des te meer het directe geluid beïnvloed wordt door de nagalm. Alleen wanneer er voldoende absorptiemateriaal in de ruimte aanwezig is, kan een goede verhouding ontstaan tussen 'direct' en 'laat' geluid zonder storende nagalm (Nijs, 2010).

Stemgeluid van de leerkracht

Spraak op normale sterkte heeft op één meter afstand van de spreker een luidheid van 55 dB SPL (Decibel Sound Pressure Level). Per meter verzwakt het geluid zes dB. In

een lokaal met slechte akoestische omstandigheden zijn leerkrachten geneigd om harder te spreken. Het probleem is dat harder spreken de onderlinge verhoudingen tussen direct en laat geluid niet verandert: de nagalm blijft de verstaanbaarheid evenveel storen. Het helpt wel om met een beetje stemverheffing (3 tot 6 dB) te spreken, om het achtergrondgeruis te 'overstemmen' en de afstand te overbruggen tot de leerlingen achter in het lokaal.

ER IS NOG WEINIG AANDACHT VOOR DE INVLOED VAN AKOESTIEK EN LUISTEROMSTANDIGHEDEN OP HET LEERPROCES

Wanneer de leerkracht luid spreekt worden alleen de *stemhebbende* spraakklanken (klinkers en stemhebbende medeklinkers zoals *m*, *n*, *z* en *v*) luider. Dit heeft tot gevolg dat *stemloze* medeklinkers (zoals *f*, *p*, *k*, *s* en *t*), enigszins overstemd worden. De zachtere medeklinkers, die voor het verstaan heel belangrijk zijn, worden zo moeilijker waarneembaar (Nijs, 2010).

Signaal/ruisverhouding

Met signaal/ruisverhouding (S/R) wordt de verhouding

bedoeld tussen het 'gewenste geluid' en de combinatie van aanwezige absorptie en het in de ruimte aanwezig stoorgeluid (Nijs, 2010). Bij meer achtergrondgeluid in een ruimte, zal de afstand van de luisteraar tot de spreker kleiner moeten worden voor een goede spraakverstaanbaarheid. Mensen met een goed gehoor kunnen, vanwege de samenwerking tussen de oren, in rumoer toch redelijk verstaan. De spraakverstaanbaarheid is bij $S/R=0$ voor hen nog zeer redelijk. Wanneer in een ruimte met geroezemoes de S/R nul is op een afstand van één meter, dan ligt de ondergrens voor spraakverstaan op ongeveer twee meter afstand van de spreker (Nijs, 2010). Het maakt daarbij wel uit of de spreker en de luisteraar in elkaars richting kijken. Wanneer de spreker zich afdraait is het stemgeluid verzwakt hoorbaar, waardoor de afstand gehalveerd zou moeten worden voor goed spraakverstaan. Ditzelfde geldt voor de luisteraar. De richtinggevoeligheid van het gehoororgaan zorgt ervoor dat spraakverstaan beter gaat wanneer je in de richting kijkt van een spreker, zeker wanneer er sprake is van rumoer (Nijs, 2010).

Anders wordt het wanneer er sprake is van een gehoorprobleem. Bij een enkelzijdig gehoorverlies of bij een asymmetrisch gehoorverlies is het selectief luisteren in geroezemoes vrijwel onmogelijk. Voor leerlingen met een tweezijdig gehoorverlies is het verstaan van spraak in een situatie met een slechte S/R verhouding zeer vermoeiend en bovendien missen zij daardoor veel informatie. Hoorapparaten brengen hier weinig verbetering in.



Figuur 1. Het stemgeluid van de leerkracht wordt opgevangen door de leerkrachtmicrofoon en door middel van infrarood techniek (afgebeeld als rood gearceerde pijl) gezonden naar het klassenversterkingsapparaat Redcat, dat achter in de klas staat. Van hieruit wordt het geluid gelijkmatig door de klas verspreid.

© A. Voor in 't holt, 2010.

Eerder uitgevoerd onderzoek

Wanneer er sprake is van een matige verstaanbaarheid van de leerkracht in een klaslokaal, kan deze dan verbeterd worden door versterkingsapparatuur te gebruiken? Er wordt in Nederland op verschillende scholen klassenversterkingsapparatuur gebruikt, vooral in cluster 2 scholen. Over de ervaringen is echter weinig gepubliceerd. De Professor Groenschool, een school voor onder andere kinderen met ernstige spraaktaalmoeilijkheden (ESM),

deed een experiment met het klassenversterkingsysteem *Vocalight*. De conclusie was dat de apparatuur geen verbetering bracht in de *Speech Transmission Index* (STI). Dit is de maat waarmee de invloed van rumoer en nagalm op de spraakverstaanbaarheid wordt uitgedrukt. De betrokkenheid van de leerlingen bij de les liet een kleine winst zien (niet significant) en woordenschatonderzoek wees uit dat het percentage nieuw aangeleerde woorden zowel met als zonder apparatuur klein was. Als mogelijke verklaring voor de beperkte winst werd aangegeven dat de akoestiek goed was, dat de groepen klein waren en dat lessen vooral in de kring werden gegeven, waardoor alle kinderen vlakbij de leerkracht zaten (Fortgens e.a., 2005).

In de Verenigde Staten is meer onderzoek gedaan naar klassenversterkingsapparatuur (Crandell & Smaldino, 2000; Smaldino & Crandell, 2000; Larsen & Blair, 2008). Verbetering in spraakverstaan door klassenversterkingsapparatuur is vastgesteld in studies die verricht zijn bij normaal horende kinderen, bij kinderen met Engels als tweede taal, bij kinderen met ontwikkelingsstoornissen, bij kinderen met Downsyndroom en bij kinderen met lichte gehoorverliezen (Larsen & Blair, 2008).

Er is bovendien onderzoek uitgevoerd naar het effect van het gebruik van de apparatuur op de stemgeving van leerkrachten. De stembelasting die leerkrachten ervaren doordat zij langdurig spreken met stemverheffing om overal verstaanbaar te zijn, zorgt bij 80% voor stemklachten zoals heesheid, keelpijn en 'vocal fatigue' (Gotaas & Starr in Sapienza e.a., 1999). In hun onderzoek bleek er een reductie van de luidheid van de stem te ontstaan.

Effectmeting met Soundfield apparatuur

In dit onderzoek wordt bekeken hoe de luisteromstandigheden in vijf basisscholen worden ervaren door leerlingen en leerkrachten en of deze verbeteren door de inzet van klassenversterkingsapparatuur, ook wel *Soundfield* apparatuur genaamd. Het onderzoek vindt plaats op vijf Friese basisscholen voor Primair Onderwijs van de schoolbesturen Proloog en Gearhing. Er doen tien klassen mee met in totaal ruim 170 leerlingen uit de groepen drie tot en met acht en dertien leerkrachten. De kinderen kunnen worden beschouwd als een dwarsdoorsnede van het type kind dat een basisschool bezoekt. Er zijn 55 kinderen betrokken bij de vragenlijsten die naast het Nederlands ook Fries of een andere taal spreken en zij bieden de mogelijkheid om ook de invloed van meertaligheid op het verstaan te betrekken in het onderzoek. Verder zijn er ruim 30 kinderen met concentratieproblemen, vier met ESM, en zeven kinderen met een gehoorprobleem in de onderzoeksgroep.

Soundfield apparatuur bestaat uit een leerkrachtmicrofoon met zender en een luidsprekersysteem met versterker en

BETER VERSTAAN IN DE KLAS HEEFT SOUDFIELD APPARATUUR EFFECT?

ontvanger. Met de apparatuur ontstaat er een gelijkmatig 'geluidsveld' in de klas, waardoor de leerkracht overal goed hoorbaar is. In dit onderzoek werd gebruik gemaakt van apparatuur met infrarood technologie die achterin het lokaal wordt geplaatst (*Redcat: Infrared Classroom Amplification Technology van Lightspeed Technologies Inc.*).

Methode van onderzoek

Voorafgaand aan het gebruik van de klassenversterkingsapparatuur vullen de leerlingen een vragenlijst in over tien veelvoorkomende luistersituaties in de klas (pré-test). Deze vragen zijn afkomstig van de *Vragenlijst naar effect van geluidsapparatuur, leerlingversie* (Neijenhuis, 2005). De leerlingen geven hun oordeel op een 5-puntsschaal die loopt van 'altijd gemakkelijk' naar 'altijd moeilijk' door het inkleuren van een Smiley ☺. Daarna wordt in de klassen vier weken gewerkt met *Soundfield* apparatuur en wordt de vragenlijst opnieuw beantwoord (post-test). Zo wordt beoordeeld of de luisteromstandigheden naar het oordeel van de leerlingen veranderd zijn.

In de vierde week beantwoordt de leerkracht door middel van een digitale vragenlijst vragen over de akoestiek in het lokaal, over het gebruik van de apparatuur in verschillende didactische situaties en over het effect van de apparatuur op henzelf. Daarnaast zijn de zestien vragen opgenomen van de *Vragenlijst naar effect van geluidsapparatuur, leerkrachtversie* (Neijenhuis, 2005).

Resultaten

De pré- en posttest leerlingvragenlijsten zijn ingevoerd in een data verzamelprogramma en door middel van een statistische analyse met behulp van het softwareprogramma SPSS met elkaar vergeleken (De Vocht, 2009). De statistische analyse staat beschreven in het eindrapport. Belangrijk om hier te vermelden is dat de items van de vragenlijst naar effect van geluidsapparatuur (leerlingversie) onderling een hoge samenhang hebben.

De leerlingen

Van alle 10 situaties is per situatie met behulp van een *t-toets* het verschil gemeten tussen voor- en nameting. Een *t-toets* gaat na of het verschil tussen twee waarden significant is. Voor 137 van de 177 leerlingen konden de gegevens berekend worden. In elke luistersituatie werd een verbetering gevonden in de gemiddeld door de leerlingen behaalde score.

De grootste verbetering werd gevonden in de volgende vier condities:

- (1) Luisteren met lawaai vanuit de gang

- (2) Luisteren terwijl twee leerkrachten tegelijk praten
- (3) Luisteren terwijl andere leerlingen rumoer maken (significant)
- (4) Luisteren naar de leerkracht tijdens een wisseling van activiteit

Tabel 1.

Omvang van de verschillen in de conditie pre- en posttest in aflopende rangorde (n=137)

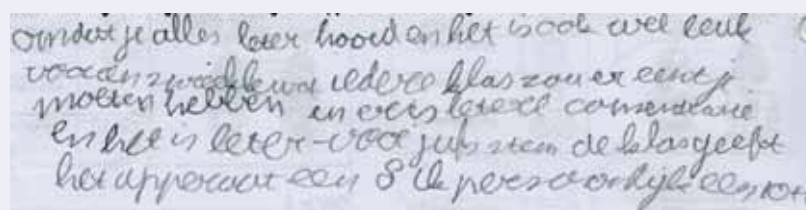
Item		verschil	verschil %
Item 4	Luisteren met lawaai vanuit de gang	1.97	40%
Item 10	Twee leerkrachten (LK) praten tegelijk	1.68	33%
Item 5*	Luisteren met rumoer andere leerlingen in de klas	1.44	25%
Item 2	LK praat tijdens wisseling activiteit	1.42	24%
Item 6	Luisteren naar antwoorden van andere leerlingen	1.16	17%
Item 3	LK praat met rug naar klas	1.10	12%
Item 1**	LK praat tegen klas (stille)	0.79	10%
Item 7*	Luisteren met geluid van digibord, beamer of andere apparatuur	0.79	10%
Item 8	LK loopt heen en weer tijdens praten	0.65	9%
Item 9	Luisteren tijdens toets	0.15	2%

** $p \leq .01$; * $p \leq .05$

Er is zowel bij de voormeting als bij de nameting een totaalscore berekend voor alle items van de *Vragenlijst naar effect van geluidsapparatuur, leerlingversie*. Er is nagegaan hoeveel factoren bijdragen aan de verbetering van die totaalscore. De factoren 'aandacht en concentratie' en 'gebruik *Soundfield* apparatuur' bleken beide een significante invloed te hebben, in tegenstelling tot 'tweetaligheid'. 'Gebruik van *Soundfield* apparatuur' heeft de meeste invloed op de verbetering van het luisteren in de klas.

Voor verschillende groepen leerlingen is het effect van de *Soundfield* apparatuur op hun luisteren beoordeeld. Leerlingen die **vooraan** in de klas zitten blijken de minste verbetering te ervaren van de versterkingsapparatuur. Leerlingen die **achteraan** zitten, leerlingen met een **zwakke concentratie en aandacht**, leerlingen met **spraaktaalproblemen** en leerlingen met **gehoor- en/of auditieve problemen** ervaren de meeste verbetering in het luisteren. Het luisteren in een rumoerige klas ver-

Afbeelding 1. Een jongen van elf jaar kan zich beter concentreren en ziet voordelen voor het stemgebruik van de leerkracht, hij schrijft:



"omdat je alles beter hoort en het is ook wel leuk voor de spreker. Iedere klas zou er een moeten hebben en veel betere concentratie en het is beter voor juf's stem. De klas geeft het apparaat een 8, ik persoonlijk een 10+++"

betert voor deze groepen met respectievelijk 41% voor de leerlingen die achteraan zitten (significant); met 45% voor de leerlingen met concentratie en aandachtproblemen; met 40% voor de leerlingen met spraak/taalproblemen en met 101% voor de kinderen met gehoor- en/of auditieve problemen (significant). **Meertalige** leerlingen ervaren 42% verbetering tijdens het luisteren met ganglawaaai (significant).

De leerkrachten

Over de omgang met de *Soundfield* apparatuur zijn de leerkrachten tevreden. Het bedieningsgemak en de geluidskwaliteit worden door 90% van de leerkrachten als goed beoordeeld. Tijdens telefonisch contact halverwege het onderzoek zijn de eerste ervaringen positief, variërend van *“Heel enthousiast, we willen het niet meer teruggeven”* tot *“We zijn er druk mee bezig en gebruiken het elke dag. We hebben er zowel positieve als negatieve ervaringen mee opgedaan. Een valkuil bleek te zijn dat je als leerkracht zo rustig kunt praten dat je daardoor wat monotoon overkomt. De leerlingen kunnen de les daardoor eerder als saai ervaren. Hier moet je als leerkracht even aan wennen”*. Eén leerkracht geeft aan dat zij moeite heeft om met de apparatuur te werken, en beoordeelt het bedieningsgemak en het omgaan met de microfoon als matig. De *Soundfield* apparatuur wordt in verschillende didactische situaties gebruikt, de leerkrachten melden dat zij de apparatuur vrijwel altijd gebruiken bij het geven van klas-sikale instructie en tijdens doceren. Tijdens onderwijsleergesprekken, groepsgesprekken en discussies wordt de apparatuur door negen leerkrachten (75%) regelmatig of vaak gebruikt. De apparatuur wordt minder gebruikt tijdens instructierondes (50%) en bij het zelfstandig werken (42%) en weinig bij individuele instructie (16%). Het werken met de apparatuur blijkt lastiger te zijn in een combinatiegroep (n=4), er wordt dan alleen mee gewerkt tijdens gezamenlijke activiteiten.

Men is unaniem van oordeel dat de aandacht van de leerlingen voor klassikale informatie verbeterd is. Negen leerkrachten (75%) geven aan dat de concentratie is verbeterd. De leerlingen zijn minder onrustig en minder snel afgeleid. De helft geeft aan dat zij de indruk heeft dat de leerlingen uitleg beter lijken te begrijpen. Leerkrachten die lesgeven in akoestisch mindere omstandigheden (54%) ervaren iets grotere verbeteringen in het luisteren van hun leerlingen dan leerkrachten die in goede omstandigheden lesgeven. Ook de groepsgrootte speelt een rol: in een klas met veertien leerlingen merkt de leerkracht weinig verschil. Op de vraag naar het effect van de apparatuur op henzelf, geven bijna alle leerkrachten aan dat zij een merkbare verbetering ervaren ten aanzien van hun eigen welbevinden: 58% is minder vermoeid aan het einde van een lesdag en 42% heeft minder klachten over zijn/haar stemgebruik.

Een leerkracht mailt *“Fantastisch. Ik gebruik mijn stem verkeerd en heb na het lesgeven altijd keelpijn en ben hees. Je raadt het al: nergens last van, omdat je heel zacht kan praten, terwijl iedereen je goed hoort”*. Elf van de dertien leerkrachten vinden dat het versterkingssysteem bijdraagt aan een ontspannen manier van lesgeven. Het gemiddelde rapportcijfer voor de *Soundfield* apparatuur is een acht.

Conclusie

In dit onderzoek werden leerlingen van reguliere basisscholen gevraagd naar hun ervaringen met betrekking tot het luisteren in hun klas. Veel kinderen blijken diverse luistersituaties in de klas moeilijk te vinden. De hele schooldag lang moeite moeten doen om te luisteren, betekent dat er energie verloren gaat die anders ten goede had kunnen komen aan het leerproces. Dit impliceert dat schoolbesturen en directies meer aandacht moeten hebben voor de akoestiek en het luisterklimaat in scholen. Een groot deel van de leerlingen blijkt met *Soundfield* apparatuur in de klas de leerkracht beter te kunnen verstaan. Dit geldt in sterkere mate voor leerlingen die achteraan zitten en voor leerlingen met concentratie-, auditieve of spraaktaalproblemen. Dit betekent dat de verbetering van de S/R verhouding door het gebruik van *Soundfield* apparatuur het luisteren voor veel kinderen zodanig vergemakkelijkt, dat zij lessen en instructies beter kunnen volgen waardoor het onderwijsaanbod voor hen toegankelijker is.

Over de auteurs

Annemiek Voor in 't holt M Ed., werkte in het lectoraat Dovenstudies aan een onderzoek naar inclusie van slechthorende kinderen. Op dit moment is zij projectleider bij de Master SEN: Auditief Gehandicapten en de Master SEN: Communicatief Gehandicapten bij het Instituut voor Gebaren, Taal & Dovenstudies van Hogeschool Utrecht. Daarnaast werkt zij als ambulant begeleider bij de Alexander Roozendaalschool (Cluster-2 ESM) in Amsterdam. Email: annemiek.voorintholt@hu.nl

Dr. Rob de Lange is als methodoloog verbonden aan het lectoraat Dovenstudies: rob.delange@hu.nl

Dr. Bepie van den Bogaerde is lector Dovenstudies en coördinator van de Master Dovenstudies/Leraar NGT bij de Hogeschool Utrecht: bepie.vandenbogaerde@hu.nl. Meer informatie vindt u op de website van het lectoraat Dovenstudies.

Een literatuurlijst is verkrijgbaar bij de redactie en te downloaden op www.simea.nl/vhz

Zie voor meer informatie het volledige eindrapport op website Lectoraat Dovenstudies www.educatie.onderzoek.hu.nl