

Samenvatting van literatuur over de gezondheidseffecten van omgevingsgeluid bij kinderen – let op: tot 2022 (wordt bijgewerkt)

Dit is een overzicht van de ons bekende onderzoeken naar de invloed van omgevingsgeluid op diverse parameters bij kinderen, met dank aan Dick Bijl, oud huisarts en epidemioloog.

Dit overzicht is opgenomen als bijlage in de zienswijze van Windwiki op de NRD [\(2022\)](#)

Onderwerpen:

1. Het optreden van een laag geboortegewicht en vroeggeboorte

Conclusie. Op basis van deels dierproefonderzoek, deels op de algemene populatie gebaseerd cohortonderzoek en ander prospectief onderzoek is er een vermoeden van een associatie tussen negatieve zwangerschapsuitkomsten, met name omgevingsgeluid en laag geboortegewicht.

2. Veranderingen in (stress)hormonen

Conclusie. Er zijn aanwijzingen uit prospectief onderzoek dat chronische blootstelling aan vliegverkeergeluid is geassocieerd met verhoogde systolische bloeddruk, verhoogde catecholamine concentraties in de urine, verminderde leerprestaties en verminderde kwaliteit van leven.

3. Invloed op de bloeddruk

Conclusie. Op basis van het literatuuronderzoek kan worden gesteld dat er sprake lijkt van een associatie tussen blootstelling aan geluid en verhoging van de systolische bloeddruk bij kinderen.

4. Gevolgen van geluidshinder voor kinderen

Conclusie. Er zijn aanwijzingen dat het percentage ernstig gehinderde kinderen op school door geluid van vliegverkeer omhooggaat van 5,1% bij 50 dB naar 12,1% bij 60%. Chronische blootstelling aan vliegverkeergeluid heeft een langdurig effect op de door kinderen ervaren hinder, wat overigens niet doorwerkt in de subjectief ervaren gezondheid.

5. Slaapstoornissen

Conclusie. Er zijn aanwijzingen dat nachtelijk geluid een schadelijk effect heeft op slaap en het functioneren van kinderen. Er is in onderzoek een significante relatie gevonden tussen geluidshinder 's nachts en slaapkwaliteit en slaperigheid overdag.

6. Kwaliteit van leven/ welzijn/ psychiatrische stoornissen

Conclusie. Er is een associatie uit prospectief onderzoek tussen chronisch vliegverkeergeluid en uiteenlopende lichamelijke en psychische stoornissen en: gestoord begrip lezen, verhoogde systolische bloeddruk, verhoogde catecholamine-concentraties in de urine, verminderde leerprestaties en verminderde kwaliteit van leven.

7. Leerprestaties

Conclusie. Chronische blootstelling aan vliegverkeergeluid is geassocieerd met geheugenstoornissen en andere cognitieve problemen.

1. Geboortegewicht en vroeggeboorte

In twee reviews van Hohmann et al. (2013)⁴¹ en Ristovska et al. (2014)⁴² zijn geen consistente relaties gevonden tussen langdurige blootstelling aan geluid en zwangerschapsuitkomsten. De geluidniveaus varieerden in de onderzoeken, maar waren minimaal 78 dB(A) en voor vliegverkeer 65 dB(A). Het onderzoek van Hohmann et al. vond een suggestie voor een relatie tussen omgevingsgeluid en laag geboortegewicht, maar geen significant bewijs.

Het systematische literatuuroverzicht van Hohmann omvat 29 onderzoeken. Daarvan waren 8 cohortonderzoeken, 4 patiëntcontrole-onderzoeken en 17 dwarsdoorsnedeonderzoeken, het merendeel van onderzoek uit een lage categorie van wetenschappelijk bewijs. De resultaten van de onderzoeken zijn als volgt:

‘Chronic noise exposure during pregnancy was not associated with birth weight, preterm birth, congenital anomalies, perinatal and neonatal death based on 6 cohort, 4 case–control, and 2 cross-sectional studies. There was some evidence supporting an association of chronic noise exposure with increased systolic blood pressure and stress hormone levels in urine and saliva in children evaluating 2 cohort and 15 cross-sectional studies.

Het onderzoek van Ristovska bevat 2 prospectieve onderzoeken, 10 patiëntcontrole-onderzoeken en 2 dwarsdoorsnede-onderzoeken. De resultaten vermelden:

We included 14 epidemiological studies related to occupational noise exposure and nine epidemiological studies related to environmental noise exposure. There was some evidence for associations between occupational noise exposure and low birthweight, preterm birth and small for gestational age, either independently or together with other occupational risk factors. Five of six epidemiologic studies, including the two largest studies, found significant associations between lower birthweight and higher noise exposure. There were few studies on other outcomes and study design issues may have led to bias in assessments in some studies.

Conclusie. Op basis van deels dierproefonderzoek, deels op de algemene populatie gebaseerd cohortonderzoek en ander prospectief onderzoek is er een vermoeden van een associatie tussen negatieve zwangerschapsuitkomsten, waaronder met name omgevingsgeluid en laag geboortegewicht.

2. Hormonale reacties

Een longitudinaal onderzoek van **Evans et al.** (1995, 1998)^{38, 39} laat zien dat adrenaline en noradrenaline niveaus van kinderen omhooggaan bij blootstelling aan geluid van vliegverkeer boven 68 dB(A). Echter, het onderzoek van Evans et al. (1995, 1998) en het onderzoek van Haines et al. (2001)⁴³ tonen geen consistente relatie tussen geluid van vliegverkeer en urinecortisol aan.

Het onderzoek van **Haines**⁴⁹ is een vergelijkend onderzoek bij 340 leerlingen (en ouders en leerkrachten) uit een gebied met een hoog geluidsniveau en een met laag niveau. Er werden diverse psychologische parameters (bv. depressie, angst) onderzocht, begrijpend lezen, annoyance, geheugen, en ook de concentratie van cortisol in de urine. De metingen werden verricht op 3 dagen met elk een week ertussen. De onderzoekers stellen het volgende:

“Chronic aircraft noise exposure was associated with higher levels of noise annoyance and poorer reading comprehension measured by standardized scales with adjustments for age, deprivation and main language spoken. Chronic aircraft noise was not associated with mental health problems and raised cortisol secretion. The association between aircraft noise exposure and reading comprehension could not be accounted for by the mediating role of annoyance, confounding by social class, deprivation, main language, or acute noise exposure.”

De onderzoekers concluderen: These results suggest that chronic aircraft noise exposure is associated with impaired reading comprehension and high levels of noise annoyance but not mental health problems in children.

De onderzoekers sluiten de discussieparagraaf af met het volgende:

However, the results are consistent with previous research (Cohen et al. 1980, 1981, 1986; Evans & Lepore, 1993; Evans et al. 1995; Evans & Maxwell, 1997). As environmental noise exposure is ubiquitous and increasing, the effects of noise on children’s education may affect increasing numbers of children in the general population. This is potentially an important health and education problem.

De onderzoekers stellen een associatie vast tussen chronisch vliegverkeergeluid en gestoord begrijpend lezen. Aangezien de blootstelling aan omgevingsgeluid zal toenemen, zullen meer kinderen hieraan worden blootgesteld en zal dit mogelijk een belangrijk gezondheids- en onderwijsprobleem vormen.

Het prospectieve (metingen op 2 dagen) onderzoek van **Evans** (1995)ⁱ werd verricht gedurende 2 dagen bij 135 basisschoolkinderen, zowel uit een gebied met veel geluid als een met weinig geluid. De resultaten toonden dat blootstelling aan sterk vliegverkeergeluid leidt tot neuro- endocriene (verhoogde concentraties van de catecholaminen adrenaline en noradrenaline, niet van cortisol)) en cardiovasculaire parameters (verhoogde rustwaarde systolische bloeddruk), slechter lange termijngeheugen, fouten in standaard leestesten en een verminderde kwaliteit van leven.

Ik concludeer dat (langdurige) blootstelling aan vliegverkeergeluid bij schoolkinderen is geassocieerd met uiteenlopende somatische en psychologische effecten, zoals verhoogde systolische bloeddruk, verhoogde catecholamine-concentraties, slechtere leer school- en leerprestaties en kwaliteit van leven.

In een ander prospectief onderzoek van **Evans** (1998)ⁱⁱ werden 217 kinderen gedurende 2 jaar gevolgd voor en na de ingebruikname van een internationaal vliegveld in München. Er werden psychologische en laboratorium- en lichamelijke onderzoeken verricht. De resultaten toonden dat de systolische bloeddruk statistisch significant was verhoogd in vergelijking met de uitgangswaarden. De catecholamine-concentraties waren eveneens statistisch significant verhoogd, een aanwijzing voor (psychologische) stress. Kinderen rapporteerden een verminderde kwaliteit van leven.

Conclusie. Er zijn aanwijzingen uit prospectief onderzoek dat chronische blootstelling aan vliegverkeergeluid is geassocieerd met verhoogde systolische bloeddruk, verhoogde catecholamine concentraties in de urine, verminderde leerprestaties en verminderde kwaliteit van leven.

3. Bloeddruk

Een review van Paunovic et al.⁴⁴ uit 2011 vond een kleine verhoging van de bloeddruk bij kinderen bij toenemend geluid van vliegverkeer. Het geluid van wegverkeer had een sterkere relatie met verhoging van de systolische bloeddrukwaardes. De gehanteerde methodologie voor de onderzoeken uit de review was verschillend. Er is niet direct op te maken wat de geluidniveaus in de onderliggende onderzoeken waren.

Het literatuuronderzoek onderzoek van **Paunovic** (2011) stelt het volgende:

Objective: The goal of this review was to investigate methodological differences in studies on the effects of aircraft or road-traffic noise on blood pressure (BP) of urban children, emphasizing the similarities and differences in blood pressure measurements.

Methods: A literature search has identified eight peer-reviewed studies, four conference proceedings and one PhD thesis on the effects of aircraft or road-traffic noise on children's blood pressure published in English in the last 30 years. Most of the studies were cross-sectional, and four studies were longitudinal, with follow-up period from one to three years. The studies were analyzed according to the following methodological issues: study design, children's characteristics, noise exposure assessment and blood pressure measurements. The effects of noise on systolic and diastolic pressure were presented in detail.

Results: Studies on aircraft noise had more uniform methodology, indicating a slight tendency towards a positive relationship between aircraft noise exposure and BP in children. The studies on road-traffic noise were methodologically diverse, but compared to aircraft noise studies they showed a more uniform trend in the direction of a positive relationship with systolic BP. The time, place and number of BP measurements, as well as the devices and cuff sizes varied among the studies. Children's age, gender, body composition and ethnicity, and socio-economic status remain the greatest source of diversity in BP values.

Conclusions: The reviewed studies were methodologically diverse concerning noise exposure assessment, BP measurement, study design and control for confounders. In spite of this, they indicate a tendency toward positive association between noise exposure and children's blood pressure. We

recommended strategies that might help researchers adopt similar procedures when measuring BP in future field studies.

Conclusie. Op basis van het literatuuronderzoek kan worden gesteld dat er sprake lijkt van een associatie tussen blootstelling aan geluid en verhoging van de systolische bloeddruk bij kinderen.

4. Gevolgen geluidshinder

Uit een onderzoek van Kempen et al. (2009)ⁱⁱⁱ blijkt dat het percentage ernstig gehinderde kinderen op school door geluid van vliegverkeer omhooggaat van 5,1% bij 50 dB naar 21,1 % bij 60 dB. In hetzelfde onderzoek is een lineair verband gevonden tussen geluid door wegverkeer en hinder reacties. Over het algemeen, bij geluidniveaus boven 55 dB, waren kinderen minder gehinderd dan hun ouders. De relaties zijn ook aangetoond in het longitudinaal onderzoek van Seabi ⁴⁵ (2013).

Het onderzoek van **van Kempen** (2009)⁴⁰ is een secundaire analyse van een dwarsdoorsnede-onderzoek. Since annoyance reactions of children to environmental noise have rarely been investigated, no source specific exposure-response relations are available. The aim of this paper is to investigate children's reactions to aircraft and road traffic noise and to derive exposure-response relations. To this end, children's annoyance reactions to aircraft and road traffic noise in both the home and the school setting were investigated using the data gathered in a cross-sectional multicenter study, carried out among 2844 children aged 9 – 11 years attending 89 primary schools around three European airports. An exposure-response relation was demonstrated between exposure to aircraft noise at school LAeq,7–23 h and severe annoyance in children: after adjustment for confounders, the percentage severely annoyed children was predicted to increase from about 5.1% at 50 dB to about 12.1% at 60 dB. The findings were consistent across the three samples. Aircraft noise at home LAeq,7–23 h demonstrated a similar relation with severe annoyance. Children attending schools with higher road traffic noise LAeq,7–23 h were more annoyed. Although children were less annoyed at levels above 55 dB, the shapes of the exposure-response relations found among children were comparable to those found in their parents.

Het onderzoek van **Seabi (2013)** ^{iv} is een prospectief cohortonderzoek bij Zuid-Afrikaanse kinderen. The purpose of this study was to investigate health and annoyance reactions to change in chronic exposure to aircraft noise on a sample of South African children. It was the intention of this study to examine if effects of noise on health and annoyance can be demonstrated. If so, whether such effects persist over time, or whether such effects are reversible after the cessation of exposure to noise. A cohort of 732 children with a mean age of 11.1 (range = 8–14) participated at baseline measurements in Wave 1 (2009), and 649 (mean age = 12.3; range = 9–15) and 174 (mean age = 13.3; range = 10–16) children were reassessed in Wave 2 (2010) and Wave 3 (2011) after the relocation of the airport, respectively. The findings revealed that the children who were exposed to chronic aircraft noise continued to experience significantly higher annoyance than their counterparts in all the waves at school, and only in Wave 1 and Wave 2 at home. Aircraft noise exposure did not have adverse effects on the children's self-reported health outcomes. Taken together, these findings suggest that chronic exposure to aircraft noise may have a lasting impact on children's annoyance, but not on their subjective health rating. This is one of the first longitudinal studies of this nature in the African continent to make use of an opportunity resulting from the relocation of airport.

Conclusie. Het onderzoek van Van Kempen et al. is een lage categorie van wetenschappelijk bewijs, namelijk een secundaire analyse van een dwarsdoorsnede-onderzoek. De onderzoekers vonden aanwijzingen dat het percentage ernstig gehinderde kinderen op school door geluid van vliegverkeer omhooggaat van 5,1% bij 50 dB naar 12,1% bij 60%.

De conclusie van het prospectieve cohortonderzoek van Seabi et al. is verontrustend. Chronische blootstelling aan vliegverkeergeluid heeft een langdurig effect op de door kinderen ervaren hinder, wat overigens niet doorwerkt in de subjectief ervaren gezondheid.

5. Slaapstoornissen

Er is beperkt onderzoek gedaan naar de effecten van omgevingsgeluid op slaapstoornis van kinderen. Wel blijkt uit onderzoek van **Pirrer** et al. (2010)⁴⁷ en de WHO (2009) dat kinderen een kwetsbare groep zijn als het gaat om de gevolgen van slaapstoornissen. Öhrström et al. (2006)⁴⁸ vonden een relatie tussen geluid door wegverkeer in de nacht en 'slaapkwaliteit' en slaperigheid overdag.

Het onderzoek van Pirrer is een niet-systematisch literatuuronderzoek naar de effecten van nachtelijk verkeersgeluid op slaap en gezondheid. Gesteld wordt dat:

“Research on the impact of nocturnal road traffic noise on sleep and the consequences on daytime functioning demonstrates detrimental effects that cannot be ignored. The physiological reactions due to continuing noise processing during nighttime lead to primary sleep disturbances, which in turn impair daytime functioning. This review focuses on noise processing in general and in relation to sleep, as well as methodological aspects in the study of noise and sleep. More specifically, the choice of research setting and noise assessment procedure is discussed, and the concept of sleep quality is elaborated. In assessing sleep disturbances, we differentiate between objectively measured and subjectively reported complaints, which demonstrates the need for further understanding of the impact of noise on several sleep variables. Hereby, mediating factors such as noise sensitivity appear to play an important role. Research on long term effects of noise intrusion on sleep up till now has mainly focused on cardiovascular outcomes. The domain might benefit from additional longitudinal studies on deleterious effects of noise on mental health and general well-being.

Its public health importance lies in the protection of vulnerable groups such as children, the elderly and the chronically ill, but also in the fact that the number of people being exposed to nocturnal and daytime noise is still growing

Finally, specific target groups such as children, the elderly and ill persons are vulnerable and need specific attention. Shift- and night workers also form a risk group, as their working schedule implies sleeping at unusual times, mostly in periods when road traffic noise is at its maximum.”

Deze onderzoekers stellen dus, dat het effect van nachtelijk verkeersgeluid op slaap en het functioneren overdag schadelijk zijn en niet genegeerd kunnen worden. Met name is prospectief onderzoek nodig naar de schadelijke effecten van geluid op de geestelijke gezondheid en algemeen welzijn

Het onderzoek van **Öhrstrom (2006)** is een gecombineerd onderzoek met vragenlijsten, slaapregistratie en actigrafie naar de effecten van verkeersgeluid bij kinderen en hun ouders.

Socio-acoustic studies were conducted in residential areas in Sweden exposed to different levels of road traffic noise. The objectives were to evaluate exposure–effect relationships between road traffic noise and sleep quality and to compare sleep assessed by sleep logs and wrist-actigraphy for children and parents. The main study involved interviews with 160 children (9–12 years old) and 160 parents. For children a significant exposure–effect relationship was found between road traffic noise and sleep quality as well as problems with daytime sleepiness. Results from the in-depth study showed that children had better perceived sleep quality and fewer awakenings than parents, although sleep assessed by wrist-actigraphy indicated a better sleep for parents.

Conclusie. Er zijn aanwijzingen dat nachtelijk geluid een schadelijk effect heeft op slaap en het functioneren van kinderen. Er is in onderzoek een significante relatie gevonden tussen geluidshinder 's nachts en slaapkwaliteit en slaperigheid overdag.

6. Kwaliteit van leven/ welzijn/ psychiatrische stoornissen

Het longitudinale onderzoek van Evans et al. (1995, 1998)^{38 39} suggereert dat geluid van vliegverkeer de mentale gezondheid van kinderen niet beïnvloedt, maar er mogelijk wel een relatie is tussen geluid van weg-

en vliegverkeer en het zelf gerapporteerde gevoel van welzijn van kinderen. Ook andere onderzoeken van Haines et al. (2001)⁴⁹ en Stansfeld et al. (2005)⁵⁰ bevestigen dit beeld.

Haines stelt een associatie vast tussen chronisch vliegverkeergeluid en gestoord begrijpend lezen. **Evans** stelt dat er aanwijzingen zijn dat chronische blootstelling aan vliegverkeergeluid is geassocieerd met verhoogde systolische bloeddruk, verhoogde catecholamine concentraties in de urine, verminderde leerprestaties en verminderde kwaliteit van leven. Beide onderzoeken zijn prospectief van opzet.

Stansfeld et al. verrichten een dwarsdoorsnede-onderzoek met 2844 kinderen van 9-10 jaar oud in Nederland, Spanje en het Verenigd Koninkrijk, die nabij vliegvelden woonden

Zij vonden: linear exposure-effect associations between exposure to chronic aircraft noise and impairment of reading comprehension ($p=0.0097$) and recognition memory ($p=0.0141$), and a non-linear association with annoyance ($p<0.0001$) maintained after adjustment for mother's education, socioeconomic status, longstanding illness, and extent of classroom insulation against noise. Exposure to road traffic noise was linearly associated with increases in episodic memory (conceptual recall: $p=0.0066$; information recall: $p=0.0489$), but also with annoyance ($p=0.0047$). Neither aircraft noise nor traffic noise affected sustained attention, self-reported health, or overall mental health.

De onderzoekers concluderen dat: Our findings indicate that a chronic environmental stressor—aircraft noise—could impair cognitive development in children, specifically reading comprehension. Schools exposed to high levels of aircraft noise are not healthy educational environments.

Conclusie. Er is een associatie uit prospectief onderzoek tussen chronisch vliegverkeergeluid en uiteenlopende lichamelijke en psychische stoornissen en: gestoord begrijpend lezen, verhoogde systolische bloeddruk, verhoogde catecholamine-concentraties in de urine, verminderde leerprestaties en verminderde kwaliteit van leven.

7. Leerprestaties

Evans & Hygge laten in hun review zien dat er ruim 20 onderzoeken zijn waarin het negatieve effect van omgevingsgeluid op leerprestaties van kinderen is aangetoond. Verschillende onderzoeken, zoals Haines et al. (2001) en Cohen et al. (1981), laten zien dat kinderen die langdurig worden blootgesteld aan geluid van weg- en vliegverkeer slechtere leerprestaties hebben op het gebied van begrijpend lezen en geheugenprestaties dan kinderen die hier niet aan blootgesteld worden. Het onderzoek van Lercher et al. (2002)⁵¹ stelde een relatie vast tussen kinderen die worden blootgesteld aan geluidsniveaus hoger dan 60 dB(A) (van spoor- en wegverkeer) en een slechter geheugen, maar niet met aandachtsproblemen. Volgens Evans & Lepore (1993)⁵² beïnvloedt omgevingsgeluid de volgende taken het meeste: verwerken van informatie en taalbegrip, zoals lezen, problemen oplossen en geheugenprestaties.

Het onderzoek van **Evans en Hygge** (2007) is een hoofdstuk in een boek en het is niet duidelijk of er sprake is geweest van peer review.

Haines stelt, zoals hierboven besproken, een associatie vast tussen chronisch vliegverkeergeluid en gestoord begrijpend lezen.

Evans & Lepore deden een prospectief en dwarsdoorsnede-onderzoek naar de effecten van vliegverkeergeluid op basisschoolleerlingen. Onderzocht werden de effecten van geluid op: aandacht strategieën, aangeleerde hulpeloosheid, prestaties bij cognitieve taken en bloeddruk. Over het algemeen was er enig bewijs voor aanpassing aan lawaai gedurende de periode van 1 jaar. Geluidsreductie had kleine positieve effecten op cognitieve prestaties, het vermogen van kinderen om hun leraren te horen en schoolprestaties.

Lercher (2003) onderzocht bij 123 basisschoolleerlingen cognitieve effecten van chronisch geluid. Chronic noise exposure was significantly related to both intentional and incidental memory. Recognition memory was also worse for the chronically noise-exposed children. No effects of chronic noise exposure were seen on visual search performance. These noise effects occur at lower, more typical noise levels as found in residential areas in Europe and North America in contrast to prior noise and cognition effects around airports and other loud noise sources.

Conclusie: Chronische blootstelling aan vliegverkeergeluid is geassocieerd met geheugenstoornissen en andere cognitieve problemen.

Windwiki, bijlage uit de zienswijze op de NRD (2022)
September 2026

ⁱ Evans, GW. et al. Chronic noise and psychological stress. 1995. *Psychological Science* 6, 333–338.

ⁱⁱ Evans, GW. et al. Chronic noise exposure and physiological response: a prospective study of children living under environmental stress. 1998. *Psychological Science* 9, 75–77.

ⁱⁱⁱ Kempen, van E. et al. Children's annoyance reactions to aircraft and road traffic noise. *The Journal of the Acoustical Society of America* 125, 895 (2009); <https://doi.org/10.1121/1.3058635>

⁴¹ Hohmann, C et al. Health effects of chronic noise exposure in pregnancy and childhood: A systematic review initiated by ENRIECO. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2012.06.001>

⁴² Ristovska, G. et al. Reproductive Outcomes Associated with Noise Exposure — A Systematic Review of the Literature. 2014. <https://doi.org/10.3390/ijerph110807931>

⁴³ Haines, MM et al. Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children. 2001. doi: 10.1017/S0033291701003282

⁴⁴ Paunovic, K. Epidemiological studies on noise and blood pressure in children: Observations and suggestions. 2011. doi: 10.1016/j.envint.2011.03.017

⁴⁵ Seabi, J. An Epidemiological Prospective Study of Children's Health and Annoyance Reactions to Aircraft Noise Exposure in South Africa. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2013, 10(7), 2760–2777; <https://doi.org/10.3390/ijerph10072760>

⁴⁶ Davy, JL. Et al. A Review of the Potential Impacts of Wind Turbine Noise in the Australian Context. 2020. *Acoustics Australia* (2020) 48:181–197 <https://doi.org/10.1007/s40857-020-00192-4>

⁴⁷ Pirrera, S et al. Nocturnal road traffic noise: A review on its assessment and consequences on sleep and health. *Environment International*, Volume 36, Issue 5, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2010.03.007>

⁴⁸ Öhrström, E. et al. Effects of road traffic noise on sleep: Studies on children and adults. 2006. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2006.06.004>

⁴⁹ Haines, MM. Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children. 2001. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0033291701003282>

⁵⁰ Stansfeld, SA. et al. Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study. 2005. *The Lancet*, [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)66660-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)66660-3)

⁵¹ Lercher, P. Ambient neighbourhood noise and children's mental health. 2002. *Occup Environ Med.* 2002 Jun;59(6):380–6. doi: 10.1136/oem.59.6.380.

⁵² Evans GW. et al. Nonauditory effects of noise on children: A critical review. 1993. *Children's Environments*, pp. 31–51 (21 pages)