

DE INVLOED VAN LUCHTKWALITEIT, GELUID EN GROEN IN DE OMGEVING OP DE ONTWIKKELING VAN KINDEREN VAN 0 TOT 4 JAAR

*EEN VERKENNEND ONDERZOEK MET GEBRUIK VAN DATA VAN CONSULTATIEBUREAUS
UIT GGD REGIO GELDERLAND-MIDDEN*



Academische Werkplaats
MILIEU EN GEZONDHEID



Gelderland-Midden

www.vggm.nl

Juli 2021

Jennie Odink¹, Moniek Zuurbier¹, Luuk van Wel², Paula van Dommelen², Debbie Heinen¹, Magdalena van den Berg¹, Eelco Kuijpers², Gerard Hoek³

¹GGD Gelderland-Midden

²TNO

³Universiteit Utrecht/IRAS

Met dank aan:

Anjoeka Pronk en Paul Verkerk, TNO

Janine Bezem, GGD Gelderland-Midden

Dit project is financieel mogelijk gemaakt door de Academische Werkplaats Milieu en Gezondheid

INHOUD

SAMENVATTING	4
1 INLEIDING	5
1.1 Luchtkwaliteit en ontwikkeling van kinderen	5
1.2 Geluidbelasting en ontwikkeling van kinderen	6
1.3 Groene omgeving en ontwikkeling van kinderen	6
1.4 Doel van het onderzoek en gebruikte data	6
1.5 Opzet van het rapport	7
2 METHODEN	8
2.1 Data consultatiebureau	8
2.2 Omgevingsfactoren	11
2.3 Achtergrondkenmerken	12
2.4 Statistische analyses	12
3 RESULTATEN	14
3.1 Beschrijving onderzoekspopulatie	14
3.2 Correlaties en selectie van omgevingsfactoren	14
3.3 Correlaties en selectie van omgevingsfactoren	14
3.4 Model 1 en 2: Analyse per omgevingsfactor	17
3.5 Model 3: volledig model (meervoudige blootstelling)	17
4 DISCUSSIE	19
4.1 Belangrijkste bevindingen	19
4.2 Sterke en zwakke punten van het onderzoek	20
4.3 Aanbevelingen	21
5 LITERATUUR	22
BIJLAGEN	25

SAMENVATTING

Luchtverontreiniging, geluid en groen zijn belangrijke omgevingsfactoren vanwege hun invloed op gezondheid en welbevinden van inwoners. Kinderen zijn veelal gevoeliger voor blootstellingen in de leefomgeving dan de algemene bevolking, met name doordat ze nog volop groeien en zich ontwikkelen.

We hebben een epidemiologisch onderzoek uitgevoerd naar de relatie tussen de omgevingsfactoren luchtkwaliteit, geluid en de hoeveelheid groen in de omgeving en ontwikkeling van jonge kinderen (0-4 jaar) in de regio GGD Gelderland-Midden. Het onderzoek geeft een eerste verkenning van mogelijke verbanden tussen omgevingsfactoren en ontwikkeling van jonge kinderen. Daarnaast geeft het onderzoek inzicht in de bruikbaarheid van data van consultatiebureaus voor eventueel grootschaliger onderzoek naar de invloed van omgevingsfactoren op de ontwikkeling.

In deze studie zijn gegevens gebruikt van het Van Wiechenonderzoek, dat standaard wordt uitgevoerd door consultatiebureaus. Deze gegevens zijn geaggregeerd tot een genormaliseerde D-score (DAZ-score). Naast de gegevens uit het Van Wiechenonderzoek, zijn gegevens over leeftijd en geslacht van de kinderen en over opleiding en etniciteit van de ouders in het onderzoek meegenomen. Gegevens over het mediaan gestandaardiseerd huishoudinkomen van de buurt waarin de kinderen wonen, zijn afkomstig van CBS. Gegevens over luchtkwaliteit, groen en geluid op het woonadres van de kinderen zijn afkomstig uit het Nationaal Georegister.

In het onderzoek zijn 29.524 kinderen meegenomen met in totaal 43.916 bezoeken aan het consultatiebureau. We vonden een consistente positieve associatie tussen de hoeveelheid groen in de omgeving (binnen 500 meter) en de DAZ-score van jonge kinderen. Deze associatie was na correctie voor andere omgevingsfactoren en persoonlijke en sociaal-economische factoren echter alleen statistisch significant op leeftijd 2 jaar. Dit is in lijn met de verwachting dat groen een mogelijk positief effect heeft op de ontwikkeling. Er werden geen aanwijzingen gevonden voor een effect van luchtverontreiniging of wegverkeersgeluid op de ontwikkeling van kinderen.

Het Van Wiechenonderzoek is een gestandaardiseerde manier voor het screenen van de ontwikkeling van kinderen, bedoeld om vroegtijdig globale ontwikkelingsachterstanden op te sporen. Er is geen informatie beschikbaar over de reproduceerbaarheid van de data en of het instrument, naast screeningsinstrument, ook geschikt is voor epidemiologisch onderzoek. We adviseren daarom om nader onderzoek te doen naar de toepasbaarheid van het Van Wiechenonderzoek/de DAZ-score voor het doen van epidemiologisch onderzoek. Standaard registratie van een aantal aanvullende mogelijk versturende variabelen door consultatiebureaus kan verder onderzoek naar de ontwikkeling van jonge kinderen ten goede komen.

1 INLEIDING

In steden zijn luchtverontreiniging, geluid en groen belangrijke omgevingsfactoren, vanwege hun invloed op gezondheid en welbevinden van inwoners. Kinderen zijn veelal gevoeliger voor blootstellingen in de leefomgeving dan de algemene bevolking, met name doordat ze nog volop groeien en zich ontwikkelen. Ze krijgen bijvoorbeeld vaker gezondheidsklachten door luchtverontreiniging, bij lagere blootstellingen. Onderzoek laat zien dat er significante gezondheidsvoordelen behaald kunnen worden door omgevingsblootstellingen te verminderen (Prüss-Ustün et al., 2017). Over de effecten van omgevingsfactoren op de ontwikkeling van jonge kinderen (baby's en peuters) is nog weinig bekend. Studies naar de invloed van deze factoren op de ontwikkeling richten zich meestal op oudere, schoolgaande kinderen. In dit rapport zijn de resultaten weergegeven van een verkennend onderzoek naar de invloed van de omgevingsfactoren luchtkwaliteit, geluid en groen op de ontwikkeling van kinderen van 0 tot 4 jaar. Het gaat daarbij om ontwikkeling in brede zin, zowel cognitief, motorisch als sociaal-emotioneel. De omgevingsfactoren luchtkwaliteit, geluid en groen worden in dit onderzoek samen onderzocht, omdat ze ruimtelijk gecorreleerd zijn. Zo leidt een toename van wegverkeer tot meer luchtverontreiniging en geluidblootstelling (Fecht et al., 2016), terwijl meer groen geassocieerd is met minder luchtverontreiniging en geluid van wegverkeer (Hystad et al., 2014).

Het onderzoek is uitgevoerd door TNO samen met de afdeling Jeugdgezondheidszorg en team Milieu en Gezondheid van GGD Gelderland-Midden en Universiteit Utrecht, IRAS. Het onderzoek is mede gefinancierd door de Academische Werkplaats Milieu en Gezondheid. Er is ook een wetenschappelijk artikel geschreven naar aanleiding van dit onderzoek (Van Wel et al., 2021).

1.1 Luchtkwaliteit en ontwikkeling van kinderen

Er is veel bekend over nadelige gezondheidseffecten van luchtverontreiniging op het ontstaan en verergeren van aandoeningen van luchtwegen en longen en van hart- en vaatziekten (Gezondheidsraad, 2018). Er komen daarnaast steeds meer aanwijzingen dat blootstelling aan luchtverontreiniging negatieve effecten heeft op de ontwikkeling van de hersenen van kinderen. Deze effecten treden mogelijk al op heel jonge leeftijd op, zelfs al in de baarmoeder. De World Health Organization (WHO) geeft aan dat er sterke aanwijzingen zijn dat blootstelling aan luchtverontreiniging de geestelijke en motorische ontwikkeling van kinderen negatief kan beïnvloeden (WHO 2018a). Zo zijn er bij kinderen verbanden gevonden tussen blootstelling aan luchtverontreiniging en onder meer autisme, ADHD en verminderd cognitief functioneren. Neurologische effecten kunnen ontstaan door zowel prenatale als postnatale blootstelling aan luchtverontreiniging. Een systematische review uit 2016 suggereert een verband tussen verkeersgerelateerde luchtverontreiniging (in utero en als kind) en de hersenontwikkeling van kinderen (Clifford et al., 2016). In de Nederlandse cohortstudie Generation R is aangetoond dat kinderen die in de baarmoeder zijn blootgesteld aan luchtverontreiniging in de basisschoolleeftijd een dunnere hersenschors hebben en een verminderde impulscontrole (Guxens et al., 2018).

1.2 Geluidbelasting en ontwikkeling van kinderen

Omgevingsgeluid kan bij volwassenen leiden tot onder andere geluidhinder, slaapverstoring en effecten op het hartvaatstelsel (WHO, 2018b). De meeste studies naar effecten bij kinderen zijn gericht op kinderen in de basisschoolleeftijd, tussen ongeveer 8 en 12 jaar oud (Clark & Paunovic, 2018). Er zijn aanwijzingen dat langdurige blootstelling aan verkeersgeluid de cognitieve ontwikkeling en leerprestaties van kinderen (o.a. begrijpend lezen, aandacht, langetermijngeheugen, probleemoplossend vermogen) negatief kan beïnvloeden. Vooral bij vliegtuiggeluid is deze relatie gevonden (Clark & Paunovic, 2018; Van Kempen et al., 2005). Voor wegverkeersgeluid zijn er enkele studies die een negatieve invloed vonden op 'school readiness' en gedragsproblemen, maar dit is nog onvoldoende onderzocht (Makles & Schneider, 2016; Hjortebjerg et al., 2016). Een systematische review voor de WHO Environmental Noise Guidelines over omgevingsgeluid en cognitie bij kinderen, stelt dat meer onderzoek nodig is naar dit onderwerp (Clark & Paunovic, 2018).

1.3 Groene omgeving en ontwikkeling van kinderen

In tegenstelling tot luchtverontreiniging en geluid, heeft een groene omgeving mogelijk een positief effect op de gezondheid en ontwikkeling. Zo zijn er verbanden gevonden tussen de hoeveelheid groen in de omgeving en een betere cognitieve ontwikkeling. Onderzoek bij Spaanse basisschoolkinderen liet zien dat kinderen die opgroeien in de meest groene omgevingen beter scoorden in geheugentests vergeleken met kinderen die opgroeiden in de minst groene omgevingen (Dadvand et al., 2015). Een recente systematische review liet zien dat blootstelling aan groen een positief effect heeft op emotionele en gedragsmatige problemen in kinderen (in het bijzonder op gebied van hyperactiviteit en onoplettendheid). Voor een positief effect op mentaal welbevinden van kinderen zijn ook aanwijzingen, maar is het bewijs beperkter (Vanaken en Danckaerts, 2018). Er zijn aanwijzingen dat de hoeveelheid groen in de woonomgeving via het bieden van meer, aantrekkelijkere en/of gevarieerdere speelmogelijkheden bijdraagt aan meer lichaamsbeweging in de vorm van buitenspelen door schoolkinderen (De Vries et al., 2008). Via die weg zou een groenere woonomgeving ook kunnen bijdragen aan de motorische en sociale ontwikkeling van kinderen.

1.4 Doel van het onderzoek en gebruikte data

In dit rapport zijn de resultaten beschreven van een epidemiologisch onderzoek naar de relatie tussen de omgevingsfactoren luchtkwaliteit, geluid en de hoeveelheid groen in de omgeving en ontwikkeling van jonge kinderen (0-4 jaar) in de regio GGD Gelderland-Midden (bijlage 4). Het onderzoek heeft vooral een verkennend karakter.

Eerder onderzoek naar de invloed van omgevingsfactoren op de ontwikkeling van kinderen richtte zich vooral op kinderen vanaf de basisschoolleeftijd. Onderzoek naar effecten van luchtverontreiniging laat zien dat het om kleine veranderingen in de hersenen gaat (Guxens et al., 2018). Om de relatie tussen omgevingsfactoren en de ontwikkeling van kinderen te onderzoeken, zijn zorgvuldig verzamelde gegevens nodig over de ontwikkeling van een groot aantal kinderen, bij voorkeur op meerdere tijdstipmomenten. In dit onderzoek wordt gebruik gemaakt van data van consultatiebureaus over de ontwikkeling van kinderen. Er is voor zover bij ons bekend nog niet eerder epidemiologisch onderzoek gedaan met dit type data van consultatiebureaus.

In Nederland gebruiken de consultatiebureaus het Van Wiechenonderzoek (VWO) om de ontwikkeling van kinderen te volgen. Dit betreft de ontwikkeling in brede zin, dat wil zeggen de cognitieve, motorische, communicatieve en sociaal-emotionele ontwikkeling. Consultatiebureaus zien vrijwel ieder kind in de periode van 0 tot 4 jaar (>95% van de kinderen; data GGD Gelderland-Midden). Het VWO levert daarmee een unieke verzameling van gegevens over de ontwikkeling van jonge kinderen. TNO heeft een zogenoemde 'developmental score' (D-score) ontwikkeld, die met

behulp van een algoritme een samenvatting geeft van de 75 punten waarop het kind met het VWO beoordeeld wordt. Met de D-score wordt de ontwikkeling van een kind op een gemeenschappelijke schaal uitgedrukt, onafhankelijk van de normpopulatie, waardoor vergelijking mogelijk wordt. Het is een gevalideerd instrument voor het beoordelen van de ontwikkeling in brede zin en het detecteren van globale ontwikkelingsachterstanden bij kinderen (Jacobusse et al., 2008; Weber et al., 2019). Naast een eerste verkenning van mogelijke verbanden tussen de omgevingsfactoren en ontwikkeling van jonge kinderen, geeft het onderzoek inzicht in de bruikbaarheid van data van consultatiebureaus voor eventueel grootschaliger onderzoek naar de invloed van omgevingsfactoren op de ontwikkeling van jonge kinderen met consultatiebureaudata van andere regio's.

1.5 Opzet van het rapport

Hoofdstuk 2 beschrijft de onderzoeksmethoden, inclusief de manier waarop de data zijn verzameld en geanalyseerd. In hoofdstuk 3 volgen de resultaten en in hoofdstuk 4 de discussie en aanbevelingen.

2 METHODEN

Dit hoofdstuk beschrijft de wijze van verzamelen van de gegevens voor het onderzoek. Het gaat verder in op het Van Wiechenonderzoek (VWO) waarmee op consultatiebureaus de ontwikkeling van kinderen wordt gevolgd, en op de methode van berekening van de D-score. Ook wordt de gegevensverzameling van de omgevingsfactoren en achtergrondkenmerken van de onderzoekspopulatie beschreven en tot slot de statistische analyses.

2.1 Data consultatiebureau

Contactmomenten consultatiebureau en Van Wiechenonderzoek

Alle kinderen van nul tot vier jaar in regio Gelderland-Midden krijgen vijftien reguliere contactmomenten aangeboden door de Jeugdgezondheidszorg (JGZ). Er zijn in de eerste vier jaar 13 contactmomenten op het consultatiebureau waarin het VWO wordt uitgevoerd. Daarnaast zijn er 2 huisbezoeken (het 2-weken huisbezoek en de neonatale screening) waarin geen VWO wordt gedaan. De reguliere contactmomenten worden aangeboden aan alle kinderen. Als het goed gaat met het kind en gezin, kan besloten worden om van het standaardschema af te wijken. In overleg tussen ouder en jeugdarts/verpleegkundige kan dan besloten worden om een contactmoment in een andere vorm, bijvoorbeeld telefonisch, aan te bieden of een contactmoment te laten vervallen. Hierdoor ontstaat ruimte voor extra contactmomenten voor kinderen die dat nodig hebben. Een deel van de kinderen krijgt een extra contactmoment op verzoek van bijvoorbeeld ouders zelf, de JGZ, de huisarts, kinderarts of andere ketenpartners, zoals kinderopvang. Een kleine groep kinderen maakt geen gebruik van de aangeboden contactmomenten of komt alleen voor het Rijksvaccinatieprogramma. De JGZ bereikt minimaal 95% van de kinderen onder de vier jaar. Het bereik is gedefinieerd als het percentage jeugdigen dat het voorliggende jaar minimaal 1 keer gebruik heeft gemaakt van de aangeboden zorg van de JGZ organisatie. Dat kan een consult op het consultatiebureau zijn, maar ook bijvoorbeeld een huisbezoek, een telefonisch contact of een e-mailcontact.

Tijdens de bezoeken aan het consultatiebureau voert de jeugdarts of jeugdverpleegkundige op verschillende onderzoeksleeftijden het VWO uit om de ontwikkeling van jonge kinderen te volgen en ontwikkelingsproblemen en -stoornissen vroegtijdig op te sporen. Het VWO wordt gebruikt door alle consultatiebureaus in Nederland om de ontwikkeling van kinderen op verschillende onderzoeksleeftijden te volgen. Wel kan de leeftijd waarop kinderen gezien worden per JGZ-organisatie verschillen. Het VWO bestaat uit de beoordeling van 75 ontwikkelingskenmerken verdeeld over de volgende drie domeinen:

1. fijne motoriek, adaptatie, persoonlijkheid en sociaal gedrag;
2. communicatie;
3. grove motoriek.

De jeugdarts of jeugdverpleegkundige (hierna: JGZ-professional) bekijkt per contactmoment alleen die ontwikkelingskenmerken die specifiek zijn voor de leeftijdsfase van het kind (2 tot 7 kenmerken). Elk Van Wiechen-ontwikkelingskenmerk wordt in eerste instantie via eigen waarneming van de JGZ-professionals onderzocht, en krijgt een plus-score (kind kan het uitvoeren) of min-score (kind kan het niet uitvoeren). Als eigen waarneming niet lukt, wordt bij sommige kenmerken afgegaan op de informatie die de ouder geeft. Een positieve score wordt in dat geval gescoord als 'M'. Op basis van de scores op alle afzonderlijke kenmerken maakt de JGZ-professional een inschatting van de algehele ontwikkeling.

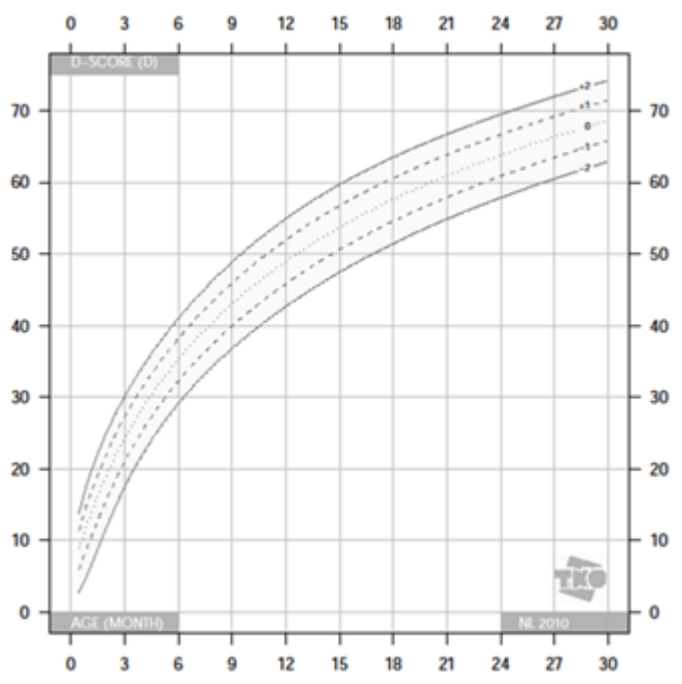
Gestandaardiseerde D-score als uitkomstmaat

Onderzoekers van TNO hebben een objectieve maat ontwikkeld om de uitkomsten op alle kenmerken die bij een kind zijn afgenomen in één getal per leeftijd samen te vatten, de zogenoemde 'developmental score' (D-score) (Weber et al., 2019). In de eerste plaats is het voor onderzoek belangrijk een objectieve maat te hebben om de ontwikkeling van kinderen onderling te vergelijken. Daarnaast is een samenvattende score ook in de praktijk, in de communicatie met collega's, huisartsen of specialisten, nuttig als aanvulling op de afzonderlijke kenmerken en de subjectieve waarnemingen.

Om de D-score van een kind te vergelijken met die van andere kinderen van dezelfde leeftijd, heeft TNO een ontwikkelingsdiagram gemaakt (figuur 1). Het ontwikkelingsdiagram maakt gebruik van referentiewaarden en geeft de mogelijkheid om de D-score te standaardiseren voor leeftijd: de DAZ-score ("Development for Age Z-score") of D-standaarddeviatiescore (D-SDS score). De DAZ-score geeft de afwijking van de D-score in standaarddeviaties weer ten opzichte van het gemiddelde van de algemene populatie op een bepaalde leeftijd. De DAZ-score in de algemene populatie heeft een gemiddelde van 0 en een standaarddeviatie (SD) van 1. Dit betekent dat als een kind bijvoorbeeld een DAZ-score heeft van -1, zijn of haar ontwikkeling 1 SD lager is dan het gemiddelde van de populatie: 84% van de populatie heeft een hogere ontwikkelingscore en 16% een lagere score. Bij het uitvoeren van het VWO slaagt voor elk leeftijdsspecifiek ontwikkelingskenmerk ongeveer 90% van de kinderen. Het VWO is ontwikkeld om kinderen met ontwikkelingsachterstanden te detecteren en maakt weinig onderscheid tussen niveaus van kinderen die zich normaal tot goed ontwikkelen. In de praktijk worden ontwikkelingskenmerken die eigenlijk bij een later bezoek horen, vaak niet meegenomen tijdens een eerder bezoek, ook niet als er sprake is van een kind dat relatief voorop loopt in ontwikkeling. Dit leidt ertoe dat in de hogere range van D-scores weinig variatie meer is. Er is sprake van een plafondeffect en dus geen sprake van een normale verdeelde variabele. Om die reden is er in dit onderzoek voor gekozen de DAZ-score op te splitsen in twee categorieën: < -1 SD (zwak tot matige algehele ontwikkeling) versus ≥ -1 SD (normaal tot goede algehele ontwikkeling). Deze maat is op vier momenten (1 jaar, 2 jaar, 3 jaar, 3 jaar en 9 maanden (3¾ jaar)) als uitkomstmaat voor het onderzoek gehanteerd, alle met een range +/- 3 maanden vanwege eerdere of latere afspraken):

- 1 jaar (range: 9 tot 15 maanden);
- 2 jaar (range: 21 tot 27 maanden);
- 3 jaar (range: 33 tot 39 maanden);
- 3 jaar en 9 maanden (3¾ jaar; range: 42 tot 48 maanden).

De D-score is gevalideerd als screeningsinstrument voor de ontwikkeling van jonge kinderen en niet eerder gebruikt in onderzoek naar factoren die mogelijk invloed hebben op de ontwikkeling van jonge kinderen. Dit is dus het eerste onderzoek waarbij gekeken wordt naar de invloed van omgevingsfactoren op de gestandaardiseerde D-score.



Figuur 1: Verloop van de gestandaardiseerde D-score met de leeftijd (maanden): per leeftijd is de afwijking van de gemiddelde D-score van de algemene populatie (0-nul) aangegeven in aantal standaarddeviaties (range +2 tot -2).

Data onderzoekspopulatie

In het onderzoek zijn gegevens gebruikt van alle kinderen in de regio Gelderland-Midden die tussen oktober 2017 en september 2019 een consultatiebureau bezochten. Eerdere gegevens waren niet beschikbaar, omdat voor oktober 2017 een ander digitaal registratiesysteem werd gebruikt. We waren geïnteresseerd in vier leeftijdsgroepen: 1 jaar, 2 jaar, 3 jaar, 3 jaar en 9 maanden (3¾ jaar). We hebben de contactmomenten geselecteerd die voldeden aan die leeftijden +/- 3 maanden. In de range van 1 jaar +/- 3 maanden vallen drie contactmomenten (namelijk 9 maanden, 11 maanden en 14 maanden). Op 2- en 3-jarige leeftijd is er maar één contactmoment. Dit resulteerde in totaal in 43.164 kinderen die gezien zijn in 139.467 contactmomenten waarbij Van Wiechenonderzoeksdata zijn verzameld. Daarna zijn de kinderen geëxcludeerd die niet alle gewenste variabelen hadden. Een eerste selectie werd gemaakt op basis van de variabelen 'D-score', 'leeftijd ten tijde van het bezoek', 'geslacht', 'gestandaardiseerd mediaan huishoudinkomen van de buurt' en alle omgevingsfactoren (zie 2.2). Een tweede selectie werd gemaakt met aanvullend de variabelen 'opleiding van de ouders' en 'etniciteit'. Kinderen die tijdens de onderzoeksperiode woonachtig waren buiten het werkgebied van GGD Gelderland-Midden of zijn verhuisd naar een adres buiten het werkgebied van GGD Gelderland-Midden werden niet meegenomen in de dataset. Gegevens over zwangerschapsduur en geboortegewicht komen uit de overdracht vanuit kraamzorg naar jeugdgezondheidszorg en worden door de jeugdverpleegkundige ingevuld in het kinddossier, het digitaal dossier van JGZ, tijdens het 2-weken huisbezoek. Ook wordt tijdens dat huisbezoek aan de ouders de opleiding van de moeder/vader (keuzelijst) gevraagd. Gegevens over het geboorteland van de ouders worden automatisch ingeladen in het kinddossier vanuit het Basisregistratie Personen (BRP) op basis van het Burgerservicenummer (BSN) kind. Dat geldt ook voor de adresgegevens (op het moment van het contactmoment).

Privacy

Adresgegevens zijn gevoelige data doordat ze herleidbaar zijn tot deelnemende personen. Om de privacy van deelnemers te beschermen is ervoor gezorgd dat deze niet het computernetwerk van GGD Gelderland-Midden hoefden te verlaten. De adresgegevens en andere persoonsgegevens waren alleen beschikbaar voor de onderzoekers van GGD Gelderland-Midden. Zij hebben de adresgegevens omgezet in geografische coördinaten en de verschillende omgevingsblootstellingen hieraan gekoppeld. Adresgegevens en geografische coördinaten werden verwijderd uit de database, waarna de geanonimiseerde data aan TNO werden overgedragen voor verdere analyse. Dit bestand bevatte anonieme identificatienummers met per “Van Wiechen ID” een score voor iedere omgevingsvariabele, leeftijd, geslacht, opleidingsniveau van de ouders en nationaliteit van de ouders.

2.2 Omgevingsfactoren

Om voor elk kind op de vier geselecteerde contactmomenten de potentiële blootstelling aan de omgevingsfactoren te bepalen, zijn de woonadressen op de vier contactmomenten eerst omgezet naar geografische coördinaten (via de OpenStreetMap Nominatim API). De coördinaten zijn gebruikt om aan elk adres in de dataset de blootstellingsniveaus voor fijnstof, stikstofdioxide, elementair koolstof, geluid en groen te koppelen. Voor elk adres werd één keer een schatting gemaakt van de blootstelling, ongeacht het daadwerkelijke jaar dat het contactmoment met het consultatiebureau plaatsvond, aangezien er geen recentere omgevingsdata voor 2018 en 2019 beschikbaar waren. We verwachten dat het gebruik van de blootstelling op één meetmoment weinig vertekening zal geven van de resultaten, aangezien verschillen tussen opeenvolgende jaren over het algemeen klein zijn, zeker in vergelijking met de ruimtelijke verschillen (Fecht et al., 2016). De blootstellingsgegevens zijn jaargemiddelden over het jaar 2017, met uitzondering van de gegevens over groen (2016). Dit waren op het moment van dit onderzoek de meest actuele, openbaar beschikbare data. Alle geografische data werden verwerkt met R (versie 3.6.2.)

Luchtverontreiniging

Jaargemiddelde concentraties fijnstof ($PM_{2,5}$ en PM_{10}) zijn verkregen uit het Nationaal Georegister (NGR). Deze kaarten zijn gemaakt door het RIVM, door combinatie van GCN concentratiekaarten (die zowel gebaseerd zijn op modelschattingen als metingen) met lokale verkeersinformatie uit het Nationaal Samenwerkingsprogramma Luchtkwaliteit (NSL). De schattingen zijn gemaakt op de gevels van gebouwen en gemiddeld over een grid van 25x25 meter.

$PM_{2,5}$ bestaat uit fijnstof deeltjes kleiner dan 2,5 micrometer. De concentratie $PM_{2,5}$ (microgram/ m^3) is een maat voor verkeersgerelateerde luchtverontreiniging. De grove fractie van PM_{10} , $PM_{2,5-10}$, ook wel ‘coarse particles’ genoemd, is de fractie fijnstof deeltjes met een grootte tussen 2,5 en 10 micrometer. Deze fractie is berekend door de concentratie $PM_{2,5}$ van de concentratie PM_{10} af te trekken. Luchtverontreiniging afkomstig van veehouderijen zit grotendeels in deze grove fractie. Jaargemiddelde concentraties van stikstofdioxide (NO_2) en elementair koolstof (EC) werden op vergelijkbare manier verkregen uit het NGR. NO_2 en EC zijn beide een maat voor luchtverontreiniging van lokaal wegverkeer.

Geluid

Het NGR bevat informatie over geluid van verschillende bronnen, zoals luchtvaart, treinverkeer en wegverkeer. Voor deze studie is de ‘Kaart voor Geluid in Nederland van wegverkeer’ gebruikt. Deze bevat jaargemiddelde geluidniveaus over de gehele dag (L_{den}) in decibel (dB) op de gevel. De modelschattingen door het RIVM zijn gebaseerd op alle rijkswegen, provinciale en de grotere gemeentelijke wegen, resulterend in een kaart met een resolutie van 10x10 meter.

Groen

De Groenkaart van Nederland geeft een beeld waar het groen is in Nederland. Bomen, struiken en lage vegetatie, zoals gras worden weergegeven. Het gaat om zowel openbaar (toegankelijk) als privaat groen. De kaart is gemaakt door het RIVM, door nationale hoogtekarten (AHN2, AHN3) te combineren met de Basisregistratie Adressen en Gebouwen (BAG) en infrarood luchtfoto's genomen tijdens de zomer ([Nationaal georegister](#)). De kaart laat het percentage groen zien (0-100%) op een resolutie van 10x10 meter. Het gemiddelde percentage groen werd bepaald binnen een straal van zowel 500 meter als 1000 meter van het woonadres.

2.3 Achtergrondkenmerken

De ontwikkeling van kinderen hangt niet alleen samen met factoren in de fysieke leefomgeving, maar ook met persoonlijke kenmerken van de kinderen (bijvoorbeeld leeftijd en geslacht) en van de ouders (bijvoorbeeld het opleidingsniveau en inkomen). Deze zogenoemde achtergrondkenmerken kunnen zowel van invloed zijn op de ontwikkeling van het kind als op de omgeving waarin ze wonen. Deze factoren kunnen de gevonden verbanden verstoren en tot schijnverbanden leiden (confounding). Daarom is het nodig om de statistische analyses van verbanden tussen leefomgevingsfactoren en ontwikkeling van kinderen te corrigeren voor deze factoren. Bijvoorbeeld, hoogopgeleide ouders wonen mogelijk vaker in een omgeving met goede luchtkwaliteit, weinig geluidsbelasting en veel groen. Daarnaast heeft de ontwikkeling van het kind baat bij hoogopgeleide ouders. Als dit het geval is, laten de analyses een mogelijk (statistisch significant) verband tussen leefomgevingsfactoren en de ontwikkeling van kinderen, terwijl dat er niet is.

In de analyses zijn de volgende achtergrondkenmerken meegenomen als potentiële versturende factoren:

- het geboorteland van de ouders (3 categorieën: niet-Westers, Westers (niet-Nederlands), Nederlands), volgens criteria van het CBS.
- de opleiding van de ouders (3 categorieën: laag, midden, hoog), op basis van de hoogst opgeleide ouder.
- het mediane gestandaardiseerde inkomen van het huishouden, gebaseerd op de 4-cijferige postcode van het woonadres. Dit werd gecategoriseerd als vallend binnen het < 40^e (laag), 40^e tot 60^e (midden) of > 60^e percentiel (hoog) van alle huishoudens in Nederland (CBS data van 2017).
- het geslacht van het kind en de leeftijd op de dag van de afspraak. De leeftijd op de dag van afspraak wordt gebruikt om te corrigeren voor het leeftijdsverschil tussen kinderen op het contactmoment. Het door ons als uitkomstmaat gebruikte contactmoment heeft een range van +/- 3 maanden, waardoor verschillen in ontwikkeling kunnen optreden door leeftijdsverschillen.

2.4 Statistische analyses

De correlatie tussen omgevingsvariabelen werd bepaald door het berekenen van Spearman's rangcorrelatiecoëfficiënt.

Logistische regressie analyse, met de gedichotomiseerde DAZ-score (<1 versus ≥ -1) als afhankelijke variabele, werd separaat uitgevoerd voor de contactmomenten op de leeftijden 1, 2, 3 en 3¼ jaar (+/- 3 maanden).

Als uitkomstmaat in de modellen gebruikten we een gemiddelde tot hoge score (DAZ ≥ -1), wat wijst op een normale ontwikkeling (uitkomst in het toegepaste logistische model: 0 = DAZ < -1 en 1 = DAZ ≥ -1). De onafhankelijke variabelen waren de omgevingsfactoren. Deze zijn gestandaardiseerd naar z-scores zodat de effectgroottes tussen de factoren onderling te vergelijken zijn en gestandaardiseerd

worden weergegeven. We analyseerden 3 modellen:

- omgevingsfactor als onafhankelijke variabele, gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht ('single pollutant' model);
- omgevingsfactor als onafhankelijke variabele, gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, mediaan huishoudinkomen in de buurt, opleiding van de ouders en etniciteit ('single pollutant' model);
- omgevingsfactor als onafhankelijke variabele, gecorrigeerd voor bovenstaande variabelen én alle andere omgevingsfactoren ('multi-pollutant' model).

3 RESULTATEN

3.1 Beschrijving onderzoekspopulatie

Informatie over DAZ-scores, leeftijd op moment van het bezoek, geslacht, mediaan gestandaardiseerd huishoudinkomen van de buurt en omgevingsfactoren was beschikbaar voor 51.736 contactmomenten met het consultatiebureau. Het betreft contactmomenten van in totaal 34.913 kinderen. Na het excluseren van de kinderen met missende gegevens voor opleiding van de ouders of etniciteit, bleven hiervan 29.524 kinderen over met in totaal 43.916 bezoeken. De meeste bezoeken vonden plaats op 1-jarige leeftijd (12.918). Op 2-jarige leeftijd vonden er 9.919 bezoeken plaats, op 3-jarige leeftijd 9.849 en op leeftijd 3¼ jaar 11.230 bezoeken. Tabel 1 geeft een overzicht van de achtergrondkenmerken van de kinderen. Meer dan de helft van de kinderen (16.263) had één bezoek tijdens de onderzoeksperiode, 12.130 kinderen hadden twee bezoeken en 1131 kinderen hadden er drie (bijlage 2).

Mogelijke redenen voor het lage aantal bezoeken per kind zijn de relatief korte tijdsduur die werd meegenomen in deze studie (2 jaar) en verhuizingen van kinderen van of naar GGD regio Gelderland-Midden. 51% van de kinderen in de uiteindelijke dataset was jongen. De meeste kinderen (55,6%) hadden ten minste één hoogopgeleide ouder, 82,9% van de kinderen had de Nederlandse nationaliteit en de meeste kinderen (72,1%) kwamen uit een huishouden met een inkomen tussen het 40^e en 60^e percentiel van alle huishoudens in Nederland (bijlage 3).

3.2 Correlaties en selectie van omgevingsfactoren

De gemiddelde waarden van de in hoofdstuk 2 genoemde omgevingsfactoren waren 11,4 µg/m³ (PM_{2,5}), 18,8 µg/m³ (PM₁₀), 7,4 µg/m³ ('coarse' fractie van fijnstof), 19,5 µg/m³ (NO₂), 0,8 µg/m³ (EC), 52,2 % (groen binnen een buffer van 500m), 59,0% (groen binnen een buffer van 1000m) en 50,8 dB (wegverkeersgeluid). Deze waarden waren praktisch identiek voor jongens en meisjes, maar varieerden voor enkele factoren wanneer gestratificeerd werd naar opleiding van de ouders, etniciteit en mediaan huishoudinkomen (tabel 1). Ten aanzien van luchtverontreiniging waren de concentratieverschillen het grootst voor NO₂. De meeste variatie werd gezien door te kijken naar het huishoudinkomen, waarbij bij hogere inkomens de NO₂ concentratie en geluidbelasting gemiddeld lager waren en het percentage groen hoger. De variatie binnen de omgevingsfactoren was het laagst voor PM₁₀ en PM_{2,5} en het hoogste voor groen. De box plots (bijlage 1) laten zien dat er sprake is van een grote variatie.

Het merendeel (86,4%) van alle contactmomenten resulteerde in een DAZ-score ≥ -1, wat betekent dat er sprake is van een normaal tot goede algehele ontwikkeling. Dit percentage varieerde sterk, wanneer gestratificeerd werd naar geslacht (jongens 82,7%), opleiding van ouders (laag opgeleid 78,7%), etniciteit (niet-Westers 80,6%) en huishoudinkomen (<40^{ste} percentiel: 82,9%).

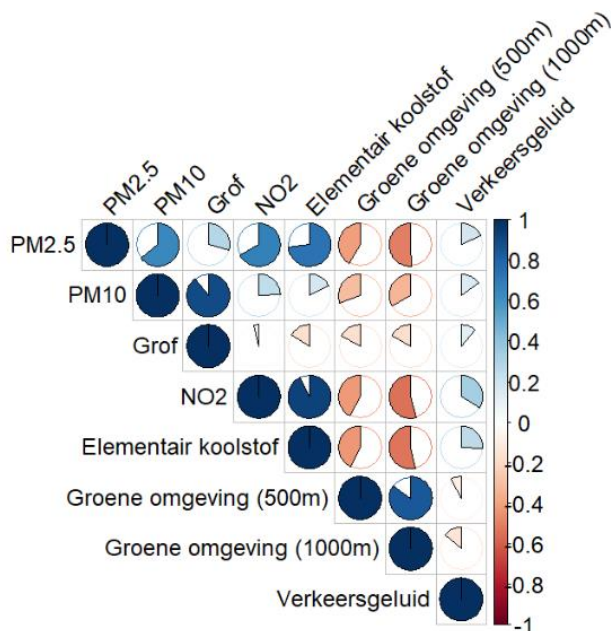
Gestratificeerd naar leeftijd was het percentage bezoeken met een DAZ ≥ -1 88,5%, 80,1%, 86,5% en 88,1% voor respectievelijk de leeftijden 1 jaar, 2 jaar, 3 jaar en 3 ¼ jaar. Een lage opleiding van de ouders, niet-Nederlandse achtergrond en laag huishoudinkomen, leidde vaker tot een lage DAZ. Tegelijkertijd zagen we bij deze achtergrondkenmerken vaker een minder gunstige situatie wat betreft luchtkwaliteit, geluid en groen, wat wijst op een potentie voor confounding.

3.3 Correlaties en selectie van omgevingsfactoren

Er werden correlaties gevonden tussen omgevingsfactoren bij het woonadres. Luchtverontreiniging was positief gecorreleerd met verkeersgeluid en negatief met groen (Figuur 2). De hoogste

correlaties werden gevonden tussen PM₁₀ en 'coarse' fijnstof (0,89), tussen PM₁₀ en PM_{2,5} (0,66), PM_{2,5} en elementair koolstof (EC) (0,74), PM_{2,5} en NO₂ (0,68), PM_{2,5} en groen (1000m) (-0,50), stikstofdioxide en groen (1000 m) (-0,53) en tussen EC en groen (1000m) (-0,53).

De onderlinge correlaties werden gebruikt om de omgevingsfactoren te selecteren voor verdere analyses (voorkomen multicollineariteit). Voor luchtverontreiniging zijn NO₂, PM_{2,5} en 'coarse' (grof) fijnstof meegenomen. De correlatie tussen de laatste twee was beperkt (0,31) en samen beslaan ze een breed spectrum van het fijnstof. EC werd geëxcludeerd vanwege de hoge correlatie met PM_{2,5} en NO₂. Bovendien is NO₂ een nauwkeurigere maat dan EC voor de luchtverontreiniging van lokaal wegverkeer. Het percentage groen binnen een straal van 500 meter werd verkozen boven het percentage groen binnen 1000 meter, vanwege twee redenen. Allereerst vanwege de hypothese dat dichtbij gelegen groen waarschijnlijk meer relevant is voor zeer jonge kinderen dan groen op grotere afstand. Ten tweede omdat het percentage groen binnen 500 meter iets minder sterk gecorreleerd was met andere omgevingsfactoren, vergeleken met het percentage groen binnen een straal van 1000 meter. Tenslotte werd ook geluid van wegverkeer (verkeersgeluid) meegenomen.



Figuur 2: Spearman correlaties tussen PM_{2,5}, PM₁₀, 'coarse' fijnstof (grof), NO₂, EC, groene omgeving (percentage groen binnen 500 meter en 1000 meter buffer), en wegverkeersgeluid. Met de klok mee (blauw) betekent een positieve correlatie, tegen de klok in (rood) betekent een negatieve correlatie. N=43.916 bezoeken.

Tabel 1. Omgevingsfactoren en DAZ scores, gestratificeerd voor geslacht, etniciteit, opleiding ouders en huishoudinkomen. De waarden zijn gemiddelden (standaarddeviatie), tenzij anders vermeld. N is het aantal bezoeken.

Kenmerk	N	DAZ <-1	PM _{2,5}	PM ₁₀ ^A	Coarse	NO ₂	EC ^A	Groen	Groen	Weg- verkeersgeluid
	Bezoeken	%	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	% (500m)	% (1000m)	dB
<i>Totaal</i>	43,916	13,9	11,4 (0,4)	18,8 (0,9)	7,4 (0,8)	19,5 (2,5)	0,8 (0,1)	52,2 (12,2)	59,0 (11,1)	50,8 (5,4)
Geslacht										
Jongens	22,317	17,3	11,4 (0,4)	18,8 (0,9)	7,4 (0,8)	19,5 (2,5)	0,8 (0,1)	52,2 (12,2)	59,1 (11,1)	50,8 (5,5)
Meisjes	21,599	10,4	11,4 (0,4)	18,8 (0,9)	7,4 (0,8)	19,5 (2,5)	0,8 (0,1)	52,2 (12,2)	59,0 (11)	50,8 (5,4)
Opleiding ouders										
Laag	3699	21,3	11,5 (0,4)	19 (1,0)	7,6 (0,9)	19,7 (3,1)	0,8 (0,1)	51,0 (13,4)	58,0 (12,3)	51,1 (5,6)
Gemiddeld	15,721	15,4	11,4 (0,4)	18,9 (1,0)	7,5 (0,9)	19,3 (2,6)	0,8 (0,1)	52,0 (12,6)	59,1 (11,6)	50,7 (5,4)
Hoog	24,496	11,9	11,4 (0,4)	18,7 (0,9)	7,3 (0,7)	19,6 (2,4)	0,8 (0,1)	52,5 (11,7)	59,2 (10,5)	50,9 (5,4)
Etniciteit										
Nederlands	36,570	13,1	11,4 (0,4)	18,8 (1,0)	7,4 (0,8)	19,3 (2,4)	0,8 (0,1)	52,9 (12,3)	59,8 (11,0)	50,7 (5,4)
Niet- Westers	5038	19,4	11,6 (0,4)	18,8 (0,7)	7,3 (0,5)	20,9 (2,9)	0,8 (0,1)	47,9 (10,4)	54,4 (10,2)	51,7 (5,3)
Westers	2308	15,5	11,4 (0,4)	18,7 (0,8)	7,2 (0,5)	20,1 (2,5)	0,8 (0,1)	50,6 (11,6)	57,2 (10,5)	51,3 (5,5)
Huishoud-inkomen ^B										
<40 ^e	5199	17,1	11,6 (0,4)	18,7 (0,5)	7,1 (0,2)	22,5 (3,0)	0,9 (0,1)	47,6 (11,4)	53,2 (10,4)	52,4 (5,5)
40 ^e – 60 ^e	31,612	13,8	11,4 (0,4)	18,8 (1,0)	7,5 (0,8)	19,0 (2,1)	0,8 (0,1)	52,2 (12,2)	59,2 (11,3)	50,6 (5,4)
>60 ^e	7105	12,1	11,4 (0,4)	18,7 (1,0)	7,3 (0,7)	19,6 (2,1)	0,8 (0,1)	55,4 (11,4)	62,5 (8,7)	50,8 (5,3)

^A PM₁₀, elementair koolstof (EC) en groen (1000 meter buffer) werden uitgesloten van verdere analyse, gebaseerd op hun correlaties met andere omgevingsfactoren

^B Mediaan gestandaardiseerd huishoudinkomen van de buurt, als percentiel van alle huishoudens in Nederland

3.4 Model 1 en 2: Analyse per omgevingsfactor

Bij logistische regressieanalyse van individuele omgevingsfactoren, waarbij werd gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht (model 1) en additioneel voor etniciteit, opleiding van de ouders en het mediaan huishoudinkomen van de buurt (model 2), werden meerdere significante associaties met de DAZ-score gezien. We verwachtten een negatieve associatie ($OR < 1$) tussen een gemiddeld/hoge ontwikkelingsscore ($DAZ \geq -1$) en $PM_{2,5}$, 'coarse' fijnstof, NO_2 , en wegverkeersgeluid, en een positieve associatie ($OR > 1$) met het percentage groen.

Er was in model 1 (na correctie voor leeftijd en geslacht) vanaf 2-jarige leeftijd sprake van een statistisch significante positieve associatie tussen het percentage groen en de DAZ-score, wat een beschermend effect suggereert. Bij correctie voor additionele persoonlijke factoren (model 2) nam het effect van groen af (OR richting 1) en was het effect niet meer significant, wat wijst op confounding. Groen was positief geassocieerd met ontwikkelingsscore in alle leeftijdsgroepen (behalve leeftijd 1 jaar), maar alleen (net) statistisch significant op leeftijd 2 jaar. Opvallend is dat op leeftijd 1 jaar de richting van het effect omgekeerd was ($OR < 1$) in beide 'single-pollutant' modellen. Voor luchtverontreiniging is opvallend dat de richting van de associatie varieerde per leeftijdscategorie en per variabele. In model 2 waren de associaties tussen de DAZ-score en $PM_{2,5}$, NO_2 en wegverkeersgeluid meest positief, in tegenstelling tot wat verwacht werd. Alleen 'coarse' fijnstof liet op leeftijd 1 jaar en 2 jaar een negatieve associatie met de DAZ-score zien, die echter op leeftijd 3 en 3¼ jaar veranderde in een positieve associatie. Alleen op leeftijd 1 en 3¼ jaar was de associatie statistisch significant. Dit waren ook de leeftijdsgroepen met de meeste bezoeken in de dataset (respectievelijk 12.918 en 11.230, versus < 10.000 in de andere groepen). Er werden geen consistente associaties gezien tussen de DAZ-score en wegverkeersgeluid.

3.5 Model 3: volledig model (meervoudige blootstelling)

In het meest complete model (model 3; 'multi-pollutant' model) werd via logistische regressie gekeken naar de associaties tussen de verschillende omgevingsfactoren en de DAZ-score, waarbij gecorrigeerd werd voor leeftijd, geslacht, andere omgevingsfactoren, etniciteit, opleiding van de ouders en het gestandaardiseerd huishoudinkomen van de buurt. De statistisch significante associaties waren vergelijkbaar met die in model 2. Additioneel zagen we een statistisch significante associatie van groen met een hogere DAZ-score op leeftijd 2 jaar. Luchtverontreiniging liet geen consistente associaties met de DAZ-score zien: de richting van de associatie verschilde per leeftijdscategorie voor zowel $PM_{2,5}$, 'coarse' fijnstof als NO_2 . Alleen bij 'coarse' fijnstof werden statistisch significante associaties gezien, maar de associatie was negatief voor leeftijd 1 jaar en positief voor leeftijd 3¼ jaar. Opmerkelijk is dat bij 'coarse' fijnstof de negatieve associatie met de ontwikkeling op leeftijden 1 en 2 jaar, en de positieve associatie op leeftijden 3 en 3¼ jaar zowel in model 1 en 2 als in het volledige model gezien werd. Ook in model 3 werd geen consistente associatie gezien tussen de DAZ-score en wegverkeersgeluid.

Tabel 2: Associaties tussen de DAZ-score en omgevingsfactoren, gestratificeerd per leeftijdsgroep. De waarden zijn Odds Ratios (95% betrouwbaarheidsinterval). De OR geeft de odds ratio van een gemiddeld/hoge ontwikkelingsscore (DAZ \geq -1), per 1 unit verschil in de z-score (standaarddeviatie). N is het aantal kinderen opgenomen in het model. Model 1 en 2 gaan uit van een enkele omgevingsfactor ('single-pollutant'). Model 3 is het volledige model, waarbij uitgegaan wordt van meervoudige blootstelling ('multi-pollutant').

Omgevingsfactoren	Model 1 ^A	Model 2 ^B	Model 3 ^C
<i>Leeftijd: 1 jaar (N=12.918)</i>			
Z-score PM _{2,5}	1,07 (1,02;1,13)	1,03 (0,98;1,09)	1,08 (0,99;1,17)
Z-score 'Coarse' fijnstof	0,89 (0,85;0,94)	0,92 (0,88;0,97)	0,90 (0,85;0,96)
Z-score NO ₂	1,13 (1,07;1,20)	1,06 (1,00;1,13)	1,00 (0,90;1,10)
Z-score Groen	0,95 (0,90;1,00)	0,98 (0,93;1,03)	1,01 (0,95;1,08)
Z-score Verkeersgeluid	1,04 (0,98;1,09)	1,02 (0,96;1,07)	1,01 (0,96;1,08)
<i>Leeftijd: 2 jaar (N=9.919)</i>			
Z-score PM _{2,5}	0,94 (0,89;0,99)	1,01 (0,96;1,06)	1,03 (0,95;1,11)
Z-score 'Coarse' fijnstof	0,97 (0,93;1,02)	0,97 (0,92;1,02)	0,96 (0,90;1,02)
Z-score NO ₂	0,93 (0,88;0,98)	1,02 (0,97;1,08)	1,03 (0,94;1,12)
Z-score Groen	1,11 (1,06;1,17)	1,05 (0,99;1,10)	1,07 (1,01;1,14)
Z-score Verkeersgeluid	0,99 (0,94;1,04)	1,01 (0,97;1,07)	1,01 (0,96;1,07)
<i>Leeftijd: 3 jaar (N=9.849)</i>			
Z-score PM _{2,5}	0,95 (0,89;1,01)	1,01 (0,95;1,08)	0,95 (0,86;1,05)
Z-score 'Coarse' fijnstof	1,04 (0,98;1,10)	1,05 (0,99;1,12)	1,07 (1,00;1,15)
Z-score NO ₂	0,95 (0,90;1,01)	1,03 (0,97;1,10)	1,10 (0,99;1,21)
Z-score Groen	1,08 (1,01;1,14)	1,02 (0,96;1,08)	1,03 (0,96;1,10)
Z-score Verkeersgeluid	0,98 (0,93;1,04)	1,00 (0,95;1,07)	0,99 (0,92;1,05)
<i>Leeftijd: 3¼ jaar (N=11.230)</i>			
Z-score PM _{2,5}	0,96 (0,91;1,02)	1,04 (0,98;1,10)	1,00 (0,91;1,10)
Z-score 'Coarse' fijnstof	1,09 (1,02;1,16)	1,09 (1,02;1,16)	1,09 (1,01;1,17)
Z-score NO ₂	0,93 (0,88;0,99)	1,03 (0,97;1,10)	1,04 (0,94;1,15)
Z-score Groen	1,09 (1,03;1,16)	1,02 (0,96;1,09)	1,04 (0,97;1,11)
Z-score Verkeersgeluid	1,02 (0,96;1,08)	1,05 (0,99;1,11)	1,03 (0,97;1,10)

^A Uitkomst: gedichotomiseerde DAZ, omgevingsfactor als onafhankelijke variabele, gecorrigeerd voor leeftijd en geslacht

^B Uitkomst: gedichotomiseerde DAZ, omgevingsfactor als onafhankelijke variabele, gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, etniciteit, opleiding ouders en mediaan huishoudinkomen in de buurt

^C Uitkomst: gedichotomiseerde DAZ, omgevingsfactor als onafhankelijke variabele, gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht, etniciteit, opleiding ouders, mediaan huishoudinkomen in de buurt en alle andere omgevingsfactoren

4 DISCUSSIE

4.1 Belangrijkste bevindingen

We hebben een consistente positieve associatie gevonden tussen de hoeveelheid groen in de omgeving (binnen 500 meter) en de DAZ-score van jonge kinderen (alle onderzochte leeftijden). Deze was na correctie voor andere omgevingsfactoren en persoonlijke en sociaal-economische factoren echter alleen statistisch significant op leeftijd 2 jaar. Dit is in lijn met de verwachting dat groen een mogelijk positief effect heeft op de ontwikkeling. Uit enkele andere studies bij oudere kinderen kwamen aanwijzingen voor een positief effect van groen op de cognitieve ontwikkeling, hyperactiviteit en onoplettendheid (Dadvand et al., 2015, Vanaken en Danckaerts, 2018). De vraag is via welke routes een positief effect van groen op kan treden bij deze jonge leeftijdsgroep. Het is denkbaar dat dreumesen en peuters die in een groene omgeving wonen, meer buitenspelen of anders buitenspelen (bijvoorbeeld gevarieerder, meer bewegen) dan kinderen in een minder groene omgeving. In onze studie konden we echter geen onderscheid maken tussen verschillende soorten groen en op grond van de kwaliteit van het groen. Ook is niet inzichtelijk of het groen toegankelijk en bruikbaar was voor de doelgroep. Vanaken en Danckaerts (2018) concluderen in hun systematische review dat het waardevol zou zijn om verder te onderzoeken wat het effect is van verschillende aspecten van groenbloomstelling (bijvoorbeeld verblijfsduur, nabijheid en kwaliteit van de groene plek) in zowel de woonomgeving als daarbuiten (bijvoorbeeld school, recreatieplekken).

De associaties tussen blootstelling aan verschillende componenten van luchtverontreiniging en de DAZ-score lieten een inconsistent beeld zien. De richting van de associaties verschilde per leeftijdsgroep en per gekozen component van luchtverontreiniging. In het onderzoek zagen we bij 'coarse' fijnstof een negatief effect op leeftijd 1 en 2 jaar, maar een positief effect op de ontwikkeling vanaf leeftijd 3 jaar (statistisch significant op leeftijden 1 en 3¼ jaar). Ook bij NO₂ en PM_{2,5} was er sprake van resultaten in onverwachte richting (bij PM_{2,5} verschillend per leeftijdsgroep). Bij wegverkeersgeluid werd een vergelijkbaar beeld gezien; net als bij PM_{2,5} varieerde de richting van het effect tussen leeftijdsgroepen. Voor zowel PM_{2,5}, NO₂ als wegverkeersgeluid geldt dat alle associaties met de DAZ-score verre van statistisch significant waren. Er zijn geen andere studies die specifiek de associaties tussen lucht en geluid en ontwikkeling van kinderen in de leeftijd van 0 tot 4 jaar hebben onderzocht. Op basis van de Nederlandse cohortstudie Generation R (Guxens et al., 2018), die aanwijzingen vonden voor een associatie tussen luchtverontreiniging in utero (NO₂, PM_{2,5}, PM₁₀ en 'coarse' fijnstof) en een dunnere hersenschors en verminderde impulscontrole in schoolkinderen (6-10 jaar), werd een mogelijk negatief effect verwacht van luchtverontreiniging op de ontwikkeling van jonge kinderen. In onze studie werd hier geen aanwijzing voor gevonden. Ook voor een invloed van wegverkeersgeluid op de ontwikkeling van jonge kinderen, werden geen aanwijzingen gevonden in onze studie. In de RANCH studie werden eerder aanwijzingen gevonden voor een effect van geluid van vliegverkeer op aspecten van de cognitieve ontwikkeling, maar dit werd niet gevonden voor wegverkeersgeluid (Stansfeld et al., 2005). Mogelijk speelt dit effect minder een rol bij wegverkeersgeluid dan bij geluid van vliegverkeer of heeft geluid minder invloed op de ontwikkeling op deze jonge leeftijd.

4.2 Sterke en zwakke punten van het onderzoek

Sterke punten

1. Dataset

In het onderzoek is gebruik gemaakt van een grote dataset, met gegevens van de consultatiebureaus van GGD Gelderland-Midden. De dataset bevatte meer dan 51.000 consultatiebureauconsulten, van bijna 35.000 kinderen. Bijna alle kinderen in de regio Gelderland-Midden (>95% van de kinderen) worden bereikt door het consultatiebureau.

2. VWO: gestandaardiseerde methode

Het VWO is een gestandaardiseerde methode die op alle consultatiebureaus in Nederland gebruikt wordt. Medewerkers van consultatiebureaus krijgen een training voor het juist afnemen van het VWO. Door het combineren van de ontwikkelingscores in één D-score was het mogelijk om onderzoek te doen naar de relatie tussen omgeving en ontwikkeling.

3. Blootstelling

Voor blootstelling aan luchtverontreiniging, geluid van wegverkeer en groen in de omgeving waren gedetailleerde kaarten beschikbaar, die konden worden omgezet in schattingen van blootstellingen op adresniveau van de woning van de kinderen.

Zwakke punten

1. Blootstelling:

- De blootstelling aan luchtverontreiniging, geluid en groen in de omgeving werd voor elk kind bepaald voor één jaar, namelijk 2016 (groen) of 2017 (luchtverontreiniging en geluid). Als een kind niet verhuist, geeft dat waarschijnlijk een goed beeld van de blootstelling. De blootstelling varieert namelijk veel meer in ruimte dan in tijd: als de luchtverontreiniging het ene jaar hoog is op een plek, is dat over het algemeen in een ander jaar ook het geval. Als een kind verhuist is, geeft de blootstelling op één moment echter een minder goed beeld van de blootstelling. Verder hebben we geen onderscheid kunnen maken tussen blootstelling tijdens de zwangerschap en daarna.
- De blootstellingsgegevens over luchtverontreiniging komen uit het Nationaal Georegister van het RIVM. Deze gegevens geven lokaal een zeer goed beeld van luchtverontreiniging van wegverkeer, de grotere industrie en veehouderijbedrijven. Bronnen als houtrook en scheepvaart worden in dit bestand niet lokaal gemodelleerd, maar kunnen in de praktijk wel een belangrijke bijdrage aan de luchtverontreiniging leveren.
- Blootstellingsdata van geluid van wegverkeer was ook afkomstig van het RIVM (Geluid in Nederland van wegverkeer (Lden), 2017). Hierbij zijn met name de grotere wegen meegenomen in de modelberekeningen. Alleen geluid van wegverkeer is meegenomen, terwijl lokaal ook andere bronnen (bijvoorbeeld van vliegtuigen, spoor, burens, horeca) aanzienlijke invloed kunnen hebben op de geluidblootstelling.
- De hoeveelheid groen in de omgeving is mede gebaseerd op satellietbeelden. Dat betekent dat ook groen dat niet toegankelijk of bruikbaar voor kinderen is (bijvoorbeeld tuinen, begraaftplaatsen), is meegenomen. Dit kan een vertekend beeld geven in de analyses.

2. VWO: screeningsinstrument

- Het VWO is een gestandaardiseerde manier voor het screenen van de ontwikkeling van kinderen, bedoeld om vroegtijdig globale ontwikkelingsachterstanden op te sporen. Er is geen informatie beschikbaar over de reproduceerbaarheid van de data en of het instrument, naast screeningsinstrument, ook geschikt is voor epidemiologisch onderzoek. Doordat >90% van de

kinderen voor de leeftijdsspecifieke ontwikkelingskenmerken in de test slaagt, ontstaat er een plafondeffect en is het instrument mogelijk te weinig gevoelig voor het oppikken van eventuele kleine effecten van omgevingsfactoren.

- Ouders komen niet op alle contactmomenten op het consultatiebureau. Dit kan invloed hebben gehad op de uitkomsten, aangezien de keuze om naar het consultatiebureau te gaan kan afhangen de plaats in het gezin en pariteit ook de ontwikkeling van een kind kan beïnvloeden.

3. Versturende factoren

In het onderzoek was informatie beschikbaar over nationaliteit van de ouders en voor twee derde van de kinderen was ook informatie beschikbaar over opleidingsniveau van de ouders. Informatie over inkomen is geschat vanuit CBS buurtgegevens. Er was geen informatie beschikbaar over andere factoren zoals rookgedrag, het hebben van een privétuin en of een kind naar peuterspeelzaal of kinderopvang gaat.

4.3 Aanbevelingen

1. Voor TNO/GGD

We adviseren om nader onderzoek te doen naar de toepasbaarheid van het screeningsinstrument VWO/DAZ-score voor het doen van epidemiologisch onderzoek. In dit pilotonderzoek is een eerste ervaring opgedaan met het analyseren van associaties tussen omgevingsfactoren en ontwikkeling van jonge kinderen, gebruikmakend van het VWO/de DAZ-score. Een volgende stap zou kunnen zijn om dit onderzoek te herhalen in een andere regio en uitkomsten te vergelijken, of de huidige dataset uit te breiden met consultatiebureaudata van een andere regio. Hiermee zouden beter gefundeerde conclusies getrokken worden over de associaties tussen omgevingsfactoren en ontwikkeling op jonge leeftijd. Het volgen van de ontwikkeling van het kind (prospectief of retrospectief) over een langere periode (met meer bezoeken per kind) kan daaraan ook bijdragen. Ook zou daarbij gekeken kunnen worden naar afzonderlijke ontwikkeldomeinen in het Van Wiechenschema of andere items die geregistreerd worden (bijvoorbeeld de spraak-taalontwikkeling).

2. Voor GGD

In de dataset ontbrak bij een klein deel van de kinderen informatie over opleidingsniveau en etniciteit van de ouders. Dat is zeer relevante informatie voor onderzoek naar de ontwikkeling van kinderen. Het zou goed zijn als deze data vaker geregistreerd wordt door de medewerkers van de consultatiebureaus. Ook zou het doen van onderzoek met consultatiebureaudata gebaat zijn bij het standaard registreren van andere mogelijke versturende variabelen, zoals rookgedrag, alcohol- en drugsgebruik, laaggeletterdheid, pariteit en of kinderen een kinderopvang dan wel peuterspeelzaal bezoeken.

5 LITERATUUR

CBS. Migration background. <https://www.cbs.nl/en-gb/our-services/methods/definitions/migration-background> (accessed 23 Oct. 2020).

CBS. Kerncijfers per postcode (2017). 2017. <https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/nederland-regionaal/geografische-data/gegevens-per-postcode>.

Clark C., Paunovic K. (2018). WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cognition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(2): 285.

Clifford A., Lang L., Chen R., Anstey K. J., Seaton A. (2016). Exposure to air pollution and cognitive functioning across the life course—a systematic literature review. *Environmental research*, 147: 383-398.

Dadvand P., Nieuwenhuijsen M. J., Esnaola M., Fornes J., Basagaña X., Alvarez-Pedrerol M., Rivas I., López-Vicente M., De Castro Pascual M., Su J., Jerrett M., Querol X., Sunyer J. (2015). Green spaces and cognitive development in primary schoolchildren. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112(26): 7937-7942.

De Vries S., Van Winsum-Westra M., Vreke J., Langers F. (2008). Jeugd, overgewicht en groen: nadere beschouwing en analyse van de mogelijke bijdrage van groen in de woonomgeving aan de preventie van overgewicht bij schoolkinderen. Alterra, Wageningen. Rapport 1744. ISSN 1566-7197.

Fecht D., Hansell A.L., Morley D., Dajnak D., Vienneau D., Beevers S., Toledano M.B., Kelly F.J., Ross Anderson H., Gulliver J. (2016). Spatial and temporal associations of road traffic noise and air pollution in London: Implications for epidemiological studies. *Environ Int*, 88: 235–242.

Gezondheidsraad (2018) - Gezondheidswinst door schonere lucht. Den Haag: Gezondheidsraad, 2018; publicatienr. 2018/01.

Guxens M., Lubczyńska M. J., Muetzel R. L., Dalmau-Bueno A., Jaddoe V. W., Hoek G., Van der Lugt A., Verhulst F.C., White T., Brunekreef B., Tiemeijer H., El Marroun H (2018). Air pollution exposure during fetal life, brain morphology, and cognitive function in school-age children. *Biological psychiatry*, 84(4): 295-303.

Hjortebjerg D., Andersen A.M., Christensen J.S., Ketzler M., Raaschou-Nielsen O., Sunyer J., Julvez J., Fornes J., Sorensen M. (2016). Exposure to Road Traffic Noise and Behavioral Problems in 7-Year-Old Children: A Cohort Study. *Environ Health Perspect.*, 124(2): 228-34.

Hystad P., Davies H.W., Frank L., Van Loon J., Gehring U., Tamburic L., Brauer M. (2014). Residential Greenness and Birth Outcomes: Evaluating the Influence of Spatially Correlated Built-Environment Factors. *Environ Health Perspect.*, 122(10): 1095-1102.

Jacobusse, G. W., Van Buuren, S., & Verkerk, P. H. (2008). Ontwikkeling van de D-score. Een samenvattende maat voor het Van Wiechenonderzoek. *JGZ (Houten)*, 40(1), 11-14.

Van Kempen E.E.M.M., Van Kamp I. (2005). Annoyance from air traffic noise. Possible trends in exposure-response relationships. National Institute of Public Health and the Environment. Bilthoven, the Netherlands.

Makles A, Schneider K (2016). Quiet please! Adverse effects of noise on child development. Schumpeters discussion papers 2016-002.

Nationaal Georegister. Fijnstof 2017 (PM2,5). 2017.
<http://nationalegeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/1689e358-6555-4b5d-902f-7bc36cf2c266>.

Nationaal Georegister. Fijnstof 2017 (PM10). 2017.
<http://nationalegeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/10b1f613-e492-44f6-9745-b444880c136b>.

Nationaal Georegister. Groenkaart van Nederland (2016). 2016.
<http://nationalegeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/32494ae3-db92-469b-a3d7-458b90342a5e>.

Nationaal Georegister. Stikstofdioxide 2017 (NO2). 2017.
<http://nationalegeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/940bfafd-7c9e-4b9b-aa63-fb7c45717d00>.

Nationaal Georegister. Roet 2017 (EC). 2017.
<http://nationalegeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/ba93b604-4d97-4b1c-9648-fa5c8189b969>.

OSM. OpenStreetMap Nominatim. <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Nominatim>.

Prüss-Ustün A., Wolf J., Corvalán C., Neville T., Bos R., Neira M. (2017). Diseases due to unhealthy environments: an updated estimate of the global burden of disease attributable to environmental determinants of health. *J Public Health (Oxf)*, 39: 464–475.

R Development Core Team R. R: A Language and Environment for Statistical Computing. 2011
doi:10.1007/978-3-540-74686-7.

RIVM. Geluid in Nederland van wegverkeer (Lden). 2017.
https://geluid.rivm.nl/geluid/geluidbel_maps.php.

Stansfeld S.A., Berglund B., Clark C., López-Barrio I., Fischer P., Öhrström E., Haines M.M., Head J., Hygge S., Van Kamp I., Berry B.F., RANCH study team (2005). Aircraft and Road Traffic Noise and Children's Cognition and Health: A Cross-National Study. *Lancet*, 365 (9475):1942-9.

Vanaken G.J., Danckaerts M. (2018). Impact of green space exposure on children's and adolescents' mental health: A systematic review. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 15(12):2668. doi:10.3390/ijerph15122668.

Van Wel L., Van Dommelen P., Zuurbier M., Heinen D., Odink J., Bezem J., Verkerk P.H., Pronk A., Hoek G., Kuijpers E. (2021). Exploring the effects of environmental factors on the

development of 0-4 year old children in the Netherlands. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 18(15): 7782. <https://doi.org/10.3390/ijerph18157782>.

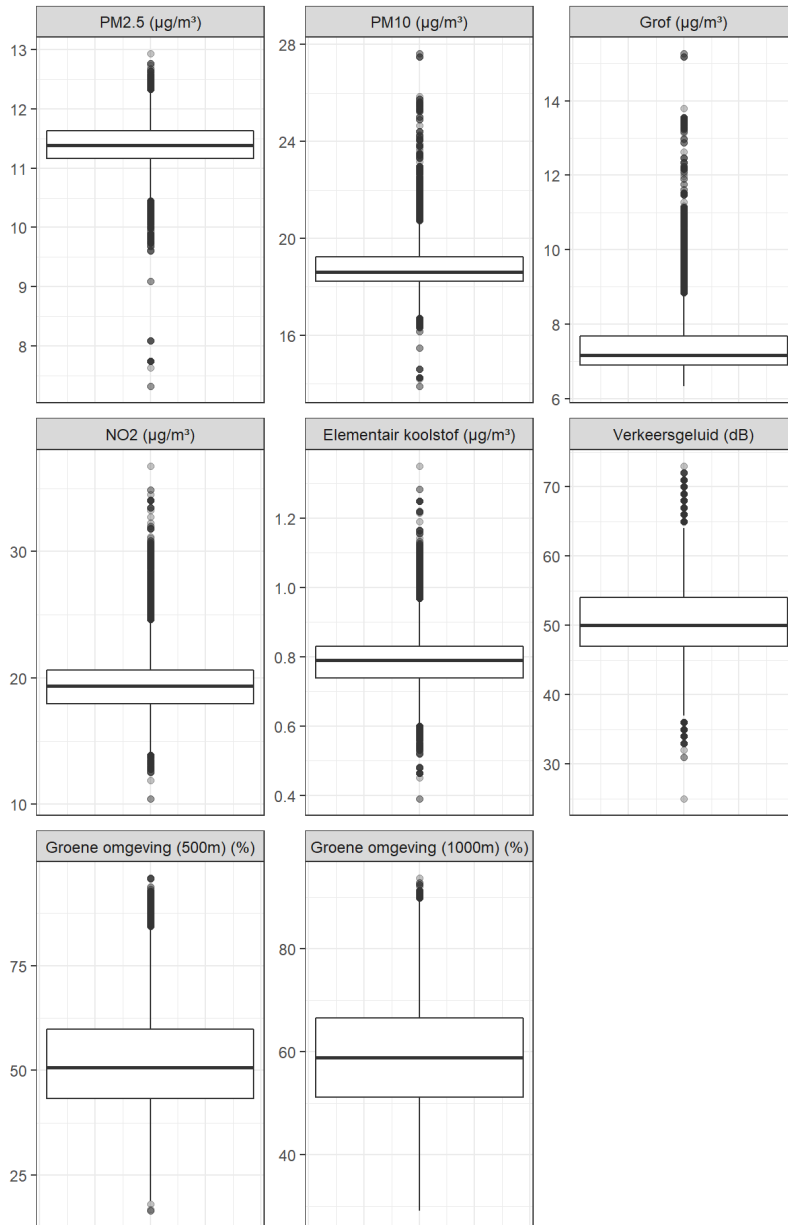
Weber A.M., Rubio-Codina M., Walker S.P., Van Buuren S., Eekhout I., Grantham-Mcgregor S.M., Caridad Araujo M., Chang S.M., Fernald L.C.H., Derakhshani Hamadani J., Hanlon C., Karam S.M., Lozoff B., Ratsifandrihamanana L., Richter L, Black M.M. (2019). The D-score: a metric for interpreting the early development of infants and toddlers across global settings. *BMJ Glob Health*. doi:10.1136/bmjgh-2019-001724.

WHO (2018a) - Air pollution and child health: prescribing clean air. Summary. Geneva: World Health Organization; 2018 (WHO/CED/PHE/18.01).

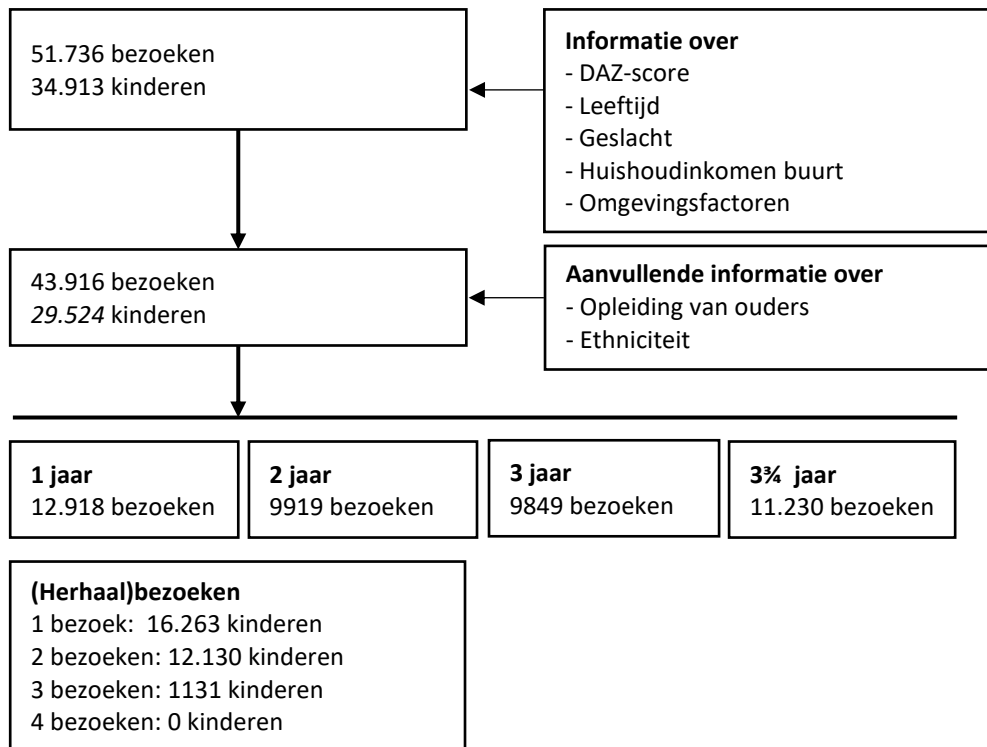
WHO (2018b) – Environmental Noise guidelines for the European Region. Copenhagen: World Health Organization; 2018. ISBN 978 92 890 5356 3.

BIJLAGEN

Bijlage 1. Boxplot van alle omgevingsfactoren



Bijlage 2. Stroomschema aantallen kinderen en bezoeken



Er waren geen kinderen met bezoeken in alle 4 leeftijdscategorieën, aangezien dit niet mogelijk was binnen de periode die in deze studie werd onderzocht (oktober 2017-oktober 2019).

Bijlage 3. Achtergrondkenmerken van geïncludeerde kinderen

Kenmerk	N	Percentage (%)
N	29.524	100
Geslacht		
Jongens	15.061	51,0
Meisjes	14.463	49,0
Opleiding ouders		
Laag	2544	8,6
Gemiddeld	10.557	35,8
Hoog	16.423	55,6
Etniciteit		
Nederlands	24.467	82,9
Niet-Westers	3453	11,7
Westers	1604	5,4
Huishoudinkomen ^A		
<40 ^{ste}	3550	12,0
40 ^{ste} - <60 ^{ste}	21.289	72,1
≥60 ^{ste}	4685	15,9

^A Mediaan gestandaardiseerd huishoudinkomen van de buurt, als percentiel van alle huishoudens in Nederland

Bijlage 4. Studiegebied

Studiegebied (grijs): GGD Regio Gelderland-Midden



GGD Gelderland-Midden

is onderdeel van de Veiligheids- en Gezondheidsregio Gelderland-Midden



GGD Gelderland-Midden

Postbus 5364

6802 EJ ARNHEM

T 0800 8446 000

E ggd@vggm.nl

I www.vggm.nl



Gelderland-Midden