



GEZONDE
LEEFOMGEVINGEN
CREËREN: FOCUS OP
LUCHTKWALITEIT



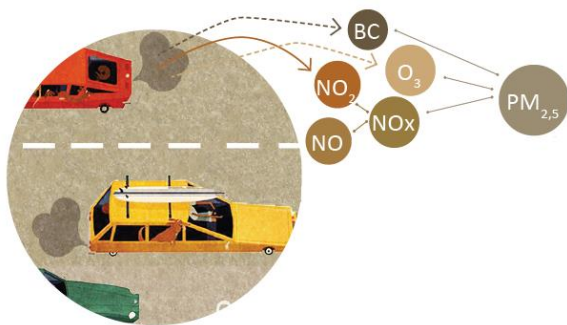
INHOUD

1	WAT?	3
1.1	Wat is luchtvervuiling?	3
1.2	Wat beïnvloedt de lokale luchtkwaliteit?	3
1.2.1	De lokale verkeersemissies	4
1.2.2	De omgeving	5
1.2.3	Het weer	8
2	WAAROM?.....	10
2.1	De luchtkwaliteit verbeteren voor onze gezondheid	10
2.1.1	Gezondheidseffecten van luchtvervuiling	10
2.1.2	Normen en advieswaarden	10
2.1.3	Kwetsbare groepen	11
2.2	De luchtkwaliteit verbeteren voor het klimaat	11
2.3	De luchtkwaliteit verbeteren voor het milieu en de natuur	12
3	HOE?	13
3.1	Het probleem aanpakken bij de bron	13
3.1.1	Minder auto's - meer openbaar vervoer, fietsers en voetgangers	13
3.1.2	Een efficiëntere en duurzamere logistiek	15
3.1.3	Milieuvriendelijkere voertuigen	16
3.1.4	Een aangepast rijgedrag	17
3.2	De omgeving doordacht vormgeven	19
3.2.1	Street canyons vermijden	19
3.2.2	Afstand houden	20
3.2.3	Een aangepaste groeninrichting	20
3.2.4	Afschermen	23
3.3	Kwetsbare functies doordacht inplanten	24

1 WAT?

1.1 WAT IS LUCHTVERVUILING?

We spreken van luchtvervuiling als er stoffen in de lucht terecht komen die schadelijk zijn voor onze gezondheid of voor het milieu. In dit document focussen we ons op 2 vervuilende stoffen, nl. roet (black carbon - BC) en stikstofdioxiden (NO₂). Deze stoffen hebben een grote impact op onze gezondheid en de aanwezigheid ervan wordt sterk beïnvloed door lokale factoren.



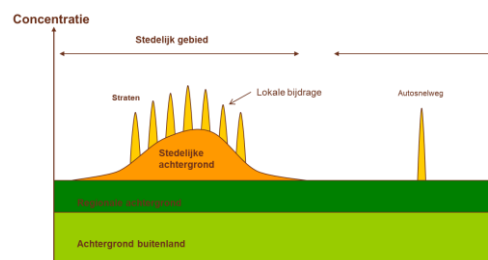
Roet (BC) is een onderdeel van fijn stof (PM - een verzamelnaam voor allerlei kleine deeltjes). Roetdeeltjes ontstaan bij de onvolledige verbranding van diesel, biomassa en biobrandstof. De belangrijkste bronnen van roet zijn het (weg)verkeer en houtverbranding.

Stikstofoxiden (NOx) bestaan uit stikstofmonoxiden (NO) en stikstofdioxiden (NO₂). NO₂ en NO wisselen zo snel uit in de lucht dat ze meestal samen als NOx worden beschouwd. Beide stoffen ontstaan door de oxidatie van stikstof uit de lucht. Dit gebeurt bij verbrandingsprocessen op hoge temperatuur, zoals in een verbrandingsmotor, verwarmingsketels, industriële installaties, ... De belangrijkste bronnen zijn het (weg)verkeer, de scheepvaart en de industrie.

1.2 WAT BEÏNVLOEDT DE LOKALE LUCHTKWALITEIT?

De lokale luchtkwaliteit geeft weer hoe sterk de lucht op die locatie vervuild is. De concentratie aan luchtvervuiling wordt uitgedrukt in µg per m³ lucht en wordt door verschillende factoren beïnvloed.

Een deel van de luchtvervuiling is afkomstig van bronnen die veraf gelegen zijn. Dit deel duiden we aan als de **achtergrondconcentratie**. Een ander deel wordt uitgestoten door lokale bronnen. Dit noemen we de **lokale bijdrage**. Zowel bij BC als bij NO₂ is de lokale bijdrage groot. De concentraties aan deze stoffen verschillen dan ook sterk van plek tot plek. Andere stoffen, zoals PM_{2,5} (fijn stof met een diameter kleiner dan 2,5 µm) worden door de wind over lange afstanden



verspreid. De invloed van ver gelegen bronnen op de PM_{2,5}-concentraties is hierdoor groot en de concentraties zullen lokaal niet veel verschillen.

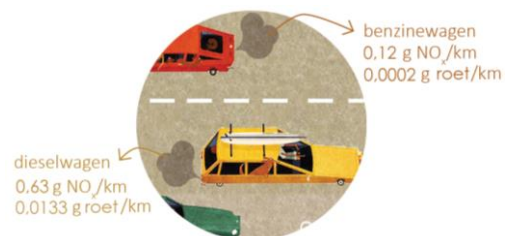
Check de luchtkwaliteit in jouw omgeving op <http://www.vmm.be/data/luchtkwaliteit-in-je-eigen-omgeving>.

1.2.1 De lokale verkeersemissies

De lokale NO₂- en BC-concentraties worden sterk beïnvloed door lokale bronnen. Aangezien **het verkeer** een belangrijke bron is van beide stoffen, zullen de lokale verkeersemissies een grote impact hebben op de lokale luchtkwaliteit. Hoeveel emissies het lokale verkeer uitstoot is afhankelijk van hoeveel voertuigen er rijden, over welke voertuigen het gaat en het rijgedrag.

Algemeen geldt: hoe meer verkeer, hoe hoger de verkeersemissies. Een verdubbeling van de **verkeersintensiteit** leidt tot een verdubbeling van de verkeersemissies.

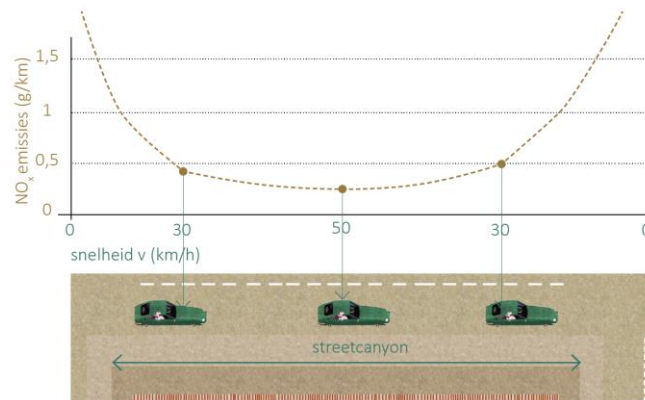
Ook het **voertuig** zelf is van belang: rijden er vooral veel personenwagens of ook veel vrachtwagens, bestelwagens en/of bussen op die locatie? Zware voertuigen stoten namelijk gemiddeld 4 (cijfers voor 2020) tot 13 (cijfers voor 2015) keer meer NO_x uit dan lichte voertuigen. Verder hebben ook de brandstof, de leeftijd en de euronorm een impact op de emissies. Een dieselveertuig stoot meer BC en NO_x uit dan een benzinevoertuig en oude voertuigen zijn door de band genomen vervuilerder dan gelijkaardige recentere modellen. Nieuwe voertuigen, die vanaf een bepaald jaar op de markt komen, mogen niet meer uitstoten dan vastgelegd volgens de euronorm die op dat ogenblik van toepassing is. De controle hierop gebeurt op een testbank. Helaas blijkt dat personenwagens en bestelwagens in reële rijomstandigheden vaak veel meer NO_x uitstoten dan op de testbank. Dit geldt vooral voor dieselveertuigen. Daarom voerde de Europese Commissie een nieuwe testprocedure in. Voertuigen worden vanaf 1 september 2017 niet enkel op een testbank getest maar ook in het reële verkeer. Door deze nieuwe testprocedure zullen voertuigen drie tot vier keer minder NO_x uitstoten dan de huidige diesels.



Tot slot is ook het **rijgedrag** van belang. Een personenwagen zal bij erg lage en erg hoge snelheden vaak meer uitstoten. Auto's zijn namelijk geoptimaliseerd voor de normale gangbare snelheden (50-70 km/u). Een vrachtwagen wordt meestal afgesteld om goed op de snelweg te presteren (ca. 90 km/u), waardoor bij lagere snelheden een grotere milieu-impact optreedt. De emissies zijn het hoogst bij het stationair draaien van de motor (bv. aan een overweg of verkeerslichten). Ook de ritdynamiek speelt een rol. Veel start- en

stopbewegingen leiden tot hogere emissies. Aan kruispunten, bij verkeersdrempels, oversteekplaatsen, ... zijn de emissies dan ook meestal erg hoog.

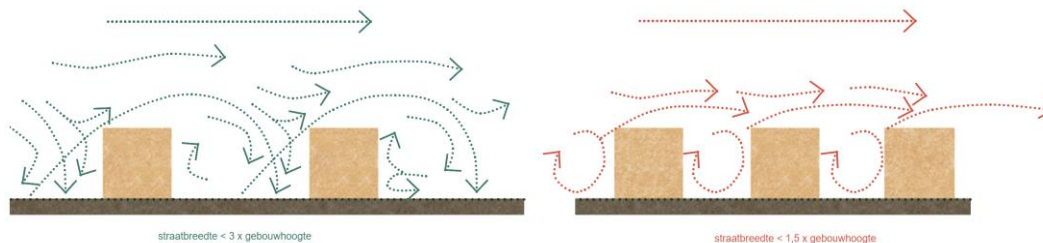
Voorbeeld: Een voertuig rijdt traag een straat in. De emissies zijn op dat ogenblik erg hoog. Het voertuig trekt daarna op en rijdt verder aan een constante snelheid van ongeveer 50 km/uur. De uitstoot daalt (behalve tijdens de schakelpieken). Het voertuig moet aan het einde van de straat echter vertragen en stoppen. De emissies stijgen opnieuw.

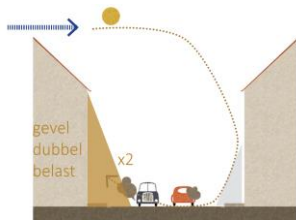


1.2.2 De omgeving

Naast de emissies speelt ook de omgeving waarin die emissies worden uitgestoten een rol. De concentraties worden immers ook beïnvloed door plaatselijke luchtstromen (windcirculatie) die voortvloeien uit de geometrie van gebouwen en straten.

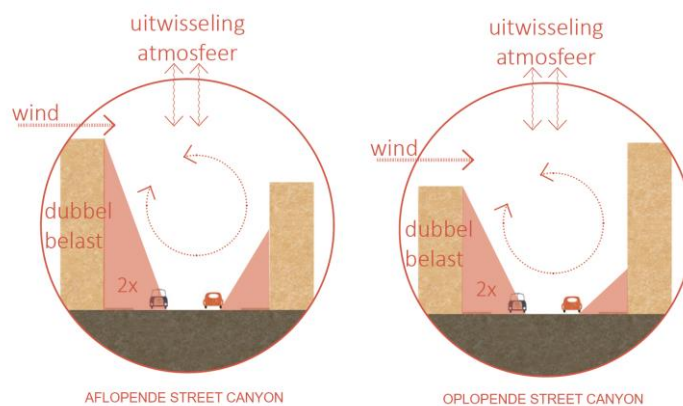
Als de wind loodrecht op een **street canyon** (d.i. een smalle straat met hoge bebouwing) invalt dan ontstaat in die straat een wervel die de aanvoer van verse lucht via de wind verhindert. Dit is het geval zodra de breedte van de straat kleiner is dan 3 maal de hoogte van de aanpalende bebouwing maar treedt meer uitgesproken op zodra de breedte van de straat kleiner is dan 1,5 maal de hoogte van de aanpalende bebouwing. Als de bebouwing bv. 9 m hoog is, dan treedt het street canyoneffect al op zodra de straatbreedte minder dan 27m bedraagt maar neemt het effect snel toe zodra de straat smaller is dan 13,5 m. Het effect komt niet voor wanneer de wind meer parallel ($< 45^\circ$) met de street canyon waait.





De vervuilde lucht wordt in een street canyon tegen de windluwe gevel geblazen en slaat er neer. De concentraties liggen op het voetpad aan de luwe kant dan ook gemiddeld 20 tot 40 % hoger dan op het voetpad aan de windafwaartse kant. De concentraties aan de achterzijde van de aanpalende gebouwen worden via luchtstromingen nog wel beïnvloed door het drukke verkeer aan de voorzijde maar deze invloed is relatief klein.

Niet alleen de afmetingen van een street canyon zijn van belang maar ook de **positie van de hoogste gebouwen**. In een aflopende street canyon, waar de hoogste gebouwen windopwaarts zijn ingeplant liggen de concentraties algemeen hoger dan in een oplopende street canyon, waar de hoogste gebouwen windafwaarts zijn ingeplant.



Het street canyoneffect neemt af als op regelmatige afstand (minder dan 100 m) de aaneengesloten bebouwing onderbroken is, bv. door een straat of pleintje. De **opening** zorgt voor een heel sterk ventilerend effect waardoor de street canyon a.h.w. wordt leeggezogen. De grootte van dit effect hangt af van de positie van de opening ten opzichte van de windrichting. Een windafwaartse opening heeft een groter positief effect op de concentraties in de street canyon dan een windopwaartse opening. De luchtkwaliteit op het pleintje of in de dwarsstraat zelf is echter iets beter als de opening windopwaarts gelegen is.

Bomen filteren de vervuilde lucht doordat er stofdeeltjes aan de buitenste waslaag van een blad blijven plakken (d.i. adsorptie) en gassen (o.a. NO_2) via de huidmondjes in het blad worden vastgehouden (d.i. absorptie). Voor de adsorptie van fijnstof zijn naaldbomen beter geschikt, terwijl loofbomen beter zijn voor de absorptie van NO_2 . Een groot bladoppervlak is voor beide gunstig. Permanent groene bomen hebben uiteraard een groter effect dan bomen die hun bladeren in de winter verliezen. Het positieve effect van bomen op de luchtkwaliteit is echter beperkt in vergelijking tot de verkeersemisies die door het verkeer wordt uitgestoten. Dit wordt snel duidelijk aan de hand van onderstaand rekenvoorbeeld.

DE OPNAME VAN STIKSTOF DOOR BOMEN EN STRUIKEN: EEN REKENVOORBEELD

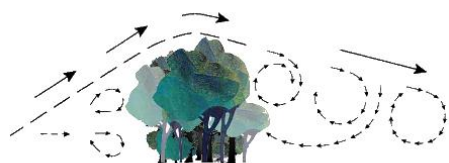
Langs een weg waar elke dag gemiddeld 15.000 voertuigen passeren (94% licht verkeer, 2 % middelzwaar verkeer en 2 % zwaar verkeer) komt per jaar en per kilometer weg ongeveer 2300 kg NO₂ in de lucht terecht. Tijdens de 200 dagen van een groeiseizoen is dit iets minder dan 1300 kg NO₂ per kilometer weg.

Bomen nemen onder ideale groeiomstandigheden tussen de 22 en 120 kg stikstof per hectare per groeiseizoen op. Bij oudere bomen is dat 75 kg stikstof per hectare per seizoen. Per boom komt dit overeen met 12 g stikstof of 40 g NO₂ per seizoen. Als langs beiden zijden van een weg om de 15 m een boom is ingeplant dan staan er 134 bomen langs een kilometer weg. De NO₂-opname per kilometer weg bedraagt dan 5,4 kg NO₂ per groeiseizoen. Dit is ongeveer 0,4% van de geschatte verkeersemissies.

Goed groeiende struiken nemen tussen de 5 en 9 g stikstof op per struik per groeiseizoen. Dit komt overeen met 17 tot 30 g NO₂ per struik per seizoen. Als aan beide zijden van een weg om de 3 m een struik staat dan bedraagt de NO₂-opname tijdens het groeiseizoen 12 tot 20 kg per kilometer weg. Dit is 0,9 tot 1,6 % van de geschatte verkeersemissies.

(Uit de publicatie Beplanting en Luchtkwaliteit – CROW, 2012)

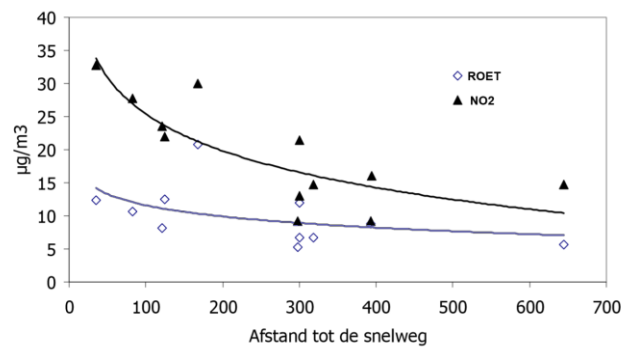
Bomen filteren niet alleen de lucht maar hebben ook een grote impact op de luchtcirculatie. Ze verlagen namelijk de windsnelheid waardoor de afvoer van vervuilde lucht wordt verhinderd. Hun negatieve impact op de luchtcirculatie is helaas veel groter dan hun luchtzuiverend effect. Vooral onder het dichte bladerdek van bomen in een street canyon zullen de concentraties sterk oplopen omdat de vervuilde lucht, die via de windwervel tegen de gevel wordt aangeblazen, niet weg kan en dus onder het bladerdek blijft hangen.



Een dichte, compacte vegetatie van bomen en struiken in relatief open omgeving kan de wind echter ook van richting doen veranderen en de vervuilde lucht opstuwen naar hogere luchtlagen. Hierdoor ontstaan er turbulenties en wordt de vervuilde lucht sneller verdund met schonere lucht uit de hogere luchtlagen. Dit heeft dan weer een positieve impact op de concentraties.

Kortom, bomen hebben meestal eerder een negatieve impact op de concentraties omdat ze vooral de windsnelheid verlagen. Als de bomen deel uitmaken van een dichte, compacte groenbuffer kunnen ze echter ook een positieve impact hebben op de concentraties, omdat de buffer de vervuilde lucht opstuwt naar hogere luchtlagen.

Tot slot is ook de **afstand** tot de bron bepalend. De lokale bijdrage van het verkeer op een snelweg bv. is het hoogst vlak naast de snelweg maar de invloed neemt sterk af naarmate de afstand tot de weg toeneemt. De daling is het sterkst tussen 0 en 100 m van de weg. Afhankelijk van de lokale omstandigheden (het weer, de verkeersintensiteit en -samenstelling) en het aantal wegvakken kan een drukke verkeersweg de lokale luchtkwaliteit tot op enkele honderden meters of meer beïnvloeden.



uit: Inbreed van de afstand tot een drukke verkeersweg op de lokale luchtkwaliteit en de gezondheid: een quick scan (VROM)

1.2.3 Het weer

Het weer speelt een belangrijke rol bij het ontstaan en het verspreiden van luchtvervuiling. Zo beïnvloedt de luchtvochtigheid de vorming van fijn stof uit NO_x en verwijdert regen fijn stof uit de lucht.

Wind verspreidt en verdunt de vervuiling. Bij lagere windsnelheden treedt minder verdunning op en zijn de concentraties meestal hoger. Bij meer turbulente windomstandigheden worden vervuilende stoffen dan weer sneller verspreid in de omgeving. De windrichting bepaalt in welke richting de vervuilende stoffen vooral verspreid worden.

Ook de **temperatuur** speelt een rol. Tijdens hittegolven wordt meer ozon gevormd dan op koude, bewolkte dagen omdat ozon ontstaat door een chemische reactie onder invloed van zonlicht en warmte. In de winter is er dan weer risico op inversie. De temperatuur daalt in dat geval niet met de hoogte, zoals normaal het geval is, maar is tijdelijk hoger op enkele honderden meter boven het aardoppervlak. De koudere, vervuilde lucht uit de onderste luchtlagen



mengt dan niet met de schonere lucht uit de hogere, warmere luchtlagen, wat een slechte lokale luchtkwaliteit tot gevolg heeft.



2 WAAROM?

2.1 DE LUCHTKWALITEIT VERBETEREN VOOR ONZE GEZONDHEID

2.1.1 Gezondheidseffecten van luchtvervuiling

Luchtkwaliteit heeft een belangrijke impact op onze gezondheid.

Vooraf fijn stof is erg schadelijk. Hoe kleiner de deeltjes, hoe dieper ze via onze luchtwegen ons lichaam binnendringen. Zeer fijne deeltjes zoals **BC** dringen door tot in onze longblaasjes en zelfs tot in ons bloed. Het bloed transporteert deze deeltjes doorheen heel het lichaam. Op die manier leidt fijn stof niet alleen tot aandoeningen aan de luchtwegen maar ook tot hart- en vaatziekten. Wetenschappelijke studies zien een duidelijke link tussen een verhoogde blootstelling aan fijn stof en een verhoogd aantal ziekenhuisopnames door hart- en vaatziekten en vervroegde sterfte. Het verband is zichtbaar zowel bij mensen die kort (enkele dagen tot een week) aan hoge concentraties werden blootgesteld als bij mensen die lang (vanaf een jaar) aan lage concentraties werden blootgesteld.

Het Internationaal Agentschap voor Kankeronderzoek heeft luchtverontreiniging in zijn geheel, én ook specifiek fijn stof als individuele component van luchtverontreiniging, als kankerverwekkend ingedeeld (IARC, 2013). Eerder deelde hetzelfde agentschap dieseluitletgasen als kankerverwekkend in. Aan fijn stof zijn vaak polyaromatische koolwaterstoffen gehecht, die bijdragen aan de gezondheidsimpact van fijn stof, maar zelf ook kankerverwekkende eigenschappen hebben.

Ook de blootstelling aan **NO₂** veroorzaakt gezondheidsproblemen. Blootstelling aan NO₂ kan leiden tot irritatie aan ogen, neus en keel en kan bij inademen ook zorgen voor longirritatie en een verminderde longfunctie. In gebieden met verhoogde NO₂-concentraties stellen we vast dat er een grotere kans is op astma-aanvallen en neemt het aantal ziekenhuisopnames door klachten aan de luchtwegen toe. Ook allergische reacties en een hogere gevoeligheid voor infecties komen voor. Daarnaast geven stikstofoxiden aanleiding tot de vorming van fijn stof en beïnvloeden ze zo dus ook indirect onze gezondheid.

2.1.2 Normen en advieswaarden

Om de negatieve impact van luchtverontreiniging op onze gezondheid te beperken stelde de **Europese Gemeenschap luchtkwaliteitsnormen** vast (richtlijn 2008/50/EG betreffende luchtkwaliteit en schonere lucht voor Europa). Dit zijn grenswaarden voor de concentraties aan bepaalde vervuilende stoffen. Er bestaat een luchtkwaliteitsnorm voor NO₂ maar niet voor BC. De jaargemiddelde NO₂-concentratie mag volgens deze Europese norm niet hoger zijn dan 40 µg/m³. Deze norm geldt op alle locaties waar mensen gedurende een groot deel van de dag verblijven, zoals woon- en werklocaties, scholen, ... Deze norm komt overeen met de **advieswaarde** van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) voor NO₂ uit 2006. Sinds de publicatie van de

WGO-advieswaarden in 2006 is de bewijslast over de negatieve gezondheidseffecten van luchtverontreiniging sterk toegenomen en er zijn aanwijzingen dat ook onder de huidige advieswaarde van 40 µg/m³ nog significante gezondheidseffecten optreden.

Voor BC heeft de WGO momenteel (nog) geen advieswaarde hoewel nieuwe onderzoeksresultaten BC linken aan gezondheidseffecten m.b.t. het hart en de bloedvaten en aan vroegtijdige sterfte, zowel bij korte als langdurige blootstelling. Bovendien zijn er toenemende aanwijzingen dat fijn stof uit verbrandingsprocessen (van brandstoffen en biomassa) gevaarlijker is dan andere soorten fijn stof¹. BC wordt dan ook als een waardevolle bijkomende indicator gezien voor de evaluatie van de gezondheidsrisico's door blootstelling aan fijn stof afkomstig van het verkeer en houtverbranding. Deze risico's worden immers niet volledig in rekening gebracht als we enkel naar PM_{2,5} (fijn stof met een diameter kleiner dan 2,5 µm) kijken. Aangezien er volgens de WGO voor fijn stof geen veilige drempelwaarde bestaat waaronder geen nadelige gezondheidseffecten optreden, kunnen we veronderstellen dat dit ook het geval is voor BC. Het terugdringen van de BC-concentraties levert in dat geval altijd een gezondheidswinst op.

2.1.3 Kwetsbare groepen

Iedereen, dus ook gezonde volwassenen, loopt bij een langdurige blootstelling aan een slechte luchtkwaliteit een risico. Toch zijn een aantal groepen extra kwetsbaar. Deze **kwetsbare groepen** zijn (ongeboren) kinderen², ouderen en zieken (mensen met bestaande luchtwegaandoeningen of aandoeningen aan het hart en bloedvaten).

Zo komen er bij kinderen die zijn blootgesteld aan luchtverontreiniging gemiddeld meer chronische luchtwegklachten voor en hebben ze gemiddeld vaak een lagere longfunctie. Zowel voor de medisch milieukundige vakliteratuur als de grote internationale instellingen die werken rond volksgezondheid, toxicologie, (milieu)epidemiologie en gezondheid & milieu (WHO, CDC, EPA, Health Canada, IARC, ...) vormen kinderen dan ook een prioritaire doelgroep.

Ouderen zijn kwetsbaarder doordat ze hun leven lang al zijn blootgesteld aan luchtverontreinigende stoffen en omdat ze een verlaagd immuunsysteem hebben.

Tot slot is het vooraf bestaan van ademhalings- of cardiovasculaire ziekten een factor die de kwetsbaarheid voor verhoogde luchtverontreiniging beïnvloedt.

Deze groepen verdienen extra aandacht bij de strijd tegen luchtvervuiling.

2.2 DE LUCHTKWALITEIT VERBETEREN VOOR HET KLIMAAT

BC in de atmosfeer houdt de warmte van de zon vast, waardoor de atmosfeer extra wordt opgewarmd. Als deze roetdeeltjes bovendien op gletsjers of ijs terecht komen, dan vermindert de terugkaatsing van de zonnestrallen, waardoor de atmosfeer nog meer opwarmt. Het terugdringen van de uitstoot van roet heeft dus

¹ <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/environment-and-health/air-quality/publications/2013/review-of-evidence-on-health-aspects-of-air-pollution-revihaap>

² Jonger dan 15 jaar

zowel op de luchtkwaliteit, onze gezondheid, als op klimaatverandering een positieve impact. Doordat roet minder lang in de atmosfeer blijft dan bijvoorbeeld koolstofdioxide (CO₂) leidt het verminderen van de BC-uitstoot al op relatief korte termijn tot een vermindering van het broeikaseffect. Om die reden pleiten zowel de Europese Unie als het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) sinds kort ook voor een geïntegreerde aanpak van luchtkwaliteit en klimaat. Zo stelt het IPCC dat het belangrijk is om lokale en korte termijnacties te nemen die gericht zijn op het reduceren van broeikasgassen met een korte afbraaktijd (zoals methaan, ozon, HFC's en BC), omdat zo niet alleen de kans op succes in de strijd tegen klimaatverandering vergroot maar elk jaar ook miljoenen vroegtijdige sterfgevallen door luchtverontreiniging vermeden kunnen worden.

2.3 DE LUCHTKWALITEIT VERBETEREN VOOR HET MILIEU EN DE NATUUR

NO_x spelen een belangrijke rol in de milieuverzuring en de vorming van ozon. Ozon kan door oxidatie o.a. de celmembranen van planten, schimmels, insecten, ... beschadigen. Hierdoor lekken de cellen waardoor het organisme kan uitdrogen en afsterven. Bij landbouwgewassen leidt dat tot opbrengstvermindering. Bij natuurlijke ecosystemen kan de ozonschade ook ernstige gevolgen hebben voor de biodiversiteit. De effecten van ozon worden vaak pas zichtbaar na blootstelling gedurende enige tijd.

NO_x hebben via depositie ook een vermistende werking op de bodem, het oppervlaktewater en planten. Dat leidt tot vervuiling van drinkwatervoorraden, algengroei in meren en waterlopen en de achteruitgang van de biodiversiteit doordat vermistingsgevoelige plantensoorten verdrongen worden door één of enkele stikstofminnende soorten (denk bv. aan de vergrassing van heidegebieden).

3 HOE?

3.1 HET PROBLEEM AANPAKKEN BIJ DE BRON

De meest efficiënte manier om de lokale luchtkwaliteit te verbeteren is vermijden dat vervuilende stoffen in de lucht terecht komen. Dit is logisch maar niet altijd evident.

Aangezien lokale verkeersemisseries een belangrijke impact hebben op de lokale NO₂- en BC-concentraties hebben lokale maatregelen die de uitstoot van verkeer significant beperken een belangrijk positief effect op de luchtkwaliteit, onze gezondheid en het klimaat. De uitstoot van verkeer is vooral afhankelijk van de verkeersintensiteiten, de voertuigenmerken en het rijgedrag. Door op één of meerdere van deze elementen in te grijpen kunnen we de verkeersemisseries reduceren.

3.1.1 Minder auto's - meer openbaar vervoer, fietsers en voetgangers



Het verminderen van het autoverkeer is een erg effectieve strategie om de lokale luchtkwaliteit te verbeteren. Maar dan moeten er natuurlijk alternatieven voor handen zijn. Als we ons ruimtelijk beleid en mobiliteitsbeleid uitstippelen is het dus belangrijk om met beide aspecten rekening te houden en niet eenzijdig in te zetten op het een of het ander.

Het is erg belangrijk om in het **ruimtelijke beleid** goede locatiekeuzes te maken. Zo kunnen we zowel het aantal gemotoriseerde verplaatsingen en de verplaatsingsafstanden beperken als de ruimtelijke structuur optimaliseren zodat alternatieven voor het wegverkeer meer kansen krijgen. Kantoren en handelscentra worden best ingeplant nabij openbaar vervoersknooppunten en nieuwe bedrijventerreinen worden bij voorkeur maximaal geënt op multimodale locaties (spoor, water). Door lokale functies op loop- of fietsafstand te voorzien in woonwijken en op werklocaties is de drempel om zich te voet of met de fiets te verplaatsen minder groot.

Ook via het mobiliteitsbeleid kunnen we de lokale verkeersintensiteiten verminderen. In bepaalde straten kan de oplossing erin bestaan om **het doorgaand verkeer of sluipverkeer aan te pakken**. Het is hierbij wel nuttig om eerst de achterliggende oorzaken te achterhalen. Dit kan via enquêtes, tellingen, herkomstbestemmingsonderzoeken, ... Mogelijke oorzaken voor doorgaand verkeer of sluipverkeer zijn een gebrekkige bewegwijzering, het gebrek aan alternatieve routes, een te grote omrijfactor of verliestijd via de alternatieve routes, ... Welke maatregel uiteindelijk het meest geschikt is, is afhankelijk van situatie tot situatie. Mogelijke

maatregelen zijn het verbeteren van de doorstroming op alternatieve routes, een betere signalisatie, het invoeren van toegangsverboden of éénrichtingsverkeer, sluisen, ...

Wel vermijden we best dat het probleem zich verplaatst naar andere dichtbevolkte, smalle straten. Houd bij het wijzigen van de verkeersstromen dus steeds rekening met de bevolkingsdichtheid en de omgeving (zie 1.2.2) en besteed zeker aandacht aan de aanwezigheid van groepen die extra kwetsbaar zijn voor de gevolgen van luchtvervuiling, zoals kinderen en oudere of zieke mensen. Het wijzigen van verkeersstromen kan er ook toe leiden dat bestuurders verder moeten rijden om hun bestemming te bereiken. In dat geval nemen de totaal uitgestoten verkeersemisies toe, wat vooral negatieve effecten heeft op het klimaat. Langere afstanden ontmoedigen echter ook het autoverkeer zodat mensen gemakkelijker voor de fiets of het openbaar vervoer zullen kiezen om zo sneller op hun bestemming te geraken. Daartoe moet natuurlijk ook sterk op duurzame alternatieven worden ingezet.

AUTOLUWE CENTRA ZIJN GOED VOOR DE LOKALE ECONOMIE

In tegenstelling tot de vrees die vaak leeft bij de plaatselijke handelaars vaart ook de lokale economie meestal wel bij de invoering van autoluwe centra. Dat bewijzen de ervaringen in steden als Gent, Utrecht of Breda. In Breda bleken na de invoering van autowerende maatregelen fietsers drie keer vaker een winkel binnen te stappen dan automobilisten. Hoewel ze per bezoek minder geld uitgeven, besteden ze op weekbasis de helft meer in de handel. In Utrecht daalde tussen 1980 en 1992 het autoverkeer in de binnenstad van 26 naar 17 procent. Het fietsgebruik maakte de omgekeerde beweging. Die fietsers bleken het dubbele te besteden in de winkels dan de autogebruikers. Voetgangers en fietsers zijn er goed voor 56 procent van de omzet.

(Uit Eindrapport Duurzame mobiele steden, maart 2010, Tritel i.s.m. Traject.)

Ook het **parkeerbeleid** in een stad of gemeente kan een belangrijke impact hebben op het lokale verkeer. Een duurzaam parkeerbeleid kan helpen om een goed evenwicht te vinden tussen de doelstelling om het autogebruik te verminderen en gelijktijdig toch de bereikbaarheid per auto te verzekeren. Het autoverbruik kan verminderd worden door het parkeeraanbod bewust laag te houden. Wie nabij het werk pas na lang zoeken een parkeerplaats vindt, zal sneller overwegen om de fiets of het openbaar vervoer te gebruiken. Minder geparkeerde auto's op straat creëren ook kansen om de omgevingskwaliteit van de publieke ruimte te verbeteren. Anderzijds zorgt een tekort aan parkeerplaatsen voor omgevingshinder: 'wild' geparkeerde voertuigen en zoekverkeer met - als afgeleide - extra luchtverontreiniging tot gevolg. De meest effectieve parkeermaatregelen waarmee het gedrag van automobilisten gestuurd kan worden, zijn het variëren van parkeertarieven en het wijzigen van de parkeercapaciteit in combinatie met P+R's. Daarnaast kunnen parkeergeleidingssystemen het zoekverkeer verminderen en zo het transportvolume beperken maar deze systemen blijken minder effectief³.

³ Onderzoek naar de standaardeffecten van lokale maatregelen op luchtkwaliteit, TNO (2011) i.o.v. het departement LNE

Om het **fiets**gebruik te stimuleren is een totaalpakket aan maatregelen vereist, dat niet alleen inspeelt op de (sociale) veiligheid maar ook comfort en tijdswinst verzekert. Tal van maatregelen zijn hierbij mogelijk, zoals het aanleggen van veilige en comfortabele fietspaden, het realiseren van (gratis) fietsparkeervoorzieningen, het verbeteren van de doorstroming voor fietsers, het invoeren van hoogwaardige deelsystemen, ... Maatregelen, die mensen ertoe aanzetten om te fietsen of zich te voet te verplaatsen, hebben niet alleen een positieve impact op de gezondheid door de reductie van luchtverontreiniging. Het stappen en fietsen zorgt ook voor meer beweging en is dus sowieso gezonder dan een verplaatsing met de auto, scooter of bus. Uit onderzoek blijkt dat de positieve gezondheidseffecten van fietsen (door te bewegen) groter zijn dan de gezondheidsrisico's (door verkeersongevallen of de blootstelling aan luchtverontreiniging)⁴.

Het **openbaar vervoer** heeft vooral baat bij maatregelen die de kwaliteit en het aanbod verbeteren. Subsidie maatregelen blijken minder impact te hebben⁵: volgens onderzoek leidt gratis of goedkoper openbaar vervoer tot een toename van het openbaar vervoergebruik maar leidt dit niet automatisch tot eenzelfde afname van het autogebruik. In veel gevallen zijn het mensen die vroeger gebruik maakten van de fiets of die de reis niet maakten. Een verbetering van de kwaliteit heeft meer effect om autogebruikers de overstap te laten maken. Belangrijk element hierbij is de reistijd. Als de bus niet langer samen met de auto in de file staat neemt de concurrentiekracht van bussen toe. Een goede doorstroming van het openbaar vervoer is dus belangrijk en zorgt er bovendien ook voor dat de bussen minder moeten starten en stoppen, waardoor hun emissies afnemen.

Autobezit leidt tot autogebruik. Het stimuleren van **autodelen** kan dan ook een strategie zijn om het autogebruik te reduceren. Autodelers rijden gemiddeld minder autokilometers en maken meer gebruik van de fiets, de bus en de trein. Autodelen blijkt dan ook vooral effectief op locaties waar volwaardige alternatieven aanwezig zijn.

3.1.2 Een efficiëntere en duurzamere logistiek

Goederenvervoer maakt onlosmakelijk deel uit van onze maatschappij. Vrachtverkeer brengt echter negatieve milieueffecten met zich mee: een zwaar voertuig stoot immers ongeveer 4 tot 13 keer meer NOx uit dan een licht voertuig (cijfers voor 2020, respectievelijk 2015). Om de verkeersleefbaarheid in kernen te verbeteren is het dan ook belangrijk om doorgaand vrachtverkeer uit de kernen te weren, goederenstromen te bundelen zodat het aantal vervoersbewegingen daalt en milieuvriendelijke vervoerswijzen en technologieën te stimuleren. In de Wegwijzer voor een efficiënte en duurzame stedelijke distributie⁶ van het departement MOW staan 15 maatregelen vermeld die lokale overheden kunnen toepassen om hun stedelijke distributie te verduurzamen.

Door het beperktere aandeel van (doorgaand) vrachtverkeer in bebouwde centra is de impact van een efficiënte en duurzame logistiek op de lokale luchtkwaliteit kleiner dan bij auto-ontradende maatregelen.

⁴ "Do the Health Benefits of Cycling Outweigh the Risks?", de Hartog et al. Environ Health Perspect 118:1109–1116 (2010). doi:10.1289/ehp.0901747 [Online 30 June 2010]

⁵ Onderzoek naar de standaardeffecten van lokale maatregelen op luchtkwaliteit, TNO,(2011) i.o.v. het departement LNE

⁶ <https://www.mvovlaanderen.be/sites/default/files/media/Wegwijzer.pdf>

3.1.3 Milieuvriendelijkere voertuigen

Om de verkeersemisies te verminderen kan je ook de voertuigkenmerken van het lokale verkeer proberen te beïnvloeden. Een van de (ondertussen) meer bekende maatregelen daartoe is het invoeren van een **lage-emissiezone** (LEZ)⁷. In een LEZ gelden toegangsbeperkingen op basis van de kenmerken van een voertuig, de categorie, het brandstoftype en de euronorm. Het is hierbij de bedoeling om de vervanging van oudere dieselwagens te versnellen (t.o.v. de autonome ontwikkeling) en om een shift van diesel- naar benzinewagens te realiseren. Deze verschuiving moet leiden tot een verminderde uitstoot van luchtvervuilende stoffen. Het invoeren van een lage-emissiezone heeft in eerste instantie vooral een impact op de BC-concentraties omdat in de eerste jaren vooral oudere dieselwagens worden geweerd, die veel roet uitstoten. De impact op de NO₂-concentraties is voorlopig nog beperkter omdat ook recentere dieselwagens, die in praktijk veel NO_x uitstoten, nog tot 1/9/2027 in een LEZ zijn toegelaten. We verwachten dan ook pas in de volgende perioden een grotere impact van de LEZ op de NO₂-concentraties.

In een LEZ zijn **elektrische voertuigen** steeds toegelaten. Hoewel elektrische voertuigen, net als andere voertuigen, door slijtage van de banden, remmen en het wegdek wel (grover) fijn stof produceren, stoten ze via de uitlaat geen BC of NO₂ uit en hebben zo dus een veel kleinere impact op de lokale luchtkwaliteit dan diesel-, benzine- of aardgasvoertuigen. Ze kunnen er mee voor zorgen dat de klimaatdoelstellingen worden gehaald en beperken bovendien onze olieafhankelijkheid als de elektriciteit via duurzame energiebronnen wordt opgewekt. Vlaanderen beschikt over een aantal sterktes op vlak van elektrisch rijden. De afstanden zijn klein, er zijn een beperkt aantal grote spelers die beslissingen over aankopen kunnen nemen (leasebedrijven, overheden, ...), het elektriciteitsnet heeft een redelijk grote capaciteit en Vlaanderen telt veel eengezinswoningen met mogelijkheden om te laden. Vooral in stedelijke centra biedt elektrische mobiliteit kansen. Om de introductie van elektrische voertuigen te versnellen en zo de leefbaarheid te verhogen kunnen lokale overheden elektrische laadpalen voorzien, subsidies toekennen, elektrische voertuigen gratis laten parkeren tijdens het opladen, ... De impact van deze maatregelen is echter relatief beperkt zolang het aandeel elektrische voertuigen niet sterk stijgt.

In het buitenland wordt geëxperimenteerd met de **milieudifferentiatie van de parkeertarieven** om de milieukeurmerken van het lokale verkeer te beïnvloeden. Hierbij worden verschillende parkeertarieven gehanteerd voor schone en vervuulende voertuigen. Afhankelijk van de invulling kan de maatregel inspelen op het transportvolume of leiden tot een vergroening van het wagenpark. Wanneer parkeertarieven voor vervuulende auto's verhoogd worden valt te verwachten dat op korte termijn het autogebruik zal afnemen, wanneer korting gegeven wordt aan schone voertuigen, vb. elektrische voertuigen, zal dit vermoedelijk eerder een vergroening van het wagenpark in de hand werken. Op langere termijn speelt de vergroening vermoedelijk sowieso een grotere rol. Het effect van de maatregel is sterk afhankelijk van de tariefformule. Als de randvoorwaarden niet goed gekozen worden, bestaat het gevaar dat het goedkoper of gratis parkeren voor

⁷ Voor meer informatie: zie www.lne.be/lez

schonere voertuigen uiteindelijk aanleiding zal geven tot hogere verkeersintensiteiten⁸. De impact op luchtkwaliteit is eerder beperkt.

Tot slot kan ook worden ingezet op de **vergroening van nichevloten**, zoals het eigen dienstwagenpark, het bussempark van De Lijn of taxi's. De Vlaamse Regering heeft recent het taxibesluit goedgekeurd waarin gestreefd wordt naar een vergroening van de taxivloot. Hierbij moeten taxi's aan een bepaalde ecoscore voldoen om in aanmerking te komen voor een vergunning en krijgen elektrische taxi's een korting op de jaarlijkse retributie. Ook De Lijn zet in op een vergroening van haar wagenpark, o.a. door milieucriteria op te nemen in de bestekken voor haar pachters en door haar oude dieselbussen te vervangen door hybride of elektrische exemplaren. Verder worden de milieuvriendelijkste voertuigen ook ingezet op de meest vervuilde locaties, zoals in stedelijke centra. Door het geringe aandeel van deze nichevloten in de totale verkeersintensiteiten is de impact van deze maatregel beperkt. Als publieke voorbeeldfunctie kunnen deze maatregelen echter wel een effect hebben op het aankoopgedrag.

3.1.4 Een aangepast rijgedrag

Bij de aanpak van luchtverontreiniging speelt, naast de verkeersintensiteit, ook het rijgedrag een belangrijke rol.

De optimale **snelheid** van personenwagens ligt, wat de uitstoot van NOx - emissies betreft, op 50-70 km/u terwijl vrachtwagens het minst uitstoten wanneer ze ongeveer 90 km/u rijden. Het verlagen van de snelheid op autosnelwegen of grote ringwegen naar 90 km/u zal dus een positief effect hebben op de luchtkwaliteit, net als het verlagen van de snelheid op gewestwegen van 90 km/u naar 70 km/u. Het verlagen van de snelheden op lokale wegen zal eerder een (belangrijk) negatief effect hebben op de luchtkwaliteit. Dit effect is het grootst bij een snelheidsverlaging naar 30 km/u. Dit betekent niet dat we, omwille van de luchtkwaliteit, willen pleiten voor een hogere snelheidslimiet in bebouwde centra. Wel is het bij lagere snelheden van groot belang om de **ritdynamiek** zo laag mogelijk te houden om de uitstoot van emissies te beperken. In een zone 30 worden verkeersdrempels dan ook best vermeden, tenzij dit uiteraard noodzakelijk is om de verkeersveiligheid te verhogen. In dat geval wordt best geopteerd voor horizontale snelheidsremmers, omdat op die locaties aan constante snelheid kan gereden worden als er geen tegenliggers zijn.



Ook door een optimalisatie van de weginrichting t.h.v. de kruispunten kan de ritdynamiek worden verlaagd. De ritdynamiek is het laagst bij een ongelijkvloerse kruising (viaduct of sleuf) zonder uitwisselingsmogelijkheden tussen de kruisende wegen. Langs drukke gewestwegen en ringwegen kan het omvormen van een kruispunt tot viaduct of sleuf een belangrijke positieve impact hebben op de luchtkwaliteit. Hierbij is echter van belang om de hellingsgraad zo klein mogelijk te houden. Hellingen hebben namelijk een belangrijke negatieve invloed

⁸ Onderzoek naar de standaardeffecten van lokale maatregelen op luchtkwaliteit, TNO, 2011, i.o.v. het departement LNE

op de emissies, zeker bij vrachtwagens. Het omvormen van een lichtengeregeld kruispunt naar een rotonde heeft eerder een negatief effect op de luchtkwaliteit. Op rotondes daalt de ritdynamiek maar voertuigen rijden er aan een lagere snelheid in vergelijking met een lichtengeregeld kruispunt, wat dus een negatief effect heeft op de luchtkwaliteit⁹.

Ook een optimalisatie van de verkeerslichtenregeling of het wijzigen van de voorrangregeling, waardoor de grootste verkeersstromen aan een gelijkmatigere snelheid kunnen rijden, heeft een positieve impact op de luchtkwaliteit. Bovendien zorgt deze maatregel voor een optimaler gebruik van de wegcapaciteit en minder sluipverkeer en zou de verkeersveiligheid verbeteren¹⁰. Een optimalisatie kan betrekking hebben op de tijdsinstellingen, de volgorde, ... maar kan ook een betere coördinatie tussen opeenvolgende verkeerslichten inhouden. Een belangrijk aandachtspunt bij het invoeren van deze maatregel is dat ook aandacht moet besteed worden aan voetgangers, fietsers en het openbaar vervoer. Zij zijn immers ook gebaat bij een goede doorstroming ter hoogte van kruispunten. Korter wachten of zelfs helemaal niet wachten stimuleert het gebruik van meer duurzame vervoersmiddelen. Bovendien zorgt een kortere wachttijd er voor dat fietsers en voetgangers minder schadelijke stoffen van het gemotoriseerd verkeer inademen. Uit onderzoek blijkt dat het bevorderen van het fietsverkeer op kruispuntniveau slechts een beperkt negatief effect zou hebben op de doorstroming van het wegverkeer¹¹. Het optimaliseren van verkeerslichten of voorrangregelingen is dan ook een moeilijke evenwichtsoefening waarbij de ritdynamiek van voertuigen zo laag mogelijk moet worden gehouden, zonder de meer duurzame vervoerswijzen te benadelen. Bovendien bestaat het gevaar dat een betere doorstroming op termijn de verkeersintensiteiten doet toenemen, wat uiteraard nefast is voor de luchtkwaliteit.

Tot slot wordt bij de snelheidshandhaving best geopteerd voor trajectbewaking, waarbij de snelheid wordt gehandhaafd op een traject i.p.v. op een geïsoleerde locatie. Geïsoleerde controles hebben namelijk slechts een beperkt effect: bestuurders remmen af ter hoogte van de controlelocatie om daarna de verloren tijd in te halen met nog hogere snelheden. Door een volledig traject te bewaken, heeft een dergelijke rijstijl geen zin. De bedoeling van trajectbewaking is dus om de overschrijdingen van de maximumsnelheid aanzienlijk te verminderen, zonder een verhoging van de dynamiek van het verkeer. Hierdoor neemt niet alleen de verkeersveiligheid toe maar vermindert ook de uitstoot.

⁹ Het opstellen van aanbevelingen en richtlijnen rond milieuvriendelijke weginrichting, Arcadis i.o.v. het departement LNE (2013)

¹⁰ Omdat er minder vaak sprake is van een plotselinge roodfase en minder weggebruikers door rood rijden (bron: Onderzoek naar standaarddefecten van lokale maatregelen op luchtkwaliteit, TNO)

¹¹ Tijdschrift Lucht, jaargang 8 nummer 1, p. 14-17 'Kunnen we fietsen nog gezonder maken?'

STATIONAIR DRAAIEN, EEN HARDNEKKIG PROBLEEM

Op drukke kruispunten maar ook aan overwegen, taxistandplaatsen, kiss & ridezones, busstations, ... laten bestuurders hun voertuig vaak stationair draaien tijdens het wachten. Een stationair draaiende motor kan echter tot 2 keer zoveel emissies uitstoten als de motor van een voertuig in beweging. Hoewel artikel 8.6 van de Wegcode sinds 2004 elke bestuurder verbiedt om zijn voertuig stationair te laten draaien (behalve in geval van noodzaak) wordt deze verkeersregel zelden gehandhaafd. Het bestaande verbod lijkt voorlopig dus weinig effectief. Sensibilisatie, door bv. informatieborden in de buurt van overwegen, kiss & ridezones bij scholen, ... te plaatsen zou eventueel een positieve bijdrage kunnen hebben, maar het blijkt niet evident om louter met sensibilisatiecampagnes een mentaliteitsverandering te realiseren.

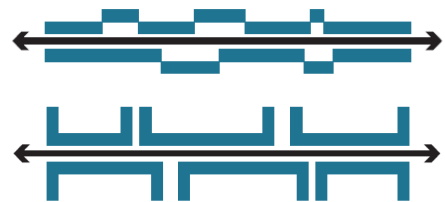
3.2 DE OMGEVING DOORDACHT VORMGEVEN

Naast brongerichte maatregelen kan je de lokale luchtkwaliteit ook positief beïnvloeden door de onmiddellijke omgeving beter in te richten of aan te passen. Ingrijpen in bestaande situaties is echter niet eenvoudig. De ruimte in Vlaanderen is beperkt en al dicht bebouwd. Door de bevolkingsgroei zal de nood aan (verdere) verdichting in kernen echter sterk toenemen. Nieuwe locaties zullen (moeten) worden ontwikkeld en bestaande situaties gewijzigd worden. Op die momenten is het van belang om de omgeving doordacht vorm te geven en voldoende aandacht te besteden aan de omgevingskwaliteit en de impact op de lokale luchtkwaliteit.

3.2.1 Street canyons vermijden

Een street canyon effect treedt op in smalle straten met hoge gebouwen die loodrecht georiënteerd zijn op de overheersende windrichting (zie 1.2.2). Het effect komt niet voor wanneer de wind meer parallel ($< 45^\circ$) met de street canyon waait. In België zijn er twee voorkeurregimes. Meest voorkomend is een stevige zuidwesten- tot westenwind maar ook de noordoosten- tot oostenwind is vrij goed vertegenwoordigd. De andere windrichtingen komen niet zo vaak voor. In straten die dus eerder noordwest-zuidoost georiënteerd zijn zal het street canyon effect niet zo vaak optreden. Bij de vormgeving van nieuwe wijken wordt dan ook best rekening gehouden met de **oriëntatie van de straten**, zodat de wijk voldoende wordt geventileerd. Voldoende ventilatie heeft bovendien ook een positief effect op de hittestress.

In een bestaande straat die ZW-NO tot O-W georiënteerd is, laat je best **geen aaneengesloten hoogbouw** toe. Voorzie daartoe voldoende onderbrekingen (zoals pleintjes, straten of verschuivingen van de rooilijn). Als die onderbrekingen op minstens 100 m afstand van elkaar voorkomen, dan heeft dit een ventilerend effect op de luchtkwaliteit in de street canyon. Door de gevellijn af te buigen onderbreek je niet alleen de aaneengesloten bebouwing maar wordt de binnenzijde van het bouwblok ook afgeschermd van de luchtvervuiling in de straat.



In theorie zou je nog kunnen kijken waar je de hoogste gebouwen toelaat (windopwaarts of windafwaarts t.o.v. de overheersende windrichting – zie 1.2.2) maar aangezien er in België twee, tegengestelde, voorkeursregimes voorkomen lijkt dit in ZW-NO tot O-W georiënteerde straten geen solide oplossing.

3.2.2 Afstand houden

Algemeen geldt hoe groter de afstand tussen bron (het verkeer) en ontvanger (bewoners, voetgangers, fietsers), hoe beter. Dimensioneer nieuwe wegen dan ook voldoende breed en houd de rijweg zelf zo compact mogelijk. Brede straten zorgen niet alleen voor een grotere afstand maar verminderen ook het eventuele street canyon effect. Vermijd middenbermen en positioneer de rijweg centraal en de fiets- en parkeerstroken aan de gevelzijde. Zo is de afstand tot bron maximaal voor alle omwonenden. Deze aanbevelingen kunnen ook worden toegepast bij de herinrichting van bestaande straten.

3.2.3 Een aangepaste groeninrichting

In smalle straten en langs drukke verkeerswegen leiden bomen vaak tot hogere concentraties aan schadelijke stoffen. Bomen verhinderen namelijk de aanvoer van verse lucht en het zuiverende effect van de bladeren is te beperkt om dit negatieve effect te compenseren. Het is dus geen goed idee om bomen in een drukke street canyon te planten als je er de luchtkwaliteit wil verbeteren. Bomen hebben echter veel andere positieve eigenschappen. Zo hebben ze een positief effect op onze (mentale) gezondheid en helpen ze bij het tegengaan van hittestress. Ze bieden onder meer schaduw, geven structuur en identiteit aan een plek en spelen een grote rol in de beleving en verblijfskwaliteit van onze ruimte. Als dus om deze redenen beslist wordt om bomen in een street canyon te voorzien, plant ze dan op grote afstand van elkaar, snoei regelmatig en kies voor bomen met een open kruin die de weg niet overkappen. Als er een middenberm aanwezig is, dan plant je de bomen beter daar dan aan beide zijden van de weg. Een andere optie kan natuurlijk ook zijn om resoluut te kiezen voor groen in de street canyon en de street canyon zelf verkeersarm te maken.

Ook ander stedelijk groen (zoals gevelgroen, groendaken, voortuinen, hagen, enz.) zorgt niet meteen voor een significante verbetering van de lokale luchtkwaliteit. De filterwerking van het groen is te klein om op te boksen tegen de continue toevoer van nieuwe luchtverontreiniging door verkeer. Het groen houdt de verontreinigde lucht in sommige gevallen zelfs wat langer vast dan in een situatie zonder groen. Een lage haag (tot 1 m) heeft geen negatieve (noch positieve) impact op de luchtkwaliteit. Dit betekent dus dat hagen gerust in een street canyon kunnen worden geplaatst, bv. als barrière om de verkeersveiligheid te bevorderen. Ook vegetatie op een ondoorlatend (geluid)schermbaan heeft geen invloed op de effecten van het scherm. De positieve effecten worden dus louter veroorzaakt door de ondoorlaatbaarheid van het scherm zelf en niet door de vegetatie¹².

Fors inzetten op stadsbossen en -parken is een goed idee. De groenstructuur schept afstand. De bomen filteren (een bescheiden deel van) de luchtvervuiling en de parken en bossen zelf bevatten meestal weinig wegen waardoor de lokale verkeersemissies verwaarloosbaar zijn. De luchtkwaliteit is er dus meestal goed. Bovendien zetten grotere groenstructuren aan tot bewegen, wat op zijn beurt goed is voor onze gezondheid.

Ook een compacte groenbuffer (minstens 30 m breed en 100 m lang) langs een drukke weg, die op voldoende afstand (minstens 15 m) van de nabijge bebouwing is ingeplant, kan zorgen voor een (beperkte) verbetering van

¹² Schone lucht: groen en de luchtkwaliteit in de Stad (2013).

de luchtkwaliteit ter hoogte van de bebouwing. De buffer zorgt namelijk voor een sterkere uitwisseling van de vervuilde lucht met verse lucht uit de hoger gelegen luchtlagen. In de buffer en vlak erachter kunnen de concentraties echter toenemen omdat de windsnelheid er snel afneemt. Dit is dus een aandachtspunt als wordt overwogen om doorheen of achter de groenbuffer een fiets- of wandelpad aan te leggen. De buffer moet ook voldoende massa hebben en is best gelaagd opgebouwd met zowel (lage) struiken als (hoge, winterkale) loofbomen en coniferen (groenblijvend). Naaldbomen en loofbomen met ruwe en behaarde bladeren zijn immers effectiever in het verwijderen van fijn stof dan loofbomen met gladde en platte bladeren, maar voor stikstofoxiden geldt net het tegenovergestelde.



HEESTERS		PM ₁₀	NO ₂	NO	O ₃	emissie VOS
<i>Amelanchier lamarckii</i>	Krentenboompje	+	+		+	
<i>Berberis xfrickartii</i>	Zuurbes Amstelveen	++	++		++	++
<i>Chaenomeles</i>	Dwergkwee	+	++		++	
<i>Corylus colurna</i>	Boomhazelaar	++	+++		+++	
<i>Euonymus (bladverl.)</i>	Kardinaalsmuts	+	+++		+++	
<i>Euonymus (bladhoud.)</i>	Kardinaalsmuts	++	+		+	
<i>Hedera</i>	Klimop	++	++		++	
<i>Ilex xmeserveae</i>	Blauwe hulst	++	+		+	
<i>Lonicera (bladverl.)</i>	Struikkamperfoelie	+	+			
<i>Lonicera (bladhoud.)</i>	Struikkamperfoelie	++	++		++	
<i>Mahonia</i>	Mahoniestruik	++	++		++	+++
<i>Potentilla fruticosa</i>	Struikganzerik	++	++		++	+
<i>Rosa</i>	Stamroos	++	++		++	+
<i>Spiraea</i>	Spierstruik	+	++		++	+



NAALDBOMEN		PM ₁₀	NO ₂	NO	O ₃	emissie VOS
<i>Ginkgo bilboa</i>	Japane notenboom	+	+++		+++	+
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	Chinese moerascipres	+++	+		+	+
<i>Pinus nigra</i>	Oostenrijkse den	+++	+		+	+
<i>Pinus sylvestris</i>	Grove den	+++	+		+	+
<i>Taxus</i>	Venijnboom	+++	+		+	+





LOOFBOMEN		PM ₁₀	NO ₂	NO	O ₃	emissie VOS
<i>Acer platanoides</i>	Noorse esdoorn	+	+++		+++	
<i>Acer pseudoplatanus</i>	Gewone esdoorn	+	+++		+++	
<i>Aesculus</i>	Paardenkastanje	++	+++		+++	
<i>Ailanthus altissima</i>	Hemelboom	+	+++		+++	+
<i>Alnus cordata</i>	Hartbladige els	+	+++		+++	
<i>Alnus glutinosa</i>	Zwarte els	+	+++		+++	
<i>Alnus xspaethii</i>	Els	++	+++		+++	
<i>Betula ermanii</i>	Goudberk	++	+++		+++	+
<i>Betula nigra</i>	Zwarte berk	++	+++		+++	+
<i>Betula pendula</i>	Ruwe berk	++	+++		+++	+
<i>Betula utilis</i>	Witte himalayaberk	++	+++		+++	+
<i>Carpinus betulus</i>	Haagbeuk	++	+++		+++	+
<i>Crataegus xpersimilis</i>	Pruimbladige meidoorn	+	+++		+++	
<i>Fagus sylvatica</i>	Beukenhaag	++	+++		+++	
<i>Fraxinus angustifolia</i>	Smalbladige es	+	+++		+++	
<i>Fraxinus excelsior</i>	Gewone es	+	+++		+++	
<i>Fraxinus pennsylvanica</i>	Zachte es	+	+++		+++	
<i>Fraxinus ornus</i>	Pluimes	++	+++		+++	
<i>Gleditsia triacanthos</i>	Valse christusdoorn	++	+++		+++	
<i>Koelreuteria paniculata</i>	Blaasjesboom	+	+++		+++	+++
<i>Liquidambar styraciflua</i>	Amberboom	++	+++		+++	+++
<i>Liriodendron tulipifera</i>	Amerikaanse tulpenboom	+	+++		+++	+++
<i>Magnolia kobus</i>	Beverboom	+	++		++	
<i>Malus</i>	Appelboom	++	+++		+++	+
<i>Parrotia persica</i>	Perzisch ijzerhout	++	+		+	
<i>Platanus xhispanica</i>	Plataan	++	+++		+++	+++
<i>Populus</i>	Populier	++	+++		+++	+++
<i>Prunus</i>	Perzikboom	++	+++		+++	
<i>Pyrus calleryana</i>	Sierpeer	+	+++		+++	
<i>Quercus palustris</i>	Moeroseik	++	+++		+++	+++
<i>Quercus robur</i>	Zomereik	+	+++		+++	+++
<i>Salix alba</i>	Schietwilg	++	+++		+++	+++
<i>Sophora japonica</i>	Honingboom	++	+++		+++	
<i>Sorbus</i>	Lijsterbes	++	+++		+++	+
<i>Tilia cordata</i>	Winterlinde	++	+++		+++	+
<i>Tilia europaea</i>	Hollandse linde	+	+++		+++	+
<i>Ulmus</i>	Iep	++	+++		+++	+



HAGEN		PM ₁₀	NO ₂	NO	O ₃	emissie VOS
<i>Carpinus betulus</i>	Haagbeuk	++	+++		+++	+
<i>Fagus</i>	Beukenhaag	++	+++		+++	
<i>Ligustrum</i>	Ligusterhaag	++	+++		+++	



KLIMPLANTEN		PM ₁₀	NO ₂	NO	O ₃	emissie VOS
<i>Clematis</i>	Clematis	+		+	+	
<i>Fallopia</i>	Bruidsluier	+	+++		+++	
<i>Hedera</i>	Klimop	+++		+	+	
<i>Lonicera</i>	Kamperfoelie	+	++		++	
<i>Parthenocissus</i>	Wilde wingerd	+	++		++	
<i>Pyracantha</i>	Vuurdoorn	++	+++		+++	
<i>Rosa</i>	Klimroos	++	++		++	+
<i>Wisteria</i>	Blauwe regen	+	++		++	

3.2.4 Afschermen

De meest effectieve manier om de blootstelling te verminderen is **het overkappen of ondertunnelen van een weg**. Hierdoor kan de luchtverontreiniging de directe omgeving immers niet bereiken. De verontreinigde lucht moet wel opgevangen en behandeld worden of geventileerd worden via sleuven of gaten in de overkapping. Op die locaties kunnen dan verhoogde concentraties optreden. Op de afgeschermd locaties kunnen de NO₂ concentraties 2 µg/m³ lager liggen.

Bij het overkappen of ondertunnelen moet wel de nodige aandacht gaan naar de locatie van tunnelmonden omdat ook hier verhoogde concentraties optreden. Tunnels eindigen dus best niet in een dichtbevolkte omgeving.

Ook **scherm- of bermwoningen** hebben een positieve impact op de luchtkwaliteit in het achterliggende woongebied als deze woningen ZW-NO of O-W zijn georiënteerd. De situatie is vergelijkbaar met de situatie aan de achterzijde van de gebouwen in een drukke street canyon. Zoals hoger vermeld is de invloed van de street canyon op de luchtkwaliteit aan de achterzijde zeer beperkt. Langs de drukke weg zelf zal de concentratie aan luchtverontreiniging toenemen omdat de verspreiding van verontreinigende stoffen door de schermwoningen wordt verhinderd maar als het woongebied achter de schermwoning autoluw wordt gehouden zal de street canyon problematiek in het woongebied zelf geen rol spelen.

Het plaatsen van een **geluidscherm** naast de weg zorgt windafwaarts voor een betere menging van de verontreinigde lucht met zuiverdere lucht uit de hoger gelegen luchtlagen. Dit leidt tot een significante

reductie van de NO₂ - concentraties op korte afstand achter het scherm. De effecten zijn afhankelijk van de hoogte en de densiteit van het scherm en verminderen naarmate de afstand tot het scherm toeneemt. Onder windstille omstandigheden dalen de concentraties achter het scherm nauwelijks of blijken de concentraties zelfs toe te nemen. Verder onderzoek is dus nodig om meer duidelijkheid te hebben over de impact van geluidschermen op de luchtkwaliteit.

LUCHTZUIVERENDE MATERIALEN, DE OPLOSSING?

Sommige onderzoeken raden aan om op schermen, gebouwen, wegen, ... een coating van luchtzuiverende materialen aan te brengen. Deze materialen bevatten het fotokatalytisch materiaal 'titaandioxide' dat, als katalysator onder invloed van UV-straling, NO₂ omzet in het relatief onschadelijke nitraat (NO₃). Het gevormde nitraat kan vervolgens tijdens een regenbui wegspoelen. Op basis van laboratoriumproeven zou gemiddeld zo'n 50% van de stikstofoxiden omgezet worden in nitraatzouten. Maar werkt het ook in reële omstandigheden?

Fotokatalytische oppervlakken verminderen de concentraties in de onmiddellijke omgeving van het behandelde oppervlak maar het is fysiek onmogelijk om, onder normale atmosferische omstandigheden, voldoende grote volumes lucht met het oppervlak te laten interageren. Er kunnen dus onvoldoende NO₂-moleculen verwijderd worden om een significante invloed op de concentraties te hebben. Het coaten van materialen zal m.a.w. niet leiden tot significante reducties van NO₂ concentraties in de omgevingslucht. Verder bestaat het risico dat deze stoffen resulteren in de productie van andere ongewenste stoffen zoals salpeterzuur en formaldehyde, met negatieve gezondheidseffecten tot gevolg.

(Uit: Paints and Surfaces for the Removal of Nitrogen Oxides (2016). <http://uk-air.defra.gov.uk>)

3.3 KWETSBARE FUNCTIES DOORDACHT INPLANTEN

Functies en voorzieningen die veel auto- en vrachtverkeer veroorzaken, worden best niet nabij kwetsbare functies (crèches, scholen, ziekenhuizen, ...) ingeplant. Omgekeerd plant je kwetsbare functies best ook niet direct langs een drukke weg in. Klinkt logisch maar in een stedelijke omgeving is dit uiteraard niet evident. Toch kan je ook daar bepaalde aandachtspunten in acht nemen die de blootstelling sterk verminderen. Zo hebben de verkeersemisies in een street canyon slechts een beperkt effect op de lokale luchtkwaliteit aan de achterzijde van de gebouwen. De meest kwetsbare functies verhuizen naar of inplanten aan de achterzijde van een bouwblok is dan een erg efficiënte maatregel. Bovendien is de achterzijde vaak veel rustiger dan de voorzijde, wat ook minder geluidshinder oplevert. Ook de verluchting van gebouwen gebeurt best aan de achterzijde.

Verder loont het om kwetsbare functies op de hogere verdiepingen in te planten. De concentraties langs de gevel dalen namelijk licht (10-20 %) naarmate de hoogte toeneemt (vanaf halweg de gevelhoogte). Er bestaan hiervoor geen vaste richtlijnen, behalve "hoe hoger, hoe beter".

Zoals hoger vermeld (zie 1.2.2) zijn de concentraties aan de windopwaartse gevel hoger dan aan de windafwaartse gevel omdat de wind de luchtverontreiniging tegen de gevels aan windopwaartse zijde aanblaast. Kwetsbare functies in een street canyon worden in theorie dus best windafwaarts ingeplant. Aangezien er in België echter twee, tegengestelde, voorkeursregimes voorkomen lijkt dit in ZW-NO tot O-W georiënteerde straten geen solide oplossing.

