

Hoe beïnvloedt groen de luchtkwaliteit in de stad

In het stedelijk gebied zijn veel bronnen van luchtvervuiling aanwezig (industrie, verkeer, verwarming van huizen) met nadelige gevolgen voor de gezondheid en het welbevinden van de bewoners. Groen beïnvloedt de luchtkwaliteit in de stad op drie manieren; door beïnvloeding van luchtstromen, door een schermwerking en door het wegvangen of opnemen van verontreinigende stoffen ^{Janhäll 2015}. Het effect van de beïnvloeding van de luchtstromen is veel groter dan dat van het wegvangen van verontreinigingen ^{CROW 2012, Vos 2013}. Hoewel het filterende effect op lokale schaal beperkt is, is het toch van waarde omdat er met name voor fijnstof geen veilige niveaus bekend zijn zodat elke verlaging van de concentraties ervan een positief effect heeft op de volksgezondheid.



Beïnvloeding luchtstromen

Luchtverontreiniging in de stad is opgebouwd uit drie delen; de landelijke achtergrond (dat wat uit de wijde omgeving komt aanwaaien), de stedelijke bijdrage en de lokale bijdrage (bijv. van drukke verkeerspunten) ^{Hiemstra 2008}. Verreweg de belangrijkste factor om lokale piekconcentraties te verlagen is uitwisseling en vermenging met lucht uit de omgeving ("verdunningseffect") ^{CROW 2012, Vos 2013}.

In de beperkte ruimte in de stad bestaat het gevaar dat de luchtbeweging door dicht en hoog groen te sterk geremd wordt met als gevolg verslechtering van de luchtkwaliteit omdat de vervuilde lucht "blijft hangen". Om die reden is het van essentieel belang dat het groen in de stad de **luchtverversing** niet belemmert ^{Janhäll 2015, Vos 2013}.

Aan de andere kant verhoogt de aanwezigheid van bomen en struiken de **turbulentie** omdat lucht omhoog wordt gestuwd wat resulteert in een betere menging. Het effect op de luchtkwaliteit is echter sterk afhankelijk van lokale omstandigheden en de eigenschappen van het groen ^{Grote 2016}.

Met name in relatief smalle straten met aan weerskanten hoge en gesloten bebouwing (**street canyons**) leidt een gesloten kronendak ertoe dat luchtverontreiniging afkomstig van het verkeer onder de kronen blijft hangen en instroom van schone lucht van boven uitblijft ^{Salmond 2012}.

In dergelijke straten kunnen heggen door **beïnvloeding van de luchtcirculatie** een positief effect hebben op de luchtkwaliteit op voetpaden aan de zijkanten. Volgens computerberekeningen met heggen van 1,5 – 2,25 m

hoogte heeft een aaneengesloten heg midden in de straat daarbij meer effect dan heggen aan weerszijden tussen de voetpaden en de weg ^{Gromke 2016}.

Filterwerking

Bomen en ander groen **filteren** aanzienlijke hoeveelheden verontreiniging uit de lucht en dragen daarmee op regionaal niveau bij aan verlaging van concentraties. Het effect is echter onvoldoende om lokale problemen op te lossen ^{CROW 2012, Vos 2013} en op stadsniveau is het beperkt. In de literatuur worden getallen tot maximaal 5% genoemd ^{Pugh 2012}.

Het lucht-filterende effect van bomen en andere vormen van groen berust op **3 mechanismen** ^{Hiemstra 2008}: het neerslaan van fijnstof (PM10, PM2,5) op het oppervlak van blad en takken (impactie), de opname van vluchtige organische verbindingen (VOC) in de waslaag van het blad (adsorbtie) en de opname van gasvormige stoffen zoals NO_x, SO₂ en O₃ in het blad via de huidmondjes (absorbtie). De verwijdering van gasvormige verontreinigingen is permanent, fijnstof kan deels weer worden weggeblazen, spoelt deels met neerslag van het blad en komt uiteindelijk via afvallend blad en twijgen in de bodem.

De mate waarin **individuele soorten** aan de filtering van lucht bijdragen is afhankelijk van hun specifieke kenmerken en afmetingen (omvang en bladoppervlakte). Bomen zijn daardoor het meest effectief, maar ook struiken, vaste planten en andere lage begroeiing dragen hier aan bij. Voor het afvangen van fijnstof zijn naaldbomen en loofbomen met harige, ruwe of plakkerige bladeren het meest ▶

▶ effectief. Gasvormige verontreinigingen worden het beste weggevangen door soorten met grote gladde bladeren en voor het verwijderen van VOC's is blad met een dikke waslaag positief ^{Hiemstra 2008}. Nadeel van bladverliezende loofbomen is dat ze maar een deel van het jaar echt effectief zijn.

Een nadeel van sommige soorten is dat ze zelf ook **vluchtige organische stoffen** (VOC's) produceren ^{Grote 2016, Hiemstra 2008}. Met name bij hogere temperaturen kan dit bijdragen aan de versterkte vorming van ozon en fijnstof. Daarnaast kunnen VOC's ook vrij komen bij beschadiging (maaien van gras) en bij de bloei van sommige soorten ^{Churkina 2017}. Overigens is in de gematigde streken het overall effect van stadsbomen op de ozonconcentratie gunstig (verlaging) door beperking van de opwarming van de stad ^{Rogers 2015}.

Ook **vaste planten en grassen** dragen bij aan het wegvangen van verontreiniging uit de lucht; daarbij zijn dezelfde kenmerken als bij bomen bepalend voor de effectiviteit ^{Weber 2014}.

Het **filterend vermogen** van groen wordt het beste benut als het dicht bij de bron staat (daar zijn concentraties het hoogst) en wanneer de lucht goed door het groen kan stromen, d.w.z. wanneer het groen voldoende wind doorlatend is (optische porositeit van minimaal 30%) ^{CROW 2012}.

In relatief nauwe straten met dichte en hoge bebouwing (street canyons) met veel verkeer is het filterend vermogen van bomen niet opgewassen tegen de verhoging van de concentraties luchtverontreiniging als gevolg van de verminderde ventilatie. Uitgebreide aanleg van **gevelgroen** kan echter wel leiden tot verbetering van de luchtkwaliteit. Simulatiestudies

^{Pugh 2012} wijzen op een potentiële afname van 40% voor NO₂ en 60% voor PM. In street canyons met weinig verkeer zou het filterend effect van bomen dit nog kunnen versterken.

Schermerwerking

De beïnvloeding van luchtstromen en het filterende effect van groen kunnen worden benut om gebieden zonder veel emissie (parken, rustige wijk, scholen) door middel van **dichte groenelementen** te beschermen tegen vervuilde lucht van nabij gelegen drukke wegen ^{CROW 2012}.

In meerdere studies werden lagere concentraties luchtverontreiniging achter "**schermbeplantingen**" langs drukke wegen gemeten; in alle gevallen ging het om van boven tot onder gesloten gemengde beplantingen van bomen en struiken ^{Baldauf 2017}.

Ook direct achter **dichte schermen** (geluidschermen, muren, gesloten rij geparkeerde auto's) worden vaak lagere concentraties gemeten en er zijn rapporten die stellen dat combinaties van dichte schermen met daarachter een poreus groen scherm het sterkste effect geven ^{Gallagher 2015}.

Beplanting langs een drukke weg kan dienen om de hoeveelheid verontreiniging in de lucht achter dat groene scherm te beperken. In een computersimulatie gaven zowel een brede en dichte beplanting van groenblijvende bomen (naaldbomen) als een dicht scherm (geluidscherm) gecombineerd met een dichte rij groenblijvende bomen daarachter goede resultaten ^{Tong 2016}.

Verantwoording en meer informatie

Deze factsheet is onderdeel van een serie van vier rondom de positieve effecten van groen in de stad. Andere beschikbare onderwerpen zijn klimaat, waterhuishouding en biodiversiteit. Daarnaast is er een tabel beschikbaar waarin de bijdrage van ruim 100 boomsoorten aan de genoemde thema's in beeld is gebracht. Alle factsheets en de tabel zijn het resultaat van een project uitgevoerd door Wageningen University & Research met medewerking van studenten van Hogeschool Van Hall Larenstein in opdracht van de Gemeente Den Haag, Stichting De Groene Stad en Royal FloraHolland met financiële ondersteuning van de topsector Tuinbouw & Uitgangsmaterialen en bijdragen van Perennial Power, i-Bulb, Van den Berk Boomkwekerijen, Boot & Dart Boomkwekerijen, Boomkwekerij Ebben en Boomkwekerij M. van den Oever & Zonen. Het project is onderdeel van het programma De Groene Agenda.

Tekst: Jelle Hiemstra. **Foto's:** Bovengenoemde bedrijven en diverse bronnen uit het publiek domein. Deze factsheet vormt een samenvatting en momentopname van de beschikbare kennis. Meer informatie is te vinden in de onderstaande literatuur, via het kennisportaal Groen & Welzijn op www.groenkennisnet.nl of via een mail naar jelle.hiemstra@wur.nl.



Bronnen

Baldauf et al. 2017. Roadside vegetation design characteristics that can improve local, near-road air quality. *Transportation Research Part D* 52: 354–361.

Bealey et al. 2007. Estimating the reduction of urban PM10 concentrations by trees within an environmental information system for planners. *Journal of Environmental Management* 85: 44–58.

Brantley et al. 2014. Field assessment of the effects of roadside vegetation on near-road black carbon and particulate matter. *Sci. Total Environ.* 468: 120-129.

Churkina et al. 2015. Effect of VOC Emissions from Vegetation on Air Quality in Berlin during a Heatwave. *Environ. Sci. Technol.* 51: 6120–6130.

Cohen et al. 2014. A methodological approach to the environmental quantitative assessment of urban parks. *Appl. Geogr.* 48: 87-101.

CROW 2012. Beplanting en Luchtkwaliteit. Rapport, 72 p.

Gallagher et al. 2015. Passive methods for improving air quality in the built environment: A review of porous and solid barriers. *Atmospheric Environment* 120: 61-70.

Gromke et al. 2016. Influence of roadside hedgerows on air quality in urban street canyons.

Grote et al. 2016. Functional traits of urban trees: air pollution mitigation potential. *Front Ecol Environ* 2016; 14(10): 543–550.

Hiemstra et al. 2008. Bomen een verademing voor de stad. Brochure PPH/VHG 36 p.

Irga et al. 2015. Does urban forestry have a quantitative effect on ambient air quality in an urban environment. *Atmospheric Environment* 120: 173-181.

Janhäll 2015. Review on urban vegetation and particle air pollution – Deposition and dispersion. *Atmospheric Environment* 105: 130-137.

Nowak et al. 2013. Modelled PM2.5 removal by trees in ten U.S. cities and associated health effects. *Environmental Pollution* 178: 395-402.

Pugh et al. 2012. Effectiveness of Green Infrastructure for Improvement of Air Quality in Urban Street Canyons. *Environ. Sci. Technol.* 46: 7692–7699.

Rogers et al. 2015. Valuing London's Urban Forest Results of the London i-Tree Eco Project. *Treeconomics London* 84 p.

Salmond et al. 2012. The influence of vegetation on the horizontal and vertical distribution of pollutants in a street canyon. *Science of the Total Environment* 443: 287–298.

Tallis et al. 2011. Estimating the removal of atmospheric particulate pollution by the urban tree canopy of London, under current and future environments. *Landsc. Urban Plan.* 103: 129-138.

Tiwary et al. 2003. Modelling the size-dependent collection efficiency of hedgerows for ambient aerosols. *J. Aerosol Sci.* 37: 990-1015.

Tiwary et al. 2009. An integrated tool to assess the role of new planting in PM10 capture and the human health benefits: a case study in London. *Environ. Pollut.* 157: 2645-2653.

Tong 2016. Roadside vegetation barrier designs to mitigate near-road air pollution impacts. *Science of the Total Environment* 541: 920–927.

Vos et al. 2013. Improving local air quality in cities: To tree or not to tree? *Environmental Pollution* 183: 113-122.

Vranckx et al. 2015. Impact of trees on pollutant dispersion in street canyons: A numerical study of the annual average effects in Antwerp, Belgium. *Science of The Total Environment* 532: 474-483.

Weber et al. 2014. Herbaceous plants as filters: Immobilization of particulates along urban street corridors. *Environmental Pollution* 186: 234-240

