Groenplan Antwerpen

BOVENLOKAAL GROENPLAN _ ANALYSE

Deel 3: milieu

april 2013

VOORWOORD

Deze nota is één van de zes analysenota's die als eerste stap in het planproces van het Groenplan werden opgemaakt:

1_ Methodiek, basisstructuur en context
2_ Ecologische functie
3_ Milieufunctie
4_ Historische functie
5_ Gebruiksfunctie
6_ Flankerende functie

De nota 'Milieufunctie' onderzoekt de rol die stedelijk groen kan vervullen bij het beperken van de impact die de mens op zijn leefomgeving heeft. Het groen wordt hierbij niet beschouwd als het wondermiddel om het stadsklimaat leefbaar te houden, maar wel als een aandachtspunt voor toekomstige stadsontwikkeling.

COLOFON

STAD ANTWERPEN

Projectleider
Karina Rooman

Projectteam
Pieter Beck
Jan Bel
Pieter-Jan Bruynseels
Patrick Dictus
Walter De Backer
Marcello Serrao

Secretariaat
Bedrijfseenheid Stadsontwikkeling
Francis Wellesplein 1, 2018 Antwerpen
tel +32 3 244 52 39 I fax +32 3 248 24 54
Ludo.lorrendopt@stad.antwerpen.be

TRITEL i.s.m. BUITING advies

Projectleider
Guido Lauwaert

Projectteam
Ronald Buiting
Ralf De Jong
Julie Callebaut
Kenny Vandepoel
Liesbeth Mullens
Ewald Wauters

INHOUDSTAFEL

1. BASISPRINCIPES MILIEUGROEN 5
1.1 Definitie milieufunctie 5
1.2 Milieuproblemen 6
1.2.1 Luchtverontreiniging 6
1.2.2 Geluidsoverlast 7
1.2.3 Overlast door hitte 8
1.2.4 Wateroverlast en watertekort 10
1.2.5 Bodem- en waterverontreiniging 12

2. BRONNEN VAN MILIEUPROBLEMATIEK IN ANTWERPEN 15
2.1 Groen en luchtkwaliteit 15
2.1.1 Vaststelling van de luchtkwaliteit in de Antwerpse groengebieden 15
2.1.2 Inschatting van de luchtfilterende werking van groen 17
2.1.3 Luchtfilters in Antwerpen 19
2.2 Groen en geluid 21
2.2.1 Inschatting van de geluidsoverlastbeperkende werking van groen 21
2.2.2 Rustgebieden en -eilanden 21
2.3 Groen en temperatuur 23
2.3.1 Inschatting van de hittebeperkende werking van groen 23
2.3.2 Koele eilanden en opwarmingsgebieden 23
2.4 Groen en waterkwantiteit 25
2.4.1 Beekvalleien met overstroomde gebieden 25
2.4.2 Inschatting van de wateroverlastbeperkende werking van groen 31
2.4.3 Infiltratiegebieden en waterbuffers 31
2.5 Groen en bodem/waterkwaliteit 33
2.5.1 Inschatting van de bodemverontreinigingbeperkende werking van groen 33
2.5.2 Verontreinigde groengebieden en waterlopen 33

3. BASISKAART MILIEUGROEN ANTWERPEN 35
3.1 Bestaande milieugroenstructuur 35
3.1.1 Greenspots 35
3.1.2 Filters luchtkwaliteit 35
3.1.3 Filters wateroverlast 36
3.2 Onderbenutte en ontbrekende groenelementen 37
3.2.1 Onderbenut groen i.f.v. luchtkwaliteit 37
3.2.2 Groenarme zones 37

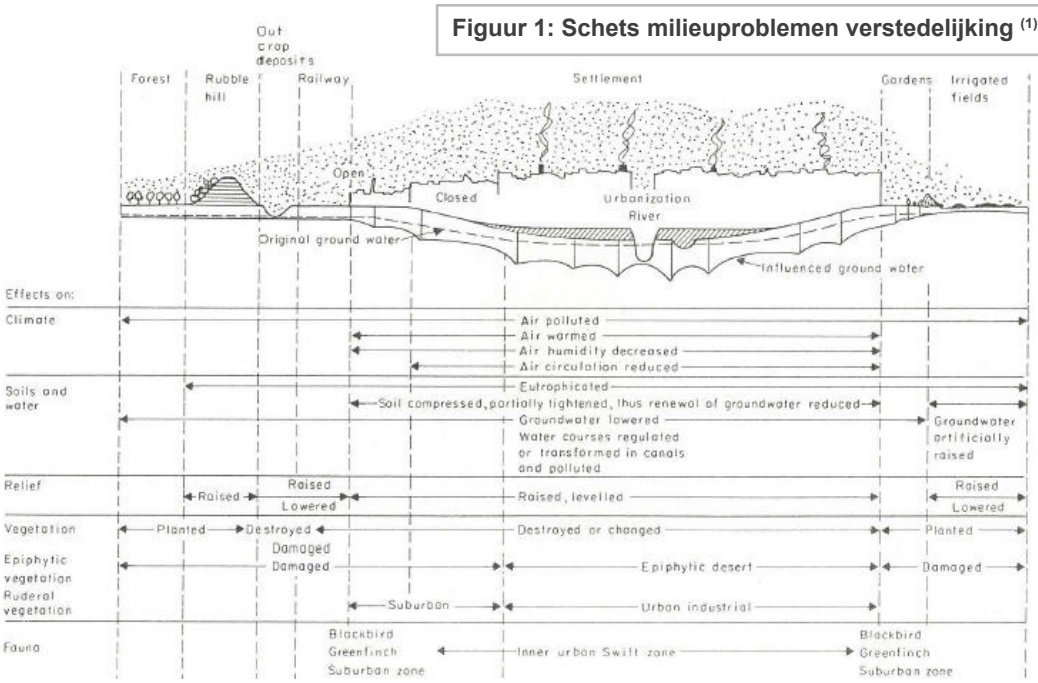
4. WAT ALS DE MILIEUFUNCTIE VERSTERKT WORDT... 39
4.1 Referentiekader: kenmerken van optimaak milieugroen 39
4.1.1 Luchtzuiverende soorten en -inrichting 39
4.1.2 Rustbevorderende maatregelen 45
4.1.3 Verkoelend effect van vegetatietypen 49
4.1.4 Waterinfiltratie en -buffering 51
4.2 Versterking van de milieufunctie 55
4.2.1 Onderbenutte gebieden optimaliseren 55
4.2.2 Ontbrekende gebieden inschakelen 55
4.2.3 Knelpunten aanpakken 56
4.3 Milieustreefbeelden 57
4.4 Referentiegebieden en -projecten 57

De stad is een omgeving met heel eigen milieuproblemen: luchtverontreiniging, waterpieken, verdroging, hitte-eiland effect en geluidsoverlast.

1. BASISPRINCIPES MILIEUGROEN

De stad is vooral een leefomgeving van de mens. Er wordt gewerkt, gewoond, gewinkeld en gerecreëerd. Voor veel mensen is het hun thuis en de omgeving waar ze het grootste deel van hun tijd doorbrengen. Het is ook een omgeving met heel eigen milieuproblemen. De aanwezigheid van veel bebouwing en verharding creëert een eigen klimaat (o.a. wat betreft geluid, luchtkwaliteit, temperatuur en waterhuishouding) en het vele verkeer en de industrie zorgen er voor vervuiling.

Figuur 1: Schets milieuproblemen verstedelijking (1)



In het kader van de ontwikkeling van het groenplan voor Antwerpen wordt in deze deelstudie een analyse uitgevoerd van de rol die het stedelijk groen speelt voor het milieu in Antwerpen. Ook het effect van het stedelijke milieu op het functioneren en de gebruiksmogelijkheden van het groen zelf wordt belicht.

1.1 Definitie milieufunctie

Volgens de Van Dale is het milieu het geheel van de natuurlijke, maatschappelijke en culturele omgeving dat op een levend wezen zijn invloed doet gelden. De milieuwetenschappen en de milieukunde bestuderen niet alle milieus maar beperken zich tot het milieu van de mens en richten zich daarbij op de fysieke levende en niet-levende omgeving van de mens. Het sociale milieu is geen onderwerp van studie in het vakgebied milieukunde (2).

Deze deelnota is vooral gericht op de problemen die zich kunnen voordoen wanneer deze leefomgeving door menselijk handelen wordt aangetast: bodem- en luchtverontreiniging, geluidsoverlast, opwarming, wateroverlast en -tekort. Groengebieden en beplantingen kunnen de milieuproblemen op verschillende manieren milderen en zo een positieve bijdrage leveren aan het leefklimaat van de bewoners van de stad. Het kan hierbij gaan om grote groengebieden zoals bijvoorbeeld een park, maar ook om kleine groenelementen zoals een individuele boom.

(1) Studiedag Biodiversiteit ook in openbaar groen, lezing Martin Hermy, 2011
(2) Boersema et al., 1989, Basisboek milieukunde

1.2 MILIEUPROBLEMEN

1.2.1 Luchtverontreiniging

Er zijn twee soorten luchtverontreiniging:

- Primaire verontreinigingen, waarbij de verontreinigende stof zelf in de lucht wordt gebracht, In de stad vormen verbrandingsgassen een belangrijke groep primaire verontreinigingen. Het gaat dan vooral om zwaveldioxide (SO_2) en stikstofoxiden (NO_x).

- Secundaire verontreinigingen, waarbij de vervuiling in de lucht gevormd wordt door chemische reacties. Secundaire verontreiniging treedt op wanneer de uitgestoten deeltjes met elkaar reageren of reageren met de van nature in de lucht aanwezige componenten. Ozon ontstaat bijvoorbeeld wanneer NO_x en vluchtige organische stoffen (VOS) onder bepaalde omstandigheden met elkaar reageren.

De verontreiniging in de lucht bestaat niet alleen uit gassen. Een belangrijke vorm van luchtverontreiniging in de stad is fijnstof: kleine vaste deeltjes die in de lucht zweven en zowel afkomstig zijn van natuurlijke als antropogene bronnen. Veel schadelijk fijnstof wordt uitgestoten bij de verbranding van diesel, stookolie, kool en hout. De uitgestoten deeltjes kunnen zelf schadelijk zijn of ze kunnen schadelijk zijn doordat ze andere stoffen zoals zware metalen meedragen. Vooral fijnstofdeeltjes kleiner dan 10 µm zijn schadelijk voor mens en dier. Deze fractie wordt aangeduid als PM_{10} [(3)].

Voor de belangrijkste vormen van luchtverontreiniging gelden Europese richtlijnen (Europese Kaderrichtlijn Lucht) die overgenomen zijn in de Vlaamse wetgeving Vlarem II. Hierin worden voor zwaveldioxide, stikstofoxiden, fijnstof (PM_{10}) en lood grenswaarden voor de bescherming van de gezondheid van de mens vastgelegd en wordt voor ozon een richtwaarde aangegeven.

Stof	Grenswaarde	Toelichting
Zwaveldioxide	350 µg/m³ 125 µg/m³	Uurgrenswaarde, mag niet meer dan 24 keer per kalenderjaar worden overschreden. Daggrenswaarde, mag niet meer dan 3 keer per kalenderjaar worden overschreden.
Stikstofdioxide en stikstofoxiden	200 µg/m³ NO_2 40 µg/m³ NO_2	Uurgrenswaarde, mag niet meer dan 18 keer per jaar worden overschreden. Jaargrenswaarde.
Zwevende deeltjes, PM_{10}	50 µg/m³ 40 µg/m³	Daggrenswaarde, mag niet meer dan 35 keer per jaar worden overschreden. Jaargrenswaarde.
Lood	0,5 µg/m³	Jaargrenswaarde.
Ozon	120 µg/m³	Richtwaarde: hoogste 8-uursgemiddelde van een dag, niet te overschrijden op meer dan 25 dagen per kalenderjaar, gemiddeld over drie jaar.

Luchtverontreinigingen die in hoge concentraties in de stad voorkomen, zoals ozon, SO_2 en NO_x, zorgen voor irritatie en schade aan de keel en het ademhalingssysteem. Ook fijnstofdeeltjes kunnen voor schade aan de luchtwegen zorgen en daarnaast kan fijnstof kankerverwekkende stoffen met zich meedragen [(4)].

Luchtverontreiniging kan ook aan boombladeren schade veroorzaken (beperking groeiproces). In de Vlaamse wetgeving worden normen geformuleerd. Voor ozon wordt een gemiddelde uurwaarde van 18 µg/m³ genoemd en voor stikstofoxiden een jaargrenswaarde van 30 µg/m³. Deze zijn lager dan de waarden voor de bescherming van de mens. Omdat niet alle boomsoorten even gevoelig zijn kan hiermee op ernstig vervuilde plekken rekening worden gehouden.

(3) MIRA, 2007c, Er is sprake van fijnstof als de deeltjes kleiner zijn of gelijk aan 10 micrometer. Hoe kleiner de deeltjes, hoe dieper ze kunnen doordringen in het ademhalingsgestel. De meest gezondheidsschadelijke fractie wordt gevormd door deeltjes van minder dan 2,5 µm ($PM_{2,5}$), die dieper doordringen in het respiratoire systeem.
(4) Boersema et al., 1989; MIRA, 2007c

1.2.2 Geluidsoverlast

Het geluid in een stad bestaat uit zowel gebiedseigen en natuurlijke geluiden als uit verstorende geluiden. In een stad als Antwerpen zijn veel verstorende geluiden aanwezig, zoals geluid van verkeer, (muziek)evenementen, industrie en bouwwerkzaamheden. Hoe storend een bepaald geluid is hangt van veel factoren af. De geluidssterkte is van belang, maar ook het soort geluid, het moment waarop het geluid optreedt, de lengte van de tijd waarin het geluid aanhoudt en de frequentie waarmee het geluid zich herhaalt. Daarbij verschilt het van persoon tot persoon wanneer bepaalde geluiden als hinderlijk worden ervaren (5).

Ook met betrekking tot geluidsoverlast bestaat er Europese regelgeving die is overgenomen in de Vlaamse Milieuwetgeving. In de bijlage Vlarem II worden de milieukwaliteitsnormen voor geluid in de open lucht beschreven. Hierbij worden voor verschillende gebieden, zoals landelijk gebied, woongebied of industriegebied, verschillende normen (6) gegeven en worden ook verschillende normen voor dag, avond en nacht gehanteerd.

Type gebied	Dag	Avond	Nacht
Woongebied	45 dB(A)	40 dB(A)	35 dB(A)
Industriegebied	60 dB(A)	55 dB(A)	55 dB(A)

De huidige regelgeving vereist verder dat geluidsbelastingkaarten worden vervaardigd. Deze kaarten zijn voor de stad Antwerpen inmiddels beschikbaar (7) voor de sectoren wegverkeer, spoorverkeer, de luchthaven van Deurne en de industrie. Geluid wordt daarbij weergegeven in L_{den} en L_{night}, zoals in de Europese richtlijn is voorgeschreven. L_{den} is het gemiddelde geluidsniveau over een volledig etmaal, waarbij dag, avond en nacht worden opgeteld en de avond- en nachtniveaus zwaarder meewegen. L_{night} is het geluidsniveau tijdens de nachtperiode. Op deze kaarten is goed te zien waar in de stad het meeste geluid voorkomt. De gemiddelde geluidsbelastingkaart van Antwerpen wordt verder besproken in punt 2.2 .

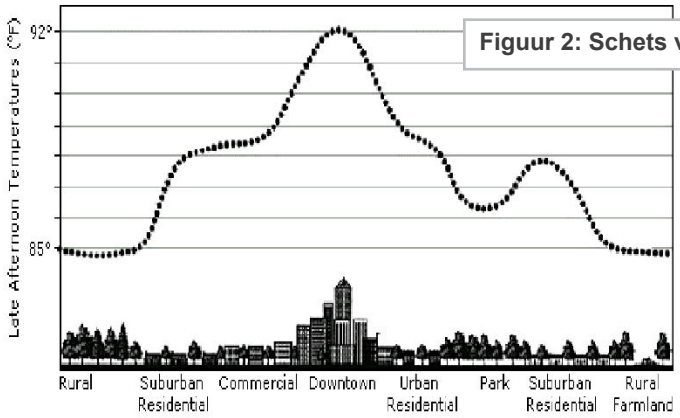
De verstorende geluiden kunnen een grote impact hebben op de mens. Bij extreem hard geluid kan gehoorbeschadiging ontstaan. Lawaai kan de nachtrust verstoren en kan zelfs aanleiding geven tot hart- en vaatproblemen als gevolg van stress.

Voor het functioneren van de vegetatie lijkt de geluidsoverlast geen probleem. Dieren hebben er wel last van. Zo is bekend dat sommige vogelsoorten slechts in lagere dichtheden broeden nabij lawaaierige wegen of er hun zang veranderen (luider zingen of een deun weglaten) (8).

(5) Irvine et al., 2009, Green space, soundscape and urban sustainability: an interdisciplinary empirical studie: MIRA 2007a; MIRA 2007c
(6) De normen worden gehanteerd voor het LA95 1h niveau. Het gaat hier om het A gewogen geluidsdrukniveau dat gedurende 95% van een tijdsinterval van 1 uur wordt overschreden. De zogenaamde A-weging is een frequentie-afhankelijke weging, die het meest overeenstemt met de geluidsbeleving van de mens.
(7) Departement Leefmilieu, Natuur en Energie (http://www.lne.be/themas/hinder-en-risicos/geluidshinder/beleid/eu-richtlijn/goedgekeurde-geluidskaarten)
(8) Kaseloo, 2006, Synthesis of noise effects on wildlife populations
David A., et al. Birdsongs keep pace with city life, Animal behaviour, 2012

1.2.3 Overlast door hitte _ stedelijk hitte-eiland

De temperatuur in een stad kan enkele graden hoger worden en ook langer hoog blijven dan de temperatuur in de omgeving daarbuiten. Gemiddeld is het in de stad 4°C warmer. Dit verschijnsel wordt omschreven als 'urban heat-island effect' of hitte-eiland effect.



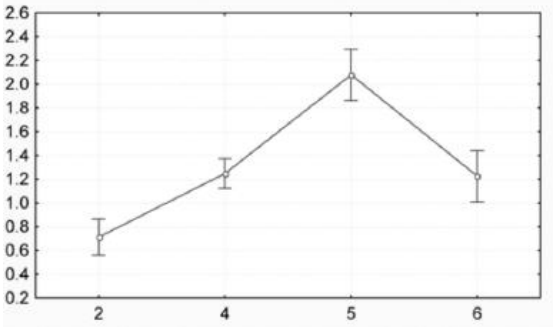
Figuur 2: Schets van een stedelijk hitte-eiland

Er zijn een aantal oorzaken voor dit verschijnsel [9]:

- Er worden in steden veel materialen gebruikt, zoals steen en beton, die goed in staat zijn de warmte van de zon te absorberen, deze lang vast te houden en geleidelijk weer af te geven. Centra van steden kunnen gedurende een dag twee maal zoveel warmte opslaan als het omliggende platteland.
- De aanwezigheid van gebouwen in de stad hindert de vrije doorstroom van wind. De windsnelheid in een stad is gemiddeld dan ook lager dan de windsnelheid in de omgeving. Wel kunnen rond hoge gebouwen windstoten optreden.
- In de stad verdampt 10 à 20% minder water. In een stad is minder vegetatie aanwezig dan in de omgeving. Vegetatie geeft enerzijds schaduw en verdampt anderzijds ook water, wat voor afkoeling zorgt. In een stad wordt regenwater snel afgevoerd waardoor minder water beschikbaar is voor verdamping.
- In de stad zijn veel bronnen aanwezig die zelf warmte produceren, zoals machines.

Het verschil in temperatuur tussen stad en omgeving is het grootst in de avond en nacht, wanneer de omliggende omgeving snel afkoelt terwijl gebouwen en bestrating in de stad nog lang warmte blijven uitstralen. Vooral in de zomer en het voorjaar, op onbewolkte windstille avonden, is het verschil groot. De temperatuur in het centrum van de stad kan dan tot 8°C hoger zijn dan de temperatuur buiten de stad. In de winter is het effect bijna niet aanwezig.

Uit onderzoek in Nederland [10] blijkt dat de grootte van een stad niet direct bepalend is voor de grootte van het effect. Andere kenmerken, zoals de bebouwingsdichtheid, zijn van groter belang. In gebieden met een gemiddelde bebouwingsdichtheid blijkt het effect het grootst (+2,1°C).



De grafiek toont het maximale temperatuurverschil in verscheidene bebouwingstypen in Londen:

1 = grasveld of park
2 = woningen nabij grasveld of park
3 = braakliggend of verhard terrein
4 = buurt met lage bouwdensiteit
5 = buurt met gemiddelde bouwdensiteit
6 = buurt met hoge bouwdensiteit
7 = stadscentrum met hoogbouw

(9) Gill et al., 2007, Adapting cities for climate change: the role of the green infrastructure; Hop, 2010, Dak en gevelgroen; Van Hove et al.,2011, Exploring the urban heat island intensity of dutch cities, zie: http://edepot.wur.nl/171621

(10) Van Hove et al., 2011, Exploring the urban heat island intensity of Dutch cities, zie: http://edepot.wur.nl/171621

Stad	Aantal inwoners (x10³)	Maximaal temperatuurverschil (°C)
Athene	3.203	4,6
Barcelona	4.795	8,2
Lissabon	600	4,0
Lodz	850	8,0
Londen	8.505	8,6
Moskou	10.654	9,8
Munchen	1.263	8,2
Parijs	9.820	8,0
Rome	3.328	5,0
Szeged	160	3,1

Stad	Aantal inwoners (x10³)	Maximaal temperatuurverschil (°C)
Apeldoorn	160	6,2
Delft	97	4,8
Groningen	198	3,1
Haarlem	149	5,7
Leeuwarden	94	3,0
Rotterdam	588	9,8
Den Haag	483	5,3

Milieukwaliteitsnormen voor hitte zijn niet gevonden en worden ook niet gegeven in de Vlaamse milieuwetgeving (11). Wel heeft het stadsbestuur van Antwerpen een thermografische kaart van de stad (12) laten vervaardigen. De informatie van deze kaart is voor deze studie beperkt bruikbaar omdat de kaart is samengesteld op basis van meetgegevens uit de maand maart. Overlast door hitte doet zich vooral voor in de zomer en de warmtesituatie in maart is hiermee niet goed vergelijkbaar. Doordat bomen in maart veelal nog geen blad hebben en nog geen water verdampen zijn gebieden met veel loofbomen in maart nog niet uitgesproken koel, terwijl dat in de zomer wel duidelijk de (relatief) koelere gebieden zullen zijn. Verder is oppervlaktewater tijdens een koude nacht in maart veelal warmer dan de omgeving en is dat in de zomer net vaak andersom.

Hitte is niet alleen vervelend voor de mens maar heeft ook een aantal gezondheidseffecten. Extreme hitte zorgt ook voor een groter aantal sterfgevallen. Ook een afname van de arbeidsproductiviteit en een toename van de agressie werden vastgesteld. Omdat de verwachting is dat door de klimaatverandering het aantal warme zomers en het aantal hittegolven zal toenemen in Noordwest-Europa, vormt overlast door hitte in de stad een steeds groter wordend probleem (13).

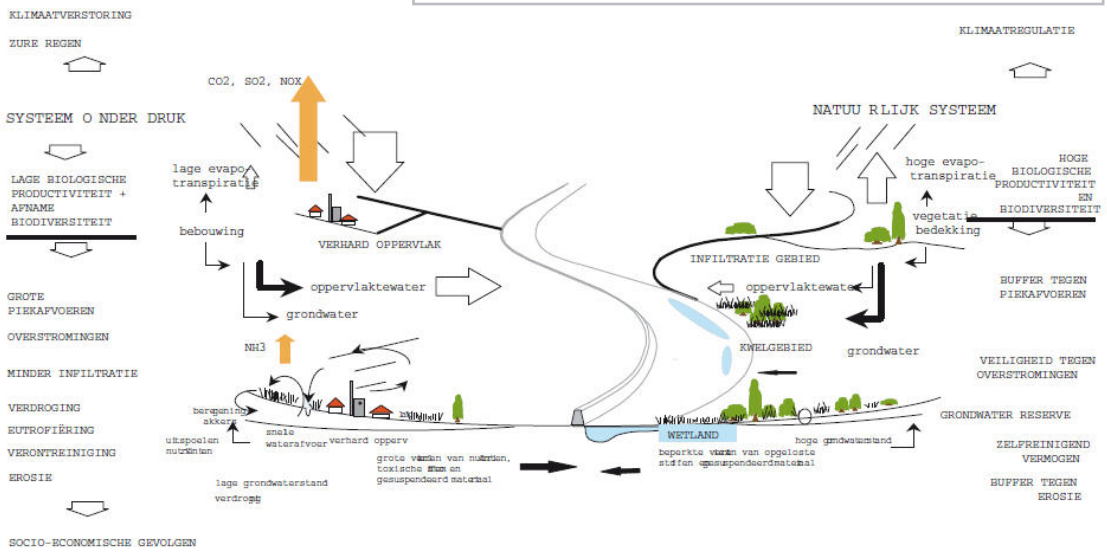
Plant- en diersoorten zijn aangepast aan het leven in hun habitat en kunnen in zekere mate omgaan met uiteenlopende omstandigheden. Maar de klimaatverandering zal sommige soorten toch uit de gebieden doen verdwijnen. Andere nieuwe soorten krijgen door de veranderende omstandigheden juist een kans. De verwachting is dat de zomers droger en warmer zullen worden terwijl de winters natter en milder zullen zijn (14). Het lijkt daarom waarschijnlijk dat zuidelijke plant- en diersoorten het in de toekomst steeds beter zullen doen in onze streken. Daardoor is het waarschijnlijk dat in de natuurlijke groengebieden een verschuiving in de soortensamenstelling zal optreden (15).

(11) Anonymus, 2011
(12) Deze kaart heeft als doel de burgers te informeren over de mogelijkheid om energie te besparen. Door aan te geven hoeveel energie een gebouw uitstraalt krijgt men een indicatie van hoe goed een gebouw geïsoleerd is. De kaart is samengesteld a.d.h.v. informatie die tijdens vier koude nachten in maart werd verzameld met infraroodcamera's. De temperatuur in de haven staat niet op de kaart. http://zoominopuwdak.antwerpen.be
(13) Salcedo Rahola et al., 2009, Heat in the city;
Van Drunen en Lassage, 2007, Klimaatverandering in stedelijke gebieden
(14) Willems et al., 2010
(15) Heijmans en Berendse, 2009, State of the art review on climate change impacts on natural ecosystems and adaptation

1.2.4 Wateroverlast en watertekort

In de stad wordt de natuurlijke waterkringloop sterk beïnvloed door de specifieke stedelijke condities. Een groot deel van de stad bestaat uit verhard oppervlak, zoals wegen en gebouwen. Daardoor zijn de mogelijkheden voor infiltratie en verdamping eerder beperkt. Water dringt nauwelijks door in de bodem en wordt snel afgevoerd naar bijvoorbeeld het riool. Het gevallen regenwater verlaat dan snel de stad waardoor wateroverlast voor de inwoners wordt voorkomen.

Figuur 3: Schema stedelijke en natuurlijke waterkringloop



Toch is deze situatie niet ideaal en vormt ze de aanleiding voor twee problemen:

- Teveel water:
  Tijdens zware regenbuien en perioden met langdurige neerslag ontstaan hoge piekafvoeren die in de stad zelf voor problemen zorgen omdat de riolen het vele water niet aankunnen. Ook buiten de stad kunnen deze piekafvoeren voor overlast zorgen wanneer kanalen, beken of rivieren door de te snelle en grote afvoer vanuit de stedelijke omgeving buiten hun oevers treden.

- Te weinig water:
  Doordat water nauwelijks de bodem indringt in de stad zullen stedelijke gebieden in tijden van droogte maar weinig water leveren aan de watersystemen. In gebieden met veel bebouwd en verhard oppervlak zullen de waterstanden in droge perioden daardoor sterker dalen dan in gebieden waar water dieper de grond is ingedrongen en langere tijd nalevering plaatsvindt naar de watersystemen [(16)].

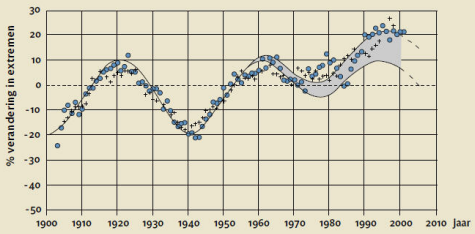
Het Decreet Integraal Waterbeleid (18 juli 2003) vormt het juridisch kader voor het waterbeleid in Vlaanderen. Het decreet legt de doelstellingen vast en reikt o.a. de watertoets aan als middel om dit beleid in de praktijk te kunnen brengen. De watertoets is een instrument waarmee de overheid, die beslist over een vergunning, een plan of een programma, inschat welke de impact ervan is op het watersysteem. Bij de watertoets wordt o.a. nagegaan of het project is gelegen in een overstromingsgevoelig gebied en welke maatregelen worden genomen om de impact op het watersysteem zo minimaal mogelijk te houden.

(16) KVAB, 2009, Verdroging ook in Vlaanderen?

De overheid kan verschillende beslissingen nemen:

- Een vergunning weigeren of een plan niet goedkeuren indien uit de watertoets blijkt dat een schadelijk effect ontstaat aan het watersysteem.
- Voorwaarden opleggen of een plan laten wijzigen indien blijkt dat een schadelijk effect zou kunnen ontstaan. Dit kan o.a. beperkingen op grootte en materialen van verharde oppervlakten, het voorzien van buffering en ifiltratiebekkens zijn.
- In gevallen van vermindering van de infiltratiemogelijkheden voor hemelwater, opleggen dat de vermindering van ruimte voor het watersysteem dient gecompenseerd te worden.

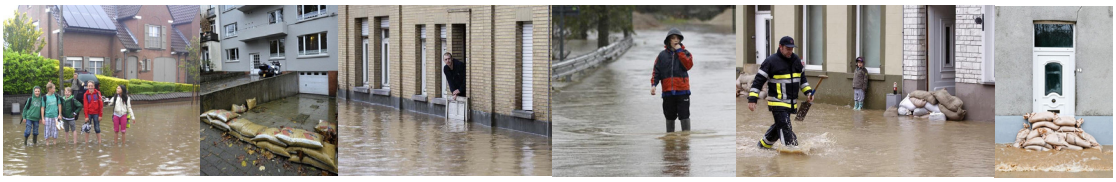
Evolutie van de intensiteit van winterse buien



De vergelijking van de buienintensiteit met de gemiddelde intensiteit in perioden van 10 of 15 jaar laat al een invloed van de klimaatverandering zien.

De verwachting is dat zowel het aantal hele droge perioden als het aantal zware buien zal stijgen in Noordwest-Europa. Hierdoor kunnen enerzijds de problemen door verdroging toenemen maar ook de wateroverlast tijdens zware buien kan verergeren (17).

De gevolgen van wateroverlast zijn meestal van korte duur en hebben voornamelijk gevolgen voor de mens door schade aan woningen en infrastructuur.



De gevolgen van verdroging zijn minder extreem zichtbaar en manifesteren zich vaak geleidelijk. In gebieden die te maken hebben met verdroging gaat veel van de oorspronkelijke diversiteit aan planten (biodiversiteit) verloren. Dit omdat sommige plantensoorten niet meer voldoende water krijgen (door daling van het grondwaterniveau) of omdat de samenstelling van het water ongeschikt wordt. Bijzondere soorten die gevoelig zijn voor dergelijke veranderingen worden verdrongen door minder gevoelige soorten als riet en brandnetels. Met het veranderen van de vegetatie verdwijnen ook lokale diersoorten.

Verdroging is niet enkel van toepassing op de ondiepe grondwaterlagen. Ook de diepere watervoerende lagen, die vaak als drinkwater worden benut, worden soms aangetast door verdroging. In de gespannen watervoerende lagen staat het water onder druk. Door verdroging wordt deze druk sterk verlaagd of verdwijnt soms volledig. Daardoor komen waterputten leeg te staan en wordt de watervoerende laag 'belucht' met kwaliteitsdegradatie van het water tot gevolg. Verdroging heeft dus ook tot gevolg dat steeds minder kwalitatief water beschikbaar is voor de mens.

(17) De Cleene, 2010, Van de regen in de droogte; Gill et al., 2007; Klein Tank en Lenderink, 2009, Klimaatverandering in Nederland; RWS, 2007, Investeringsruimte voor toekomstige droogte

1.2.5 Bodem- en waterverontreiniging

BODEMVERONTREINIGING

Bodemverontreiniging heeft betrekking op situaties waarbij door menselijke activiteiten milieugevaarlijke stoffen in de bodem terechtkomen zodat de bodemkwaliteit nadelig wordt beïnvloed [(18)]. Voor de mens vervult de bodem vele functies zoals grondwaterreservoir, drager van land- en tuinbouw en bron van grondstoffen. In de stad zijn er veel manieren waarop de kwaliteit van de bodem kan worden geschaad, waarbij onderscheid wordt gemaakt tussen verontreiniging afkomstig van puntbronnen (bijvoorbeeld lekkende stookolietanks) en diffuse bodemverontreiniging (bijvoorbeeld atmosferische depositie van zware metalen in de nabijheid van industrie of transportinfrastructuur). Ook op grote oude industrieterreinen kan diffuse en heel uitgestrekte bodemverontreiniging aanwezig zijn afkomstig van verschillende bronnen, zoals dat in Antwerpen het geval is bij Petroleuminstelling Zuid [(19)].

WATERVERONTREINIGING

De waterkwaliteit wordt in een stad sterk beïnvloed door allerlei watervervuilende activiteiten van de mens. Watervervuiling ontstaat door de lozing van vervuild water of afvalwater. Ook hierbij zijn er twee soorten bronnen. Puntbronnen verontreinigen het water op een specifieke locatie (bijvoorbeeld een rioolmond die uitmondt in oppervlaktewater). Diffuse bronnen zijn verontreinigingen die verspreid en indirect in het oppervlaktewater, grondwater of in rioolstelsels belanden, zoals vanuit de landbouw (meststoffen en chemische bestrijdingsmiddelen), de bebouwde omgeving, het weg- en railverkeer, de recreatievaart en de huishoudens.

De waterkwaliteit is vanuit drie aspecten van belang:

- De chemische waterkwaliteit bepaalt de samenstelling van het water en wordt niet alleen bepaald door emissies uit de industrie en landbouw, maar ook door de afspoeling van wegen (pekel, zware metalen) en van gebouwen (zink, koper en zware metalen).

- De ecologische waterkwaliteit bepaalt voor een belangrijk deel hoe een biotoop eruit ziet. Verschillende planten en dieren gedijen bij andere waterkwaliteiten. Van nature is het belangrijkste onderscheid in de ecologische waterkwaliteit het zoutgehalte (zout, brak of zoetwater). Maar ook subtielere verschillen zoals het kalkgehalte, het zuurstofgehalte en de helderheid zijn belangrijke factoren. Kalkrijk water is meestal afkomstig uit kwel, grondwater dat opwelt uit soms grotere diepten en dat oppervlaktewater voedt of in de wortelzone van planten terechtkomt. Wanneer het kwelwater door sterke ontwatering (bemaling) wordt afgevoerd, worden de planten alleen nog door het veel zuurdere regenwater gevoed. Hierdoor komt een proces van verdringing op gang waarbij kalkminnende planten verdwijnen en een verruiging (brandnetels, bramen,...) optreedt. De belangrijkste antropogene beïnvloeding van de ecologische waterkwaliteit is de bemesting. Een specifiek stedelijk probleem tenslotte zijn de vaak verouderde rioleringsstelsels, waardoor bij hevige regenval niet alleen het zure regenwater maar ook de rioolinhoud via overstorten in het oppervlaktewater terechtkomt.

- De drinkwaterkwaliteit beschouwt de kwaliteit van het water vanuit het gebruik voor de mens. Het gaat dan om drinkwater, irrigatiewater en recreatiewater.

Sinds eind 2000 is de Europese Kaderrichtlijn Water van kracht. Deze verplicht alle EU-lidstaten ertoe de kwaliteit van hun oppervlakte- en grondwater tegen 2015 op orde te brengen.

(18) Boersema et al., 1989, Basisboek milieukunde; MIRA, 2007b
(19) MIRA, 2007b

De chemische kwaliteit kan op verschillende wijzen bepaald worden. De basiskwaliteit is gebaseerd op meerdere parameters en wordt meestal in beeld gebracht aan de hand van 2 klassen: goed of niet goed.

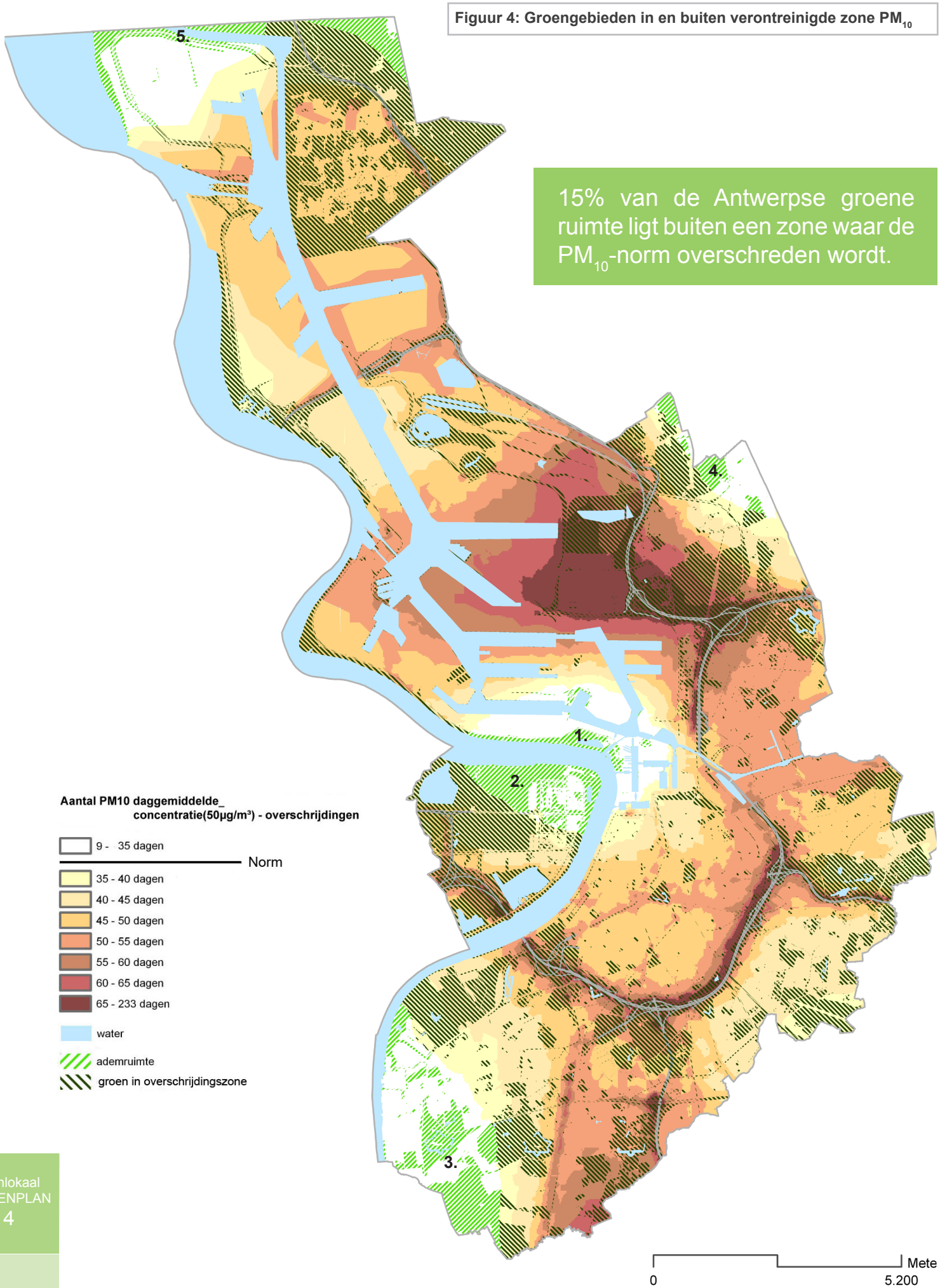
De ecologische kwaliteit wordt weergegeven door middel van de Belgische Biotische Index (BBI). Dit is een toepassing van de ecologische kwaliteitscoëfficiënt, waarbij de eigenlijke toestand wordt bepaald aan de hand van de waargenomen typespecifieke soortensamenstelling ten opzichte van de verwachte samenstelling per watertype. De BBI wordt vastgelegd in 5 klassen:

- slecht
- ontoereikend
- matig
- goed
- zeer goed

Watervervuiling is nadelig voor de ecosystemen. Het water van rivieren en meren houdt zichzelf grotendeels schoon via kleine plantjes en diertjes, die door chemische processen vuile stoffen afbreken. Deze stoffen moeten echter wel een ‘natuurlijke’ organische bron hebben. Water kan zichzelf niet reinigen wanneer het gaat om vervuiling door niet-natuurlijke, anorganische stoffen. Daarnaast zorgt het lozen van koelwater vaak voor thermische vervuiling. Als warm water geloosd wordt, kunnen de in het water levende organismen minder gemakkelijk afvalstoffen verwerken. Schadelijke stoffen hopen zich op in de lichamen van dieren. De weerstand tegen ziektes neemt hierdoor af, met nadelige effecten voor de reproductie of extreem zelfs sterfte tot gevolg. De vervuiling die de waterflora en -fauna niet kan verwerken, daalt naar de bodem van het water. Ook dringt dit vervuilde water door naar het grondwater en uiteindelijk naar landbouwgronden.

Figuur 4: Groengebieden in en buiten verontreinigde zone PM_{10}

15% van de Antwerpse groene ruimte ligt buiten een zone waar de PM_{10}-norm overschreden wordt.



2. BRONNEN VAN MILIEUPROBLEMATIEK IN ANTWERPEN

2.1 Groen en luchtkwaliteit

2.1.1 Vaststelling van de luchtkwaliteit in de Antwerpse groengebieden

Voor het centrale en zuidelijke deel van de stad Antwerpen zijn kaarten beschikbaar voor het jaar 2006 en 2007 waarop de concentraties luchtverontreiniging van verschillende stoffen weergegeven zijn. Voor het noordelijke deel van de haven werd informatie van de biomonitor uit het jaar 2003 gecombineerd met resultaten van de meetpunten. Deze kaarten zijn afkomstig van studies [(20)] waarbij de concentraties luchtverontreiniging werden bepaald met behulp van zowel metingen als modelberekeningen.

Bij de modelberekeningen in deze studie werd geen rekening gehouden met het bestaan van street canyons. Dit zijn veelal smallere straten die geflankeerd worden door hogere bebouwing waarin als gevolg van een beperkte luchtcirculatie de luchtverontreiniging kan blijven hangen. Wanneer er veel verkeer door een dergelijke straat wordt geleid, kunnen er hoge concentraties NO_2 en fijnstof voorkomen. De metingen [(21)] bevestigen dat in Antwerpen o.a. de Provinciestraat en de Plantin Moretuslei een overschreiding van de normen voor luchtverontreiniging vertonen. Dit zijn straten die wat betreft bebouwingstypologie en straatprofiel beantwoorden aan de definitie van een streetcanyon. Het aanwezige groen is er echter eerder beperkt om een nadelige invloed op de luchtcirculatie te kunnen hebben.

Uit deze kaarten blijkt dat vooral langs drukke wegen, in het bijzonder de Ring, de lucht sterk vervuild is. Hier worden de overschrijdingsnormen van de jaargrenswaarde voor stikstofdioxide, van de uurgrenswaarde voor stikstofdioxide en van de daggrenswaarde voor fijnstof alle drie overschreden. Ook de lucht in en nabij de haven blijkt sterk vervuild.

Slechts enkele groengebieden in Antwerpen vallen buiten de zone waar de normen voor luchtkwaliteit overschreden worden:

1. de omgeving van het Noordkasteel
2. de noordrand van Linkeroever (Sint-Anna)
3 de omgeving van Klaverblad en fort 8 in het zuiden van Antwerpen
4. de Puihoek in Ekeren
5. de noordelijke stadsgrens

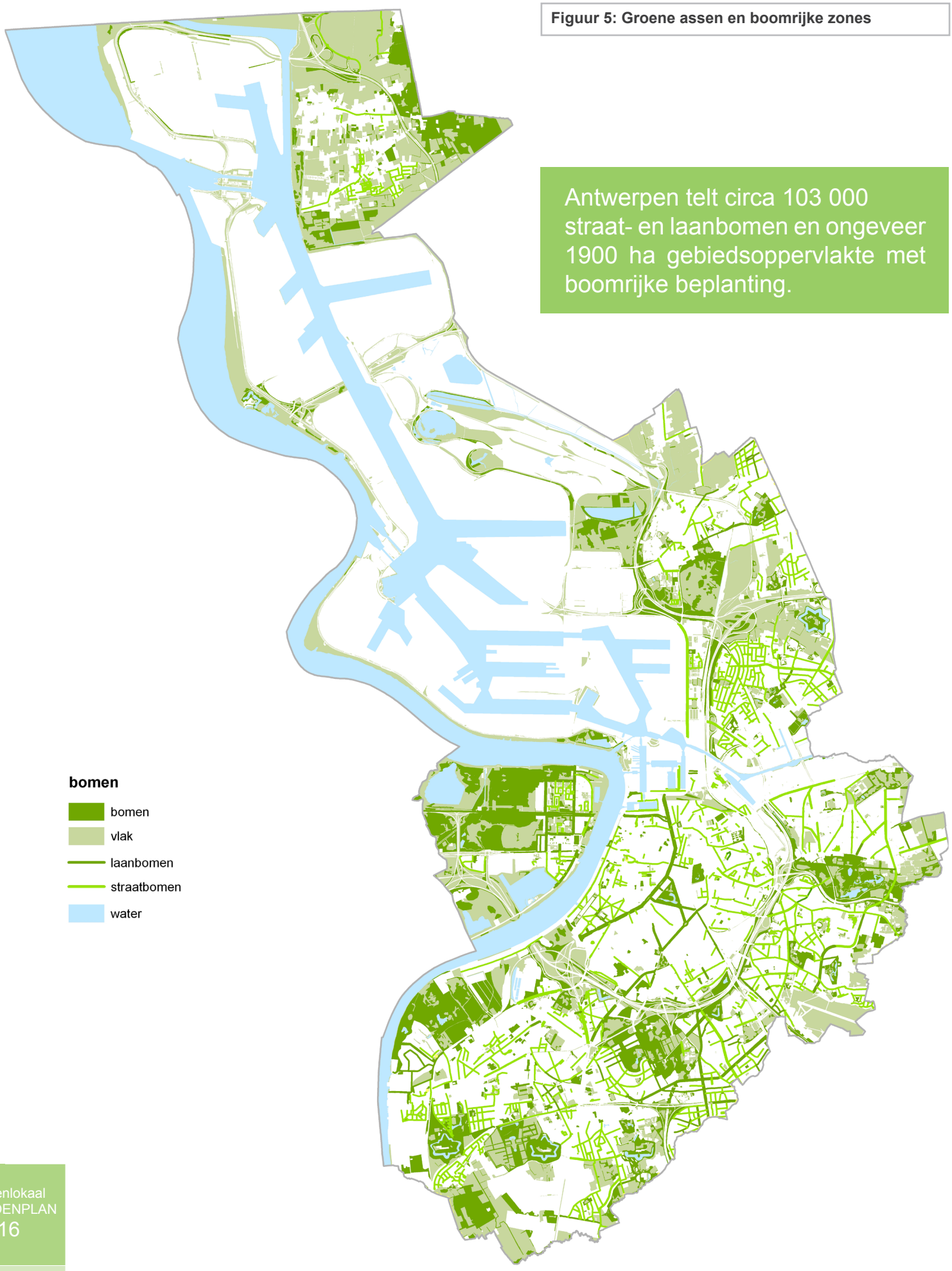
Deze groengebieden zijn van belang voor de stedelingen, omdat ze de mogelijkheid bieden om in open lucht te recreëren in een omgeving met een luchtkwaliteit beter dan de norm en dan elders in de stad. Door de invang van fijnstof in de begroeiing en door de vaak beperkte aanwezigheid van wegverkeer zal de lucht er zuiverder zijn. Deze groengebieden vormen letterlijk de ademruimten voor de stad.

(20) Van Poppel et al., 2009, MIRA, 2011; Sleeuwaert et al., 2007: Tussen de verschillende kaarten en studies zijn verschillen merkbaar die een gevolg zijn van andere gebruikte gegevens, nieuwe kennis en een andere studiezone.

(21) Van Poppel et al., 2009, Onderzoek naar de invloed van wegverkeer op de luchtkwaliteit in de stad Antwerpen in het kader van de opmaak van een actieplan fijnstof.
Lefebvre et al., 2010, Modellering van de concentraties aan en bronnentoewijzing van NO_2, PM_{10} en $PM_{2.5}$ in de Vlaamse luchtkwaliteitszones Gent, Antwerpen en Haven Antwerpen in het kader van de richtlijn luchtkwaliteit 2008/50/EG

Figuur 5: Groene assen en boomrijke zones

Antwerpen telt circa 103 000 straat- en laanbomen en ongeveer 1900 ha gebiedsoppervlakte met boomrijke beplanting.



2.1.2 Inschatting van de luchtfilterende werking van groen

Groen in een stad kan luchtverontreiniging beperken door het vermogen van bomen, struiken en planten om het gehalte van stilstofoxiden (NO_x), ozon (O_3) en biogene vluchtige organische stoffen (BVOS) in de lucht te verlagen. Dit gebeurt doordat deze stoffen daadwerkelijk door de planten worden opgenomen. Daarnaast zijn vooral bomen en struiken in staat om aanzienlijke hoeveelheden fijnstof uit de lucht te filteren [22].

Beplanting en groengebieden dragen op twee manieren bij aan de verbetering van de luchtkwaliteit:

- het beperken van de luchtverontreiniging nabij de bron
- het afzwakken van luchtverontreiniging in de woon- en werkgebieden

De meest effectieve manier om luchtverontreiniging aan te pakken is het beperken van de verontreiniging aan de bron. Groen kan hierbij als het ware een buffer creëren tussen de woon- en werkomgeving enerzijds en de bronnen van luchtverontreiniging zoals bijvoorbeeld drukke verkeeraders anderzijds. De groene buffer functioneert dan als een grote luchtfilter waarin fijnstof, NO_x, O_3 en BVOS direct aan de bron worden afgevangen.
Vanaf de bron verspreiden vervuilende stoffen zich over het achterliggende woon- en werkgebied. Ook groen dat aanwezig is in dit gebied zwakt de verontreiniging af door de achtergrondconcentraties van vervuilende stoffen te verlagen.

Het merendeel van de Antwerpse groengebieden is gesitueerd binnen de zone waar de normen voor luchtkwaliteit overschreden worden en ze bevinden zich zowel nabij verontreinigingsbronnen (verkeersaders, industrie) als in woon- en werkgebieden. Al deze groengebieden kunnen in principe een rol vervullen in de filtering van de lucht in Antwerpen.

Een eerste indicatie voor de huidige bijdrage van het groen aan het beperken van de luchtverontreiniging, is een studie [23] waarbij met behulp van een model werd berekend dat het verwijderen van het overgrote deel van de vegetatie uit de stad voor een verhoging van 4% van de ozonconcentratie in en rond de stad zal zorgen.

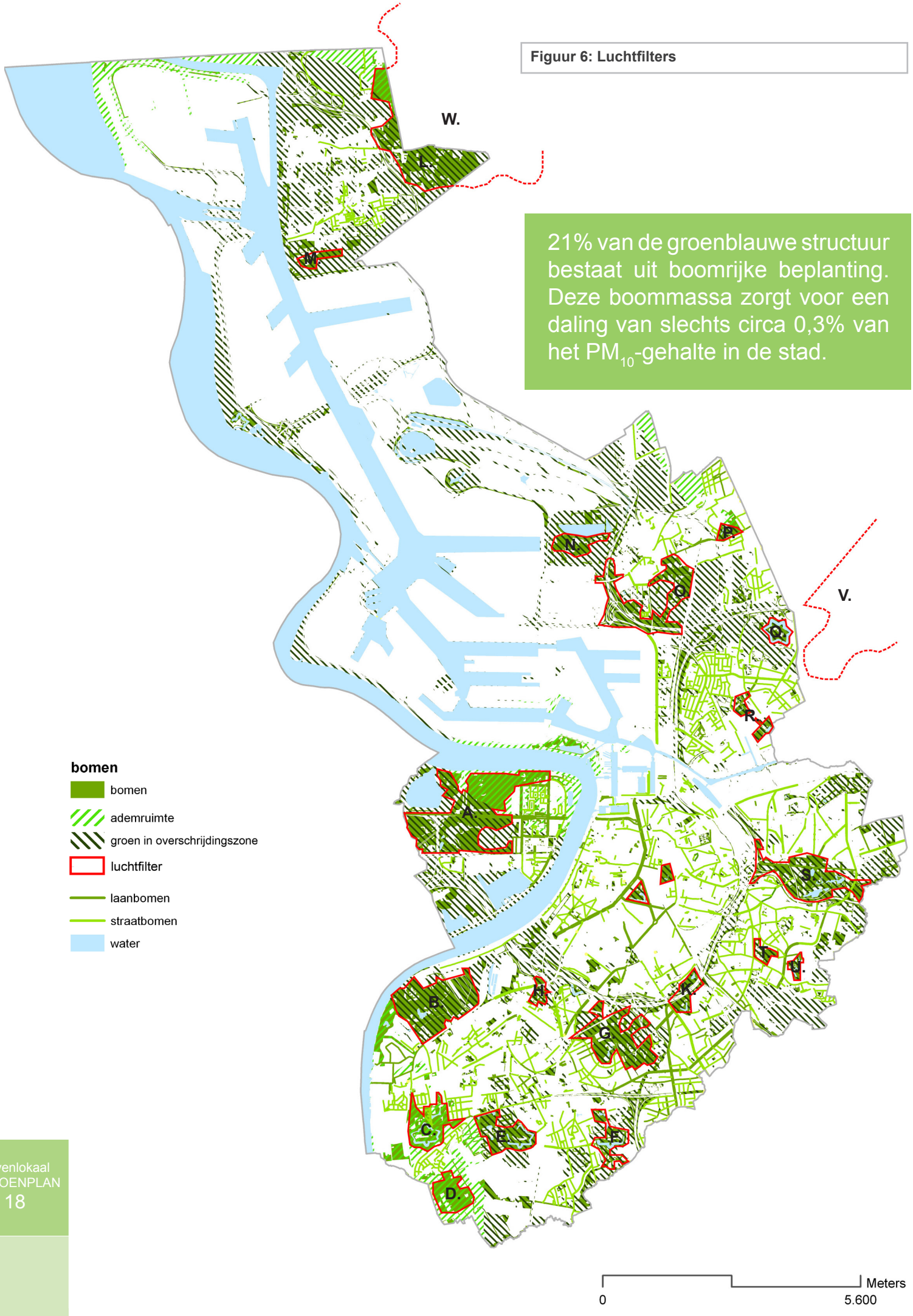
Ook voor fijnstof kan in een studie [24] een indicatie gevonden worden van de algemene bijdrage van groen. Bomen vangen door hun grote bladoppervlak en volume 2 tot 16 maal meer fijnstof op dan een lage vegetatie. Als gemiddelde bijdrage van één boom aan de verwijdering van fijnstof (PM_{10}) wordt 0,1 kg per jaar aangenomen. In dezelfde studie werd eveneens het effect van groen nabij een drukke weg doorgerekend. Hieruit bleek dat het effect van bomen op de verlaging van de achtergrondconcentratie fijnstof slechts beperkt (<1%) is.

Algemeen ligt de bijdrage van groen bij de beperking van luchtvervuiling in de ordegrootte van enkele percenten verlaging van de concentratie verontreiniging. Lokaal kunnen bomen voor iets grotere filterende effecten van 10% tot 15% zorgen [25]. Daarbij spelen zowel de locatie van de bomen ten opzichte van de verontreinigende bron als de begroeiingswijze een rol. De wijze waarop bomen voorkomen is een belangrijke factor voor de milieufunctie die ze kunnen vervullen. In sommige gevallen kunnen bomen immers net de concentraties aan luchtverontreiniging verhogen. Dit is het geval in de street canyons. Verder stoten sommige boomsoorten ook vluchtige organische stoffen uit die tot extra ozonvorming kunnen leiden [26].

De luchtfilterende werking van groen is niet onbestaand maar dus slechts miniem. Het aanplanten van meer groen kan daardoor geen oplossing bieden voor een slechte luchtkwaliteit. Een aanpak van de vervuilende bronnen is aangewezen.

(22) Hiemstra et al., 2008, Bomen, een verademing voor de stad; Oosterbaan et al., 2009, Landschaps-elementen voor een goede luchtkwaliteit; Tonneijck et al. 2008, Leidraad luchtzuiverend groen; Van Hove, 2006, De invloed van geplande groengebieden nabij de N201 op de achtergrondconcentratie van fijnstof
(23) De Ridder, 2004, Benefits of urban green space
(24) Fowler en Nowak in van Hove, 2006: In de studie werd het effect van de bomen in de stad Chicago in beeld gebracht. De bomen hebben in die stad samen een bedekking van 11% en vangen per jaar per hectare ongeveer 283 kg fijnstof op. Daarmee verlagen ze het gehalte fijnstof (PM_{10}) in de lucht in Chicago met ongeveer 0,4%. In stadsdelen met veel bomen bedroeg de verlaging zelfs 2%.
(25) Wesseling et al., 2004, Effecten van groenelementen op NO_2 en PM_{10} concentraties in de buitenlucht
(26) Hiemstra et al., 2008

Figuur 6: Luchtfilters



21% van de groenblauwe structuur bestaat uit boomrijke beplanting. Deze boommassa zorgt voor een daling van slechts circa 0,3% van het PM_{10}-gehalte in de stad.

2.1.3 Luchtfilters in Antwerpen

Antwerpen kent heel wat straten waarin laan- en plantsoenbomen aanwezig zijn. Het aantal exemplaren buiten de groengebieden wordt geraamd op circa 103 000 bomen. Op basis van de aangenomen zuiverende werking van 0,1 kg per jaar voor één boom, kunnen al deze bomen samen een bijdrage van 10 300 kg verwijderd fijn stof of een daling van slechts 0,006% van het PM_{10}-gehalte per jaar leveren in de stad. Het reële effect zal nog lager liggen door de negatieve impact van enkele streetcanyons en de voorkomende boomsoorten.

De gebiedsoppervlakte van de stad Antwerpen waar een boomrijke beplanting aanwezig is, omvat circa 1900 ha. Dit stemt overeen met 21% van de groenblauwe gebieden en 9% van de totale oppervlakte van de stad. Deze gebieden kunnen, rekenend met de aanname dat per jaar 1 ha bomen ongeveer 283 kg fijnstof kan opvangen, in totaal 537 700 kg fijn stof uit de lucht filteren in de stad. Dit betekent een daling van slechts 0,3% van het gehalte PM_{10} in Antwerpen.

De boomrijke oppervlakte is verspreid over vele kleine gebieden, maar er zijn ook enkele grotere complexen met bomen te onderscheiden:

A. Linkeroever
B. Hobokense Polder
C. Fort 8 - Zorghvliet
D. Klaverblad
E. Fort 7 - Schoonselhof
F. Fort 6 - Drie Eiken
G. Middelheim - Den Brandt
H. Kielpark
I. Stadspark
J. Zoo
K. Brilschans - Wolvenberg
L. Ruige Heide - Kraaienberg
M. Reigersbos
N. Bospolder
O. Oude Landen - A12
P. Hof De Bist
Q. Fort van Merksem
R. Groen Hart Merksem
S. Rivierenhof
T. Te Boelaerpark
U. Boeckenbergpark

Deze complexen fungeren in zekere mate als de luchtfilters van de stad. Uitgezonderd Fort 8, Klaverblad en delen van Linkeroever en Ruige Heide, bevinden al deze complexen zich in de zone waar de PM_{10}-norm overschreden wordt. Maar liefst 83% van alle boomrijke gebieden in Antwerpen ligt in de overschrijdingszone.

Anderzijds is opvallend dat van alle groengebieden die binnen de PM_{10}-zone gesitueerd zijn, er slechts 22% een boomrijke beplanting omvatten. Dit betekent dat de overige 78% groene oppervlakte binnen de overschrijdingszone geen luchtzuiverende bijdrage levert.

Zowel in Brasschaat als net over de grens met Nederland zijn grote boomrijke zones aanwezig die aansluiten op de stedelijke groenstructuur:

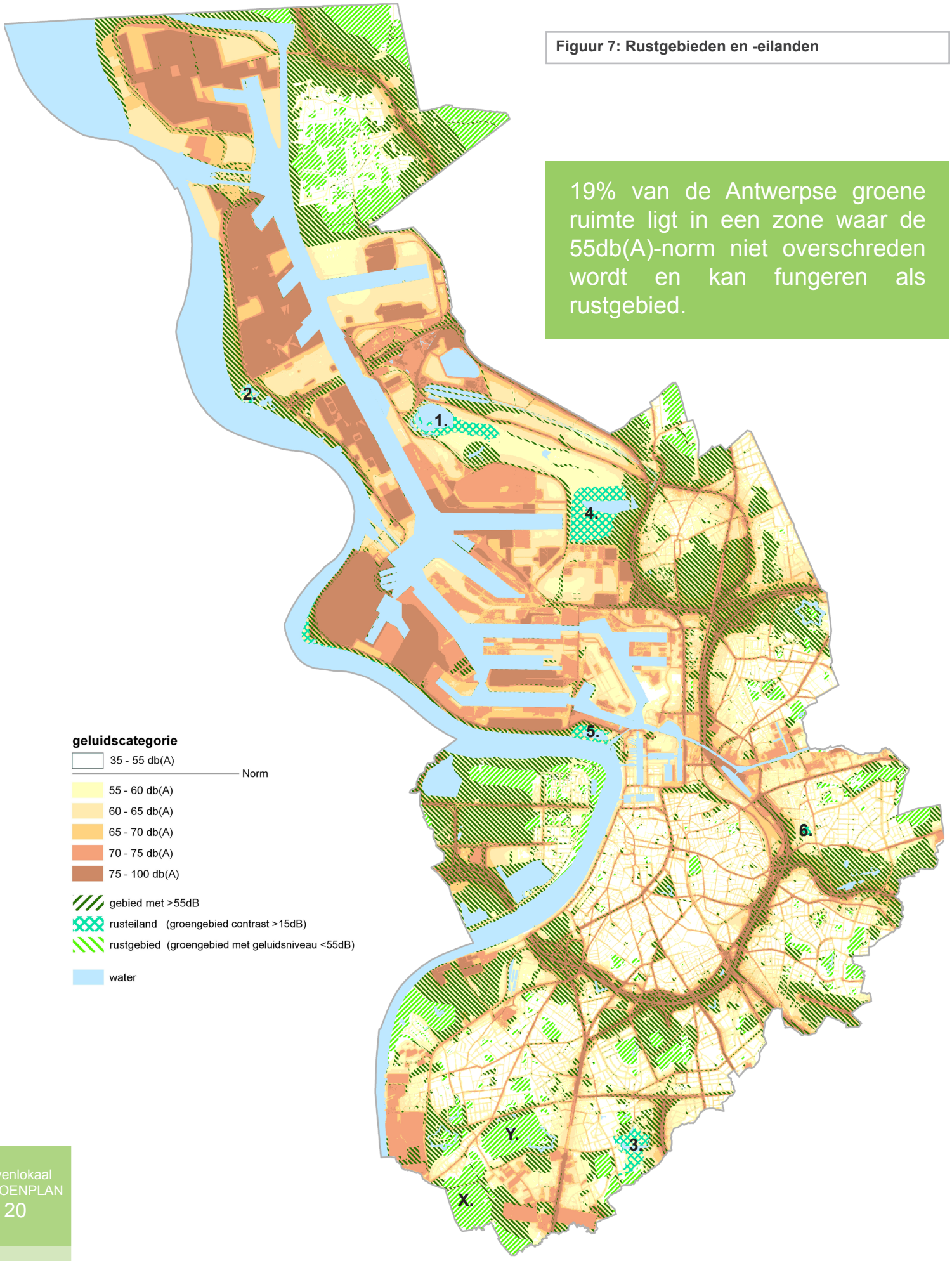
V. Peerdsbos
W. Moretusbos

De luchtzuiverende werking van deze gebieden voor de stad is echter minimaal aangezien ze ten opzichte van de overheersende windrichting niet efficiënt gesitueerd zijn.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat de huidige groenstructuur in Antwerpen slechts instaat voor een heel beperkte luchtzuiverende werking (<1%). Dit is niet alleen een gevolg van de algemene minimale impact van groen op de luchtkwaliteit, maar ook van het feit dat op locaties waar de vervuiling het grootst is (vb: Ring) er weinig of geen boommassa aanwezig is.

Figuur 7: Rustgebieden en -eilanden

19% van de Antwerpse groene ruimte ligt in een zone waar de 55db(A)-norm niet overschreden wordt en kan fungeren als rustgebied.



2.2 Groen en geluid

Voor Antwerpen zijn een aantal geluidsbelastingskaarten beschikbaar. Op de kaart met het gemiddelde geluidsniveau (L_{den}) is goed te zien dat vooral langs de drukke verkeersaders de geluidsbelasting hoog is. Ook bij industrieterreinen is de belasting vaak hoog.

2.2.1 Inschatting van de geluidsoverlastbeperkende werking van groen

Vegetatie heeft slechts een beperkte objectieve geluidsdempende werking. Wanneer brede groenstroken zorgen voor enige demping van geluidsoverlast, dan is het niet zozeer de beplanting zelf die voor deze demping zorgt, maar is het wel de zachte ondergrond die een deel van het geluid absorbeert [(27)].

Op een indirecte manier kunnen groengebieden wel een belangrijke rol spelen bij het beperken van de schadelijke effecten van geluidsoverlast. In het groen kunnen mensen tot rust komen door zich terug te trekken van hinderlijke stadsgeluiden. Het groen hoeft niet noodzakelijk effectief stil te zijn, het belangrijkste is dat het er stiller is dan in de omgeving. Het geluidsniveau is er best lager dan ongeveer 40 tot 55 dB. Dit wordt beschouwd als het maximale geluidsniveau waarbij men in staat is nog echt tot rust te komen, zelfs als er natuurlijke achtergrondgeluiden aanwezig zijn [(28)]. In een studie [(29)] werd vastgesteld dat sommige groengebieden door de bezoekers toch als stil werden ervaren hoewel er een geluidsniveau van 55 tot 60 dB aanwezig was. Dit geluidsniveau was echter wel beduidend lager dan dat van de omgeving.

Behalve het objectieve, meetbare geluidsniveau is ook het subjectieve geluidsniveau in een groengebied van belang voor de geluidsbeleving. Zowel de gebiedseigen en natuurlijke geluiden als de verstorende geluiden, vormen samen het geluidsklimaat of de geluidsomgeving (‘soundscape’, naar analogie met het Engelse ‘landscape’, landschap). De mens is in staat de verschillende componenten van het geluidsklimaat van elkaar te onderscheiden. De onderlinge verhouding van de verschillende geluidscomponenten is van invloed op de mate waarin geluidsoverlast wordt ervaren. Het horen van natuurlijke geluiden blijkt overige storende geluiden te kunnen maskeren. Vooral vogels spelen daarbij een belangrijke rol. Dit effect wordt nog versterkt wanneer de bron van het verstorende geluid, zoals bijvoorbeeld een drukke weg, door een groene visuele barrière wordt afgeschermd. In een groengebied ervaren mensen dus minder geluidshinder door de aanwezigheid van natuurlijke geluiden [(30)].

2.2.2 Rustgebieden en -eilanden

Om de huidige bijdrage van het stedelijk groen aan het tegengaan van geluidsoverlast in te schatten, werden de groengebieden in kaart gebracht waar het geluidsniveau lager is dan 55 dB. Deze fungeren als rustgebieden in de lawaaierige stedelijke omgeving. Vooral in het zuiden van de stad liggen stille groengebieden zoals Klaverblad (X.) en Schoonselhof - Fort 7 (Y.), maar zelfs in het stadscentrum zijn kleine rustgebieden midden in bouwblokken aanwezig. Op veel plekken in de stad zorgt wegverkeer echter voor teveel geluidsoverlast in de groengebieden.

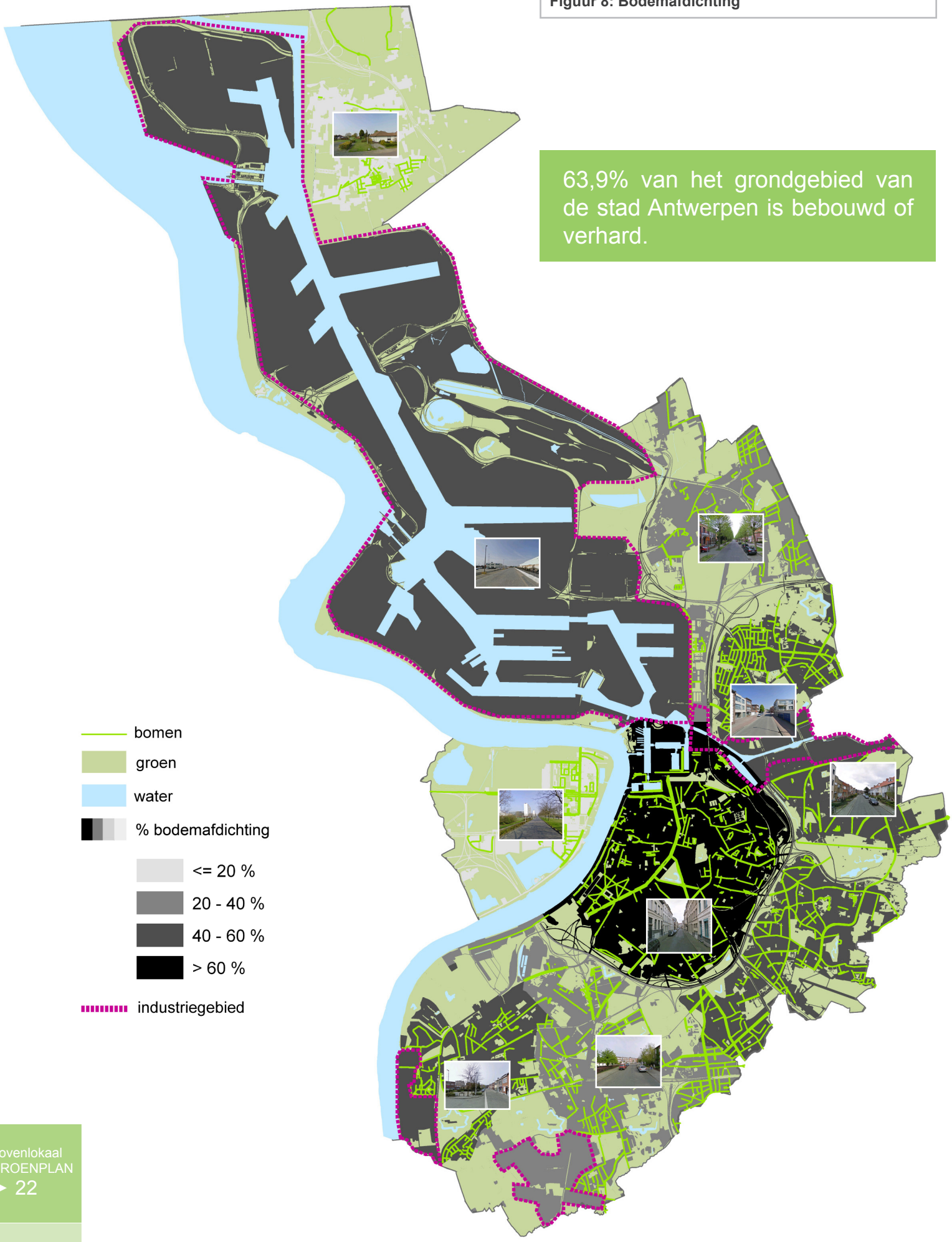
Een aantal groengebieden in de stad, waar het geluidsniveau hoger is dan 55 dB, worden dankzij hun besloten structuur toch als rusteilanden ervaren vanwege het contrast met hun lawaaierige omgeving (verschil >15dB):

1. Kuifeend
2. Lillo
3. Fort 6
4. Ekers Moeras
5. Noordkasteel
6. Sint Fredegandus

(27) Anonymus, 2008; De Ridder, 2004
(28) Brand en van den Berg, 2009, Stille gebieden in de stad, de stad stiller dan je denkt
(29) Brand en van den Berg, 2009
(30) Goossen et al., 2007; Irvine et al., 2009, invloed van passen en gewenst geluid op stressreductie

Figuur 8: Bodemafdichting

63,9% van het grondgebied van de stad Antwerpen is bebouwd of verhard.



2.3 Groen en temperatuur

Bruikbare informatie over de temperatuur in de stad Antwerpen in functie van de bepaling van de impact van groen op het stedelijk klimaat is niet beschikbaar. De thermografische kaart geeft slechts één momentopname in de winter, terwijl overlast door hitte en de mogelijke milderende rol van het groen voornamelijk in de zomer vast te stellen zijn.
Bijkomende informatie over de warmteproblematiek wordt gehaald uit de bodemafdichtingskaart die in opdracht van MIRA voor heel Vlaanderen is gemaakt en die de mate van verharding en bebouwing weergeeft.

2.3.1 Inschatting van de hittebeperkende werking van groen

Uit onderzoek in een groot aantal Nederlandse steden (31) kan aangenomen worden dat ook in Antwerpen sprake is van een hitte-eilandeffect, waarbij op warme zomeravonden de temperatuur in de stad enkele graden hoger blijft dan in de omgeving. De hoeveelheid verharding en bebouwing is bepalend voor de mate waarin dit effect plaatsvindt. Materialen zoals steen en beton houden warmte langer vast en geven het geleidelijk weer af. Verder verhindert bebouwing de vrije doorstroom van wind en beperkt ze dus verkoeling.

Planten zorgen voor beschaduwing van versteende oppervlakten, waardoor deze minder sterk worden opgewarmd door de zon. Wanneer bomen nabij gebouwen zijn geplant beperken ze op deze manier de opwarming van het gebouw. Onderzoek geeft aan dat de temperatuur in een straat met begroeiing tot maximaal 1,5 graad lager kan zijn dan in dezelfde straat zonder begroeiing (32). Naast beschaduwing koelen planten de omgeving ook af doordat ze water verdampen (33).

Een studie (34) over de mogelijke effecten van groengebieden op de temperatuur geeft aan dat de rol van groen aanzienlijk kan zijn. Zo blijkt dat de temperatuur in kleinere parken in de zomer zelfs enkele graden lager ligt dan in de bebouwde omgeving.

2.3.2 Koele eilanden en opwarmingsgebieden

Circa 63,9% van het stedelijk grondgebied is voorzien van bodemafdichting (bebouwing of verharding). De mate van afdichting is niet gelijkmatig verdeeld. Vooral in de kernstad (het gebied binnen de Ring) komen hoge afdichtingspercentages voor.

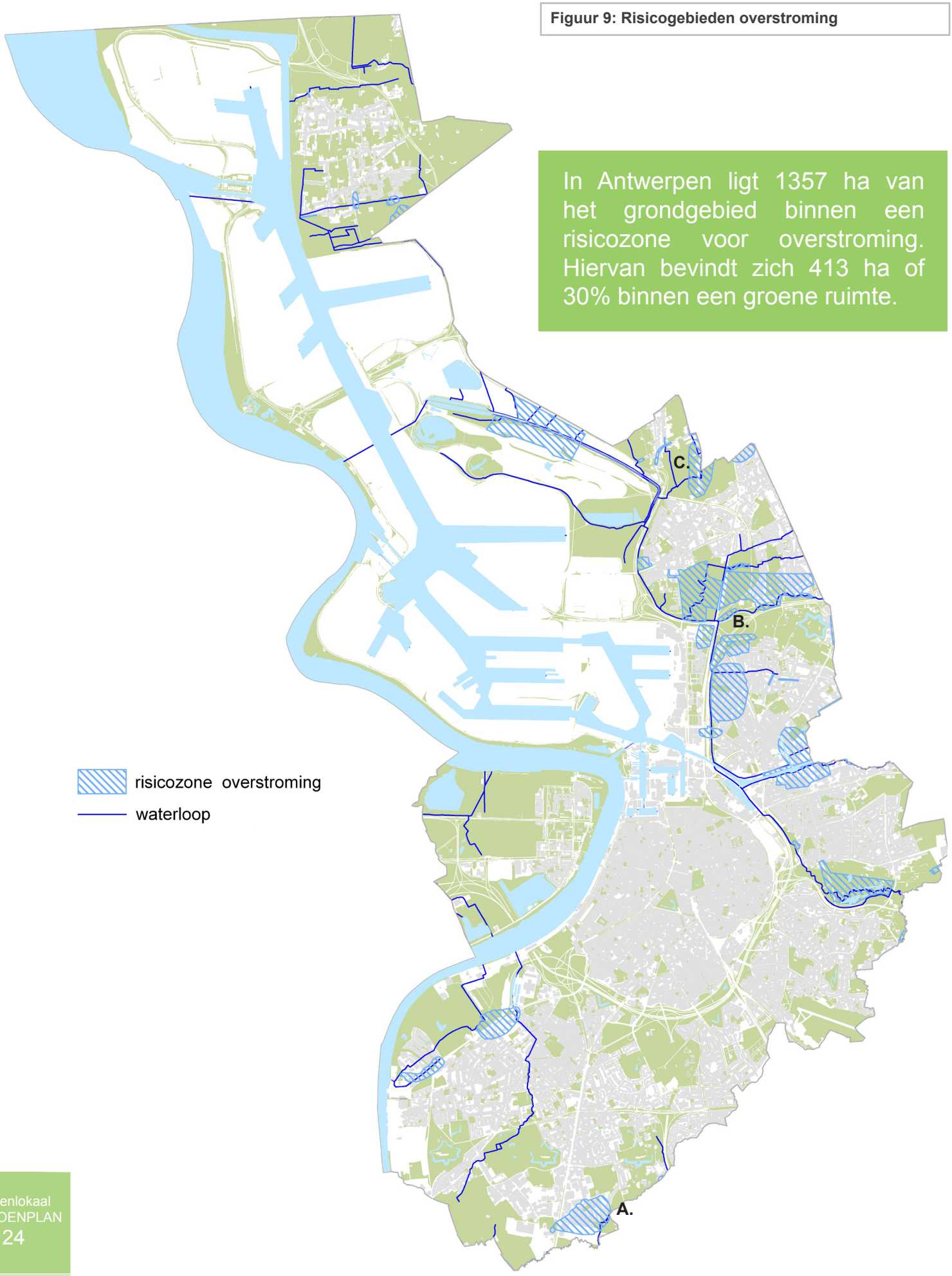
Alle groengebieden in de stad dragen in principe bij aan het tegengaan van overlast door hitte. Doordat in een groengebied er weinig bebouwing en/of verharding aanwezig is, er veel water verdampt via de aanwezige beplanting en er vaak schaduw is van bomen en struiken, zal de temperatuur er minder sterk oplopen dan in bebouwde delen van de stad. Daardoor zijn de groengebieden tijdens hitteperioden net relatief koele eilanden in een warme omgeving. Hier kunnen mensen zich dan terugtrekken tijdens warme perioden.

De straat- en laanbomen vervullen in de sterk verharde en bebouwde stadsdelen eveneens een bijdrage tegen de opwarming. Hierbij is een duidelijk verschil merkbaar tussen woongebieden en industriegebieden. In het woonweefsel zorgt de aanwezigheid van bomen in heel wat straten, zelfs in de sterk afgedichte kernstad, voor schaduw en afkoeling. Wijken als het Zuid en zelfs Borgerhout - intra muros omvatten heel wat straten met bomen. Woongebieden die minder bomenrijk zijn, bevinden zich o.a. in het zuidelijke deel van de 19e eeuwse gordel.
Zowel in de haven als in de grotere industriegebieden langs het Albertkanaal, de Schelde in Hoboken en de Boomsesteenweg zijn er nagenoeg geen bomen aanwezig die de opwarming kunnen temperen.

(31) van Hove et al., 2011
(32) De Ridder, 2004
(33) EPA, 2008; van Drunen en Lassage, 2007, Reducing urban heat islands
(34) Gill et al., 2007

Figuur 9: Risicogebieden overstroming

In Antwerpen ligt 1357 ha van het grondgebied binnen een risicozone voor overstroming. Hiervan bevindt zich 413 ha of 30% binnen een groene ruimte.



2.4 Groen en waterkwantiteit

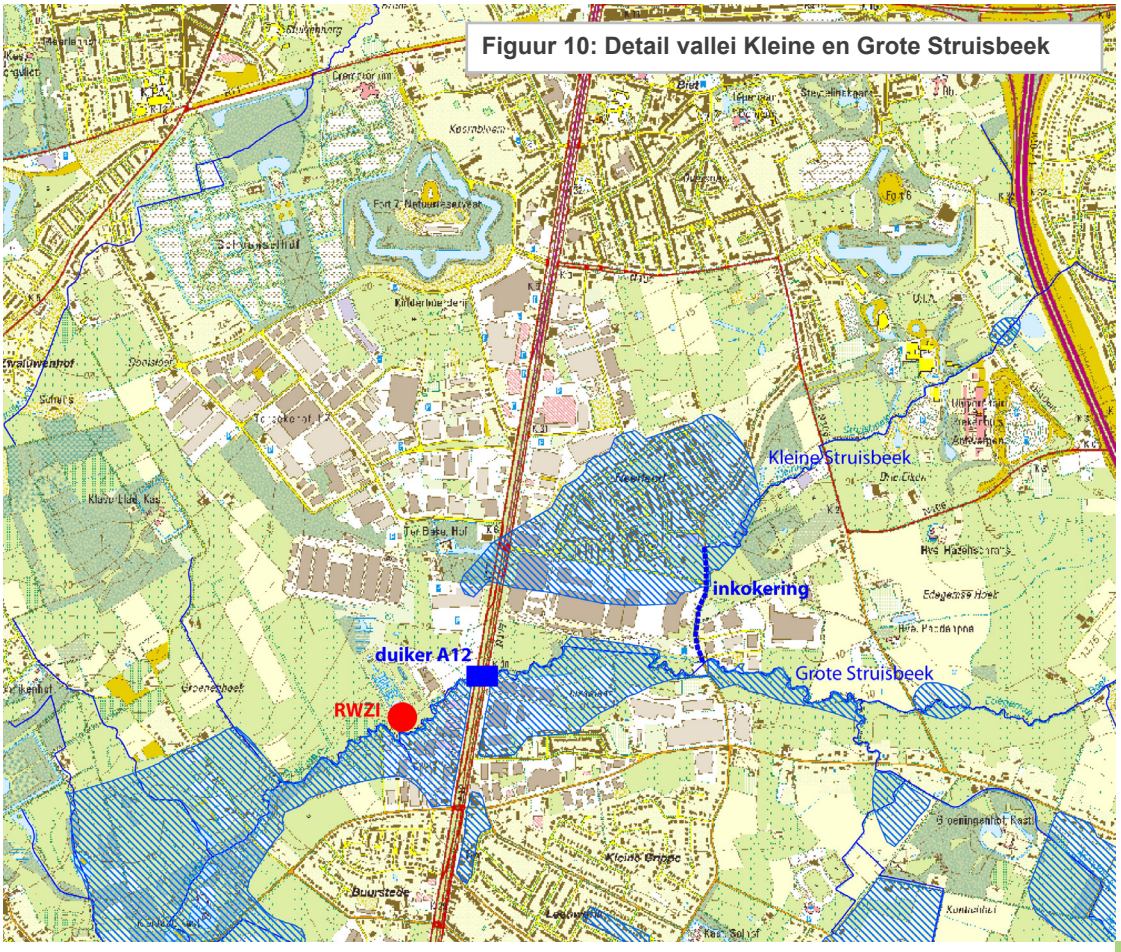
2.4.1 Beekvalleien met overstroomde gebieden

Informatie over de waterhuishouding in Antwerpen wordt gehaald uit de kaart met risicogebieden die door AMINAL werd opgemaakt op basis van de ROG2003-kaart (35) en de MOG-kaart (36). De gecombineerde kaart geeft de risicozones voor overstroming aan. Bijkomende informatie wordt gehaald uit de bodemafdichtingskaart (37). Op plekken waar de bodem sterk is afgedicht kunnen tijdens zware regenbuien problemen ontstaan doordat water snel afspoeld en de riolering het vele regenwater niet aankan.

Uit de kaart blijkt duidelijk dat de overstromingsgevoelige gebieden meestal gelegen zijn in de polders of beekvalleien. Het zijn gebieden die van nature overstroombaar zijn, hetzij vanuit de Schelde of vanuit de andere waterlopen. De afgelopen jaren kreeg Antwerpen enkele malen effectief te maken met wateroverlast in sommige van deze gebieden.

A. Kleine en Grote Struisbeek / Benedenvliet

De vallei van de Grote en Kleine Struisbeek is nadrukkelijk aanwezig in het landschap in het zuiden van Antwerpen. Het gebied is van nature watergevoelig omdat het fungeert als verzamelplaats voor de waterstromen van de hoger gelegen delen van de Boomse Cuesta en omdat het grondwaterpeil er nauwelijks onder het maaiveld ligt. Het stroomafwaartse deel staat geregeld onder water.



Figuur 10: Detail vallei Kleine en Grote Struisbeek

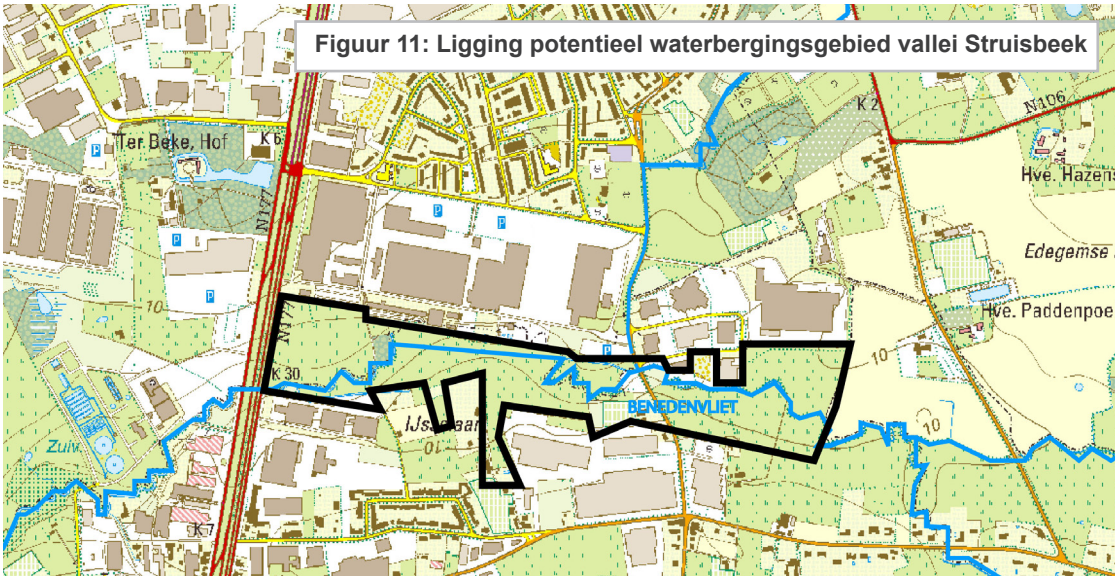
(35) De ROG2003-kaart is een kaart met alle gekende overstromingen in de periode 1988-2003.
(36) De MOG-kaart is een kaart met overstromingsgebieden die via modellering werden berekend.
(37) Met afdichting wordt hierbij het aanbrengen van een waterondoorlatend oppervlak op de bodem bedoeld, zodanig dat het water niet kan infiltreren. Afdichting van de bodem op deze kaart omvat zowel bebouwing als wegen en spoorwegen. De Meyer et al., 2011

Het overstromingsgebied vervult twee belangrijke functies:

- Berging voor de Grote Struisbeek
  De duiker onder de A12 fungeert als knijp voor de Grote Struisbeek. Hierdoor vult het gebied zich tot een niveau van 7,85m TAW bij een retourperiode van 2 jaar en 8,22m TAW om de 10 jaar. De overstroomde gebieden zijn respectievelijk 2,78ha (T2) en 3,58ha (T10) groot. Door de waterberging in dit gebied wordt in het benedenstroomse deel van de Grote Struisbeek, ter hoogte van de Kleidaellaan in Hemiksem, wateroverlast vermeden of minstens beperkt.

- Opvang instromend water van de Kleine Struisbeek
  De beperkte doorsnede van het meest stroomafwaartse deel van de Kleine Struisbeek, dat ingekokerd is, knijpt de afvoercapaciteit naar de Grote Struisbeek enigszins af. Als gevolg hiervan komt de Neerlandwijk geregeld gedeeltelijk onder water. Hoe hoger het waterpeil rond de Grote Struisbeek, hoe meer water niet door de koker van de Kleine Struisbeek kan.

Bij hoge waterstanden van de Grote Struisbeek, als het gebied zich vult met water, werken de overstorten van de collector die naast de beek ligt omgekeerd. De collector, die bedoeld is om het afvalwater naar de RWZI (38) van Aartselaar te voeren, fungeert dan als bypass van de Grote Struisbeek. De collector wordt dan mee ingeschakeld om het debiet van de beek over de barrière van de A12 te brengen. De collector werkt dan als afvoerkanaal van rivierwater, maar hierdoor wordt het afvalwater in de collector verdund waardoor het onbehandeld de RWZI passeert. In 2012 zijn werken gepland aan de collector om dit te voorkomen. Er is dan wel een additionele berging in het gebied nodig om het overstromingsprobleem te beperken. De Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid (39) pleit er dan ook voor om een waterbergingszone in dit gebied te vrijwaren.



Figuur 11: Ligging potentieel waterbergingsgebied vallei Struisbeek

Gezien de hoge grondwaterstanden en een bodem met eerder gering infiltratievermogen (zandleem en dagzomende klei) vervult dit groengebied een functie als waterbuffer bij piekdebieten.

(38) RWZI staat voor rioolwaterzuiveringsinstallatie. Dergelijke installatie zuivert afvalwater van huishoudens en bedrijven dat via het riool wordt aangevoerd.
(39) Toetsing aandachtgebied Benedenvliet_Ijsselaar, Ambtelijk Bekkenoverleg, 2011

B. Groot en Klein Schijn, Laarse en Donkse Beek en Verlegde Schijns

De Schijnvallei wordt gevormd door een complex van beken die vanaf het Kempisch Plateau hun weg naar de Schelde zoeken en daarbij in de loop van de tijd met het wijzigende verloop van het Groot Schijn vergroeid geraakten.

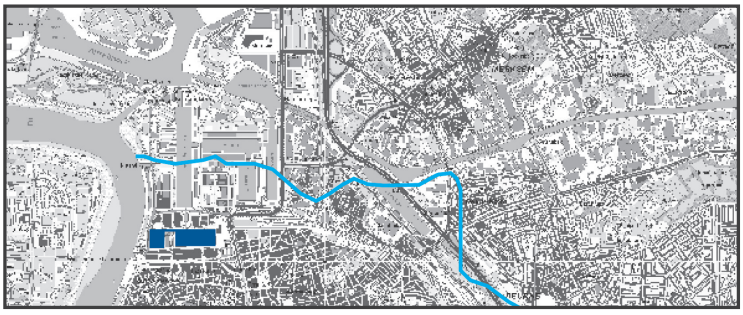
- Einde 18e eeuw had het Groot Schijn nog min of meer haar natuurlijke loop.
  Tot aan de locatie van het huidige Sportpaleis in Merksem is het traject van de beek min of meer onveranderd gebleven, maar vanaf daar boog het Groot Schijn oorspronkelijk af naar westelijke richting om ter hoogte van de huidige Kattendijksluis in de Schelde uit te monden. Het Groot Schijn stond toen in open verbinding met de Schelde waardoor bij vloed het Scheldewater langs de Schijnvallei de stad binnendrong. Al van nature is daardoor het noordoostelijke deel van Antwerpen, dat lager is gelegen, erg gevoelig voor overstroming. Bij eb vloeide het Groot Schijn af in de Schelde.

- Op het einde van de 19e eeuw breidden de stad en haven zich naar het noorden uit. Bij de aanleg van de Kattendijksluis en de dokken van het huidige Eilandje drong zich de noodzaak op om wijzigingen aan te brengen in het traject van het Groot Schijn. Ter hoogte van het huidige Lobroekdok splitste de beek in twee delen. Het gedeelte intra-muros voorzag de stad van wateraanvoer, het gedeelte extra-muros zorgde voor de afvoer van piekdebieten.

- Door steeds verdere havenuitbreidingen naar het noorden werd de loop van het Groot Schijn (gedeelte extra muros) nog twee maal tegen de natuurlijke helling in verlegd. Het gedeelte intra muros werd deels gedempt en deels opgenomen in de riolering van de Brouwersvliet. Afgezien van enkele plaatselijke aanpassingen, kreeg het Groot Schijn rond 1927 ten noorden van Antwerpen haar tracé zoals dat tot in 2008 verliep: het Verlegde Schijns.

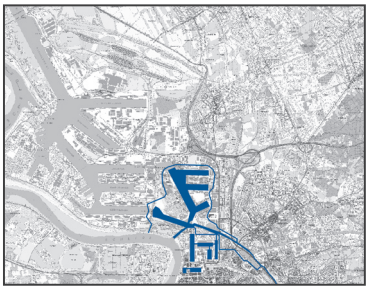
Figuur 12: Evolutie Schijnvallei

Groot Schijn einde 18e eeuw

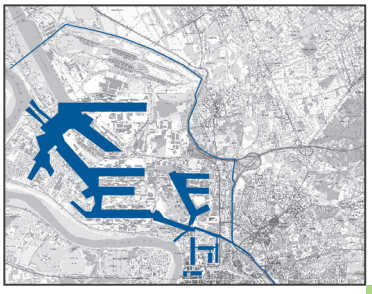


Groot Schijn 1906

Groot Schijn 1910



Verlegde Schijns 1927



In 2008 werd het Groot Schijn onder het Albertkanaal afgesloten. Met de bouw van een pompgemaal nabij Schijnpoort worden het Groot en Klein Schijn sindsdien afgepompt in het Lobroekdok. De kokers tussen het Albertkanaal en de Laarse Beek fungeren als een buffer voor de opslag van hemelwater en afvalwater afkomstig uit Merksem. Een pompstation aan de Ijzerlaan kan de buffer leegpompen in het Albertkanaal [40]. De noordelijke tak van de Verlegde Schijns fungeert als stroomtraject voor de Laarse en de Donkse Beek. Deze stromen tot aan de Voorgracht onder de grond. Van hieruit worden ze via het pompstation Rode Weel opgepompt naar het Kanaaldok en de Schelde. Tot de bouw van dit pompstation in 1965 werd het Schijn gravitair geloosd in de Schelde door middel van een aantal sluizen. Door het pompstation werd het mogelijk om ook bij hoog tij het Verlegde Schijns in de Schelde te laten afwateren.

De kunstmatige afwatering van de Schijnvallei via pompen waarborgt weliswaar de nodige veiligheid tegen overstromingen, maar beperkt ook de ecologische waarde van deze beekvallei. In dit verband loopt er al enige tijd een discussie over de zin en haalbaarheid van een nieuwe gravitaire verbinding tussen het Groot Schijn en de Schelde. Een open gravitaire waterstructuur zou immers kansen bieden voor een ecologisch herstel van de benedenloop van het Schijn.

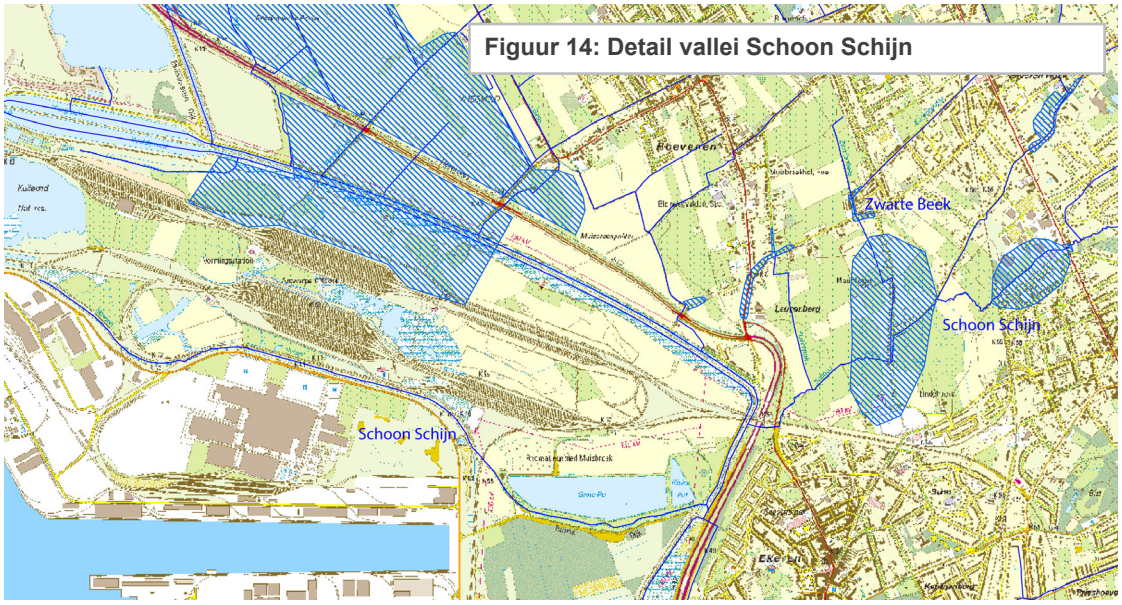
Figuur 13: Detail Schijnvallei

(40) Modelleringsstudie Benedenschijn, VMM & IMDC, 2009

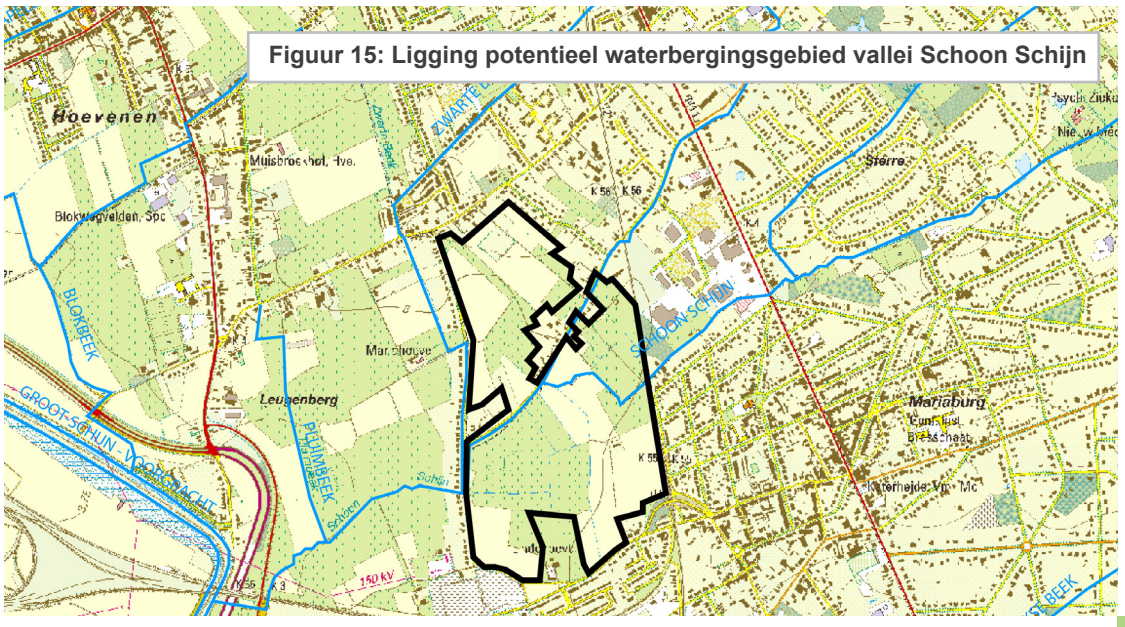
C. **Schoon Schijn en Zwarte Beek**

Het Schoon Schijn en de Zwarte beek stromen van het Kempisch Plateau naar de Scheldepolders. Op het hellende plateau wint het water aan snelheid, om dan in de vlakte van de polders abrupt afgeremd te worden. Op de grens tussen het Kempisch Plateau en de huidige opgehoogde havengronden is nog een beperkte zone aanwezig waar de oorspronkelijke lager gelegen kleigronden nog intact aanwezig zijn. Het is net ter hoogte van deze kleilaag dat het water aan stroomsnelheid verliest en door de ondoordringbare bodem nauwelijks infiltreert. Hierdoor ontstaan de natte gebieden ten noorden van het centrum van Ekeren en ten westen van Mariaburg (41).

Om wateroverlast in Kapellen te vermijden is recent een bypass van de Zwarte Beek aangelegd. De Coördinatiecommissie Integraal Waterbeleid stelt voor om het centrale deel van het gebied als waterberging te vrijwaren en aangezien het gebied op het gewestplan bestemd is als 'reservegebied voor wonen' ook een herbestemming door te voeren.



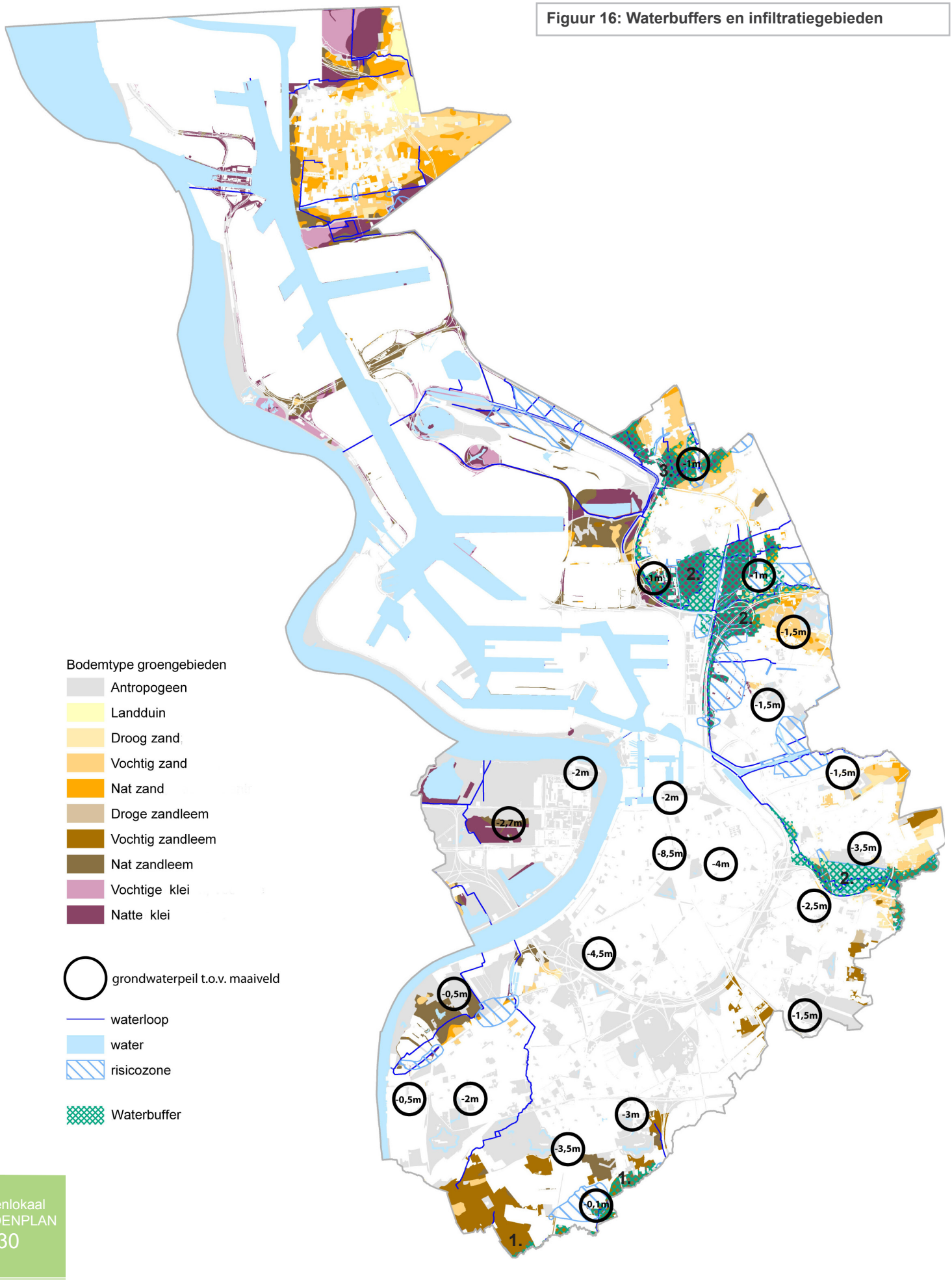
Figuur 14: Detail vallei Schoon Schijn



Figuur 15: Ligging potentieel waterbergingsgebied vallei Schoon Schijn

(41) Toetsing Aandachtgebied Schoon Schijn, Ambtelijk Bekkenoverleg, 2010

Figuur 16: Waterbuffers en infiltratiegebieden



2.4.2 Inschatting van de wateroverlastbeperkende werking van groen

Groengebieden dragen bij aan zowel het beperken van watertekorten als aan het tegengaan van wateroverlast. Het water kan er in de bodem infiltreren waardoor de af te voeren hoeveelheid water afneemt en piekafvoeren en overstromingsproblemen beperkt worden. De infiltratie heeft bovendien een stijging van het grondwaterpeil tot gevolg, waardoor in de bodem waterreserves aangelegd worden die in tijden van droogte een watertekort voorkomen.

De kringloop van het water staat in wisselwerking met het groenareaal. Van het neerslagwater zal het grootste deel in de grond infiltreren en de vochtvoorraad in de wortelzone aanvullen. Hieruit vindt onttrekking van water door de plantenwortels plaats in functie van transpiratie via de bladeren. Daarom is het belangrijk dat bij langdurige hevige regenval zoveel mogelijk neerslag ter plaatse wordt gebufferd en vertraagd wordt afgevoerd. Een goede waterbuffering vormt een waterreserve voor de beplanting. De hoeveelheid water die door beplanting kan worden opgezogen, hangt af van de worteldiepte en het type bodem (42).

2.4.3 Infiltratiegebieden en waterbuffers

De infiltratiecapaciteit van de onbebouwde gebieden wordt bepaald door zowel de bodemsamenstelling als het grondwaterpeil. Studies geven aan dat bij bodems met hoge infiltratiesnelheid, het verschil in infiltratiecapaciteit tussen sterk en niet bebouwde gebieden enkele tientallen percenten kan bedragen. Vooral zandige bodems hebben een hoge infiltratiecapaciteit (43). Op bodems met lage infiltratiesnelheid, zoals kleibodems, zijn de verschillen in infiltratie tussen sterk en weinig bebouwde gebieden veel kleiner.

In principe kunnen alle groengebieden in zekere mate een rol als infiltratiegebied opnemen.

De groene ruimten binnen de Ring hebben lage grondwaterstanden (44) en de bodemafdichtingsgraad is er het hoogst. Gegevens over het infiltratievermogen van de bodem zijn er echter niet aangezien deze door antropogene ingrepen danig werd verstoord.

Buiten de Ring worden veel groene ruimten gekenmerkt door ofwel een bodem met een laag infiltratievermogen (de beekvalleien, omgeving Forten 6, 7 en 8) ofwel hoge grondwaterstanden (Hof De Bist, omgeving Fort van Merksem, omgeving Bremweide). Meestal zijn dit ook de hogergelegen gebieden, waarnaar vanuit het stedelijk weefsel geen gravitaire afwatering plaatsvindt. De omgeving van het Fort van Merksem en de Bremweide kunnen echter wel uit hogergelegen bebouwde gebieden van buiten de stad water toegevoerd krijgen. De gebieden op Linkeroever hebben lagere grondwaterstanden en werken als waterinfiltratiegebieden. Hierbij moet wel rekening gehouden worden dat onder de opgehoogde zandlaag een originele kleibodem aanwezig is. Voor de gronden langsheen de Ring (o.a. het parkencomplex Middelheim, Den Brandt, Nachtegalenpark en omgeving Nieuw-Zuid) hangt het infiltrerend vermogen samen met het bemalingssysteem van de autosnelweg en de aanwezigheid van tunnelcomplexen.

Niet alle groene ruimten in Antwerpen zijn geschikt om als infiltratiegebied te fungeren. Vanwege hoge grondwaterstanden of een weinig waterdoorlatende bodem is de infiltrerende capaciteit van een aantal gebieden erg klein. Waar deze gebieden samenvallen met of grenzen aan de beken of de risicogebieden voor overstroming vervullen zij echter wel de rol van waterbuffer voor piekdebieten. Dit is het geval bij de groengebieden in:

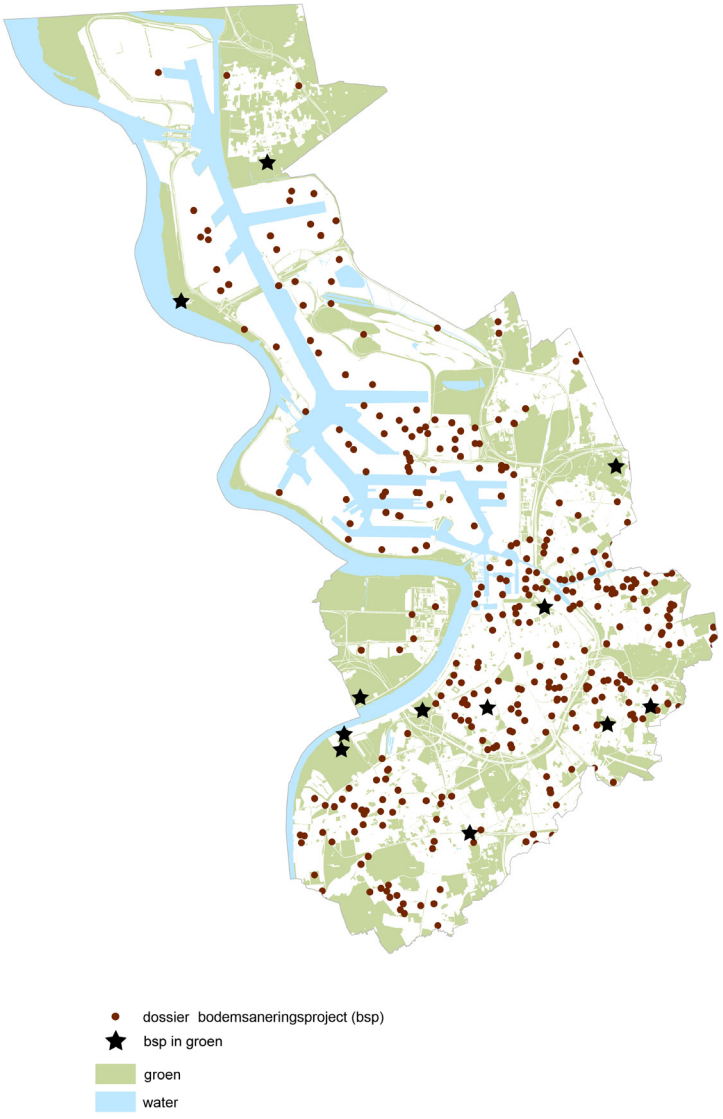
1. de vallei van de Struisbeek (omgeving Klaverblad en Neerland)
2. de vallei van het Schijn (omgeving Rivierenhof, Oude Landen, Laarse en Donkse Beek)
3. de vallei van het Schoon Schijn (omgeving Zwarte Beek)

(42) Conclusies op basis van analyses voor de stad Manchester, Gill et al., 2007: In klei- en zandbodems kan tot 12% van het beschikbare water door planten opgenomen worden, in veenbodems zelfs tot 54%. Van het opgenomen water wordt 99% door de beplanting verdampt. Het groenareaal kan dus een aanzienlijke bijdrage leveren aan het reguleren van het watersysteem. Een toe- of afname met 10% van de hoeveelheid groen in een stad kan de oppervlakkige afstroming van water tijdens een periode met zware buien met 5 à 6% beïnvloeden

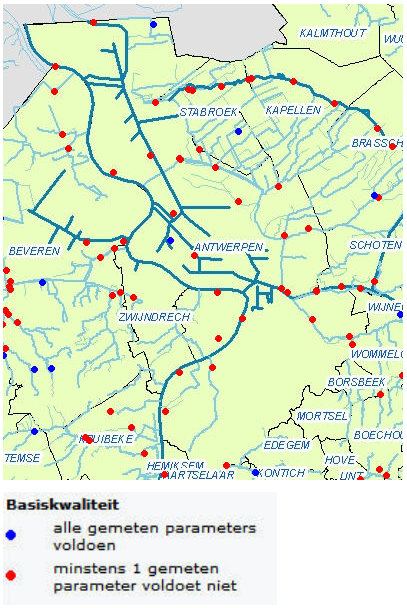
(43) 500mm per uur bij grof zand, www.watertoets.be

(44) Er dient rekening mee gehouden te worden dat op sommige plekken binnen de Ring de lage grondwaterstanden kunstmatig tot stand komen door bemaling tijdens bouw- of infrastructuurwerken.

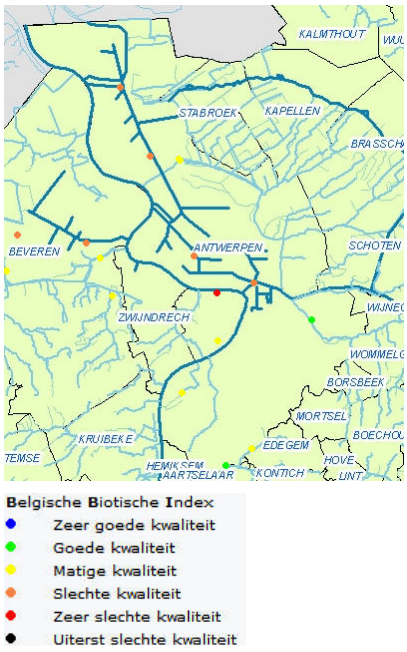
Figuur 19: Bodemsaneringslocaties



Figuur 20: Water basiskwaliteit



Figuur 21: Water BBI



2.5 Groen en bodem/water - kwaliteit

Informatie over de locaties waar bodemverontreiniging aanwezig is wordt gegeven op de website van de openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij (OVAM). Op basis van de informatie over de situatie in mei 2011 blijken binnen de stad Antwerpen meer dan 200 locaties aanwezig waar een bodemsaneringsproject noodzakelijk of in uitvoering is.

2.5.1 Inschatting van de bodemverontreinigingbeperkende werking van groen

Planten kunnen bodemverontreiniging daadwerkelijk opruimen. Deze saneringstechniek wordt fytoremediatie genoemd (45). Er zijn meerdere vormen. Bij fytotransformatie worden planten en bijbehorende bacteriën gebruikt om organische verbindingen af te breken. Bij fytoextractie nemen planten de anorganische verbindingen op, waarna de vervuiling verwijderd wordt door de planten te oogsten. Andere technieken zijn volatilisatie (verdamping of sublimatie), rhizofiltratie (filtering) en degradatie (afbraak). Een nadeel van fytoremediatie is dat het verwijderen van verontreinigingen langzaam gaat en vaak tientallen jaren duurt. Ook betreft het een techniek waarmee nog niet veel ervaring bestaat. Wel zijn er voorbeeldprojecten waarbij ook boomsoorten als populier of wilg gebruikt worden om bodems te saneren (46). Tenslotte heeft fytoremediatie slechts een oppervlakkige werking, beperkt tot de diepte van de wortels.

Beplanting kan ook helpen om de verdere verspreiding van vervuiling tegen te gaan. Deze functie wordt aangeduid met fytostabilisatie (47). Planten leggen met hun wortels de bodem vast en dekken de bodem af met een strooisellaag waardoor bodemmateriaal zich minder gemakkelijk via de wind verspreidt. Daarnaast beperkt de beplanting de infiltratie van water naar het grondwater door interceptie en verdamping van regenwater. Hierdoor wordt verspreiding van vervuiling naar het grondwater tegengegaan. Bij fytostabilisatie dienen plantensoorten gebruikt te worden die de vervuiling niet versterkt opnemen omdat daardoor de kans bestaat dat de vervuilende stoffen worden verspreid. Verder moet er rekening mee worden gehouden dat sommige beplanting de bodem verzuurt waardoor de vervuiling juist gemobiliseerd zou kunnen worden (48).

Omgekeerd kan bodemvervuiling de functie van een groengebied beperken. Door de aanwezigheid van verontreiniging in de ondiepe grondlagen kan bijvoorbeeld recreatief medegebruik van een groengebied niet mogelijk of wenselijk zijn. Dit wordt bepaald door de aard en omvang van de verontreiniging.

2.5.2 Verontreinigde groengebieden en waterlopen

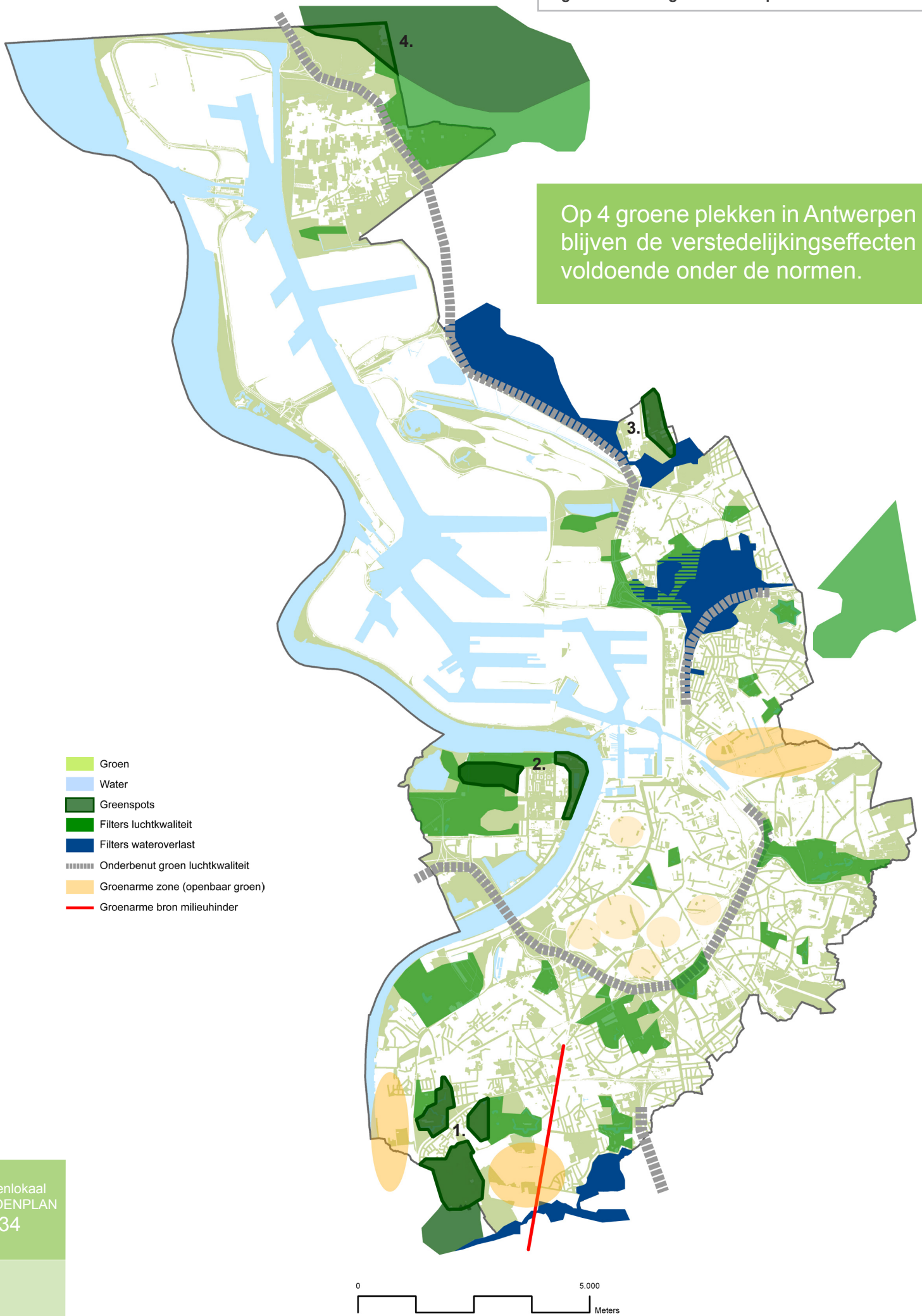
De huidige bijdrage van het Antwerpse groen aan het beperken van bodemverontreiniging is relatief gering. Van de 200 locaties binnen de stad waar een bodemsaneringsproject (bsp) nodig of in uitvoering is (49) zijn er een 12-tal plekken die zich binnen een groengebied bevinden. Het betreft vaak beperkte historische vervuilingen met minerale olieën, afkomstig van activiteiten die op of in de nabijheid van de betreffende percelen plaatsvonden.

In Antwerpen blijkt de basiskwaliteit van het water in geen enkel van de meetpunten te voldoen aan alle chemische parameters waardoor overal een waardering ‘niet goed’ werd gegeven (geoloket VMM).

In Antwerpen blijkt de ecologische kwaliteit van het water in de meetpunten te variëren van matig tot ontoereikend. Enkel het Schijn kreeg een goede kwalificatie.

(45) Lukacs en Mesman, 2008, Ecologische effecten van saneren bij ecologische risico’s van bodemverontreiniging
(46) Lukacs en Mesman, 2008; Mertens et al., 2004
(47) Mertens et al., 2004, Metal uptake by young trees from dredged brackish sediment
(48) Mertens et al., 2004
(49) Informatie op basis van toestand 2011

Figuur 20: Milieugroen Antwerpen



3. BASISKAART MILIEUGROEN ANTWERPEN

3.1 Bestaande milieugroenstructuur

De bestaande milieugroenstructuur is in beeld gebracht door de relevante effecten van de verschillende milieu-aspecten samen te voegen. Hieruit kan geconcludeerd worden dat in principe alle groenblauwe elementen in de stad, ongeacht hun aard of omvang, een rol vervullen in het beperken van de milieu-impact van de verstedelijking. Vooral m.b.t. het tegengaan van het stedelijk hitte-eiland-effect en wateroverlast zijn alle groengebieden en waterelementen van belang. Door hun aanwezigheid matigen ze de temperatuur en beperken ze een overmaat aan af te voeren regenwater. Dankzij hun zachte structuur, die minder warmte absorbeert en de infiltratie van water mogelijk maakt, reguleren ze in belangrijke mate het stedelijke klimaat.

3.1.1 Greenspots

De verschillende milieueffecten hebben een impact op de kwaliteit van de groene ruimte. Uit de synthese van alle milieuaspecten blijkt dat in de stad Antwerpen heel wat groengebieden onder druk staan van geluidsoverlast en de luchtkwaliteit er de toegelaten normen overschrijdt. Slechts op 4 groene plekken in de stad blijven deze milieueffecten beperkt tot een aanvaardbaar niveau en kan men spreken van echte ‘greenspots’, waar de stedeling nog rust en frisse lucht kan vinden:

1. Omgeving Klaverblad_Fort 8_Schoonselhof_Zorghvliet
2. Omgeving Sint-Annabos en Sint-Annastrand Linkeroever
3. Omgeving Puihoek
4. Omgeving Ruige Heide

Sommige greenspots beperken zich niet tot het gebied binnen de stadsgrenzen. In het zuiden sluit de omgeving van Klaverblad aan op de open ruimte - vinger die er vanuit het buitengebied de stad binnendringt. In het uiterste noorden maakt de Ruige Heide deel uit van een veel ruimer open ruimte - complex dat overgaat in de Kalmthoutse Heide en de Nederlandse Polders. Hierdoor is de milieufunctie van deze greenspots groter dan louter het stedelijke aandeel.

3.1.2 Filters luchtkwaliteit

Alle groengebieden leveren een bijdrage in het tegengaan van luchtverontreiniging, hetzij door effectieve captatie van verontreinigende stoffen, hetzij door de afzwakking van de vervuilingsconcentraties dankzij een betere luchtcirculatie. Bomen- en struikenmassa’s kunnen de lucht sterker zuiveren dan lage vegetaties zoals gras. Naast de talrijke straatbomen leveren daarom vooral de grotere boomrijke gebieden in Antwerpen een bijdrage als luchtfilters. Dit zijn o.a. de grote en middelgrote parken, de forten en bosachtige gebieden zoals Sint-Annabos, de Hobokense Polder en Kraaienberg.

Hoe dichter deze gebieden bij de vervuilende bron liggen, hoe sterker hun zuiverende werking zal zijn. Zowel het Rivierenhof als het parkencomplex Nachtegalenpark_Den Brandt_Middelheim, Wolvenberg en Kraaienberg zijn door hun ligging langs de R1 en respectievelijk E34 en E19-tunnelmond en A12 belangrijke luchtfilters in Antwerpen.

Buiten de stadsgrenzen zijn het Peerdsbos en het Moretusbos grote groene longen. Hun positieve impact op de luchtkwaliteit in Antwerpen is echter beperkt aangezien ze ten opzichte van de dominante windrichting (ZZW) windafwaarts liggen.

3.1.3 Filters wateroverlast

Alle groengebieden leveren een positieve bijdrage aan het beperken van de wateroverlast in de stad. In sterk afgedichte gebieden zoals de kernstad, zijn de groene ruimten de laatste plekken waar het regenwater kan infiltreren in plaats van afgevoerd te moeten worden. Er zijn drie gebieden in Antwerpen die echter een bijzondere rol vervullen in de filtering van de negatieve verstedelijkingseffecten m.b.t. de waterhuishouding.

- STRUISBEEKVALLEI
  In het zuiden van Antwerpen vormen de overblijvende open ruimten van de beekvallei van de Struisbeek een belangrijke waterbuffer bij hevige regenval. De gronden zelf hebben er door de bodemsamenstelling en hoge grondwaterstanden slechts een beperkte infiltrerende capaciteit, waardoor de vallei de nodige ruimte moet kunnen bieden aan de beek wanneer er grote hoeveelheden regenwater naartoe stromen. Vooral vanuit het sterk afgedichte bedrijventerrein langs de A12 dient heel wat regenwater afgevoerd te worden omdat lokale infiltratie er niet mogelijk is. Zowel binnen de stadsgrenzen als er net buiten is het integrale behoud van de groene beekvallei als waterbuffer belangrijk.

- SCHIJNVALLEI
  Ter hoogte van Merksem en Ekeren vormen de vallei van de ingebuisde Schijn, de Laarse en de Donkse Beek eveneens een belangrijke waterbuffer. Door de talrijke ingrepen in het verloop van het Schijn en de aanwezigheid van weinig infiltrerende gronden en grote verkeersinfrastructuren die het natuurlijke verloop van de beken doorsnijden, komen ook hier regelmatig grote hoeveelheden regenwater samen. Het gebied Oude Landen, maar ook Ekeren-Donk en Kwade Velden bieden momenteel nog ruimte aan de waterlopen om het overtollige regenwater uit de talrijke verkavelingen te bufferen.

- ZWARTE BEEK - VALLEI
  In het noorden langs de A12 is de beekvallei van het Schoon Schijn een grote waterbuffer tussen enerzijds het Kempisch Plateau en anderzijds de opgehoogde havengronden. De vallei omvat de laatste overblijvende restaten van de Scheldepolders. Ook hier bieden de natte en weinig infiltrerende gronden bufferruimte om het water, dat vanaf het hoger gelegen plateau naar de Schelde stroomt en tegen de opgehoogde haven aanbotst, te bufferen. Zowel binnen de stadsgrenzen als er net buiten is het integrale behoud van de Scheldepolders als waterbuffer belangrijk.

3.2 Onderbenutte en ontbrekende groenelementen

3.2.1 Onderbenut groen i.f.v. luchtkwaliteit

Eén van de belangrijkste luchtvervuilers in Antwerpen zijn de grote verkeersinfrastructuren. Langs de meeste van deze verkeersaders bevinden zich wel groene gebieden. Alleen langs de A12 in het zuiden van Antwerpen (Boomsesteenweg) ontbreekt een flankerende groenstructuur.

Opvallend is dat de groengebieden langs deze infrastructuren grotendeels bestaan uit graslanden. Deze hebben qua luchtfilterende werking een veel geringere capaciteit dan meer bomen- en struikenrijke vegetaties. Langs bijna de volledige A1 (Ring), de noordelijke E19 en A12 en de zuidelijke E19 ligt er daardoor nog een groot aandeel gronden die als milieugroen onderbenut worden. Door hun onmiddellijke nabijheid naast de vervuilende bronnen kunnen zij met een meer bomen- en struikenrijke inrichting een luchtfilterende rol ten aanzien van de stad vervullen.

Een optimalisatie van de groeninrichting vormt echter geen oplossing voor de luchtvervuiling langs de infrastructuren. De mate waarin groen de lucht kan zuiveren is veel beperkter dan de omvang van de vervuilende bron. Een geoptimaliseerde groeninrichting kan enkel een verbetering in ordegrootte van enkele percenten realiseren.

3.2.2 Groenarme zones

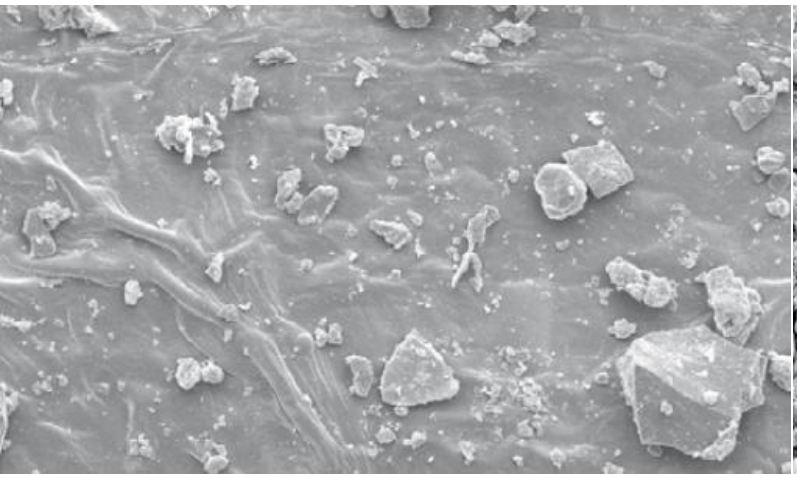
Sommige delen van de stad hebben een opvallend beperktere aanwezigheid van groen en water waardoor de negatieve milieu-effecten van de verstedelijking zich er nadrukkelijker manifesteren.

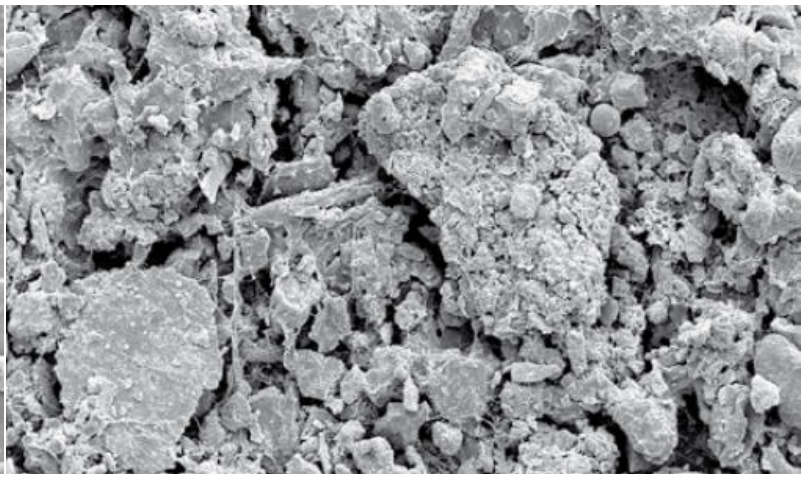
- BEDRIJVENTERREINEN
  De drie bedrijventerrein (Hoboken, Boomsesteenweg en Albertkanaal) omvatten alle drie nauwelijks groenelementen waardoor er o.a. een snellere opwarming zal optreden. Zowel in Hoboken als aan het Albertkanaal vormt de aanwezigheid van water hierbij nog een milderende factor die zowel de verdunning van luchtvervuiling door een grotere luchtcirculatie als de opvang van overtollig regenwater mogelijk maakt. Ter hoogte van de Boomsesteenweg is dit echter niet het geval. Het bedrijventerrein is dan ook al meermaals geconfronteerd met wateroverlast.

- KERNSTAD
  Ook in de kernstad, die gekenmerkt wordt door een hoge bodemafdichting, zijn er enkele groenarme wijken. Binnen de Leien is dit vooral de Universiteitsbuurt, waar slechts enkele kleinere groene plekken zoals o.a. het Begijnhof aanwezig zijn. In de 19e eeuwse gordel stelt het fenomeen van groenarme buurten zich nadrukkelijker. In het noordelijke deel van de gordel zijn nog veel straatbomen in talrijke woonstraten aanwezig, maar is het aandeel private tuinen minimaal. In het zuidelijke deel beperkt het publieke groen zich tot slechts enkele assen en de wijkparken (Albertpark, Hertoghepark en Hof van Leysen), maar zijn meer private tuinen aanwezig. Het ontbreken van groen zal in deze wijken een snellere opwarming en tragere afkoeling tot gevolg hebben.

- STREETCANYONS
  Sommige straten beantwoorden qua profiel en oriëntatie aan de criteria van streetcanyons waardoor een risico op de versterking van luchtvervuiling bestaat. In dergelijke assen is het nodig extra aandacht te besteden aan de wijze van groeninrichting om de nodige luchtcirculatie te behouden.

Fijn stof op het blad van wilde wingerd in juni (links) en in oktober (rechts) (Thönnessen, 2005)





4. WAT ALS DE MILIEUFUNCTIE VERSTERKT WORDT... (GROEISCENARIO)

4.1 Referentiekader: kenmerken van optimaal milieugroen

4.1.1 Luchtzuiverende soorten en -inrichting

Bij de aanleg van groen om luchtverontreiniging te beperken kan zowel van lage als van hogere vegetatie gebruik gemaakt worden. Bomen en struiken zullen door hun grotere volume de lucht meer zuiveren dan bijvoorbeeld gras. Tussen de verschillende boom- en struiksoorten bestaan grote verschillen in het vermogen om fijnstof, stikstofverbindingen en ozon uit de lucht te halen. Bovendien zijn soorten die goed in staat zijn fijnstof af te vangen niet noodzakelijkerwijs goed in staat ozon of stikstofverbindingen op te nemen en vice versa.

Voor het bepalen van de juiste soorten voor toepassing in het kader van de milieufunctie van groen zijn volgende uitgangspunten (50) belangrijk:

Fijnstof
- Naaldbomen zijn effectiever in het verwijderen van fijnstof dan loofbomen.
- Binnen de categorie van loofbomen zijn bomen met ruwe en behaarde bladeren effectiever in het afvangen van fijnstof dan bomen met gladde en platte bladeren.
- Soorten die groenblijvend zijn verwijderen meer fijnstof dan soorten die niet groenblijvend zijn.
- Soorten met een groot bladoppervlak vangen meer fijnstof af dan soorten met een klein bladoppervlak. In die zin zijn bomen effectiever dan struiken.

Stikstofoxiden
- Loofbomen zijn effectiever in de absorptie van stikstofoxiden dan naaldbomen.
- Binnen de categorie van loofbomen zijn bomen met gladde en platte bladeren effectiever dan die met ruwe en behaarde bladeren.
- Soorten met een groot bladoppervlak absorberen meer stikstofoxiden dan soorten met een klein bladoppervlak. In die zin zijn bomen effectiever dan struiken.

Ozon
- Bomen en struiken absorberen stikstofoxiden. Hoe meer stikstofoxide wordt opgenomen, des te minder ozon kan worden gevormd.
- Bomen en struiken absorberen zelf ozon.
- Bomen emitteren zelf vluchtige organische stoffen. Deze organische stoffen dragen bij aan de vorming van ozon. Hoe meer van dit soort verbindingen worden geëmitteerd, hoe meer de ozonproductie wordt gestimuleerd.
- Als gevolg van de verdamping van water door de bladeren dempen planten de temperatuurstijging en remmen daarmee de vorming van ozon af.

Geschikte bomen en struiken in het kader van de milieufunctie van groen zijn in staat veel fijnstof te absorberen, kunnen gassen goed opnemen en emitteren zelf weinig vluchtige stoffen (51).

(50) Hiemstra et al., 2008
(51) Takahashi et al., 2005; Donovan et al., 2005; Stewart en Hewitt, 2002; Nowak et al., 2002

Voor Antwerpen zijn de soorten die geschikt lijken voor de stad en die in staat zijn een bijdrage te leveren aan de verbetering van de luchtkwaliteit in de tabel hieronder aangegeven.

SOORTEN	PM_{10}	NO_x	O_3
Boomsoorten			
Grove den	X		
Esdoorn		X	X
Els		X	X
Zachte berk	X	X	X
Haagbeuk	X	X	X
Beuk	X	X	X
Appel	X	X	X
Peer		X	X
Linde	X	X	X
Struiksoorten			
Taxus	X		
Hazelaar	X	X	X
Kardinaalsmuts		X	X
Hulst	X	X	X
Roos	X	X	X
Meidoorn		X	X
Vogelkers	X	X	X
Lijsterbes	X	X	X
Klimplanten			
Kamperfoelie		X	X
Hedera	X		

Naast soortkeuze is ook de ligging van het groen ten opzichte van de vervuilende bron van belang.

- **Inplanting t.o.v. vervuilende bron**
  Groen direct nabij de vervuilende bron kan veel vervuiling opnemen, maar zal ook de luchtstroom sterk beperken. Door de beperkte luchtstroom vindt er weinig menging plaats tussen schone en vervuilde lucht, waardoor er hoge concentraties luchtverontreiniging kunnen ontstaan. Als het groen zich verder van de bron bevindt zal de lucht rond de bron vrijer kunnen stromen en beter mengen met schone lucht waardoor de concentratie luchtvervuiling nabij de bron lager zal zijn. Het groen zelf zal dan wel minder vervuiling uit de lucht filteren dan wanneer het meer nabij de bron is gelegen.

- **Porositeit**
  Bij poreuze groenelementen nemen veel meer bladeren deel aan het zuiveringsproces dan bij dichte elementen. Een kruin is poreus indien door het gebladerte heen de blauwe lucht kan waargenomen worden. Men spreekt vaak van optische porositeit. Voor fijnstof is een porositeit van ongeveer 40% of meer wenselijk om tot een optimale filtering te komen [52].

- **Winddoorstroming**
  Verlaging van de windsnelheid en veranderingen in turbulentie van de lucht zijn van grote invloed op de effectiviteit waarmee bomen vervuiling uit de lucht verwijderen en op de concentraties van schadelijke stoffen.

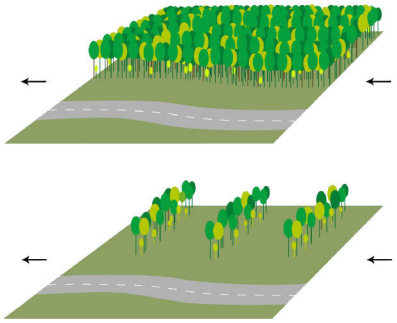
(52) Hiemstra et al., 2008

In een bos kan het windstil zijn, terwijl het daarbuiten hevig waait. Het bos vormt dan een barrière voor de wind. Bij de rand van het bos wordt de lucht omhoog gestuwd, waardoor de bosrand werkt als een dichte windsingel. De lucht gaat niet door het bos maar er overheen. Voor de bosrand neemt de windsnelheid al af. Ook vlak achter het bos is er een relatief klein gebied met verlaagde windsnelheid. Door de schermwerking van de bosrand komen de meeste bladeren in het bos niet in aanraking met de vervuilde lucht en zijn de bomen in de bosrand efficiënter in het opnemen van vervuiling.

In tegenstelling tot een bos of groene windsingel laat een open bomenrij een deel van de wind wel door. De windsnelheid neemt wel af, maar minder dan bij een dichte singel of een bos. De afstand achter de bomenrij tot waar de windsnelheid weer normaal wordt is echter veel groter.Het gebied met verlaagde windsnelheid kan een lengte van 15 tot 20 maal de hoogte van de bomen bereiken. Bomenrijen waar de vervuilde lucht doorheen kan, zijn effectiever in het opnemen van vervuiling omdat ze een groter contactoppervlak hebben met de vervuilde luchtstroom.

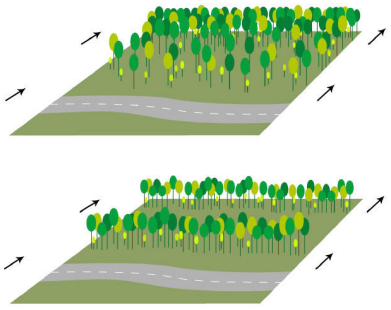
Bij de inrichting van groen rond wegen is ook de overheersende windrichting van belang. Daar waar de weg parallel loopt aan de heersende windrichting is het van belang dat de lucht zoveel mogelijk ongehinderd kan doorstromen zodat een goede menging optreedt.

In dit geval bestaat de gewenste inrichting uit een dichte begroeiing langsheen de weg waar de lucht langs kan stromen of uit halfopen bomenrijen haaks op de weg waardoor de lucht nog heen kan.



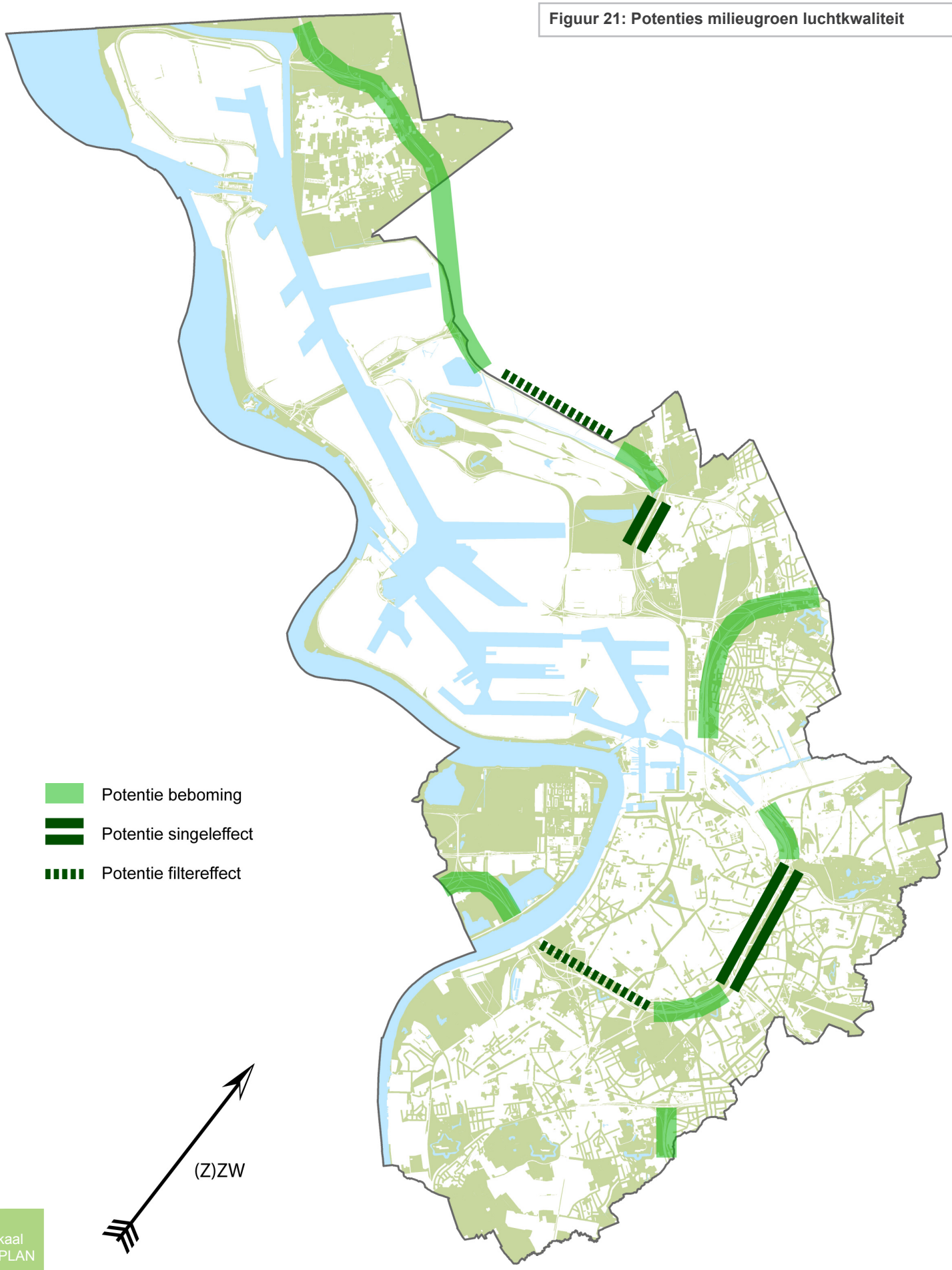
Als de heersende winrichting haaks op de weg staat, vraagt dit om een andere inrichting. Een dichte bomenmassa zou er immers in dit geval voor zorgen dat de wind op de begroeiing botst en over de groenmassa heen getild wordt. De lucht komt dan enkel in contact met de boomtoppen waardoor het contact met het bladoppervlak beperkt is. Tegelijkertijd zal dan de wind achter de groenzone weer dalen waardoor daar verhoogde concentraties van o.a. fijnstof kunnen ontstaan.

In dit geval is het dus belangrijk ervoor te zorgen dat de wind zoveel mogelijk door de begroeiing kan doordringen. Hiervoor moet de beplanting vrij open zijn, tot zelfs een porositeit van 60% (53).



(53) Wesseling et al., 2004, Effecten van groenelementen op NO_2 en PM_{10} concentraties in de buitenlucht.

Figuur 21: Potenties milieugroen luchtkwaliteit



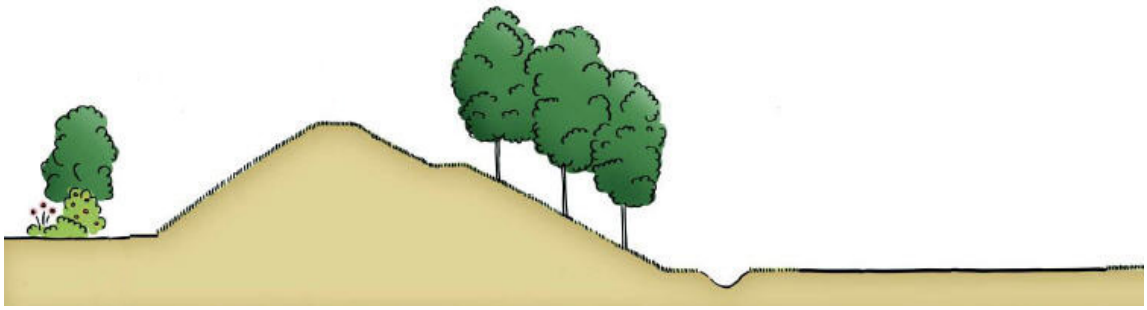
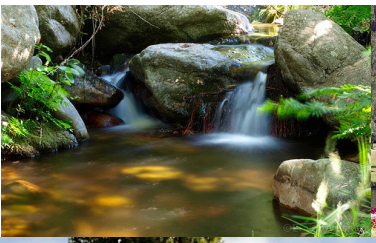
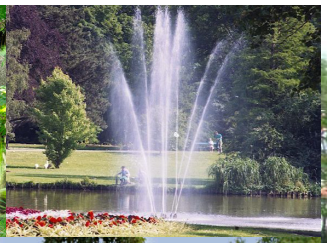
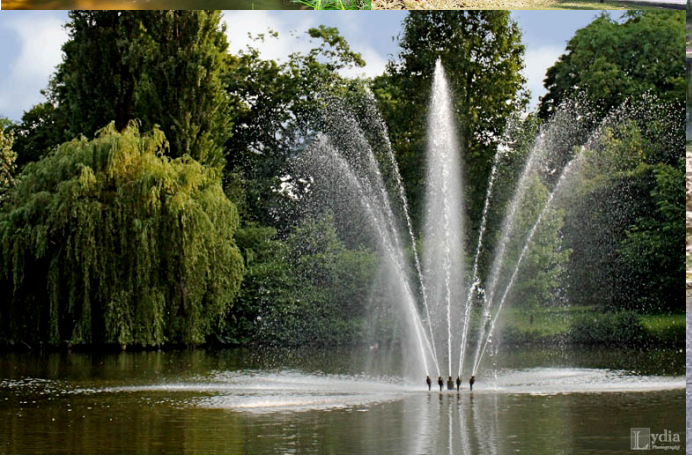
In een situatie waar de overheersende windrichting haaks op de weg staat kan er ook voor gekozen worden om een dichte begroeiing op wat grotere afstand (100m-150m) van de vervuilingsbron te voorzien. Doordat deze begroeiing verder van de bron is verwijderd, vindt al een goede menging van schone en vervuilde lucht plaats voordat de lucht de dichtere begroeiing bereikt. De beplanting zuivert dan als een soort filter de lucht waardoor achter de begroeiing deze zuiverder zal zijn. Dit effect kan plaatsvinden tot een afstand die 10 keer de hoogte van de begroeiing bedraagt. Op korte afstand achter de beplanting kan de concentratie fijnstof tot maximaal 15% verlaagd zijn en de concentratie NO_2 tot maximaal 10%. Het groenelement heeft dan idealiter een porositeit van ten hoogste 20% en dient bij voorkeur uit naaldbomen te bestaan. Deze hebben immers het hele jaar door een groot bladoppervlak.

De statistieken uit de periode 2001 tot en met 2010 tonen aan dat in Antwerpen gedurende 36% van de tijd de wind heeft gewaaid uit de richting westzuidwest tot zuidzuidwest. In de overige tijd is de wind nagenoeg evenredig verdeeld over de overige windrichtingen (56). Op basis van deze gegevens kan voor Antwerpen het zuidwesten als overheersende windrichting worden aangenomen.

De groene ruimten rond de verkeersinfrastructuren in de stad, waar nog een optimalisatie van de bestaande situatie in functie van het inzetten van milieugroen met betrekking tot luchtkwaliteit mogelijk is, zijn voornamelijk de Ring (R1) en de noordelijke A12. Ter hoogte van Berchem en Borgerhout loopt de R1 parallel met de overheersende windrichting en ook het traject van de A12 ter hoogte van Ekeren volgt over een beperkte lengte deze richting. Ter hoogte van het district Antwerpen verloopt de R1 haaks op de overheersende windrichting, evenals de A12 langs de haven. Al de overige weginfrastructuur volgt een andere oriëntering.

Naast hogere beplanting kan ook een lagere vegetatie worden aangewend om de lucht te zuiveren. Op plekken waar opgaande begroeiing de luchtstroom teveel zou remmen is een lage beplanting een alternatieve oplossing. Ook groendaken en gevelbedekking met klimmende planten en bodembedekkers dragen bij tot de beperking van de luchtvervuiling.

(56) www.windfinder.com

4.1.2 Rustbevorderende maatregelen

Groen heeft slechts een heel beperkte directe dempende werking op het geluidsniveau. Toch spelen groengebieden vaak wel een rol bij het tegengaan van geluidoverlast omdat ze als rustgebieden (<55dB) worden ervaren. Om deze rol te versterken kunnen in het groengebied een aantal maatregelen getroffen worden:

- **Tegengaan van lawaai**
  In de eerste plaats kunnen de wegen die door een groengebied lopen voorzien worden van een stiller type wegdek. Daarnaast kunnen ook maatregelen genomen worden om de hoeveelheid gemotoriseerd verkeer dat van dergelijke wegen gebruik maakt te beperken en kan de invoering van snelheidsbeperkingen de rust in het gebied bevorderen. Combinaties van deze maatregelen genereren een groter effect [(55)]. Tot 50 km/u is het rolgeluid van voertuigen overheersend, eronder speelt eerder het motorgeluid een rol. Tenslotte is het stimuleren van stille banden en elektrische wagens eveneens zinvol om de geluidsimpact van het wegverkeer te beperken.

Akoestisch verschil (dB(A)) in functie van wegverharding	**90 km/u**	**120 km/u**
Asfalt		
SMA-B, SMA-C, AB-1B en AB-4C	REF	REF
AB-2C	+2,0	+1,5
SMA-D (eenvoudige dunne deklaag)	-1,0	-1,0
ZOA-B/C (initiële geluidsreductie ca 3 dB(A))	-1,5	-2,5
Tweelaags ZOA (initiële geluidsreductie 5 tot 8 dB(A))	-3,5	-4,5
Dunne deklaag (specialere)	-3,5	-4,5
Beton		
Beton dwarsgegroefd	+6,0	+6,0
Beton langsgegroefd	+5,5	+5,5
Eenlaags chemisch uitgewassen beton	+3,0	+3,0
Tweelaags chemisch uitgewassen beton	+0,0	+0,0
Beton gebezemd	+4,5	+4,0
Epoxy-bestrijking beton	+0,0	+0,0
Afslijpen beton	+0,0	+0,0
Straatstenen		
Stille straatstenen (beperkt tot 50 km/u: 0,5 dB(A))	-	-
Klassieke straatstenen	+4,5	+4,0

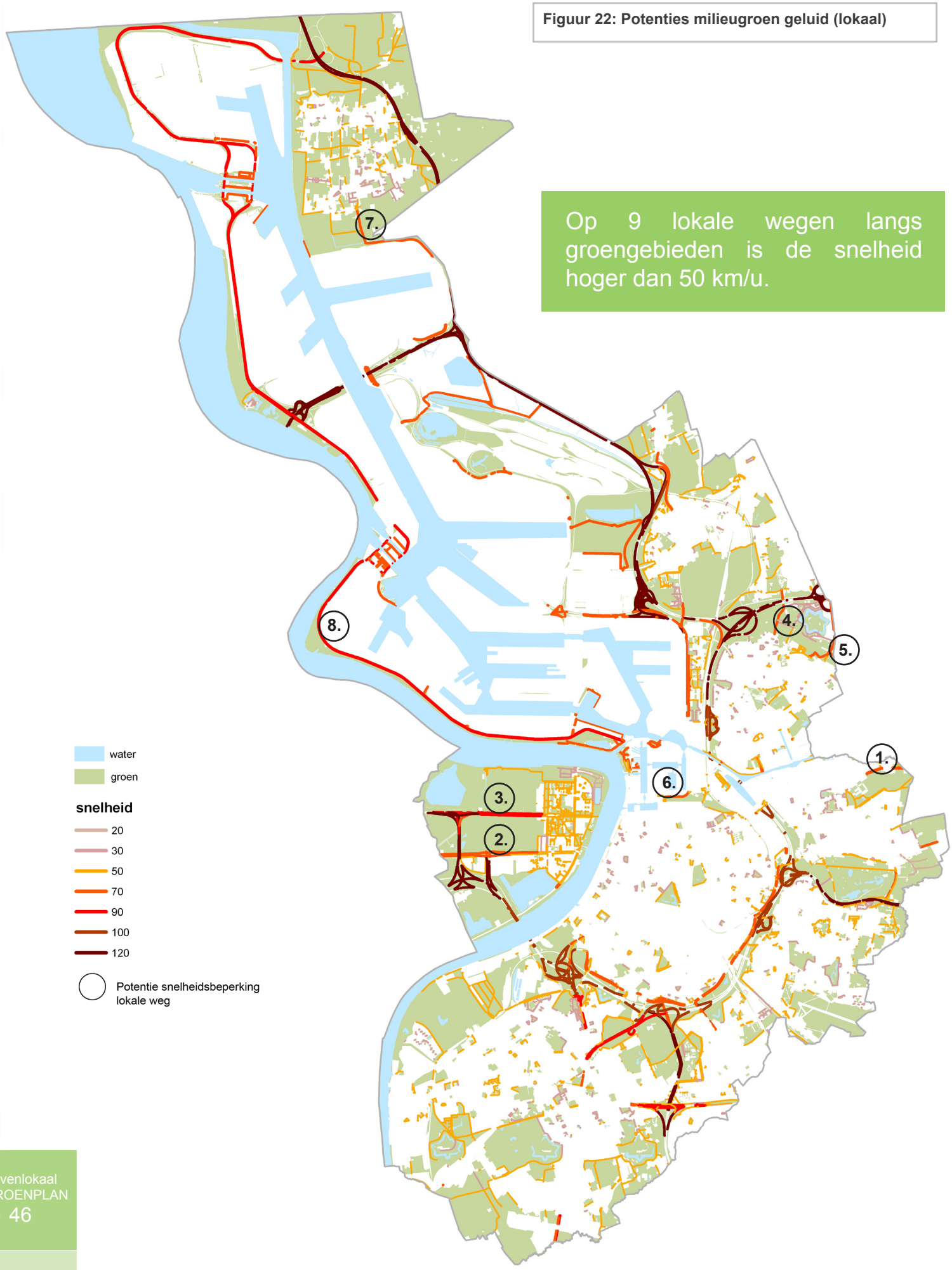
- **Aanpassen van de inrichting**
  Binnen het groengebied kunnen wallen of hoogteverschillen worden aangelegd om de geluidsoverlast te beperken. Het effect van de wal hangt af van de hoogte. Standaard hebben geluidswallen een hoogte van circa 3m tot 6m. Wallen hebben ten opzichte van geluidsschermen het voordeel dat ze een zachtere textuur hebben en vaak van beplanting voorzien zijn. Dit bevordert de geluidsabsorptie. Bij schermen treedt eerder een geluidsweerkaatsing op, waardoor de modellering ervan erg belangrijk wordt. Geluidswallen zijn meestal goed in het groene landschap te integreren.

- **Voorzien van maskerende natuurlijke achtergrondgeluiden**
  Doordat natuurlijke geluiden de storende geluiden kunnen maskeren, kan de aanwezigheid van natuurlijke geluiden zoals stromend water of zingende vogels de geluidsoverlast temperen. Stromend water kan als een inrichtingselement voorzien worden. De aanwezigheid van vogels of andere diergeluiden kan bevorderd worden door voldoende voedsel en een geschikte leefplek voor deze soorten aan te bieden, bijvoorbeeld onder de vorm van bessendragende struiken.

(55) Lefebvre et al., 2011, Voorstel van maatregelen om de luchtkwaliteit te verbeteren en de geluidshinder te beheersen in de stad Antwerpen.

Figuur 22: Potenties milieugroen geluid (lokaal)

Op 9 lokale wegen langs groengebieden is de snelheid hoger dan 50 km/u.



De maximum toegelaten snelheid op de meeste wegen die in Antwerpen door of langs groengebieden lopen bedraagt 50 km/u of minder. Het zijn vooral de grotere infrastructuren (R1, A12, E19 en E313) waar de snelheden veel hoger liggen. Uitzonderingen zijn:

1. de Bisschoppenhoflaan (Deurne)
2. de Blancefloerlaan (Antwerpen-LO)
3. de Charles De Costerlaan (Antwerpen-LO)
4. de Laaglandlaan (Merksem)
5. de Bredabaan (Merksem)
6. de Noorderlaan (Antwerpen)
7. de Antwerpsebaan (Berendrecht)
8. de Havenweg (Haven)

Op deze wegen bedraagt de maximumsnelheid 70 tot 90 km/u.

Het verschil tussen 55 en 70 dB(A) is maar 15 dB, maar is in de praktijk erg groot. Men behaalt een verschil van 3 dB indien:
- het aantal voertuigen halveert
- de afstand ten opzichte van de bron verdubbelt
- de snelheid van personenwagens vermindert van 70 naar 50 km/u
- de snelheid van lichte vrachtwagens halveert van 100 naar 50 km/u
- de snelheid van zware vrachtwagens halveert van 100 naar 50 km/u

LAeq.1h	Personen wagens/uur	Lichte vracht wagens/uur	Zware vracht wagens/uur	snelheid	afstand
55 dB(A)	73	16	8	50 km/u	8 m
55 dB(A)	82	25	12	70 km/u	16 m
55 dB(A)	356	145	73	100 km/u	128 m
70 dB(A)	2336	512	256	50 km/u	8 m
70 dB(A)	2624	800	384	70 km/u	16 m
70 dB(A)	11392	4640	2336	100 km/u	128 m
Ring (ca 71 dB(A) op 100 m)	11500	650	2100	100 km/u	50 - 200 m
Turnhoutsebaan (ca 68 dB(A))	1300	40	10	50 km/u	8 m

Figuur 23: Potenties milieugroen hitte

4.1.3 Verkoelend effect van vegetatietypen

Vooral bomen dragen bij tot het matigen van de temperatuur doordat zij voor schaduw zorgen op de grond en gevels. Lage vegetatie zoals gras geeft minder schaduw, maar net als bomen verdampt ook lage vegetatie water. Dit heeft een verkoelend effect. De jaarlijkse verdamping door grasland blijkt slechts weinig lager dan de verdamping door bos (56).

Vegetatie	Potentiële verdamping (mm/jaar)
Grasland	500
Loofbos	519
Naaldbos	696
Stadsboom	750

Wel blijken bossen en lage vegetaties bij extreme hitte verschillend te reageren. Bomen in bossen beperken bij stijgende temperaturen hun verdamping sterk. Hierdoor neemt bij een hittegolf rond bossen op korte termijn de temperatuur sterker toe dan rond graslandvegetaties. Op langere termijn echter kunnen de bomen in een bos blijven verdampen, waardoor dan de temperatuur rond bossen iets lager wordt dan in de omgeving. Bij grasland stopt de verdamping op lange termijn omdat het beschikbare vocht op is, waardoor de temperatuur er dan sterker stijgt dan rond bossen (57).

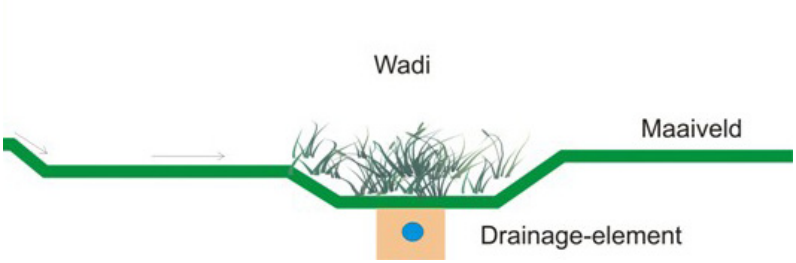
Als het gaat over het beperken van hitte-overlast, is optimaal groen die groengebieden waar een gemengde beplanting van zowel bomen als grasland aanwezig is. Deze plekken blijven zowel gedurende kortere als langere perioden van extreme hitte de meest koele plaatsen. Ook de aanwezigheid van water is een positief element.

Het verkoelend effect van groengebieden met een gemengde beplanting (vb: parken) is niet alleen binnen de gebieden zelf werkzaam, maar kan over een afstand van 200 tot 400 m rond het groengebied eveneens een afkoeling in de lucht genereren (58).

In de groengebieden langsheen de grote infrastructuren door Antwerpen is een toename van de hoge vegetatie mogelijk om het groen er een betere afkoelende werking te geven. In een viertal andere groene ruimten is eveneens een betere menging van hoge en lage vegetatie een potentie. Tenslotte kan een toename van het groen in de grote industriegebieden en bepaalde woonwijken eveneens een positieve verkoelende werking verhogen.

Naast groengebieden en bomen dragen ook andere groenelementen zoals stadstuintjes, tuindaken, groendaken en gevelgroen bij tot het beperken van hitte-overlast. De aanwezige beplanting zorgt voor verdamping van water en daardoor een afkoeling van de omgeving.

(56) www.waterland.net
(57) Teuling et al., 2010, Contrasting response of European forest and grassland energy exchange to heatwaves
(58) Van Hove et al., 2011, Exploring the urban heat island intensity of Dutch cities


Wadi
Maaiveld
Drainage-element

4.1.4 Waterinfiltratie en -buffering

Alle groengebieden hebben in principe een positief effect op de waterhuishouding in een stedelijke context. Dankzij hun niet-verharde oppervlakte wordt op deze plekken geen extra af te voeren watermassa gecreëerd. In groengebieden kan bovendien het water dat van het verharde en bebouwde stadsweefsel afkomstig is opgevangen worden en infiltreren. Deze eigenschap is echter niet bij alle groengebieden hetzelfde. Groengebieden op zandige bodems hebben een hoger infiltratievermogen dan gebieden op kleibodems. Dit is een gevolg van de structuur van beide soorten ondergrond (59). In zandige bodems kan water draineren van het maaiveld naar het grondwater met een snelheid van één tot meerdere meters per dag. In lemige bodems is dit verminderd tot enkele decimeters, terwijl in zware kleibodems de drainagesnelheid zelfs slechts enkele millimeters kan bedragen. Naast de bodemstructuur speelt ook de lokale grondwatertafel een belangrijke rol. Waar het grondwater net onder het bodemoppervlak zit, zal slechts weinig infiltratie mogelijk zijn.

Bodemtype	Infiltratiesnelheid
Zand	> 1 m/dag
Leem	> 1 dm/dag
Klei	> 1 mm/dag

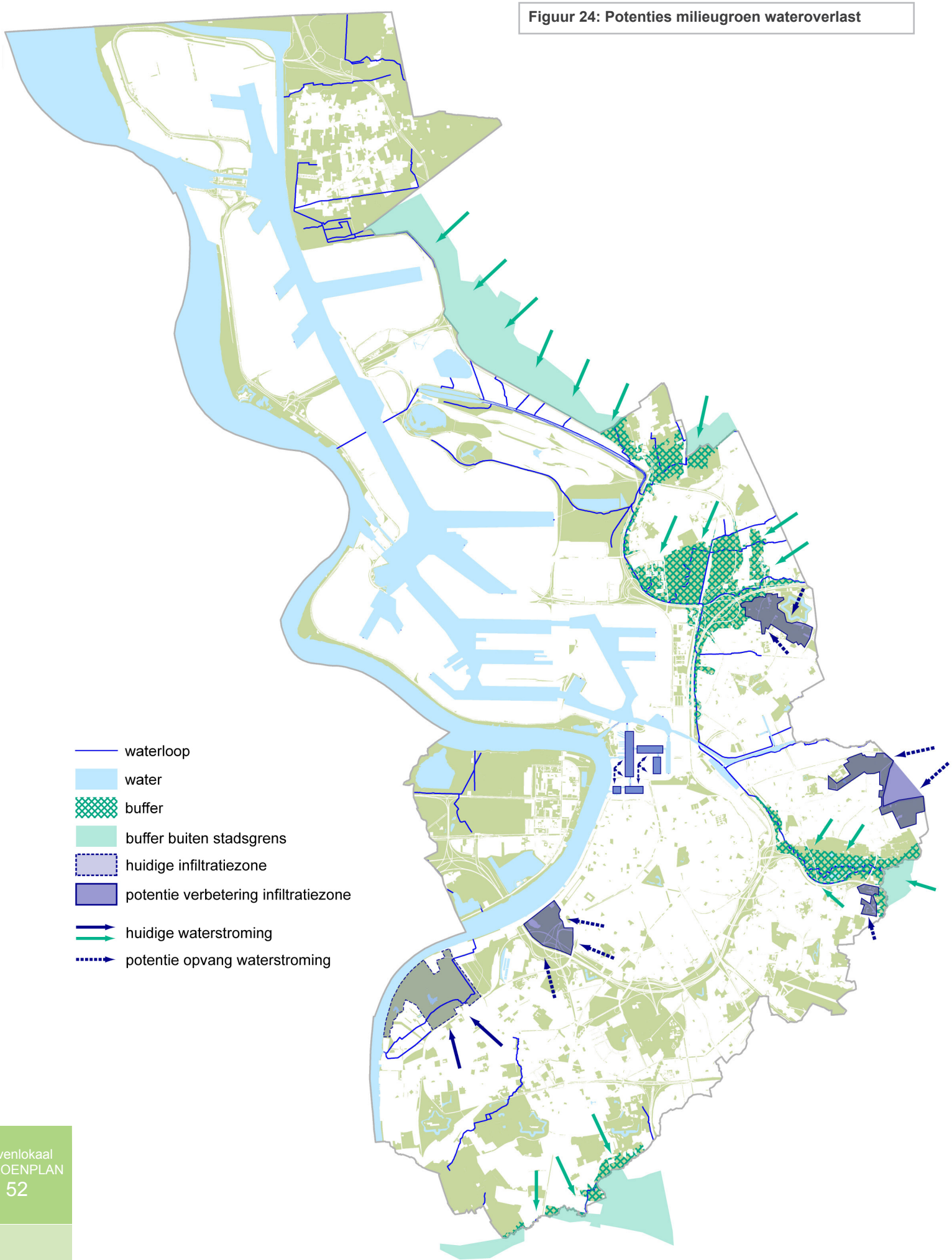
- **Wadi's**
  Groengebieden op een zandbodem en met een lage grondwaterstand zijn het meest geschikt om als infiltratiegebied te fungeren. De inrichting van deze groengebieden kan aangepast worden om de wateroverlast in de stad beter te beperken. Dit kan door de aanleg van wadi's. Dit zijn laagtes in het terrein waar het water naartoe kan stromen en langzaam in de bodem kan infiltreren (60). Meestal staat een wadi droog, alleen na hevige regenval staat er water in. De bodemlaag van een wadi bestaat uit een laag grind en een buis, die bij hoge grondwaterstanden een aanvullende drainerende functie heeft.

- **Bufferzones**
  In leem- of kleibodems kan nauwelijks infiltratie plaatsvinden. Daar is eerder de aanwezigheid van voldoende bufferruimte (vrijwaring van natuurlijke overstromingszones, inrichting van vijvers, grachten,...) belangrijk.

Het ontbreken van voldoende infiltratie of buffering kan contradictorisch ook leiden tot verdroging. Een verminderde infiltratie leidt immers ook tot een afname van de aanvulling van de grondwatertafel en zelfs tot een verminderde wateraanvulling van waterlopen en een lagere kweldruk tijdens perioden van droogte. Dit leidt tot verdroging van beekvalleien, met nadelige gevolgen voor ecologie en landbouw.

(59) Zandbodems bestaan uit relatief grote korrels met tussenliggende holtes waar water makkelijk kan doorheen sijpelen. Kleibodems hebben een veel compactere structuur.
(60) De Cleene, 2010, Van de regen in de droogte.

Figuur 24: Potenties milieugroen wateroverlast



In de stad Antwerpen worden veel groengebieden gekenmerkt door ofwel een leem- of kleibodem ofwel hoge grondwaterstanden of door een combinatie van beide. Vooral in de beekvalleien van de Struisbeek, het Schijn en het Schoon Schijn is er nauwelijks infiltratiemogelijkheid aanwezig. Deze open ruimten vervullen een bufferfunctie ten aanzien van de bebouwde omgeving. Behoud van deze waterbuffers is niet alleen belangrijk omwille van de beperking van negatieve milieu-effecten, maar ook omwille van de ecologische waarden die in deze groengebieden aanwezig zijn en die in grote mate afhankelijk zijn van hun vochtige leefmilieu. Verdroging zou er zowel op fauna als flora negatieve effecten genereren.

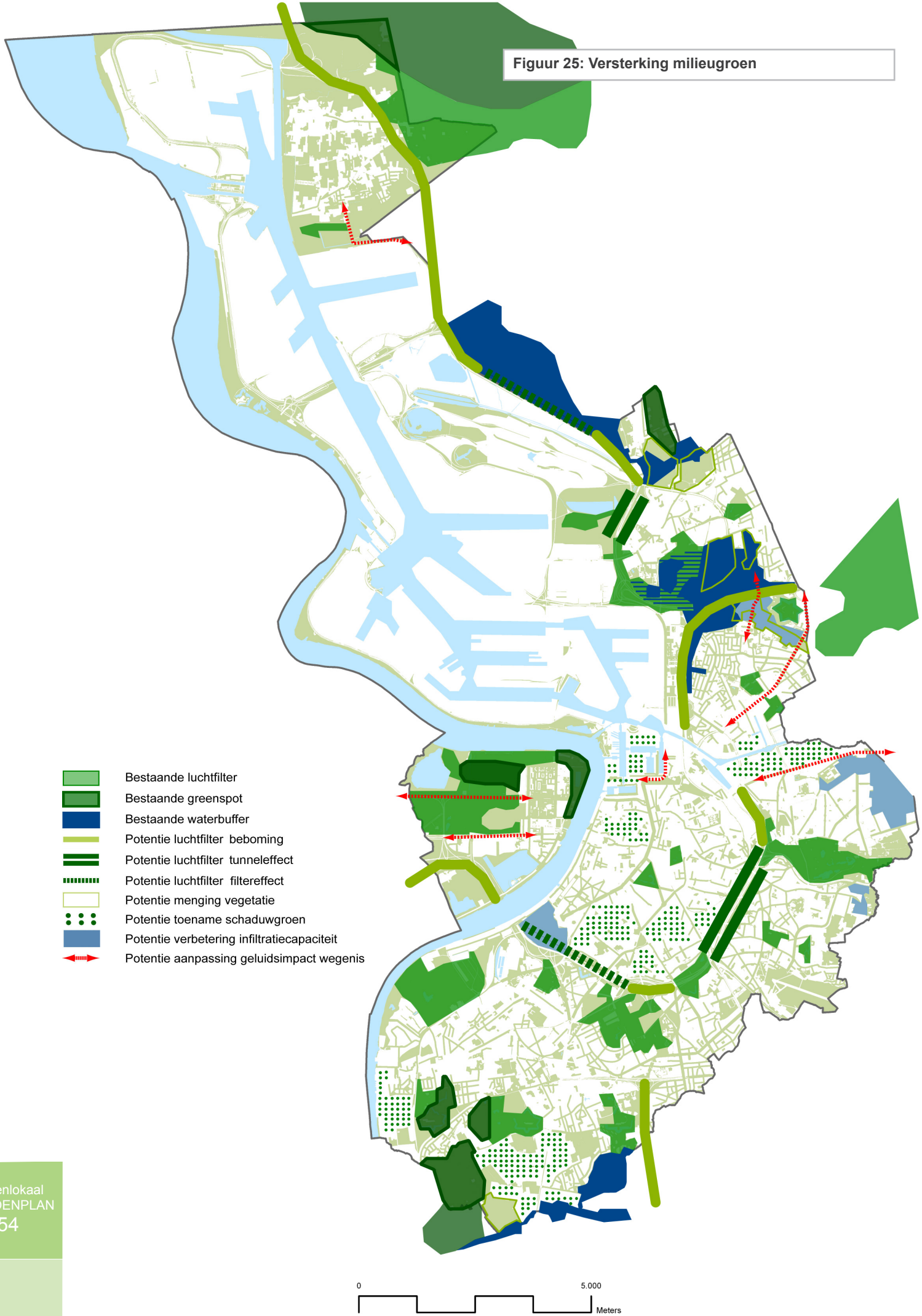
- De vallei van de Struisbeek fungeert in het zuiden van de stad als een belangrijke buffer voor de afwatering van Wilrijk, o.a. de sterk afgedichte industriezone Terbeke.
- De vallei van het Schijn vangt het water op dat afkomstig is van Ekeren en Brasschaat.
- De vallei van het Schoon Schijn maakt deel uit van de laatste resten Scheldepolders die zich tussen de opgehoogde haven en Kapellen bevindt. Deze zone is een belangrijke buffer voor het water dat vanaf de Brabantse wal richting Schelde stroomt. Het grootste gedeelte van deze zone bevindt zich net buiten de stadsgrens.

Vooral in de kernstad (75%) en de districten Merksem (47%), Deurne (42%), Borgerhout en Berchem - extra muros (51% en 47%) en het district Hoboken zijn hogere afdichtingsgraden aanwezig. In Hoboken lijkt de waterproblematiek nog redelijk beperkt dankzij de aanwezigheid van de Hobokense Polder, die weliswaar zowel qua bodemstructuur als grondwaterstand een beperkte infiltrerende capaciteit heeft maar dankzij zijn omvang en inrichting wel een positieve bijdrage levert tot de afvoer van overtollig hemelwater uit het bebouwingsweefsel. Uit de overstromingskaart blijkt vooral het contactpunt met het gebied Petroleum-Zuid een knelpunt dat bij de herinrichting van dit gebied de nodige aandacht verdient.

In Deurne zijn langsheen de stadsgrens nog enkele gebieden aanwezig die zandige bodems omvatten en waar het grondwaterpeil nog redelijk laag is: Silsburg, Ertbrugge en Bremweide. Ook de omgeving van het fort van Merksem vertoont gelijkaardige kenmerken. In deze gebieden zou de huidige inrichting geoptimaliseerd kunnen worden met wadi's, vijvers of grachten om het infiltratievermogen er zo optimaal mogelijk te benutten.

Het meest problematisch is de situatie in de kernstad. De afdichtingsgraad is er heel hoog en er zijn nog maar weinig groengebieden aanwezig waar een optimalere inrichting gerealiseerd kan worden. Hetzelfde geldt voor Borgerhout en Berchem - extra muros. Hier zal de toepassing van kleinschalige maatregelen, zoals de integratie van wadi's in het publieke domein, voornamelijk voor een beperking van wateroverlast moeten zorgen. In de kernstad vormt het gebied van Nieuw-Zuid nog wel een potentie om bij de inrichting maatregelen te integreren die de wateroverlast ten goede kunnen komen. De dokken van het Eilandje vormen in het noorden van de kernstad een grote potentiële waterbuffer die momenteel niet ten volle benut wordt.

Figuur 25: Versterking milieugroen



4.2 Versterking van de milieufunctie

4.2.1 Onderbenutte gebieden optimaliseren

Een aantal groengebieden vervullen momenteel met betrekking tot de milieufunctie niet de rol die ze zouden kunnen vervullen omdat hun inrichting niet optimaal is om deze functie op te nemen.

- **Verkeersbermen**
  Een eerste groep onderbenutte gebieden zijn de gronden langs de grote verkeersinfrastructuren van de R1, de E19 en de A12. Veel van deze gronden omvatten nu slechts lage vegetaties zoals graslanden. In functie van een betere luchtfiltering zou de inrichting van deze gronden geoptimaliseerd kunnen worden door de aanplant van bomen. Hierbij speelt de oriëntering ten opzichte van de overheersende windrichting (ZZW) een belangrijke rol.

- **Landbouwgebieden**
  Een tweede groep onderbenutte gebieden zijn de landbouwgebieden in Ekeren, Merksem en Wilrijk. De velden of weilanden zouden een grotere rol kunnen spelen in de beperking van de stedelijke opwarming en in het zuiveren van de lucht door er een meer gemengde vegetatie te voorzien die zowel graslanden als boompartijen omvat.

- **Infiltratiegronden**
  Tenslotte vormen een aantal gebieden in Merksem, Deurne en Antwerpen een derde categorie onderbenutte gronden m.b.t. de milieufunctie van groen. In deze gebieden zou de waterinfiltrerende capaciteit van de bodem er beter benut kunnen worden door de inrichting ervan hierop af te stemmen, o.a. via de aanleg van wadi's.

4.2.2 Onderbrekende gebieden inschakelen

Naast de onderbenutte groengebieden zijn er in Antwerpen ook nog enkele plekken waar er duidelijk veel minder groen aanwezig is of groen zelfs gewoonweg ontbreekt.

- **Industriegebieden**
  Dit geldt in de eerste plaats voor de grotere industriegebieden zoals deze ter hoogte van de Boomsesteenweg, de zuidelijke Schelde en het Albertkanaal in Merksem en Deurne. Het zijn veelal oudere bedrijventerreinen waar zich in de loop van de tijd een maximalisatie van de industriële activiteit heeft voorgedaan waardoor elke beschikbare ruimte er door verharding of bebouwing ingenomen wordt. Dit komt het werkklimaat er niet ten goede en kan ook bijkomende problemen veroorzaken zoals bijvoorbeeld de wateroverlast ter hoogte van de Boomsesteenweg. Vooral bij dit bedrijventerrein is de situatie problematisch, omdat het in tegenstelling tot de andere twee industriegebieden niet langsheen het water is gesitueerd. O.a. wat betreft mogelijke snellere opwarming door de hoge afdichtingsgraad, kan een groot wateroppervlak immers een verkoelend effect genereren.

- **Kernstad en 19e eeuwse gordel**
  Naast de grote industriegebieden in het zuiden van de stad en ter hoogte van het Albertkanaal, vormt een hoge afdichting vooral in de kernstad en de 19e eeuwse gordel een probleem. Dit zijn sterk versteende gebieden, waar het hitte-eilandeffect het grootst zal zijn. Om dit te kunnen beperken is de integratie van kleinschalige groenelementen zoals straatbomen een werkpunt. Ook m.b.t. het creëren van meer rustgebieden liggen hier nog opportuniteiten. In sommige bouwblokken zijn nog private groengebieden aanwezig. Door de omringende bebouwing worden deze van storende stadsgeluiden afgeschermd. De openstelling van dergelijke groengebieden kan een positieve bijdrage aan de leefkwaliteit leveren.

4.2.3 Knelpunten aanpakken

- **Geluidsbuffering**
  Tenslotte zijn in Antwerpen nog enkele groengebieden te vinden waar de aanwezigheid van wegen met een hogere toegelaten maximumsnelheid een storend effect genereren wat betreft het geluidsniveau in deze gebieden. Maatregelen om dit te beperken, zoals bijvoorbeeld een daling van het snelheidsniveau of de aanleg van geluidswallen, kan de groengebieden ten goede komen.

4.3 Milieustreefbeelden

Probleem	Streefbeeld
Luchtverontreiniging	● Open beplanting nabij de bron (snellere menging vervuilde en schone lucht + maximaal bladcontactoppervlak) ● Dichte beplanting op grotere afstand van de bron ● Gebruik plantensoorten met grote luchtzuiverende werking ● Beperkte verharde oppervlakte
Geluidsoverlast	● Beperkt gemotoriseerd verkeer ● Aanwezigheid van geluidswallen ● Aanwezigheid van natuurlijke geluiden (vogels, water,...) ● Goede toegankelijkheid rustgebieden en -eilanden ● Selectief locatiebeleid lawaaierige activiteiten
Hitte	● Gemengde vegetatie (lage en hoge beplanting) ● Aanwezigheid van schaduwbomen in sterk afgedichte gebieden ● Aanwezigheid van water ● Beperkte verharde oppervlakte door gevelbeplanting, groendaken,...
Wateroverlast	● Aanwezigheid van waterbuffers in gebieden met weinig doorlatende bodemsamenstelling of hoge grondwaterstand ● Aanwezigheid van wadi's in gebieden met doorlatende bodemsamenstelling of lage grondwaterstand ● Verhardingen in waterdoorlatende materialen voorzien ● Groendaken
Bodemverontreiniging	● Boom- en struiksoorten die vervuiling nauwelijks opnemen om verspreiding te voorkomen ● Lage vegetatie met ondiepe wortels