

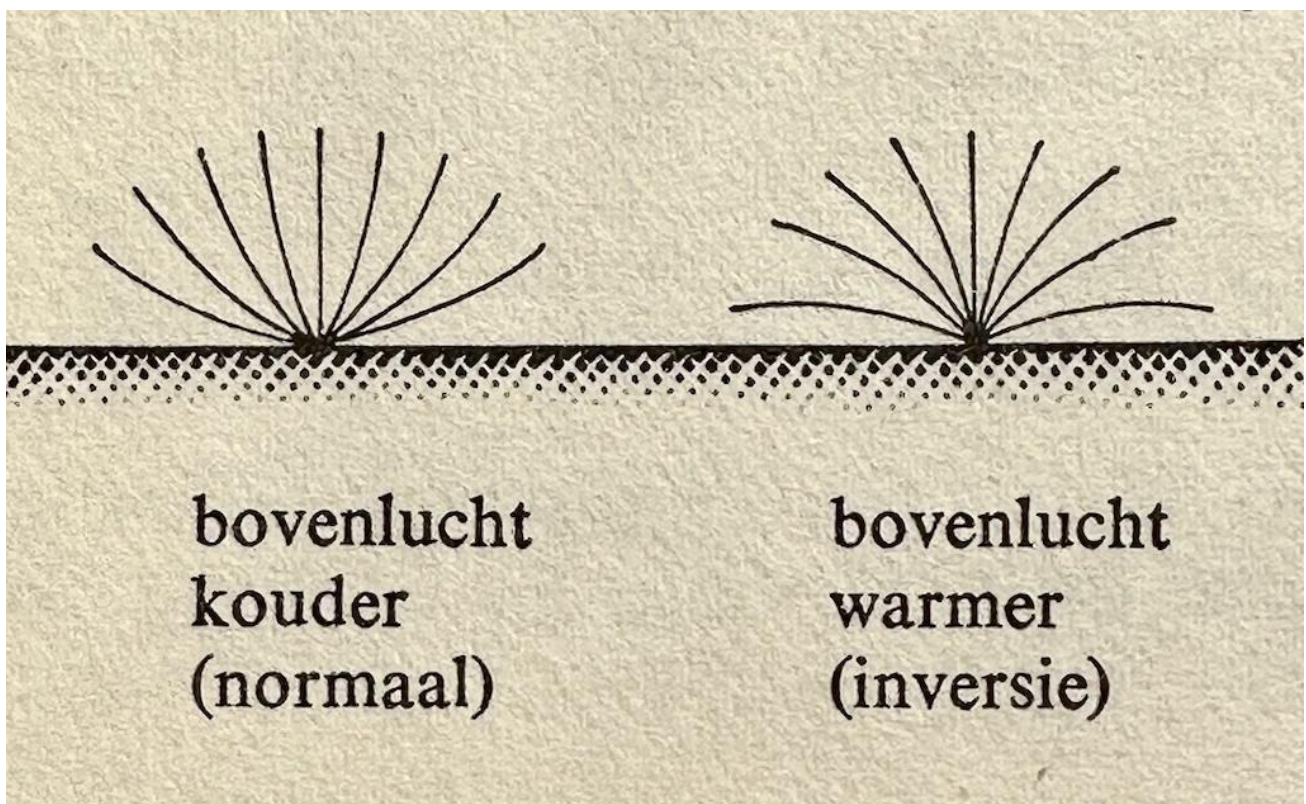
## BODEM



De bodem of het grondoppervlak is een belangrijke factor voor klankarticulatie. De meest voorkomende effecten, afhankelijk van de bodemsubstantie zijn absorptie, reflectie en verstrooiing. Harde oppervlakken als steen of beton weerkaatsen geluidsgolven; zachte oppervlakken als (compact) gras of rul zand absorberen ze juist.

Het zijn over het algemeen de hogere frequenties die worden weerkaatst of geabsorbeerd; lage frequenties hebben lange golflengtes die gemakkelijk langs of doorheen oneffenheden in de bodem gaan.

Temperatuurverschillen in de atmosfeer spelen ook een belangrijke rol: wanneer het dicht bij de grond warmer is dan daarboven – doorgaans gedurende de dag – is er sprake van opwaartse buiging (refractie) van geluid. Omgekeerd buigen geluiden terug naar de grond wanneer de atmosfeer vlak boven de grond kouder is dan erboven (temperatuursinversie). Zie figuur a.



Figuur a. Buiging van geluidsgolven in de atmosfeer (Minnaert 1939: 13).

## Harde en zachte bodembedekking

Het belang van het grondoppervlak met betrekking tot geluid kan goed geïllustreerd worden aan de hand van twee tegengestelde voorbeelden, het San Marcoplein in Venetië en het Buitenschot Land Art Park onder de rook van Schiphol.

### Het San Marcoplein

Het bodemoppervlak van het San Marcoplein is helemaal vlak en bestaat voornamelijk uit natuursteen, meer in het bijzonder trachiet, een vulkanisch gesteente, en witachtige kalksteen. Beide zijn hard en weinig poreus, wat betekent dat het geluid sterk weerkaatst in plaats van geabsorbeerd wordt. Het geluid blijft daardoor langer hangen, wat met name bij drukte (stemmen, voetstappen, rolkoffers, muziek) kan leiden tot een verhoogd geluidsniveau.

Walking in Piazza San Marco. GammaSintesi, Freesound.

Om deze audio te beluisteren, gebruik de QR Daarbij dragen de hoge, harde gevels van marmer en steen van de omringende architectuur, het geringe aantal geluidsabsorberende elementen (geen gras, weinig bomen), en de grootte van het plein bij aan de reflectie van geluid (veel echo en galm).

### Buitenschot

Een zachte ondergrond met beplanting en hoogteverschillen absorbeert geluidsgolven. Een goed voorbeeld hiervan is het Buitenschot Land Art Park bij Schiphol dat speciaal is aangelegd om laagfrequent geluid te reduceren. In dit park van 33 hectare zijn rijen van 3 meter hoge, langgerekte wigvormige grondribbels aangelegd die gedeeltelijk haaks staan op de richting waar het geluid vandaan komt. Deze ribbelstructuren reduceren met name het laagfrequente geluid van taxiënde vliegtuigen met 2 tot 2,5 dB.



Buitenschot Land Art Park

### Halfverharding

Het aanbrengen van een half verhard bodemoppervlak heeft een aantal voordelen: het laat regenwater door wat bijdraagt aan minder wateroverlast; het heeft een lagere ecologische voetafdruk dan asfalt of beton; het is flexibel in gebruik (relatief eenvoudig aan te passen of op te breken als er werkzaamheden nodig zijn of de functie van het terrein verandert); aanleg en het onderhoud is meestal goedkoper, vooral bij lage belasting; en het oogt en klinkt vaak beter.

Welke typen halfverharding kunnen gebruikt worden? Een stabiel type zoals dolomietsplit of schelpenklei maakt een ondergrond goed toegankelijk voor minder validen. Zo mogelijk kan ook gekozen worden voor meer open of losliggende materialen als grind, boomschors of steenslag.

### Variatie in de bodembedekking

Auditieve variatie maakt plekken aantrekkelijker: wanneer het overal net iets anders klinkt, is er steeds iets nieuws te beleven voor het oor. Verschillende bodembedekkingen worden bij betreding anders geactiveerd en zorgen daardoor voor een gevarieerde akoestische terugkoppeling.

### Hoogteverschillen

Het aanbrengen van hoogteverschillen – met name heuvels met vegetatie (waarbij gras minder effectief is dan planten) – dempt en/of verstrooit geluid. Hoogteverschillen van ongeveer 1 meter kunnen al leiden tot een reductie van 2 tot 5 decibel (van Renterghem et al. 2012). Een verhoogde berm van 60 cm (begroeid en onbegaanbaar) langs een

asfaltweg zal bandengeluid van gemotoriseerd verkeer aanmerkelijk reduceren. Een glooiing in het terrein van enkele decimeters kan over een afstand van honderd meter een groot effect hebben. Een open bodem in combinatie met kleine hoogteverschillen heeft met name op korte en middelgrote afstand ( $\pm 2-15\text{m}$ ) een gunstig effect op de geluidsbeleving. Zie ook: [praktijkvoorbeeld Hof van Cartesius](#). Een komvormige ruimte achter een heuvel of verhoogde berm, geeft ook auditief een gevoel van beslotenheid en afscherming.

### Wegdek

In steeds meer (binnen)steden wordt de snelheidslimiet verlaagd van 50 naar 30km/u. Dat gebeurt uit het oogpunt van veiligheid en verblijfskwaliteit, maar het heeft ook een positieve invloed op het geluid. Het geluid van gemotoriseerd verkeer neemt af, waardoor andere en zachtere geluiden meer kans krijgen om gehoord te worden.

Een snelheidslimiet kan ook een aanleiding zijn om (opnieuw) na te denken over differentiatie in wegdek materiaal. De tendens is veelal om te streven naar gladde en 'stillere' wegdekken, maar die zijn kostbaar en – zeker in 30km/u zones – niet altijd de beste oplossing (Verkade 2022).

---

## Stem het wegdek af op de voorgeschreven verkeerssnelheid

---

### Welke ontwerpmaatregelen kunnen worden ingezet?

**Bestrating:** Zeer open asfalt beton (ZOAB) absorbeert bandengeluid en is waterdoorlatend. Al dan niet stille klinkers leiden vaak tot een zekere snelheids- en daarmee geluidsreductie, laten eveneens water door, en geven een ritmisch-ruimtelijk patroon wanneer er over gereden wordt. Zie ook het lemma 'Wegdek' in Bodem. ([link naar Deel 6\\_Bodem](#))

**Verkeer:** Snelheidsbeperkingen (30km zones, rotondes en verkeersdrempels) verminderen verkeerslawaaï. Maar verbod voor vrachtverkeer, eenrichtingsverkeer, een autoluwe of zelfs autovrije straat hebben natuurlijk meer effect. Ruimte overhevelen van auto's naar voetgangers, fietsers of groenvoorzieningen maakt dat steden beter klinken (Madden 2021).



Parkeerfaciliteiten: Geluidsreductie bij het autovrij maken van een straat betekent vaak dat er alternatieve parkeerfaciliteiten moeten worden gecreëerd, bijvoorbeeld aan de rand van een woonwijk. Parkeerplaatsen kunnen daar afgeschermd worden met vegetatie parkeren kan ook in ondergrondse garages of in multifunctionele hubs.



Verschillende types wegverharding

Straatmeubilair: Kleine objecten verstrooien geluid en kunnen daarom een rumoerige plek aangenamer doen klinken. Zie [Kleine objecten](#)

**Geluidskunst:** (Interactieve) geluidskunst kan bepaalde ongewenste geluiden maskeren, transformeren of variatie aanbrengen in een verder homogene auditieve omgeving. Zie ook Geluid en Kunst in [deel 4 Geluid en kunst](#) en Geluidskunst in dit deel.

**Gevels:** Groene gevels, geveldetailering en houten panelen hebben een geluidsabsorberend en/of verstrooiend effect. [Zie Gevels](#)

**Burgerparticipatie:** Het betrekken van de lokale gemeenschap bij het (opnieuw) ontwerpen van de geluidsomgeving kan leiden tot de implementatie van ideeën die goed aansluiten bij hun wensen, en creëert een gevoel van eigenaarschap en verantwoordelijkheid.

### Niet-akoestische elementen

De aard van het grondoppervlak heeft een grote invloed op de totale soundscape van een gebied. En het auditief ontwerp van dat grondoppervlak heeft op zijn beurt weer invloed op een aantal andere, niet-akoestische thema's:

**Klimaat:** Een (half)open bodembedekking dempt geluiden maar is ook gunstig voor de inziging van (extreme) neerslag en vermindert hittestress.

**Veiligheid:** Een ruwe bodem maakt contactgeluiden beter hoorbaar wat bijdraagt aan (een gevoel van) veiligheid. Een gebied wordt zo aantrekkelijker voor bepaalde kwetsbare groepen.

**Inclusie:** Met name mensen met een visuele beperking zijn sterk afhankelijk van hun gehoor om zich te oriënteren. Met een gevarieerd bodemoppervlak kunnen zij zich oriënteren aan de hand van het geluid van hun eigen voetstappen (en die van anderen).

Bron van deze tekst:

<https://inspiratiegidsgeluid.soundtrackcity.nl/deel6-geluid-en-bodem.html>

U kunt ook deze QR scannen