

Beluchten of losmaken van de grond om er lucht in te brengen wordt in het onderhoud van grassportvelden veel toegepast. Het wordt gezien als een maatregel die zorgt voor zuurstof rond de wortels en daardoor voor een goede grasmat. In tuinboeken en folders over onderhoud van gazons krijgt het "luchtig" maken van de bodem vaak veel aandacht. Ook in de wereld van de onderhoudsmachines, van verticuteerhark tot vertidrain, wordt graag gewezen op het belang van een goede luchtvoorziening in de bodem. In dit artikel willen we de luchthuishouding in de bodem van grassportvelden toelichten en bezien of die werkelijk in het onderhoud zoveel aandacht verdient als in de praktijk nogal eens wordt beweerd.

Auteur: Dr. Ir. Aad L.M. van Wijk



LUCHTHUISHOUDING IN DE BODEM VAN GRASSPORTVELDEN

Bodemademhaling

De luchthuishouding van de bodem bestaat uit twee componenten: 1) het opnemen of verbruiken van zuurstof (O_2) en de productie van koolstofdioxide of koolzuurgas (CO_2) en 2) het transport van deze gassen tussen de atmosfeer en de bodem. De belangrijkste gebruikers van zuurstof en producenten van koolzuurgas zijn wortels en micro-organismen. Wortels hebben zuurstof nodig om water en voedingsstoffen op te kunnen nemen. Micro-organismen zijn betrokken bij allerhande processen in de bodem, zoals afbraak van organische stof en chemische omzettingen. Ook zij hebben hierbij zuurstof nodig en produceren koolzuur. In vruchtbare gronden wordt ruwweg 2/3 van de zuurstof gebruikt door micro-organismen en 1/3 door wortels. Door de sterke vershraling van de bovengrond zal deze verhouding op grassportvelden weleens heel anders kunnen liggen. Voor de handhaving van een goed van zuurstof voorzien (aëroob) wortelmilieu moet zuurstof worden aangevoerd en het geproduceerde koolzuurgas worden afgevoerd. Dit proces wordt aëratie of ook wel bodemademhaling genoemd en vindt plaats door gasuitwisseling tussen atmosfeer en bodemlucht.

Transport van zuurstof en koolzuur

Als in voorjaar en zomer het gras stevig staat te groeien, is het zuurstofgebruik door wortels en micro-organismen in de bodem op z'n hoogst. Het is van belang dat zuurstof dan voldoende snel naar de wortels wordt aangevoerd en koolzuur afgevoerd. Er zijn twee vormen van transport van gassen in de bodem: massastroming en diffusie. Massastroming is verplaat-

sing van lucht van de atmosfeer naar en in de bodem onder invloed van drukverschillen. Die drukverschillen worden veroorzaakt door atmosferische luchtdrukveranderingen, door wind, temperatuurverschillen, een indringend vochtfront en een dalende grondwaterstand. Door temperatuurveranderingen in de bodem veranderen volumes van water en lucht, waardoor verplaatsing van water en lucht kan optreden. Tijdens het dalen van de grondwaterstand worden grotere watergevulde poriën leeggezogen en met lucht gevuld. Diffusie is echter verreweg het belangrijkste proces voor transport van zuurstof en koolzuur. Bij diffusie verplaatsen zich stoffen door lucht en water onder invloed van concentratieverschillen. Zij stromen van een omgeving met hoge concentratie naar een omgeving met lage concentratie, net zolang tot de concentratieverschillen zijn afgevlakt. Bij zuurstofopname is de zuurstofconcentratie rond de wortel lager dan op enige afstand. Dit concentratieverschil brengt een stroming van zuurstof vanuit de omgeving naar de wortel op gang. Bij koolzuur is het precies andersom. In de bodem vindt diffusie plaats via doorlopende poriën. Hoe vlot zo'n diffusie van zuurstof of koolzuur verloopt hangt af van de bodemstructuur, van het volume lucht in de bodem, van de vorm en continuïteit van de luchtgevulde poriën en met name ook van de vochttoestand. Hoe natter de grond en hoe meer fijne poriën, die het water vasthouden (bijvoorbeeld na verdichting), hoe langzamer de aanvoer van zuurstof en de afvoer van koolzuurgas. Het transport van zuurstof gaat door lucht meer dan 10 000 x zo snel als door water, ofwel sneller door 1 meter lucht dan door 1 mm water. Vandaar dat gezorgd moet worden dat

transport over grotere afstanden niet door water, maar via met lucht gevulde poriën kan verlopen. De luchthuishouding is de resultante van de waterhuishouding en de bodemstructuur. De luchthuishouding is zeer gebaat bij een droge grond met goede structuur.

Samenstelling bodemlucht

De bodem bestaat uit vaste delen (zandkorrels, klei- en leemdeeltjes) waartussen holten of poriën aanwezig zijn. De poriën zijn met water en lucht gevuld. De verhouding tussen water en lucht in de poriën verandert voortdurend door opname van water door graswortels en door neerslag. De luchthuishouding wordt gekarakteriseerd door de hoeveelheid lucht in de bodem (luchtgehalte) en door de samenstelling van de bodemlucht met name door het zuurstofgehalte. Lucht- en zuurstofgehalte zijn zeer variabel. Ze zijn afhankelijk van de bodemstructuur en verschillen daardoor per grondsoort, maar variëren ook afhankelijk van zuurstofopname, vochtgehalte, etc. Tabel 1 geeft een overzicht van luchtgehalten in verschillende grondsoorten. Het betreft het luchtgehalte bij veld-capaciteit. Dat is een vochtsituatie, waarbij de grond na regen is uitgezakt en de graswortels nog geen water hebben opgenomen, zoals bijvoorbeeld aan het begin van het groeiseizoen. Zandgronden hebben een hoog luchtgehalte en een goede zuurstofvoorziening. Naast stevigheid, draagkracht en goede doorlatendheid is een goede zuurstofvoorziening reden om de toplaag van sportvelden sterk zandig te maken. In lemige zand, zavel-, loess- en kleigronden is het luchtgehalte lager dan in zandgronden. Dat komt doordat deze gronden een zeer fijne korrel-

Tabel 1: Luchtgehalten bij veldcapaciteit in verschillende bodems

type bodem	luchtgehalte in volume %
zandgrond	30-40
lemige zand-, zavel- en loessgrond	10-25
kleigrond	5-10

structuur en daardoor veel fijne poriën hebben, die het water sterk vasthouden. Een kleiner deel van het poriënvolume is hierdoor met lucht gevuld. Ondanks lagere luchtgehalten groeit gras op kleigronden ook goed. Het gastransport is sterk afhankelijk van de bodemstructuur. Zwaardere gronden scheuren onder droge omstandigheden. De scheuren fungeren als luchtkanalen, waardoorheen gasuitwisseling via diffusie plaats vindt tussen atmosfeer en wortels, die voornamelijk op de wanden van de scheuren groeien. Het zuurstofgehalte van de bodemlucht vormt een goede maat voor de gasuitwisseling in de bodem. Het zuurstofgehalte in de atmosfeer is 21 %. In een goed geventileerde bodem ligt het zuurstofgehalte lager, tussen 12-20 %, en neemt met de diepte af. Het koolstofdioxide- of koolzuurgasgehalte (CO₂) bedraagt in de atmosfeer 0,03 % en varieert in de bodem tussen 0,5 tot 9 %. Het koolzuurgasgehalte leent zich minder als maat voor de luchthuishouding van de bodem. Een groot gedeelte van het geproduceerde koolzuurgas blijft niet in de bodemlucht. Het lost op in water en wordt ook sneller door water getransporteerd dan zuurstof.

Gras zeer tolerant

Er is veel onderzoek gedaan naar het verband tussen de luchthuishouding in de bodem en de groei van gewassen. Aardappelen, bloembollen en groentegewassen stellen hoge eisen aan de zuurstofvoorziening. Gras, daarentegen, is zeer tolerant voor lage waarden van lucht- en zuurstofgehalten. Denk maar eens aan gras in de uiterwaarden of op ijsbanen, die zonder noemenswaardige schade aan het gras langdurig onder water staan. Wel is de tolerantie afhankelijk van de groeifase van de plant. In perioden van sterke groei en wortelactiviteit, zoals in het voorjaar, is gras gevoeliger voor lage zuurstofgehalten dan in najaar en winter, wanneer o.a. door lagere temperaturen de activiteit van wortels en het bodemleven op een laag pitje staat. De reactie van gewassen op lage zuurstofgehalten is indirect en nogal gecompliceerd. Het rendement van meststoffen neemt bij lage zuurstofgehalten af. Door te weinig zuurstof kan de water- en voedingsstoffenopname door de wortels verstoord raken. Soms zie je bij wateroverlast het gras geel worden. Dat is een gevolg

van te weinig zuurstof in de bodem, waardoor de stikstofopname wordt geremd. Extra stikstof kan in zo'n geval de nadelige effecten van te weinig zuurstof compenseren.

Zuurstofgehalten in de bodem van grassportvelden

De auteur heeft gedurende enkele seizoenen uitvoerig gemeten aan de luchthuishouding van grassportvelden. Figuur 1 geeft van twee velden het verloop van het zuurstofgehalte met de diepte voor een extensief en intensief bespeeld gedeelte van het veld. In de figuur zijn de zuurstofgehalten gegroepeerd naar voorjaar en herfst. In het voorjaar liggen de zuurstofgehalten systematisch lager dan in najaar en winter. Door lagere temperaturen in najaar en winter is het zuurstofverbruik door wortels en bodemleven gering. De zuurstofgehalten liggen daardoor hoger dan in het voorjaar, wanneer een hoge bodemactiviteit tot een sterke zuurstofopname leidt als gevolg van hogere temperaturen. De zuurstofprofielen vertonen in het voorjaar een sterk verval van de zuurstofconcentratie over de bovenste 5 cm van de top laag, vooral op de intensief bespeelde delen van het veld. Dit wijst op een grote zuurstofdiffusieweerstand in de bovenste 5 cm van de top laag, die een gevolg is van verdichting, in combinatie met een hoge zuurstofconsumptie door de wortels, die op oudere velden voor 90 % in de bovenste 5 cm van de top laag zijn geconcentreerd. De negatieve gevolgen van bespeling op het zuurstoftransport beperken zich blijkbaar tot de bovenste 5 cm.

De belangrijkste bevindingen uit dit onderzoek zijn:

- Op goed aangelegde velden (goed ontwaterd en voldoende verschaald) zijn de lucht- en zuurstofvoorziening zelden tot nooit limiterend voor grasgroei.
- Ten gevolge van een hoger zuurstofverbruik zijn de zuurstofconcentraties in de bodem in voorjaar en groeiseizoen, ondanks de gemiddeld drogere omstandigheden, lager dan in najaar en winter.
- Maatregelen gericht op het "beluchten" van de grond zijn in najaar en winter weinig zinvol vanwege relatief hoge zuurstofconcentraties als gevolg van een laag zuurstofverbruik (lage temperaturen, geen grasgroei, weinig biologische activiteit).
- Schade aan de grasgroei ten gevolge van te weinig zuurstof in de bodem komt weinig voor.

Als het voorkomt, doet het zich voor in het voorjaar bij een hoge zuurstofconsumptie door wortels en micro-organismen en trage aanvoer van zuurstof door te natte grond met als beeld geelkleuring van het gras door geremde stikstofopname.

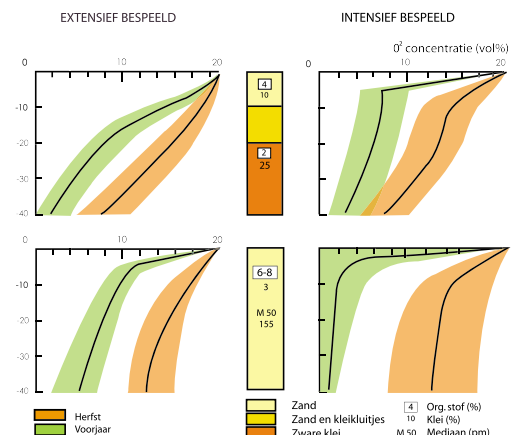
Verbetering van de luchthuishouding

Lage zuurstofgehalten komen voor, wanneer de aanvoer van zuurstof geblokkeerd wordt doordat de top laag te nat, te vet, verdicht, verslemt of versmeerd is en de graswortels tegelijkertijd veel zuurstof vragen. Dit kan worden verbeterd door een groter volume met lucht gevulde poriën te creëren, hetgeen met de volgende maatregelen wordt bereikt.

- Verbetering van de ontwatering, bijvoorbeeld door drainage. Dit leidt tot drogere grond met meer luchtgevulde poriën. Elke verbetering van de waterhuishouding leidt tot verbetering van de luchthuishouding.
- Verschraling van te vette toplagen, waardoor meer luchtgevulde poriën ontstaan.
- Losmaken van verdichte toplagen, waarbij extra volume met lucht gevulde poriën wordt gemaakt. Vaak heeft deze maatregel slechts een tijdelijk karakter.



Aad van Wijk heeft een zelfstandig adviesbureau op het gebied van bodem en wateradvies voor sportaccommodaties (alm.vanwijk@worldonline.nl). Van Wijk heeft jarenlang onderzoek gedaan en gedoceerd aan Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding, later Staring Centrum en is onder andere bekend als co-auteur van het handboek voor grasveldkunde en grasveldbeheer.



Figuur 1 Gemiddelde zuurstof-profielen gemeten in herfst/winter en voorjaar op extensief bespeelde delen van twee voetbalvelden.