

De opmars van rood dooiermos (*Rusavskia elegans*) in Maastricht onder de loep genomen

Lichenometrisch en ecologisch onderzoek naar een zuidelijke soort

Max Klasberg

Inleiding

'Je gaat het pas zien als je het door hebt', zou Cruijff gezegd kunnen hebben. Deze woorden blijken weer eens profetisch te zijn. Als bewoner van Maastricht ben ik namelijk talloze keren langs groeiplekken van rood dooiermos gefietst zonder hier enige acht op te slaan. De interesse werd pas gewekt bij het lezen van de Veldgids Korstmossen (van Herk, Aptroot en Sparrius 2017). Hij staat te boek als zuidelijke soort die inmiddels vrij algemeen is in Nederland, vooral langs de grote rivieren en in Zuid-Limburg. Tot zover ging er geen belletje rinkelen. In de kantlijn werd echter ook opgemerkt dat het vaak gaat om slechts één exemplaar per groeiplaats. En daar hebben we de trigger te pakken. In Maastricht zijn de aantallen namelijk veel hoger, vaak met honderden exemplaren per groeiplaats (zie Afbeelding 1). Sommige vindplaatsen kleuren letterlijk oranje door deze soort. De vragen liggen dan ook direct voor het oprapen. Wanneer heeft deze soort zich hier eigenlijk gevestigd? Hoe is het kolonisatieproces daarbij verlopen?

Welke plekken werden uitgezocht en welke juist gemeden? En strookt dit beeld met de huidige kennis van deze soort?

Dat deze opmars niet eerder is opgemerkt is wel begrijpelijk, rood dooiermos is immers klein van stuk. Linnaeus noemt in het boek *Species Plantarum* (1753) korstmossen zelfs 'rustici pauperrini', oftewel 'armzalig gepeupel van de vegetatie' (Kruyt 1986). Of deze kwalificatie klopt, valt echter nog te bezien. Rood dooiermos heeft namelijk een opmerkelijke CV. Zij is als eerste korstmos gebruikt voor dateringen van gesteenten (lichenometrie), heeft een ruimtereis glansrijk overleefd, een tweede prijs gewonnen, wordt gebruikt als kleurstof van kleding en als marker bij de jacht op marmotten. Dan moet je toch van goeden huize komen.

Door de goede CV van rood dooiermos worden we gelukkig op onze wenken bediend. Normaal gesproken is de kolonisatie achteraf niet goed te reconstrueren. Door de maximale diameter op te meten kunnen we echter terug in de tijd kijken

Afbeelding 1. Rood dooiermos koloniseert Maastricht. Alle oranje vlekken op de foto zijn exemplaren van deze nieuwkomer. Het betreft een stapelmuur voor de muurhagedis langs spoorlijn Maastricht-Lanaken (locatie 5).



en – op ieder gewenst moment – de ouderdom van een groeiplaats bepalen. Het grote aantal groeiplaatsen maakt het ook mogelijk om de ecologie onder de loep te nemen. Dus een uitgelezen kans om meer te weten te komen over deze intrigerende soort. In dit artikel een uitgebreid portret van rood dooiermos en een verslag van een spannend ecologisch en lichenometrisch onderzoek dat in 2020 in Maastricht is uitgevoerd.

Rood dooiermos, aangenaam om kennis te maken

Laten we eerst eens nader kennismaken met deze soort. Rood dooiermos (*Rusavskia elegans*; synoniemen: o.a. *Caloplaca elegans*, *Xanthoria elegans* – zie verderop) is eenvoudig te determineren en na enige oefening goed op afstand te herkennen. De helder orangerode kleur is erg opvallend, vooral in droge toestand. Het thallus is cirkelvormig met een diameter tot 6 cm (of soms groter), afhankelijk van de ouderdom. Van dichterbij valt op dat het thallus bladvormig is met duidelijke radialen (stralen). De lobben zijn vrij hoekig, smal (meestal 1 mm, tot maximaal 2 mm), opgeblazen, plat aangedrukt en diep ingesneden. Onder de loep valt soms oranje of witte rijp te ontdekken. De insnijding van de lobben is vaak zo diep dat de lobben losliggen van het thallus, alsof ze op de muziek vooruit willen lopen. In het midden lijkt deze fraaie soort bijna korstachtig. Door met de nagels te krabben laat het thallus echter makkelijk los van de steen, wat niet lukt bij echte placodioiden soorten (korstvormige soorten met randlobben). Dan valt ook onmiddellijk de witte onderzijde op met enkele korte witte rhizinen (soort hechtwortels). Dus verwarring met andere soorten is niet mogelijk. Apothecia zijn soms – en in Maastricht bijna altijd – aanwezig, ook bij jonge exemplaren van minder dan 1 cm diameter. Deze schijfjes van de apothecia zijn diep orangerood, komvormig, tot 2 mm groot en hebben een gekartelde rand in de kleur van het thallus. Isidia en soralen ontbreken. Voor de voorplanting zal deze soort het dan moeten hebben van sporen en verspreiding door het afbreken van lobben in droge perioden.

In Groenland en Spitsbergen komt een variant voor (*Xanthoria elegans* var. *granulifera*) met isidia-achtige knopjes. Een andere verwante soort (*Rusavskia sorediata*) met soralen en meestal zonder apothecia is ook nog niet in onze contreien aangetroffen. In Noord-Amerika treedt deze



Abbeelding 2. Detailfoto van rood dooiermos.

soort op binnen dezelfde geografische range als rood dooiermos (Brodo et al. 2001), dus zou ze in theorie ook hier gevonden kunnen worden. Los van deze aparte (onder)soorten is de variatie sowieso groot binnen rood dooiermos, althans in het Canadese Noordpoolgebied. Het gaat daarbij vooral om de variatie in kleur, vorm en talrijkheid van reproductiestructuren wat zou kunnen wijzen op afzonderlijke soorten (Jeff Mitton, 12 januari 2011). Zo varieert de kleur van licht geeloranje tot donker roodoranje (Brodo et al. 2001). Tot op heden is rood dooiermos nog niet verder opgesplitst in andere soorten.

De helder orangerode kleur wordt veroorzaakt door een carotenoïde (parietinezuur). Dit pigment reageert bloedrood met kaliumhydroxide (K), net als in andere *Xanthoria*- en *Caloplaca*-soorten. Het thallus reageert niet op de andere bekende indicatorstoffen (C-, P-). Het oranjegele pigment beschermt het korstmos effectief tegen Uv-straling. Het is daarmee goed beschermd tegen volle zon, wat heel nuttig is in het hooggebergte waar de lucht ijl is en de Uv-straling intensief. Dit blijkt ook uit de relatie tussen zonneschijn en de hoeveelheid pigment. De directe familieleden hebben minder pigment nodig, wat te maken heeft met hun standplaats, en zijn daardoor geler, zie de foto's in Abbeelding 3. Groot dooiermos (*Xanthoria parietina*) heeft een voor-

keur voor halfschaduw (geel thallus) tot schaduw (groen of grijs thallus). Oranje dooiermos (*Xanthoria calcicola*) zoekt wel de volle zon op, maar blijkbaar minder extreem dan rood dooiermos, zoals blijkt uit de intermediaire geeloranje kleur. De gele kleur van *Xanthoria*-soorten is vroeger in de Schotse Hooglanden gebruikt als natuurlijke verfstof van Harris-tweed (wol) en andere traditionele stoffen (Kruyt 1986). Andere planten waren overigens gangbaarder als gele textielverf, zoals wouw (vanaf het begin van onze jaartelling), wede, meekrap, verfbrem en gele kamille (bron: website Jan van Dingenen 2010). Een ander nuttige toepassing is die van de Inuit-jagers in het noordpoolgebied (Brodo et al. 2001). Ze gebruiken de helder oranjeroode gloed om bewoonde marmottenholen op te sporen in het verder saai gekleurde toendralandschap. De urine en uitwerpselen van de marmot vormen een perfecte groeiplaats voor deze stikstofminnende soort (Lukas 2004). Ook nesten van roofvogels op uitstekende rotsen zijn zo goed op te sporen. Rood dooiermos wordt tenslotte ook gegeten door dieren op kale rotsige plekken, zoals door blauwschapen in Tibet. Het is een rijke bron van koolhydraten (National Geographic 2021).

Rood dooiermos heeft in de buurlanden allerlei vleiende namen gekregen. De Engelse naam is liefkozend 'Elegant sunburst lichen' (vrij vertaald: sierlijk zonnestraalkorstmoss), wat verwijst naar de straalvormige radialen. Ook

circuleert de Engelse naam 'Elegant orange wall lichen' (sierlijk oranje steenkorstmoss). In Duitsland noemen ze het 'Zierliche Gelbflechte' (sierlijk geelkorstmoss) en in Zweden Praktlav (prachtkorstmoss). Het hoge knuffelgehalte van deze soort wordt onderstreept door de verkiezing van Nationaal korstmoss van Canada in maart 2020. In een maand tijd zijn ruim 18 duizend stemmen uitgebracht. Rood dooiermos behaalde een eervolle 2^{de} plaats (20% van de stemmen) vlak achter het kerststukjes-rendiermos of 'Star-tipped reindeer lichen' (*Cladonia stellaris*), dat won met 27% van de stemmen. Geen slechte prestatie, gelet op de 2.500 korstmossoorten die voorkomen in Canada (Smythe 2020), tegen 650 soorten in Nederland.

De taxonomie is geen succesverhaal. Rood dooiermos is duidelijk het buitenbeentje van de familie. Qua kenmerken lijkt het zowel op een dooiermos (*Xanthoria*) als een citroenkorst (*Caloplaca*). Dat blijkt wel uit de wetenschappelijke naamgeving die alle kanten uit is gegaan. Johann Heinrich Friedrich Link heeft deze soort voor het eerst beschreven in 1791 en de naam *Lichen elegans* gegeven (bron: website Wikipedia). In 1860 deelde Theodor Magnus Fries haar in bij het geslacht *Xanthoria* (bron: website Wikipedia). Vervolgens is deze soort afwisselend ingedeeld bij de geslachten *Xanthoria*, *Caloplaca* en zelfs *Parmelia*. In 2003 is afgerekend met deze halfslachtigheid en een apart geslacht *Rusavskia* samengesteld door Kondratyuk en Kärnefelt.

Afbeelding 3. Links: kleur- en vormverschil tussen rood dooiermos en groot dooiermos (*Xanthoria parietina*). Rechts: de verschillen tussen rood dooiermos en oranje dooiermos (*Xanthoria calcicola*).



Ecologie en verspreiding

Rood dooiermos is als steenbewoner (epilitsche soort) een echte wereldreiziger. Het heeft een brede circumpolaire en alpiene verspreiding en wordt op alle continenten aangetroffen, behalve Australië. De soort is ook wijdverspreid in arctische regio's. In Europa komt zij voor in alle klimaatzones, van de alpine locaties (boven de boomgrens) tot letterlijk zeeniveau in de spatzone van rotsige kusten (o.a. Fletcher 1975). Daarbij is zij bekend van alle floradistricten in Europa, dus van arctisch tot mediterraan. Het is van oorsprong een soort van het hooggebergte, maar de laatste decennia is zij afgezakkt naar lagere gebieden.

Ondanks het wijdverbreide voorkomen en de aanpassing tegen extremen, is zij behoorlijk kieskeurig. Dat verklaart ook waarom rood dooiermos niet overal algemeen is. De Flechtenflora (Wirth, 1980) geeft een gedetailleerde beschrijving van de ecologie, en dan blijkt dat het gaat om een echte fijnproever. Zo heeft rood dooiermos een duidelijke voorkeur voor subneutrale tot basische stenen, voor zover het niet gaat om zachte kalksteen. In onze streken is dit dooiermos vooral bekend van antropogene groeiplaatsen, zoals beton, baksteenmortel, asbest, terrazzo en bewerkt natuursteen. Verder heeft het een voorkeur voor lichtrijke plekken met direct zonlicht. Opvallend is dat het ook vaak voorkomt op nauwelijks beregende steile en overhangende plekken. Om toch te komen tot fotosynthese is de soort op dit soort plekken afhankelijk van hoge luchtvochtigheid (mist en slagregen). Rood dooiermos staat verder bekend als nitrofiel en heeft daarbij een voorkeur voor matig tot tamelijk (soms sterk) geëutrofiëerde locaties, rijk aan nutriënten. In natuurlijke omstandigheden gaat het vaak om vogelpleisterplaatsen, zoals nestlocaties van roofvogels op rotsen. Deze plekken kunnen helemaal oranje kleuren omdat rood dooiermos hier domineert (o.a. Brodo et al. 2001). Er zijn geen aanwijzingen dat deze soort profiteert van luchtvervuiling, zoals stikstofdepositie. In een studie in het oosten van Polen (Matwiejuk et al. 2014) wordt rood dooiermos zelfs ingedeeld in de groep van soorten gevoelig voor luchtvervuiling, in gezelschap van wimpermos (*Anaptychia ciliaris*), eikenmos (*Evernia prunastri*) en groot takmos (*Ramalina fraxinea*).

Bij extreme omstandigheden wordt al snel ge-

dacht aan hooggebergte, poolgebied en woestijnen. Maar ook in Nederland moeten steenbewonende korstmossen hier goed tegen kunnen. Denk maar aan een muur in de zomer waar de volle zon op brandt: overdag worden gemakkelijk temperaturen bereikt van 40 graden of meer en 's nachts koelt het weer flink af tot 10 graden (Kruyt 1986). Na een regenbui is alles kletsnat en de combinatie van zon en wind maken een muur ook weer snel droog. Dat rood dooiermos ook goed is aangepast aan zeer extreme omstandigheden, blijkt uit het volgende. De laatste twintig jaar is veel onderzoek gedaan naar de overlevingskansen van levensvormen in de ruimte. Om hier te kunnen overleven moet je bestand zijn tegen een hoge dosis Uv-straling, kosmische straling, extreme temperaturen en luchtledigheid. Hierbij kwamen ook korstmossen in beeld, waaronder rood dooiermos. Na een gunstige testfase in het laboratorium is zij samen met gewoon landkaartmos (*Rhizocarpon geographicum*) en *Aspicilia fruticulosa* onderworpen aan een echte ruimtetest aan boord van de Foton-M2-satelliet, eigendom van de European Space Agency. Daaruit bleek dat na tien dagen in de ruimte slechts een minimaal effect optrad. Daarna werden deze soorten onderworpen aan blootstelling van maar liefst anderhalf jaar in de ruimte. Terwijl *A. fruticulosa* en rood dooiermos nog steeds fotosynthese en fysiologische activiteit vertoonden, bleek het gewoon landkaartmos licht beschadigd. Vanwege de positieve resultaten is rood dooiermos vervolgens ook vier dagen blootgesteld aan de extreme omstandigheden die optreden op Mars. Zij blijkt ongevoelig voor deze barre omstandigheden, waarmee het bewijs is geleverd dat deze 'lagere plantensoort' hier zou kunnen overleven (Nijs 2012). En nu maar hopen dat deze soort ons niet voor is bij onze ruimtereizen.

Vegetatiekundig gezien wordt rood dooiermos in Nederland beschouwd als kensoort van de Klasse van Stippelkorsten en Achterlichtmossen (*Verrucario nigrescentis-Schistidietaea crassipili*). Deze klasse omvat mos- en korstmosgemeenschappen van droog tot matig vochtig, niet of weinig beschaduwd, basenhoudend gesteente (Van Dort et al. 2017). In lijn met de brede ecologische amplitude is rood dooiermos niet gebonden aan één bepaalde associatie met specifieke milieumomstandigheden, maar aan meerdere korstmosgemeenschappen. Zo is rood dooier-

Tabel 1. Landelijke trend van rood dooiermos met het aantal atlasblokken (5x5 km) waar deze soort is waargenomen per periode van 5 jaar en omgerekend naar het percentage van het totale aantal atlasblokken in Nederland (BLWG Verspreidingsatlas Korstmossen; NDFF en BLWG, 2021).

Jaartal	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Aantal atlasblokken	0	1	2	10	19	38	58	102	233	430
Percentage atlasblokken	0%	0%	0%	1%	1%	2%	3%	6%	14%	26%

mos te verwachten in twee associaties binnen het Citroenkorst-verbond (*Calogayion decipiens*), namelijk de Sinaasappelkorst-associatie (*Calogayetum pusillae*) en de Associatie van Oranje dooiermos (*Xanthorietum calcicolae*). Beide associaties zijn kenmerkend voor onbeschutte, enigszins geëutrofieerde groeiplaatsen in de volle zon. De Sinaasappelkorst-associatie groeit vooral op harde, schuine of verticale kalkhoudende stenen. De Associatie van Oranje dooiermos heeft een voorkeur voor verweerde bakstenen muren, zowel verticaal als horizontaal, in de buurt van open water.

Een ander korstmosgemeenschap waarin rood dooiermos zich thuis zal voelen is de Dambordjes-associatie (*Circinarietum contortae*) binnen het Dambordjes-verbond (*Circinarion calcarea*). Deze gemeenschap is juist kenmerkend voor horizontaal, hard en kalkhoudend steenoppervlak dat aan direct zonlicht is blootgesteld. De kenmerkende soorten zijn goed aangepast aan sterke wisselingen in temperatuur, bestand tegen overspoeling door regenwater en betreding.

De meest opmerkelijke plantengemeenschap waarin rood dooiermos kan worden gevonden is de Kruikmos-klasse (*Splachnetea*). Het gaat om een vegetatie van coprofile mossen die groeien op uitwerpselen, karkassen, botten, geweien en braakballen. Dit substraat is voedselrijk en zuur tot basisch. Rood dooiermos is in lage bedekking te vinden in de Braakbalmos-associatie (*Tetraplodontetum*) voor zover het gaat om kalkrijke botresten. Deze vegetatie komt veel voor in boreaal en arctisch Europa en in alpiene gebieden. Ook in Noord-Amerika wordt deze soort regelmatig gevonden op dierenbotten (Brodo et al. 2001). Na even speuren op internet zijn heel fraaie foto's te vinden van schedels van runderen die helemaal oranje kleuren door rood dooiermos. In Nederland is dit plantengezelschap echter zeldzaam en vooral te vinden in natuurgebieden met grote grazers (van Dort et al. 2017). Het is wachten tot hier ook van die mooie foto's kunnen worden geschoten.

Trend in Nederland

Ondanks de brede verspreiding is de soort niet algemeen in onze streken. In de Korstmossen-tabel (van Dobben 1978) wordt de soort nog aangemerkt als zeldzaam. Dat hij sindsdien is toegenomen blijkt ondubbelzinnig uit de BLWG Verspreidingsatlas Korstmossen (NDFF en BLWG 2021). In de periode 1975-1980 is de soort voor het eerst in Nederland vastgesteld in één atlasblok (5x5 km). Vijf jaar later gaat het om drie atlasblokken. In 1990 is het aantal atlasblokken toegenomen tot 10, waarbij het gaat om 1% van alle atlasblokken in Nederland. Het aantal vestigingen groeit daarna exponentieel, zie Tabel 1. Elke vijf jaar lijkt het aantal atlasblokken zich te verdubbelen. Vanaf 2010 overschreed het aantal atlasblokken de 5% grens en in 2015 de 10%. Op dit moment (2021) komt de soort zelfs voor in een kwart van alle atlasblokken.

De Veldgids Korstmossen (van Herk, Aptroot en Sparrius 2017) spreekt over een zuidelijke soort die inmiddels vrij algemeen is en het meest voorkomt langs de grote rivieren en in Zuid-Limburg. Onder een 'zuidelijke soort' wordt een warmteminnende soort verstaan die profiteert van de klimaatverandering. Het is echter niet duidelijk hoe dit proces zich voltrekt bij rood dooiermos. Het is in ieder geval zeker dat de soort steeds meer wordt waargenomen in laaggelegen gebieden. Ook in onze omringende landen neemt de soort duidelijk toe. Zo beschrijft Frank Dobson in de editie van 1992 van de determinatiegids *Lichens, an illustrated guide tot the British and Irish species* de toename al als volgt (vertaald): "komt veel voor op voedselrijke rotsen in berggebieden en hooggelegen gebieden, maar breidt momenteel zijn bereik uit tot beton en leisteen in de laaggelegen gebieden." Dit patroon heeft zich de laatste jaren ook doorgezet (The British Lichen Society 2021). Ook in Denemarken is een toename vastgesteld na de eerste vestiging in de periode 1991-2008. Na 2008 is het aantal groeiplaatsen vervolgens van 4 uitgebreid naar 17 (*Danmarks svampeatlas 2021*). Het is te ver-

wachten dat deze trend ook zichtbaar is in de andere Europese landen. Hier zijn echter geen cijfers van gevonden.

Inventarisatie van de groeiplaatsen in Maastricht

Het onderzoek naar rood dooiermos in Maastricht startte met een uitgebreide inventarisatie. De auteur heeft wandelend en fietsend de stad en de directe omgeving uitgekamd. Daarbij zijn de toegankelijke potentiële groeiplaatsen geïnspecteerd, zoals muren, bruggen, keien, betonstenen en grafzerken. Ook de reeds bekende groeiplaatsen zijn opgezocht (bron: waarneming.nl). Per groeiplaats zijn ook allerlei metingen verricht om meer te weten te komen over de ouderdom en ecologie, maar daarover straks meer.

In totaal is een gebied van 6 km (oost-west) bij 10 km (noord-zuid) onderzocht van medio 2020 tot begin 2021. De inventarisatie leverde een rijke oogst op. In en rond Maastricht zijn maar liefst 47 afzonderlijke groeiplaatsen gevonden en genummerd. Het gaat daarbij om 39 verschillende locaties, waarvan 3 locaties net over de grens in België (Vlaanderen). Hiervan zijn er 30 zelf ontdekt door de auteur. Deze groeiplaatsen zijn ingevoerd in waarneming.nl met vermelding van de exacte vindplaats, de vinddatum en het aantal aangetroffen exemplaren. De reeds bekende locaties zijn ook opgezocht om de groeiplaats nader te kunnen onderzoeken. In 4 gevallen was dit niet mogelijk en is alleen gebruik gemaakt van de beschikbare informatie vanuit waarneming.nl.

De grote set aan waarnemingen is ideaal voor het uitvoeren van analyses en daarmee meer te weten te komen over het lokale ‘gedrag’ van deze soort. Laten we starten met de typen groeiplaatsen waar rood dooiermos is aangetroffen in Maastricht. Tabel 2 geeft een overzicht van de aantallen per type groeiplaats. Zoals je ziet is rood dooiermos niet eenkennig en te vinden op een groot aantal stenige substraten. Zie ook Afbeelding 4 voor een foto-impressie. De meeste groeiplaatsen zijn te vinden op muren, bruggen, klinkerbestrating, losse keien, grafstenen en pannendaken. Muren (22%) en bruggen (18%) spannen daarbij de kroon. Opmerkelijk is verder de vondst van rood dooiermos op een oude spoorrail nabij een grote groeiplaats (locatie 5). Minder spectaculair zijn de vindplaatsen op var-

Afbeelding 4 (pagina 7). Impressie van de verscheidenheid aan groeiplaatsen van rood dooiermos in Maastricht met verwijzing naar locatienummer: brug (16 en 1), balustrade (11), kade (10), wand vistrap (13b), keermuur (2), muur natuursteen (5a), kademuur (21), hekpalen (15), vestingmuur (17), kei (6a), dakpan (27), bestrating klinkers (6b) en grafsteen (18).

kensruggen die ongewenst parkeren voorkomen in bermen en op bestrating. De genoemde losse keien vragen ook om een toelichting. Dit gaat om grote zwerfstenen – waarschijnlijk van zuidelijke herkomst – die her en der in het openbaar gebied liggen om auto’s te weren of iets te markeren. Binnen dit onderzoek wordt ervan uitgegaan dat de varkensruggen en keien niet recent verplaatst zijn. Dit vanwege het gewicht en het ontbreken van recente gebiedsontwikkelingen ter plekke.

Tabel 2. Frequentie van de typen groeiplaatsen van rood dooiermos in Maastricht.

Type groeiplaats	Aantal	Percentage
Muur	11	22%
Brug / viaduct	9	18%
Bestrating / dijkbekleding	7	14%
Losse kei	7	14%
Pannendak	5	10%
Grafsteen	5	10%
Varkensrug (beton)	2	4%
Betonpaal	2	4%
Spoorrails	1	2%
Onbekend	1	2%
Totaal	47	100%

Populatieomvang per groeiplaats

In Nederland wordt meestal maar één thallus per locatie gevonden (Van Herk et al. 2017). Ook in Maastricht heeft dit de overhand, zie Tabel 3. In 41% van de gevallen gaat het hier om kleine populaties met hooguit 5 exemplaren. Voor de overige 59% van de groeiplaatsen gaat deze vlieger niet op en gaat het om grotere populaties. Ongeveer een derde (32%) van de groeiplaatsen heeft een omvang van meer dan 25 exemplaren. En daarmee zijn we er nog niet. Er zijn acht groeiplaatsen (16%) gevonden met een grote populatie van ten minste 100 exemplaren. Op twee (4%) daarvan groeien zelfs meer dan 1.000 exemplaren van rood dooiermos. Een duidelijk teken dat de kolonisatie in volle gang is.



Locatie 16



Locatie 1



Locatie 11



Locatie 10



Locatie 13b



Locatie 2



Locatie 5a



Locatie 21



Locatie 6a



Locatie 15



Locatie 17



Locatie 18



Locatie 27



Locatie 6b

Tabel 3. Populatieomvang van de groeiplaatsen in Maastricht, verdeeld over aantalsklassen.

Omvang groeiplaats	1-5	6-25	26-100	101-1000	>1000	Totaal
Aantal groeiplaatsen	20	13	8	6	2	49
Percentage totaal aantal groeiplaatsen	41%	27%	16%	12%	4%	100%

Hierbij kan de vraag gesteld worden of het beeld elders in Nederland toe is aan een herziening en er in Maastricht dus wellicht niks nieuws onder de zon is. Daarom is gecheckt hoeveel grote populaties gevonden zijn in Nederland (bron: waarneming.nl). Dit levert enkele relevante waarnemingen op. Zo is in 2018 een melding gedaan van een groeiplaats van 100 exemplaren in Voerendaal, eveneens in Zuid-Limburg. Buiten Limburg zijn 50 exemplaren gevonden bij Steenwijk (Overijssel) en 25 exemplaren in Bennekom (Gelderland). Voor groeiplaatsen met 6 tot 25 exemplaren zijn buiten Limburg meer waarnemingen geregistreerd, namelijk Noord-Brabant (11×), Gelderland (4×), Overijssel (4×) en één waarneming in Zeeland, Noord-Holland, Zuid-Holland, Utrecht, Friesland en Groningen. Daaruit blijkt dat de groeiplaatsen nog steeds klein zijn in Nederland, maar wel iets lijken te groeien. Ook komt het beeld naar voren dat Noord-Brabant – in navolging van Limburg – de volgende zuidelijke provincie wordt waar rood dooiermos vaste grond aan de voeten krijgt.

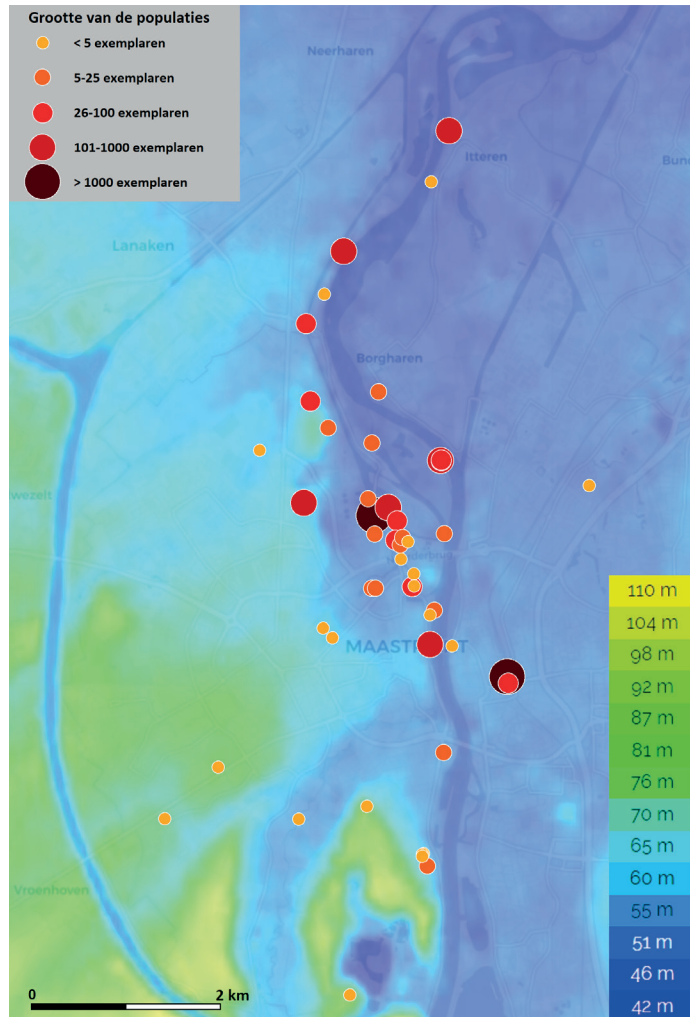
Het is nu ook interessant om te bekijken hoe de populatieomvang verspreid is binnen Maastricht. De kaart in Afbeelding 5 geeft de verspreiding van de groeiplaatsen ingedeeld naar aantalsklasse. De klassenverdeling correspondeert daarbij met de hierboven besproken tabel. Het valt direct op dat de meeste locaties (26×) in het Maasdal liggen. De overige plekken bevinden zich op de hogere delen van het midden- en hoogterras (14×), waarvan diverse nabij de rand van het Maasdal (8×). Verreweg de meeste omvangrijke groeiplaatsen bevinden zich ook in het Maasdal, soms zelfs op een steenworp van de Maas. Omgekeerd laat de kaart zien dat op de hoger gelegen gronden bijna alleen kleine groeiplekken liggen (11×) en slechts bij

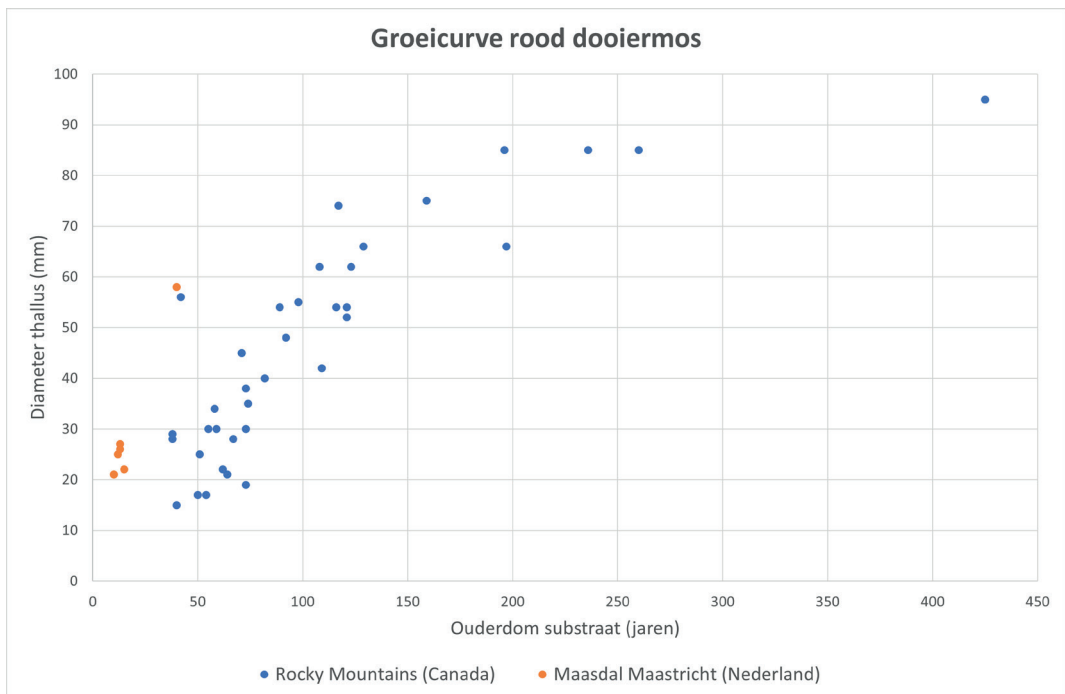
uitzondering grotere populaties (3×). Deze omvangrijkere plekken grenzen alle direct aan het Maasdal. Het rivierdal lijkt hiermee de spil te vormen voor de vestiging van rood dooiermos in en rond Maastricht.

Berekening lokale groeisnelheid

Binnen de archeologie, geologie en paleontologie is datering heel belangrijk, maar ook een grote uitdaging. Er zijn een aantal goede technieken beschikbaar, die echter alle hun mogelijkheden en beperkingen hebben. Zo is de koolstof-14-methode niet geschikt

Afbeelding 5. Kaart van de populatieomvang per groeiplaats in Maastricht verdeeld over de aantalsklassen 1-5, 6-25, 26-100, 101-1000, meer dan 1000. Hoogtekaart: topographic-map.com.





Afbeelding 6. Groeicurve van rood dooiermos gebaseerd op lichenometrisch onderzoek in Rocky Mountains in Canada (blauw) en Maasdal in Maastricht in Nederland (oranje), waarbij de maximale diameter van thallus (mm) is afgezet tegen de ouderdom van het substraat (jaren).

voor gesteenten en alleen te gebruiken voor ouderdomsbepalingen tot circa 60.000 jaar. Door vergelijkingen te maken met andere bronnen en technieken kan men dateringmethoden onderling ijken. Voor de datering worden ook planten gebruikt. Een heel bekende en nauwkeurige methode is dendrografie waarbij de jaarringen van bomen geteld worden.

Minder bekend – zeker in onze streken – is dat ook korstmossen gebruikt worden voor absolute dateringen door middel van ‘lichenometrie’. Dit is een techniek die wordt gebruikt om de ouderdom van blootgestelde rotsoppervlakken te bepalen op basis van de grootte van korstmossen. Het uitgangspunt hierbij is dat korstmossen – gemiddeld gezien – een vaste groeisnelheid hebben. Het meten van de diameter of lengte van het grootste korstmos van een soort op een gesteente geeft in dat geval de tijdsduur aan waarin het oppervlak voor het eerst werd blootgesteld. Korstmossen kunnen heel oud worden. Zo zijn exemplaren gevonden in het noordpoolgebied met een diameter van twee meter die 1000 tot 4000 jaar oud moeten zijn

(Beschel 1955 in Kruyt 1986). Lichenometrie is vooral handig voor het dateren van oppervlakken die minder dan 500 jaar oud zijn, aangezien radiokoolstofdateringstechnieken in deze periode minder nauwkeurig zijn. De methode werd voor het eerst gebruikt door de Noorse botanicus Knut Fægri in 1933. Pas in 1950 volgde een eerste publicatie over lichenometrisch onderzoek van de hand van de Oostenrijker Roland Beschel over de Europese Alpen.

Rood dooiermos is een van de eerste soorten die gebruikt is voor lichenometrie. Daarbij wordt het vooral gebruikt voor het dateren van gletsjers en waterstandsveranderingen in bergachtige streken (o.a. Bisht et al. 2018). Dit korstmos is geschikt voor metingen, gelet op de goede herkenbaarheid, de goede meetbaarheid (radiale groei thallus), het algemene voorkomen, de langzame groei en de lange levensduur. Nadeel is wel dat deze pioniersoort niet erg concurrentiekrachtig is en makkelijk door mossen en vaatplanten overgroeid kan raken. Dit verklaart ook de voorkeur voor gesteente dat blootgesteld wordt aan de weers elementen. Mossen en vaat-

planten hebben hier weinig te zoeken. Andere beperking is dat de groeisnelheid na verloop van tijd kan afnemen als het steenoppervlak geheel bedekt raakt met korstmossen. Korstmossen scheiden namelijk stoffen af met een remmende werking op de nabijgelegen korstmossen (chemische oorlogsvoering). Verder is rood dooiermos gevoelig voor verwerking door betreding en stromend water. In dat geval resteert vaak alleen een ringvormig thallus. De voordelen wegen echter zwaarder dan deze nadelen.

In 1995 hebben Daniel McCarthy en Daniel Smith een uitgebreid artikel gepubliceerd over de groei van onder ander *Xanthoria elegans* in de Canadese Rocky Mountains. In de studie worden eigen metingen vergeleken met het lichenometrisch onderzoek van Osborn & Taylor (1975). Hieruit komt een duidelijke groeicurve naar voren waarbij de groei na 100 jaar afzwakt, zie Afbeelding 6. De jaarlijkse groeisnelheid is gemiddeld 0,5 mm met uiterste waarden tussen 0,17 mm (minimale groei) en 1,76 mm (maximale groei). Het is volgens de onderzoekers veilig om 0,5 mm als norm aan te houden voor lichenometrisch onderzoek. Ook ander onderzoekers vinden vergelijkbare groeiwaarden, zoals Hooker (1978) in een studie op de Zuidelijke Orkney-eilanden.

Voor de juiste datering van groeiplaatsen is het in ons geval belangrijk om de gemiddelde groeisnelheid te iken. Het is namelijk voorstelbaar dat rood dooiermos langzamer groeit in koude bergachtige streken en dat de voor de Rocky Mountains opgegeven groeisnelheid daardoor te laag is voor onze contreien. Voor zeven groeiplaatsen was het mogelijk om de groeisnelheid te bepalen, zie Tabel 4. Het gaat om locaties waarvan de ouderdom van het substraat exact bekend is en – gelet op de diameter van de grootste exemplaren – het zeer waarschijnlijk is dat rood dooiermos zich direct heeft gevestigd. Uit de berekeningen komt een stabiel – maar afwijkend – beeld naar voren van de lokale groeisnelheid. In Maastricht varieert de groei tussen 1,5 en 2,1 mm per jaar. Gemiddeld is de groei 1,9 mm per jaar. De groeisnelheid is hier bijna een factor vier hoger dan de norm van 0,5 mm per jaar en zelfs hoger dan de maximale groei van 1,76 mm die überhaupt in de Rocky Mountains is vastgesteld. Zie ook de grafiek in Afbeelding 6 voor de plaatsing van de metingen in Maastricht

Tabel 4. Berekening van de gemiddelde groeisnelheid van rood dooiermos op basis van zeven groeiplaatsen in Maastricht.

Groeiplaats	Datering substraat	Ouderdom substraat	Maximale diameter	Groeisnelheid
1	2010	10 jaar	21 mm	2,1 mm/jaar
2	2008	12 jaar	25 mm	2,1 mm/jaar
3	1980	40 jaar	58 mm	1,5 mm/jaar
5	2007	13 jaar	26 mm	2,0 mm/jaar
11	2005	15 jaar	22 mm	1,5 mm/jaar
13a	2007	13 jaar	27 mm	2,1 mm/jaar
13b	2007	13 jaar	27 mm	2,1 mm/jaar
Gemiddelde groeisnelheid				1,9 mm/jaar

binnen de huidige groeicurve. Er is dus alle aanleiding om de groeicurve van Daniel McCarthy en Daniel Smith te nuanceren.

Het is een koud kunstje om de verschillende groeiplaatsen te dateren nu de gemiddelde groeisnelheid van rood dooiermos bekend is. Dit is eenvoudig te berekenen door de grootste diameter per groeiplaats te delen door de gemiddelde groeisnelheid van 1,9 mm per jaar. Hiermee krijg je de leeftijd van het oudste korstmos en is de groeiplaats te dateren (jaartal).

Kolonisatie Maastricht in ruimte en tijd

Zo komen we eindelijk bij de kern van de zaak en kunnen we het kolonisatieproces in Maastricht in beeld brengen. In Tabel 5 staat het aantal groeiplaatsen per leeftijdsklasse (tijdvak). De oudste groeiplaatsen dateren van 1980 (locatie 3) en 1987 (locatie 15). Hier groeien hoogbejaarde exemplaren met een diameter van rond de 6 cm. Deze korstmossen zijn maar liefst 40 en 33 jaar oud. Dat betekent dat rood dooiermos zich ongeveer vanaf dat moment heeft gevestigd in Maastricht. Eerst groeit het aantal vestigingsplekken gestaag. In de periode 1990-2000 gaat het wederom om twee nieuwe plekken (4%). Vanaf de millenniumwisseling versneld de kolonisatie. In de periode 2000-2005 komen er 7 groeiplaatsen bij (15%) in vijf jaar tijd. Dit aantal verdubbelt zich in 2006-2010 met 20 vestigingen (42%). Daarna lijkt de opmars wat af te vlakken met 12 vestigingen (25%) in de periode 2011-2015 en 5 vestigingen (10%) vanaf 2016. Het is de vraag of deze afvlakking klopt. Het gaat om kleine thalli van 1,5 cm en kleine populaties. Dit verlaagt de kans om ontdekt te worden.

Tabel 5. Datering van de groeiplaatsen van rood dooiermos in Maastricht op basis van lichenometrie.

Ouderdom	Aantal	Percentage
1980 - 1990	2	4%
1990 - 2000	2	4%
2000 - 2005	7	15%
2006 - 2010	20	42%
2011 - 2015	12	25%
2016 - heden	5	10%
Totaal	46	100%

Van 16 groeiplaatsen is het exacte tijdstip bekend waarop het substraat beschikbaar kwam. Dit maakt het mogelijk om te controleren of de kolonisatie verband houdt met de aanwezigheid

Tabel 6. Verstreken tijd (in jaren) voor de eerste vestiging van rood dooiermos bij 16 groeiplaatsen in Maastricht

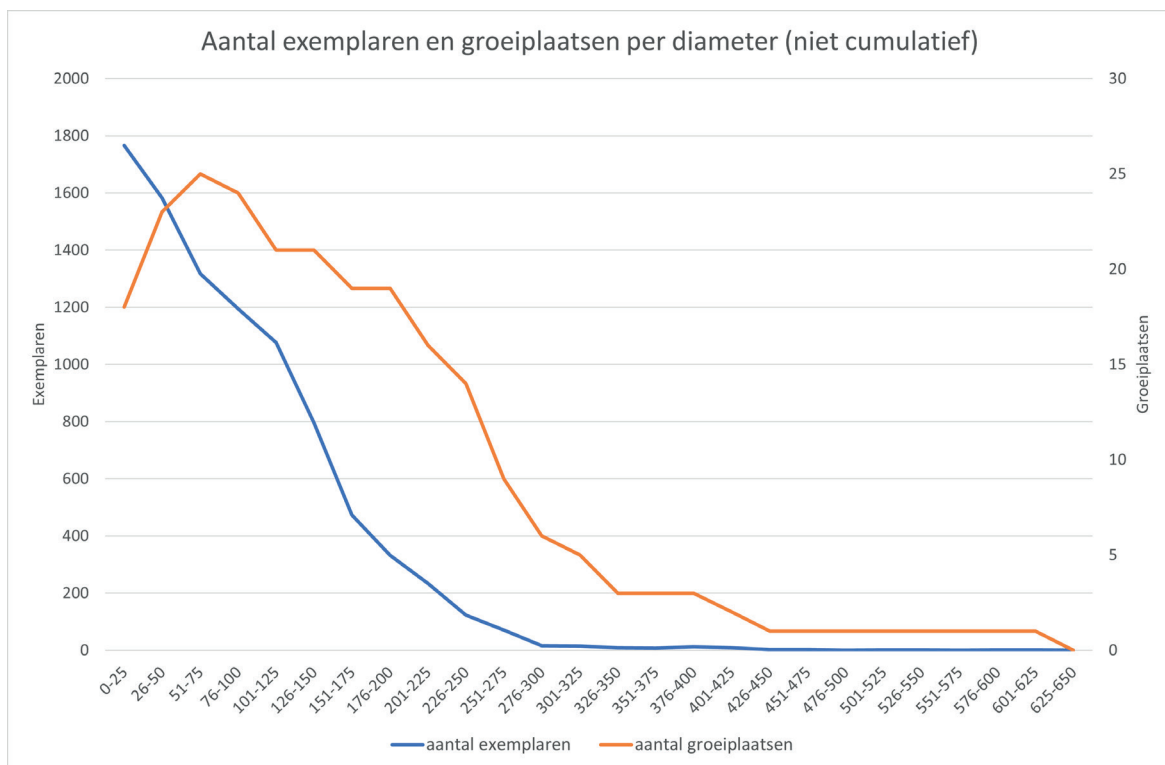
Verstreken tijd voor kolonisatie	Aantal groeiplaatsen	Percentage
0 jaar	8	50%
0 tot 25 jaar	4	25%
25 tot 50 jaar	1	6%
50 tot 100 jaar	1	6%
> 100 jaar	2	13%
Totaal	16	100%

– of juist afwezigheid – van geschikt gesteente. Indien de tijd tussen het verschijnen van het gesteente en de vestiging van het korstmos altijd 0 jaar zou zijn, zou dit de doorslaggevende factor zijn. In Tabel 6 zijn de berekende ‘wachttijden’ op een rij gezet. Bij de helft (50%) van de locaties heeft de vestiging van rood dooiermos meer dan een jaar op zich laten wachten. In 25% van de gevallen heeft het ten minste 25 jaar geduurd voordat deze soort verscheen. In drie situaties (21%) duurde dit zelfs meer dan 50 jaar en op twee locaties is het gesteente meer dan 100 jaar ouder dan de groeiplaats van rood dooiermos. Dit wijst er duidelijk op dat de kolonisatie los staat van de aanwezigheid – of juist gebrek – van geschikt gesteente.

De volgende vraag is waar de eerste vestigingen plaatsvonden en of de kolonisatie een patroon volgt. Op de kaart in Afbeelding 7 is de ouderdom van de groeiplaatsen weergegeven in enkele tijdvakken. Hier komt duidelijk naar voren dat het Maasdal – en dan vooral aan de noordzijde van Maastricht – als eerste is gekoloniseerd. Daarbuiten zijn de vestigingen nog ronduit schaars en van jongere datum. Na 2006 zie je dat op het hoger gelegen midden- en hoogterras schoorvoetend vestigingen plaatsvinden. De kolonisatie van het Maasdal gaat onder- tussen gewoon door.

Afbeelding 7. Kolonisatie van Maastricht door rood dooiermos met een verspreidingskaart van de berekende ouderdom van de groeiplaatsen (tijdvakken) op basis van lichenometrie. Ondergrond: OpenTopo Achtergrondkaart.





Afbeelding 8. Grafische weergave van het aantal exemplaren en aantal groeiplaatsen per diameterklasse van rood dooiermos in Maastricht als indicatie van de lokale trend. Dit is bepaald aan de hand van 34 groeiplaatsen.

Met behulp van lichenometrie is het ook mogelijk om de trend nauwkeurig in beeld te krijgen. Zo gezegd, zo gedaan. Bij 34 groeiplaatsen (72%) is de diameter van elk exemplaar nauwkeurig opgemeten. Per breedteklasse is vervolgens geteld om hoeveel exemplaren het gaat. Vanwege het tijdrovende karakter zijn niet alle groeiplaatsen op deze manier onderzocht. In de grafiek in Afbeelding 8 is zowel het aantal exemplaren als aantal groeiplaatsen per breedteklasse (0-25 = 0 tot 2,5 mm) grafisch weergegeven. Hieruit valt een duidelijk patroon op te maken. Het aantal korstmossen en groeiplaatsen is lang laag bij de hoogste – en dus oudste – breedteklasse. Onder 3 cm (300 in de grafiek) knikt de grafiek en neemt de toename van het aantal exemplaren en groeiplaatsen exponentieel toe. Daarbij valt op dat het aantal groeiplaatsen voorloopt op het aantal exemplaren. Dit is natuurlijk logisch, omdat rood dooiermos zich natuurlijk eerst ergens moet vestigen om zich daarna uit te kunnen breiden. Verder is te zien in de grafiek dat het aantal groeiplaatsen blijft stijgen bij de jongste

exemplaren terwijl het aantal exemplaren wel afneemt.

Met de gemiddelde groeisnelheid op zak, is de trend ook gemakkelijk om te zetten naar jaartallen. En nog leuker, het is ook mogelijk om een gedetailleerde trend per groeiplaats in beeld te brengen. Het is opvallend dat een dergelijke analyse nog niet is gevonden in de literatuur en misschien wel een nieuwe toepassing is binnen de lichenometrie. In onderstaande grafieken zijn de in Tabel 2 onderscheiden groeiplaatsen verdeeld over vier clusters, namelijk oude vestigingen (voor 2000), vestiging in de periode 2000-2010, recente vestigingen na 2010 en zeer omvangrijke groeiplaatsen. Daarbij zijn alleen de locaties in beeld gebracht met voldoende aantal exemplaren om een duidelijk tijdsverloop zichtbaar te maken. Uit de serie grafieken komen een aantal trends naar voren, zie de grafieken in Afbeelding 9.

Uit de trends blijkt dat kolonisatie per groeiplaats rustig opstart. Het aantal nieuwe vesti-

gingen is in de eerste jaren in alle gevallen laag. Vervolgens neemt de vestigingssnelheid bij elke locatie toe. Dit patroon wijst er op dat nieuwe vestigingen volgen vanuit de sporen van de reeds aanwezige exemplaren.

Daarnaast valt op dat de pieken en dalen ongeveer een vergelijkbaar patroon volgen bij een groot deel van de groeiplaatsen. De pieken lijken samen te vallen met warme, droge en zonnige jaren. Zo waren 2014 en 2015 piekjaren met gunstige omstandigheden voor een sterke uitbreiding van de groeiplaatsen. Het jaar 2014 was uitzonderlijk warm, zeer zonnig en vrij droog. Ook het jaar erna – het jaar 2015 – was warm en zeer zonnig, maar had een normale hoeveelheid neerslag (bron: www.knmi.nl). Verder terug in de tijd lijkt het jaar 2003 een piekjaar te zijn. Ook dit jaar was warm, droog en ‘record zonnig’, aldus het KNMI. De eerst duidelijke piek is te zien in het jaar 2000. Dit was een van de warmste jaren in bijna 300 jaar (KNMI, 2021).

Ten slotte is te zien dat het aantal nieuwe vestigingen de laatste jaren lijkt af te nemen. Het gaat hier wel om heel kleine exemplaren van enkele millimeters, zodat onderschatting mogelijk een rol kan spelen. Het verschijnsel is echter bijna overal zichtbaar, dus er lijkt zich wel een patroon af te tekenen. Als laatste valt op dat de trend in de zeer omvangrijke groeiplaatsen afwijkt. Hier lijkt de toename steeds sneller te verlopen.

Ecologische karakteristiek van de groeiplaatsen

Om de waargenomen patronen in tijd en ruimte te kunnen verklaren is het wenselijk om ook meer te weten te komen over de lokale ecologisch voorkeur. Ondanks het algemene voorkomen binnen Maastricht, is rood dooiermos nog lang niet overal te vinden. Sterker nog, het ontbreekt heel vaak op plekken waar je haar op het eerste oog wel zou verwachten. Het valt niet mee om die voorkeur te vangen. De aanwezigheid – en afwezigheid – vraagt dan ook om een nadere analyse. Voor dit doel is per groeiplaats een grote set aan kenmerken genoteerd over de standplaats, zoals type substraat, mate van bezonning en de afstand tot water en groen. Hiermee krijgen we hopelijk een beter beeld van de ecologische eisen en is vergelijking mogelijk met groeiplaatsen elders. De omstandigheden zijn hier natuurlijk anders dan in het oorspronke-

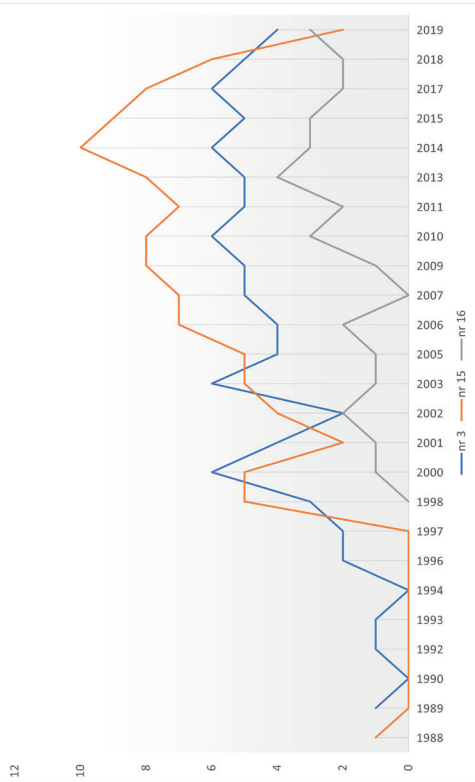
lijke verspreidingsgebied in gebergten en arctische gebieden. Toch zullen er ook overeenkomsten moeten zijn tussen de standplaatsen. Zie ter illustratie Afbeelding 10 voor een voorbeeld van de invloed van meeuwen en mist op de oudste groeiplaats op de rand van een brugdek (locatie 3).

Als eerste is in de dataset nagegaan welke voorkeur rood dooiermos heeft voor de herkomst van het substraat, het type gesteente en – hiermee samenhangend – de zuurgraad van het substraat. Uit de analyse blijkt dat zowel natuurlijke gesteenten (42%) als antropogene substraten (58%) worden uitgekozen als groeiplaats in Maastricht. Met een andere definitie zouden overigens alle substraten onder antropogeen kunnen vallen. Maar dat is niet helemaal eerlijk. Zeker de stapelstenen muren, grafstenen en grote zwerfstenen hebben een duidelijke natuurlijke herkomst en zijn niet bewerkt door de mens. Daarom is deze categorie wel onderscheiden.

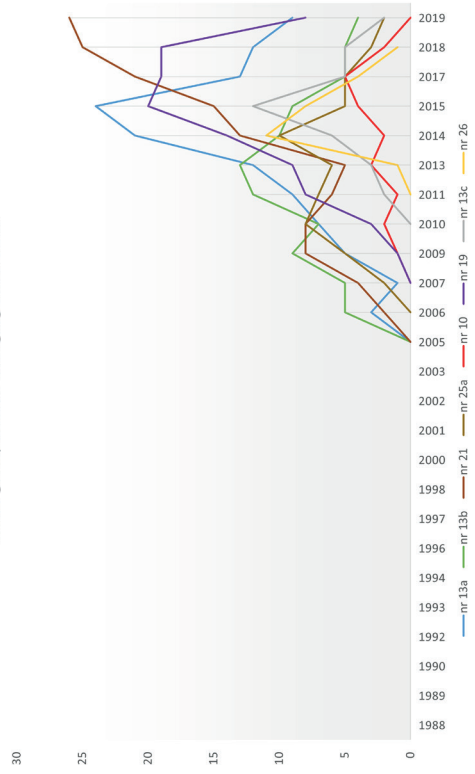
De steentypen waar rood dooiermos op is aangetroffen zijn in Tabel 7 samengevat tot enkele categorieën. Zij wordt het meest gevonden op basische steen (36%) en beton in alle verschijningsvormen (42%). Ook zijn groeiplaatsen ontdekt op bakstenen muren (14%), veelal van beperkte ouderdom. Het valt daarbij op dat de vestingwerken (Hoge- en Lage Fronten) nauwelijks zijn gekoloniseerd, ondanks het feit dat dit een eldorado is voor korstmossen. Stenen van graniet komen nauwelijks voor binnen Maastricht. Het is dan ook niet vreemd dat rood dooiermos hier weinig op is gevonden (6%). De meest opmerkelijke waarneming is de groeiplaats op oude spoorrails naast een heel omvangrijke groeiplaats op een stapelstenen muur.

Op basis van de typen stenen is het ook mogelijk om de zuurgraad te bepalen. Uit de analyse blijkt dat rood dooiermos zowel op basische stenen als zure stenen groeit. Een basisch of kalkhoudend substraat heeft echter wel de voorkeur (78%). Wat niet direct volgt uit de tabel, maar wel blijkt uit eigen veldwaarnemingen, is dat echt kalkrijke plekken strikt worden gemedend. Dit geldt voor alle mergelmuren en de kalkrijke voegen tussen bakstenen muren. Dit laatste gaat zelfs zover dat de groei van rood dooiermos abrupt stopt als de voeg is bereikt.

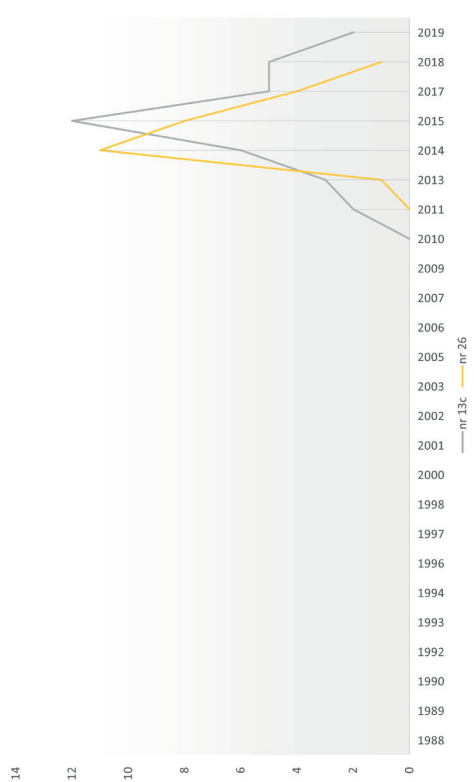
Trend groeiplaatsen vestiging < 2000



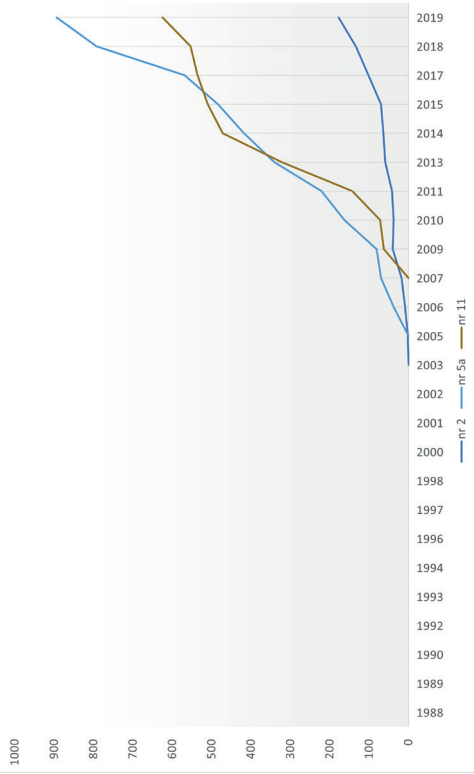
Trend groeiplaatsen vestiging 2000-2010



Trend groeiplaatsen vestiging > 2010



Trend zeer omvangrijke groeiplaatsen



Afbeelding 9. Exacte trend van rood dooiermos bij 16 groeiplaatsen in Maastricht (zie locatienummer) met grafische weergave van het aantal exemplaren per jaartal. In de vier grafieken zijn de groeiplaatsen als volgt gecombineerd: oude vestigingen (voor 2000), vestiging in de periode 2000-2010, recente vestigingen na 2010 en zeer omvangrijke groeiplaatsen.

Afbeelding 10. Voorbeeld hoe de milieumstandigheden kunnen worden bepaald door externe factoren, zoals in dit geval meeuwen (nutriënten) en mist (vocht). Het gaat hier om de oudste groeiplaats (locatie 3) van rood dooiermos in Maastricht op de rand van het brugdek.



Tabel 7. Voorkeur van rood dooiermos in Maastricht voor herkomst (natuurlijk of antropogeen) en type gesteente en daarmee samenhangend de zuurgraad.

Herkomst	Type gesteente	Zuurgraad	Aantal	Percentage
Natuurlijk	Basische steen (kei, stapelmuur, kade)	Basisch	18	36%
	Graniet (grafsteen, trottoir)	Zuur	3	6%
Antropogeen	Beton (brug, paal, dakpan)	Basisch	21	42%
	Baksteen (muur)	Zuur	7	14%
	IJzer (spoorrails)	Zuur	1	2%
Totaal			50	100%

De volgende factor die van invloed kan zijn op de vestiging van deze soort, is de aanwezigheid van nutriënten. In het poolgebied heeft rood dooiermos een duidelijke voorkeur voor dierlijke mest en wordt het licheen zelfs gebruikt om marmotten en roofvogelnesten op te sporen. Binnen het onderzoek in Maastricht is per locatie genoteerd of sprake is van bemesting, los van de huidige toevoer van stikstof via het hemelwater vanuit landbouw en verkeer. Hier komt een opvallend beeld naar voren, zie Tabel 8. In ruim driekwart (78%) van de gevallen is geen aanwijzing gevonden voor natuurlijke bemesting. In een aantal situaties (14%) is sprake van beperkte bemesting door honden of watervogels. Sterke bemesting door meeuwen vormt een uitzondering (9%) binnen het studiegebied. Mogelijk dat de huidige stikstofdepositie voldoende is om toch te komen aan de gewenste nutriënten.

Tabel 8. Beïnvloeding van de groeiplaatsen van rood dooiermos in Maastricht door natuurlijke bemesting (nutriënten) door honden, watervogels (eenden en ganzen) en meeuwen.

Mate van bemesting	Oorzaak	Aantal	In %
Geen natuurlijke bemesting	-	35	78%
Beperkte bemesting	Honden	3	7%
	Watervogels	3	7%
Sterke bemesting	Meeuwen	4	9%
Totaal		45	100%

Rood dooiermos heeft ook een duidelijke voorkeur voor extreme milieus waar zon, wind en regen vrij spel hebben. Om deze factor te onderzoeken is per locatie genoteerd in hoeverre sprake is van blootstelling aan de elementen, zie Tabel 9. Ruim de helft van de groeiplaatsen bevindt zich inderdaad op een open plek en is geëxponneerd (54%). Rood dooiermos is ook aangetroffen op halfopen plekken die matig geëxponneerd

Tabel 9. Mate van blootstelling aan de invloed van zon, wind en regen bij de groeiplaatsen van rood dooiermos in Maastricht.

Mate van blootstelling	Aantal	Percentage
Beschut / weinig geëxponeerd	5	11%
Halfopen / matig geëxponeerd	16	35%
Open / geëxponeerd	25	54%
Totaal	46	100%

zijn (35%). In Maastricht komt het ook voor op beschutte groeiplaatsen, maar deze groeiplaatsen vormen wel duidelijk de minderheid (11%).

In de literatuur wordt ook gerept over de voorkeur voor steile en overhangende rotsen. In Maastricht komen dit soort plekken natuurlijk ook voor bij bruggen en muren. Om dit te onderzoeken is per groeiplaats de hellingshoek van het steenoppervlak bepaald, zie Tabel 10. In sommige gevallen groeide rood dooiermos op een plek met zowel vlakke als steile componenten, bijvoorbeeld bij de kop en wand van een muur. Het aantal metingen (59×) komt daarmee hoger uit dan het aantal groeiplekken (47×). Uit de analyse blijkt dat in Maastricht een voorkeur bestaat voor vlakke substraten (58%), gevolgd door gesteente met hooguit een flauwe helling (27%). Een steilere helling van meer dan 30 graden komt maar weinig voor als groeiplaats (15%). Hierbij gaat het slechts om 4 gevallen met een zeer steile helling van 60 tot 90 graden (7%). Er zijn geen groeiplaatsen gevonden op overhangende plekken, hoewel deze plekken wel beschikbaar zijn. Welbeschouwd lijkt dit goed overeen te komen met de eisen en wensen van rood dooiermos. Vlakke steenoppervlakken krijgen namelijk de volle laag van de zon. Daarnaast is het gunstig voor de groei dat de stenen ook langer nat blijven na een regenbui en beter gevoed worden met nutriënten. Maar misschien spelen ook wel andere factoren hierbij een rol.

Bij een groeiplaats met een helling is het soms ook mogelijk om de expositie te bepalen. Klopt het inderdaad dat rood dooiermos een zonanabidder is? In tien gevallen kon de windrichting bepaald worden. Hieruit spreekt een duidelijke

Tabel 10. Hellingshoek van de groeiplaatsen van rood dooiermos in Maastricht variërend tussen vlak en verticaal.

Hellingshoek steenoppervlak	Aantal	Percentage
Vlak / horizontaal (0°)	34	58%
Flauwe helling (0-30°)	16	27%
Steile helling (30-60°)	5	8%
Zeer steile helling tot verticaal (60-90°)	4	7%
Totaal	59	100%

voorkeur voor een zuidelijke expositie, zie Tabel 11. Het is daarbij een nek-aan-nekrace tussen het zuidoosten (40%), zuiden (30%) en zuidwesten (30%). Op één locatie kon de voorkeursrichting worden vastgesteld door een onderlinge vergelijking. Het ging om oude betonpalen vlak bij de Maas (locatie 15) met verticale expositie op het zuidwesten (79 exemplaren; 74%) en zuidoosten (28 exemplaren; 26%). Hieruit blijkt een voorkeur voor een zuidwestelijke expositie. Mogelijk dat niet alleen de zonnestraling maar juist ook wind en regen – met een overheersende windrichting uit het zuidwesten – een rol spelen bij de keuze van de groeiplaats.

Als laatste factor is de afstand tot open water en groen onderzocht. Het vermoeden is dat rood dooiermos het stadscentrum mijdt bij de kolonisatie. Dit is zelfs voor korstmossen een onvriendelijke plek om je te vestigen. Hier komt immers geen mist tot ontwikkeling, is minder ruimte voor windrige plekken met stikstofrijke regen en zal de warmte in de zomer langer blijven hangen, met drogere stenen tot gevolg. Zowel de nabijheid van water (rivieren, kanalen, vijvers en fonteinen) als groen (bos, park, agrarisch gebied) zal naar verwachting gunstiger zijn. In Tabel 12 is daarom de afstand tot het water en groen gecombineerd in een kruistabel. Daaruit blijkt ondubbelzinnig de voorkeur voor een korte afstand (minder dan 100 meter) tot water en groen (56%). Ook los van elkaar komt dit beeld naar voren. Van de drie afstandsklassen liggen verreweg de meeste groeiplekken nabij het water (71%) en het groen (76%). In Maastricht lijkt rood dooiermos inderdaad geen echte stadsbewoner te zijn.

Tabel 11. Expositie (windrichting) van enkele groeiplaatsen van rood dooiermos in Maastricht waar sprake is van een duidelijke hellingshoek en windrichting.

Expositie	N	NO	O	ZO	Z	ZW	W	NW	Totaal
Aantal groeiplaatsen	0	0	0	4	3	3	0	0	10
Percentage groeiplaatsen	0%	0%	0%	40%	30%	30%	0%	0%	100%

Afstand tot water en groen	Water < 100 m	Water 100-250 m	Water > 250 m	Totaal
Groen < 100 m	23 (56%)	2 (5%)	6 (15%)	31 (76%)
Groen 100 - 250 m	4 (10%)	1 (2,5%)	1 (2,5%)	6 (15%)
Groen > 250 m	2 (5%)	1 (2,5%)	1 (2,5%)	4 (10%)
Totaal	29 (71%)	4 (10%)	8 (20%)	41 (100%)

Tabel 12. Afstand tot water (rivieren, kanalen, vijvers en fonteinen) en groen (bos, park, agrarisch gebied) van de groeiplaatsen van rood dooiermos in Maastricht.

Ecologische voorkeur van begeleidende soorten

Er is ook een andere – meer indirecte - methode beschikbaar om een beeld te krijgen van de lokale ecologische voorkeur van rood dooiermos. Van alle Nederlandse korstmossen is namelijk de milieu-indicatie bekend (Sparrius et al. 2015ab). Dit leent zich goed voor het maken van allerlei berekeningen. Hierbij mag verwacht worden dat de specifieke indicatiewaarden van rood dooiermos ten minste vallen binnen de range van de begeleidende soorten. Daarnaast zal de gemiddelde indicatiewaarde van de korstmossen die rood dooiermos vergezellen iets zeggen over de ecologische omstandigheden van de groeiplaatsen.

Op basis van fotomateriaal en veldwaarnemingen zijn 20 begeleidende korstmossen vastgesteld op de groeiplaatsen in Maastricht. Voor deze begeleidende soorten zijn de indicatiewaarden geanalyseerd ten aanzien van vocht, licht, zuurgraad, trofiegraad (nutriënten) en temperatuur. In Tabel 13 staan de resultaten. Enerzijds is de bandbreedte van de indicatiewaarden aan-

gegeven (groene markering). Daarnaast is de specifieke waarde van rood dooiermos vermeld (vet). Tenslotte is ook de gemiddelde indicatiewaarde berekend voor alle begeleidende soorten tezamen, wat iets zegt over de gemiddelde groeiomstandigheden ter plaatse.

Uit de analyse komt het volgende beeld naar voren. De groeiplaatsen variëren tussen droog en zeer droog met een gemiddelde dat ligt tussen deze waarden. Rood dooiermos zit binnen dit spectrum aan de kant van 'zeer droge omstandigheden'. Alle soorten – ook rood dooiermos – verkiezen verder een geëxponeerde groeiplaats in de volle zon. De zuurgraad van de groeiplaatsen varieert tussen zwak zuur en sterk basisch. Gemiddeld ligt de waarde tussen neutraal en sterk basisch. Rood dooiermos zit binnen deze range aan de kant van sterk basisch. De begeleidende soorten hebben daarnaast een voorkeur voor groeiplaatsen die matig nutriëntenarm tot overmatig nutriëntenrijk zijn. Gemiddeld gezien gaat het om nutriëntenrijke standplaatsen. Dit heeft ook de voorkeur van rood dooiermos. Zij is daarmee dus in vertrouwd gezelschap.

Tabel 13. Ecologische voorkeur van rood dooiermos (vet) en begeleidende soorten (groen) in Maastricht aan de hand van indicatiewaarden voor vocht, licht, zuurgraad, trofiegraad (nutriënten) en temperatuur (Sparrius, et al., 2015b). Naast de bandbreedte van begeleidende korstmossoorten, is ook per milieufactor de gemiddelde indicatiewaarde bepaald.

Indicatie	Vocht	Licht	Zuur	Trofie	Temp
1	Zeer droog	Diepe schaduw	Sterk zuur	Zeer nutriëntarm	Koud
3	Droog	Schaduw	Zuur	Nutriëntenarm	Koel
5	Matig vochtig	Open schaduw	Zwak zuur	Matig nutriëntarm	Matig warm
7	Vochtig	Halfopen	Neutraal	Nutriëntenrijk	Warm
9	Nat	Geëxponeerd	Sterk basisch	Overmatig nutriëntenrijk	Zeer warm
Gemiddeld	2	9	8	8	5

De berekening is gebaseerd op de volgende soorten die samen voorkomen met rood dooiermos op de vastgesteld groeiplaatsen: muurzonnetje (*Athallia holocarpa*), sinaasappelkorst (*Calogaya pusilla*), kleine geelkorst (*Candelariella aurella*), gelobde geelkorst (*C. medians*), rond dambordje (*Circinaria contorta*), valse citroenkorst (*Flavoplaca flavocitrina*), kleine citroenkorst (*F. oasis*), kalkschotelkorst (*Lecanora albescens*), kastanjebruine schotelkorst (*L. campestris*), verborgen schotelkorst (*L. dispersa*), kop-en-schotelkorst (*L. flotowiana*), muur-schotelkorst (*L. muralis*), witrandschotelkorst (*L. semipallida*), klein schaduwmos (*Phaeophyscia nigricans*), muur-schaduwmos (*P. orbicularis*), kapjesvingermos (*Physcia adscendens*), stoeprandvingermos (*P. caesia*), donker-bruine schotelkorst (*Rinodina oleae*), berijpte kroontjeskorst (*Sarcogyne regularis*), oranje dooiermos (*Xanthoria calcicola*) en groot dooiermos (*X. parietina*).

De indicatie voor de temperatuur heeft niet direct betrekking op de milieuomstandigheden op microschaal, maar eerder op de klimaatzone die deze soort verkiest. Het zegt echter ook wel iets over de situatie ter plekke. De begeleidende soorten indiceren matig warme tot warme omstandigheden. De matig warme soorten hebben een voorkeur voor gematigde omstandigheden met een hoofdverspreiding in het NW-Europese laagland en de submontane delen van de Alpen. Hier hoort rood dooiermos bij. De warme soorten zijn echte warmte-indicatoren met voorkeur voor submediterrane omstandigheden, in Midden-Europa alleen in het laagland.

Enkele observaties over concurrentie en successie

Het is natuurlijk spannend hoe het avontuur voor rood dooiermos zal aflopen in Maastricht. Hopelijk kunnen we nog lang genieten van de muren, bruggen en keien die steeds meer oranje kleuren. Dit korstmos is een uitgesproken pionier van blootgestelde steenoppervlakken en voelt zich hier prima thuis als nieuwkomer. Zolang de extreme milieuomstandigheden aanwezig blijven, zal rood dooiermos zich kunnen handhaven. Na verloop van tijd zullen echter andere korstmossen – en mossen – het stokje overnemen op stenige substraten door natuurlijke successie. Om hier enig gevoel bij te krijgen is op twee omvangrijke groeiplekken (locatie 2 en 11) een eenvoudig onderzoek uitgevoerd naar de concurrentiekracht van rood dooiermos ten opzichte van ander (semi)bladvormige korstmossen. Daarbij is bekeken wat er gebeurt als deze soort een andere korstmossoort tegenkomt bij de radiale groei.

In totaal zijn 138 interacties onderzocht van rood dooiermos met 6 ander korstmossoorten. Zie Tabel 14 voor de resultaten. Als beide korst-

mossen stoppen met groeien, is dit als ‘neutraal’ gescoord. Als rood dooiermos wint van zijn concurrent, dan is dit als ‘positief’ beoordeeld. Het omgekeerde is negatief. Uit het concurrentieonderzoek blijkt dat de grote broers oranje dooiermos (*Xanthoria calcicola*) en groot dooiermos (*Xanthoria parietina*) het meest winnen en rood dooiermos overgroeien, hoewel niet in alle gevallen. Dit geldt ook voor muurschotelkorst (*Lecanora muralis*). Bij rond schaduwmos (*Phaeophyscia orbicularis*) zijn de verhoudingen ongeveer gelijk. De placodiode soorten gelobde geelkorst (*Candelariella medians*) en sinaasappelkorst (*Calogaya pusilla*) leggen het meestal af tegen rood dooiermos. Dit is echter kinderspel vergeleken met de successiefase waarin mossen en vaatplanten in beeld komen en de scepter gaan zwaaien. Alleen bij erosie – al of niet door hulp van de mens (lees: hogedrukspuit en bezem) – zullen weer geschikte pionieromstandigheden ontstaan waar rood dooiermos van zal profiteren. Stabieler zijn echter groeiplekken waar de zon zo fel is dat geen mos zich er lang kan handhaven. En dat is nu juist de optimale biotoop van deze zoonanbidder. Volgens Van Dort, van Gennip en Schrijvers-Gonlag (2017) duurt het vaak tientallen jaren eer mossen de overhand krijgen. Vooral op droge standplaatsen handhaaft de pioniersfase met korstmossen zich lang. Dat de successie soms ook sneller verloopt, blijkt uit groeiplaats 6b. Het gaat hier om een voormalig spooreplacement dat onderdeel uitmaakt van een natuurgebied (Lage Fronten). Rood dooiermos groeit hier 17 jaar op betonklinkers, maar is grotendeels overgroeid door een tapijt van mos, open rendiermos (*Cladina portentosa*) en vaatplanten (zoals wilde marjolein, dauwbraam, hazenpootje). Over enkele jaren zal deze pioniersoort hier verdwenen zijn.

Soort	Concurrentiekracht rood dooiermos			Totaal
	Negatief Onderop	Neutraal Tegen elkaar	Positief Bovenop	
Oranje dooiermos (<i>X. calcicola</i>)	4 (57%)	3 (43%)	-	7 (100%)
Groot dooiermos (<i>X. parietina</i>)	40 (70%)	15 (26%)	2 (4%)	57 (100%)
Muurschotelkorst (<i>L. muralis</i>)	9 (60%)	4 (27%)	2 (13%)	15 (100%)
Rond schaduwmos (<i>P. orbicularis</i>)	6 (18%)	15 (44%)	13 (38%)	34 (100%)
Gelobde geelkorst (<i>C. medians</i>)	-	2 (25%)	6 (75%)	8 (100%)
Sinaasappelkorst (<i>C. pusilla</i>)	-	3 (18%)	14 (82%)	17 (100%)

Tabel 14. Meting van de concurrentiekracht van rood dooiermos op twee groeiplaatsen (locaties 2 en 11). Per geval zijn drie uitkomsten genoteerd: dooiermos verliest (negatief, onderop), wint (positief, bovenop) of geen van beide wint (neutraal, tegen elkaar).

Conclusie en discussie

Maastricht is met rood dooiermos een kleurrijke steenbewoner rijker. De kolonisatie van deze zuidelijke soort is lang onopgemerkt gebleven, maar zij heeft inmiddels vaste grond onder de voeten gekregen (47 groeiplaatsen verdeeld over 39 locaties). Sommige stenen en muren beginnen al mooi oranje-rood te kleuren. Met behulp van lichenometrisch onderzoek is vastgesteld dat de eerste vestiging in 1980 plaatsvond. Geheel in lijn met de trend in Nederland kwam ook in Maastricht de opmars pas vanaf het jaar 2000 goed op gang. In Nederland wordt deze soort vooral gevonden in het rivierengebied en in Zuid-Limburg. Ook hier is een parallel te trekken. De kolonisatie in Maastricht is onmiskenbaar gestart vanuit het Maasdal (laagterras). Hier liggen ook de grootste groeiplaatsen met tientallen tot soms honderden exemplaren. Op dit punt wijkt Maastricht wel af. Elders in Nederland zijn de groeiplaatsen met vaak maar één exemplaar ronduit klein. Mogelijk dat de gevolgen van de klimaatveranderingen (opwarming, meer zonuren) hier het meest merkbaar is. De laatste jaren worden overigens in andere provincies ook grotere groeiplaatsen gevonden, vooral in Noord-Brabant. Ook dit laatste wijst op toename vanuit het zuiden.

Het was dus mogelijk om de kolonisatie van rood dooiermos achteraf te reconstrueren. Daarbij is de groeisnelheid geijkt. Hieruit blijkt dat de groei in Maastricht ongeveer vier keer sneller is (1,9 mm per jaar) dan de tot op heden aangehouden norm bij lichenometrisch onderzoek in bergachtige streken om gletsjers te dateren. Mogelijk dat de hogere temperatuur en stikstofdepositie hier een rol bij speelt. Nader onderzoek op andere plekken zal dit moeten uitwijzen.

Met het lichenometrisch onderzoek was het ook mogelijk om een gedetailleerde trend te bepalen per groeiplaats. Het valt daarbij op dat de pieken en dalen ongeveer een vergelijkbaar patroon volgen. De pieken lijken daarbij samen te vallen met warme, droge en zonnig jaren (2000, 2003, 2014 en 2015). Afgezien van de zeer omvangrijke groeiplaatsen is op dit moment een afname zichtbaar. Hiervoor is nog geen duidelijke verklaring. In het buitenland – zoals Noord-Amerika – kleuren rotsen helemaal oranje-rood. Het is even afwachten of dit straks ook het beeld gaat worden in Maastricht. Uit het concurrentieon-

derzoek blijkt dat rood dooiermos wel zijn mannetje staat. Uiteindelijk raakt hij wel overgroeid door oranje dooiermos, groot dooiermos, muur-schotelkorst en mossen. Als de milieumstandigheden extreem blijven, maakt hij wel kans om zich langer te handhaven op stenige substraten. Blijkbaar zijn dit juist de plekken waar vestiging en uitbreiding het best verlopen. De oudste groeiplaats is 40 jaar. Dit is behoorlijk oud voor een korstmos in Nederland. Veel groeiplaatsen verdwijnen eerder door onze schoonmaakdrift en veranderwoede. Dit vormt dan ook de grootste bedreiging.

Ecologisch gezien gedraagt de nieuwkomer zich over het algemeen volgens het boekje. In Tabel 15 is de bestaande ecologische kennis afgezet tegen de resultaten van het onderzoek in Maastricht. Ook in onze contreien verkiest rood dooiermos zure tot basische, warme, zonnige gesteenten van zowel natuurlijke als antropogene herkomst. Het aantal type groeiplaatsen is enorm en varieert van keien, grafstenen, bakstenen muren, betonnen bruggen en palen tot dakpannen en zelfs ijzer. Er zijn echter ook enkele frappante verschillen. In algemene zin valt het op dat de milieu-indicatie op basis van de begeleidende soorten beter aansluit bij de reeds bekende ecologische eisen van rood dooiermos dan de analyse van de standplaatsfactoren. Dit is natuurlijk ook logisch omdat standplaatsinformatie in de literatuur vaak wordt betrokken uit een beperkt aantal bronnen en vaak onvoldoende recht doet aan de variatie binnen de reeds bekende standplaatsvoorkeur. Hieronder de belangrijkste verschillen op een rij:

- Rood dooiermos mijdt de echt kalkrijke plekken van voegen (kalkmortel) en mergelstenen (zoals vestingwerken). Er zijn blijkbaar grenzen aan de liefde voor kalkhoudend substraat.
- Verder valt op dat de aangetroffen groeiplaatsen slechts zelden te maken hebben met natuurlijke bemesting door honden en vogels. Mogelijk dat rood dooiermos voldoende nutriënten haalt uit de nog flink aanwezige stikstofdepositie als gevolg van landbouw en verkeer. Deze hypothese vraagt om nader onderzoek.
- Een ander opvallend punt is dat deze soort in Maastricht juist een duidelijke voorkeur heeft voor substraten met hooguit een flauwe helling, nauwelijks groeit op verticale muren en overhangende plekken geheel mijdt.

Tabel 15. Samenvatting van de ecologische kennis over rood dooiermos afgezet tegen de resultaten van het onderzoek in Maastricht. De groen gemarkeerde resultaten komen overeen en de rood gemarkeerde delen wijken (deels) af.

Aspect	Ecologische kennis over rood dooiermos	
	Literatuurgegevens	Resultaten onderzoek Maastricht
Klimaat-zone	Van kust (spatzone) tot alpine locaties (boven de boomgrens) en van arctisch tot mediterraan.	Matig warme (gematigde zone tot submontane delen van Alpen) tot warme (submediterrane) standplaatsen volgens milieu-indicatie van begeleidende soorten. Rood dooiermos indiceert matig warme plekken.
Substraat	Vooral antropogeen (beton, baksteenmortel, asbest, terrazzo), minder op natuurlijke locaties	Zowel natuurlijke stenen (42%) als antropogene substraten (58%) gekozen als groeiplaats.
		Een groot aantal substraten wordt daarbij gebruikt, namelijk basische steen, graniet, beton (brug, paal, dakpan), baksteen en zelfs ijzer (rails)
Zuur- graad	(subneutraal) basische stenen met pH van (5,7-7,0) >7	Voorkeur voor basische steen (78%), maar ook op zure steen (22%). Niet op kalkmortel (voegen) en mergel.
		Zwak zuur tot sterk basisch volgens milieu-indicatie van begeleidende soorten. Rood dooiermos indiceert sterk basische stenen.
Nutriën- ten	Matig-tamelijk (sterk) eutrofe locaties, rijk aan nutriënten; vaak op vogelpleisterplaatsen en andere plekken met natuurlijke bemesting	Vooraf op onbemeste plekken (78%). Minder vaak op door honden en water-vogels matig bemeste locaties (14%). Weinig op plekken met sterke bemesting door meeuwen (9%)
		Matig nutriëntenarme tot overmatig nutriëntenrijke standplaatsen volgens milieu-indicatie van begeleidende soorten. Rood dooiermos indiceert nutriëntenrijke plekken.
Licht	Tamelijk tot zeer lichtrijke locatie (direct zonlicht)	Voorkeur voor blootgestelde locaties (54%). Minder op halfopen (35%) en beschutte (11%) plaatsen.
		Uitsluitend groeiplaatsen met een zuidelijke expositie (ZO, Z en ZW) wat wijst voor voorkeur voor direct zonlicht.
		Begeleidende soorten indiceren allemaal een geëxponeerde (blootgestelde) locaties.
Vochtig- heid	Tamelijk tot zeer luchtdroge plekken, ook op nauwelijks beregende steile en overhangende plekken	Droge tot zeer droge standplaatsen volgens milieu-indicatie van begeleidende soorten. Rood dooiermos indiceert zeer droge plekken.
		Bijna alle locaties zijn vlak (58%) of met flauwe helling (27%). Verticale stenen worden zelden uitgekozen (7%). Overhangende plekken zijn niet aangetroffen.
		Verreweg de meeste plekken liggen < 100 m vanaf water (71%) en groen (76%). Dit zal de luchtvochtigheid verhogen.

- Tenslotte volgt uit de milieu-indicatie van rood dooiermos en begeleidende korstmossen de voorkeur voor matig warme tot warme streken, terwijl uit de literatuur blijkt dat deze soort van de kust (spatzone) tot alpine locaties voorkomt. Mogelijke verklaring is dat de indicatie betrekking heeft op het gemiddelde en dus geen uitspraken doet over de range.

De grote vraag is natuurlijk of de ecologische eisen een verklaring geven voor de kolonisatie vanuit het Maasdal. De relatie met een rivierdal zou te maken kunnen hebben met de luchtvochtigheid, doordat hier relatief vaak mist optreedt en wind en regen vrij spel hebben. Opvallend is dat de binnenstad duidelijk wordt gemeden

als groeiplaats. Juist stenige binnensteden zijn erg droog door het hitte-eiland-effect, minder mistvorming, minder verdamping vanuit oppervlaktewater en groen, meer beschutting tegen regen. Dit is zelfs voor rood dooiermos – dat als uitgegroeid exemplaar nota bene bestand is tegen de extreme omstandigheden van Mars – te gortig. Blijkbaar is rood dooiermos geen echte stadsbewoner. Het beste bewijs hiervoor vormt misschien wel de omvangrijke groeiplaats van rood dooiermos vlakbij het station van Maastricht (locatie 11) midden in het stedelijke hart. Hier wordt echter op kunstmatige wijze gezorgd voor een hoge luchtvochtigheid en wind. Het gaat om de balustrade van de fietstunnel waar een fontein op gezette tijden de korstmosvegeta-

tie – en fietsers – trakteert op een koude douche (sinds enkele jaren is de fontein buiten gebruik, de reden laat zich raden). De andere zijde van de balustrade grenst aan een hoog kantoorgebouw waar regelmatig sprake is van turbulentie en stevige wind, ook weer merkbaar als fietser.

Ook op macroschaal komt de regio Maastricht er bekaaid bij af als het gaat om (lucht)vochtigheid. Jaarlijks valt hier gemiddeld 750 mm neerslag tegen ruim 900 mm in het zuidoosten van Limburg als gevolg van de hoogteverschillen. Maastricht vormt daarmee een van de droogste plekken van Nederland (weeronline, 26 februari 2021). Dit kan ook verklaren waarom luchtvochtigheid hier een mogelijk een belangrijke rol speelt in de kolonisatie. Het is ook niet uitgesloten dat de hoeveelheid sporen een rol speelt in de verdere kolonisatie. Als verondersteld mag worden dat de sporendruk hoger is op een kortere afstand tot een bestaande populatie (een vorm van vicinisme), kan dit ook een verklaring geven van de verdere kolonisatie na vestiging in het gebied. Het valt namelijk op dat de eerste vestigingen nabij de Maas liggen (vanwege bovengenoemde optimale omstandigheden) en vervolgens langzaam uitbreiding (verder van de Maas af) plaatsvindt op steenworp afstand van bestaande populaties. Het zou interessant zijn om de houdbaarheid van deze hypothese – waarbij wordt uitgegaan van het olievlekprincipe – nader te toetsen.

Het is goed om te beseffen dat alleen positieve waarnemingen zijn gedaan. Uitsluiten van groeiplaatsen is niet goed mogelijk, omdat niet alle potentiële locaties afgezocht kunnen worden. Denk daarbij bijvoorbeeld aan pannendaken die niet of nauwelijks te bereiken zijn. Toch geeft de inventarisatie een consistent en duidelijk beeld en lijkt de steekproef groot genoeg te zijn voor een cijfermatige analyse. Nader onderzoek is wel wenselijk met betrekking tot de vegetatietypen. In de inleiding zijn diverse korstmosgemeenschappen beschreven waar rood dooiermos in kan optreden. Het is daarbij de vraag of dit terug te vinden is in de groeiplekken in Maastricht en wat de vegetatiekundige positie is binnen Klasse van Stippelkorsten en Achterlichtmossen.

De inzet van lichenometrie is nog niet gebruikelijk in Nederland. Het onderzoek naar rood dooiermos heeft uitgewezen dat dit trends kan opleveren die veranderingen op lange termijn

(klimaat) en korte termijn (weersomstandigheden) kunnen vastleggen als indicator. Het voordeel is dat de trend ook met terugwerkende kracht kan worden vastgesteld, zodra de groeisnelheid bekend is. Deze techniek opent allerlei nieuwe toepassingsmogelijkheden, vooral voor korstmossoorten met een vergelijkbare groeiwijze (radiale groei). Lichenometrie zou gebruikt kunnen worden om de minimale leeftijd en onderhoudsgeschiedenis van historische (stenen) bouwwerken te bepalen. Maar ook triviale zaken kunnen uitgezocht worden. Welke stoep in Nederland zal het oudst zijn (zonder invloed van stratenvegers)? Gelet op de forse groeisnelheid van muurschotelkorst moet het mogelijk zijn om exemplaren te vinden van meer dan een halve meter. En welk korstmos is überhaupt het oudst in Nederland? Er valt gelukkig nog veel te ontdekken, ook in Nederland.

Dankwoord

Dank aan Henk-Jan van der Kolk voor het controleren van determinaties van diverse korstmossen.

Literatuur

- Armstrong, R.A. (1974). Growth phases in the life of a lichen thallus. *New Phytol.* 73, 913-918.
- Bisht, K., Y. Joshi, S. Upadhyay en P. Metha (2018). Recession of Milam Glacier, Kunaun Himalaya, Observed via Lichenometric Dating of Moraines. *Journal Geological Society of India*, vol.92, pp. 173-176.
- Brandt, A., J-P. de Vera, S. Onofri en S. Ott (2015). Viability of the lichen *Xanthoria elegans* and its symbiont after 18 months of space exposure and simulated Mars conditions on the ISS. *International Journal of Astrobiology* 14 (3): 411-425.
- Brodo, I.M., S.D. Sharnoff en S. Sharnoff (2001). *Lichens of North America*. Yale University Press, New Haven and London.
- Consortium of North American Lichen Herbaria. *Rusavskia elegans*. Website lichenportal.org/cnalh.
- Danmarks svampeatlas (2021). Website www.svampe.databasen.org.
- Dingenen, J. van (2010). Meestal over planten. Website.
- Dobben, H. van (1978). *Korstmossentabel, de Nederlandse macrolichenen*. Jeugdbondsuitgeverij, Amsterdam.
- Dobson, F.S. (1992). *Lichens, An Illustrated Guide to the British and Irish Species*. The Richmond Publishing Co., Slough, England.

- Dort, K. van, B. van Gennip en M. Schrijvers-Gonlag (2017). De Vegetatie van Nederland deel 6, Mossen- en korstmossengemeenschappen. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Fletcher, A. (1975). Key for the identification of British marine and maritime lichens, Siliceous rocky shore species (I). *Lichenologist*, 7: 1-52.
- Herk, K. van, A. Aptroot en L. Sparrius (2017). *Veldgids Korstmossen*. 2e compleet herziene druk, KNNV Uitgeverij.
- Hooker, T.N. (1978). Factors affecting the growth of Antarctic crustose lichens. *British Antarctic Survey Bulletin*.
- KNMI (2021). Website www.knmi.nl/maand-en-seizoensoverzichten/jaar.
- Kruij, W. (1986). *Korstmossen, wonderlijke vertegenwoordigers van het plantenrijk*. 1e druk, Thieme, Zutphen.
- Lukas, D. (2004). Elegant sunburst lichen. *Los Angeles Times*, may 25, 2004.
- Matwiejuk, A. en A. Kaluska (2014). Lichens of Sokolka (Podlasie, NE Poland) as indicators of the state of air pollution. *Environmental protection and natural resources*, vol. 25 no 3(61): 5-8.
- McCarthy, D.P. en D.J. Smith (1995). Growth Curves for Calcium-tolerant Lichens in the Canadian Rocky Mountains. *Arctic and Alpine Research*, Volume 27, No.3, pp. 290-297.
- Mitton, J (2011). Brilliant lichens reveal mammal perches. University of Colorado, Colorado Arts & Sciences Magazine Archive.
- NDDF en BLWG (2021). BLWG Verspreidingsatlas Korstmossen, website.
- Nijs, G. (2012). Dan toch leven op Mars? *Nature today*, 2 april 2012. Bron: de Vera J-P, Lichens as survivors in space and on Mars, *Fungal Ecology* (2012), doi:10.1016/j.funeco.2012.01.008.
- Osborn, G.D. & J. Taylor (1975). Lichenometry on calcareous substrates in the Canadian Rockies. *Quaternary Research*, 5: 111-120.
- Smythe, D. (2020). Lichen Vote Results: A primary food source for caribou tops online vote for national lichen species. Ottawa, March 31, 2020, website nature.ca.
- Sparrius, L.B., A. Aptroot & C.M. van Herk (2015a). Ecologische indicatiewaarden voor korstmossen en een vergelijking met mossen en vaatplanten. *Buxbaumia* 104: 18-24.
- Sparrius, L.B., A. Aptroot & C.M. van Herk (2015b). Ecological indicator values of lichens in the Netherlands, BLWG.
- The British Lichen Society (2021). Website www.britishlichensociety.org.uk.
- Wikipedia, Lichenometry. Website, 2020.
- Wikipedia, *Xanthoria elegans*. Website, 2020.
- Wirth, V. (1980). *Flechtenflora, Ökologische Kennzeichnung und Bestimmung der Flechten Südwestdeutschlands und angrenzender Gebiete*. Stuttgart, Ulmer.

Adresgegevens auteur

Max Klasberg, Jachthoornstraat 27, 6219 BM Maastricht, klasberg@planet.nl

Abstract

Rusavskia elegans colonizes Maastricht – lichenometric and ecological investigation of a southern lichen species

In 2020, lichenometric research was performed on Elegant sunburst lichen (*Rusavskia elegans*) to reconstruct the colonization of Maastricht (Netherlands). Maastricht, in the southernmost tip of the Netherlands, lies in a hilly countryside and borders the Meuse ('Maas' in Dutch), a rain river. To be able to estimate the age of the populations, the first step was calibrating the growth rate. That was not an unnecessary action, as the growth rate of 1.9 mm per year turned out to be four times higher than the current standard. The moderate climate and nitrogen deposition may play a role in this.

The lichenometric research shows that colonization started around the year 1980 from the Meuse valley. Only from the year 2000 onward a clear increase in the number of branches has been noticeable. An accurate trend has also been determined for each location by measuring and dating each thallus. There appears to be a positive relationship between growth peaks and warm years.

47 locations have now been discovered within an area of 6 by 10 kilometres. Not only the oldest but also the largest populations – with hundreds of specimens – are situated in the Meuse valley. The urban centre is avoided, the conditions here may be too dry. From an ecological point of view, Elegant sunburst lichen follows the books. In our regions, this kind of lichen also prefers acidic to basic, warm, and sunny rocks of both natural and anthropogenic origin. The number of sites is enormous and varies from boulders, tombstones, brick walls, concrete bridges and posts to roof tiles and even iron. It is unusual that no clear relationship has been found with natural fertilization. It is possible that nitrogen deposition provides the necessary nutrients.

Bijlage 1. Genummerde vindplaatslocaties. Ondergrond: OpenTopo Achtergrondkaart.



Bijlage 2 - Overzichtstabel met meetgegevens en analyseresultaten

Nr	Groeiplaats (object)	Helling	Exp.	Open water	Groen	Substraat	Zuurgraad	Natuurlijke mest	Jaartal substraat	Aantal exemplaren	Max ø in cm	Ouderdom groeiplaats (jaar)	Datering groeiplaats
1	Brugleuning/pijler	0	+	0 m	0 m	beton	basisch	-	2010	18	2,1	10	2010
2	Keermuur	0	+/-	40 m	0 m	baksteen	zuur	+/- honden	2008	756	2,5	12	2008
3	Brugdek (rand)	0 tot 45 ZO	+	0 m	0 m	beton	basisch	+ meeuwen	1980	76	5,8	40	1980
4	Paal (kop)	0	+	10 m	0 m	beton	basisch	-	-	5	2,6	14	2006
5a	Stapelmuren	0 en 90 ZW/ ZO	+/-	40 m	0 m	natuursteen	basisch	+/- vogels	2007	4072	2,6	13	2007
5b	Spoorrails	0	+/-	40 m	0 m	beton, porfier, ijzer	basisch	-	-	10	0,7	4	2016
6a	Grote kei	0 tot 25	+/-	70 m	0 m	natuursteen	basisch	-	-	15	3,2	17	2003
6b	Spooreplacement	0	+/-	100 m	0 m	betonklinkers	basisch	-	-	7	3,2	17	2003
7	Oude muur	0	+/-	0 m	0 m	baksteen	zuur	-	1867	4	2,5	13	2007
8	Brugleuning/pijler	0	-	0 m	0 m	beton	basisch	-	-	2	2,6	14	2006
9	Nieuwe muur	0	+	40 m	200 m	beton / hardsteen	basisch	-	2001	3	1,0	5	2015
10	Oude scheepskade	0 tot 25	+	1 m	160 m	graniet	zuur	+ meeuwen	-	20	2,1	11	2009
11	Balustrade tunnel	0 tot 10	+/-	10m	295 m	natuursteen	basisch	-	2005	3297	2,2	15	2005
12	Kunstwerk	90	+/-	20 m	105 m	kalksteen	zeer basisch	-	-	3	1,2	6	2014
13a	Brugdek (rand)	0	+	0 m	0 m	beton	basisch	+ meeuwen	2008	114	2,7	13	2008
13b	Damwand vistrap	0	+	0 m	0 m	Beton	basisch	+ meeuwen	2008	84	2,7	13	2008
13c	Klinkerbestrating	0	+	0 m	0 m	betonklinker	basisch	-	-	35	1,6	8	2012
14	Grafsteen	10	+/-	50 m	10 m	beton (donker)	basisch	-	1957	2	1,0	5	2015
15	Oude hekpalen (rand)	90 ZW/ZO	+	50 m	0 m	Beton	basisch	-	-	107	6,2	33	1987
16	Brugdek (rand)	0	+	0 m	0 m	Beton	basisch	-	1968	31	3,9	21	1999
17	Gerenoveerde vesting	0	+/-	780 m	0 m	baksteen / hardsteen	zuur/ basisch	-	2012	4	1,5	8	2012
18a	Grafsteen (rand)	30	-	230 m	40 m	hardsteen (grijs)	basisch	-	1979	3	0,7	4	2016
18b	Grafsteen (vlak)	0	-	230 m	40 m	graniet (rood)	zuur	-	1995	4	1,3	7	2013
18c	Grafsteen (sierrand)	30	-	230 m	40 m	hardsteen (grijs)	basisch	-	-	1	1,8	9	2011
19	Oude kademuur	0	+	15 m	220 m	baksteen	zuur	-	-	109	2,2	12	2008
20	Stenen dijktafud	0 tot 45	+/-	10 m	0 m	natuursteen	basisch	+/- honden	-	4	0,7	4	2016
21	Nieuwe kademuur	0 en 90	+	25 m	0 m	baksteen	zuur	-	1998	133	2,7	14	2006
22	Nieuwe kademuur	0	+	100 m	0 m	baksteen	zuur	-	1998	24	2,5	13	2007
23	Kerk	30	+/-	800 m	50 m	hardsteen	basisch	-	1898	2	0,6	3	2017
24	Grafsteen (vlak)	0	-	1580 m	0 m	hardsteen	basisch	-	-	4	1,7	9	2011
25a	kade (varkensrug)	0 tot 30	+	0 m	0 m	beton (varkensrug)	basisch	+/- meeuwen	-	53	2,5	13	2007
25b	kaderand	0	+	0 m	0 m	harde kalksteen	basisch	+/- water-vogels	-	2	2,0	11	2009
26	Rand viaduct	0		550 m	295 m	beton	basisch	-	-	25	1,4	7	2013
27a	Pannendak	55 Z	+	60 m	60 m	sneldekbetonpan	basisch	-	-	16	ca 4,5	24	1996
27b	Pannendak	55 Z	+	60 m	60 m	sneldekbetonpan	basisch	-	-	27	ca 3,0	16	2004
27c	Pannendak	55 ZO	+	90 m	90 m	sneldekbetonpan	basisch	-	-	12	ca 3,0	16	2004
27d	Pannendak	35 Z	+	100 m	100 m	sneldekbetonpan	basisch	-	-	4	ca 2,5	13	2007
28	Varkensrug	0 tot 30	+/-	110 m	40 m	beton	basisch	-	-	9	0,7	4	2016
29	Kei	0 tot 30	+/-	225 m	0 m	natuursteen	basisch	-	2006	27	2,0	11	2009
30	Erf	?	?	20 m	20 m	?	?	?	?	2	2,2	12	2008
31	Vestingwerk	?	?	530 m	0 m	hardsteen	basisch	?	?	1	1,9	10	2010
32	Kei	?	+/-	225 m	0 m	natuursteen	basisch	?	?	1	-	-	-
33	Parkeerplaats	0	+/-	540 m	0 m	graniet (trotoirband)	zuur	-	-	1	1,6	8	2012
34	Pannendak	?	-	200 m	30 m	sneldekbetonpan	basisch	?	?	3	2,1	11	2009
35	Kei	0 tot 30	++	225 m	0 m	natuursteen	basisch	-	2007-2008	19	1,5	8	2012
36	Kei	0 tot 30	+	180 m	45 m	natuursteen	basisch	+/- honden	-	9	1,9	10	2010
37	Kei	0 tot 20	+	145 m	100 m	natuursteen	basisch	-		21	3,3	17	2003
38	Tuinmuur	90 ZW	+	920 m	0 m	baksteen	zuur	-	-	2	1,4	7	2013
39	Kei	0 tot 40	+	670 m	0 m	natuursteen	basisch	-	-	152	3,8	20	2000