

**Tonghaarmuts
(*Orthotrichum rogeri*)
in Natura 2000-gebied de
Biesbosch**

A. van der Pluijm, H. van der Kolk & L.B. Sparrius

in opdracht van:
Provincie Noord-Brabant

BLWG-rapport 29



© BLWG, 2022

BLWG

De Bryologische en Lichenologische Werkgroep (BLWG) houdt zich bezig met de studie en bescherming van mossen en korstmossen in Nederland.



Voorwoord

Het mos Tonghaarmuts (*Orthotrichum rogeri*) is als habitatrichtlijnsoort aangewezen voor het Natura 2000-gebied de Biesbosch. De laatste vondst van Tonghaarmuts in het gebied dateert echter uit 2001. In opdracht van de provincie Noord-Brabant, worden in dit rapport de mogelijke oorzaken van het verschijnen en verdwijnen van Tonghaarmuts onderzocht en besproken, en wordt er een toekomstperspectief geschetst voor Tonghaarmuts en andere epifytische mossen en korstmossen in de Biesbosch.

Dit rapport kwam tot stand door een samenwerking tussen de Provincie Noord-Brabant, Staatsbosbeheer en de BLWG. We bedanken Jaap van der Linden (Provincie Noord-Brabant), Annelies Blankena, Thomas van der Es en Joey Braat (Staatsbosbeheer) voor hun inbreng tijdens overleg over een conceptversie van deze rapportage.

Inhoud

| | |
|---|----|
| Samenvatting | 5 |
| 1. Inleiding | 6 |
| 2. Methode | 8 |
| 2.1 Geschiedenis van de epifytenflora in de Biesbosch | 8 |
| 2.2 Kansenskaart | 9 |
| 2.3 Zoekactie naar Tonghaarmuts | 9 |
| 2.4 Beheeradvies | 9 |
| 3. Resultaten en discussie | 10 |
| 3.1 Vochtige alluviale bossen in Natura 2000-gebied de Biesbosch | 10 |
| 3.2 Beschrijving habitat Tonghaarmuts | 10 |
| 3.3 Veranderingen in de Biesbosch | 13 |
| 3.4 Kansenskaart | 22 |
| 3.5 Resultaten veldwerk voorjaar 2022 | 24 |
| 4. Beheeradvies | 30 |
| 4.1 Uitbreiding hardhoutbos | 30 |
| 4.2 Belang van behoud zachthoutoibossen in de Biesbosch | 31 |
| 4.3 Mogelijk effect van Reuzenbalsemien op epifyten | 34 |
| 5. Conclusies | 35 |
| 6. Literatuur | 36 |
| Bijlagen | 38 |
| Bijlage A: Verdeling indicatiewaarden per jaar | 38 |
| Bijlage B: Veldwerk 2021 en 2022, op takken en stammen gevonden mossen en korstmossen, geordend per boomsoort | 40 |

Samenvatting

Dit rapport behandelt verleden, heden en toekomst van het bladmos, tevens habitatrichtlijnsoort Tonghaarmuts, *Orthotrichum rogeri* in het Natura 2000-gebied de Biesbosch.

De Biesbosch is voor wat betreft mossen en korstmossen een van de best onderzochte gebieden in Nederland. De flora wordt vanaf begin jaren tachtig van de vorige eeuw, inmiddels ca. 40 jaar intensief gemonitord. De begroeiing van mossen en korstmossen op bomen in de Biesbosch blijkt in die periode sterk van karakter veranderd. Afname van luchtvervuiling door zure regen en het verwilderen van de voormalige wilgenhakgrienden zorgden aanvankelijk, in de jaren negentig voor optimale groeiomstandigheden voor Tonghaarmuts en andere, ecologisch verwante topkapselmossen. De Tonghaarmuts is in de afgelopen twintig jaar echter niet meer gevonden in de Biesbosch. Een drietal oorzaken lijkt hiervoor verantwoordelijk. Met het ouder worden van de wilgenbossen verdwenen veel pionierbiotopen. De wilgenschors is wat betreft zuurgraad te basisch geworden, door een verdere afname van zure regen en toename van ammoniak. En de omstandigheden zijn voor Tonghaarmuts tegenwoordig waarschijnlijk te droog en te weinig wisselvochtig, door opwarming van het klimaat.

In een ultieme poging om Tonghaarmuts te proberen terug te vinden in de Biesbosch, is in 2022 een tiental velddagen gezocht in vooraf geselecteerde, nog kansrijke habitats. De soort werd daarbij nergens teruggevonden. Epifyten die in ecologie met Tonghaarmuts overeenkomen, werden vooral nog aangetroffen in een populierenaanplant, op een populierenlaan, en op hardhoutboomsoorten in wilgenbossen en gemengde aanplant, en nog het minst in jonge griendbossen en jonge spontane wilgenbossen.

Door veranderingen in de luchtkwaliteit, overigens vaak ten goede, en door klimaatverandering is de kans niet groot, dat de Tonghaarmuts duurzaam in de Biesbosch kan voorkomen, zeker niet in de oude zachthoutooibossen. Factoren zoals het klimaat zijn natuurlijk ook niet te sturen met lokaal beheer. Niettemin kunnen beheermaatregelen zoals bijvoorbeeld aanplant van Populier, als plantages of als lanen, en aanplant van Es en Zomereik beperkte nieuwe kansen bieden voor terugkeer van Tonghaarmuts. We geven suggesties voor een aantal locaties voor nieuwe aanplant, liefst buiten de bestaande wilgenbossen.

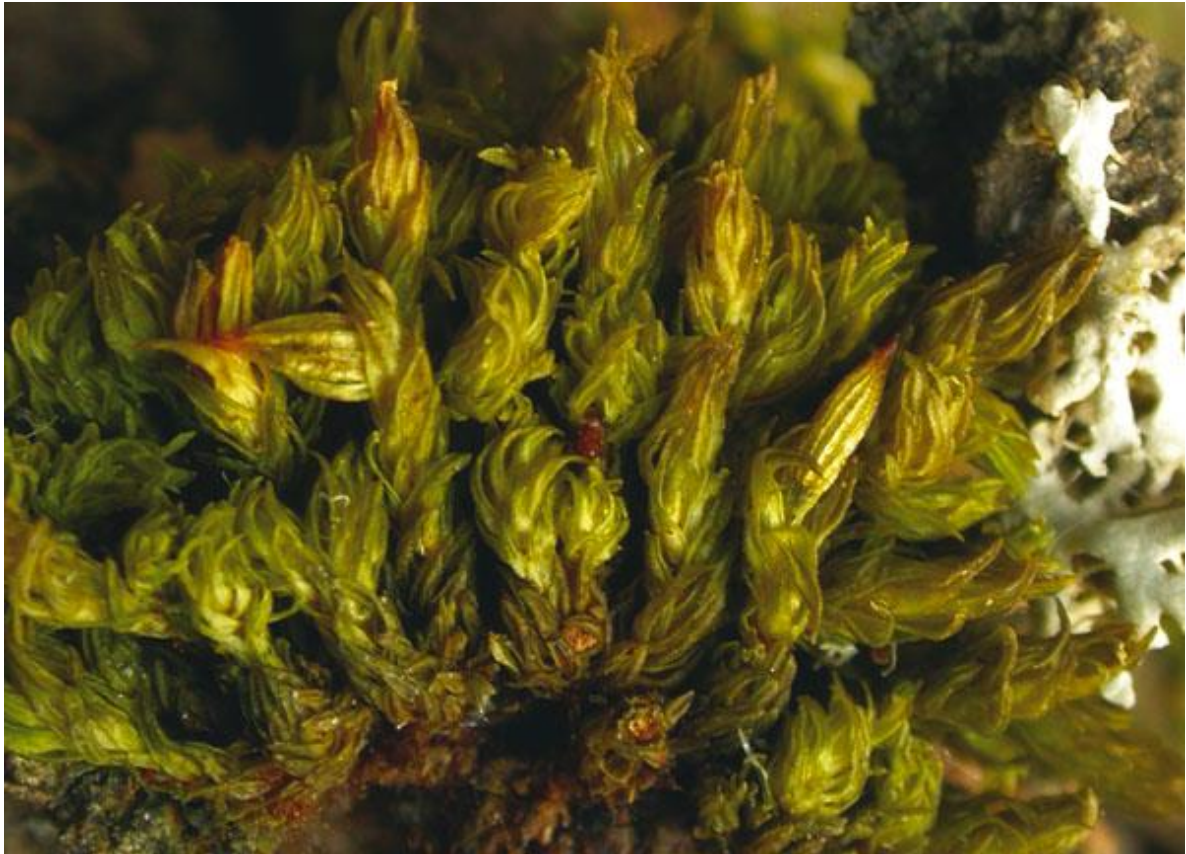
De toekomst voor Tonghaarmuts in de Biesbosch is dan wellicht onzeker, toch is er ook goed nieuws. De op grote schaal in het Natura 2000-gebied voorkomende, steeds ouder wordende zachthoutooibossen blijken sinds 2010 steeds rijker aan korstmossen. Diverse soorten die als Verdwenen of Ernstig Bedreigd op de Rode Lijst stonden, hebben zich hier weer gevestigd. Zelfs een tweetal voor de wetenschap nieuwe soorten konden worden beschreven. Het afgelopen decennium namen vooral atlantische en zuidelijke soorten spectaculair toe. Ook zijn er tekenen dat zich meer oudbos-soorten kunnen vestigen en wellicht zelfs cyanolichenen. De kwaliteit van deze bossen kan zich de komende decennia nog verder ontwikkelen, en vanuit wetenschappelijk oogpunt is het erg interessant dit te volgen. Welke richting het opgaat weten we eigenlijk niet, want er zijn in NW-Europa weinig voorbeelden van zachthoutooibossen met een vergelijkbare ouderdom. Het behoud van deze oude wilgenbossen, zoals de Grienden van de Dood, maar ook vele andere, is een plek waard in een nieuw beheerplan voor de Biesbosch. Niets doen lijkt daarbij het beste beheer.

1. Inleiding

In de Biesbosch ligt het grootste aaneengesloten oppervlak zachthoutoibos van Nederland. Door de rijke mos- en korstmosvegetaties op bomen (epifyten) is het gebied opgenomen in de lijst met Important Plant Areas in Nederland (Sparrus et al. 2019). Onderdeel van de rijke mosflora is de habitatsoort Tonghaarmuts (*Orthotrichum rogeri*, Habitatrichtlijn bijlage II, Figuur 1), die in 1989 in de Biesbosch werd ontdekt, nieuw voor Nederland en NW-Europa (van der Pluijm 1991). In 2009 werd bij het opstellen van het Natura 2000-beheerplan voor de Biesbosch een speciaal beheerplan voor de Tonghaarmuts geschreven (van Dort, 2009). Het plan noemt als actiepunten het inventariseren van locaties met potentie (jonge scheve takken en stammen van wilgen aan de waterkant die niet in het volle zonlicht staan), en het monitoren en beschermen van bestaande populaties. In de regel verdwijnen de groeiplaatsen van Tonghaarmuts door bossuccessie, en dit is ook in de Biesbosch mogelijk deels het geval. Inmiddels zijn we na dit rapport 12 jaar verder en is de Tonghaarmuts ondanks een doorlopende, intensieve inventarisatie sinds 2001 niet meer waargenomen binnen de begrenzing van het Natura 2000-gebied. Waarnemers van eerdere vondsten van de soort in het gebied geven aan dat de omstandigheden in de meeste wilgenbossen de afgelopen decennia dusdanig veranderd zijn, dat Tonghaarmuts waarschijnlijk niet meer voorkomt.

Voor de provincie Noord-Brabant als voortouwnemer voor het Natura 2000-beheerplan en voor Staatsbosbeheer als beheerder van een groot deel van het gebied is het belangrijk om over de volgende vragen meer duidelijkheid te krijgen:

- Welke veranderingen zijn er opgetreden in de mos- en korstmosflora van de Biesbosch vanaf 1984? En welke omgevingsfactoren zijn hiervoor bepalend geweest?
- Is het mogelijk dat Tonghaarmuts nog ergens binnen de Natura 2000-begrenzing van de Biesbosch voorkomt?
- Past het beheer voor een optimaal voorkomen van Tonghaarmuts en andere, ecologisch verwante mossoorten binnen de doelstellingen voor kwaliteitsverbetering en uitbreiding van habitattypen zachthoutoibossen en essen-iepenbossen?
- Is het mogelijk Tonghaarmuts en andere soorten van de mossengemeenschap van matig voedselrijke wilgen/essen/populierenbossen met specifieke beheermaatregelen in de Biesbosch te laten terugkeren en wat zijn daarvoor de meest geschikte plekken?



Figuur 1. Tonghaarmuts, herbariummateriaal van Arno van der Pluijm uit de Biesbosch.
Foto: Laurens Sparrius.

2. Methode

2.1 Geschiedenis van de epifytenflora in de Biesbosch

We beschrijven in dit rapport de veranderingen in de epifytische mos- en korstmossenflora van de Biesbosch in de periode 1984 tot 2021. Ook gaan we na welke veranderingen in het abiotisch en biotische milieu kunnen hebben geleid tot het verdwijnen van Tonghaarmuts en andere mossoorten met een vergelijkbare ecologie. Er is een overzicht gemaakt van de vroegere verspreiding van Tonghaarmuts in Nederland en het biotoop waarin de soort voorkwam. Ook is een lijst samengesteld van soorten die in de Biesbosch, elders in Nederland en in het buitenland vaak samen met Tonghaarmuts voorkomen.

Om de veranderingen in de epifytische flora van de Biesbosch te beschrijven zijn waarnemingen gebruikt die zijn vastgelegd in de Nederlandse Databank Flora en Fauna (NDFD). Als basis is een bestand van Arno van der Pluijm gebruikt met ca. 20.000 waarnemingen verzameld tussen 1984 en 2021. In dit bronbestand heeft elk record een beschrijving van de standplaats. Daardoor konden bodem-gerelateerde waarnemingen uit de griendbossen, van bijvoorbeeld wortelkluiten, dood hout op de bodem, bosbodems en boomvoeten worden weg gefilterd, en bleef een bestand over van ca. 16.000 strikt epifytische waarnemingen. Voor deze overgebleven soorten, groeiend op boomstammen en -takken (boven het knotniveau) en op staand dood hout, geldt net als voor de groeiplaatsen van de Tonghaarmuts, dat (naast de eigenschappen van de boomsoort) vooral de eigenschappen van de lucht (luchtkwaliteit, temperatuur, vocht etc.) bepalend zijn voor hun voorkomen.

Voor elke epifytische soort is vervolgens een periode van voorkomen in de Biesbosch bepaald. Behalve het bestand van Arno van der Pluijm werden hiervoor aanvullend ook waarnemingen van andere waarnemers uit de NDFD gebruikt, waaronder de recente inventarisatie van de Dordtse Biesbosch door Koos van der Vaart (van der Vaart 2019). De periodes van voorkomen in de Biesbosch zijn vaak 'gewogen' periodes. Binnen het tijdvak van de eerste en laatste waarneming kan een soort wel eens een jaar niet gevonden zijn. Wanneer het voorkomen toch aannemelijk leek, zijn dan alle jaartallen binnen zo'n periode geïnterpoleerd.

Vooraf in de eerste 10 en de laatste 10 jaar binnen het tijdvak 1984 tot 2021 is intensief geïnventariseerd, waardoor een redelijke mate van nauwkeurigheid van de begin- en einddatum van de gewogen periodes kan worden verondersteld.

Met deze periode-lijst konden daarna per jaar lijsten opgesteld worden van alle op bomen voorkomende soorten mossen en korstmossen in de Biesbosch. Om de veranderingen in soortenrijkdom te visualiseren is per jaar het aantal soorten levermossen, bladmossen en korstmossen berekend. Om de veranderingen in luchtkwaliteit te visualiseren is bij de soortgroep korstmossen het aantal typische acidofyten en nitrofyten per jaar berekend, op basis van soorten die gebruikt worden als indicator in het landelijk meetnet ammoniak op bomen (van Herk, 2001). Vervolgens zijn de gemiddelde indicatiewaarden voor zuurgraad, nutriënten, vocht, licht, temperatuur en continentaliteit per jaar berekend voor de in de Biesbosch op takken voorkomende mossen (Siebel, 2005) en korstmossen (Sparrus et al., 2015). Tenslotte is het verloop van het aantal soorten topkapselmossen dat wordt geassocieerd met Tonghaarmuts gevisualiseerd (zie 3.2 voor hoe deze lijst tot stand is gekomen).

2.2 Kansenskaart

Met betrokkenen is een eenvoudige kansenskaart opgesteld waar Tonghaarmuts nog te verwachten is. De kaart betreft het volledige Natura 2000-gebied, inclusief het Zuid-Hollandse deel. Er is vooral gekeken naar locaties met jong bos (minder dan 25 jaar oud) of waar hakgrienden recent zijn verwilderd (minder dan 25 jaar geleden). Daarnaast is gezocht naar boslocaties, waar naast wilgen ook andere boomsoorten zoals Populier, Es, Zomereik en Zwarte els veel voorkomen. Naast kennis vanuit het veld, zijn voor het maken van de kansenskaart de gedetailleerde ecotopenkaarten van Rijkswaterstaat gebruikt, die sinds 1996 ongeveer elke vijf jaar gemaakt worden op basis van luchtfoto's. Voor de Biesbosch zijn er nu voor vier perioden ecotopenkaarten beschikbaar. In de ecotopenkaarten wordt onderscheid gemaakt tussen zes bostypen: Boomgaarden, Grienden, Natuurlijk bos, Productiebos, Vloedbos en Ooibos. Met deze gegevens zijn bosgebieden die ontstaan zijn tussen de perioden 1996-1998 en 2012-2018 gemarkeerd, alsook locaties waar grienden sinds 1996-1998 zijn verwilderd. De gegevens bedekken vrijwel het hele Natura 2000-gebied, met uitzondering van de Tongplaat en enkele kreken in het uiterste oosten van het gebied. Uit de locaties met jonge wilgenbossen en bossen met ook niet-wilgen zijn in overleg de meest kansrijke locaties geselecteerd.

2.3 Zoekactie naar Tonghaarmuts

Arno van der Pluijm voert aan de hand van de kansenskaart tien dagen veldwerk uit naar het voorkomen van de Tonghaarmuts in de Biesbosch. Ook alle andere mossen en korstmossen worden daarbij genoteerd, met speciale aandacht voor soorten die indicatief zijn voor groeiplaatsen van Tonghaarmuts.

2.4 Beheeradvies

We maken een advies aan de hand van het actuele Natura 2000-beheerplan van de Biesbosch en het doelendocument, rekening houdend met de kansenskaart en de ontwikkelingen die in het gebied hebben plaatsgevonden. Hiervoor beoordelen we de terreindelen die nu classificeren als habitatype H91E0 (Vochtige alluviale bossen), of delen waar dit habitatype zich kan ontwikkelen. Hieruit volgt een overzicht van maatregelen die nodig zijn om Tonghaarmuts en soorten uit hetzelfde milieu terug te laten keren, en de meest geschikte locaties daarvoor.

3. Resultaten en discussie

3.1 Vochtige alluviale bossen in Natura 2000-gebied de Biesbosch

Het Natura 2000-gebied de Biesbosch is aangewezen voor zes verschillende habitattypen, waaronder het habitatype vochtige alluviale bossen (H91E0). Er komen twee subtypen van dit bostype in de Biesbosch voor. De meeste bossen in de Biesbosch zijn wilgenvloedbossen of zachthoutoibossen en behoren tot subtype H91E0_A. Deze bossen worden gekenmerkt doordat ze gedomineerd worden door smalbladige wilgen en relatief laag liggen waardoor ze regelmatig overstroomt raken door rivieren of het getij. Ook wilgengrienden worden gerekend tot de wilgenvloedbossen of zachthoutoibossen. Essen-iepenbossen oftewel hardhoutoibossen worden gerekend tot subtype H91E0_B. Deze bossen liggen typisch wat hoger op in de uiterwaarden en worden gedomineerd door essen. Hardhoutoibos komt maar heel beperkt in de Biesbosch voor, bijvoorbeeld enkele aangeplante hectares bij de Bakkerskil en in de Oude Kat.

In het beheerplan van Natura 2000-gebied de Biesbosch wordt als doel genoemd een kwaliteitsverbetering van het zoetwatergetijdegebied voor vochtige alluviale bossen en voor de Tonghaarmuts als specifieke soort (Dienst Landelijk Gebied & Staatsbosbeheer, 2017).

Voor hardhoutoibos is er een uitbreidingsdoelstelling gedefinieerd voor het Natura 2000-gebied de Biesbosch. Dit laatste is echter moeilijk te realiseren doordat het grootste deel van de Biesbosch te laag ligt voor ontwikkeling van hardhoutoibos (Dienst Landelijk Gebied & Staatsbosbeheer, 2017) en doordat de zware kleibodems in de Biesbosch ongeschikt lijken voor spontane vestiging van essen (Bijlsma et al., 2011). Er is nog weinig indicatie dat de huidige, dominerende zachthoutoibossen in de Biesbosch zich snel zullen doorontwikkelen tot hardhoutoibos (Bijlsma et al., 2011). In plaats van dat verjonging met andere boomsoorten optreedt, verjongen wilgen in het zachthoutoibos zichzelf. Dit gebeurt doordat oude omgevallen wilgebomen, op de ontstane open plekken weer jonge, verticale takken (zgn. regeneratietakken) vormen. Deze ontwikkeling bevordert de variatie in verticale en horizontale bosstructuur in de zachthoutoibossen. Vogels en korstmossen profiteren van de toename van oude bomen, dood hout en grote wortelkluiten (Bijlsma et al., 2011). Een goed voorbeeld van een oud zachthoutoibos met een gevarieerde structuur is het bosreservaat Keizersdijk. De eveneens structuurrijke, oude St.-Jansplaat in het zuidoosten van de Brabantse Biesbosch is helaas in 2019 voor een groot deel geveeld voor de aanleg van een nieuwe waterleiding. Overigens lijkt het ons – zoals blijkt uit doorlopend mosonderzoek – dat recentelijk wel degelijk niet-wilgen zoals zomereik, Gelderse roos, es, esdoorn, kornoelje, meidoorn en vogelkers geleidelijk toenemen in de zachthoutoibossen.

3.2 Beschrijving habitat Tonghaarmuts

Voorkomen in de Biesbosch

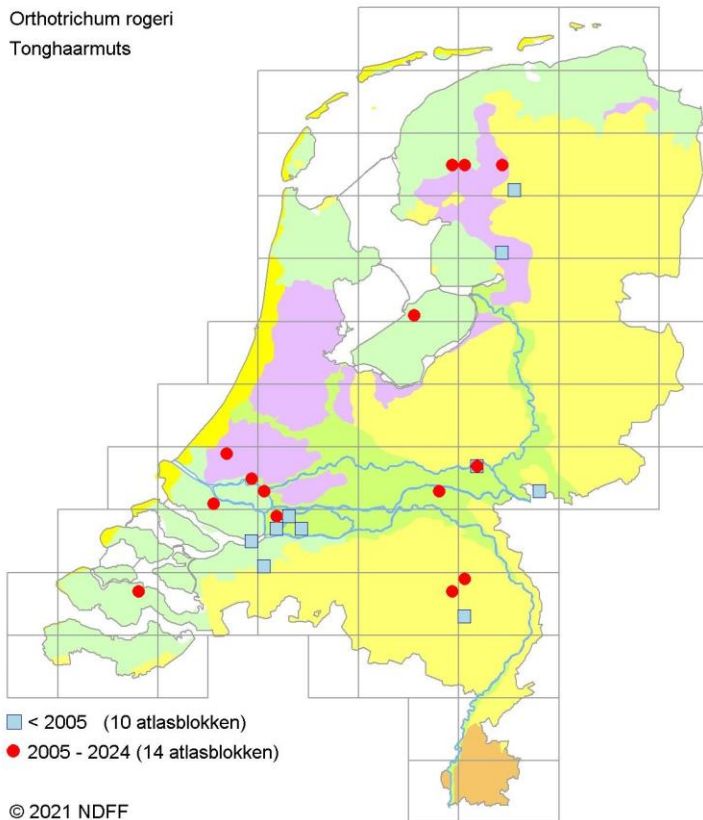
Tonghaarmuts is vooral gevonden op wilgentakken in opgaande, 15 tot 20 jaar oude, verwilderde grienden van hoogopgaande *Salix alba* of eventuele hybriden met deze wilg. De soort werd opvallend vaak gevonden aan een uiterste, oostelijk of noordelijk geëxponeerde bosrand, langs krekken of rietlanden. Daarnaast zijn er groeiplaatsen geweest in Katwilgstruwelen en in een populierenaanplant. Kaartbijlage 8 van het beheerplan van Natura 2000-gebied de Biesbosch toont een kaart met locaties van vondsten van Tonghaarmuts (Dienst Landelijk Gebied & Staatsbosbeheer, 2017).

Voorkomen in Nederland

Buiten de Biesbosch is Tonghaarmuts in Nederland gevonden in een breed scala aan biotopen. Niet alleen in natuurgebieden, maar ook in dorpen en buitenwijken van steden, in parken en plantsoenen, zelfs langs een parkeerplaats en een sportveld (Figuur 2). Na de laatste vondsten in de Biesbosch in 2001 is de soort nog op 17 andere locaties in Nederland aangetroffen (Figuur 3). Nog slechts tweemaal was dit op wilg, in 2003 in een wilgenstruweel in Meinerswijk en in 2011 in een parkbos in Spijkenisse. De meeste latere groeiplaatsen bevonden zich op essen (6 vindplaatsen) en eiken (4 vindplaatsen). De vindplaatsen op eik betreffen dichte aanplanten met jonge bomen. Op essen en in mindere mate ook op iepen is de soort gevonden op aangeplante bomen langs wegen of in plantsoenen in vaak nieuwe woonwijken. Soms staan de bomen naast een kanaal of aan de rand van een kleine open plek. Het lijkt steeds om boomstammen te gaan die min of meer beschermt staan, maar toch goed belicht worden.



Figuur 2. Essen langs een voetbalveld in Afferden, de meest recente (2020) vindplaats van Tonghaarmuts in Nederland. Foto Arno van der Pluijm, 29 oktober 2021.



Figuur 3. Vindplaatsen van Tonghaarmuts in Nederland tot 2005 (grijze vierkanten) en sinds 2005 (rode cirkels). Bron: NDFD Verspreidingsatlas.

Voorkomen in omliggende landen

Het verspreidingsgebied van Tonghaarmuts loopt van de Pyreneeën in het zuiden tot de westelijke kust van Noorwegen in het noorden, en van Frankrijk in het westen tot aan de Kaukasus in het oosten (Lüth, 2010). In het zuidelijke deel van het verspreidingsgebied komt de soort vooral in bergachtige gebieden voor op een hoogte van meer dan 1000 meter, terwijl de soort bij ons en in Noorwegen altijd in het laagland voorkomt. In het Zwarte Woud liggen de meeste vindplaatsen tussen 400 en 1000 meter hoogte (Lüth, 2010). De soort is nergens algemeen, en meestal zijn er slechts enkele verspreide vindplaatsen.

De Tonghaarmuts komt voor op allerlei boomsoorten, waaronder wilgen, eiken, essen, populieren en esdoorns. De bomen moeten tenminste enigszins voedselrijk zijn. Tonghaarmuts vermijdt zeer zure schors en is gevoelig voor luchtverontreiniging met SO₂. In Duitsland kwam de soort tijdens de periode met zure regen minder voor, en ook vermijdt de soort berken in gebieden met zure bodems (Lüth, 2010). De bomen of takken met Tonghaarmuts zijn typisch 10-40% bedekt met mossen en 10-40% met korstmossen. Een te hoge bedekking met korstmossen wijst er op dat het milieu ongeschikt is voor bladmosses. In Duitsland lijkt Tonghaarmuts standplaatsen te prefereren die 's nachts sterk afkoelen (Lüth, 2010).

In Frankrijk groeit de soort met name in het heuvellandschap, zowel op struiken op verjongingsplekken in natuurlijke bossen, als op vrijstaande bomen in ontgonnen gebieden (Poncet et al., 2015). De Franse situatie verschilt daarmee niet veel van de Nederlandse.

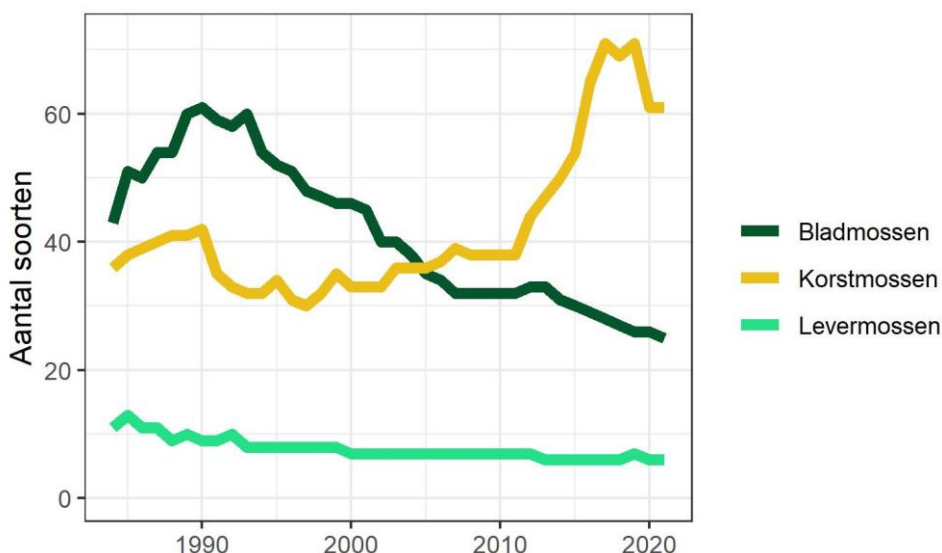
Associatie met andere soorten, de Tonghaarmuts-index

Gegevens van directe begeleiders in Europa zijn samengevat in Hugonnot (2008) in Tabel 2, en er zijn aanvullende vegetatieopnamen in Hugonnot (2008) Tabel 3 en in Lüth (2010) Tabel 2. In Nederland zijn directe begeleiders bekend van enkele groeiplaatsen in de Biesbosch, bij Prinsenbeek en Grotel in Noord-Brabant, en Meinerswijk bij Arnhem. Deze gegevens leverden een lijst op van 43 soorten mossen die samen met Tonghaarmuts zijn gevonden. De meeste soorten uit deze lijst zijn topkapselmossen (29 van de 43). De levermossen en slaapmossen (bijvoorbeeld *Hypnum cupressiforme*) zijn vaak generalisten en minder indicatief voor het voorkomen van Tonghaarmuts. In de Tonghaarmuts-index zijn daarom alleen de topkapselmossen opgenomen, en ook alleen de 24 soorten waarvan in de Biesbosch met betrouwbaarheid kon worden vastgesteld in welke perioden ze voorkwamen: *Bryum capillare*, *Ceratodon purpureus*, *Dicranoweisia cirrata*, *Dicranum montanum*, *Dicranum scoparium*, *Orthotrichum affine*, *Orthotrichum diaphanum*, *Orthotrichum lyellii*, *Orthotrichum obtusifolium*, *Orthotrichum pallens*, *Orthotrichum patens*, *Orthotrichum pulchellum*, *Orthotrichum pumilum*, *Orthotrichum rupestre*, *Orthotrichum scanicum*, *Orthotrichum speciosum*, *Orthotrichum stramineum*, *Orthotrichum striatum*, *Orthotrichum tenellum*, *Syntrichia papillosa*, *Ulota bruchii*, *Ulota coarctata*, *Ulota crispa* en *Ulota phyllantha*.

3.3 Veranderingen in de Biesbosch

Veranderingen in soortenrijkdom

Het aantal soorten bladmossen, levermossen en korstmossen in de Biesbosch is sinds 1984 sterk veranderd (Figuur 4). Het aantal soorten bladmossen bereikte een hoogtepunt rond 1990 toen er tot wel 60 soorten op takken in de Biesbosch (boven het knotniveau of op hogere stamdelen) voorkwamen. Dit aantal is opvallend afgenomen tot ongeveer 30 soorten in de laatste decennia. Het aantal soorten levermossen is ook gehalveerd. Het aantal soorten korstmossen is daarentegen in de laatste twee decennia sterk toegenomen.



Figuur 4. Veranderingen in soortenrijkdom van epifytische blad-, lever- en korstmossen in de Biesbosch.

De afname van het aantal blad- en levermossen kan deels verklaard worden door de sterke afname van het oppervlak aan jong griendbos in de Biesbosch na 1990-1995. Vooral 12- tot 20-jaar oude verwilderingsstadia van hakgrienden bleken in de jaren tachtig en negentig van de vorige eeuw bijzonder rijk aan pioniersoorten (van der Pluijm, 1995). Na het wegvallen van het getij in 1970 werden om economische redenen hakgrienden in de Biesbosch massaal aan hun lot overgelaten. Zo ontstonden toen op zeer grote schaal jonge griendbossen, met een enorm oppervlak aan onbegroeide schors. Hierdoor konden vele, vaak zeldzame pioniersoorten zich in het gebied vestigen. Met het ouder worden van de bossen raken door successie veel wilgenstammen uiteindelijk dicht begroeid met een klein aantal mossoorten dat tot dominantie weet te komen, en neemt de soortenrijkdom laag op de stammen weer sterk af. Aan (beperkt) onderzoek van omgevallen bomen is niet gebleken dat de soortenrijkste pionierstadia zich op hogere takdelen en in boomkronen kunnen hervestigen. Waarschijnlijk zijn de omstandigheden van jonge schors op zulke hoge takdelen te winderig en te droog. De algemene gedachte is, dat met het ouder worden van een bos de diversiteit toeneemt. In de Biesbosch was dat wat betreft mossen paradoxaal genoeg niet het geval. Na 1995 is het grootste deel van de wilgenbossen in de Biesbosch voor vele pioniersoorten te oud geworden.

Op kleine schaal zijn echter ook na 1970 nog enkele hakgrienden in de Biesbosch tijdelijk in cultuur gebleven, deze verwilderden pas enkele decennia later tussen 1980 en 2010. Jong griendbos is er dus altijd nog wel geweest. Maar ook in deze, 'late', voor wat leeftijd betreft nog steeds 'ideale' verwilderingsstadia, bleken eertijds niet-zeldzame tot algemene pioniersoorten zoals *Orthotrichum striatum*, *O. stramineum*, *O. pumilum*, *O. pallens*, *Ulota coarctata*, *U. bruchii*, *U. crispera*, *Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa*, *Usnea subfloridana* etc. nauwelijks op wilgentakken terug te keren, laat staan altijd al zeer zeldzame soorten zoals *Orthotrichum acuminatum*, *O. pallens*, *O. scanicum* en *O. rogeri*.

Ook in de nu oude bossen van de Biesbosch zijn pionierbiotopen op relatief lage hoogtes niet helemaal verdwenen. Wilgen kunnen zich uitstekend verjongen door middel van verticale regeneratietakken op horizontale, omgevallen stammen. Dit gebeurt vaak op grote schaal na stormschade. Sommige pioniersoorten zoals *Cryphaea heteromalla*, *Pylaisia polyantha*, *Syntrichia papillosa*, *Orthotrichum tenellum*, *O. obtusifolium*, *Metzgeria furcata* en *Radula complanata* weten dit nieuwe biotoop frequent te vinden. Ook handhaven tegenwoordig in het gebied (vrij) zeldzame pioniersoorten zoals *O. speciosum*, *O. pulchellum* en *Ulota phyllantha* zich meestal alleen nog in dit biotoop. Maar de eerdere genoemde pioniersoorten van opgaande takken in de 'vroeg', rond 1970 verwilderde, jonge griendbossen, waaronder *Orthotrichum rogeri*, zijn ook in dit nieuwe, jonge biotoop niet teruggekeerd.

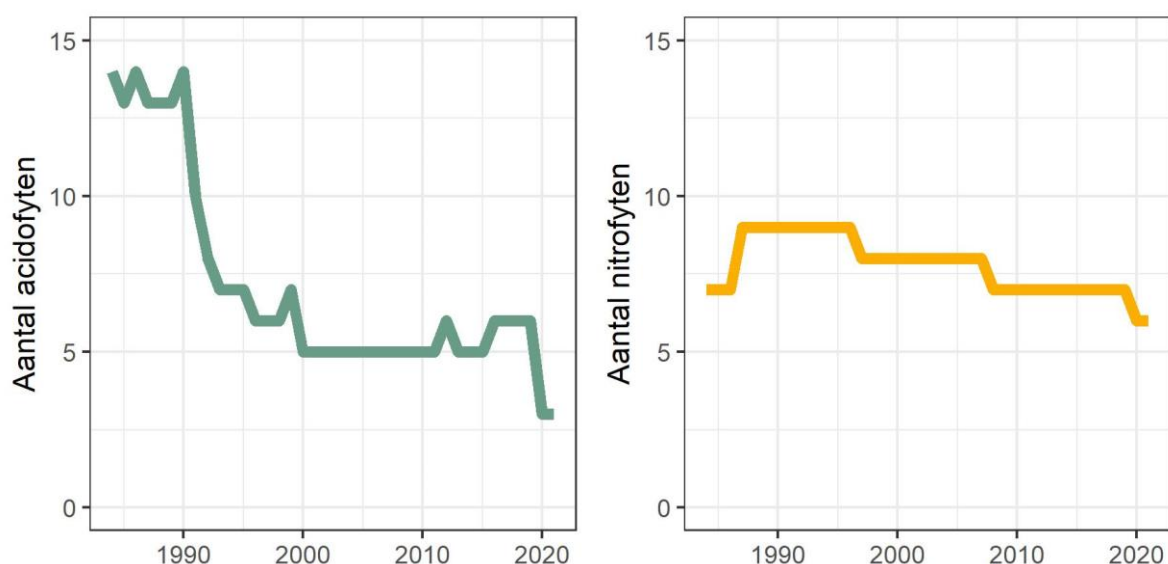
Wel lijken regeneratietakken bij uitstek geschikt voor de vestiging van nieuwe korstmossen, zoals *Alyxoria* spp., *Bacidia* spp., *Coniocarpon cinnabarinum*, *Graphis* spp., *Lecania* spp., *Opegrapha* spp., *Phaeographis* spp., *Strangospora deplanata*, *Strigula taylorii* etc. Na 2010 zijn maar liefst ca. 45 korstmossen nieuw voor de Biesbosch op takken gevonden, terwijl tegelijkertijd slechts één nieuw bladmos, *Habrodon perpusillus* kon worden opgetekend.

Wellicht was pas na 2010 de algehele luchtkwaliteit zo verbeterd dat diverse sterk SO₂-gevoelige korstmossen zich eindelijk ook konden gaan vestigen. De mossen hadden zich mogelijk al eerder gevestigd vanwege een geringere gevoeligheid voor zwaveldioxide. Wat ook meespeelt is dat in Nederland korstmossen met *Trentepohlia*-algen als fotobiont recentelijk sterk toenemen door de opwarming van het klimaat.

Veranderingen in acidofytische en nitrofytische korstmossen

De hoge mate van SO₂-vervuiling zorgde er in het verleden voor dat de van nature basische schors van wilgen een zuurder karakter kreeg. Als gevolg hiervan kwamen er in de periode 1984-1990 veel acidofytische, zuurminnende mossen en korstmossen voor in de Biesbosch (Figuur 5). In die periode waren *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes* en *Hypogymnia tubulosa* nog algemeen en kwamen in mindere mate ook *Platismatia glauca*, *Parmelia saxatilis*, *Pseudevernia furfuracea* en *Usnea*'s voor. Zelfs enkele landelijk zeldzame acidofyten zoals *Bryoria* spp., *Vulpicida pinastris* en *Tuckermannopsis chlorophylla* zijn toen gevonden. Naar mate de SO₂-vervuiling afnam verdwenen ook de acidofyten, en al de bovengenoemde soorten zijn na 1990 niet of nauwelijks meer in de Biesbosch waargenomen. Niet in Figuur 5 weergegeven, maar parallel aan acidofytische korstmossen zijn ook vele, uitgesproken acidofytische blad- en levermossen omstreeks 1990 verdwenen, waaronder diverse zeldzame, bijvoorbeeld *Antitrichia curtipendula*, *Cynodontium polycarpon*, *Dicranum montanum*, *Dicranum tauricum*, *Hedwigia ciliata*, *Hypnum jutlandicum*, *Pleurozium schreberi*, *Frullania tamarisci* en *Ptilidium pulcherrimum*.

Het aantal soorten nitrofytische, stikstofminnende korstmossen is over de hele periode relatief weinig veranderd (Figuur 5). Zelfs in de periode met SO₂-vervuiling was er dus voldoende rijke schors aanwezig waar stikstofminnende korstmossen zich konden handhaven. Wel zijn er verschuivingen geweest in welke nitrofyten er in het gebied voorkomen. Zo zijn *Physcia tenella*, *Polycauliona candelaria* en *Polycauliona polycarpa* gedurende de onderzoeksperiode van bijna 40 jaar sterk afgenomen of zelfs recent verdwenen, maar wordt deze afname deels gecompenseerd door een toename van andere nitrofyten zoals *Physcia adscendens*, *Phaeophyscia orbicularis* en *Xanthoria parietina*. Deze veranderingen komen overeen met de veranderingen die worden waargenomen in het landelijke epifytenmeetnet (monitoring op zomereiken).

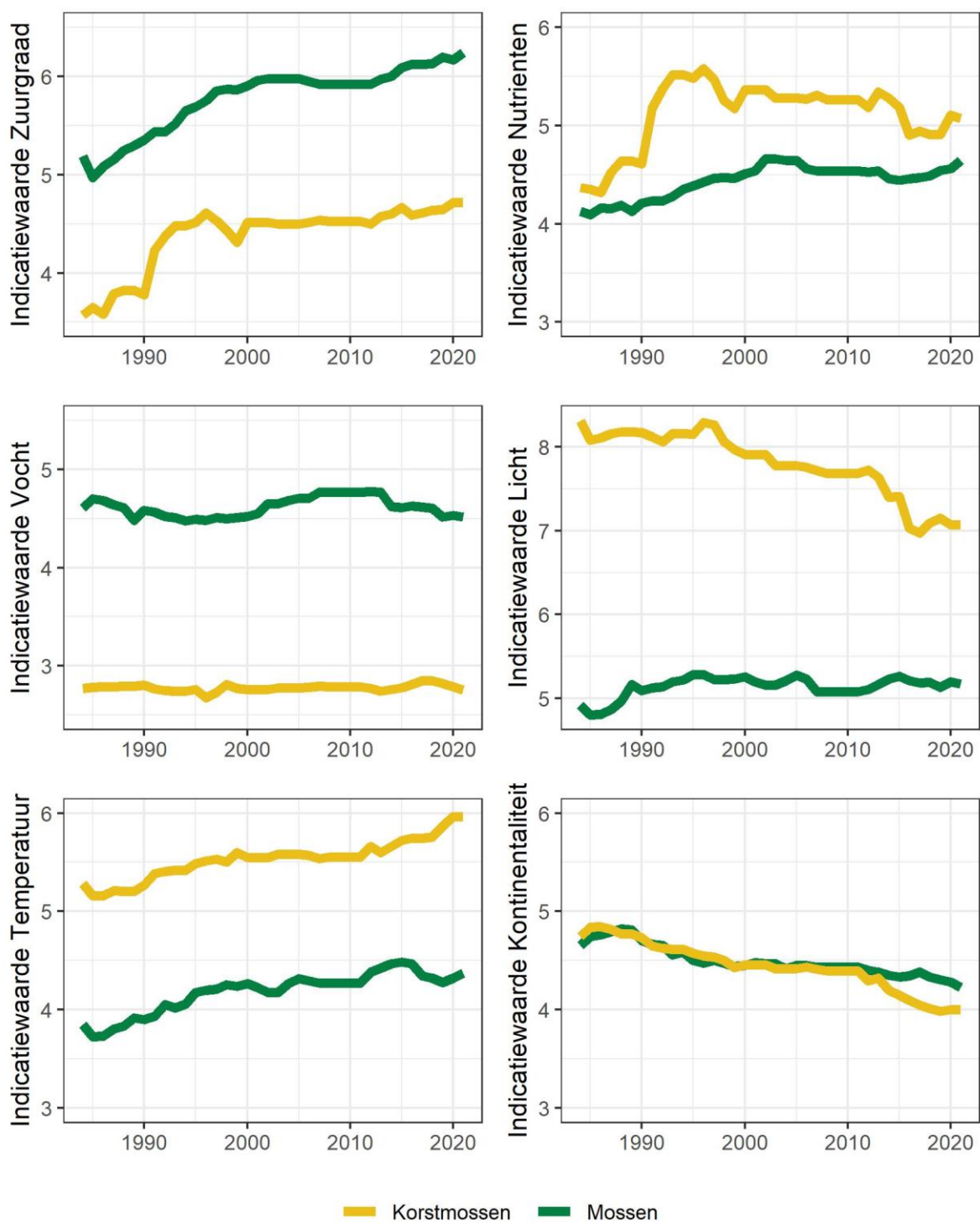


Figuur 5. Het aantal soorten zuurminnende en het aantal stikstofminnende korstmossen (soortenlijst met typische soorten volgens van Herk, 2001) in de Biesbosch.

Veranderingen in indicatiewaarden

De volgende veranderingen lijken te zijn opgetreden in de gemiddelde indicatiewaarden voor de mos- en korstmosflora van de Biesbosch in de periode 1984-2021 (Figuur 6, Bijlage A):

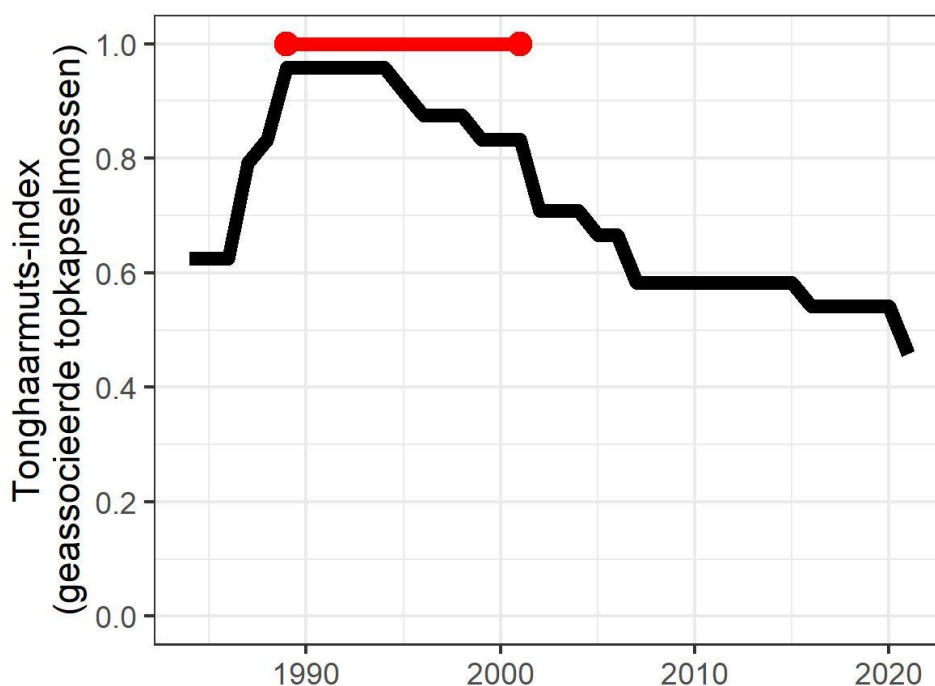
- **Zuurgraad:** Indicatiewaarde voor zuurgraad neemt voor zowel mossen als korstmossen toe, wat indiceert dat er steeds meer soorten groeien die een voorkeur hebben voor basisch substraat. De grootste sprong is rond 1990, wat het vrij plotseling verdwijnen van vele acidofytische korstmossen en blad- en levermossen reflecteert. Ook na 2010 lijkt er nog een lichte stijging. De schors is dus basischer geworden, vermoedelijk als gevolg van een afname van de SO₂ vervuiling.
- **Nutriënten:** Indicatiewaarde voor nutriënten nam vooral na de eerste periode van 10 jaar toe. Het milieu is de afgelopen decennia dus voedselrijker geworden, mogelijk als gevolg van stikstofdepositie.
- **Vocht:** Weinig verandering in indicatiewaarde voor vocht. Dit is eigenlijk een te grove parameter, waarbij een lineaire schaal geen recht doet aan de ecologische variatie die voor epifyten relevant is. Vele mossen en korstmossen, en zeker ook de Tonghaarmuts zijn niet zozeer gebonden aan relatief vochtige of droge omstandigheden, maar juist aan een periodieke afwisseling ervan. In de literatuur vonden we voor wisselvochtigheid geen uitgebreide gegevens.
- **Licht:** Niet gelijklopende trends voor mossen en korstmossen. Voor korstmossen neemt de indicatiewaarde voor licht af (meer schaduwtolerante bossoorten, mogelijk door het ouder worden van de wilgenbossen). Voor mossen is de indicatiewaarde na een kleine stijging rond 1990 stabiel. Wellicht is voor schaduwtolerante mossen, vergeleken met korstmossen het recente, oudere bos relatief gezien te droog. Voor fotosynthese moeten mossen geheel vochtverzadigd zijn, korstmossen kunnen dat ook bij onvolledige vochtverzadiging.
- **Temperatuur:** Indicatiewaarden voor temperatuur stijgen voor zowel korstmossen als mossen. Dit zal een effect zijn van de opwarming van het klimaat en het daardoor oprukken van zuidelijke soorten.
- **Continentaliteit:** Deze indicatiewaarde neemt gestaag af voor zowel mossen als korstmossen, er is een relatieve toename in Atlantische soorten en een afname in continentale soorten.



Figuur 6. Veranderingen in de indicatiewaarden Zuurgraad, Nutriënten, Vocht, Licht, Temperatuur en Continentaliteit in de periode 1984 tot en met 2021 in de Biesbosch. De punten zijn het gemiddelde van de waarden van alle in dat jaar gevonden soorten.

Veranderingen in soorten geassocieerd met Tonghaarmuts

Vrijwel alle soorten topkapselmossen die geassocieerd zijn met Tonghaarmuts (zie 3.2) kwamen begin jaren negentig in de Biesbosch voor, de periode waarin ook Tonghaarmuts voor het eerst verscheen (Figuur 7). Vanaf 1995 begon het aantal soorten af te nemen en in 2001 verdween ook de Tonghaarmuts. In de laatste jaren komen slechts nog ongeveer de helft van de begeleidende topkapselmossen op bomen in de Biesbosch voor. Deze trend wijst er dus op dat het algehele milieu niet alleen voor Tonghaarmuts, maar ook voor de hele mosgemeenschap waarin Tonghaarmuts voorkomt minder geschikt is geworden.



Figuur 7. Het verloop van de Tonghaarmuts-index in de Biesbosch. Op de y-as is het relatieve aantal soorten topkapselmossen weergegeven, waarbij een waarde van 1 betekent dat alle 24 soorten die met Tonghaarmuts geassocieerd worden in dat jaar in de Biesbosch voorkwamen. De rode balk geeft de periode aan waarin Tonghaarmuts in de Biesbosch voorkwam.

Welke factoren hebben het voorkomen van Tonghaarmuts in de Biesbosch bepaald?

Op basis van de floragegevens en bosontwikkeling zijn er (grofweg) vier verschillende 'epifyten-tijdperken' in de Biesbosch te onderscheiden:

- **1984-1990: Acidofyten.** In deze periode werden de wilgen in de Biesbosch beïnvloed door zure regen, en groeiden er - vooral in de oude griendbossen – op wilgen vele acidofyten die normaal gesproken alleen groeien op boomsoorten met zure schors zoals eik. In deze periode was er in de Biesbosch nog een groot oppervlak aan recent doorgeschoten hakgrienden ('jonge griendbossen'). Op jonge, meer gebufferde wilgenschors konden zich hier toen ook al meer 'neutrale' epifyten vestigen zoals *Cryphaea heteromalla* en *Radula complanata*. Halverwege deze periode verschenen in de jonge bossen ook al enkele nieuwe Haarmutsen zoals *Orthotrichum patens*, *O. pumilum*, *O. speciosum* en *O. tenellum*.

- **1990-2000: Haarmutsen.** In deze periode verdween een groot deel van de acidofyten, en ongeveer tegelijkertijd verschenen Tonghaarmuts en met Tonghaarmuts geassocieerde soorten. Dit is voor wat betreft haarmutsen de rijkste periode, met wel 11 tot maximaal 14 soorten per jaargang. In deze periode beginnen ook de rond 1970 verwilderde 'jonge' griendbossen te verouderen. Het areaal jong (12- tot 20-jaar oud) griendbos is sterk gekrompen.
- **2000-2010: Soortenarm.** In deze periode verdwenen Tonghaarmuts en diverse andere zeldzame haarmutsen, maar tegelijkertijd was er nog nauwelijks een toename in andere groepen. In het gehele tijdvak is dit de soortenarmste periode. Bijna alle griendbossen zijn al relatief oud (ouder dan 30 jaar). In de griendbossen begint (als gevolg van stormen, bijvoorbeeld die van 1990) verjonging door middel van regeneratietakken al wel op gang gekomen. Het areaal jong griendbos is nog verder geslonken.
- **2010-nu: Korstmosrijk.** In het meest recente decennium is er een sterke toename van epifytische korstmossen. Enerzijds komt dit wellicht door klimaatverandering (we zien landelijke ook een toename van soorten met *Trentepohlia-algen*) en een verdere afname van luchtvervuiling. Anderzijds ook door het structuurrijker worden van de oude wilgenbossen, met meer staand, dood hout en met jonge regeneratietakken. De totale soortenrijkdom stijgt, maar de afname in het aantal soorten bladmossen blijft doorzetten. Aan het einde van deze periode komen nog slechts 6 à 7 haarmuts-soorten buitendijks op wilg in de griendbossen voor. Er zijn bijna geen jonge griendbossen meer.

Een samenspel van factoren lijkt het verschijnen en weer verdwijnen van de Tonghaarmuts in de Biesbosch te hebben bepaald.

De Biesbosch was in de 20^e eeuw lange tijd nog vooral een cultuurgebied, waar vrijwel alle grienden periodiek werden gehakt. Opgaand bos bestond toen niet. En in de tweede helft van de 20^e eeuw was er net als elders in Nederland ook een sterke luchtverontreiniging met SO₂. De Grienden van de Dood en de St.-Jansplaat waren in de Biesbosch omstreeks 1950 de eerste grienden die verwilderden. Eind jaren zestig vestigden zich in deze jonge griendbossen nog vooral zuurminnende soorten, met als bijzonderheden o.a. *Antitrichia curtipendula* en *Usnea* spp. (van Zanten & During 1970).

Na 1970, na het wegvallen van het getij werden bijna alle hakgrienden van de Biesbosch aan hun lot overgelaten. Zo ontstond er na 1980 een enorm groot oppervlak aan jong griendbos, dat kansen bood aan vele pioniersoorten om zich te vestigen. In het begin was het milieu door SO₂-vervuiling waarschijnlijk nog te zuur voor vestiging van haarmutsen en diverse andere neutro- tot basifytische epifyten. Zo werden in de periode 1984-1987 gemakkelijk herkenbare soorten zoals *Leucodon sciuroides*, *Orthotrichum obtusifolium* (op één tak in 1984), *O. pumilum*, *O. speciosum*, *O. tenellum*, *Syntrichia papillosa* en *Candelaria concolor* nog (vrijwel) niet aangetroffen. *Xanthoria parietina*, nu uiterst algemeen, werd op een BLWG-excursie in 1984 zelfs in het geheel niet gezien (During, 1985).

Doordat in de loop van de jaren tachtig de hoeveelheid zwaveldioxide in de lucht verder afnam, konden steeds meer voor dit toxische gas gevoelige soorten zich vestigen, waaronder ook Tonghaarmuts. Overigens moet voor de eerste kolonisatie van Tonghaarmuts ook enig geluk of toeval een rol gespeeld hebben. Deze soort was in 1989 (van der Pluijm, 1991) niet alleen nieuw voor de Biesbosch, maar ook voor Nederland en heel NW-Europa. Waarschijnlijk is toen een afstand van maar liefst 500 tot 700 kilometer

overbrugd vanuit bronpopulaties in het Centraal Massief in Frankrijk of het Zwarte Woud in Duitsland.

Het is lastiger om te verklaren waarom Tonghaarmuts na 2001 niet meer in de Biesbosch is aangetroffen. Spontaan lokaal 'uitsterven' is niet uitgesloten. Deze haarmuts is net als vele andere pioniersoorten kortlevend en wordt van nature vaak binnen 2 tot 4 jaar weer verdrongen door sterkere nieuwkomers, zoals het slaapmos *Hypnum cupressiforme*. De soort moet eigenlijk steeds nieuwe, nabije groeiplaatsen kunnen vinden.

De groeiomstandigheden lijken echter ook veranderd. De Tonghaarmuts was in het gebied aanwezig tussen 1989 en 2001. Als we kijken na 2000, toen de Tonghaarmuts uit de Biesbosch verdween, dan zijn het (afgezien van de dalende trend bij korstmossen voor de indicatiewaarde licht) vooral de indicatiewaarden temperatuur en continentaliteit die het meest veranderden (resp. stegen en daalden). Gedurende de jaren negentig nam voor bladmossen ook de gemiddelde indicatiewaarden voor zuurgraad en voedselrijkdom toe. In mindere mate stegen deze indicatiewaarden verder tijdens het laatste decennium. De veranderingen in de mos- en korstmosflora lijken vooral aan te geven dat het in de Biesbosch sinds de jaren negentig 'basischer', 'voedselrijker', 'warmer' en 'atlantischer' is geworden, en dat dit negatief kan hebben uitgekapt voor de Tonghaarmuts. Sommige indicatiewaarden zijn met elkaar gecorreleerd. Door stikstofvervuiling wordt schors zowel basischer als voedselrijker, en het meer Atlantische klimaat wordt onder andere gekenmerkt door warmere winters. We bespreken hier drie potentiële hoofdoorzaken voor het verdwijnen van Tonghaarmuts uit de Biesbosch in meer detail: (1) het op grote schaal verdwijnen van pionierbiotoop door het ouder worden van de bossen, (2) het meer basische en voedselrijkere milieu en (3) opwarming door klimaatverandering.

Beschikbaarheid van geschikt pioniersmilieu is afgenomen

De mogelijkheden voor Tonghaarmuts om zich te handhaven in de Biesbosch zullen na 2001 zeker kleiner zijn geworden door veroudering (>30 jaar sinds 1970) van de meeste griendbossen, waardoor pionierbiotopen op geringe hoogtes van 1 tot 4 meter schaarser zijn geworden. Geschikt biotoop is echter nooit helemaal verdwenen uit het gebied, want jonge verwilderingsstadia bleven ook daarna op kleine schaal voorhanden (en zijn ook onderzocht), en oude griendbossen verjongen zich tegenwoordig op grote schaal met regeneratietakken. Ook jonge wilgenstruwelen zijn steeds in de Biesbosch aanwezig gebleven. Hoewel het verouderen van de wilgenbossen de algehele kans voor Tonghaarmuts om zich te hervestigen in de Biesbosch dus zeker kleiner heeft gemaakt, moeten er ook andere oorzaken zijn geweest waardoor Tonghaarmuts niet meer verscheen in de huidige bossen en struwelen.

Het milieu is te basisch en voedselrijk

Een tweede verklaring waarom Tonghaarmuts niet meer in de Biesbosch wordt aangetroffen, kan zijn dat schors van de dominante aanwezige boomsoort, de schietwilg (van nature of door ammoniakvervuiling) tegenwoordig te basisch en te voedselrijk is geworden. En dat terwijl Tonghaarmuts vooral neutrale, iets voedselarmere schors lijkt te prefereren. De verandering in de indicatiewaarde zuurgraad is waarschijnlijk ook nog groter dan uit Figuur 4 blijkt. In het laatste decennium zijn diverse vroeger algemene, 'neutrale' tot 'zure' epifyten nog wel in het gebied aangetroffen (en dus in de berekening van de gemiddelden meegenomen), maar steeds minder op de dominante, 'te basische' schietwilgen. Zulke soorten zoals *Orthotrichum striatum*, *Orthotrichum lyellii*, *Ulota crispa*, *U. bruchii*, *Dicranoweisia cirrata*, *Evernia prunastri*, *Hypogymnia* spp. en *Hypotrachyna revoluta* groeien nu (schaars) vooral nog op Duitse dot, es, eik, zwarte els, zoete kers en

lijsterbes. Vaak gaat het dan wel om nog erg jonge schors, met wellicht een relatief hogere pH dan die van oudere stammen van deze boomsoorten. Als alleen naar de overheersende draagboom schietwilg was gekeken, was de indicatiewaarde zuurgraad vermoedelijk sterker gestegen na 2000. Omdat er in de Biesbosch relatief gezien maar weinig bomen met een meer neutrale schors zoals es, zwarte els en eik beschikbaar zijn, zijn de kansen voor hervestiging ook hierdoor niet zo groot. De voorkeur van Tonghaarmuts voor iets neutrale schors zou ook kunnen verklaren waarom de soort de laatste twee decennia ook landelijk nauwelijks meer in wilgenbossen is gevonden, maar nog wel regelmatig op essen en zelfs in eikenaanplanten.

Door klimaatverandering is het te warm geworden

Afgenomen 'wisselvochtigheid' in de Biesbosch is een derde potentiële verklaring voor het wegblijven van Tonghaarmuts op schietwilgen en ook op andere, meer geschikte draagbomen. Dit kan samenhangen met de opwarming van het klimaat die rond 2000 inzette. Tegelijkertijd spelen waarschijnlijk ook lokale waterhuishoudkundige omstandigheden van het gebied een rol.

Voor vele haarmutsen, waaronder Tonghaarmuts is wisselvochtigheid - een regelmatige afwisseling van vochtige en kurkdroge momenten - van essentieel belang. Als de omstandigheden te droog zijn, is groei of vestiging onmogelijk. Terwijl bij constant vochtige omstandigheden concurrentiekrachtigere slaapmossen een plek snel kunnen overnemen, of vindt aantasting door schimmels plaats. Een strikt atlantisch klimaat is daarom voor veel haarmutsen ongeschikt. Zo komen in het oceanische Ierland slechts 13 soorten voor, tegenover 25 in Nederland en 35 in Spanje. In atlantische streken is het relatief gezien te langdurig vochtig, en ook periodiek 'droogschroeien' van de stammen vindt onvoldoende plaats. Vele achteruit gegane haarmutsen en kroesmossen hebben dan ook vaker een mediterraan-montane verspreiding, in streken waar wisselvochtigheid wel gegarandeerd is. Sterk mediterraan, 'altijd warm', is ook weer niet ideaal. In Zuid-Duitsland is ook gebleken dat Tonghaarmuts een voorkeur heeft voor locaties die 's nachts sterk afkoelen (Lüth, 2010).

In een opwarmend klimaat neemt bij hogere temperaturen, bij een gelijke relatieve vochtigheid het dampverzadigingstekort in de lucht exponentieel toe (Barkman, 1958). Pollen en kussens van mossen drogen dan veel sneller uit. Droge periodes zijn dan ook tegenwoordig in de Biesbosch zeker wel gegarandeerd. Maar door hogere temperaturen zijn de eveneens vereiste vochtige periodes nu minder vanzelfsprekend. En mosplanten drogen dan niet alleen overdag sneller uit, ook is er bij een geringere nachtelijke afkoeling minder kans op dauwvorming. Dauw is naast regen een belangrijke bron van water voor mossen, en alleen in geheel opgefriste toestand zijn haarmutsen in staat tot fotosynthese en groei. We denken bovendien dat de Biesbosch op microklimaat-niveau een eigen positie inneemt. Vrijwel al het buitendijkse land in de Biesbosch is fijnmazig omgeven en doorsneden door rivierwater. Dit rivierwater is aangevoerd oppervlaktewater, en kan door de ondiepte en geringe stroming in het gebied ook relatief gemakkelijk opwarmen. Het alom aanwezige 'lauwe' water kan weleens een sterk nivellerende werking hebben op het verschil tussen dag- en nachttemperaturen, waarbij mist en dauwvorming in frequentie kunnen zijn afgenomen.

Waarom komt Tonghaarmuts nog wel buiten de Biesbosch voor?

De afgenomen rijkdom van blad- en levermossen op jonge bomen sinds 2000 zoals geconstateerd in de Biesbosch, lijkt geen landelijk verschijnsel. Integendeel, elders in Nederland floreren sindsdien nog soorten als *Orthotrichum lyellii*, *O. striatum*, *O. stramineum*, *Ulota crispa* en *U. bruchii*, hoewel inmiddels bijvoorbeeld soorten als *Ulota coarctata* en *Orthotrichum scanicum* na een aanvankelijke toename, ook weer sterk achteruit zijn gegaan of zelfs verdwenen. Tonghaarmuts is, zoals blijkt uit Figuur 3 in de laatste twee decennia nog wel elders in Nederland gevonden, o.a. in nieuwe woonwijken, parkachtige landschappen en jonge eikenaanplanten. Landelijk gezien zijn de omstandigheden voor hervestiging van Tonghaarmuts dus blijkbaar nog enigszins geschikt. Overigens is de soort na 2012 nog slechts op een tweetal bomen in Nederland gevonden.

De omstandigheden op microklimaatniveau zijn in laatstgenoemde biotopen waarschijnlijk geschikter dan in de Biesbosch door het op grote schaal voorhanden zijn van draagbomen met een meer geschikte, neutralere schors, en het door bebouwing beschutte (maar niettemin goed belichte) karakter van de standplaatsen, waardoor een sterke opwarming overdag, wordt afgewisseld met afkoeling en vochtigheid in de nacht en ochtend.

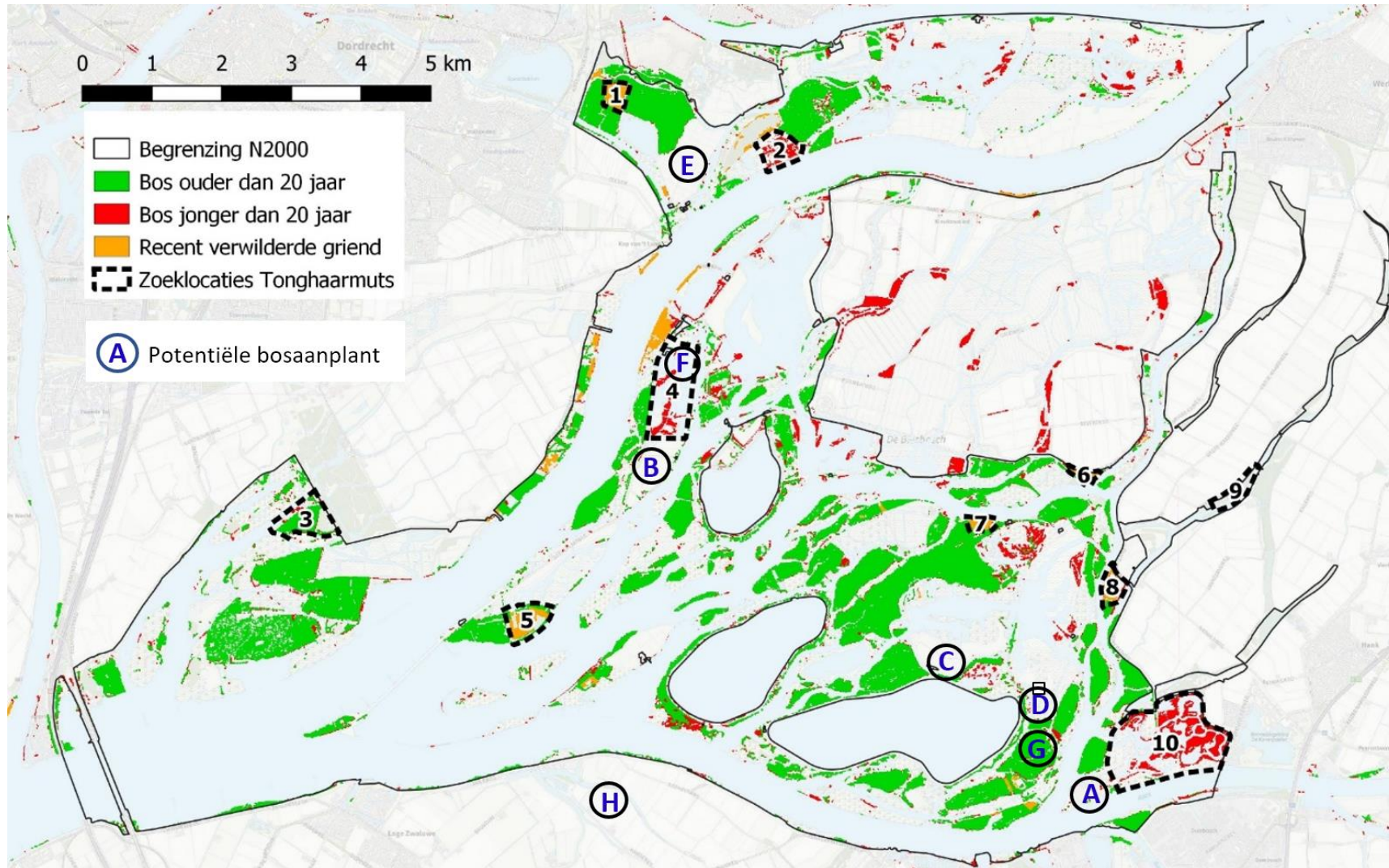
3.4 Kanskaart

De kanskaart (Figuur 8) laat de veranderingen in bossen van de Biesbosch zien tussen 1996-1998 (1^e cyclus RWS) en 2012-2018 (4^e cyclus RWS). De groene oppervlaktes zijn bossen waarin tussen de 1^e en 4^e cyclus geen verandering is opgetreden. Dit betreft dus vrijwel allemaal ooi- en vloedbos dat al ouder is dan 25 jaar, en is in het algemeen weinig kansrijk voor het vinden van nieuwe groeiplaatsen van Tonghaarmuts. De rode gebieden zijn plekken waar tussen deze perioden nieuw bos is ontstaan, dit kunnen struwelen zijn, of meer opgaande bossen zoals Aakvlaai en Oude Kat. De oranje bossen waren in de 1^e cyclus nog hakgrienden, maar zijn in de 4^e cyclus geclassificeerd als natuurlijk bos. De rode en oranje locaties zijn dus nog relatief jonge bossen in het gebied, en vormen potentieel nog geschikte groeiplaatsen voor Tonghaarmuts.

Aan de hand van deze kanskaart zijn tien locaties gekozen als mogelijke zoeklocaties voor Tonghaarmuts in het voorjaar van 2022: 1. Sterling, 2. Oude Kat, 3. Hooge Biezenplaat, 4. Jantjesplaat, 5. Deenepolder, 6. Voormalig griend oost van Vijf Ambachten, 7. Driessen Hennip, 8. Boven Hennip, 9. Bakkerskil, 10. Aakvlaai (Figuur 8).

De meeste zoeklocaties zijn 'oranje' en 'rode', jonge bossen. Daarnaast zijn opgenomen de Hooge Biezenplaat (vanwege de aanwezigheid van een groot wilgenstruweel) en Bakkerskil (de enige locatie met hardhoutbos, wel binnendijs). De jonge bossen in de Noordwaard zijn niet aangemerkt als potentiële zoeklocatie. Ze zijn grotendeels laaggelegen, vaak zelfs 'verdronken', en daardoor moeilijk toegankelijk of ongeschikt. Ze liggen ook buiten het Natura 2000-gebied.

Naast deze tien locaties zijn ook de spaarbekkenrijken potentiële zoeklocaties. Aan de buitenvoet van de dijk zijn hardhoutsoorten zoals iep, es en esdoorn aangeplant. De brede, relatief koele kwelsloot eromheen zorgt hier wellicht ook voor een geschikt microklimaat. Een laatste potentiële zoeklocatie is De Elzen in de Nieuwe Dordtse Biesbosch, net buiten het Natura 2000-gebied. In dit grote boscomplex met deels hardhout zijn vrij recentelijk (2013) nog, tegenwoordig in het gebied zeldzame haarmutsen zoals *Orthotrichum pallens*, *O. patens*, *O. rupestre* en *O. stramineum* gevonden.



Figuur 8. Kanskaart Tonghaarmuts. Rode plekken zijn locaties met jong bos, en oranje plekken locaties met recent (minder dan 25 jaar geleden) verwilderde grienden. Tien zoeklocaties, kansrijk voor Tonghaarmuts, zijn op de kaart aangegeven met stippellijnen. Brongegevens: Rijkswaterstaat, Bewerking: BLWG. Ook zijn met letters enkele potentiële gebieden voor nieuwe aanplant aangeduid.

3.5 Resultaten veldwerk voorjaar 2022

Onderzochte gebieden

Eind 2021 en vooral in het voorjaar van 2022 is tien dagen gezocht in voor Tonghaarmuts kansrijke gebieden. De nummers corresponderen met de kanskaart (Figuur 8):

1. Sterling, 15-3-2022. Verwilderd wilgenvloedbos in de Sliedrechtse Biesbosch, met jong griendbos van schietwilg langs de buitenranden, en meer centraal met ouder struweel van Duitse dot en Gelderse roos.
2. Oude Kat, 7-3-2022. Oorspronkelijk een populierenbos met gemengde ondergroei, aangeplant in 1960 door een verzekeringsmaatschappij in de landbouwpolder Oude Kat in de Sliedrechtse Biesbosch. De populieren zijn in 1994 voor het merendeel geveld, waarna zich vanuit de gespaarde onderbegroeiing van de aanplant een zeer gevarieerd bos heeft ontwikkeld met o.a. Populier, Zwarte els, Es, Boswilg, Canadese kornoelje, Grauwe wilg en Schietwilg (Figuur 10).
3. Hooge Biezenplaat, 28-2-2022. In de Dordtse Biesbosch. In het westen een vrij oud griendbos met Schietwilg, waarvan vooral zijn bekeken de hier ook voorkomende oude exemplaren van Es, Esdoorn en Witte els. Ook is onderzocht het struweel met lage Duitse dot-struiken aan de oostzijde van het griendbos.
4. Jantjesplaat, 18-3-2022. Een voormalige, deels afgegraven landbouwpolder, sinds 2013 met jonge aanplant van o.a. Populier, Schietwilg en Zwarte els.
5. Deenepolder. Niet recent bekeken, reeds bezocht in 2015.
6. Steenen Muur, 26-3-2021 en 18-3-2022. Een van de zeer weinige, nog jonge verwilderingsstadia van hakgrienden in de Biesbosch. Met delen die verwilderd zijn sinds 2015 (7 jaar oud) en sinds 2006-2008 (13-16 jaar oud).
7. Driessen Hennip. Niet recent bekeken. Eerdere inventarisaties gedaan in 2010, 2011, 2016 en 2017. Het grootste deel is behoorlijk verouderd 25-30 jaar oud griendbos.
8. Boven Hennip, 8-12-2021 (struweel), 14-1-2022 (gemengde aanplant). Het zuidelijke, kleine deel is een laaggelegen struweel van Katwilg en Meidoorn. Het noordelijke, grootste deel is een populierenbos (geplant ca. 1992, Figuur 12), met hieromheen een gemengde aanplant van o.a. forse Zomereik, Zwarte els, Vogelkers en Es. In het populierenbos zijn met een ladder ook iets hogere stamdelen bekeken.
9. Bakkerskil, 7-1-2022. Dit binnendijkse hardhoutbos is aangeplant omstreeks 1970 in het kader van de grote ruilverkaveling 'Altena-West', in de Oostwaard van de Biesbosch. Het is een hoog opgaand, vrij droog bos met al dikke bomen van o.a. Es, Zomereik, Hazelaar, Boswilg, Spaanse aak, Vlier en Vogelkers (Figuur 11). In 2018 is een deel van de bomen, vooral Essen gekapt.
10. Aakvlaai, 28-1-2022 en 11-2-2022. In de voormalige landbouwpolders van De Steen bij Hank is in 2000 het recreatiegebied de Aakvlaai aangelegd, een 'mini-Biesbosch' met eilanden en kreken, dit ter compensatie van elders in de Biesbosch afgesloten vaarkreken. Op de eilanden heeft zich spontaan wilgenbos ontwikkeld, met als dominante boom schietwilg. Het zijn allemaal 'eenstammers' (Figuur 9), nooit door mensen gehakte wilgen. Plaatselijk is overigens wel de bever zeer actief als 'griendwerker'. Verdere boomsoorten in het bos en langs de rand o.a. Boswilg, Grauwe wilg, Zomereik, Duitse dot, Kornoelje, Meidoorn, Zachte berk, Esdoorn en Walnoot. Ook is bekeken een rij oude populieren langs een niet meer gebruikte asfaltweg langs de Verschurepolder, nu grenzend aan de Aakvlaai.

Veldwerkprotocol

In het veld zijn steeds soortenlijsten gemaakt van alle voorkomende mossen en korstmossen, met aantekeningen over hun standplaats (bostype, boomsoort, groeiplaats op tak, stam, doodhout of bodem). Dit leverde circa 1000 waarnemingen op die ontsloten zijn in de Nationale Databank Flora en Fauna (NDFD).

Om inzicht te krijgen in de standplaatsvoorkeuren van de gevonden epifyten, zijn alle waarnemingen - gemaakt op takken en stammen, het leefgebied van Tonghaarmuts – samengevat in Bijlage B, en geordend naar voorkomen op boomsoort. Alleen boomsoorten met een Tonghaarmuts-index hoger dan 5 soorten zijn opgenomen.

De gevonden soorten uit de Tonghaarmuts-index zijn nog apart samengevat in Tabel 1.

Resultaten en discussie

In geen van de geselecteerde, kansrijke gebieden is in 2021 en 2022 Tonghaarmuts aangetroffen.

Een van de biotopen waarin Tonghaarmuts tot 2001 in de Biesbosch voorkwam, was jong, tot ca. 20 jaar oud griendbos. De kans voor Tonghaarmuts om zich in dit - tegenwoordig zeer schaarse - biotoop opnieuw te vestigen, lijkt sterk afgenomen. Niet alleen werd de soort hier recent niet aangetroffen, ook het aantal gevonden soorten uit de Tonghaarmuts-index scoort met 6 erg laag.

In de jonge griendbossen Steenen Muur en Sterling, en in het jonge, spontane wilgenbos Aakvlaai komen van het geslacht *Orthotrichum* op schietwilg alleen *O. affine* en *O. diaphanum* algemeen voor, en daarnaast zeer schaars nog *O. pulchellum* en *O. tenellum*. Landelijk algemene pioniersoorten zoals *Ulota* spp., *Orthotrichum lyellii* en *O. striatum* vind je er niet. Ook opvallend afwezig zijn bijv. algemene blad- en struikvormige korstmossen van matig zure omstandigheden zoals *Parmelia sulcata*, *Melanelixia subaurifera*, *Hypotrachyna* spp., *Flavoparmelia caperata* en *Evernia prunastri*. Naast *Xanthoria parietina* zijn *Punctelia borreri* en *Physconia grisea* hier soms de enige forse bladlichenen op de takken. Opmerkelijk is het vrijwel exclusief, en soms talrijk voorkomen van *Cololejeunea minutissima*, *Physciella chloantha*, *Strigula taylorii* en *Strangospora deplanata* op schietwilg in jonge griendbossen en spontaan wilgenbos.

Ook op niet-Schietwilgen is Tonghaarmuts in 2021-2022 niet meer gevonden, maar sommige andere boomsoorten lijken niettemin momenteel nog wel geschikter. Zo zijn op Zwarte els, Duitse dot, Es en Populier (toenemend in deze volgorde) maximaal nog 12 Tonghaarmuts-indexsoorten aangetroffen. Zomereik scoort minder rijk, maar op deze draagboom konden ook relatief weinig waarnemingen worden gemaakt. Het rijkst aan Tonghaarmuts-begeleiders bleken o.a. een rij oude populieren langs de Aakvlaai, de populieren- en gemengde aanplant Boven Hennip, en het gemengde hardhoutbos van de Bakkerskil en de Oude Kat. Op populieren en essen werden bijv. nog af en toe soorten als *Orthotrichum lyellii*, *O. striatum*, *O. speciosum*, *Ulota bruchii*, *Ulota crispa* en *Ulota phyllantha* gevonden. Ook groeiden in deze biotopen soms nog goed ontwikkelde bladvormige korstmossen van matig zure omstandigheden zoals *Parmelia sulcata*, *Parmotrema perlatum*, *Hypotrachyna* spp. en *Flavoparmelia caperata*.

Als vermeldenswaardige bijvangsten in 2022 kunnen nog worden genoemd *Arthonia didyma*, op Es in het Bakkerskil-bos, *Candelariella xanthostigma* op Populier in de Aakvlaai en *Physcia stellaris* op een Duitse dot in de Hooge Biezenplaat. Dit zijn drie voor de Biesbosch nieuwe soorten. Gericht zoeken op es en eik leverde ook nieuwe vindplaatsen op van *Normandina pulchella*. Deze soort breidt zich in Nederland sterk uit, maar wordt in

de Biesbosch nauwelijks gevonden. Interessant was ook een tweede vondst van de oudbos-soort *Lecanora argentata* in het gebied. Bijzonder was ook dat in 2022 voor het eerst in de Biesbosch sporenkapsels bij *Zygodon viridissimus* en *Metzgeria furcata* zijn aangetroffen.

Tabel 1. Veldwerk 2021-2022, op takken en stammen aangetroffen mossen uit de Tonghaarmuts-index, geordend per boomsoort.

| Tonghaarmuts-index soorten: | Populier | Es | Duitse dot | Zwarte els | Boswilg | Zomereik | Schietwilg |
|---|-----------------|-----------|-------------------|-------------------|----------------|-----------------|-------------------|
| Bryum capillare | x | | x | | | | x |
| Ceratodon purpureus | | | | | | | |
| Dicranoweisia cirrata | x | | | | | | |
| Dicranum montanum | | | | | | | |
| Dicranum scoparium | | | | | | | |
| Orthotrichum affine | x | x | x | x | x | x | x |
| Orthotrichum diaphanum | x | x | x | x | x | x | x |
| Orthotrichum lyellii | x | x | x | x | x | | |
| Orthotrichum obtusifolium | | | x | | | | |
| Orthotrichum pallens | | | | | | | |
| Orthotrichum patens | | | | | | | |
| Orthotrichum pulchellum | x | x | x | x | x | x | x |
| Orthotrichum pumilum | | | | | | | |
| Orthotrichum rogeri | | | | | | | |
| Orthotrichum rupestre | | | | | | | |
| Orthotrichum scanicum | | | | | | | |
| Orthotrichum speciosum | x | | | | | | |
| Orthotrichum stramineum | | | | | | | |
| Orthotrichum striatum | x | x | | x | | x | |
| Orthotrichum tenellum | x | x | x | | | | x |
| Syntrichia papillosa | x | x | x | x | x | x | x |
| Ulota bruchii | x | x | | x | x | | |
| Ulota coarctata | | | | | | | |
| Ulota crispa | | x | x | x | x | | |
| Ulota phyllantha | x | x | | | | x | |
| Aantal Tonghaarmuts-indexsoorten | 12 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 6 |

Mossen en korstmossen inventariseren in de Biesbosch anno nu, is toch wel echt anders dan vroeger, en veranderingen lijken snel te gaan. Zo lijkt de pas in 2019 nieuw voor

Nederland ontdekte *Strangospora deplanata* zich explosief uit te breiden op Schietwilg, en werd nu ook gevonden op Vogelkers en Okkernoot. Andere nieuwe korstmossen zoals *Porina byssophila* en *Physciella chloantha* staan ook zomaar opeens op vele wilgen. De in 2020 beschreven *Hyperphyscia lucida* werd in het voorjaar van 2022 ook op vijf nieuwe locaties, op Populier, Wilg, Boswilg en Duitse dot gevonden. Een vochtminnend levermos als *Lophocolea bidentata* groeide in 1985 in de Biesbosch misschien wel op 'elke' wilgenstronk, maar werd in 2022 niet één keer meer aangetroffen. Zo'n soort kan op droge dagen (verschrompeld) over het hoofd gezien zijn, maar de invloed van een opwarmend klimaat lijkt steeds meer een bepalende factor.



Figuur 9. Jong, spontaan wilgenbos in de Aakvlaai. Foto: Arno van der Pluijm.



Figuur 10. Oude Kat, gemengde aanplant met o.a. Zwarte els. Foto: Arno van der Pluijm.



Figuur 11. Gemengde aanplant langs de Bakkerskil. Foto: Arno van der Pluijm.



Figuur 12. Populierenbos Boven Hennip. Foto: Arno van der Pluijm.

4. Beheeradvies

Voor een terugkeer van Tonghaarmuts in de Biesbosch zijn niet zomaar enkele pasklare, succes gegarandeerde beheermaatregelen voor te stellen. Het is sowieso een kortlevend pioniermos dat nooit permanent op vaste plekken aanwezig zal zijn. Herintroduceren zoals met de bever is gebeurd, heeft ook geen zin, mosplanten laten zich niet zaaien of uitplanten. Daar komt nog bij dat de omstandigheden die het voorkomen van Tonghaarmuts bepalen, voor een groot deel niet met lokaal beheer zijn te sturen. Zaken als luchtkwaliteit en klimaat zijn slechts op (inter)nationale of zelfs mondiale schaal te beïnvloeden.

De in het gebied dominant aanwezige schietwilg lijkt voor Tonghaarmuts onder de huidige klimatologische omstandigheden een minder geschikte draagboom. Een zinvolle beheermaatregel zou dan ook kunnen zijn, het bevorderen van hardhout-boomsoorten met een meer neutrale of zwak zure, en minder voedselrijke schors, waarop Tonghaarmuts zich beter thuis voelt.

4.1 Uitbreiding hardhoutbos

Een groter oppervlakte aan hardhoutbos kan gunstig zijn voor hervestiging van Tonghaarmuts in de Biesbosch. Een eventuele aanplant ervan kan echter beter niet plaatsvinden in bestaande zachthoutoobossen. Die hebben namelijk al een grote waarde voor mossen en korstmossen in algemene zin, buiten het ene belang van Tonghaarmuts om (zie par. 4.2). Op geschikte nieuwe locaties heeft spontane bosontwikkeling uit het oogpunt van natuurlijkheid de voorkeur. In de praktijk kiemen op kale bodems in bijvoorbeeld afgravingen echter meestal massaal 'zachthout'-soorten zoals wilg en populier. Hardhoutsoorten zijn dan veel schaarser of komen pas veel later in de successie. Er kan ook gekozen worden om hardhout aan te planten. Mossen en korstmossen zijn vaak goede verspreiders en vestigen zich vanzelf wanneer de ecologische micro-omstandigheden geschikt zijn. Het maakt niet uit of het bos als geheel kunstmatig is gecreëerd.

Een dichte aanplant van eik of es kan in de 'stakenfase' een tijdelijk geschikte plek voor Tonghaarmuts zijn. In de praktijk (bijv. het eikenbos het 'Beestenveld' in Noord-Brabant, voormalige vindplaats van Tonghaarmuts) blijken zulke bossen bij veroudering ook snel weer hun soortenrijkdom te kunnen verliezen. Een meer open, parkachtige opzet, waarbij bomen beschut staan maar toch over langere tijd goed belicht worden, biedt wellicht ook voor een langere termijn vestigingskansen. Gunstige factoren voor aanleg van hardhoutbos kunnen zijn:

- Intact laten van bestaande kades en dijken. Indien bijvoorbeeld een polder zou worden ingeplant, zorgen bestaande kades of dijken voor verlaagde windsnelheden en extra beschutting. Een binnendijs bos heeft de voorkeur boven een buitendijs bos. Het rivierwater kan beter geen toegang geboden worden, want dat heeft mogelijk een bufferende werking op de temperatuur.
- Een relatief open plantplan. Bij een open, parkachtige opzet, waarbij bomen op ruime afstand zijn geplant, zorgt instraling overdag voor periodieke droogte op de boomstammen, voor haarmutsen essentieel.
- Een maairegime instellen of begrazen (met koeien/schape(n)?) tussen de bomen. Bij handhaving van een korte vegetatie in het bos, zijn voor langere tijd ook op de basisdelen van de stammen pioniervegetaties van mossen mogelijk. Laag bij de grond worden de laagste nachtelijke temperaturen bereikt. In combinatie met bezonning overdag is er op lage stamdelen de grootste wisselvochtigheid. Eventuele begrazers moeten uiteraard niet in staat zijn om de bomen te vernielen.

- Aanplant op relatief laaggelegen bodems. Op laaggelegen plekken is er een sterkere nachtelijke afkoeling en verzamelt zich koude lucht. Op te laag gelegen bodems is bosontwikkeling uiteraard niet mogelijk, en bestaat een grote kans op 'verdrinken' van het bos.
- Indien mogelijk in stand houden of instellen van bemaling. Dan is ook bosontwikkeling op relatief lager gelegen bodems mogelijk.

In de afgelopen jaren is al bos aangeplant in de volgende gebieden. Dit bos kan zich in de komende jaren ontwikkelen ten gunste van epifytische mossen:

- Jannezand en omgeving
- Eiland van Dordrecht beneden de Zeedijk, in de Nieuwe Dordtse Biesbosch
- Noordwaard

Zoekgebieden voor nieuwe bosaanplant kunnen zijn (letteraanduiding op Kansenskaart, Figuur 8:

- A. Allardspolder
- B. Catharinapolder (parkachtig inrichting i.v.m. leidingenstraat)
- C. Polder Kwestieus, zuidelijk deel van de Turfzakken
- D. Polder de Plomp bij het Benedenste Jannezand.
- E. Otterpolder
- F. Bij de parkeerplaats op de Jantjesplaat
- G. St.-Jansplaat, het ontboste deel vanwege het leidingentraject
- H. Buiten de grenzen van Natura 2000-gebied: De Elzen en andere polders ten zuiden van de rivier de Amer.

4.2 Belang van behoud zachthoutoibossen in de Biesbosch

Onder de huidige omstandigheden, in een opwarmend klimaat lijken de kansen voor Tonghaarmuts in de Biesbosch iets groter in hardhoutbossen dan in zachthoutoibossen. Deze op grote schaal aanwezige zachthoutoibossen, eigenlijk griendbossen: bossen ontstaan uit wilgenhakgrienden hebben echter ook een grote bryologische en lichenologische waarde, buiten het vroegere voorkomen van de Tonghaarmuts om (Tabel 2). Sinds 2010 zijn in dit bostype ca. 227 soorten mossen en korstmossen gevonden. Dit is ongeveer het dubbele van het aantal dat is aangetroffen in hardhoutaanplantingen, struwelen en op (half-)vrijstaande bomen. Ook het aantal uitsluitend in zachthoutoibossen voorkomende soorten (56) en het aantal korstmossen van de Rode Lijst (19) is aanmerkelijk hoger. Een kanttekening hierbij is wel, dat het aantal waarnemingen in zachthoutoibossen ook groter is dan in andere bostypen.

Het op kunstmatige wijze omzetten van wilgenbos naar hardhoutbos (of evt. populierenaanplant) lijkt ons dan ook niet gewenst, beter kan een ongestoorde, natuurlijke bosontwikkeling afgewacht worden. En zoals eerder vermeld (paragraaf 3.1) lijkt een langzame toename van hardhoutsoorten plaatselijk ook vanzelf op gang te komen.

De Biesbosch herbergt enkele van de oudste zachthoutoibossen van NW-Europa. Deze 'wilgenjungles' herbergen een hoge biodiversiteit voor wat betreft mossen en vooral korstmossen. Dit komt door het steeds structuurrijker worden van het oudere bos, met steeds meer oude bomen (tot ca. 90 jaar), open plekken, poelen en wortelkluiten door omgewaaide bomen, plaatselijke verjonging, en meer stand dood hout.

Vele vroeger zeldzame, en ook landelijk nieuwe soorten blad-, lever- en korstmossen zijn na 1984 (terug-)gevonden in de Biesbosch. Ook is er in het afgelopen decennium een

spectaculaire toename gaande van atlantische en zuidelijke korstmossen, zoals bijv. *Phaeographis* spp., *Coniocarpon cinnabarinum*, *Physciella chloantha*, *Ramalina canariensis*, *Sporodoporon cretaceum*, *Strigula taylorii* etc. Ook korstmossen die kenmerkend worden geacht voor oude bossen verschijnen inmiddels, waaronder diverse *Chaenotheca*'s en (nog zeer beperkt) *Pertusaria* spp.

Recentelijk zijn zelfs twee korstmossen, *Chaenotheca biesboschii* en *Hyperphyscia lucida* nieuw voor de wetenschap beschreven uit oude zachthoutoibossen in de Biesbosch (Tibell et al., 2019; van der Pluijm, 2020). Deze soorten komen voor zover nu bekend nergens anders ter wereld voor (Figuur 13).

In de natste vloedbossen komen sinds kort ook leermossen (*Peltigera* spp.) epifytisch voor op wilgen, soms tot wel 3m hoog op takken (van der Pluijm et al., 2018). *Peltigera*'s zijn korstmossen met cyanobacteriën.

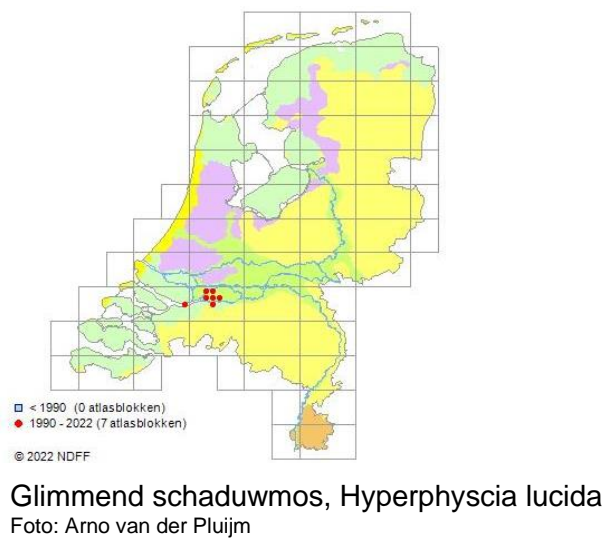
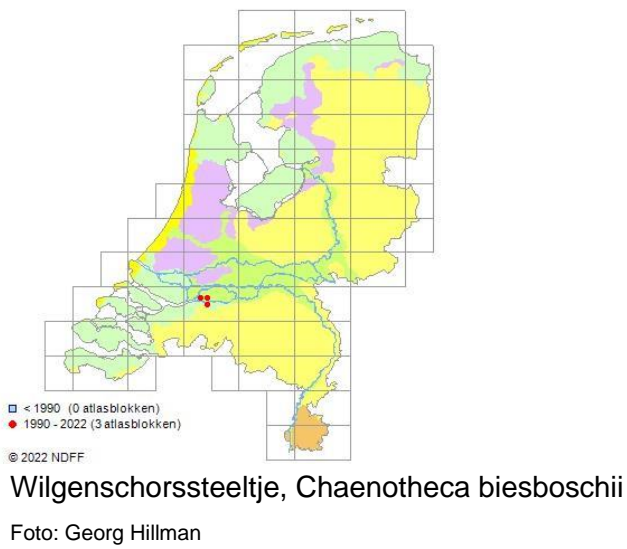
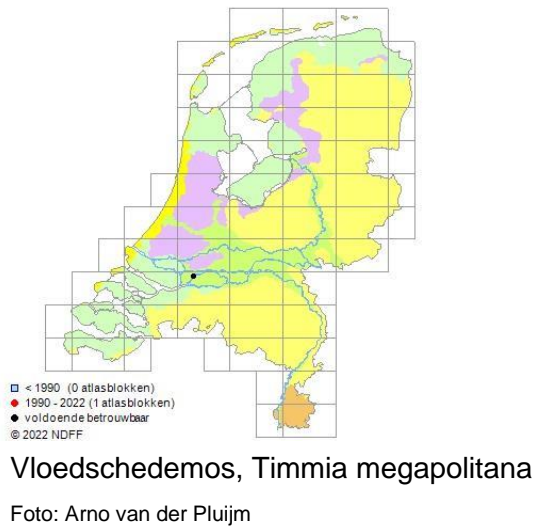
Van de bladmossen komt in de Sliedrechtse Biesbosch op twee locaties al decennialang Vloedschedemos (*Timmia megapolitana*) voor (van der Pluijm, 1993, Figuur 13). Dit forse mos is net zo iconisch voor het modderige zoetwatergetijdengebied als meer in het oog springende, hogere planten zoals Driekantige bies, Zomerklokje en Spindotterbloem. De soort heeft geen beschermde status, maar komt in heel Europa verder alleen nog voor in Engeland, ook op modderstammen in een zoetwatergetijdengebied (Porley & Ellis, 2002).

Ondanks het feit dat de bij Europese wet beschermde Tonghaarmuts waarschijnlijk dus niet meer in zachthoutoibossen van de Biesbosch voorkomt, willen we hier benadrukken dat de natuurwaarde van deze bossen voor mossen en korstmossen in algemene zin steeds belangrijker wordt, ook in internationaal perspectief. Het op grote schaal behouden van zachthoutoibos in de Biesbosch zou een hoge prioriteit moeten hebben. Niets doen lijkt daarbij het beste beheer.

Tabel 2. Biodiversiteit (aantal soorten) per bostype in de Biesbosch, in de periode 2010 - 2022 (cultuurgrienden: gegevens vanaf 1990).

| | Griendbossen buitendijks, zachthoutoibossen | Gemengde aanplant en populierenaanplant (+/- hardhoutoibossen) | Struwelen | (Half-)vrijstaande bomen | Spontane wilgenbossen | Cultuurgrienden |
|--------------------|---|--|------------|--------------------------|-----------------------|-----------------|
| Bladmossen | 96 | 45 | 53 | 38 | 33 | 39 |
| Levermossen | 12 | 6 | 10 | 2 | 10 | 6 |
| Korstmossen | 119 | 72 | 59 | 70 | 40 | 6 |
| Totaal | 227 | 123 | 122 | 110 | 83 | 51 |
| waarvan uniek | 56 | 6 | 7 | 2 | 1 | 0 |
| waarvan RL* | 19 | 7 | 8 | 4 | 3 | 0 |

* totaal aantal korstmossen van Rode Lijst (Aptroot et al. 2012).



Figuur 13. Afbeeldingen van bijzondere soorten in de Biesbosch

4.3 Mogelijk effect van Reuzenbalsemien op epifyten

Niet alleen luchtkwaliteit, bosstructuur en boomsamenstelling zijn bepalend voor de mos- en korstmosflora. Ook de ondergroei in het bos beïnvloedt, bijvoorbeeld door beschaduwing en regenafscherming de mosvegetatie van vooral boomvoeten, stronken en zelfs ook lagere takdelen. In de afgelopen decennia is in veel ooibossen van de Biesbosch de Reuzenbalsemien enorm toegenomen. We hebben het niet nader onderzocht, maar deze floraverschuiving heeft vermoedelijk weinig effect gehad op kenmerkende mossen en korstmossen op de wilgen, waaronder Tonghaarmuts. De Reuzenbalsemien wordt in principe ook niet hoger dan de ervoor al aanwezige, 1-3m hoge Grote brandnetel. Van groter belang is wellicht de verlenging van het groeiseizoen voor planten. Vroeger zakte de hoge vegetatie vaak al eind september of oktober in, na de eerste nachtvorsten. Tegenwoordig, met de veel zachtere winters door de opwarming van het klimaat, kun je als bryoloog je soms pas weer in december een weg door de jungle banen. Deze langer aanwezige ondergroei kan nadelig uitpakken voor lichtminnende mossen en korstmossen, die vooral fotosynthetisch actief zijn in het winterhalfjaar.

Een beperkte invloed op de mos- en korstmosflora is ook voorstelbaar van enkele zoogdieren in het gebied. Reeën zijn enorm toegenomen in de Biesbosch na het grotendeels wegvallen van het getij. Door hun begrazing kunnen ze de ondergroei in lichtrijke oude bossen kort houden, en ontstaat plaatselijk een grazig, parkachtig bos. De betekenis van de geïntroduceerde Bever is ambivalent. Enerzijds zorgt zijn knaagwerk op beperkte schaal voor verjonging van het bos, met nieuwe kansen voor pioniers zoals de Tonghaarmuts. Anderzijds heeft dit dier vaak een opvallende voorkeur voor het omknagen van nog maar schaars aanwezige boomsoorten met een meerwaarde voor epifyten, zoals Populier, Es en Eik.

5. Conclusies

De begroeiing van mossen en korstmossen op bomen in de Biesbosch is sterk van karakter veranderd sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw. Afname van luchtvervuiling door SO₂ en het verwilderen van de voormalige hakgrienden zorgden in de jaren negentig aanvankelijk voor optimale groeiomstandigheden voor Tonghaarmuts en andere ecologisch verwante topkapselmossen.

De Tonghaarmuts is bij intensieve, langlopende inventarisaties, na 2001 niet meer in de Biesbosch gevonden. Gezien ook de resultaten van aanvullend veldwerk in 2022 in kansrijke gebieden, lijkt de kans klein dat deze soort nog ergens in de Biesbosch voorkomt. Veroudering van de wilgenbossen, veranderingen in de luchtkwaliteit, overigens vaak ten goede, en opwarming van het klimaat, hebben een belangrijke rol gespeeld in het verdwijnen van Tonghaarmuts en andere topkapselmossen.

Bij voortzettende klimatologische ontwikkelingen is het ook onwaarschijnlijk, dat de soort duurzaam in de Biesbosch kan voorkomen. In oude zachthoutoibossen, het meest voorkomende bostype lijkt de kans op terugkeer van Tonghaarmuts nog het kleinst. Essen- iepenbossen, populierenaanplantingen en populierenlanen bieden iets meer perspectief. Beheermaatregelen zoals aanplant van deze bostypen, maar dan buiten de bestaande wilgenbossen zijn dan ook te overwegen.

Toch is er ook goed nieuws, want hoewel de kwaliteit van de bossen voor blad- en levermossen is afgenomen, hebben zich veel meer korstmossen in de oudere grienden gevestigd, waaronder soorten die als Verdwenen of Ernstig Bedreigd op de Rode Lijst (Aptroot et al. 2012) stonden.

6. Literatuur

- Aptroot, A., van Herk, C.M. & Sparrius, L.B. (2012). Basisrapport voor de Rode Lijst korstmossen. Buxbaumiella 92: 1-117.
- Barkman, J.J. (1958). Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Van Gorcum, Assen.
- Bijlsma, R.J., Weeda, E.J., van der Neut, J. & Sluiter, H. (2011). Het nieuwe Biesboschbos: van griend naar wentelwilgen en getijmoeras.
- Dienst Landelijk Gebied & Staatsbosbeheer 2017. Natura 2000-beheerplan Biesbosch (112). Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.
- During, H.J. (1985). De eendagsexcursie naar de Brabantse Biesbos. Buxbaumiella 17: 40-44.
- Hugonnot, V. (2008). Chorologie et écologie d'*Orthotrichum rogeri* Brid. en France. Cryptogamie, Bryologie 29: 275–297.
- Lüth, M. (2010). Ökologie und Vergesellschaftung von *Orthotrichum rogeri*. Herzogia 23: 121-149.
- Poncet, R., Hugonnot, V. & Vergne, T. (2015). Modelling the distribution of the epiphytic moss *Orthotrichum rogeri* to assess target areas for protected status. Cryptogamie, Bryologie 36: 3-17.
- Porley, R.D. & Ellis, R.W. (2002). *Timmia megapolitana* Hedw. (Bryopsida, Timmiales) new to the British Isles. Journal of Bryology 24: 151-156.
- Siebel, H. (2005). Indicatie waarden van mossen, BLWG.
- Sparrius, L.B., Aptroot, A. & van Herk, C.M. (2015). Ecologische indicatiewaarden voor korstmossen en een vergelijking met mossen en vaatplanten. Buxbaumiella 104: 18-24.
- Sparrius, L.B., van der Hak, D.D., Chrispijn, R., van der Meer, S., van der Pluijm, A., Timmerman, H.J. & Zielman, H.R. (2019). Important Plant Areas. Botanical biodiversity hotspots in the Netherlands. Plants, bryophytes, macrofungi and lichens. FLORON-rapport 2017.044: 1-160. FLORON Plant Conservation Netherlands, Nijmegen.
- Tibell, L., Tibell, S. & van der Pluijm, A. (2019). *Chaenotheca biesboschii* a new calicioid lichen from willow forests in the Netherlands. Lichenologist 51: 123-135.
- Van der Pluijm, A. (1991). Enkele voor Nederland nieuwe blad- en levermossen in de Biesbosch. Lindbergia 16: 28–34.
- Van der Pluijm, A. (1993). *Timmia megapolitana* Hedw. in the freshwater tidal area 'Biesbosch', the Netherlands. Lindbergia 17: 86–90.
- Van der Pluijm, A. (1995). De mos- en korstmosflora van de Biesbosch. Staatsbosbeheer, rapport 1995-3, Werkendam.
- Van der Pluijm, A., van Dort, K.W. & Boesveld, A. (2018). Leermossen (*Peltigera*-spp.) op wilgen in het zoetwatergetijdengebied. Buxbaumiella 111: 5-16.
- Van der Pluijm, A. (2020). *Hyperphyscia lucida* (Physciaceae, lichenized Ascomycota), a new species from willow forests in the Biesbosch, the Netherlands. Lindbergia 43, 2020: 1138.
- Van der Vaart, J. (2019). Mossen in de Dordtse Biesbosch 2012-2019. Buxbaumiella 116: 39-55.

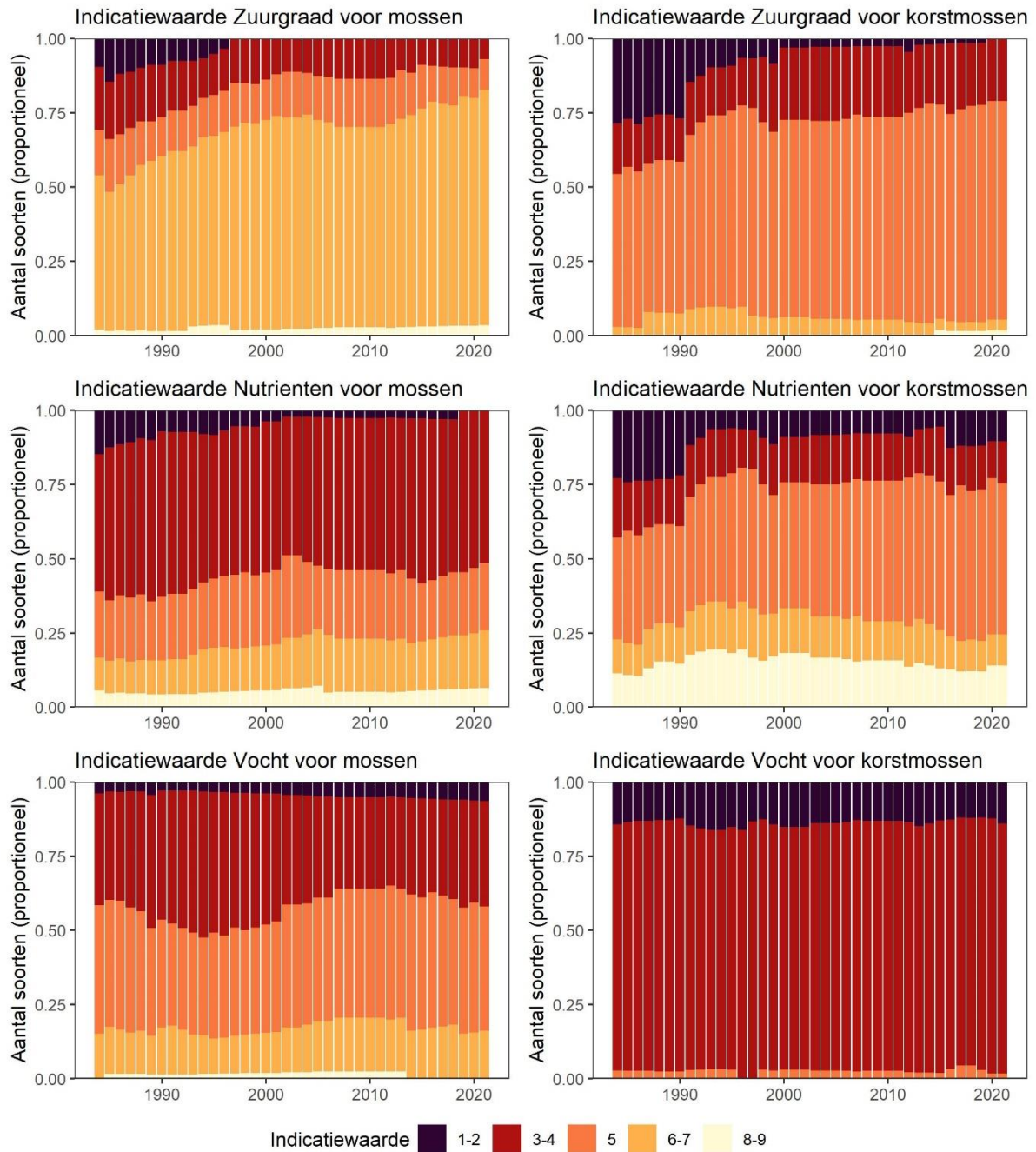
Van Dort, K.W. (2009). De Tonghaarmuts, rapport i.o.v. Dienst Landelijk Gebied.

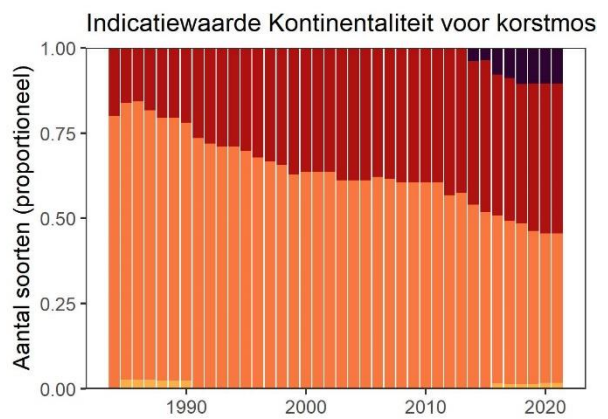
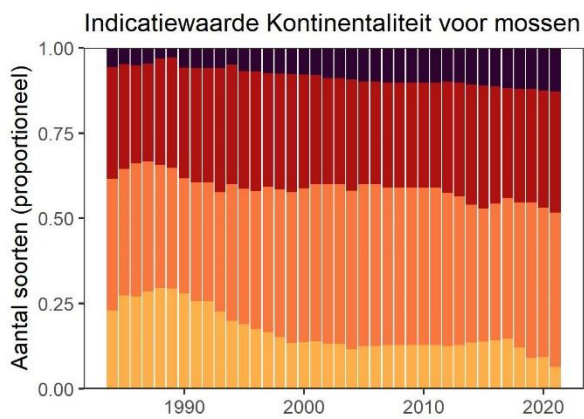
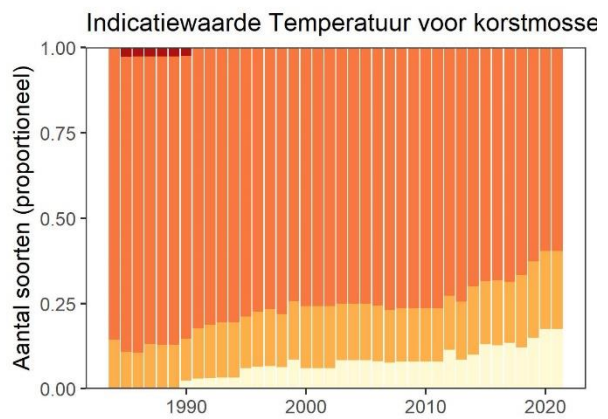
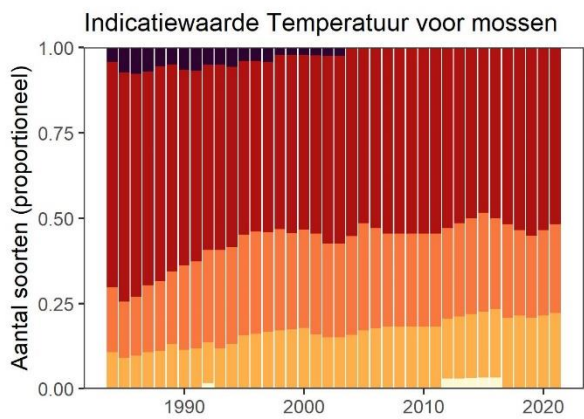
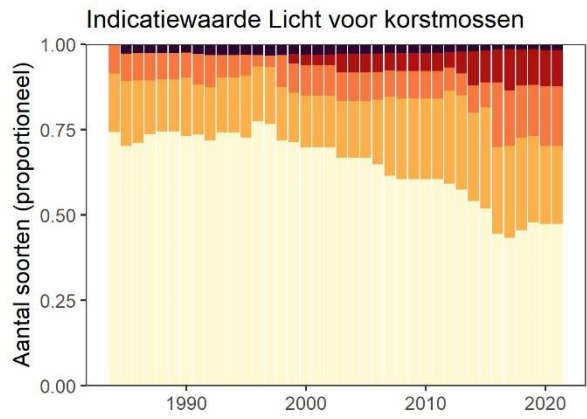
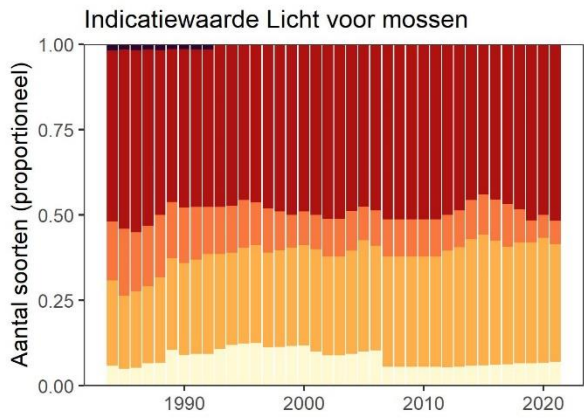
Van Herk, C.M. (2001). Bark pH and susceptibility to toxic air pollutants as independent causes of changes in epiphytic lichen composition in space and time. *Lichenologist* 33: 419-441.

Van Zanten, B.O. & During, H.J. (1970). De najaarsexcursie 1969 naar de Biesbosch en de Krochten en Lange Goren bij Zundert (N.B.). *Buxbaumia* 23: 30-55.

Bijlagen

Bijlage A: Verdeling indicatiewaarden per jaar





Indicatiewaarde 1-2 3-4 5 6-7 8-9

Bijlage B: Veldwerk 2021 en 2022, op takken en stammen gevonden mossen en korstmossen, geordend per boomsoort

Populier: vrijstaand, of aanplant, **Es:** in griendbos of aanplant, **Duitse dot:** spontaan, in griendbos of in struweel, **Zwarte els:** gemengde aanplant, **Boswilg:** spontaan of aanplant, **Schietwilg:** op jonge (regeneratie-)takken, spontaan of in griendbos, **Eik:** in aanplant.

| | Populier | Es | Duitse dot | Zwarte els | Boswilg | Zomereik | Schietwilg |
|---|-----------|-----------|------------|------------|----------|----------|------------|
| Tonghaarmuts-indexsoorten: | | | | | | | |
| <i>Bryum capillare</i> | x | | x | | | | x |
| (<i>Ceratodon purpureus</i>) | | | | | | | |
| <i>Dicranoweisia cirrata</i> | x | | | | | | |
| (<i>Dicranum montanum</i>) | | | | | | | |
| (<i>Dicranum scoparium</i>) | | | | | | | |
| <i>Orthotrichum affine</i> | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Orthotrichum diaphanum</i> | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Orthotrichum lyellii</i> | x | x | x | x | x | | |
| <i>Orthotrichum obtusifolium</i> | | | x | | | | |
| (<i>Orthotrichum pallens</i>) | | | | | | | |
| (<i>Orthotrichum patens</i>) | | | | | | | |
| <i>Orthotrichum pulchellum</i> | x | x | x | x | x | x | x |
| (<i>Orthotrichum pumilum</i>) | | | | | | | |
| (<i>Orthotrichum rogeri</i>) | | | | | | | |
| (<i>Orthotrichum rupestre</i>) | | | | | | | |
| (<i>Orthotrichum scanicum</i>) | | | | | | | |
| <i>Orthotrichum speciosum</i> | x | | | | | | |
| (<i>Orthotrichum stramineum</i>) | | | | | | | |
| <i>Orthotrichum striatum</i> | x | x | | x | | x | |
| <i>Orthotrichum tenellum</i> | x | x | x | | | | x |
| <i>Syntrichia papillosa</i> | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Ulota bruchii</i> | x | x | | x | x | | |
| (<i>Ulota coarctata</i>) | | | | | | | |
| <i>Ulota crispa</i> | | x | x | x | x | | |
| <i>Ulota phyllantha</i> | x | x | | | | x | |
| Aantal Tonghaarmuts-indexsoorten | 12 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 6 |

Overige Bladmossen:

| | | | | | | | |
|-----------------------------|---|---|---|--|--|--|---|
| <i>Amblystegium serpens</i> | x | x | x | | | | x |
|-----------------------------|---|---|---|--|--|--|---|

| | Populier | Es | Duitse dot | Zwarte els | Boswilg | Zomereik | Schietwilg |
|---------------------------------|----------|----|------------|------------|---------|----------|------------|
| <i>Brachythecium mildeanum</i> | x | | x | | | | x |
| <i>Brachythecium rutabulum</i> | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Brachythecium salebrosum</i> | | | | | x | x | x |
| <i>Cryphaea heteromalla</i> | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Grimmia pulvinata</i> | x | | | | | | |
| <i>Homalia trichomanoides</i> | | x | | | | | x |
| <i>Homalothecium sericeum</i> | x | x | | | | | x |
| <i>Hypnum cupressiforme</i> | x | x | x | x | x | | x |
| <i>Kindbergia praelonga</i> | x | x | | x | x | x | x |
| <i>Leptodictyum riparium</i> | | | x | | | | x |
| <i>Leskea polycarpa</i> | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Orthotrichum anomalum</i> | | | | | | | x |
| <i>Pylaisia polyantha</i> | x | x | x | | x | | x |
| <i>Rhynchostegium confertum</i> | | x | | | x | | x |
| <i>Syntrichia laevipila</i> | | | | | | | x |
| <i>Zygodon conoideus</i> | | x | x | | | x | x |
| <i>Zygodon viridissimus</i> | x | x | | | | x | x |

Levermossen:

| | | | | | | | |
|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Cololejeunea minutissima</i> | | | | | | | x |
| <i>Frullania dilatata</i> | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Metzgeria fruticulosa</i> | | x | x | x | | | x |
| <i>Metzgeria furcata</i> | x | x | | x | x | x | x |
| <i>Radula complanata</i> | x | x | x | | x | x | x |

Korstmossen:

| | | | | | | | |
|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| <i>Alyxoria culmigena</i> | x | x | x | | | x | x |
| <i>Alyxoria varia</i> | x | x | | | | | x |
| <i>Anisomeridium biforme</i> | | | | | | x | |
| <i>Anisomeridium polypori</i> | | x | | | | x | x |
| <i>Arthonia atra</i> | x | x | | x | | | x |
| <i>Arthonia didyma</i> | | x | | | | | |
| <i>Arthonia radiata</i> | x | x | x | x | x | x | |
| <i>Arthonia spadicea</i> | | | | x | | x | |
| <i>Bacidia laurocerasi</i> | | x | | | | | |
| <i>Bacidina delicata</i> | | | | | | | x |
| <i>Bacidina cf. mendax</i> | | | | | | | x |
| <i>Bacidina sulphurella</i> | | | | x | | | |
| <i>Buellia griseovirens</i> | | x | | | | | |

| | Populier | Es | Duitse dot | Zwarte els | Boswilg | Zomereik | Schietwilg |
|-----------------------------------|----------|----|------------|------------|---------|----------|------------|
| <i>Caloplaca obscurella</i> | | | | | | x | |
| <i>Candelaria concolor</i> | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Candelariella reflexa</i> | x | x | x | x | x | | x |
| <i>Candelariella vitellina</i> | x | | | | | | |
| <i>Candelariella xanthostigma</i> | x | x | | | | | |
| <i>Catillaria nigroclavata</i> | | x | | x | | x | |
| <i>Chaenotheca brachypoda</i> | x | x | | | | | x |
| <i>Cladonia fimbriata</i> | | x | | | | | |
| <i>Cliostomum griffithii</i> | | | | | | | x |
| <i>Dendrographa decolorans</i> | x | x | | | | | |
| <i>Diploicia canescens</i> | x | x | | x | | | x |
| <i>Enterographa crassa</i> | | x | | | | | x |
| <i>Evernia prunastri</i> | x | | x | x | x | | |
| <i>Flavoparmelia caperata</i> | x | | x | x | | | |
| <i>Fuscidea pusilla</i> | x | | | x | x | | |
| <i>Graphis scripta</i> | | x | | x | | | |
| <i>Halecania viridescens</i> | | x | | | | | |
| <i>Hyperphyscia adglutinata</i> | x | x | | x | x | x | x |
| <i>Hyperphyscia lucida</i> | x | | x | | x | | |
| <i>Hypotrachyna afrorevoluta</i> | | x | x | x | x | | |
| <i>Hypotrachyna revoluta s.s.</i> | | x | x | x | x | | |
| <i>Lecania cyrtella</i> | | | | | | | x |
| <i>Lecania naegelii</i> | | x | x | | | x | x |
| <i>Lecanora argentata</i> | | x | | | | | |
| <i>Lecanora barkmaniana</i> | x | x | x | x | x | | |
| <i>Lecanora carpinea</i> | x | x | | x | x | | x |
| <i>Lecanora chlorotera</i> | x | x | x | x | | x | x |
| <i>Lecanora expallens</i> | x | x | | | | x | x |
| <i>Lecanora horiza</i> | | x | | | | | x |
| <i>Lecidella elaeochroma</i> | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Lepraria finkii</i> | x | x | | | | x | x |
| <i>Lepraria incana</i> | x | x | | | | | x |
| <i>Melanelixia subaurifera</i> | | x | x | x | x | | |
| <i>Normandina pulchella</i> | | x | | | | x | |
| <i>Opegrapha vermicellifera</i> | x | x | | | | x | x |
| <i>Opegrapha vulgata</i> | x | x | | x | | x | x |
| <i>Parmelia sulcata</i> | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Parmotrema perlatum</i> | x | x | x | x | x | | x |
| <i>Phaeographis dendritica</i> | | | | x | | | |

| | Populier | Es | Duitse dot | Zwarte els | Boswilg | Zomereik | Schietwilg |
|-------------------------------------|----------|----|------------|------------|---------|----------|------------|
| <i>Phaeographis smithii</i> | | | | x | x | | |
| <i>Phaeophyscia orbicularis</i> | x | x | x | x | x | | x |
| <i>Phlyctis argena</i> | | x | | x | x | x | x |
| <i>Physcia adscendens</i> | x | x | x | x | x | x | x |
| <i>Physcia clementei</i> | x | | | | | | |
| <i>Physcia stellaris</i> | | | x | | | | |
| <i>Physcia tenella</i> | x | x | x | | | | |
| <i>Physciella chloantha</i> | | | | | x | | x |
| <i>Physconia grisea</i> | x | x | | x | x | | x |
| <i>Polycauliona phlogina</i> | x | | | | | | |
| <i>Porina aenea</i> | | x | | | | | x |
| <i>Porina byssophila</i> | | x | | | x | x | |
| <i>Pseudoschismatomma rufescens</i> | | x | | | | x | |
| <i>Psoroglaena stigonemoides</i> | | | | | | | x |
| <i>Punctelia borreri</i> | x | x | x | x | x | | x |
| <i>Punctelia jeckeri</i> | x | | x | | x | | |
| <i>Punctelia subrudecta</i> | x | x | x | x | x | | x |
| <i>Ramalina farinacea</i> | x | x | x | x | x | | x |
| <i>Ramalina fastigiata</i> | x | x | x | | x | | x |
| <i>Sporodophoron cretaceum</i> | | | | | | | x |
| <i>Strangospora deplanata</i> | | | | | | | x |
| <i>Strigula taylorii</i> | | | | | | | x |
| <i>Xanthoria parietina</i> | x | x | x | x | x | x | x |

| | Populier | Es | Duitse dot | Zwarte els | Boswilg | Zomereik | Schietwilg |
|----------------------------------|----------|----|------------|------------|---------|----------|------------|
| Totaal Tonghaarmuts-indexsoorten | 12 | 10 | 9 | 8 | 7 | 6 | 6 |
| Totaal Bladmossen | 23 | 22 | 18 | 13 | 15 | 13 | 23 |
| Totaal Levermossen | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 5 |
| Totaal Korstmossen | 39 | 51 | 25 | 33 | 28 | 23 | 40 |
| Totaal aantal soorten | 65 | 77 | 46 | 49 | 46 | 39 | 68 |

| | | | | | | | |
|----------------------------|-----|-----|----|----|----|----|-----|
| Totaal aantal waarnemingen | 125 | 168 | 67 | 76 | 82 | 46 | 278 |
|----------------------------|-----|-----|----|----|----|----|-----|