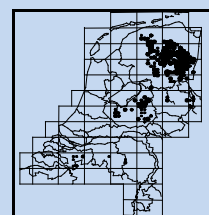




LON



adviesbureau voor
korstmosonderzoek

Monitoring van de effecten van ammoniak en klimaat op korstmossen in de provincie Drenthe, 1991 – 2022

C.M. van Herk

2023



Monitoring van de effecten van ammoniak en
klimaat op korstmossen in de provincie Drenthe,
1991 – 2022

Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (LON)

in opdracht van

Onderzoekcentrum B-Ware & Provincie Drenthe

C.M. van Herk

2023

omslag, boven, van links naar rechts:

Eikenmos (*Evernia prunastri*)
Bosschildmos (*Flavoparmelia caperata*)
Kopjes-bekermos (*Cladonia fimbriata*)
Klein dooiermos (*Polycauliona polycarpa*)

omslag, onder:

links: rij eiken in Wachtum met veel Lindeschildmos (*Parmelina tiliacea*)
midden: eik bij Ruinerwold met Groot dooiermos (*Xanthoria parietina*)
rechts: soortenrijke rij eiken bij Borger met veel Eikenmos (*Evernia prunastri*)

VOORWOORD

Dit rapport behandelt resultaten van de zesde ronde van het Drentse korstmossenmeetnet. De eerste ronde van dit meetnet is in 1989 gestart, en na 1991 is er gemiddeld genomen iedere zes jaar een herhalingsronde geweest (in 1998, 2004, 2010, 2016 en dus weer in 2022).

Korstmossen zijn zeer goede milieu-indicatoren. Zij reageren sterk op luchtverontreiniging en klimaatverandering. Vooral de sterke reactie op ammoniak (stikstof) heeft een belangrijke praktische betekenis. Sinds het begin van het meetnet heeft dit een rol gespeeld bij de erkenning en herkenning van het ammoniakprobleem.

Meetpunten liggen verspreid over de hele provincie, en bestaan steeds uit eiken, meestal tien bomen per meetpunt. Veelal zijn dit vrijstaande eiken langs wegen, waarbij alle soorten korstmossen die op de onderste twee meter van de stam groeien, per boom worden genoteerd.

Het meetnet bereikte in 2010 zijn maximale omvang met 579 meetpunten. In 2016 is het meetnet omgevormd naar een meetnet met nadruk op tijdreeksen in en rond Natura 2000 gebieden. Opgetreden veranderingen in en bij de Natura 2000 kunnen hierdoor beter worden geëvalueerd.

De gevonden resultaten zijn ontleend aan de aanwezige korstmossen en kunnen ondersteuning bieden aan het beleid van de provincie. Tegelijkertijd moet opgemerkt worden dat het stikstofbeleid op meer indicatoren is gebaseerd en een brede afweging vergt met alle beschikbare natuurinformatie.

Namens de provincie Drenthe werd het project begeleid door de heer Sipke Holtes (afd. Landelijk Gebied). Organisatorische begeleiding werd geleverd door de heer Piet-Jan Westendorp (Onderzoekcentrum B-Ware, Nijmegen). Graag dank ik hen voor hun inbreng.

Kok van Herk
Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (LON)
Wielewaal 42
3766 VC Soest
tel. 035-6018541
e-mail lonsoest@wxs.nl

INHOUDSOPGAVE		
	VOORWOORD	5
1	INLEIDING	9
1.1	Wat zijn korstmossen?	9
1.2	Relaties met het milieu	9
1.3	Het provinciale korstmossenmeetnet	10
1.4	Hoe wordt ammoniak met korstmossen vastgesteld?	11
1.5	Zonatie in en rond natuurgebieden	13
1.6	De rol van verkeer	13
1.7	Klimaat	15
1.8	Naamgeving	15
2	METHODE	16
2.1	Meetpunten	16
2.2	Welke graadmeters zijn onderzocht?	17
2.3	Rekenmethode	19
3	RESULTATEN	22
3.1	De hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW)	22
3.2	De hoeveelheid ammoniakgevoelige soorten (AIW)	30
3.3	De soortenrijkdom en -samenstelling	34
3.4	Rode Lijst-soorten	37
3.5	Het klimaat	41
4	INTERPROVINCIAAL	47
4.1	Ammoniakminnaars	47
4.2	Klimaat	48
5	DISCUSSIE	51
6	SAMENVATTING	53
7	CONCLUSIES en AANBEVELINGEN	56
8	LITERATUUR	58
	verspreidingskaarten van soorten, 1991-2022	62

BIJLAGEN:

1. Trendmatige veranderingen van de korstmossen, 1991-2022	70
2. Aantal waarnemingen en percentages per mos, 2016 -2022	75
3. Aantal waarnemingen en percentages per korstmos, 2016 -2022	76
4. Naamswijzigingen van korstmossen sinds 2016	80
5. Significantie van veranderingen, 2016 -2022	81
6. Significantie van veranderingen, 2010 - 2022	83
7. Regressies wegtype tegen NIW	85
8. Toelichting hoe graadmeters uitgerekend zijn	87

1 INLEIDING

1.1 Wat zijn korstmossen?

De benaming 'korstmos' suggereert dat we te maken hebben met een speciaal type mos, maar dat is niet het geval. Korstmossen vormen een samenleving tussen een schimmel en een alg (figuur 1.1). Zij zijn daardoor niet verwant aan echte mossen. Korstmossen groeien vooral op extreme standplaatsen: op kaal zand in de heide en de duinen, op steen van bestratingen en daken, en op de schors van bomen. Het voorkomen op de stam van bomen is het onderwerp van deze studie. We spreken dan van *epifytische* korstmossen, ofwel *epifyten*.

Korstmossen worden ook wel *lichenen* genoemd. Zij leven van de stoffen die in de lucht zitten. Er bestaan allerlei groeivormen, elk met een groot aantal soorten. De baardvorm is het meest ontwikkeld. Daarnaast bestaat de struikvorm, de bladvorm, de bekervorm, en de korstvorm. Eikenmos (zie omslag) is struikvormig, Bosschildmos en Klein dooiermos zijn bladvormig, en Fijn bekermos is, zoals de naam al zegt, bekervormig. In Nederland zijn ruim 750 soorten gevonden.

Figuur 1.1 Doorsnede door een bladvormig korstmos (50x). Van boven naar beneden zijn zichtbaar de bovenschors, een algenlaag, het merg, de onderschors en wortelachtige organen. Algen (met bladgroenkorrels) zitten alleen in de algenlaag, de overige lagen bestaan alleen uit de schimmel.



1.2 Relaties met het milieu

Korstmossen reageren sterk op veranderingen in het milieu. De uitstoot van zwaveldioxide (SO_2), die in de jaren '70 van de vorige eeuw zijn hoogtepunt bereikte, heeft veel korstmossen doen verdwijnen. Een deel van die soorten keerde terug toen de luchtkwaliteit weer verbeterde. Tegenwoordig is de concentratie zwaveldioxide sterk gedaald. Een daarop gerichte monitoring heeft daarom nu nog maar beperkt nut.

Het ammoniak (NH_3) probleem werd voor het eerst aan korstmossen in de Gelderse Vallei ontdekt. In 1979 bleek dat stikstofminnende soorten rond boerderijen sterk

waren toegenomen (van der Knaap, 1980). Dit was nog voordat de overheid het probleem herkende en onderkende, en voordat chemische metingen van NH_3 beschikbaar waren. De toename was vermoedelijk het gevolg van ingebruikname van gierkelders met drijfmest.

De ammoniakproblematiek was in 1989 de belangrijkste reden om dit meetnet te starten. De aan NH_3 te relateren ruimtelijke verschillen en de veranderingen in de tijd zijn de rondes daarna uitgebreid gedocumenteerd. In 2002 werden voor het eerst een verkeersgerelateerde effecten van ammoniak opgemerkt, vooral in steden en langs drukke wegen. Dit hangt vermoedelijk samen met een onbedoeld neven-effect van katalysatoren in auto's, met als gevolg uitstoot van ammoniak. Recenter leidde ook de toepassing van AdBlue in dieselloertuigen tot onbedoelde ammoniak-uitstoot. Meer hierover in par. 1.6. Het is niet aangetoond dat stikstofminnende korstmossen reageren op stikstofoxiden.

Korstmossen reageren ook sterk op klimaatverandering. De Nederlandse publicatie hierover in *The Lichenologist* (van Herk *et al.*, 2002) was wereldwijd de eerste waarmee het effect van klimaatverandering op de natuur statistisch significant werd aangetoond. Korstmossen waren recentelijk ook onderdeel van een vergelijkende studie naar de effecten van klimaatverandering op andere soortgroepen (Bowler *et al.*, 2017), zowel planten als dieren. Uit de publicatie in *Nature Ecology & Evolution* blijkt dat, van alle soortgroepen, de effecten bij korstmossen het duidelijkst zichtbaar zijn. Ruim twintig plant- en diergroepen werden onderzocht. Bij beide publicaties vormden de data van de provinciale korstmossenmonitoring een belangrijke rol.

1.3 Het provinciale korstmossenmeetnet

Rond 1990 is door diverse Provincies in Noord- en Oost-Nederland begonnen met korstmossenmonitoring. In eerste instantie waren dit Overijssel, Gelderland en Drenthe, later sloten ook Friesland, Groningen, Noord-Brabant en Zeeland hierbij aan. In Utrecht was er al een meetnet operationeel vanaf 1978, maar methodisch was dat nog niet optimaal op ammoniak toegesneden. Om eenheid te brengen in het belangrijkste doel, het volgen van de ammoniakproblematiek, is toen de NIW/AIW methode ontworpen (van Herk, 1990) en toegepast in alle acht genoemde provincies. Verder zijn bijna alle provinciale meetnetten gebaseerd op meetpunten die bestaan uit groepjes eiken. Meestal zijn dit rijtjes van 10 zomereiken langs wegen. Een belangrijke meerwaarde van dit alles is dat de resultaten veel beter onderling vergelijkbaar zijn.

In Drenthe werd in 1989 gestart (van Herk, 1990). Dat onderzoek vormde de basis voor het onderhavige meetnet. Dit werd ondersteund doordat in 1997 een sterke correlatie met de ammoniakconcentratie is gevonden (zie figuur 1.2).

Eerder waren er al wel losse karteringen (Masselink-Beltman, 1978) van Drenthe, en later ook fotografisch onderzoek van permanente kwadraten (Dijkstra, 1990). Nadat in 1989 vooral West- en Noord Drenthe werden gekarteerd, is in aanvulling daarop in 1991 de rest van Drenthe onderzocht (van Herk, 1993).

Het Drentse meetnet is na de start herhaald in 1998 (van Herk, 1998a), 2004 (van Herk, 2005), 2010 (van Herk, 2011) en 2016 (van Herk, 2017). In 2004 bereikte het meetnet met vijf à zes meetpunten per uurhok (blok van 5 x 5 km²) de maximale omvang (580 meetpunten). Dit is een puntendichtheid die het toelaat om tamelijk gedetailleerde ammoniakbelastingkaarten samen te stellen.

De onderhavige ronde in 2022 is in essentie een heropname van een selectie van de punten van 2004. In navolging van Overijssel (van Herk, 2015) is in Drenthe in 2016 besloten tot een omvorming naar een meetnet met nadruk op tijdreeksen. Van de 579 punten uit 2010 zijn in 2016 211 punten herhaald. Bijna al deze punten konden tijdens de huidige ronde opnieuw herhaald worden (210 stuks).

De basale onderzoeksmethodiek is vanaf het begin ongewijzigd gebleven. Ieder meetpunt omvat een aantal geselecteerde bomen. Er wordt steeds per boom een lijst met alle aanwezige korstmossoorten (< 2 m. hoogte) aangelegd. Per boomgroep (meetpunt) wordt per soort een kwantiteit (hoeveelheid op een schaal van 1 tot 6) toegekend. Deze methode blijkt in de praktijk geschikt om gedetailleerde veranderingen aan te tonen.

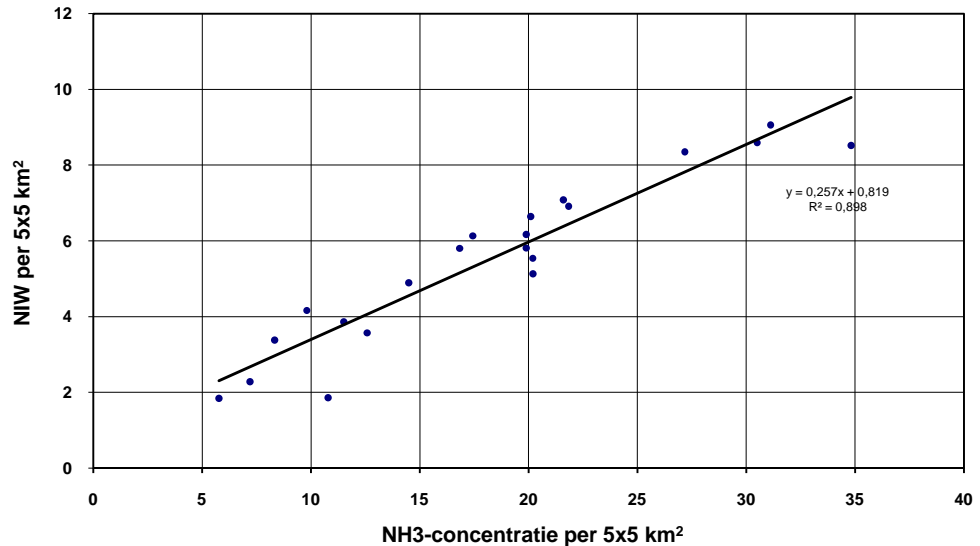
1.4 Hoe wordt ammoniak met korstmossen vastgesteld?

Nitrofiële Indicatie Waarde (NIW)

De Nitrofiële Indicatie Waarde (NIW) is de belangrijkste graadmeter waarmee het effect van ammoniak op korstmossen wordt vastgesteld en gemonitord. Voor het berekenen van deze graadmeter wordt gebruik gemaakt van het voorkomen van ongeveer twintig stikstofminnende (meer specifiek: ammoniakminnende) korstmossen. Het cumulatieve voorkomen van deze soorten bepaalt de NIW. Dus hoe hoger de ammoniakbelasting, hoe meer ammoniakminnaars, hoe hoger de NIW. De precieze berekeningswijze van de NIW staat in bijlage 8. De reactietijd op gewijzigde omstandigheden is ongeveer 5 á 8 jaar, afhankelijk van een toe- of afname van de NH₃-belasting (sneller bij toename). De graadmeter werkt ook goed als de ammoniakbelasting daalt; de betreffende soorten verdwijnen dan weer.

In 1997 is het verband tussen de NIW en ammoniakmetingen die terplekke met permanente monsternemers door TNO uitgevoerd zijn, onderzocht. Daaruit bleek dat de gemiddelde luchtconcentratie van ammoniak sterk correleert met de NIW (zie figuur 1.2).

De luchtconcentratie ammoniak is nauw gerelateerd aan de droge depositie. Dit is de depositie die in de regel op relatief korte afstand van de bron plaats vindt, in essentie ten gevolge van een verdunningswolk die met toenemende afstand van de bronnen steeds minder geconcentreerd wordt. Droge depositie is dan het proces waarbij moleculen NH₃ rechtstreeks door objecten, bijv. boomschors, geadsorbeerd worden. Natte depositie, daarentegen, treedt gewoonlijk op grotere afstand van de bron op, veelal nadat de ammoniak hoger in de atmosfeer terecht gekomen is. Tijdens het



Figuur 1.2 Lineaire regressie van de hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW) tegen de jaarrond gemeten NH_3 -luchtconcentratie in 1997 (beide op basis van 4 tot 6 metingen per $5 \times 5 \text{ km}^2$). Metingen in Friesland, Gelderland en Noord-Brabant (ontleend aan van Herk, 1998b, 2001).

transport van luchtmassa's kan de NH_3 chemische veranderingen ondergaan, bijv. in aerosolen opgenomen worden. Via neerslag komt natte depositie weer op het aardoppervlak. Er zijn tot dusver geen aanwijzingen dat natte depositie duidelijk in de NIW tot uitdrukking komt, de reguliere stam-methode is dus vooral toepasbaar om de droge depositie van ammoniak inzichtelijk te maken. Wel zijn af en toe ammoniakminnaars (meer) aanwezig in banen langs de stam die door naar beneden stromend regenwater nat worden, maar op het geheel is dit effect verwaarloosbaar. In par. 2.1 (pag. 17) wordt een alternatieve manier van NIW meten voorgesteld waarin de natte depositie vermoedelijk wel tot uitdrukking komt.

Acidofiele Indicatie Waarde (AIW)

Naast de NIW is ook de AIW (Acidofiele Indicatie Waarde) belangrijk als effect-indicator voor ammoniak. In deze graadmeter worden de stikstofgevoelige (ammoniakgevoelige) korstmossen verenigd. Het cumulatieve voorkomen van ongeveer twintig gevoelige korstmossoorten bepaalt de AIW. Dus een hoge AIW duidt op een lage ammoniakbelasting. Zie bijlage 8 voor de berekeningswijze. De AIW is minder geschikt dan de NIW om de verandering van de ammoniakbelasting te volgen omdat de AIW vooral persistente en irreversibele effecten laat zien: gevoelige soorten komen tot dusver niet terug, ook niet als de ammoniakbelasting daalt (zie Van Herk, 2019a). De AIW is daarmee vooral een indicator om blijvende natuur-

schade aan te tonen. De AIW geeft feitelijk het verdwijnen van zuurminnende soorten aan die gevoelig zijn voor het minder zuur worden van de boomschors. Voor een goed begrip van deze graadmeter is het belangrijk te beseffen dat ammoniak (NH_3) een base is. Bovengronds (in de lucht, maar ook in boomschors) draagt ammoniak niet bij aan de verzuring. Verzuring door ammoniak treedt pas op als dit in de vorm van ammonium (NH_4^+) in de bodem wordt opgenomen, en door bacteriën in nitraat (NO_3^-) wordt omgezet. Zolang de ammoniak zich nog in de lucht bevindt is er dus geen sprake van zuur. Dit geldt ook voor de effecten op boomschors: de bacteriën die verantwoordelijk zijn voor de omzetting naar nitraat ontbreken vrijwel geheel in boomschors. Boomschors die met ammoniak in aanraking komt, raakt daarom ontzuurd (de pH gaat omhoog). Bij een hoge ammoniakbelasting kan de stijging van de pH van de schors van eiken wel twee eenheden kan bedragen (pH 4,2 naar 6,2). Schors van o.a. eiken is van nature zuur omdat de boom looizuur aanmaakt.

Ammoniakgevoelige korstmossen komen vanouds veel voor in en rond grote boscomplexen, op relatief grote afstand van gebieden met intensieve veehouderij. Drenthe was altijd een belangrijk bolwerk voor deze soorten, maar veel van deze waarde is de laatste decennia verloren gegaan.

1.5 Zonatie in en rond natuurgebieden

In de rapportage over 2016 (van Herk, 2017), en ook eerdere rapportages, is aandacht geweest voor de gebieden die tot dan toe onder de 'Wet ammoniak en veehouderij' (WAV) vielen. De analyse hiervan is deze ronde niet meer uitgevoerd omdat de WAV niet meer van kracht is. Maar de onderzoeksresultaten van 2016 zijn nog wel relevant omdat zij inzicht verschaffen in de manier waarop emissiereductie zichtbaar wordt bij de korstmossen, zowel binnen de WAV-gebieden als in een zone er omheen. Dit is relevant, omdat rond WAV-gebieden veel langer ammoniakbeleid gevoerd wordt dan rond Natura 2000-gebied.

Uit de monitoring in en om de WAV gebieden bleek dat het effect van de ammoniakreductie het duidelijkst zichtbaar was in de 250 meter zone rond de WAV-gebieden (waar de WAV van kracht was), maar veel minder in de WAV gebieden zelf. Veel WAV-gebieden ondergingen juist een verslechtering (d.w.z. toename van de NIW, zie van Herk, 2017, figuur 2.19). Deze resultaten wekken de indruk dat de trend in deze natuurgebieden onderhevig is aan een eigen dynamiek die mogelijk sterker bepaald wordt door factoren op grotere afstand. In de discussie wordt hierop gereflecteerd.

1.6 De rol van verkeer

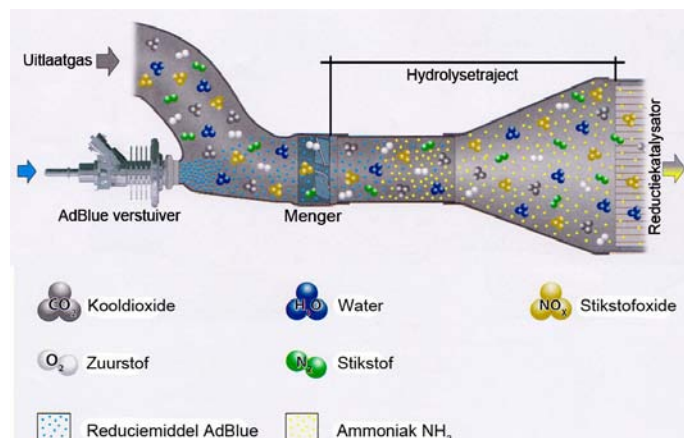
Sinds de introductie van de katalysator, bijna 30 jaar geleden, stoten benzineauto's ammoniak uit. Dit wordt veroorzaakt door een chemisch proces dat in de katalysator plaatsvindt. Hierbij worden stikstofoxiden (NO_x) in onschadelijk stikstofgas (N_2) omgezet. Deze omzetting (reductie) gaat echter deels te ver door met als onbedoeld

bijproduct ammoniak (NH_3). Recent is duidelijk geworden dat ook voertuigen met een dieselmotor ammoniak uitstoten. Dit hangt samen met de toepassing van AdBlue (figuur 1.3, zie <http://www.mvwautotechniek.nl/adblue/>). AdBlue is een ureumoplossing die met behulp van een verstuiver in de uitlaat gespoten wordt. De bedoeling is dat daarmee de uitstoot van stikstofoxiden wordt verminderd. Indien de AdBlue overgedoseerd wordt, verlaat de AdBlue (na verhitting) de uitlaat in de vorm van ammoniak. Op zich is het streven om de uitstoot van stikstofoxiden met een katalysator of AdBlue te verminderen nuttig, maar als daarmee de uitstoot van het voor de natuur veel schadelijkere ammoniak er voor in de plaats komt, dan is het netto rendement natuurlijk slechts beperkt. Autofabrikanten worden afgerekend op de uitstoot van stikstofoxiden.

Volgens de meest recente cijfers (<https://www.clo.nl/indicatoren/nl0183-verzuring-en-grootschalige-luchtverontreiniging-emissies>) bedraagt de ammoniakemissie uit verkeer 3,9 kiloton NH_3 /jr (2020) voor geheel Nederland. Ter vergelijking: de emissie uit landbouw bedraagt over het zelfde jaar 113,4 kiloton NH_3 /jr, dus bijna 30 maal zo veel. In 1995 was de emissie uit verkeer nog duidelijk lager (2,4 kiloton NH_3 /jr), in 1990 zelfs een factor vier lager (1,0 kiloton NH_3 /jr). Het is niet helemaal duidelijk hoe verkeersgerelateerde uitstoot van NH_3 door het RIVM gevalideerd wordt omdat nauwelijks metingen voorhanden zijn.

In bijlage 8 wordt behandeld hoe de verkeersgerelateerde effecten op korstmossen berekend worden. Met behulp van het wegtype waarlangs de meetpunten gelegen zijn wordt een inschatting gemaakt van de verkeersintensiteit. Door middel van lineaire regressie tegen de NIW wordt vastgesteld in welke mate de NIW op drukke wegen hoger is dan op rustige wegen (bijlage 7). Deze rekenmethode geeft uiteraard geen betrouwbare informatie op het niveau van individuele meetpunten, maar kan wel gebruikt worden om het effect op de hele dataset en op groepen (selecties) meetpunten te kwantificeren.

Figuur 1.3 De werking van een AdBlue verstuiver in een dieselloertuig. Alle AdBlue die niet gebonden wordt aan stikstofoxiden (NO_x) verlaat de uitlaat in de vorm van ammoniak (NH_3).



Uit eerder onderzoek is gebleken dat effecten van verkeer rond 1996 zijn ontstaan, en dat deze vervolgens geleidelijk zijn toegenomen (bijlage 7). Na 2010 was er weer een afname. Opgemerkt moet worden dat de verkeersgerelateerde effecten op de NIW vooral gezien moeten worden als een lokaal effect, niet representatief voor de achtergrondbelasting. Om deze reden wordt er gesproken over een 'correctie'. De effecten zijn uiteraard voor het onderzoek wel van belang omdat veel meetpunten langs wegen liggen, en omdat dit invloed heeft op de NIW-trend.

1.7 Klimaat

Het monitoren van de effecten van klimaatsverandering is een ander doel van dit onderzoek. Dit is tot nu toe gedaan met behulp van de "Ellenberggetallen", genoemd naar de auteur van de oudste publicatie die op dit principe geënt is (Ellenberg, 1974). Ellenberggetallen zijn ecologische indicatiewaarden die per soort toegekend zijn voor licht, temperatuur, vocht, pH, nutriënten en continentaliteit. Elk getal beschrijft het gedrag van een bepaalde soort ten aanzien van die factor. Meestal is dit in de vorm van een waarde op een 9-delige schaal. Voor korstmossen zijn deze getallen voor het eerst gepubliceerd door Wirth (2010). voor de Nederlandse situatie zijn de getallen aangepast en aangevuld door Sparrius *et al.* (2015).

1.8 Naamgeving

De naamgeving van de korstmossen volgt de meest recente druk van de Veldgids Korstmossen (van Herk *et al.*, 2022). Sinds 2016 heeft een flink aantal soorten (vooral door DNA-onderzoek) een naamswijziging ondergaan. In bijlage 4 staat een overzicht van alle gewijzigde namen.

Veel provinciale korstmosrapporten, alsmede wetenschappelijk publicaties met achtergronden over het onderzoek zijn te downloaden van mijn internetpagina op Researchgate (www.researchgate.net/profile/Kok_Van_Herk2/publications). In de literatuurlijst staat van alle provincies met één of meer onderzoeksrondes het meest recente rapport (Groningen: van Herk, 1997; Friesland: van der Kolk *et al.*, 2020; Drenthe: van Herk, 2017; Overijssel: van Herk, 2021; Flevoland: Bremer, 1990; Gelderland: van der Kolk *et al.*, 2022; Utrecht: van Herk, 2019b; Zuid-Holland: Van der Knaap & Van Dobben, 1987; Noord-Brabant: van Herk, 1996; Zeeland: van Herk, 2019c).

2 METHODE

De onderhavige onderzoekronde van 2022 beoogt vooral meer informatie te vergaren over de ontwikkelingen in en rond de Natura 2000-gebieden (n2000). Daar is de monitoringsinspanning in belangrijke mate op gericht. Het gaat daarbij niet alleen om de meest recente ontwikkelingen, maar ook om een analyse van alle veranderingen sinds 1991. Alle data zijn daartoe (met terugwerkende kracht) opgesplitst in drie selecties: meetpunten die momenteel in Natura 2000-gebied (tot maximaal 50 meter daarbuiten) liggen, punten die in een bufferzone 50 tot 750 meter rondom Natura 2000 gelegen zijn, en punten in de overige zogenoemde 'witte gebieden'. In par. 2.3 wordt deze keuze verder toegelicht.

Verder is Drenthe opgedeeld in drie regio's: noord, zuidwest en zuidoost. Deze opdeling is anders dan in 2016; bij de oude opdeling liepen sommige grenzen door Natura 2000-gebieden. Dat is nu niet meer het geval. De grenzen liggen nu bij $y=550$ (N/Z-grens) en $x=234$ (ZW/ZO-grens). In tabel 3.1 is zichtbaar in welke regio de diverse Natura 2000-gebieden nu liggen. Ook de regionale veranderingen zijn met terugwerkende kracht herberekend.

De basale onderzoeksmethodiek (opnamemethode) is ongewijzigd gebleven, zie par. 1.3. Deze houdt in dat alle aanwezige korstmossen op alle onderzochte bomen (eiken) worden genoteerd (tot 2m. hoogte), en dat iedere soort per meetpunt (meest bestaande uit 10 bomen) een kwantiteit krijgt. Deze data worden gebruikt om diverse graadmeters (par. 2.2) uit te rekenen. Echte mossen zijn op een gelijksoortige manier genoteerd (bijlage 2), maar die spelen bij de uitwerking geen essentiële rol.

2.1 Meetpunten

In 2022 zijn in totaal 210 meetpunten herhaald die in 2016 voor het laatst zijn opgenomen. Er zijn ook 9 meetpunten nieuw uitgezet. Eén meetpunt was in 2016 overgeslagen, maar is in 2010 wel eerder opgenomen. Eén meetpunt uit 2016 is door kap verloren gegaan (figuur 2.2).

De negen nieuw uitgezette punten liggen allemaal in Natura 2000 gebied, steeds gaat het om vrijstaande eiken in heidevelden, stuifzand of schraalland. Deze punten hebben tot doel om op een alternatieve, maar onderling goed vergelijkbare manier de stikstofeffecten in Natura 2000 gebied te meten. Het gaat in alle gevallen om eiken met lage horizontale takken (figuur 2.1). Bij zulke bomen groeien vrijwel alle korstmossen op de takken en twijgen, en maar weinig korstmossen op de stam. Het vermoeden bestaat dat de soortensamenstelling op deze bomen (en daarmee de NIW) in veel sterkere mate beïnvloed wordt door de natte depositie. Immers korstmossen op horizontale takken staan sterker onder invloed van direct regenwater. In dit rapport wordt deze meetmethode beschouwd onder het concept NIWt (waar de t

staat voor takken). Dit is anders dan bij korstmossen op de stam van opgekroonde bomen, waarvan we eerder zagen (par. 1.4) dat er een sterke correlatie is met de droge depositie.

Een klein aantal bestaande meetpunten (7 stuks, allemaal in n2000) voldoet al aan bovenbeschreven concept (NIWt), en zal gebruikt worden om de NIW-trend van dit type bomen tot 1991 terug te rekenen. Deze punten doen niet mee in de berekening van de reguliere NIW-trend.

Figuur 2.1 Voorbeeld van het type meeteik in heidevelden met lage horizontale takken. De stippellijn geeft de hoogte van twee meter aan. Alle aanwezige korstmossen onder die lijn wegen mee.

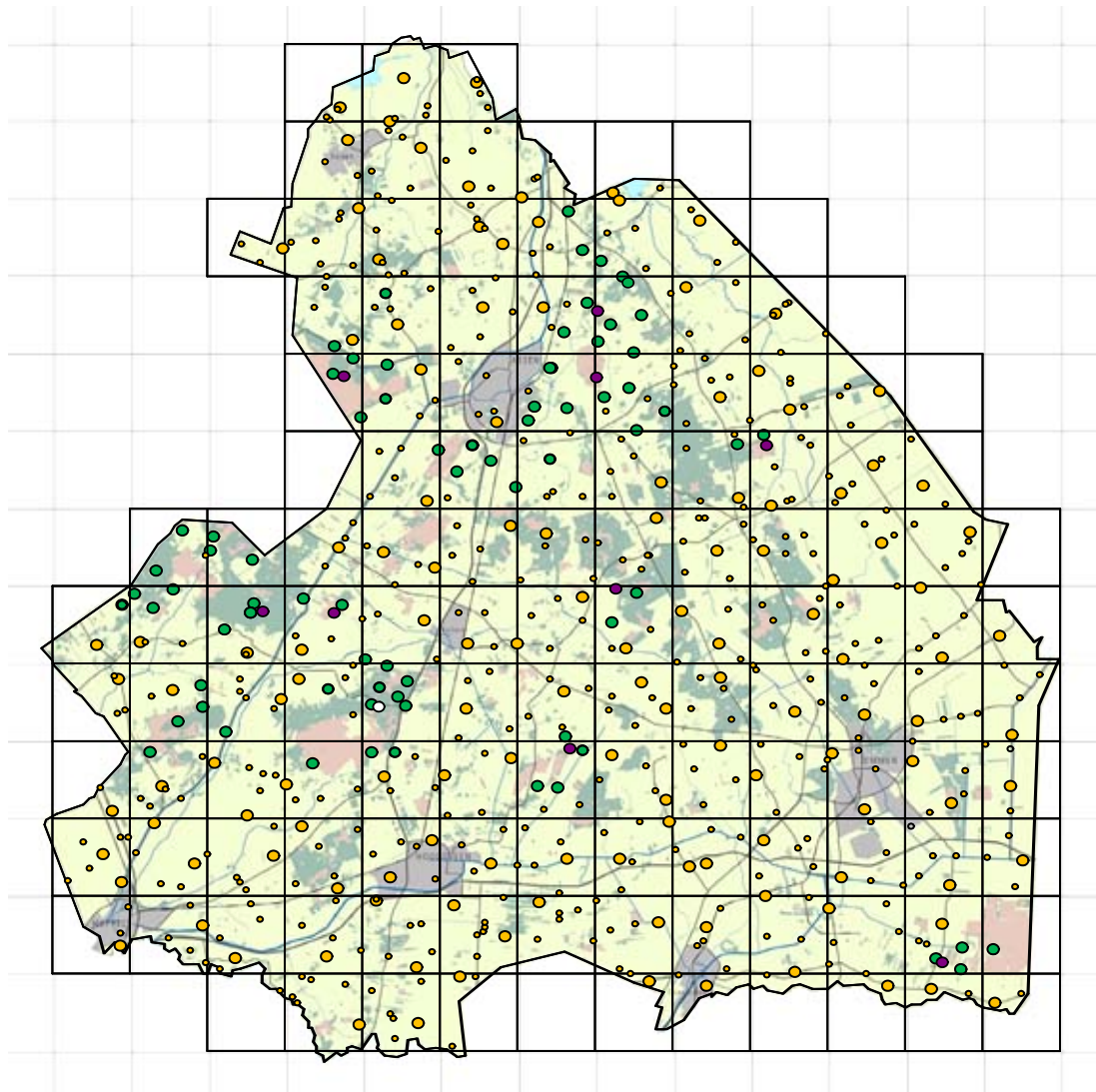


2.2 Welke graadmeters zijn onderzocht?

Ieder korstmos verschaft informatie over de gesteldheid van omgevingsfactoren. Sommige soorten reageren op factor A, andere soorten op factor B, en weer andere soorten op een veelheid aan factoren. Sommige soorten reageren door harder te gaan groeien, andere soorten verdwijnen juist. Dit gegeven maakt het mogelijk om graadmeters (parameters) te ontwerpen die de respons van groepen soorten op omgevingsfactoren registreren. De volgende parameters zijn uitgerekend:

1. De hoeveelheid ammoniakminnaars per meetpunt (NIW),
2. Als 1, maar gecorrigeerd voor de effecten van wegverkeer (NIWc),
3. De hoeveelheid ammoniakgevoelige soorten per meetpunt (AIW),
4. Het totaal aantal soorten korstmossen per meetpunt,
5. Het aantal Rode Lijst soorten per meetpunt en per onderzoeksronde,
6. Indicatoren voor klimaatverandering (temperatuurgetal, continentaliteitsgetal, areaalspectrum), en verdroging/vernatting (vochtgetal en lichtgetal).

In de inleiding (vooral in par. 1.4) is reeds uiteengezet wat de betekenis is van de meeste van deze parameters, met name de Nitrofiële Indicatie Waarde (NIW), de NIW gecorrigeerd voor verkeer (NIWc) en de Acidofiele Indicatie Waarde (AIW). In bijlage 8 wordt toegelicht hoe de parameters precies berekend zijn. De berekeningswijze is gelijk voor alle zes onderzoeks rondes: 1991, 1998, 2004, 2010, 2016 en 2022. Voor de overzichtelijkheid worden de metingen uit 1989 en 1991 (deze zijn complementair) op 1991 gedateerd.



Figuur 2.2 De ligging van alle meetpunten in Drenthe, 1989-2022. Grote rondjes (geel en groen) betreffen punten die zowel in 2016 en 2022 zijn herhaald (210 stuks). Kleine rondjes betreffen punten die tijdens één of meer voorgaande rondes (1991, 1998, 2004, 2010) onderzocht zijn (soms daarna gekapt). Groene symbolen zijn herhalingen in of nabij Natura 2000 gebieden (tot 750m. afstand), gele symbolen tonen de overige meetpunten. Nieuw uitgezette meetpunten in Natura 2000 zijn paars. Eén meetpunt uit 2016 bleek gekapt (wit).

Enkele parameters verdienen nog wat extra toelichting:

Het totaal aantal soorten korstmossen per meetpunt was vroeger een goede graadmeter voor de zwaveldioxidebelasting (meer SO₂ = minder korstmossoorten) (Barkman, 1958; De Wit, 1976). Dit was vooral het geval in de jaren '70, toen de concentraties van dit voor korstmossen giftige gas nog zeer hoog waren. Met de huidige, aanzienlijk lagere concentraties wordt de korstmosdiversiteit veel meer bepaald door een reeks van factoren, waaronder ook klimaatveranderingen ammoniak. Veel korstmossen is daardoor niet altijd meer een gunstig teken. De berekening van het aantal Rode Lijst soorten per meetpunt is gebaseerd op de net nieuw uitgekomen Rode Lijst korstmossen (Sparrius *et al.*, 2023). Naast het aantal Rode Lijst soorten per meetpunt wordt ook het cumulatief aantal Rode Lijst soorten per meetronde gegeven. De Rode Lijst korstmossen is geheel op berekende trends van soorten gebaseerd. Deze berekeningen zijn onlangs uitgevoerd op basis van de databank van de Bryologische en Lichenologische Werkgroep (BLWG), waarin ook de data van de provinciale korstmossenmeetnetten zijn opgenomen.

Het continentaliteitsgetal beschrijft in welke mate de korstmossen gebonden zijn aan een Atlantisch (zee-) klimaat dan wel een continentaal (land-) klimaat. Het vochtgetal geeft aan in welke mate een soort een hoge luchtvochtigheid nodig heeft. Dit wordt onder andere door de hoeveelheid neerslag bepaald. Het vochtgetal is o.a. gebruikt om na te gaan of een regenrijker klimaat, danwel het optreden van langdurige zomerdroogtes in deze graadmeter tot uitdrukking komt. Het lichtgetal, tenslotte, geeft aan in welke mate een soort schaduw- danwel lichtminnend is. Verder is nagegaan of het warmer geworden klimaat ook afgelezen kan worden aan veranderingen in de samenstelling van noordelijke en zuidelijke soorten. De soorten zijn daartoe ingedeeld in vier areaaltypen. De verschuiving daarin is geanalyseerd.

2.3 Rekenmethode

Tabel 2.1 geeft een overzicht van het aantal paren opnamen dat voor diverse selecties beschikbaar is. Het gaat hierbij dus om meetpunten die minimaal twee opeenvolgende meetjaren onderzocht zijn. Deze punten zijn nodig om de zogenoemde ronde-op-ronde veranderingen uit te rekenen. Omdat de onderzochte meetpunten per onderzoekronde niet steeds dezelfde zijn, zijn de gemiddelden over de diverse onderzoeksjaren alleen met behulp van deze ronde-op-ronde veranderingen goed vergelijkbaar te maken. De gemiddelden zijn gekalibreerd op 2004 (ronde 3); dit is het jaar met het grootste aantal meetpunten. De waarden van de andere jaren (1991, 1998, 2010, 2016 en 2022) zijn daar stapsgewijs uit afgeleid op basis van de veranderingen in alleen gemonitorde punten. Dit geldt voor alle gepresenteerde trends (bijv. figuur 3.1 - 3.3). Ook de veranderingen per soort (bijlage 1) zijn op deze wijze uitgerekend. E.e.a. heeft tot gevolg dat het trendmatige gemiddelde over een bepaald meetjaar dikwijls niet meer met het werkelijke gemiddelde overeenkomt.

	totaal	noord	zuidwest	zuidoost
ronde 3	580	180	180	220
ronde 3 wit	484	138	139	207
ronde 3 zone	56	29	16	11
ronde 3 n2000	40	13	25	2
ronde 1-2	548	173	166	209
ronde 1-2 wit	457	133	127	197
ronde 1-2 zone	54	28	16	10
ronde 1-2 n2000	37	12	23	2
ronde 2-3	569	172	180	217
ronde 2-3 wit	476	132	139	205
ronde 2-3 zone	53	27	16	10
ronde 2-3 n2000	40	13	25	2
ronde 3-4	576	177	180	219
ronde 3-4 wit	480	135	139	206
ronde 3-4 zone	56	29	16	11
ronde 3-4 n2000	40	13	25	2
ronde 4-5	211	70	73	68
ronde 4-5 wit	132	36	39	57
ronde 4-5 zone	42	21	12	9
ronde 4-5 n2000	37	13	22	2
ronde 5-6	210	70	72	68
ronde 5-6 wit	132	36	39	57
ronde 5-6 zone	42	21	12	9
ronde 5-6 n2000	36	13	21	2

Tabel 2.1 Het aantal opnamenparen over twee opeenvolgende meetjaren, als totaal, en uitgesplitst over diverse selecties. Ronde('s): 1-2= 1991-1998; 2-3=1998-2004; 3-4= 2004-2010; 4-5= 2010-2018; 5-6= 2018-2022. Ronde 3 (2004) is gebruikt om de data te kalibreren. Selecties: wit = buiten de n2000-regio's ('witte gebieden'), zone= 50 - 750 m. rondom n2000.

Zo zijn Rode Lijst-soorten in de selectie van 2016 oververtegenwoordigd (t.o.v. 2010), de aantallen in tabel 3.2 zijn daardoor hoger dan in figuur 3.22.

De enige afwijking qua berekeningswijze vormt de monitoringstrend van eiken met lage horizontale takken (par. 2.1); de NIW-trend daarvan is gekalibreerd op 2022 omdat dit type meetpunten pas in 2022 ruimer is bemonsterd is.

Net als in 2016 zijn meetpunten in en rond Natura 2000 gebieden oververtegenwoordigd. Veranderingen van na 2010 zijn daarom ook deze ronde weer gestratificeerd berekend. Dit betekent dat bij de berekening van provinciale en regionale

veranderingen de punten in en bij Natura 2000 gebieden naar ratio van 2010 meewegen. Alleen op deze manier zijn de gemiddelde waarden goed te vergelijken met 2010 en eerder (2004, het jaar waarop gekalibreerd is). Door een soms iets andere manier van kalibreren en stratificeren dan in 2016 kan de absolute hoogte van de nu gepresenteerde trends zo nu en dan licht verschillen met die van toen.

Net als voorgaande jaren is er correctie toegepast op de NIW om verkeersgerelateerde effecten te kwantificeren (zie par. 1.6). Resultaten worden gepresenteerd mét (NIWc) en zonder correctie.

Van de belangrijkste veranderingen is de significantie uitgerekend met de Wilcoxon test voor 'matched pairs', zie bijlage 5 en 6. Omdat de significantie afhankelijk is van de steekproefgrootte (aantal meetparen), is deze bij kleine steekproeven soms (net) niet significant.

Niet alle meetpunten zijn voor 100% bruikbaar om de ammoniakbelasting goed te volgen. Vooral in de bebouwde omgeving kan er sprake zijn van versturende zaken, zoals straatvuil en effecten van huisdieren. Omdat bij monitoring hoge eisen gesteld moeten worden aan de vergelijkbaarheid, is een klein deel van de punten is daarom niet gebruikt om veranderingen in NIW uit te rekenen. Deze punten zijn om uiteenlopende andere redenen wel relevant om te blijven monitoren (soorttrends, Rode Lijst soorten, etc.).

Tot slot moet opgemerkt worden dat het meetnet ontworpen is in een tijd dat de Natura 2000-gebieden als zodanig nog niet bestonden. De keuze van de meetpunten was in de jaren '90 vooral een kwestie van beschikbaarheid van standaard rijtjes vrijstaande wegbomen. Opgekroonde vrijstaande bomen zijn binnen Natura 2000-gebied echter maar beperkt voorhanden. Dit komt vaak door de landschapsstructuur (gesloten bossen, heidevelden, etc.), of doordat terreinen van nature boomloos zijn (hoogvenen). Dat er in 2016 -met terugwerkende kracht- alsnog een omvorming naar de huidige functie van het meetnet plaats heeft kunnen vinden is daarom geen vanzelfsprekendheid. Bij de selectie van de betreffende meetpunten is in 2016 om deze reden een 750 meter brede zone rondom de Natura 2000-gebieden aangehouden. Dit levert weliswaar ruimere steekproeven op (met een betere statistische toetsbaarheid), maar heeft als nadeel dat de preciese verandering binnen de Natura 2000 gebieden buiten beeld blijft, immers alleen de verandering inclusief bufferzone wordt daarbij gekwantificeerd. Dit voelt tamelijk onbevredigend, temeer omdat al eerder bleek (bij WAV-berekeningen) dat veranderingen binnen natuurgebieden en in bufferzones niet noodzakelijkerwijs gelijksoortig zijn.

Daarom is nu toch met een veel smallere buffer gerekend: Alle punten tot maximaal 50 meter rondom Natura 2000 zijn tot de selectie 'n2000' gerekend. Alle punten die in de omringende zone (50 tot 750 meter) liggen vallen nu onder de selectie 'zone'. In tabel 2.1 zagen we eerder hoeveel ronde-op-ronde meetpunten hiermee gemoed zijn. De statistische toetsbaarheid is in de regel nog net acceptabel; alleen in de regio 'zuidoost' liggen nauwelijks punten binnen Natura 2000. Dit komt (o.a.) doordat het Bargerveen van nature vrijwel boomloos is.

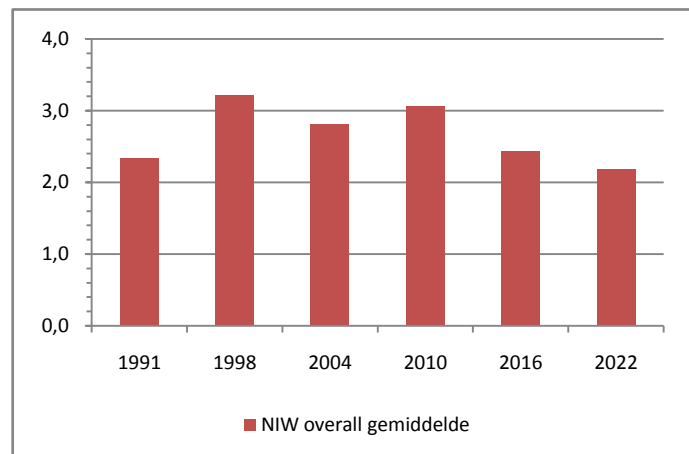
3 RESULTATEN

3.1 De hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW)

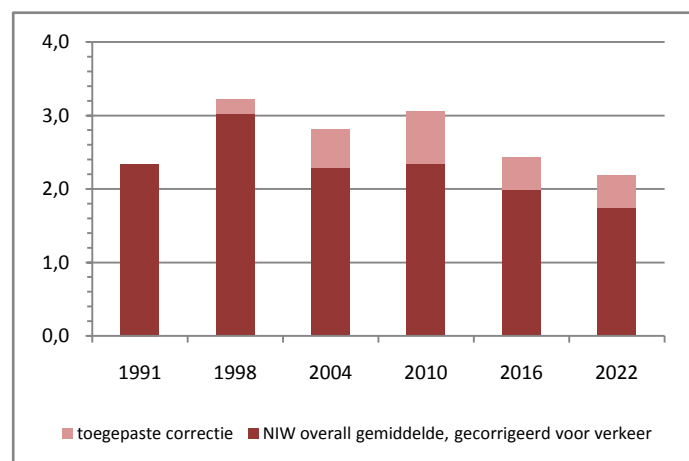
De hoeveelheid ammoniakminnaars is sinds 2016 licht afgenomen: de NIW daalde van 2,4 naar 2,2. De na 2010 ingezette daling heeft zich dus voortgezet (figuur 3.1). De verandering is zeer significant voor Drenthe als geheel ($p < 0,0001$, zie bijlage 5). Dit betekent dat de effecten van droge ammoniakdepositie, gemiddeld genomen, verminderd zijn. Deze trend is gunstig vergeleken met enkele zuidelijkere provincies: in Overijssel was er juist een lichte toename (van Herk, 2021), en in Gelderland (van der Kolk *et al.*, 2022) zelfs een grote toename van de NIW over de afgelopen jaren. De afname sinds 2010 bedraagt ongeveer 28%, na 1998 32% (figuur 3.1).

Het aan verkeer toe te schrijven effect is sinds 2016 niet veranderd (zie bijlage 7). De toegepaste correctie op de NIW is daardoor in 2022 gelijk aan die van 2016 (figuur 3.2).

Figuur 3.1 De hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW) in de reguliere meetpunten in heel Drenthe, 1991-2022, ongecorrigeerd.



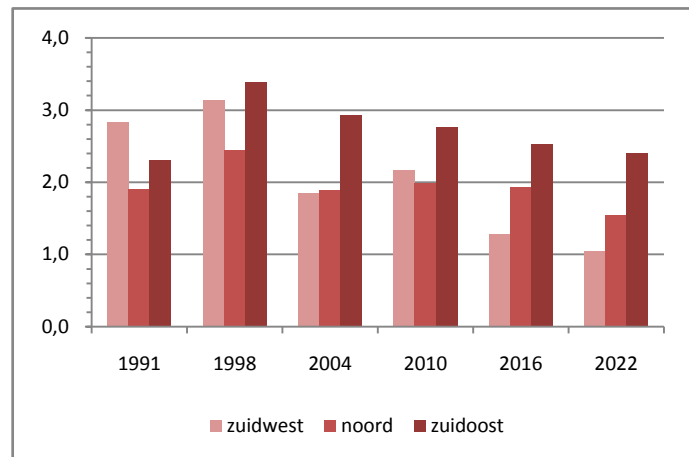
Figuur 3.2 De hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW) in heel Drenthe, met en zonder correctie voor verkeer, 1991-2022.



Ten opzicht van 2010 is er wel een duidelijke afname van verkeersgerelateerde effecten. De netto afname van de NIW exclusief verkeer is daardoor nu iets kleiner (25%) dan inclusief (28%, zie vorige blz.). Ten opzichte van 1998 is er juist een grotere afname van de NIW (42%) (was inclusief 32%). Dit komt doordat de verkeersgerelateerde effecten in de 90-er jaren geleidelijk begonnen zijn, rond 2010 een maximum bereikten, en daarna weer wat verminderden (vergelijk bijlage 7).

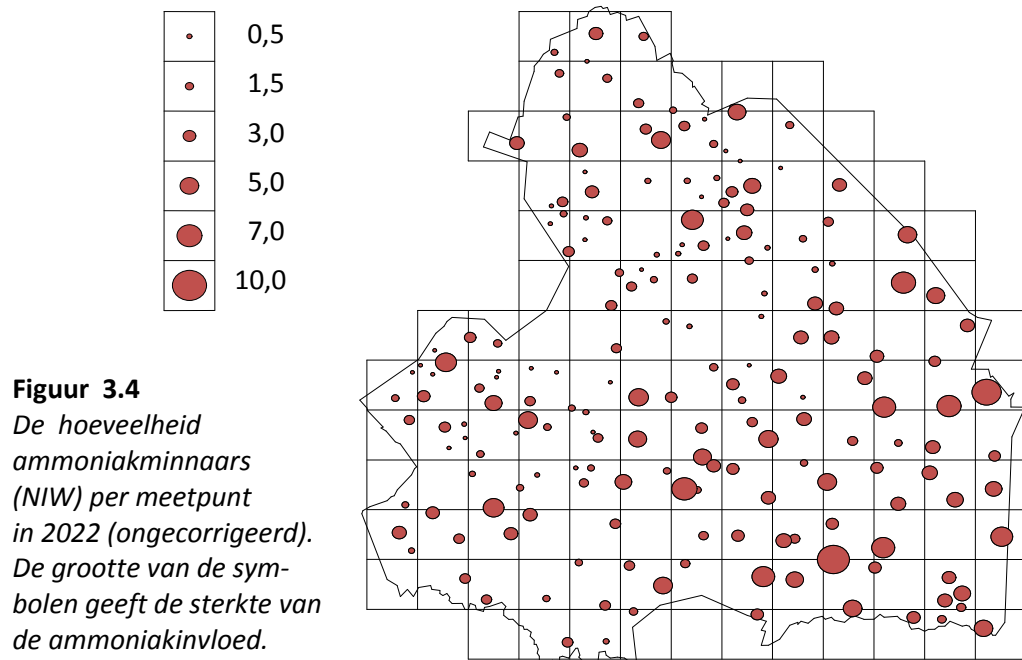
Regionaal zijn er grote verschillen (figuur 3.3). De aanwezige ammoniakminnende korstmossen in Zuidwest Drenthe laten een voor de droge depositie lage ammoniakbelasting zien. Voor Zuidoost Drenthe laten de korstmossen juist een zware belasting zien. De korstmossen in Noord Drenthe laten een middenpositie zien. In figuur 3.4 zijn de verschillen binnen Drenthe ook zichtbaar, maar dan op het niveau van afzonderlijke meetpunten.

Figuur 3.3 De hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW), regionaal, 1991-2022 (met correctie voor verkeer).



De huidige verschillen binnen Drenthe zijn lang niet altijd zo geweest. In Zuidwest Drenthe zijn de ammoniakminnaars vooral na 2010 afgenomen. De afname bedraagt hier bijna 67% ten opzichte van 1998. In het begin van de 90-er jaren wezen de korstmossen hier nog op de hoogste ammoniakbelasting. In Zuidoost Drenthe laten de korstmossen gedurende de jaren 90 een sterke toename van ammoniakminnaars zien, waarbij er daarna wel een verbeterde trend is van 29% ten opzichte van 1998. Voor Noord Drenthe bedraagt de NIW-afname 37%, ook in dit opzicht weer een middenpositie. Deze ronden zijn de verschillen tussen Zuidoost Drenthe en de twee andere regio's alleen maar groter geworden. De afname is vooral in Noord Drenthe significant ($p=0,0002$, zie bijlage 5), in Zuidwest Drenthe in iets mindere mate ook ($p=0,03$), terwijl er in Zuidoost Drenthe is er geen significante verandering opgetreden is.

Veel van de metingen vertonen een dip voor het meetjaar 2004. Het is niet bekend wat daarvan de oorzaak is.

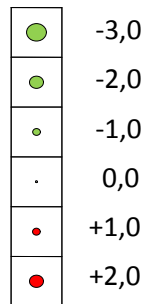


Figuur 3.4
 De hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW) per meetpunt in 2022 (ongecorrigeerd). De grootte van de symbolen geeft de sterkte van de ammoniakinvoled.

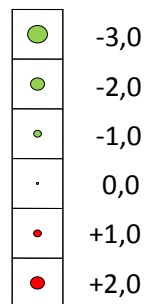
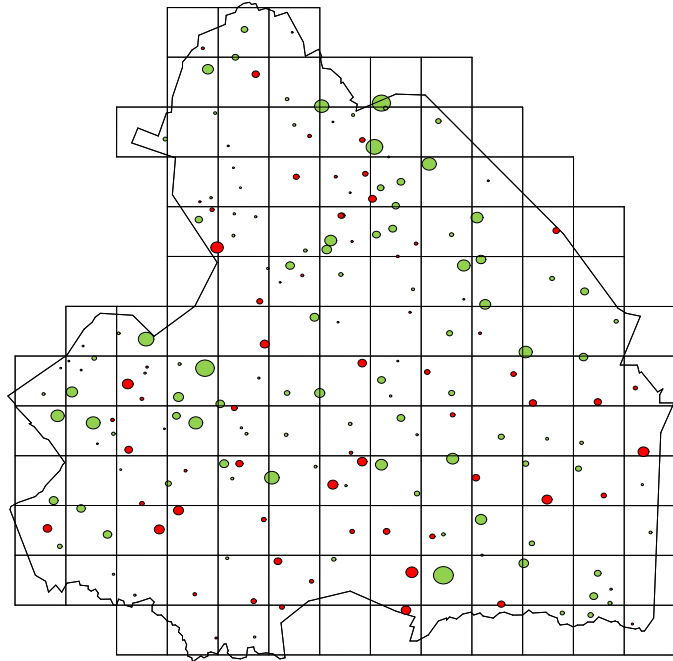
In figuur 3.4 is zichtbaar dat vrijwel alle meetpunten met een NIW van zeven of hoger momenteel in Zuidoost Drenthe gelegen zijn. Het gaat dan vooral om de omgeving van Coevorden, Dalen, Nieuw-Weerdinge en Valthermond. Maar ook bij Nieuw-Balinge en Nieuw-Buinen is de NIW plaatselijk hoog. De meeste hoge NIW-waarden (>7) liggen op tamelijk grote afstand van Natura 2000 gebied, maar bij het Mantingerzand is dit niet het geval. Dit neemt niet weg dat veel middelhoge NIW waarden (3 tot 5) nog wel kort op waardevolle natuur gevonden zijn.

De verandering van de NIW tussen 2016 en 2022 is per meetpunt zichtbaar gemaakt in figuur 3.5. Te zien is dat de verandering op de meeste punten relatief klein is. Er zijn wel punten waar de NIW toegenomen is, maar vrijwel altijd is de toename beperkt van omvang (maximaal ca. 1,5 eenheid). En ook de afname van de NIW vertoont geen grote uitschieters (maximaal ca. 3,0). Per saldo is er deze ronde dus relatief weinig veranderd, wat ook al opgemaakt kon worden uit figuur 3.3.

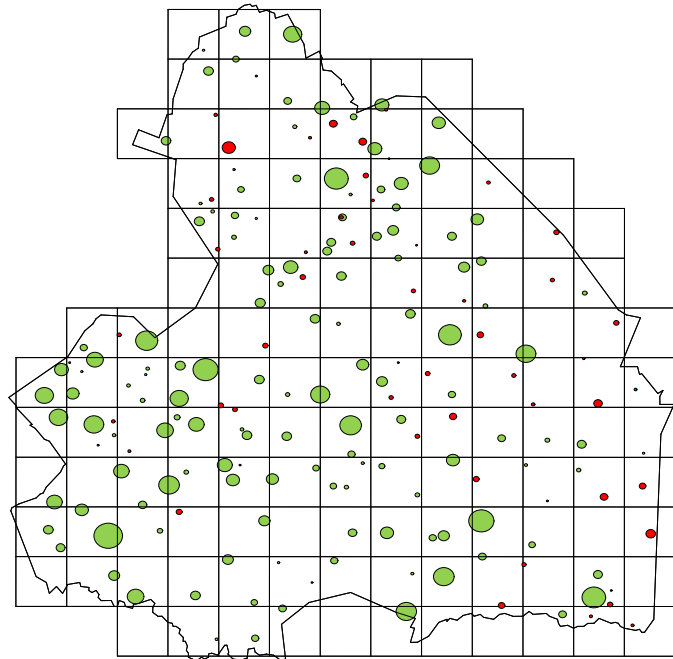
Kijken we terug naar 2010 (figuur 3.6) dan is de verandering (verbetering!) aanzienlijk groter. Op veel punten was er tussen 2010 en 2022 een flinke daling van de NIW (4- 5 eenheden), vooral in Zuidwest Drenthe. De verbetering is daar ruim twee maal zo groot als elders. Dit blijkt ook uit de significanties (bijlage 6). Ten opzichte van 2010 zijn er nauwelijks punten waar de NIW nog is toegenomen.



Figuur 3.5
 De verandering van de hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW) tussen 2016 en 2022. Punten met een afname zijn groen, punten met een toename rood.



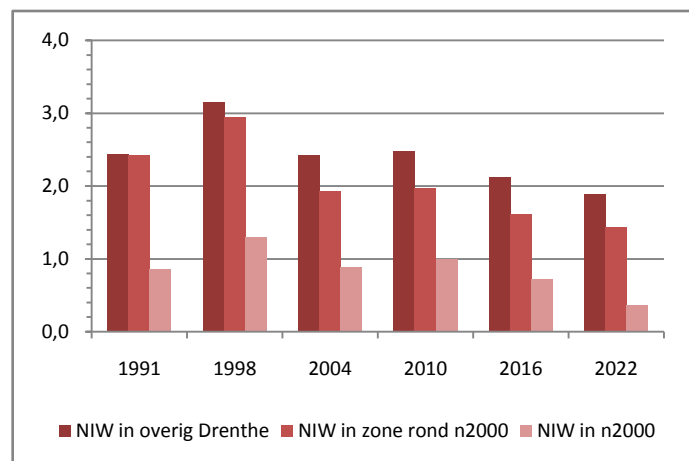
Figuur 3.6
 De verandering van de hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW) tussen 2010 en 2022. Punten met een afname zijn groen, punten met een toename rood.



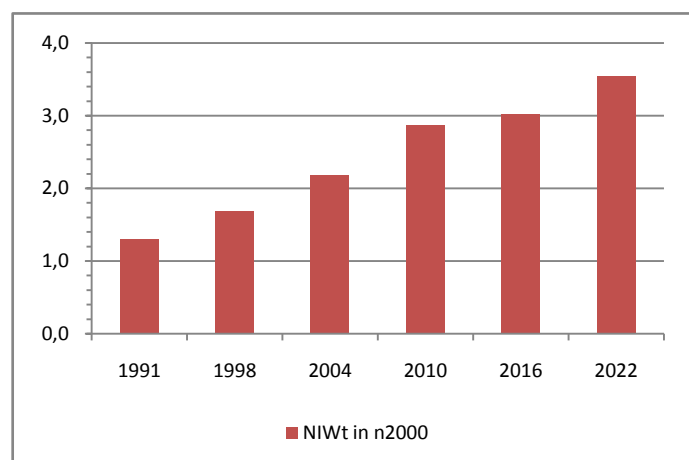
Indien de data opgedeeld worden over de Natura 2000 gebieden, een bufferzone (tot 750 m), en overig Drenthe ('witte gebieden') dan zien we -volgens verwachting- dat voor elk meetjaar de NIW binnen de Natura 2000 gebieden het laagst is, in de 750 m. zone duidelijk hoger, en in de 'witte gebieden' het hoogst. De drie curve's volgen elkaar vrij nauwkeurig. Dit geeft aan dat de droge ammoniakdepositie binnen de Natura 2000-gebieden sterk onder invloed staat van toestand en de ontwikkelingen in het omringende landelijke gebied.

Wel is te zien dat de ratio de laatste meetjaren steeds verder verbeterd is: in 1998 was de NIW binnen Natura 2000 nog 41% van 'wit', nu is deze nog slechts ongeveer 20% van 'wit' wat duidt op een effectievere scheiding van de effecten binnen/buiten Natura 2000. Dit is ook te zien aan de NIW in de 750 m. zone: aanvankelijk was deze even hoog als in het 'witte' gebied, vanaf 2004 is deze lager geworden. Dit indiceert een grotere reductie in de zone rondom Natura 2000 dan in het witte gebied.

Figuur 3.7 De hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW) in meetpunten in overig Drenthe, in een zone om n2000, en binnen n2000-gebied, 1991-2022 (met correctie voor verkeer).



Figuur 3.8 De hoeveelheid ammoniakminnaars in meetpunten met lage horizontale takken (NIWt) in Natura 2000-gebied, 1991-2022.



Voor meetpunten met lage horizontale takken in Natura 2000-gebied geldt een geheel andere trend. Deze NIWt laat een gestage toename zien over alle meetjaren sinds 1991 (figuur 3.8). Sinds 2016 nam de NIWt verder toe van 3,0 naar 3,5, terwijl de reguliere NIW, zoals we zojuist zagen, al sinds 1998 afneemt (figuur 3.1 en 3.7). Ondanks het beperkte aantal jaar-op-jaar herhalingen (steeds 6 of 7 meetparen) is de verandering met de Wilcoxon Matched pairs test vaak significant. Zo name de NIW tussen 2004 en 2022 significant toe ($Z= 2,28$, $p=0,0225$). Ook tussen 1998 en 2004 was dit het geval ($Z= 2,20$, $p= 0,0280$). Tussen 2016 en 2022 was de toename net niet significant ($Z= 1,89$, $p= 0,0591$).

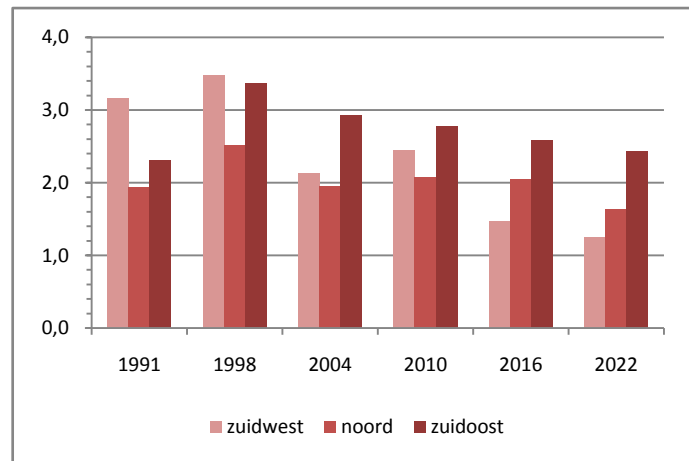
In de discussie wordt verder beargumenteerd waarom deze trend vermoedelijk sterk beïnvloed wordt door de natte ammoniakdepositie (die nauwelijks of niet tot uitdrukking komt in de reguliere NIW, zie par. 1.4). Natte depositie komt gewoonlijk van veel grotere afstand. Dit verschil is uiteraard relevant voor het ammoniakbeleid.

Tabel 3.1 geeft een overzicht van alle 16 meetlocaties met lage horizontale takken die in 2022 onderzocht zijn. Behalve 7 bestaande meetpunten zijn er ook 9 nieuwe meetpunten. De ammoniakindicatie (NIWt) is in Zuidwest Drenthe relatief het laagst,

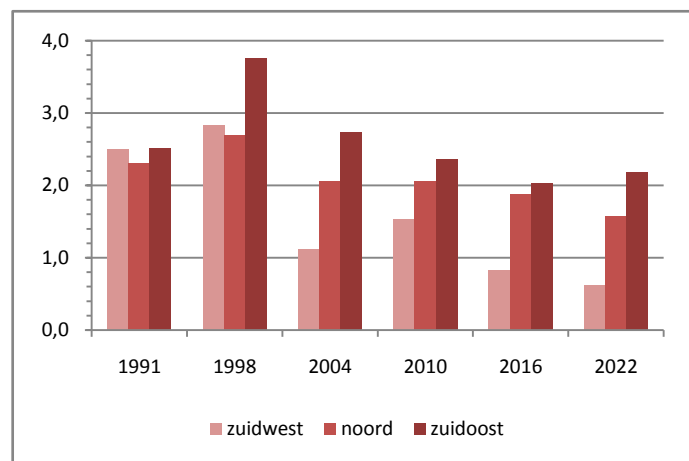
regio	Natura 2000-gebied	locatie	nieuw	NIWt
noord	Drentsche Aa	De Strubben		3,5
noord	Drentsche Aa	Gasterse Duintjes	*	4,4
noord	Drentsche Aa	Ballooërveld	*	5,8
noord	Fochteloërveen	Kolonieveld	*	3,3
noord	Witterveld/Geelbroek	Geelbroek		1,5
noord	Drouwenezand	Drouwenezand	*	2,9
		gemiddeld		3,6
zuidwest	Drents-Friese Wold	Berkenheuvel I		3,0
zuidwest	Drents-Friese Wold	Berkenheuvel II	*	2,0
zuidwest	Drents-Friese Wold	Leggelderveld	*	4,4
zuidwest	Holtingerveld	Havelterberg		4,2
zuidwest	Dwingelderveld	Zandveen		2,8
zuidwest	Dwingelderveld	Oosterveld		2,3
zuidwest	Dwingelderveld	Groote Veen		2,6
		gemiddeld		3,0
zuidoost	Elperstroom	Elperstroom	*	5,3
zuidoost	Mantingerzand	Mantingerzand	*	3,3
zuidoost	Bargerveen	Bargerveen	*	5,3
		gemiddeld		4,6

Tabel 3.1 De hoeveelheid ammoniakminnaars in meetpunten met lage horizontale takken (NIWt) in Natura 2000-gebied in 2022. De meetlocaties zijn onderverdeeld naar regio. De met een sterretje gemarkeerde punten zijn in 2022 nieuw uitgezet, de overige punten worden al langer gemonitord.

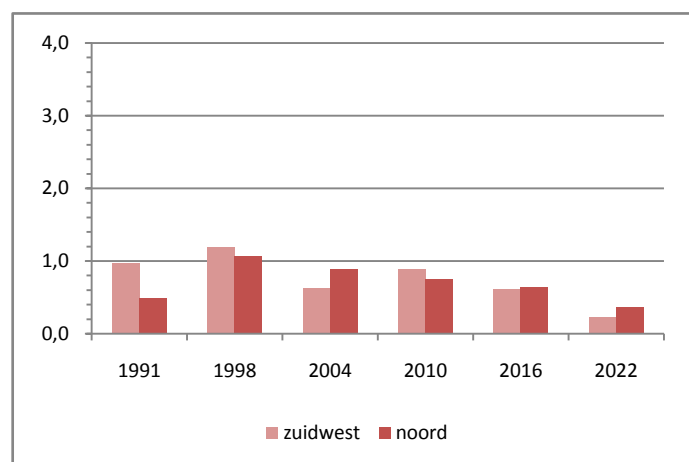
Figuur 3.9 De hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW) in overig Drenthe ('witte gebieden') per regio, 1991-2022 (met correctie voor verkeer).



Figuur 3.10 De hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW) in de 750m zone per regio, 1991-2022 (met correctie voor verkeer).

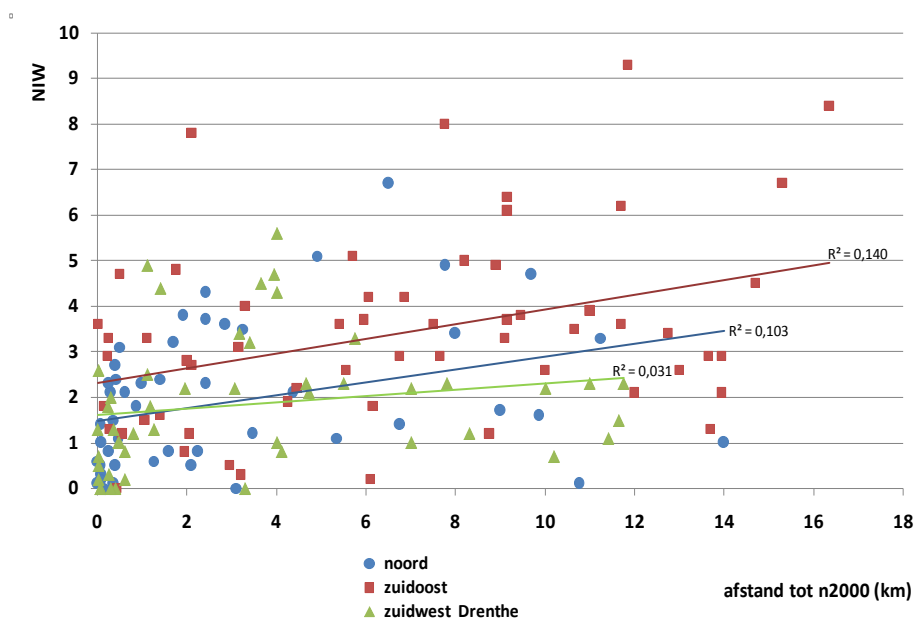


Figuur 3.11 De hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW) in Natura 2000-gebied per regio, 1991-2022 (met correctie voor verkeer). Van de regio 'zuidoost' zijn te weinig waarnemingen.



in Zuidoost Drenthe het hoogst. De waarden liggen in alle gevallen erg hoog in vergelijking met de reguliere NIW (meer dan 2 maal zo hoog als het regio-gemiddelde, vergelijk figuur 3.3). Dit geeft aan dat lage horizontale takken van vrijstaande bomen momenteel dé plekken zijn waar ammoniakminnaars in Natura 2000-gebied te vinden zijn.

We keren terug naar de reguliere NIW. In figuur 3.9 tot 3.11 zijn de drie Natura 2000 zones ('wit', zone en n2000) nog verder uitgesplitst naar regio. Net als bij de NIWt scoort in Zuidoost Drenthe het slechtst, zowel in de 'witte gebieden', als in de 750 m.-zone. Helaas zijn onvoldoende data beschikbaar binnen de n2000-gebieden van deze regio, maar de weinige gegevens die er zijn, lijken hoog uit te vallen. Zuidwest Drenthe scoort na 2010 in alle opzichten het best. Noord Drenthe neemt een gemiddelde positie in. In alle drie de regio's is er sinds 2010 een verbetering, maar recent niet meer in de 750 m. zone in Zuidoost Drenthe. Daarmee is de toestand in de regio zuidoost -evenwel- nog steeds verreweg het slechtst.



Figuur 3.12 De hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW) als functie van de afstand tot het dichtstbij gelegen Natura 2000-gebied. Met kleurstippen zijn de meetpunten onderverdeeld naar regio, ook de bijbehorende regressielijnen zijn zichtbaar ($R^2 =$ verklaarde variantie).

In figuur 3.12, tenslotte, is nagegaan welke relatie gevonden kan worden tussen de hoogte van de NIW in 2022 en de afstand van meetpunten tot Natura 2000-gebied. Net als bij eerdere bewerkingen zijn de meetpunten opgedeeld in drie regio's. Voor

iedere regio een regressielijn berekend, deze heeft de kleur van de bijbehorende meetpunten. Aan de regressielijnen is te zien dat de NIW in alle drie de regio's gemiddeld genomen hoger wordt met toenemende afstand van Natura 2000 gebied. In Zuidwest Drenthe is dit verband het minst sterk. Tegelijk is er veel variatie: op grote afstand van Natura 2000 liggen ook punten met een lage NIW. Omgekeerd liggen vrijwel alle punten met een NIW hoger dan 6 in Zuidoost Drenthe. De regressie laat verder zien dat de NIW aan de randen van Natura 2000 gebied in Zuidoost Drenthe veel hoger is dan de NIW op vergelijkbare plekken in Zuidwest en Noord Drenthe.

3.2 De hoeveelheid ammoniakgevoelige soorten (AIW)

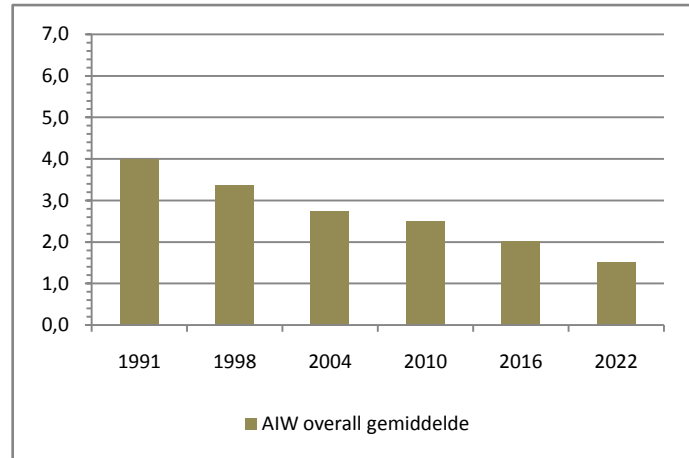
De hoeveelheid ammoniakgevoelige soorten in Drenthe vertoont een constant neergaande trend. Ook tussen 2016 en 2022 is weer een substantieel deel van deze soorten verloren gegaan (figuur 3.13). Rond 1990 was Drenthe nog hét bolwerk voor deze korstmossen in Nederland. De vele oude eiken, zoals deze in grote aantallen langs de Drentse wegen en in dorpen aanwezig zijn, vormden het perfecte milieu voor de soorten van een voedselarm en zuur milieu. Een hele reeks korstmossen dreigt hierdoor op korte termijn uit Drenthe te verdwijnen, of is al verdwenen: Groot boerenkoolmos (zie pag. 32), Bruin boerenkoolmos, Gewoon baardmos, Bleek baardmos, Bruin paardenhaarmos, Purper geweimmos (pag. 32 en 64), Bostandpastakorst (pag. 32), Avocadomos, Trilzwamkorst, Dennenmos, Dennenschotelkorst en meer. In par. 3.4 meer hierover.

In de meeste bos- en natuurgebieden groeien momenteel alleen nog maar boom-bewonende soorten die zich even makkelijk in grote steden vestigen. Vooral in bossen is nog maar een klein deel van de soorten nog het zelfde als zo'n 30 jaar terug; bijna de hele soortensamenstelling is hier vervangen door een andere. Een voorbeeld is Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*, zie pag 36 en 63); die zat vroeger op vrijwel iedere boom in het bos; nu is hij daar zo goed als verdwenen. Op rottend hout zit hij nog wel regelmatig.

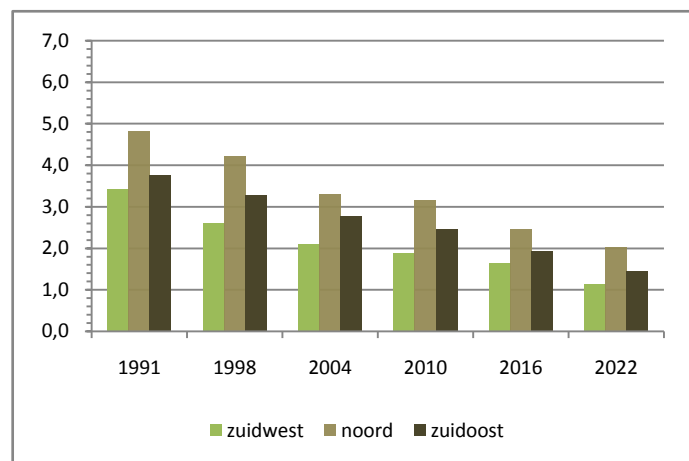
Het blijkt dat de steeds verdergaande ontzuring van boomschors een belangrijke oorzaak is van de achteruitgang. We zagen eerder dat de ontzuring komt doordat ammoniak een base is (pas in de bodem draagt het bij aan de verzuring). Eenmaal ontzuurde schors wordt niet vanzelf opnieuw zuur als de ammoniakbelasting daalt, zie van Herk (2019) voor een analyse van dit fenomeen. De effecten zijn daardoor zeer persistent en bovendien cumulatief (telt bij elkaar op). Dit verklaart waarom de achteruitgang gewoon blijft doorgaan.

De achteruitgang treedt zowel in Natura 2000-gebied als in overig Drenthe ('witte gebieden') op (figuur 3.15). In Natura 2000 gebied komen weliswaar nog steeds meer ammoniakgevoelige soorten voor dan daarbuiten, maar de neergaande trend is helemaal vergelijkbaar. Er is geen noemenswaardig verschil tussen de AIW in de 750m. zone en die in de 'witte gebieden' (figuur 3.15).

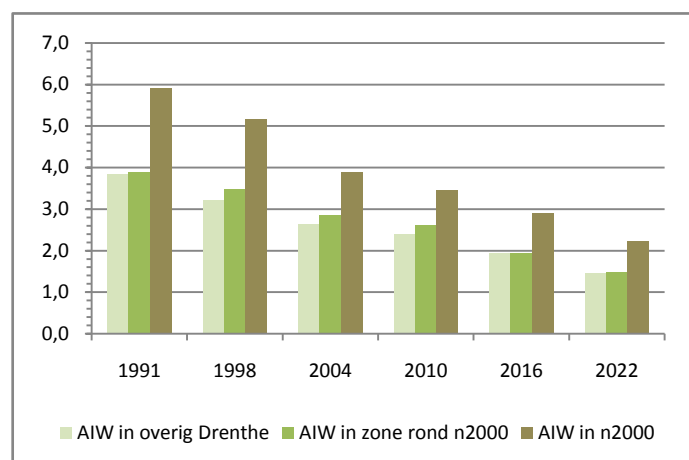
Figuur 3.13 De hoeveelheid ammoniakgevoelige soorten (AIW) in heel Drenthe, 1991-2022.



Figuur 3.14 De hoeveelheid ammoniakgevoelige soorten (AIW), regionaal, 1991-2022.



Figuur 3.15 De hoeveelheid ammoniakgevoelige soorten (AIW) in meetpunten in overig Drenthe, in een zone om n2000, en binnen n2000-gebied, 1991-2022.



Regionaal zijn er wel duidelijke verschillen. Zuidwest Drenthe heeft over de hele onderzoeksperiode de minste ammoniakgevoelige soorten (figuur 3.14). Dit wordt veroorzaakt doordat in deze regio al in een vroeg stadium (rond 1990) veel ammoniakuitstoot was. De gevoelige soorten hebben zich hier nooit van hersteld (ook niet relatief t.o.v. andere regio's). Ook hieraan is te zien dat de effecten op de AIW zeer persistent zijn. Noord Drenthe scoort over de hele linie het beste. Desondanks is het verloop van de neergaande trend vergelijkbaar met de andere regio's.

De ruimtelijke verdeling van de AIW in 2022 is te zien in figuur 3.16. Relatief hoge AIW-waarden zijn nog te vinden bij Norg en Veenhuizen, rond Assen, op de Hondsrug bij Gasselte, Borger en Exloo, en in het westen bij Diever en Havelte.

Figuur 3.17 toont de afname van ammoniakgevoelige soorten sinds 2016. In de kop van Drenthe is de afname beperkt gebleven, bij de meeste punten is de afname tamelijk gering. Zuidelijker is de afname wel groot, vooral rond Havelte, Diever en Dwingeloo, alsmede bij Gasselte, Exloo, Sleen en Wezup. In vrijwel niet één meetpunt is de AIW toegenomen. Dit ondersteunt de bevinding dat eenmaal ontzuurde schors niet vanzelf opnieuw zuur wordt, ook niet als de ammoniakbelasting daalt.

rechtsboven:

Purper geweimos (*Pseudevernia furfuracea*) was ooit een vrij algemene wegboomsoort. Nu is hij bijna weg (zie pag. 64).

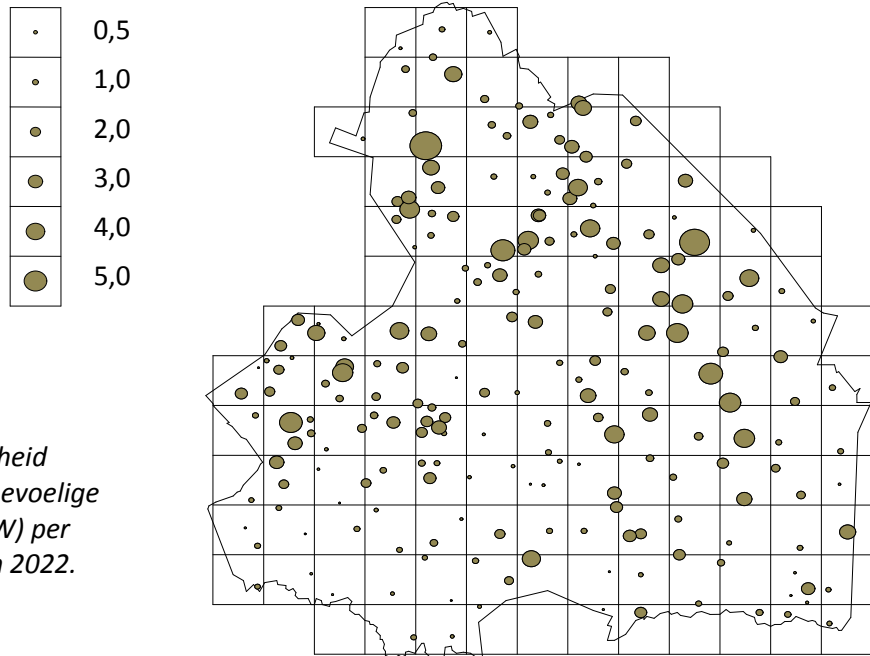
rechtsonder:

Groot boerenkoolmos (*Platimatia glauca*) was vrij algemeen in strubbenbossen, nu is hij uit het meetnet verdwenen.

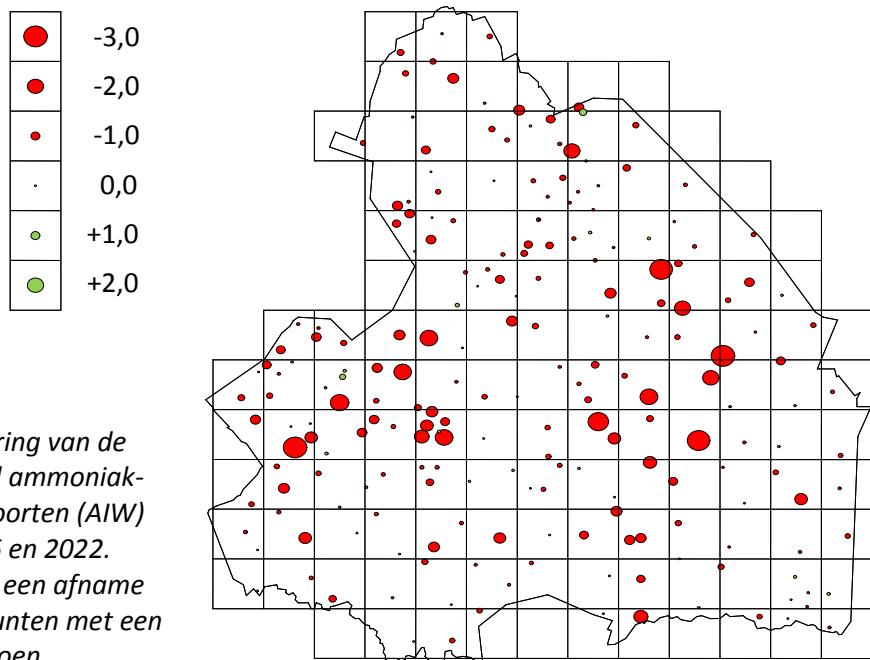
onder:

Bostandpastakorst (*Ochrolechia microstictoides*) is alleen nog bekend van Weerdinge en Norg.





Figuur 3.16
 De hoeveelheid ammoniakgevoelige soorten (AIW) per meetpunt in 2022.



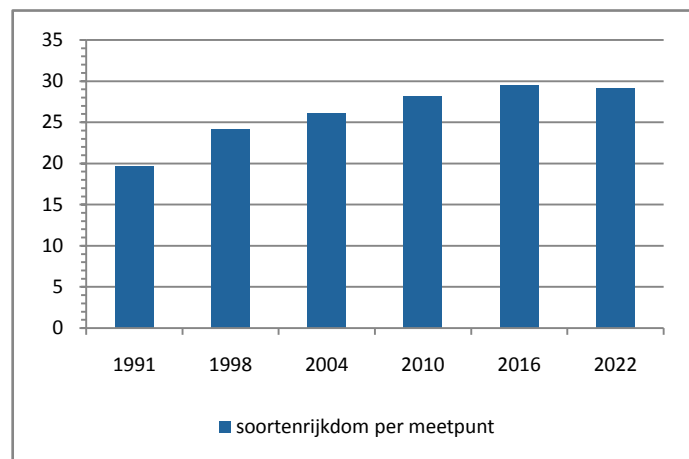
Figuur 3.17
 De verandering van de hoeveelheid ammoniakgevoelige soorten (AIW) tussen 2016 en 2022. Punten met een afname zijn rood, punten met een toename groen.

3.3 De soortenrijkdom en -samenstelling

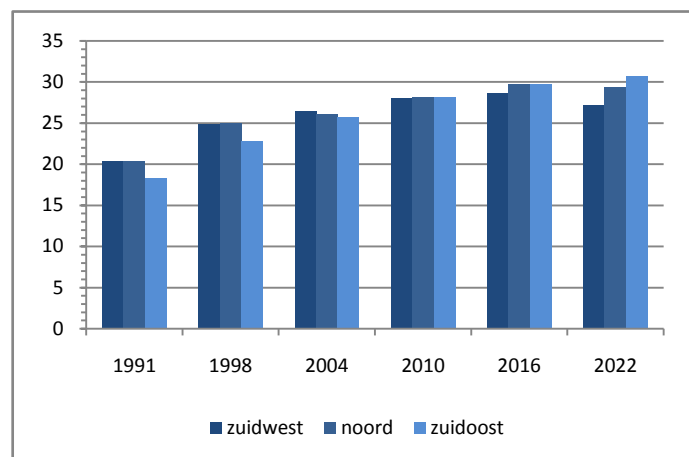
De soortenrijkdom per meetpunt is in 2022 licht afgenomen ten opzichte van 2016. Dit is na een lange periode met een stijgende trend (figuur 3.18). De afname is alleen in Zuidwest Drenthe significant (bijlage 5). In Zuidoost Drenthe nam de soortenrijkdom juist nog iets toe, maar niet significant. Ooit was Zuidoost Drenthe de soortenarmste regio (Masselink-Beltman, 1978) nu is de soortenrijkdom hier het grootst (figuur 3.19). De verschillen zijn echter slechts klein.

Tussen 1991 en 2004 was de toename in belangrijke mate het gevolg van de verminderde zwaveldioxide belasting, waarvan de effecten nu geleidelijk zijn weggeëbd. Ook was er een netto toename door ammoniak: de toename van ammoniakminnaars was groter dan de afname van de gevoelige soorten. Over latere jaren verschuift dit naar andere factoren, vooral klimaatopwarming speelt daarbij een rol: het aantal toegenomen warmteminnaars is groter is dan het aantal afgenomen koelteminnaars.

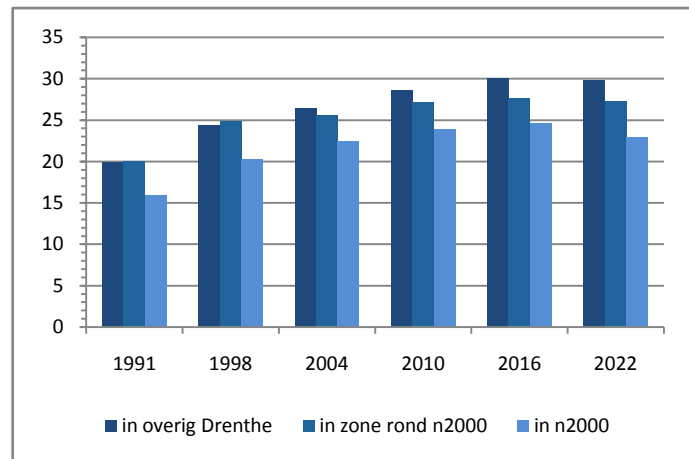
Figuur 3.18 *Het aantal soorten korstmossen per meetpunt, 1991-2022.*



Figuur 3.19 *Het aantal soorten korstmossen per meetpunt, regionaal, 1991-2022.*

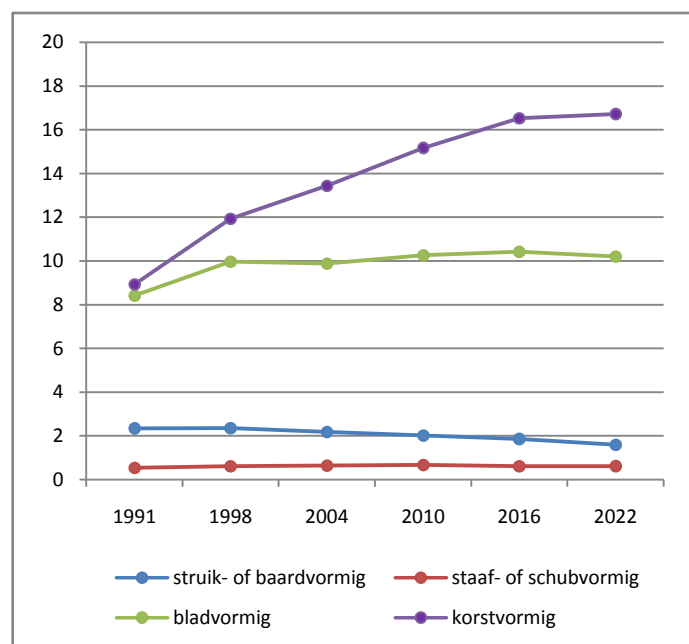


Figuur 3.20 *Het aantal soorten korstmossen in meetpunten in overig Drenthe, in een zone om n2000, en binnen n2000-gebied, 1991-2022.*



De (beperkte) recente afname (na 2016) moet ook weer gezien worden als een gecombineerd effect: ammoniakminnaars zijn over het geheel wat afgenomen (zie bijv. pag. 69 en 70), terwijl ook ammoniakgevoelige soorten zijn verminderd. Figuur 3.20 laat zien dat de soortendiversiteit juist buiten de natuurgebieden het grootst is. Veel korstmossen zijn gebonden aan oude bomen, en die staan in Drenthe in de regel minder veel in Natura 2000. Iets vergelijkbaars zien we bij het aantal Rode Lijst-soorten (par. 3.4). Een uitzondering vormt het Norgerholt, wat juist bekend staat om zijn vele bij bijzondere soorten op oude bomen. Figuur 3.20 laat verder zien dat de soortenrijkdom in 2016 in alle zones een verzadigingspunt bereikte. In Natura 2000-gebied was de afname daarna net significant.

Figuur 3.21 *De verandering van de groeivormsamenstelling, 1991-2022. Gegeven is het aantal soorten per groeivorm per meetpunt.*



De vorige ronde is al benadrukt dat het algemene aspect van de korstmosbegroeiing geen gunstige ontwikkeling doorgemaakt heeft, ondanks de tot voor kort toegenomen diversiteit. Vooral de afname van Eikenmos (*Evernia prunastri*, omslag linksboven) is groot. Deze opvallende, als hertengewei vertakte soort, nam af van 86% van de punten in 1991 naar 46% nu (bijlage 1). Ook de laatste ronde is de soort weer in 14% van de punten verloren gegaan. Op pag. 65 is met verspreidingskaartjes de achteruitgang in beeld gebracht.

Figuur 3.21 laat zien hoe de soortensamenstelling per groeivorm sinds 1991 veranderd is. Na 1998 is vrijwel de hele toename in soortenrijkdom toe te schrijven aan de toename van korsten. Ook bladvormige soorten namen tot voor kort nog iets toe, maar daar is deze ronde een einde aan gekomen. Veel struikvormige soorten, waar ook Eikenmos bij hoort, zijn na 1998 duidelijk afgenomen.

Veel korstvormige soorten zijn zeer onopvallend; de toegenomen diversiteit is daarom voor een leek niet eenvoudig te zien. Een voorbeeld is Verzonken schriftmos (*Pseudoschismatomma rufescens*): alleen met de loupe zijn de minuscule zwarte spikkeltjes van deze soort zichtbaar. Op pag. 68 is te zien hoe deze soort rond 2004 het zuidwesten van de provincie voor het eerst koloniseert, en nu overal zeer algemeen geworden is. De soort is warmteminnend.

Een andere korst is de Ammoniakshotelkorst (*Lecanora barkmaniana*), zie pag. 66. In 1989 is deze nieuw voor de wetenschap aangetroffen in een meetpunt in Vledder (niet zichtbaar in de verspreidingskaartjes omdat dit punt niet meer gemonitord wordt). Tien jaar later is hij door mij nieuw beschreven (Aptroot & van Herk, 1999). Nu is hij algemeen in heel Drenthe. Deze soort is zowel warmteminnend als ammoniakminnend. Een zelfde ecologie heeft Vals Dooiermos (*Candelaria concolor*), zie pag. 67. Recentelijk is gebleken dat dit niet één soort is, maar in werkelijkheid bestaat uit twee soorten (DNA!), waaronder een invasieve soort die vermoedelijk pas na 2000 zijn intrede heeft gedaan.

links: **Gewoon schorsmos** (*Hypogymnia physodes*) is zo gewoon niet meer.

rechts: **Trompettakmos** (*Ramalina fastigiata*, midden), **Melig takmos** (*R. farinacea*, onder) en **Eikenmos** (*Evernia prunastri*, boven) in een soortenrijke begroeiing bij Diever.

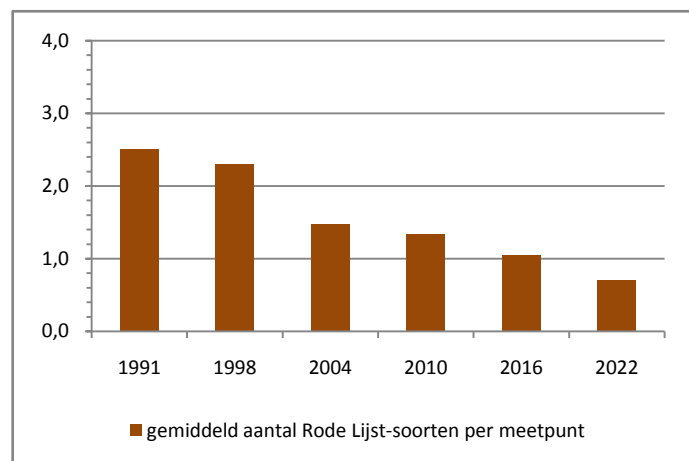


3.4 Rode Lijst-soorten

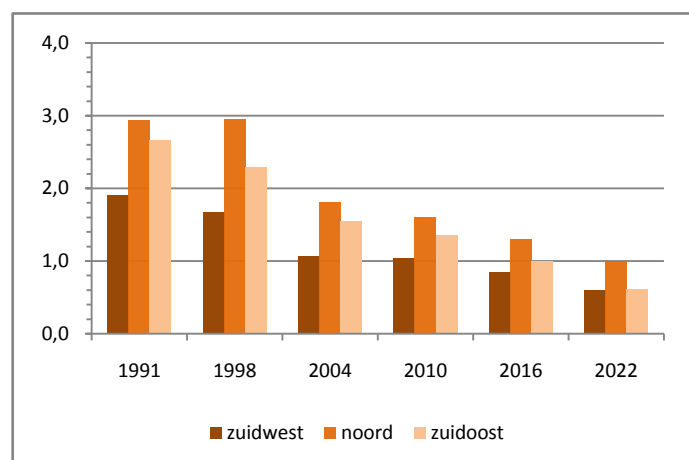
Het aantal Rode Lijst-soorten is, zoals eerder al aangegeven, gebaseerd op de net nieuw uitgekomen versie (Sparrius *et al.*, 2023). Alle data van het meetnet zijn voor dat doel met terugwerkende kracht herberekend, en vormen dus niet meer een voortzetting van de getallen uit het vorige rapport (van Herk, 2017). De uitkomsten zijn desalniettemin in veel opzichten vergelijkbaar.

Het aantal Rode Lijst-soorten per meetpunt neemt over de meetperiode, 1991-2022, sterk af (figuur 3.22). De afname wordt in belangrijke mate veroorzaakt door ammoniak. Veel soorten met een gevoeligheid daarvoor staan inmiddels op de Rode Lijst. De trend is vrijwel identiek met het eerder gevonden verloop in 2016. Een belangrijk verschilpunt is echter dat met de nieuwe Rode Lijst het aantal RL-soorten per punt hoger uitvalt (gemiddeld een halve soort meer). De oorzaak is dat in het meetnet nu meer soorten zitten met een RL-status, meer soorten zijn inmiddels dus bedreigd.

Figuur 3.22 *Het aantal Rode Lijst-soorten per meetpunt, 1991-2022.*



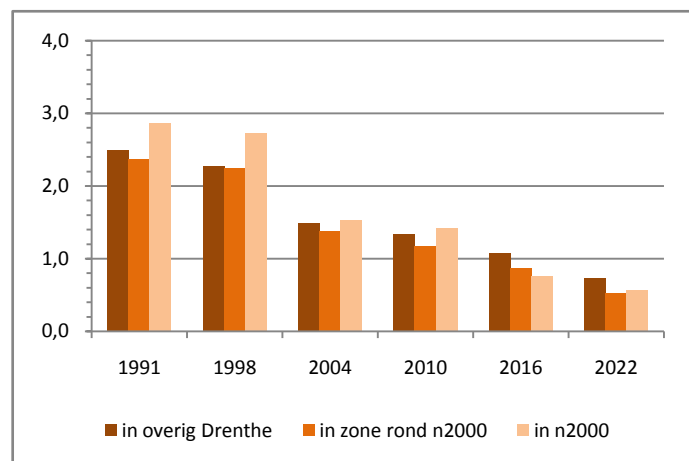
Figuur 3.23 *Het aantal Rode Lijst-soorten per meetpunt, regionaal, 1991-2022.*



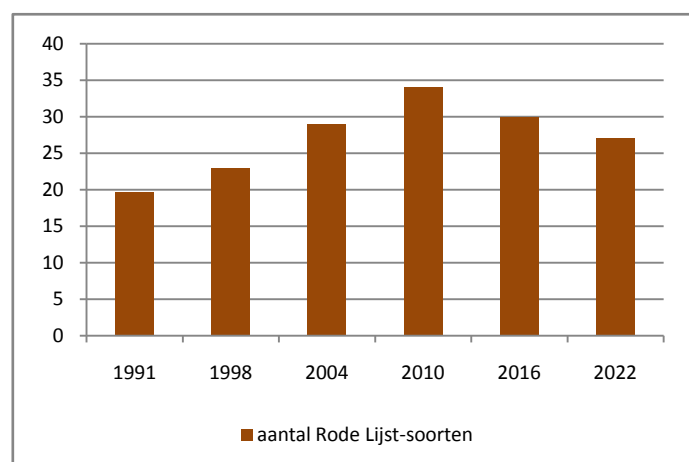
Doordat rond 1990 Zuidwest Drenthe al zwaarder met ammoniak belast was, is het aantal RL-soorten daar vanaf het begin het laagst (figuur 3.23). De snelheid van de afname is het grootst in Zuidoost Drenthe, waar de intensivering van de landbouw pas later op gang gekomen is, maar waar deze vervolgens een hogere tol geëist heeft. Noord Drenthe heeft over de hele linie het hoogste aantal RL-soorten, hier heeft het effect van ammoniak het minst toegeslagen, vergelijkbaar met de situatie bij de AIW (ammoniakgevoelige soorten).

Uit figuur 3.24 valt op te maken dat Rode Lijst-soorten niet speciaal in Natura 2000-gebied zitten. Ook buiten de natuurgebieden zijn zij vaak aanwezig. Dit heeft te maken met het feit dat veel bijzondere soorten aan oude bomen gebonden zijn. Zulke bomen staan in Drenthe veel langs wegen of in de menselijke woonomgeving. Het gaat daarbij ook vaak om oude bomen op dorpsbrinken e.d. In bos- en natuurgebieden zijn eikenstrubben vanouds rijk aan RL-soorten, maar in dit biotoop is veel verloren gegaan.

Figuur 3.24 *Het aantal Rode Lijst-soorten per meetpunt in overig Drenthe, in een zone om n2000, en binnen n2000-gebied, 1991-2022.*



Figuur 3.25 *Het totale aantal Rode Lijst-soorten per meetronde, 1991-2022.*



RL	wetenschappelijke naam	Nederlandse naam		zzheid	2016	2022
GE	<i>Blastenia ferruginea</i>	Rood boomzonnetje	*	zzz	1	1
GE	<i>Buellia schaereri</i>	Klein strontjesmos		zzz	0	0
GE	<i>Calicium glaucellum</i>	Zwart boomspijkertje	*	zzz	0	0
GE	<i>Chaenotheca furfuracea</i>	Lichtend schorssteeltje	*	zzz	0	0
GE	<i>Flavopunctelia flaventior</i>	Oosters schildmos	*	zzz	1	0
GE	<i>Hypogymnia physodes</i>	Gewoon schorsmos		a	52	29
GE	<i>Hypogymnia tubulosa</i>	Witkopschorsmos		a	15	9
GE	<i>Ochrolechia subviridis</i>	Wrattige tandpastakorst	*	zzz	5	5
GE	<i>Parmelia submontana</i>	Moerasschildmos	*	zzz	0	3
GE	<i>Parmelina pastillifera</i>	Knopjesschildmos	*	zzz	1	1
GE	<i>Parmotrema reticulatum</i>	Netschildmos		zzz	1	1
GE	<i>Phaeographis inusta</i>	Grote runenkorst	*	zzz	1	1
GE	<i>Ramalina pollinaria</i>	Sierlijk takmos	*	zzz	0	0
GE	<i>Ropalospora viridis</i>	Koele boskorst		zzz	1	0
GE	<i>Xanthomendoza ulophyllodes</i>	Ulevellemos	*	zzz	2	2
KW	<i>Hypocenomyce scalaris</i>	Gewoon schubjesmos		z	20	9
KW	<i>Imshaugia aleurites</i>	Dennenmos	*	zzz	0	0
KW	<i>Lecanora conizaeoides</i>	Groene schotelkorst		z	2	1
KW	<i>Micarea nitschkeana</i>	Takkenoogje		zzz	0	0
KW	<i>Ochrolechia androgyna</i>	Gewone tandpastakorst	*	z	49	38
KW	<i>Pertusaria amara</i>	Ananaskorst	*	z	34	23
KW	<i>Physcia aipolia</i>	Gemarmerd vingermos		z	0	0
KW	<i>Physconia distorta</i>	Fors rijpmos	*	zz	2	1
KW	<i>Protoparmelia hypotremella</i>	Grijze spijkerdrager		zz	16	13
KW	<i>Pseudevernia furfuracea</i>	Purper geweimos	*	z	26	12
BE	<i>Anaptychia ciliaris</i>	Wimpermos	*	zzz	2	2
BE	<i>Blastenia herbidella</i>	Koraalcitroenkorst	*	zzz	2	3
BE	<i>Lecanora aitema</i>	Dennenschotelkorst		zz	3	0
BE	<i>Ochrolechia microstictoides</i>	Bostandpastakorst	*	zzz	2	2
BE	<i>Ochrolechia turneri</i>	Valse kringkorst	*	zz	7	6
BE	<i>Platismatia glauca</i>	Groot boerenkoolmos	*	zz	1	0
BE	<i>Protoparmelia oleagina</i>	Bruine spijkerdrager		zz	25	23
BE	<i>Ramalina fraxinea</i>	Groot takmos	*	zz	7	5
BE	<i>Ramalina lacera</i>	Waaiertakmos	*	zz	2	2
BE	<i>Usnea hirta</i>	Bleek baardmos	*	zz	1	1
BE	<i>Usnea subfloridana</i>	Gewoon baardmos	*	zz	0	0
BE	<i>Varicellaria hemisphaerica</i>	Boskringkorst	*	zzz	1	1
BE	<i>Violella fucata</i>	Trilzwamkorst		zz	6	2
EB	<i>Bryoria fuscescens</i>	Bruin paardenhaarmos	*	zzz	0	0
EB	<i>Tuckermanopsis chlorophylla</i>	Bruin boerenkoolmos	*	zzz	3	1
VN	<i>Cyphelium inquinans</i>	Kopspijkertje	*	x	0	0
	aantal Rode Lijst soorten				30	27
	aantal Rode Lijst waarnemingen				291	197

Tabel 3.2 De veranderingen die opgetreden zijn bij de Rode Lijst soorten in de 210 herhaalde meetpunten in Drenthe. Toelichting: 2016 & 2022= aantal meetpunten met deze soort in resp. 2016 en 2022; zzheid= landelijke zeldzaamheid anno 2022 (a= vrij algemeen, z= vrij zeldzaam, zz= zeldzaam, zzz= zeer zeldzaam, x verdwenen); RL= Rode Lijst status in Sparrius et al., 2023 (GE= gevoelig, KW= kwetsbaar, BE= bedreigd, EB= ernstig bedreigd, VN= verdwenen uit NL). De met een sterretje (*) gemarkeerde soorten verdienen extra bescherming tegen bijv. kap; het zijn veelal langlevende soorten van oude bomen, typerend voor soortenrijke begroeiingen.

Een graadmeter die wat meer gericht is op de natuurwaarde is het aantal RL-soorten per onderzoeks ronde (figuur 3.25). Hierbij krijgen soorten uit de zwaardere RL-categorieën (*kwetsbaar*, *bedreigd* en *ernstig bedreigd*) wat meer gewicht, immers in figuur 3.22 t/m 3.24 bepalen vooral de minder zeldzame RL-soorten (vergelijk tabel 3.2) de trend. Tot 2010 was er bij het aantal RL-soorten per meetronde nog een toename, vooral t.g.v. een verminderde zwaveldioxide-uitstoot. Na 2010 was er een afname, vanaf dat moment domineren de negatieve effecten van ammoniak. Tabel 3.2 geeft een overzicht van de aanwezige RL-soorten; in de kolommen '2016' en '2022' staat het aantal vondsten. Soorten die al in 2016 of eerder uit het meetnet verdwenen waren staan in beide kolommen met een '0'.

In het meetnet zijn 41 soorten aangetroffen die momenteel een Rode Lijst-status hebben. Daarvan zijn er 14 in de loop der jaren verdwenen. Eén daarvan, het Kopspijkertje (*Cyphelium inquinans*) is inmiddels uit heel Nederland verdwenen. De soort is zeer gevoelig voor ammoniak. Na 2016 zijn vier RL-soorten uit het meetnet verdwenen: de Koele boskorst (*Ropalospora viridis*), Dennenschotelkorst (*Lecanora aitema*), Groot boerenkoolmos (*Platismatia glauca*, zie pag. 32) en Oosters schildmos (*Flavopunctelia flaventior*, zie onder). De eerste drie zijn gevoelig voor ammoniak, de vierde zat op een zieke boom die gekapt is. Nieuw is Moerasschildmos (*Parmelia submontana*). Nog eens vijf soorten dreigen snel te verdwijnen: Bruin boerenkoolmos (*Tuckermanopsis chlorophylla*), Bleek baardmos (*Usnea hirta*), Boskringkorst (*Varicellaria hemisphaerica*), Bostandpastakorst (*Ochrolechia microstictoides*, zie pag. 32), Trilzwamkorst (*Violella fucata*) en Knopjesschildmos (*Parmelina pastillifera*, zie onder). De meeste van deze zijn wederom zeer gevoelig voor ammoniak. Tabel 3.2 laat verder zien dat na 2016 éénderde van de Rode Lijst waarnemingen verloren is gegaan. Het gaat dus helemaal niet goed met de korstmossen in Drenthe. En ammoniak speelt daarbij een belangrijke rol. Voor veel soorten betekent het persistent ontzurende effect van ammoniak (zie par. 3.2) voorlopig geen goed vooruitzicht, ook niet als de ammoniakbelasting op korte termijn verder daalt.

links: **Knopjesschildmos** (*Parmelina pastillifera*) zit op nog één boom in Donderen
rechts: **Oosters schildmos** (*Flavopunctelia flaventior*) is door kap verdwenen

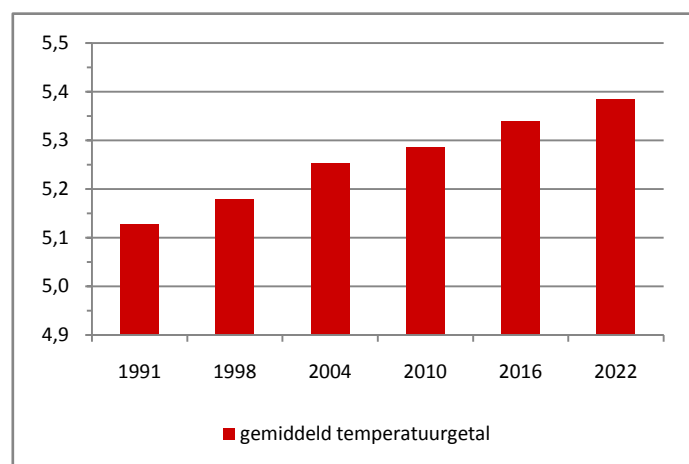


3.5 Het klimaat

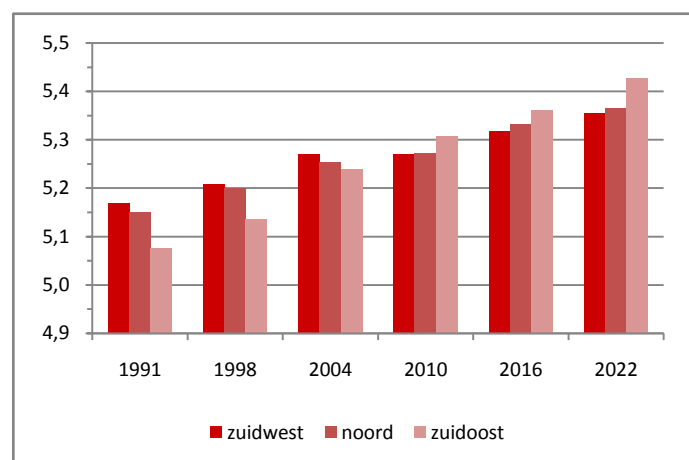
Deze ronde is het gemiddelde temperatuurgetal weer duidelijk toegenomen (figuur 3.26). De graadmeter laat een vrijwel lineair toenemende trend zien sinds het begin van de metingen in 1991. De stijging bedraagt over de hele meetperiode 0,26 eenheden, en is het grootst tussen 1998 en 2004. De stijging is zeer significant, zowel na 2010 als na 2016 (resp. bijlage 6 en 5). Vooral soorten met de rode *Trentepohlia*-alg zijn warmteminnend (Aptroot & van Herk, 2009).

Opvallend is dat het temperatuurgetal in Zuidoost Drenthe het meest toegenomen is (figuur 3.27). In 1991 was hij daar nog het laagst, in de loop de jaren zijn Zuidwest en Noord Drenthe door deze regio 'ingehaald'. Wellicht is er een samenhang met de landschapsstructuur. De toename van het temperatuurgetal was vooral groot (en het meest significant, bijlage 5 en 6) in de 'witte gebieden', en in veel mindere mate in de natuurgebieden (weinig in Zuidoost). Met andere woorden: groen geeft verkoeling.

Figuur 3.26 Het gemiddelde temperatuurgetal per meetpunt, 1991-2022.



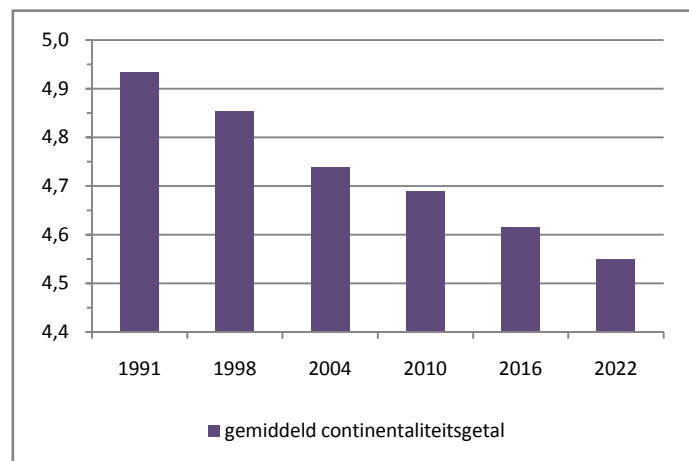
Figuur 3.27 Het gemiddelde temperatuurgetal per meetpunt, regionaal, 1991-2022.



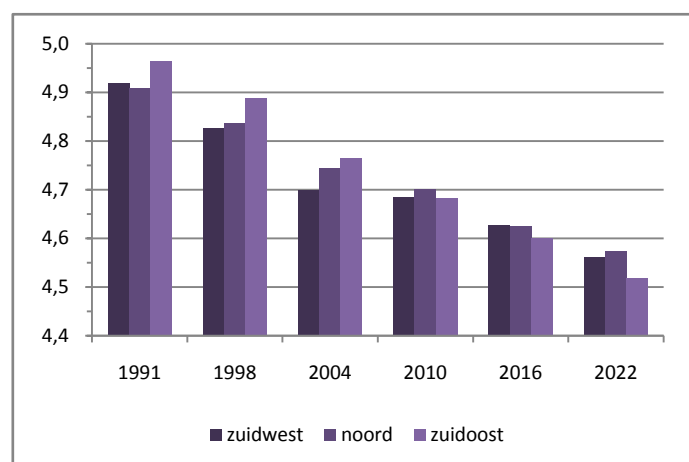
Het continentaliteitsgetal blijkt gedurende de onderzoeksperiode eveneens sterk veranderd; deze nam met 0,38 eenheden af (figuur 3.28). Een afname betekent dat het klimaat minder continentaal, d.w.z. atlantischer geworden is. Het geeft dus aan dat de soortensamenstelling meer is gaan lijken op die in gebieden met een zee-klimaat (versus landklimaat). Opmerkelijk is dat de verandering wederom in Zuidoost Drenthe het grootst is: daar is de continentaliteit nu -paradoxaal genoeg- het laagst geworden (figuur 3.29).

Vooraf het zachter geworden winterklimaat is voor de soorten belangrijk. Veel korstmossen hebben een optimale fotosynthese bij lage temperaturen, dikwijls tussen de 5 en 10 °C. (Nash III, 1996) mits voldoende vocht aanwezig is. Door de zachtere winters met slechts incidentele vorstperiodes, is de winter de optimale periode geworden om fotosynthese te laten plaatsvinden. Warme en droge zomers deren korstmossen niet; ze gaan dan in een latente toestand over. Een continentaal klimaat vraagt, door de strengere winters, om een andere levensstrategie.

Figuur 3.28 Het gemiddelde continentaliteitsgetal per meetpunt, 1991-2022.



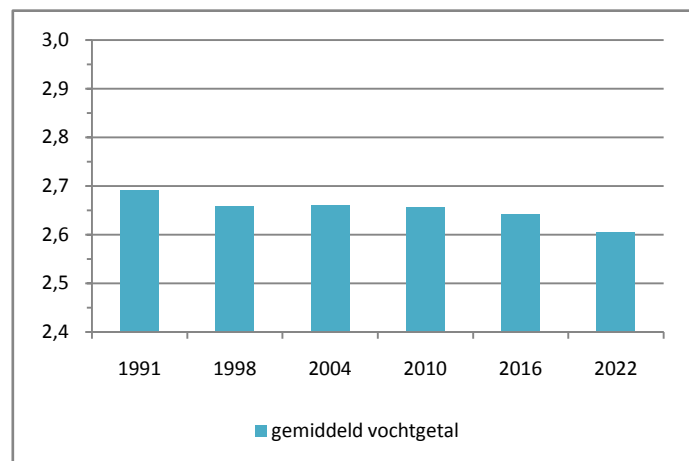
Figuur 3.29 Het gemiddelde continentaliteitsgetal per meetpunt, regionaal, 1991-2022.



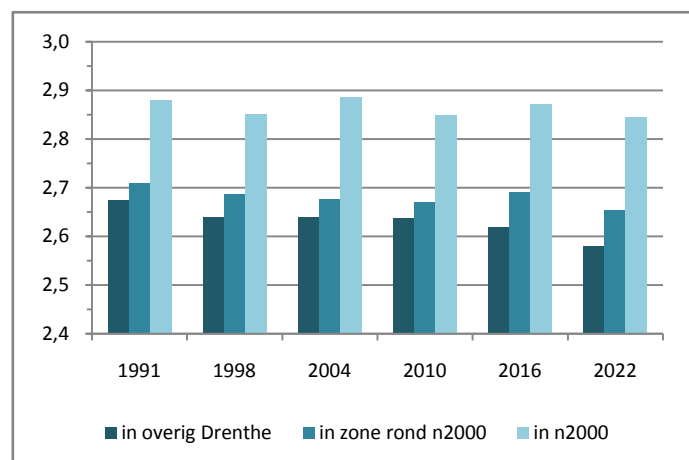
Het vochtgetal is over de onderzoeksperiode licht gedaald (zie figuur 3.30, met 0,09 eenheden). Tussen 1998 en 2010 was er nauwelijks verandering. Na 2010 was er wel een significante afname (bijlage 6), ook recent (bijlage 5). De afname blijkt vooral in landbouwgebieden opgetreden te zijn (figuur 3.31, 'overig Drenthe'). Hier lijkt sprake te zijn van duidelijke verdrogingseffecten.

Natura 2000-gebieden zijn over de hele onderzoeksperiode aanzienlijk vochtiger dan landbouwgebieden en gebieden in de 750 m. zone. Voor korstmossen is de hogere luchtvochtigheid hierbij cruciaal. Deze zal vaak het gevolg zijn van een beschutter microklimaat. In open landbouwgebieden treedt verdroging sneller op door een sterkere blootstelling aan de wind. Meetpunten in de 750 m. zone lijken de laatste jaren minder verdroogd te zijn dan de omgevende landbouwgebieden, wellicht is dit door een wat ander landgebruik en/of landschapstructuur iets gebufferd. Al met al lijken de effecten van verdroging zich bij de korstmossen hoofdzakelijk tot de landbouwgebieden te beperken.

Figuur 3.30 Het gemiddelde vochtgetal per meetpunt, 1991-2022.



Figuur 3.31 Het gemiddelde vochtgetal per meetpunt in overig Drenthe, in een zone om n2000, en binnen n2000-gebied, 1991-2022.

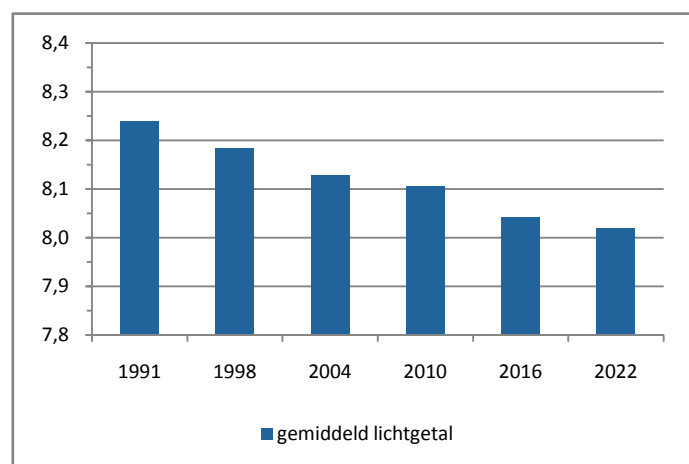


Het gemiddelde lichtgetal is in Drenthe duidelijk afgenomen. Deze daalde over de meetperiode 0,22 eenheden (figuur 3.32). De verandering is zowel na 2010 als na 2016 significant. Het sterkst is de afname in de Natura 2000 gebieden (figuur 3.33, 0,56 eenheden). Maar ook bij de meetpunten elders is er een trend van verminderde lichttoetreding. Voor een deel valt dit te verklaren met het ouder worden van de bemonsterde bomen, wat gepaard gaat met een grotere kroonsluiting.

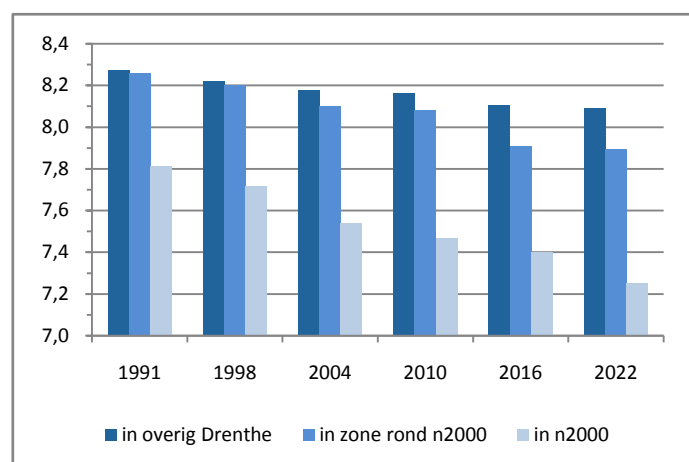
Het ligt niet in de lijn der verwachting dat er een relatie is tussen lichttoetreding en klimaat; deze gegevens worden vooral gepresenteerd om een completer beeld van van de groeiomstandigheden van de korstmossen te geven.

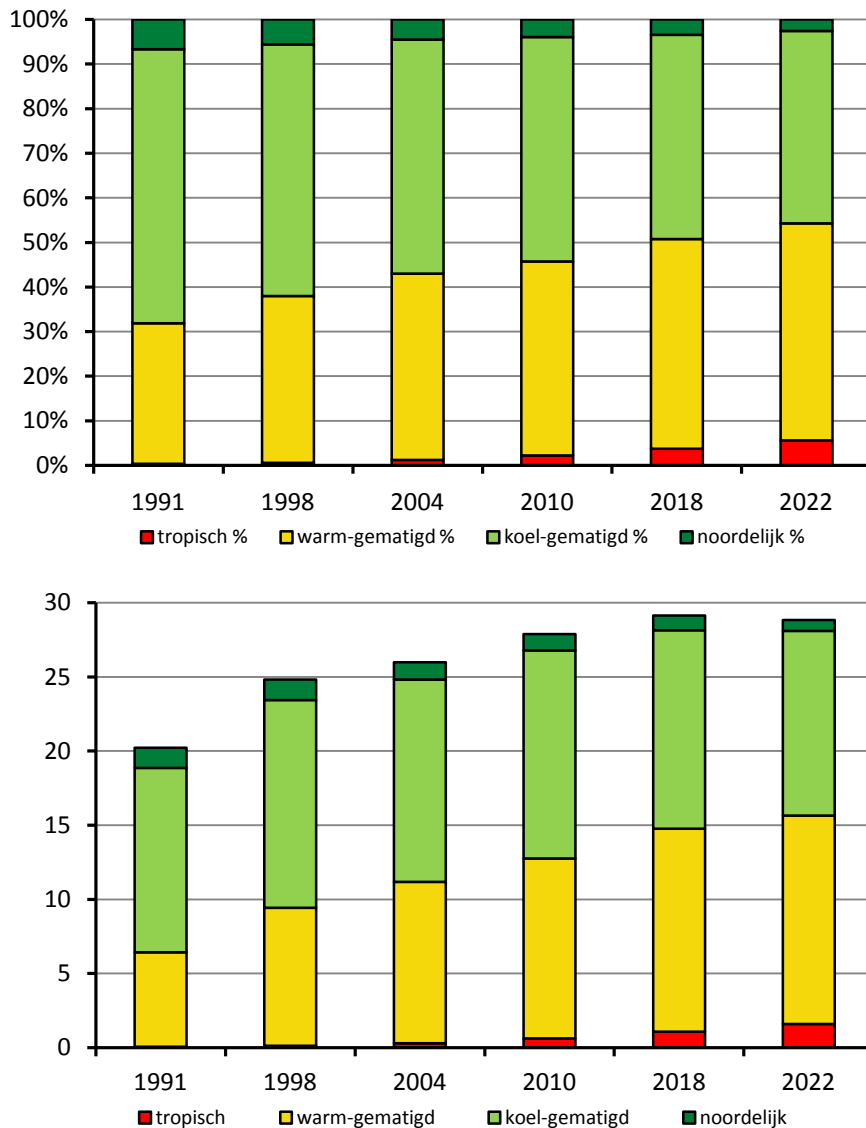
In figuur 3.34, tenslotte, is niet uitgegaan van ecologische indicatiewaarden, maar van het areaal (het verspreidingsgebied) van korstmossen. Bij de meeste soorten is goed bekend of dat het areaal noordelijk of zuidelijk is. Een verschuiving in het

Figuur 3.32 *Het gemiddelde lichtgetal per meetpunt, 1991-2022.*



Figuur 3.33 *Het gemiddelde lichtgetal per meetpunt in overig Drenthe, in een zone om n2000, en binnen n2000-gebied, 1991-2022.*





Figuur 3.34 De verandering van de soortensamenstelling van de korstmossen in Drenthe als functie van het natuurlijke areaal (verspreiding op aarde) van deze soorten. De verandering is per meetpunt berekend, en uitgedrukt in procenten (boven) en absoluut (onder). De soorten zijn ingedeeld in vier categorieën: tropisch, warm-gematigd, koel-gematigd en noordelijk. Tot de tropische soorten worden soorten gerekend die in de tropen meer voorkomen dan in elk van de gematigde zones. Een gelijksoortige definitie geldt voor de andere categorieën.

areaal, afgemeten aan de veranderde soortensamenstelling per meetpunt, laat dus zien of er een respons is op een warmer klimaat. De veranderde samenstelling is zowel absoluut (onder) als in procenten (boven) gegeven.

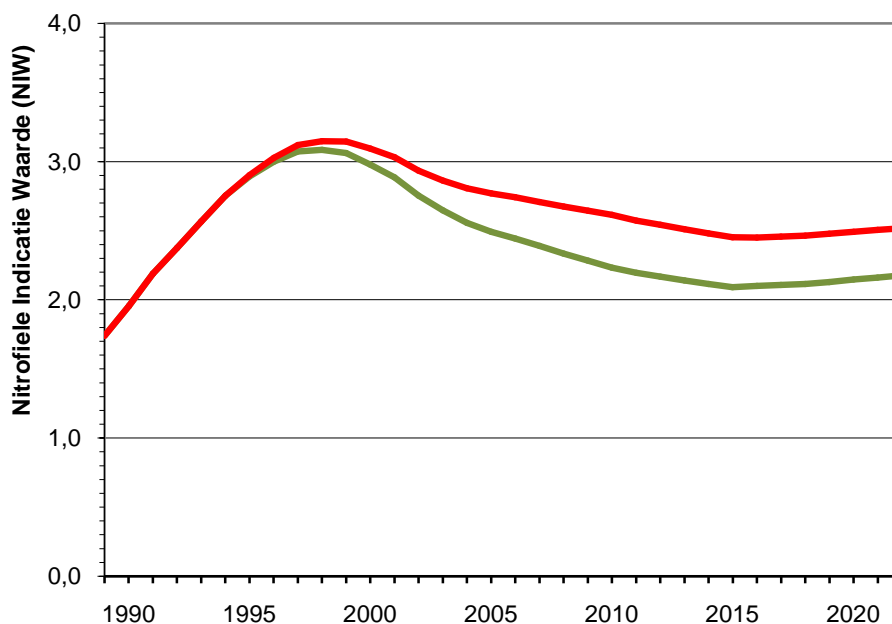
Te zien is dat er over de hele meetperiode een sterke verschuiving is opgetreden. Procentueel veranderen alle vier de categorieën (tropisch, warm-gematigd, koel-gematigd en noordelijk). In absolute zin blijven koel-gematigde soorten tot 2016 grotendeels onveranderd. De tussen 1991 en 2016 opgetreden toename in soortenrijkdom wordt tot dan toe helemaal 'opgevuld' met tropische en warm-gematigde soorten. De na 2016 iets afgenomen soortenrijkdom gaat nu wel ten koste van koel-gematigde soorten. Warm-gematige en tropische soorten blijven tegen de stroom in toenemen. Noordelijke soorten zijn sinds 1991 bijna gehalveerd, maar bij deze categorie gaat het in absolute zin om wat kleinere aantallen.

4 INTERPROVINCIAAL

Sinds 1989 is er door acht provincies onderzoek verricht naar epifytische korstmossen. In zes provincies is er daarna tot monitoring overgegaan. In alle gevallen was de onderzoeksmethode die gebruikt is om o.m. de effecten van ammoniak te volgen hetzelfde. Hierdoor zijn onderlinge vergelijkingen mogelijk, en er is gelegenheid tot synthese.

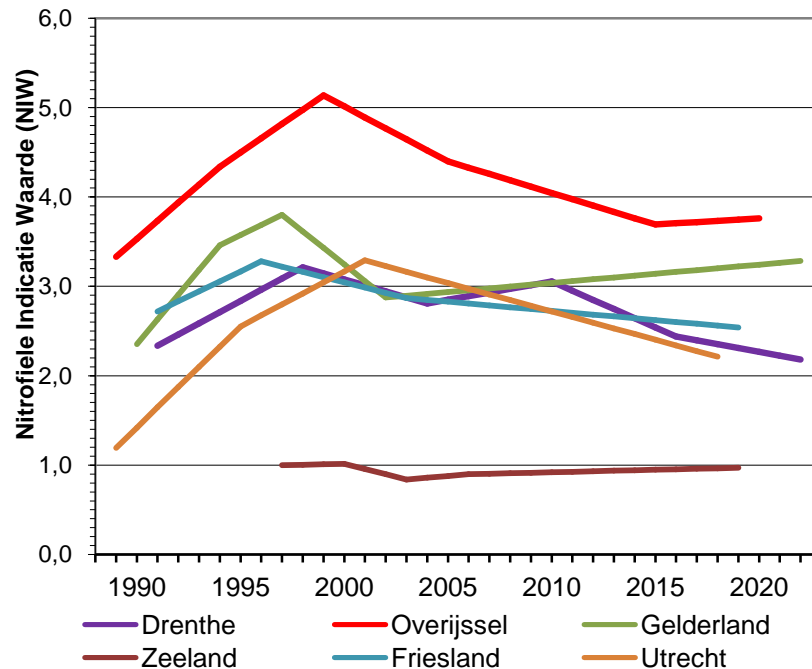
4.1 Ammoniakminnaars

In figuur 4.1 is een synthese tot stand gebracht van de NIW-trends van zes provincies. Hierin zijn behalve de data van Drenthe zelf, ook de meest recente data van Gelderland en Overijssel opgenomen. Figuur 4.1 is een 'update' van eerdere versies. Te zien is dat de ammoniakminnaars na een maximum in 1998 lange tijd een dalende trend hebben vertoond. Dit heeft voortgeduurd tot ongeveer 2016. De laatste vier jaar lijkt er weer sprake te zijn van een licht stijgende trend.



Figuur 4.1 Het verloop van de hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW) tussen 1989 en 2022 (rood) op basis van een synthese van data van zes provincies (Friesland, Drenthe, Overijssel, Gelderland, Utrecht en Zeeland). De groene lijn geeft een toegepaste correctie weer voor de effecten van verkeer (NH_3 uit katalysatoren en AdBlue) (zie ook <https://www.clo.nl/indicatoren/nl1097-korstmossen-en-ammoniak>).

Figuur 4.2 De verandering van de Nitrofiële Indicatie Waarde (NIW) in zes provincies die langjarig onderzocht zijn (ongecorrigeerd). Data ontleend aan eigen onderzoek, aan Aptroot, 1989, Sparrius, 2003, Van der Kolk et al., 2020 en Van der Kolk et al., 2022.



De meest recente trend bevat wel onzekerheden. Na 2019 is er in maar drie provincies een herhaling geweest, en het signaal daarvan is controversieel: stijgend in Overijssel en Gelderland, en dalend in Drenthe (figuur 4.2). Verder is er tussen 2003 en 2017 in vier provincies een langdurige onderbreking geweest (12 jaar of meer) waardoor het onzeker is in welke mate de trendlijn tussen 2013 en 2017 nog verder 'uitdiept' of niet. Voor de tussenliggende jaren was de richting van de trends van Drenthe en Overijssel leidend.

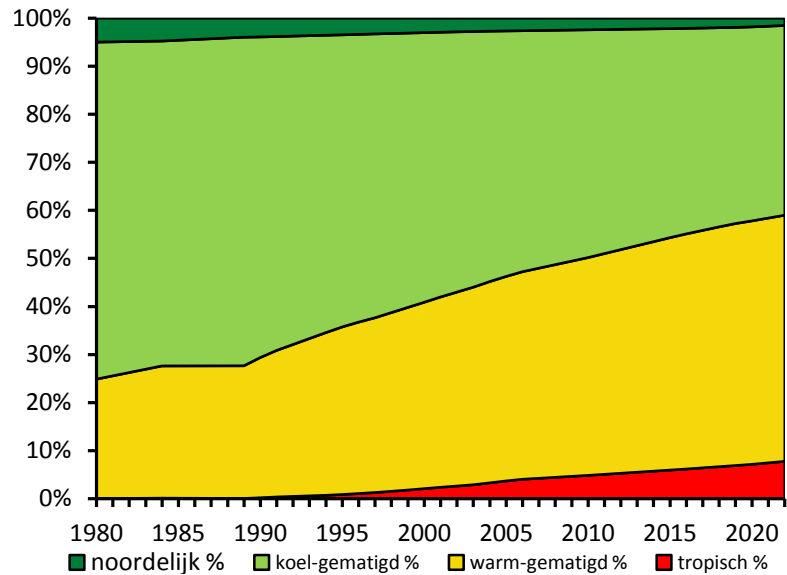
Desalniettemin kan toch wel vastgesteld worden dat de daling van de hoeveelheid ammoniakminnaars de laatste jaren (minimaal) tot stilstand is gekomen. Drenthe vormt daarop evenwel een gunstige uitzondering.

4.2 Klimaat

In figuur 4.3 is een interprovinciale synthese tot stand gebracht op grond van de areaaltrends van de soorten (vergelijk figuur 3.34). Voor een groot deel is dit gebaseerd op zes provincies, maar vóór 1990 uitsluitend op Utrecht; na 2003 ontbreken Gelderland en Friesland.

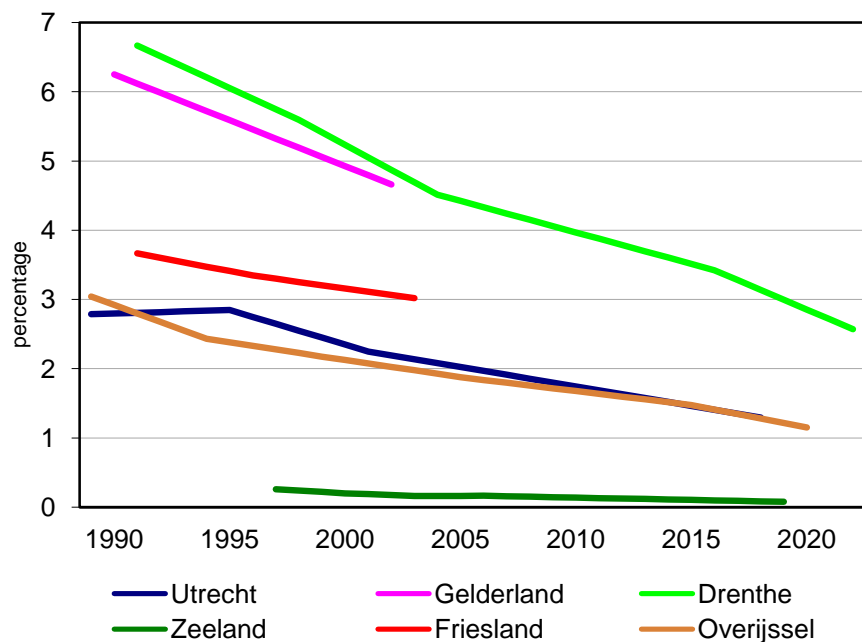
De trend lijkt sterk op die van Drenthe alleen, maar in Drenthe zijn over de hele linie meer noordelijke, en minder tropische soorten aanwezig. Zichtbaar is, dat ook voor 1990 al wat klimaatseffecten optreden, maar eerdere berekeningen (van Herk et al., 2002) laten zien dat deze toen nog niet significant waren.

Figuur 4.3 De verandering van de soortensamenstelling in zes provincies tussen 1980 en 2022 als functie van het areaal van de soorten.

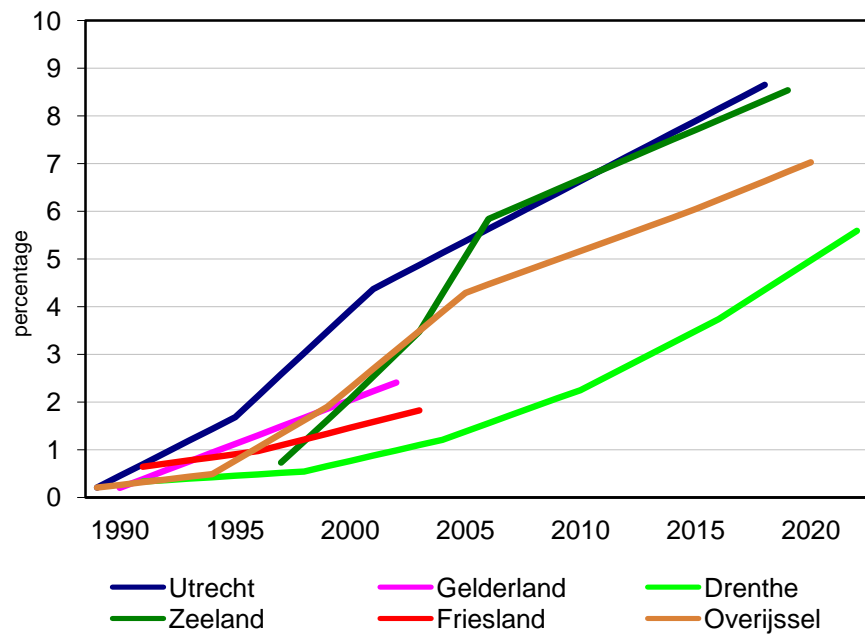


In figuur 4.4 en 4.5 zijn de belangrijkste verschillen tussen de zes provincies uitgezet. Drenthe heeft het hoogste aandeel noordelijke soorten, op de voet gevolgd door Gelderland (figuur 4.4). Een middenpositie wordt ingenomen door Friesland, Utrecht en Overijssel. In Zeeland komen nauwelijks noordelijke soorten voor. In alle provincies is een gestage afname; deze is het grootst in de provincies die veel te verliezen hebben.

Figuur 4.4 De verandering van het aandeel noordelijke soorten in zes provincies



Figuur 4.5 De verandering van het aandeel tropische soorten in zes provincies



Drenthe heeft het laagste aandeel tropische soorten (figuur 4.5), maar de snelheid van de toename is geheel vergelijkbaar met de andere provincies. In Utrecht en Zeeland is het aandeel het hoogst. Voor Utrecht geldt dat daar veel bebouwde kom aanwezig is met een warm microklimaat.

5 DISCUSSIE

Deze zesde ronde van het Drentse epifytenmeetnet laat wederom zien dat korstmossen uitstekende indicatoren zijn voor luchtkwaliteit en klimaatverandering. De NIW-methode werkt goed om ruimtelijke patronen en temporele veranderingen in ammoniakbelasting in beeld te brengen. Het onderzoek verstrekt op deze manier informatie waarmee beleid en resultaten van maatregelen geëvalueerd kunnen worden. De duidelijke relatie tussen de NIW en de droge ammoniakdepositie brengt vooral de relatief korte-afstands-effecten in beeld, waardoor verbanden te leggen zijn tussen veranderingen in het agrarische gebied en veranderingen in aangrenzend natuurgebied.

Een reactietijd van ongeveer 8 jaar (par. 1.4, NIW-afname) lijkt wellicht lang, maar bedacht moet worden dat dit de tijd is die nodig is om een nieuw evenwicht *volledig* te bereiken. Het is dus niet zo dat veranderingen na 8 jaar ineens van nul naar 100% zichtbaar worden. Het is een cumulatief proces in de vorm van een verzadigingscurve die na ca. 8 jaar de volle 100% bereikt, maar na vier jaar misschien al op 70% zit. Hiermee behoren korstmossen tot de snelst reagerende organismen.

Bij het provinciale korstmossenonderzoek is tot dusver het effect van de natte depositie buiten beeld gebleven. Lange tijd is gedacht dat zulke effecten slechts beperkt aanwezig waren of überhaupt niet met korstmossen zichtbaar te maken zijn. In 2016 waren er de eerste tekenen dat zulke effecten er wel zijn: na 2010 zien we een sterke toename van ammoniakminnaars op takken en twijgen in gebieden waar op de stam van bomen juist een afname van ammoniakminnaars opgetreden was. Deze twee verschillende trends vormen een duidelijke aanwijzing dat we te maken hebben met meerdere onafhankelijk variërende factoren die elk afzonderlijk van invloed zijn op de hoeveelheid ammoniakminnende korstmossen. Ook bij eerdere analyses omtrent de WAV werden hier al aanwijzingen voor gevonden (zie par. 1.5).

Ook het gegeven dat het om korstmossen op horizontale oppervlakken gaat, maakt dat een respons op natte depositie (of een gecombineerd nat+droog effect) de meest voor de hand liggende verklaring is. Temeer omdat bij de regulieren NIW een dermate duidelijke correlatie met de luchtconcentratie gevonden is (figuur 1.2: 90% verklaarde variantie) dat dit nauwelijks nog ruimte laat voor andere verklarende factoren. De link tussen natte ammoniakdepositie en korstmossen op horizontale takken nog nooit eerder gelegd.

Hiermee valt nog niet zo veel te zeggen over de absolute hoeveelheid natte depositie omdat een kwantitatieve vergelijking tussen NIWt en NIW in termen van hoeveelheid natte en droge depositie (nog) niet te maken is. Wel is het duidelijk dat het biologische effect van de natte depositie aanzienlijk moet zijn omdat het om grote hoeveelheden ammoniakminnaars gaat. In kwantiteit overstijgt dit niet alleen de hoeveelheid ammoniakminnaars op de stammen in Natura 2000-gebied, maar vaak zelfs ook op stammen in agrarisch gebied in de omgeving van Natura 2000. Vergelijk-

bare observaties zijn inmiddels ook gedaan in het Zeeuwse duingebied en op de Utrechtse Heuvelrug.

Het lijkt er op dat een relatieve vergelijking tussen gebieden vermoedelijk wel goed mogelijk is: losse observaties laten zien dat de NIWt binnen de afzonderlijke Natura 2000-gebieden van plek tot plek niet sterk varieert. Eén meetlocatie per gebied geeft daarom al een redelijk goede indicatie van de toestand van een gebied. Dit is relevant, omdat goede meetlocaties (vrijstaande bomen met lage takken) in de Natura 2000-gebieden niet altijd ruim voorhanden zijn.

De oorzaak van het sterk toegenomen effect is niet bekend. Het meest voor de hand liggend is een toegenomen achtergrondbelasting NH_3 dat als een deken over grote delen van Nederland is komen te liggen. Hoe dit in termen van brongebieden, atmosferische fysisch-chemische processen, transport en depositie geduid moet worden is niet bekend. Vooral de rol van de sterk afgenomen uitstoot van stikstofoxiden (NO_x) is niet duidelijk. Mogelijk worden door uitstootvermindering hiervan minder aerosolen (ammoniumnitraat-houdend fijnstof) gevormd, waardoor meer stikstofdepositie in de vorm van NH_3 over blijft. Daarom zijn vooralsnog geen temporele conclusies te trekken.

Wel is duidelijk dat het biologische effect momenteel aanzienlijk is, en dat het de effecten van de droge depositie in veel terreinen overstijgt. Ook wordt vermoed dat een groot deel oorzakelijk gezien van buiten de provinciegrenzen van Drenthe komt. De problematiek valt daarmee niet op te lossen met maatregelen in Drenthe alleen.

Naast metingen die de droge en natte depositie zo nauwkeurig mogelijk in beeld brengen (resp. NIW en NIWt), is ook de indicatiewaarde voor natuurkwaliteit en natuurbehoud uiteraard van groot belang. Ondanks de afname van ammoniakminnaars (reguliere NIW) in veel gebieden, gaat de afname van de natuurkwaliteit vrijwel onverminderd door. Dit blijkt duidelijk uit de sterke afname van ammoniakgevoelige soorten (AIW) en de sterke afname van Rode Lijst-soorten. In veel natuurgebieden is de korstmosflora op bomen in enkele decennia tijd al vrijwel helemaal vervangen door een flora die zich even makkelijk in een grote stad vestigt. Een hele serie korstmossoorten dreigt hierdoor op korte termijn uit Drenthe en Nederland te verdwijnen. Dit proces valt nauwelijks meer te keren omdat de effecten persistent doorwerken. Dit betekent dat de oorspronkelijke toestand niet terug zal keren als de emissies dalen.

Bij de meeste andere plant- en diergroepen met een gevoeligheid voor stikstof is het gelukkig nog niet zover -korstmossen reageren snel op milieuveranderingen- maar deze studie geeft wel aan wat er gaat gebeuren als de huidige stikstofbelasting blijft voortduren.

4 SAMENVATTING

In 2022 is het korstmossenmeetnet van de provincie Drenthe voor de zesde maal onderzocht. Eerdere onderzoeks rondes waren er in 1991, 1998, 2004, 2010 en 2016. Op 219 meetpunten zijn alle korstmossoorten die op de stam van eikenbomen groeien, genoteerd. De meetpunten liggen verspreid over de hele de provincie, maar vooral in en rond Natura 2000-gebied.

Doel van het onderzoek is het volgen van de ammoniakproblematiek. Daarnaast zijn ook de effecten van klimaatverandering in beeld gebracht. De opgetreden veranderingen sinds 1991 geven informatie over de veranderingen die het milieu sindsdien heeft ondergaan.

De effecten van ammoniak zijn op twee manieren vastgesteld, namelijk met korstmossen die er positief op reageren door harder te gaan groeien, en met ammoniakgevoelige soorten, die erdoor verdwijnen. De twee soortengroepen worden tot uitdrukking gebracht in twee graadmeters, respectievelijk de NIW en de AIW. De effecten van klimaatverandering zijn berekend met soorten die reageren op factoren als opwarming, continentaliteit, en verdroging of vernatting. De natuurwaarde van de korstmossen is berekend m.b.v. de aanwezige Rode Lijst-soorten. Van alle graadmeters is de verandering over de zes meetjaren vastgesteld voor Drenthe als geheel, voor de Natura 2000-gebieden, voor een zone van 750 meter om Natura 2000 heen, en voor resterend Drenthe. Ook zijn de veranderingen uitgerekend voor opsplitsingen in drie regio's (noord, zuidwest, en zuidoost Drenthe).

Ammoniakminnaars

De hoeveelheid ammoniakminnaars is sinds 2016 licht afgenomen: de NIW daalde van 2,4 naar 2,2. Dit geeft aan dat de effecten van de droge ammoniakdepositie in Drenthe sinds 2016 gemiddeld genomen, iets verminderd zijn. Dit is een voortzetting van de sinds 1998 ingezette dalende trend. De snelheid van de afname was eerder groter: sinds 2010 is de afname ongeveer 28%, en sinds 1998 32%. Tot 1998 was er juist een grote toename, per saldo zijn we in 2022 iets onder het niveau van 1991 uitgekomen.

Voor meetpunten in Natura 2000-gebied geldt een ander beeld. Enerzijds nemen ook daar de ammoniakminnaars op de stam van de bomen sinds 1998 af, vergelijkbaar met het omringende agrarische gebied. Maar anderzijds nemen ammoniakminnaars op horizontale boomtakken binnen Natura 2000 juist sterk toe. Dit geldt voor alle meetjaren sinds 1991. In de discussie wordt beargumenteerd waarom deze trend vermoedelijk sterk beïnvloed wordt door de natte ammoniakdepositie (die niet of nauwelijks tot uitdrukking komt in de reguliere NIW). Natte depositie komt gewoonlijk van veel grotere afstand.

Dit verschil is relevant voor het ammoniakbeleid. Het geeft aan dat ook een deken van achtergrondbelasting substantieel naar beneden moet gaan om natuurgebieden op een afdoende manier tegen stikstof te beschermen. Een beleid dat uitsluitend nadruk legt op korte-afstands-effecten zal in Drenthe niet afdoende zijn.

Dit neemt niet weg dat de ammoniakdepositie binnen het Natura 2000-gebied ook sterk onder invloed staat van de ontwikkelingen in het omringende landelijke gebied. Dit blijkt uit het feit dat NIW-trends binnen en buiten Natura 2000-gebied elkaar vrij nauwkeurig volgen. Toch is er in de loop van de jaren dat het meetnet bestaat een steeds betere scheiding ontstaan: in 1998 was de NIW binnen Natura 2000 nog 41% van 'wit', nu is deze nog slechts ongeveer 20% van 'wit'. Ook aan de NIW in de 750 m. zone is dit te zien: aanvankelijk was deze even hoog als in het 'witte' gebied, vanaf 2004 is deze beduidend lager. Dit indiceert dat in een zone rondom Natura 2000 gebied verhoudingsgewijs meer ammoniakreductie plaatsgevonden heeft dan daarbuiten.

Regionaal zijn er wel grote verschillen. De korstmossen in Zuidwest Drenthe laten momenteel de minste ammoniakbelasting zien. Voor Zuidoost Drenthe geldt het omgekeerde. Noord Drenthe neemt een middenpositie in. De korstmossen in Zuidwest Drenthe indiceren een verminderde ammoniakbelasting. In het begin van de 90-er indiceerden de korstmossen deze regio juist nog de grootste ammoniakbelasting. Sinds de jaren 90 indiceren de korstmossen in Zuidoost Drenthe de grootste belasting. Hier is in veel mindere mate sprake van een verbeterende trend. Noord Drenthe neemt ook in dit opzicht een middenpositie in.

Ammoniakgevoelige soorten

De hoeveelheid ammoniakgevoelige soorten (AIW) vertoont een steeds verder neergaande trend. Ook tussen 2016 en 2022 is weer een substantieel deel van deze soorten verloren gegaan. Rond 1990 was Drenthe nog hét bolwerk voor deze korstmossen in Nederland. De afname is het gevolg van de basische eigenschappen van ammoniak. Als boomschors met ammoniak in aanraking komt treedt ontzuring op (een verhoging van de pH). Eenmaal ontzuurde schors wordt niet opnieuw zuur als de ammoniakbelasting daalt. De effecten zijn daardoor persistent. De afname treedt zowel in Natura 2000-gebied als in overig Drenthe op.

Zuidwest Drenthe heeft over de hele onderzoeksperiode de minste ammoniakgevoelige soorten. Dit wordt veroorzaakt doordat in deze regio al in een vroeg stadium (rond 1990) veel ammoniakuitstoot was. De gevoelige soorten hebben zich hier nooit hersteld, ook niet door de uitstootvermindering van de laatste decennia. Noord Drenthe scoort over de hele linie het beste.

Rode Lijst

In het meetnet zijn 41 soorten aangetroffen die momenteel een Rode Lijst-status hebben. Daarvan zijn er 14 in de loop der jaren verdwenen, vooral soorten met een gevoeligheid voor ammoniak. Tussen 2016 en 2022 is éénderde van de Rode Lijst vondsten verloren is gegaan. Het gaat dus helemaal niet goed met de Drentse korstmossen. Voor veel soorten betekent het persistent ontzurende effect van ammoniak voorlopig geen goed vooruitzicht, ook niet als de ammoniakbelasting op korte

termijn verder daalt. Een hele serie korstmossoorten dreigt als gevolg hiervan uit Drenthe (en daarmee uit Nederland) te verdwijnen.

Klimaat

De graadmeter voor klimaatopwarming laat een vrijwel lineair toenemende trend zien sinds het begin van de metingen in 1991. Dit toont aan dat klimaatverandering zich al minimaal 30 jaar voltrekt. De opwarming was vooral groot in de agrarische gebieden, en in mindere mate ook in natuurgebieden. Met andere woorden: groen geeft verkoeling.

Uit de veranderingen blijkt ook dat het Nederlandse klimaat minder continentaal, d.w.z. atlantischer geworden is. Het zachtere winterklimaat met slechts incidentele vorstperiodes is hierbij van belang. De hoeveelheid vochtminnende korstmossen is over de hele onderzoeksperiode iets gedaald. Deze afname is vooral in de landbouwgebieden opgetreden. Er is geen effect meetbaar van toegenomen hoeveelheden neerslag.

Interprovinciaal

De trend in hoeveelheid ammoniakminnaars (NIW) van Drenthe is vergeleken met die van vijf andere provincies. In de meeste provincies was er na een maximum in 1998 een dalende trend. Dit heeft voortgeduurd tot ongeveer 2016. De laatste vier jaar is er -gemiddeld genomen- weer sprake van een licht stijgende trend, o.a. in Overijssel en Gelderland. In Drenthe is er juist een licht dalende trend.

De klimaattrends van de zes provincies komen sterk overeen. Overal is sprake van een afname van noordelijke soorten, en een toename van tropische soorten. Van de onderzochte provincies heeft Drenthe over de hele periode het hoogste aandeel 'noordelijk', en het laagste aandeel 'tropisch'. De snelheid van de verandering is wel vergelijkbaar.

6 CONCLUSIES en AANBEVELINGEN

Met ammoniakminnende korstmossen is het goed mogelijk om de effecten van ammoniak in kaart te brengen en te monitoren. Ammoniakminnende soorten hebben het voordeel dat zij goed de veranderingen laten zien, ook bij een vermindering van de ammoniakbelasting. Ze hebben daarmee een belangrijke beleidstoetsende functie. Daarmee zijn zij een goede biotische weergave van de concentratiemetingen van het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden, waar AERIUS mede haar gegevens van krijgt.

Er is gebruik gemaakt van twee typen meetpunten. De meeste meetpunten zijn reguliere meetpunten: hierbij wordt de soortensamenstelling op de stam van opgekroonde bomen gevolgd: deze punten laten vooral het effect van de droge depositie zien (zie figuur 1.2). Deels nieuw zijn de meetpunten met bomen die lage horizontale takken hebben (figuur 2.1), in onder meer in de heide, steeds in Natura 2000-gebied. Hier zitten de korstmossen vooral op de takken. Alles wijst erop dat deze punten vooral de effecten van de natte depositie te laten zien.

Het Drentse korstmossenmeetnet laat duidelijk zien dat ammoniakuitstoot een groot effect heeft op het milieu en de daarin aanwezige soorten. Een lange reeks op bomen groeiende korstmossoorten dreigt hierdoor op korte termijn uit Drenthe te verdwijnen of is inmiddels al verdwenen. In de meeste bos- en natuurgebieden groeien momenteel alleen nog maar soorten die zich even makkelijk in grote steden vestigen. De veranderingen over de afgelopen 30 jaar zijn enorm; in veel meetpunten is nagenoeg de hele soortensamenstelling in deze periode vervangen door een andere. De vaak gehoorde suggestie dat ammoniak alleen op papier een probleem is, volgens de gevonden korstmossen onjuist.

Bij de reguliere meetpunten was er tijdens de beginjaren van het meetnet een sterke toename van de effecten van ammoniak, vooral tussen 1991 en 1998. Sinds 2010 neemt de ammoniakindicatie in de reguliere meetpunten weer af (figuur 3.1). Deze afname is zowel in agrarische gebieden als in Natura 2000-gebied zichtbaar (figuur 3.7). De afname toont aan dat de korte afstand effecten van ammoniak in Drenthe gemiddeld genomen effectief verminderd zijn. De verbetering treedt op in alle drie de regio's (figuur 3.3) maar in absolute zin scoort Zuidoost Drenthe verreweg het slechtst.

Onverwacht groot is de gestage toename van ammoniakminnaars op de horizontale takken van bomen in Natura 2000-gebied (figuur 3.8), terwijl er in de reguliere meetpunten op de stam van opgekroonde bomen na 1998 juist een afname was. Dit kan niet anders uitgelegd worden als een effect van de natte depositie. Deze vorm van

stikstofdepositie komt tot stand via de neerslag, veelal in de vorm van regen, en komt doorgaans van veel grotere afstand dan droge depositie.

De natte ammoniakindicatie is in Zuidwest Drenthe lager dan in Zuidoost Drenthe (tabel 3.1). De waarden liggen in alle gevallen echter erg hoog in vergelijking met de reguliere (droge) ammoniakindicatie (meestal meer dan 2 maal zo hoog). Dit geeft aan dat horizontale takken momenteel dé plekken zijn waar ammoniakminnaars in Natura 2000-gebieden te vinden zijn. Het biologische effect van de natte depositie is dus aanzienlijk. De absolute hoeveelheid natte depositie is evenwel nog moeilijk in te schatten omdat een kwantitatieve vergelijking tussen natte (NIWt) en droge ammoniakindicatie (NIW) (nog) niet te maken is.

Op basis van de deze korstmoswaarden NIW en NIWt is inzichtelijk dat ammoniakdepositie zowel uit droge depositie als uit natte depositie komt. Op basis van de oorsprong van deze depositie zal de provincie haar beleid moeten richten op zowel de korte afstand als de (middel-)lange afstand. Aanbevelingen hiervoor worden door mij gegeven in een artikel in 'De Groene Amsterdammer' van 6 juli 2022 (zie Mulder, 2022).

Het onderhavige onderzoek laat voor het eerst zien dat droge en natte ammoniakdepositie afzonderlijk zichtbaar zijn aan effecten in de natuur. Nog nooit eerder is zoiets met metingen aan organismen aannemelijk gemaakt. Dit geeft een nieuwe dimensie aan de monitoring van korstmossen.

Wat de klimaatverandering betreft, is er nauwelijks uitleg nodig om in te zien dat de effecten onverminderd groter worden. De veranderingen gaan dermate snel dat een 'point of no return' over niet al te lange tijd in zicht komt. Hier ligt een probleem dat zich tot existentiële proporties kan ontwikkelen. Als dat niet wordt opgelost, zal de stikstofcrisis slechts bijzaak zijn.

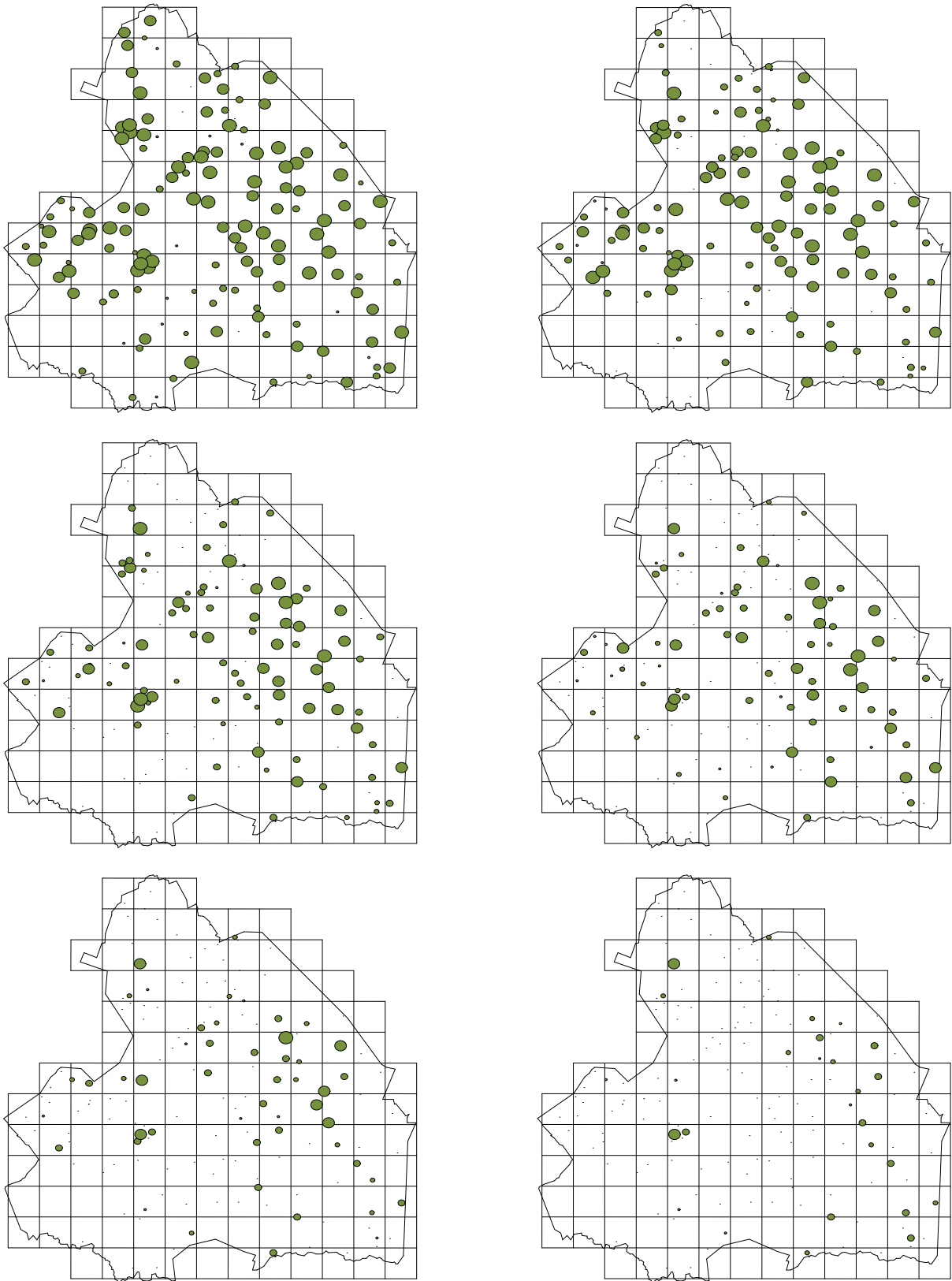
Aanbevolen wordt om het meetnet over zes jaar opnieuw te herhalen. De resultaten van deze ronde laten zien dat langjarige meetreeksen een steeds grotere meerwaarde krijgen.

7 LITERATUUR

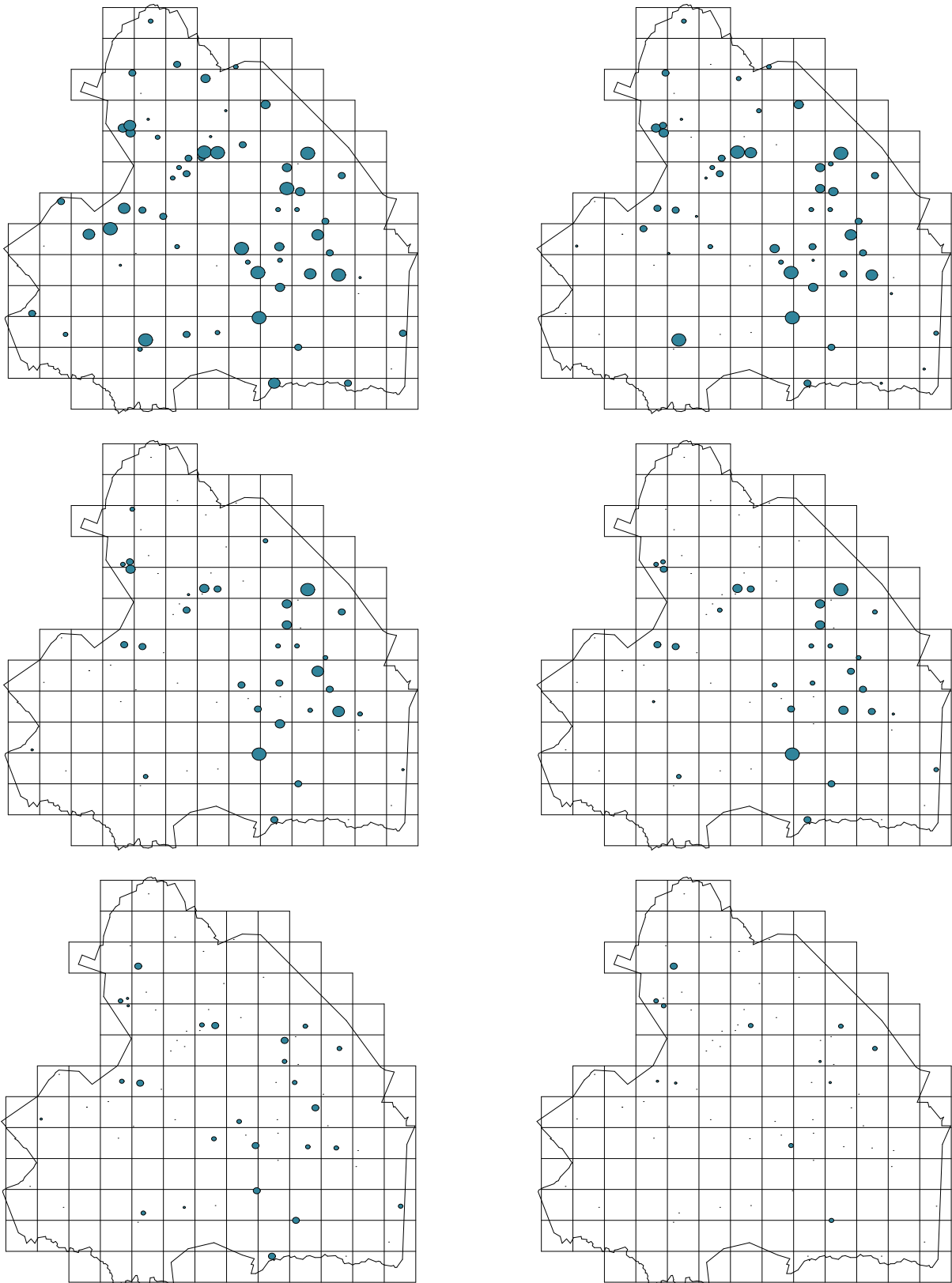
- Aptroot, A., 1989. Veranderingen in de epifytenflora van de Provincie Utrecht over de periode 1984-1989. Provincie Utrecht, Dienst Ruimte en Groen, Utrecht.
- Aptroot, A. & C.M. van Herk, 1999. *Lecanora barkmaniana*, a new nitrophilous sorediate corticolous lichen from The Netherlands. *Lichenologist* 31(1): 3-8. [\[download\]](#)
- Aptroot, A. & C.M. van Herk, 2009. Further evidence of the effects of global warming on lichens, particularly those with Trentepohlia phycobionts. *Environmental Pollution* 146(2): 293-298. [\[download\]](#)
- Barkman, J.J., 1958. Phytosociology and Ecology of Cryptogamic Epiphytes. Including a Taxonomic Survey and Description of their Vegetation Units in Europe. Van Gorcum, Assen.
- Bowler, D.E., C. Hof, P. Haase, I. Kröncke, O. Schweiger, R. Adrian, L. Baert, H.-G. Bauer, T. Blick, R.W. Brooker, W. Dekoninck, S. Domisch, R. Eckmann, F. Hendrickx, T. Hickler, S. Klotz, A. Kraberg, I. Kühn, S. Matesanz, A. Meschede, H. Neumann, R. O'Hara, D. J. Russell, A. F. Sell, M. Sonnewald, S. Stoll, A. Sundermann, O. Tackenberg, M. Türkay, F. Valladares, K. van Herk, R. van Klink, R. Vermeulen, K. Voigtländer, R. Wagner, E. Welk, M. Wiemers, K.H. Wiltshire & K. Böhning-Gaese, 2017. Cross-realm assessment of climate change impacts on species' abundance trends. *Nature Ecology & Evolution*, 1, 0067. [\[download\]](#)
- Bremer, P., 1990. Onderzoek naar de epifytische korstmosflora in de provincie Flevoland en de indicatiewaarde voor luchtkwaliteit en natuurbehoud. Bureau L,B&P in opdracht van Provincie Flevoland.
- Compendium voor de Leefomgeving, Internetpagina over Vermestende depositie, 1990-2020, zie: <http://www.clo.nl/indicatoren/nl0189-vermestende-depositie?i=3-17>, geraadpleegd op 26-01-2023.
- Compendium voor de Leefomgeving, Internetpagina over Verzuring en grootschalige luchtverontreiniging: emissies, 1990-2020, zie <http://www.clo.nl/indicatoren/nl0183-verzuring-en-grootschalige-luchtverontreiniging-emissies?i=5-70>, geraadpleegd op 26-01-2023.
- Dijkstra, A.C.J., 1990. Monitoring van epifytische korstmossen in Drenthe 1980-1989. Provincie Drenthe, Dienst Ruimte en Groen, Assen.
- Ellenberg, H., 1974. Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Scripta Geobotanica* IX: 1-122.
- Herk, C.M. van, 1990. Epifytische korstmossen in de provincies Drenthe, Overijssel en Gelderland. Provincie Overijssel, hoofdgroep ROI, Zwolle. [\[download\]](#)
- Herk, C.M. van, 1993. Korstmossen en zure depositie in Drenthe en Friesland. Hoofdrapport. In opdracht van provincie Drenthe en provincie Friesland. [\[download\]](#)
- Herk, C.M. van, 1996. Monitoring van ammoniak met korstmossen in Noord-Brabant. Provincie Noord-Brabant, dienst WMV & RNV, 's Hertogenbosch. [\[download\]](#)
- Herk, C.M. van, 1997. Monitoring van ammoniak met korstmossen in Groningen. LON in opdracht van provincie Groningen. [\[download\]](#)

- Herk, C.M. van, 1998a. Monitoring van ammoniak met korstmossen in Drenthe. LON in opdracht van provincie Drenthe. [\[download\]](#)
- Herk, C.M. van, 1998b. Onderzoek naar de relatie tussen de ammoniakconcentratie en epifytische korstmossen. LON in opdracht van Stichting Vernieuwing Gelderse Vallei, provincie Friesland en provincie Noord-Brabant. [\[download\]](#)
- Herk, C.M. van, 2001. Bark pH and susceptibility to toxic air pollutants as independent causes of changes in epiphytic lichen composition in space and time. *Lichenologist* 33(5): 419-441. [\[download\]](#)
- Herk, C.M. van, 2005. Korstmossen in Drenthe: milieuindicatie, natuurwaarde, veranderingen 1991-2004. LON in opdracht van provincie Drenthe. [\[download\]](#)
- Herk, C.M. van, 2011. Monitoring van korstmossen in Drenthe, 1991-2010. LON in opdracht van provincie Drenthe. [\[download\]](#)
- Herk, C.M. van, 2015. Monitoring van korstmossen in de provincie Overijssel, 1989-2015. LON in opdracht van provincie Overijssel. [\[download\]](#)
- Herk, C.M. van, 2017. Monitoring van korstmossen in de provincie Drenthe, 1991-2016. LON in opdracht van provincie Drenthe. [\[download\]](#)
- Herk, C.M. van, 2019a. Teloorgang van epifyten in de bossen op de Utrechtse Heuvelrug. *Buxbaumiella* 115: 14-22. [\[download\]](#)
- Herk, C.M. van, 2019b. Monitoring van korstmossen in de provincie Utrecht, 1979-2018. LON in opdracht van provincie Utrecht. [\[download\]](#)
- Herk, C.M. van, 2019c. Monitoring van korstmossen in de provincie Zeeland, 1997-2019. LON in opdracht van provincie Zeeland. [\[download\]](#)
- Herk, C.M. van, 2021. Monitoring van korstmossen in de provincie Overijssel, 1989-2020. LON in opdracht van provincie Overijssel. [\[download\]](#)
- Herk, C.M. van, A. Aptroot & H.F. van Dobben, 2002. Long-term monitoring in the Netherlands suggests that lichens respond to global warming. *Lichenologist* 34(2): 141-154. [\[download\]](#)
- Herk, K. van, A. Aptroot & L. Sparrius, 2022. *Veldgids korstmossen*, 3e herziene druk. KNNV Uitgeverij, Zeist.
- Knaap, W.O. van der, 1980. Onderzoek naar epifytische lichenen en mossen in de provincie Utrecht in 1979. Provinciale Waterstaat Utrecht, afdeling Ecologie. Rapport no. 29, Utrecht.
- Knaap, W.O. van der & H.F. van Dobben, 1987. Veranderingen in de epifytenflora van Rijnmond sinds 1972. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Leersum. RIN-rapport 87/1.
- Kolk, H.-J. van der, L.B. Sparrius & A. Aptroot, 2020. Monitoring van ammoniak met korstmossen in Friesland 2019. BLWG in opdracht van Provincie Friesland. BLWG-apport 26. BLWG, Utrecht. [\[download\]](#)
- Kolk, H.-J. van der, L.B. Sparrius & C.M. van Herk, 2022. Effecten van ammoniak op korstmossen in Gelderland in de periode 1989-2022. concept. BLWG-rapport 31. BLWG, Utrecht.

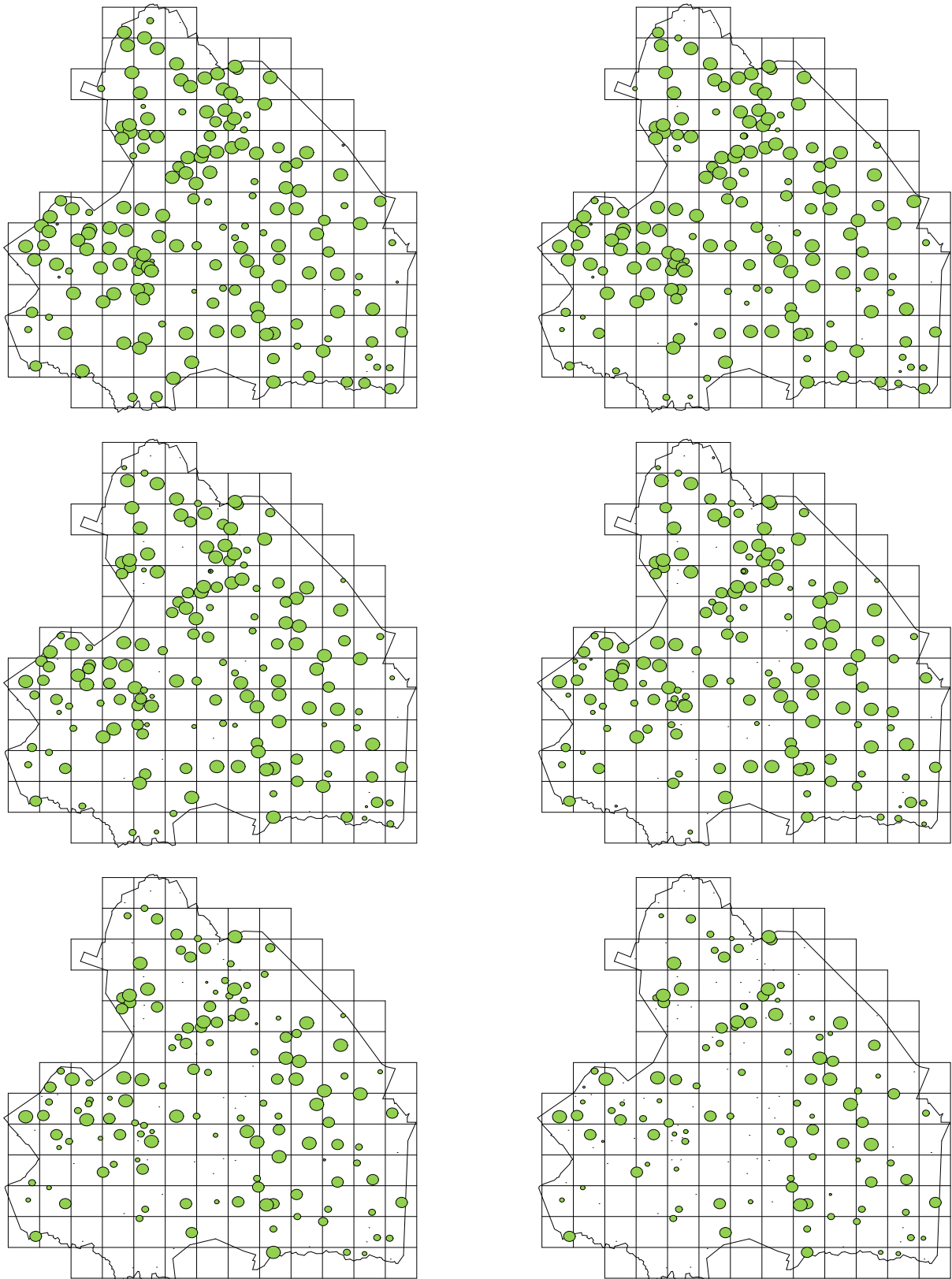
- Masselink-Beltman, H.A., 1978. Korstmossen in Drenthe. Provinciale Waterstaat van Drenthe, Assen.
- Mulder, F., 2022. Onder de dikste ammoniakdeken op aarde, korstmossen vertellen de waarheid over stikstof. In 'De Groene Amsterdammer', 6 juli 2022, zie <https://www.groene.nl/artikel/onder-de-dikste-ammoniakdeken-op-aarde>.
- Nash III, T.H. (ed.), 1996. Lichen Biology. Cambridge University Press.
- RIVM, 2022. Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden, nieuwsbrieven, zie <https://man.rivm.nl/>.
- Sparrius, L.B., 2003. Monitoring van ammoniak met korstmossen in Friesland 2003. BIO-DIV in opdracht van provincie Fryslân en ROM project zuidoost Friesland.
- Sparrius, L.B., A. Aptroot & C.M. van Herk, 2015. Ecologische indicatiewaarden voor korstmossen en een vergelijking met mossen en vaatplanten. Buxbaumiella 104: 18-24. [\[download\]](#)
- Sparrius, L.B., H.J. van der Kolk & C.M. van Herk, 2023. Basisrapport met voorstel voor de Rode Lijst Korstmossen 2022 volgens de Nederlandse en IUCN-criteria. BLWG-rapport 33. BLWG, Utrecht
- Wirth, V., 2010. Ecological indicator values of lichens - enlarged and updated species list. Herzogia 23: 229-248.
- Wit, T. de, 1976. Epiphitic Lichens and Air Pollution in The Netherlands. Rijksinstituut voor Natuurbeheer, Verhandeling 8, Leersum.
- Wereld Natuur Fonds, 2020. Living Planet Report Nederland. Natuur en landbouw verbonden. WNF, Zeist.



Verspreidingskaarten 1. Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*) in 1991 (lb), 1998 (rb), 2004 (lm), 2010 (rm), 2016 (lo) en 2022 (ro).



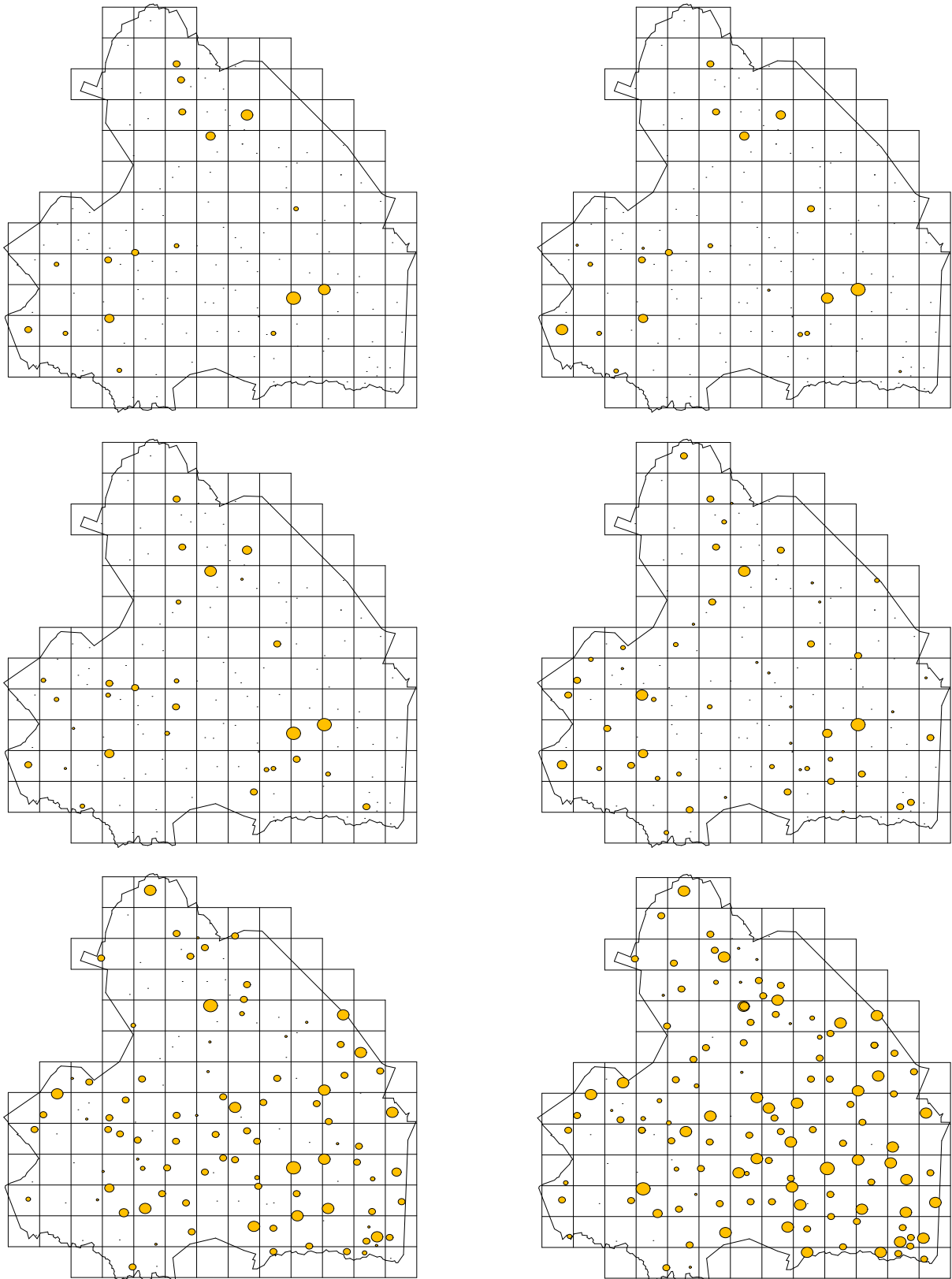
Verspreidingskaarten 2. Purper geweimos (*Pseudevernia furfuracea*) in 1991 (lb), 1998 (rb), 2004 (lm), 2010 (rm), 2016 (lo) en 2022 (ro).



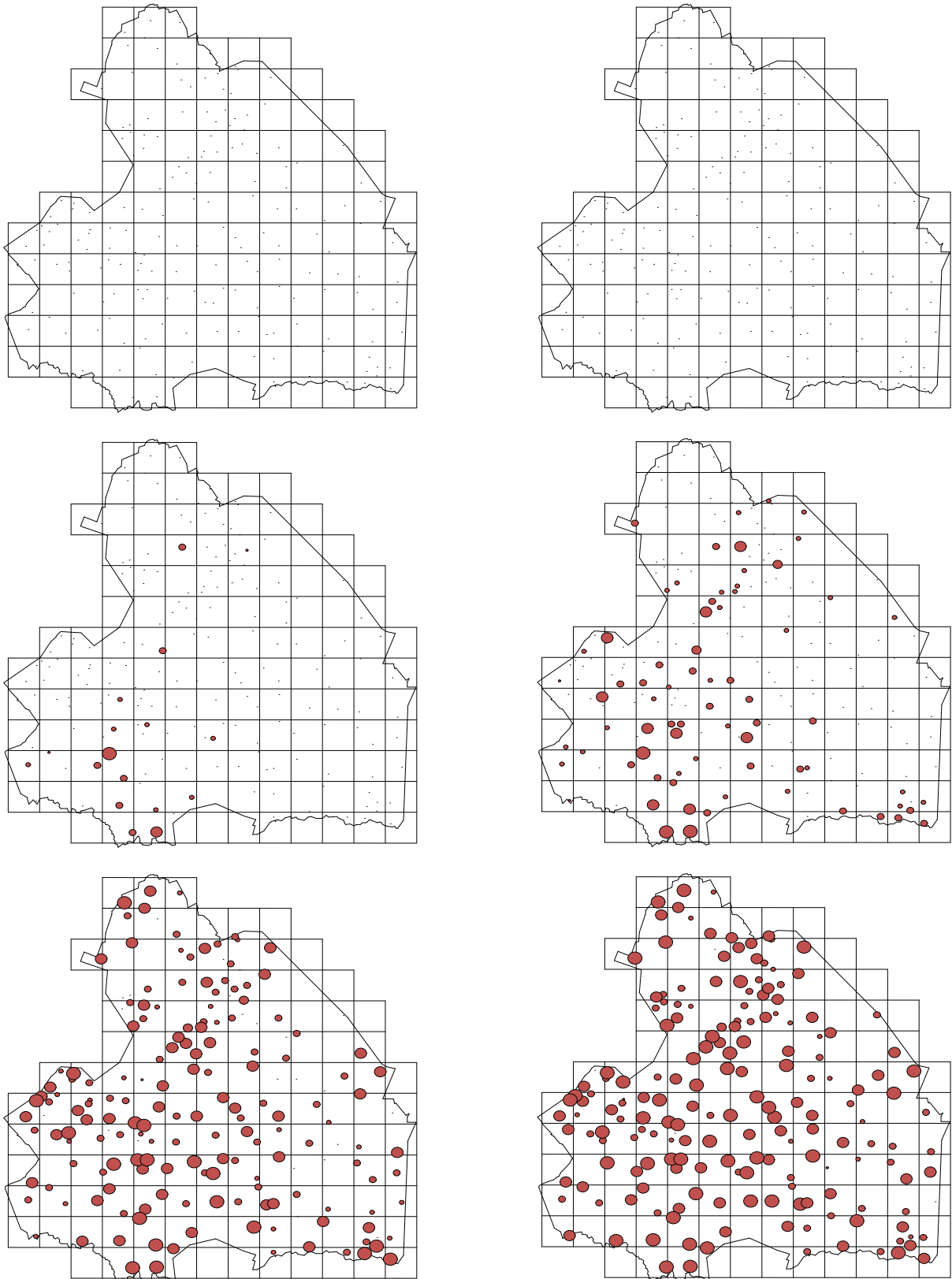
Verspreidingskaarten 3. Eikenmos (*Evernia prunastri*) in 1991 (lb), 1998 (rb), 2004 (lm), 2010 (rm), 2016 (lo) en 2022 (ro).



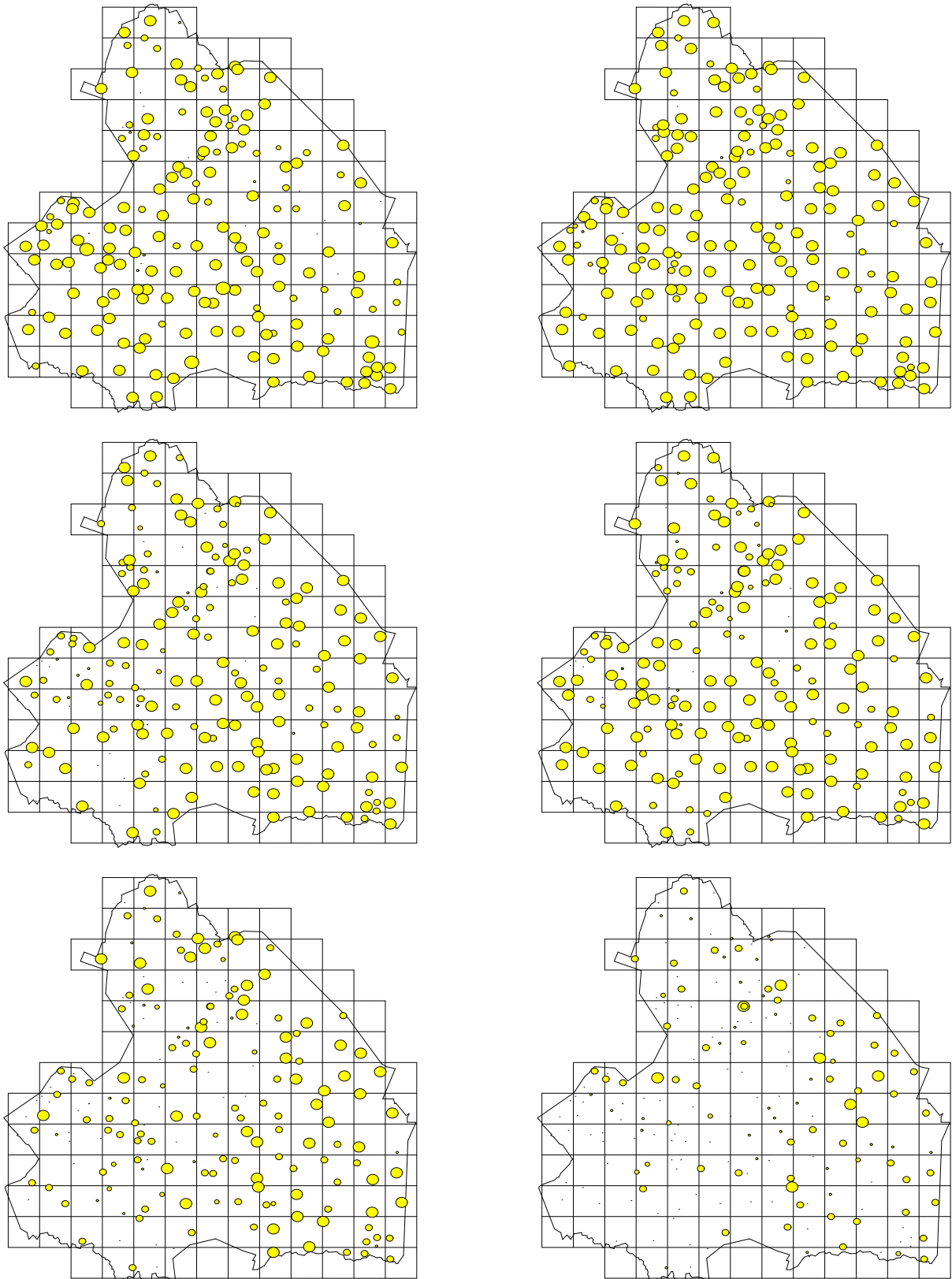
Verspreidingskaarten 4. Ammonia-schotelkorst (*Lecanora barkmaniana*) in 1991 (lb), 1998 (rb), 2004 (lm), 2010 (rm), 2016 (lo) en 2022 (ro).



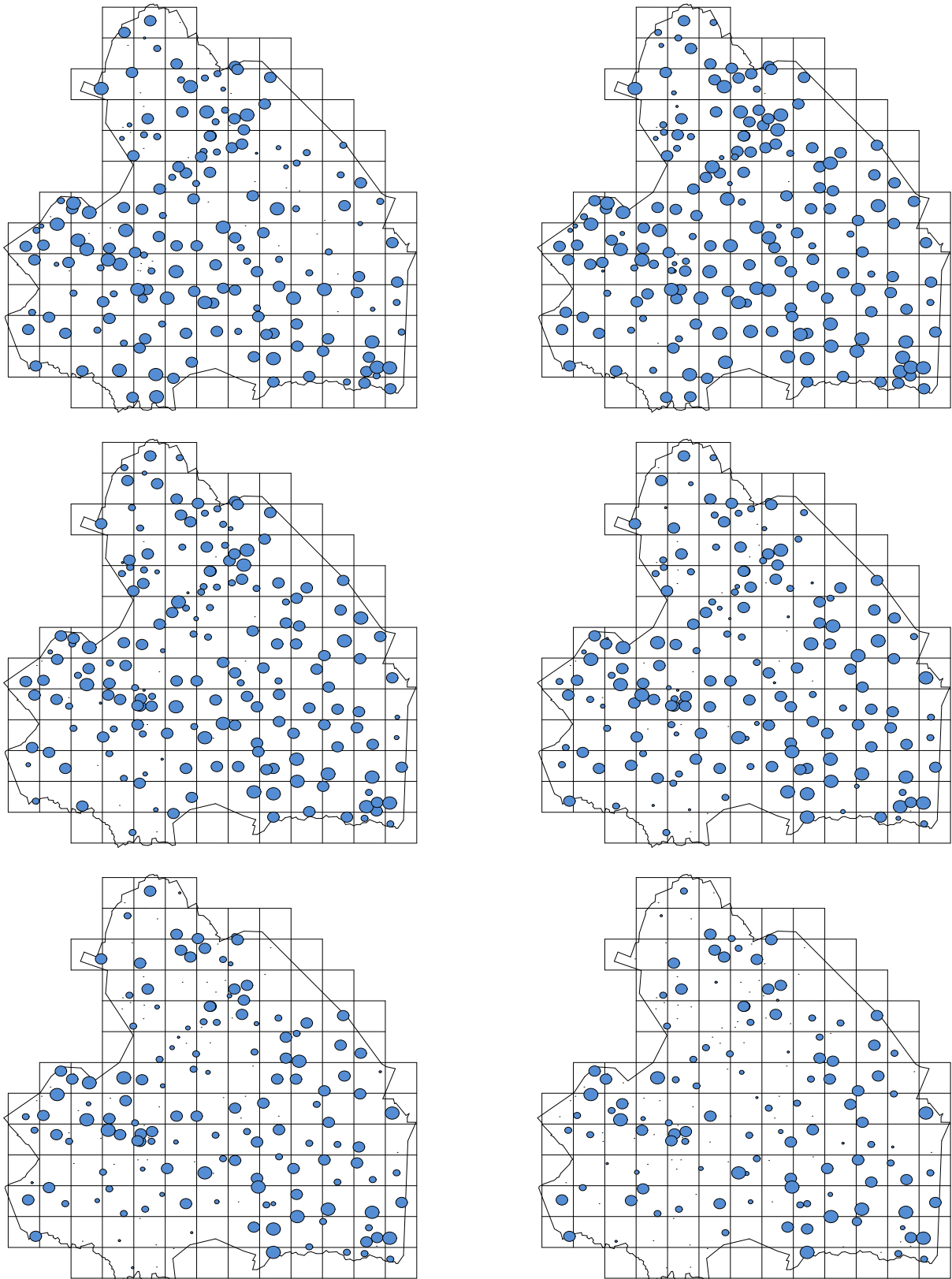
Verspreidingskaarten 5. Vals dooiermos (*Candelaria concolor* (incl. *pacifica*)) in 1991 (lb), 1998 (rb), 2004 (lm), 2010 (rm), 2016 (lo) en 2022 (ro).



Verspreidingskaarten 6. Verzonken schriftmos (*Pseudoschimatomma rufescens*) in 1991 (lb), 1998 (rb), 2004 (lm), 2010 (rm), 2016 (lo) en 2022 (ro).



Verspreidingskaarten 7. Klein dooiermos (*Polycauliona polycarpa*) in 1991 (lb), 1998 (rb), 2004 (lm), 2010 (rm), 2016 (lo) en 2022 (ro).



Verspreidingskaarten 8. Heksenvingermos (*Physcia tenella*) in 1991 (lb), 1998 (rb), 2004 (lm), 2010 (rm), 2016 (lo) en 2022 (ro).

Bijlage 1. Trends van alle in Drenthe aangetroffen soorten korstmossen, zoals deze met monitoring zijn vastgesteld over 1991 - 2022. De getallen betreffen de percentages meetpunten waarin de soorten aanwezig zijn. De ronde-op-ronde veranderingen zijn bepalend (zie par. 2.3).

wetenschappelijke naam	1991	1998	2004	2010	2016	2022	Nederlandse naam
<i>Alyxoria culmigena</i>	0,0	0,0	0,0	0,2	1,0	1,8	Rivierschriftmos
<i>Alyxoria varia</i>	0,0	0,0	0,3	0,5	0,3	1,5	Kort schriftmos
<i>Alyxoria viridipruinosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	Limoen-schriftmos
<i>Amandinea punctata</i>	92,3	95,6	94,7	94,7	94,7	93,3	Vliegenstrontjesmos
<i>Anaptychia ciliaris</i>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	Wimpermos
<i>Anisomeridium biforme</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	Stinzenkorst
<i>Anisomeridium polypori</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	Schoorsteentje
<i>Arthonia atra</i>	0,2	0,9	1,2	0,9	1,8	2,7	Zwart schriftmos
<i>Arthonia radiata</i>	0,6	2,6	3,0	3,2	14,4	19,7	Amoebekorst
<i>Arthonia spadicea</i>	0,0	1,1	4,2	10,3	18,2	24,5	Inkspatkorst
<i>Athallia cerinella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	Klein boomzonnetje
<i>Athallia holocarpa</i>	0,0	0,4	0,5	2,0	2,0	2,0	Muurzonnetje
<i>Athallia pyracea</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	Gewoon boomzonnetje
<i>Bacidina adastrata</i>	2,9	48,3	55,0	53,0	60,6	46,2	Fijne knoopjeskorst
<i>Bacidina chlorotricula</i>	0,0	0,0	0,2	0,3	0,0	0,0	Gladde knoopjeskorst
<i>Bacidina delicata</i>	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	Soredieuze knoopjeskorst
<i>Bacidina neosquamulosa</i>	0,0	0,5	7,4	4,2	2,8	0,7	Nieuwe knoopjeskorst
<i>Bacidina sulphurella</i>	0,3	0,9	1,0	3,3	1,5	0,0	Boomvoetknoopjeskorst
<i>Blastenia ferruginea</i>	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	0,3	Rood boomzonnetje
<i>Blastenia herbidella</i>	0,0	0,5	0,4	0,4	0,4	0,6	Koraalcitroenkorst
<i>Bryoria fuscescens</i>	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	Bruin paardenhaarmos
<i>Buellia griseovirens</i>	71,8	79,4	78,6	81,2	84,7	81,6	Grijsgroene stofkorst
<i>Buellia schaeferi</i>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	Klein strontjesmos
<i>Calicium glaucellum</i>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	Zwart boomspijkertje
<i>Calicium viride</i>	0,2	3,2	4,7	7,1	7,4	7,8	Groen boomspijkertje
<i>Caloplaca obscurella</i>	0,0	0,2	1,2	2,2	6,6	14,3	Gewone kraterkorst
<i>Candelaria concolor</i> (incl. <i>pacifica</i>)	6,5	8,4	12,7	24,0	41,0	58,5	Vals dooiermos
<i>Candelariella aurella</i>	0,0	0,4	0,4	0,9	0,9	1,3	Kleine geelkorst
<i>Candelariella reflexa</i>	5,3	25,5	50,8	66,8	59,7	65,1	Poedergeelkorst
<i>Candelariella vitellina</i>	25,6	35,1	43,6	49,2	43,1	46,4	Grove geelkorst
<i>Candelariella xanthostigma</i>	7,6	8,1	24,7	45,1	56,7	65,1	Fijne geelkorst
<i>Catillaria nigroclavata</i>	0,0	0,0	0,5	2,3	21,2	40,9	Boomrookkorst
<i>Chaenotheca chlorella</i>	0,0	0,2	0,2	0,2	0,4	0,8	Klein schorssteeltje
<i>Chaenotheca chrysocephala</i>	0,2	0,5	0,4	0,9	0,5	0,0	Geel schorssteeltje
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	4,5	5,4	5,3	4,4	3,7	2,6	Roestbruin schorssteeltje
<i>Chaenotheca furfuracea</i>	0,2	0,2	0,4	0,9	0,2	0,0	Lichtend schorssteeltje
<i>Chaenotheca trichialis</i>	0,0	1,4	1,9	2,3	4,6	5,4	Grijs schorssteeltje
<i>Chrysothrix candelaris</i>	0,2	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	Gele poederkorst
<i>Cladonia caespiticia</i>	0,0	0,0	0,4	0,4	0,4	1,0	Greppelblaadje
<i>Cladonia chlorophaea</i>	8,6	10,5	8,1	8,3	7,7	7,7	Fijn bekermos

wetenschappelijke naam	1991	1998	2004	2010	2016	2022	Nederlandse naam
<i>Cladonia coniocraea</i>	3,2	3,5	2,1	1,2	0,9	1,2	Smal bekermos
<i>Cladonia digitata</i>	0,2	0,2	0,4	0,5	0,3	0,3	Vertakt bekermos
<i>Cladonia fimbriata</i>	19,2	28,5	36,2	40,1	40,1	39,7	Kopjes-bekermos
<i>Cladonia floerkeana</i>	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	Rode heidelucifer
<i>Cladonia furcata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	Gevoekt heidestaartje
<i>Cladonia glauca</i>	?	0,7	0,7	0,2	0,2	0,0	Bruin heidestaartje
<i>Cladonia humilis</i>	0,0	0,0	0,4	0,2	0,2	1,0	Frietzak-bekermos
<i>Cladonia macilenta</i>	?	1,4	3,5	4,5	2,7	0,3	Dove heidelucifer
<i>Cladonia polydactyla</i>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	Sterheidestaartje
<i>Cladonia ramulosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	Rafelig bekermos
<i>Cliostomum griffithii</i>	7,4	12,7	14,4	17,2	15,6	17,6	Gespikkelde witkorst
<i>Coenogonium pineti</i>	4,1	9,0	10,4	13,2	19,8	16,4	Valse knoopjeskorst
<i>Cyphelium inquinans</i>	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	Kopspijkertje
<i>Dendrographa decolorans</i>	9,5	11,4	13,0	13,8	16,3	19,2	Purperkring
<i>Diploicia canescens</i>	2,4	3,0	4,9	8,4	7,7	13,0	Kauwgommos
<i>Diploschistes muscorum</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	Duindaalder
<i>Enterographa crassa</i>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	Grauwe runenkorst
<i>Evernia prunastri</i>	85,9	83,0	75,0	66,5	58,7	46,4	Eikenmos
<i>Fellhanera bouteillei</i>	0,0	1,1	1,6	3,0	1,7	0,3	Twijgdruppelkorst
<i>Fellhanera subtilis</i>	0,0	0,3	0,7	0,3	0,0	0,0	Schaduwdruppelkorst
<i>Fellhanera viridisorediata</i>	0,0	0,7	3,5	8,2	4,5	3,3	Gewone druppelkorst
<i>Flavoparmelia caperata</i>	7,0	10,2	13,0	16,7	18,2	20,0	Bosschildmos
<i>Flavoparmelia soredians</i>	0,0	2,5	7,9	11,4	16,4	17,5	Groen boomschildmos
<i>Flavoplaca flavocitrina</i>	0,0	0,2	0,5	1,4	1,4	1,4	Valse citroenkorst
<i>Flavopunctelia flaventior</i>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	Oosters schildmos
<i>Graphis scripta</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	Gewoon schriftmos
<i>Haematomma ochroleucum</i>	25,1	28,1	30,4	31,8	32,8	34,7	Witgerande stofkorst
<i>Halecania viridescens</i>	0,0	0,5	4,7	10,3	8,2	7,4	Porceleinkorst
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	0,0	1,1	9,5	23,0	48,9	81,7	Dun schaduwmos
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	22,0	17,2	13,4	12,2	7,6	3,4	Gewoon schubjesmos
<i>Hypogymnia physodes</i>	69,3	55,7	39,7	31,0	19,8	11,0	Gewoon schorsmos
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	17,5	20,7	12,1	9,5	5,3	3,2	Witkopschorsmos
<i>Hypotrachyna revoluta</i> s.l.	16,2	21,1	23,7	22,5	25,0	27,1	Gebogen schildmos
<i>Imshaugia aleurites</i>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	Dennenmos
<i>Jamesiella anastomosans</i>	0,7	2,6	6,9	5,5	7,0	6,6	Aspergekorst
<i>Lecanactis abietina</i>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	Maleboskorst
<i>Lecania cyrtella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	Boomglimschoteltje
<i>Lecania rabenhorstii</i>	0,0	0,2	0,4	0,7	0,7	0,0	Steenglimschoteltje
<i>Lecania subfuscula</i>	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	Miskend glimschoteltje
<i>Lecanora aitema</i>	2,8	2,6	0,7	0,3	0,5	0,0	Dennenschotelkorst
<i>Lecanora argentata</i>	1,4	5,6	5,6	6,1	5,1	6,1	Bosschotelkorst
<i>Lecanora barkmaniana</i>	0,6	3,9	9,7	23,0	38,0	47,2	Ammoniakschotelkorst
<i>Lecanora carpinea</i>	27,6	39,5	44,3	52,7	46,5	44,1	Melige schotelkorst
<i>Lecanora chlorotera</i>	59,1	75,6	85,6	89,6	93,3	94,3	Witte schotelkorst

wetenschappelijke naam	1991	1998	2004	2010	2016	2022	Nederlandse naam
<i>Lecanora compallens</i>	30,0	50,0	74,5	83,2	87,5	85,1	Miskende schotelkorst
<i>Lecanora conizaeoides</i>	51,7	30,1	3,5	3,3	0,7	0,3	Groene schotelkorst
<i>Lecanora dispersa</i>	12,8	15,5	18,1	24,3	17,1	18,6	Verborgen schotelkorst
<i>Lecanora expallens</i>	99,1	99,8	99,6	100,0	100,0	99,5	Bleekgroene schotelkorst
<i>Lecanora hagenii</i>	2,7	17,9	13,5	14,6	18,3	10,3	Kleine schotelkorst
<i>Lecanora horiza</i>	0,0	0,2	0,2	0,7	0,7	0,0	Donkere schotelkorst
<i>Lecanora muralis</i>	1,4	1,4	1,8	2,6	2,2	1,7	Muurschotelkorst
<i>Lecanora pulicaris</i>	41,0	48,2	43,6	38,9	32,8	17,6	Eikenschotelkorst
<i>Lecanora saligna</i>	1,7	6,3	3,0	2,5	2,9	2,1	Houtschotelkorst
<i>Lecanora sinuosa</i>	2,0	3,5	6,9	10,4	13,7	12,8	Bochtige schotelkorst
<i>Lecanora subcarpineae</i>	0,0	0,5	1,1	2,3	4,6	2,3	Berijpte schotelkorst
<i>Lecanora symmicta</i>	31,2	29,9	22,1	17,5	19,2	9,0	Bolle schotelkorst
<i>Lecanora varia</i>	0,2	0,0	0,4	0,2	0,2	0,0	Hardhout-schotelkorst
<i>Lecidella elaeochroma</i>	32,0	57,5	79,8	88,3	92,0	93,0	Gewoon purperschaaltje
<i>Lecidella flavosorediata</i>	3,6	22,7	25,0	32,8	33,7	30,7	Fijne mosterdkorst
<i>Lecidella scabra</i>	0,2	4,2	12,7	16,2	20,8	28,4	Grijsgroene steenkorst
<i>Lecidella stigmatea</i>	0,0	0,0	0,9	1,7	3,0	0,8	Steenpurperschaaltje
<i>Lepraria finkii</i>	0,0	1,6	3,0	4,7	13,2	17,4	Gelobde poederkorst
<i>Lepraria incana</i>	87,3	90,2	94,0	95,0	96,4	94,5	Gewone poederkorst
<i>Lepraria rigidula</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	Grove poederkorst
<i>Lepraria umbricola</i>	0,0	0,0	0,4	0,2	0,2	0,2	Boomvoetpoederkorst
<i>Lepraria vouauxii</i>	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,8	Bleke poederkorst
<i>Melanelixia glabratula</i>	5,0	6,9	10,0	18,0	20,0	21,7	Glanzend schildmos
<i>Melanelixia subaurifera</i>	78,6	84,7	86,1	80,7	76,6	73,8	Verstop-schildmos
<i>Melanohalea elegantula</i>	7,4	15,3	15,8	15,4	17,3	18,9	Sierlijk schildmos
<i>Melanohalea exasperatula</i>	16,6	29,5	28,5	28,8	25,7	18,8	Lepelschildmos
<i>Melanohalea laciniatula</i>	11,1	13,2	12,7	11,4	11,4	14,5	Lobjesschildmos
<i>Micarea denigrata</i>	0,0	2,1	2,1	3,8	1,4	0,3	Vulkaanoogje
<i>Micarea micrococca</i>	0,2	1,8	8,1	8,1	8,5	8,8	Bosoogje
<i>Micarea nitschkeana</i>	3,3	7,7	0,7	0,0	0,0	0,0	Takkenoogje
<i>Micarea prasina</i>	0,0	0,2	1,4	1,7	2,7	0,8	Houtoogje
<i>Micarea viridileprosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	2,0	Groenoogje
<i>Normandina pulchella</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	1,9	6,2	Hamsteroortje
<i>Ochrolechia androgyna</i>	17,4	21,1	21,8	19,3	16,9	13,1	Gewone tandpastakorst
<i>Ochrolechia microstictoides</i>	1,1	1,1	0,9	0,5	0,5	0,5	Bostandpastakorst
<i>Ochrolechia subviridis</i>	0,3	0,7	0,9	1,4	1,4	1,4	Wrattige tandpastakorst
<i>Ochrolechia turneri</i>	0,4	1,6	2,1	3,0	3,0	2,6	Valse kringkorst
<i>Opegrapha niveoatra</i>	0,2	1,2	5,9	8,2	19,6	28,0	Klein schriftmos
<i>Opegrapha vermicellifera</i>	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	0,3	Gestippeld schriftmos
<i>Opegrapha vulgata</i>	0,0	0,4	0,4	0,4	0,4	0,0	Wit schriftmos
<i>Pachnolepia pruinata</i>	0,0	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	Aspirinekorst
<i>Parmelia saxatilis</i>	15,6	19,0	18,3	19,8	18,7	18,0	Blauwgrijs steenschildmos
<i>Parmelia submontana</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	Moerasschildmos
<i>Parmelia sulcata</i>	95,4	96,3	93,1	91,6	90,2	85,2	Gewoon schildmos

wetenschappelijke naam	1991	1998	2004	2010	2016	2022	Nederlandse naam
<i>Parmelina pastillifera</i>	0,0	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	Knopjesschildmos
<i>Parmelina tiliacea</i>	1,6	1,8	1,9	2,1	2,1	2,5	Lindeschildmos
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	3,2	3,2	1,6	1,4	1,4	1,4	Avocadomos
<i>Parmotrema chinense</i>	0,0	2,3	6,9	11,6	14,1	12,7	Groot schildmos
<i>Parmotrema pseudoreticulatum</i>	0,0	0,0	0,3	0,3	0,3	0,6	Gewimperd schildmos
<i>Parmotrema reticulatum</i>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,2	Netschildmos
<i>Pertusaria albescens</i>	9,3	9,7	9,1	10,5	10,8	10,5	Witte kringkorst
<i>Pertusaria amara</i>	13,2	14,1	11,6	13,0	11,9	8,1	Ananaskorst
<i>Pertusaria coccodes</i>	15,0	17,6	18,1	18,5	18,1	18,1	Bleek speldenkussentje
<i>Pertusaria pertusa</i>	9,3	10,5	10,7	10,5	12,3	11,9	Gewoon speldenkussentje
<i>Phaeographis inusta</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	Grote runenkorst
<i>Phaeophyscia nigricans</i>	0,2	2,1	0,7	1,0	0,4	0,8	Klein schaduwmos
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	10,1	18,1	23,6	24,8	27,6	22,6	Rond schaduwmos
<i>Phlyctis argena</i>	26,9	31,1	32,2	33,8	33,8	34,2	Lichtvlekje
<i>Physcia adscendens</i>	31,9	53,4	49,9	57,3	48,2	65,5	Kapjesvingermos
<i>Physcia aipolia</i>	0,2	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	Gemarmerd vingermos
<i>Physcia caesia</i>	27,2	39,4	42,7	36,9	34,8	26,5	Stoeprandvingermos
<i>Physcia clementei</i>	0,0	0,2	0,5	0,3	0,3	0,9	Isidieus vingermos
<i>Physcia dubia</i>	11,3	22,0	13,4	16,0	11,4	9,8	Bleek vingermos
<i>Physcia stellaris</i>	0,2	0,0	0,2	0,3	0,3	0,3	Groot vingermos
<i>Physcia tenella</i>	86,4	93,7	88,2	78,7	66,8	55,3	Heksenvingermos
<i>Physcia tribacioides</i>	0,0	0,0	0,2	0,5	0,5	1,0	Witkopvingermos
<i>Physconia distorta</i>	0,2	0,4	0,5	0,5	0,5	0,3	Fors rijpmos
<i>Physconia enteroxantha</i>	4,2	4,2	4,7	5,1	5,8	6,2	Donker rijpmos
<i>Physconia grisea</i>	2,9	7,4	10,2	16,3	25,0	32,9	Grauw rijpmos
<i>Placynthiella dasaea</i>	0,2	0,2	0,4	1,3	1,3	0,7	Okerbruine veenkorst
<i>Placynthiella icmalea</i>	7,4	6,7	11,6	4,8	3,8	0,5	Bruine veenkorst
<i>Platismatia glauca</i>	3,2	2,1	0,7	0,5	0,3	0,0	Groot boerenkoolmos
<i>Pleurosticta acetabulum</i>	38,1	38,1	32,3	31,8	30,1	26,8	Olijf-schildmos
<i>Polycauliona candelaria</i>	64,0	66,8	57,5	53,3	45,5	27,9	Kroezig dooiermos
<i>Polycauliona phlogina</i>	0,0	0,2	0,5	1,0	1,5	1,0	Boomcitroenkorst
<i>Polycauliona polycarpa</i>	90,5	95,1	85,8	86,7	73,2	45,9	Klein dooiermos
<i>Porina leptalea</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	Bruin olievlekje
<i>Protoparmelia hypotremella</i>	4,2	7,0	5,6	5,6	6,0	4,9	Grijze spijkerdrager
<i>Protoparmelia oleagina</i>	6,2	14,2	13,2	13,4	10,5	9,6	Bruine spijkerdrager
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	24,3	20,2	11,2	9,6	8,3	3,8	Purper geweimos
<i>Pseudoschismatomma rufescens</i>	0,0	0,0	8,0	38,0	84,9	95,2	Verzonken schriftmos
<i>Psilolechia lucida</i>	0,9	1,6	1,2	1,4	1,9	0,5	UV-mos
<i>Punctelia borreri</i>	0,0	1,1	3,0	4,2	10,7	16,8	Witstippelschildmos
<i>Punctelia jeckeri</i>	27,6	33,5	38,4	38,0	42,3	32,3	Rijpschildmos
<i>Punctelia subrudecta</i>	35,3	42,7	49,0	55,0	59,9	57,8	Gestippeld schildmos
<i>Pyrrhospora quereana</i>	19,4	28,8	33,4	37,7	42,1	43,4	Grove mosterdkorst
<i>Ramalina canariensis</i>	0,0	0,0	0,2	0,5	0,5	0,5	Breed takmos
<i>Ramalina farinacea</i>	68,8	76,3	77,9	76,7	77,6	76,2	Melig takmos

wetenschappelijke naam	1991	1998	2004	2010	2016	2022	Nederlandse naam
<i>Ramalina fastigiata</i>	48,8	50,6	49,9	45,2	38,5	32,2	Trompettakmos
<i>Ramalina fraxinea</i>	1,8	2,6	2,3	1,8	1,6	1,1	Groot takmos
<i>Ramalina lacera</i>	0,0	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	Waaierakmos
<i>Ramalina pollinaria</i>	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	Sierlijk takmos
<i>Rinodina oleae</i>	0,0	0,0	0,5	1,2	1,2	1,2	Donkerbruine schotelkorst
<i>Rinodina pityrea</i>	0,0	0,0	0,2	0,3	0,3	0,3	Blauwe mosterdkorst
<i>Ropalospora viridis</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	Koele boskorst
<i>Strangospora pinicola</i>	1,1	9,5	5,8	2,9	2,9	1,0	Muggenstrontjesmos
<i>Thelotrema lepadinum</i>	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	Beukenwrat
<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	0,0	Blauwe veenkorst
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	6,2	14,2	12,5	10,3	5,3	2,8	Lichte veenkorst
<i>Tuckermanopsis chlorophylla</i>	5,3	4,9	2,8	1,7	1,0	0,3	Bruin boerenkoolmos
<i>Usnea spec. (hirta + subfloridana)</i>	4,5	3,5	1,9	2,1	0,3	0,3	Baardmos
<i>Varicellaria hemisphaerica</i>	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	Boskringkorst
<i>Violella fucata</i>	0,5	0,7	0,7	1,0	1,2	0,4	Trilzwamkorst
<i>Xanthomendoza ulophyllodes</i>	0,0	0,0	0,2	0,2	0,4	0,4	Ulevellenmos
<i>Xanthoria calcicola</i>	0,4	0,9	1,9	3,8	13,3	12,4	Oranje dooiermos
<i>Xanthoria parietina</i>	50,5	77,9	87,0	93,0	91,1	88,3	Groot dooiermos

Bijlage 2. Veranderingen in de aangetroffen soorten mossen tussen 2016 en 2022. Gegeven is het aantal waarnemingen (n), het percentage meetpunten (%) en de kwantiteitssom (k) in 2016 en 2022. Alleen herhalingen en bijbehorende nul-opnamen.

wetenschappelijke naam	n2016	n2022	%2016	%2022	k2016	k2022	Nederlandse naam
<i>Atrichum undulatum</i>	3	1	1,4	0,5	7	2	Groot rimpelmos
<i>Aulacomnium androgynum</i>	3	0	1,4	0,0	6	0	Gewoon knopjesmos
<i>Brachythecium rutabulum</i>	38	23	18,1	11,0	88	62	Gewoon dikkopmos
<i>Bryum argenteum</i>	3	0	1,4	0,0	7	0	Zilvermos
<i>Bryum capillare</i>	8	13	3,8	6,2	17	32	Gedraaid knikmos
<i>Campylopus introflexus</i>	33	19	15,7	9,0	74	41	Grijs kronkelsteeltje
<i>Ceratodon purpureus</i>	20	10	9,5	4,8	44	21	Gewoon purpersteeltje
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	96	73	45,7	34,8	251	177	Gewoon sikkelsterretje
<i>Dicranum scoparium</i>	11	10	5,2	4,8	26	18	Gewoon gaffeltandmos
<i>Dicranum tauricum</i>	2	1	1,0	0,5	3	1	Bros gaffeltandmos
<i>Kindbergia praelonga</i>	18	9	8,6	4,3	41	20	Fijn laddermos
<i>Frullania dilatata</i>	10	13	4,8	6,2	22	24	Helmroestmos
<i>Grimmia pulvinata</i>	25	24	11,9	11,4	53	50	Gewoon muisjesmos
<i>Homalothecium sericeum</i>	0	1	0,0	0,5	0	2	Gewoon zijdemoos
<i>Hypnum cupressiforme</i>	185	188	88,1	89,5	812	844	Gesnaveld klauwtjesmos
<i>Hypnum jutlandicum</i>	1	0	0,5	0,0	2	0	Heideklauwtjesmos
<i>Isothecium myosuroides</i>	3	3	1,4	1,4	12	12	Knikkend palmpjesmos
<i>Lophocolea heterophylla</i>	8	1	3,8	0,5	22	3	Gedrongen kantmos
<i>Metzgeria furcata</i>	3	6	1,4	2,9	7	11	Bleek boomvorkje
<i>Mnium hornum</i>	9	10	4,3	4,8	19	25	Gewoon sterrenmos
<i>Plagiomnium undulatum</i>	1	1	0,5	0,5	5	5	Gerimpeld boogsterrenmos
<i>Orthotrichum affine</i>	48	55	22,9	26,2	120	140	Gewone haarmuts
<i>Orthotrichum diaphanum</i>	6	6	2,9	2,9	11	7	Grijze haarmuts
<i>Orthotrichum lyellii</i>	5	17	2,4	8,1	13	47	Broedhaarmuts
<i>Orthodontium lineare</i>	6	0	2,9	0,0	13	0	Geelsteeltje
<i>Dicranum montanum</i>	2	1	1,0	0,5	5	2	Bossig gaffeltandmos
<i>Plagiothecium denticulatum</i>	2	2	1,0	1,0	6	4	Glanzend platmos
<i>Plagiothecium laetum</i>	2	2	1,0	1,0	5	4	Krom platmos
<i>Plagiomnium affine</i>	2	1	1,0	0,5	7	3	Rond boogsterrenmos
<i>Polytrichum formosum</i>	10	12	4,8	5,7	23	22	Fraai haarmos
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	5	6	2,4	2,9	8	13	Groot laddermos
<i>Radula complanata</i>	0	1	0,0	0,5	0	1	Gewoon schijfjesmos
<i>Rhynchostegium confertum</i>	1	0	0,5	0,0	3	0	Boomsnavelmos
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	0	1	0,0	0,5	0	2	Gewoon haakmos
<i>Tetraphis pellucida</i>	1	0	0,5	0,0	3	0	Viertandmos
<i>Syntrichia laevipila</i>	1	5	0,5	2,4	2	10	Boomsterretje
<i>Tortula muralis</i>	3	0	1,4	0,0	4	0	Gewoon muursterretje
<i>Syntrichia papillosa</i>	2	4	1,0	1,9	4	7	Knikkersterretje
<i>Ulota bruchii</i>	5	6	2,4	2,9	7	11	Knotskroesmos
<i>Ulota crispa</i>	10	6	4,8	2,9	22	15	Trompetkroesmos
<i>Zygodon viridissimus</i>	0	1	0,0	0,5	0	2	Echt iepenmos

Bijlage 3. Veranderingen in de aangetroffen soorten korstmossen tussen 2016 en 2022. Gegeven is het aantal waarnemingen (n), het percentage meetpunten (%) en de kwantiteitssom (k) in 2016 en 2022. Alleen herhalingen en bijbehorende nul-opnamen.

wetenschappelijke naam	n2016	n2022	%2016	%2022	k2016	k2022	Nederlandse naam
<i>Alyxoria culmigena</i>	5	9	2,4	4,3	8	12	Rivierschriftmos
<i>Alyxoria varia</i>	1	6	0,5	2,9	2	11	Kort schriftmos
<i>Alyxoria viridipruinosa</i>	0	1	0,0	0,5	0	1	Limoen-schriftmos
<i>Amandinea punctata</i>	198	195	94,3	92,9	891	853	Vliegenstrontjesmos
<i>Anaptychia ciliaris</i>	2	2	1,0	1,0	5	5	Wimpermos
<i>Anisomeridium biforme</i>	0	1	0,0	0,5	0	1	Stinzenkorst
<i>Anisomeridium polypori</i>	1	1	0,5	0,5	1	2	Schoorsteentje
<i>Arthonia atra</i>	2	3	1,0	1,4	7	8	Zwart schriftmos
<i>Arthonia radiata</i>	27	37	12,9	17,6	43	73	Amoebekorst
<i>Arthonia spadicea</i>	52	70	24,8	33,3	163	217	Inktspatkorst
<i>Athallia cerinella</i>	0	1	0,0	0,5	0	1	Klein boomzonnetje
<i>Athallia holocarpa</i>	2	2	1,0	1,0	4	2	Muurzonnetje
<i>Athallia pyracea</i>	1	0	0,5	0,0	2	0	Gewoon boomzonnetje
<i>Bacidina adastrata</i>	134	102	63,8	48,6	337	262	Fijne knoopjeskorst
<i>Bacidina neosquamulosa</i>	8	2	3,8	1,0	13	2	Nieuwe knoopjeskorst
<i>Bacidina sulphurella</i>	4	0	1,9	0,0	5	0	Boomvoetknoopjeskorst
<i>Blastenia ferruginea</i>	1	1	0,5	0,5	2	2	Rood boomzonnetje
<i>Blastenia herbidella</i>	2	3	1,0	1,4	4	6	Koraalcitroenkorst
<i>Buellia griseovirens</i>	192	185	91,4	88,1	823	797	Grijsgroene stofkorst
<i>Calicium viride</i>	22	23	10,5	11,0	58	58	Groen boomspijkertje
<i>Caloplaca obscurella</i>	12	26	5,7	12,4	25	43	Gewone kraterkorst
<i>Candelaria concolor s.s.</i>	88	124	41,9	59,0	256	412	Vals dooiermos
<i>Candelaria pacifica</i>	10	16	4,8	7,6	40	57	Vals dooiermos
<i>Candelariella aurella</i>	1	2	0,5	1,0	1	3	Kleine geelkorst
<i>Candelariella reflexa</i>	133	145	63,3	69,0	415	469	Poedergeelkorst
<i>Candelariella vitellina</i>	78	84	37,1	40,0	216	239	Grove geelkorst
<i>Candelariella xanthostigma</i>	122	140	58,1	66,7	367	496	Fijne geelkorst
<i>Catillaria nigroclavata</i>	46	89	21,9	42,4	143	289	Boomrookkorst
<i>Chaenotheca chlorella</i>	2	4	1,0	1,9	5	11	Klein schorssteeltje
<i>Chaenotheca chrysocephala</i>	2	0	1,0	0,0	4	0	Geel schorssteeltje
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	10	7	4,8	3,3	24	15	Roestbruin schorssteeltje
<i>Chaenotheca trichialis</i>	12	14	5,7	6,7	29	28	Grijs schorssteeltje
<i>Chrysothrix candelaris</i>	2	2	1,0	1,0	4	5	Gele poederkorst
<i>Cladonia caespiticia</i>	0	2	0,0	1,0	0	5	Greppelblaadje
<i>Cladonia chlorophaea</i>	23	23	11,0	11,0	89	74	Fijn bekermos
<i>Cladonia coniocraea</i>	3	4	1,4	1,9	6	6	Smal bekermos
<i>Cladonia digitata</i>	1	1	0,5	0,5	3	4	Vertakt bekermos
<i>Cladonia fimbriata</i>	102	101	48,6	48,1	275	284	Kopjes-bekermos
<i>Cladonia furcata</i>	0	1	0,0	0,5	0	2	Gevorkt heidestaartje
<i>Cladonia humilis</i>	0	2	0,0	1,0	0	4	Frietzak-bekermos

wetenschappelijke naam	n2016	n2022	%2016	%2022	k2016	k2022	Nederlandse naam
<i>Cladonia macilenta</i>	8	1	3,8	0,5	16	1	Dove heidelucifer
<i>Cladonia polydactyla</i>	2	1	1,0	0,5	8	6	Sterheidestaartje
<i>Cladonia ramulosa</i>	1	1	0,5	0,5	3	1	Rafelig bekermos
<i>Cliostomum griffithii</i>	38	43	18,1	20,5	110	107	Gespikkelde witkorst
<i>Coenogonium pineti</i>	47	39	22,4	18,6	144	115	Valse knoopjeskorst
<i>Dendrographa decolorans</i>	33	39	15,7	18,6	150	170	Purperkring
<i>Diploicia canescens</i>	22	37	10,5	17,6	49	70	Kauwgommos
<i>Diploschistes muscorum</i>	1	1	0,5	0,5	1	2	Duindaalder
<i>Enterographa crassa</i>	1	1	0,5	0,5	2	3	Grauwe runenkorst
<i>Evernia prunastri</i>	143	113	68,1	53,8	587	428	Eikenmos
<i>Fellhanera bouteillei</i>	5	1	2,4	0,5	9	2	Twijgdruppelkorst
<i>Fellhanera viridisorodiata</i>	11	8	5,2	3,8	24	17	Gewone druppelkorst
<i>Flavoparmelia caperata</i>	49	54	23,3	25,7	105	120	Bosschildmos
<i>Flavoparmelia soredians</i>	46	49	21,9	23,3	87	105	Groen boomschildmos
<i>Flavoplaca flavocitrina</i>	4	4	1,9	1,9	9	8	Valse citroenkorst
<i>Flavopunctelia flaventior</i>	1	0	0,5	0,0	2	0	Oosters schildmos
<i>Graphis scripta</i>	1	2	0,5	1,0	3	5	Gewoon schriftmos
<i>Haematomma ochroleucum</i>	67	71	31,9	33,8	282	302	Witgerande stofkorst
<i>Halecania viridescens</i>	20	18	9,5	8,6	51	33	Porceleinkorst
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	85	142	40,5	67,6	237	484	Dun schaduwmos
<i>Hypocenomyce scalaris</i>	20	9	9,5	4,3	50	18	Gewoon schubjesmos
<i>Hypogymnia physodes</i>	52	29	24,8	13,8	143	68	Gewoon schorsmos
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	15	9	7,1	4,3	32	18	Witkopschorsmos
<i>Hypotrachyna revoluta</i> s.l.	70	76	33,3	36,2	177	195	Gebogen schildmos
<i>Jamesiella anastomosans</i>	19	18	9,0	8,6	26	28	Aspergekorst
<i>Lecanactis abietina</i>	1	1	0,5	0,5	6	6	Maleboskorst
<i>Lecania cyrtella</i>	0	2	0,0	1,0	0	2	Boomglimschotelkje
<i>Lecania rabenhorstii</i>	2	0	1,0	0,0	2	0	Steenglimschotelkje
<i>Lecanora aitema</i>	3	0	1,4	0,0	3	0	Dennenschotelkorst
<i>Lecanora argentata</i>	16	19	7,6	9,0	31	29	Bosschotelkorst
<i>Lecanora barkmaniana</i>	98	122	46,7	58,1	244	333	Ammoniakschotelkorst
<i>Lecanora carpinea</i>	97	92	46,2	43,8	226	193	Melige schotelkorst
<i>Lecanora chlorotera</i>	200	202	95,2	96,2	940	968	Witte schotelkorst
<i>Lecanora compallens</i>	184	179	87,6	85,2	728	702	Miskende schotelkorst
<i>Lecanora conizaeoides</i>	2	1	1,0	0,5	3	1	Groene schotelkorst
<i>Lecanora dispersa</i>	33	36	15,7	17,1	76	83	Verborgen schotelkorst
<i>Lecanora expallens</i>	210	209	100,0	99,5	1114	1056	Bleekgroene schotelkorst
<i>Lecanora hagenii</i>	30	17	14,3	8,1	38	19	Kleine schotelkorst
<i>Lecanora horiza</i>	2	0	1,0	0,0	3	0	Donkere schotelkorst
<i>Lecanora muralis</i>	5	4	2,4	1,9	7	4	Muurschotelkorst
<i>Lecanora pulicaris</i>	80	43	38,1	20,5	220	91	Eikenschotelkorst
<i>Lecanora saligna</i>	7	5	3,3	2,4	10	6	Houtschotelkorst
<i>Lecanora sinuosa</i>	29	27	13,8	12,9	59	57	Bochtige schotelkorst
<i>Lecanora subcarpinea</i>	4	2	1,9	1,0	4	2	Berijpte schotelkorst

wetenschappelijke naam	n2016	n2022	%2016	%2022	k2016	k2022	Nederlandse naam
<i>Lecanora symmicta</i>	34	16	16,2	7,6	70	35	Bolle schotelkorst
<i>Lecanora varia</i>	1	0	0,5	0,0	1	0	Hardhout-schotelkorst
<i>Lecidella elaeochroma</i>	197	199	93,8	94,8	906	958	Gewoon purperschaaltje
<i>Lecidella flavosorediata</i>	79	72	37,6	34,3	185	170	Fijne mosterdkorst
<i>Lecidella scabra</i>	41	56	19,5	26,7	79	96	Grijsgroene steenkorst
<i>Lecidella stigmatea</i>	4	1	1,9	0,5	6	1	Steenpurperschaaltje
<i>Lepraria finkii</i>	28	37	13,3	17,6	93	132	Gelobde poederkorst
<i>Lepraria incana</i>	204	200	97,1	95,2	1048	972	Gewone poederkorst
<i>Lepraria rigidula</i>	0	6	0,0	2,9	0	15	Grove poederkorst
<i>Lepraria umbricola</i>	1	1	0,5	0,5	4	4	Boomvoetpoederkorst
<i>Lepraria vouauxii</i>	1	2	0,5	1,0	2	4	Bleke poederkorst
<i>Melanelixia glabratula</i>	60	65	28,6	31,0	132	162	Glanzend schildmos
<i>Melanelixia subaurifera</i>	167	161	79,5	76,7	598	510	Verstop-schildmos
<i>Melanohalea elegantula</i>	45	49	21,4	23,3	112	125	Sierlijk schildmos
<i>Melanohalea exasperatula</i>	56	41	26,7	19,5	150	106	Lepelschildmos
<i>Melanohalea laciniatula</i>	26	33	12,4	15,7	91	88	Lobjesschildmos
<i>Micarea denigrata</i>	4	1	1,9	0,5	6	2	Vulkaanoojie
<i>Micarea micrococca</i>	23	24	11,0	11,4	79	87	Bosoogje
<i>Micarea prasina</i>	7	2	3,3	1,0	16	5	Houtoogje
<i>Micarea viridileprosa</i>	0	4	0,0	1,9	0	13	Groenoogje
<i>Normandina pulchella</i>	4	13	1,9	6,2	7	20	Hamsteroortje
<i>Ochrolechia androgyna</i>	49	38	23,3	18,1	141	103	Gewone tandpastakorst
<i>Ochrolechia microstictoides</i>	2	2	1,0	1,0	6	5	Bostandpastakorst
<i>Ochrolechia subviridis</i>	5	5	2,4	2,4	11	9	Wrattige tandpastakorst
<i>Ochrolechia turneri</i>	7	6	3,3	2,9	16	12	Valse kringkorst
<i>Opegrapha niveoatra</i>	30	43	14,3	20,5	84	120	Klein schriftmos
<i>Opegrapha vermicellifera</i>	2	2	1,0	1,0	5	6	Gestippeld schriftmos
<i>Opegrapha vulgata</i>	1	0	0,5	0,0	2	0	Wit schriftmos
<i>Pachnolepia pruinata</i>	2	2	1,0	1,0	6	8	Aspirinekorst
<i>Parmelia saxatilis</i>	53	51	25,2	24,3	143	135	Blauwgrijs steenschildmos
<i>Parmelia submontana</i>	0	3	0,0	1,4	0	6	Moerasschildmos
<i>Parmelia sulcata</i>	197	186	93,8	88,6	853	789	Gewoon schildmos
<i>Parmelina pastillifera</i>	1	1	0,5	0,5	2	2	Knopjesschildmos
<i>Parmelina tiliacea</i>	5	6	2,4	2,9	14	16	Lindeschildmos
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	5	5	2,4	2,4	11	11	Avocadomos
<i>Parmotrema chinense</i>	39	35	18,6	16,7	65	70	Groot schildmos
<i>Parmotrema pseudoreticulatum</i>	1	2	0,5	1,0	2	3	Gewimperd schildmos
<i>Parmotrema reticulatum</i>	1	1	0,5	0,5	1	1	Netschildmos
<i>Pertusaria albescens</i>	32	31	15,2	14,8	71	68	Witte kringkorst
<i>Pertusaria amara</i>	34	23	16,2	11,0	68	50	Ananaskorst
<i>Pertusaria coccodes</i>	43	43	20,5	20,5	151	145	Bleek speldenkussentje
<i>Pertusaria pertusa</i>	27	26	12,9	12,4	67	65	Gewoon speldenkussentje
<i>Phaeographis inusta</i>	1	1	0,5	0,5	2	1	Grote runenkorst
<i>Phaeophyscia nigricans</i>	0	1	0,0	0,5	0	2	Klein schaduwmos

wetenschappelijke naam	n2016	n2022	%2016	%2022	k2016	k2022	Nederlandse naam
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	50	41	23,8	19,5	106	98	Rond schaduwmos
<i>Phlyctis argena</i>	77	78	36,7	37,1	254	241	Lichtvlekje
<i>Physcia adscendens</i>	100	136	47,6	64,8	289	432	Kapjesvingermos
<i>Physcia caesia</i>	67	51	31,9	24,3	172	155	Stoeprandvingermos
<i>Physcia clementei</i>	1	3	0,5	1,4	2	5	Isidieus vingermos
<i>Physcia dubia</i>	22	19	10,5	9,0	51	36	Bleek vingermos
<i>Physcia stellaris</i>	1	1	0,5	0,5	2	2	Groot vingermos
<i>Physcia tenella</i>	151	125	71,9	59,5	600	482	Heksenvingermos
<i>Physcia tribacioides</i>	2	4	1,0	1,9	3	5	Witkopvingermos
<i>Physconia distorta</i>	2	1	1,0	0,5	3	2	Fors rijpmos
<i>Physconia enteroxantha</i>	16	17	7,6	8,1	50	60	Donker rijpmos
<i>Physconia grisea</i>	50	66	23,8	31,4	124	190	Grauw rijpmos
<i>Placynthiella dasaea</i>	4	2	1,9	1,0	5	2	Okerbruine veenkorst
<i>Placynthiella icmalea</i>	7	1	3,3	0,5	8	1	Bruine veenkorst
<i>Platismatia glauca</i>	1	0	0,5	0,0	2	0	Groot boerenkoolmos
<i>Pleurosticta acetabulum</i>	72	64	34,3	30,5	229	197	Olijf-schildmos
<i>Polycauliona candelaria</i>	98	60	46,7	28,6	286	156	Kroezig dooiermos
<i>Polycauliona phlogina</i>	3	2	1,4	1,0	5	5	Boomcitraenkorst
<i>Polycauliona polycarpa</i>	161	101	76,7	48,1	546	248	Klein dooiermos
<i>Porina leptalea</i>	0	1	0,0	0,5	0	1	Bruin olievlekje
<i>Protoparmelia hypotremella</i>	16	13	7,6	6,2	40	28	Grijze spijkerdrager
<i>Protoparmelia oleagina</i>	25	23	11,9	11,0	69	60	Bruine spijkerdrager
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	26	12	12,4	5,7	57	21	Purper geweimos
<i>Pseudoschismatomma rufescens</i>	173	194	82,4	92,4	677	876	Verzonken schriftmos
<i>Psilolechia lucida</i>	4	1	1,9	0,5	7	2	UV-mos
<i>Punctelia borreri</i>	23	36	11,0	17,1	42	76	Witstippelschildmos
<i>Punctelia jeckeri</i>	97	74	46,2	35,2	239	187	Rijpschildmos
<i>Punctelia subrudecta</i>	146	141	69,5	67,1	438	496	Gestippeld schildmos
<i>Pyrrhospora querneae</i>	96	99	45,7	47,1	323	340	Grove mosterdkorst
<i>Ramalina canariensis</i>	1	1	0,5	0,5	2	2	Breed takmos
<i>Ramalina farinacea</i>	171	168	81,4	80,0	659	636	Melig takmos
<i>Ramalina fastigiata</i>	92	77	43,8	36,7	302	271	Trompettakmos
<i>Ramalina fraxinea</i>	7	5	3,3	2,4	11	9	Groot takmos
<i>Ramalina lacera</i>	2	2	1,0	1,0	4	4	Waaiertakmos
<i>Rinodina oleae</i>	3	3	1,4	1,4	6	6	Donkerbruine schotelkorst
<i>Rinodina pityrea</i>	1	1	0,5	0,5	4	2	Blauwe mosterdkorst
<i>Ropalospora viridis</i>	1	0	0,5	0,0	1	0	Koele boskorst
<i>Strangospora pinicola</i>	6	2	2,9	1,0	14	4	Muggenstrontjesmos
<i>Thelotrema lepadinum</i>	0	1	0,0	0,5	0	1	Beukenwrat
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	15	8	7,1	3,8	29	13	Lichte veenkorst
<i>Tuckermanopsis chlorophylla</i>	3	1	1,4	0,5	6	1	Bruin boerenkoolmos
<i>Usnea hirta</i>	1	1	0,5	0,5	3	2	Bleek baardmos
<i>Varicellaria hemisphaerica</i>	1	1	0,5	0,5	2	2	Boskringkorst
<i>Violella fucata</i>	6	2	2,9	1,0	11	5	Trilzwamkorst

wetenschappelijke naam	n2016	n2022	%2016	%2022	k2016	k2022	Nederlandse naam
<i>Xanthomendoza ulophyllodes</i>	2	2	1,0	1,0	4	7	Ulevellemos
<i>Xanthoria calcicola</i>	14	13	6,7	6,2	25	24	Oranje dooiermos
<i>Xanthoria parietina</i>	192	186	91,4	88,6	883	829	Groot dooiermos

Bijlage 4. Naamswijzigingen van korstmossen sinds de vorige ronde (2018).

wetenschappelijke naam - oud	wetenschappelijke naam - nieuw	Nederlandse naam
<i>Arthonia pruinata</i>	<i>Pachnolepia pruinata</i>	Aspirinekorst
<i>Bacidia adastrata</i>	<i>Bacidina adastrata</i>	Fijne knoopjeskorst
<i>Bacidia arnoldiana</i>	<i>Bacidina sulphurella</i>	Boomvoetknoopjeskorst
<i>Bacidia chlorotricula</i>	<i>Bacidina chlorotricula</i>	Gladde knoopjeskorst
<i>Bacidia delicata</i>	<i>Bacidina delicata</i>	Soredieuze knoopjeskorst
<i>Bacidia neosquamulosa</i>	<i>Bacidina neosquamulosa</i>	Nieuwe knoopjeskorst
<i>Caloplaca cerinella</i>	<i>Athallia cerinella</i>	Klein boomzonnetje
<i>Caloplaca citrina</i>	<i>Polycauliona phlogina</i>	Boomcitroenkorst
<i>Caloplaca ferruginea</i>	<i>Blastenia ferruginea</i>	Rood boomzonnetje
<i>Caloplaca flavocitrina</i>	<i>Flavoplaca flavocitrina</i>	Valse citroenkorst
<i>Caloplaca herbidella</i>	<i>Blastenia herbidella</i>	Koraalcitroenkorst
<i>Caloplaca holocarpa</i>	<i>Athallia holocarpa</i>	Muurzonnetje
<i>Caloplaca pyracea</i>	<i>Athallia pyracea</i>	Gewoon boomzonnetje
<i>Dimerella pineti</i>	<i>Coenogonium pineti</i>	Valse knoopjeskorst
<i>Gyalideopsis anastomosans</i>	<i>Jamesiella anastomosans</i>	Aspergekorst
<i>Lecanora hageni</i>	<i>Lecanora hagenii</i>	Kleine schotelkorst
<i>Lepraria lobificans</i>	<i>Lepraria finkii</i>	Gelobde poederkorst
<i>Leproloma vouauxii</i>	<i>Lepraria vouauxii</i>	Bleke poederkorst
<i>Melanelia elegantula</i>	<i>Melanohalea elegantula</i>	Sierlijk schildmos
<i>Melanelia exasperatula</i>	<i>Melanohalea exasperatula</i>	Lepelschildmos
<i>Melanelia fuliginosa</i>	<i>Melanelixia glabratula</i>	Glanzend schildmos
<i>Melanelia laciniatula</i>	<i>Melanohalea laciniatula</i>	Lobjesschildmos
<i>Melanelia subaurifera</i>	<i>Melanelixia subaurifera</i>	Verstop-schildmos
<i>Mycoblastus fucatus</i>	<i>Violella fucata</i>	Trilzwamkorst
<i>Opegrapha atra</i>	<i>Arthonia atra</i>	Zwart schriftmos
<i>Opegrapha herbarum</i>	<i>Alyxoria culmigena</i>	Rivierschriftmos
<i>Opegrapha rufescens</i>	<i>Pseudoschismatomma rufescens</i>	Verzonken schriftmos
<i>Opegrapha varia</i>	<i>Alyxoria varia</i>	Kort schriftmos
<i>Opegrapha viridipruinosa</i>	<i>Alyxoria viridipruinosa</i>	Limoenschriftmos
<i>Pertusaria hemisphaerica</i>	<i>Varicellaria hemisphaerica</i>	Boskringkorst
<i>Punctelia ulophylla</i>	<i>Punctelia jeckeri</i>	Rijpschildmos
<i>Rinodina gennarii</i>	<i>Rinodina oleae</i>	Donkerbruine schotelkorst
<i>Schismatomma decolorans</i>	<i>Dendrographa decolorans</i>	Purperkring
<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	<i>Tuckermannopsis chlorophylla</i>	Bruin boerenkoolmos
<i>Xanthoria candelaria</i>	<i>Polycauliona candelaria</i>	Kroezig dooiermos
<i>Xanthoria polycarpa</i>	<i>Polycauliona polycarpa</i>	Klein dooiermos
<i>Xanthoria ulophyllodes</i>	<i>Xanthomendoza ulophyllodes</i>	Ulevellemos

Bijlage 5. Significantie van de opgetreden veranderingen tussen 2016 en 2022. Uitgevoerd is de Wilcoxon test voor 'matched pairs'. De berekening is steeds gedaan voor geheel Drenthe, voor Natura 2000-gebieden, de 750m-zone, 'witte gebieden', en voor delen van de provincie apart. Significante veranderingen zijn groen of rood gekleurd (*: $0,005 < p < 0,05$, **: $0,0005 < p < 0,005$, ***: $p < 0,0005$, n= aantal opnamenparen). Respectievelijk NIW, gecorrigeerde NIW, AIW, aantal soorten, aantal Rode Lijst-soorten, en Ellenberg-getallen (vocht, licht, temperatuur en continentaliteit). Gegeven gemiddelden ('2016' en '2022') zijn ongekalibreerd en niet gestratificeerd.

	selectie:	n:	2016:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
NIW	witte gebieden	119	3,15	2,89	-0,257	3,03	0,0025	**
NIW	750m-zone	41	2,08	1,91	-0,168	1,69	0,0916	
NIW	n2000	28	1,00	0,64	-0,364	1,77	0,0768	
NIW	N-Drenthe	67	2,24	1,87	-0,375	3,57	0,0004	***
NIW	ZW-Drenthe	58	2,00	1,76	-0,240	1,88	0,0596	
NIW	ZO-Drenthe	63	3,53	3,39	-0,138	1,39	0,1646	
NIW	geheel Drenthe	188	2,60	2,34	-0,254	3,89	<0,0001	***

	selectie:	n:	2016:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
NIWc	witte gebieden	119	2,56	2,32	-0,241	3,07	0,0021	**
NIWc	750m-zone	41	1,61	1,43	-0,182	1,97	0,0491	*
NIWc	n2000	28	0,86	0,50	-0,357	1,83	0,0666	
NIWc	N-Drenthe	67	1,82	1,46	-0,355	3,70	0,0002	***
NIWc	ZW-Drenthe	58	1,61	1,35	-0,260	2,17	0,0297	*
NIWc	ZO-Drenthe	63	2,86	2,74	-0,116	1,36	0,1746	
NIWc	geheel Drenthe	188	2,10	1,86	-0,245	4,08	<0,0001	***

	selectie:	n:	2016:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
AIW	witte gebieden	132	2,36	1,79	-0,575	8,84	<0,0001	***
AIW	750m-zone	42	2,03	1,56	-0,474	5,07	<0,0001	***
AIW	n2000	36	2,83	2,17	-0,653	4,47	<0,0001	***
AIW	N-Drenthe	70	2,73	2,23	-0,507	6,38	<0,0001	***
AIW	ZW-Drenthe	72	2,11	1,49	-0,622	6,37	<0,0001	***
AIW	ZO-Drenthe	68	2,29	1,71	-0,574	6,40	<0,0001	***
AIW	geheel Drenthe	210	2,38	1,81	-0,568	11,03	<0,0001	***

	selectie:	n:	2016:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
AS	witte gebieden	132	34,52	34,34	-0,174	0,35	0,7268	
AS	750m-zone	42	27,57	27,17	-0,405	0,52	0,6002	
AS	n2000	36	24,58	22,81	-1,778	2,04	0,0417	*
AS	N-Drenthe	70	29,83	29,06	-0,771	1,51	0,1321	
AS	ZW-Drenthe	72	30,60	29,04	-1,556	2,32	0,0201	*
AS	ZO-Drenthe	68	33,94	34,85	0,912	1,36	0,1741	
AS	geheel Drenthe	210	31,42	30,93	-0,495	1,30	0,1920	

	selectie:	n:	2016:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
RL	witte gebieden	132	1,71	1,17	-0,545	5,88	<0,0001	***
RL	750m-zone	42	0,93	0,57	-0,357	2,88	0,0039	**
RL	n2000	36	0,69	0,53	-0,167	1,63	0,1029	
RL	N-Drenthe	70	1,43	1,03	-0,400	3,56	0,0004	***
RL	ZW-Drenthe	72	1,21	0,86	-0,347	3,77	0,0002	***
RL	ZO-Drenthe	68	1,51	0,93	-0,588	4,31	<0,0001	***
RL	geheel Drenthe	210	1,38	0,94	-0,443	6,74	<0,0001	***

	selectie:	n:	2016:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
vocht	witte gebieden	132	2,65	2,61	-0,038	4,56	<0,0001	***
vocht	750m-zone	42	2,68	2,64	-0,038	2,23	0,0255	*
vocht	n2000	36	2,87	2,84	-0,027	1,64	0,1002	
vocht	N-Drenthe	70	2,73	2,69	-0,033	2,90	0,0037	**
vocht	ZW-Drenthe	72	2,71	2,66	-0,050	3,70	0,0002	***
vocht	ZO-Drenthe	68	2,63	2,61	-0,024	2,45	0,0141	*
vocht	geheel Drenthe	210	2,69	2,65	-0,036	5,35	<0,0001	***

	selectie:	n:	2016:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
licht	witte gebieden	132	8,15	8,14	-0,014	0,97	0,3314	
licht	750m-zone	42	7,91	7,89	-0,016	0,60	0,5462	
licht	n2000	36	7,43	7,28	-0,150	2,33	0,0196	*
licht	N-Drenthe	70	7,90	7,85	-0,051	1,91	0,0564	
licht	ZW-Drenthe	72	7,86	7,81	-0,042	0,96	0,3328	
licht	ZO-Drenthe	68	8,20	8,18	-0,020	0,97	0,3298	
licht	geheel Drenthe	210	7,98	7,94	-0,038	2,10	0,0349	*

	selectie:	n:	2016:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
temp.	witte gebieden	132	5,37	5,42	0,049	4,82	<0,0001	***
temp.	750m-zone	42	5,31	5,35	0,046	2,46	0,0139	*
temp.	n2000	36	5,35	5,34	-0,011	0,18	0,8570	
temp.	N-Drenthe	70	5,33	5,35	0,014	1,10	0,2726	
temp.	ZW-Drenthe	72	5,34	5,38	0,037	2,60	0,0094	*
temp.	ZO-Drenthe	68	5,40	5,46	0,064	4,82	<0,0001	***
temp.	geheel Drenthe	210	5,36	5,39	0,038	4,77	<0,0001	***

	selectie:	n:	2016:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
contin.	witte gebieden	132	4,61	4,54	-0,069	7,69	<0,0001	***
contin.	750m-zone	42	4,62	4,55	-0,070	3,64	0,0003	***
contin.	n2000	36	4,60	4,56	-0,037	1,96	0,0503	
contin.	N-Drenthe	70	4,62	4,57	-0,050	3,58	0,0004	***
contin.	ZW-Drenthe	72	4,61	4,55	-0,060	4,46	<0,0001	***
contin.	ZO-Drenthe	68	4,59	4,51	-0,082	6,48	<0,0001	***
contin.	geheel Drenthe	210	4,61	4,54	-0,064	8,36	<0,0001	***

Bijlage 6. Significantie van de opgetreden veranderingen tussen **2010 en 2022**. Uitgevoerd is de Wilcoxon test voor 'matched pairs'. De berekening is steeds gedaan voor geheel Drenthe, voor Natura 2000-gebieden, de 750m-zone, 'witte gebieden', en voor delen van de provincie apart. Significante veranderingen zijn groen of rood gekleurd (*: $0,005 < p < 0,05$, **: $0,0005 < p < 0,005$, ***: $p < 0,0005$, n= aantal opnamenparen). Respectievelijk NIW, gecorrigeerde NIW, AIW, aantal soorten, aantal Rode Lijst-soorten, en Ellenberg-getallen (vocht, licht, temperatuur en continentaliteit). Gegeven gemiddelden ('2010' en '2022') zijn ongekalibreerd en niet gestratificeerd.

	selectie:	n:	2010:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
NIW	witte gebieden	119	3,78	2,89	-0,887	6,68	<0,0001	***
NIW	750m-zone	41	2,73	1,91	-0,820	4,54	<0,0001	***
NIW	n2000	28	1,38	0,64	-0,739	2,74	0,0061	*
NIW	N-Drenthe	67	2,55	1,87	-0,676	4,83	<0,0001	***
NIW	ZW-Drenthe	58	2,99	1,76	-1,233	5,76	<0,0001	***
NIW	ZO-Drenthe	63	4,07	3,39	-0,683	3,93	<0,0001	***
NIW	geheel Drenthe	188	3,19	2,34	-0,850	8,50	<0,0001	***

	selectie:	n:	2010:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
NIWc	witte gebieden	119	2,92	2,32	-0,598	4,83	<0,0001	***
NIWc	750m-zone	41	1,97	1,43	-0,535	3,64	0,0003	***
NIWc	n2000	28	1,14	0,50	-0,632	2,51	0,0121	*
NIWc	N-Drenthe	67	1,91	1,46	-0,449	3,69	0,0002	***
NIWc	ZW-Drenthe	58	2,35	1,35	-1,001	5,53	<0,0001	***
NIWc	ZO-Drenthe	63	3,10	2,74	-0,360	1,89	0,0584	
NIWc	geheel Drenthe	188	2,44	1,86	-0,589	6,51	<0,0001	***

	selectie:	n:	2010:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
AIW	witte gebieden	132	2,94	1,79	-1,152	9,33	<0,0001	***
AIW	750m-zone	42	2,74	1,56	-1,181	5,07	<0,0001	***
AIW	n2000	36	3,41	2,17	-1,239	5,02	<0,0001	***
AIW	N-Drenthe	70	3,50	2,23	-1,271	6,66	<0,0001	***
AIW	ZW-Drenthe	72	2,57	1,49	-1,075	6,83	<0,0001	***
AIW	ZO-Drenthe	68	2,90	1,71	-1,185	6,94	<0,0001	***
AIW	geheel Drenthe	210	2,98	1,81	-1,174	11,74	<0,0001	***

	selectie:	n:	2010:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
AS	witte gebieden	132	33,08	34,34	1,265	2,56	0,0104	*
AS	750m-zone	42	27,10	27,17	0,071	0,19	0,8459	
AS	n2000	36	23,95	22,81	-1,140	1,25	0,2098	
AS	N-Drenthe	70	28,50	29,06	0,557	0,95	0,3400	
AS	ZW-Drenthe	72	30,15	29,04	-1,109	1,30	0,1922	
AS	ZO-Drenthe	68	32,26	34,85	2,588	3,12	0,0018	**
AS	geheel Drenthe	210	30,28	30,93	0,644	1,63	0,1030	

	selectie:	n:	2010:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
RL	witte gebieden	132	2,15	1,17	-0,985	6,84	<0,0001	***
RL	750m-zone	42	1,26	0,57	-0,690	3,22	0,0013	**
RL	n2000	36	1,32	0,53	-0,797	3,45	<0,0001	***
RL	N-Drenthe	70	1,86	1,03	-0,829	4,45	<0,0001	***
RL	ZW-Drenthe	72	1,60	0,86	-0,742	4,74	<0,0001	***
RL	ZO-Drenthe	68	2,04	0,93	-1,118	5,12	<0,0001	***
RL	geheel Drenthe	210	1,83	0,94	-0,891	8,32	<0,0001	***

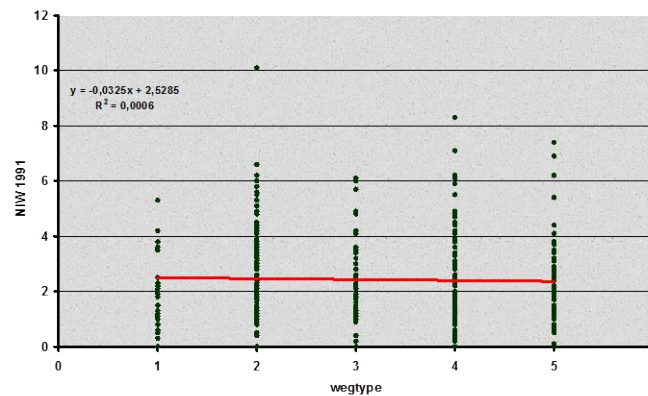
	selectie:	n:	2010:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
vocht	witte gebieden	132	2,66	2,61	-0,058	6,32	<0,0001	***
vocht	750m-zone	42	2,66	2,64	-0,016	1,37	0,1716	
vocht	n2000	36	2,84	2,84	-0,006	0,44	0,6629	
vocht	N-Drenthe	70	2,74	2,69	-0,043	2,75	0,0059	*
vocht	ZW-Drenthe	72	2,70	2,66	-0,043	3,44	0,0006	**
vocht	ZO-Drenthe	68	2,65	2,61	-0,036	3,48	0,0005	***
vocht	geheel Drenthe	210	2,70	2,65	-0,041	5,72	<0,0001	***

	selectie:	n:	2010:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
licht	witte gebieden	132	8,21	8,14	-0,068	4,14	<0,0001	***
licht	750m-zone	42	8,08	7,89	-0,188	4,29	<0,0001	***
licht	n2000	36	7,51	7,28	-0,227	2,84	0,0045	**
licht	N-Drenthe	70	7,98	7,85	-0,137	4,79	<0,0001	***
licht	ZW-Drenthe	72	7,93	7,81	-0,115	2,98	0,0028	**
licht	ZO-Drenthe	68	8,28	8,18	-0,099	3,47	0,0005	***
licht	geheel Drenthe	210	8,06	7,94	-0,117	6,56	<0,0001	***

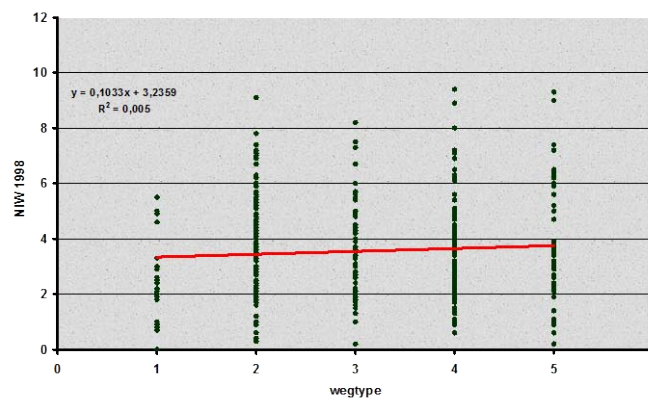
	selectie:	n:	2010:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
temp.	witte gebieden	132	5,32	5,42	0,102	7,66	<0,0001	***
temp.	750m-zone	42	5,26	5,35	0,098	3,49	0,0005	***
temp.	n2000	36	5,27	5,34	0,070	2,56	0,0104	*
temp.	N-Drenthe	70	5,28	5,35	0,068	3,46	0,0006	**
temp.	ZW-Drenthe	72	5,28	5,38	0,099	5,22	<0,0001	***
temp.	ZO-Drenthe	68	5,34	5,46	0,120	6,20	<0,0001	***
temp.	geheel Drenthe	210	5,30	5,39	0,095	8,55	<0,0001	***

	selectie:	n:	2010:	2022:	verschil:	Z-waarde:	p:	sign:
contin.	witte gebieden	132	4,68	4,54	-0,139	9,37	<0,0001	***
contin.	750m-zone	42	4,71	4,55	-0,162	5,16	<0,0001	***
contin.	n2000	36	4,69	4,56	-0,125	3,93	0,0001	***
contin.	N-Drenthe	70	4,70	4,57	-0,123	6,12	<0,0001	***
contin.	ZW-Drenthe	72	4,69	4,55	-0,136	6,37	<0,0001	***
contin.	ZO-Drenthe	68	4,67	4,51	-0,164	7,11	<0,0001	***
contin.	geheel Drenthe	210	4,68	4,54	-0,141	11,39	<0,0001	***

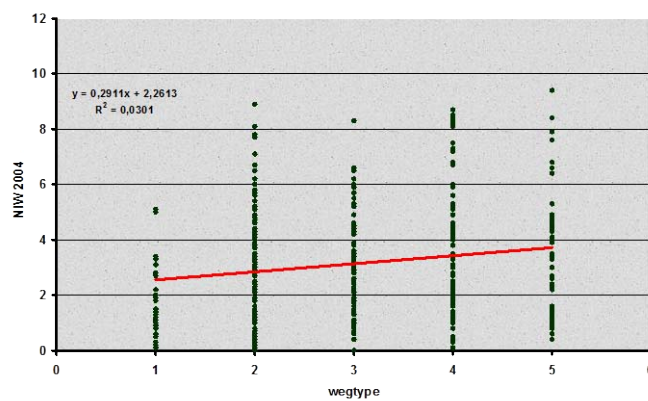
Bijlage 7. De NIW in 1991, 1998, 2004, 2010, 2016 en 2022 als functie van het type weg waarlangs de meetpunten gelegen zijn ($n = \text{resp. } 377, 387, 389, 145 \text{ en } 142$). Uitgevoerd is een lineaire regressie. De hellingshoek van de regressielijn bepaalt de correctiefactor (zie par. 1.6). Verklaring wegtype: 1= onverharde of doodlopende weg; 2= landweg zonder belijning; 3= weg met belijning (vroeger een middenstreep; tegenwoordig fietsstroken); 4= weg met gescheiden fietspad(en) maar geen provinciale weg; 5= provinciale weg.



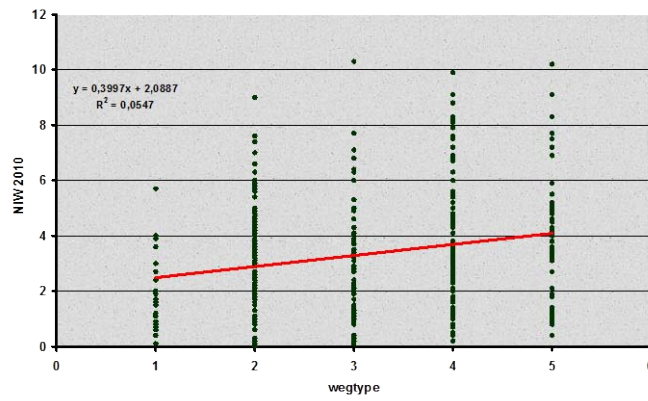
1991



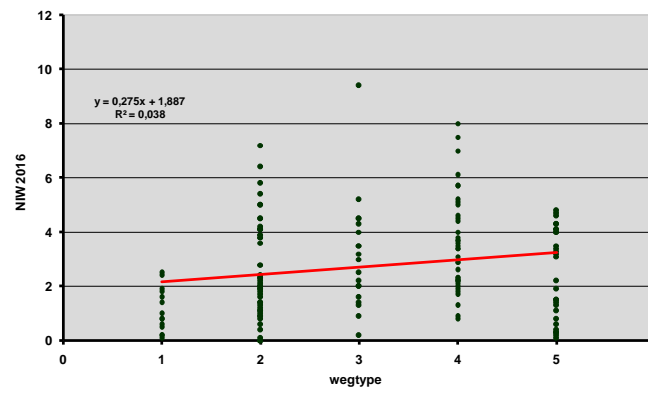
1998



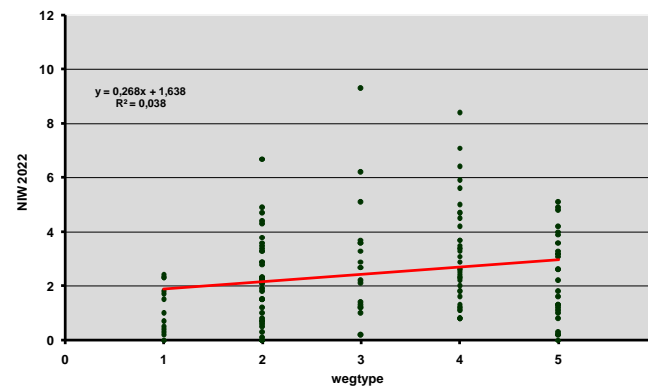
2004



2010



2016



2022

Bijlage 8. *Toelichting hoe de onderzochte graadmeters (parameters) zijn uitgerekend. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van een voorbeeldopname (zie ad 8.).*

1. Het totaal aantal soorten korstmossen per meetpunt

Indicatiewaarde: Algemene graadmeter voor de milieukwaliteit; omgekeerde indicator voor de zwaveldioxide belasting

Meetellende soorten: Alle aanwezige soorten korstmossen in een meetpunt tellen mee. Er vindt geen weging plaats. Eventueel aanwezige mossen tellen niet mee.

Wijze van berekening: Dit is het totale aantal soorten dat in het meetpunt aanwezig is op de stam van de bomen (tot 2 m. hoogte) en op eventuele lage takken (<2 m.).

Rekenvoorbeeld: 37 soorten voor de voorbeeldopname

Doelmatigheid en bruikbaarheid voor monitoring: goed

2. De hoeveelheid ammoniakminnaars per meetpunt (Nitrofiel Indicatie Waarde, NIW)

Indicatiewaarde: Indicator voor de ammoniakbelasting

Meetellende soorten: *Athallia holocarpa*, *Candelariella aurella*, *C. reflexa*, *C. vitellina*, *C. xanthostigma*, *Lecanora dispersa* (inclusief *L. hagenii*), *L. muralis*, *Phaephyscia nigricans*, *P. orbicularis*, *Physcia adscendens*, *P. caesia*, *P. dubia*, *P. tenella*, *Polycauliona candelaria*, *P. phlogina*, *P. polycarpa*, *Rinodina oleae*, *Xanthoria calcicola* en *X. parietina*.

Wijze van berekening: Het aantal bomen waarop de soort voorkomt in een meetpunt bepaalt hoeveel de soort bijdraagt aan de NIW. Komt de soort bijv. op 4 van de 10 bomen voor, dan draagt hij 0,4 aan de NIW bij. Verder telt de kwantiteit mee: is de betreffende soort gemiddeld met meer dan 1 dm² per boom aanwezig, dan telt de bijdrage dubbel. Deze wordt in dit geval dus 0,8. De uiteindelijke NIW is de som van de bijdragen van alle meetellende soorten.

Rekenvoorbeeld: NIW = 2,4 voor de voorbeeldopname (*Candelariella reflexa* 0,1; *C. xanthostigma* 0,2; *Lecanora dispersa* 0,1; *Physcia adscendens* 0,9; *P. tenella* 0,1; *Xanthoria parietina* 1,0).

Doelmatigheid en bruikbaarheid voor monitoring: zeer goed

3. Als 2, maar gecorrigeerd voor de nabijheid van wegen (NIW gecorrigeerd voor wegen)

Indicatiewaarde: Indicator voor de ammoniakbelasting waarbij het lokale effect van verkeer zo veel mogelijk wordt weggelaten

Meetellende soorten: Zelfde als 2.

Wijze van berekening: Zelfde als 2, maar hierop wordt een correctie toegepast. De uitkomst van de regressie (zie bijlage 2) bepaalt de grootte van de correctie. Voor 2022 bedraagt deze -0,268 voor landwegen zonder strepen, -0,536 voor landwegen met strepen, -0,804 voor wegen met gescheiden fietspaden en wegen in de bebouwde kom, en -1,072 voor provinciale wegen.

Rekenvoorbeeld: Omdat dit een landweg is zonder strepen, wordt de NIW op dit punt over 2022 met -0,268 naar beneden bijgesteld.

Doelmatigheid en bruikbaarheid voor monitoring: goed

4. De hoeveelheid ammoniakgevoelige soorten per meetpunt (Acidofiele Indicatie Waarde, AIW)

Indicatiewaarde: Omgekeerde indicator voor ammoniak (cumulatief effect over een lange periode); indicator voor de zuurgraad van de schors

Meetellende soorten: *Chaenotheca ferruginea*, *Cladonia* spp. (alle soorten uit dit geslacht geaggregeerd), *Evernia prunastri*, *Hypocenomyce scalaris*, *Hypogymnia physodes*, *H. tubulosa*, *Lecanora aitema*, *L. conizaeoides*, *L. pulicaris*, *Lepraria incana*, *Ochrolechia microstictoides*, *Parmelia saxatilis*, *Parmeliopsis ambigua*, *Placynthiella icmalea*, *Platismatia glauca*, *Protoparmelia oleagina*, *Pseudevernia furfuracea*, *Trapeliopsis granulosa*, *Trapeliopsis flexuosa*, *Tuckermanopsis chlorophylla* en *Usnea* spp. (alle soorten uit dit geslacht geaggregeerd).

Wijze van berekening: Het aantal bomen waarop de soort voorkomt in een meetpunt bepaalt hoeveel de soort bijdraagt aan de AIW. Komt de soort bijv. op 4 van de 10 bomen voor, dan draagt hij 0,4 aan de AIW bij. Verder telt de kwantiteit mee: is de betreffende soort gemiddeld met meer dan 1 dm² per boom aanwezig, dan telt de bijdrage dubbel. Deze wordt in dit geval dus 0,8. De uiteindelijke AIW is de som van de bijdragen van alle meetellende soorten.

Rekenvoorbeeld: : AIW = 0,5 voor de voorbeeldopname (*Evernia prunastri* 0,1; *Lepraria incana* 0,4)

Doelmatigheid en bruikbaarheid voor monitoring: goed

5. Gemiddeld temperatuurgetal, gemiddeld continentaliteitsgetal

Indicatiewaarde: Indicator voor een warmer geworden klimaat

Meetellende soorten: Alle aanwezige soorten korstmossen in een meetpunt tellen mee. Er vindt geen weging plaats; alle soorten wegen even zwaar. Eventueel aanwezige mossen tellen niet mee.

Wijze van berekening: Per meetpunt wordt het rekenkundig gemiddelde bepaald van de aan de soorten toegekende temperatuurgetallen of continentaliteitsgetallen. Zie Sparrius *et al.* (2015).

Rekenvoorbeeld: Het gemiddelde temperatuurgetal voor de 37 soorten in deze opname bedraagt 5,49, het gemiddelde continentaliteitsgetal is 4,46.

Doelmatigheid en bruikbaarheid voor monitoring: goed

6. Gemiddeld vochtgetal, gemiddeld lichtgetal

Indicatiewaarde: Indicator voor een natter/droger geworden klimaat, indicator voor donkerder geworden biotoop

Meetellende soorten: Alle aanwezige soorten korstmossen in een meetpunt tellen mee. Er vindt geen weging plaats; alle soorten wegen even zwaar. Eventueel aanwezige mossen tellen niet mee.

Wijze van berekening: Per meetpunt wordt het rekenkundig gemiddelde bepaald van de aan de soorten toegekende vochtgetallen cq lichtgetallen. Zie Sparrius *et al.* (2015).

Rekenvoorbeeld: Het gemiddelde vochtgetal voor de 37 soorten in deze opname bedraagt 2,68.

Doelmatigheid en bruikbaarheid voor monitoring: beperkt (vochtgetal), goed (lichtgetal)

7. Het aantal Rode Lijst-soorten per meetpunt

Indicatiewaarde: Graadmeter voor de beschermwaardigheid van de korstmossen

Meetellende soorten: Alle aanwezige soorten korstmossen met een Rode Lijst-status tellen mee. De laatste Rode Lijst (Sparrius *et al.*, 2023) is maatgevend. Er vindt geen weging plaats; alle RL-soorten wegen even zwaar. Eventueel aanwezige mossen met een RL-status tellen niet mee.

Wijze van berekening: Dit is het totale aantal RL-soorten dat in het meetpunt aanwezig is op de stam van de bomen (tot 2 m. hoogte) en op eventuele lage takken (<2 m.).

Rekenvoorbeeld: In dit meetpunt zit één Rode Lijst-soort: *Ochrolechia androgyna*.

Doelmatigheid en bruikbaarheid voor monitoring: goed

8. Voorbeeldopname

Deze opname, die tot voorbeeld dient om de bovenstaande graadmeters te kwantificeren, is gemaakt langs de weg Broekhuizen, oostelijk van Meppel (214,7/523,1, uurhok 21-17) op 21 juni 2016. Het meetpunt bestaat uit een rijtje van 10 zomereiken langs een landweg. De volgende soorten komen voor (tussen haakjes het aantal bomen, w= weinig (<1dm²/boom), v=veel (>1dm²/boom)):

Amandinea punctata (10,w), *Bacidina adastrata* (1,w), *Buellia griseovirens* (5,w), *Candelariella reflexa* (1,w), *C. xanthostigma* (2,w), *Cliostomum griffithii* (2,w), *Dendrographa decolorans* (4,w), *Diploicia canescens* (1,w), *Evernia prunastri* (1,w), *Haematomma ochroleucum* (3,w), *Hyperphyscia adglutinata* (2,w), *Lecanora carpinea* (3,w), *L. chlorotera* (10,w), *L. compallens* (10,w), *L. dispersa* (1,w), *L. expallens* (10,v), *L. sinuosa* (2,w), *Lecidella elaeochroma* (10,w), *Lepraria incana* (4,w), *Melanohalea elegantula* (1,w), *M. subaurifera* (4,w), *Ochrolechia androgyna* (1,w), *Opegrapha niveoatra* (3,w), *Parmelia sulcata* (7,w), *Parmelina tiliacea* (2,w), *Phlyctis argena* (3,w), *Physcia adscendens* (9,w), *P. tenella* (1,w), *Physconia grisea* (1,w), *Pleurosticta acetabulum* (3,w), *Pseudoschismatomma rufescens* (7,w), *Punctelia subrudecta* (1,w), *P. jeckeri* (1,w), *Pyrrhospora quernea* (6,w), *Ramalina farinacea* (10, v), *R. fastigiata* (10,w), *Xanthoria parietina* (10,w).

