

Effecten van ammoniak op korstmossen in Utrecht in de periode 1979-2025

H. van der Kolk, L. Verboom & L.B. Sparrius

BLWG-rapport 42

BLWG

Titel:	Effecten van ammoniak op korstmossen in Utrecht in de periode 1979-2025
Auteurs:	H. van der Kolk, L. Verboom & L.B. Sparrius
Rapport nr.:	42
Datum uitgave:	2025
Opdrachtgever:	Provincie Utrecht
Contactpersoon opdrachtgever:	Alpar Barsi
Foto omslag:	Fertiele Grove poedergeelkorst (*Candelariella reflexa* s.str.) op een es van een meetpunt nabij Woerden (Henk-Jan van der Kolk)

Dit rapport kan geciteerd worden als:

van der Kolk, H., L. Verboom & L.B. Sparrius, 2025. Effecten van ammoniak op korstmossen in Utrecht in de periode 1979-2025. BLWG-rapport 42. BLWG, Utrecht.

Bryologische en Lichenologische Werkgroep (BLWG). De BLWG onderzoekt en beschermt mossen en korstmossen in Nederland.

BLWG

www.blwg.nl

Voorwoord

Korstmossen die op bomen groeien reageren binnen enkele jaren op veranderingen in luchtkwaliteit en andere omgevingsfactoren, zoals het klimaat. In veel provincies worden korstmossen dan ook gebruikt als indicatoren in meetnetten, met als belangrijkste doel het in kaart brengen van de effecten van ammoniak. In de provincie Utrecht is het meetnet korstmossen oorspronkelijk in 1979 opgezet, en sinds 1995 gestandaardiseerd volgens de methode die nu nog steeds in heel Nederland wordt toegepast. Eerdere meetrondes vonden plaats in 1979, 1984, 1989, 1995, 2001 en 2018. In 2025 is een nieuwe meetronde uitgevoerd, waarbij behalve het herhalen van meetpunten uit 2018 het meetnet ook is uitgebreid om de dichtheid van meetpunten te verhogen. Dit rapport beschrijft de resultaten van de monitoring in 2025, en de veranderingen van de indicatiewaarden voor ammoniakvervuiling en klimaatverandering over de tijd. De focus ligt hierbij op recente veranderingen die zich tussen 2018 en 2025 hebben voorgedaan.

We danken Alpar Barsi, Francisca Sival en Martin Brussaard die dit project begeleidden vanuit de Provincie Utrecht. We danken Kok van Herk voor het aanleveren van oude meetgegevens en commentaar op de resultaten.

Kernsamenvatting

- Korstmossen op boomschors zijn goede indicatoren voor ammoniakconcentraties in de lucht.
- In de provincie Utrecht wordt sinds 1979 een langlopend meetnet gebruikt om de effecten van ammoniak op korstmossen te volgen. Eerdere meetrondes vonden plaats in 1979, 1984, 1989, 1995, 2001 en 2018.
- In 2025 is een nieuwe meetronde uitgevoerd waarbij 457 meetpunten zijn onderzocht.
- Tussen 2018 en 2025 is het aantal stikstofminnende korstmossen stabiel gebleven, wat er op wijst dat de ammoniakconcentratie in de lucht in die periode stabiel is gebleven (en niet is afgenomen).
- In dezelfde periode is het aantal stikstofgevoelige korstmossen afgenomen, wat duidt op toenemende aantasting van de boomschors door langdurige ammoniakbelasting.
- Ook in Natura 2000-gebieden zijn deze effecten zichtbaar: in de meeste gebieden komen stikstofminnende soorten in matige hoeveelheden voor, terwijl stikstofgevoelige soorten vrijwel geheel ontbreken.
- De huidige ammoniakconcentraties in Utrechtse natuurgebieden liggen ver boven de grenswaarde waaronder stikstofgevoelige korstmossen zich kunnen herstellen.
- De totale soortenrijkdom korstmossen (niet gerelateerd aan ammoniak), is tussen 2018 en 2025 toegenomen, als gevolg van klimaatverandering en herstel van korstmossen na de periode met zwaveldioxidevervuiling in de vorige eeuw.

Samenvatting

Korstmossen die op bomen groeien reageren snel op veranderingen in luchtkwaliteit en zijn uitstekende indicatoren voor de ammoniakconcentratie in de lucht. Ammoniak beïnvloedt korstmossen zowel direct, door een verhoogde beschikbaarheid van stikstof, als indirect, via een stijging van de pH van de boomschors. Deze veranderingen leiden tot een verschuiving in de korstmossensamenstelling: bij hogere ammoniakconcentraties nemen stikstofminnende korstmossen toe, terwijl zuurminnende (en dus stikstofgevoelige) korstmossen juist afnemen.

In Nederland worden korstmossen sinds 1989 in gestandaardiseerde provinciale meetnetten gebruikt om de effecten van ammoniak in kaart te brengen. Hierbij worden meetpunten met meestal 10 zomereiken bezocht, waarbij op elke boom alle soorten mossen en korstmossen genoteerd worden. Uit deze gegevens worden diverse graadmeters berekend voor soortenrijkdom, luchtkwaliteit en klimaat. De belangrijkste graadmeters voor ammoniakvervuiling zijn de Nitrofiele Indicatie Waarde (NIW) en de Acidofiele Indicatie Waarde (AIW). Deze graadmeters worden bepaald door het aantal stikstofminnende (NIW) of stikstofgevoelige (AIW) soorten korstmossen dat gemiddeld op één boom in een meetpunt groeit. De NIW is een graadmeter voor ammoniakbelasting, en stijgt of daalt mee met veranderingen in ammoniakconcentraties in de lucht. De AIW is een omgekeerde graadmeter voor ammoniakbelasting die vooral indicatief is voor de zuurgraad van de schors. In gebieden met een grote invloed van ammoniak is de NIW hoger en de AIW lager.

Het provinciale korstmossenmeetnet in Utrecht is oorspronkelijk opgezet in 1979, met herhalingen in 1984 en 1989. Tijdens deze vroege meetrondes werd gebruik gemaakt van een andere methodiek waarbij soortenlijsten van boomgroepen in geselecteerde kilometerhokken werden geïnventariseerd. In 1995 is gestart met de huidige gestandaardiseerde methodiek die ook in andere provincies wordt toegepast. Er volgden herhalingen in 2001 en 2018. Dit rapport beschrijft de resultaten van een nieuwe meetronde die in 2025 is uitgevoerd. In 2025 zijn er in totaal 457 meetpunten onderzocht: 197 daarvan zijn herhalingen van meetpunten uit 2018, 91 zijn herhalingen van meetpunten uit 2001, en 169 meetpunten zijn nieuw uitgezet.

De soortenrijkdom korstmossen (geen indicatie voor ammoniakvervuiling) is tussen 1979 en 2025 sterk toegenomen. In 1979 werden gemiddeld 8,0 soorten per meetpunt aangetroffen, in 2018 was dit gestegen naar 23,8, en in 2025 naar 25,4 soorten. Deze toename wordt deels verklaard door het herstel van epifytische korstmossen na de afname van zwaveldioxidevervuiling (zure regen). Tot in de jaren ’90 waren veel soorten korstmossen in Utrecht grotendeels verdwenen door de toxische effecten van zwaveldioxide. Daarnaast profiteren zuidelijke en Atlantische soorten momenteel van klimaatverandering. Het relatieve aandeel soorten met een Atlantische verspreiding neemt momenteel toe. Tussen 2018 en 2025 nam de soortenrijkdom toe in zowel agrarische en bebouwde gebieden en in vrijwel alle regio’s. Een uitzondering vormen de natuurgebieden op de Utrechtse Heuvelrug, waar het aantal soorten in deze periode stabiel is gebleven.

De indicatiewaarde voor stikstofminnende korstmossen (NIW), een maat voor de invloed van ammoniak op korstmossen, is in 2025 gemiddeld gelijk gebleven ten opzichte van 2018. In beide jaren lag de provinciale gemiddelde NIW op 2,2. De huidige hoeveelheid stikstofminnende korstmossen verschilt wel per regio. De NIW is het laagst op de Utrechtse Heuvelrug, en in de noordwestelijke regio’s Westelijk Weidegebied, en Vecht en Plassen. De NIW is juist relatief hoog in de oostelijke regio Gelderse Vallei en zuidelijke regio Kromme Rijnstreek. Tussen 2018 en 2025 is de NIW in de regio’s Utrechtse Heuvelrug (-0,22), Gelderse Vallei (-0,11) en Kromme Rijnstreek (-0,14) iets afgenomen. In

de regio's Vijfheerenlanden (+0,29) en Eemland (+0,20) is de NIW juist iets gestegen.

De indicatiewaarde voor stikstofgevoelige korstmossen (AIW) is sinds 2018 gemiddeld verder afgenomen, van 0,7 in de meetronde van 2018 naar 0,4 in 2025. Deze afname deed zich vooral voor in de bosgebieden op de Utrechtse Heuvelrug. In vrijwel alle andere regio's waren zuurminnende stikstofgevoelige korstmossen in 2018 al grotendeels verdwenen, waardoor verdere achteruitgang daar nauwelijks meer mogelijk was.

Ook Natura 2000-gebieden in Utrecht worden beïnvloed door ammoniak. De NIW is laag (onder de 1,5) in twee van de negen onderzochte Natura 2000-gebieden: de Oostelijke Vechtplassen en Botshol. In alle andere Natura 2000-gebieden duidt de NIW waarde op een matige ammoniakbelasting. De AIW is gemiddeld overal laag, wat duidt op een langdurig aanhoudend hoge invloed van ammoniak. In geen van de negen onderzochte Natura 2000-gebieden komt een gemiddelde AIW hoger dan 1,5 voor. In drie Natura 2000-gebieden konden meetpunten uit 2018 worden herhaald. In de Oostelijke Vechtplassen en Rijntakken is de NIW licht afgenomen, terwijl in Natura 2000-gebieden Uiterwaarden Lek de NIW juist sterk is toegenomen. De metingen van het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden (RIVM-MAN) laten zien dat de ammoniakconcentraties in de lucht in Natura 2000-gebieden sinds het begin van de metingen in 2005 in de natuurgebieden Binnenveld en Willeskop niet zijn gedaald. Metingen uit 2024 laten zien dat de gemiddelde ammoniak concentraties in de lucht in de onderzochte gebieden ver boven de kritische grens van 1,5 µg/m^3 liggen. Pas wanneer de ammoniakconcentraties onder deze grenswaarde dalen is er kans op herstel van stikstofgevoelige korstmossen.

In vergelijking met zeven andere recent onderzochte provincies, is in Utrecht zowel de NIW als de AIW relatief laag. Dit duidt er op dat, in vergelijking met de rest van Nederland, de huidige effecten van ammoniak op korstmossen relatief laag zijn, maar de lange termijn invloed juist relatief hoog. In tegenstelling tot Gelderland en Drenthe, waar de NIW recent iets is afgenomen, is de NIW in de provincie Utrecht recent stabiel. De AIW blijft in alle provincies afnemen.

Er is behoefte aan een gedetailleerd vergelijkingsonderzoek waarbij het voorkomen van epifytische korstmossen wordt gecorreleerd aan gemeten ammoniakconcentraties en aan de mate van lichtinval. Hiervoor is het onder andere nodig dat de ammoniakconcentratie in de lucht op meer plekken in agrarisch gebied wordt gemeten. In Utrecht zijn meetpunten binnen het korstmossenmeetnet in 2025 waar mogelijk gekoppeld aan meetpunten van het RIVM-MAN meetnet. Omdat er op de meeste locaties van het RIVM-MAN in Utrecht pas sinds 2024 wordt gemeten, en korstmossen reageren op een gemiddelde ammoniakconcentratie over meerdere jaren, is een vergelijking met de meetresultaten van het RIVM op dit moment nog niet mogelijk.

Concluderend zijn de effecten van ammoniak op korstmossen in de provincie Utrecht sinds 2018 onveranderd. Ondanks de grote invloed van ammoniak kan de soortenrijkdom korstmossen wel toenemen. Dat komt doordat korstmossen herstellen van de periode met vervuiling van zwaveldioxide en doordat veel soorten profiteren van klimaatverandering.

Korstmossen reageren binnen enkele jaren op veranderingen in het milieu. De verwachting is dat afnemende concentraties van ammoniak ook zullen resulteren in een daling van de NIW. Het is daarom aan te bevelen om elke zes jaar een complete meetronde van het meetnet korstmossen in Utrecht uit te voeren, waarbij de eerstvolgende meetronde in 2031 plaatsvindt. Met deze meetfrequentie kunnen veranderingen in ammoniakbelasting in Utrecht nauwkeurig gevolgd worden. Door het hoge aantal nieuw uitgezette meetpunten voor korstmossen en langere tijdreeksen van ammoniakmetingen door het RIVM, kunnen de effecten van ammoniak in Natura 2000-gebieden bij de volgende meetronde in meer detail worden onderzocht.

Summary

Epiphytic lichens respond quickly to changes in their environment and are excellent bio-indicators for monitoring air pollution and climate change. In the Netherlands, epiphytic lichens are used to map ammonia pollution in a standardized monitoring network since 1989. Monitoring sites typically consists out of ten oak (*Quercus robur*) trees or other deciduous tree species. During surveys all lichens and mosses are recorded on each tree within a monitoring site. From the monitoring data several indication values are derived, including nitrophytic species abundance and acidophytic species abundance. Since ammonia causes an increase in bark pH, monitoring sites that are influenced by ammonia exhibit a higher abundance of nitrophytic species and lower abundance of acidophytic species.

Epiphytic lichens were monitored in the province of Utrecht (1560 km^2) in the standardized monitoring network in 2025 in natural, agricultural and urban areas. Previous monitoring surveys using the same method were done in 1995, 2001 and 2018. Additionally, surveys with a comparable methodology were performed in 1979, 1984 and 1989, enabling to analyse changes in epiphyte community and indicator values between 1979 and 2025. The survey in 2025 encompassed 457 sites, almost double the number of 233 sites that were visited in 2018.

During the survey in 2025 a total of 210 lichen species were recorded of which 37 are listed on the Dutch lichen Red List. Four species were recorded for the first time in the province of Utrecht. Epiphytic lichen species richness has strongly increased from 8.0 species per monitoring site in 1979, to 25.4 species per monitoring site in 2025. The increasing species richness in the last three decades can be attributed to the recovery of lichens following the declining pollution of SO_2, and more recently also climate change, due to which many southern and Atlantic species are expanding their range.

The average abundance of nitrophytic species in the province of Utrecht was in 2025 similar compared to 2018, indicating that ammonia concentrations in the air have on average remained stable. On the Utrechtse Heuvelrug, a large forested area, the abundance of nitrophytic species showed a small decrease, indicating a decreased influence of ammonia. Acidophytic species abundance has strongly decreased throughout the province since 1989, most strongly in natural areas. Many acidophytic species have disappeared already in the past in the monitoring scheme, e.g. *Platismatia glauca*, whereas other slightly less sensitive acidophytic species are currently strongly declining, e.g. *Chaenotheca ferruginea*, *Evernia prunastri*, *Hypocenomyces scalaris* and *Hypogymnia physodes*.

The effects of ammonia on epiphytic lichens have since 2018 remained unchanged in the province of Utrecht. These trends of ammonia on epiphytic lichens correspond with measurements on ammonia concentrations done by the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), which show that ammonia concentrations in nature areas in Utrecht and other provinces in the Netherlands have not decreased since the start of the measurements in 2005, and are currently still far above the threshold at which a recovery of ammonia-sensitive lichens can be expected.

Inhoudsopgave

1 INLEIDING 7

1.1 WAT ZIJN KORSTMOSSEN? 7

1.2 KORSTMOSSEN ALS INDICATOREN VOOR LUCHTKWALITEIT EN KLIMAAT 7

1.3 DE PROVINCIALE KORSTMOSSENMEETNETTEN 9

1.4 GRAADMETERS VOOR AMMONIAK EN KLIMAAT 9

1.5 SOORTENRIJKDOM KORSTMOSSEN EN SOORTENRIJKDOM MOSSEN 11

1.6 KORSTMOSSENMEETNET IN UTRECHT EN HERHAALRONDE 2025 12

2 METHODE 14

2.1 SELECTIE VAN MEETPUNTEN 14

2.2 VELDWERK 15

2.3 BEREKENING GRAADMETERS 16

2.4 KENMERKEN VAN DE MEETPUNTEN EN OMGEVINGSVARIABELEN 18

2.5 ANALYSE 20

3 RESULTATEN 23

3.1 SOORTENRIJKDOM KORSTMOSSEN 23

3.2 SOORTENRIJKDOM MOSSEN 31

3.3 STIKSTOFMINNENDE KORSTMOSSEN (NIW) 34

3.4 STIKSTOFGEVOELIGE KORSTMOSSEN (AIW) 39

3.5 KLIMAAT 44

3.6 EFFECTEN VAN AMMONIAK IN NATURA 2000-GEBIEDEN 46

3.7 VERGELIJKING VAN EFFECTEN VAN AMMONIAK TUSSEN PROVINCIES 49

4 DISCUSSIE 50

4.1 TOENAME SOORTENRIJKDOM KORSTMOSSEN TUSSEN 1979 EN NU 50

4.2 KORSTMOSSEN ALS INDICATOR VOOR AMMONIAK 51

4.3 ACHTERUITGANG VAN ZUURMINNENDE STIKSTOFGEVOELIGE EPIFYTEN 53

4.4 NATURA 2000-GEBIEDEN 54

5 CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 56

5.1 VERANDERINGEN STIKSTOFMINNENDE EN ZUURMINNENDE KORSTMOSSEN 56

5.2 VERANDERINGEN IN SOORTENRIJKDOM 56

5.3 AANBEVELING MONITORING 56

LITERATUUR 58

BIJLAGE A. OVERZICHT WAARGENOMEN KORSTMOSSEN EN TRENDS 61

BIJLAGE B. OVERZICHT WAARGENOMEN MOSSEN EN TRENDS 65

BIJLAGE C. SOORTKAARTEN KORSTMOSSEN 67

BIJLAGE D. SOORTKAARTEN MOSSEN 118

1 Inleiding

1.1 Wat zijn korstmossen?

Korstmossen bestaan uit een schimmel en een alg die in een symbiose met elkaar samenleven. De alg produceert door fotosynthese suikers, die gedeeld worden met de schimmel. De schimmel groeit als een behuizing rond de alg en zorgt voor bescherming. Korstmossen worden vaak verward met mossen, maar zijn daar niet aan verwant. Mossen zijn primitieve voorouders van vaatplanten, en hebben een stengel met blaadjes (Figuur 1.1). Korstmossen groeien relatief langzaam en komen voor op extreme standplaatsen, meestal op voedselarme grond, op stenen en op boomschors. Op deze groeiplaatsen hoeven ze niet te concurreren met vaatplanten, die veel sneller groeien. Korstmossen die op bomen groeien worden epifytische korstmossen genoemd. Korstmossen vertonen een grote variatie in groeivorm. Korstmossen kunnen struikvormig, bladvormig of korstvormig zijn. De kleur varieert van onopvallend groen of bruin tot felgekleurd geel of rood. In Nederland zijn in totaal ongeveer 800 soorten korstmossen vastgesteld (Aptroot et al., 2004; van Herk et al., 2018), waarvan er ongeveer 250 algemeen voorkomen.

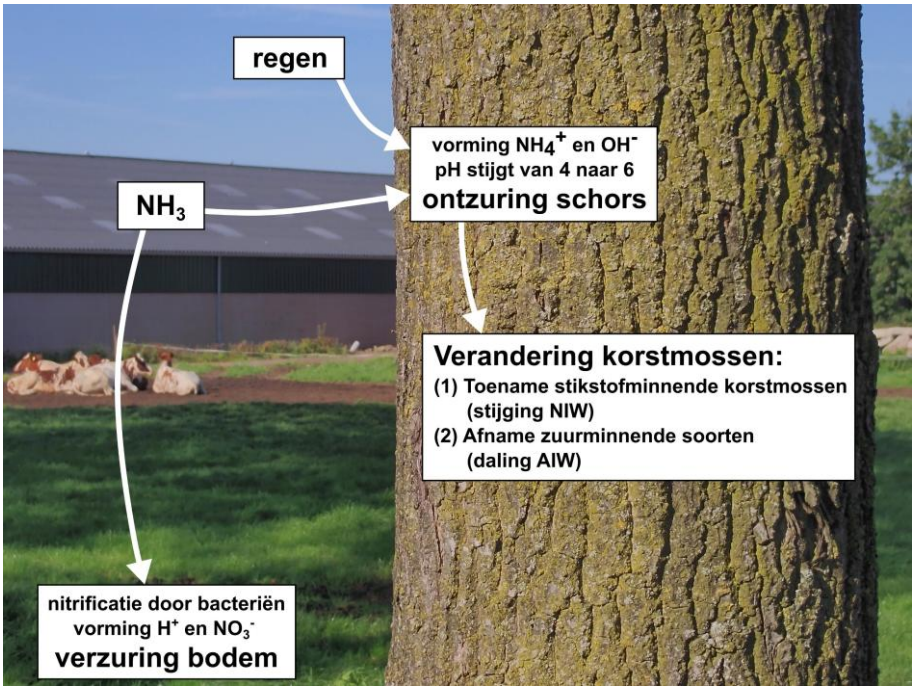


Figuur 1.1 Voorbeeld van een korstmos (links, Heksenvingermos *Physcia tenella*) en een bladmos (rechts, Fijn laddermos *Kindbergia praelonga*).

1.2 Korstmossen als indicatoren voor luchtkwaliteit en klimaat

Korstmossen reageren sterk op veranderingen in de luchtkwaliteit. In Nederland hebben hoge concentraties van zwaveldioxide en ammoniak in de lucht in de afgelopen vijftig jaar een grote invloed gehad op epifytische korstmossen (van Dobben, 1990; van Herk, 2019a). Zwaveldioxide en ammoniak hebben een verschillende uitwerking op de soortensamenstelling. Zwaveldioxide (SO_2) is giftig voor veel soorten korstmossen. De zwaveldioxide in de lucht (“zure regen”) bereikte in de jaren ’70 zijn hoogtepunt en heeft toen veel epifytische korstmossen doen verdwijnen, waardoor er zogenaamde epifytenwoestijnen ontstonden (Barkman, 1958). Slechts een klein aantal soorten korstmossen kan hoge concentraties zwaveldioxide verdragen. Dankzij de sterke reductie van de uitstoot van zwaveldioxide hebben veel korstmossen die gevoelig zijn voor zwaveldioxide zich weer kunnen herstellen (van Dobben & de Bakker, 1996).

Ammoniak (NH_3) heeft andere effecten op korstmossen dan zwaveldioxide. Ammoniak is een base en zorgt ervoor dat de bast van bomen ontzuurt. De pH van de bast van een zomereik, normaal ca. 4, kan onder invloed van ammoniak in gebieden met veel intensieve veehouderij stijgen tot ca. 6 (van Herk, 2001). De bast wordt dus basischer. Pas als ammoniak in de bodem terecht komt wordt het door bacteriën omgezet in zuur en levert de ammoniak een bijdrage aan verzuring van de bodem. Dit proces in de bodem heeft echter geen effect op de korstmossen die op boomschors voorkomen (Figuur 1.2).



Figuur 1.2 Effect van ammoniak (NH_3) op de pH van boomschors en op korstmossen. Hogere concentraties ammoniak zorgt voor ontzuring van boomschors, waardoor stikstofminnende korstmossen (samengevat in de NIW) toenemen en zuurminnende korstmossen (samengevat in de AIW) afnemen. De NIW en AIW zijn graadmeters die worden geïntroduceerd in 1.4.

Een verhoogde ammoniakconcentratie in de lucht heeft een grote impact op de soortensamenstelling van korstmossen op de boomschors: het stimuleert **nitrofyten** (**stikstofminnende korstmossen**) en leidt tot het verdwijnen van **acidofyten** (**zuurminnende stikstofgevoelige korstmossen**) (van Herk, 2001). Stikstofminnende korstmossen reageren zowel direct op veranderingen van de ammoniakconcentratie in de lucht als op de zuurgraad. Dat betekent dat stikstofminnende korstmossen toenemen wanneer ammoniak in de lucht toeneemt. Andersom neemt het aantal stikstofminnende korstmossen af wanneer ammoniak in de lucht afneemt. Dit gebeurt ook wanneer de ammoniakconcentraties ondanks een afname nog steeds hoog zijn. Het aantal stikstofminnende korstmossen volgt in Nederland daardoor goed de trend van de ammoniakconcentratie in de lucht (van Herk, 2021). Zuurminnende korstmossen reageren vooral op de zuurgraad van de schors. Doordat de pH van boomschors toeneemt bij een grotere ammoniakbelasting verdwijnen de voor eiken typerende zuurminnende korstmossen, zoals Eikenmos (*Evernia prunastri*). Soorten die kenmerkend zijn voor het habitat eikenbossen, zoals Groot boerenkoolmos (*Platismatia glauca*) zijn al grotendeels uit Nederland verdwenen. Er is sprake van nivellering, waarbij de plaats van typische soorten van schone, zure eikenstammen wordt ingenomen door soorten die ook op allerlei andere boomsoorten en ook in agrarisch gebied en bebouwde kom voorkomen (van Herk, 2019a). Het effect van ammoniak op de zuurgraad van de boomschors werkt cumulatief, wat betekent dat stikstofgevoelige zuurminnende soorten niet zomaar terugkeren zolang de ammoniakconcentratie boven een grenswaarde blijft. De

effecten van de verhoogde ammoniakconcentratie op korstmossen werden in Nederland voor het eerst aangetoond in de Gelderse Vallei, toen vastgesteld werd dat stikstofminnende korstmossen rond boerderijen sterk waren toegenomen (van der Knaap, 1980; 1984).

Naast luchtvervuiling reageren epifytische korstmossen ook op klimaatverandering (van Herk et al., 2002; Aptroot & van Herk, 2007). Zuidelijke en warmteminnende soorten nemen momenteel sterk toe, terwijl noordelijke soorten afnemen.

1.3 De provinciale korstmossenmeetnetten

In Nederland wordt er al bijna 100 jaar onderzoek gedaan naar epifytische korstmossen. In de jaren ’40 en ’50 werden de epifytenwoestijnen gekarteerd door Barkman (1958). Dit onderzoek kreeg een gevolg in de jaren ’70, toen de Werkgroep Herkartering Epifyten Nederland (WHEN) de epifytenwoestijnen opnieuw karteerde, waarbij er duizenden meetpunten in heel Nederland bezocht werden (de Wit, 1976). In de jaren ’80 zijn herhaalrondes uitgevoerd van delen van het WHEN (de Bakker, 1987; van der Knaap & van Dobben, 1987; van Dobben & de Bakker, 1996).

Het meetnet volgens de huidige gestandaardiseerde methode is in 1989 gestart, met als voornaamste doel het in kaart brengen van de effecten van ammoniak (van Herk, 1990). Het meetnet bestaat uit vaste meetpunten met meestal 10 bomen, waarop alle soorten mossen en korstmossen genoteerd worden. Meestal wordt zomereik als boomsoort gebruikt, maar in gebieden waar zomereiken niet voorhanden zijn worden ook wel andere boomsoorten opgenomen. De meetnetten worden momenteel in acht provincies uitgevoerd, die tezamen bestaan uit ongeveer 4000 monsterpunten. De provinciale meetnetten zijn ontworpen en ontwikkeld door het LON, het Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (van Herk, 1999) in opdracht van de desbetreffende provincies. Bij voorkeur worden meetnetten elke zes jaar opnieuw opgenomen. Recent is er in de meeste provincies een herhaalronde uitgevoerd, namelijk in Drenthe (van Herk, 2023), Friesland (van der Kolk et al., 2020), Gelderland (van der Kolk et al., 2023a; 2025), Groningen (van der Kolk et al., 2023b), Noord-Brabant (van der Kolk et al., 2024), Overijssel (van Herk, 2021) en Zeeland (van Herk, 2019c).

1.4 Graadmeters voor ammoniak en klimaat

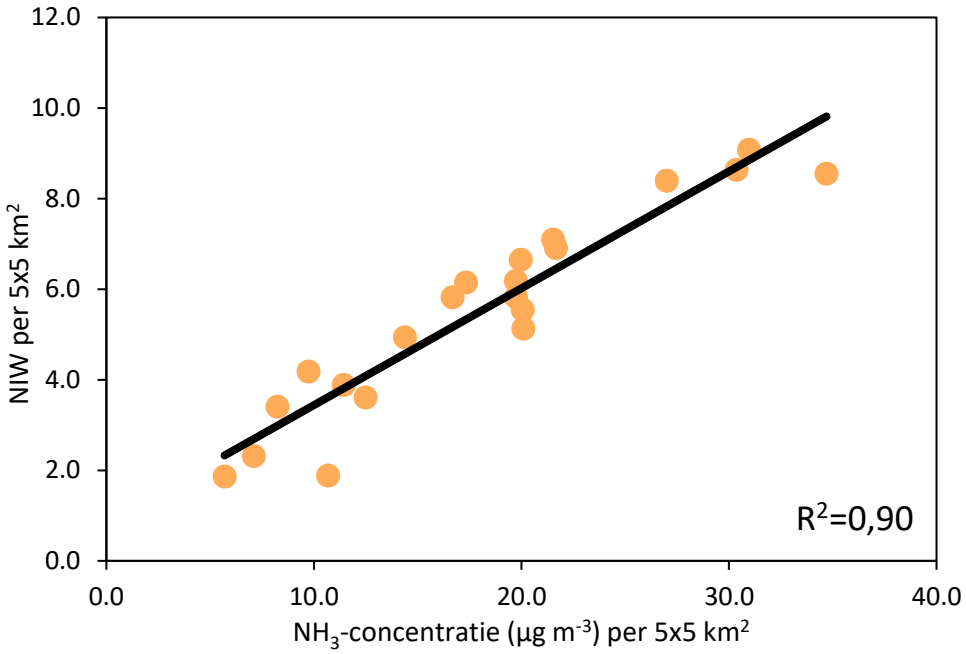
De hoeveelheid stikstofminnende korstmossen wordt bij de provinciale karteringen per meetpunt uitgedrukt in de **Nitrofiele Indicatie Waarde (NIW)**, een graadmeter voor de ammoniakbelasting. Op dezelfde manier wordt de hoeveelheid zuurminnende stikstofgevoelige korstmossen uitgedrukt in de **Acidofiele Indicatie Waarde (AIW)**, een omgekeerde graadmeter voor ammoniak die vooral indicatief is voor de zuurgraad van de schors. Zowel de NIW als de AIW worden per punt uitgerekend door het voorkomen van ongeveer 20 kenmerkende soorten bij elkaar op te tellen (Figuur 1.3). Zie 2.3 voor details hoe de NIW en AIW worden berekend. Op locaties waar de NIW hoog is en de AIW laag, is er een grote invloed van ammoniak op boombewonende korstmossen. Andersom is op locaties met een lage NIW en hoge AIW de invloed van ammoniak laag. De NIW is het beste bruikbaar in halfopen en open gebieden, omdat vrijwel alle ammoniakminnende soorten ook lichtminnend zijn. De AIW is geschikt in zowel open- als bosgebieden, omdat een deel van de zuurminnende soorten ook schaduwminnend is.



Figuur 1.3 Links Groot dooiermos (*Xanthoria parietina*), een stikstofminnende soort, en rechts Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*), een stikstofgevoelige soort.

In 1997 is het verband onderzocht tussen de NIW en AIW en de ammoniakconcentraties in de lucht. De ammoniakmetingen zijn destijds met vaste monsternemers door TNO uitgevoerd, op dezelfde bomen waar ook de korstmossamenstelling onderzocht werd. De ammoniakmetingen betroffen metingen van de ammoniakconcentratie in de lucht met passieve monsterbuisjes, op een vergelijkbare manier zoals deze metingen nu worden uitgevoerd in het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden van het RIVM (RIVM-MAN; Stolk et al., 2009). Uit het vergelijkingsonderzoek (van Herk, 1998) blijkt dat de jaargemiddelde NH_3-concentratie ruim 59% van de variantie van de NIW kan verklaren, wat aangeeft dat de overeenkomst tussen beide zeer groot is. De NIW en de NH_3-concentratie zijn ook als gemiddelde per uurhok (5x5 km^2) berekend, met in elk uurhok ongeveer 5 meetlocaties. Hierdoor worden verstorende factoren die de NIW beïnvloeden anders dan ammoniak, bijvoorbeeld lichtinval, uitgemiddeld. Het verband op uurhok-niveau is daardoor nog sterker dan het verband op meetpunt-niveau: de verklaarde variantie is op uurhok-niveau 90% (Figuur 1.4). De NIW, en met name de gemiddelde NIW van meerdere meetpunten in een kleine regio, kan dus gezien worden als een zeer betrouwbare schatting van de luchtconcentratie NH_3, en het effect daarvan op korstmossen. De AIW laat een duidelijk negatief verband met NH_3 zien, en kan dus als omgekeerde graadmeter voor NH_3 gebruikt worden. De bruikbaarheid van korstmossen voor de monitoring van ammoniak wordt uitgebreid behandeld in een artikel in The Lichenologist (van Herk, 2001).

Voor het in kaart brengen van veranderingen in het milieu zijn ook de ecologische indicatiewaarden (“Ellenberggetallen”) van korstmossen geschikt (Wirth, 2010; Sparrius et al., 2015). Voor elke soort is een indicatiewaarde (een getal tussen 1 en 9) bepaald voor vocht, stralingsklimaat, zuurgraad, nutriëntenrijkdom, continentaliteit en temperatuur. Voor het analyseren van de invloed van het klimaat is de **indicatiewaarde voor continentaliteit** van belang. Voor klimaat wordt ook gebruik gemaakt van de **community temperature index**, een maat voor de gemiddelde temperatuur van het verspreidingsgebied van de aangetroffen korstmossen (Sparrius et al., 2018).



Figuur 1.4 Relatie tussen de NIW en de jaarrond gemeten NH_3-luchtconcentratie (µg m^{-3}) per 5x5 km2 uurhok, op basis van 4-6 metingen per uurhok. Er is een sterk positief verband (R^2=0,90) tussen de ammoniakconcentratie in de lucht en de NIW. Gegevens afkomstig van metingen aan zomereiken in 1997 in Friesland, Noord-Brabant en de Gelderse Vallei, ontleend aan van Herk, 2001.

1.5 Soortenrijkdom korstmossen en soortenrijkdom mossen

Behalve specifieke graadmeters die direct gerelateerd zijn aan veranderingen in de luchtkwaliteit of klimaat, worden bij de uitwerking van de gegevens van de korstmossenmeetnetten ook de soortenrijkdom korstmossen en de soortenrijkdom mossen berekend. De soortenrijkdom korstmossen is geen indicator die specifiek is voor stikstofbelasting, maar wordt beïnvloedt door een combinatie van factoren, waaronder luchtvervuiling, klimaatverandering en weersinvloeden. De soortenrijkdom wordt dan ook bepaald door een optelsom van effecten, zoals toename van stikstofminnende korstmossen (wanneer ammoniakconcentraties toenemen), afname van stikstofgevoelige korstmossen (wanneer ammoniakconcentraties boven de grenswaarde liggen) en toe- of afname van soorten die opschuiven door klimaatverandering. Bovendien is een belangrijke verklarende factor de zwaveldioxidevervuiling (zure regen) die ervoor heeft gezorgd dat veel korstmossen tot aan het einde van de vorige eeuw op grote schaal verdwenen waren (van Dobben, 1990; van Dobben & de Bakker, 1996). Doordat zwaveldioxideconcentraties sterk zijn verminderd, konden veel korstmossen zich herstellen. Dat herstel gaat tot op de dag van vandaag door. Het herstel van korstmossen van de periode met zwaveldioxide en een netto toename van soorten door klimaatverandering zijn de belangrijkste twee oorzaken dat de soortenrijkdom korstmossen op bomen al decennialang toeneemt (van Herk et al., 2002; van der Kolk et al., 2023a; 2024). Behalve de soortenrijkdom korstmossen wordt ook de soortenrijkdom mossen berekend. Ook de soortenrijkdom mossen is niet indicatief voor één factor, maar wordt bepaald door een combinatie van factoren, waaronder ook luchtvervuiling en klimaat.

1.6 Korstmossenmeetnet in Utrecht en herhaalronde 2025

Epifytische korstmossen in Utrecht werden al onderzocht voordat het meetnet in de huidige vorm werd opgezet. In de jaren ’40 en ’50 werden epifytische korstmossen onderzocht door Barkman (1958). In het begin van de jaren ’70 werden er in de provincie honderden locaties gekarteerd als onderdeel van de grootschalige WHEN-kartering (de Wit, 1976).

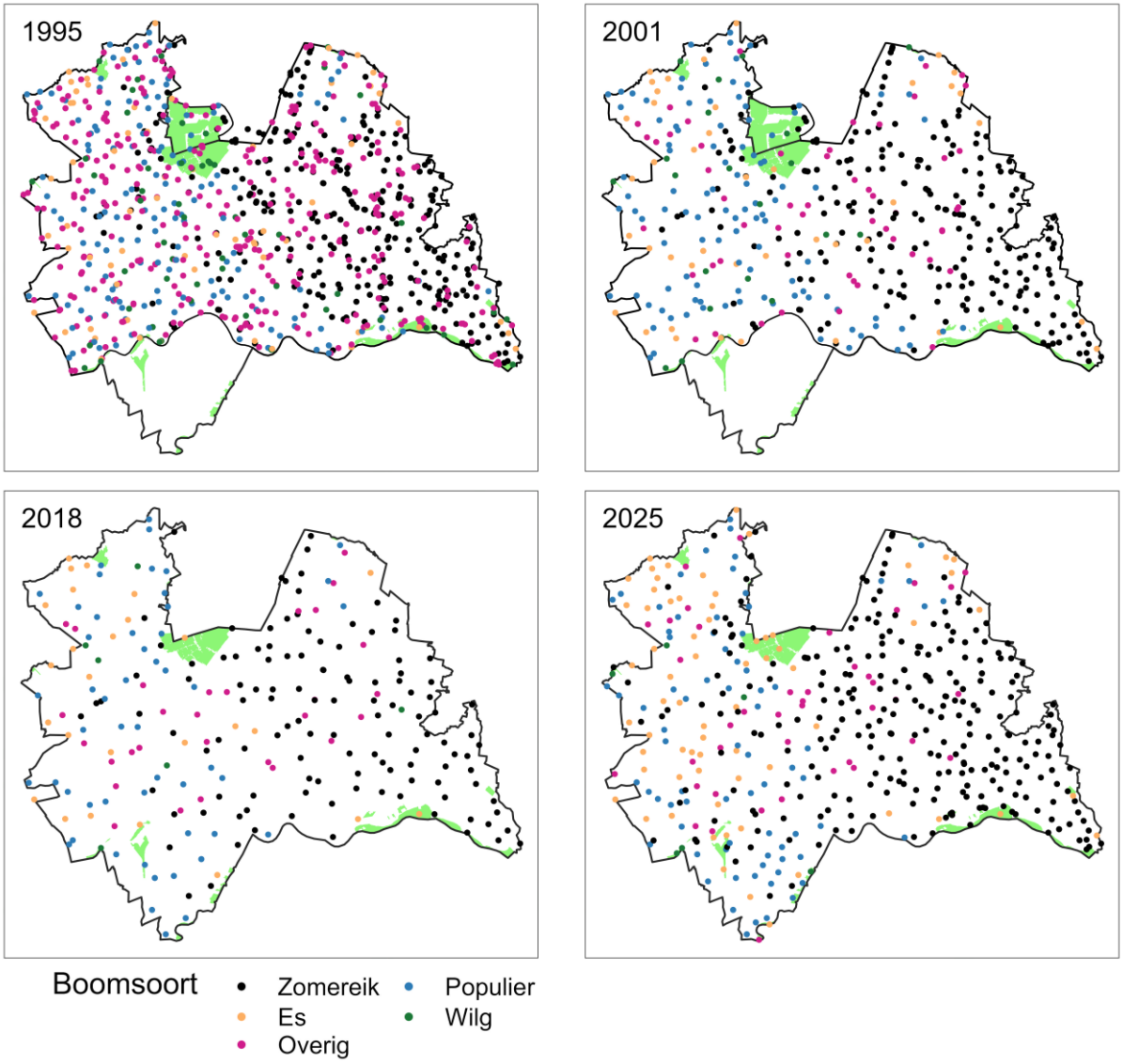
Het meetnet in Utrecht in gestandaardiseerde vorm is gestart in 1979 (van der Knaap, 1980). Er zijn daarna herhaalrondes geweest in 1984 (van der Knaap, 1984), 1989 (Aptroot, 1989), 1995 (van Herk, 1996), 2001 (van Herk, 2002) en 2018 (van Herk, 2019b). In 1979, 1984 en 1989 werd er in Utrecht gewerkt met zogenoemde referentiehokken. Dit zijn geselecteerde kilometerhokken die zo uitputtend mogelijk werden geïnventariseerd. Dit hield in dat van de meeste boomgroepen binnen deze kilometervakken een lijst van alle aanwezige korstmossoorten (tot 2 m hoog) werd gemaakt.

In 1995 is de onderzoeksmethodiek gewijzigd, en vanaf dan is de methode toegepast die nu nog steeds in alle provincies wordt gebruikt. In plaats van gebruik te maken van referentiehokken zijn meetpunten met een zo groot mogelijke spreiding over de provincie uitgezet. Deze punten bestaan meestal uit 10 geselecteerde bomen, die individueel worden bemonsterd (van elke boom wordt een soortenlijst aangelegd), en iedere soort krijgt per meetpunt een kwantiteit (hoeveelheid) volgens een zesdelige schaal (zie 2.1 en 2.2). Dit maakt het mogelijk om veranderingen in graadmeters en het voorkomen van soorten in groter detail te berekenen. Om de overgang in methode zo soepel mogelijk te laten verlopen, zijn per referentiehok uit 1989 in 1995 steeds drie meetpunten herhaald. Het meetnet bereikte hierdoor in 1995 met 986 meetpunten de maximale omvang, d.w.z. gemiddeld ongeveer 16 meetpunten per blok van 5 x 5 km^2. In 2001 werden er 450 meetpunten onderzocht. In 2018 werd gekozen voor een meetronde met de focus op het berekenen van tijdreeksen (i.p.v. detail in ruimtelijke spreiding) en werden er 233 meetpunten onderzocht.

De meetronde in 2025 betreft een volledige herhaalronde met de focus op zowel tijdreeksen als veranderingen in ruimtelijke patronen. Het aantal onderzochte meetpunten is daarom weer uitgebreid naar 457, zodat overal in de provincie een hoge puntendichtheid van ongeveer 7 meetpunten per blok van 5 x 5 km^2 behaald wordt (Figuur 1.5). Hierbij zijn zoveel mogelijk meetpunten gekozen die eerder in 2018 of in 2001 al zijn onderzocht. Dit onderzoek focust op epifytische korstmossen, maar tijdens het veldwerk zijn (net als in eerdere meetronden) behalve de korstmossen ook de aanwezige mossen vastgelegd. Een klein deel van het rapport is daarom toegewijd aan de veranderingen in de soortenrijkdom van mossen.

De volgende onderzoeksvragen met betrekking tot de huidige kwaliteit en veranderingen zijn gekoppeld aan het uitvoeren van deze nieuwe meetronde:

- Welke veranderingen zijn er opgetreden in de soortenrijkdom van korstmossen en mossen op bomen in de provincie Utrecht tussen 1979 en 2025?
- Wat is de huidige impact van ammoniak in de lucht op korstmossen in Natura 2000-gebieden, overige natuurgebieden en agrarische gebieden in de provincie Utrecht?
- Hoe is de invloed van ammoniak in de lucht op korstmossen in de provincie Utrecht veranderd tussen 1979 en 2025?



Figuur 1.5 Onderzochte meetpunten in de provincie Utrecht in 1995, 2001, 2018 en 2025. De kleur van de stippen geeft de boomsoort weer. Het aantal meetpunten was het grootst in 1995 en het laagst in 2018. In 2025 is het meetnet ten opzichte van 2018 weer uitgebreid. Natura 2000-gebieden zijn groen gemarkeerd.

2 Methode

2.1 Selectie van meetpunten

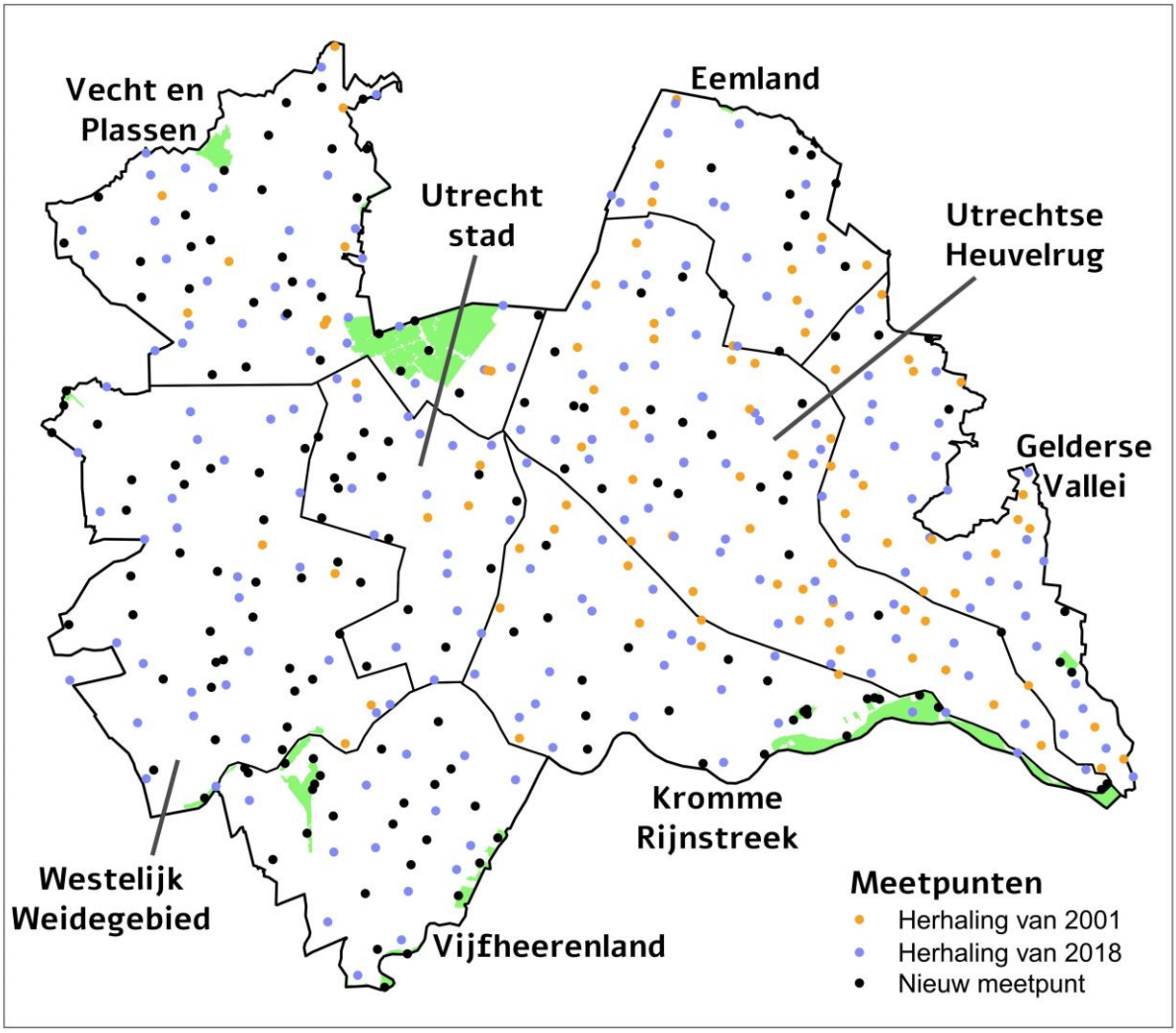
Meetpunten bestaan meestal uit 10 bomen, maar op locaties waar weinig bomen staan worden soms minder dan 10 bomen gebruikt. Een aantal van 10 boomsoorten garandeert dat als een soort op één boom gemist wordt, dit meestal geen effect heeft op de abundantie (zie 2.2) en een minimaal effect op de NIW en AIW (zie 2.3.3). Als boomsoort wordt meestal zomereik (*Quercus robur*) gebruikt. In gebieden waar geen eiken voorhanden zijn, vooral op de kleigronden, kunnen ook andere boomsoorten gebruikt worden. Bij voorkeur worden dan Canadapopulieren (*Populus × canadensis*) of essen (*Fraxinus excelsior*) gebruikt, zelden andere boomsoorten. Vaak bestaat een meetpunt uit een rijtje bomen in een wegberm (Figuur 2.1), maar in natuurgebieden kan een meetpunt ook uit vrijstaande bomen of bosbomen bestaan. De meetpunten worden waar mogelijk zo gekozen dat bemonsterde bomen niet te dicht op een boerderij staan, dat er een vrije aanstroom van lucht naar de stam is en dat bomen niet te jong zijn (omtrek van de stam bij voorkeur minimaal 13 dm, wat overeenkomt met een diameter van minimaal 41 cm).



Figuur 2.1 Een voorbeeld van een meetpunt met zomereiken op landgoed Kolland (links) en een meetpunt met populieren in agrarisch gebied (rechts).

Het uitgangspunt voor de herhaalronde 2025 in Utrecht was om meetpunten uit de meetrondes 2018 en 2001 zoveel mogelijk te herhalen. Meetpunten zijn vervangen wanneer alle of de meeste bomen uit het meetpunt waren verdwenen door kap of ongeschikt zijn geworden doordat stammen begroeid zijn geraakt met klimop, of omgeven zijn door opslag. Naast het herhalen van bestaande meetpunten is het meetnet uitgebreid in Vijfheerenlanden (verdichting van meetpunten) en in en rond Natura 2000-gebieden. Waar mogelijk zijn er ook nieuwe meetpunten uitgezet in de buurt van meetlocaties van het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden van het RIVM (RIVM-MAN), zodat de gemeten ammoniakconcentraties in de lucht gecorreleerd kunnen worden aan het voorkomen van verschillende soorten korstmossen op bomen.

In de meetronde 2025 zijn er in totaal 457 meetpunten onderzocht (Figuur 2.2). Van de 233 meetpunten die in de meetronde 2018 bezocht werden, zijn er in deze meetronde 197 (84,5%) herhaald. De overige 36 meetpunten (15,5%) die in 2018 bezocht werden zijn nu komen te vervallen, in de meeste gevallen doordat de bomen gekapt zijn. Verder zijn er in de nieuwe meetronde 91 meetpunten bezocht die voor het laatst in 2001 waren onderzocht, en zijn er 169 meetpunten nieuw uitgezet.



Figuur 2.2 Kaart van de provincie Utrecht met de 457 meetpunten die in 2025 onderzocht zijn met opdeling in acht regio's. De kleur van de stippen geeft aan of het meetpunt voor het laatst is herhaald in 2001 (91 meetpunten), in 2018 (197 meetpunten) of dat het meetpunt in 2025 nieuw is uitgezet (169 meetpunten). Natura 2000-gebieden zijn in lichtgroen aangegeven.

2.2 Veldwerk

Van elk meetpunt worden de volgende gegevens genoteerd: locatie (exacte GPS-coördinaten), datum van bezoek, waarnemer, omtrek van de bomen (in dm), aantal onderzochte bomen, boomsoort, codering voor het milieutype (zie Bijlage A in van der Kolk et al., 2023a), afstand tot het dichtstbij gelegen veehouderijbedrijf (in m) en de afstand tot de dichtstbij gelegen maïsakker (in m). Al deze gegevens behoren tot het standaardprotocol en zijn vanaf de start van het gestandaardiseerde meetnet voor alle meetpunten in alle provincies genoteerd. In de meetronde 2025 zijn als extra variabelen ook de afstand van de boomstam tot de wegrand (in dm) en lichtinval (percentage open lucht, gekeken vanaf de middelste boom naar het zuiden) genoteerd. Deze twee variabelen zijn in eerdere meetronden in Utrecht niet genoteerd. Van elk meetpunt wordt een situatieschets overgenomen van de vorige meetronde of nieuw gemaakt. Binnen een bestaand meetpunt zijn soms één of twee bomen verdwenen door kap. Deze worden indien mogelijk met nieuwe bomen gecompenseerd. Per onderzochte boom worden alle aanwezige mossen en korstmossen genoteerd die tot een hoogte van 2 meter op de boom voorkomen. Vervolgens wordt per meetpunt de kwantiteit per soort genoteerd met een schaal 1-6 (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Schaal voor het bepalen van de kwantiteit van een soort op een meetpunt.

Kwantiteitsschaal	
1	slechts één exemplaar aanwezig
2	meerdere exemplaren op één boom
3	in kleine hoeveelheden op meer dan één maar op maximaal de helft van de bomen
4	gemiddeld meer dan 1 dm^2 op maximaal de helft van de bomen
5	in kleine hoeveelheden op meer dan de helft van de bomen
6	gemiddeld meer dan 1 dm^2 op meer dan de helft van de bomen

2.3 Berekening graadmeters

2.3.1 Soortenrijkdom korstmossen per meetpunt (AS)

De soortenrijkdom wordt berekend als het totaal aantal soorten korstmossen (dus exclusief mossen) dat in een meetpunt voorkomt. Alle soorten tellen even zwaar, het maakt dus niet uit op hoeveel bomen een soort voorkomt.

Er zijn een aantal soortcomplexen van korstmossen die in het verleden nog niet goed beschreven waren en daarom niet tijdens alle meetrondes zijn onderscheiden. In dit onderzoek worden deze soorten wel gesplitst bij de beschrijving van de resultaten van deze meetronde, maar samengevoegd bij vergelijkende analyses met eerdere meetrondes, zodat verschillen in soortenrijkdom tussen de meetrondes vergelijkbaar blijven. Het gaat om de volgende soortcomplexen:

- Miskende schotelkorst (*Lecanora compallens*) en Bleekgroene schotelkorst (*L. expallens*)
- Rijpschildmos (*Punctelia jeckeri*) en Gestippeld schildmos (*P. subrudecta*)
- Boomrookkorst (*Catillaria nigroclavata*) en Steriele rookkorst (*Catillaria fungoides*)
- Vals dooiermos (*Candelaria concolor*) en Brinkengeelkorst (*Candelaria pacifica*)
- Kort schriftmos (*Alyxoria varia*) en Limoenschriftmos (*Alyxoria viridipruinosa*)
- Gebogen schildmos (*Hypotrachyna revoluta*) en Grofgebogen schildmos (*Hypotrachyna afrorevoluta*)
- Poedergeelkorst (*Candelariella efflorescens / rubrisoli*) en Grove poedergeelkorst (*Candelariella reflexa* s.s.)

2.3.2 Soortenrijkdom mossen per meetpunt (AS_{mos})

De soortenrijkdom voor mossen wordt op dezelfde manier berekend als de soortenrijkdom korstmossen, maar dan door het aantal soorten mossen dat in een meetpunt voorkomt op te tellen.

2.3.3 Nitrofiele Indicatie Waarde (NIW)

De NIW (Nitrofiele Indicatie Waarde) is een graadmeter voor de ammoniakconcentratie in de lucht (zie 1.2 en 1.4). De berekening van de NIW gebeurt volgens de methode zoals beschreven door van Herk (2001). De NIW is gebaseerd op het gemiddelde aantal stikstofminnende soorten dat op één boom in een meetpunt voorkomt. De per boom gescoorde presenties worden hierbij gesommeerd, waarna het gemiddeld aantal soorten per boom uitgerekend wordt. Komt een soort bijvoorbeeld op 4 van de 10 bomen voor, dan draagt deze soort 0,4 aan de NIW bij. Soorten die in ruime hoeveelheden aanwezig zijn (kwantiteit 4 of 6 in het meetpunt) worden dubbel geteld. Is een soort bijvoorbeeld op 4 van de 10 bomen aanwezig en in grote hoeveelheden (dus kwantiteit 4), dan draagt deze soort 0,8 aan de NIW bij. De stikstofminnende soorten die bijdragen aan de NIW zijn: *Athallia holocarpa, Candelariella aurella, Candelariella reflexa* s.l.*, Candelariella vitellina, Candelariella xanthostigma, Myriolecis*

dispersa, Myriolecis hagenii, Phaeophyscia nigricans, Phaeophyscia orbicularis, Physcia adscendens, Physcia caesia, Physcia dubia, Physcia tenella, Polycauliona candelaria, Polycauliona polycarpa, Protoparmeliopsis muralis, Rinodina oleae, Scythioria phlogina, Xanthoria calcicola en *Xanthoria parietina*.

De waardes van de NIW variëren in de praktijk tussen 0 (geen indicatorsoorten aanwezig) en 12 (op een gemiddelde boom zijn 12 indicatorsoorten aanwezig), al zijn theoretisch hogere waarden mogelijk. In natuurgebieden met geen of nauwelijks ammoniakbelasting is de NIW doorgaans lager dan 0,5 (bijvoorbeeld delen van de Veluwe in 1990, zie van der Kolk et al., 2023a). In agrarische gebieden duidt een NIW-waarde lager dan 1,5 op een lage ammoniakbelasting. Een NIW-waarde tussen 1,5 en 5,0 duidt op matige belasting met ammoniak. Een NIW-waarde hoger dan 5,0 duidt op een hoge ammoniakbelasting en komt vooral voor in landbouwgebieden waar veel ammoniak wordt uitgestoten. Waardes hoger dan 7,0 duiden op een zeer hoge ammoniakbelasting. De NIW kan op meetpunten dicht bij veehouderijen oplopen tot boven 10,0.

De NIW verschilt tussen boomsoorten, omdat op boomsoorten met een voedselrijkere en meer basische schors (zoals populier, es en wilg) van nature meer stikstofminnende soorten groeien dan op bomen met een voedselarme en zure schors (eik). Om de NIW tussen verschillende boomsoorten te kunnen vergelijken wordt de NIW op meetpunten met populieren en essen gecorrigeerd. Hiervoor worden onderstaande formules gebruikt, die gebaseerd zijn op dosis-response relaties tussen NIW en ammoniakbelasting per boomsoort (van Herk, 1996). In navolging van van Herk (2019b), zijn linde en esdoorn behandeld als wilg.

Voor Canadapopulier: $NIW_{QU} = 0{,}73\ NIW_{PO} - 1{,}03$

Voor Es: $NIW_{QU} = 1{,}50\ NIW_{FR} - 6{,}34$

Voor Wilg: $NIW_{QU} = 1{,}17\ NIW_{SA} - 3{,}06$

2.3.4 Acidofiele Indicatie Waarde (AIW)

De AIW (Acidofiele Indicatie Waarde) is een omgekeerde graadmeter voor de ammoniakconcentratie in de lucht en vooral indicatief voor de zuurgraad van de schors (zie 1.2 en 1.4). De berekening van de AIW is gelijk aan die van de NIW, maar met een set zuurminnende stikstofgevoelige soorten. De stikstofgevoelige soorten die bijdragen aan de AIW zijn: *Chaenotheca ferruginea*, *Cladonia* soorten (geaggregeerd), *Evernia prunastri*, *Hypocenomyce scalaris*, *Hypogymnia physodes*, *Hypogymnia tubulosa*, *Lecanora aitema*, *Lecanora conizaeoides*, *Lecanora pulicaris*, *Lepraria incana*, *Ochrolechia microstictoides*, *Parmelia saxatilis*, *Parmeliopsis ambigua*, *Placynthiella icmalea*, *Platismatia glauca*, *Protoparmelia oleagina*, *Pseudevernia furfuracea*, *Trapeliopsis granulosa*, *Trapeliopsis flexuosa, Tuckermannopsis chlorophylla* en *Usnea* soorten (geaggregeerd).

Net als de NIW, varieert de AIW in de praktijk tussen 0 en 12. Voor de AIW geldt dat hoge waarden van boven 8,0 vroeger in veel uitgestrekte natuurgebieden die niet onder invloed waren van ammoniak nog voorkwamen (bijvoorbeeld delen van de Veluwe in 1990, zie van der Kolk et al., 2023a). Tegenwoordig liggen de maximale AIW-waarden in de gebieden die het minst door ammoniak zijn beïnvloed rond de 7,0 (zie bijvoorbeeld van der Kolk et al., 2023a), maar in de meeste natuurgebieden is de AIW gedaald tot beneden de 5,0. Als vrijwel alle zuurminnende korstmossen op een meetpunt verdwenen zijn, is de AIW zeer laag (<1,0) en kan geen verdere daling van de AIW meer plaatsvinden. Hier moet rekening mee gehouden worden bij het interpreteren van de resultaten.

2.3.5 Ecologische indicatiewaarde voor continentaliteit

Continentaliteit geeft aan in welke mate de verspreiding van een soort aan een landklimaat gebonden is, de tegenhanger van een meer Atlantische verspreiding. De verwachting is dat deze waarde door klimaatverandering zal afnemen. De gemiddelde indicatiewaarde voor continentaliteit wordt per meetpunt berekend door de indicatiewaarde voor continentaliteit van alle aanwezige soorten korstmossen te middelen. De indicatiewaarden zijn gebaseerd op de Ellenberg-schaal (Wirth, 2010) en voor Nederlandse soorten aangevuld door Sparrius et al. (2015). De soorten worden bij de berekening niet gewogen op kwantiteit, elke soort telt even zwaar mee.

2.3.6 Community temperature index

De Community Temperature Index (in graden Celsius) geeft het gemiddelde van de temperatuur van het Europese verspreidingsgebied van de korstmossoorten weer die in een opname voorkomen (Sparrius et al, 2018). Voor dit doel is eerst van elke soort de Species Temperature Index berekend. De Species Temperatuur Index wordt bepaald door de gemiddelde temperatuur van het Europese verspreidingsgebied van die soort (Sparrius et al., 2008). De Community Temperature Index wordt vervolgens berekend door de Species Temperature Index van alle aangetroffen soorten te middelen (Devictor et al., 2008). De soorten worden bij de berekening niet gewogen op kwantiteit, elke soort telt even zwaar mee.

2.4 Kenmerken van de meetpunten en omgevingsvariabelen

Hieronder worden de kenmerken van de meetpunten en omgevingsvariabelen besproken die van belang zijn of gebruikt worden in de analyse.

2.4.1 Boomsoort

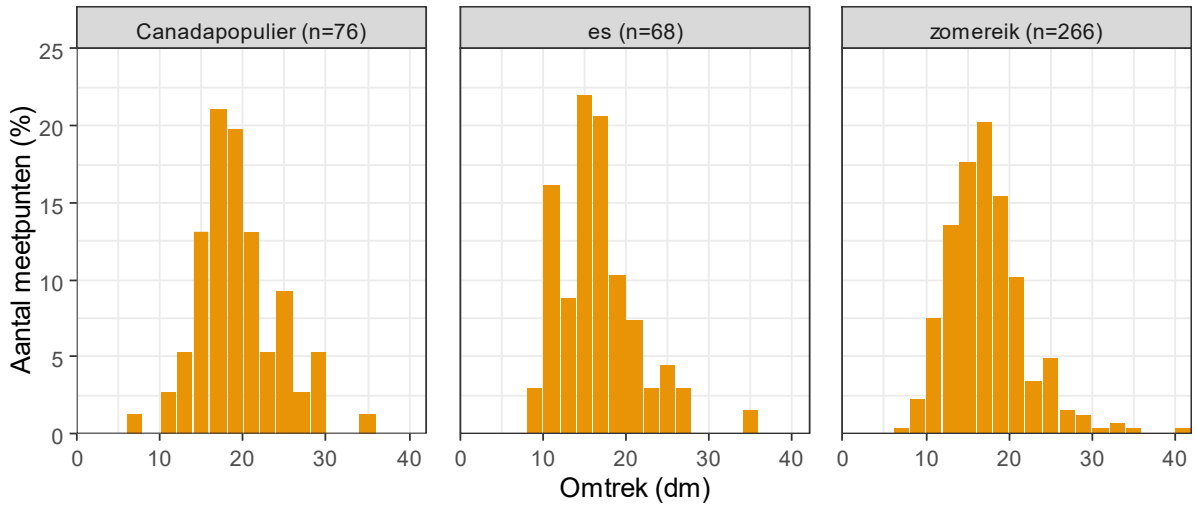
De boomsoort die op het meetpunt onderzocht is. In de provincie Utrecht is in deze meetronde op 266 meetpunten (58,2% uit het totaal van 457 meetpunten) gebruik gemaakt van zomereik (*Quercus robur*). Vooral op de kleigronden in het zuidwesten van de provincie zijn zomereiken niet overal aanwezig (Figuur 2.2). Hier is gebruik gemaakt van Canadapopulier (*Populus × canadensis*; 76 meetpunten, 16,6% van het totaal), es (*Fraxinus excelsior*; 68 meetpunten, 14,9% van het totaal), linde (*Tilia* sp., 12 meetpunten, 2,6% van het totaal) of andere soorten loofbomen (35 meetpunten, 7,6% van het totaal, opgesplitst in 7 zwarte els, 6 wilg, 6 iep, 4 Amerikaanse eik, 3 gewone esdoorn, 2 abeel, 2 knotwilg, 1 berk, 1 beuk, 1 moseik, 1 wintereik, 1 Hongaarse eik).

2.4.2 Aantal bomen per meetpunt

Het aantal bomen dat op een meetpunt onderzocht is. In de meetronde 2025 werden er op 71,8% (328 uit 457 totaal) van de meetpunten 10 bomen onderzocht. Op 5,3% (24 uit 457 totaal) van de meetpunten werden er minder dan vier bomen onderzocht. Vaak betreffen dit meetpunten in gebieden met weinig bomen, bijvoorbeeld in het westelijke poldergebied.

2.4.3 Omtrek

De omtrek (in dm) op 1 m hoogte van een gemiddelde boom op een meetpunt. Figuur 2.3 geeft de distributie weer van de omtrek van de bomen die in meetronde 2025 onderzocht zijn per boomsoort, opgesplitst voor de drie meest onderzochte boomsoorten. Gemiddeld genomen was de omtrek van onderzochte Canadapopulieren (gemiddeld 19,9 dm) groter dan die van zomereiken (gemiddeld 17,9 dm) en essen (gemiddeld 17,0 dm).



Figuur 2.3 Verdeling van de omtrek van de bomen op meetpunten die in de meetronde 2025 onderzocht zijn, opgesplitst voor de drie meest onderzochte boomsoorten. De onderzochte Canadapopulieren hebben gemiddeld een grote omtrek dan de onderzochte essen en zomereiken.

2.4.4 Regio

De meetpunten zijn opgedeeld in acht **regio's** (Figuur 2.2). De oostelijke helft van de provincie is opgedeeld in vier regio's, namelijk de Gelderse Vallei (57 meetpunten in meetronde 2025), Utrechtse Heuvelrug (99 meetpunten), Eemland (32 meetpunten) en Kromme Rijnstreek (54 meetpunten). De westelijke helft van de provincie is opgedeeld in de regio's Vijfheerenlanden (40 meetpunten), Westelijk Weidegebied (69 meetpunten), Utrecht stad (35 meetpunten) en Vecht en Plassen (71 meetpunten).

2.4.5 Gebiedstype

Om de situatie en veranderingen natuurgebieden te vergelijken met agrarische en bebouwde gebieden is voor elke meetpunt bepaald in welk **gebiedstype** het ligt. Aangegeven is of het meetpunt zich binnen (of op de rand van) een natuurgebied bevindt (128 meetpunten in meetronde 2025), in agrarisch gebied (227 meetpunten) of in bebouwd gebied (102 meetpunten). Van de meetpunten in natuurgebieden, bevinden er zich 34 meetpunten in Natura 2000-gebieden en 94 meetpunten in overige natuur buiten Natura 2000-gebieden (meestal op de Utrechtse Heuvelrug). Behalve meetpunten die in Natura 2000-gebieden liggen (17 meetpunten), zijn ook meetpunten die net buiten (binnen een afstand van 40 m van de grens) Natura 2000-gebeiden liggen (17 meetpunten) gerekend tot het gebiedstype Natura 2000-gebied. De reden hiervoor is dat er in sommige Natura 2000-gebieden weinig bomen voorhanden zijn, maar dat er wel bomenrijen langs de grens van het gebied staan. De aanname hierbij is dat veranderingen in de effecten van ammoniak op de grens van het Natura 2000-gebied ook de veranderingen in het Natura 2000-gebied reflecteren.

2.4.6 Overige omgevingsvariabelen

De afstand tot de dichtstbijzijnde maisakker, de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij, de afstand tot wegrand en percentage lichtinval zijn als variabelen overgenomen zoals ze in het veld genoteerd zijn (zie 2.2).

2.5 Analyse

2.5.1 Graadmeters

Voor elk meetpunt zijn alle graadmeters berekend (zie 2.3). Vervolgens is voor elke graadmeter voor elke meetronde het gemiddelde berekend. De gemiddelden worden ook apart berekend voor regio's (zie 2.4.4) en gebiedstypen (zie 2.4.5).

De focus van deze rapportage ligt enerzijds op het documenteren van de huidige staat van de graadmeters in de hele provincie Utrecht, en anderzijds op de veranderingen die zich tussen 1979 en 2025 hebben voorgedaan. Voor het beschrijven van de huidige staat worden alle meetpunten gebruikt die in 2025 zijn onderzocht (n=457). Dit betreft in totaal 695 meetpunten, waarvan het overgrote deel (671 meetpunten, 96,5%) tenminste in 1995 is onderzocht.

De gegevens van de meetrondes 1979, 1984 en 1989, waarbij een andere methodiek is toegepast, worden gebruikt om voor de graadmeters een provinciale trend te berekenen, maar er vindt geen opsplitsing plaats per biotoop of per gebiedstype. In totaal konden 345 meetlocaties die in 1979-1989 bezocht zijn gekoppeld worden aan een meetpunt dat ook in 1995 via de gestandaardiseerde methode is bezocht. De gegevens van deze set van meetpunten zijn in de analyse gebruikt om gemiddelde waarden voor graadmeters te berekenen voor de meetrondes van 1979, 1984 en 1989. Omdat de methode in 1979-1989 alleen het voorkomen van soorten registreerde, zonder het aantal bomen of abundantie, kan de NIW en AIW niet op de gebruikelijke manier berekend worden. In plaats daarvan is de NIW en AIW berekend uit het aantal NIW soorten en aantal AIW soorten dat op een meetpunt voorkomt. De relaties tussen het aantal NIW soorten en de NIW en tussen het aantal AIW soorten en de AIW zijn bepaald uit de meetpunten die in de periode 1995-2025 volgens de nieuwe methodiek bezocht zijn.

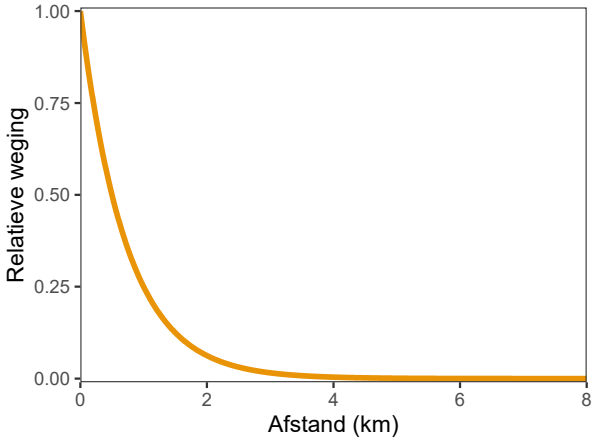
2.5.2 Interpolatiekaarten

Voor Soortenrijkdom korstmossen, Soortenrijkdom mossen, NIW en AIW worden dekkende kaarten gemaakt ('heatmaps') voor het onderzochte gebied door tussen meetpunten te interpoleren.

De volgende functie is gebruikt om voor een willekeurige locatie de geïnterpoleerde indicatiewaarde uit te rekenen:

$$IW_{interpolatie} = \frac{\sum_{i=1}^{n} 0{,}25^{afstand_i} * IW_i}{\sum_{i=1}^{n} 0{,}25^{afstand_i}}$$

waarin IW_i de geïnterpoleerde indicatiewaarde op een bepaalde locatie is, n het totaal aantal meetpunten, $afstand_i$ de afstand van de locatie tot meetpunt i in km en IW_i de indicatiewaarde op meetpunt i.



Figuur 2.4 De relatieve weging ($0{,}25^{afstand}$) van een meetpunt hangt af van de afstand tot de locatie waarvoor de indicatiewaarde geïnterpoleerd wordt. De relatieve weging van een meetpunt wordt exponentieel kleiner naarmate de afstand groter wordt.

In tegenstelling tot de NIW, kan de AIW niet worden gecorrigeerd per boomsoort. In Nederland worden er meestal geen zuurminnende korstmossen op essen en populieren aangetroffen (hoewel in gebieden zonder ammoniak zuurminnende korstmossen wel degelijk op deze boomsoorten kunnen groeien). Het gevolg is dat de AIW in de praktijk op meetpunten met essen of populieren vrijwel altijd op 0 uitkomt. Het is hierdoor onmogelijk om te bepalen wat de AIW geweest zou zijn als op dezelfde locatie als het meetpunt zou bestaan uit zomereiken. Voor het interpoleren van de AIW is daarom alleen gebruik gemaakt van zomereiken en andere boomsoorten met een van nature zure schors. Aan de westrand van de provincie komen deze boomsoorten zo weinig voor, dat hier geen betrouwbare AIW kaart kan worden gegenereerd. Om deze reden is het uiterst westelijke deel op de NIW kaarten steeds wit gelaten.

De geïnterpoleerde kaarten zijn bruikbaar om de veranderingen in grove ruimtelijke patronen van de graadmeters tussen de verschillende meetrondes te visualiseren. Omdat het aantal onderzochte meetpunten in de provincie Utrecht van ronde op ronde sterk varieert, zijn de kaarten niet geschikt om veranderingen op lokaal niveau in detail te analyseren.

Voor de provincie Utrecht zijn er in het verleden vergelijkbare dekkende kaarten gemaakt voor de NIW en AIW, namelijk een gecombineerde NIW/AIW kaart voor de meetronde van 1995 (van Herk, 1996) en kaarten voor NIW en AIW voor de meetronde van 2001 (van Herk, 2002). Deze kaarten zijn tot stand gekomen door behalve te interpoleren tussen meetpunten ook rekening te houden met landschapselementen, zoals bos- en bebouwde gebieden. De nieuwe methode genereerd kaarten door te interpoleren tussen meetpunten zonder rekening te houden met landschapselementen. Hierdoor wijken de nieuwe kaarten op lokaal niveau soms af van de eerder gepubliceerde kaarten. Om een gestandaardiseerde vergelijking tussen meetrondes mogelijk te maken is er gekozen om ook de kaarten voor oude meetrondes opnieuw te genereren volgens dezelfde methode in plaats van de bestaande kaarten te gebruiken.

2.5.3 Analyse Soortenrijkdom korstmossen, NIW en AIW met omgevingsvariabelen

De soortenrijkdom korstmossen, NIW en AIW worden per gebiedstype (natuur-, agrarische- of bebouwde gebieden) met een mixed effects model analyse gecorreleerd aan de volgende vier variabelen: (1) Omtrek van de boom (dm), (2) afstand tot wegrand, (3) percentage lichtinval en (4) afstand tot dichtstbijzijnde veehouderij. Omtrek van de boom (waarde -20) en lichtinval (waarde -50)

zijn vooraf aan de analyse getransformeerd. Alleen de meetpunten bezocht in meetronde 2025 worden voor deze analyse gebruikt. Meetpunten in Natura 2000-gebieden worden samengenomen met meetpunten in overige natuurgebieden. Van alle verklarende variabelen is een kwadratische term in het model opgenomen, maar alleen behouden wanneer deze significant verklarend bleek. Boomsoort is als random intercept aan de modellen toegevoegd.

2.5.4 Voorkomen en trendberekeningen soorten

In Bijlagen A en B worden (respectievelijk voor korstmossen en mossen) voor alle soorten het aantal meetpunten getoond waarin de soort in de meetronde 2025 is aangetroffen, alsook hoe de presentie veranderd is tussen de meetrondes van 2018 en 2025.

In Bijlagen C en D worden (respectievelijk voor korstmossen en mossen) voor de meeste soorten verspreidingskaarten getoond voor de meetrondes van 1995, 2001, 2018 en 2025, alsook een trendgrafiek waarbij de significantie van veranderingen tussen opeenvolgende meetrondes is aangegeven.

2.5.5 Indicatiewaarden en Natura 2000-gebieden

Om de situatie in Natura 2000-gebieden beter te beoordelen zijn de indicatiewaarden (NIW, AIW en nutriëntenindicator) per Natura 2000-gebied berekend. Hiervoor zijn de meetpunten gebruikt die binnen de grenzen van Natura 2000 liggen (n=17), aangevuld met meetpunten die op de rand of net buiten het Natura 2000-gebied liggen, namelijk binnen 40 meter van de grens (n=17). Daarnaast worden verschillen met 2018 berekend. Dit was mogelijk voor vijf meetpunten verdeeld over drie Natura 2000-gebieden die in zowel 2018 als 2025 onderzocht zijn.

In Utrecht werden er in 2025 nieuwe meetpunten uitgezet die aansluiten bij het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden van het RIVM (RIVM-MAN), een meetnet dat de ammoniakconcentraties in de lucht volgt. Op alle RIVM-MAN locaties waar een korstmossenmeetpunt aan is gekoppeld is pas in 2024 begonnen met het meten van ammoniakconcentraties. Hierdoor zijn er nu nog te weinig gegevens om de AIW en NIW te correleren met de gemeten ammoniakconcentratie. Eerdere onderzoeken toonden een significante correlatie tussen zowel de NIW als AIW met de vijfjarige gemiddelde ammoniakconcentatie gemeten op RIVM-MAN meetpunten (van der Kolk et al., 2024).

2.5.6 Vergelijking graadmeters met andere provincies

Om de resultaten uit het korstmossenmeetnet in Utrecht in breder perspectief te plaatsen zijn de veranderingen in de NIW en AIW vergeleken met de veranderingen in andere provincies waar het meetnet wordt uitgevoerd. Hiervoor zijn de gegevens van de NIW en AIW uit andere provincies overgenomen voor Drenthe (van Herk, 2023), Friesland (van der Kolk et al., 2020), Gelderland (van der Kolk et al., 2025), Groningen (van der Kolk et al., 2023b), Noord-Brabant (van der Kolk et al., 2024), Overijssel (van Herk, 2021) en Zeeland (van Herk, 2019c).

3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de veranderingen in graadmeters in de provincie Utrecht besproken tussen 1979 en 2025, namelijk de soortenrijkdom korstmossen (3.1), soortenrijkdom mossen (3.2), de indicatiewaarde voor stikstofminnende korstmossen (NIW; 3.3), de indicatiewaarde voor zuurminnende stikstofgevoelige korstmossen (AIW; 3.4), en graadmeters voor klimaatverandering (3.5). Vervolgens worden de effecten van ammoniak op korstmossen in Natura 2000-gebieden in detail behandeld (3.6). Tenslotte worden de veranderingen in de NIW en AIW vergeleken tussen acht provincies (3.7).

3.1 Soortenrijkdom korstmossen

3.1.1 Soortensamenstelling

In de provincie Utrecht zijn er in de meetronde 2025 op de 457 onderzochte meetpunten in totaal 210 soorten korstmossen aangetroffen (Bijlage A). De begroeiing van korstmossen op bomen is in de provincie Utrecht sinds de laatste meetronde in 2018 verder veranderd. De soortenrijkdom is in het algemeen verder toegenomen, maar soorten die gevoelig zijn voor ammoniak zijn blijven afnemen. Negen soorten korstmossen die in 2018 nog in het meetnet voorkwamen zijn nu verdwenen. Het betreft vooral steenbewonende soorten die incidenteel onbestendig op boomvoeten voorkomen, zoals Kerkcitroenkorst (*Flavoplaca ruderum*), en daarnaast zuurminnende soorten, zoals Turflucifer (*Cladonia incrassata*) en Groene schotelkorst (*Lecanora conizaeoides*). Laatstgenoemde soort was in 1995 nog één van de algemeenste korstmossen op de Utrechtse Heuvelrug (Bijlage C). Andere zeer stikstofgevoelige soorten, zoals Groot boerenkoolmos (*Platismatia glauca*), waren tijdens de vorige meetronde al uit het meenet verdwenen. Stikstofgevoelige soorten die nu nog wel in het meetnet voorkomen, bijvoorbeeld Eikenmos (*Evernia prunastri*), Gewoon schubjesmos (*Hypocenomyce scalaris*), Roestbruin schorssteeltje (*Chaenotheca ferruginea*) en Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*), zijn ook sterk achteruit gegaan (Bijlagen A en C).



Groene schotelkorst (*Lecanora conizaeoides*) werd ook wel zwavelvreter genoemd en behoorde in de vorige eeuw tot de algemeenste korstmossen. De afname van SO_2 zorgt ervoor dat vrijwel alle korstmossen toenemen, maar dat Groene schotelkorst juist is afgenomen. De soort is nu verdwenen uit het Utrechtse meetnet. De foto is in 2023 genomen op hout van een boomlijk op de Hoge Veluwe.

Behalve stikstofgevoelige soorten zijn ook een aantal andere korstmossen afgenomen tussen 2018 en 2025. Opvallend is een sterke afname van de neutrofyten (korstmossen die geen uitgesproken voorkeur hebben voor zure of basische schors), zoals Gewoon schildmos (*Parmelia sulcata*) en Verstopschildmos (*Melanelixia subaurifera*). Ook enkele stikstofminnende soorten zijn tussen 2018 en 2025 verder afgenomen, in het bijzonder Heksenvingermos (*Physcia tenella*), Klein dooiermos (*Polycauliona polycarpa*) en Rond schaduwmos (*Phaeophyscia orbicularis*). Daartegenover staat dat enkele andere stikstofminnende soorten, die doorgaans meer droogtetolerant zijn, juist verder zijn toegenomen, waaronder Kapjesvingermos (*Physcia adscendens*) en Fijne geelkorst (*Candelariella xanthostigma*).

Veel soorten korstmossen zijn tussen 2018 en 2025 juist verder toegenomen. De sterkste stijgers zijn Fijne geelkorst (*Candelariella xanthostigma*; van 42,1% van de meetpunten in 2018 naar 66,0% in 2025), Boomrookkorst (*Catillaria nigroclavata*; van 45,2% naar 67,5%), Gewone kraterkorst (*Candelaria concolor*; van 15,7% naar 34,0%) en Verzonken schriftmos (*Pseudoschismatomma rufescens*; van 62,9% naar 79,7%). Alle vier deze soorten profiteren van klimaatverandering.

Ten opzichte van de meetronde 2018 zijn er 45 soorten korstmossen nieuw gevonden. Hiervan zijn 16 soorten uitsluitend aangetroffen op meetpunten die in 2025 nieuw zijn uitgezet. Dit betreffen meestal zeldzame soorten die dankzij de uitbreiding van het meetnet nu als toevalstreffer op één of enkele meetpunten zijn aangetroffen. De andere 29 nieuw aangetroffen soorten groeien ook op meetpunten die in 2018 bezocht zijn. Deze nieuw aangetroffen soorten behoren tot allerlei ecologische groepen. Enkele nieuwe soorten zijn stikstof- en warmteminnend, zoals Lobjesvingermos (*Physcia tribacia*) en Oranje wimpermos (*Teloschistes chrysophthalmos*). Sommige nieuwkomers zijn soorten die met rode algen (*Trentepohlia*) samenleven en door klimaatverandering sterk toenemen (Aptroot & van Herk, 2007), zoals Kalkspikkel (*Dichoporis taylorii*), Witkring (*Sporodophoron cretaceum*) en Rood schorsvlekje (*Coniocarpon cinnabarinum*). Twee soorten schorssteeltjes, namelijk Klein schorssteeltje (*Chaenotheca chlorella*) en Grof schorssteeltje (*Chaenotheca phaeocephala*), zijn sinds 2018 ook nieuw verschenen.



Lobjesvingermos (*Physcia tribacia*) is een grote soort vingermos met brede lobuiteinden. De soort lijkt in Nederland toe te nemen en werd in 2025 ook voor het eerst in het Utrechtse epifytenmeetnet gevonden op een populier.

Vier soorten korstmossen werden voor het eerst in de provincie Utrecht vastgesteld (Tabel 3.1). Grof schorssteeltje (*Chaenotheca phaeocephala*) werd gevonden in diepe schorsspleten van een oude zomereik. Glimmend schaduwmos (*Hyperphycsia lucida*) werd op twee meetpunten vastgesteld. Deze soort is pas recent nieuw voor de wetenschap uit Nederland beschreven (van der Pluijm, 2020), maar

is sindsdien sterk toegenomen. Groot olievlekje (*Porina borreri*) en Soredieus schriftmos (*Zwackhia sorediifera*) werden aangetroffen in het Baarnse Bos op een meetpunt met zeer oude beuken. Vals speldenkussentje (*Thelenella modesta*) werd op 12 meetpunten gevonden. Deze soort was voor het laatst in 1843 in de provincie Utrecht waargenomen.

Tabel 3.1 Landelijk zeer zeldzame en Rode Lijst soorten korstmossen die in de meetronde 2025 in de provincie Utrecht zijn aangetroffen. RL = Rode Lijst status (GE = Gevoelig, KW = Kwetsbaar, BE = Bedreigd, EB = Ernstig Bedreigd, VN = Verdwenen), Zeldzaamheid = Landelijk voorkomen (a = algemeen, z = schaars, zz = zeldzaam, zzz = zeer zeldzaam). Meetpunten is het aantal meetpunten waar de soort in de meetronde 2025 is aangetroffen (uit totaal 457 meetpunten).

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	RL	Zeldzaamheid	Meetpunten	Opmerking
Bacidia arceutina	Bleke knoopjeskorst	KW	zz	1	
Bacidia laurocerasi	Purperknoopjeskorst	KW	zzz	4	
Bacidina brandii	Kleine knoopjeskorst	GE	zzz	1	
Bacidina phacodes	Rechte knoopjeskorst	BE	zzz	1	
Bryostigma lapidicola	Knotwilgkorst	KW	zz	1	
Caloplaca cerina	Oranje boomzonnetje	GE	zzz	1	
Catillaria flexuosa		GE	zzz	8	
Chaenotheca furfuracea	Lichtend schorssteeltje	GE	zzz	2	
Chaenotheca phaeocephala	Grof schorssteeltje	GE	zzz	1	Nieuw in Utrecht
Diplotomma pharcidium	Boomcementkorst	BE	zz	2	
Hyperphyscia lucida	Glimmend schaduwmos		zzz	2	Nieuw in Utrecht
Hypocenomyce scalaris	Gewoon schubjesmos	KW	z	6	
Hypogymnia physodes	Gewoon schorsmos	GE	a	15	
Hypogymnia tubulosa	Witkopschorsmos	GE	a	5	
Lecanora aitema	Dennenschotelkorst	BE	zz	1	
Lecanora strobilina	Bleke dennenschotelkorst	EB	zzz	2	
Lepra amara	Ananaskorst	KW	z	12	
Melanelixia subargentifera	Behaard schildmos	GE	zzz	1	
Melaspilea ochrothalamia	Groot haarschoteltje		zzz	1	
Micarea microsorediata	Soredieus oogje	GE	zzz	9	
Micarea nitschkeana	Takkenoogje	KW	zzz	2	
Micarea subviridescens	Grauw oogje	GE	zzz	12	
Ochrolechia arborea			zzz	4	
Ochrolechia turneri	Valse kringkorst	BE	zz	2	
Physcia biziana	Groen vingermos		zzz	1	
Physcia tribacia	Lobjesvingermos	GE	zzz	1	
Physcia vitii	Lipvingermos		zzz	1	
Physconia distorta	Fors rijpmos	KW	zz	5	
Piccolia ochrophora	Licht muggenstrontjesmos	GE	zzz	1	
Porina borreri	Groot olievlekje	GE	zzz	1	Nieuw in Utrecht
Protoparmelia hypotremella	Grijze spijkerdrager	KW	zz	14	
Protoparmelia oleagina	Bruine spijkerdrager	BE	zz	1	
Pseudevernia furfuracea	Purper geweimos	KW	z	1	
Pyrenula nitida	Beukenknikker	GE	zzz	1	
Ramalina lacera	Waaiertakmos	BE	zz	7	
Rinodina efflorescens	Bleke peperkorst	GE	zzz	1	
Scoliciosporum pruinosum	Berijpte spiraalkorst	GE	zzz	3	
Sphinctrina anglica	Dikke knotsspijker		zzz	2	
Sporodophoron cretaceum	Witkring	GE	zzz	2	
Strangospora deplanata	Boommuggenstrontjesmos		zzz	2	
Swinscowia jamesii	Boomspikkel	GE	zzz	2	
Teloschistes chrysophthalmos	Oranje wimpermos		zzz	1	
Thelenella modesta	Vals speldenkussentje	VN	zzz	12	Laatst in 1843 in Utrecht
Violella fucata	Trilzwamkorst	KW	zz	1	
Xanthomendoza oregana	Ulevellenmos	GE	zzz	1	
Zwackhia sorediifera	Soredieus schriftmos		zzz	1	Nieuw in Utrecht

Van de aangetroffen soorten korstmossen staan er 37 op de Rode Lijst (Sparrius et al., 2023), 19 als Gevoelig, 10 als Kwetsbaar, 6 als Bedreigd, 1 als Ernstig Bedreigd en 1 als Verdwenen (Tabel 3.1). Vals speldenkussentje (*Thelenella modesta*) staat als Verdwenen op de Rode Lijst, maar is in de afgelopen jaren weer op meerdere plekken in Nederland gevonden. Behalve de Rode Lijst soorten, werden er in de meetronde 2025 nog eens negen andere soorten korstmossen gevonden die landelijk zeer zeldzaam zijn (Tabel 3.1). Wanneer alleen gekeken wordt naar de 197 herhaalde meetpunten, dan is het totaal aantal Rode Lijst soorten toegenomen van 19 soorten in 2018 naar 28 soorten in 2025 (negen Rode Lijst soorten zijn dus alleen aangetroffen op nieuw uitgezette meetpunten). Het aantal Rode Lijst soorten (uitgaande van de huidige Rode Lijst) dat gemiddeld op een meetpunt voorkomt is daarentegen wel afgenomen, van gemiddeld 0,41 Rode Lijst soorten in 2018 naar 0,34 in 2025. Dat komt doordat sommige relatief algemene Rode Lijst soorten, zoals Gewoon schubjesmos en Gewoon schorsmos sterk achteruit zijn gegaan en dus van een relatief groot aantal meetpunten is verdwenen. De Rode Lijst soorten die nieuw zijn verschenen komen meestal maar op één of enkele meetpunten voor, en dragen dus nauwelijks bij aan het gemiddeld aantal Rode Lijst soorten per meetpunt.



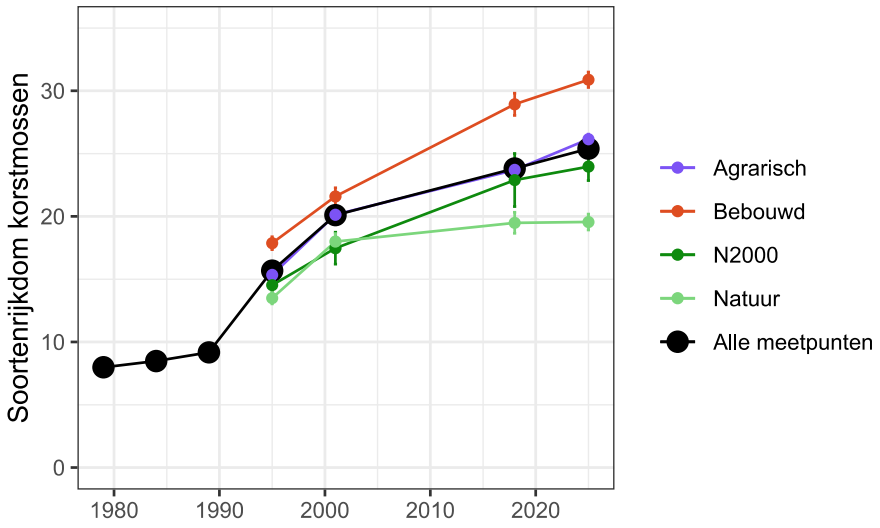
Het Groot haarschoteltje (Melaspilea ochrothalamia) is een onopvallend korstmos dat gemakkelijk over het hoofd word gezien. Het groeit op stammen van eiken op luchtvochtige plaatsen. De vondst in het Utrechtste epifytenmeetnet betrof pas de 4e vindplaats in Nederland.

3.1.2 Soortenrijkdom korstmossen per meetpunt

De gemiddelde soortenrijkdom per meetpunt is in Utrecht sinds de start van het meetnet in 1979 sterk toegenomen (Figuur 3.1), van 8,0 soorten per meetpunt in 1979, 15,7 soorten in 1995, 20,0 soorten in 2001, 23,8 soorten in 2018 en 25,4 soorten in 2025. De soortenrijkdom is dus ook na de vorige meetronde in 2018 nog verder toegenomen, op een vergelijkbare snelheid als in de periode 2001 tot 2018 (+0,23 soorten per jaar tussen 2018 en 2025, in vergelijking met +0,22 soorten per jaar tussen 2001 en 2018). De soortenrijkdom op een meetpunt wordt beïnvloed door verschillende factoren, waaronder de SO_2 concentratie, NH_3 concentratie, microklimaat (belichting en beschutting) en klimaat. De toename in soortenrijkdom kwam in de jaren ’80 en ‘90 vooral door een vermindering van de SO_2 uitstoot (van Dobben, 1991), maar kan sinds de jaren ‘90 ook voor een groot deel worden toegeschreven aan de toename van zuidelijke en Atlantische soorten korstmossen door klimaatverandering (van Herk, 2004; 2009). Plaatselijk kan ook een toename van stikstofminnende korstmossen door hogere ammoniakconcentraties bijdragen aan een algehele toename van de

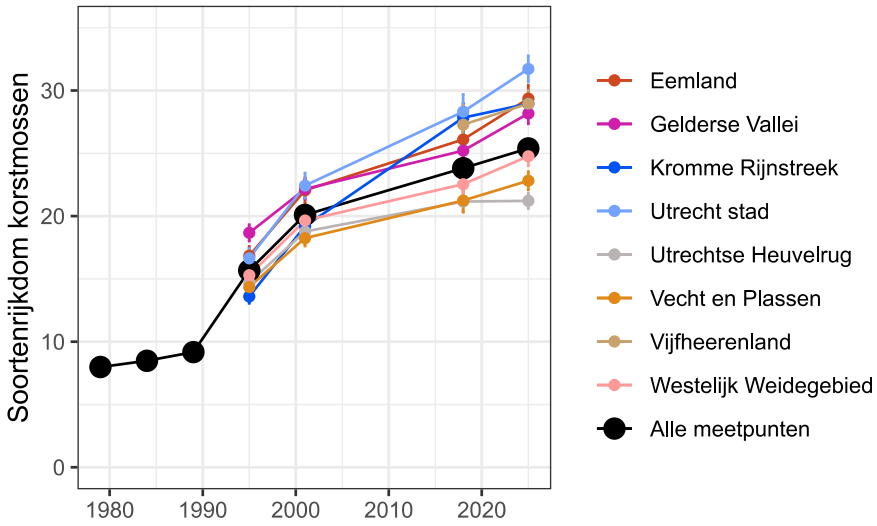
soortenrijkdom, gegeven dat in zulke gebieden de stikstofgevoelige korstmossen al verdwenen zijn.

De veranderingen in soortenrijkdom zijn in grote lijnen vergelijkbaar tussen **gebiedstypen**. Er is sprake van een duidelijke toename in soortenrijkdom in zowel Natura 2000-gebieden, agrarische gebieden en bebouwde gebieden (Figuur 3.1). Al sinds 1995 is de soortenrijkdom het grootst in de bebouwde kom. Waarschijnlijk komt dit voor een deel doordat bomen hier goed belicht zijn, maar tegelijkertijd beschut en daardoor na een regenbui niet meteen droogwaaien. Ook is het er wat warmer dan in agrarische en natuurgebieden. Vooral macrolichenen (struik- en bladvormige korstmossen) gedijen goed in een goed belicht en enigszins vochtig milieu, en zijn in het buitengebied minder vertegenwoordigd, mogelijk omdat bomen daar sneller droog waaien. Op meetpunten in overige natuurgebieden is de soortenrijkdom lager in vergelijking met de andere gebiedstypen, en hier is de soortenrijkdom tussen 2018 en 2025 ook stabiel gebleven. Dit gebiedstype betreft vooral de meetpunten in bossen op de Utrechtse Heuvelrug, waar zich weliswaar ook nieuwe korstmossen gevestigd hebben, maar tegelijkertijd stikstofgevoelige korstmossen zijn verdwenen. De algehele lagere soortenrijkdom in dit gebiedstype komt omdat op de Utrechtse Heuvelrug een groot deel van de meetpunten in het bos ligt, waar veel korstmossen door beschaduwing afwezig zijn (zie 3.1.3).



Figuur 3.1 Gemiddelde soortenrijkdom korstmossen per meetpunt in verschillende gebiedstypen. De soortenrijkdom korstmossen neemt sinds het begin van de metingen in 1979 sterk toe, vooral tussen 1989 en 2001. Tussen 2018 en 2025 neemt de soortenrijkdom toe in bebouwde, agrarische en Natura 2000-gebieden, maar is stabiel in overige natuurgebieden.

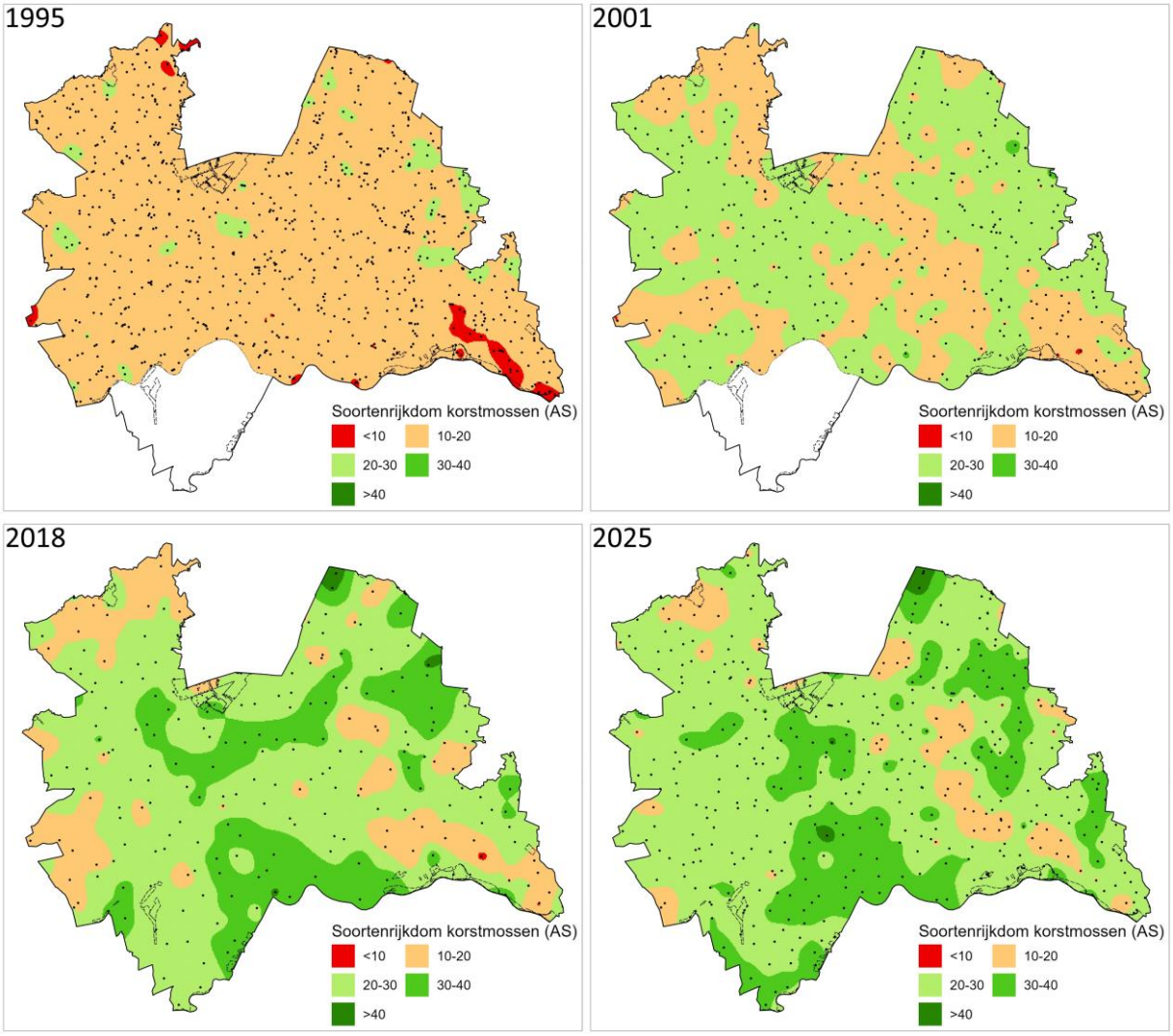
De soortenrijkdom laat tussen 2018 en 2025 in alle **regio's** een toename zien, behalve in de regio Utrechtse Heuvelrug waar de soortenrijkdom stabiel is gebleven (Figuur 3.2 en Figuur 3.3). In de regio Utrecht stad is de soortenrijkdom momenteel het grootst. De verschillen tussen regio's zijn grotendeels te verklaren aan de hand van de gebiedstypes waarin de meetpunten liggen. In regio Utrecht stad liggen de meeste meetpunten in bebouwd gebied, waar de soortenrijkdom hoger is dan in agrarische en natuurgebieden (Figuur 3.1). In regio Utrechtse Heuvelrug liggen de meeste meetpunten in bosgebieden, waar de soortenrijkdom tussen 2018 en 2025 niet is toegenomen (Figuur 3.1).



Figuur 3.2 Gemiddelde soortenrijkdom korstmossen per meetpunt per regio. De soortenrijkdom korstmossen neemt sinds het begin van de metingen in 1979 sterk toe, vooral tussen 1989 en 2001. Tussen 2018 en 2025 neemt de soortenrijkdom toe in vrijwel alle regio's, maar is stabiel in de regio Utrechtse Heuvelrug.



Een soortenrijk meetpunt met populierbomen. Op de voorste populierenstam groeien verschillende soorten schildmossen. Bomen in de provincie Utrecht zijn nu veel soortenrijker dan vroeger.



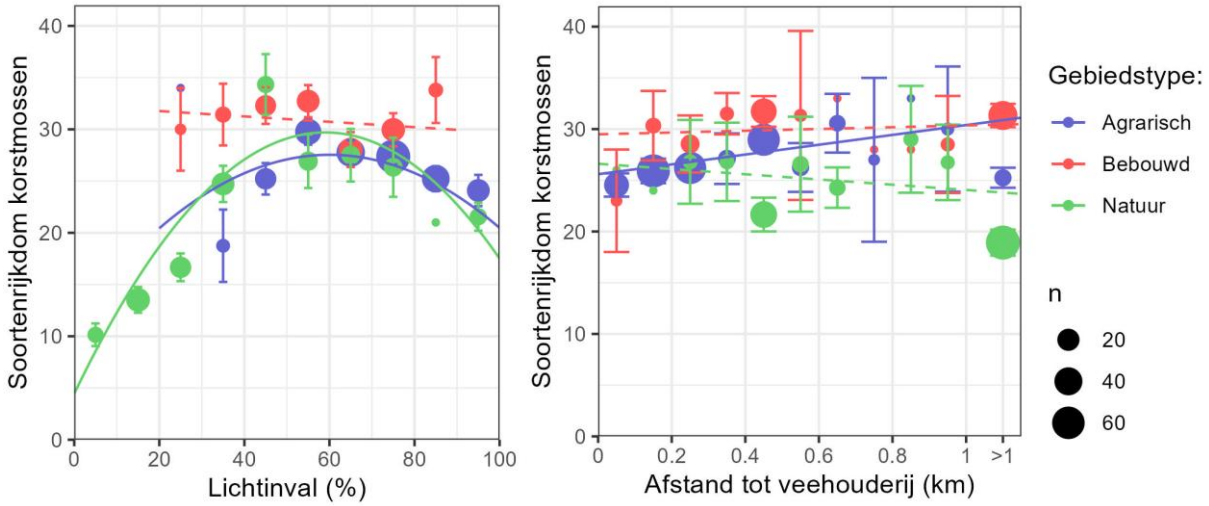
Figuur 3.3 Het aantal soorten korstmossen per meetpunt (AS) in 1995 (linksboven), 2001 (rechtsboven), 2018 (linksonder) en 2025 (rechtsonder). De soortenrijkdom korstmossen is tussen 1995 en 2025 sterk toegenomen. Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd. Zwarte stippellijnen geven de grenzen van Natura 2000-gebieden weer. Witte gebieden op de kaarten van 1995 en 2001 zijn in die meetronde niet onderzocht. De ruimtelijke kaart van 2018 toont minder detail vanwege het kleinere aantal meetpunten.

3.1.3 Relatie met omgevingsvariabelen

Het aantal soorten korstmossen per meetpunt is significant gecorreleerd met de boomomtrek (in agrarische gebieden), lichtinval (in agrarische en natuurgebieden) en afstand tot veehouderijen (in agrarische gebieden; Tabel 3.2). Boomomtrek is gecorreleerd met soortenrijkdom in agrarische gebieden, waarbij de soortenrijkdom toeneemt naarmate de bomen dikker worden, maar een optimum bereikt wanneer de boomomtrek ongeveer 24 dm is. Lichtinval is sterk gecorreleerd met soortenrijkdom in agrarische gebieden en natuurgebieden, maar in bebouwde gebieden ontbreekt een verband (Figuur 3.4). In agrarische gebieden en natuurgebieden is de soortenrijkdom het hoogst op meetpunten met een lichtinval tussen 50% en 80%. De afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij is in agrarische gebieden zwak gecorreleerd met de soortenrijkdom: De soortenrijkdom neemt gemiddeld genomen iets toe tussen 0 en 1 km afstand tot veehouderij (Figuur 3.4).

Tabel 3.2 Resultaten van lineaire regressieanalyse, waarbij de soortenrijkdom korstmossen (n=457 meetpunten; uitsluitend meetpunten bezocht in meetronde 2025) verklaard wordt met omtrek, afstand tot wegrand, lichtinval en afstand tot dichtstbijzijnde veehouderij. De kwadraat van verklarende variabelen is alleen in het model opgenomen wanneer deze significant verklarend is. Significante variabelen zijn vetgedrukt.

	Agrarisch			Bebouwd			Natuur		
	Est.	SE	P	Est.	SE	P	Est.	SE	P
Intercept	27,594	1,065		29,491	2,424		31,615	3,524	
Omtrek (dm)	**0,320**	**0,104**	**0,002**	-0,089	0,170	0,602	-0,036	0,119	0,760
Omtrek (dm)^2	**-0,041**	**0,015**	**0,008**						
Afstand tot wegrand (dm)	-0,007	0,014	0,634	0,013	0,020	0,527	-0,022	0,022	0,319
Afstand tot wegrand (dm)^2									
Lichtinval (%)	0,089	0,051	0,085	-0,026	0,055	0,637	**0,131**	**0,035**	**0,000**
Lichtinval (%)^2	**-0,004**	**0,002**	**0,006**				**-0,007**	**0,001**	**0,000**
Afstand veehouderij (km)	**4,797**	**1,941**	**0,014**	0,862	2,420	0,722	-2,556	2,580	0,324
Afstand veehouderij (km)^2									



Figuur 3.4 Correlaties tussen lichtinval (links) en afstand tot veehouderij (rechts) en de soortenrijkdom korstmossen voor meetpunten in drie verschillende gebiedstypen. Er is een verband tussen lichtinval en soortenrijkdom korstmossen in agrarische en natuurgebieden, waarbij het optimum rond 60% lichtinval ligt. Er is een positief verband tussen de afstand tot een veehouderij en soortenrijkdom korstmossen in agrarische gebieden. Voor de weergave in deze figuur zijn de meetpunten samengevat in intervallen (lichtinval 10% intervallen; afstand tot veehouderij 0,1 km intervallen), waarbij de stipgrootte het aantal meetpunten en de foutbalken de standaardfouten weergeven. Lijnen zijn trendlijnen, waarbij een onderbroken lijn aangeeft dat de correlatie niet significant is.

3.2 Soortenrijkdom mossen

3.2.1 Soortensamenstelling

In totaal zijn er op de 457 meetpunten die in 2025 zijn onderzocht 69 soorten mossen aangetroffen (Bijlagen B en D). Vijf soorten mossen zijn sinds de meetronde 2018 verdwenen, namelijk Riviermos (*Dialytrichia mucronata*), Rond boogsterrenmos (*Plagiomnium affine*), Muursnavelmos (*Rhynchostegium murale*) en de zuurminnende soorten Gewoon draadmos (*Cephaloziella divaricata*) en Neptunusmos (*Lepidozia reptans*).

In het algemeen zijn zuurminnende soorten die karakteristiek zijn voor zure bomen in droge bossen op zandgrond verder afgenomen, waaronder Gedrongen kantmos (*Lophocolea heterophylla*), Geelsteeltje (*Orthodontium lineare*) en Boskronkelsteeltje (*Campylopus flexuosus*). Veel andere mossoorten zijn in vergelijking met 2018 daarentegen juist toegenomen of nieuw verschenen. De soorten die het sterkst zijn toegenomen zijn Broedhaarmuts (*Orthotrichum lyellii*; van 10,2% van de meetpunten in 2018 naar 26,4% van de meetpunten in 2025), Knikkersterretje (*Syntrichia papillosa*; van 16,2% naar 28,9%) en Helmroestmos (*Frullania dilatata*; van 8,1% naar 19,8%). Deze mossoorten groeien vooral op bomen in agrarisch en bebouwd gebied, bij voorkeur op bomen waarbij de stammen tenminste enigszins beschut en na regen lang vochtig blijven. Ze hebben geprofiteerd van de afname van SO_2 vervuiling, het voedselrijker worden van boomschors en klimaatverandering.

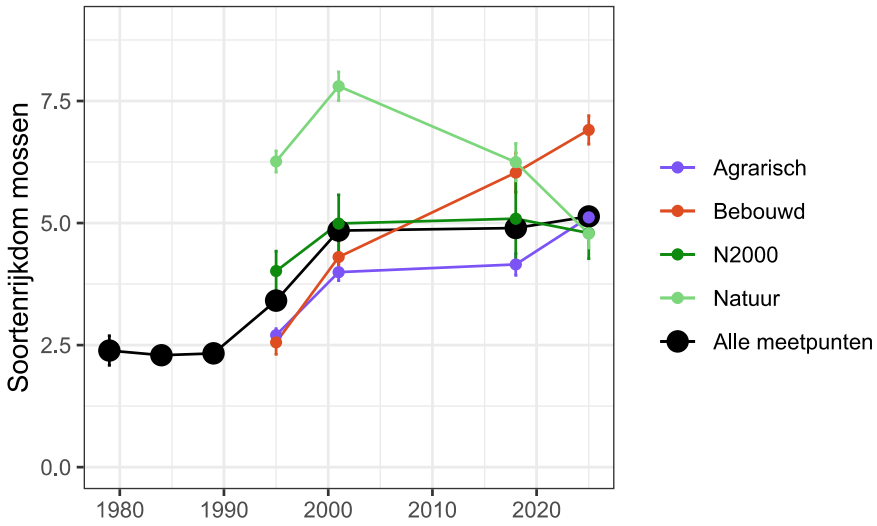
Er werden 27 soorten mossen nieuw gevonden in de meetronde 2025 ten opzichte van de meetronde in 2018. Hiervan werden vijf soorten uitsluitend aangetroffen op meetpunten die nieuw zijn uitgezet. De overige 22 soorten werden (ook) gevonden op meetpunten die eerder ook in 2018 waren onderzocht. Nieuwkomers zijn vooral mossoorten van voedselrijke schors die overal in Nederland toenemen, zoals Staafjesiepenmos (*Zygodon conoideus*), en verschillende soorten haarmutsen, zoals Gladde haarmuts (*Orthotrichum striatum*) en Dwerghaarmuts (*Orthotrichum pumilum*). Op een nieuw uitgezet meetpunt werd de Rode Lijst soort Gesloten haarmuts (*Orthotrichum acuminatum*) aangetroffen (Siebel et al., 2013).

3.2.2 Soortenrijkdom mossen per meetpunt

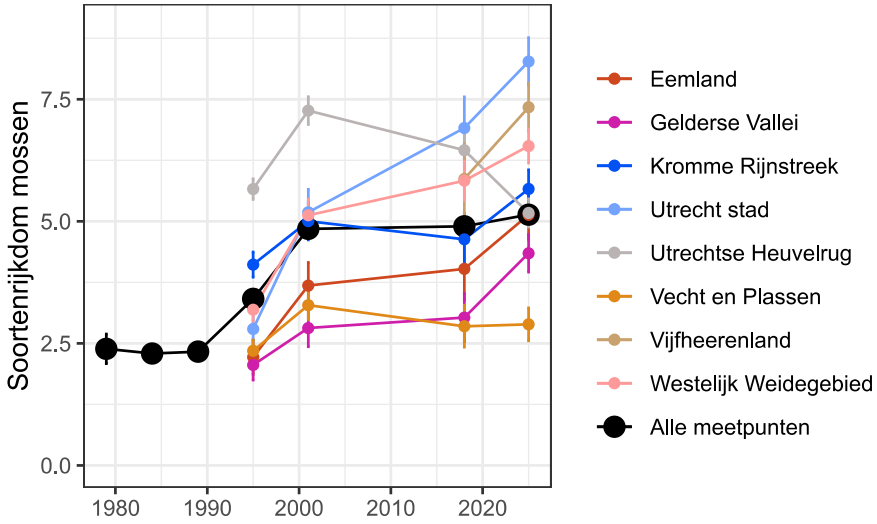
Het aantal soorten mossen per meetpunt is sinds de start van het meetnet in 1979 sterk toegenomen, gemiddeld van 2,4 soorten mossen per meetpunt in 1979, 3,4 soorten per meetpunt in 1995, 4,9 soorten per meetpunt in 2001, 4,9 soorten per meetpunt in 2018 en 5,1 soorten per meetpunt in 2025. De toename in de soortenrijkdom mossen gedurende de laatste decennia komt door het verder uitbreiden van enkele algemene soorten die enigszins voedselrijkere schors prefereren, zoals Gesnaveld klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*), Gewone haarmuts (*Orthotrichum affine*) en Gedraaid knikmos (*Bryum capillare*).

Er zijn wel contrasterende verschillen tussen **gebiedstypen** in hoe sterk het aantal soorten mossen is toegenomen. In natuurgebieden is de soortenrijkdom mossen sinds 1995 afgenomen, terwijl het aantal soorten mossen in agrarische en bebouwde gebieden juist is toegenomen (Figuur 3.5). De soortenrijkdom mossen was in 1995 verreweg het hoogst in natuurgebieden, in de provincie Utrecht betreft het voor het overgrote deel meetpunten op de Utrechtse Heuvelrug. Hier groeiden relatief veel kleine zuurminnende soorten, die gedurende de laatste decennia sterk zijn achteruitgegaan. In plaats daarvan hebben zijn slaapmossen die niet specifiek zuurminnend zijn dominant geworden. In bosgebieden van de Utrechtse Heuvelrug is Gesnaveld klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*) nu de meest dominante mossoort, die vaak grote oppervlakten van het schorsoppervlak kan bedekken. Buiten bossen beperkt Gesnaveld klauwtjesmos zich vooral tot de boomvoet. In agrarische en

stedelijke gebieden was de soortenrijkdom mossen in 1995 nog relatief laag, en zijn sindsdien mossen die karakteristiek zijn voor matig voedselrijk tot voedselrijke schors sterk toegenomen. Tegenwoordig is de soortenrijkdom mossen het hoogst in bebouwde gebieden. De sterkere toename in bebouwde gebieden komt mogelijk doordat bomen hier beschutter staan en na regenval langer vochtig blijven. Ook groeien er in de bebouwde kom vaak meer soorten mossen op stoffige boomvoeten.



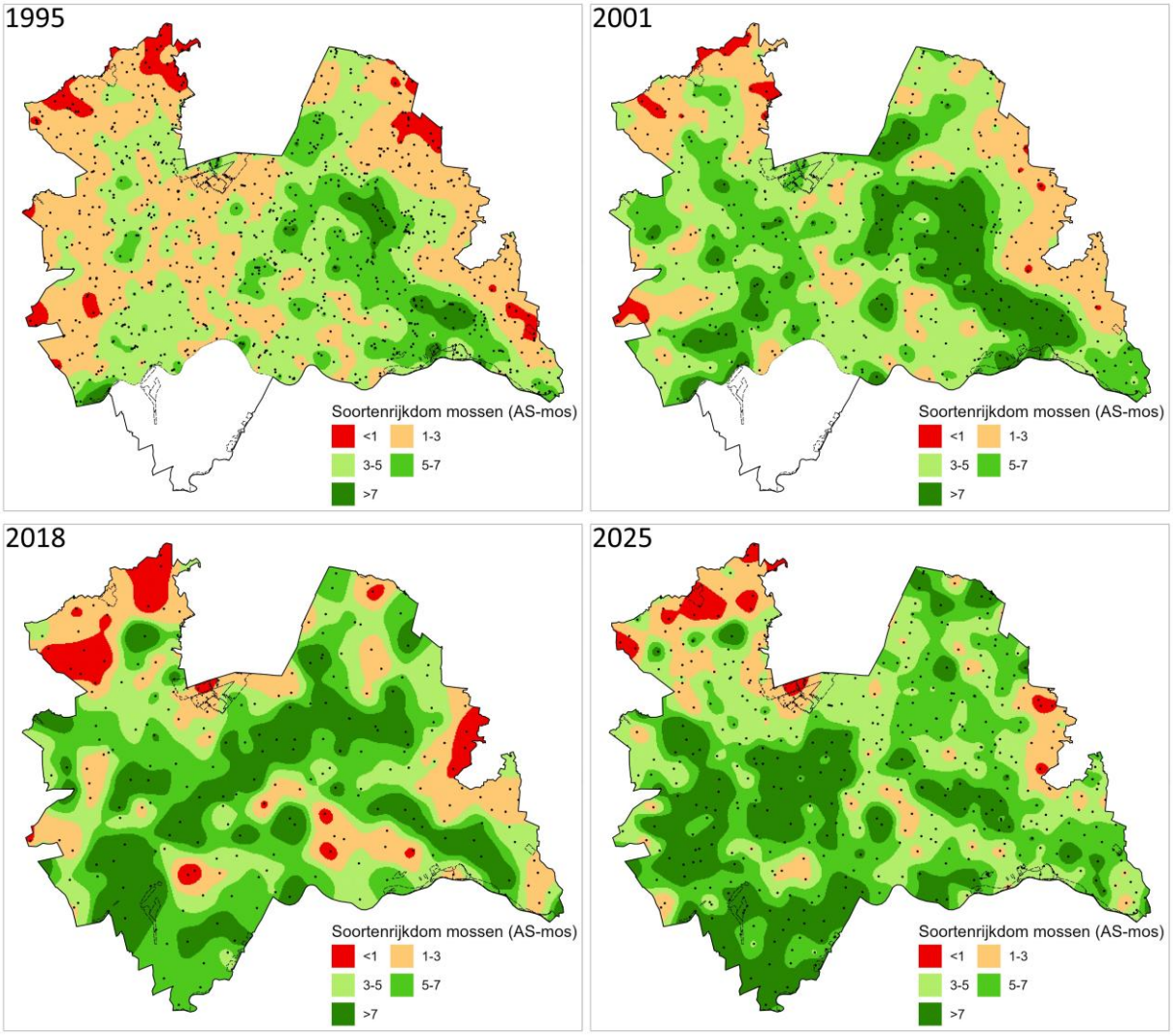
Figuur 3.5 Gemiddelde soortenrijkdom mossen per meetpunt in verschillende gebiedstypen. Tussen 2018 en 2025 is de soortenrijkdom mossen in bebouwde en agrarische gebieden toegenomen, terwijl de rijkdom juist is afgenomen in natuurgebieden.



Figuur 3.6 Gemiddelde soortenrijkdom mossen per meetpunt per regio. De soortenrijkdom mossen is tussen 2018 en 2025 in de meeste regio's toegenomen, behalve in de regio's Utrechtse Heuvelrug en Vecht en Plassen, waar de soortenrijkdom respectievelijk is afgenomen of stabiel is gebleven.

Gemiddeld genomen is het aantal mossen per meetpunt tussen 2018 en 2025 toegenomen in zes van de acht **regio's** (Figuur 3.6 en Figuur 3.7). In de regio Vecht en Plassen is de soortenrijkdom mossen stabiel gebleven, terwijl op de Utrechtse Heuvelrug sprake is van een afname. De afname op de

Utrechtse Heuvelrug betreft vooral zuurminnende kleine soorten mossen die op boomvoeten van eikenbomen groeiden, maar sterk zijn afgenomen. Momenteel is de soortenrijkdom het hoogst in stedelijke gebieden, zoals in regio Utrecht stad, en in regio's met relatief veel meetpunten met populieren en essen, zoals in regio Vijfheerenlanden.



Figuur 3.7 Het aantal soorten mossen per meetpunt (AS_{mos}) in 1995 (linksboven), 2001 (rechtsboven), 2018 (linksonder) en 2025 (rechtsonder). In 1995 en 2001 bevonden de meetpunten met de hoogste soortenrijkdom mossen zich op de Utrechtse Heuvelrug. Dit patroon is veranderd doordat de soortenrijkdom mossen in de loop der tijd buiten de Utrechtse Heuvelrug is toegenomen en op de Utrechtse Heuvelrug is afgenomen. Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd. Zwarte stippellijnen geven de grenzen van Natura 2000-gebieden weer. Witte gebieden op de kaarten van 1995 en 2001 zijn in die meetronde niet onderzocht. De ruimtelijke kaart van 2018 toont minder detail vanwege het kleinere aantal meetpunten.

3.3 Stikstofminnende korstmossen (NIW)

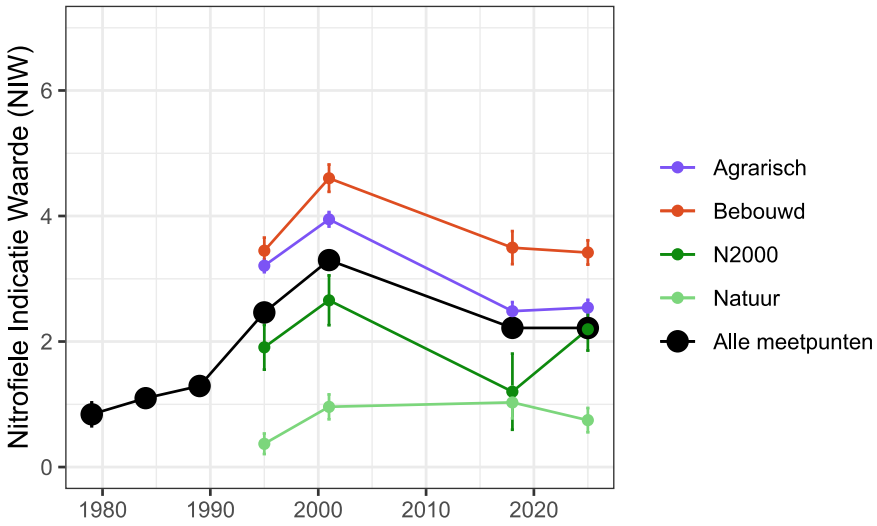
De indicatiewaarde voor stikstofminnende korstmossen (ook wel nitrofyten genoemd), de NIW, was het laagst in 1979 (0,8) en piekte in 2001 (3,3). Tussen 2001 en 2018 (2,2) nam de NIW weer af. In 2025 was de NIW gemiddeld voor de hele provincie 2,2 en daarmee onveranderd ten opzichte van 2018. Er zijn wel verschillen in de trends van individuele stikstofminnende soorten. Sommige soorten zijn sinds 2018 toegenomen, zoals Poedergeelkorst (*Candelariella efflorescens/rubrisoli*) en Fijne geelkorst (*Candelariella xanthostigma*). Tegelijkertijd zijn Heksenvingermos (*Physcia tenella*) en Klein dooiermos (*Polycauliona polycarpa*) afgenomen. De tegengestelde trends van stikstofminnende korstmossen kunnen worden verklaard doordat veel soorten behalve op ammoniak ook reageren op klimaatverandering. Hier is bij het samenstellen van de NIW in 1989 al rekening mee gehouden, en soorten die door klimaatverandering toe- en afnemen zijn met elkaar in balans, waardoor de NIW een goede graadmeter is voor veranderingen in de ammoniakbelasting (zie uitgebreidere discussie in 4.2).



Fijne geelkorst (*Candelariella xanthostigma*) is de laatste jaren sterk toegenomen.

3.3.1 Veranderingen in gebiedstypen

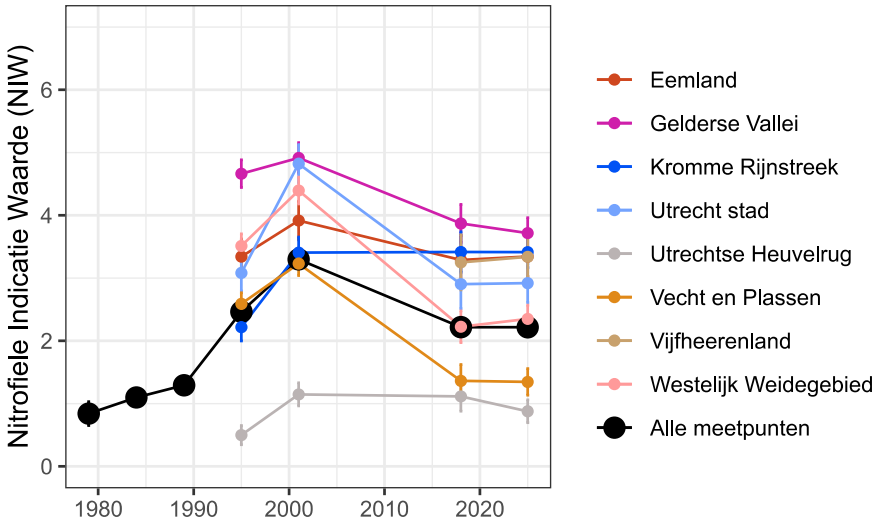
De mate waarin de NIW is veranderd tussen 2018 en 2025 verschilt enigszins tussen **gebiedstypen** (Figuur 3.8). In agrarische en bebouwde gebieden is de NIW sinds 2018 gemiddeld genomen niet veranderd. In Natura 2000-gebieden is de NIW tussen 2018 en 2025 toegenomen, terwijl in overige natuurgebieden de NIW juist is afgenomen. Hierbij moet worden opgemerkt dat er in 2018 nauwelijks meetpunten in Natura 2000-gebieden lagen. De onzekerheid over de NIW waarde in 2018 in Natura 2000-gebieden is daardoor groot, en de toename in dit gebiedstype tussen 2018 en 2025 is niet significant (lineair mixed model analyse; P = 0.45). In vergelijking met 2001 is de NIW in Natura 2000-gebieden in 2025 juist iets afgenomen, maar ook voor deze trend geldt een hoge onzekerheid vanwege het lage aantal meetpunten.



Figuur 3.8 Veranderingen in de NIW per gebiedstype. De NIW nam gemiddeld toe tussen 1979 en 2001, om vervolgens tussen 2001 en 2018 af te nemen. Tussen 2018 en 2025 is de NIW stabiel gebleven.

3.3.2 Ruimtelijke veranderingen

Er zijn duidelijke verschillen in de NIW tussen **regio's** in de meetronde 2025 (Figuur 3.9 en 3.10). De NIW is relatief laag in de regio Utrechtse Heuvelrug en in het noordwesten van de provincie in de regio's Vecht en Plassen en Westelijk Weidegebied (Figuur 3.9). De NIW is juist relatief hoog in het oosten van de provincie, regio Gelderse Vallei, en in het zuiden, regio Kromme Rijnstreek.

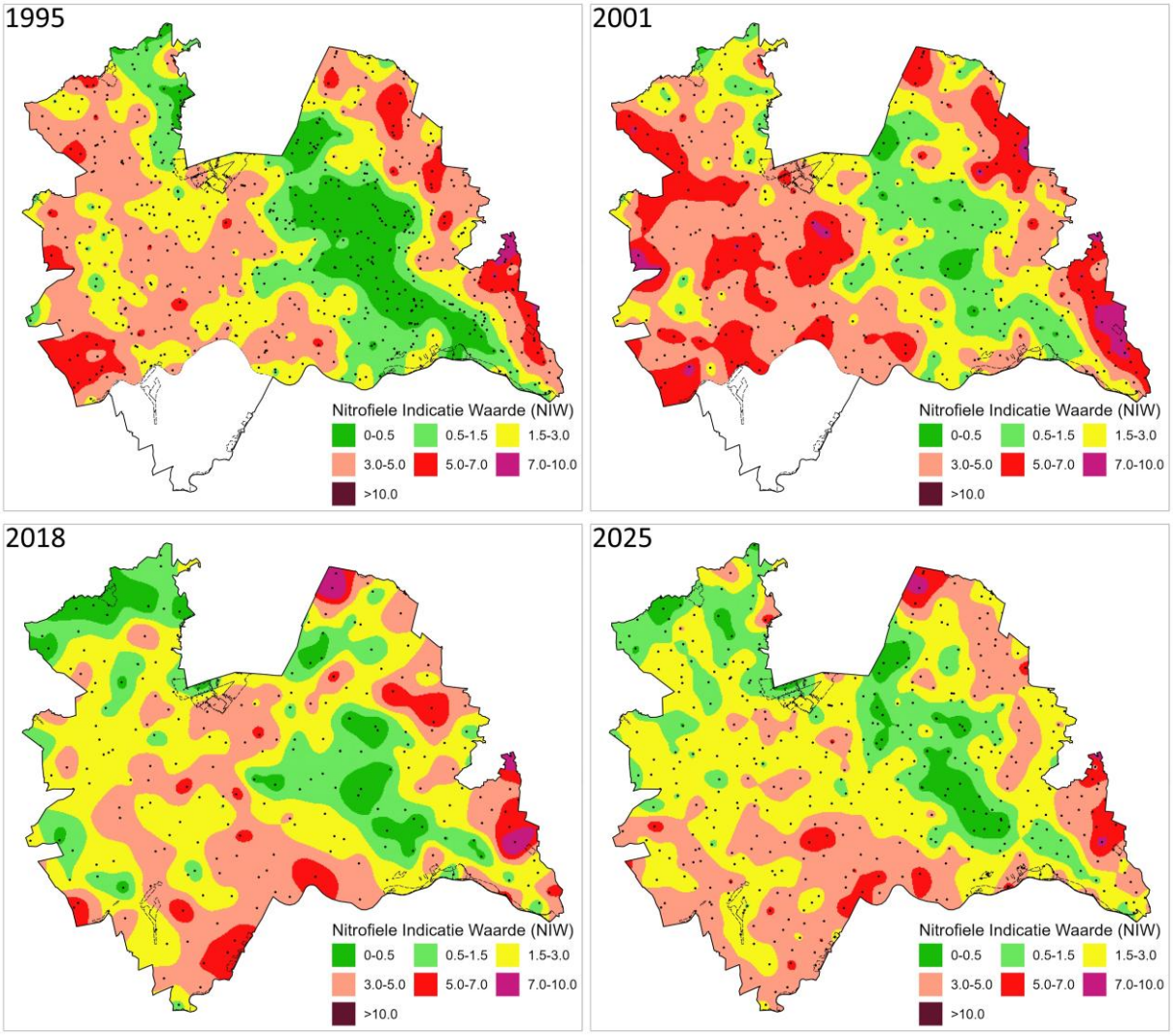


Figuur 3.9 De indicatiewaarde voor stikstofminnende korstmossen (NIW) per regio. Een hogere waarde duidt op meer invloed van ammoniak. De NIW is relatief hoog in de regio's Gelderse Vallei en Kromme Rijnstreek, terwijl de NIW juist relatief laag is in de regio's Utrechtse Heuvelrug en Vecht en Plassen. In geen van de regio's heeft een grote verschuiving in de NIW plaatsgevonden tussen 2018 en 2025.

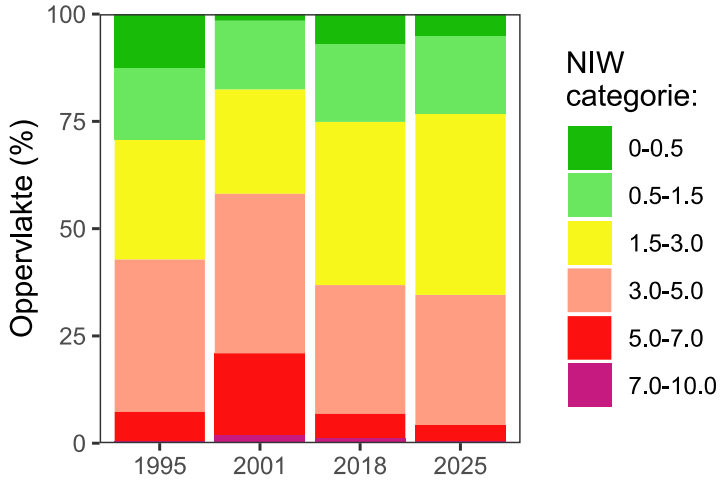
Gemiddeld genomen is de NIW sinds 2018 in alle acht regio's stabiel gebleven, met binnen een regio een verandering van maximaal 0,29 NIW punten (Figuur 3.9). In de regio's Vijfheerenlanden (+0,29 punten) en Eemland (+0,20 punten) is de NIW tussen 2018 en 2025 iets toegenomen, terwijl in de regio's Utrechtse Heuvelrug (-0,22 punten), Gelderse Vallei (-0,11 punten) en Kromme Rijnstreek (-

0,14) de NIW iets is afgenomen. In de overige drie regio's is de verandering tussen 2018 en 2025 <0.10 NIW punten. Doordat het meetnet in 2018 een lage puntendichtheid had is het niet mogelijk om op een lokale schaal kleiner dan regioschaal uitspraken te doen waar de NIW tussen 2018 en 2025 is toe- of afgenomen.

De verdeling van landoppervlakte over de verschillende NIW categorieën is tussen 2018 en 2025 in de provincie nauwelijks veranderd (Figuur 3.11).



Figuur 3.10 De indicatiewaarde voor stikstofminnende korstmossen (NIW) in 1995 (linksboven), 2001 (rechtsboven), 2018 (linksonder) en 2025 (rechtsonder). De ruimtelijke patronen van de NIW zijn door de loop der tijd veranderd, het verschil tussen de Utrechtse Heuvelrug (in het verleden grotendeels een zeer lage NIW) en de agrarische gebieden (in het verleden een hoge NIW) is kleiner geworden. Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd. Een hogere waarde duidt op meer invloed van ammoniak. Groene stippellijnen geven de grenzen van Natura 2000-gebieden weer. Witte gebieden op de kaarten van 1995 en 2001 zijn in die meetronde niet onderzocht. De ruimtelijke kaart van 2018 toont minder detail vanwege het kleinere aantal meetpunten.



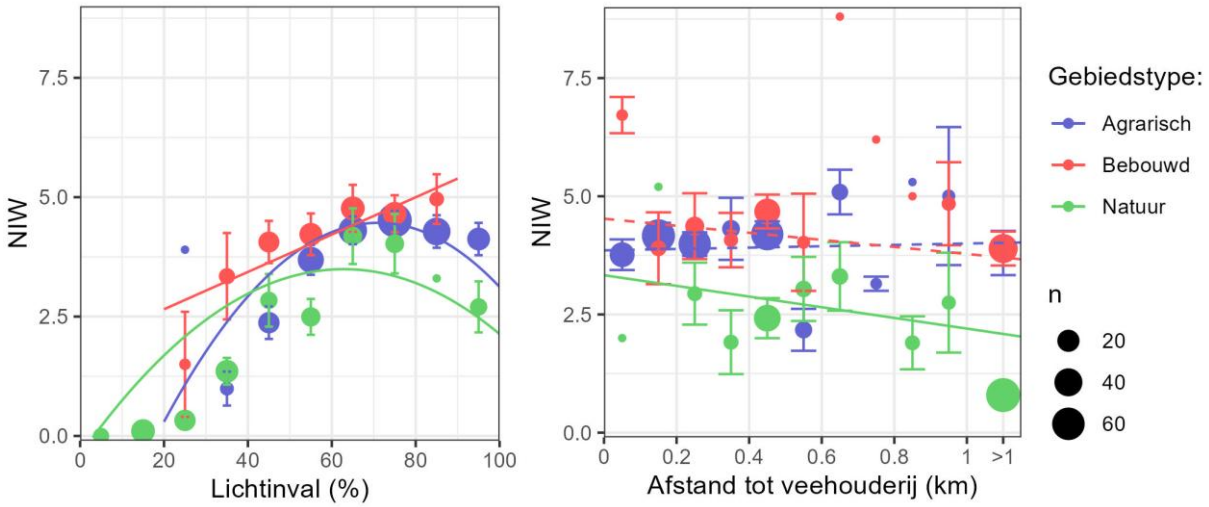
Figuur 3.11 Oppervlakte van de provincie Utrecht (uitgedrukt in %) opgedeeld in verschillende NIW categorieën op basis van de kaarten in Figuur 3.10 per meetronde. In 2001 had een relatief groot deel van de oppervlakte een matige of hoge NIW. Tussen 2018 en 2025 is er nauwelijks verandering opgetreden.

3.3.3 Relaties met omgevingsvariabelen

De NIW correleert significant met de boomomtrek (in bebouwde gebieden), met lichtinval (in agrarische, bebouwde en natuurgebieden) en met de afstand tot veehouderijen (in natuurgebieden) (Tabel 3.3). In bebouwde gebieden is de NIW op dikkere bomen lager, wat verklaard kan worden doordat schors van oudere bomen zuurder is. Elders hebben andere factoren zoals luchtvervuiling mogelijk zoveel invloed dat de veroudering van de schors een verwaarloosbaar effect heeft op de NIW. De mate van lichtinval (%) is positief gecorreleerd met de NIW (Figuur 3.12). Dit kan verklaard worden omdat veel stikstofminnende korstmossen het beste gedijen in goed belichte omstandigheden. Veel soorten korstmossen die meetellen in de indicatiewaarde voor stikstofgevoelige korstmossen (AIW) zijn wel tolerant voor schaduw. De AIW is daarom een goede aanvullende indicatiewaarde om de situatie in natuurgebieden te beoordelen (zie 3.4). Voor meetpunten in natuurgebieden is er een negatieve correlatie tussen de afstand van een meetpunt tot de dichtstbijzijnde veehouderij en de NIW (Figuur 3.12).

Tabel 3.3 Resultaten van lineaire regressieanalyse, waarbij de NIW (n=457 meetpunten; uitsluitend meetpunten bezocht in meetronde 2025) verklaard wordt met omtrek, afstand tot wegrand, lichtinval en afstand tot dichtstbijzijnde veehouderij. De kwadraat van verklarende variabelen is alleen in het model opgenomen wanneer deze significant verklarend is. Significante variabelen zijn vetgedrukt.

	Agrarisch			Bebouwd			Natuur		
	Est.	SE	P	Est.	SE	P	Est.	SE	P
Intercept	3,756	0,390		4,526	0,541		4,330	0,575	
Omtrek (dm)	0,033	0,026	0,207	**-0,103**	**0,043**	**0,019**	-0,009	0,020	0,647
Omtrek (dm)^2									
Afstand tot wegrand (dm)	0,001	0,004	0,691	0,003	0,005	0,615	-0,004	0,004	0,274
Afstand tot wegrand (dm)^2									
Lichtinval (%)	**0,067**	**0,013**	**0,000**	**0,039**	**0,014**	**0,007**	**0,025**	**0,006**	**0,000**
Lichtinval (%)^2	**-0,002**	**0,000**	**0,000**				**-0,001**	**0,000**	**0,000**
Afstand veehouderij (km)	0,145	0,497	0,771	-0,747	0,627	0,237	**-1,129**	**0,431**	**0,010**
Afstand veehouderij (km)^2									

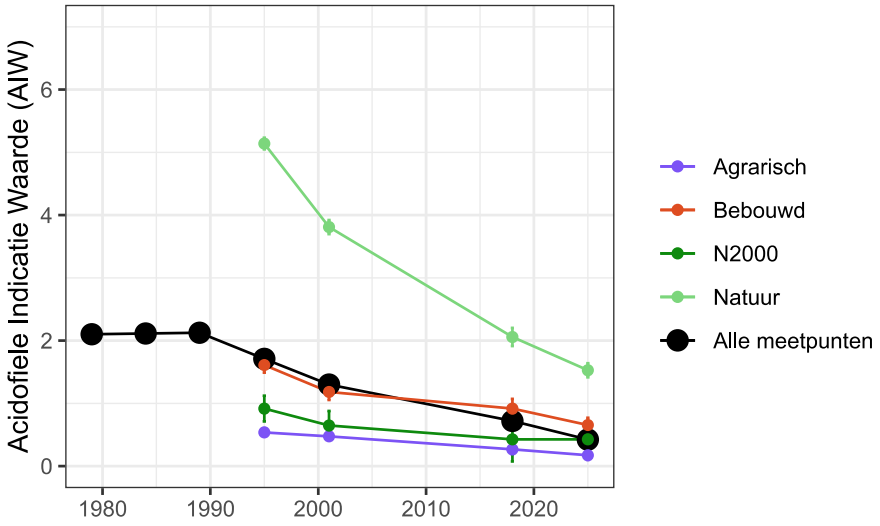


Figuur 3.12 Correlaties tussen lichtinval (links) en afstand tot veehouderij (rechts) en de NIW voor meetpunten in drie verschillende gebiedstypen. Er is een significante correlatie tussen de lichtinval en de NIW in agrarische, bebouwde en natuurgebieden. Er is een significante negatieve correlatie tussen de afstand tot veehouderij en NIW voor meetpunten in natuurgebieden. Voor de weergave in deze figuur zijn de meetpunten samengevat in intervallen (lichtinval 10% intervallen; afstand tot veehouderij 0,1 km intervallen), waarbij de stipgrootte het aantal meetpunten en de foutbalken de standaardfouten weergeven. Lijnen zijn trendlijnen, waarbij een onderbroken lijn aangeeft dat de correlatie niet significant is.

3.4 Stikstofgevoelige korstmossen (AIW)

3.4.1 Veranderingen per gebiedstype

De indicatiewaarde voor zuurminnende stikstofgevoelige korstmossen (ook wel acidofyten genoemd), de AIW, is sinds de start van het meetnet in 1979 sterk afgenomen, van 2,1 in meetronde 1979, 1,7 in 1995, 1,3 in 2001, 0,7 in 2018 en 0,4 in 2025 (Figuur 3.13). Vrijwel alle stikstofgevoelige gaan achteruit (Bijlage A), en er is vooral een grote afname geweest van Roestbruin schorssteeltje (*Chaenotheca ferruginea*), Eikenmos (*Evernia prunastri*), Gewoon schubjesmos (*Hypocenomyce scalaris*) en Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*). Deze soorten kwamen in de vorige eeuw vooral op de Utrechtse Heuvelrug nog vrij algemeen voor, maar worden steeds schaarser. De blijvende achteruitgang van stikstofgevoelige soorten (ondanks stabiele ammoniakconcentraties) wordt veroorzaakt door de langdurige inwerking van ammoniak op de boomschors, en doordat de huidige ammoniakconcentraties nog ruim boven waarden liggen waaronder herstel kan optreden. Om deze redenen zijn de trends van de AIW geen spiegelbeeld van de trends van de NIW (zie ook 4.3).

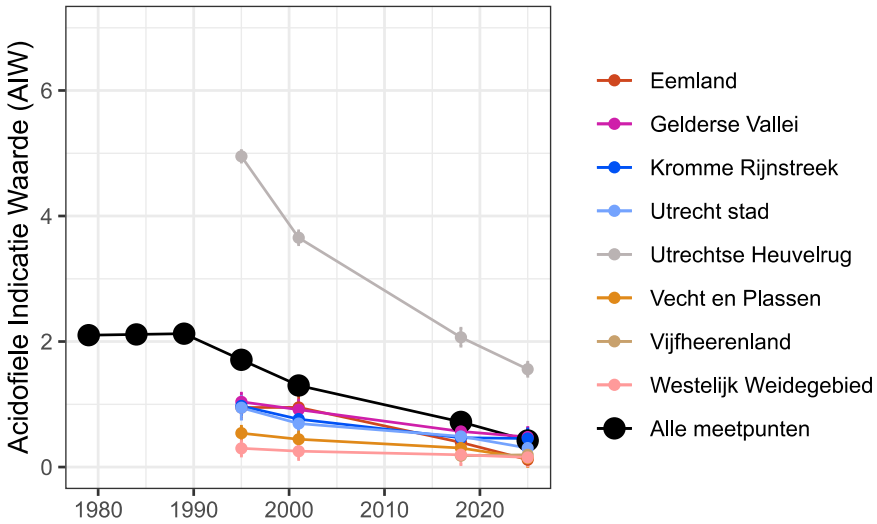


Figuur 3.13 Veranderingen in het aantal zuurminnende stikstofgevoelige korstmossen (AIW) per gebiedstype. Sinds 1989 is de AIW in alle gebiedstypen afgenomen. Ook tussen 2018 en 2025 is de AIW verder afgenomen, het meest duidelijk in natuurgebieden.

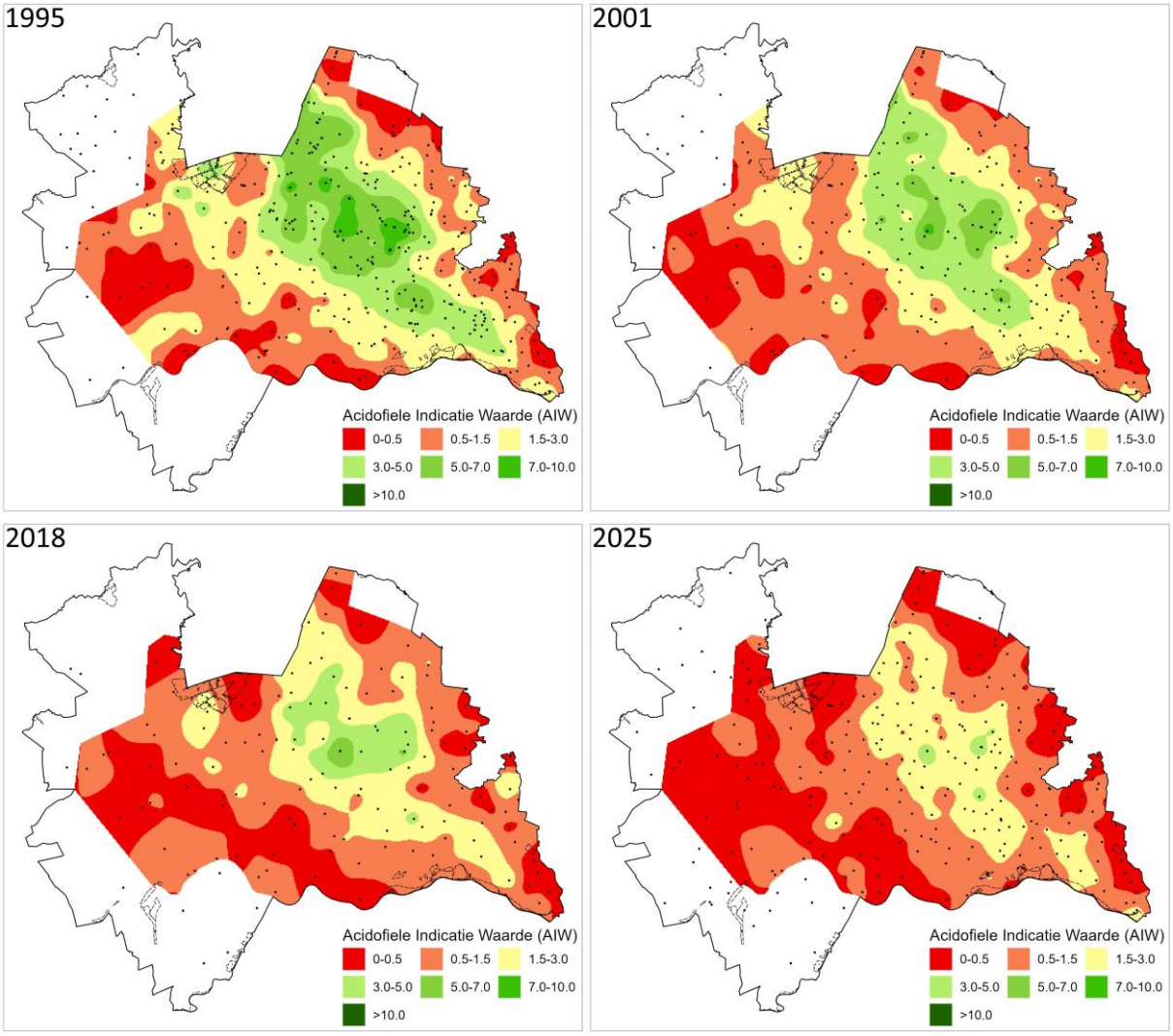
De AIW is sinds 2018 in drie van de vier **gebiedstypen** afgenomen (Figuur 3.13). Er is vooral een sterke afname van zuurminnende stikstofgevoelige korstmossen geweest in natuurgebieden, wat voornamelijk toe te schrijven is aan de achteruitgang van stikstofgevoelige soorten op de Utrechtse Heuvelrug reflecteert. In Natura 2000-gebieden is de trend stabiel, maar de veranderingen zijn hier onzeker doordat er weinig meetpunten in 2018 in Natura 2000-gebieden zijn onderzocht. Bovendien is de AIW in agrarische en Natura 2000-gebieden ondertussen zo laag dat het nauwelijks nog verder kan dalen.

3.4.2 Ruimtelijke veranderingen

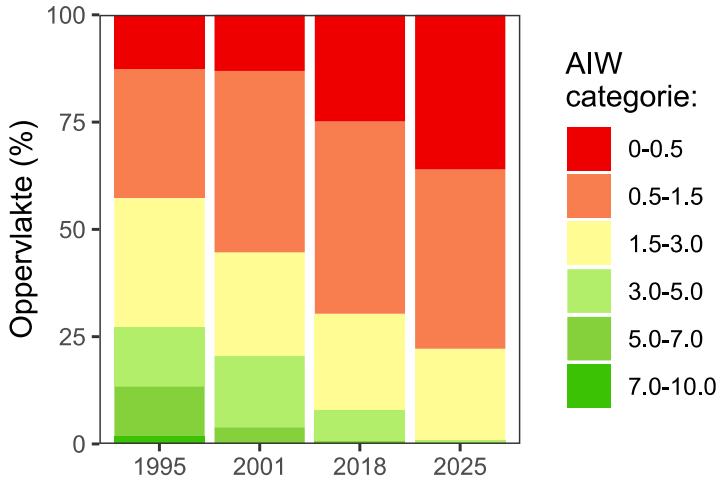
De afname van stikstofgevoelige korstmossen heeft tussen 2018 en 2025 vooral plaatsgevonden in de regio Utrechtse Heuvelrug. Dat is ook de enige regio waar nog significante hoeveelheden stikstofgevoelige soorten voorkomen (Figuur 3.14). In de overige regio's was de AIW in 2018 al zo laag dat deze ook niet of nauwelijks meer verder kon dalen. De oppervlakte in Utrecht waar de AIW op bodemniveau is (< 0,5 punten) is sinds 2018 sterk toegenomen (Figuur 3.15 en Figuur 3.16), terwijl de gebieden met een relatief hogere AIW score helemaal verdwenen zijn en een AIW score van meer dan 3,0 een grote zeldzaamheid is geworden. Bovendien zijn er geen gebieden, ook niet lokaal, waar de AIW sinds 2018 duidelijk is toegenomen (Figuur 3.15).



Figuur 3.14 De indicatiewaarde voor zuurminnende stikstofgevoelige korstmossen (AIW) per regio. Een lagere waarde duidt op meer invloed van ammoniak. In alle regio's is de AIW in de loop der tijd afgenomen. De AIW is nu nog het hoogst op de Utrechtse Heuvelrug, maar ook hier is sprake van een sterke achteruitgang.



Figuur 3.15 De indicatiewaarde voor zuurminnende stikstofgevoelige korstmossen (AIW) in 1995 (linksboven), 2001 (rechtsboven), 2018 (linksonder) en 2025 (rechtsonder). Het voorkomen en de hoeveelheid van stikstofgevoelige korstmossen is door de tijd heen sterk afgenomen. In 2025 komen stikstofgevoelige soorten vrijwel alleen nog voor op de Utrechtse Heuvelrug, maar ook hier in veel kleinere hoeveelheden dan waargenomen in de meetrondes van 1995 en 2001. Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd. Een lagere waarde duidt op meer invloed van ammoniak. Zwarte stippellijnen geven de grenzen van Natura 2000-gebieden weer. Witte gebieden op de kaarten zijn gebieden met relatief weinig meetpunten met zomereiken, waar de AIW niet betrouwbaar geïnterpoleerd kan worden. De ruimtelijke kaart van 2018 toont minder detail vanwege het kleinere aantal meetpunten.



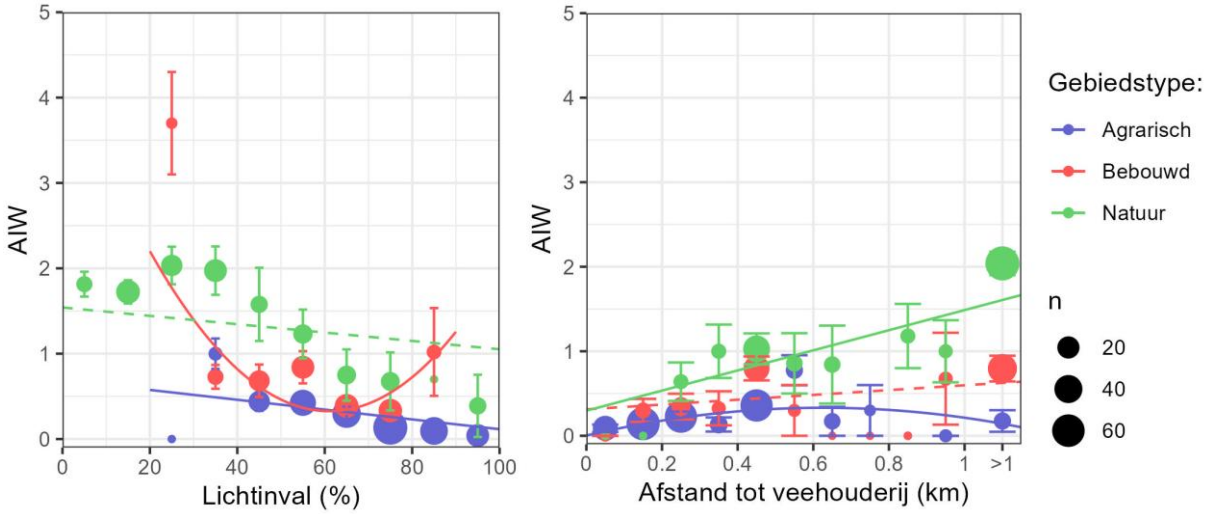
Figuur 3.16 Oppervlakte van de provincie Utrecht (uitgedrukt in %) opgedeeld in verschillende AIW categorieën op basis van de kaarten in Figuur 3.15 per meetronde. Door de tijd heen is de oppervlakte met weinig of geen stikstofgevoelige korstmossen toegenomen, terwijl de oppervlakte met matig of veel stikstofgevoelige korstmossen is afgenomen.

3.4.3 Relaties met omgevingsvariabelen

De AIW correleert significant met de boomomtrek (in agrarische en bebouwde gebieden), met lichtinval (in agrarische en bebouwde gebieden) en met de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij (in agrarische en natuurgebieden) (Tabel 3.4). De positieve correlatie met boomomtrek wordt verklaard doordat de schors van oudere eiken zuurder en voedselarmer is, waardoor er op oudere bomen van nature meer zuurminnende soorten voorkomen. Er is een negatieve correlatie tussen de AIW en lichtinval (Figuur 3.17). Deze correlatie kan worden verklaard doordat in de loop van de tijd juist de lichtminnende zuurminnende soorten sterk zijn afgenomen. Tegenwoordig komen vooral de AIW-soorten Gewone poederkorst (L*epraria incana*) en bekermossen (*Cladonia's*) nog voor, korstmossen die goed gedijen op beschaduwde boomstammen. Met deze zuurminnende soorten gaat het relatief goed in vergelijking met de blad- en struikvormige soorten, die een lichte standplaats prefereren. Het resultaat is dat er tegenwoordig op meetpunten in bossen meer stikstofgevoelige soorten voorkomen dan op meetpunten in een open omgeving. Een andere factor die hier deels mee kan samenhangen is dat de droge depositie van ammoniak op beschaduwde boomstammen (die vaak beschut in het bos staan) waarschijnlijk een stuk lager is dan op geëxponeerde boomstammen. In agrarisch gebieden en natuurgebieden correleert de AIW positief met de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij (Figuur 3.17). Dichtbij veehouderijen komen minder gevoelige korstmossen voor omdat stikstofgevoelige soorten het snelst en als eerste verdwijnen in gebieden dichtbij ammoniakbronnen. In agrarische gebieden vlakt het effect snel af (Figuur 3.17). In agrarische gebieden zijn alle zuurminnende korstmossen zo goed als verdwenen, waardoor een statistische relatie lastig te bepalen is.

Tabel 3.4 Resultaten van lineaire regressieanalyse, waarbij de AIW (n=457 meetpunten; uitsluitend meetpunten bezocht in meetronde 2025) verklaard wordt met omtrek, afstand tot wegrand, lichtinval en afstand tot dichtstbijzijnde veehouderij. De kwadraat van verklarende variabelen is alleen in het model opgenomen wanneer deze significant verklarend is. Significante variabelen zijn vetgedrukt.

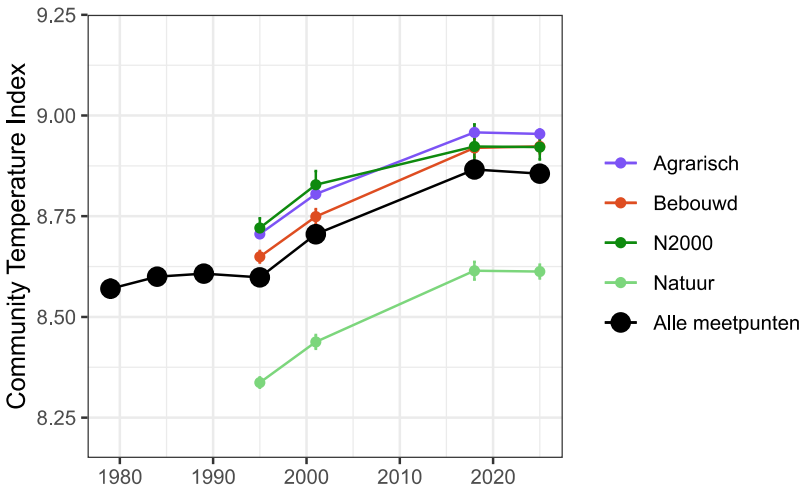
	Agrarisch			Bebouwd			Natuur		
	Est.	SE	P	Est.	SE	P	Est.	SE	P
Intercept	0,103	0,098		0,212	0,210		-0,204	0,387	
Omtrek (dm)	**0,018**	**0,005**	**0,000**	**0,035**	**0,015**	**0,020**	0,019	0,014	0,177
Omtrek (dm)^2									
Afstand tot wegrand (dm)	0,001	0,001	0,340	-0,002	0,002	0,372	0,004	0,003	0,105
Afstand tot wegrand (dm)^2									
Lichtinval (%)	**-0,006**	**0,002**	**0,000**	**-0,025**	**0,005**	**0,000**	-0,005	0,004	0,207
Lichtinval (%)^2				**0,001**	**0,000**	**0,000**			
Afstand veehouderij (km)	**1,051**	**0,296**	**0,000**	0,285	0,214	0,187	**1,191**	**0,312**	**0,000**
Afstand veehouderij (km)^2	**-0,840**	**0,310**	**0,007**						



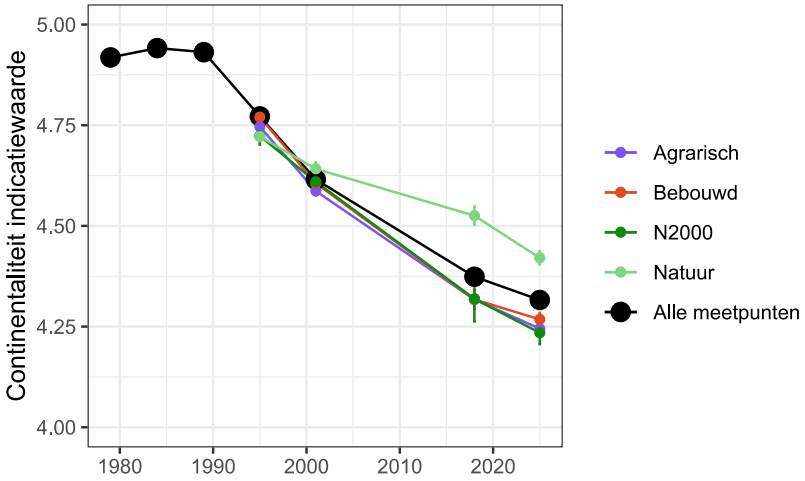
Figuur 3.17 Correlaties tussen lichtinval (links) en afstand tot veehouderij (rechts) en de AIW voor meetpunten in drie verschillende gebiedstypen. Er is een significante correlatie tussen lichtinval en de AIW in agrarische en bebouwde gebieden. Er is een significante correlatie tussen de afstand tot veehouderij en de AIW in agrarische en natuurgebieden. Voor de weergave in deze figuur zijn de meetpunten samengevat in intervallen (lichtinval 10% intervallen; afstand tot veehouderij 0,1 km intervallen), waarbij de stipgrootte het aantal meetpunten en de foutbalken de standaardfouten weergeven. Lijnen zijn trendlijnen, waarbij een onderbroken lijn aangeeft dat de correlatie niet significant is.

3.5 Klimaat

Dankzij het meetnet voor epifytische korstmossen in Nederland is al aangetoond dat korstmossen reageren op klimaatverandering (van Herk et al., 2002). De effecten van klimaatverandering op korstmossen zijn in Utrecht onderzocht door de Community Temperature Index en de gemiddelde ecologische indicatiewaarde voor continentaliteit te berekenen. De Community Temperature Index is het gemiddelde van de temperatuur van het Europese verspreidingsgebied van de korstmossoorten die in een opname voorkomen. De index is in Utrecht tussen 1995 en 2018 gestegen, maar tussen 2018 en 2025 niet verder meer toegenomen (Figuur 3.18). De stijging tussen 1995 en 2018 duidt op een toename van zuidelijke soorten en/of afname van noordelijke soorten. Dat de Community Temperature Index recent niet verder is toegenomen duidt er op dat de toe- en afname van zuidelijke en noordelijke soorten elkaar in balans heeft gehouden. De gemiddelde indicatiewaarde voor continentaliteit is tussen 2018 en 2025 wel verder afgenomen, wat duidt op een afname van continentale soorten en/of toename van Atlantische soorten (Figuur 3.19). Atlantische soorten nemen toe door de relatief warme winters in de afgelopen twee decennia. Onder andere korstmossen die samenleven met *Trentepohlia* algen zijn door klimaatverandering sterk toegenomen (Aptroot & van Herk, 2007; Figuur 3.20). De effecten van klimaatverandering zijn over de hele meetperiode zichtbaar in alle gebiedstypen.



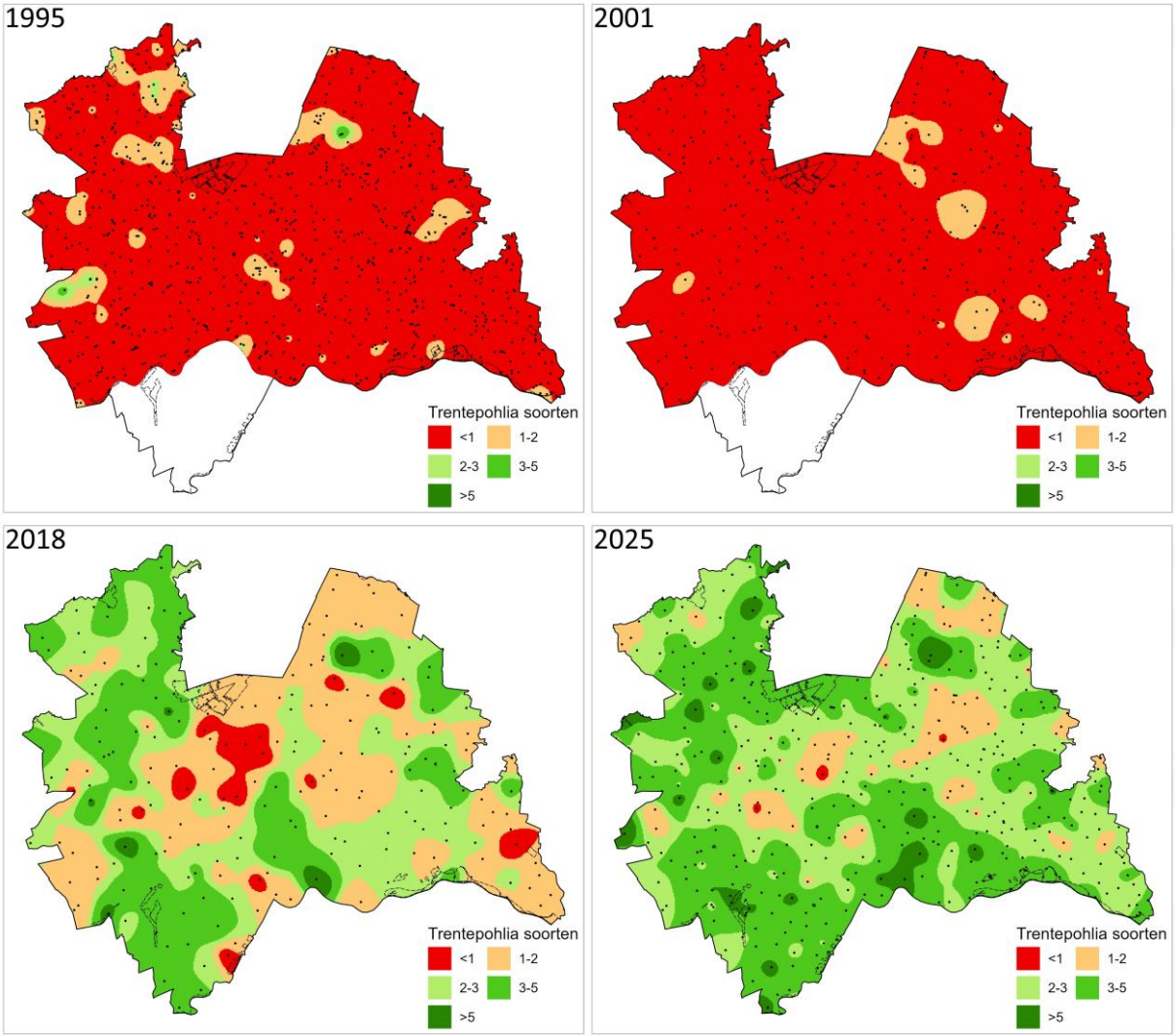
Figuur 3.18 Verloop van de Community Temperature Index (in graden Celsius) tussen 1979 en 2025 in Utrecht, weergegeven voor de hele provincie en opgesplitst per gebiedstype. Tussen 1995 en 2018 is de Community Temperature Index toegenomen. Tussen 2018 en 2025 is de Community Temperature Index stabiel gebleven.



Figuur 3.19 Verloop van de gemiddelde indicatiewaarde voor continentaliteit tussen 1979 en 2025 in Utrecht, weergegeven voor de hele provincie en opgesplitst per gebiedstype. De indicatiewaarde voor continentaliteit is tussen 1989 en 2025 lineair afgenomen, wat duidt op een relatieve toename van Atlantische soorten.



Purperknoopjeskorst (*Bacidia laurocerasi*) is een Atlantisch korstmos wat in Nederland sterk toeneemt. De soort kwam eerst uitsluitend in vochtige loofbossen voor, maar steeds vaker ook op laanbomen.



Figuur 3.20 Vergelijking tussen het aantal soorten korstmossen met *Trentepohlia* als fotobiont per meetpunt in 1995 (linksboven), 2001 (rechtsboven), 2018 (linksonder) en 2025 (rechtsonder). In de meetrondes van 1995 en 2001 waren deze korstmossen vrijwel afwezig in de hele provincie. In 2018 en vooral 2025 komen korstmossen met *Trentepohlia* wijdverspreid voor. Zwarte stippen geven meetpuntlocaties aan waarop de interpolatie is gebaseerd. Zwarte stippellijnen geeft begrenzing van Natura 2000-gebieden weer. Witte gebieden op de kaarten van 1995 en 2001 zijn in die meetronde niet onderzocht. De ruimtelijke kaart van 2018 toont minder detail vanwege het kleinere aantal meetpunten.

3.6 Effecten van ammoniak in Natura 2000-gebieden

3.6.1 Graadmeters in Natura 2000-gebieden

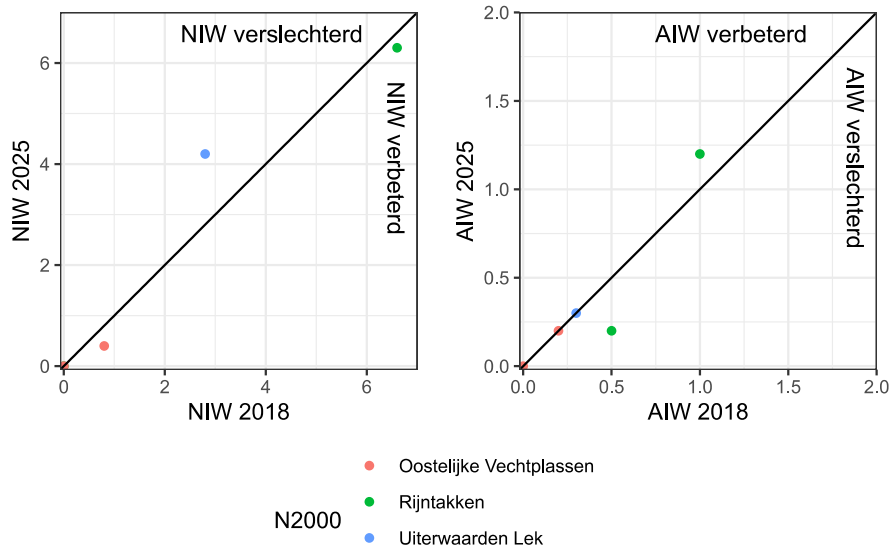
Het aantal meetpunten in Natura 2000-gebieden is uitgebreid van 7 meetpunten in de meetronde 2018 (waarvan er 5 meetpunten in 2025 herhaald konden worden) naar 34 meetpunten in de meetronde 2025 (Tabel 3.5).

Uit de gegevens van de huidige meetronde blijkt dat de gemiddelde NIW nergens zeer laag is (< 0,5 punt). In de Natura 2000-gebieden Oostelijke Vechtplassen en Botshol is sprake van een lage NIW-waarde (0,5-1,5 punt), waarbij moet worden opgemerkt dat in het Natura 2000-gebied Botshol slechts één meetpunt (met 10 zwarte elzen) is onderzocht. In alle andere Natura 2000-gebieden duidt de NIW waarde op een matige invloed van ammoniak (Tabel 3.5). De NIW is gemiddeld het hoogst in het Natura 2000-gebied Binnenveld (4,0 punten). Dit Natura 2000-gebied ligt in het agrarisch intensieve gebied van de Gelderse Vallei. De gemiddelde AIW is in alle onderzochte Natura-2000 gebieden zeer laag. Een AIW hoger dan 1,0 wordt alleen behaald in het Natura 2000-gebied Kolland & Overlangbroek (1,1 punten; Tabel 3.5).

In drie Natura 2000-gebieden zijn meetpunten uit 2018 herhaald (Tabel 3.5; Figuur 3.21). De graadmeters deze Natura 2000-gebieden laten verschillende trends zien, maar vanwege de lage aantallen meetpunten moeten de resultaten met enige voorzichtigheid worden geïnterpreteerd. De NIW is iets afgenomen in de Natura 2000-gebied Oostelijke Vechtplassen en Rijntakken, wat duidt op een verminderde invloed van ammoniak op korstmossen, maar juist sterk toegenomen in het Natura 2000-gebied Uiterwaarden Lek, wat duidt op een toegenomen invloed van ammoniak op korstmossen.

Tabel 3.5 Gemiddelde waarden van graadmeters in meetronde 2025 en de veranderingen tussen meetronden 2018 en 2025 per Natura 2000-gebied. De gemiddelden zijn berekend uitsluitend op basis van de meetpunten die binnen de grenzen of maximaal tot 40 meter buiten de grens van het Natura 2000-gebied liggen (n = aantal meetpunten in meetronde 2025 en aantal meetpunten uit 2018 dat herhaald is). Omdat het meetnet in 2025 sterk is uitgebreid, kunnen de veranderingen sinds 2018 voor de meeste Natura 2000-gebieden niet worden berekend.

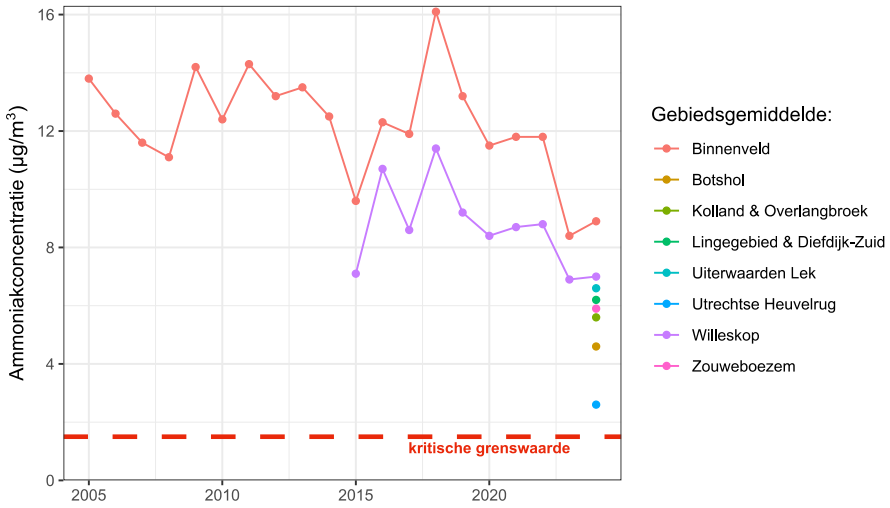
	Meetronde 2025					Verandering 2018-2025				
Natura 2000-gebied	n	AS	AS_{mos}	NIW	AIW	n	AS	AS_{mos}	NIW	AIW
Binnenveld	2	20,5	8,0	4,0	0,0					
Botshol	1	17,0	0,0	1,5	0,0					
Kolland & Overlangbroek	6	24,5	4,8	2,9	1,1					
Lingegebied & Diefdijk-Zuid	4	23,3	7,3	3,4	0,1					
Nieuwkoopse Plassen & De Haeck	2	27,0	4,5	2,0	0,2					
Oostelijke Vechtplassen	6	21,7	1,3	0,6	0,0	2	+3,5	-2,5	-0,2	0,0
Rijntakken	5	31,2	3,6	3,5	0,8	2	+2,0	-0,5	-0,2	-0,1
Uiterwaarden Lek	3	23,0	8,7	2,4	0,1	1	-1,0	-2,0	+1,4	0,0
Zouweboezem	5	22,2	8,2	1,6	0,6					



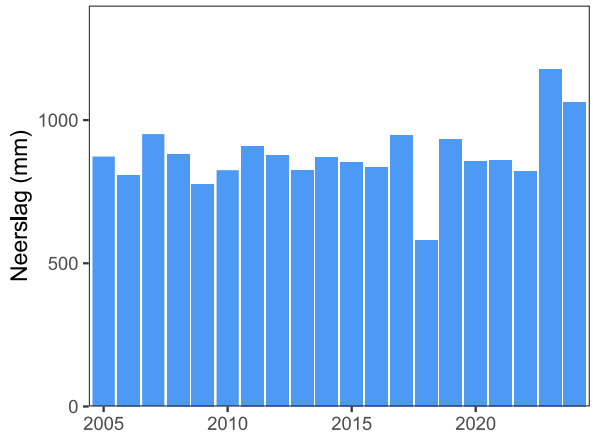
Figuur 3.21 Veranderingen van NIW (links) en AIW (rechts) op 5 meetpunten in Natura 2000-gebieden die zowel in 2018 als in 2025 zijn onderzocht. Omdat er maar een klein aantal meetpunten binnen Natura 2000-gebieden zijn herhaald is er geen duidelijk patroon zichtbaar.

3.6.2 Gemeten ammoniakconcentraties in Natura 2000-gebieden

In de provincie Utrecht meet het RIVM in Natura 2000- en overige natuurgebieden de ammoniakconcentraties in de lucht. Op de meeste locaties is pas in 2024 begonnen met meten. Het beeld dat ontstaat voor dit jaar, komt goed overeen met de indicatiewaarden uit het korstmossenmeetnet, bijvoorbeeld de relatief lage NIW en lage ammoniakconcentratie in Natura 2000-gebied Botshol, en de relatief hoge NIW en hoge ammoniakconcentratie in Natura 2000-gebied Binnenveld. Omdat voor de meeste gebieden ammoniakgegevens van voor 2024 ontbreken, is er geen goed beeld van de ontwikkelingen van ammoniakconcentraties in de lucht in de laatste decennia in de provincie Utrecht. Metingen uit het Binnenveld (op basis van drie meetlocaties net over de grens in Gelderland) en uit natuurgebied Willeskop laten zien dat ammoniakconcentraties sinds 2005 niet duidelijk zijn afgenomen. Wel zijn er in 2018 hogere concentraties, en in 2023 en 2024 lagere concentraties gemeten dan in andere jaren (Figuur 3.22). Deze piek- en daljaren vallen samen met respectievelijk droge en natte jaren (Figuur 3.23). In een droog jaar blijft ammoniak langer in de lucht, waardoor het zich opbouwt en er gemiddeld hogere concentraties worden gemeten. In een nat jaar regent ammoniak sneller uit de lucht en worden er gemiddeld lagere concentraties gemeten. In alle natuurgebieden waar in 2024 ammoniakconcentraties zijn gemeten liggen de waardes ruim boven de kritische grenswaarde van 1,5 µg/m^3 (Sutton et al., 2009; Manninen et al., 2023) waaronder een deel van de ammoniakgevoelige korstmossen zich weer kan herstellen.



Figuur 3.22 Gemeten ammoniakconcentratie in een selectie van Natura 2000 en andere natuurgebieden in Utrecht uit het RIVM-MAN tussen 2005 en 2024. Waarden zijn gebiedsgemiddelden. Gemiddelden van Natura 2000-gebied Binnenveld zijn van drie meetpunten in het deel van het gebied dat in Gelderland ligt, net over de provinciegrens. De rode stippellijn geeft de kritische grenswaarde aan waaronder ammoniakgevoelige korstmossen zich kunnen herstellen. De grafiek laat zien dat de gemeten ammoniakconcentraties in alle gebieden boven of zelfs ver boven de kritische grenswaarde liggen. Gegevens afkomstig van RIVM (2025).

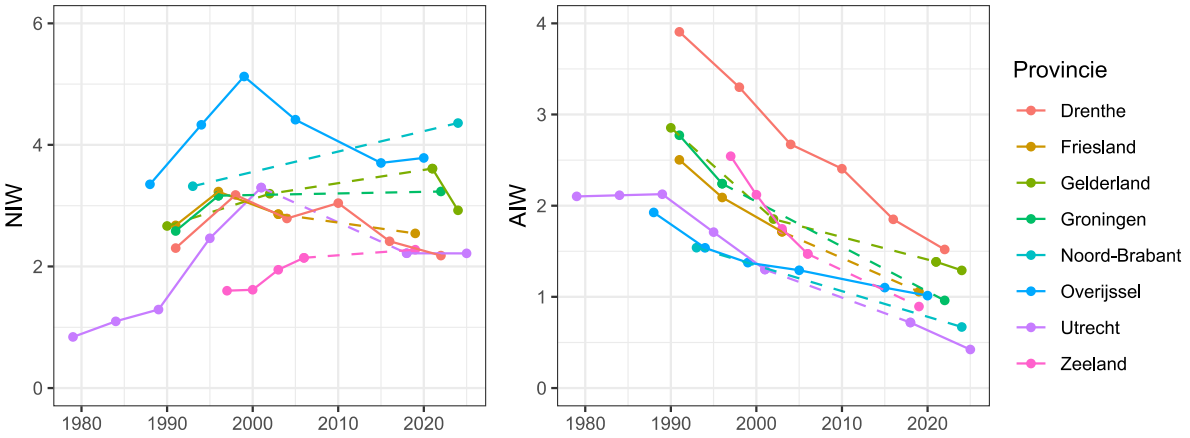


Figuur 3.23 Jaarlijkse neerslagsom bij KNMI-weerstation De Bilt in de periode 2005–2024. In 2018 viel duidelijk minder neerslag dan gemiddeld, terwijl de jaren 2023 en 2024 juist aanzienlijk natter waren. Gegevens afkomstig van KNMI (2025).

3.7 Vergelijking van effecten van ammoniak tussen provincies

Een vergelijking in de trend van de NIW tussen provincies laat zien dat in het algemeen het aantal stikstofminnende korstmossen tussen 1995 en 2001 piekte, en vervolgens in de meeste provincies weer is afgenomen. In een aantal provincies is NIW in de loop van deze eeuw juist weer iets toegenomen, waaronder in Gelderland (Figuur 3.24). In de provincies Gelderland, Noord-Brabant en Groningen is het meetnet niet regelmatig genoeg gemonitord om de trend in de periode sinds de jaren '90 goed te reconstrueren. In provincies die recent meermaals zijn onderzocht, was er in Gelderland tussen 2021-22 en 2024 een sterke daling, in Drenthe tussen 2016 en 2022 een lichte daling, en in Overijssel tussen 2015 en 2020 een lichte stijging van de NIW (Figuur 3.24). In Utrecht is de NIW tussen 2018 en 2025 onveranderd.

De trends in de AIW zijn in alle provincies vergelijkbaar: Stikstofgevoelige korstmossen nemen in alle provincies waar korstmossen worden onderzocht sterk af en nergens zijn er aanwijzingen dat er sprake is van herstel. De meetreeks in Utrecht laat zien dat er daar voor 1990 nog niet of nauwelijks sprake was van een achteruitgang van stikstofgevoelige korstmossen. Ook recent blijft de AIW verder afnemen, wat blijkt uit de afname van de AIW in Drenthe tussen 2016 en 2022, een afname in Overijssel tussen 2015 en 2020, afname in Gelderland tussen 2021-22 en 2024, en de hier gerapporteerde afname van de AIW in Utrecht tussen 2018 en 2025 (Figuur 3.24).



Figuur 3.24 Verloop van de NIW (gecorrigeerd voor boomsoort) en AIW in provincies waar het meetnet korstmossen en ammoniak wordt uitgevoerd. De lijn is weergegeven als stippellijn wanneer opeenvolgende meetrondes meer dan 10 jaar na elkaar zijn uitgevoerd, waardoor het daadwerkelijke verloop van de graadmeters sterk kan afwijken van de getekende lijn. De NIW piekte in de meeste provincies rond 2000, en is daarna in sommige provincies weer iets afgenomen, maar de laatste jaren meestal stabiel gebleven. De AIW laat sinds het begin van de metingen in alle provincies een afname zien.

4 Discussie

4.1 Toename soortenrijkdom korstmossen tussen 1979 en nu

De soortensamenstelling van de epifytische korstmosvegetaties op de bomen in de provincie Utrecht is de laatste eeuw sterk veranderd onder invloed van luchtvervuiling en klimaatverandering. Een groot deel van de 20e eeuw werd gekenmerkt door een hoge concentratie zwaveldioxide (SO_2) in de lucht. Het overgrote deel van de korstmossen is zeer gevoelig voor zwaveldioxide. De zwaveldioxideconcentratie was in de zuidelijke provincies hoger dan in de noordelijke provincies, met als gevolg dat vooral in Zuid-Nederland vrijwel alle soorten korstmossen van de bomen verdwenen waren (van Dobben, 1990; van Dobben & de Bakker, 1996). De bomen in grote delen van Utrecht waren tot de jaren ’80 dan ook zeer soortenarm. Dat blijkt ook uit de meetrondes die in 1979, 1984 en 1989 in Utrecht zijn uitgevoerd. De soortenrijkdom steeg vooral in de jaren ’90, en in een iets lagere snelheid ook in de hele 21e eeuw tot nu toe. Tegenwoordig is de soortenrijkdom 25,4 soorten korstmossen per meetpunt, meer dan drie keer zoveel als in de meetronde in 1979.

Drie factoren hebben in het bijzonder bijgedragen aan de toename van de soortenrijkdom vanaf de jaren ’80. Als eerste hebben veel soorten die gevoelig zijn voor zwaveldioxide zich hersteld. Met de afname van zwaveldioxide in de lucht in de jaren ’80 en ’90 steeg de soortenrijkdom in Utrecht snel, naar 15,7 soorten per meetpunt in 1995 en 20,1 soorten per meetpunt in 2001. De tweede belangrijke factor die gezorgd heeft voor een toenemende soortenrijkdom vanaf de jaren ’80 is de toegenomen invloed van ammoniak. Doordat het verzurende effect van zwaveldioxide afnam, werd het relatieve ontzurende effect van ammoniak groter. Hierdoor konden stikstofminnende korstmossen zich in de jaren ’90 in rap tempo vestigen en uitbreiden. Sinds de eeuwwisseling heeft zwaveldioxide geen effect meer op het voorkomen van stikstofminnende korstmossen, en wordt de trend van stikstofminnende korstmossen bepaald door de ammoniakconcentraties in de lucht. Klimaatverandering is de derde factor die een grote bijdrage heeft geleverd aan de toegenomen soortenrijkdom, vooral in de laatste twee decennia. Het gaat om een toename van enerzijds zuidelijke, warmteminnende soorten, en anderzijds een toename van Atlantische soorten. Atlantische soorten, die profiteren van de nattere en warmere winters, namen eerst in vochtige bosgebieden sterk toe (van der Pluijm et al., 2022), maar komen nu ook steeds vaker voor op wegbomen en in drogere bosgebieden. De factoren die in de laatste decennia hebben gezorgd voor de toenemende soortenrijkdom worden uitgebreid besproken in eerdere meetnetrapportages van Gelderland (van der Kolk et al., 2023a) en Noord-Brabant (van der Kolk et al., 2024).

Over het algemeen gaat het goed met korstmossen die gedijen in stikstofrijke milieus of die relatief ongevoelig zijn voor stikstof. Daarentegen is er sprake van een sterke achteruitgang van soorten die wel gevoelig zijn voor ammoniak. Het gaat vooral om zuurminnende soorten die verdwijnen door het ontzurende effect van ammoniak op de boomschors. Dat maakt dat in bosgebieden zoals de Utrechtse Heuvelrug de soortenrijkdom korstmossen niet toeneemt (zie 4.3).

Het is belangrijk om te beseffen dat hoewel klimaatverandering een belangrijk aandeel heeft in de verschuiving in soortsamenstelling, vooral de ammoniakbelasting het aspect van korstmosvegetaties op bomen in Nederland bepaalt. In grote delen van Nederland, inclusief de provincie Utrecht, zijn de bomen begroeid met stikstofminnende korstmossen en komen er nauwelijks zuurminnende korstmossen meer voor. Zonder invloed van ammoniak zouden eikenbomen in Nederland juist een begroeiing hebben met veel zuurminnende korstmossen en geen of nauwelijks stikstofminnende korstmossen.

Toekomstige meetronden moeten uitwijzen of de soortenrijkdom nog verder kan toenemen. In Drenthe en Overijssel, waar meetrondes in veel hogere frequenties zijn uitgevoerd dan in Noord-Brabant, lijkt de soortenrijkdom de laatste jaren niet meer verder toe te nemen (van Herk 2021; 2023), maar in Gelderland nam de soortenrijkdom tussen 2021 en 2024 nog wel toe (van der Kolk et al., 2025).

4.2 Korstmossen als indicator voor ammoniak

Korstmossen reageren snel op veranderingen in de luchtkwaliteit en zijn een uitstekende indicator voor de mate van ammoniakbelasting. Stikstofminnende korstmossen, samengevat in de NIW als graadmeter, reageren binnen enkele jaren op een toe- of afname van ammoniakconcentratie in de lucht. Bij toenemende ammoniakconcentraties vestigen zich binnen enkele jaren stikstofminnende korstmossen op bomen. Deze verdwijnen weer zodra de ammoniakbelasting afneemt. Door het meten van de NIW in een dicht netwerk van meetpunten kunnen deze veranderingen op lokaal niveau inzichtelijk gemaakt worden. Dit onderzoek is daar een goed voorbeeld van en maakt de ruimtelijke verspreiding van stikstofminnende korstmossen in de provincie Utrecht inzichtelijk. Dit onderzoek toont aan dat het aantal stikstofminnende korstmossen sinds 2018 stabiel is gebleven.

Ammoniak in de lucht is de belangrijkste verklarende factor voor het voorkomen van stikstofminnende korstmossen op bomen (van Herk, 2001). De belangrijkste bron van ammoniak in de lucht zijn veehouderijen. Er is dan ook een sterke correlatie tussen de graadmeters en de afstand vanaf het meetpunt tot de dichtstbijzijnde veehouderij. Zowel in Noord-Brabant (van der Kolk et al., 2024) als in Gelderland (van der Kolk et al., 2023a) komen er dichterbij veehouderijen meer stikstofminnende korstmossen (NIW) en minder zuurminnende korstmossen (AIW) voor in open agrarische gebieden. In beide provincies kon de afstand van meetpunten tot veehouderijen aan de hand van het gegevensportaal van de Informatievoorziening Gezamenlijke Omgevingsdiensten (I-GO) tot meerdere kilometers nauwkeurig worden berekend. De locaties van veehouderijen in Utrecht zijn op dit moment nog niet ontsloten. De berekeningen zijn daarom uitgevoerd op basis van een inschatting van de afstand tot een veehouderij tijdens het veldbezoek aan een meetpunt. Dit kan een oorzaak zijn waarom de correlaties in Utrecht minder sterk zijn dan recent in Gelderland en Noord-Brabant is aangetoond. Bovendien zou bij het uitvoeren van dergelijke analyses idealiter niet alleen rekening moeten worden gehouden met de dichtstbijzijnde veehouderij, maar met bijdrages van alle veehouderijen en andere ammoniakbronnen in de omgeving. De relatieve bijdrage van één individuele veehouderij wordt namelijk minder belangrijk naarmate de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij groter wordt. Het wordt dan steeds belangrijker om de bijdrage van alle veehouderijen in de omgeving mee te wegen. Dit is dan ook de reden dat in natuurgebieden effecten op korstmossen en op de natuur niet zijn te herleiden tot één of enkele individuele veehouderijen (Tietema et al., 2023). In plaats daarvan is er sprake van een “ammoniakdeken” boven natuurgebieden die ontstaat door de gecombineerde uitstoot van veel bronlocaties. Onderzoek naar het cumulatieve effect van veehouderijen over grote afstanden vergt dus een uitgebreidere analyse van de meetgegevens dan in dit rapport is gedaan.

Behalve ammoniak uit veehouderijen kunnen ook andere vormen van stikstofuitstoot zorgen voor een toename van stikstofminnende korstmossen. Zo zijn er aanwijzingen dat ammoniakuitstoot van het verkeer (via katalysatoren in benzinemotoren en AdBlue in dieselmotoren) sinds ongeveer 1996 zorgt voor meer stikstofminnende korstmossen langs drukkere wegen (van Herk, 2009; 2023; Manninen et al., 2023). In andere provincies zijn significante correlaties aangetoond tussen de NIW en verkeersintensiteit (bijvoorbeeld Drenthe; van Herk, 2023). In Utrecht werd er in de rapportage voor de meetronde in 2018 een correctie toegepast op de verkeersuitstoot (van Herk, 2019b). Het aandeel

en de verklaarde variantie van het wegtype is echter zo laag, dat die correctie in deze rapportage niet is toegepast. Het effect van verkeersuitstoot op korstmossen lijkt sinds de eeuwwisseling weinig veranderd (van Herk, 2023) en beïnvloedt dus niet een vergelijking van de resultaten tussen 2018 en 2025. Ook in het algemeen is de uitstoot van ammoniak uit het verkeer in Nederland relatief beperkt ten opzichte van andere bronnen van ammoniakuitstoot, zoals ammoniak uit veehouderijen (CBS, 2024).

Er is nog geen eenduidige verklaring voor de sterke toename van stikstofminnende korstmossen in stedelijke gebieden. Het is goed mogelijk dat meerdere factoren in stedelijk gebied een rol spelen. Als eerste is de invloed van SO_2 hier sinds de jaren ’90 het sterkst afgenomen, waardoor het relatieve effect van ammoniak en NOx groter is geworden. Zowel hoge concentraties van ammoniak als NOx kunnen zorgen voor een toename van ammoniakminnende korstmossen in stedelijke gebieden (Davies et al., 2007; Larsen et al., 2007; Gadsdon et al., 2010; Manninen et al., 2023). Andere mogelijke factoren die bijdrage aan de grote hoeveelheid van stikstofminnende korstmossen zijn een bijdrage van ammoniakuitstoot uit het verkeer (zie hierboven), de hogere concentraties (basenrijk) fijnstof in bebouwd gebied en huisdieren die tegen bomen urineren. In de bebouwde kom zorgt opwaaiend basisch (fijn)stof (o.a. via slijt van stenige substraten door verkeer) ervoor dat boomschors voedselrijker en basischer wordt, waardoor stikstofminnende korstmossen ook kunnen toenemen (Marmor & Randlane, 2007). De relatieve bijdrage van al deze factoren aan het voorkomen van stikstofminnende korstmossen in bebouwde omgeving moet verder onderzocht worden.

Behalve ammoniakvervuiling hebben ook klimaatverandering en lichtinval een effect op stikstofminnende korstmossen. Bij het samenstellen van de NIW is rekening gehouden met klimaatverandering, en zijn soorten die door klimaat toe- of afnemen evenredig opgenomen. Dat is ook de reden dat sommige soorten die pas recent door klimaatverandering sterk zijn toegenomen, bijvoorbeeld vals dooiermos (*Candelaria concolor*), en tegelijkertijd ammoniakminnend zijn, niet in de NIW zijn opgenomen (zie uitgebreidere discussie in van Herk 2021; van der Kolk et al., 2023a; 2024). De effecten van lichtinval zijn eerder geanalyseerd en bediscussieerd voor meetpunten in Noord-Brabant (van der Kolk et al., 2024), en dit onderzoek toont vergelijkbare resultaten. Hoewel lichtinval de NIW beïnvloed is de lichtinval op een meetpunt over tijd min of meer constant, waardoor lichtinval geen invloed heeft op veranderingen in de NIW over tijd. Het scoren van de lichtinval op meetpunten behoort niet tot het standaardprotocol van het meetnet, maar is voor het eerst in Groningen in de meetronde van 2022 gedaan (van der Kolk et al., 2023b), en vervolgens ook in Noord-Brabant (van der Kolk et al., 2024) en in de steekproefronde in Gelderland in 2024 gedaan (van der Kolk et al., 2025). In de toekomst zal de lichtinval ook op meetpunten in andere provincies gescoord worden, zodat de rol van lichtinval beter onderzocht kan worden.

Dat de NIW en AIW ook tegenwoordig uitstekende graadmeters zijn voor ammoniakbelasting blijkt uit dat er een significante correlatie is tussen de NIW en AIW en de ammoniakconcentraties op meetpunten van het RIVM-MAN, onderzocht in de recente meetronde in Noord-Brabant (van der Kolk et al., 2024). Toch is het wenselijk om een nieuw gedetailleerd vergelijkingsonderzoek uit te voeren tussen het voorkomen van korstmossen en de concentratie van ammoniak in de lucht. Sinds het vergelijkingsonderzoek dat is uitgevoerd in 1997 (van Herk, 2001) zijn de effecten van klimaatverandering toegenomen, zijn AIW soorten grotendeels verdwenen (zie 4.3) en is de focus van het meetnet meer komen te liggen op Natura 2000-gebieden waar meetpunten vaker beschaduwd liggen (van der Kolk et al., 2024). De huidige meetgegevens uit het RIVM-MAN zijn voor een dergelijk onderzoek onvoldoende, omdat de meetpunten van het RIVM-MAN vaak op locaties liggen waar geen korstmossenmeetpunt kan worden uitgezet (bijvoorbeeld een eenzame boom in een heideveld) en

doordat het RIVM-MAN focust op natuurgebieden, en nauwelijks op locaties meet in agrarisch gebied waar ammoniakconcentraties in de lucht hoog zijn. Het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit (RIVM-LML) omvat wel veel meetpunten in het agrarische gebied, maar momenteel zijn er maar negen meetpunten van het LML in Nederland waar ammoniakconcentraties worden gemeten.

4.3 Achteruitgang van zuurminnende stikstofgevoelige epifyten

Zuurminnende epifyten die gevoelig zijn voor ammoniak nemen overal in Nederland sterk af, en veel soorten zijn zelfs al grotendeels of helemaal verdwenen uit grote aaneengesloten bosgebieden zoals de Utrechtse Heuvelrug (van Herk et al., 2000; van Herk, 2019a). In Utrecht zijn zuurminnende epifyten in het overgrote deel van de provincie zo goed als verdwenen, en alleen op de Utrechtse Heuvelrug houden enkele relatief ongevoelige soorten nog enigszins stand. In de praktijk dragen in veel gebieden alleen gewone poederkorst (*Lepraria incana*) en bekermossen (*Cladonia* soorten) bij aan de AIW, en komen er geen andere stikstofgevoelige soorten meer voor. Van de AIW-soorten zijn gewone poederkorst en bekermossen nog het minst gevoelig voor ammoniakvervuiling. Soorten die vroeger algemeen voorkwamen, zoals Eikenmos (*Evernia prunastri*) en Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*), blijven sterk achteruit gegaan. De implicatie hiervan is dat de toekomstige verandering in de AIW geen goede graadmeter meer is in gebieden waar de AIW nu zeer laag is, omdat de AIW hier niet verder meer kan dalen en er dus geen verdere achteruitgang kan worden aangetoond.

De hoge ammoniakconcentraties en het cumulatieve effect van ammoniak op de pH heeft geleid tot het verdwijnen van gevoelige soorten uit de Utrechtse Heuvelrug (van Herk, 2019a). Behalve korstmossen betreft het ook kleine zuurminnende mossen. Veel boomvoeten en stammen van eikenbomen in de bossen van de Utrechtse Heuvelrug zijn begroeid geraakt met het snelgroeiende en stikstofminnende Gesnaveld klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*). Slechts enkele korstmossen, vaak met een Atlantische verspreiding, kunnen standhouden of nemen toe, maar soorten die typisch zijn voor zure droge bossen zijn grotendeels verdwenen. Het karakter van de epifytische begroeiing op de Utrechtse Heuvelrug is daarmee, net als in vrijwel alle andere Nederlandse bosgebieden op zandgronden, in de afgelopen decennia sterk veranderd. De epifytenvegetaties die typisch zijn voor eikenbossen zijn al op grote schaal uit de Nederlandse natuurgebieden verdwenen (van Herk, 2019a).

Het is niet verwonderlijk dat stikstofgevoelige soorten blijven afnemen. De ammoniakconcentraties in de lucht in natuurgebieden zijn over de hele periode tussen 2005 en 2024 niet duidelijk afgenomen, wat blijkt uit metingen van het Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden van het RIVM. In Utrecht is in 2024 in veel natuurgebieden begonnen met het meten van ammoniakconcentraties, waaruit blijkt dat de concentraties zelfs in dat jaar (waarin door regenval ammoniakconcentraties relatief laag waren) ver boven de kritische grens van 1,5 µg/m^3 liggen waaronder een deel van de ammoniakgevoelige soorten zich zou kunnen herstellen. Zelfs met die concentratie is er overigens al een verlies van >40% aan zuurminnende korstmossen in vergelijking met gebieden zonder ammoniak (Sutton et al., 2009; Manninen et al., 2023). Voor herstel van de zeer gevoelige soorten, zoals Groot boerenkoolmos (*Platismatia glauca*), moeten de ammoniakconcentraties nog verder dalen, tot onder 1 µg/m^3 (Greaver et al., 2023). Het is dus duidelijk dat de ammoniakconcentraties in de lucht in de Utrechtse natuurgebieden nog veel te hoog zijn voor zuurminnende soorten om zich te herstellen. De kritische grenswaardes voor ammoniakconcentraties in de lucht die bepaald worden voor epifytische korstmossen zijn niet hetzelfde als de Kritische Depositie Waarden (KDW), die bepaald worden per habitattype en uitgedrukt worden in kg N/ha/jaar (Wamelink et al., 2023). Ook wordt stikstofdepositie niet alleen bepaald door de ammoniakconcentratie in de lucht, maar ook door andere factoren zoals het weer en landschapselementen.



Eikenbomen op de Utrechtse Heuvelrug zijn nu vaak grotendeels begroeid door Gesnaveld klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*). Veel mossen en korstmossen zijn verdwenen. Slechts enkele soorten korstmossen houden stand of nemen toe, zoals Inktspatkorst (*Diarthonis spadicea*) en Gelobde poederkorst (*Lepraria finkii*).

De achteruitgang van stikstofgevoelige korstmossen wordt veroorzaakt door de inwerking van ammoniak (dat basisch is) op de van nature zure en voedselarme schors van eiken. Anders dan de NIW, die fluctuaties in ammoniakconcentraties volgt, is de AIW vooral een indicator voor het cumulatieve effect dat ammoniak op de zuurgraad van de schors heeft. Zelfs als de ammoniakbelasting daalt, nemen zuurminnende korstmossen niet toe zolang de ammoniakconcentraties boven de grenswaarde van 1,5 µg/m^3 blijven. De aantasting van de pH van boomschors door ammoniak werkt namelijk cumulatief, waarbij eenmaal aangetaste schors niet zomaar weer opnieuw zuur wordt (van Herk, 2019a). De verwachting is dat de AIW pas weer toe zal nemen als de ammoniakconcentraties in de lucht voor langere tijd onder de grenswaarde blijven, zodat er nieuwe zure boomschors kan worden aangemaakt. Het cumulatieve en langdurige effect van ammoniak op de zuurgraad van boomschors en daarmee op stikstofgevoelige korstmossen is in de bredere context een probleem omdat de verschillen tussen boomsoorten hiermee nivelleren, en de typerende korstmossoorten van bomen met zure en voedselarme schors verdwijnen. Overigens wordt de hervestiging van stikstofgevoelige korstmossen vooralsnog niet beperkt door hun verspreidingsmogelijkheden. Dat blijkt uit dat stikstofgevoelige soorten zich nog wel binnen korte tijd kunnen vestigen op schone oppervlakken van zuur hardhout in natuurgebieden (bijvoorbeeld Aptroot & van Dort, 2016).

4.4 Natura 2000-gebieden

De huidige waarden en de veranderingen in de graadmeters voor stikstofminnende en zuurminnende korstmossen in Natura 2000-gebieden in Utrecht laten zien dat stikstofeffecten op korstmossen groot zijn. Dat is niet verwonderlijk, omdat de meeste Natura 2000-gebieden in de provincie Utrecht omringd worden door agrarisch intensieve gebieden. Uit de metingen van het RIVM-MAN uit 2024 blijkt dat de ammoniakconcentraties in de Utrechtse Natura 2000-gebieden veel te hoog zijn voor herstel van

stikstofgevoelige soorten. Voor een vermindering van de effecten van ammoniak op korstmossen, en specifiek het herstel van zuurminnende korstmossen, moet de concentratie van ammoniak in de lucht in natuurgebieden dan ook sterk gereduceerd worden. Vanwege het beperkt aantal meetpunten in Natura 2000-gebieden in Utrecht in 2018, is een analyse van de veranderingen tussen 2018 en 2025 niet goed mogelijk. In deze meetronde is het aantal meetpunten in Natura 2000-gebieden sterk uitgebreid, waardoor analyses van veranderingen in de toekomst in meer detail mogelijk worden.

Behalve het provinciale epifytenmeetnet voor het in kaart brengen van ammoniak (deze rapportage), bestaat er in Utrecht ook een meetnet voor de Touwtjesmosgemeenschap op essenhakhoutstoven, waarbij er onder andere gemeten wordt in het Natura 2000-gebied Kolland & Overlangbroek. Meetrondes van dit meetnet zijn uitgevoerd in 2003, 2007, 2011, 2015 en 2020 (van Dort, 2020). Hierbij is vastgesteld dat het bosbiotoop van essenhakhoutstoven in gevaar is door het wegkwijnen van stoven door essentaksterfte. Behalve de typische epifytische vegetaties in zure droge bossen op zandgrond dreigen dus ook de typische epifytische vegetaties in essenhakhoutbossen te verdwijnen.

5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Veranderingen stikstofminnende en zuurminnende korstmossen

Het aantal stikstofminnende korstmossen (NIW) op meetpunten in de provincie Utrecht is in 2025 stabiel gebleven ten opzichte van 2018, wat er op duidt dat de invloed van ammoniak niet veranderd is. Dit volgt na een periode waarin de NIW tussen 2001 en 2018 juist was afgenomen. De afname van het aantal zuurminnende korstmossen (AIW) op meetpunten in de provincie Utrecht is tussen 2018 en 2025 onverminderd doorgezet, en wijst er op dat de effecten van ammoniak over lange termijn zijn toegenomen. In veel gebieden zijn zuurminnende korstmossen nu geheel verdwenen, waardoor er in de toekomst geen verdere achteruitgang van de AIW meer kan worden vastgesteld.

In vergelijking met zeven andere provincies die recent zijn onderzocht, is in Utrecht zowel de NIW als de AIW relatief laag. Dat betekend dat de effecten van ammoniak op korstmossen momenteel relatief laag zijn in vergelijking met andere provincies, maar dat desondanks toch door lang aanhoudende vervuiling ammoniakgevoelige soorten vrijwel helemaal verdwenen zijn. De trends wijken niet opvallend af van trends die recent in andere provincies zijn vastgesteld.

In Natura 2000-gebieden in Utrecht worden korstmossen matig tot sterk beïnvloedt door ammoniak. In geen van de Natura 200-gebieden is de invloed zeer laag. In twee van de negen onderzochte Natura 2000-gebieden zijn weinig stikstofminnende korstmossen (NIW) aangetroffen, maar in alle andere zeven onderzochte Natura 2000-gebieden komen vrij veel stikstofminnende korstmossen voor. Bovendien komen in geen van de negen onderzochte Natura 2000-gebieden substantiële aantallen stikstofgevoelige korstmossen (AIW) voor. In de meetronde 2025 zijn er veel nieuwe meetpunten in Natura 2000-gebieden in de provincie Utrecht uitgezet, waardoor veranderingen in Natura 2000-gebieden bij volgende meetrondes in meer detail kunnen worden onderzocht.

5.2 Veranderingen in soortenrijkdom

De soortenrijkdom van korstmossen (geen indicatie voor stikstofvervuiling) is tussen 1979 en 2025 in Utrecht sterk toegenomen, doordat korstmossen zich deels hebben hersteld van de toxische effecten van zwaveldioxide in de lucht en doordat soorten profiteren van klimaatverandering. De veranderingen in het temperatuurgetal en de indicatiewaarde voor continentaliteit bevestigen het beeld dat ook klimaatverandering een grote invloed heeft op de soortensamenstelling: De aanwezige korstmossen zijn nu (ten opzichte van 1979) meer kenmerkend voor warmere (hoger temperatuurgetal) en meer Atlantische (lagere indicatiewaarde voor continentaliteit) milieus. Tussen 2018 en 2025 is het temperatuurgetal niet verder meer toegenomen, maar is de indicatiewaarde voor continentaliteit wel verder afgenomen. De Utrechtse Heuvelrug is de enige regio waar de soortenrijkdom korstmossen sinds 2018 niet duidelijk is toegenomen, doordat zuurminnende stikstofgevoelige korstmossen blijven afnemen. De epifytische begroeiing op eikenbomen op de Utrechtse Heuvelrug is de laatste decennia dan ook sterk veranderd, en vegetaties die typische zijn voor zure eikenschors zijn zo goed als verdwenen. Hoewel de soortenrijkdom van mossen sinds 1979 in Utrecht is toegenomen, is deze op de Utrechtse Heuvelrug sinds 2001 juist sterk afgenomen. Deze afname wordt veroorzaakt doordat kleine zuurminnende mossoorten verdwijnen. In plaats daarvan raken de eikenstammen begroeid met een monocultuur van Gesnaveld klauwtjesmos.

5.3 Aanbeveling monitoring

Korstmossen reageren binnen enkele jaren op veranderingen in het milieu. De NIW volgt

veranderingen in de ammoniakconcentraties in de lucht, en de verwachting is dat afnemende concentraties van ammoniak ook zullen resulteren in een afname van de NIW. Het is daarom aan te bevelen om elke zes jaar een complete meetronde van het meetnet korstmossen in Utrecht uit te voeren, waarbij de eerstvolgende meetronde in 2031 plaatsvindt. Met deze meetfrequentie kunnen veranderingen in ammoniakbelasting in Utrecht nauwkeurig gevolgd worden. We raden aan om bij volgende meetrondes de lichtinval bij de meetpunten opnieuw te bepalen, om veranderingen in lichtinval en de effecten daarvan op de NIW te kunnen onderzoeken. Ook raden we aan om bij een volgende meetronde enkele nieuwe meetpunten met jonge eikenbomen op te nemen, om te onderzoeken of stikstofgevoelige soorten zich al dan niet plaatselijk op jonge bomen vestigen. Bij de uitwerking van de gegevens raden we aan om de gegevens over korstmossen te relateren aan gemeten ammoniakconcentraties, maar ook aan stikstofdioxideconcentraties die op enkele locaties in Utrecht vorig jaar gestart zijn.

Om meer inzicht te krijgen in de relaties tussen de graadmeters, ammoniakconcentraties en lichtinval, bevelen we aan om in een losstaand onderzoek ammoniakmetingen uit te voeren op locaties waar ook korstmossen gemonitord worden (zie ook 4.2). Hierbij is het belangrijk om behalve metingen in natuurgebieden ook een groot aantal meetpunten in agrarisch gebieden te onderzoeken. Een verdere uitbreiding van het RIVM-MAN-meetnet met meer locaties met stikstofmetingen in het agrarisch gebied kan hier een onderdeel van zijn. Dit vergelijkingsonderzoek hoeft zich niet te beperken tot de provincie Utrecht, maar kan in samenwerkingsverband in meerdere provincies worden uitgevoerd.

Literatuur

Aptroot, A., C.M. van Herk, L.B. Sparrius & J.L. Spier (2004). Checklist van de Nederlandse Korstmossen en korstmosparasieten. Buxbaumiella 69, 17-55.

Aptroot, A. & C.M. van Herk (2007). Further evidence of the effects of global warming on lichens, particularly those with Trentepohlia phycobionts. Environmental pollution 146, 293-298.

Aptroot, A. & K.W. van Dort (2016). Drie boerenkoolmossen op één houten stuw. Buxbaumiella 105, 1-3.

Aptroot, A. (1989). Veranderingen in de epifytenflora van de Provincie Utrecht over de periode 1984 - 1989. Provincie Utrecht, Dienst Ruimte en Groen, Utrecht.

Barkman, J.J. (1958). Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes. Van Gorcum, Assen, NL.

Centraal Bureau voor Statistiek (CBS) (2024). Stikstofemissies naar lucht. Geraadpleegd op 21 augustus 2024. https://www.cbs.nl/nl-nl/dossier/dossier-stikstof/stikstofemissies-naar-lucht

Davies, L., J.W. Bates, J.N.B. Bell, P.W. James & O.W. Purvis (2007). Diversity and sensitivity of epiphytes to oxides of nitrogen in London. Environmental pollution 146, 299-310.

de Bakker, A.J. (1987). Verslag van de herinventarisatie van Noord-Brabant en Limburg op epifytische lichenen in 1986. Buxbaumiella 20, 36-39.

de Wit, T. (1976). Epiphytic lichens and air pollution in the Netherlands. Bibliotheca Lichenologica 5, 1-227.

Devictor, V., R. Julliard, D. Couvet & F. Jiguet (2008). Birds are tracking climate warming, but not fast enough. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 275, 2743-2748.

Gadsdon, S.R., J.R. Dagley, P.A. Wolseley & S.A. Power (2010). Relationships between lichen community composition and concentrations of NO2 and NH3. Environmental Pollution 158, 2553-2560.

Greaver, T., S. McDow, J. Phelan, S.D. Kaylor, J.D. Herrick & S. Jovan (2023). Synthesis of lichen response to gaseous nitrogen: Ammonia versus nitrogen dioxide. Atmospheric Environment 292, 119396.

KNMI (2025). Daggegevens van het weer in Nederland. Geraadpleegd op 10 augustus 2025. https://www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/daggegevens

Larsen, R.S., J.N.B. Bell, P.W. James, P.J. Chimonides, F.J. Rumsey, A. Tremper & O.W. Purvis (2007). Lichen and bryophyte distribution on oak in London in relation to air pollution and bark acidity. Environmental pollution 146, 332-340.

Manninen, S., K. Jääskeläinen, A. Stephens, A. Iwanicka, S. Tang & N. van Dijk (2023). NH3 concentrations below the current critical level affect the epiphytic macrolichen communities–Evidence from a Northern European City. Science of the Total Environment 877, 162877.

Marmor, L. & T. Randlane (2007). Effects of road traffic on bark pH and epiphytic lichens in Tallinn. Folia Cryptogamica Estonica 43, 23-37.

RIVM (2025). Meetresultaten MAN. Geraadpleegd op 10 augustus 2025. https://man.rivm.nl

Siebel, H.N., R.J. Bijlsma & L.B. Sparrius (2013). Basisrapport voor de rode lijst mossen 2012. BLWG-rapport 14. 98 pp.

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.

Sparrius, L.B., G.G. van den Top & C.A.M. van Swaay (2018). An approach to calculate a species temperature index for flora based on open data. Gorteria Dutch Botanical Archives 40, 73-78.

Sparrius, L.B., H. van der Kolk & C.M. van Herk (2023). Basisrapport Rode Lijst Korstmossen 2022 volgens Nederlandse en IUCN-criteria. BLWG rapport 35. 149 pp.

Stolk, A.P., M.C. van Zanten, H. Noordijk, J.A. van Jaarsveld & W.A.J. van Pul (2009). Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden. Meetresultaten 2005-2007. RIVM rapport 680710001.

Sutton, M.A., P.A. Wolseley, I.D. Leith, N. van Dijk, Y.S. Tang, P.W. James, M.R. Theobald & C. Whitfield (2009). Estimation of the ammonia critical level for epiphytic lichens based on observations at farm, landscape and

national scales. Chapter 6 in: Atmospheric ammonia: detecting emission changes and environmental impacts, 71-86.

Tietema, A., H. Barmentlo, E. van Loon, R. Bol, B. Ebben, T. Tulp, M. Tromp, C. Schwennen, L. Maas & J. Averkamp (2023). Nitrogen deposition around dairy farms: spatial and temporal patterns. Executive summary. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam.

van der Knaap, W.O. (1980). Onderzoek naar epifytische lichenen en mossen in de provincie Utrecht in 1979. Provinciale Waterstaat Utrecht, afdeling Ecologie. Rapport no. 29, Utrecht.

van der Knaap, W.O. (1984). Epifyten in de provincie Utrecht 1979-1984. Buxbaumiella 16: 15-17.

van der Knaap, W. O., & Van Dobben, H. F. (1987). Veranderingen in de epifytenflora van Rijnmond sinds 1972 (No. 87/1). RIN.

van der Kolk, H., L.B. Sparrius & A. Aptroot (2020). Monitoring van ammoniak met korstmossen in Friesland 2019. BLWG-rapport 26. 100 pp.

van der Kolk, H., L.B. Sparrius & C.M. van Herk (2023a). Effecten van ammoniak op korstmossen in Gelderland in de periode 1989-2022. BLWG-rapport 31. 109 pp.

van der Kolk, H., L.B. Sparrius & L. Verboom (2023b). Effecten van ammoniak op korstmossen in Groningen in de periode 1991-2022. BLWG-rapport 34. 81 pp.

van der Kolk, H., L. Verboom & L.B. Sparrius (2024) Effecten van ammoniak op korstmossen in Noord-Brabant in de periode 1993-2024. BLWG-rapport 37. 112 pp.

van der Kolk, H., L. Verboom & L.B. Sparrius (2025) Effecten van ammoniak op korstmossen in Gelderland in de periode 1989-2024. BLWG-rapport 38. 43 pp.

van der Pluijm, A. (2020). *Hyperphyscia lucida* (Physciaceae, lichenized Ascomycota), a new species from willow forests in the Biesbosch, the Netherlands. Lindbergia 43, 01138.

van der Pluijm, A., H. van der Kolk & L.B. Sparrius (2022). Tonghaarmuts (*Orthotrichum rogeri*) in Natura 2000-gebied de Biesbosch. BLWG-rapport 29. 43 pp.

van Dobben, H.F. (1990). Effekten van luchtverontreiniging op korstmossen, resultaten van meerjarige studies. De Levende Natuur 91, 179-183.

van Dobben, H.F. (1991). Monitoring van epifytische korstmossen in 1989. Rijksinstituut voor Natuurbeheer. RIN-rapport 91/8.

van Dobben, H.F. & A.J. de Bakker (1996). Re-mapping epiphytic lichen biodiversity in The Netherlands: effects of decreasing SO2 and increasing NH3. Acta Botanica Neerlandica 45, 55-71.

van Dort, K.W. (2020) De Touwtjesmosgemeenschap in de Provincie Utrecht. Vijfde monitoringsronde essenhakhoutstoven. ForestFun in opdracht van de Provincie Utrecht.

van Herk, C.M. (1990). Epifytische korstmossen in de provincies Drenthe, Overijssel en Gelderland. Provincie Overijssel, hoofdgroep ROI, Zwolle.

van Herk, C.M. (1996). Monitoring van ammoniak en zwaveldioxide met korstmossen in de provincie Utrecht. LON in opdracht van provincie Utrecht, dienst Water en Milieu en dienst Ruimte en Groen. Soest.

van Herk, C.M. (1998). Onderzoek naar de relatie tussen de ammoniakconcentratie en epifytische korstmossen. LON in opdracht van Stichting Vernieuwing Gelderse Vallei, provincie Friesland en provincie Noord-Brabant.

van Herk, C.M. (1999). Mapping of ammonia pollution with epiphytic lichens in the Netherlands. Lichenologist 31, 9-20.

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

van Herk, C.M. (2002). Monitoring van epifytische korstmossen in de provincie Utrecht, 1979-2001. LON in opdracht van provincie Utrecht.

van Herk, C.M. (2004). Korstmossen in Gelderland: milieuindicatie, natuurwaarde, veranderingen 1990−2002. Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (LON).

van Herk, C.M. (2009). Climate change and ammonia from cars as notable recent factors influencing epiphytic lichens in Zeeland, Netherlands. Bibliotheca Lichenologica 99, 205-224.

van Herk, C.M. (2019a). Teloorgang van epifyten in de bossen op de Utrechtse Heuvelrug. Buxbaumiella 115, 14-22.

van Herk, C.M. (2019b). Monitoring van korstmossen in de provincie Utrecht, 1979 – 2018. Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (LON).

van Herk, C.M. (2019c). Monitoring van korstmossen in de provincie Zeeland, 1997 – 2019. Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (LON).

van Herk, C.M. (2021). Monitoring van korstmossen in de provincie Overijssel, 1989 – 2020. Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (LON).

Van Herk, C.M. (2023). Monitoring van de effecten van ammoniak en klimaat op korstmossen in de provincie Drenthe, 1991-2022. Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (LON).

van Herk, C.M., A. Aptroot & H.F. van Dobben (2002). Long-term monitoring in the Netherlands suggests that lichens respond to global warming. Lichenologist 34, 141-154.

van Herk, C.M., A. Aptroot & L.B. Sparrius (2018). Veldgids korstmossen. KNNV Uitgeverij.

van Herk, C.M., Spier, L., Aptroot, A. & Sparrius, L.B. (2000). Achteruitgang van de korstmossen in het Speulderbos. De Levende Natuur 101, 149-153.

Wamelink, W., van Dobben, H.V., Zee, F., Hinsberg, A.V. & Bobbink, R. (2023). Overzicht van kritische depositiewaarden voor stikstof, toegepast op habitattypen en leefgebieden van Natura 2000: Herziening 2023. Wageningen: Wageningen Environmental Research.

Wirth, V. (2010). Ecological indicator values of lichens - enlarged and updated species list. Herzogia 23, 229-248.

Bijlage A. Overzicht waargenomen korstmossen en trends

Overzicht van korstmossen die in het meetnet zijn waargenomen en trendberekeningen.

Uitleg van de kolommen in de tabel

Soorteigenschappen:

RL = Rode Lijst categorie (GE = Gevoelig, KW = Kwetsbaar, BE = Bedreigd, EB = Ernstig bedreigd, VN = Verdwenen).

Z = Landelijke zeldzaamheid (a = algemeen, z = schaars, zz = zeldzaam, zzz = zeer zeldzaam).

IW = Kolom geeft aan of een soort bijdraagt aan de AIW ('A') of NIW ('N')

2025:

Statistieken zijn van alle meetpunten die in 2025 zijn onderzocht (totaal 457 meetpunten):

n = Aantal meetpunten waarin een soort is aangetroffen

kwant = Som van de kwantiteit van de betreffende soort

Trend 2018-2025

Verandering van de soort tussen de meetrondes van 2018 en 2025, uitgedrukt in presentie(percentages) op meetpunten. De trendberekening is gedaan door het voorkomen van soorten in de meetrondes van 2018 en 2025 met elkaar te vergelijken, voor alleen die meetpunten die in beide meetrondes bezocht zijn (197 meetpunten).

Meetpunten (%) '18 = Percentage van meetpunten waarin de soort in meetronde 2018 is aangetroffen

Meetpunten (%) '25 = Percentage van meetpunten waarin de soort in meetronde 2025 is aangetroffen

Trend (%) '18-'25 = Verschil in percentage aantal meetpunten waarin een soort is aangetroffen tussen de meetrondes 2018 en 2025. Een positief getal betekend dat een soort tussen 2018 en 2025 is toegenomen.

Wanneer een trendgetal in de tabel ontbreekt betreft het een soort die alleen in 2025 op nieuw uitgezette meetpunten is aangetroffen.

Zie bijlage C en D voor trends en significante veranderingen over de hele periode 1995-2025.

					2025		Meetpunten (%)		Trend (%)
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	RL	Z	IW	n	kwant	'18	'25	'18-'25
Alyxoria culmigena	Rivierschriftmos		a		86	190	18,8	20,3	+1,5
Alyxoria ochrocheila	Geel schriftmos		z		4	6	0,0	0,5	+0,5
Alyxoria varia / viridipruinosa	Kort- / Limoenschriftmos		a		217	835	36,5	47,7	+11,2
Amandinea punctata	Vliegenstrontjesmos		a		364	1469	80,2	79,7	-0,5
Anisomeridium biforme	Stinzenkorst		z		31	59	3,0	8,1	+5,1
Anisomeridium polypori	Schoorsteentje		a		47	114	3,6	9,1	+5,6
Arthonia atra	Zwart schriftmos		a		15	26	2,5	1,5	-1,0
Arthonia didyma	Beukenvlekje		z		1	5	2,0	0,5	-1,5
Arthonia radiata	Amoebekorst		a		134	378	25,9	25,9	0,0
Athallia cerinella	Klein boomzonnetje		a		51	117	0,0	11,2	+11,2
Athallia holocarpa	Muurzonnetje		a	N	9	12	1,5	3,0	+1,5
Athallia pyracea	Gewoon boomzonnetje		z		5	9			
Bacidia arceutina	Bleke knoopjeskorst	KW	zz		1	1			
Bacidia laurocerasi	Purperknoopjeskorst	KW	zzz		4	6	0,0	0,5	+0,5
Bacidina adastra	Fijne knoopjeskorst		a		206	547	44,7	41,1	-3,5
Bacidina brandii	Kleine knoopjeskorst	GE	zzz		1	2			
Bacidina modesta	Boomvoetknoopjeskorst		z		17	36	0,5	1,5	+1,0
Bacidina neosquamulosa	Nieuwe knoopjeskorst		z		11	22	4,1	3,6	-0,5
Bacidina phacodes	Rechte knoopjeskorst	BE	zzz		1	3	0,5	0,5	0,0
Bryostigma lapidicola	Knotwilgkorst	KW	zz		1	1			
Buellia griseovirens	Grijsgroene stofkorst		a		60	166	20,3	14,2	-6,1
Calicium viride	Groen boomspijkertje		z		7	13	3,0	3,0	0,0

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	RL	Z	IW	2025 n	2025 kwant	Meetpunten (%) '18	Meetpunten (%) '25	Trend (%) '18-'25
Caloplaca cerina	Oranje boomzonnetje	GE	zzz		1	1	0,0	0,5	+0,5
Caloplaca chlorina	Grijze citroenkorst		a		1	2	0,5	0,5	0,0
Caloplaca obscurella	Gewone kraterkorst		a		118	294	15,7	34,0	+18,3
Candelaria concolor s.l.	Vals dooiermos s.l.		a		408	1725	76,6	80,7	+4,1
Candelariella aurella	Kleine geelkorst		a	N	9	16	1,5	2,0	+0,5
Candelariella reflexa s.l.	Poedergeelkorst s.l.		a	N	368	1460	74,1	76,6	+2,5
Candelariella vitellina	Grove geelkorst		a	N	161	467	43,7	41,1	-2,5
Candelariella xanthostigma	Fijne geelkorst		a	N	286	1022	42,1	66,0	+23,9
Catillaria chalybeia	Donkere rookkorst		a		15	30	0,0	4,1	+4,1
Catillaria flexuosa		GE	zzz		8	16	0,0	1,0	+1,0
Catillaria nigroclavata/fungoides	Boom-/Steriele rookkorst		a		398	1367	45,2	67,5	+22,3
Chaenotheca brachypoda	Groen schorssteeltje		z		2	4			
Chaenotheca chlorella	Klein schorssteeltje		z		4	8	0,0	1,0	+1,0
Chaenotheca chrysocephala	Geel schorssteeltje		zz		3	6	0,5	1,0	+0,5
Chaenotheca ferruginea	Roestbruin schorssteeltje		a	A	20	57	11,7	6,1	-5,6
Chaenotheca furfuracea	Lichtend schorssteeltje	GE	zzz		2	4	0,5	0,5	0,0
Chaenotheca hispidula	Kort schorssteeltje		zz		2	5	0,0	0,5	+0,5
Chaenotheca phaeocephala	Grof schorssteeltje	GE	zzz		1	2	0,0	0,5	+0,5
Chaenotheca stemonea	Stoffig schorssteeltje		z		4	10	1,5	1,5	0,0
Chaenotheca trichialis	Grijs schorssteeltje		a		25	80	4,1	3,6	-0,5
Chrysothrix candelaris	Gele poederkorst		zz		2	4	1,5	1,0	-0,5
Cladonia caespiticia	Greppelblaadje		a	A	6	18	2,0	1,5	-0,5
Cladonia chlorophaea	Fijn bekermos		a	A	57	215	14,7	13,7	-1,0
Cladonia coniocraea	Smal bekermos		a	A	23	58	9,1	7,6	-1,5
Cladonia digitata	Vertakt bekermos		z	A	4	9	1,0	1,5	+0,5
Cladonia fimbriata	Kopjes-bekermos		a	A	86	253	18,8	18,3	-0,5
Cladonia glauca	Bruin heidestaartje		a	A	1	2	1,0	0,0	-1,0
Cladonia incrassata	Turflucifer		zz		0	0	1,5	0,0	-1,5
Cladonia macilenta	Dove heidelucifer		a	A	4	10	6,6	2,0	-4,6
Cladonia polydactyla	Sterheidestaartje		zz	A	1	6	0,5	0,5	0,0
Cladonia ramulosa	Rafelig bekermos		a	A	3	6	0,5	1,0	+0,5
Cliostomum griffithii	Gespikkelde witkorst		a		15	36	5,1	3,6	-1,5
Coenogonium pineti	Valse knoopjeskorst		a		138	447	21,8	34,0	+12,2
Coniocarpon cinnabarinum	Rood schorsvlekje		zz		2	4	0,0	1,0	+1,0
Coppinsiella ulcerosa	Iepenkraterkorst		zz		8	15	0,5	2,0	+1,5
Dendrographa decolorans	Purperkring		a		114	259	12,2	25,9	+13,7
Diarthonis spadicea	Inktspatkorst		a		123	487	18,3	28,4	+10,2
Dichoporis taylorii	Kalkspikkel		zz		4	7	0,0	1,5	+1,5
Diploicia canescens	Kauwgommos		a		180	445	40,1	42,1	+2,0
Diploschistes muscorum	Duindaalder		z		1	1			
Diplotomma pharcidium	Boomcementkorst	BE	zz		2	2			
Enterographa crassa	Grauwe runenkorst		zz		2	6	1,0	1,0	0,0
Evernia prunastri	Eikenmos		a	A	52	138	19,3	13,7	-5,6
Fellhanera bouteillei	Twijgdruppelkorst		zz		0	0	0,5	0,0	-0,5
Fellhanera viridisorediata	Gewone druppelkorst		a		32	81	6,6	7,6	+1,0
Flavoparmelia caperata	Bosschildmos		a		118	320	29,9	25,4	-4,6
Flavoparmelia soredians	Groen boomschildmos		a		111	272	29,4	26,9	-2,5
Flavoplaca flavocitrina	Valse citroenkorst		a		48	122	6,1	13,2	+7,1
Flavoplaca ruderum	Kerkcitroenkorst		a		0	0	0,5	0,0	-0,5
Fuscidea pusilla	Groene suikerkorst		zz		5	8	0,0	1,5	+1,5
Glaucomaria carpinea	Melige schotelkorst		a		174	449	33,5	32,5	-1,0
Glaucomaria subcarpinea	Berijpte schotelkorst		zz		11	19	2,0	1,0	-1,0
Graphis scripta	Gewoon schriftmos		a		6	10	1,0	1,0	0,0
Haematomma ochroleucum	Witgerande stofkorst		a		14	40	4,6	5,1	+0,5
Halecania viridescens	Porseleinkorst		z		59	149	3,6	11,7	+8,1
Hyperphyscia adglutinata	Dun schaduwmos		a		401	1982	82,7	86,3	+3,5
Hyperphyscia lucida	Glimmend schaduwmos		zzz		2	3	0,0	0,5	+0,5
Hypocenomyce scalaris	Gewoon schubjesmos	KW	z	A	6	18	7,1	1,5	-5,6
Hypogymnia physodes	Gewoon schorsmos	GE	a	A	15	33	9,6	3,6	-6,1
Hypogymnia tubulosa	Witkopschorsmos	GE	a	A	5	12	2,5	0,5	-2,0
Hypotrachyna afrorevoluta/revoluta	Gebogen-/Grofgebogen schildmos		a		168	419	36,5	31,0	-5,6
Jamesiella anastomosans	Aspergekorst		a		60	124	6,6	14,7	+8,1
Lecania cyrtella	Boomglimschoteltje		a		82	241	7,1	19,8	+12,7
Lecania erysibe	Stofglimschoteltje		a		2	2	0,5	0,5	0,0
Lecania naegelii	Rookglimschoteltje		a		102	273	11,2	16,8	+5,6
Lecanora aitema	Dennenschotelkorst	BE	zz	A	1	1	0,5	0,5	0,0

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	RL	Z	IW	2025 n	2025 kwant	Meetpunten (%) '18	Meetpunten (%) '25	Trend (%) '18-'25
Lecanora argentata	Bosschotelkorst		z		4	7	0,5	1,0	+0,5
Lecanora barkmaniana	Ammoniakschotelkorst		a		339	1227	66,5	73,1	+6,6
Lecanora chlarotera	Witte schotelkorst		a		353	1286	74,6	77,2	+2,5
Lecanora compallens	Miskende schotelkorst		a		154	472	47,2	40,6	-6,6
Lecanora confusa	Twijgschotelkorst		zz		1	1	0,5	0,0	-0,5
Lecanora conizaeoides	Groene schotelkorst	KW	z	A	0	0	4,1	0,0	-4,1
Lecanora expallens	Bleekgroene schotelkorst		a		329	1284	82,2	79,2	-3,0
Lecanora horiza	Donkere schotelkorst		a		66	134	11,2	16,2	+5,1
Lecanora pulicaris	Eikenschotelkorst		z	A	4	8	3,0	1,0	-2,0
Lecanora saligna	Houtschotelkorst		a		5	9	2,0	0,5	-1,5
Lecanora sinuosa	Bochtige schotelkorst		z		5	5	2,0	1,5	-0,5
Lecanora strobilina	Bleke dennenschotelkorst	EB	zzz		2	2			
Lecanora symmicta	Bolle schotelkorst		a		19	24	11,7	4,1	-7,6
Lecidella elaeochroma	Gewoon purperschaaltje		a		368	1600	77,2	78,7	+1,5
Lecidella flavosorediata	Fijne mosterdkorst		a		60	134	16,8	16,2	-0,5
Lecidella scabra	Grijsgroene steenkorst		a		108	235	33,0	30,5	-2,5
Lecidella stigmatea	Steenpurperschaaltje		a		3	3	4,6	1,0	-3,5
Lepra albescens	Witte kringkorst		z		1	3	0,5	0,5	0,0
Lepra amara	Ananaskorst	KW	z		12	24	4,1	3,0	-1,0
Lepraria finkii	Gelobde poederkorst		a		92	345	19,8	21,3	+1,5
Lepraria incana	Gewone poederkorst		a	A	241	1046	56,9	56,9	0,0
Lepraria rigidula	Grove poederkorst		a		42	109	4,1	7,6	+3,5
Lepraria umbricola	Boomvoetpoederkorst		zz		9	25	2,0	2,5	+0,5
Lepraria vouauxii	Bleke poederkorst		z		19	44	2,0	5,1	+3,0
Melanelixia glabratula	Glanzend boomschildmos		a		83	218	4,1	16,2	+12,2
Melanelixia subargentifera	Behaard schildmos	GE	zzz		1	2			
Melanelixia subaurifera	Verstop-schildmos		a		135	402	52,3	32,5	-19,8
Melanohalea elegantula	Sierlijk schildmos		a		51	129	8,1	11,7	+3,6
Melanohalea exasperatula	Lepelschildmos		a		31	70	8,1	7,6	-0,5
Melanohalea laciniatula	Lobjesschildmos		z		10	18	3,0	3,6	+0,5
Melaspilea ochrothalamia	Groot haarschoteltje		zzz		1	1	0,0	0,5	+0,5
Micarea micrococca	Bosoogje		z		55	166	15,2	13,7	-1,5
Micarea microsorediata	Soredieus oogje	GE	zzz		9	22	0,0	2,0	+2,0
Micarea nitschkeana	Takkenoogje	KW	zzz		2	3	0,0	0,5	+0,5
Micarea peliocarpa	Boomoogje		zz		8	20	1,0	2,5	+1,5
Micarea prasina	Houtoogje		z		6	14	2,0	1,5	-0,5
Micarea subviridescens	Grauw oogje	GE	zzz		12	34	0,0	3,6	+3,5
Micarea viridileprosa	Groenoogje		z		48	192	13,2	13,7	+0,5
Myriolecis albescens	Kalkschotelkorst		a		2	2	0,0	0,5	+0,5
Myriolecis dispersa	Verborgen schotelkorst		a	N	131	346	28,4	35,0	+6,6
Myriolecis hagenii	Kleine schotelkorst		a	N	115	247	24,4	25,9	+1,5
Naevia punctiformis	Twijgvlekje		z		1	1			
Normandina pulchella	Hamsteroortje		a		88	218	11,2	19,3	+8,1
Ochrolechia arborea			zzz		4	8	1,0	1,5	+0,5
Ochrolechia turneri	Valse kringkorst	BE	zz		2	4	0,5	1,0	+0,5
Opegrapha niveoatra	Klein schriftmos		a		86	276	17,8	24,4	+6,6
Opegrapha vermicellifera	Gestippeld schriftmos		a		9	24	1,0	1,5	+0,5
Opegrapha vulgata	Wit schriftmos		z		8	25	1,5	2,5	+1,0
Pachnolepia pruinata	Aspirinekorst		zz		2	3	0,5	0,5	0,0
Parmelia saxatilis	Blauwgrijs steenschildmos		a	A	9	22	4,6	1,5	-3,0
Parmelia sulcata	Gewoon schildmos		a		241	817	69,0	55,3	-13,7
Parmelina tiliacea	Lindeschildmos		z		3	5	0,5	0,5	0,0
Parmeliopsis ambigua	Avocadomos		zz	A	3	7	3,0	1,0	-2,0
Parmotrema perlatum	Groot schildmos		a		162	383	34,0	34,5	+0,5
Parmotrema pseudoreticulatum	Gewimperd schildmos		zz		4	8	1,0	1,5	+0,5
Parmotrema reticulatum	Netschildmos	GE	zzz		0	0	1,0	0,0	-1,0
Pertusaria coccodes	Bleek speldenkussentje		z		12	35	3,6	3,0	-0,5
Pertusaria hymenea	Open speldenkussentje		zz		1	3	0,5	0,5	0,0
Pertusaria leioplaca	Glad speldenkussentje		zz		1	5	0,5	0,5	0,0
Pertusaria pertusa	Gewoon speldenkussentje		z		10	26	2,5	3,0	+0,5
Phaeophyscia endophoenicea	Lipschaduwmos		zz		0	0	1,0	0,0	-1,0
Phaeophyscia nigricans	Klein schaduwmos		a	N	11	22	0,0	2,0	+2,0
Phaeophyscia orbicularis	Rond schaduwmos		a	N	239	792	58,4	49,2	-9,1
Phlyctis argena	Lichtvlekje		a		61	146	11,7	15,2	+3,5
Physcia adscendens	Kapjesvingermos		a	N	385	1782	80,2	83,2	+3,0
Physcia biziana	Groen vingermos		zzz		1	1			

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	RL	Z	IW	2025 n	2025 kwant	Meetpunten (%) '18	Meetpunten (%) '25	Trend (%) '18-'25
Physcia caesia	Stoeprandvingermos		a	N	137	350	35,0	32,0	-3,0
Physcia clementei	Isidieus vingermos		a		67	120	4,1	14,7	+10,7
Physcia dubia	Bleek vingermos		a	N	22	48	6,1	5,6	-0,5
Physcia tenella	Heksenvingermos		a	N	179	584	62,9	35,5	-27,4
Physcia tribacia	Lobjesvingermos	GE	zzz		1	1	0,0	0,5	+0,5
Physcia tribacioides	Witkopvingermos		z		17	24	1,5	3,0	+1,5
Physcia vitii	Lipvingermos		zzz		1	2			
Physciella chloantha	Zonneklepjesmos		zz		4	10			
Physconia distorta	Fors rijpmos	KW	zz		5	5	1,0	1,0	0,0
Physconia enteroxantha	Donker rijpmos		z		22	54	2,5	5,1	+2,5
Physconia grisea	Grauw rijpmos		a		266	993	54,8	58,4	+3,6
Physconia perisidiosa	Duinrijpmos		zz		4	7	1,0	1,5	+0,5
Piccolia ochrophora	Licht muggenstrontjesmos	GE	zzz		1	2			
Placynthiella dasaea	Okerbruine veenkorst		z		9	23	0,5	3,6	+3,0
Placynthiella icmalea	Bruine veenkorst		a	A	8	11	3,0	2,5	-0,5
Pleurosticta acetabulum	Olijf-schildmos		a		25	54	7,1	8,6	+1,5
Polycauliona candelaria	Kroezig dooiermos		a	N	31	59	9,6	6,1	-3,5
Polycauliona polycarpa	Klein dooiermos		a	N	54	100	20,8	11,2	-9,6
Porina aenea	Schors-olievlekje		a		5	11	0,5	1,0	+0,5
Porina borreri	Groot olievlekje	GE	zzz		1	3	0,0	0,5	+0,5
Porina byssophila	Rommelig olievlekje		z		15	45	0,0	4,6	+4,6
Porina leptalea	Bruin olievlekje		zz		2	7	0,0	1,0	+1,0
Protoparmelia hypotremella	Grijze spijkerdrager	KW	zz		14	33	4,1	4,1	0,0
Protoparmelia oleagina	Bruine spijkerdrager	BE	zz	A	1	2	0,0	0,5	+0,5
Protoparmeliopsis muralis	Muurschotelkorst		a	N	6	8	1,5	2,0	+0,5
Pseudevernia furfuracea	Purper geweimos	KW	z	A	1	2	1,5	0,0	-1,5
Pseudoschismatomma rufescens	Verzonken schriftmos		a		376	1693	62,9	79,7	+16,8
Punctelia borreri	Witstippelschildmos		a		206	650	35,5	45,2	+9,6
Punctelia jeckeri	Rijpschildmos		a		138	401	39,6	32,5	-7,1
Punctelia reddenda	Gelobd stippelschildmos		zz		7	13	0,0	1,5	+1,5
Punctelia subrudecta	Gestippeld schildmos		a		280	931	61,4	57,4	-4,1
Pyrenula nitida	Beukenknikker	GE	zzz		1	6	0,5	0,5	0,0
Pyrrhospora quernea	Grove mosterdkorst		a		63	180	16,2	19,3	+3,0
Ramalina canariensis	Breed takmos		zz		7	7	1,0	2,0	+1,0
Ramalina farinacea	Melig takmos		a		128	333	42,6	35,5	-7,1
Ramalina fastigiata	Trompettakmos		a		41	72	15,2	9,6	-5,6
Ramalina lacera	Waaiertakmos	BE	zz		7	7	0,0	1,5	+1,5
Rinodina efflorescens	Bleke peperkorst	GE	zzz		1	1	0,5	0,5	0,0
Rinodina oleae	Donkerbruine schotelkorst		a	N	33	66	8,6	10,7	+2,0
Rinodina pityrea	Blauwe mosterdkorst		z		28	71	6,1	10,2	+4,1
Scoliciosporum pruinosum	Berijpte spiraalkorst	GE	zzz		3	6	0,5	0,5	0,0
Scythioria phlogina	Boomcitroenkorst		z	N	59	173	12,2	19,3	+7,1
Sphinctrina anglica	Dikke knotsspijker		zzz		2	5	0,5	1,0	+0,5
Sporodophoron cretaceum	Witkring	GE	zzz		2	2	0,0	1,0	+1,0
Strangospora deplanata	Boommuggenstrontjesmos		zzz		2	3			
Strangospora pinicola	Gewoon muggenstrontjesmos		zz		14	30	1,0	4,1	+3,0
Swinscowia jamesii	Boomspikkel	GE	zzz		2	5	0,5	0,5	0,0
Teloschistes chrysophthalmos	Oranje wimpermos		zzz		1	1	0,0	0,5	+0,5
Thelenella modesta	Vals speldenkussentje	VN	zzz		12	21	0,0	2,5	+2,5
Trapeliopsis flexuosa	Blauwe veenkorst		a		1	1	0,0	0,5	+0,5
Trapeliopsis granulosa	Lichte veenkorst		a	A	2	4	4,1	0,5	-3,5
Trapeliopsis pseudogranulosa	Groene veenkorst		zz		4	8	3,0	1,5	-1,5
Usnea sp.	Baardmos		z	A	1	1			
Violella fucata	Trilzwamkorst	KW	zz		1	1	1,0	0,5	-0,5
Xanthomendoza oregana	Ulevellenmos	GE	zzz		1	2	0,5	0,0	-0,5
Xanthoparmelia verruculifera	Wrattig schildmos		zz		0	0	0,5	0,0	-0,5
Xanthoria calcicola	Oranje dooiermos		a	N	75	159	19,8	18,3	-1,5
Xanthoria parietina	Groot dooiermos		a	N	397	1902	88,8	86,3	-2,5
Zwackhia sorediifera	Soredieus schriftmos		zzz		1	2	0,0	0,5	+0,5

Bijlage B. Overzicht waargenomen mossen en trends

Overzicht van mossen die in het meetnet zijn waargenomen en trendberekeningen. Zie Bijlage A voor de uitleg van de betekenis van de verschillende kolommen.

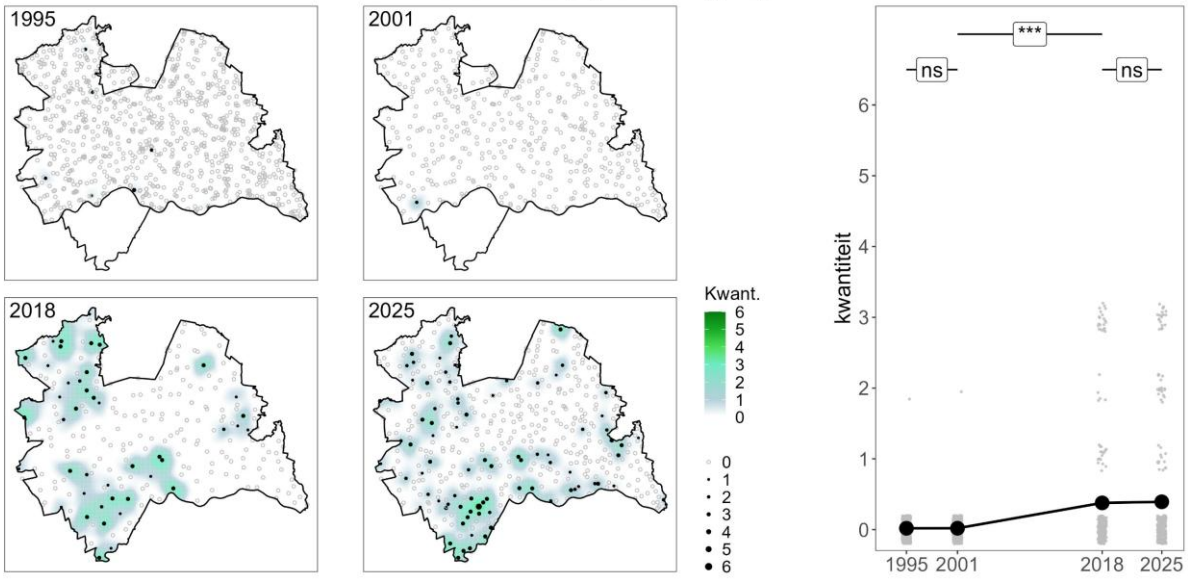
				2025		Meetpunten (%)		Trend (%)
Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	RL	Z	n	kwant	'18	'25	'18-'25
Amblystegium serpens	Gewoon pluisdraadmos		a	17	36	6,1	4,6	-1,5
Atrichum undulatum	Groot rimpelmos		a	1	2			
Aulacomnium androgynum	Gewoon knopjesmos		a	2	4	2,0	1,0	-1,0
Brachythecium rutabulum	Gewoon dikkopmos		a	210	714	46,2	43,7	-2,5
Bryum argenteum	Zilvermos		a	9	17	3,6	2,5	-1,0
Bryum barnesii	Geelkorrelknikmos		a	5	10	0,0	1,0	+1,0
Bryum capillare	Gedraaid knikmos		a	126	342	24,9	27,9	+3,0
Bryum dichotomum	Grofkorrelknikmos		a	3	6	0,0	0,5	+0,5
Campylopus flexuosus	Boskronkelsteeltje		a	11	22	8,6	3,6	-5,1
Campylopus introflexus	Grijs kronkelsteeltje		a	7	10	4,1	2,0	-2,0
Cephaloziella divaricata	Gewoon draadmos		a	0	0	0,5	0,0	-0,5
Ceratodon purpureus	Gewoon purpersteeltje		a	29	67	13,7	7,1	-6,6
Cinclidotus fontinaloides	Gewoon kribbenmos		z	2	5	0,0	0,5	+0,5
Climacium dendroides	Boompjesmos		a	1	1	0,0	0,5	+0,5
Cololejeunea minutissima	Dwergwratjesmos		a	3	4			
Cryphaea heteromalla	Vliermos		a	11	14	0,5	0,5	0,0
Dialytrichia mucronata	Riviermos		zz	0	0	0,5	0,0	-0,5
Dicranella heteromalla	Gewoon pluisjesmos		a	3	5	0,5	1,5	+1,0
Dicranoweisia cirrata	Gewoon sikkelsterretje		a	166	479	40,1	40,1	0,0
Dicranum montanum	Bossig gaffeltandmos		a	27	71	8,1	7,1	-1,0
Dicranum scoparium	Gewoon gaffeltandmos		a	26	58	8,6	7,6	-1,0
Dicranum tauricum	Bros gaffeltandmos		z	2	3	1,0	0,5	-0,5
Didymodon sinuosus	Bros dubbeltandmos		z	1	2	0,0	0,5	+0,5
Frullania dilatata	Helmroestmos		a	105	214	8,1	19,8	+11,7
Grimmia pulvinata	Gewoon muisjesmos		a	134	337	30,5	34,0	+3,5
Homalothecium sericeum	Gewoon zijdemos		a	7	13	0,0	1,0	+1,0
Hypnum cupressiforme	Gesnaveld klauwtjesmos		a	376	1793	83,8	82,2	-1,5
Hypnum jutlandicum	Heideklauwtjesmos		a	12	31	2,0	4,1	+2,0
Isothecium myosuroides	Knikkend palmpjesmos		a	10	22	1,0	3,0	+2,0
Kindbergia praelonga	Fijn laddermos		a	81	196	21,8	17,8	-4,1
Lepidozia reptans	Neptunusmos		z	0	0	1,5	0,0	-1,5
Leskea polycarpa	Uiterwaardmos		a	3	14	0,5	0,5	0,0
Lophocolea heterophylla	Gedrongen kantmos		a	15	35	6,6	5,1	-1,5
Lophocolea semiteres	Gaaf kantmos		a	1	2	0,0	0,5	+0,5
Metzgeria furcata	Bleek boomvorkje		a	37	77	3,6	7,1	+3,6
Mnium hornum	Gewoon sterrenmos		a	39	104	6,6	6,1	-0,5
Orthodontium lineare	Geelsteeltje		a	16	31	10,2	5,1	-5,1
Orthotrichum acuminatum	Gesloten haarmuts	GE	zz	1	2			
Orthotrichum affine	Gewone haarmuts		a	252	885	55,8	54,3	-1,5
Orthotrichum anomalum	Gesteelde haarmuts		a	1	1	0,0	0,5	+0,5
Orthotrichum diaphanum	Grijze haarmuts		a	139	413	21,3	27,9	+6,6
Orthotrichum lyellii	Broedhaarmuts		a	103	245	10,2	26,4	+16,2
Orthotrichum pulchellum	Gekroesde haarmuts		a	6	10	0,0	0,5	+0,5
Orthotrichum pumilum	Dwerghaarmuts		zz	3	5	0,0	1,0	+1,0
Orthotrichum pumilum var. pumilum	Echte dwerghaarmuts		zzz	2	5	0,0	0,5	+0,5
Orthotrichum speciosum	Ruige haarmuts		z	1	1	0,0	0,5	+0,5
Orthotrichum stramineum	Bonte haarmuts		a	2	3	0,0	1,0	+1,0
Orthotrichum striatum	Gladde haarmuts		a	43	83	0,0	7,1	+7,1
Orthotrichum tenellum	Slanke haarmuts		a	25	60	1,0	4,6	+3,5
Plagiomnium undulatum	Gerimpeld boogsterrenmos		a	1	1			
Plagiothecium denticulatum	Glanzend platmos		a	2	4	0,0	0,5	+0,5
Plagiothecium laetum	Krom platmos		a	5	12	2,0	1,0	-1,0
Polytrichum formosum	Fraai haarmos		a	15	33	3,6	3,6	0,0
Pseudoscleropodium purum	Groot laddermos		a	4	8	0,0	1,0	+1,0
Pseudotaxiphyllum elegans	Gewoon pronkmos		a	1	2	0,5	0,5	0,0
Pylaisia polyantha	Boommos		z	2	3	0,0	0,5	+0,5

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	RL	Z	2025 n	2025 kwant	Meetpunten (%) '18	Meetpunten (%) '25	Trend (%) '18-'25
Radula complanata	Gewoon schijfjesmos		a	4	5	1,0	1,0	0,0
Rhynchostegium confertum	Boomsnavelmos		a	48	116	13,7	12,7	-1,0
Rhynchostegium murale	Muursnavelmos		a	0	0	0,5	0,0	-0,5
Syntrichia laevipila	Boomsterretje		a	24	44	2,0	7,1	+5,1
Syntrichia latifolia	Riviersterretje		z	3	11	1,0	1,5	+0,5
Syntrichia papillosa	Knikkersterretje		a	147	525	16,2	28,9	+12,7
Syntrichia ruralis	Duinsterretje		a	12	24	0,0	1,5	+1,5
Syntrichia virescens	Uitgerand zodesterretje		a	7	13	0,0	2,0	+2,0
Tetraphis pellucida	Viertandmos		a	2	4	1,0	0,5	-0,5
Tortula muralis	Gewoon muursterretje		a	9	17	1,0	2,0	+1,0
Ulota sp.	Kroesmos		a	32	45	2,5	6,1	+3,5
Ulota bruchii	Knotskroesmos		a	7	12	6,1	3,0	-3,0
Ulota crispa	Trompetkroesmos		a	3	5	5,6	0,5	-5,1
Ulota phyllantha	Broedkroesmos		a	6	8	0,5	1,0	+0,5
Zygodon conoideus	Staafjesiepenmos		a	13	36	0,0	1,5	+1,5
Zygodon rupestris	Parkiepenmos		zz	1	2	0,0	0,5	+0,5
Zygodon viridissimus var. stirtonii	Echt iepenmos var. stirtonii		zzz	1	2			
Zygodon viridissimus var. viridissimus	Echt iepenmos var. viridissimus		z	11	27	0,0	2,0	+2,0

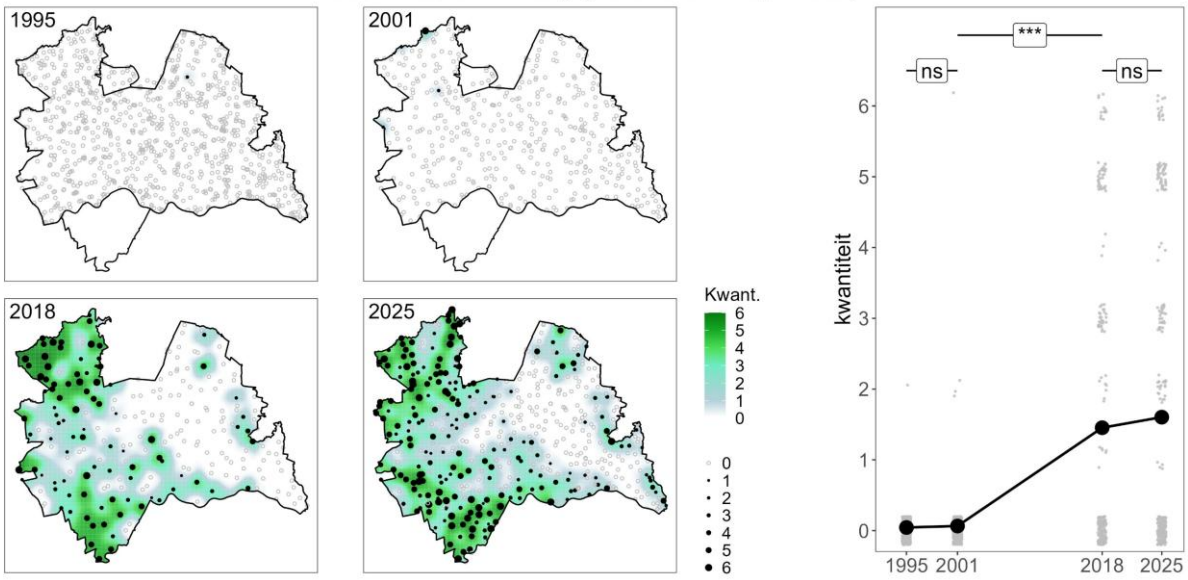
Bijlage C. Soortkaarten korstmossen

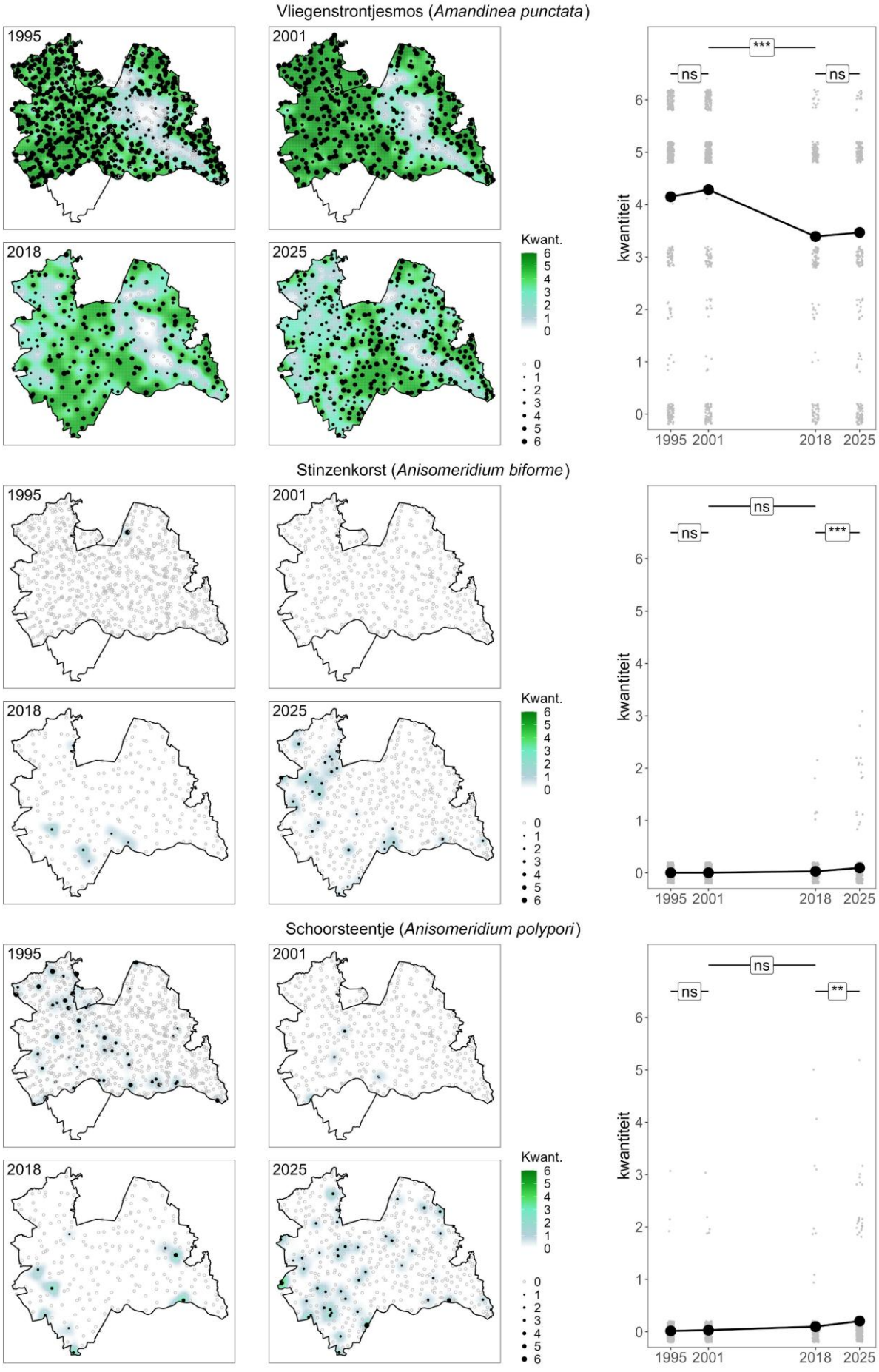
Soortkaarten worden gegeven voor de meetrondes 1995, 2001, 2018 en 2025. Om het aantal kaarten te beperken zijn de zeldzaamste soorten weggelaten en alleen die soorten weergegeven die in de vier meetronden samen minimaal 10 keer zijn waargenomen. Het formaat van de stippen en de achtergrondkleur op de kaarten geven de kwantiteit weer waarin de soort is waargenomen (*Kwant.*). De kwantiteit is tussen meetpunten geïnterpoleerd met dezelfde functie die gebruikt is voor het maken van interpolatiekaarten voor graadmeters (zie 2.5.2). De trend geeft het verschil in presentie weer tussen opeenvolgende meetrondes. Significantie is berekend met behulp van een lineair mixed effects model, met kwantiteit als responsvariabele, meetronde als verklarende variabele en opnamenummer als random intercept. **ns**: niet significant; *: 0.05 > P > 0.01; **: 0,01 > P > 0,001; ***: 0,001 > P.

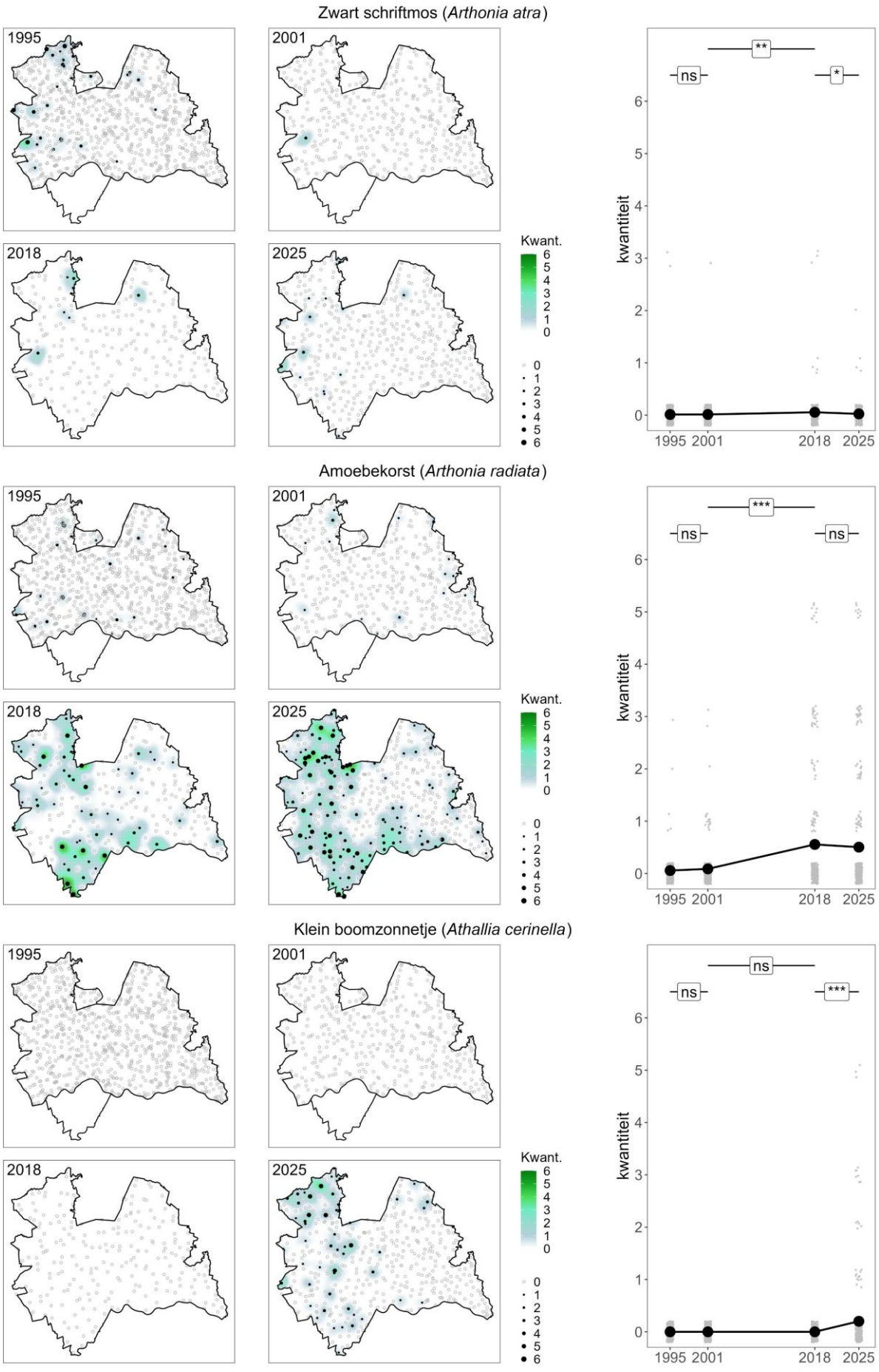
Rivierschriftmos (*Alyxoria culmigena*)

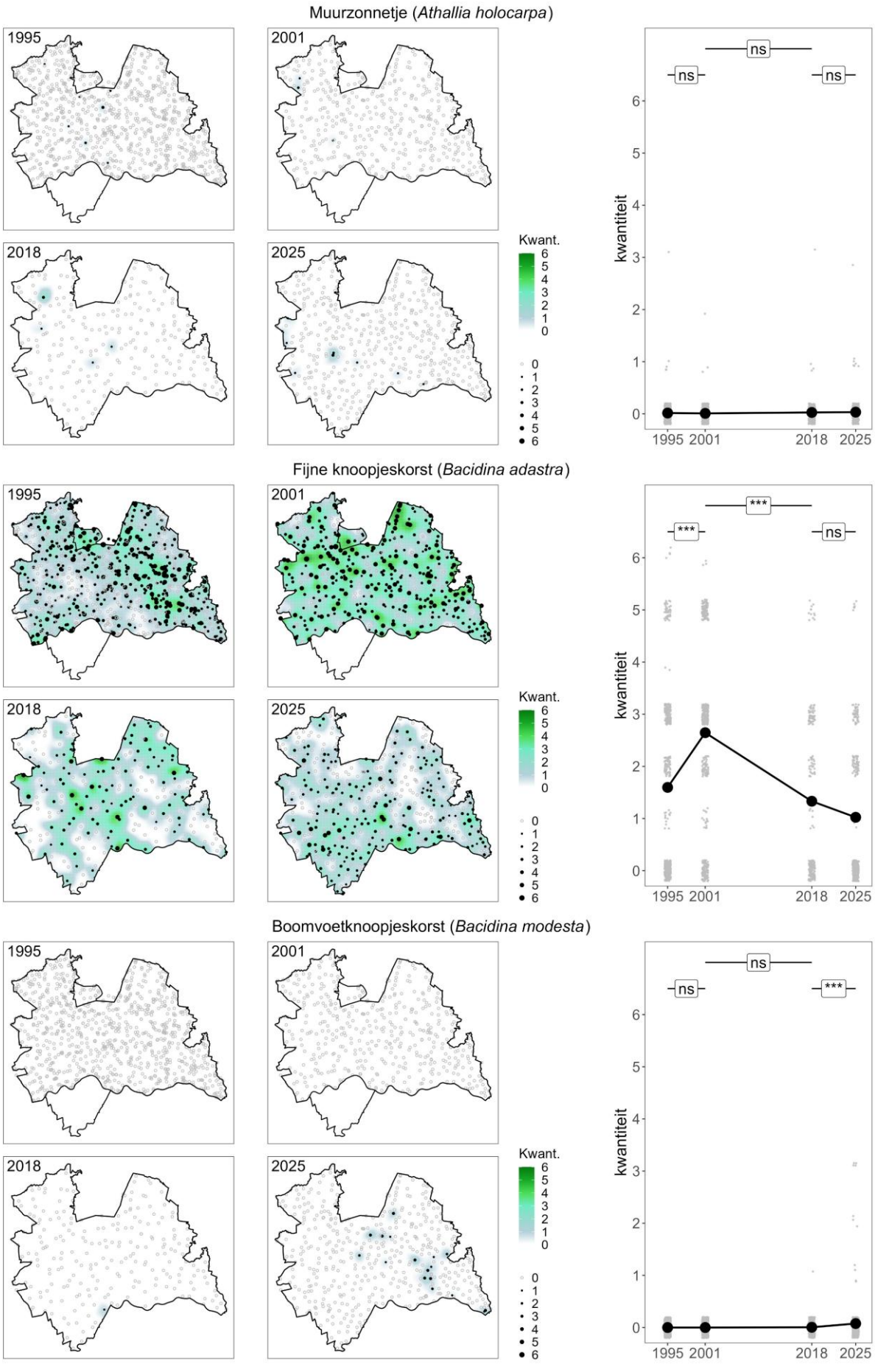


Kort- / Limoenschriftmos (*Alyxoria varia / viridipruinosa*)

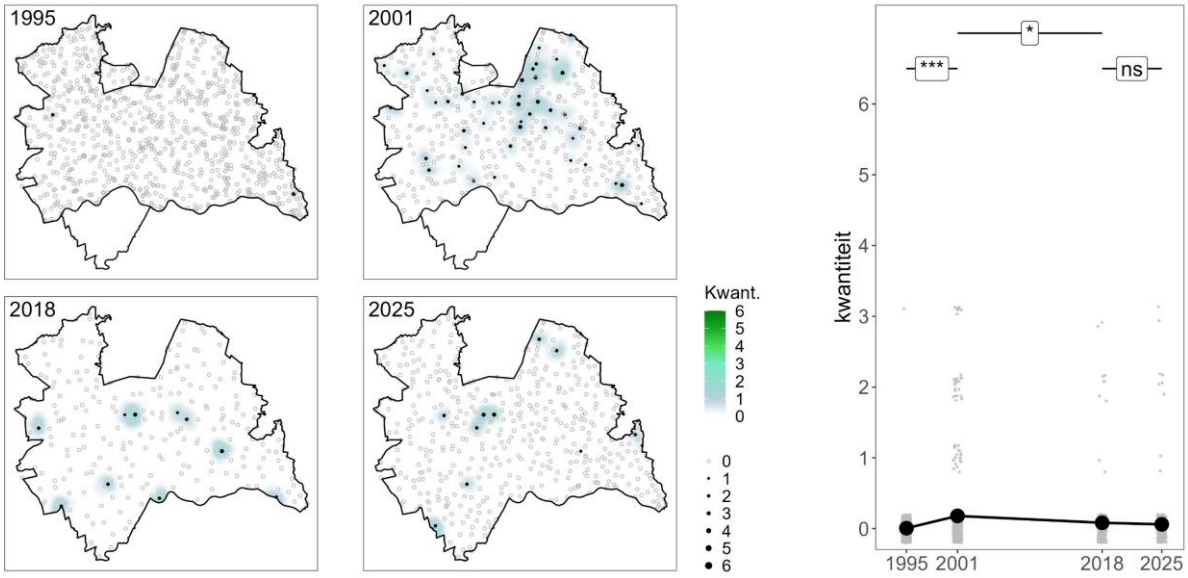



Vliegenstrontjesmos (*Amandinea punctata*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
***
ns
ns
1995 2001 2018 2025
Stinzenkorst (*Anisomeridium biforme*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
***
1995 2001 2018 2025
Schoorsteentje (*Anisomeridium polypori*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
**
1995 2001 2018 2025

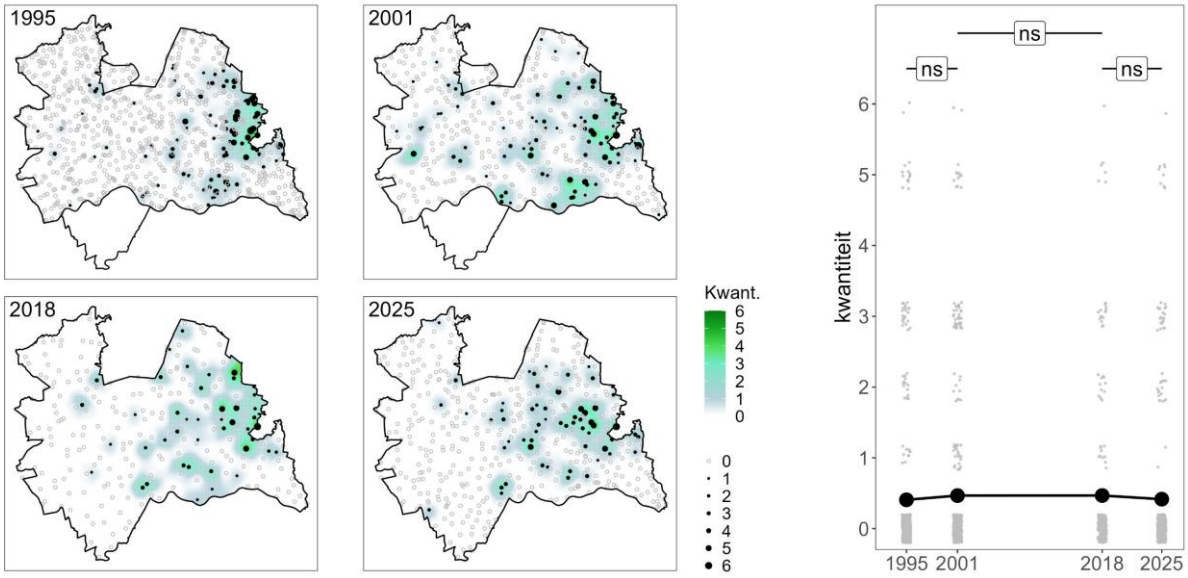

Zwart schriftmos (*Arthonia atra*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
ns
**
*
1995 2001 2018 2025
Amoebekorst (*Arthonia radiata*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
ns
***
ns
1995 2001 2018 2025
Klein boomzonnetje (*Athallia cerinella*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
ns
ns
***
1995 2001 2018 2025


Muurzonnetje (*Athallia holocarpa*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Fijne knoopjeskorst (*Bacidina adastra*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
***
***
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Boomvoetknoopjeskorst (*Bacidina modesta*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
***
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025

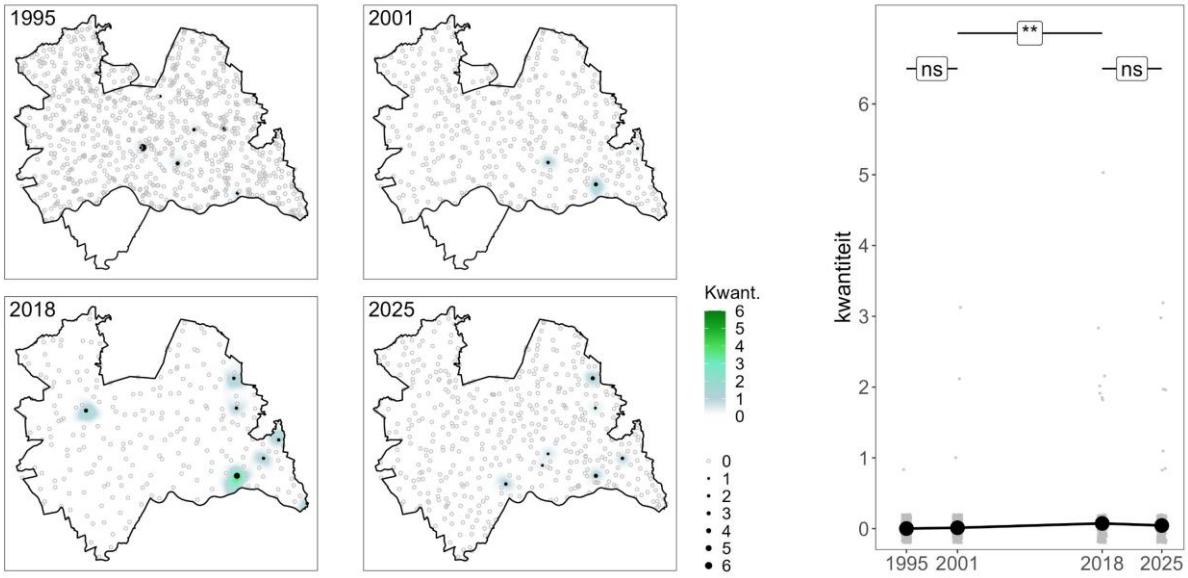
Nieuwe knoopjeskorst (*Bacidina neosquamulosa*)

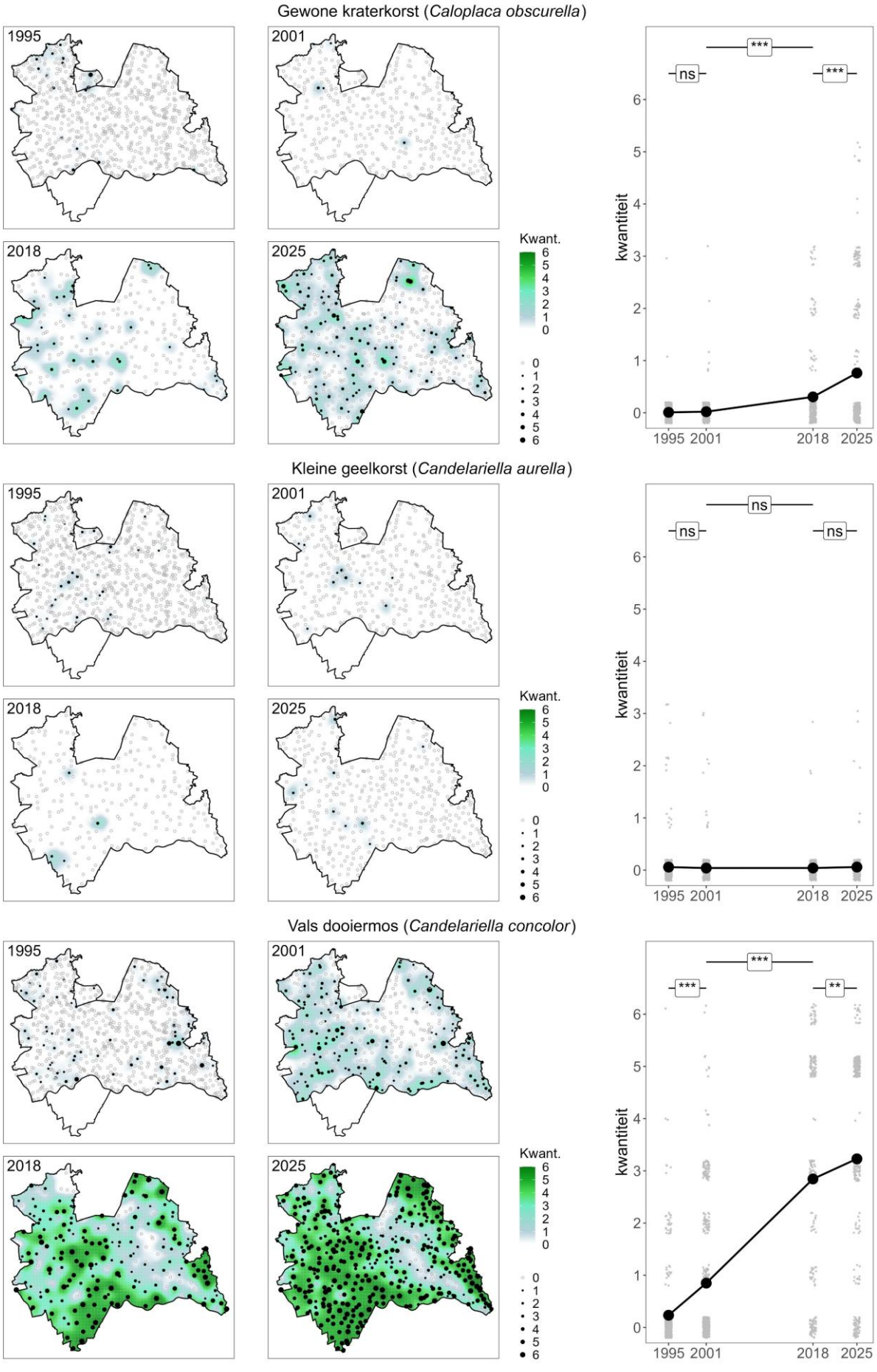


Grijsgroene stofkorst (*Buellia griseovirens*)

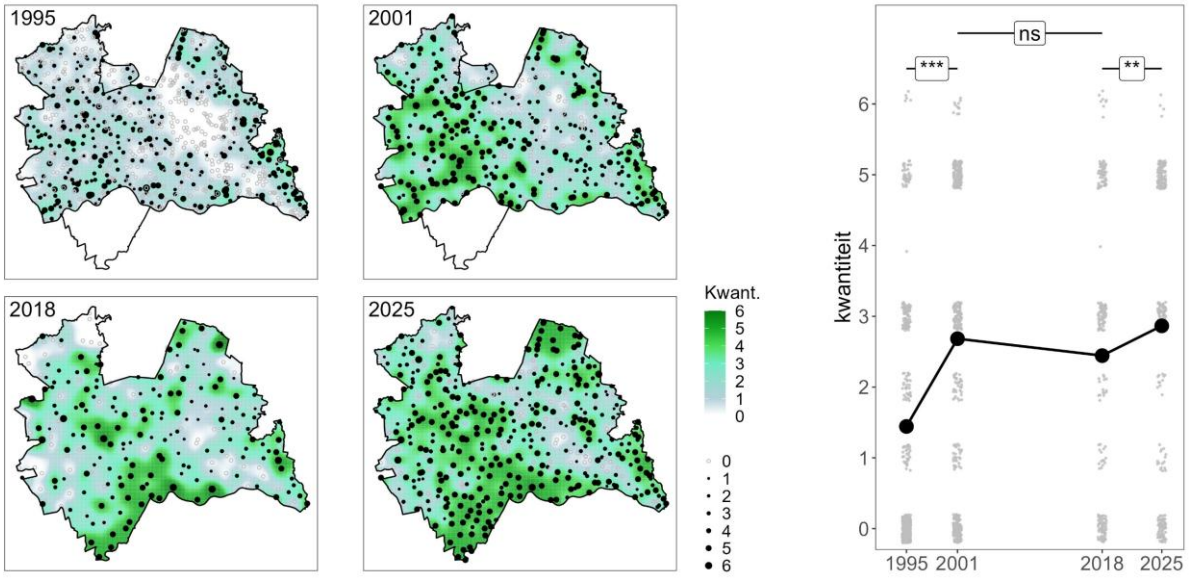


Groen boomspijkertje (*Calicium viride*)

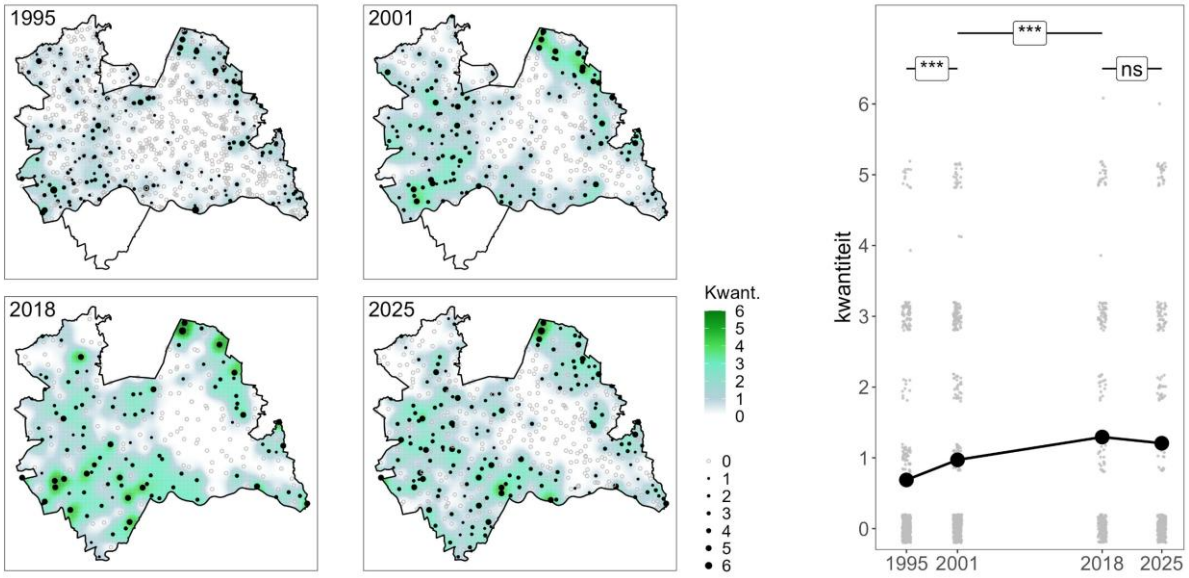



Gewone kraterkorst (*Caloplaca obscurella*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
ns
***
***
1995 2001 2018 2025
Kleine geelkorst (*Candelariella aurella*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
ns
1995 2001 2018 2025
Vals dooiermos (*Candelariella concolor*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
***
***
**
1995 2001 2018 2025

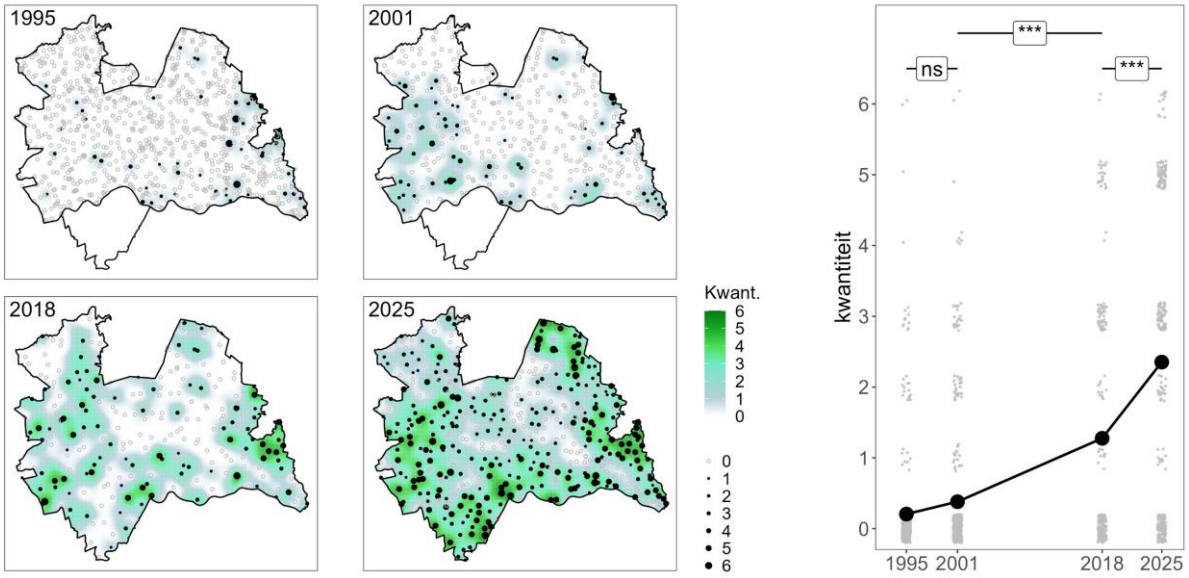
Poedergeelkorst s.l. (*Candelariella reflexa s.l.*)



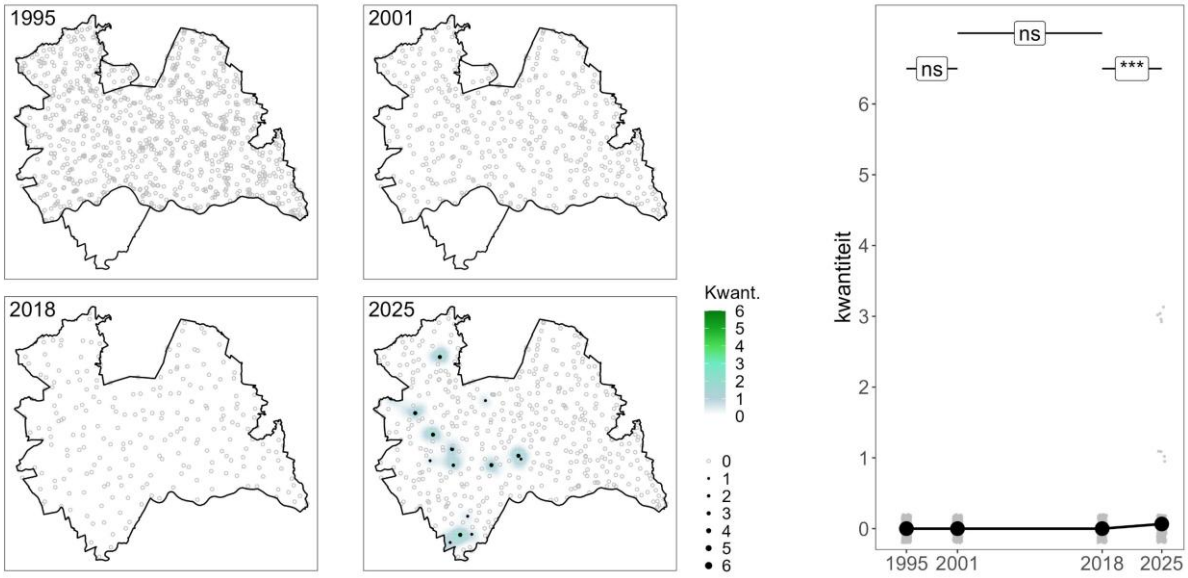
Grove geelkorst (*Candelariella vitellina*)



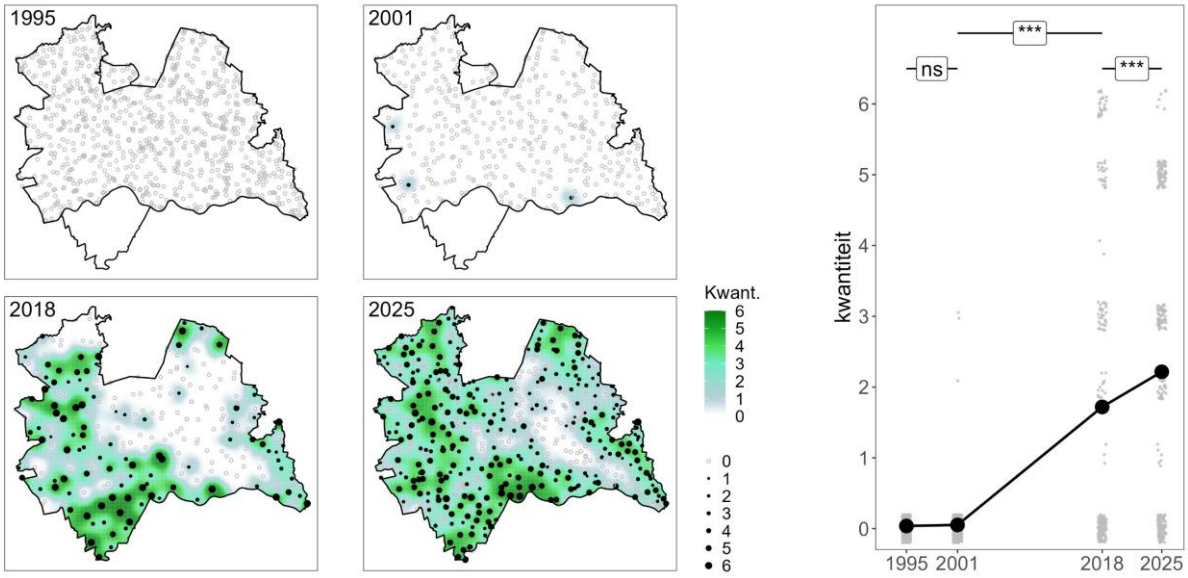
Fijne geelkorst (*Candelariella xanthostigma*)



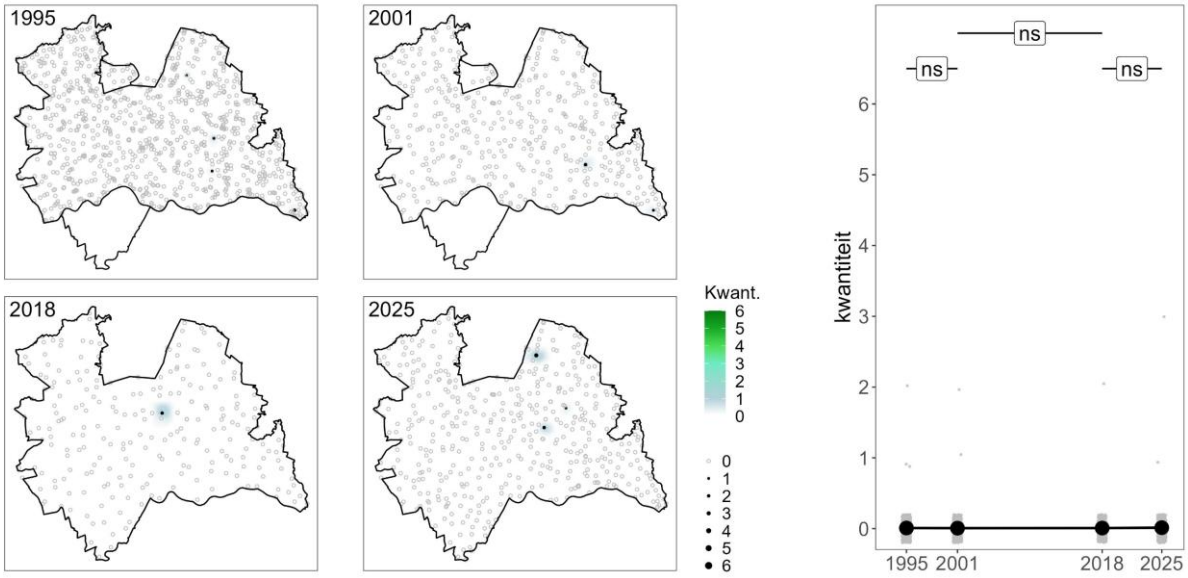
Donkere rookkorst (*Catillaria chalybeia*)



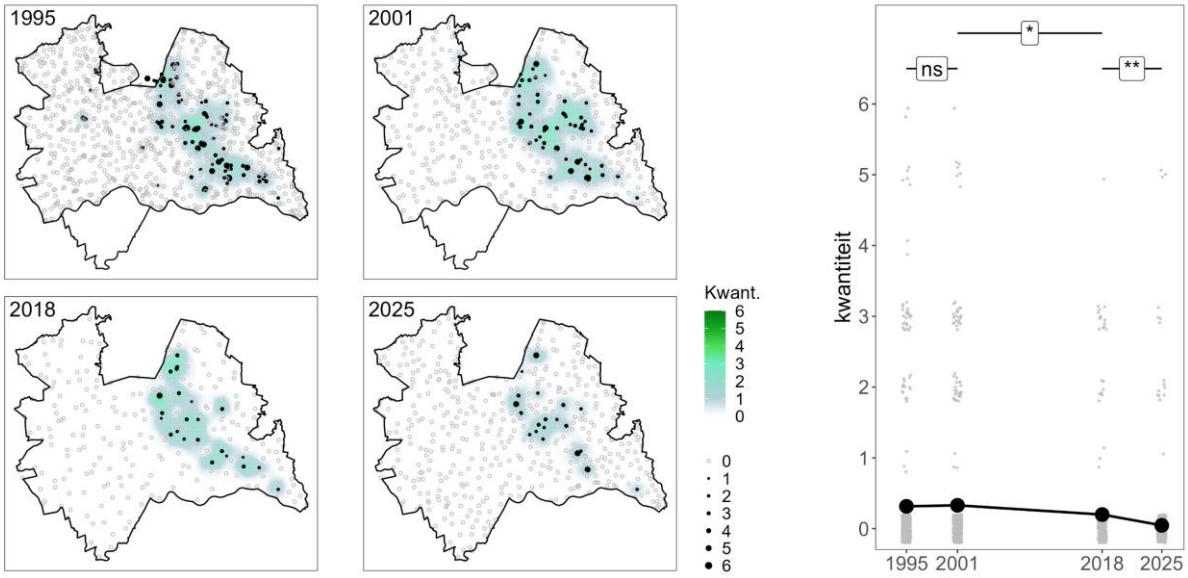
Boom- / Steriele rookkorst (*Catillaria nigroclavata / fungoides*)



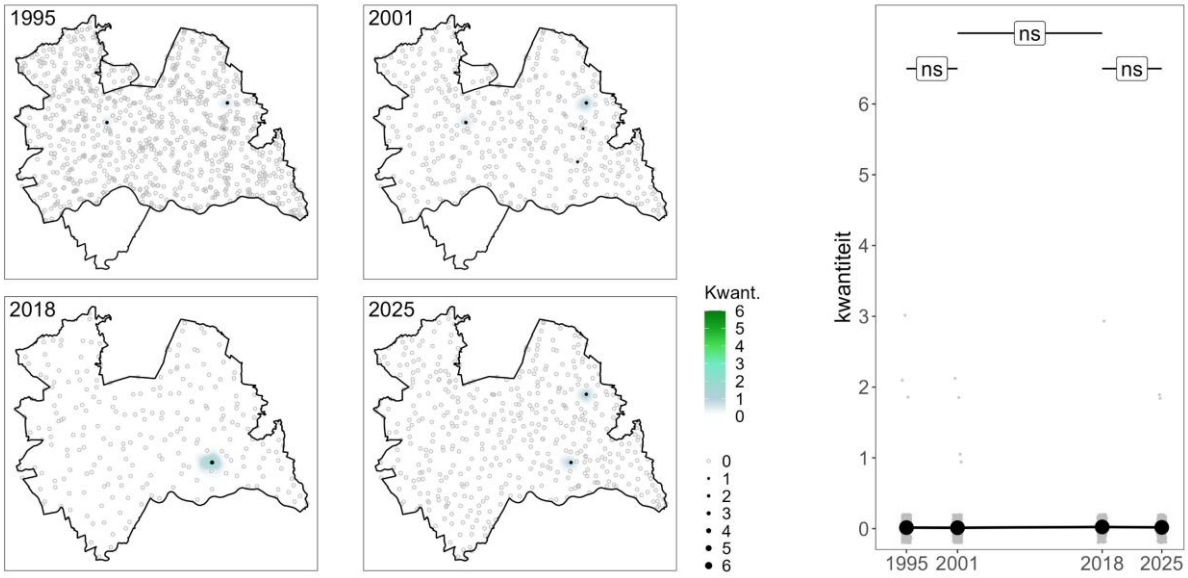
Geel schorssteeltje (*Chaenotheca chrysocephala*)



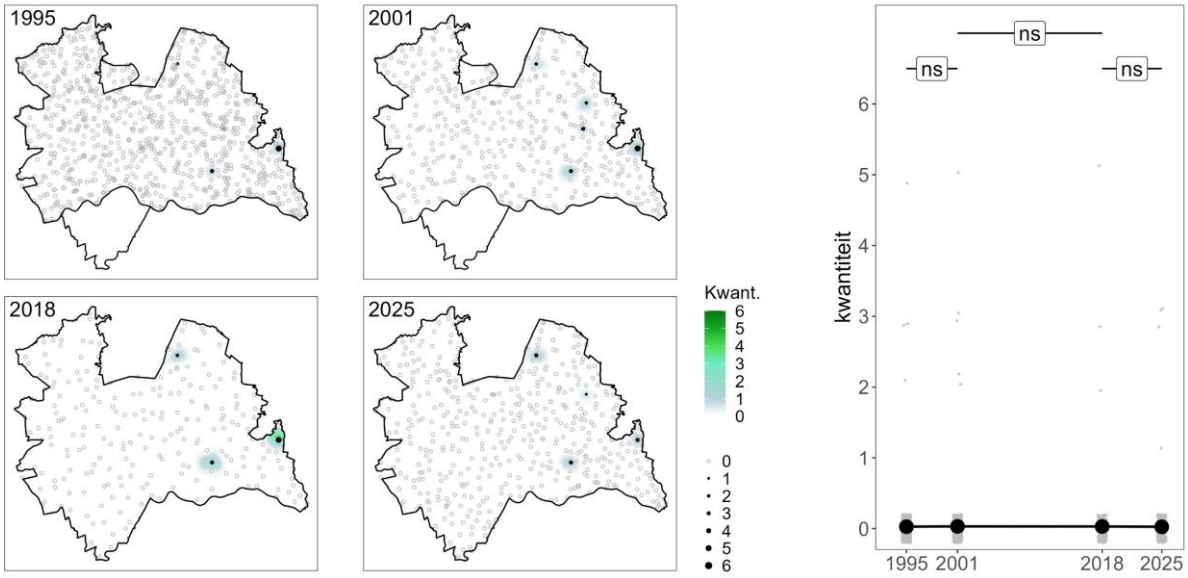
Roestbruin schorssteeltje (*Chaenotheca ferruginea*)



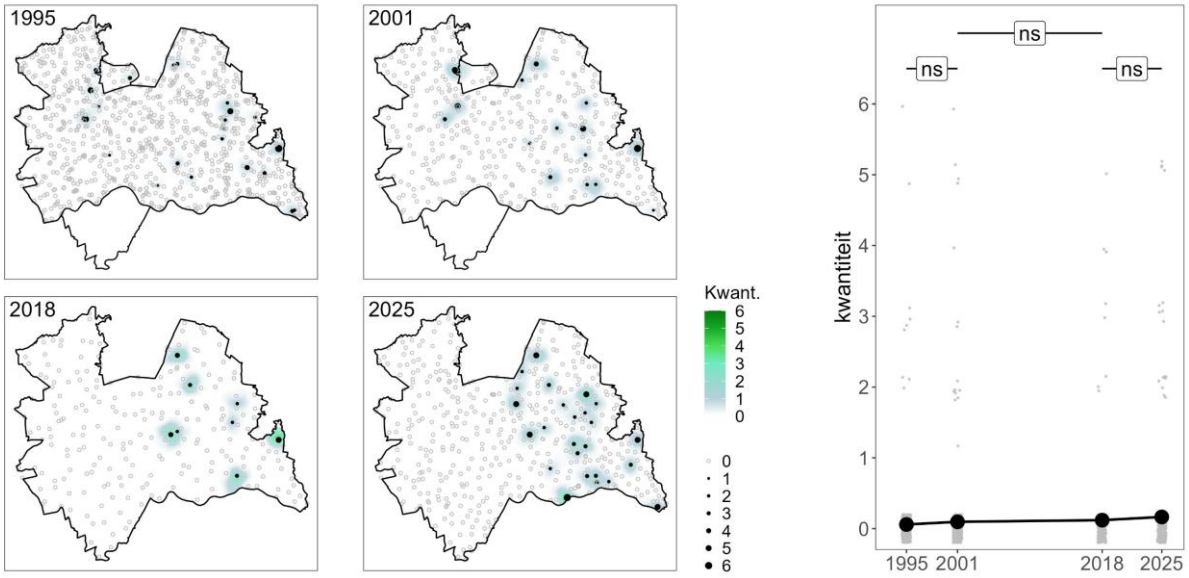
Lichtend schorssteeltje (*Chaenotheca furfuracea*)



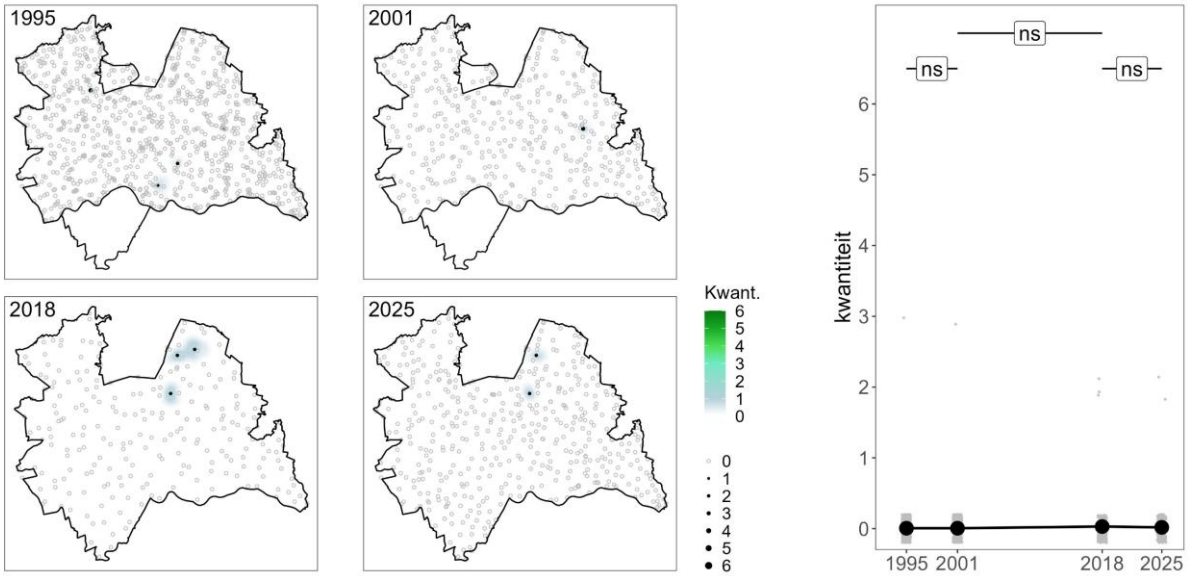
Stoffig schorssteeltje (*Chaenotheca stemonea*)



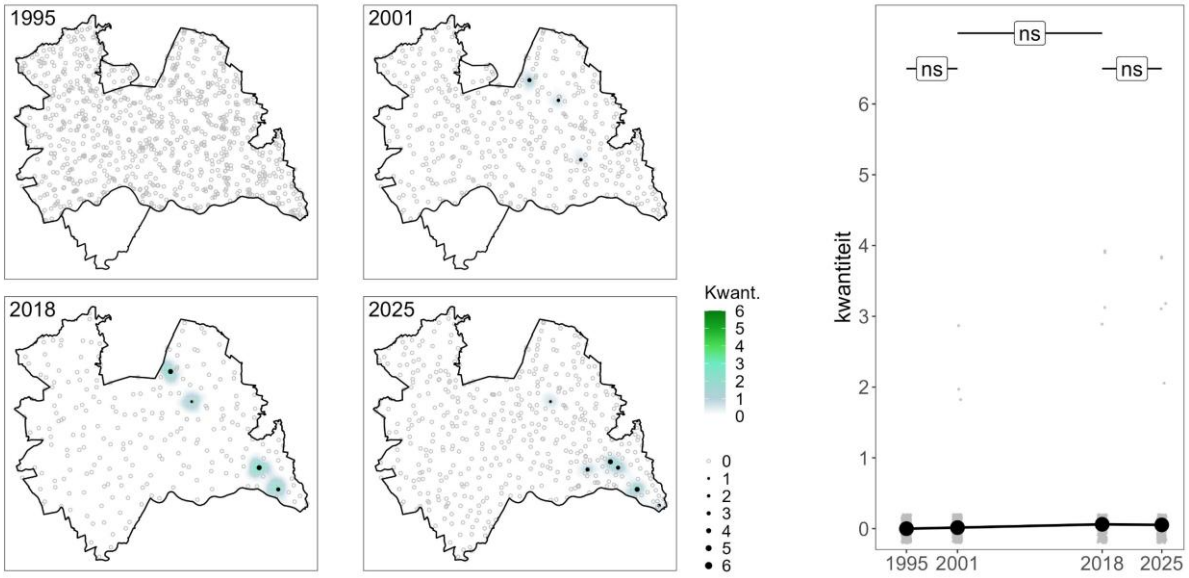
Grijs schorssteeltje (*Chaenotheca trichialis*)



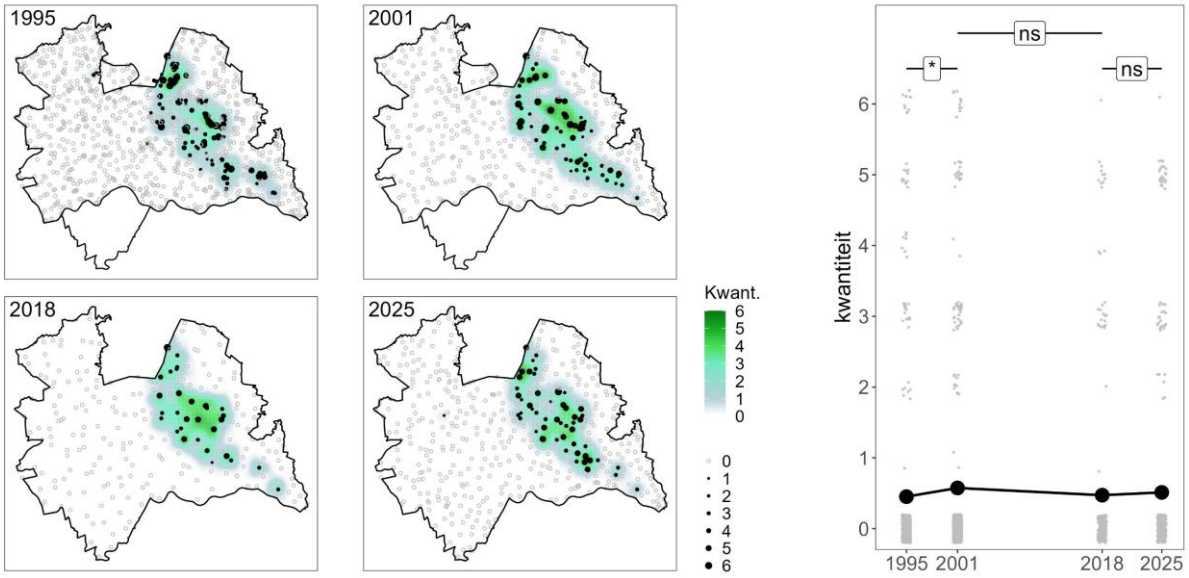
Gele poederkorst (*Chrysothrix candelaris*)



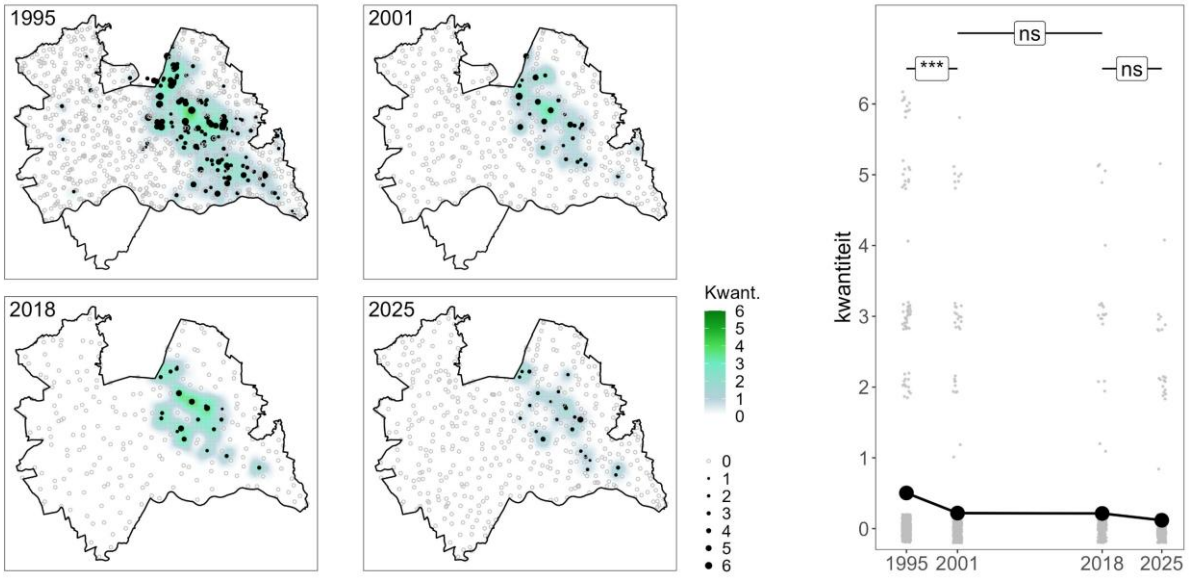
Greppelblaadje (*Cladonia caespiticia*)



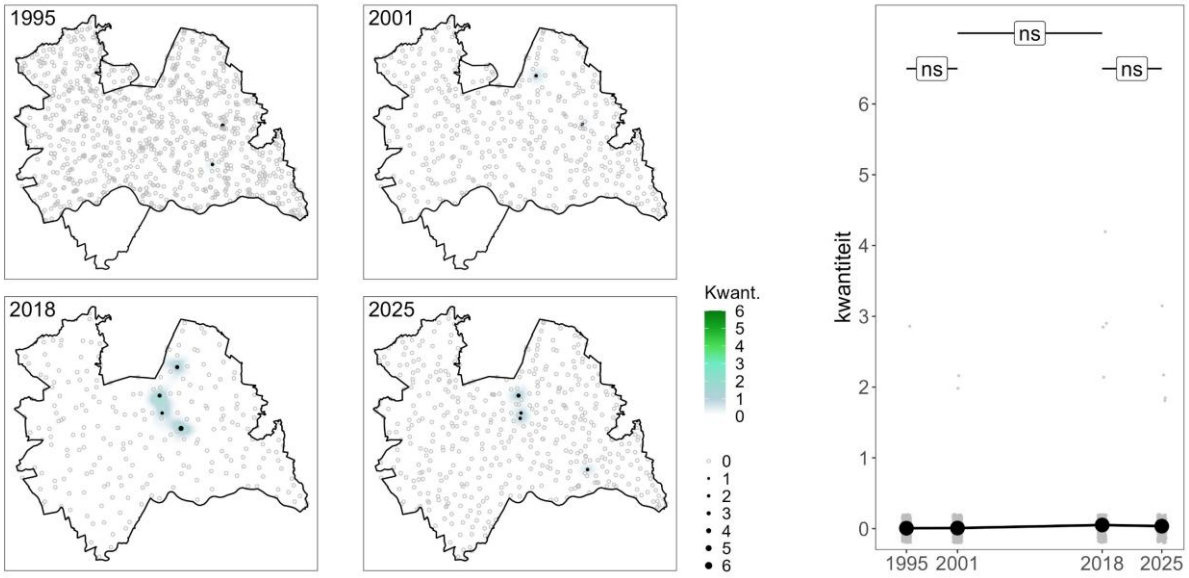
Fijn bekermos (*Cladonia chlorophaea*)

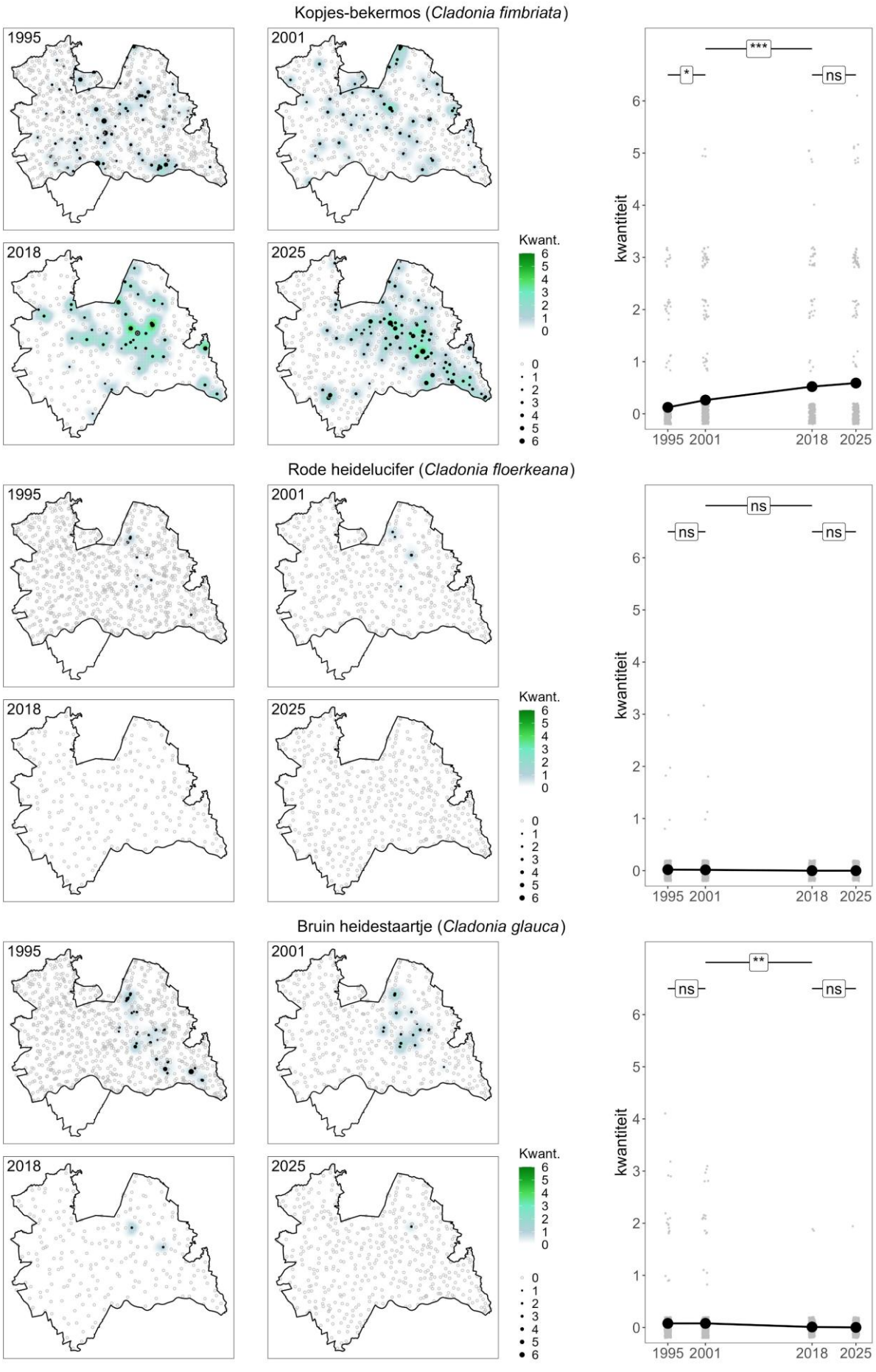


Smal bekermos (*Cladonia coniocraea*)

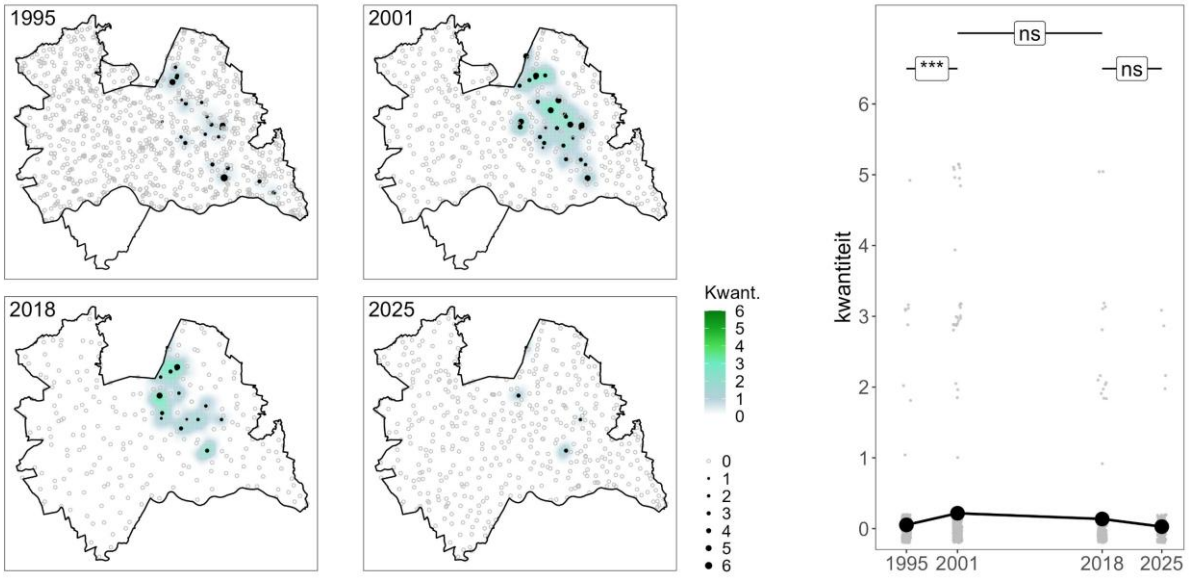


Vertakt bekermos (*Cladonia digitata*)

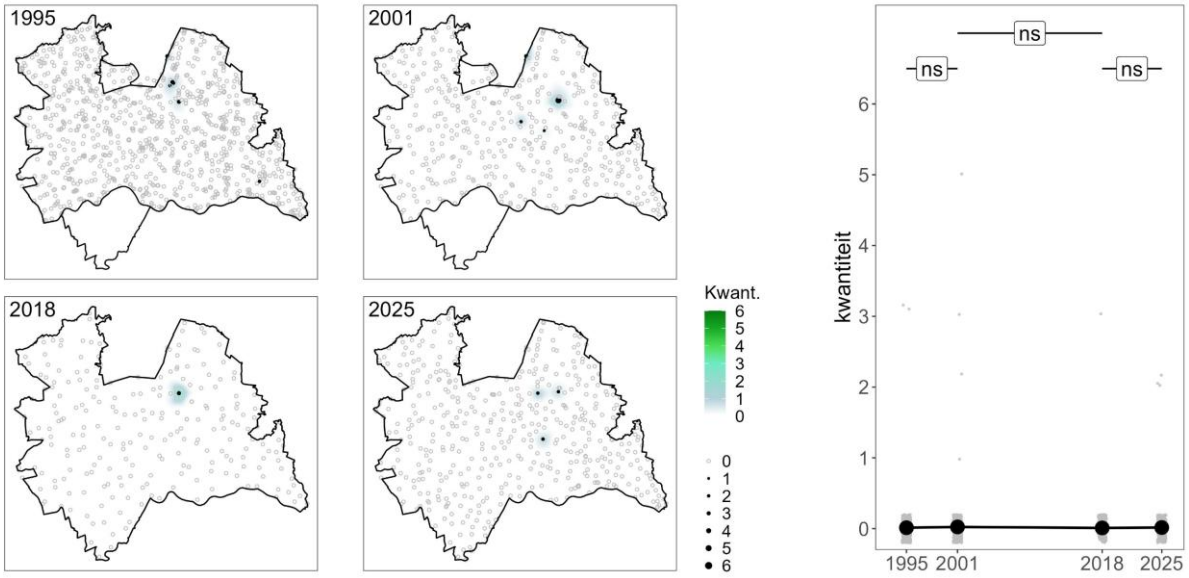



Kopjes-bekermos (Cladonia fimbriata)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
***
*
ns
1995 2001 2018 2025
Rode heidelucifer (Cladonia floerkeana)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
ns
1995 2001 2018 2025
Bruin heidestaartje (Cladonia glauca)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
**
ns
ns
1995 2001 2018 2025

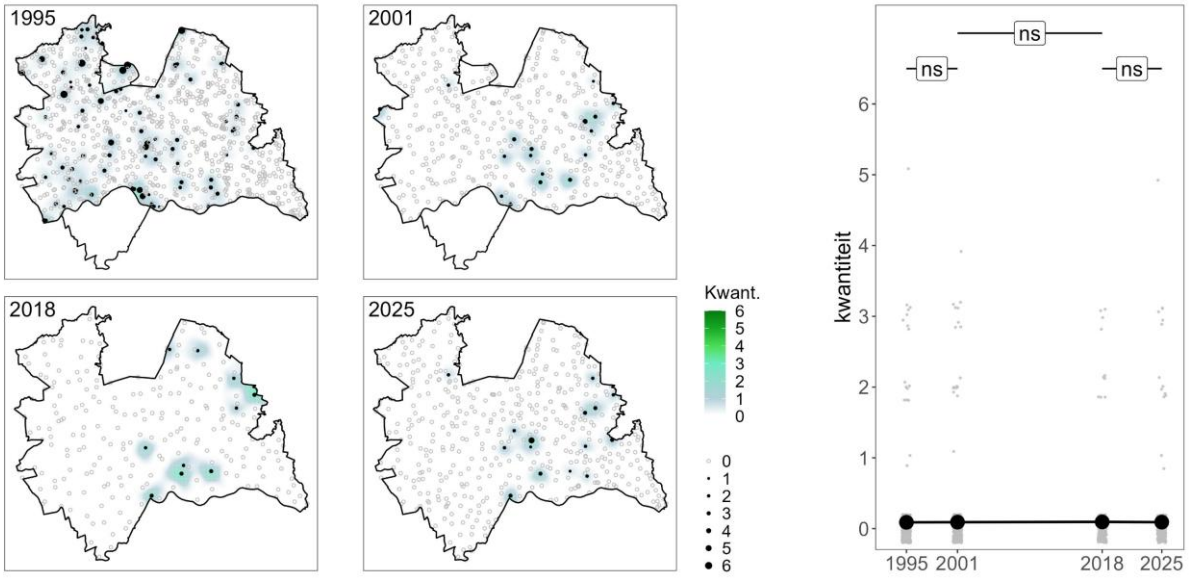
Dove heidelucifer (*Cladonia macilenta*)

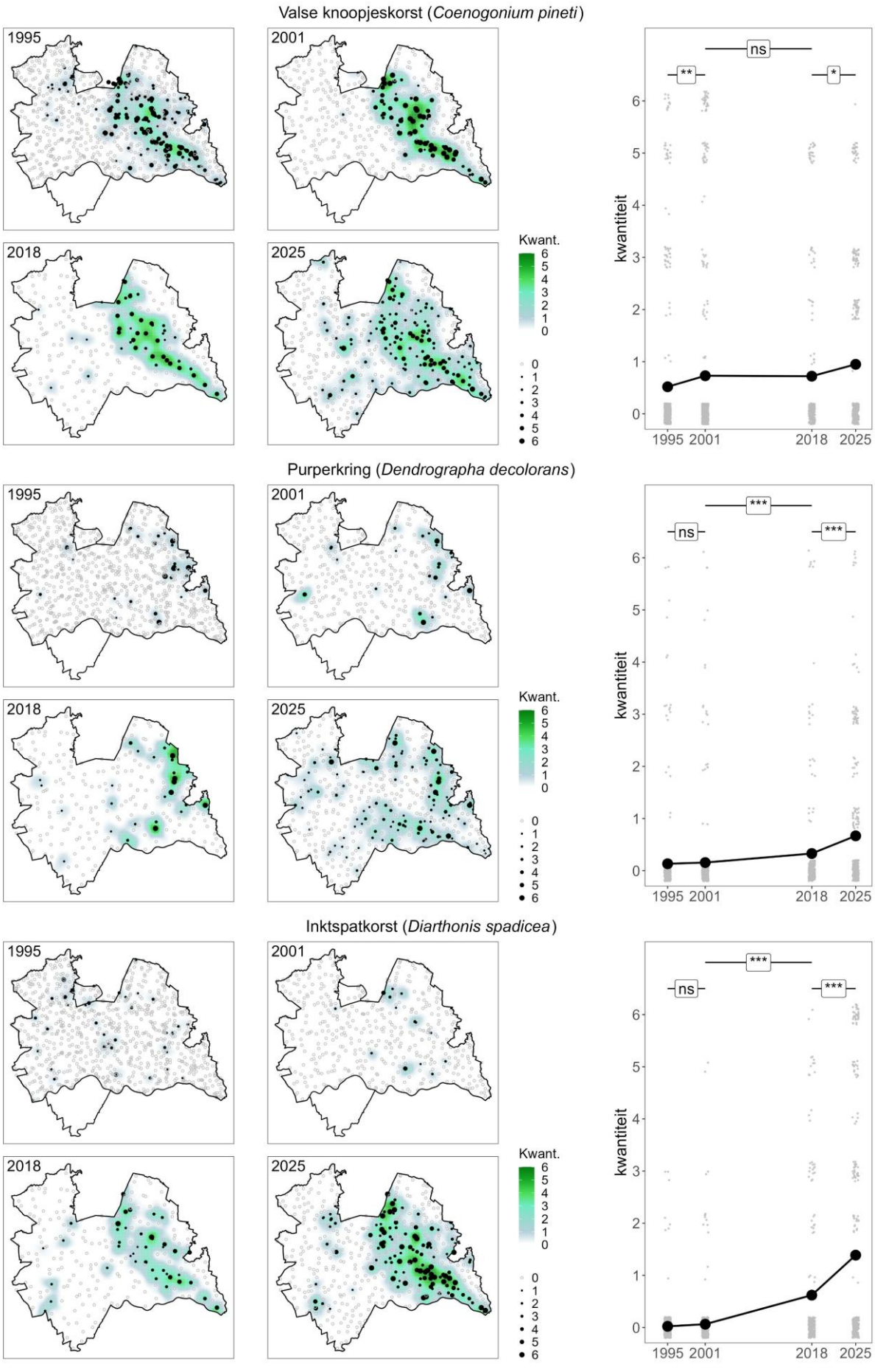


Rafelig bekermos (*Cladonia ramulosa*)

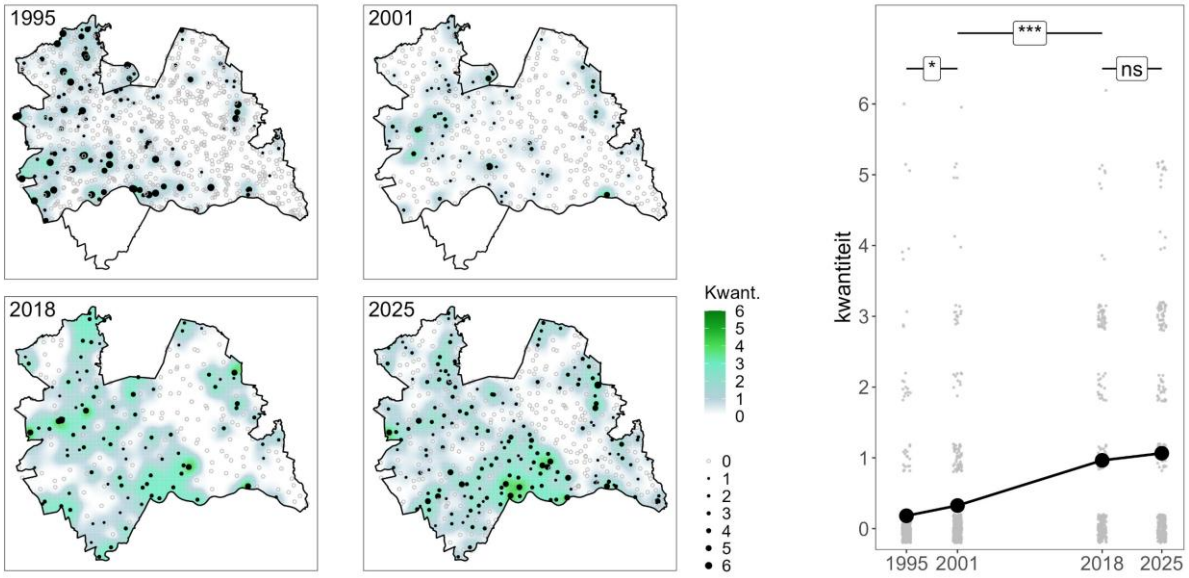


Gespikkelde witkorst (*Cliostomum griffithii*)

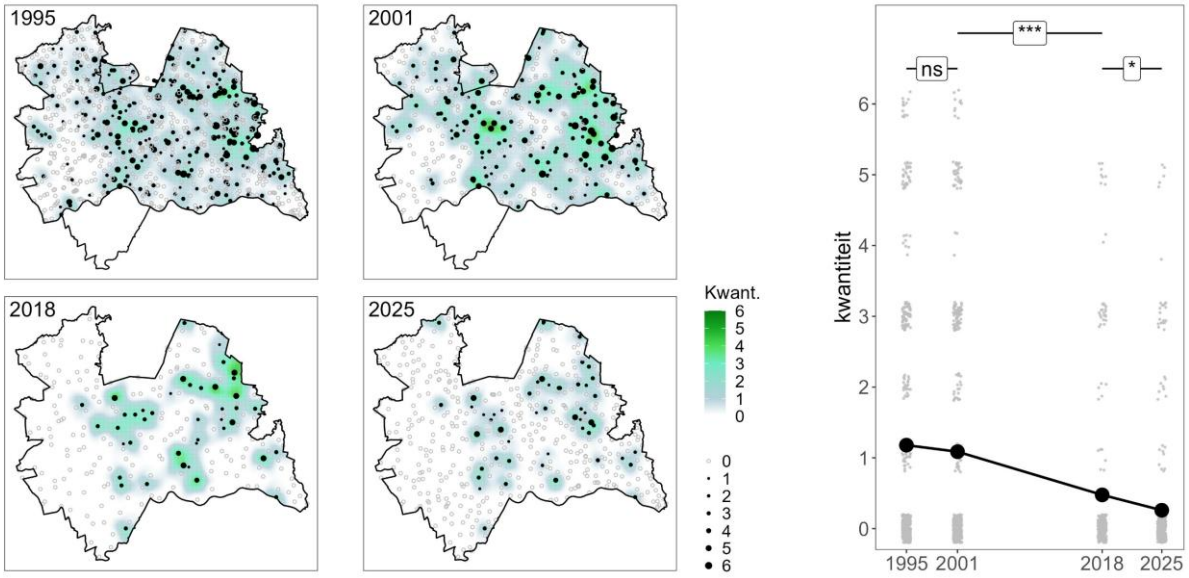



Valse knoopjeskorst (*Coenogonium pineti*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
**
*
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Purperkring (*Dendrographa decolorans*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
***
ns
***
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Inktspatkorst (*Diarthonis spadicea*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
***
ns
***
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025

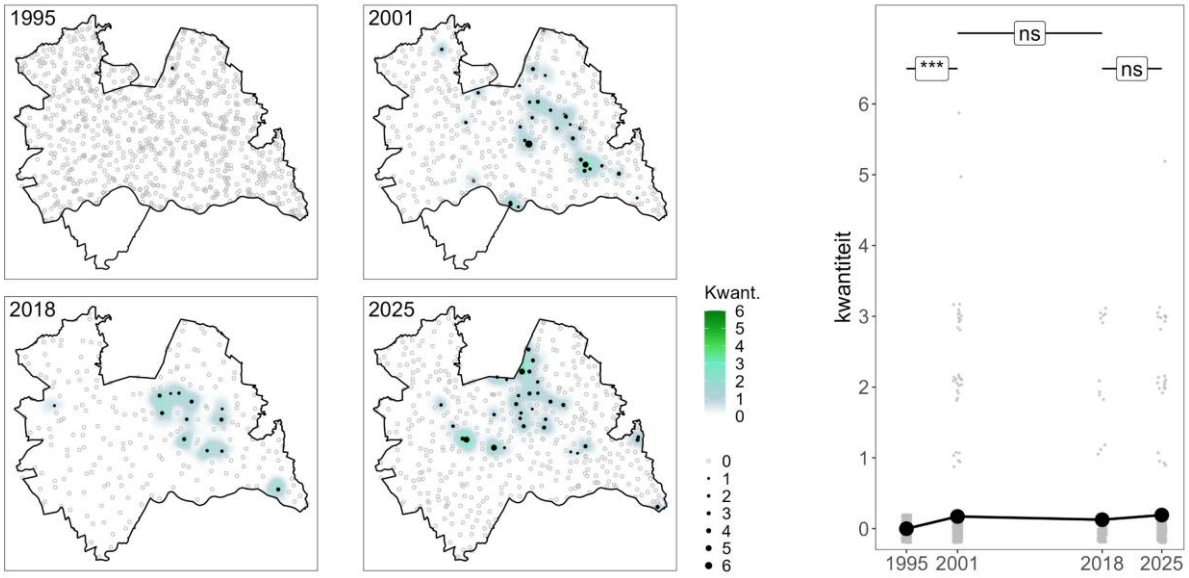
Kauwgommos (*Diploicia canescens*)

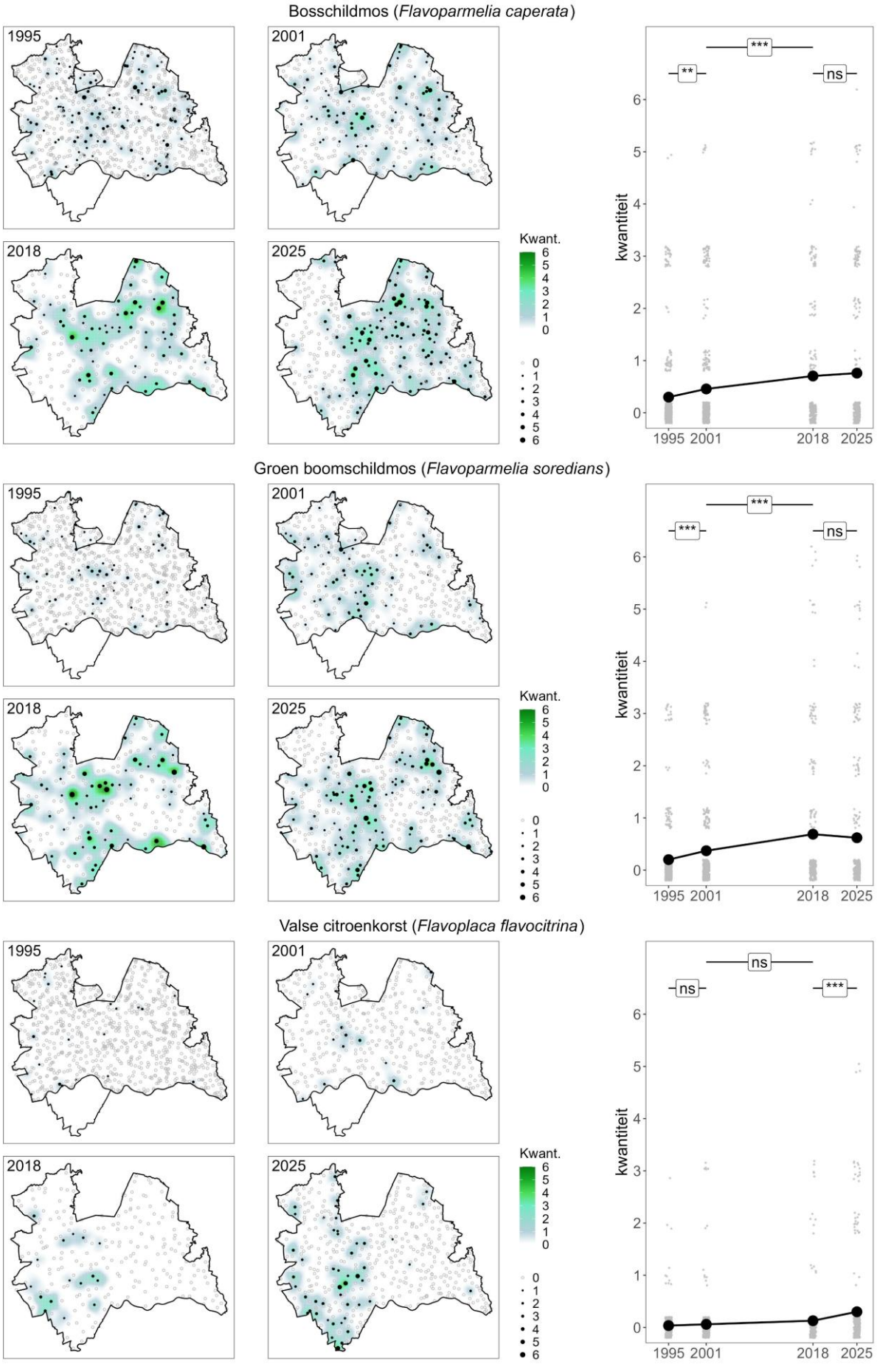


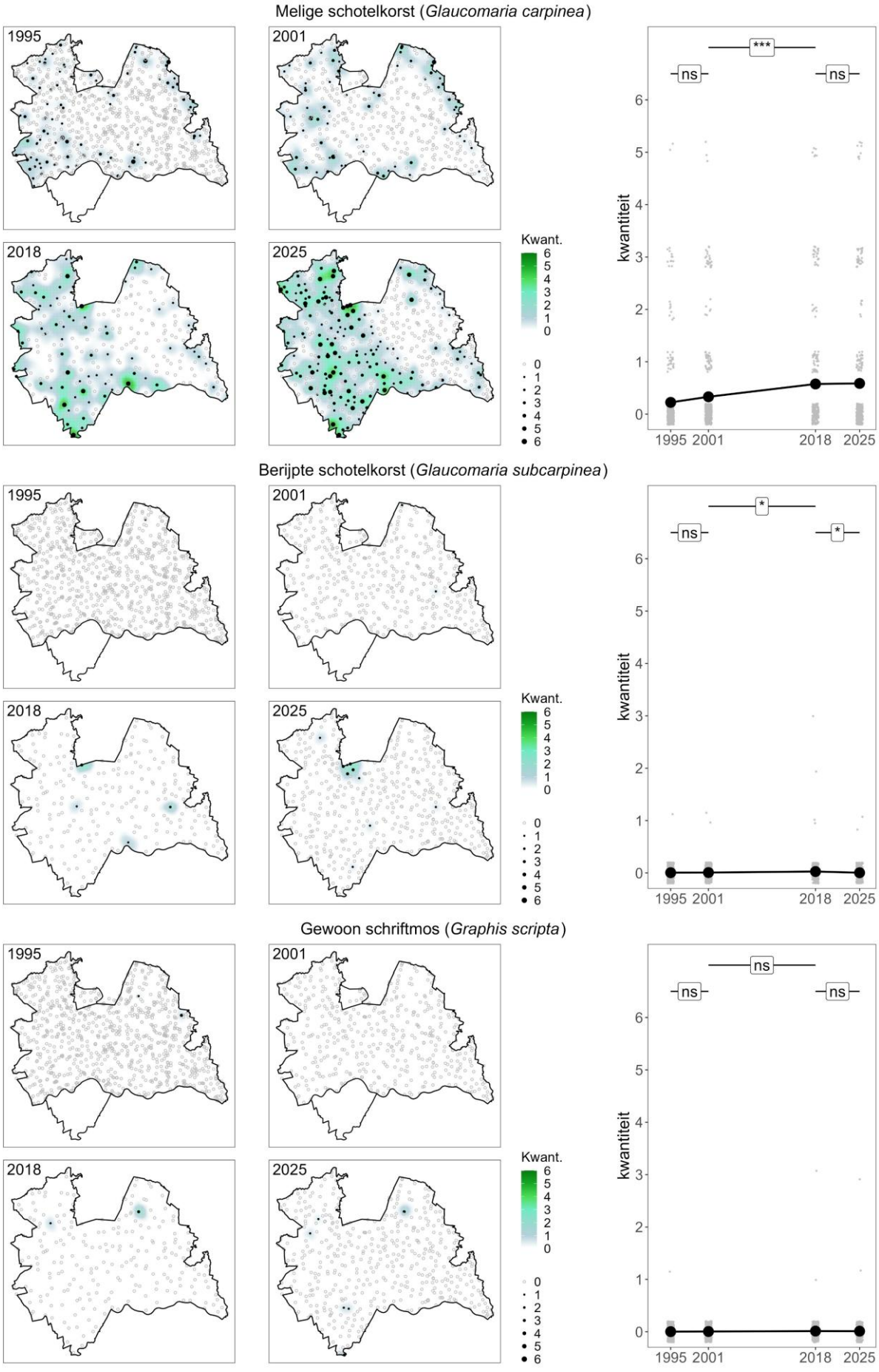
Eikenmos (*Evernia prunastri*)



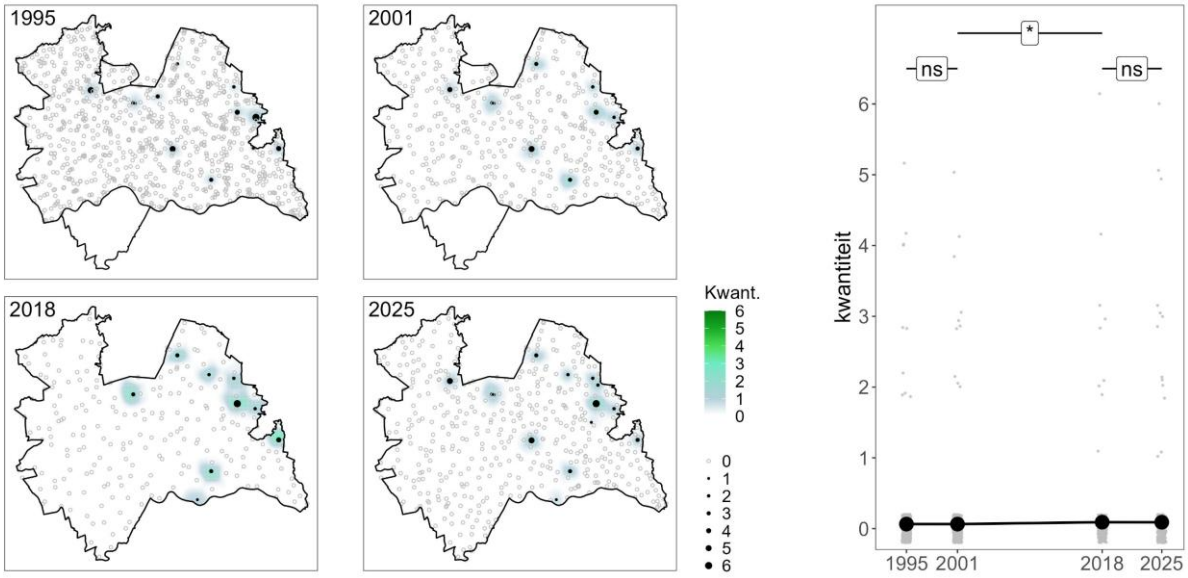
Gewone druppelkorst (*Fellhanera viridisorediata*)



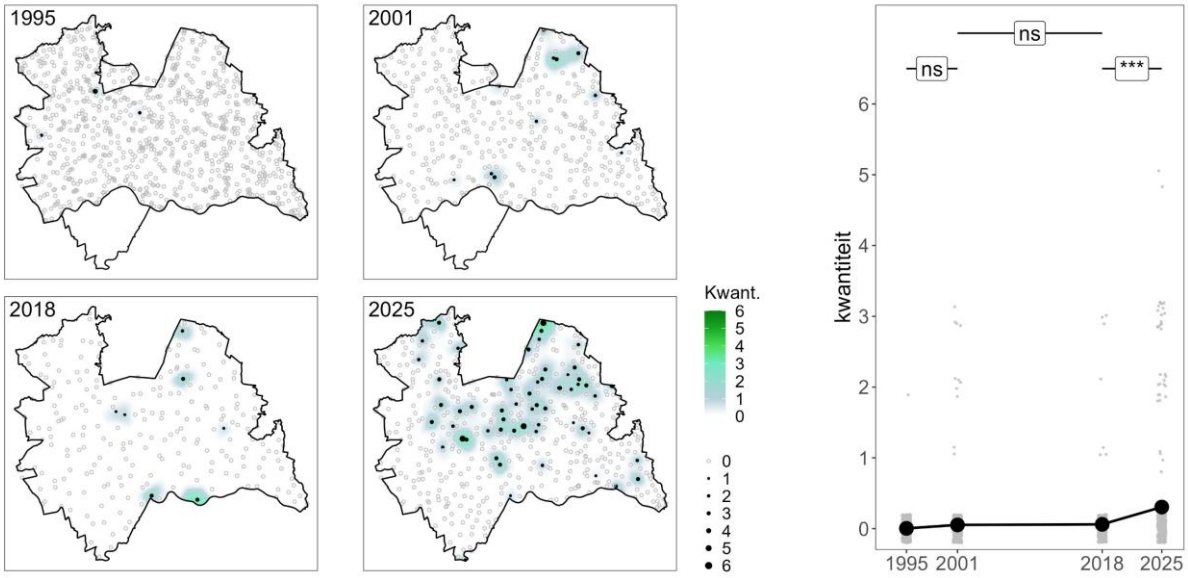

Bosschildmos (*Flavoparmelia caperata*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
***
**
ns
1995 2001 2018 2025
Groen boomschildmos (*Flavoparmelia soredians*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
***
***
ns
1995 2001 2018 2025
Valse citroenkorst (*Flavoplaca flavocitrina*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
***
1995 2001 2018 2025


Melige schotelkorst (*Glaucomaria carpinea*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
kwantiteit
***
ns
ns
1995 2001 2018 2025
Berijpte schotelkorst (*Glaucomaria subcarpinea*)
*
ns
*
Gewoon schriftmos (*Graphis scripta*)

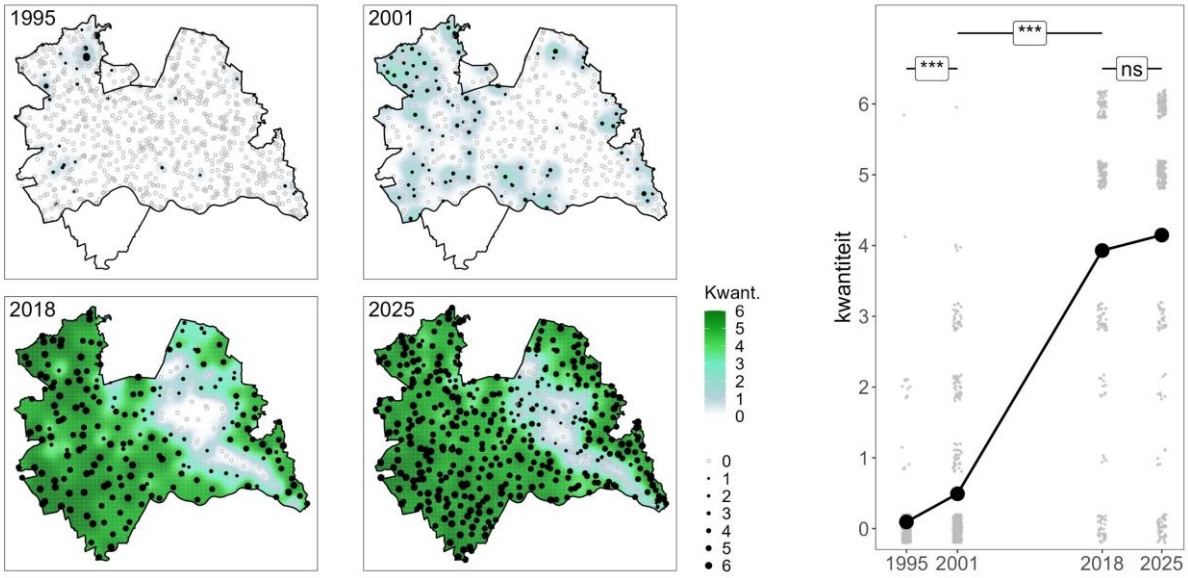
Witgerande stofkorst (*Haematomma ochroleucum*)



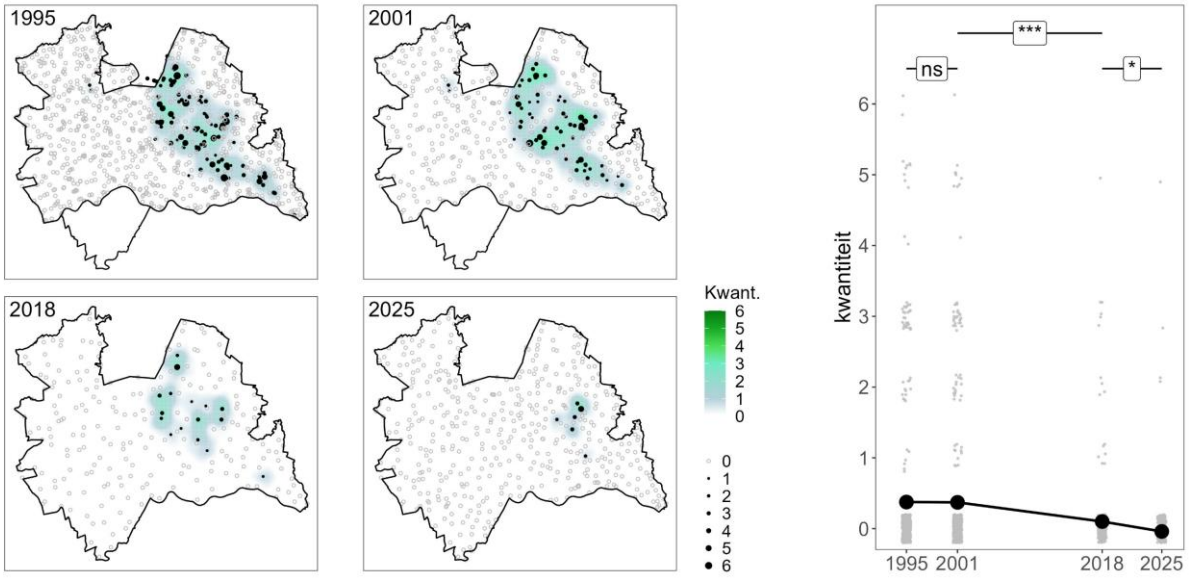
Porseleinkorst (*Halecania viridescens*)



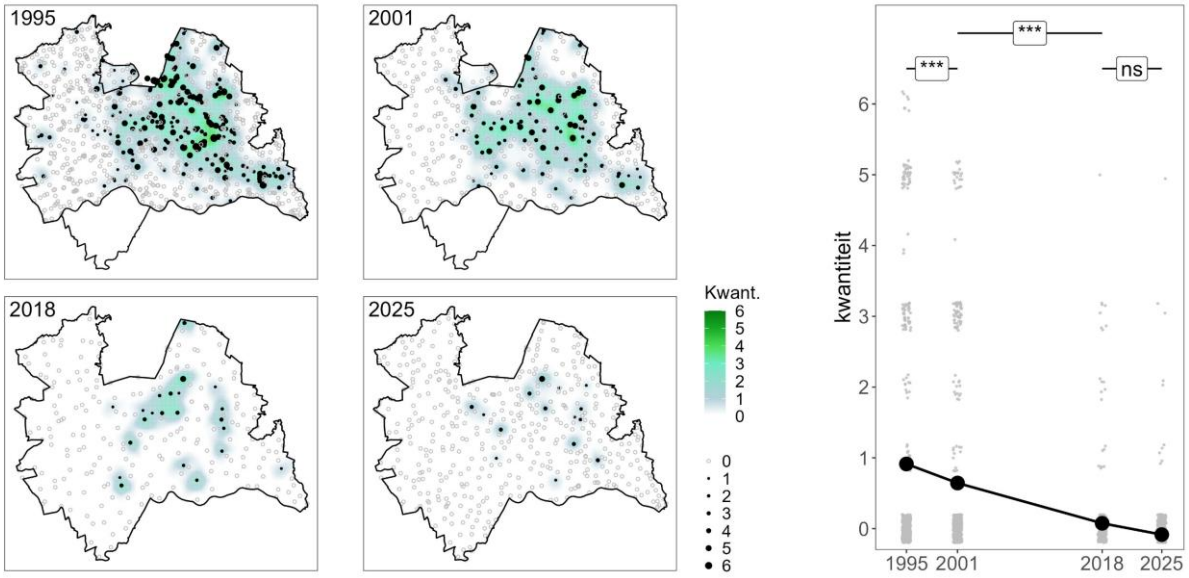
Dun schaduwmos (*Hyperphyscia adglutinata*)



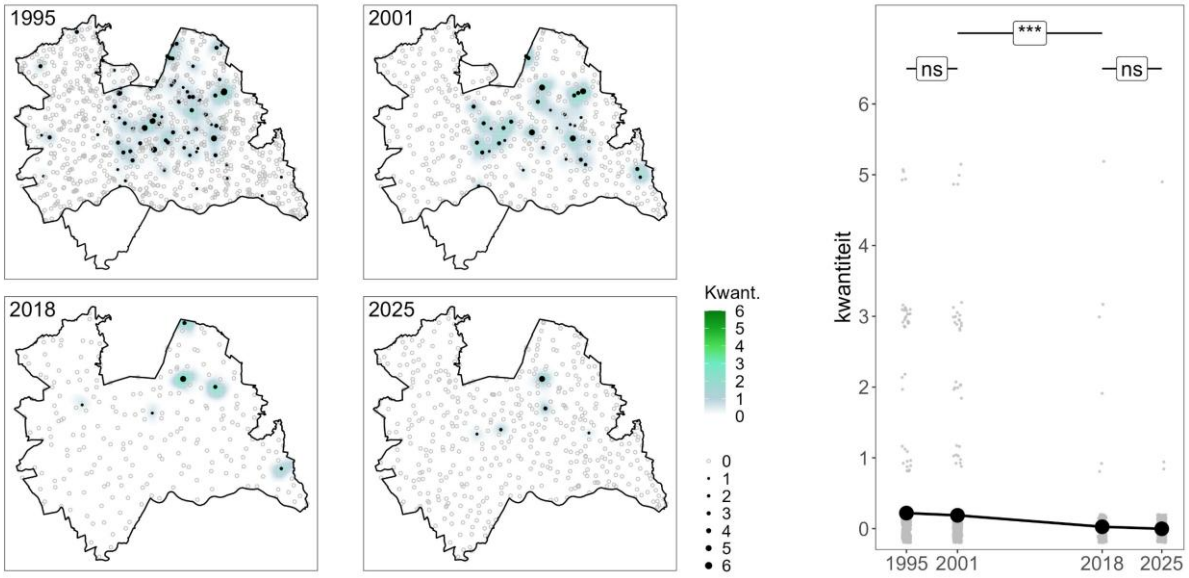
Gewoon schubjesmos (*Hypocenomyce scalaris*)



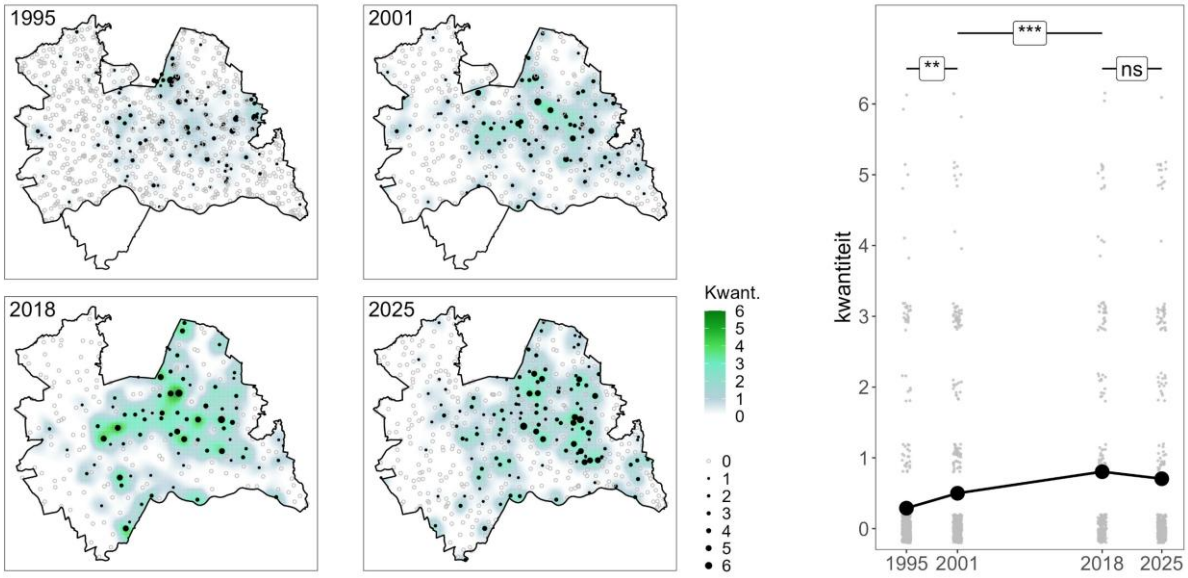
Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*)



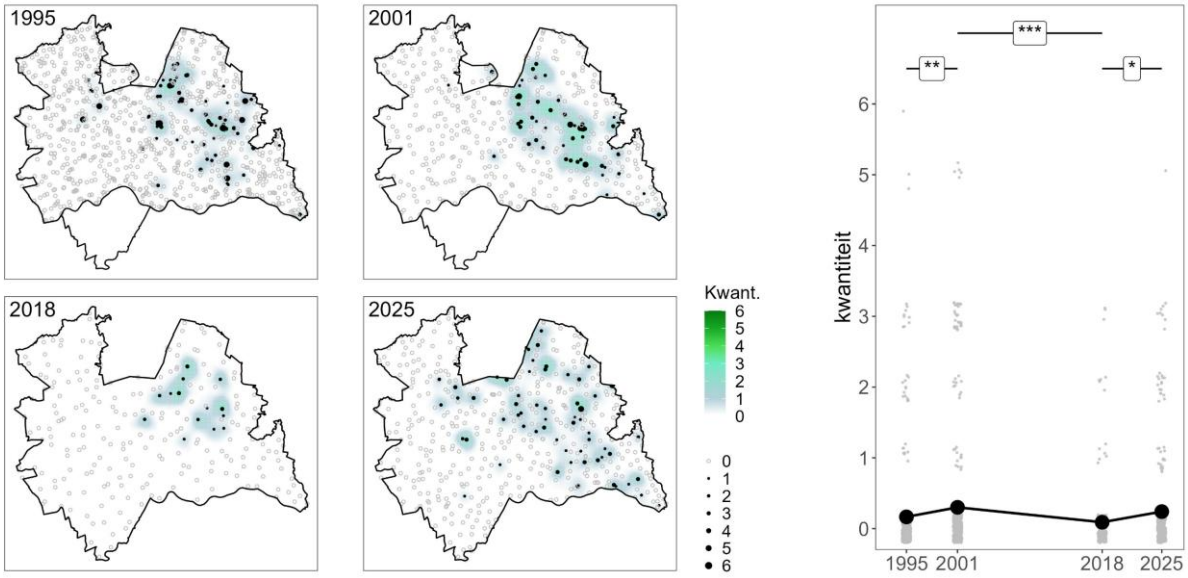
Witkopschorsmos (*Hypogymnia tubulosa*)



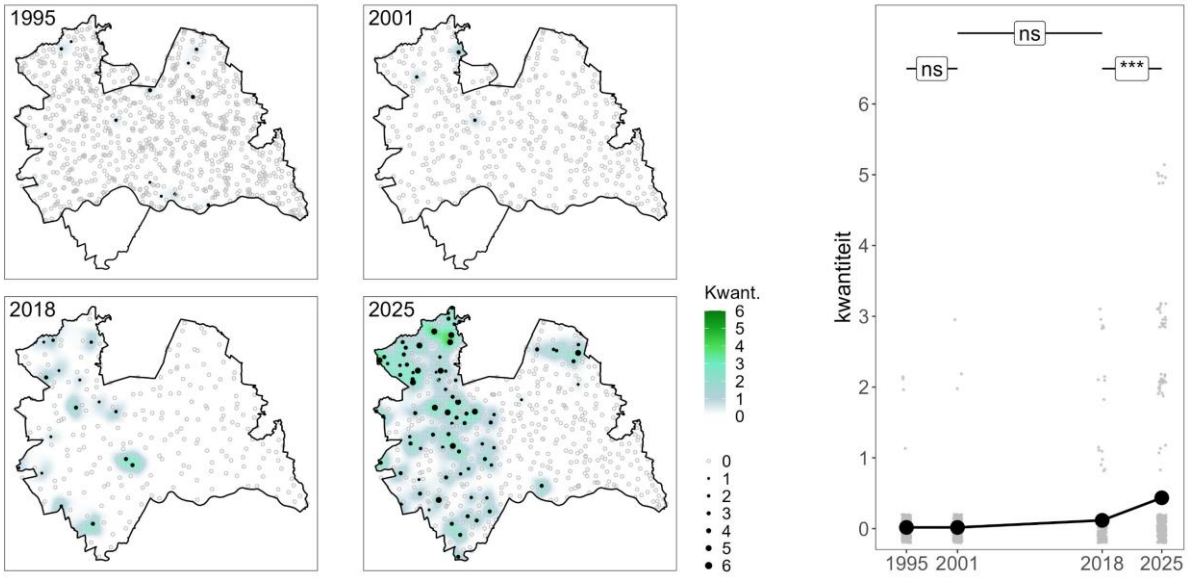
Gebogen- / Grofgebogen schildmos (*Hypotrachyna afrorevoluta / revoluta*)

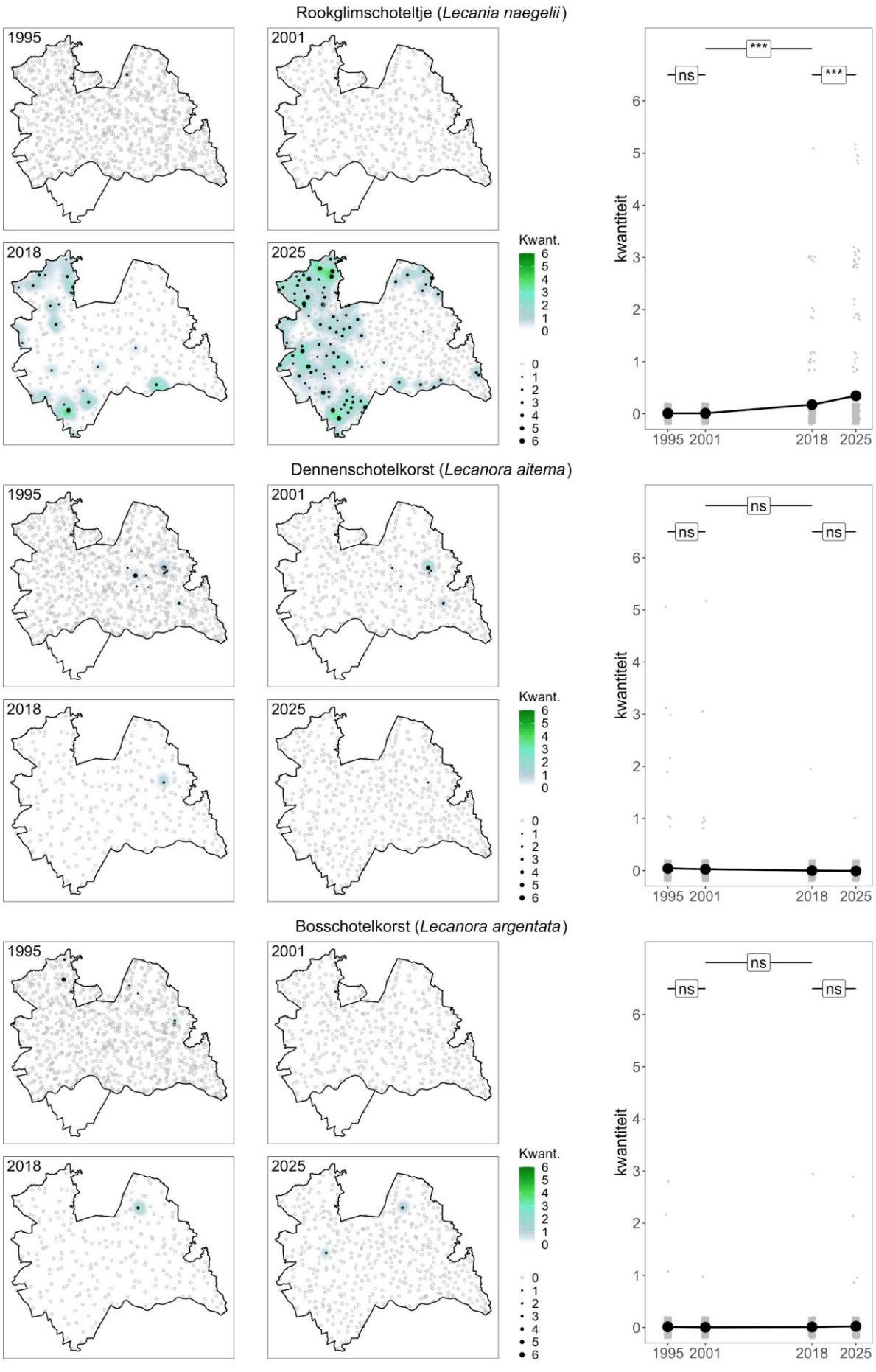


Aspergekorst (*Jamesiella anastomosans*)

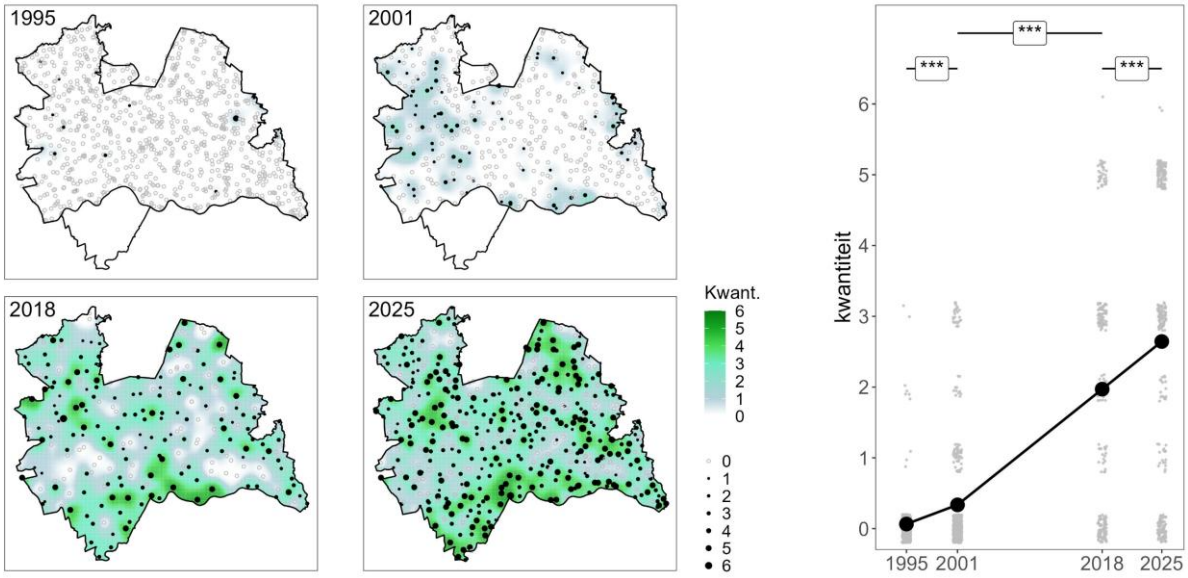


Boomglimschoteltje (*Lecania cyrtella*)

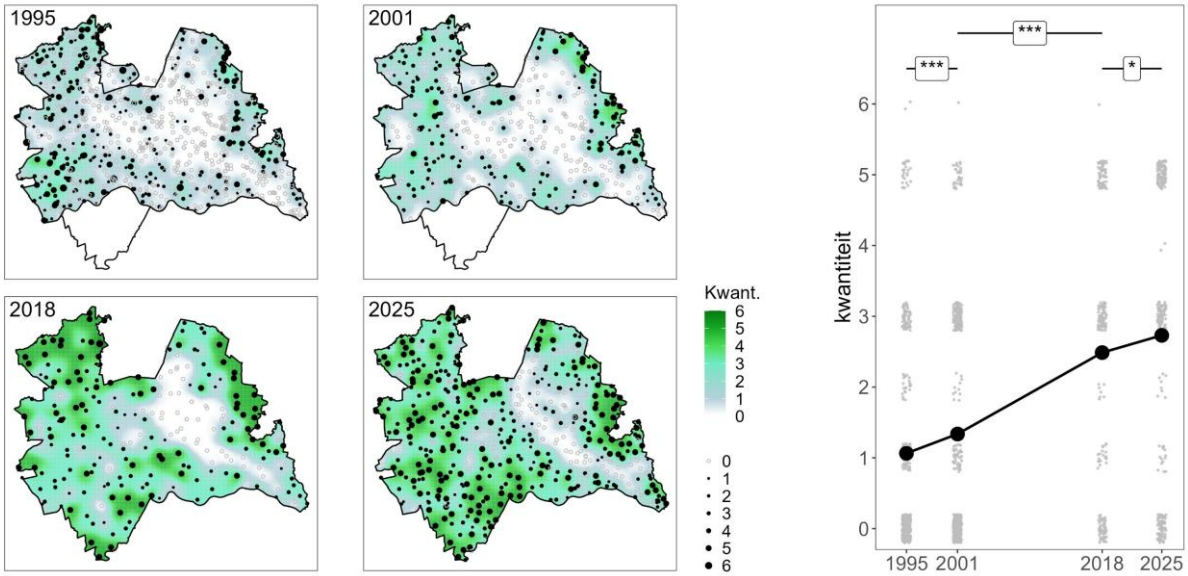



Rookglimschoteltje (Lecania naegelii)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
***
ns
***
1995 2001 2018 2025
Dennenschotelkorst (Lecanora aitema)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
ns
1995 2001 2018 2025
Bosschotelkorst (Lecanora argentata)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
ns
1995 2001 2018 2025

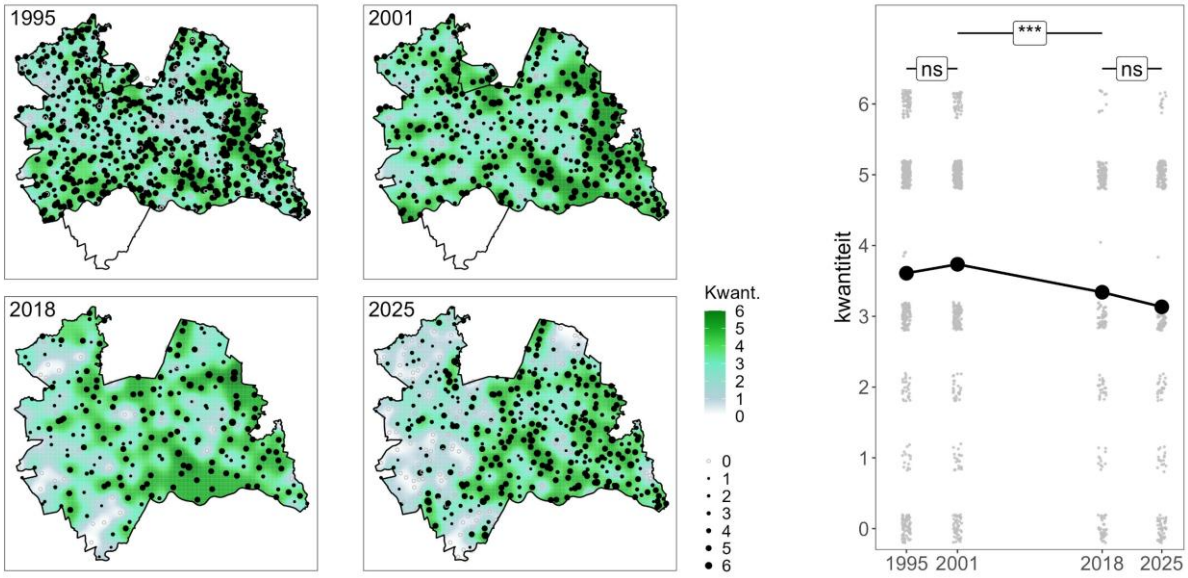
Ammoniakschotelkorst (*Lecanora barkmaniana*)



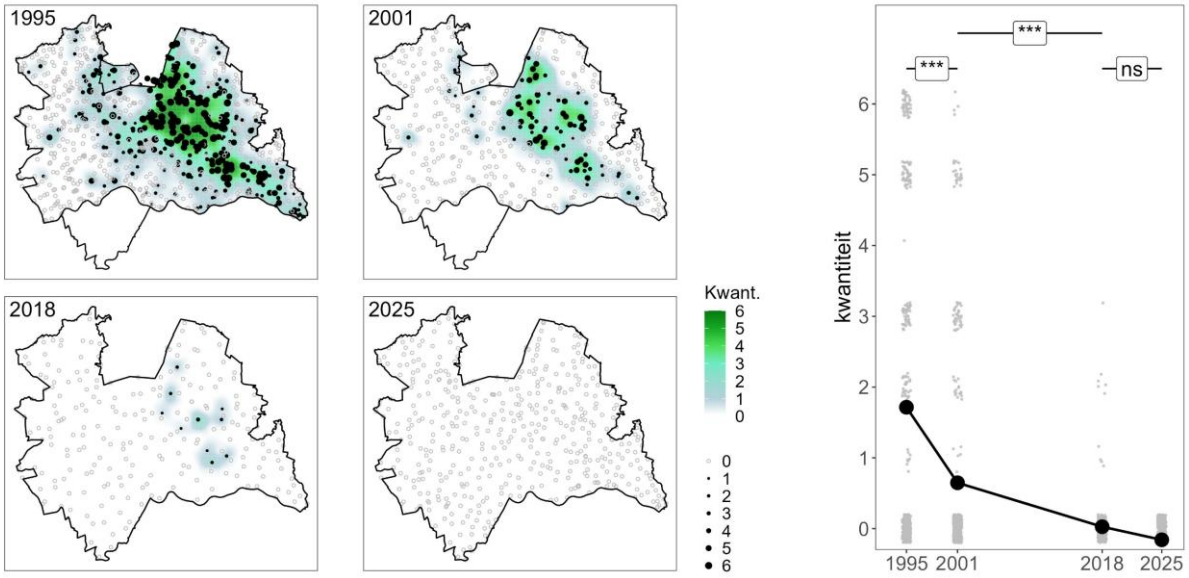
Witte schotelkorst (*Lecanora chlarotera*)



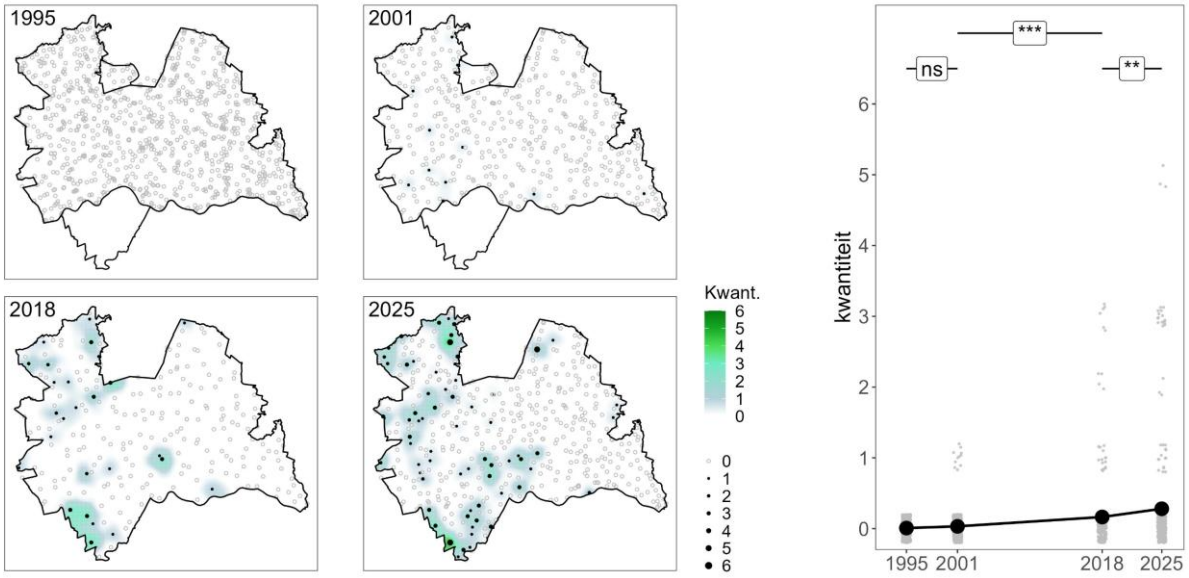
Miskende- / Bleekgroene schotelkorst (*Lecanora compallens / expallens*)



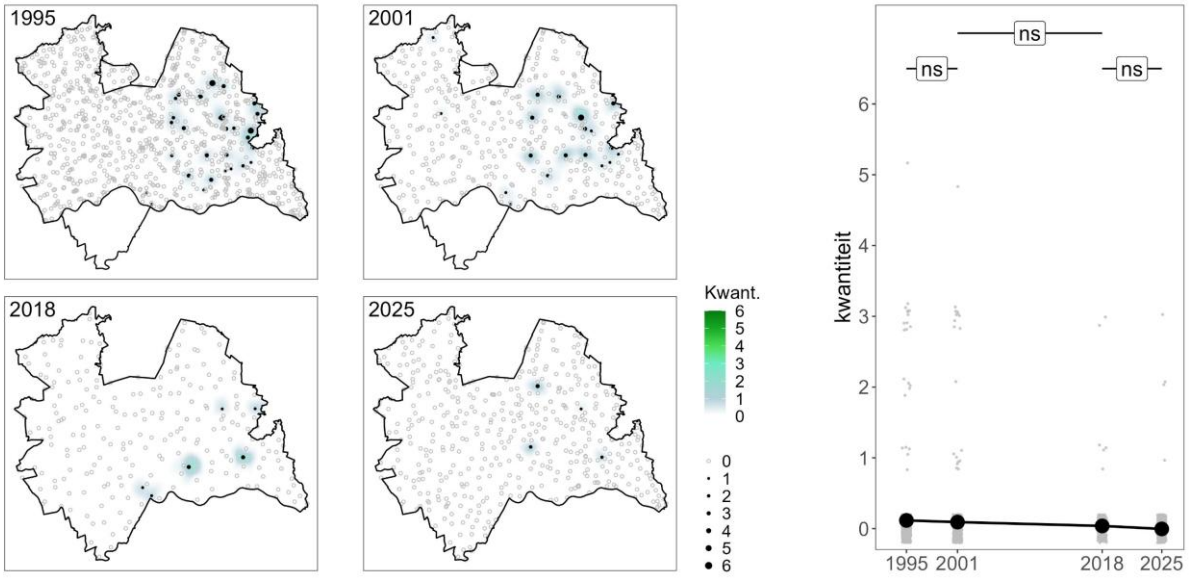
Groene schotelkorst (*Lecanora conizaeoides*)



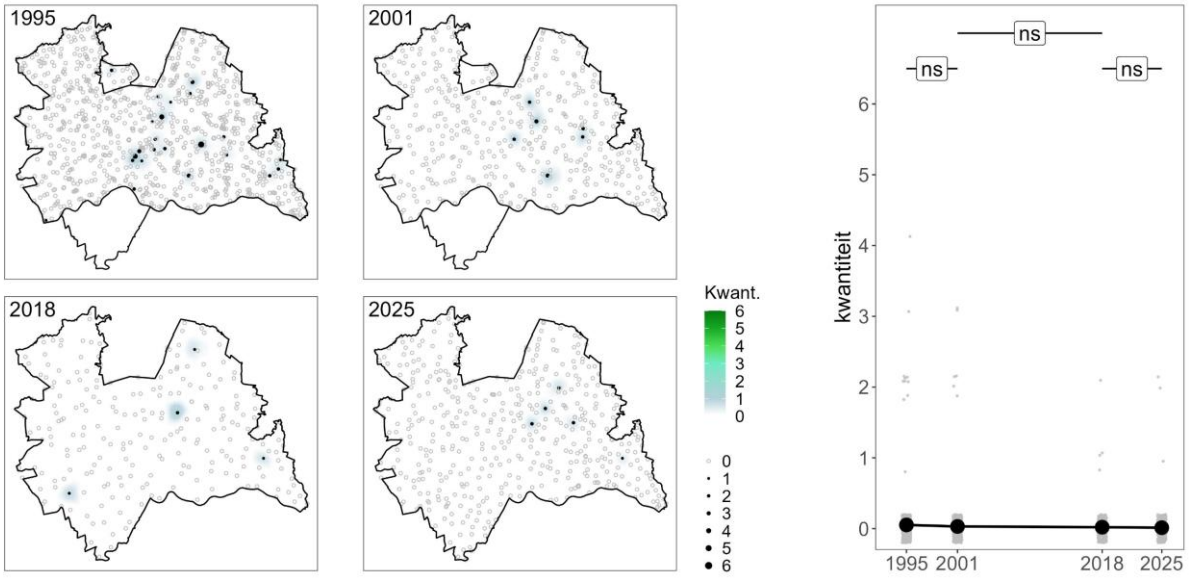
Donkere schotelkorst (*Lecanora horiza*)



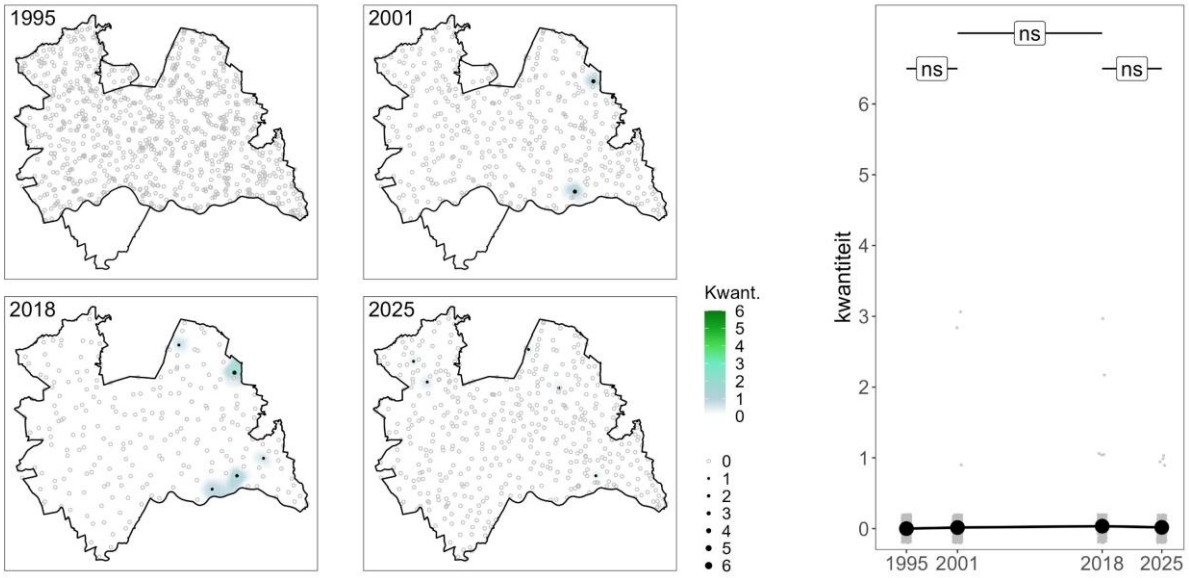
Eikenschotelkorst (*Lecanora pulicaris*)



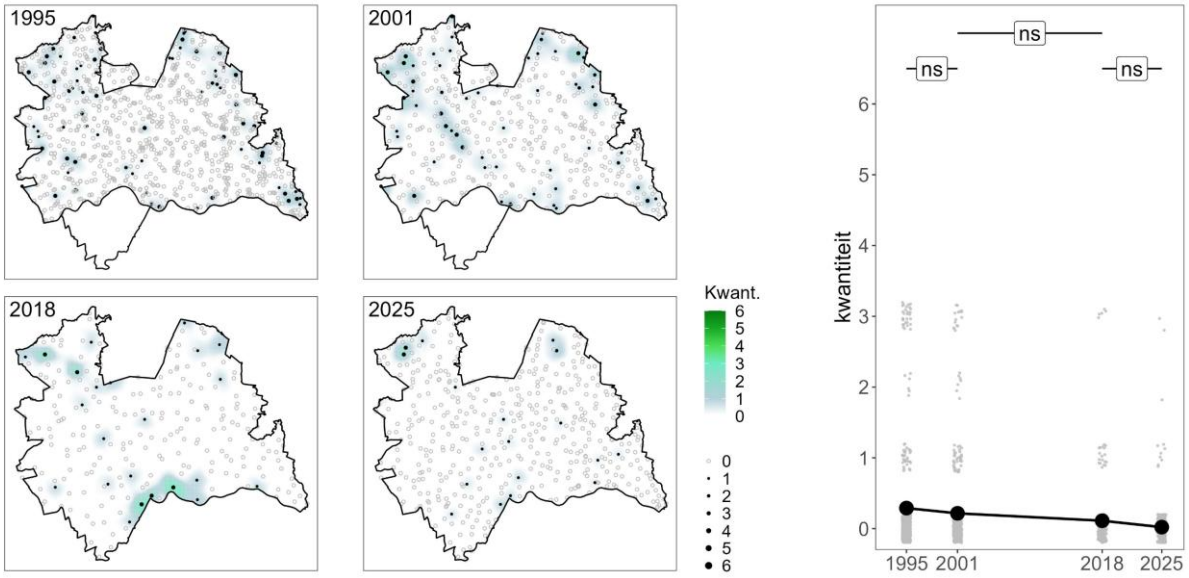
Houtschotelkorst (*Lecanora saligna*)



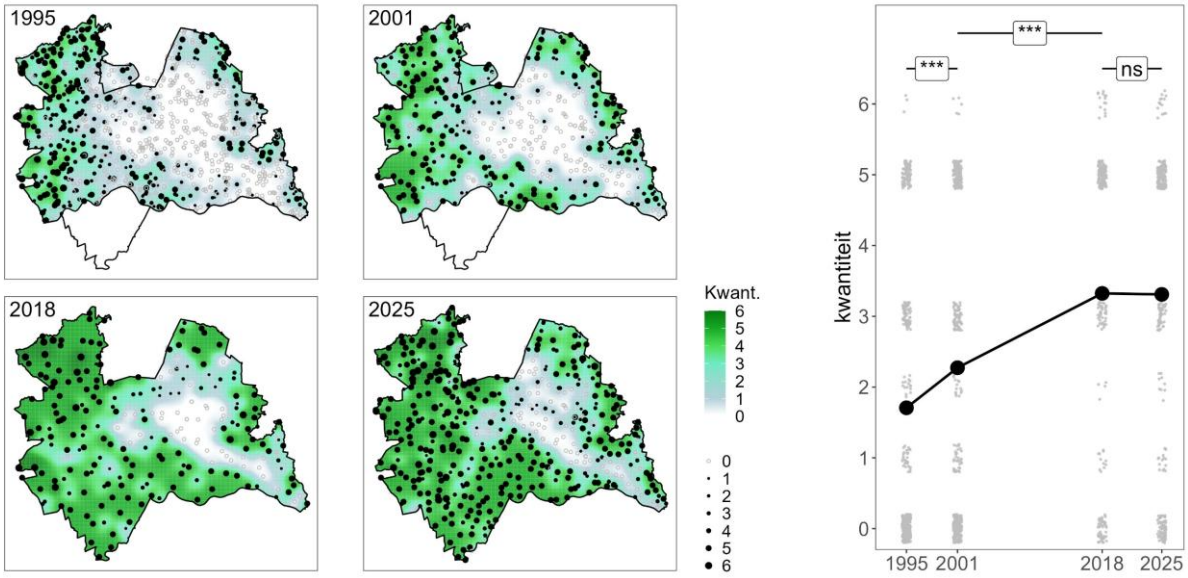
Bochtige schotelkorst (*Lecanora sinuosa*)



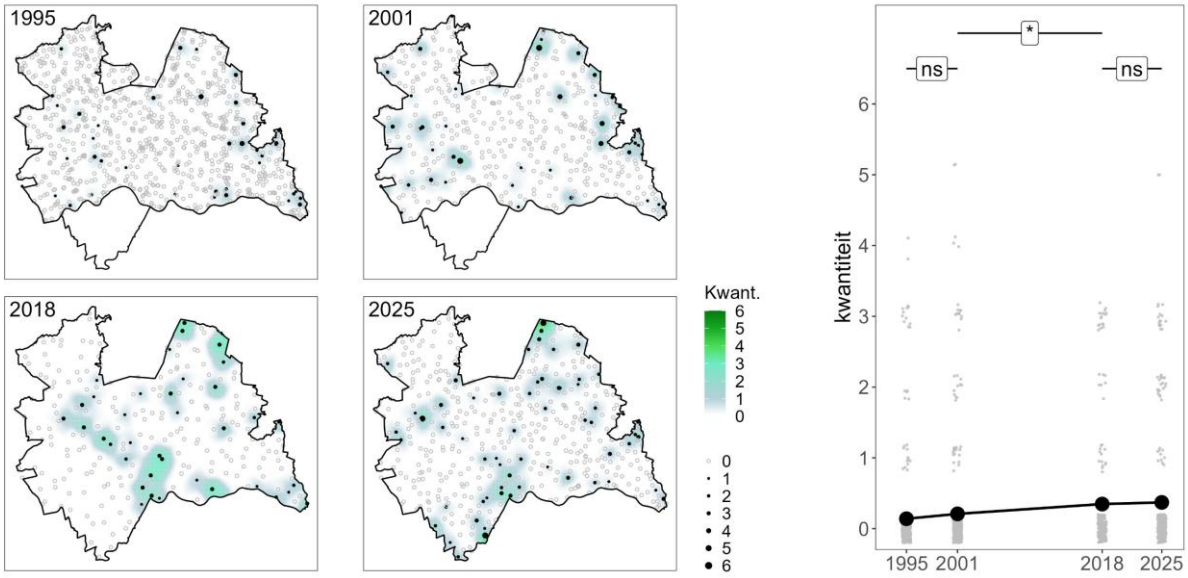
Bolle schotelkorst (*Lecanora symmicta*)



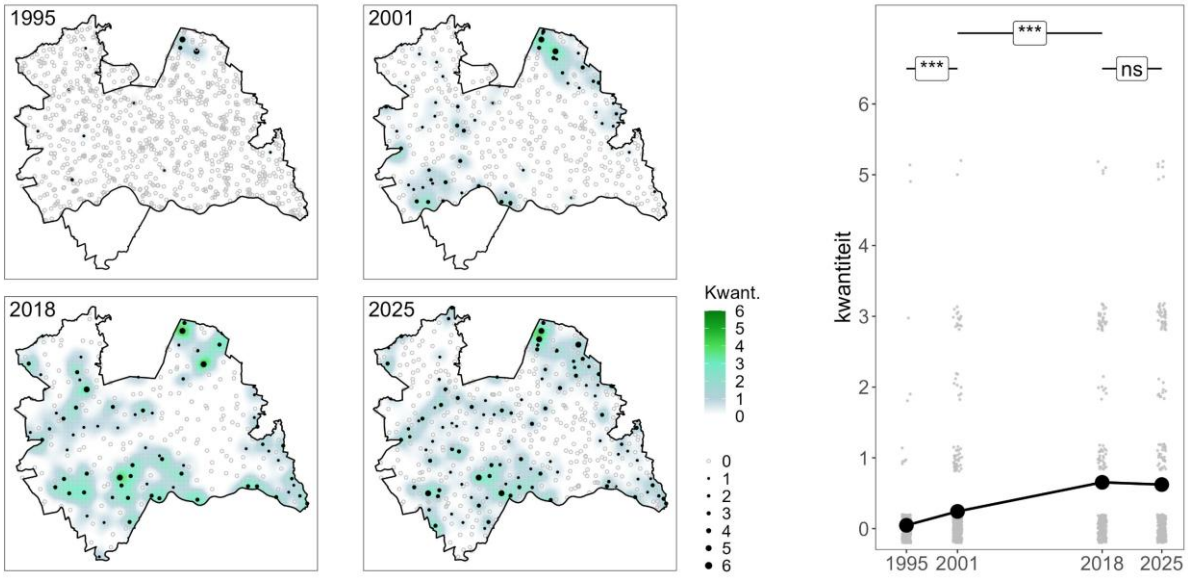
Gewoon purperschaaltje (*Lecidella elaeochroma*)

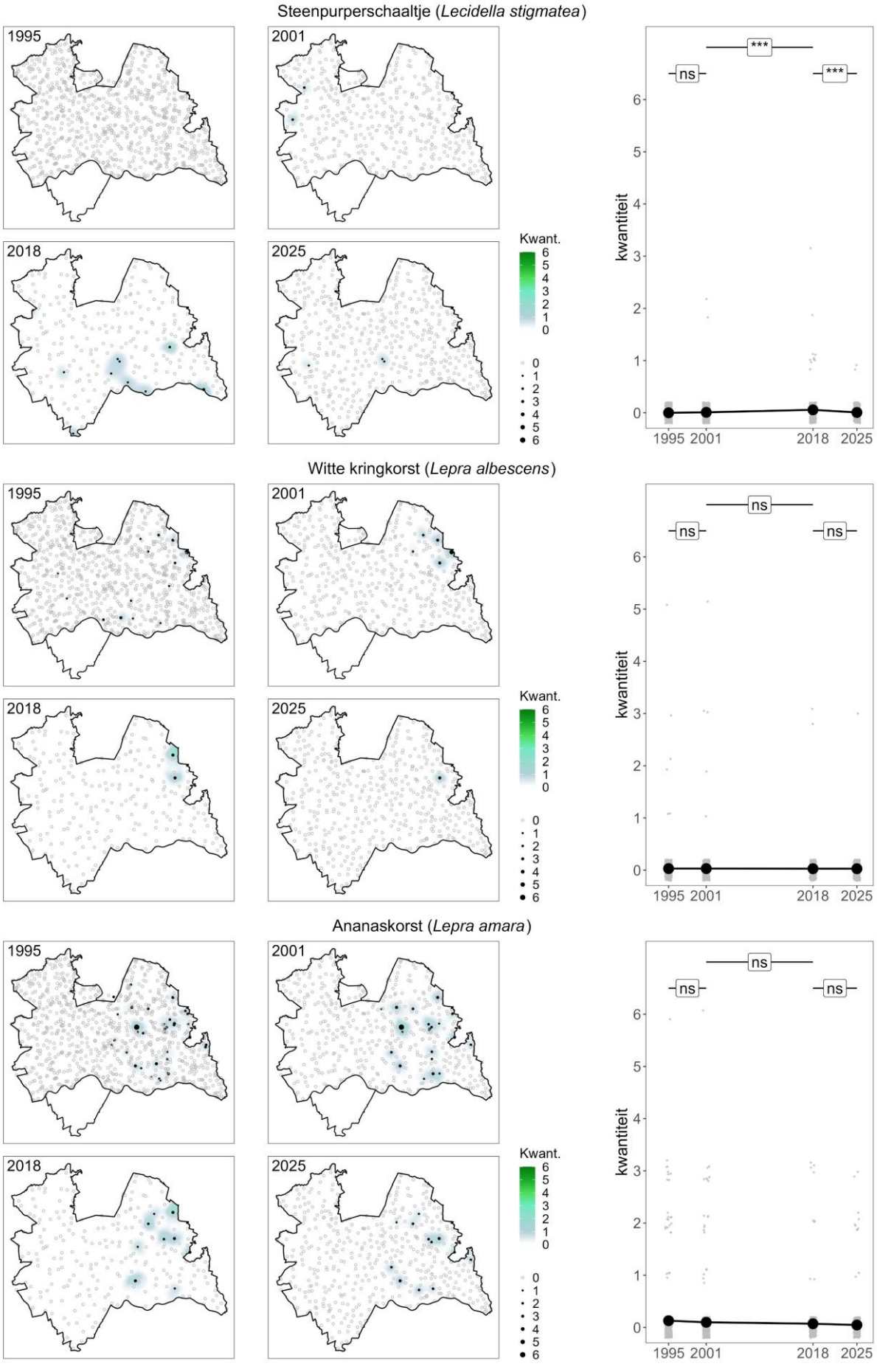


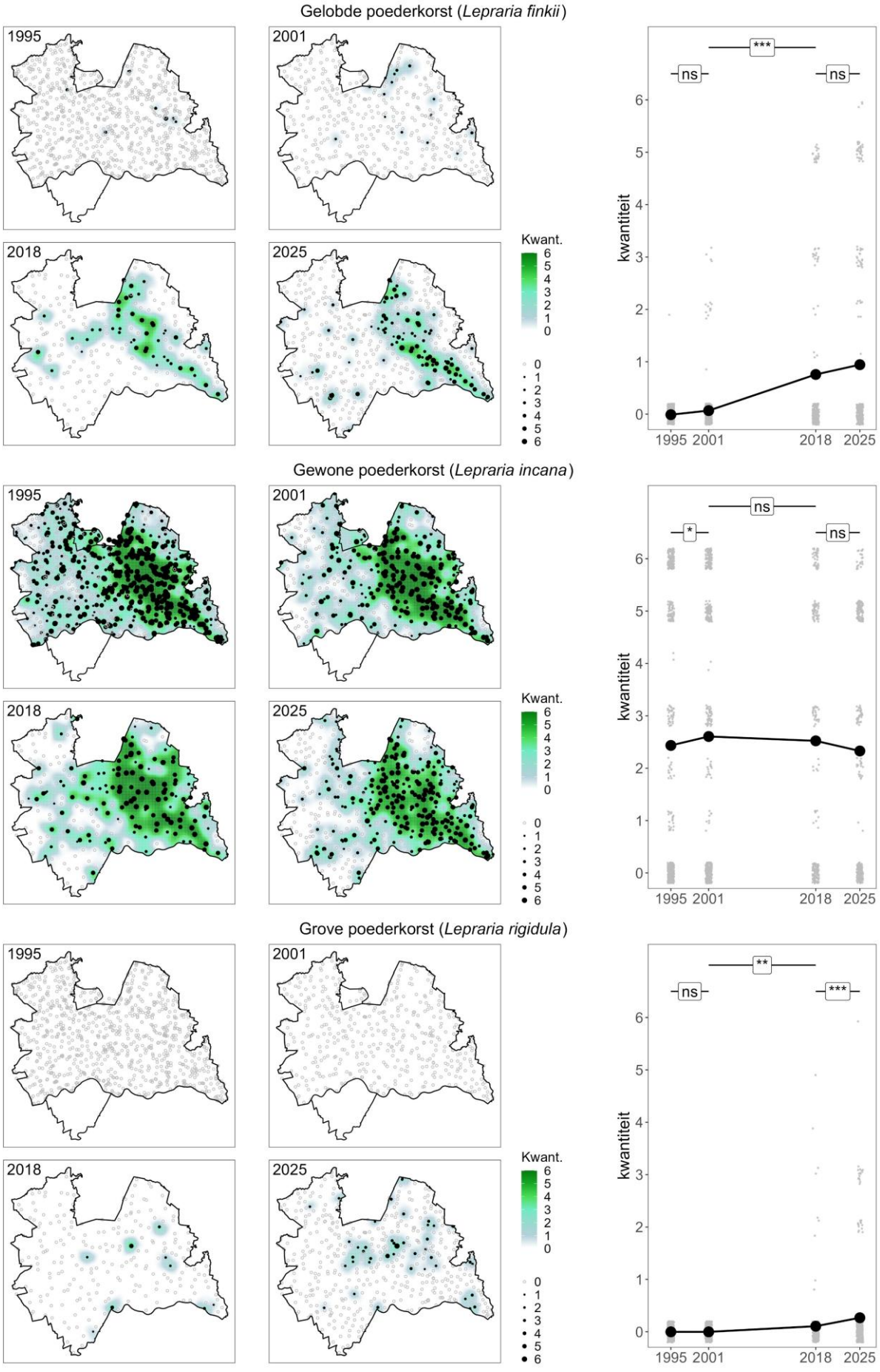
Fijne mosterdkorst (*Lecidella flavosorediata*)



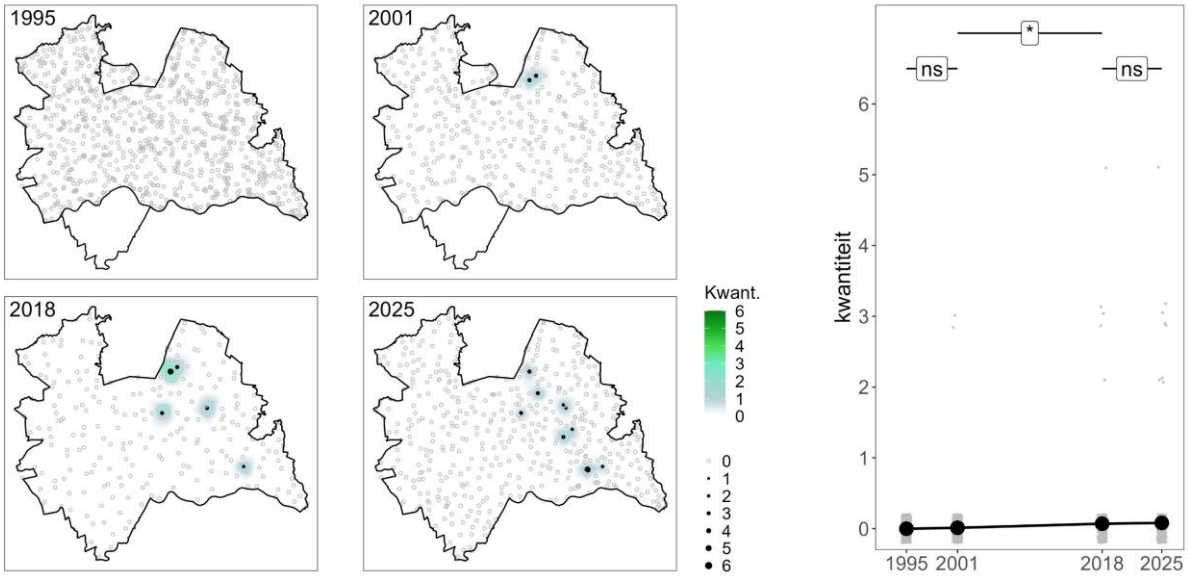
Grijsgroene steenkorst (*Lecidella scabra*)



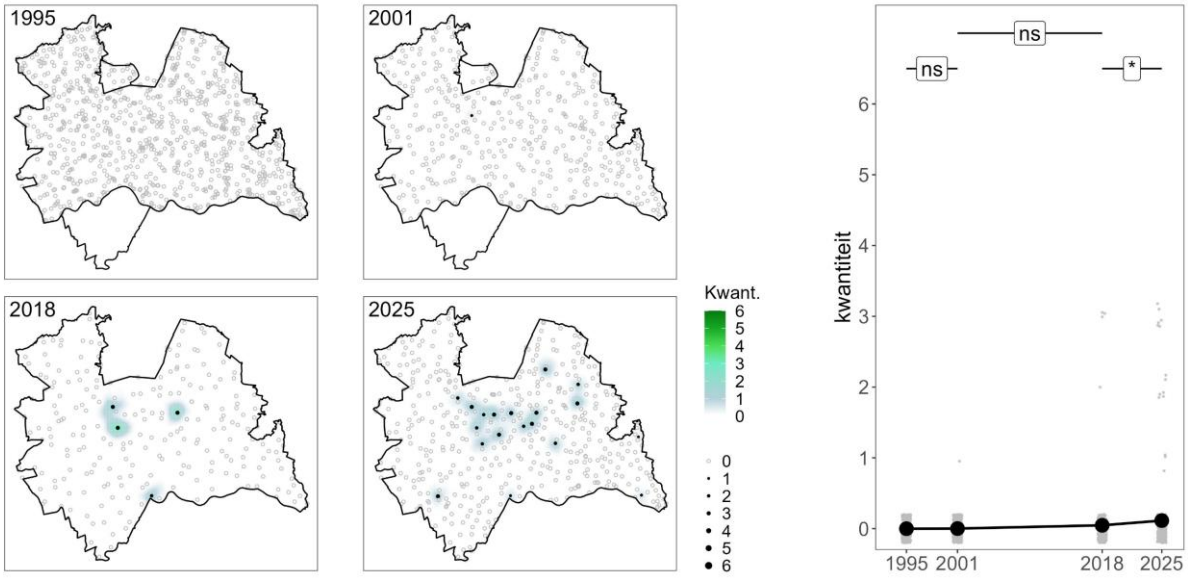

Steenpurperschaaltje (*Lecidella stigmatea*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
***
ns
***
1995 2001 2018 2025
Witte kringkorst (*Lepra albescens*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
ns
1995 2001 2018 2025
Ananaskorst (*Lepra amara*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
ns
1995 2001 2018 2025


Gelobde poederkorst (*Lepraria finkii*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
***
ns
ns
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Gewone poederkorst (*Lepraria incana*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
ns
*
ns
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Grove poederkorst (*Lepraria rigidula*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
**
ns
***
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025

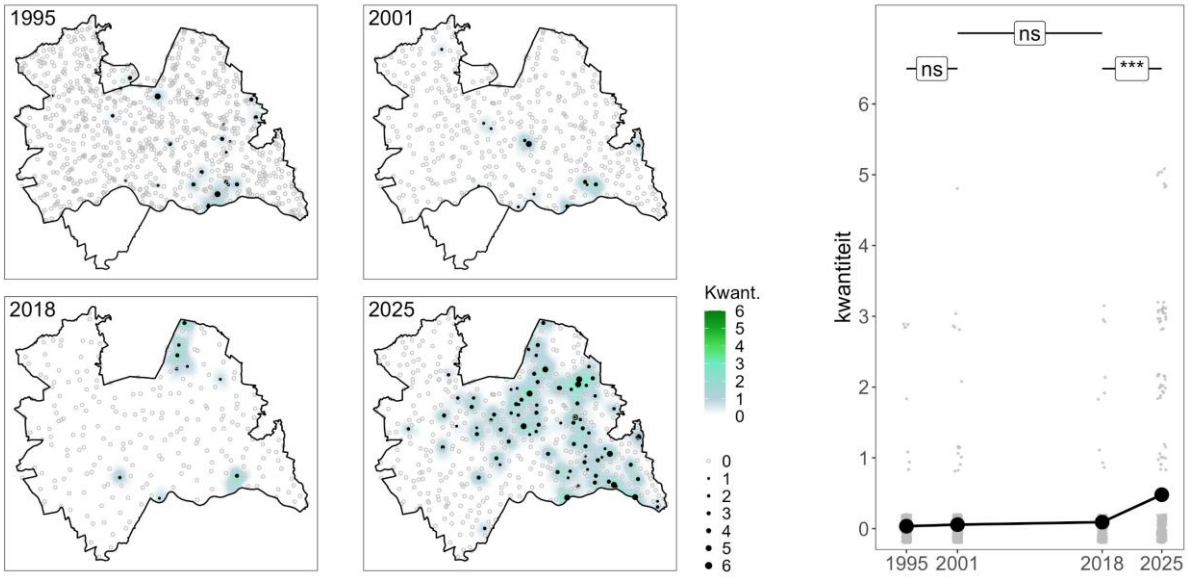
Boomvoetpoederkorst (*Lepraria umbricola*)

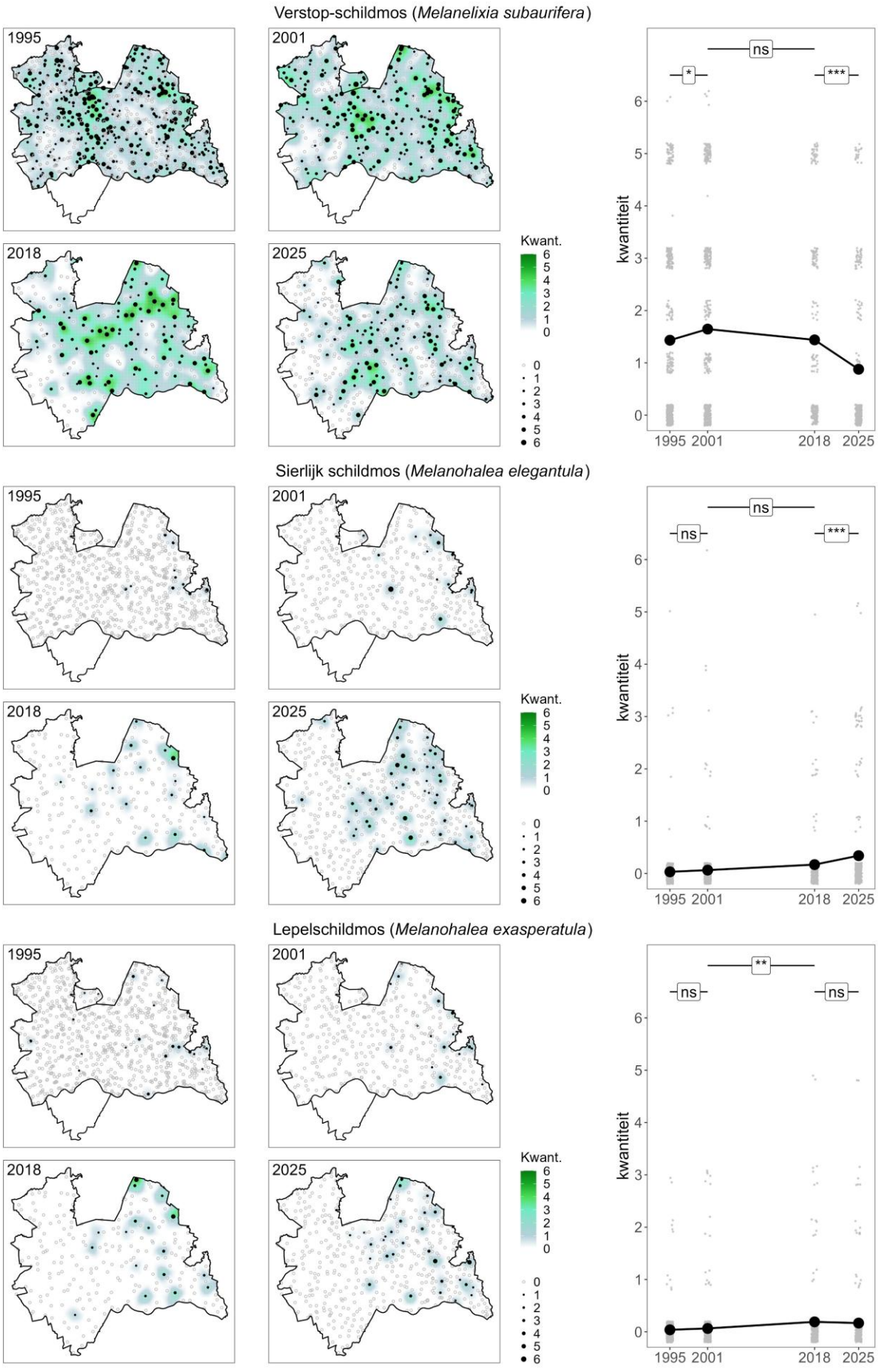


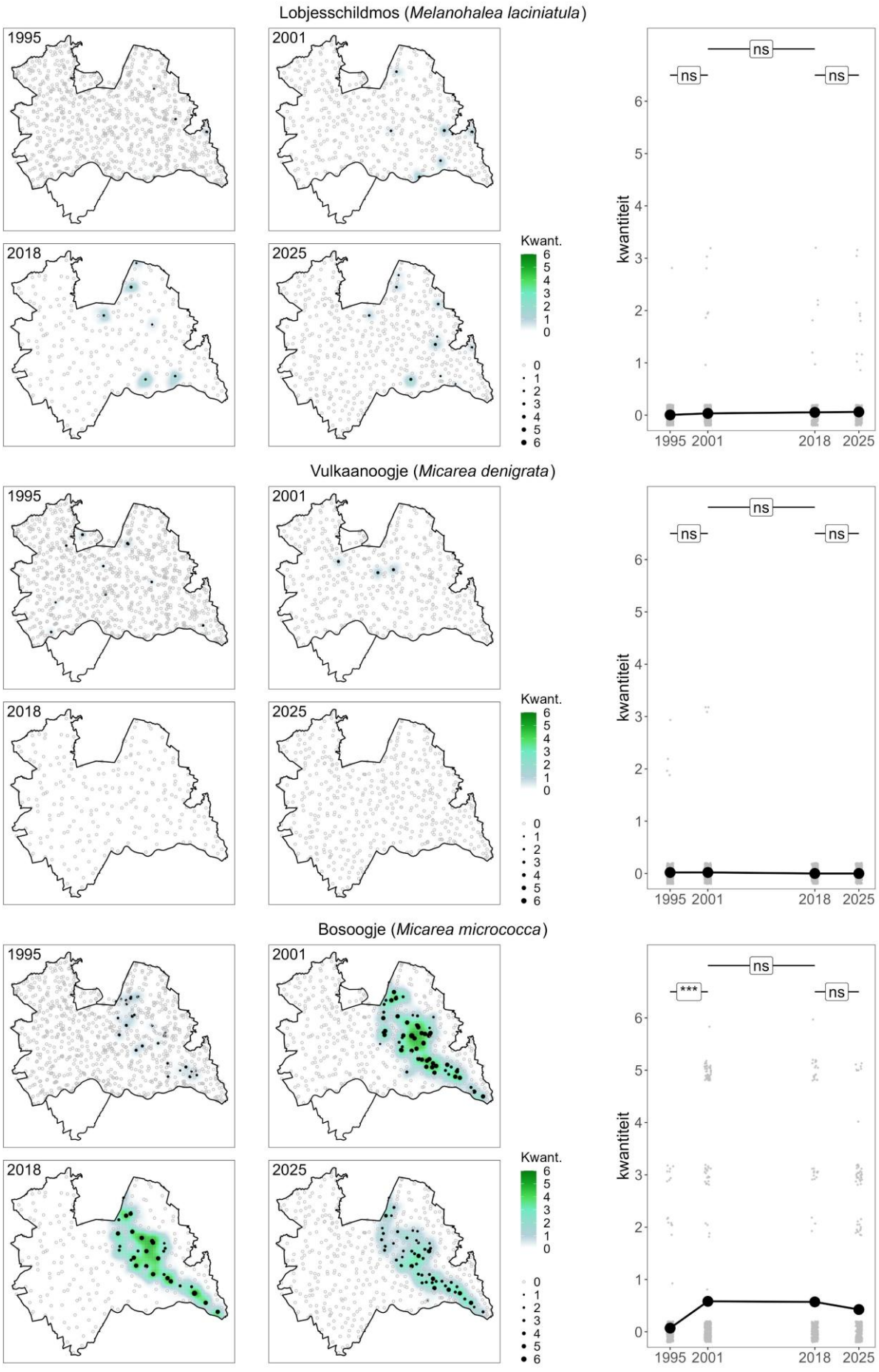
Bleke poederkorst (*Lepraria vouauxii*)

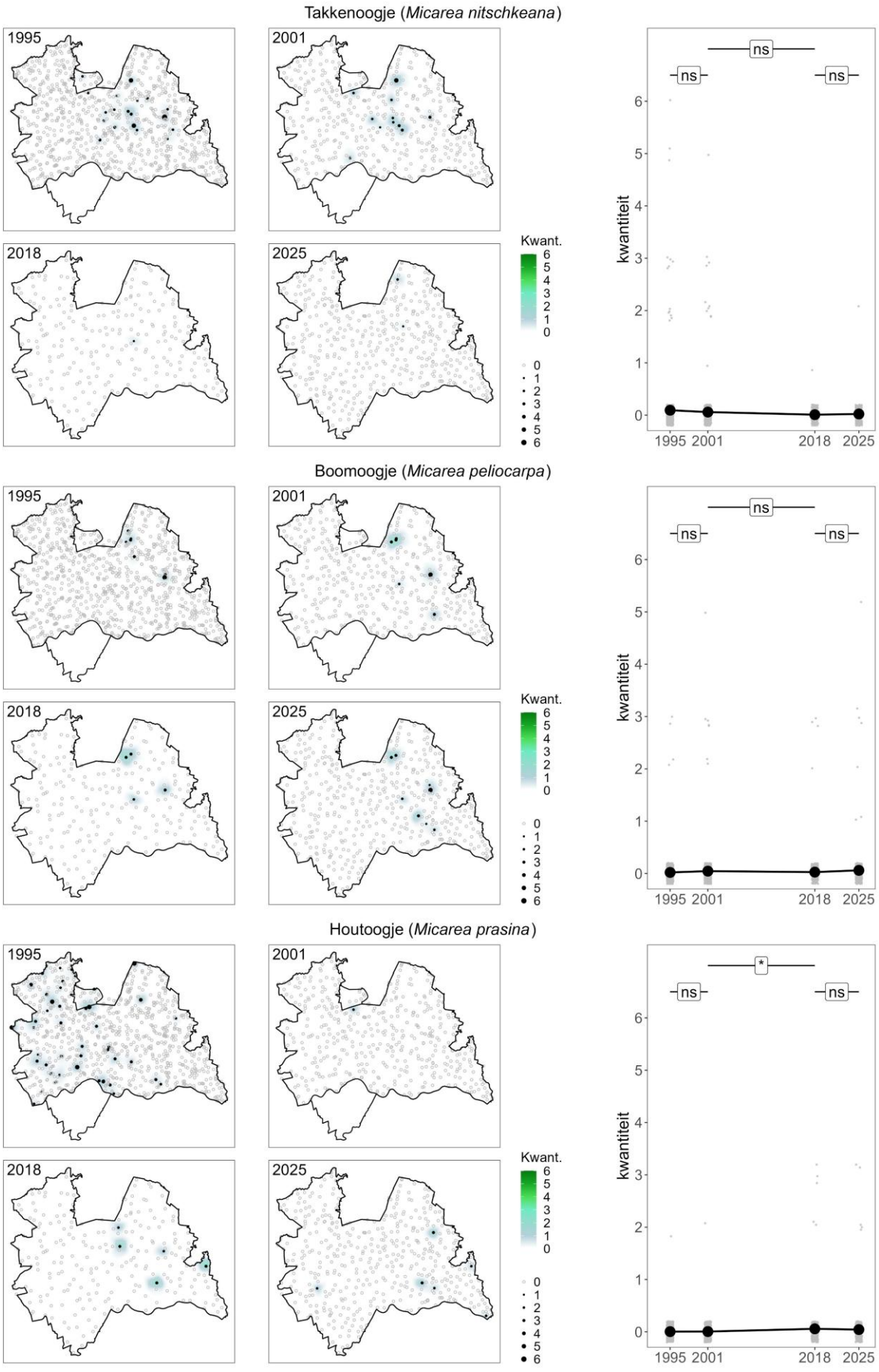


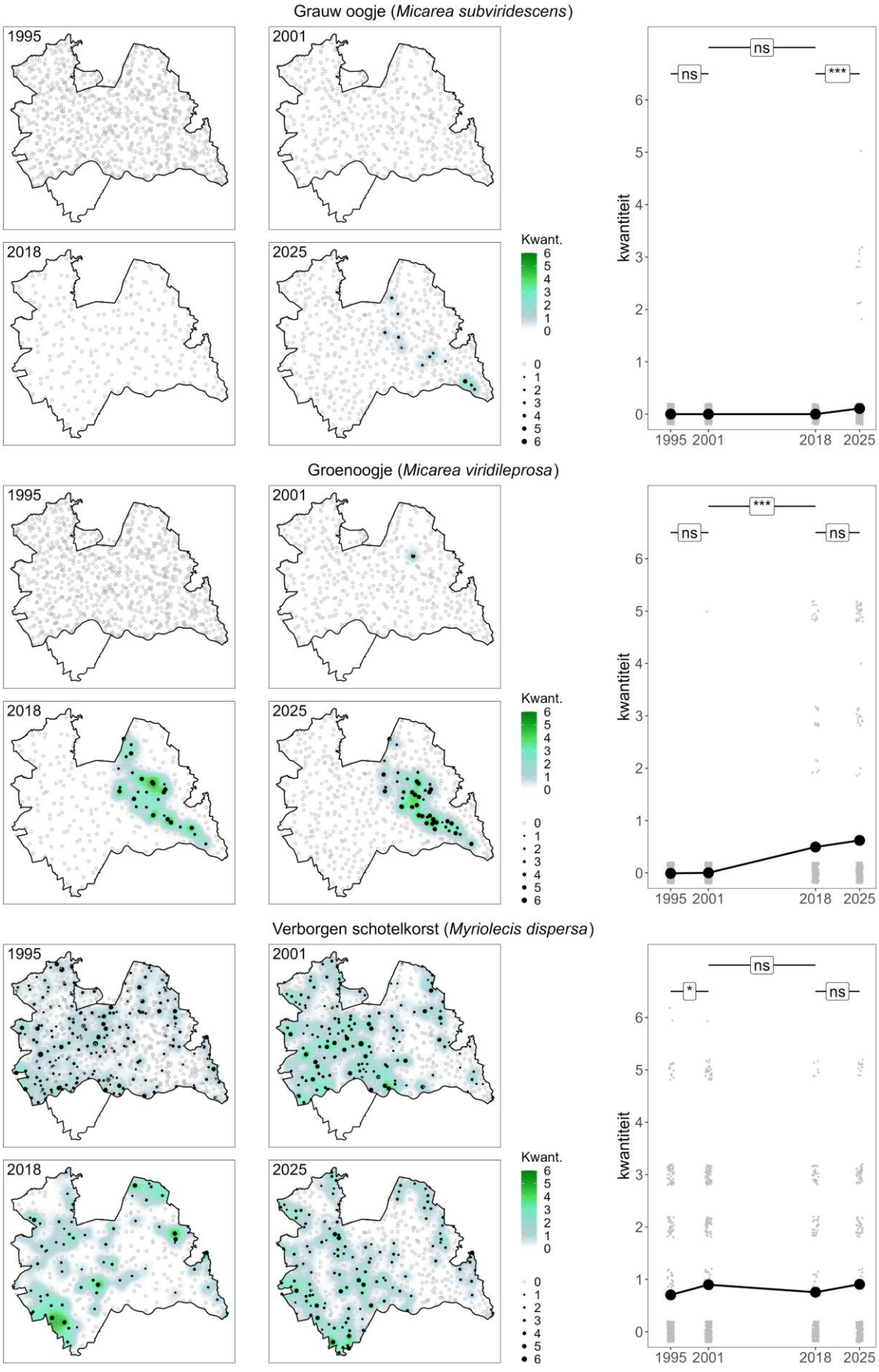
Glanzend boomschildmos (*Melanelixia glabratula*)



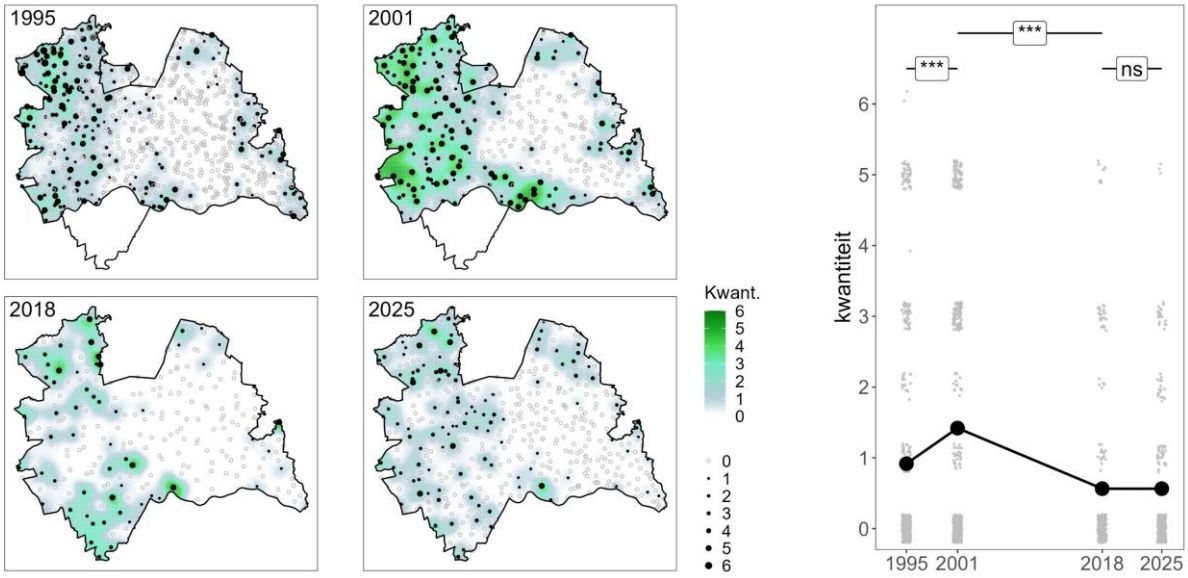

Verstop-schildmos (*Melanelixia subaurifera*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
*
***
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Sierlijk schildmos (*Melanohalea elegantula*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
***
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Lepelschildmos (*Melanohalea exasperatula*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
**
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025


Lobjesschildmos (*Melanohalea laciniatula*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Vulkaanoogje (*Micarea denigrata*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Bosoogje (*Micarea micrococca*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
***
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025

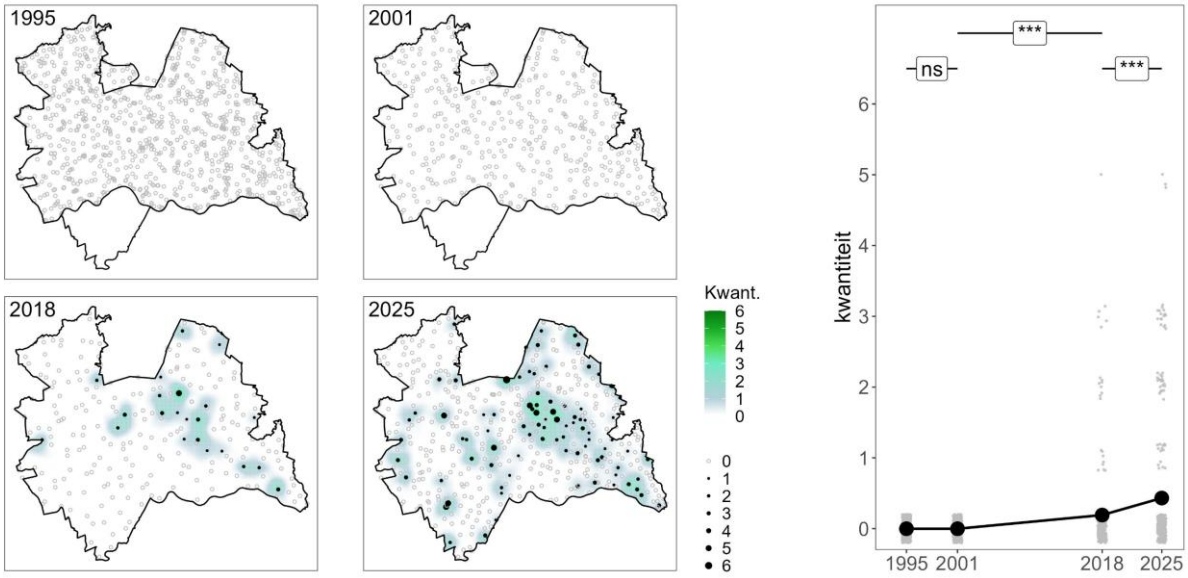

Takkenoogje (*Micarea nitschkeana*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Boomoogje (*Micarea peliocarpa*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Houtoogje (*Micarea prasina*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
*
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025


Grauw oogje (*Micarea subviridescens*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
***
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Groenoogje (*Micarea viridileprosa*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
***
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Verborgen schotelkorst (*Myriolecis dispersa*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
*
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025

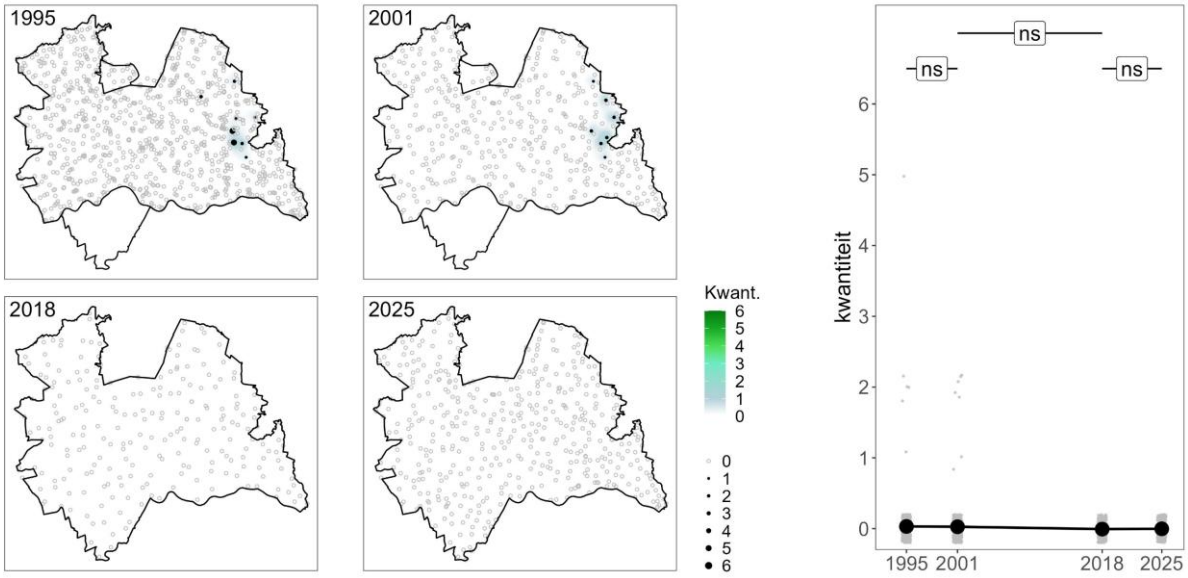
Kleine schotelkorst (*Myriolecis hagenii*)



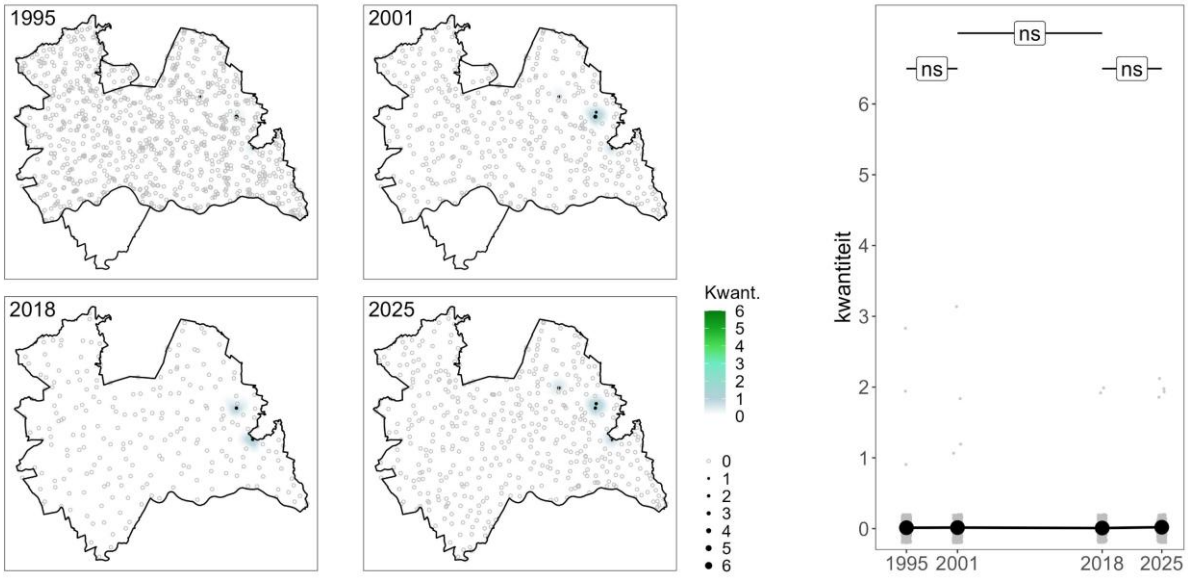
Hamsteroortje (*Normandina pulchella*)



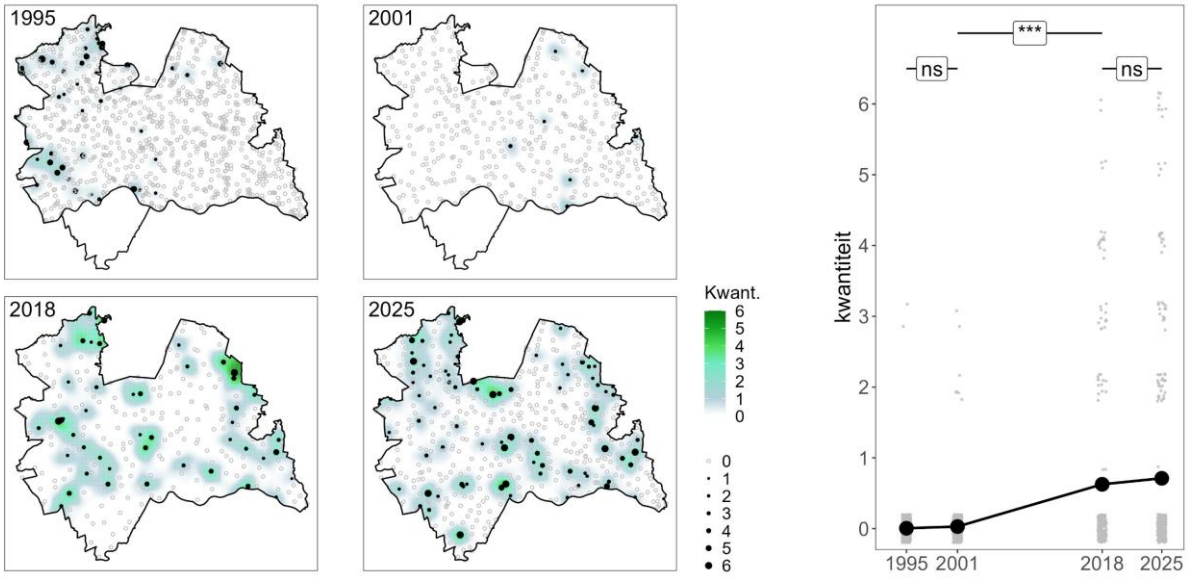
Gewone tandpastakorst (*Ochrolechia androgyna*)



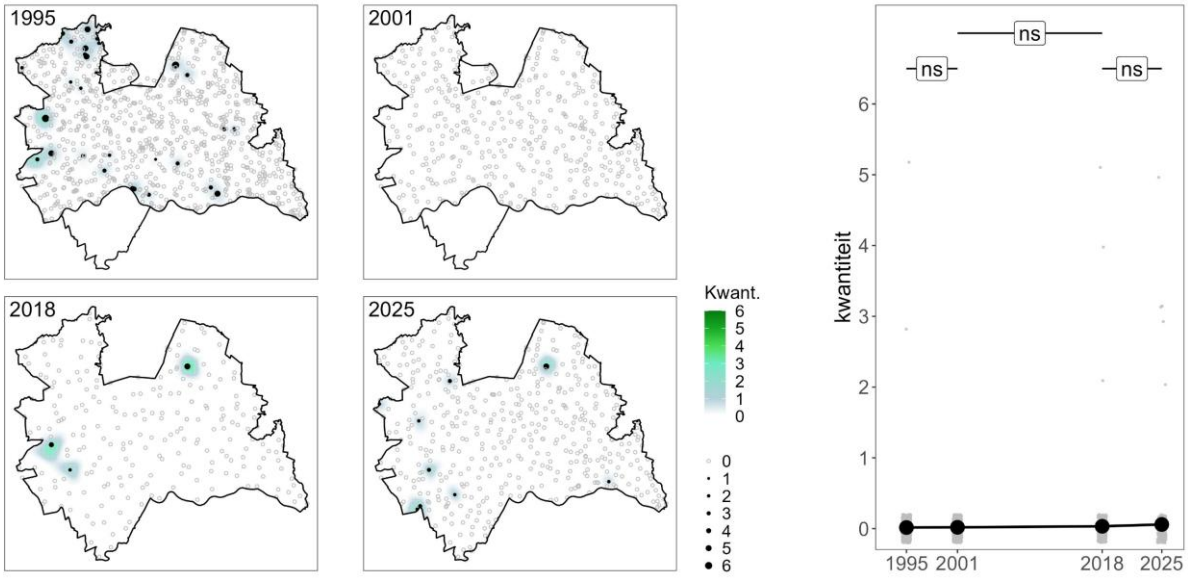
(*Ochrolechia arborea*)



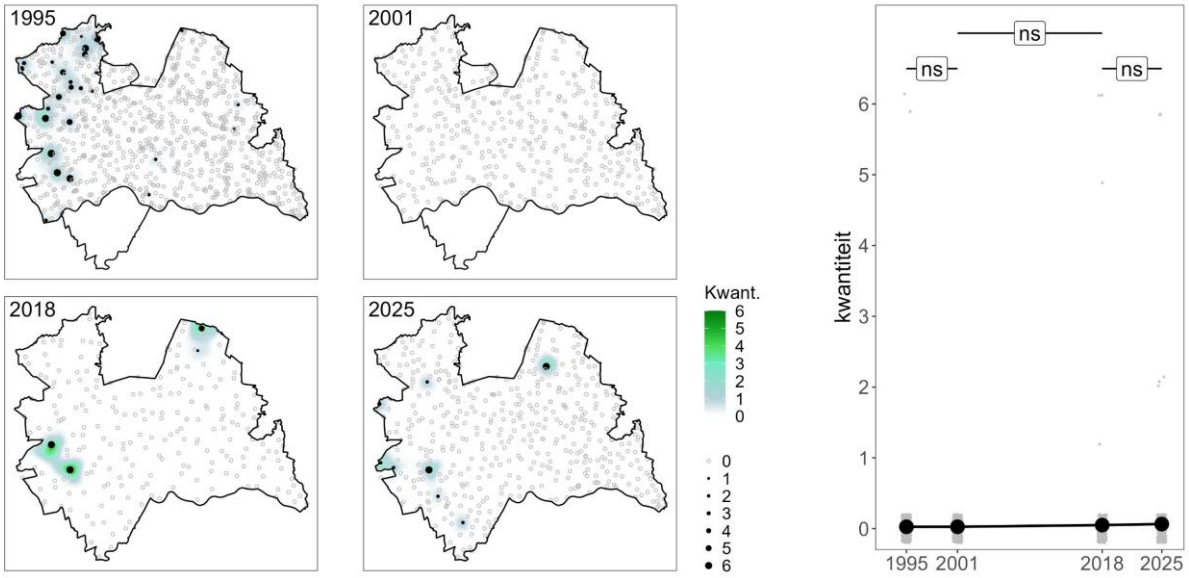
Klein schriftmos (*Opegrapha niveoatra*)



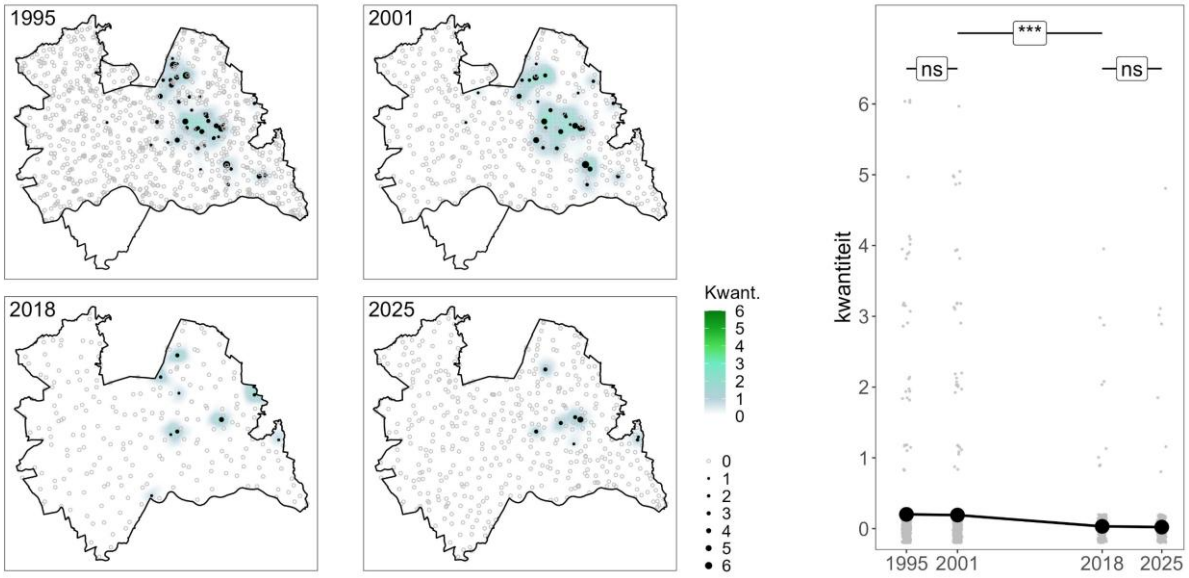
Gestippeld schriftmos (*Opegrapha vermicellifera*)



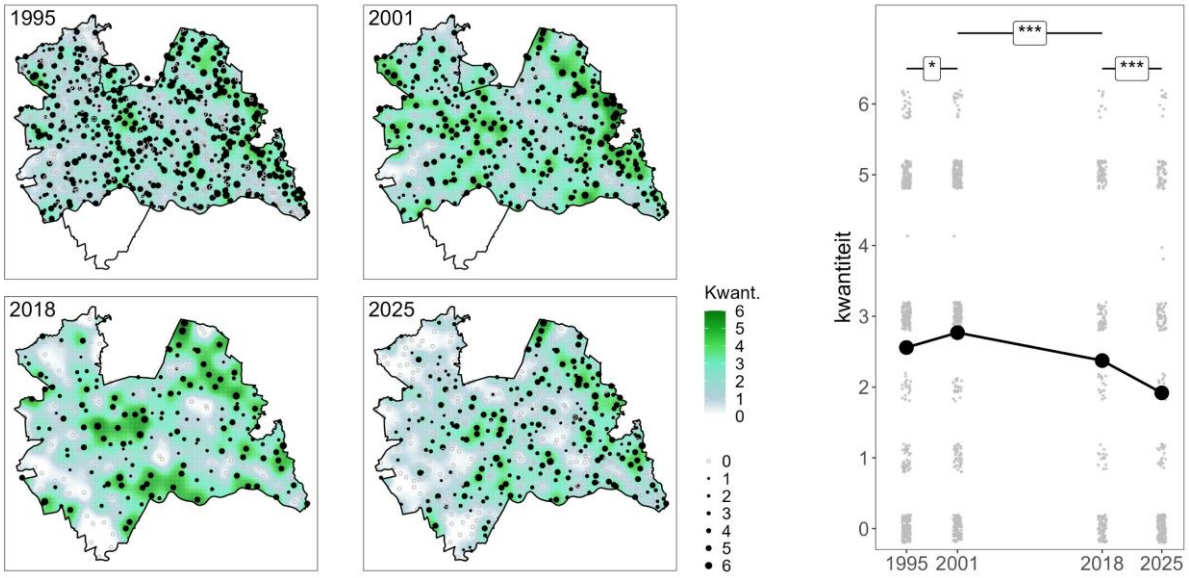
Wit schriftmos (*Opegrapha vulgata*)



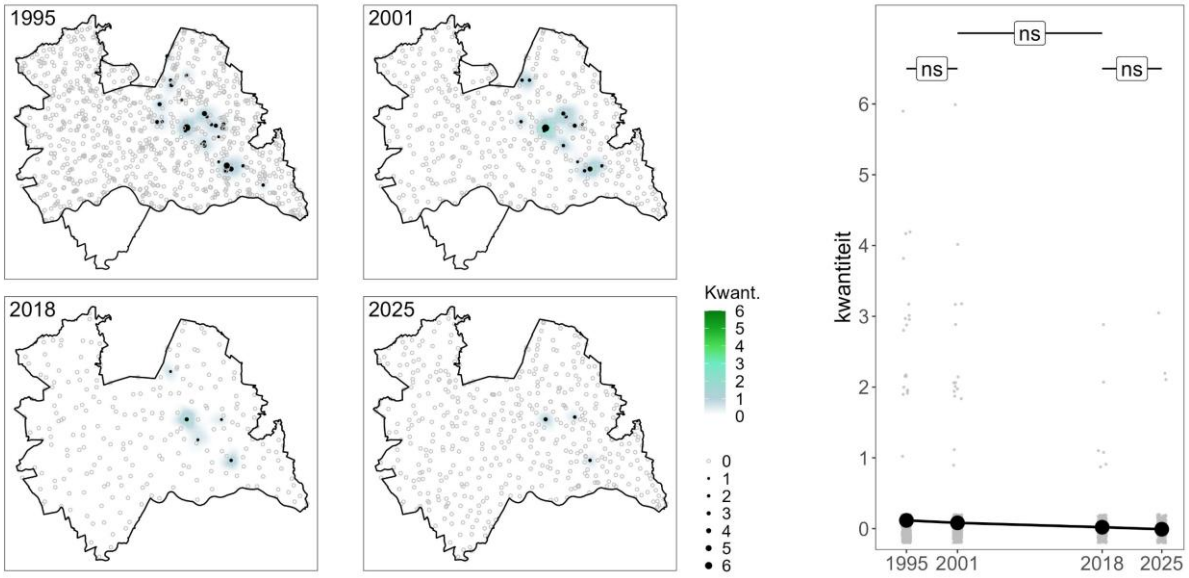
Blauwgrijs steenschildmos (*Parmelia saxatilis*)



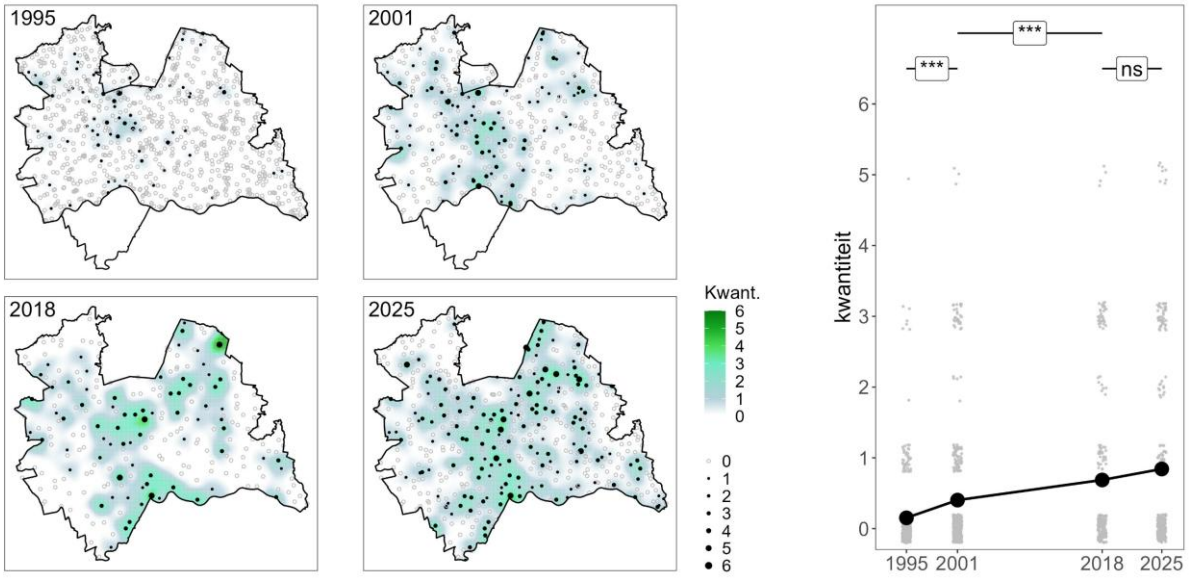
Gewoon schildmos (*Parmelia sulcata*)



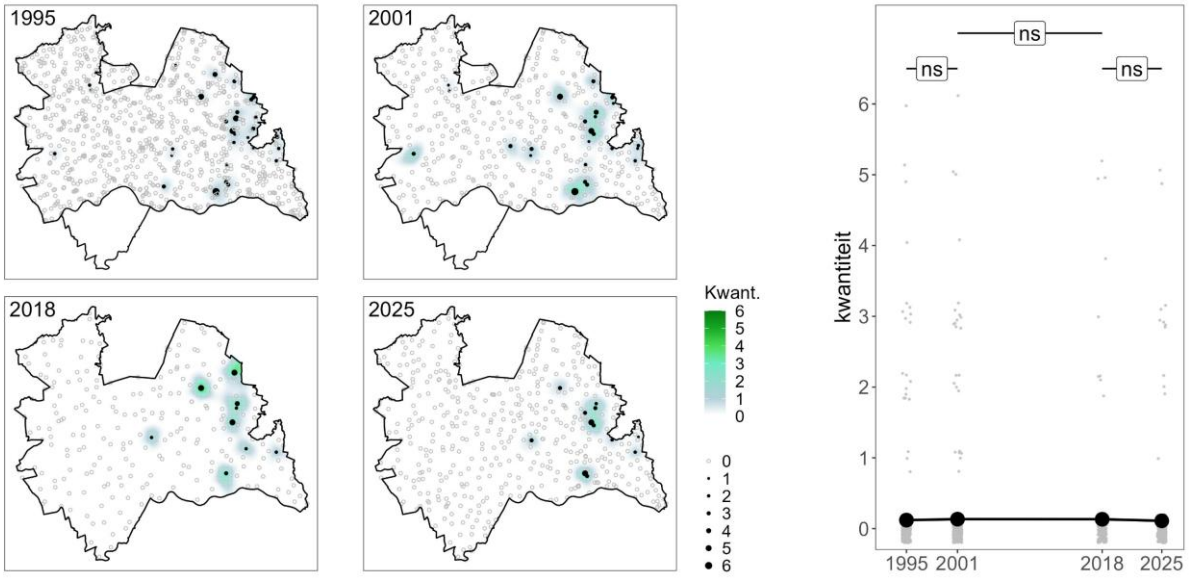
Avocadomos (*Parmeliopsis ambigua*)



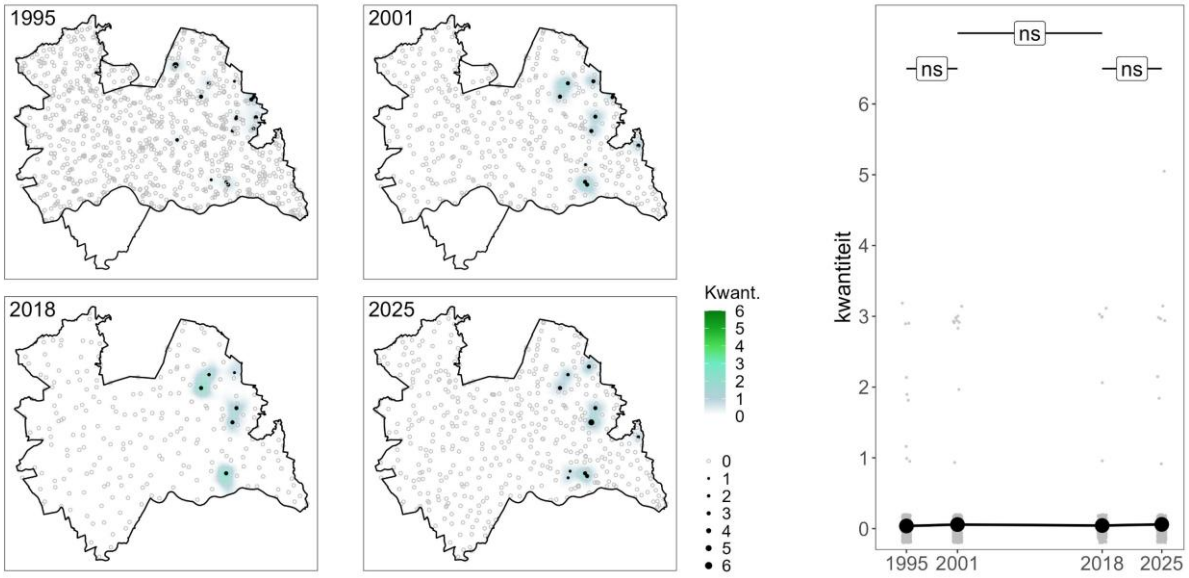
Groot schildmos (*Parmotrema perlatum*)



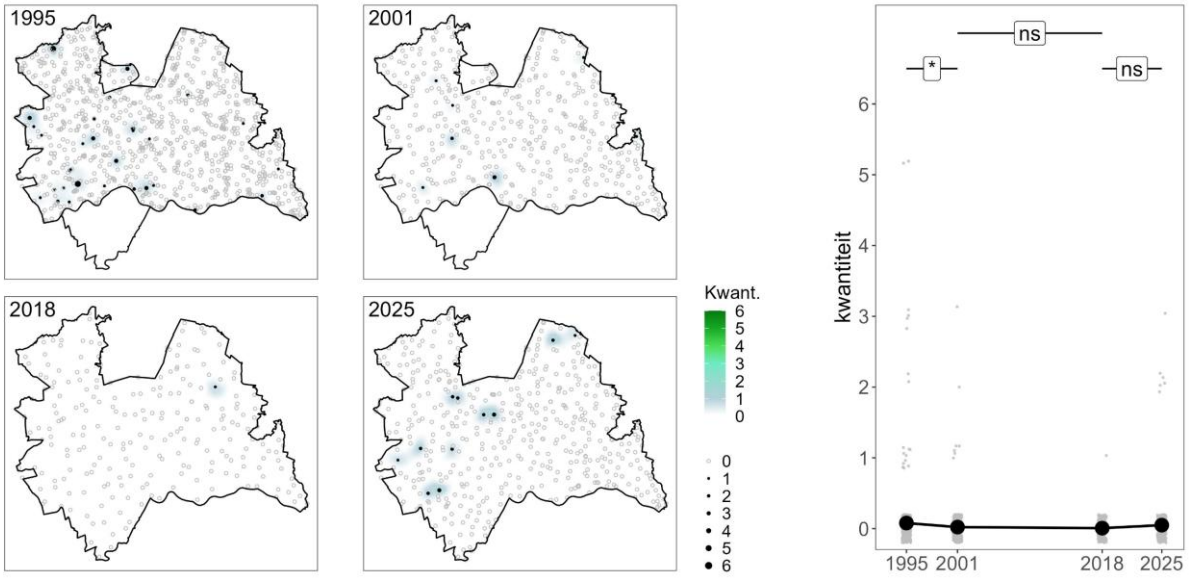
Bleek speldenkussentje (*Pertusaria coccodes*)



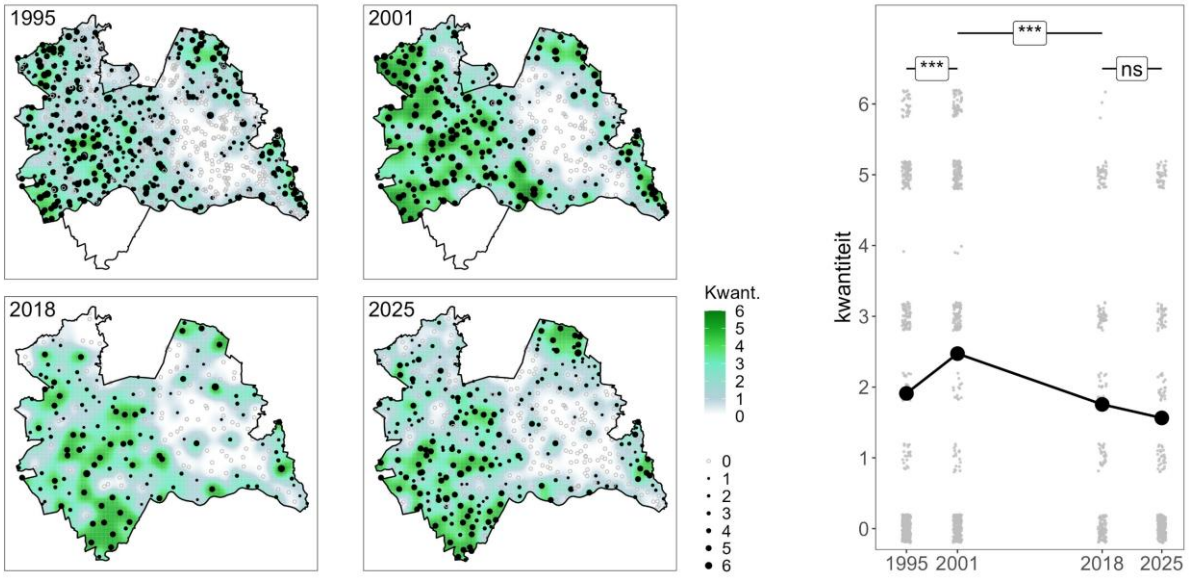
Gewoon speldenkussentje (*Pertusaria pertusa*)



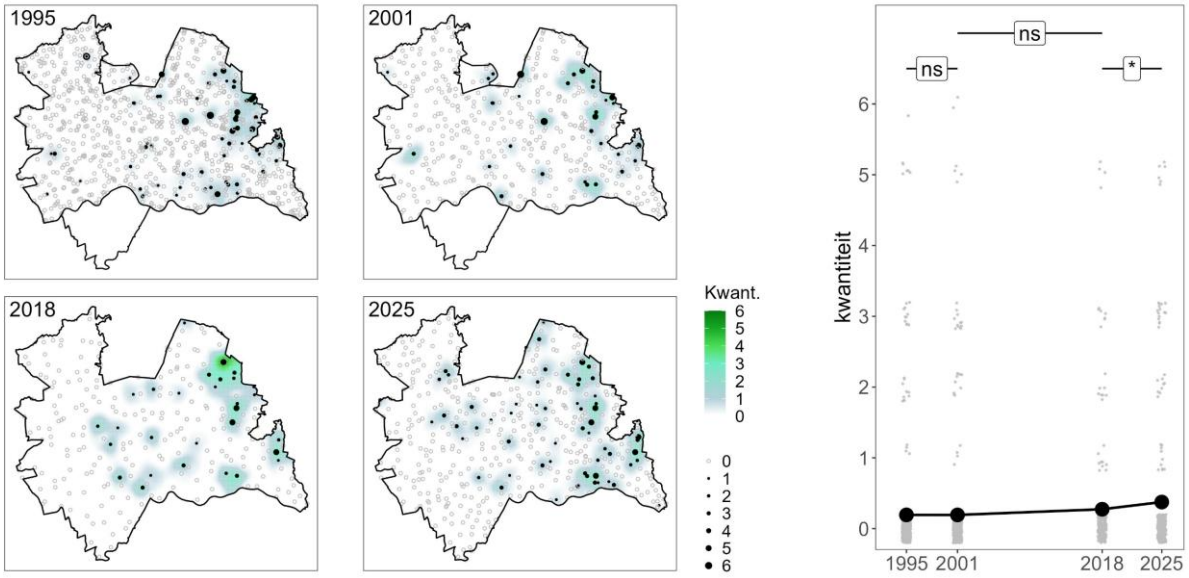
Klein schaduwmos (*Phaeophyscia nigricans*)



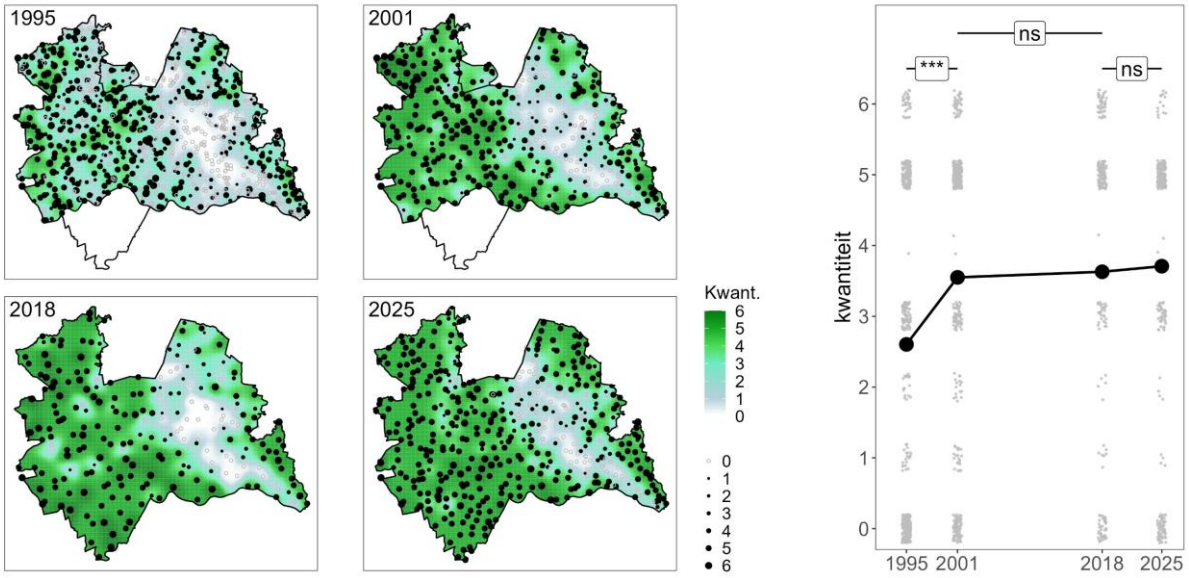
Rond schaduwmos (*Phaeophyscia orbicularis*)



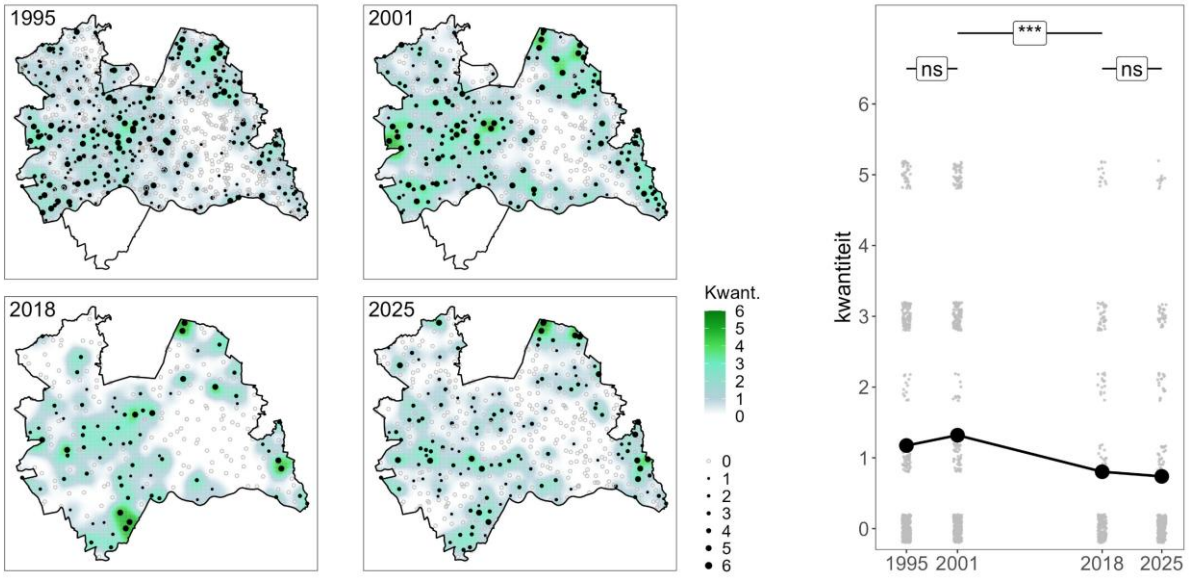
Lichtvlekje (*Phlyctis argena*)



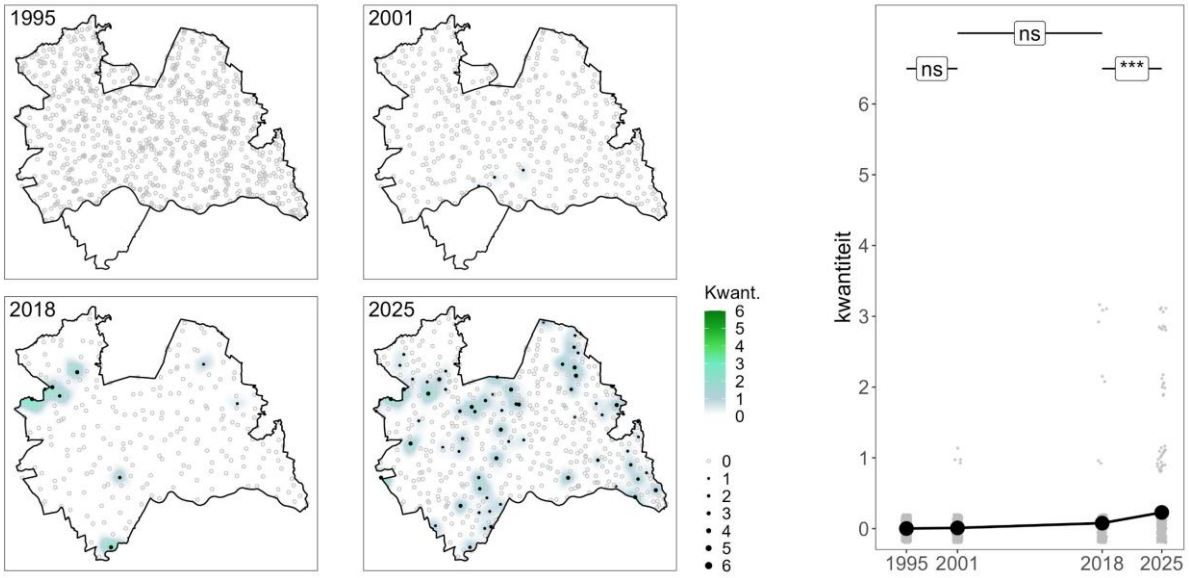
Kapjesvingermos (*Physcia adscendens*)



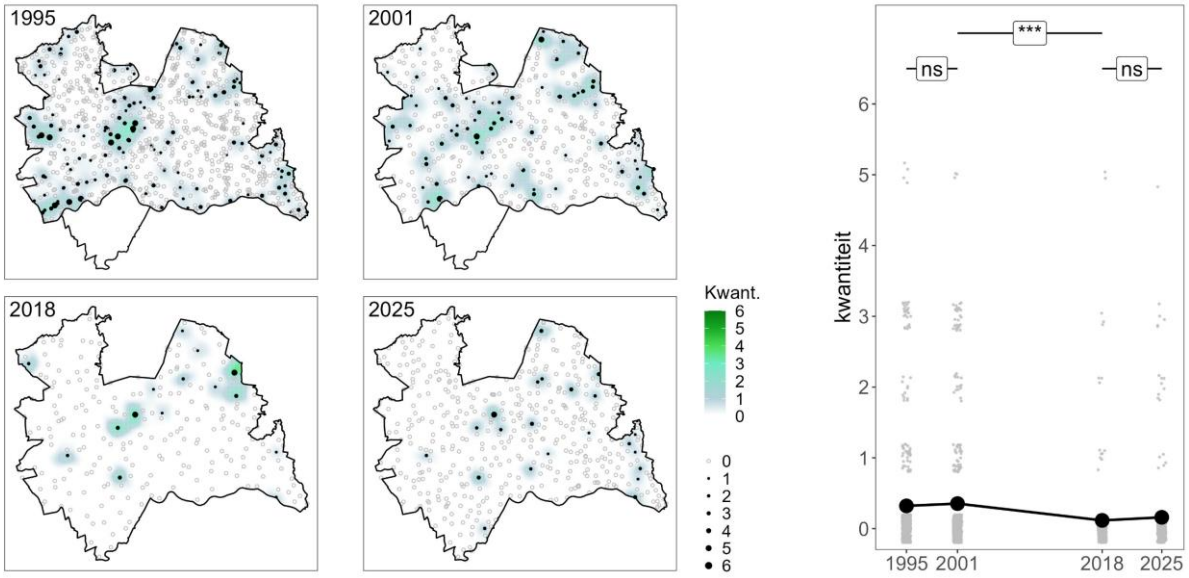
Stoeprandvingermos (*Physcia caesia*)



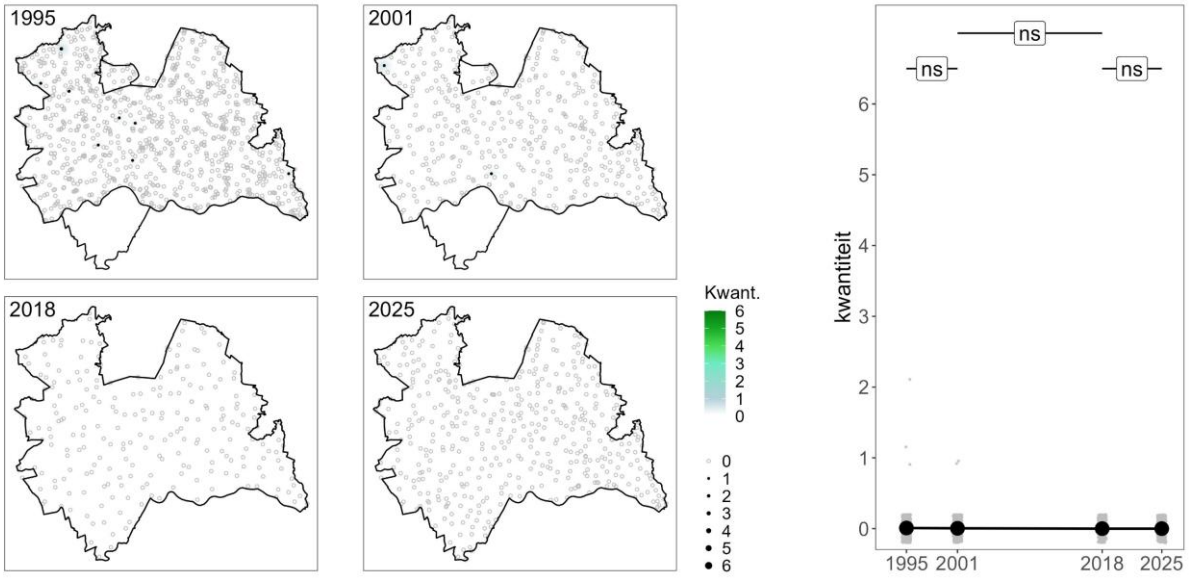
Isidieus vingermos (*Physcia clementei*)

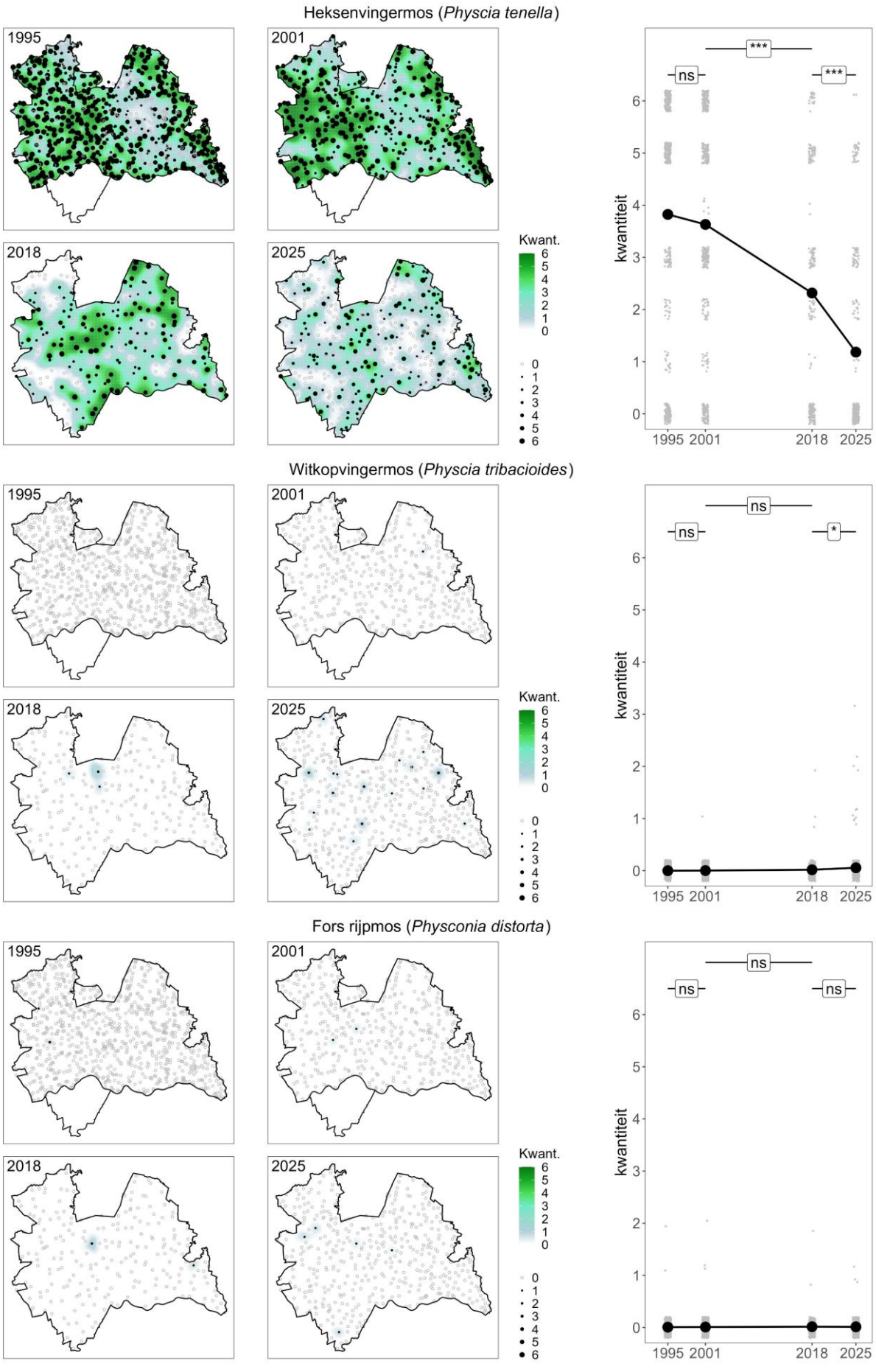


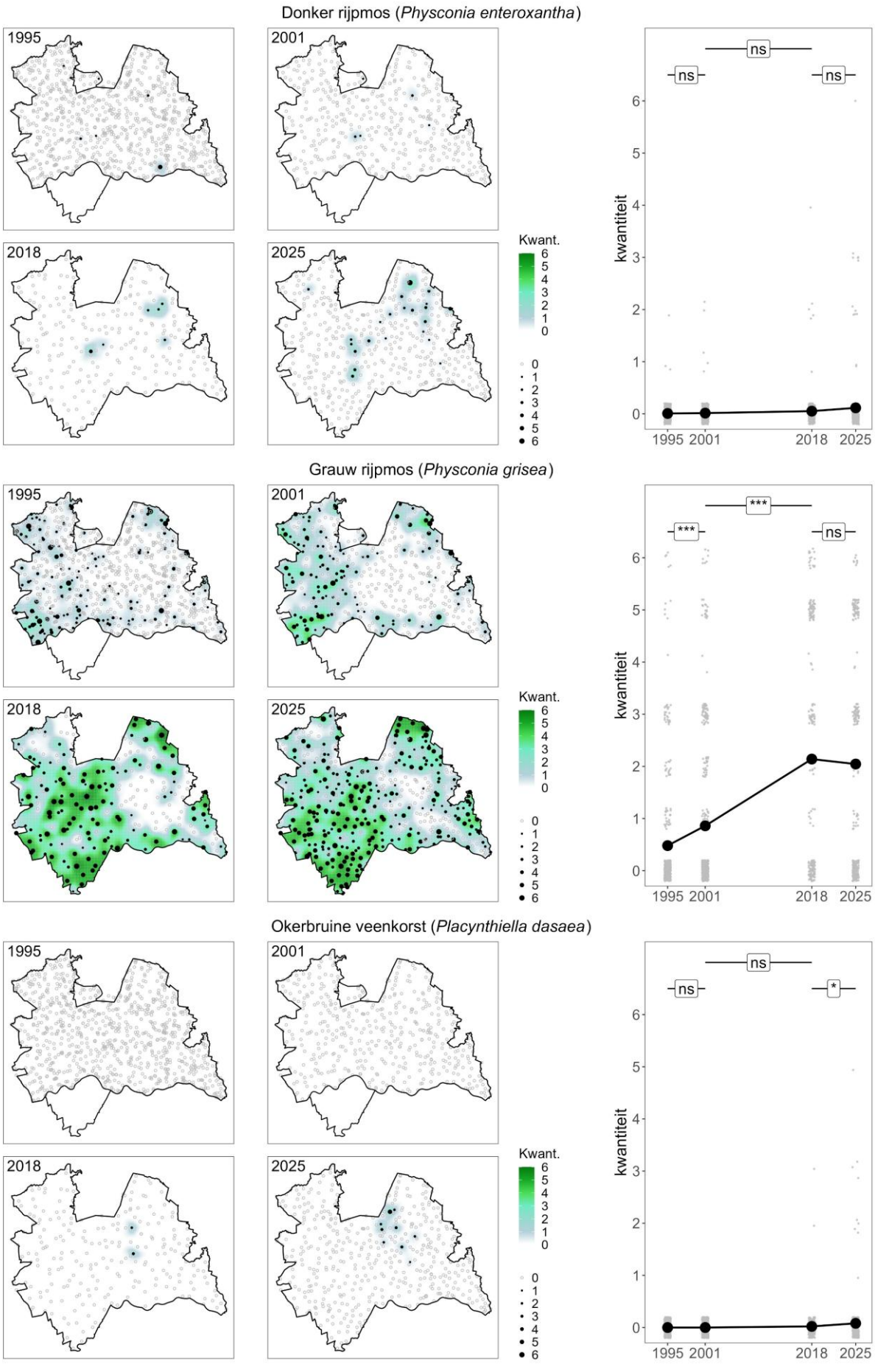
Bleek vingermos (*Physcia dubia*)



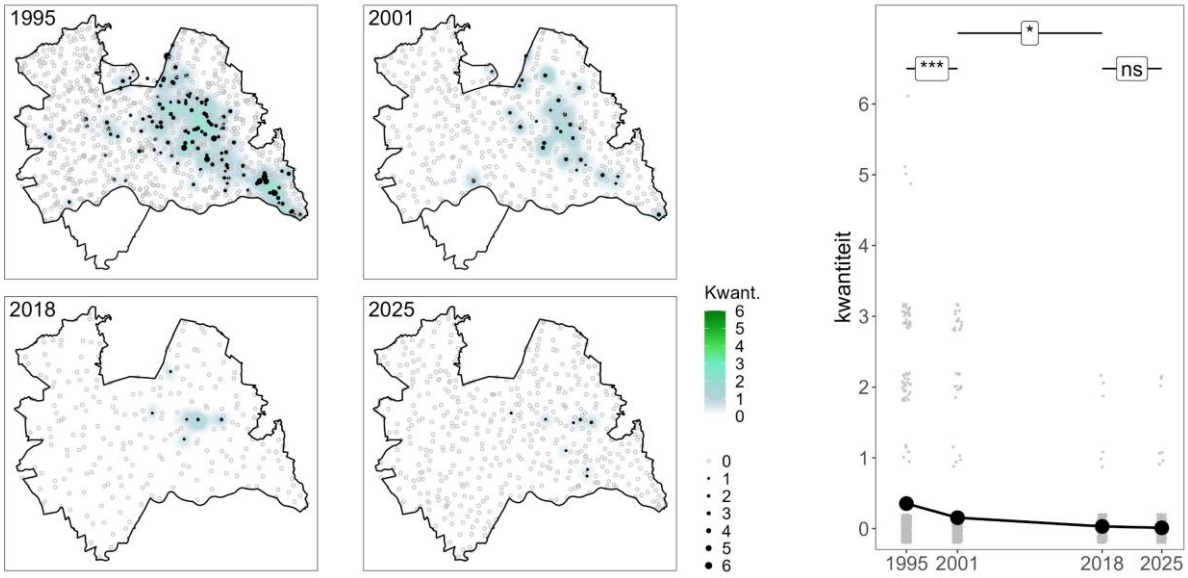
Groot vingermos (*Physcia stellaris*)



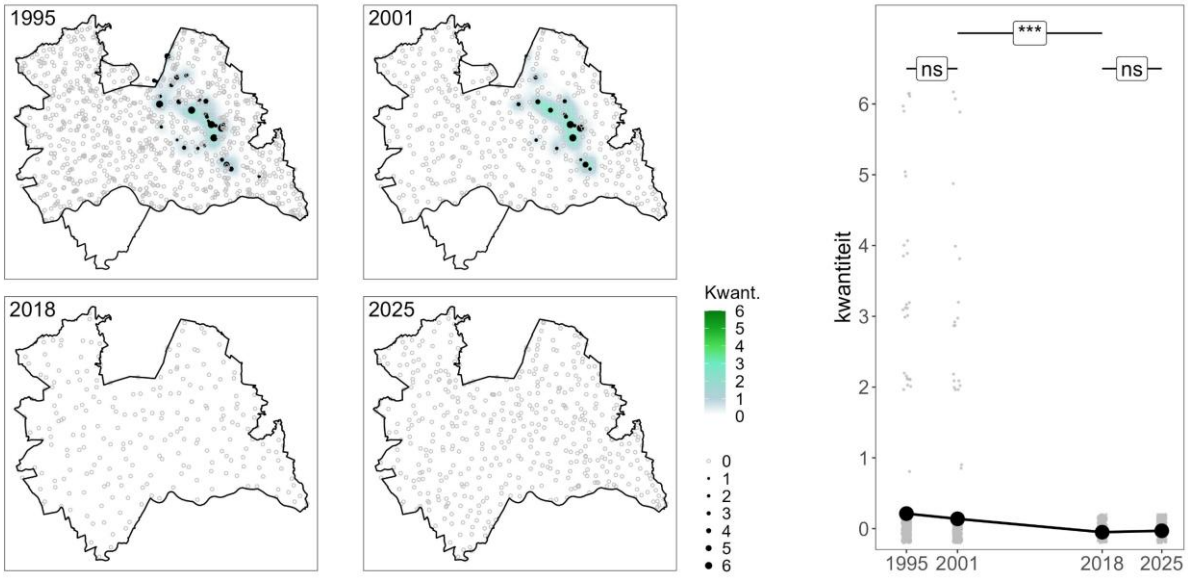

Heksenvingermos (*Physcia tenella*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
ns
***
***
1995 2001 2018 2025
Witkopvingermos (*Physcia tribacioides*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
*
1995 2001 2018 2025
Fors rijpmos (*Physconia distorta*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
ns
1995 2001 2018 2025


Donker rijpmos (*Physconia enteroxantha*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Grauw rijpmos (*Physconia grisea*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
***
***
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Okerbruine veenkorst (*Placynthiella dasaea*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
*
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025

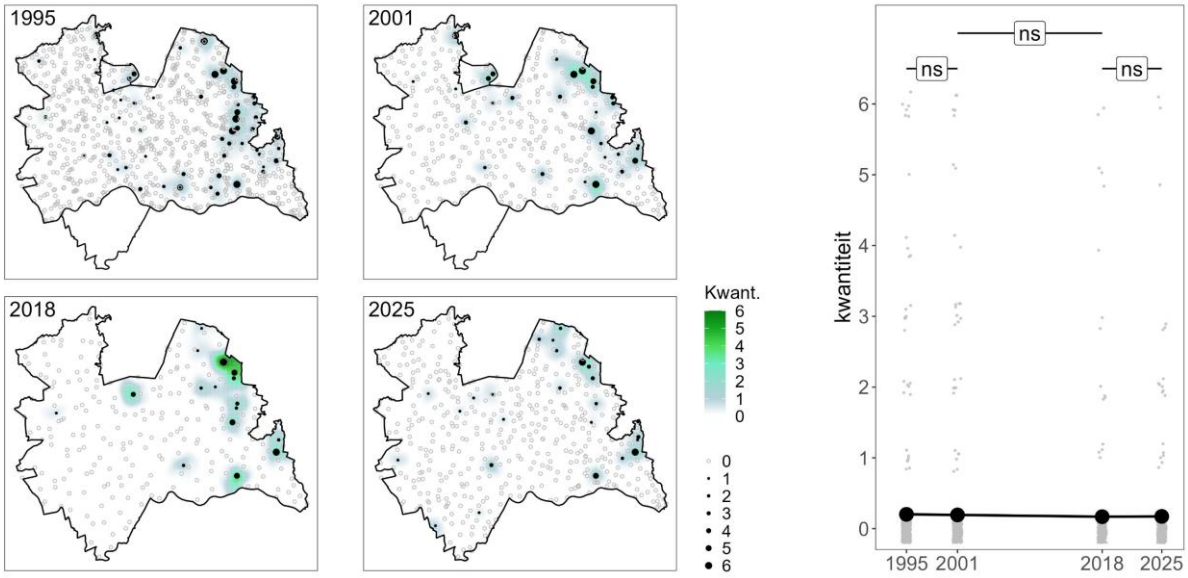
Bruine veenkorst (*Placynthiella icmalea*)

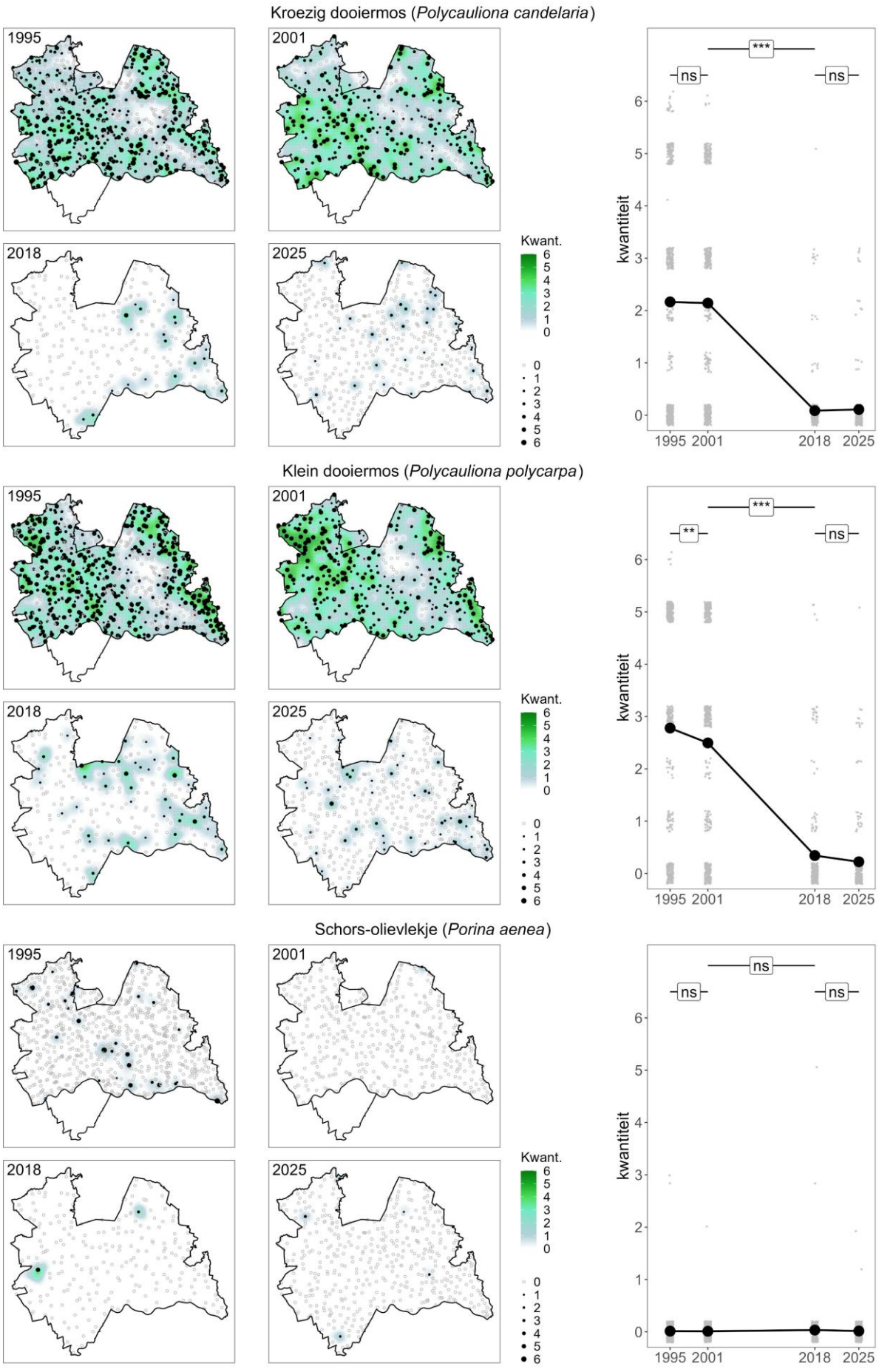


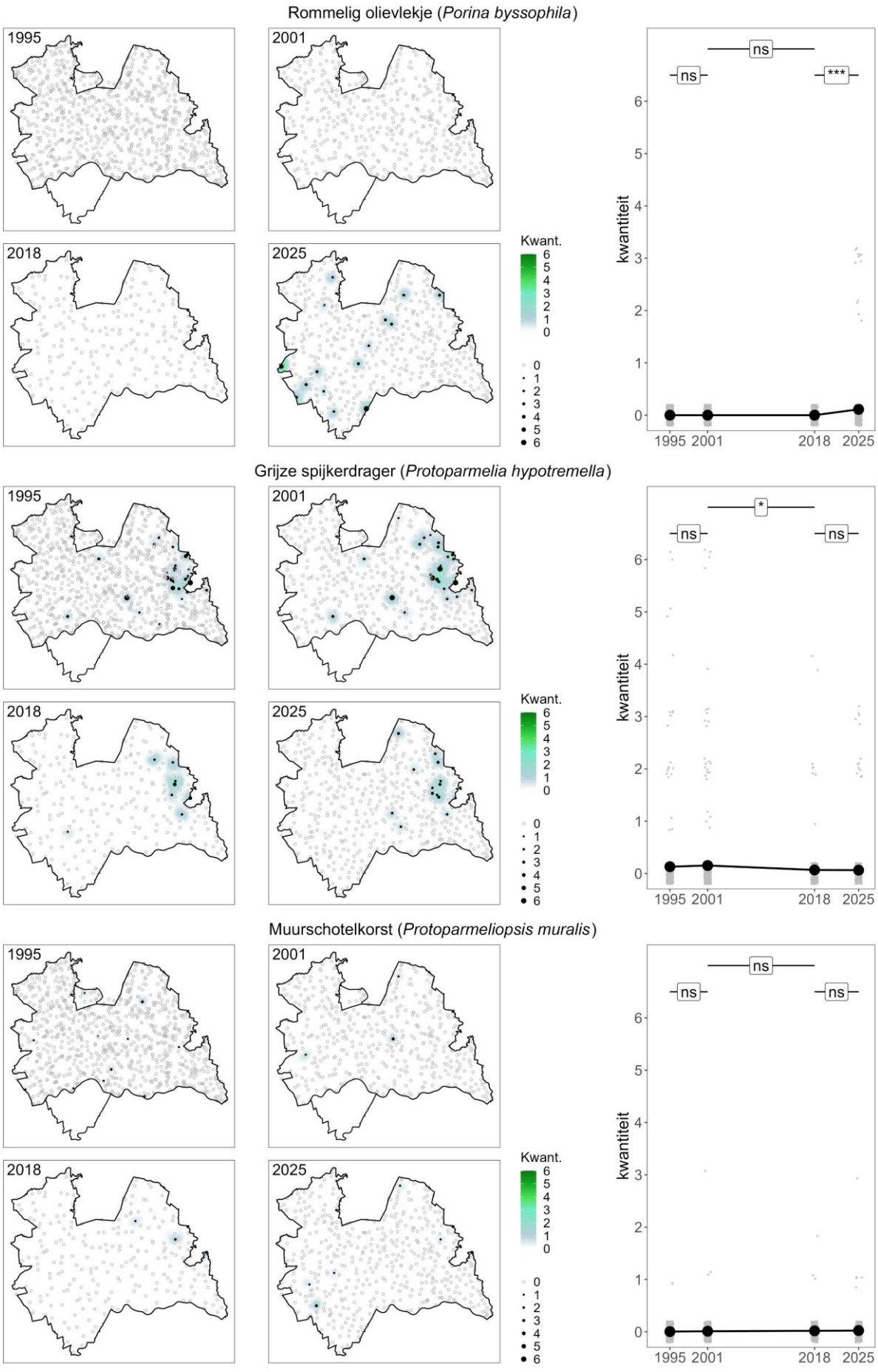
Groot boerenkoolmos (*Platismatia glauca*)

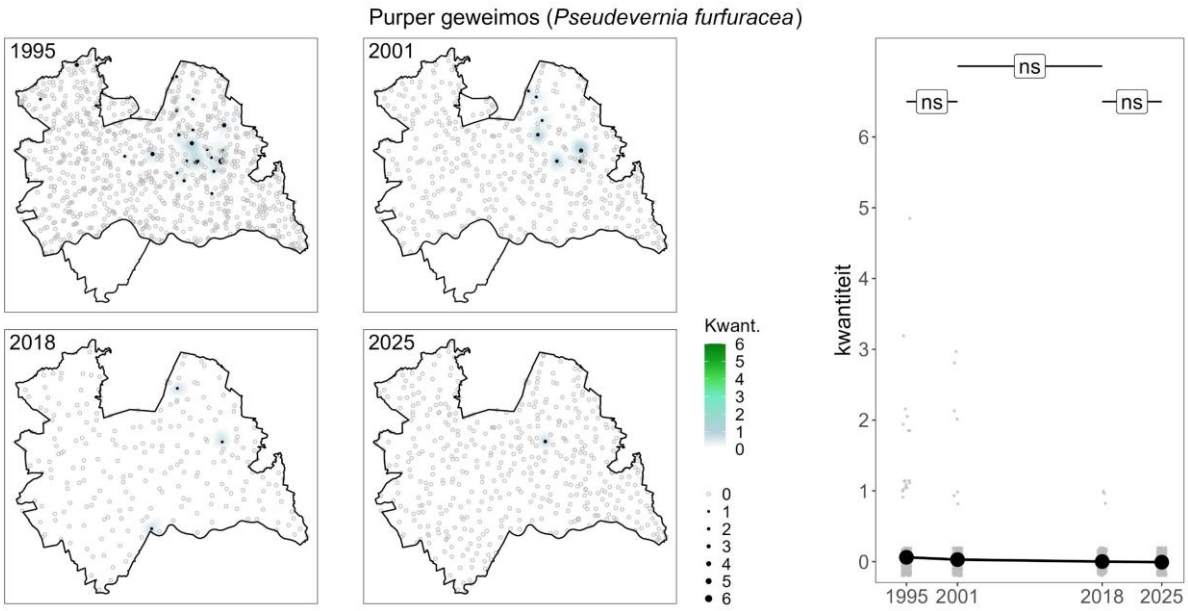


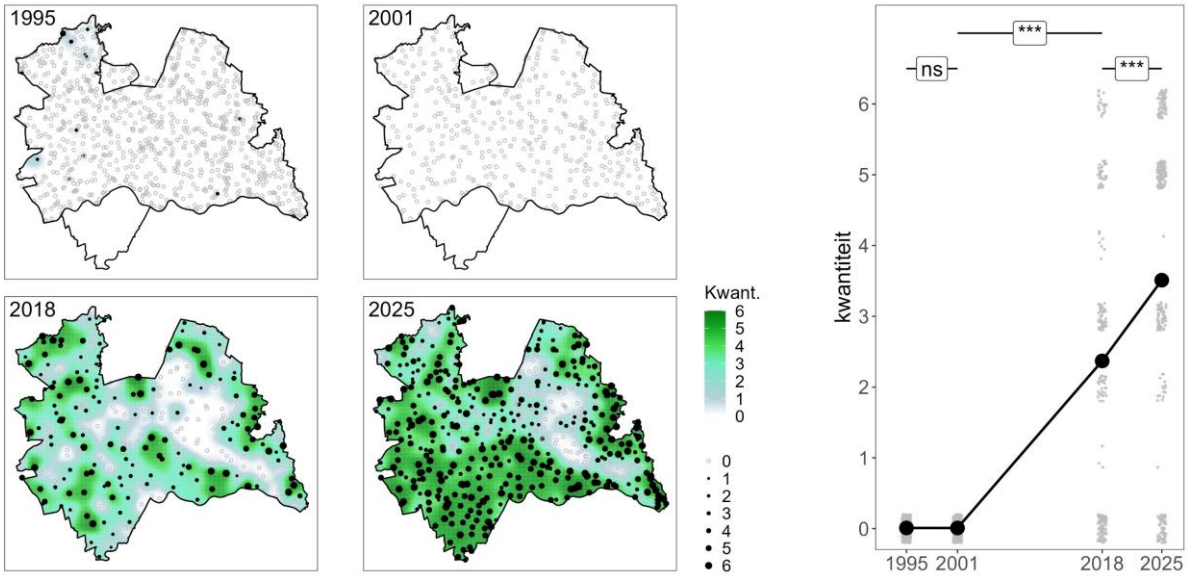
Olijf-schildmos (*Pleurosticta acetabulum*)

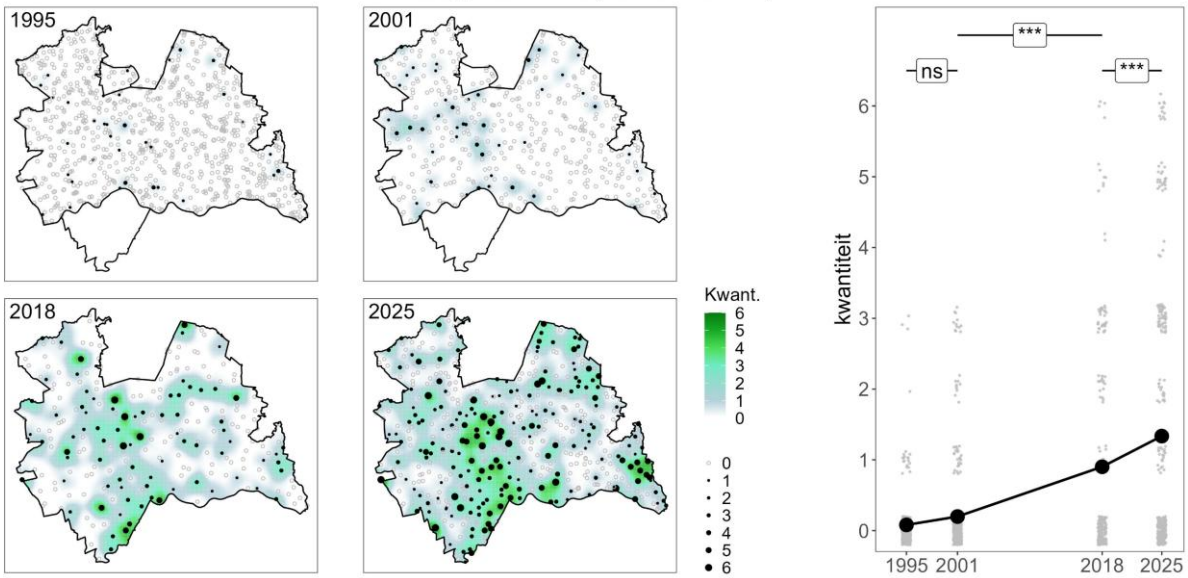



Kroezig dooiermos (*Polycauliona candelaria*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
kwantiteit
***
ns
ns
1995 2001 2018 2025
Klein dooiermos (*Polycauliona polycarpa*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
***
**
ns
1995 2001 2018 2025
Schors-olievlekje (*Porina aenea*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
ns
1995 2001 2018 2025

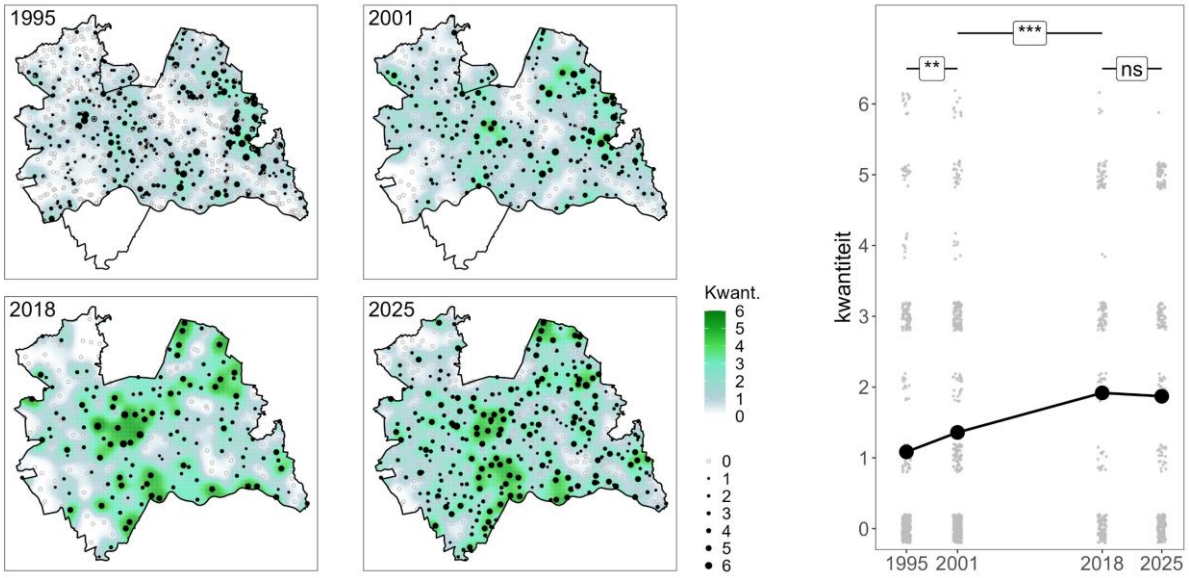

Rommelig olievlekje (*Porina byssophila*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
***
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Grijze spijkerdrager (*Protoparmelia hypotremella*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
*
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Muurschotelkorst (*Protoparmeliopsis muralis*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025


Purper geweimos (*Pseudevernia furfuracea*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025

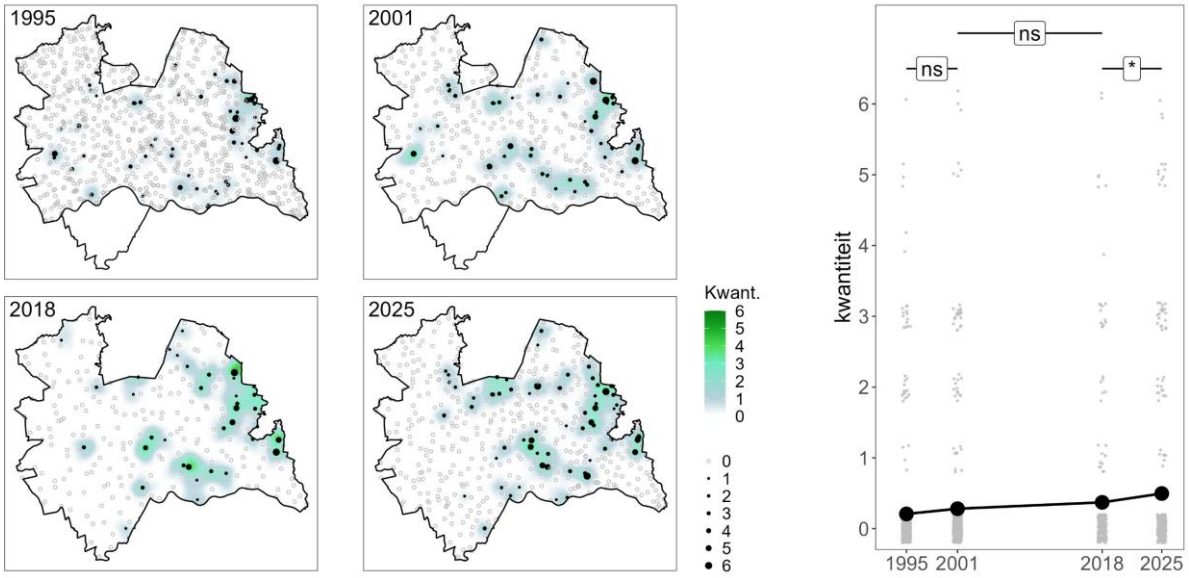

Verzonken schriftmos (*Pseudoschismatomma rufescens*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
***
ns
***
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025


Witstippelschildmos (*Punctelia borreri*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
***
ns
***
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025

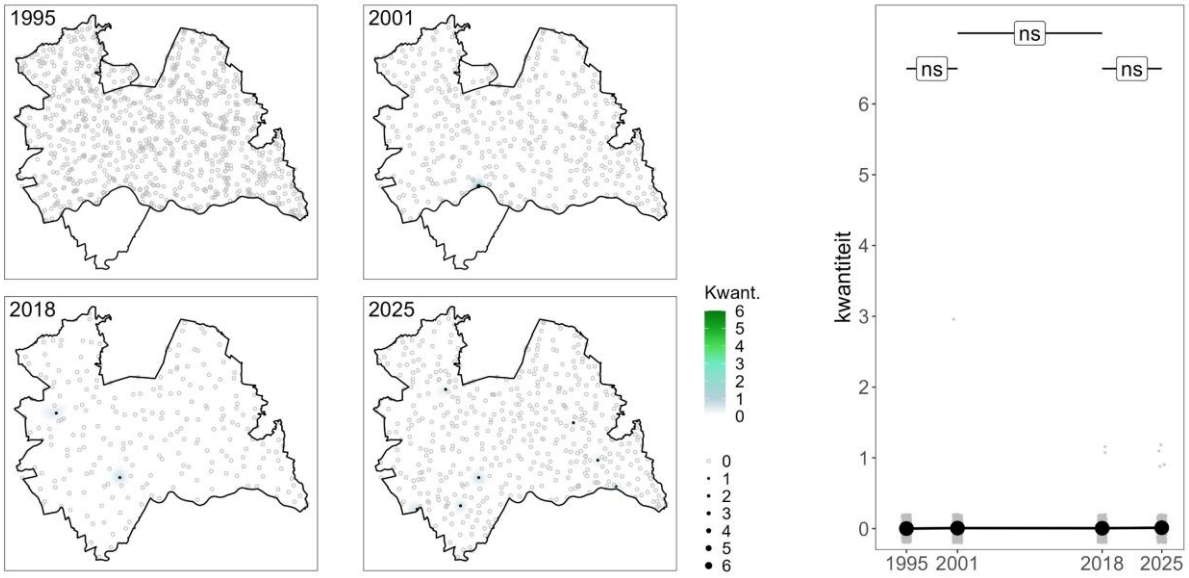
Gestippeld- / Rijpschildmos (*Punctelia subrudecta / jeckeri*)

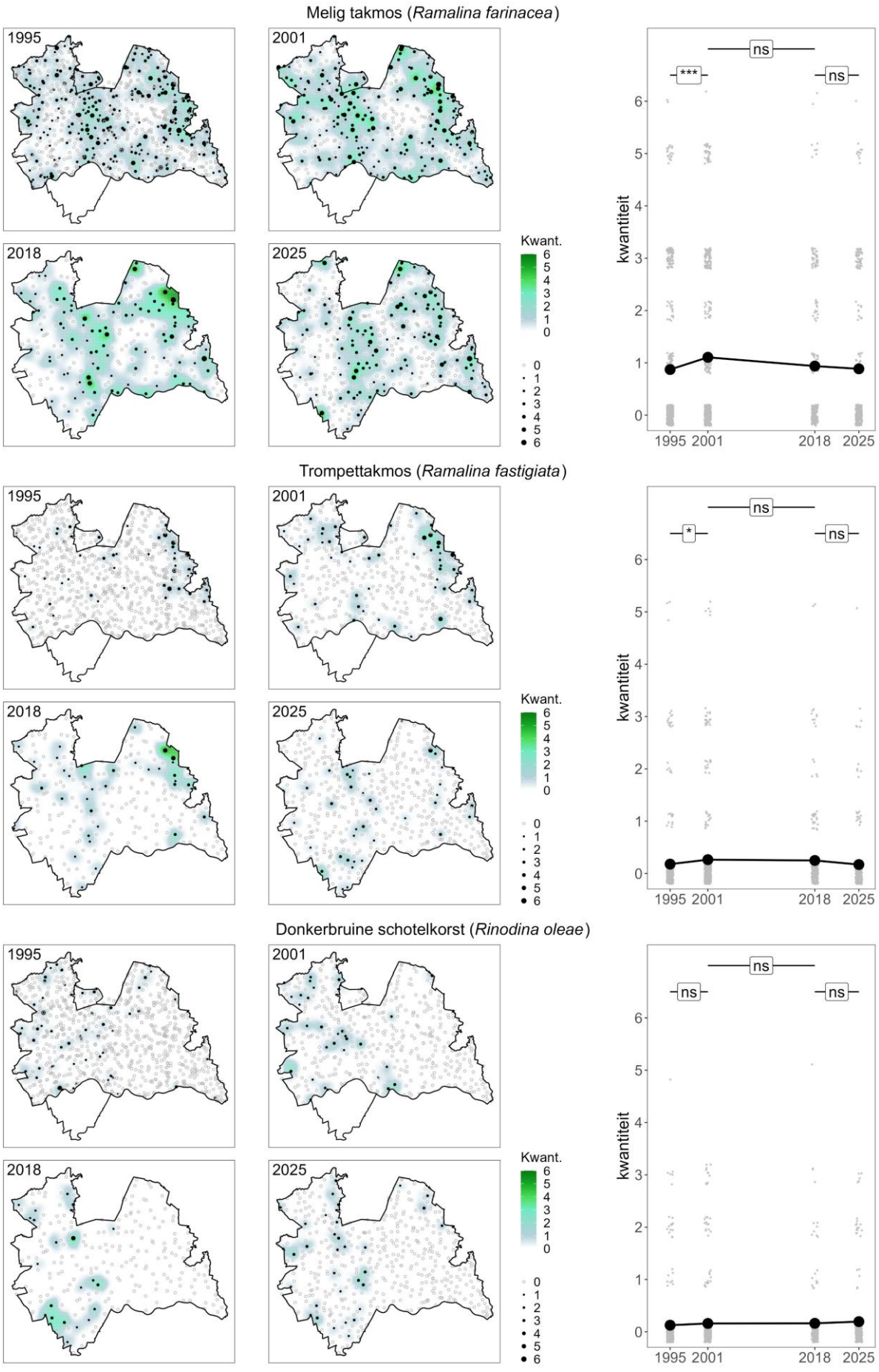


Grove mosterdkorst (*Pyrrhospora quernea*)

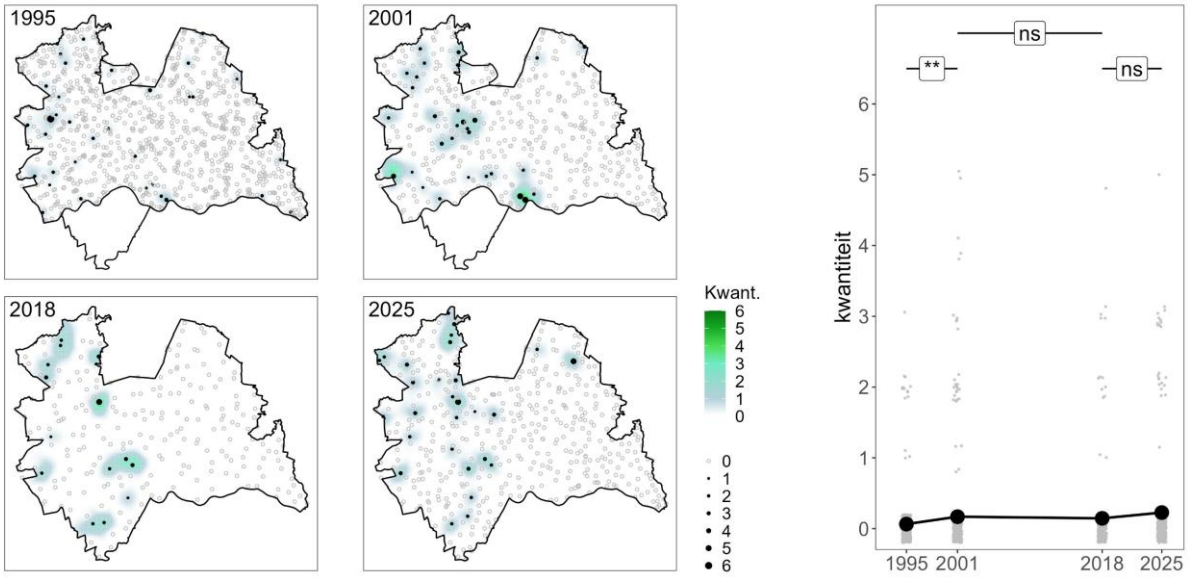


Breed takmos (*Ramalina canariensis*)

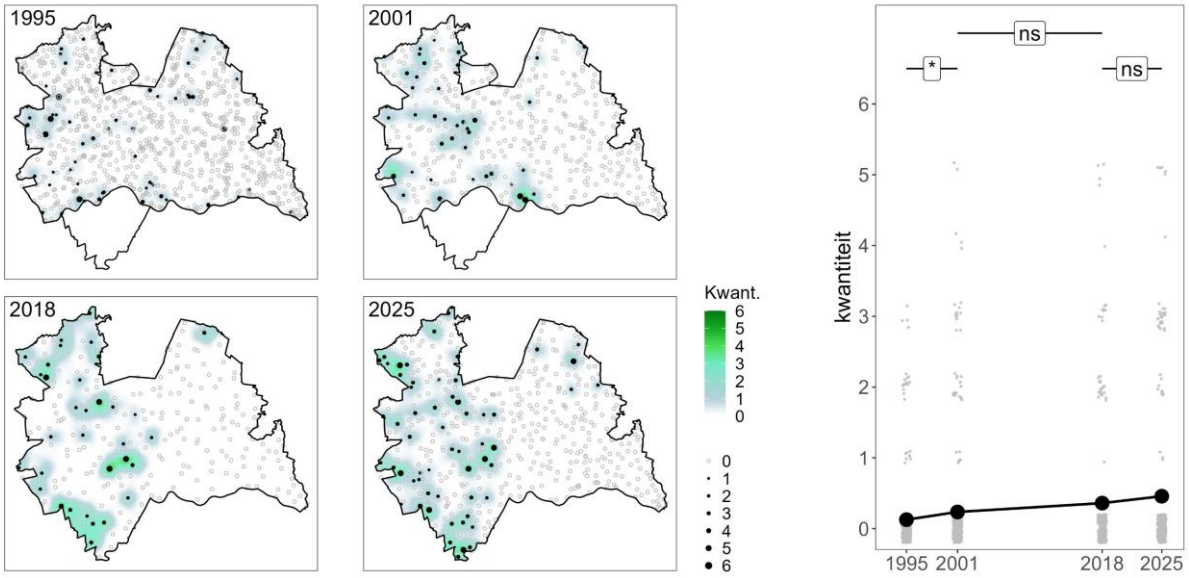



Melig takmos (*Ramalina farinacea*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
***
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Trompettakmos (*Ramalina fastigiata*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
*
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Donkerbruine schotelkorst (*Rinodina oleae*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025

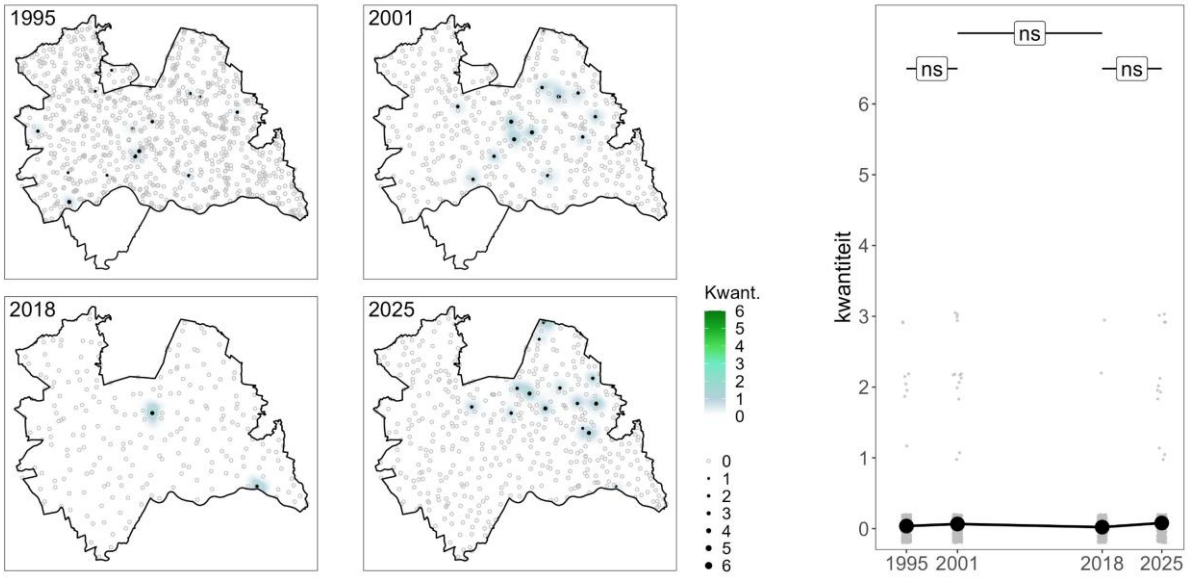
Blauwe mosterdkorst (*Rinodina pityrea*)



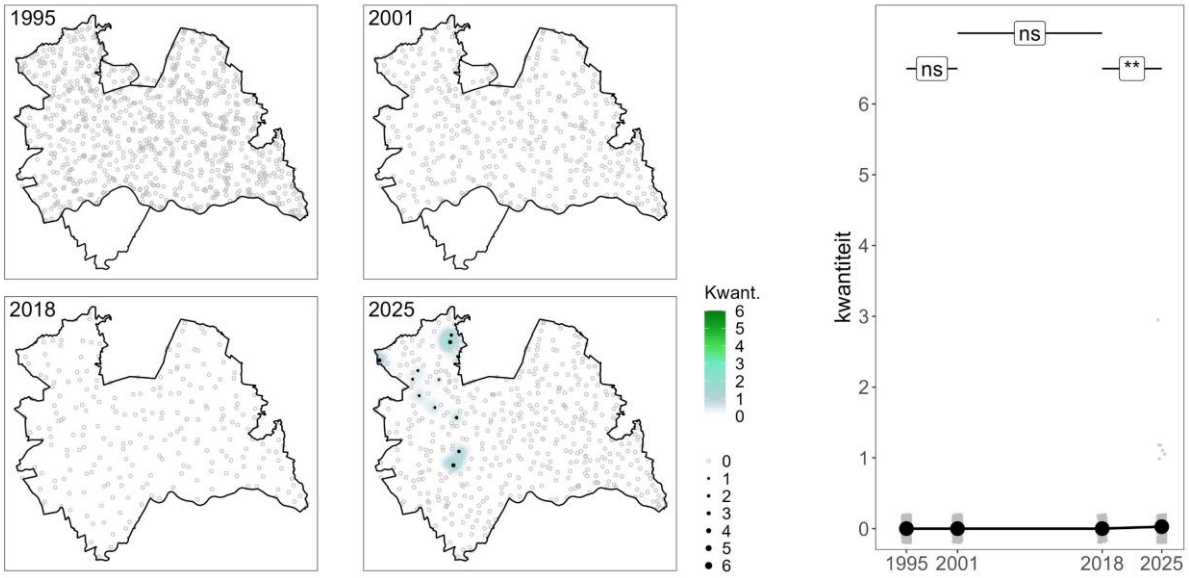
Boomcitroenkorst (*Scythioria phlogina*)



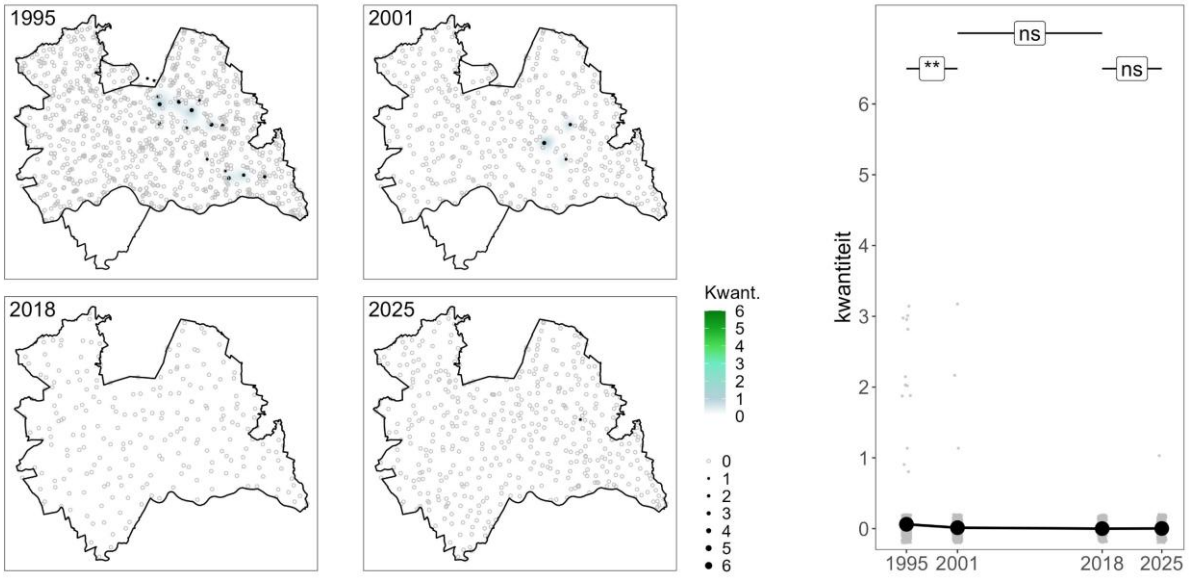
Gewoon muggenstrontjesmos (*Strangospora pinicola*)



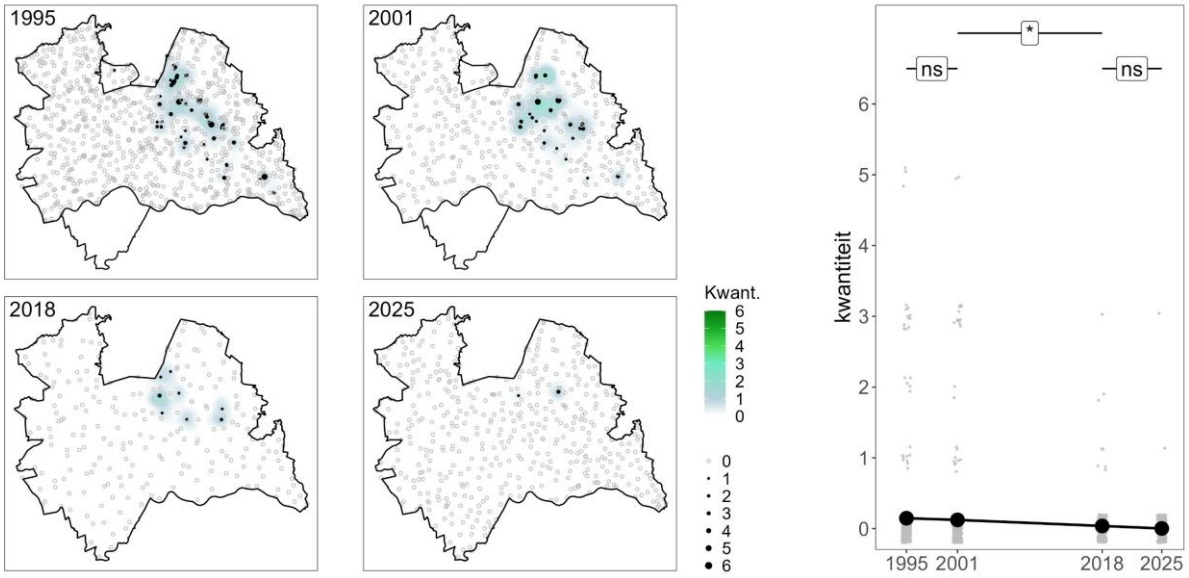
Vals speldenkussentje (*Thelenella modesta*)



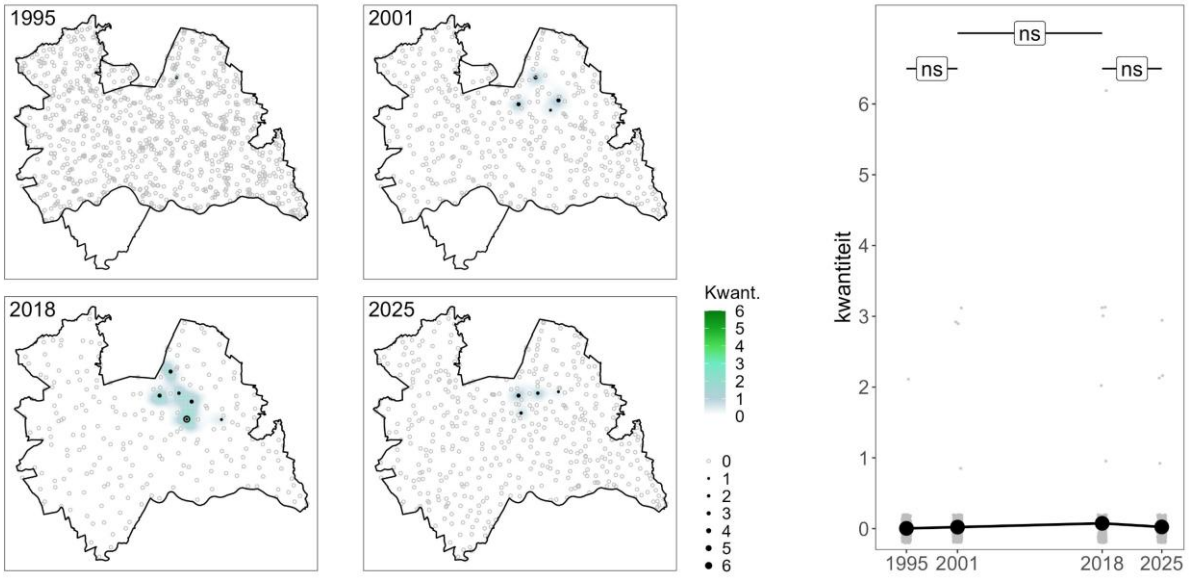
Blauwe veenkorst (*Trapeliopsis flexuosa*)



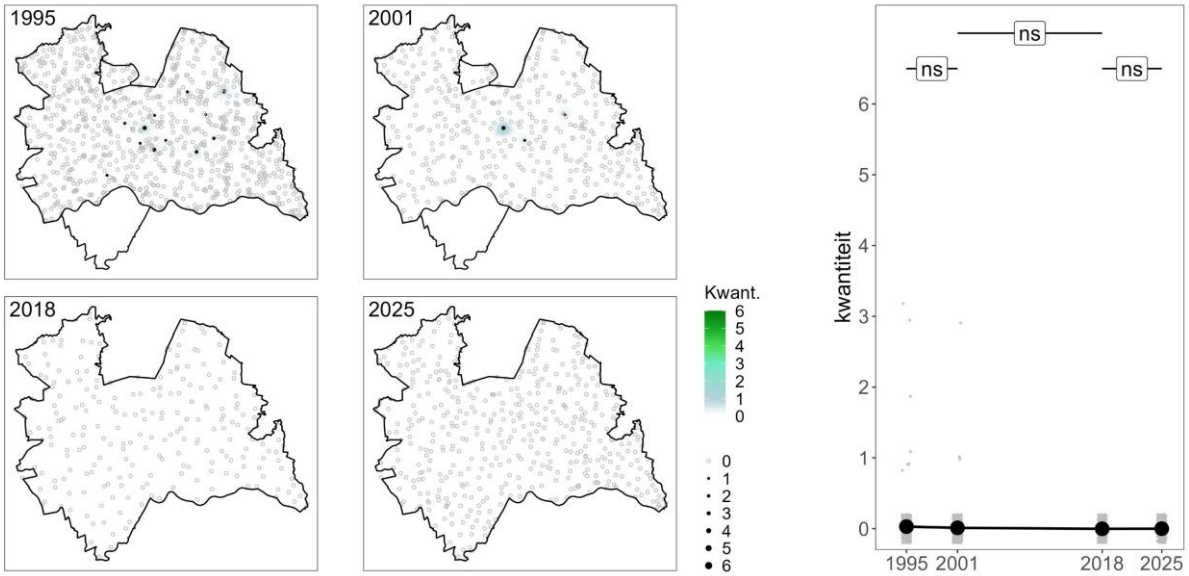
Lichte veenkorst (*Trapeliopsis granulosa*)



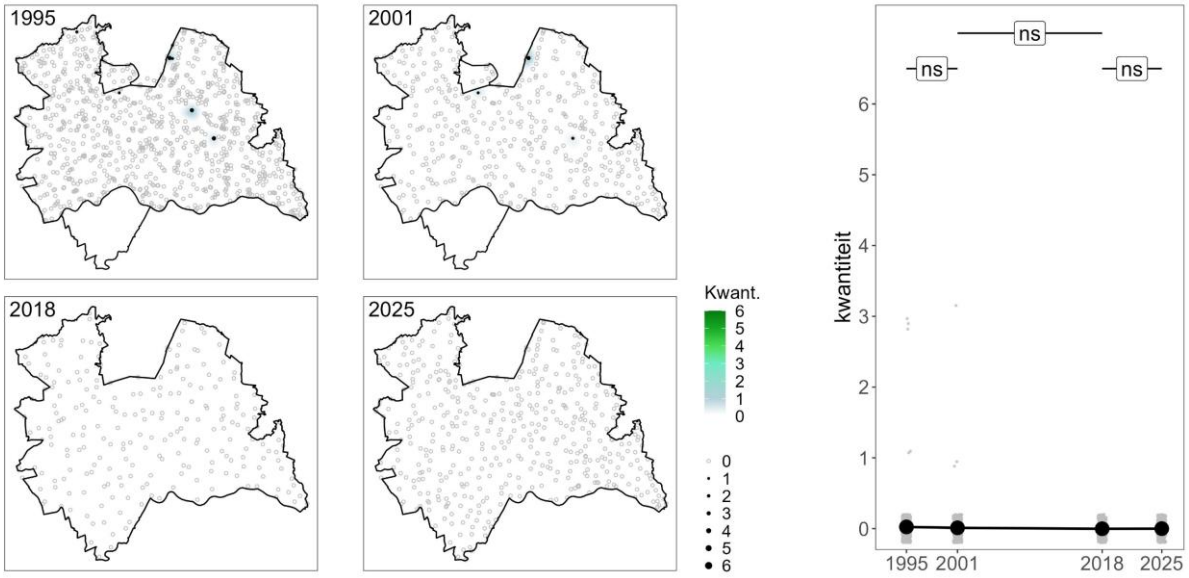
Groene veenkorst (*Trapeliopsis pseudogranulosa*)

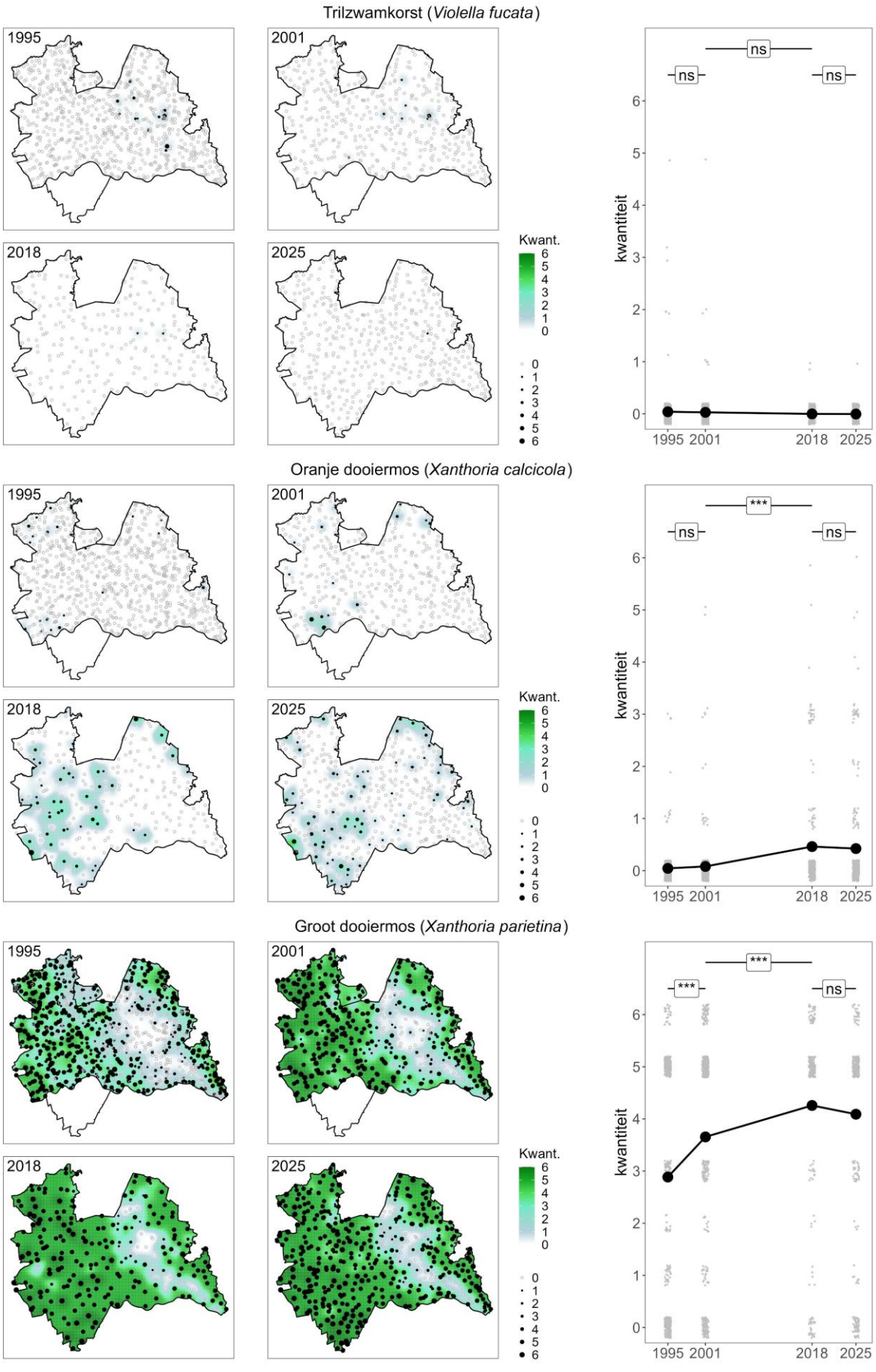


Bleek baardmos (*Usnea hirta*)



Gewoon baardmos (*Usnea subfloridana*)

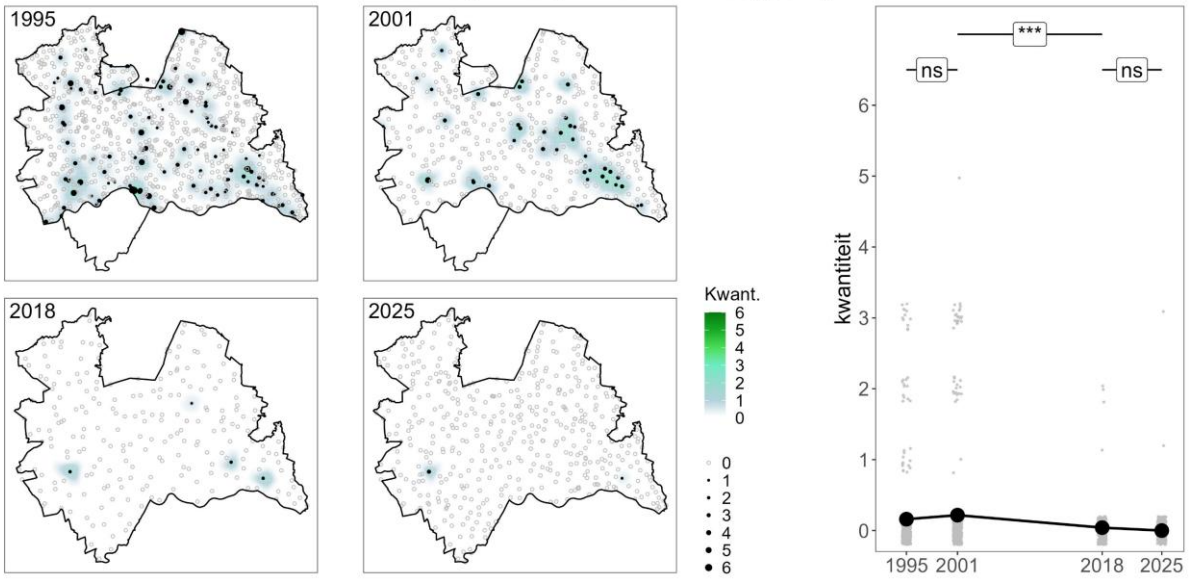



Trilzwamkorst (*Violella fucata*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Oranje dooiermos (*Xanthoria calcicola*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
***
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Groot dooiermos (*Xanthoria parietina*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
***
***
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025

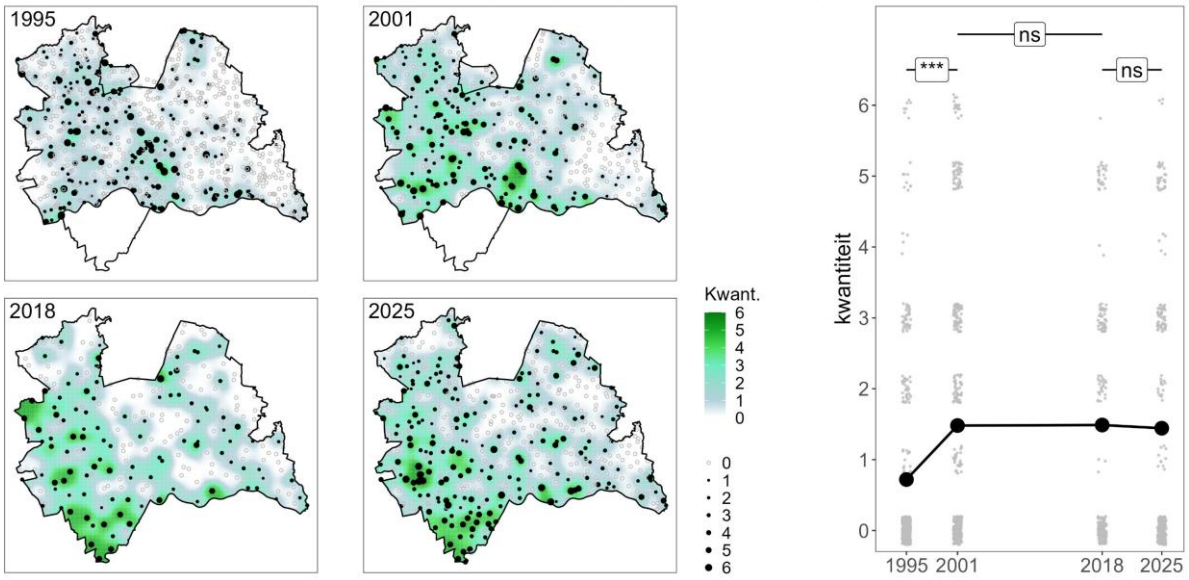
Bijlage D. Soortkaarten mossen

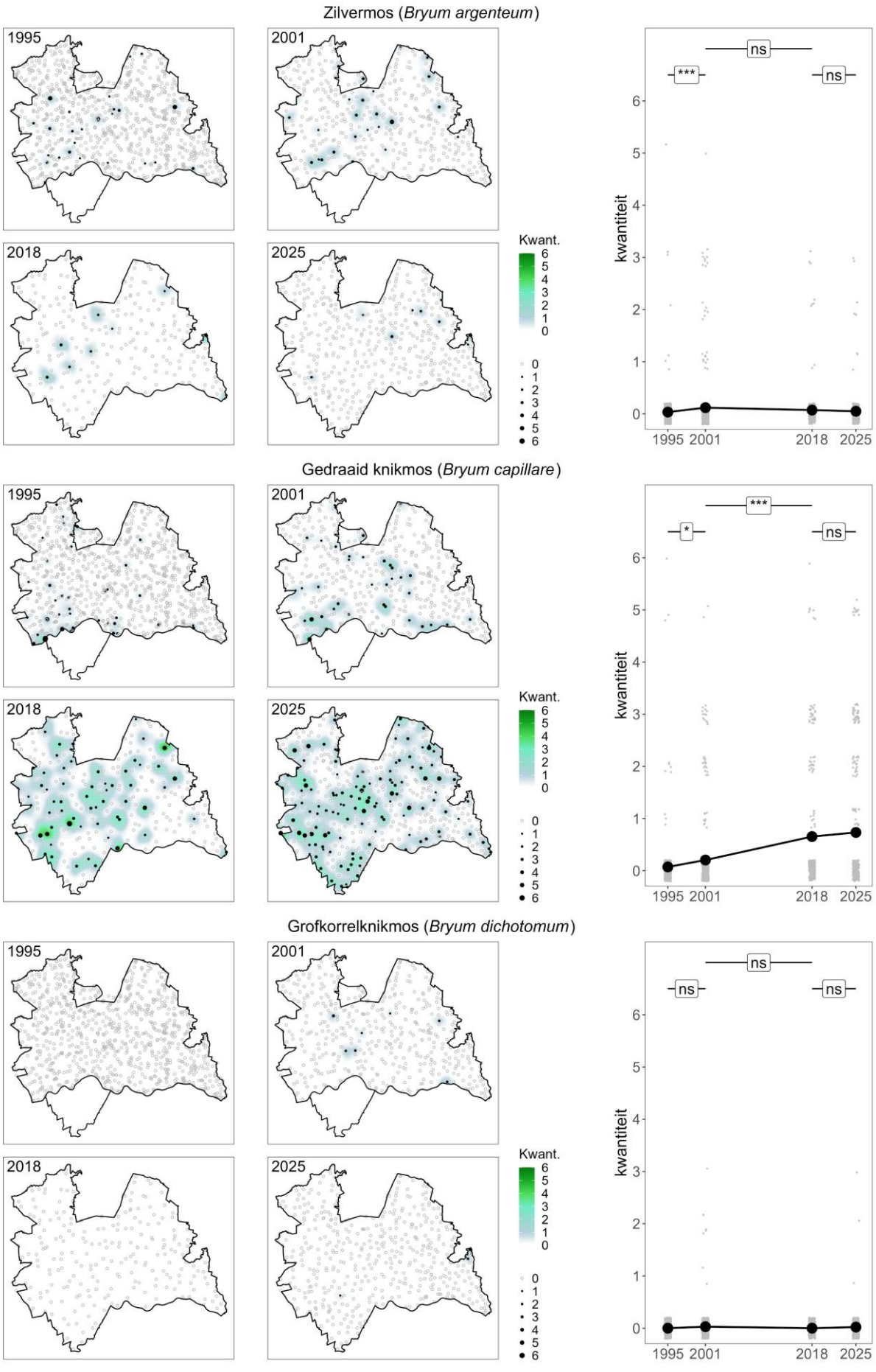
Soortkaarten worden gegeven voor de meetrondes 1995, 2001, 2018 en 2025. Om het aantal kaarten te beperken zijn de zeldzaamste soorten weggelaten en alleen die soorten weergegeven die in de vier meetronden samen minimaal 10 keer zijn waargenomen. Het formaat van de stippen en de achtergrondkleur op de kaarten geven de kwantiteit weer waarin de soort is waargenomen (*Kwant.*). De kwantiteit is tussen meetpunten geïnterpoleerd met dezelfde functie die gebruikt is voor het maken van interpolatiekaarten voor graadmeters (zie 2.5.2). De trend geeft het verschil in presentie weer tussen opeenvolgende meetrondes. Significantie is berekend met behulp van een lineair mixed effects model, met kwantiteit als responsvariabele, meetronde als verklarende variabele en opnamenummer als random intercept. **ns**: niet significant; *: 0.05 > P > 0.01; **: 0,01 > P > 0,001; ***: 0,001 > P.

Gewoon knopjesmos (*Aulacomnium androgynum*)

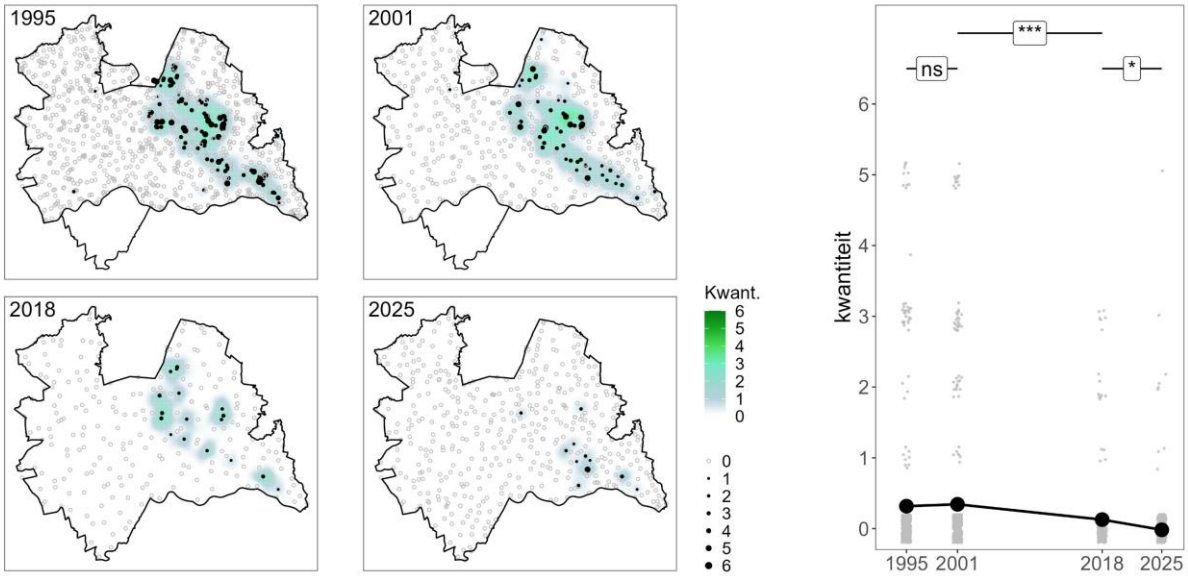


Gewoon dikkopmos (*Brachythecium rutabulum*)

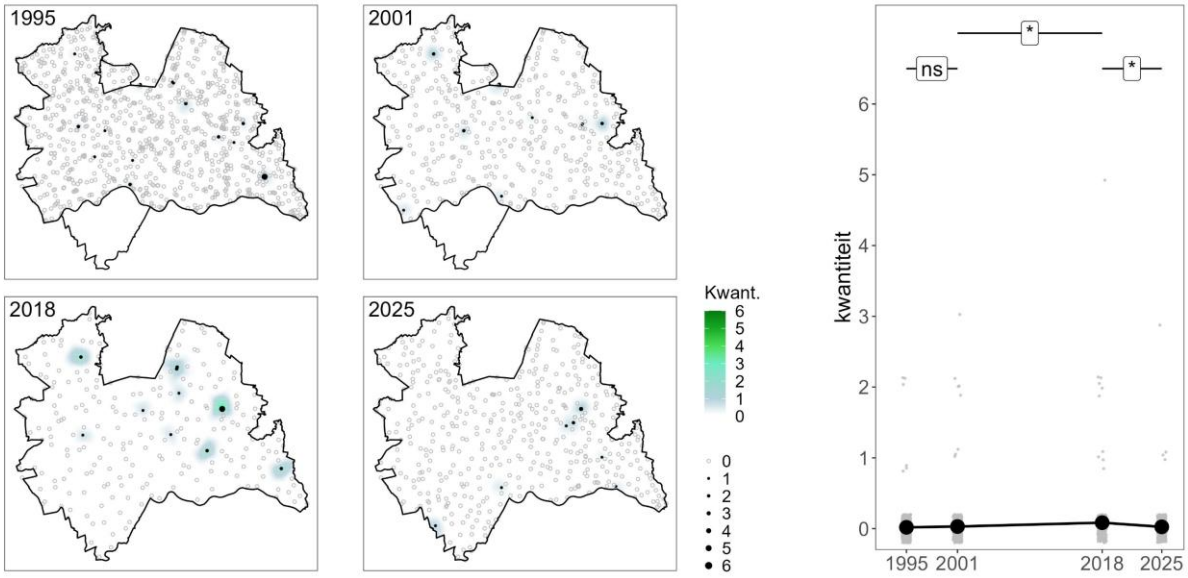



Zilvermos (*Bryum argenteum*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
***
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Gedraaid knikmos (*Bryum capillare*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
***
*
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Grofkorrelknikmos (*Bryum dichotomum*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025

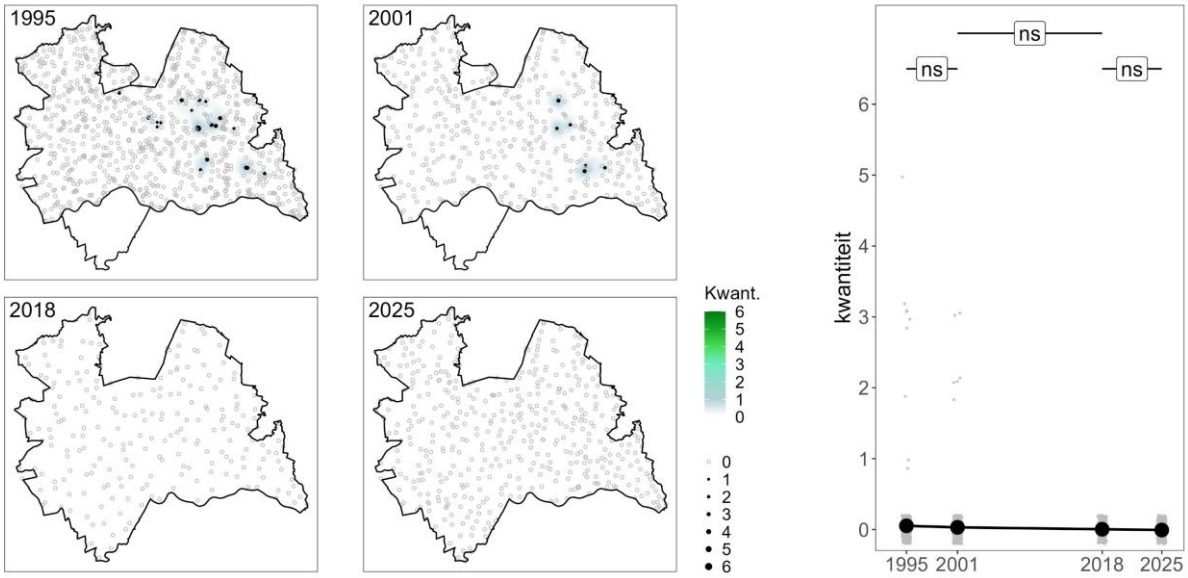
Boskronkelsteeltje (*Campylopus flexuosus*)



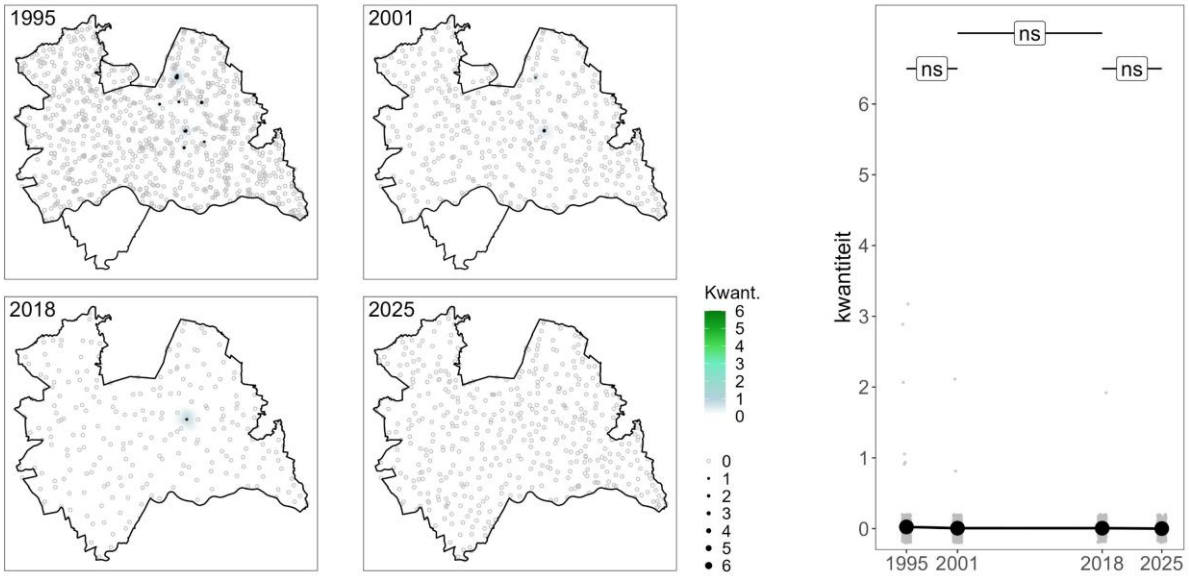
Grijs kronkelsteeltje (*Campylopus introflexus*)



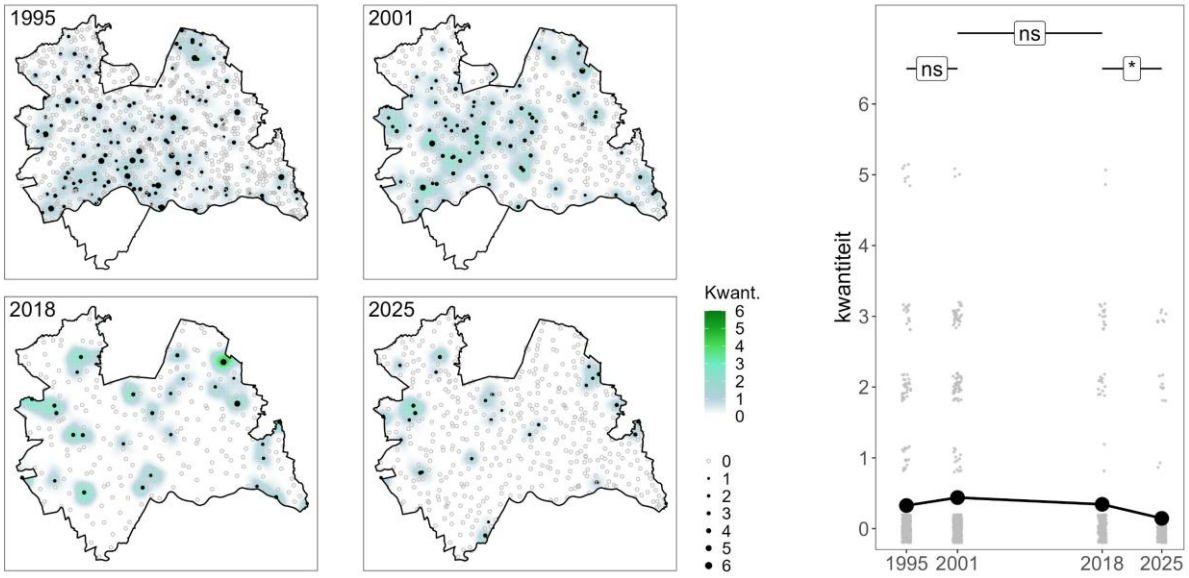
Breekblaadje (*Campylopus pyriformis*)



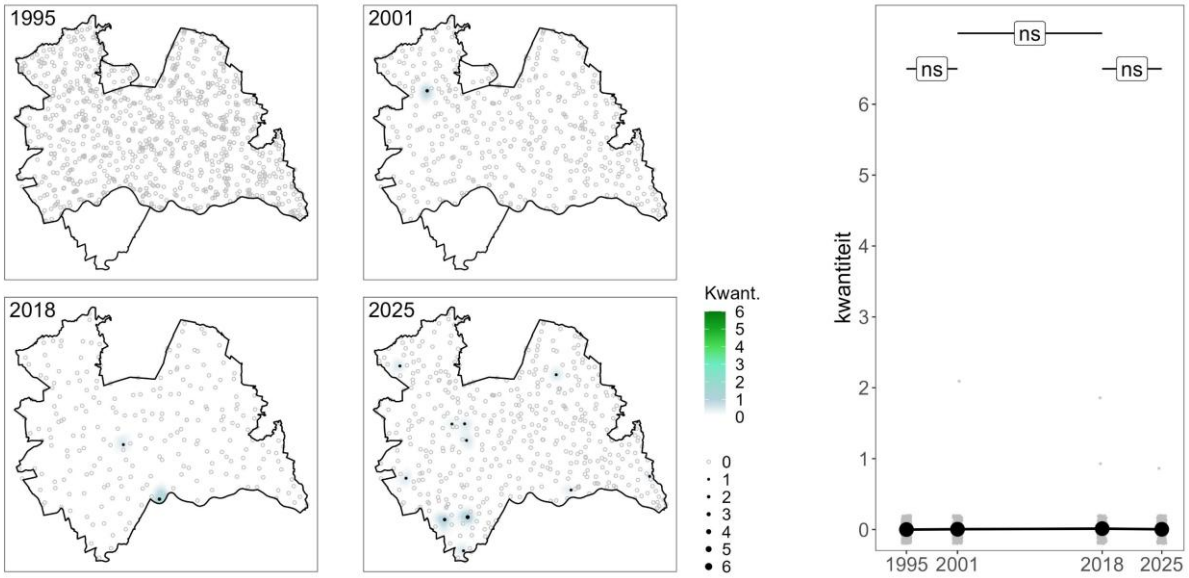
Gewoon draadmos (*Cephaloziella divaricata*)



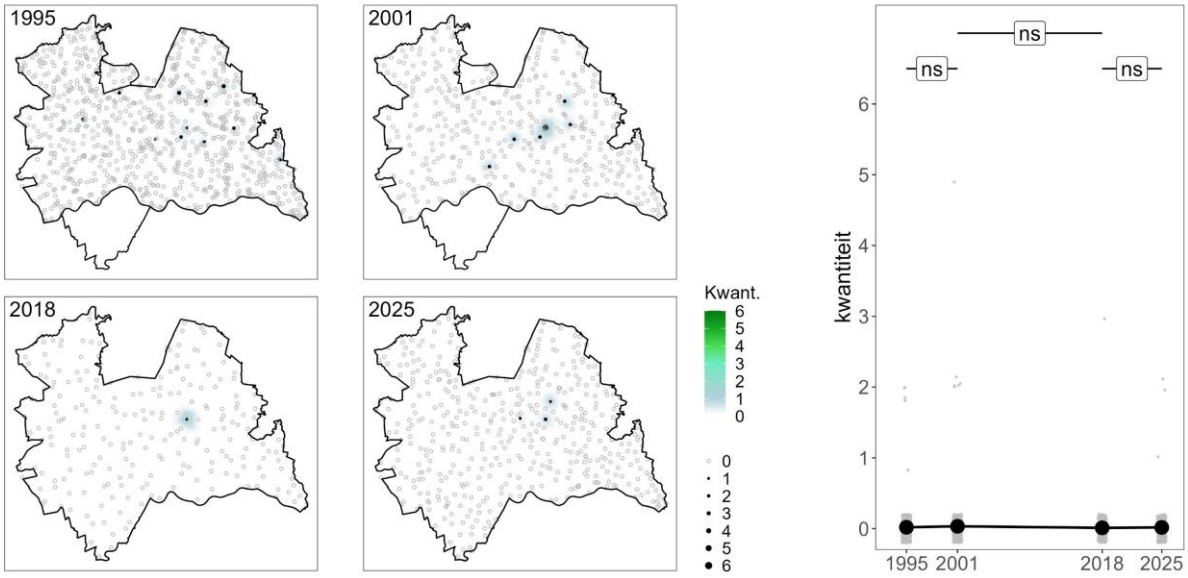
Gewoon purpersteeltje (*Ceratodon purpureus*)



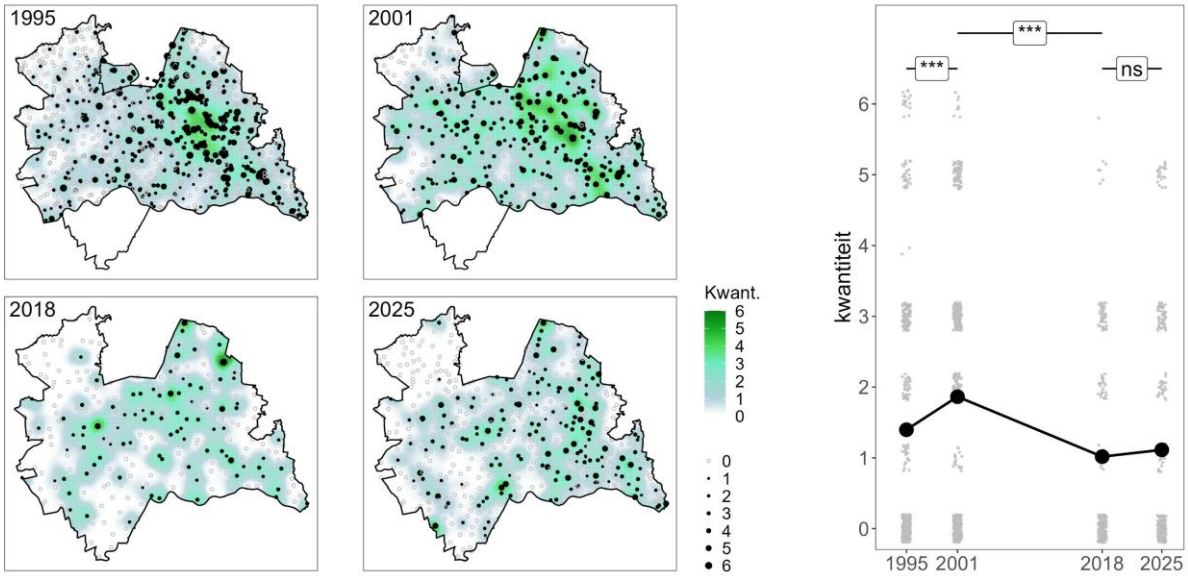
Vliermos (*Cryphaea heteromalla*)



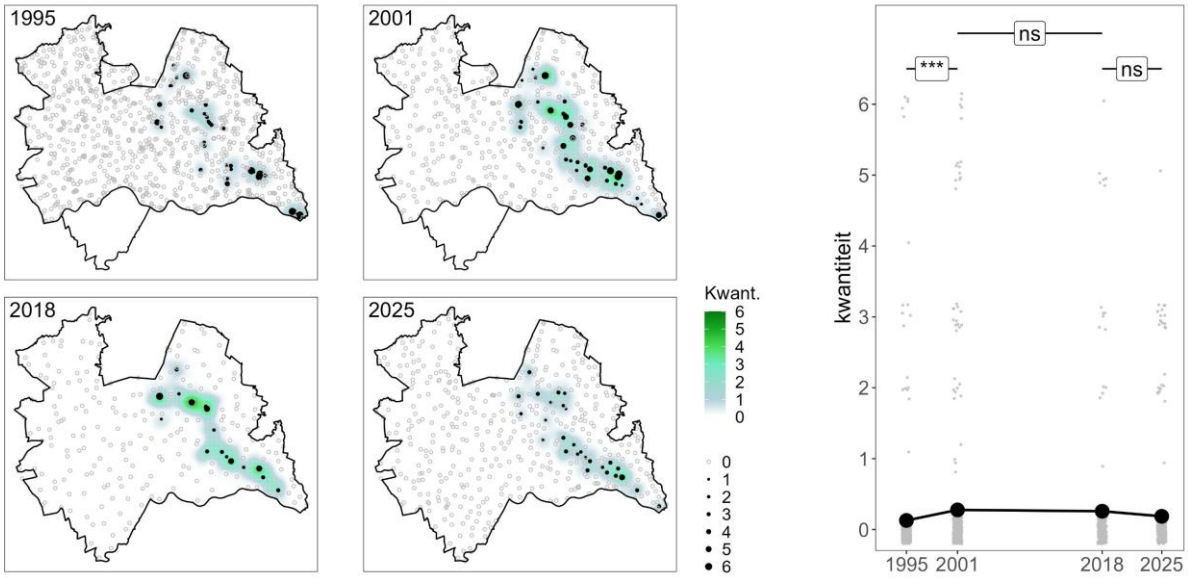
Gewoon pluisjesmos (*Dicranella heteromalla*)

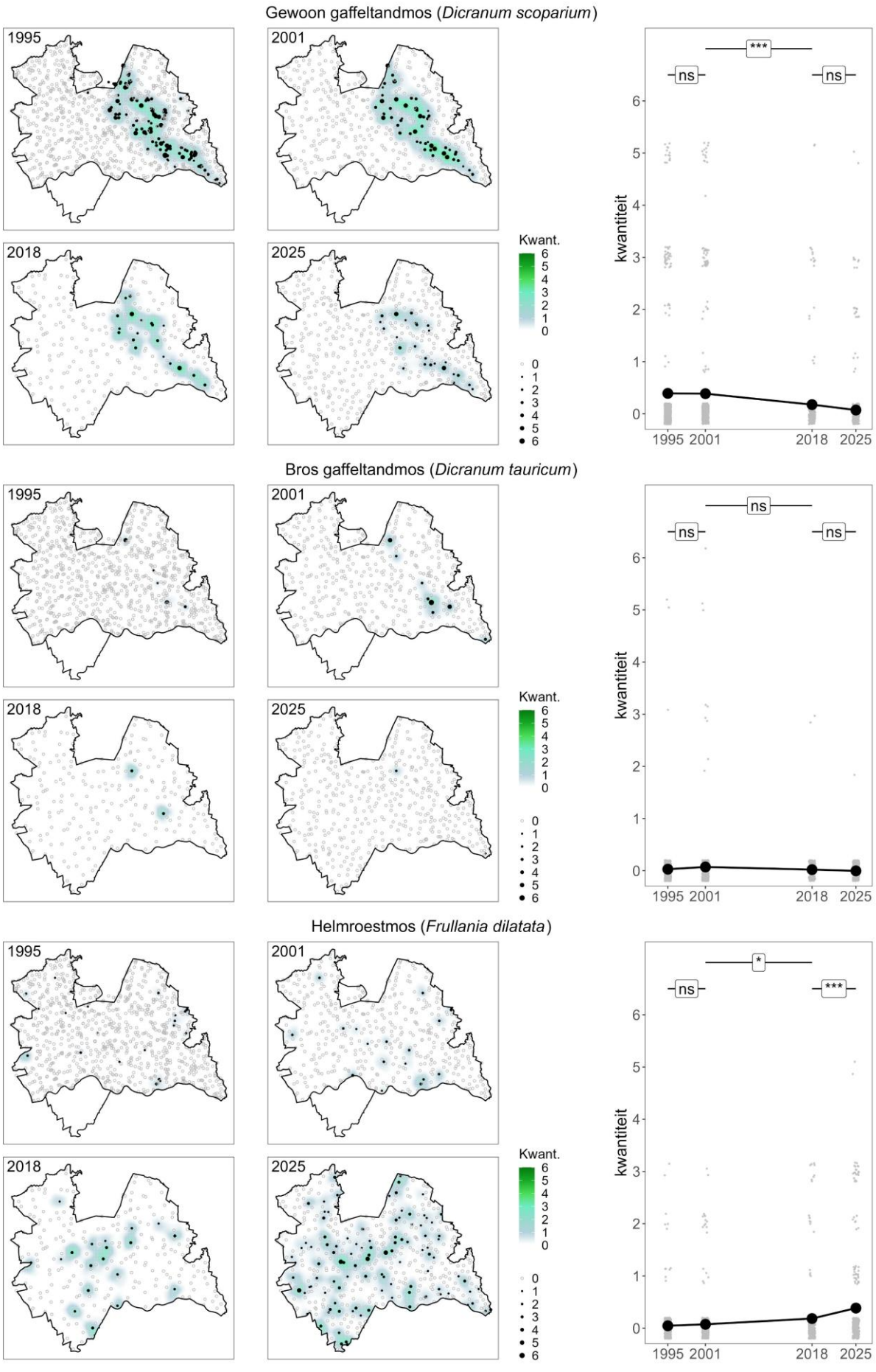


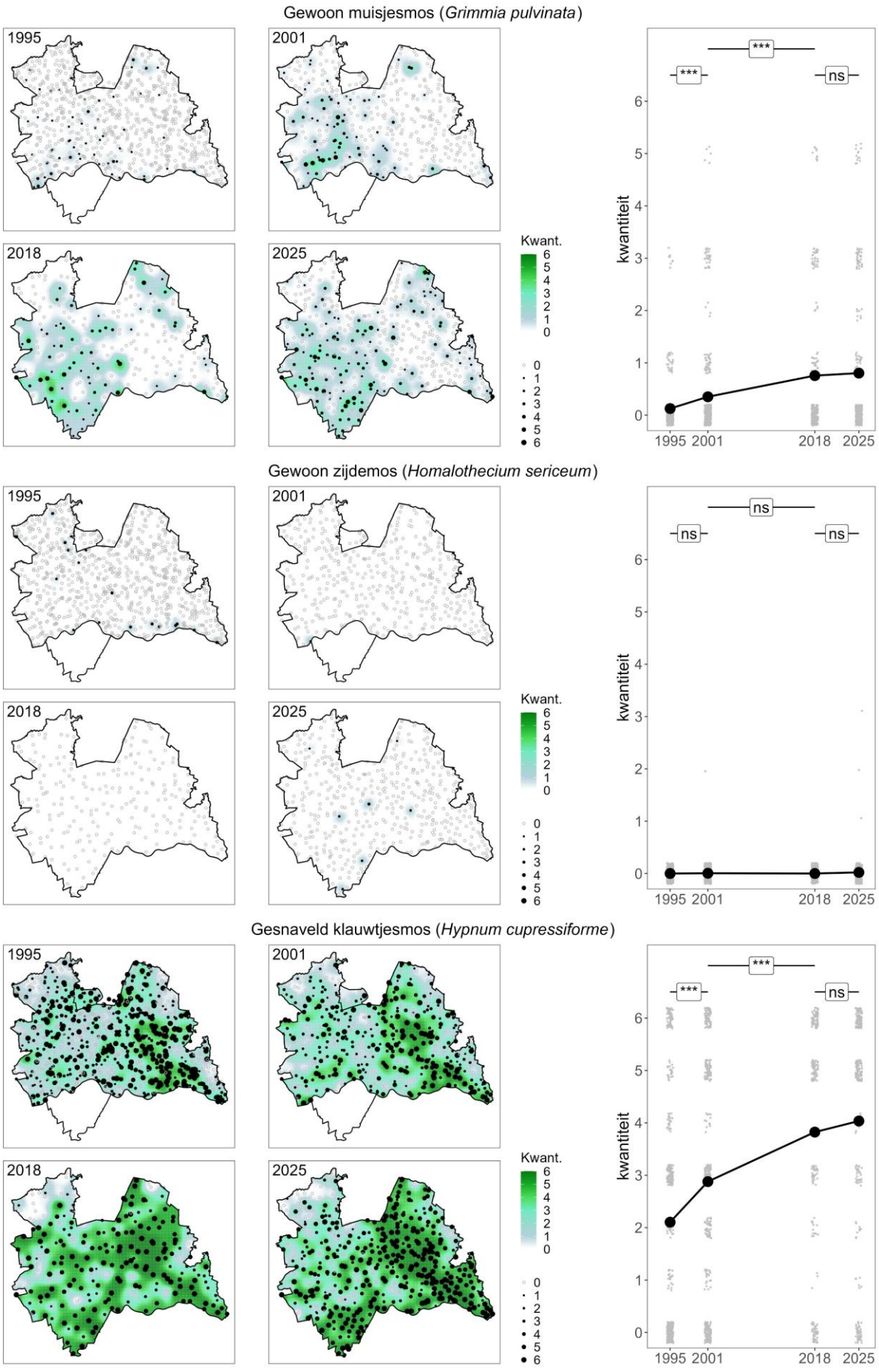
Gewoon sikkelsterretje (*Dicranoweisia cirrata*)

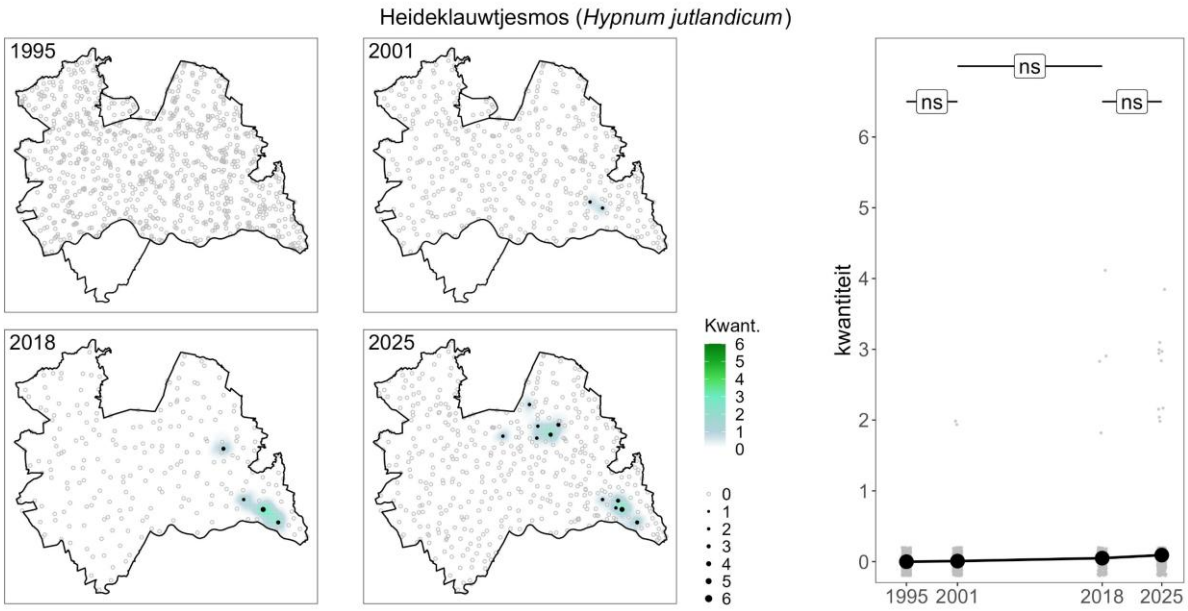


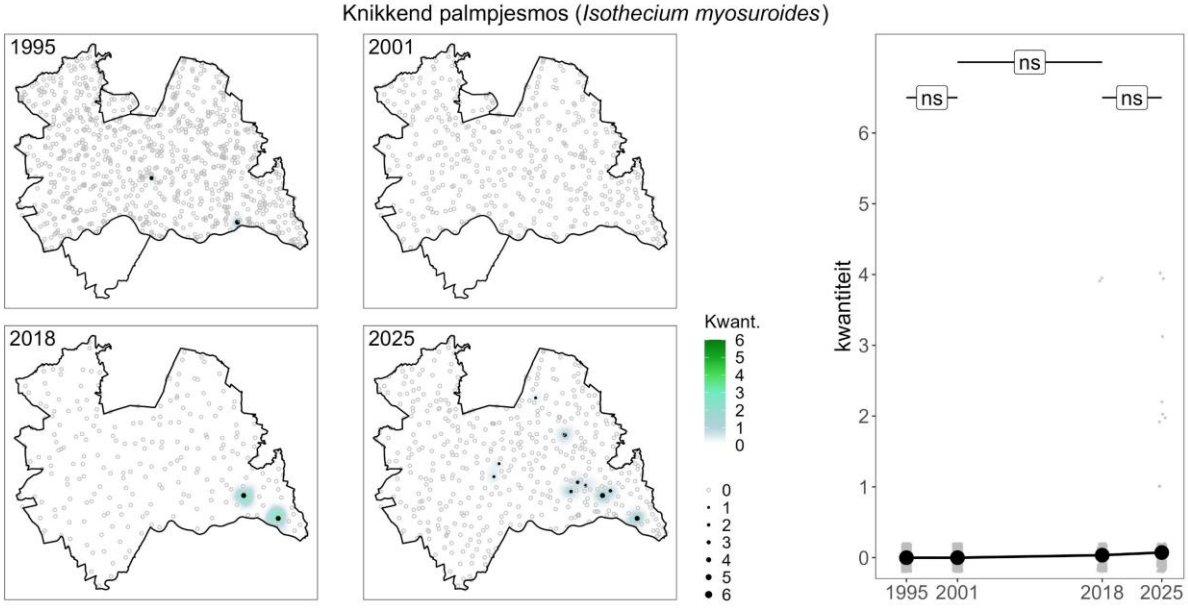
Bossig gaffeltandmos (*Dicranum montanum*)

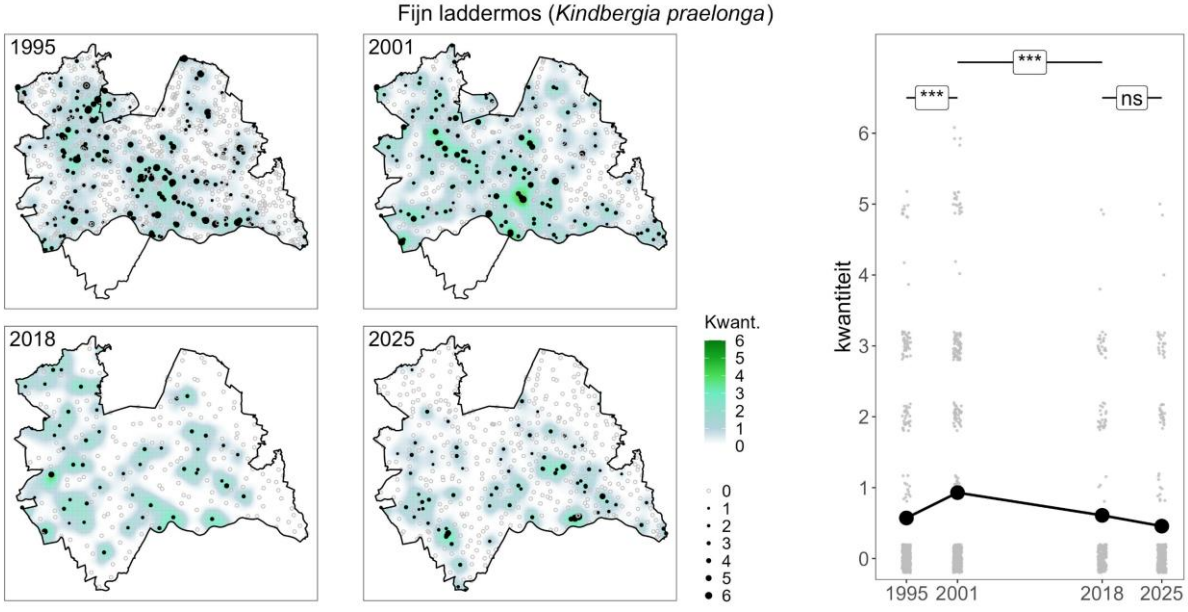


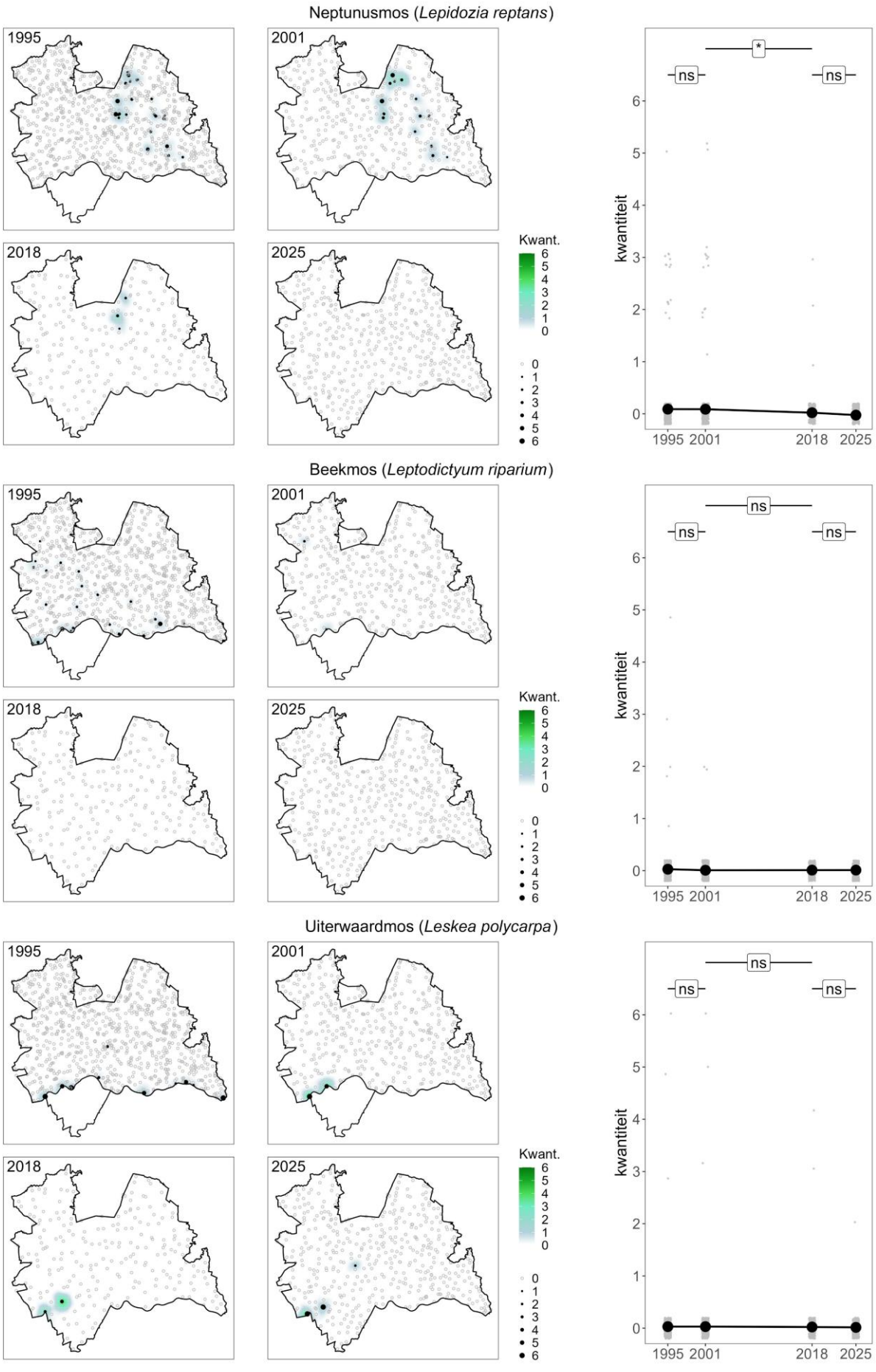

Gewoon gaffeltandmos (*Dicranum scoparium*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
***
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Bros gaffeltandmos (*Dicranum tauricum*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Helmroestmos (*Frullania dilatata*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
*
ns
***
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025

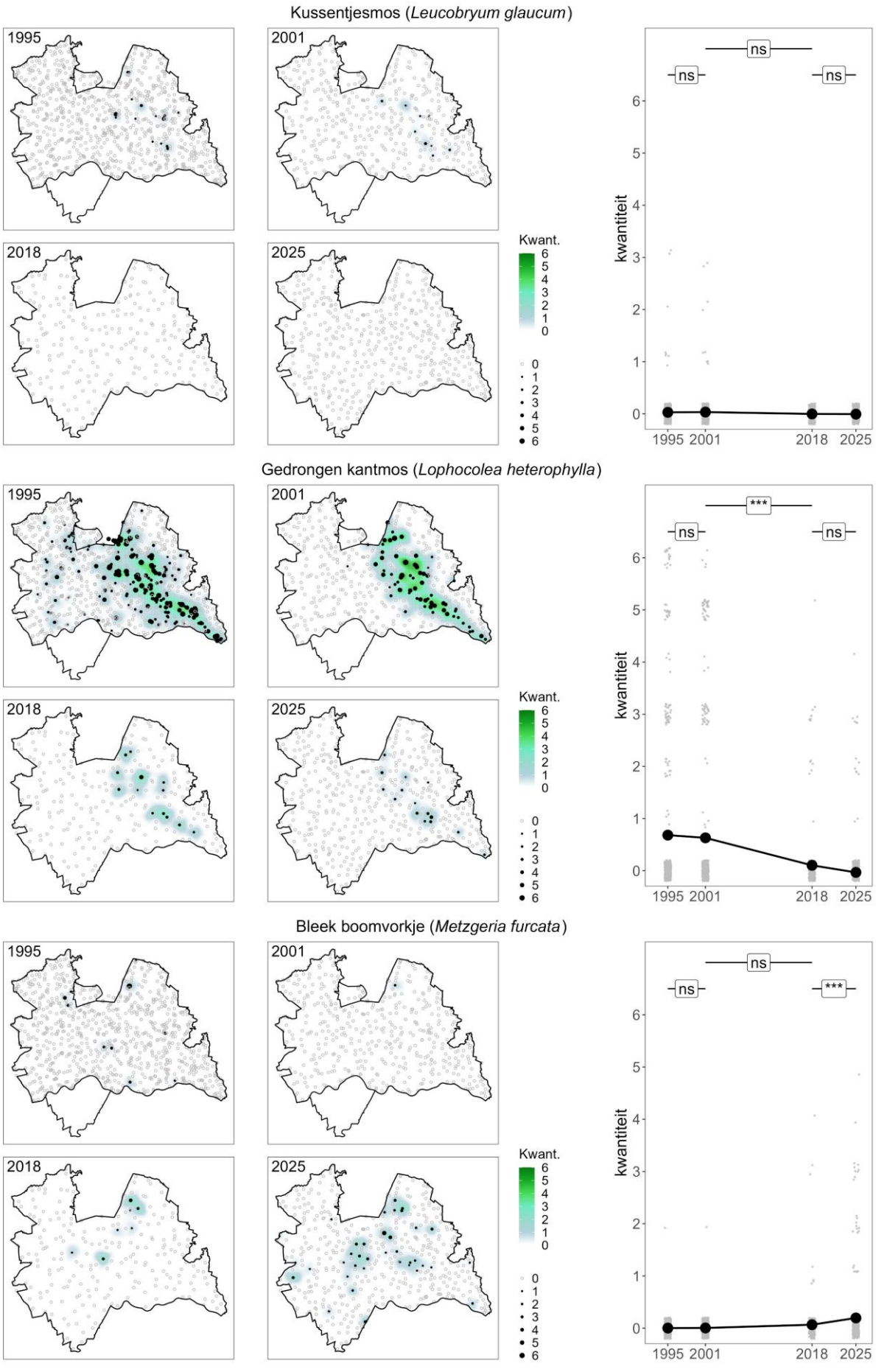

Gewoon muisjesmos (*Grimmia pulvinata*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
***
***
ns
1995 2001 2018 2025
Gewoon zijdemos (*Homalothecium sericeum*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
ns
1995 2001 2018 2025
Gesnaveld klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
***
***
ns
1995 2001 2018 2025

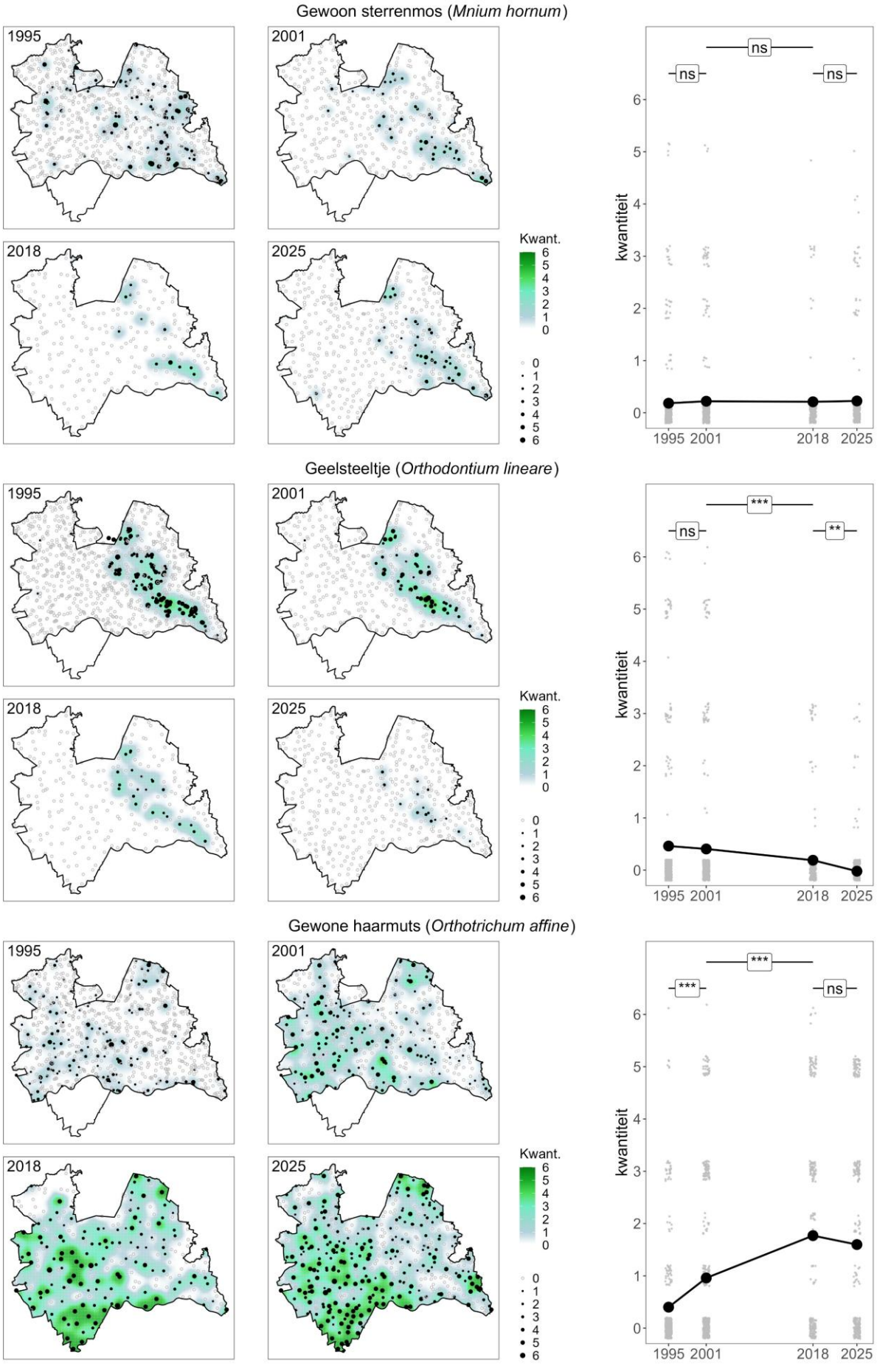

Heideklauwtjesmos (*Hypnum jutlandicum*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995
2001
2018
2025


Knikkend palmpjesmos (*Isothecium myosuroides*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995
2001
2018
2025

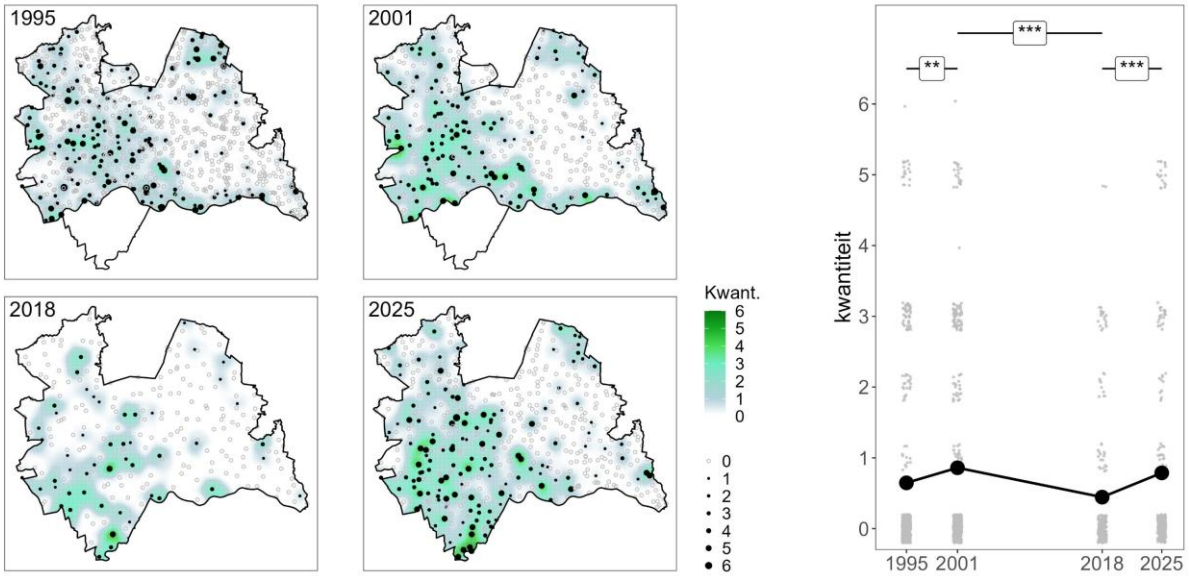

Fijn laddermos (*Kindbergia praelonga*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
***
***
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995
2001
2018
2025


Neptunusmos (*Lepidozia reptans*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
kwantiteit
*
ns
ns
1995 2001 2018 2025
Beekmos (*Leptodictyum riparium*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
ns
1995 2001 2018 2025
Uiterwaardmos (*Leskea polycarpa*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
ns
1995 2001 2018 2025

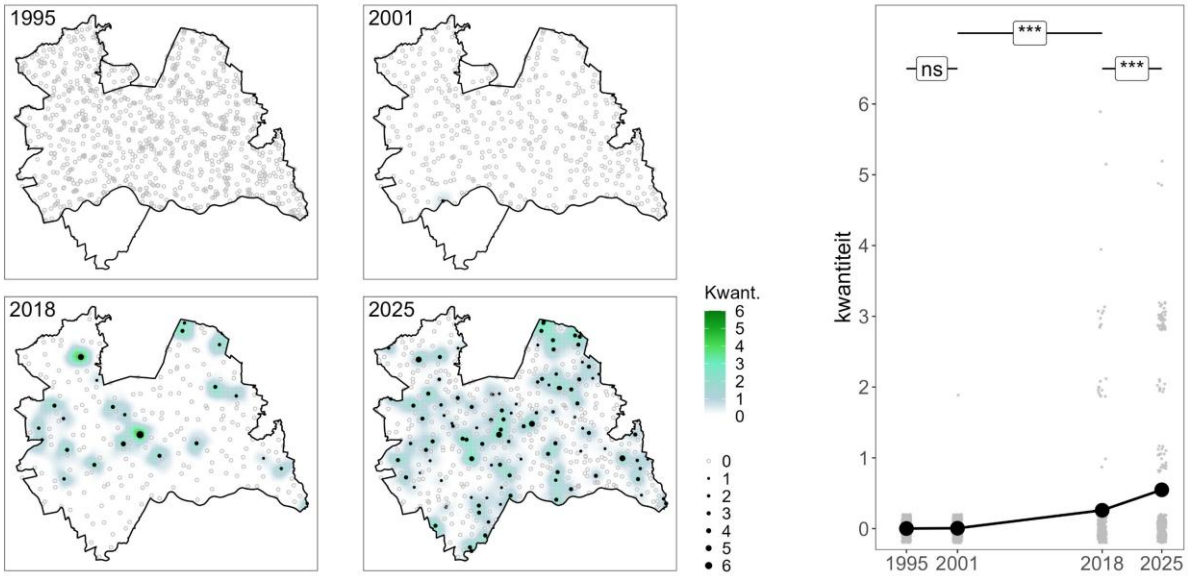

Kussentjesmos (*Leucobryum glaucum*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
kwantiteit
ns
ns
ns
1995 2001 2018 2025
Gedrongen kantmos (*Lophocolea heterophylla*)
***
Bleek boomvorkje (*Metzgeria furcata*)


Gewoon sterrenmos (*Mnium hornum*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Geelsteeltje (*Orthodontium lineare*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
***
ns
**
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Gewone haarmuts (*Orthotrichum affine*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
***
***
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025

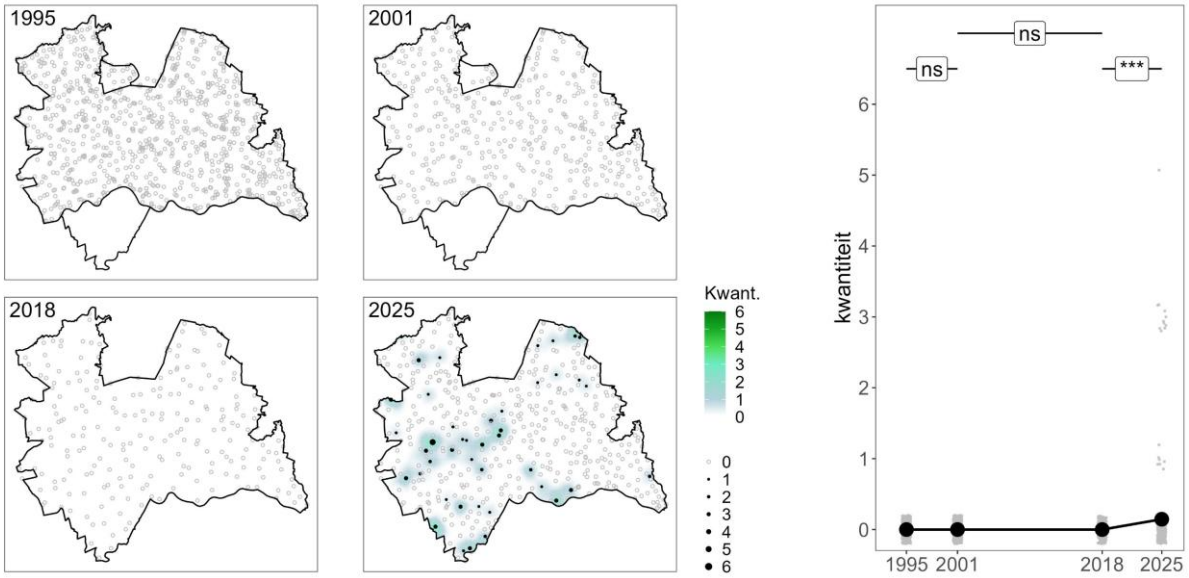
Grijze haarmuts (*Orthotrichum diaphanum*)

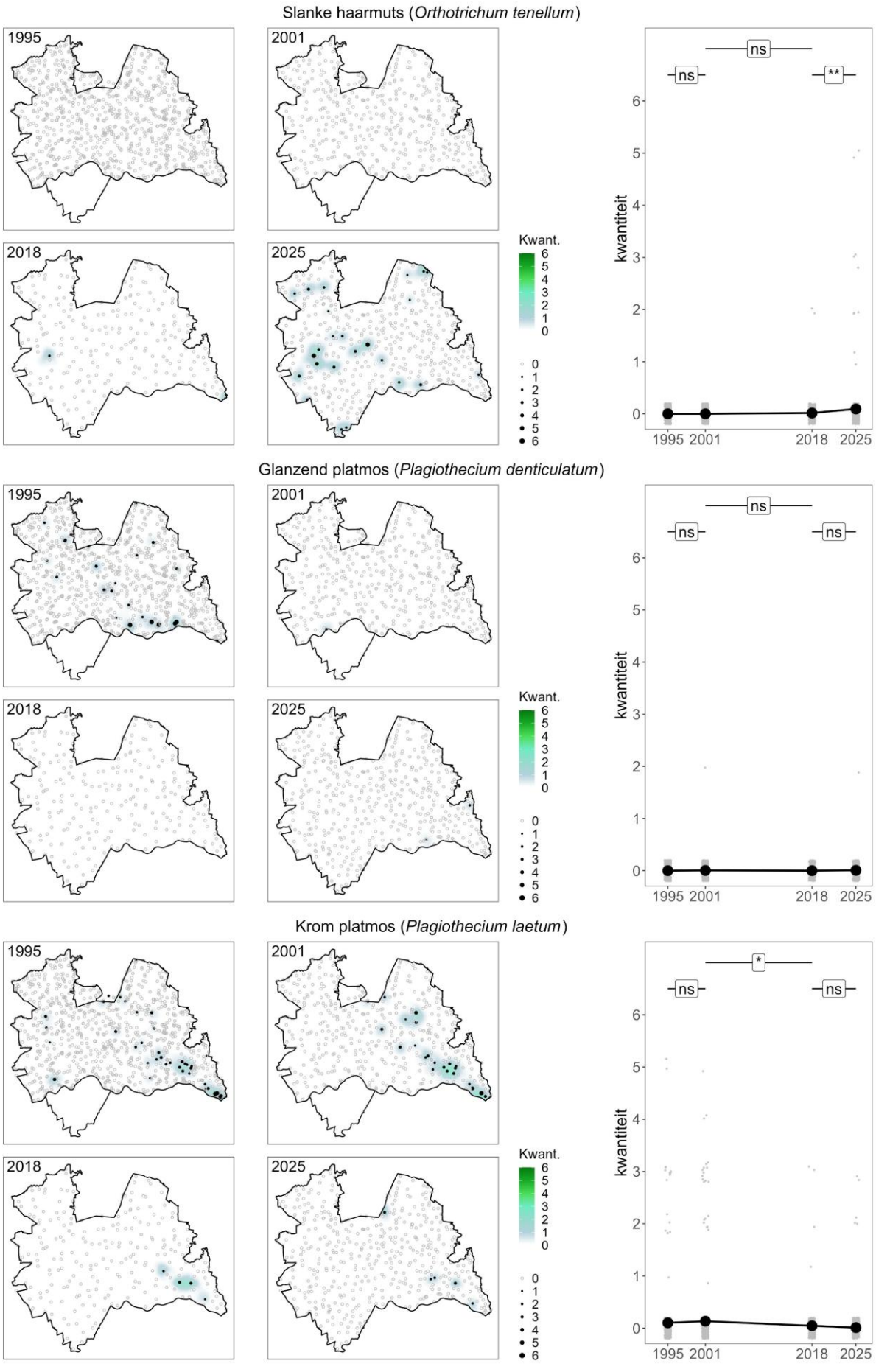


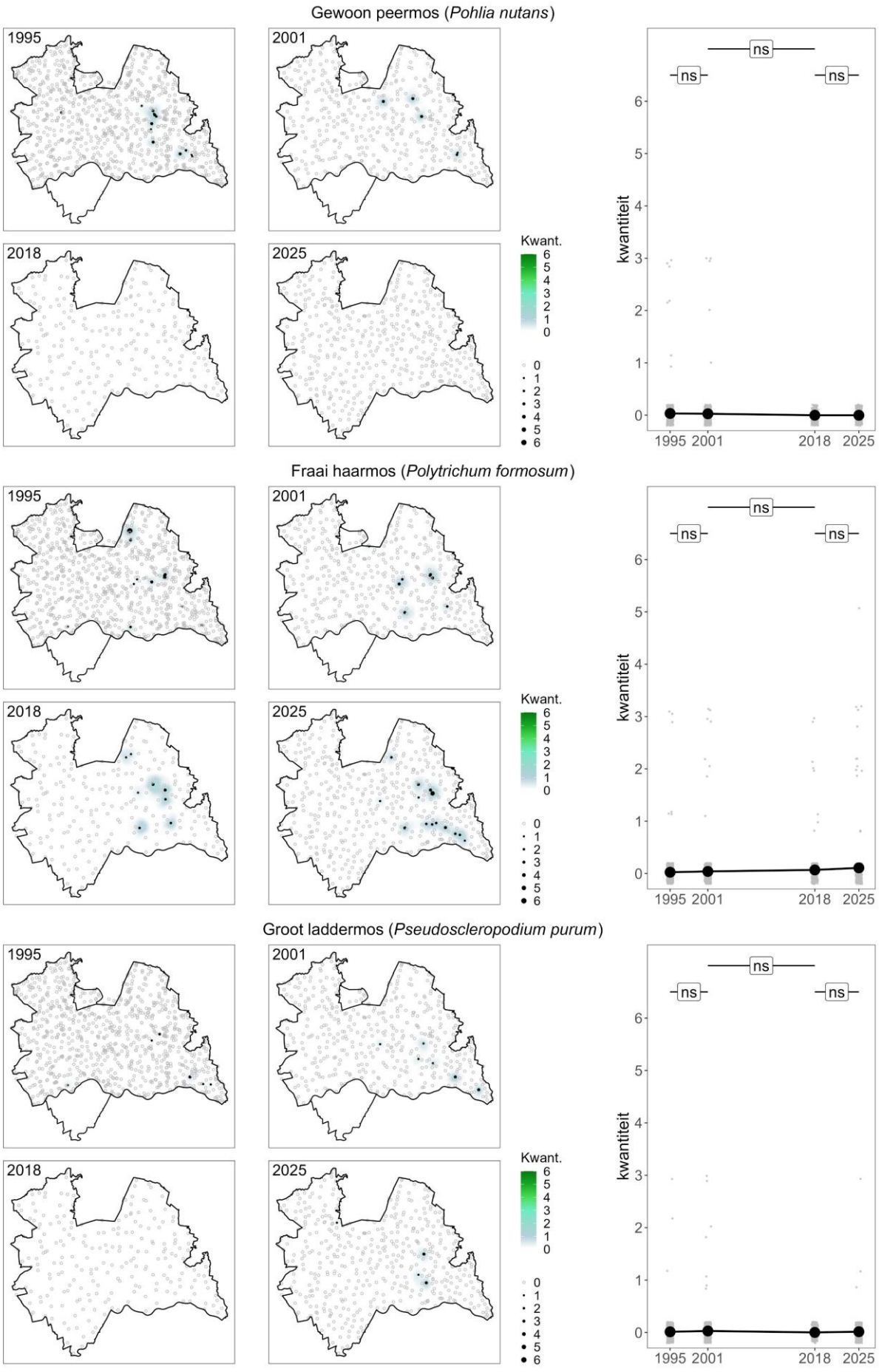
Broedhaarmuts (*Orthotrichum lyellii*)



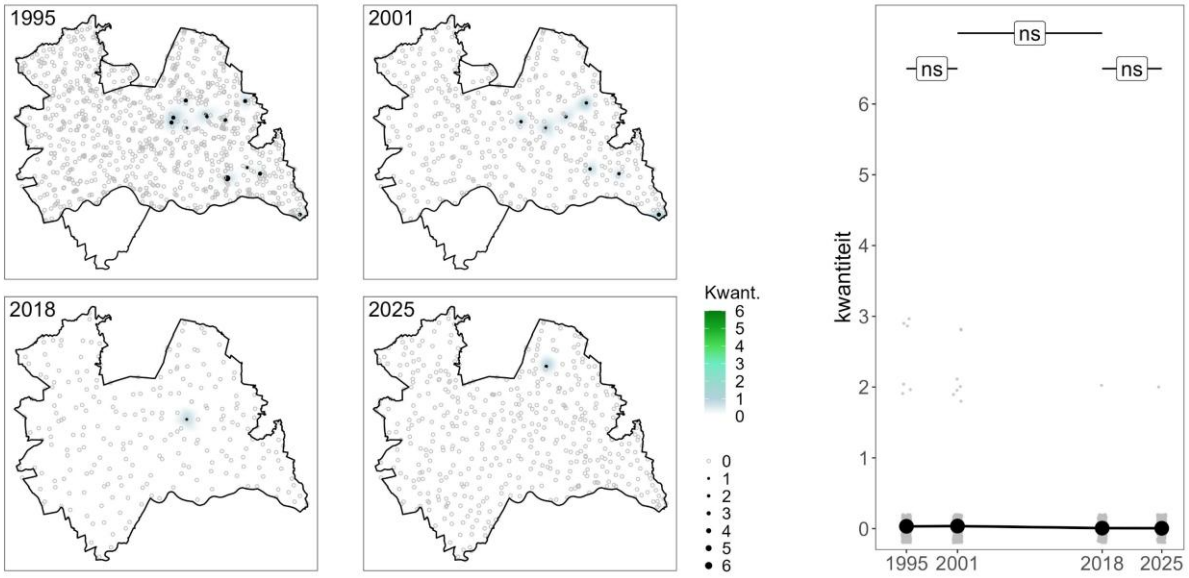
Gladde haarmuts (*Orthotrichum striatum*)



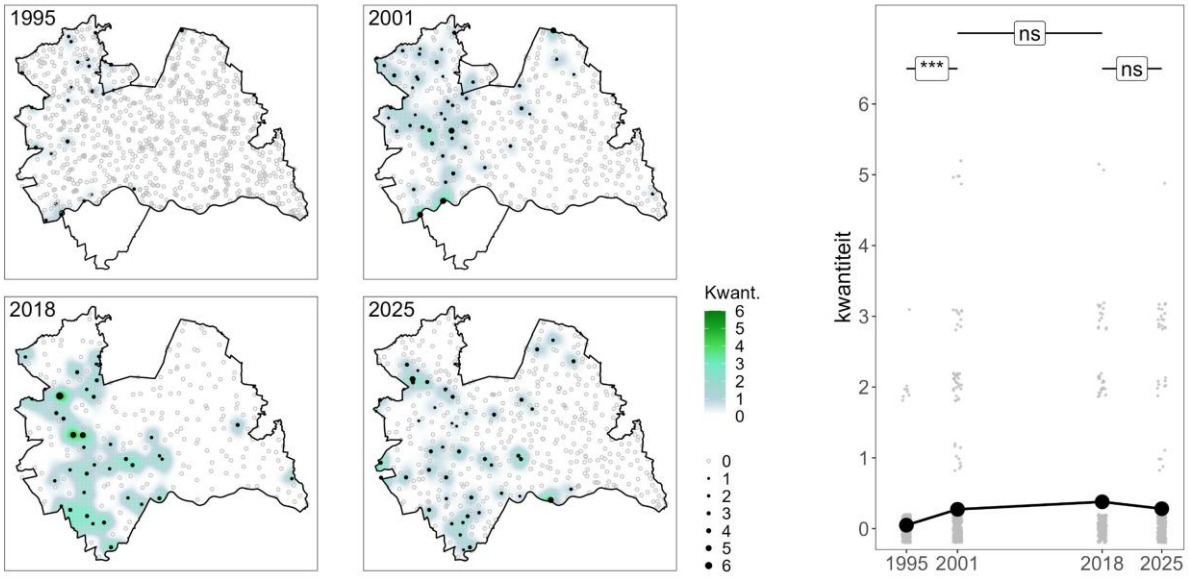

Slanke haarmuts (*Orthotrichum tenellum*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
**
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Glanzend platmos (*Plagiothecium denticulatum*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Krom platmos (*Plagiothecium laetum*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
*
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025


Gewoon peermos (*Pohlia nutans*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Fraai haarmos (*Polytrichum formosum*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025
Groot laddermos (*Pseudoscleropodium purum*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
0
1
2
3
4
5
6
ns
ns
ns
kwantiteit
0
1
2
3
4
5
6
1995 2001 2018 2025

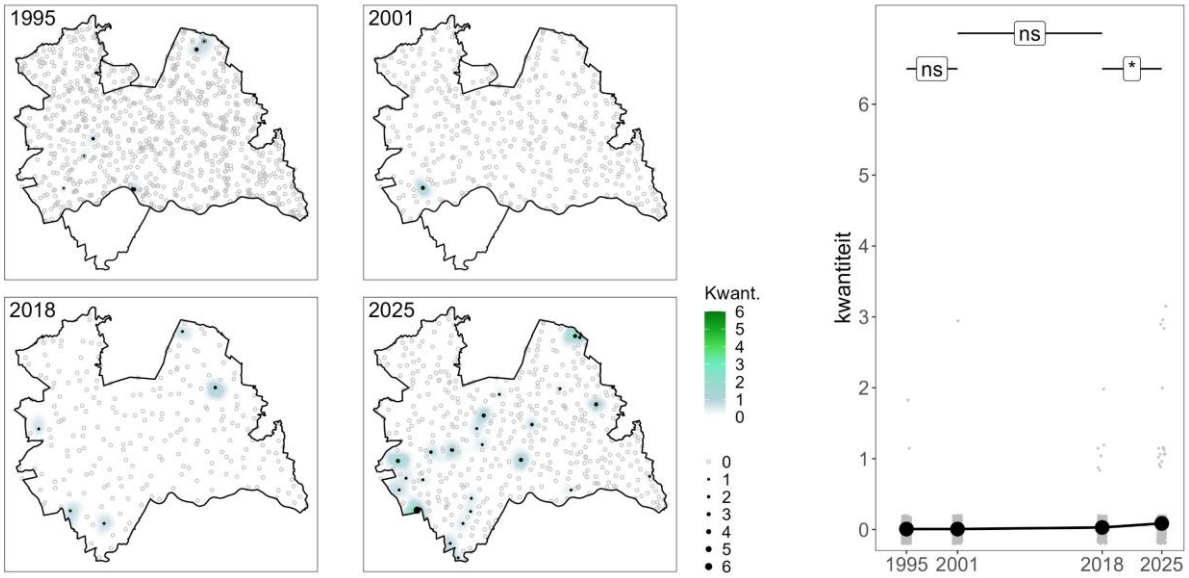
Gewoon pronkmos (*Pseudotaxiphyllum elegans*)

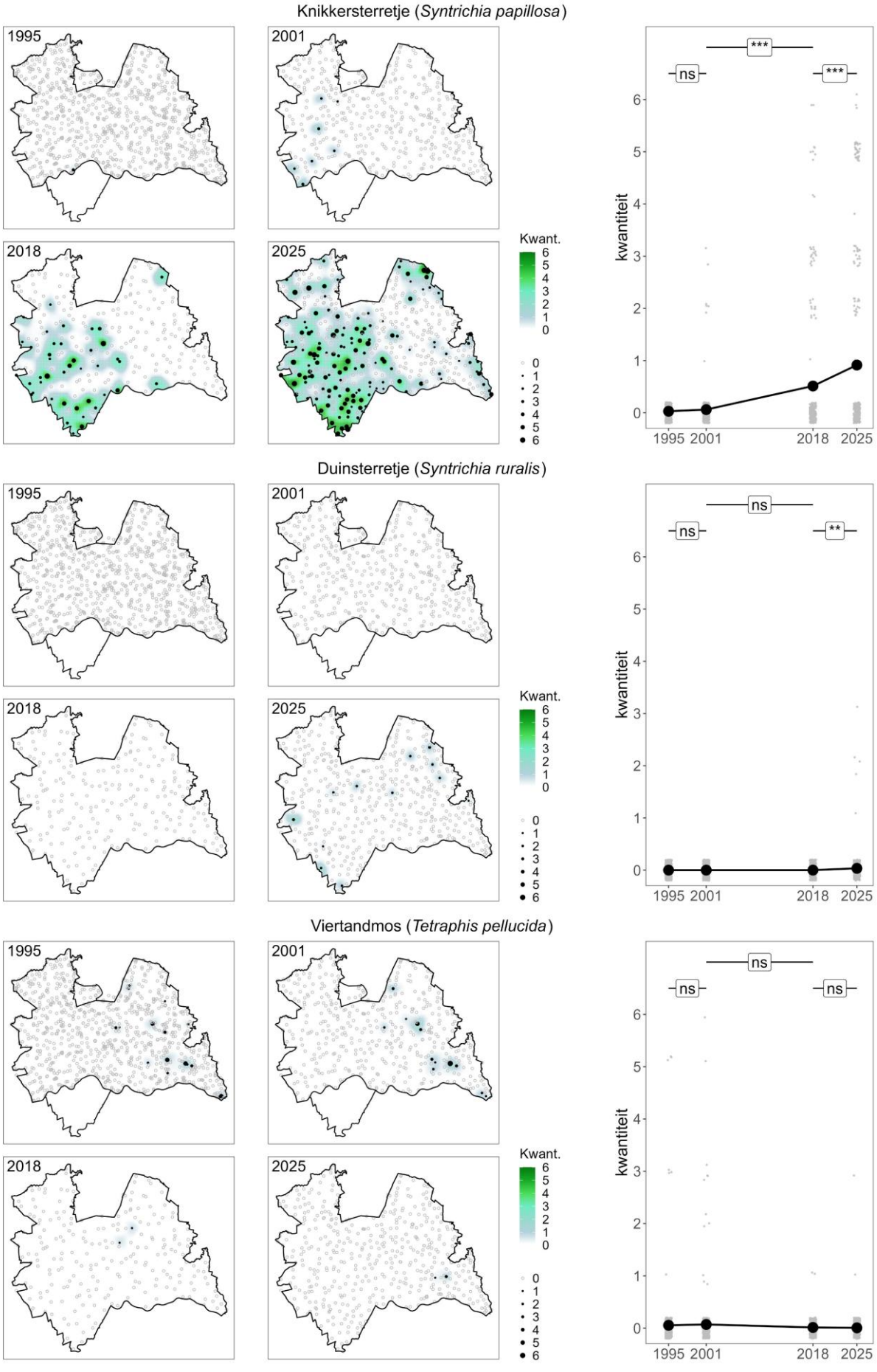


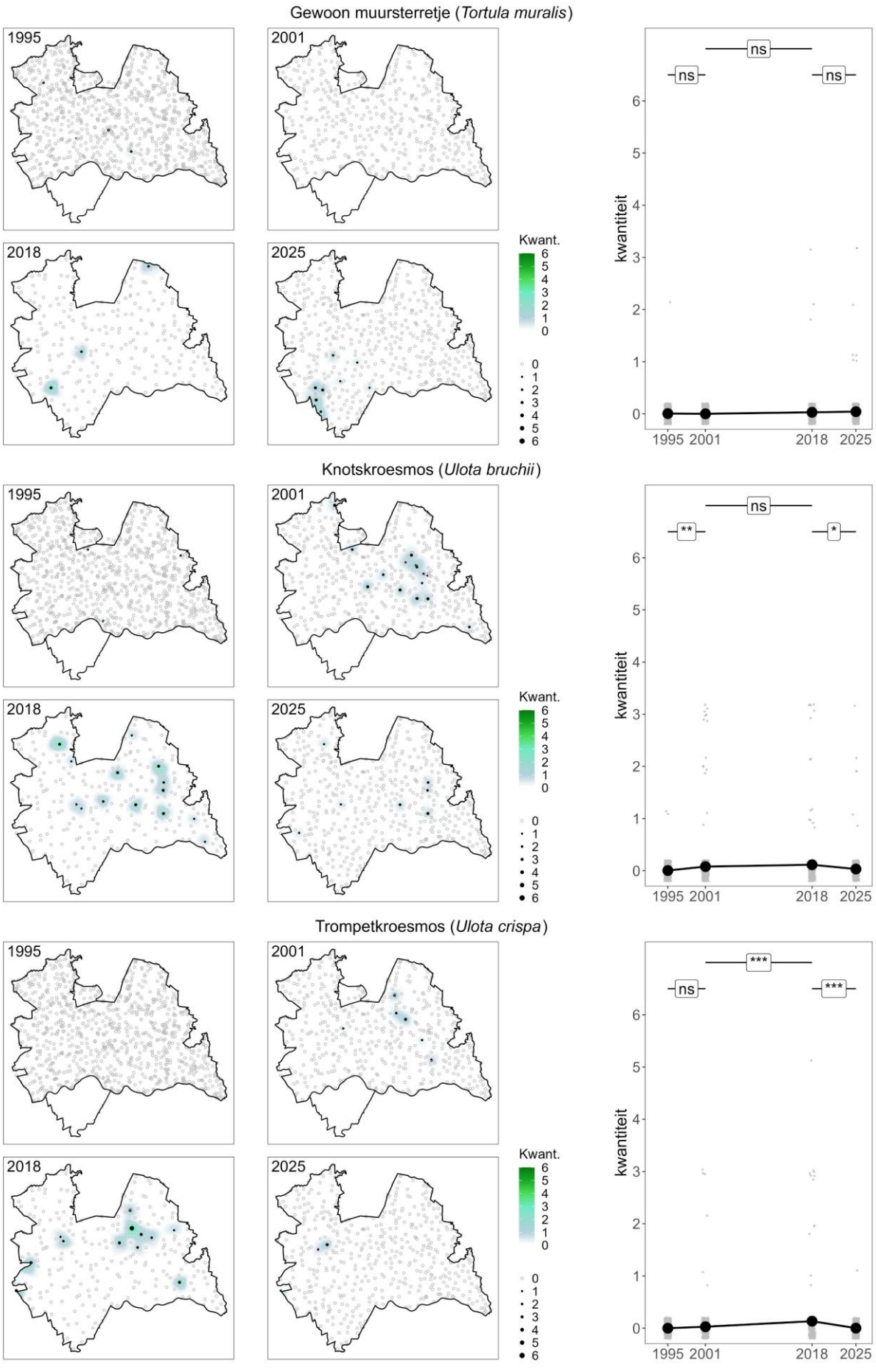
Boomsnavelmos (*Rhynchostegium confertum*)



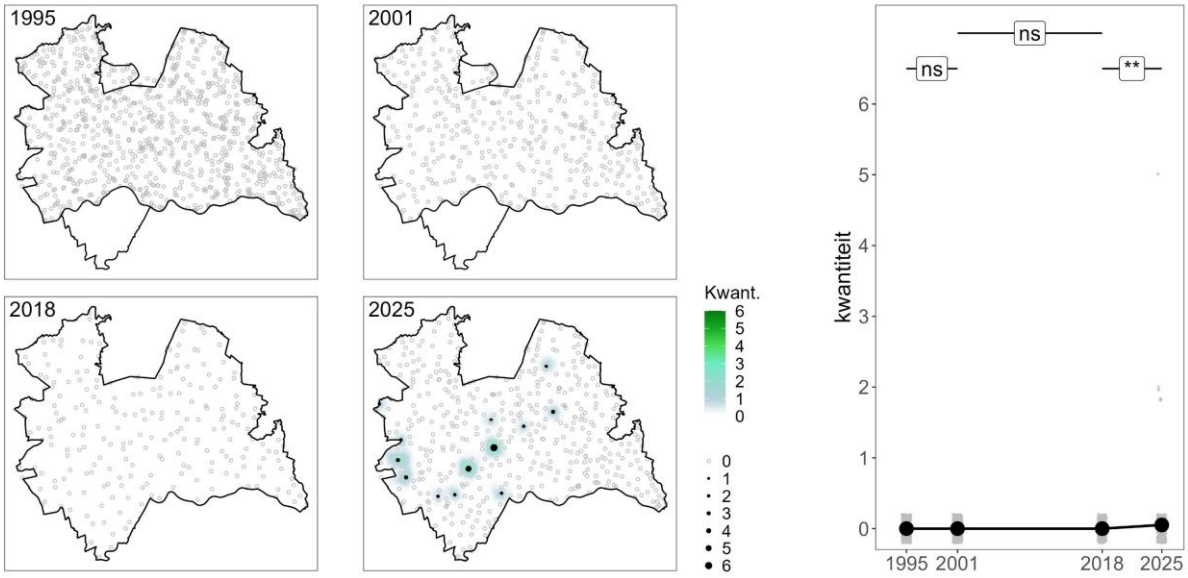
Boomsterretje (*Syntrichia laevipila*)



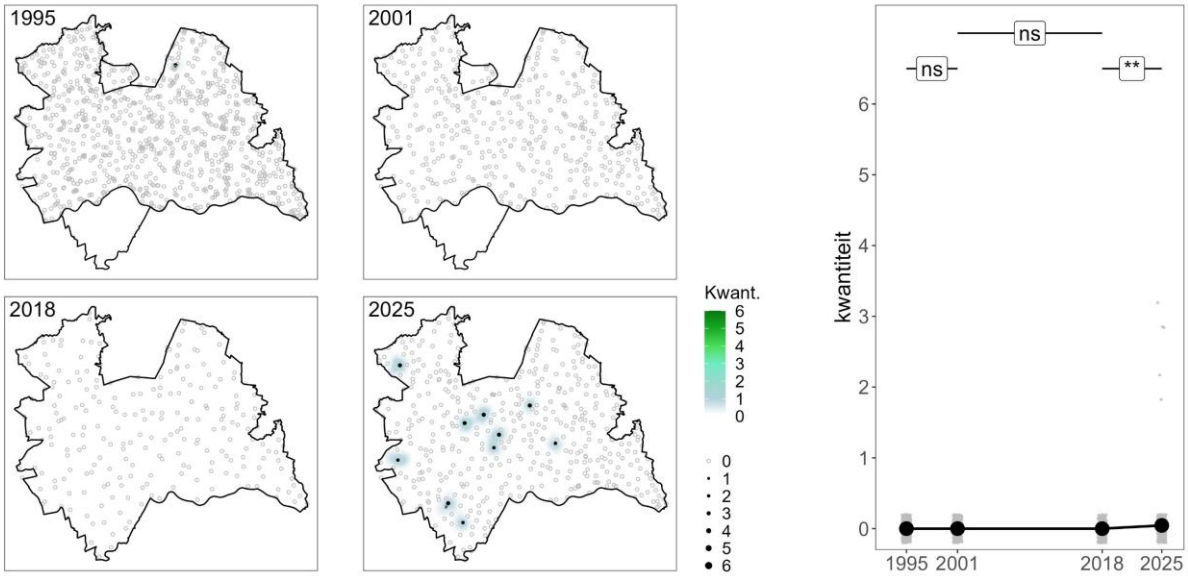

Knikkersterretje (*Syntrichia papillosa*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
***
***
1995 2001 2018 2025
Duinsterretje (*Syntrichia ruralis*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
**
1995 2001 2018 2025
Viertandmos (*Tetraphis pellucida*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
kwantiteit
ns
ns
ns
1995 2001 2018 2025


Gewoon muursterretje (*Tortula muralis*)
1995
2001
2018
2025
Kwant.
6
5
4
3
2
1
0
kwantiteit
ns
ns
ns
1995 2001 2018 2025
Knotskroesmos (*Ulota bruchii*)
**
*
Trompetkroesmos (*Ulota crispa*)
***

Staafjesiepenmos (*Zygodon conoideus*)



Echt iepenmos var. viridissimus (*Zygodon viridissimus var. viridissimus*)



Gewoon pluisdraadmos (*Amblystegium serpens*)

