



Effecten van ammoniak op korstmossen in Gelderland in de periode 1989-2022

H. van der Kolk, L.B. Sparrius & C.M. van Herk

BLWG-rapport 31

BLWG

Titel:	Effecten van ammoniak op korstmossen in Gelderland in de periode 1989-2022
Auteurs:	H. van der Kolk, L.B. Sparrius & C.M. van Herk
Rapport nr.:	31
Datum uitgave:	2023
Opdrachtgever:	Provincie Gelderland
Contactpersoon opdrachtgever:	Robbert Wolf, Mienieke Steijns
In samenwerking met:	Lichenologisch Onderzoeksbureau Nederland (LON)
Foto omslag:	Eikenmos op een laaneik bij Vaassen (Henk-Jan van der Kolk)

Dit rapport kan geciteerd worden als:

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

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



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. In de provincie Gelderland is het meetnet korstmossen in 1989 opgezet op de zandgronden. Het belangrijkste doel van het meetnet is het in kaart brengen van de effecten van ammoniakvervuiling. De laatste volledige herhaling van het meetnet is twintig jaar geleden uitgevoerd in 2002-2003. In 2021-2022 is een nieuwe herhaalronde uitgevoerd, waarbij bestaande meetpunten op de zandgronden zijn herhaald en het meetnet rond Natura 2000-gebieden in het rivierengebied is uitgebreid. Het meetnet omvat nu alle in Gelderland gelegen Natura 2000-gebieden. Dit rapport beschrijft de resultaten van de herhaalronde in 2021-2022, en focust op de veranderingen in de graadmeters voor luchtvervuiling en klimaatverandering tussen 1989 en 2022.

Vanuit de Provincie Gelderland begeleidden Robbert Wolf en Mienieke Steijns dit project. Linda Klein en Rebecca de Jong gaven vanuit de Provincie Gelderland GIS-ondersteuning. André ten Hoedt (Natuurmonumenten), Ellen ter Stege (Natuurmonumenten) en Jaap Bouwman (Kroondomein het Loo) gaven toestemming om in natuurgebieden op de Veluwe veldwerk te mogen verrichten. Graag danken de auteurs ieder voor hun medewerking.

Samenvatting

Korstmossen die op bomen groeien reageren snel op veranderingen in luchtkwaliteit en zijn dan ook uitstekende indicatoren voor luchtvervuiling met ammoniak. In Nederland worden korstmossen sinds 1989 in gestandaardiseerde provinciale meetnetten gebruikt om de effecten van ammoniakvervuiling 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 Nitrofiële Indicatie Waarde (NIW) en de Acidofiële Indicatie Waarde (AIW). Deze graadmeters worden bepaald door het aantal respectievelijk stikstofminnende (NIW) of stikstofgevoelige (AIW) soorten korstmossen dat gemiddeld op één boom in het meetpunt groeit. In gebieden met een grote invloed met ammoniak is de NIW hoger en de AIW lager.

Het provinciale korstmossenmeetnet in Gelderland is in 1989-1990 opgezet en bestrijkt de zandgronden. Vervolgens is er alleen in 2002-2003 een complete herhaalronde uitgevoerd. In 2021-2022 is er opnieuw een herhaalronde uitgevoerd, en is het meetnet uitgebreid rond Natura 2000-gebieden in het rivierengebied, zodat het alle Natura 2000-gebieden in Gelderland omvat.

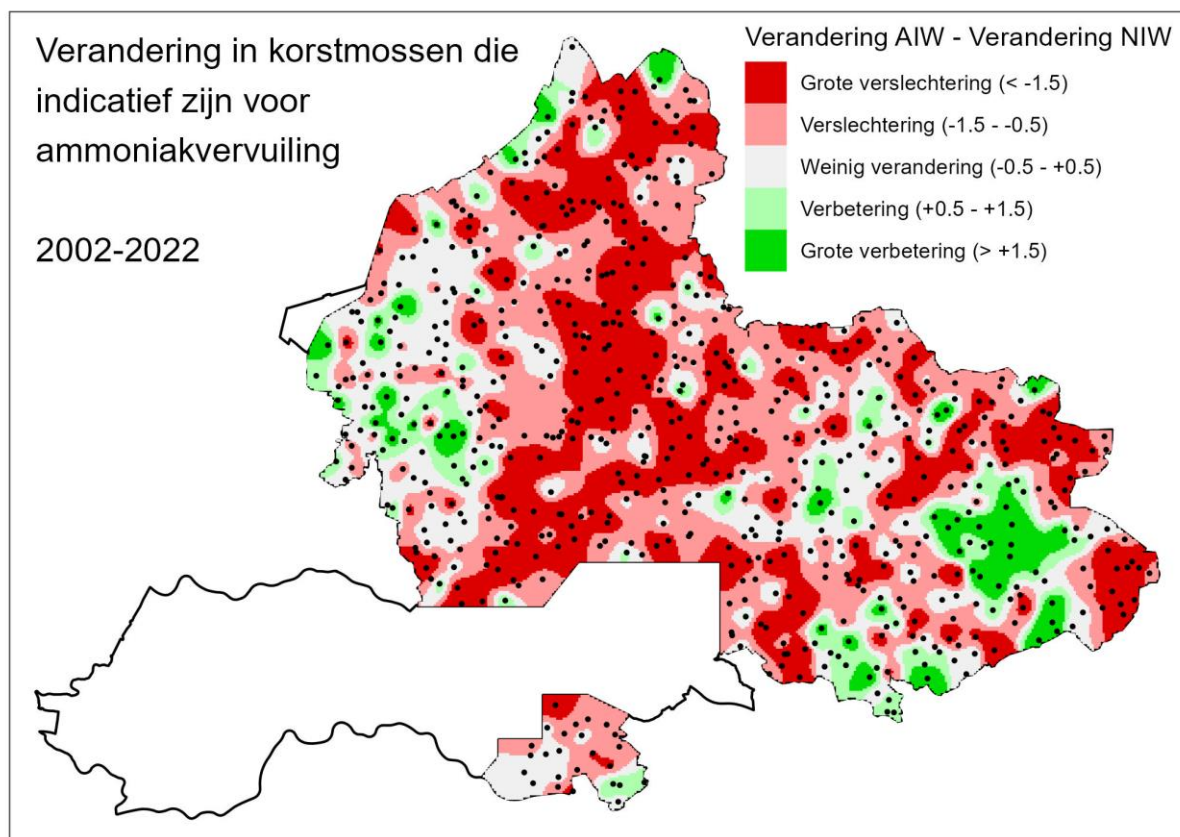
De resultaten laten zien dat de soortenrijkdom van korstmossen sinds 2002-2003 sterk is toegenomen, in alle regio's en in zowel natuurgebieden, agrarische gebieden als bebouwde gebieden. De toename in soortenrijkdom wordt vooral veroorzaakt door klimaatverandering, waardoor veel zuidelijke en Atlantische soorten toenemen. Het aantal Rode Lijst soorten in het meetnet is toegenomen van 30 soorten in de meetronde 2002-2003 naar 40 soorten in de meetronde 2021-2022.

De soortenrijkdom van mossen is sinds 2002-2003 toegenomen in agrarische en bebouwde gebieden, maar afgenomen in natuurgebieden. Op meetpunten in bossen zijn kleine mossen verdrongen van boomvoeten door Gesnaveld klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*), mogelijk een gevolg van verdroging en toename van voedselrijkdom.

Stikstofminnende korstmossen (NIW) zijn sinds 2002-2003 in Gelderland gemiddeld genomen toegenomen, wat er op wijst dat de effecten van ammoniak groter zijn geworden. Er is een grote toename van stikstofminnende korstmossen waargenomen rond Wageningen, in delen van de IJsselvallei en in de Achterhoek rond Didam en rond Neede. Lokaal is het aantal stikstofminnende korstmossen afgenomen in de Gelderse Vallei en in de gemeente Oost Gelre in de Achterhoek.

Stikstofgevoelige korstmossen (AIW) zijn sinds 2002-2003 in Gelderland sterk afgenomen, vooral op de Veluwe. Sommige stikstofgevoelige soorten zijn uit het meetnet verdwenen, waaronder Dennenschotelkorst (*Lecanora aitema*), Bruin boerenkoolmos (*Tuckermanopsis chlorophylla*) en Gewoon baardmos (*Usnea subfloridana*). Veel stikstofgevoelige soorten die nog wel in het meetnet voorkomen zijn ook sterk achteruit gegaan, waaronder Eikenmos (*Evernia prunastri*), Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*), Eikenschotelkorst (*Lecanora pulicaris*) en Groot boerenkoolmos (*Platismatia glauca*).

De gecombineerde veranderingen van stikstofminnende (NIW) en stikstofgevoelige (AIW) soorten korstmossen tonen aan dat in grote delen van Gelderland de effecten van ammoniak op epifytische korstmossen zijn toegenomen sinds 2002-2003 (zie kaart), en dat er alleen lokaal sprake is van verbetering.



In en rond de meeste Natura 2000-gebieden zijn de effecten van ammoniak op korstmossen sinds 2002-2003 toegenomen. Dit geldt vooral voor de gebieden Landgoederen Brummen, Veluwe, Willinks Weust en Wooldse Veen. In en rond Natura 2000-gebieden De Bruuk en Korenburgerveen zijn stikstofminnende korstmossen wel afgenomen, maar desondanks is er in en rond deze gebieden geen herstel zichtbaar van stikstofgevoelige korstmossen. De toegenomen invloed van ammoniak op korstmossen komt overeen met de ammoniakmetingen van het RIVM (Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden), die laten zien dat ammoniakconcentraties de laatste jaren in veel Natura 2000-gebieden in Gelderland weer zijn toegenomen.

De toename van stikstofminnende korstmossen sinds 2002-2003 in Gelderland wijkt af van trends van andere provincies op de zandgronden, waar stikstofminnende korstmossen sinds die tijd zijn afgenomen.

Uit de resultaten kan geconcludeerd worden dat effecten van ammoniak op korstmossen in grote delen van Gelderland sinds 2002-2003 zijn toegenomen, ook in Natura 2000-gebieden.

Korstmossen reageren binnen enkele jaren op veranderingen in het milieu. Het is daarom aan te bevelen om elke drie jaar een steekproef van meetpunten in Natura 2000-gebieden te herhalen (eerstvolgende steekproeven in 2024, 2027, 2030) en elke twaalf jaar een complete meetronde uit te voeren (eerstvolgende volledige meetronde in 2033-2034). Met de voorgestelde meetfrequenties kunnen veranderingen in ammoniakbelasting veel nauwkeuriger gevolgd worden dan in het verleden in Gelderland is gebeurd.

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. 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 on 966 sites in 2021-2022 in the province of Gelderland (5000 km²), in natural, agricultural and urban areas. The results were compared with previous surveys in 1989-1990 and 2002-2003.

Epiphytic lichen species richness has strongly increased since 1990, measuring 13.3, 18.7 and 25.0 species per monitoring site in the surveys of 1989-1990, 2002-2003 and 2021-2022, respectively. The increasing species richness in the last two decades can be largely attributed to climate change, due to which many southern and Atlantic species are expanding their range. The number of Red List species has also increased from 30 species in 2002-2003 to 40 species in 2021-2022.

The average abundance of nitrophytic species in the province of Gelderland was higher in 2021-2022 compared to 2002-2003, indicating that ammonia concentrations in the air have increased. Only in a few small regions a downward trend of nitrophytic species abundance, indicating a decreased influence of ammonia, was detected. Acidophytic species abundance has strongly decreased throughout the province since 2002-2003, most strongly in the Veluwe natural area. Some acidophytic species have disappeared in the monitoring scheme, e.g. *Lecanora aitema*, *Tuckermanopsis chlorophylla* and *Usnea subfloridana*, whereas others have strongly declined, e.g. *Evernia prunastri*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora pulicaris* and *Platismatia glauca*.

The effects of ammonia on epiphytic lichens have since 2002-2003 increased in all landscape types, and also increased in and around most Natura 2000 protected areas. The increased effects of ammonia on epiphytic lichens correspond with ammonia measurements done by the National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), that reveal that ammonia concentrations have increased in Natura 2000 areas in Gelderland in recent years.

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	6
1.1	WAT ZIJN KORSTMOSSEN?	6
1.2	KORSTMOSSEN ALS INDICATOREN VOOR LUCHTKWALITEIT EN KLIMAAT	6
1.3	DE PROVINCIALE KORSTMOSSENMEETNETTEN.....	7
1.4	GRAADMETERS VOOR AMMONIAKVERVUILING EN KLIMAAT	7
1.5	KORSTMOSSENMEETNET IN GELDERLAND EN HERHAALRONDE 2021-2022	9
2	METHODE	10
2.1	SELECTIE VAN MEETPUNTEN	10
2.2	VELDWERK	11
2.3	BEREKENING GRAADMETERS.....	12
2.4	KENMERKEN VAN DE MEETPUNTEN EN OMGEVINGSVARIABLEN	14
2.5	ANALYSE	16
3	RESULTATEN EN DISCUSSIE	20
3.1	SOORTENRIJKDOM KORSTMOSSEN	20
3.2	SOORTENRIJKDOM MOSSEN.....	24
3.3	NITROFYTEN (NIW)	26
3.4	ACIDOFYTEN (AIW)	31
3.5	VERANDERINGEN NIW EN AIW SAMENGEVAT IN ÉÉN KAART	36
3.6	INDICATIEWAARDEN VOOR NUTRIËNTENRIJKDOM	38
3.7	KLIMAAT	39
3.8	EFFECTEN VAN AMMONIAK IN NATURA 2000-GEBIEDEN.....	40
3.9	VERGELIJKING MET ANDERE PROVINCIES	44
4	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	45
	LITERATUUR.....	47
	BIJLAGE A. MILIEUTYPEN MEETPUNTEN	49
	BIJLAGE B. BEGRENZING ONDERZOEKSGBIED	50
	BIJLAGE C. OVERZICHT WAARGENOMEN KORSTMOSSEN EN TRENDS.....	51
	BIJLAGE D. OVERZICHT WAARGENOMEN MOSSEN EN TRENDS	56
	BIJLAGE E. SOORTKAARTEN KORSTMOSSEN	58
	BIJLAGE F. SOORTKAARTEN MOSSEN	98

1 Inleiding

1.1 Wat zijn korstmossen?

Korstmossen bestaan uit een schimmel en een alg die 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 en die groep vormt de focus van dit rapport. 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 vervuiling van de lucht met zwaveldioxide en ammoniak 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 en de zwaveldioxide vervuiling die in de jaren '70 zijn hoogtepunt bereikte heeft veel epifytische korstmossen toen doen verdwijnen. Slechts een klein aantal soorten kan hoge concentraties zwaveldioxide verdragen. Veel soorten die door zwaveldioxide gedecimeerd waren zijn weer teruggekeerd doordat vervuiling met zwaveldioxide sterk is afgenomen.

Ammoniak (NH_3) heeft andere effecten op korstmossen. Het beïnvloedt de soortensamenstelling: het leidt tot het verdwijnen van acidofyten (zuurminnaars) en het stimuleert nitrofyten (stikstofminnaars).

Dit komt doordat ammoniak de bast van de bomen minder zuur maakt. De pH van de bast van een zomereik, normaal ca. 4,5, kan door de ammoniak in gebieden met veel intensieve veehouderij stijgen tot 6,5 (van Herk, 2001). De bast wordt dus basischer. Dit is de belangrijkste oorzaak van de verschuiving in soortensamenstelling waarbij de voor eiken typerende zuurminnende korstmossen verdwijnen en plaatsmaken voor stikstofminnende korstmossen met voorkeur voor een ongeveer neutraal schorsmilieu. 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. De effecten van ammoniakvervuiling 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).

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

Epifytische korstmossen worden sinds 1989 via een gestandaardiseerd meetnet gemonitord, met als doel het in kaart brengen van de effecten van ammoniak. 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 waarin zomereiken weinig voorhanden zijn worden ook wel andere boomsoorten opgenomen. De meetnetten worden in acht provincies uitgevoerd, die tezamen bestaan uit ongeveer 6000 monsterpunten. Alle provinciale meetnetten zijn ontworpen en ontwikkeld door het LON, het Lichenologisch Onderzoeksbureau Nederland (van Herk, 1999) in opdracht van de desbetreffende provincies. Bij voorkeur worden meetnetten elke zes jaar opnieuw opgenomen, maar in de praktijk zit er vaak langere tijd tussen herhaalrondes. Recent zijn de provincies Friesland (van der Kolk et al., 2020), Overijssel (van Herk, 2021), Drenthe (van Herk, 2017), Utrecht (van Herk, 2019b) en Zeeland (van Herk, 2019c) onderzocht.

1.4 Graadmeters voor ammoniakvervuiling en klimaat

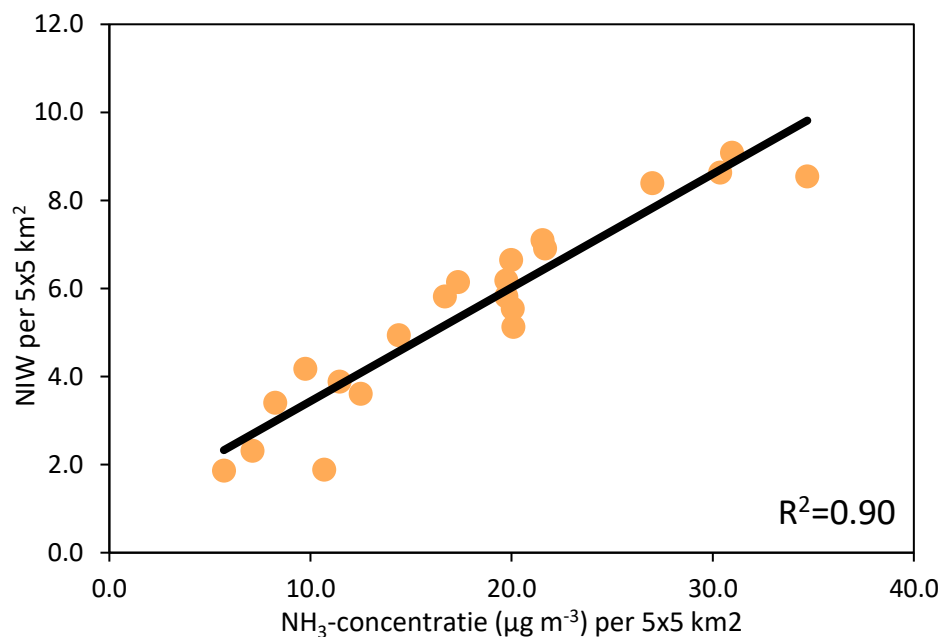
De hoeveelheid nitrofyten (ammoniakminnaars, ook wel stikstofminnende korstmossen genoemd) wordt bij de provinciale karteringen per meetpunt uitgedrukt in de **Nitrofiële Indicatie Waarde (NIW)**, een graadmeter voor de ammoniakbelasting. Op dezelfde manier wordt de hoeveelheid acidofyten (zuurminnaars, ook wel stikstofgevoelige korstmossen genoemd) uitgedrukt in de **Acidofiële Indicatie Waarde (AIW)**, een omgekeerde graadmeter voor ammoniak. Zowel de NIW als de AIW worden per punt uitgerekend door het voorkomen van ongeveer 20 kenmerkende soorten bij elkaar op te tellen (Figuur 1.2). 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 heeft vooral praktische betekenis in open gebieden, omdat vrijwel alle ammoniakminnende soorten ook lichtminnend zijn. De AIW is ook geschikt voor het meten van effecten in bosgebieden, omdat een deel van de zuurminnende soorten schaduwminnend zijn. De NIW is dus het meest geschikt om de effecten van stikstofdepositie op korstmossen in open gebieden te meten, terwijl de AIW ook geschikt is om de effecten van stikstofdepositie op korstmossen in bos- en natuurgebieden te meten.

De NIW en AIW zijn gekoppeld met ammoniakmetingen, en vertonen een zeer sterke correlatie met daadwerkelijke concentraties van ammoniak. In 1998 is het verband onderzocht tussen de

korstmossamenstelling en ammoniakmetingen die met vaste monsternemers in de gemonitorde bomen door TNO uitgevoerd zijn. 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. Indien de NIW en de NH_3 -concentratie als gemiddelde per uurhok ($5 \times 5 \text{ km}^2$) genomen worden, is het verband nog veel sterker: de verklaarde variantie is op dit niveau 90% (Figuur 1.3). De NIW, en met name de uurhok-gemiddelde NIW, kunnen dus gezien worden als een betrouwbare schatting van het effect van NH_3 op korstmossen. De AIW laat een duidelijk negatief verband met NH_3 zien, en kan dus als omgekeerde graadmeter voor NH_3 gebruikt kan worden. De bruikbaarheid van korstmossen voor de monitoring van ammoniak wordt uitgebreid behandeld in een artikel in *The Lichenologist* (van Herk, 2001).



Figuur 1.2 Links Groot dooiermos (*Xanthoria parietina*), een stikstofminnende soort, en rechts Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*), een stikstofgevoelige soort.



Figuur 1.3 Relatie tussen de NIW en de jaarrond gemeten NH_3 -luchtconcentratie ($\mu\text{g m}^{-3}$) per $5 \times 5 \text{ km}^2$ uurhok, op basis van 4-6 metingen per uurhok. Gegevens afkomstig van metingen aan zomereiken in 1997 in Friesland, Noord-Brabant en de Gelderse Vallei, ontleend aan 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. Als extra toets voor het effect van luchtvervuiling wordt de **indicatiewaarde voor nutriëntenrijkdom** geanalyseerd. Deze graadmeter is sterk gecorreleerd aan de NIW en AIW, maar heeft als voordeel dat alle soorten (zowel nitrofyten, acidofyten en niet uitgesproken gevoelige soorten) meetellen binnen één graadmeter. Verder is voor het analyseren van de invloed van het klimaat de **indicatiewaarden 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.

1.5 Korstmossenmeetnet in Gelderland en herhaalronde 2021-2022

In Gelderland is het korstmossenmeetnet in de huidige vorm gestart in 1989, toen delen van de Gelderse Vallei, de Graafschap, en het Rijk van Nijmegen gekarteerd werden (van Herk, 1990). Hierbij zijn meetpunten met eiken onderzocht met een dichtheid van vijf à zes meetpunten per uurhok (5x5 km²). In 1990 is het meetnet uitgebreid zodat het geheel Gelderland omvatte uitgezonderd het rivierengebied (van Herk, 1991). Vervolgens is het meetnet alleen in 2002-2003 in zijn geheel herhaald (van Herk, 2004). Daarnaast zijn in 1994 meetpunten in de Gelderse Vallei en de Veluwe herhaald (van Herk, 1996) en in 1997 een deel van de meetpunten in de Gelderse Vallei (van Herk, 1998). In deze rapportage wordt het jaartal 1990 aangehouden voor de eerste meetronde in 1989-1990 en het jaartal 2002 voor de herhaalronde 2002-2003. Tijdens de herhaalronde van 2002 bleek dat de effecten van ammoniakvervuiling nog altijd groot waren en dat (ten opzichte van 1990) nitrofyten waren toegenomen en acidofyten afgenomen. Ook werd vastgesteld dat de soortenrijkdom toenam, mede als gevolg van een toename van zuidelijke soorten door klimaatverandering (van Herk, 2004).

Dit rapport beschrijft de uitvoering en resultaten van een herhaalronde van het korstmossenmeetnet in de provincie Gelderland in 2021-2022. Tijdens deze herhaalronde zijn de meetpunten uit 2002-2003 herhaald en is het onderzoeksgebied uitgebreid in het rivierenland zodat het ook de Natura 2000-gebieden langs de Nederrijn en Waal omvat. De volgende onderzoeksvragen met betrekking tot de huidige kwaliteit en veranderingen zijn gekoppeld aan het uitvoeren van een nieuwe meetronde:

1. Hoe is de impact van ammoniak in de lucht op natuur in de afgelopen 30 jaar veranderd in Gelderland?
2. Wat is de huidige impact van ammoniak in de lucht op natuur in Natura 2000-gebieden, overige natuurgebieden en landbouwgebieden in Gelderland?

2 Methode

2.1 Selectie van meetpunten

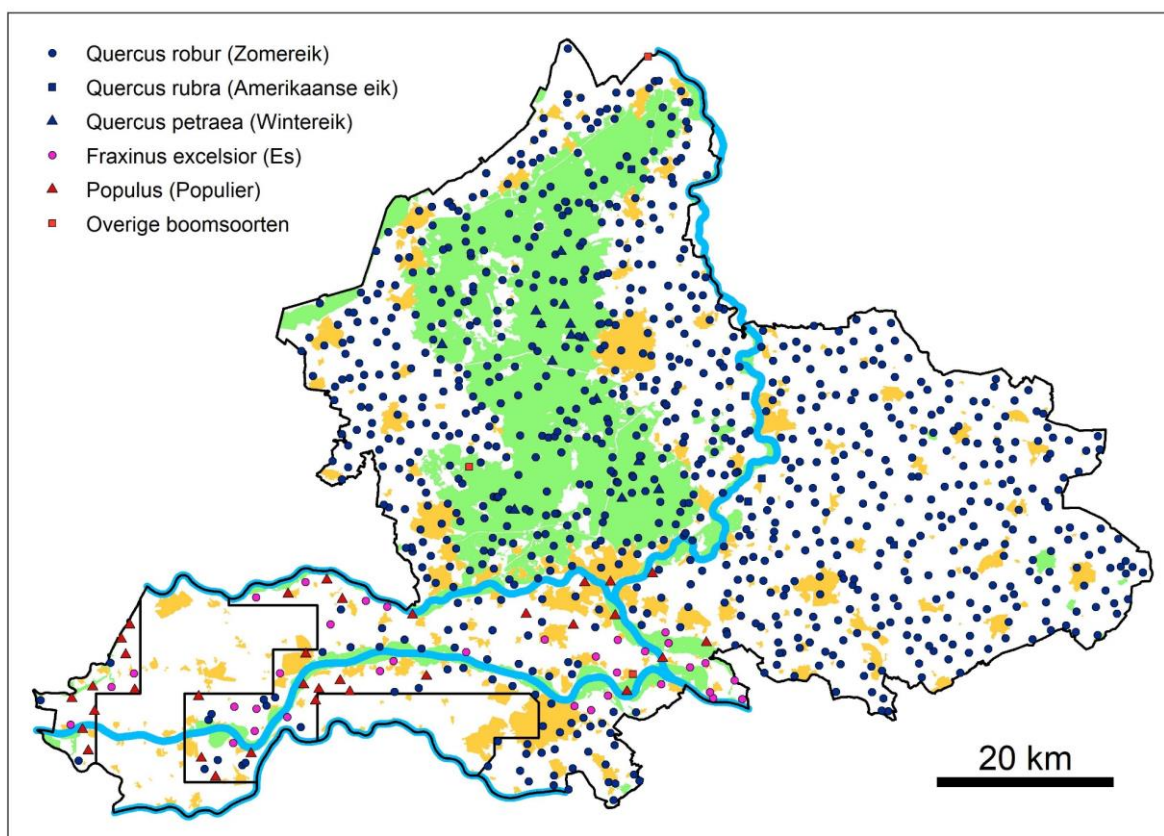
Meetpunten bestaan uit 10 bomen, bij voorkeur zomereiken (*Quercus robur*). In gebieden waar geen eiken voorhanden zijn kunnen ook andere boomsoorten gebruikt worden. Vaak bestaat een meetpunt uit een rijtje bomen in een wegberm (Figuur 2.1), maar in natuurgebieden kan een meetpunt ook uit vrijstaande 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 Voorbeelden van twee meetpunten met zomereiken in een wegberm.

Het uitgangspunt voor de herhaalronde 2021-2022 in Gelderland was om meetpunten uit de ronde 2002-2003 zoveel mogelijk te herhalen. De herhaalde meetpunten uit 2002-2003 beslaan de Gelderse Vallei, Veluwe, IJsselvallei, omgeving Nijmegen en Achterhoek. Meetpunten die uit 1 of 2 bomen bestonden zijn vaak vervangen als er in de directe omgeving een betere meetlocatie met 10 bomen beschikbaar was. Ook zijn meetpunten vervangen wanneer alle of de meeste bomen uit het meetpunt waren verdwenen (bijvoorbeeld door de aanleg van een woonwijk of nieuwe weg) of ongeschikt zijn geworden doordat stammen begroeid zijn geraakt met klimop of nu omgeven zijn door opslag. Naast het herhalen van bestaande meetpunten zijn in het rivierengebied nieuwe meetpunten uitgezet, vooral rond de Natura 2000-gebieden. In gebieden in het rivierengebied waar geen eiken voorhanden waren zijn in plaats daarvan populieren en essen gekozen.

In de meetronde 2021-2022 zijn er in totaal 966 meetpunten onderzocht (Figuur 2.2). 703 van de 818 meetpunten uit meetronde 2002-2003 zijn herhaald. 14.1% van de meetpunten is vervallen, door kap, doordat bomen overgroeid zijn geraakt met klimop of opslag of doordat meetpunten met 1-2 bomen vervangen zijn door een meetpunt met 10 bomen. In totaal zijn er in deze meetronde 263 nieuwe meetpunten uitgezet.



Figuur 2.2 Kaart van de provincie Gelderland met meetpunten die in 2021 en 2022 onderzocht zijn. Groene gebieden zijn Natura 2000-gebieden en oranje gebieden zijn bebouwde kommen. De kleur en vorm van de punten geeft de boomsoort weer. In totaal zijn er 966 meetpunten bezocht.

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 (Bijlage A), afstand tot het dichtstbij gelegen veehouderijbedrijf (in m) en de afstand tot de dichtstbij gelegen maïsakker (in m). 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

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 soorten korstmossen die moeilijk te herkennen zijn en niet (in alle rondes) zijn onderscheiden. Het gaat specifiek om:

- Fijne knoopjeskorst (*Bacidina adastrata*) en Boomvoetknoopjeskorst (*Bacidina sulphurella*). Deze soorten worden in de rapportage samengevoegd.
- *Candelaria pacifica* is alleen apart genoteerd voor de meetpunten die in 2022 onderzocht zijn. Deze soort wordt in de rapportage samengevoegd met Vals dooiermos (*Candelaria concolor*).
- Kort schriftmos (*Alyxoria varia*) en Limoen-schriftmos (*Alyxoria viridipruinosa*). Deze soorten worden in de rapportage samengevoegd.
- Tenslotte zijn er enkele soortcomplexen die tijdens eerdere meetrondes niet altijd van elkaar zijn onderscheiden. Deze soortcomplexen worden wel gesplitst bij de beschrijving van de resultaten van deze rondes, maar samengevoegd bij vergelijkende analyses met eerdere meetrondes, zodat verschillen in bijvoorbeeld soortenrijkdom tussen meetrondes vergelijkbaar blijven. Het gaat om de volgende soortcomplexen:
 - Miskende schotelkorst (*Lecanora compallens*) en Bleekgroene schotelkorst (*Lecanora expallens*)
 - Rijpschildmos (*Punctelia jeckeri*) en Gestippeld schildmos (*Punctelia subrudecta*)
 - Houtoogje (*Micarea prasina*) en Bosoogje (*Micarea micrococca*)

2.3.2 Soortenrijkdom mossen per meetpunt

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 NIW

De berekening van de NIW (Nitrofiele Indicatie Waarde) gebeurt volgens de methode zoals beschreven door van Herk (2001). De NIW is gebaseerd op het gemiddelde aantal ammoniakminnende soorten (nitrofyten) 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 nitrofyten die bijdragen aan de NIW zijn: *Candelariella aurella*, *Candelariella reflexa*, *Candelariella vitellina*, *Candelariella xanthostigma*, *Lecanora dispersa*, *Lecanora hageni*, *Lecanora muralis*, *Physcia adscendens*, *Physcia caesia*, *Physcia dubia*, *Physcia tenella*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Phaeophyscia nigricans*, *Polycauliona candelaria*, *Polycauliona polycarpa*, *Xanthoria calcicola* en *Xanthoria parietina*.

De NIW verschilt tussen boomsoorten, omdat op boomsoorten met een meer basische schors (zoals populier en es) van nature meer nitrofyten groeien dan op bomen met een 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, 1996a).

$$NIW_{QU} = 0,73 NIW_{PO} - 1,03$$

$$NIW_{QU} = 1,50 NIW_{FR} - 6,34$$

2.3.4 AIW

De berekening van de AIW (Acidofiele Indicatie Waarde) is gelijk aan die van de NIW, maar met een set ammoniakmijdende soorten. De acidofyten 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*, *Tuckermannopsis chlorophylla* en *Usnea* soorten (geaggregeerd).

In tegenstelling tot de NIW wordt er voor de AIW geen correctie toegepast per boomsoort. Meestal groeien er geen acidofyten op populieren en essen (AIW=0) en dan is het onmogelijk om af te leiden hoeveel acidofyten er op een eik in eenzelfde milieu verwacht worden.

2.3.5 Ecologische indicatiewaarde voor nutriëntenrijkdom

De gemiddelde indicatiewaarde voor nutriëntenrijkdom wordt per meetpunt berekend door de indicatiewaarde voor nutriënten 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 gewogen op kwantiteit, waarbij een soort met kwantiteitswaarde 2 en 3 respectievelijk twee en drie keer zo zwaar meetelt als een soort met kwantiteitswaarde 1. Kwantiteitswaarden 4 en 5 tellen bij de weging even zwaar, omdat kwantiteitswaarden van 4 nauwelijks voorkomen (1,7% van het totaal aantal waarnemingen). Soorten met kwantiteitswaarden 4 en 5 tellen vier keer, en kwantiteitswaarde 6 tellen vijf keer zo zwaar mee als soorten met kwantiteitswaarde 1.

2.3.6 Ecologische indicatiewaarde voor continentaliteit

De gemiddelde indicatiewaarde voor temperatuur wordt op dezelfde manier berekend als de gemiddelde indicatiewaarde voor nutriënten, maar in plaats van de indicatiewaarde voor temperatuur wordt die voor nutriënten gebruikt.

2.3.7 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 wordt 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 te berekenen (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 deze berekening gewogen op kwantiteit (zie 2.3.5).

2.4 Kenmerken van de meetpunten en omgevingsvariabelen

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

2.4.1 Boomsoort

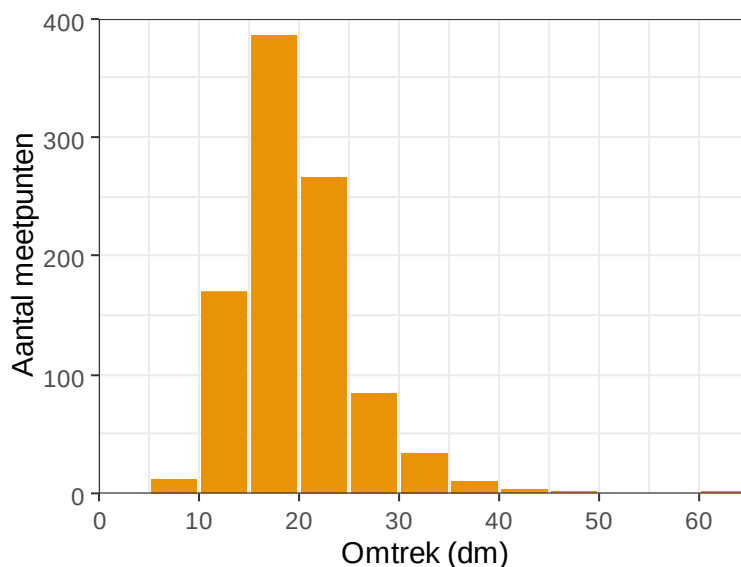
De boomsoort die op het meetpunt onderzocht is. Zomereik is verreweg het meest gebruikt, maar in het rivierengebied zijn ook regelmatig Populieren en Essen onderzocht. De volgende boomsoorten zijn in meetronde 2021-2022 onderzocht: Zomereik (875 meetpunten), Essen (34 meetpunten) Populieren (33 meetpunten), Wintereik (14 meetpunten), Amerikaanse eik (7 meetpunten), Ruwe berk (1 meetpunt), Okkernoot (1 meetpunt) en Iep (1 meetpunt).

2.4.2 Aantal bomen per meetpunt

Het aantal bomen dat op een meetpunt onderzocht is. In de meetronde 2021-2022 werden er op 85.5% (826 uit 966 totaal) van de meetpunten 10 (of een enkele keer 11 of 12) bomen onderzocht. Op 2.1% (20 uit 966 totaal) van de meetpunten werd maar één boom onderzocht.

2.4.3 Omtrek

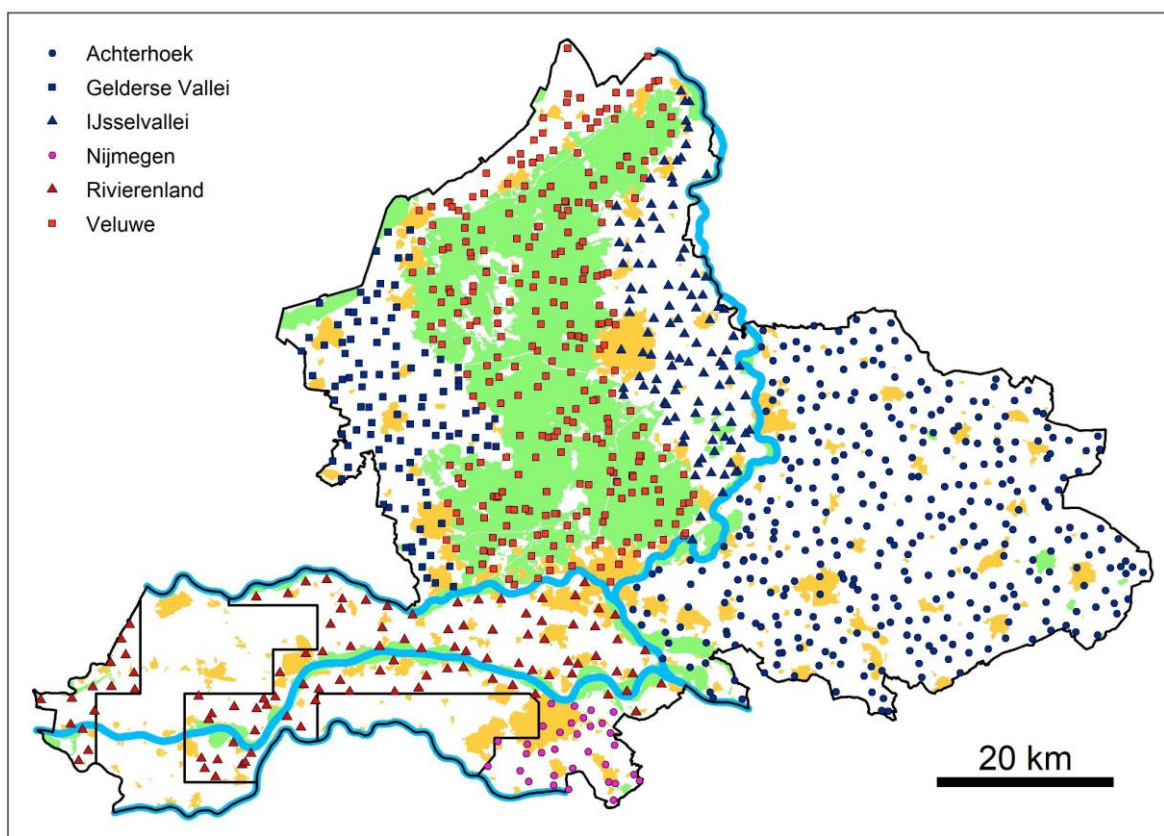
De omtrek (in dm) op 1 m hoogte van een gemiddelde boom op een meetpunt. Figuur 2.3 geeft de distributie weer van de omtrek van de bomen die in meetronde 2021-2022 onderzocht zijn.



Figuur 2.3 Verdeling van de omtrek van meetpunten die in de meetronde 2021-2022 onderzocht zijn.

2.4.4 Regio

De meetpunten zijn opgedeeld in zes **regio's** (Figuur 2.4): Achterhoek (342 meetpunten), Gelderse Vallei (101), IJsselvallei (105), Nijmegen (32), Rivierenland (103) en Veluwe (283).



Figuur 2.4 Indeling van de onderzochte meetpunten per regio.

2.4.5 Gebiedstype

Om de situatie en veranderingen in Natura 2000 en andere 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 een Natura 2000-gebied bevindt (197 meetpunten in meetronde 2021-2022), in een natuurgebied dat niet binnen Natura 2000 valt (34 meetpunten), in agrarisch gebied (642 meetpunten) of in bebouwd gebied (93 meetpunten).

2.4.6 Biotoop

De NIW en AIW is niet alleen afhankelijk van de luchtkwaliteit maar ook van het microklimaat waarin bomen staan. Dit komt omdat individuele soorten nitrofyten en acidofyten vaak een andere voorkeur hebben voor de mate van beschaduwing en droogte. Om hier in de analyse rekening mee te houden worden de meetpunten ingedeeld in drie biotopen: Bos (159 meetpunten in meetronde 2021-2022), open gebieden (zowel open natuurgebieden als open agrarische gebieden; 714 meetpunten) en bebouwde gebieden (79 meetpunten).

2.4.7 Afstand tot veehouderij

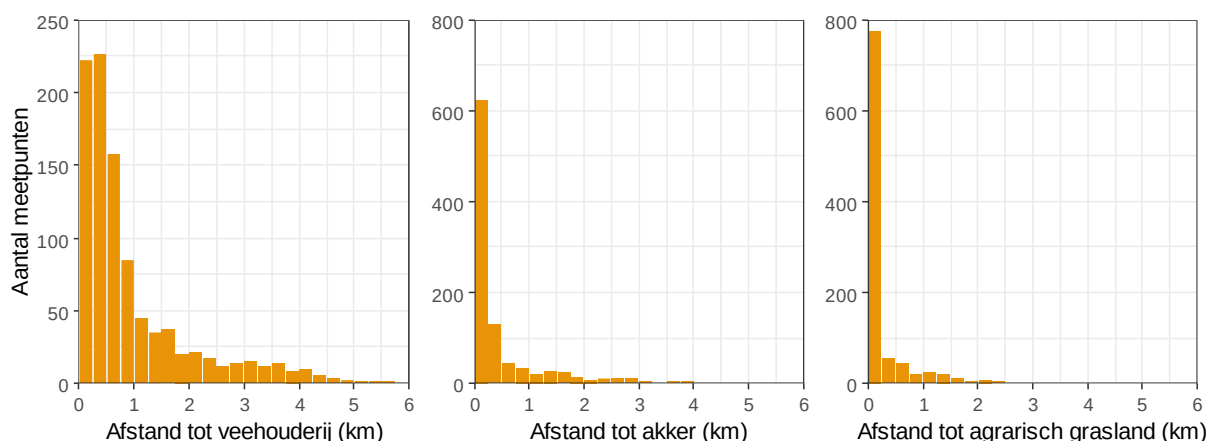
Een bestand met veehouderijen in de provincie Gelderland is verkregen uit de database Kernregistratie dierverblijven (KRD), via de Informatievoorziening gezamenlijke omgevingsdiensten Gelderland en Overijssel (I-GO) (<https://veehouderijen.igoview.nl/>). Het bestand bevat de gegevens van verleende vergunningen en per locatie de vergunde NH_3 emissie. Voor elk meetpunt is met behulp van dit bestand de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij in km berekend (Figuur 2.4). Bij deze berekening zijn alleen veehouderijen met een vergunning voor minimaal 350 kg emissie NH_3 per jaar meegenomen, om vergunninghouders voor heel kleine emissies uit te sluiten.

2.4.8 Afstand tot akker

De afstand tot de dichtstbijzijnde akker is in km berekend uit het bestand Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN), door de afstand vanuit meetpunten tot het dichtstbijzijnde veld met één van de volgende categorieën: Aardappelen, Bieten, Granen, Mais, Overige landbouwgewassen (Figuur 2.4).

2.4.9 Afstand tot agrarisch grasland

De afstand tot het dichtstbijzijnde agrarisch grasland is in km berekend uit het bestand Landelijk Grondgebruik Nederland (LGN), door de afstand vanuit meetpunten tot het dichtstbijzijnde veld met agrarisch gras te berekenen (Figuur 2.4).



Figuur 2.4 Verdeling van de afstanden vanaf de meetpunten tot de dichtstbijzijnde veehouderij, akker en agrarisch grasland.

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). Voor vergelijking tussen meetrondes zijn de berekeningen alleen gedaan voor het gebied dat in alle drie de meetrondes is onderzocht (Kaart 2 in Bijlage B).

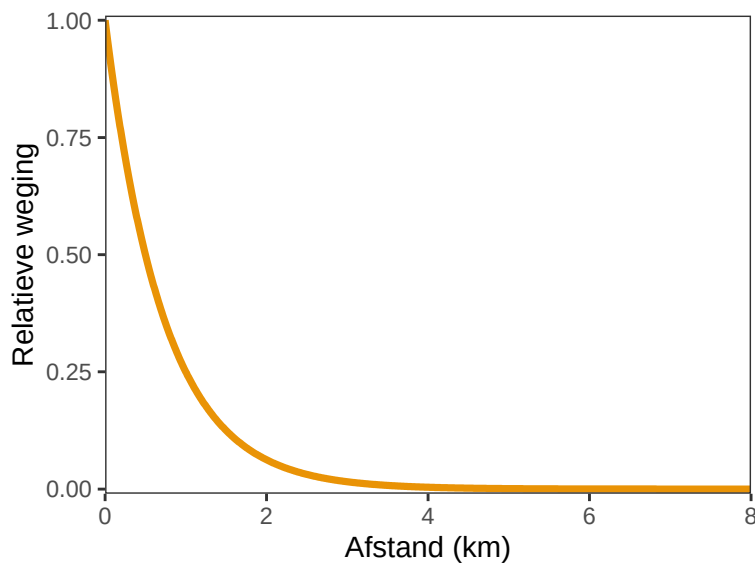
2.5.2 Interpolatiekaarten

Voor Soortenrijkdom korstmossen, Soortenrijkdom mossen, NIW, AIW en de Ecologische Indicatiewaarde voor nutriëntenrijkdom 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 $IW_{interpolatie}$ 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 2.5 De relatieve weging ($0,25^{\text{afstand}}$) van een meetpunt hangt af van de afstand tot de locatie waarvoor de indicatiewaarde geïnterpoleerd wordt.

Daarnaast worden er verschilkaarten gemaakt tussen de huidige meetronde 2021-2022 en de meetrondes 1989-1990 en 2002-2003. Deze kaarten worden gemaakt uitsluitend op basis van meetpunten die herhaald zijn. Er wordt hiervoor een interpolatiekaart gemaakt met als inputwaarden voor elk herhaald meetpunt de verschilwaarde van de indicatiewaarde tussen 2002-2003 en 2021-2022.

Behalve verschilkaarten die de verandering in NIW en AIW afzonderlijk laten zien tussen 2002-2003 en 2021-2022, wordt er ook een kaart gemaakt die de gecombineerde verandering in NIW en AIW laat zien. De gecombineerde verschilkaarten van NIW en AIW (GIW: gecombineerde indicatie waarde) geven een completer beeld van de effecten van ammoniak dan één van de twee afzonderlijk, omdat in bosgebieden vooral de AIW en niet de NIW bruikbaar is. De waardes voor deze kaart worden berekend door de verandering in NIW af te trekken van de verandering in AIW, dus een afname in AIW en een toename in NIW leidt tot een lagere gecombineerde waarde, wat duidt op een hogere ammoniakbelasting.

2.5.3 Analyse NIW en AIW met omgevingsvariabelen

De NIW en AIW worden per biotoop (bos, open gebieden, bebouwde gebieden) gecorreleerd aan de volgende vier variabelen: (1) Omtrek van de boom, (2) afstand tot veehouderij, (3) afstand tot akker en (4) Afstand tot agrarisch grasland. Er is hierbij gebruik gemaakt van een mixed effects model analyse waarbij het opnamenummer gebruikt is als random effect.

Een complicatie in deze analyse is dat de variabelen afstand tot veehouderij, afstand tot akker en afstand tot agrarisch grasland sterk aan elkaar gecorreleerd zijn. Daarom is de analyse ook uitgevoerd met alleen boomomtrek en afstand tot veehouderijen als verklarende variabelen.

2.5.4 Trendberekeningen soorten

In bijlagen C en D worden (respectievelijk voor korstmossen en mossen) voor alle soorten het aantal meetpunten getoond waarin de soort in de meetronde 2021-2022 is aangetroffen. Ook is de som van de kwantiteit berekend door de kwantiteitswaardes van een soort voor alle meetpunten bij elkaar op te tellen. De kwantiteitssom geeft een indruk of een soort op de meetpunten vaak in lage kwantiteit

of juist in hoge kwantiteit voorkomt. Voor het berekenen van de trend zijn alleen meetpunten gebruikt in het gebied dat in alle meetrondes is herhaald. Meetpunten op de kleigronden in het rivierengebied, waar het meetnet in deze meetronde is uitgebreid, zijn dus uit de trendberekening gelaten. De significantie van het verschil in voorkomen van een soort tussen de meetronde 2002 en meetronde 2022 is vervolgens berekend in een mixed effects model analyse waarbij het opnamenummer is gebruikt als random effect.

2.5.5 Correlatie NIW en AIW met meetpunten RIVM

De NIW en AIW van meetpunten dichtbij MAN-meetpunten van het RIVM (man.rivm.nl) zijn gecorreleerd aan de daar gemeten NH₃ concentraties. Hierbij is gebruik gemaakt van de gemiddelde NH₃ concentratie in de periode 2017-2021.

2.5.6 Indicatiewaarden en Natura 2000-gebieden

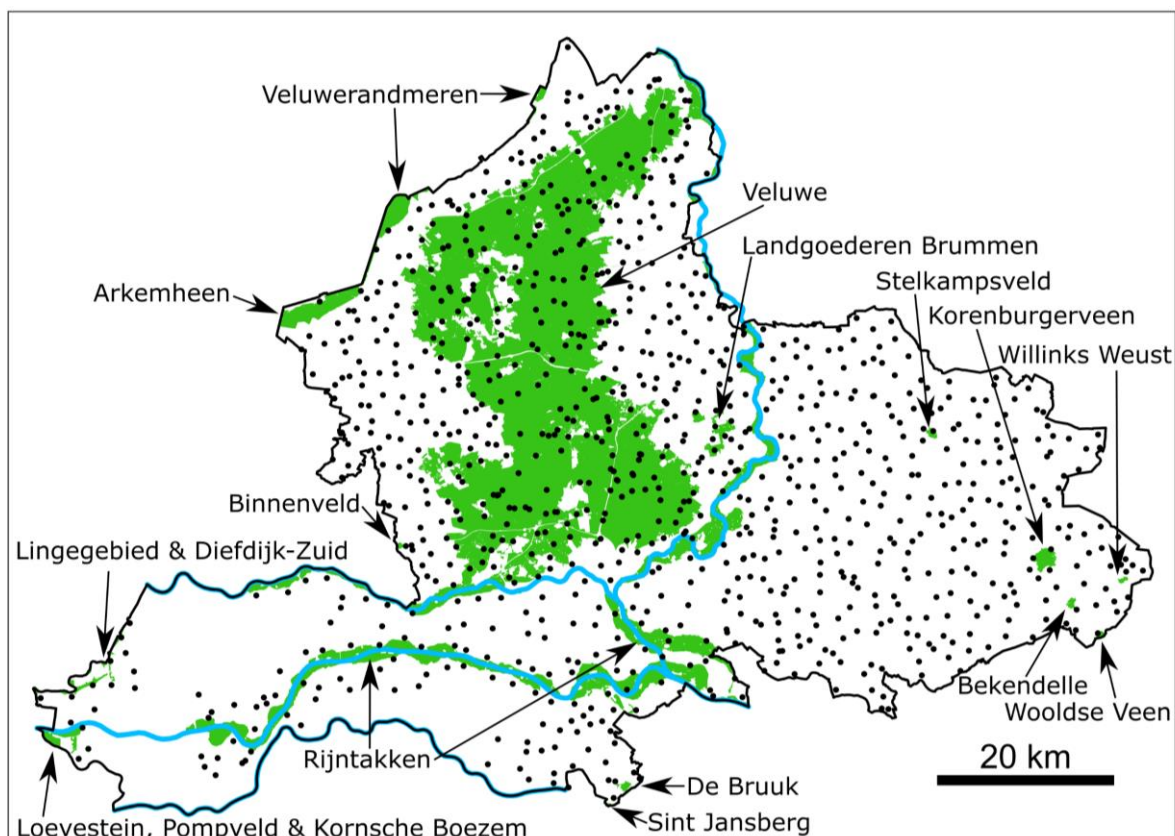
Om de situatie in Natura 2000-gebieden en in het bijzonder kritische habitattypen en leefgebiedtypen beter te beoordelen zijn de indicatiewaarden (NIW, AIW en nutriëntenindicator) per Natura 2000-gebied berekend uit de interpolatiekaarten. De gemiddelden voor meetronde 2022 zijn berekend als ook het gemiddelde verschil met meetronde 2002.

Vervolgens zijn dezelfde waarden op eenzelfde manier ook berekend voor de negen meest voorkomende stikstofgevoelige habitattypen en leefgebiedtypen in Natura 2000-gebieden. Hiervoor is gebruik gemaakt van de habitatkaart in AERIUS, die is gemaakt door de habitattypenkaart en de leefgebiedtypenkaart samen te voegen (Nationaal Georegister, 2022).

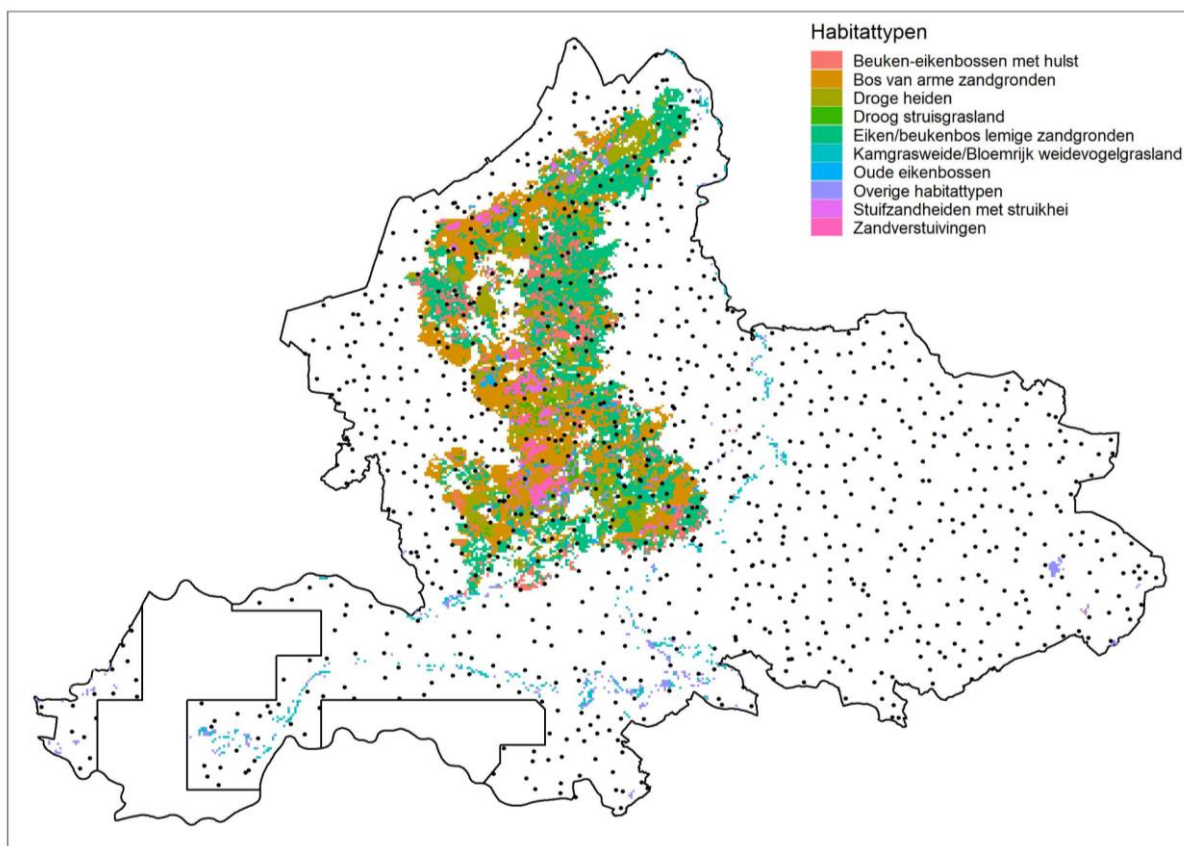
Het is belangrijk om bij deze analyses te beseffen dat niet in alle Natura 2000-gebieden meetpunten liggen. Dit komt doordat er in sommige natuurgebieden (vooral open natuurgebieden, zoals uiterwaarden, meren en veengebieden) geen geschikte bomenrijen voorhanden zijn die als meetpunt gebruikt kunnen worden. In die gevallen moeten de uitkomsten geïnterpreteerd worden van de omgeving direct rond de Natura 2000-gebieden. Het is zeer waarschijnlijk dat veranderingen direct rond Natura 2000-gebieden de veranderingen binnen Natura 2000-gebieden reflecteren.

2.5.7 Vergelijking met andere provincies

Om de resultaten uit Gelderland in breder perspectief te plaatsen zijn de veranderingen in de NIW en AIW vergeleken met de veranderingen in andere provincies op de zandgronden waar het meetnet wordt uitgevoerd. Hiervoor zijn de gegevens van de NIW en AIW uit andere provincies overgenomen voor Friesland (van der Kolk et al., 2020), Overijssel (van Herk, 2021), Drenthe (van Herk, 2017), Utrecht (van Herk, 2019b) en Zeeland (van Herk, 2019c).



Figuur 2.6 Ligging van Natura 2000-gebieden in Gelderland. Zwarte punten geven de locaties van meetpunten uit het korstmossenmeetnet aan.



Figuur 2.7 Ligging van de stikstofgevoelige habitattypen en leefgebiedtypen in Natura 2000-gebieden in de provincie Gelderland. Zwarte punten geven de locaties van meetpunten uit het korstmossenmeetnet aan.

3 Resultaten en discussie

3.1 Soortenrijkdom korstmossen

3.1.1 Soortensamenstelling

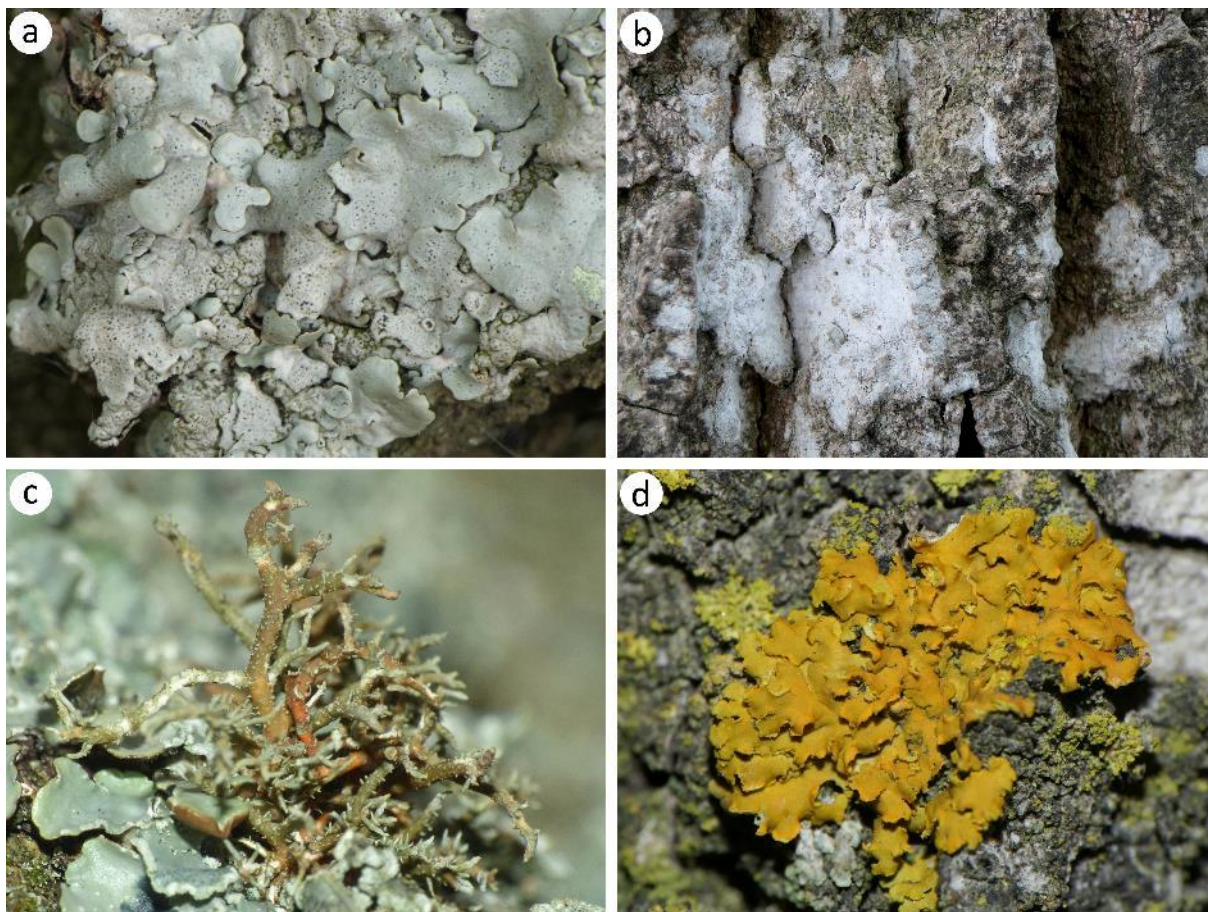
De begroeiing van korstmossen op bomen is sinds de laatste meetronde in 2002-2003 sterk veranderd. Er zijn in de meetronde 2021-2022 in de 966 onderzochte meetpunten in totaal 211 soorten korstmossen aangetroffen (Bijlage C). Acht soorten korstmossen die in meetronde 2002-2003 nog in het meetnet voorkwamen zijn nu verdwenen. Het gaat vooral om enkele acidofyten zoals Dennenschotelkorst (*Lecanora aitema*), Bruin boerenkoolmos (*Tuckermanopsis chlorophylla*) en Gewoon baardmos (*Usnea subfloridana*). Veel acidofyten die nog wel in het meetnet voorkomen zijn ook sterk achteruit gegaan. Voorbeelden zijn Eikenmos (*Evernia prunastri*), Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*), Eikenschotelkorst (*Lecanora pulicaris*) en Groot boerenkoolmos (*Platismatia glauca*). Laatstgenoemde soort kwam in de meetronde 2002-2003 nog op 31 meetpunten voor, maar werd nu op slechts één meetpunt teruggevonden. Buiten het meetnet komt de soort nog wel op een aantal plekken op de Veluwe voor, maar als de huidige trend voortzet zal de soort waarschijnlijk helemaal uit Gelderland verdwijnen.

In tegenstelling tot de acidofyten zijn de meeste andere groepen korstmossen toegenomen. De sterkste stijgers zijn Verzonken schriftmos (*Pseudoschismatomma rufescens*; van 0.1% naar 70% van de meetpunten), Dun schaduwmos (*Hyperphyscia adglutinata*; van 12.5% naar 76.7%) en Vals dooiermos (*Candelaria concolor*; van 26.2% naar 75.6%). Alle drie de soorten hebben geprofiteerd van de klimaatopwarming, en zijn nu aspectbepalend op veel meetpunten.

Ten opzichte van de meetronde 2002-2003 zijn er 45 soorten korstmossen nieuw gevonden. Hieronder zijn enkele soorten die met rode algen (*Trentepohlia*) samenleven en door klimaatverandering sterk toenemen (Aptroot & van Herk, 2007), zoals Rivierschriftmos (*Alyxoria culmigena*) en Kort schriftmos (*Alyxoria varia*). Er werden ook een aantal soorten nieuw gevonden die landelijk gezien (tenminste tot voor kort) zeer zeldzaam zijn (Figuur 3.1): Wimpermoss (*Anaptychia ciliaris*, RL: bedreigd), Bleke knoopjeskorst (*Bacidia arceutina*, RL: bedreigd), Grof schorssteeltje (*Chaenotheca phaeocephala*), Groengeel mosoogje (*Micarea xanthonica*), Zittend pruikspijkertje (*Microcalicium disseminatum*), Moerasschildmos (*Parmelia submontana*), Eikenschildmos (*Parmelina quercina*, RL: gevoelig), Lobjesvingermoss (*Physcia tribacia*, RL: gevoelig), Gelobd stippelschildmos (*Punctelia reddenda*), Witkring (*Sporodophoron cretaceum*, RL: gevoelig), Rood baardmos (*Usnea rubicunda*, RL: verdwenen) en Dragonderdooiermos (*Xanthomendoza huculica*). Vrijwel al deze soorten zijn aangetroffen op al bestaande meetpunten en hebben zich dus na 2002 nieuw gevestigd. Gelobd stippelschildmos, Witkring en Rood baardmos zijn uitgesproken Atlantische soorten, en hebben duidelijk geprofiteerd van het meer gematigde klimaat (o.a. afwezigheid van zeer strenge winters in deze eeuw).

De veranderingen in soortensamenstellingen zijn vergelijkbaar met de veranderingen die al plaatsvonden tussen 1990 en 2002. Ook in die periode namen acidofyten af en warmteminnende zuidelijke soorten toe (van Herk, 2004). Die veranderingen hebben in de afgelopen twee decennia dus onverminderd doorgezet.

Veertig van de aangetroffen soorten staan op de Rode Lijst korstmossen (Aptroot et al., 2012; Bijlage C). In de meetronde 2002-2003 werden er 30 Rode Lijst soorten aangetroffen.



Figuur 3.1 Selectie van enkele bijzondere soorten die in 2021-2022 nieuw in het meetnet werden aangetroffen. a: Eikenschildmos (*Parmelina quercina*), b: Witkring (*Sporodophoron cretaceum*), c: Rood baardmos (*Usnea rubicunda*), d: Dragonderdooiermos (*Xanthomendoza huculica*).

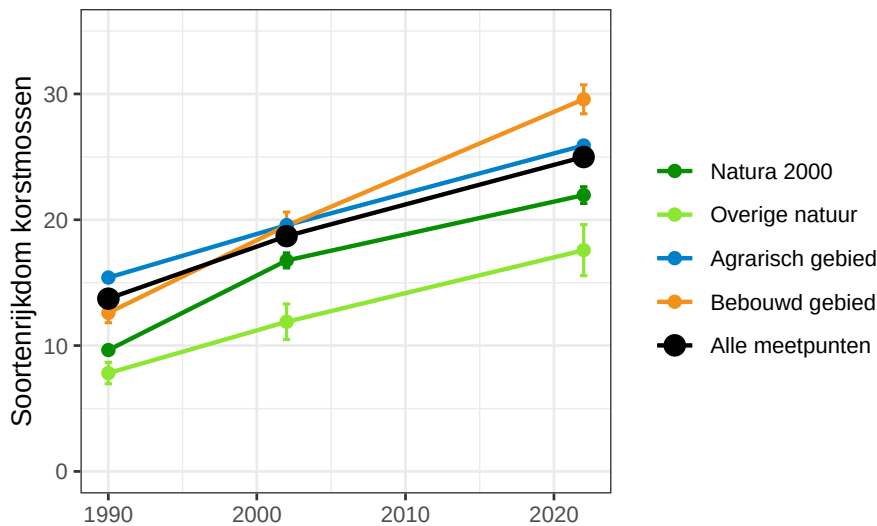
3.1.2 Soortenrijkdom korstmossen per meetpunt

De gemiddelde soortenrijkdom per meetpunt is sinds 1990 sterk toegenomen, gemiddeld van 13,3 soorten per meetpunt in 1989-1990, naar 18,7 soorten korstmossen per meetpunt in 2002-2003 tot 25,0 soorten per meetpunt in 2021-2022. De soortenrijkdom op een meetpunt wordt beïnvloed door verschillende factoren, waaronder mate van SO₂ vervuiling, mate van NH₃ vervuiling, microklimaat (belichting en beschutting) en klimaat. De toename in soortenrijkdom kwam voor 1990 waarschijnlijk vooral door een vermindering in de SO₂ vervuiling (van Dobben, 1991), maar kan daarna vooral worden toegeschreven aan de toename van zuidelijke en Atlantische soorten korstmossen door klimaatverandering (van Herk, 2004).

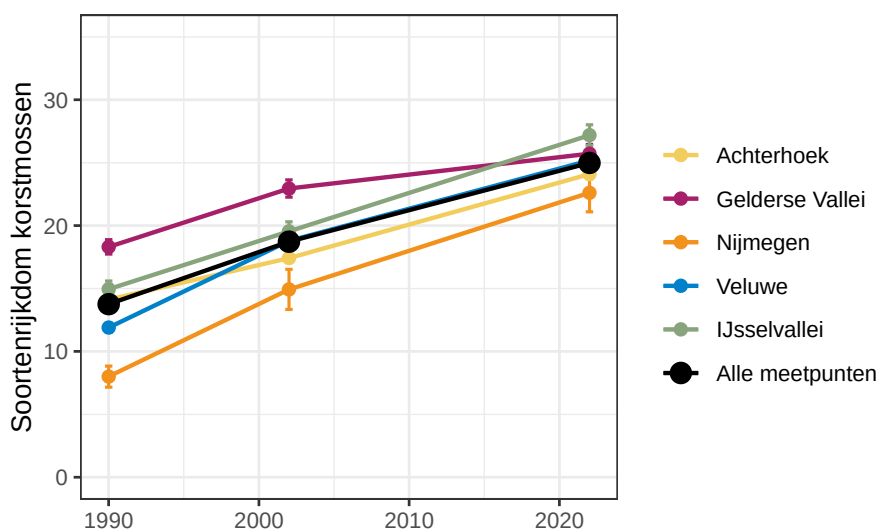
De soortenrijkdom neemt toe in alle **gebiedstypen**: in Natura 2000-gebieden, in overige natuurgebieden, in agrarische gebieden en in de bebouwde kom (Figuur 3.2). De toename is het grootst in de bebouwde kom en hier is de soortenrijkdom nu het hoogst. Waarschijnlijk komt dit doordat bomen hier goed belicht zijn, maar tegelijkertijd beschut en daardoor na een regenbui niet meteen droogwaaien. Vooral macrolichenen (struik- en bladvormige korstmossen) gedijen goed in een goed belicht en enigszins vochtig milieu, en zijn in het buitengebied mogelijk minder vertegenwoordigd omdat bomen daar sneller droog waaien. In Natura 2000-gebieden en overige natuurgebieden is de soortenrijkdom korstmossen het laagst omdat veel meetpunten in bossen liggen. Het overgrote deel

van de korstmossen groeit alleen op goed belichte boomstammen en ontbreekt om die reden op meetpunten in bosgebieden.

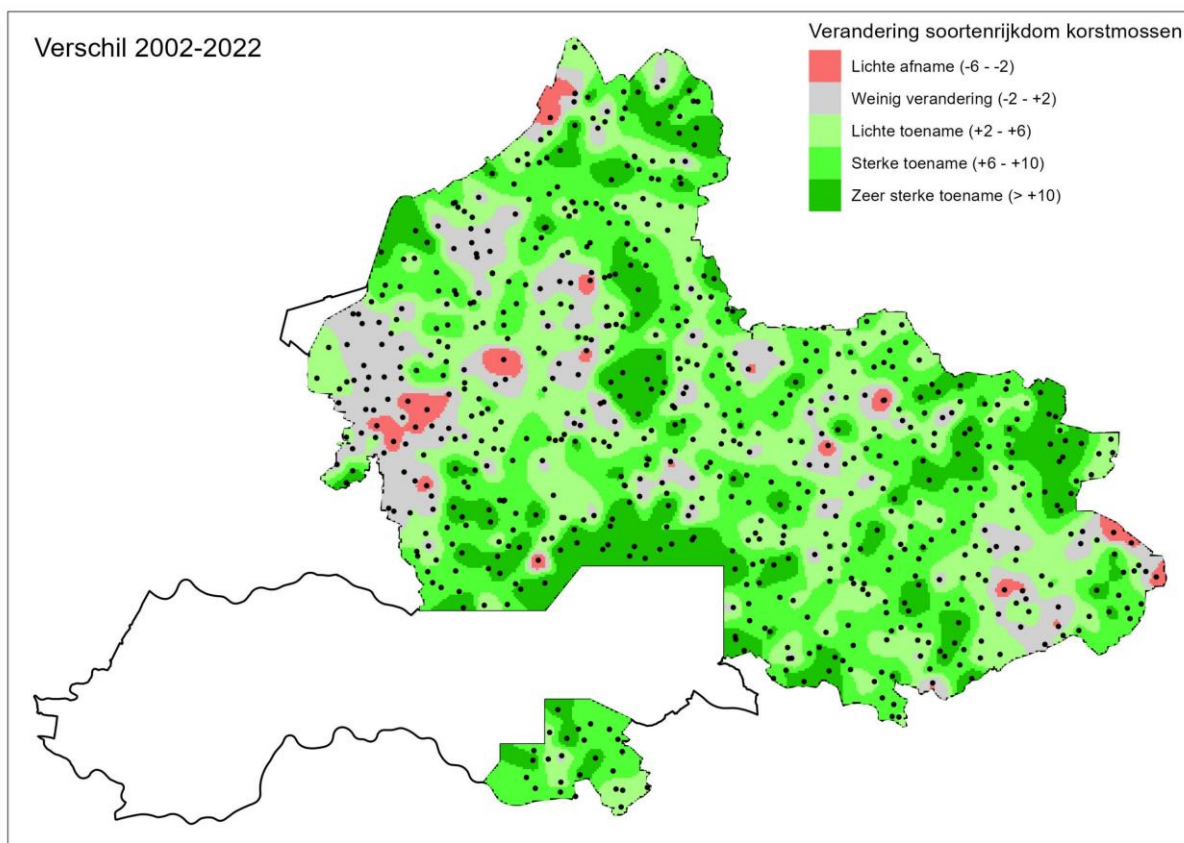
Er is vanaf 1990 een toename in de soortenrijkdom in alle **regio's**, maar de toename is vanaf 2002 minder sterk in de Gelderse Vallei ten opzichte van de andere regio's (Figuur 3.3 en Figuur 3.4). Hier was de soortenrijkdom tijdens de vorige meetrondes duidelijk hoger dan in de andere regio's. De verschillen tussen regio's zijn de afgelopen twee decennia minder groot geworden. De grootste toename in soortenrijkdom heeft plaatsgevonden aan de zuid- en oostrand van de Veluwe (Figuur 3.4). Er zijn hier relatief veel meetpunten in bebouwd gebied en langs bosranden, locaties waar bomen goed belicht zijn maar ook beschermt en niet snel droogwaaien. In deze combinatie lijken korstmossen momenteel het beste te gedijen. De rol van belichting en beschutting op de soortenrijkdom zou in toekomstige meetrondes beter onderzocht kunnen worden door deze omgevingsfactoren als variabelen te kwantificeren.



Figuur 3.2 Gemiddelde soortenrijkdom korstmossen per meetpunt in verschillende gebiedstypen.



Figuur 3.3 Gemiddelde soortenrijkdom korstmossen per meetpunt per regio.



Figuur 3.4 Verandering in het gemiddeld aantal soorten korstmossen per meetpunt tussen 2002-2003 en 2021-2022. Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd.

3.2 Soortenrijkdom mossen

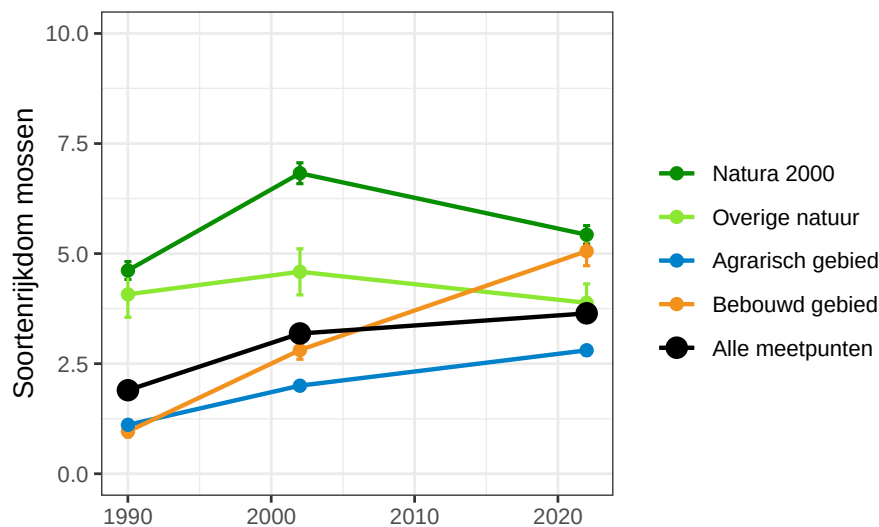
3.2.1 Soortensamenstelling

In totaal zijn er op de bomen in de 966 meetpunten die zijn onderzocht 65 soorten mossen aangetroffen. Drie soorten mossen zijn sinds de meetronde 2002 uit het meetnet verdwenen, waaronder de Rode Lijst soort Heidefranjemos (*Ptilidium ciliare*). Binnen het meetnet komen er nu geen mossen van de Rode Lijst meer voor.

Veertien soorten mossen werden er in de meetronde 2022 nieuw gevonden. Een gedeelte van deze nieuwe soorten is nieuw dankzij de uitbreiding van het meetnet in het rivierenland. Hier zijn vaak populieren en essen onderzocht, die veel rijker met mos zijn begroeid in vergelijking met de zomereiken op de zandgronden.

3.2.2 Soortenrijkdom mossen per meetpunt

Het aantal soorten mossen per meetpunt is sinds 2002 licht toegenomen, gemiddeld van 3,2 soorten mossen per meetpunt in 2002-2003 naar 3,6 soorten per meetpunt nu. Er zijn wel contrasterende verschillen tussen **gebiedstypen**. De soortenrijkdom mossen per meetpunt is afgenomen in natuurgebieden (zowel Natura 2000 als overige natuurgebieden), maar toegenomen in agrarische en bebouwde gebieden (Figuur 3.5). De sterkste toename is in bebouwde gebieden. Deze verschillen vertalen zich ook naar verschillen tussen **regio's**, namelijk een afname van soortenrijkdom van mossen op de Veluwe waar relatief veel meetpunten in natuurgebieden zijn (Figuur 3.6 en Figuur 3.7).

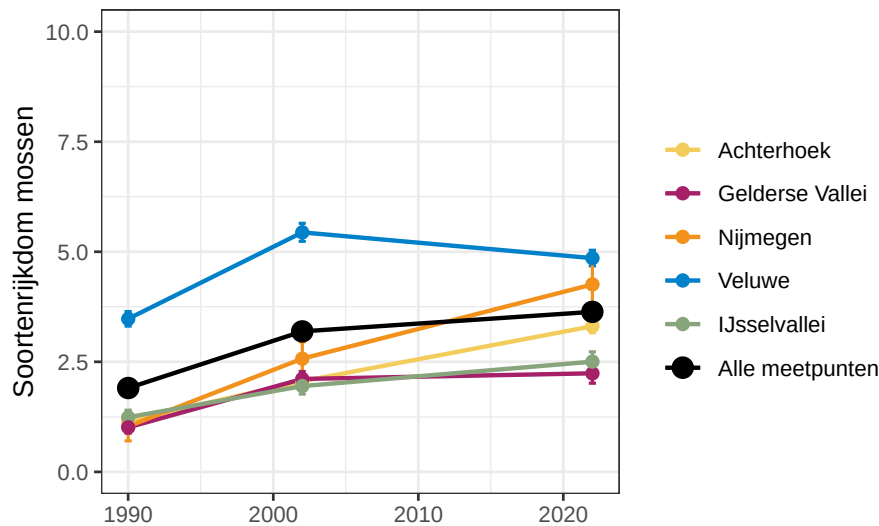


Figuur 3.5 Gemiddelde soortenrijkdom mossen per meetpunt in verschillende gebiedstypen.

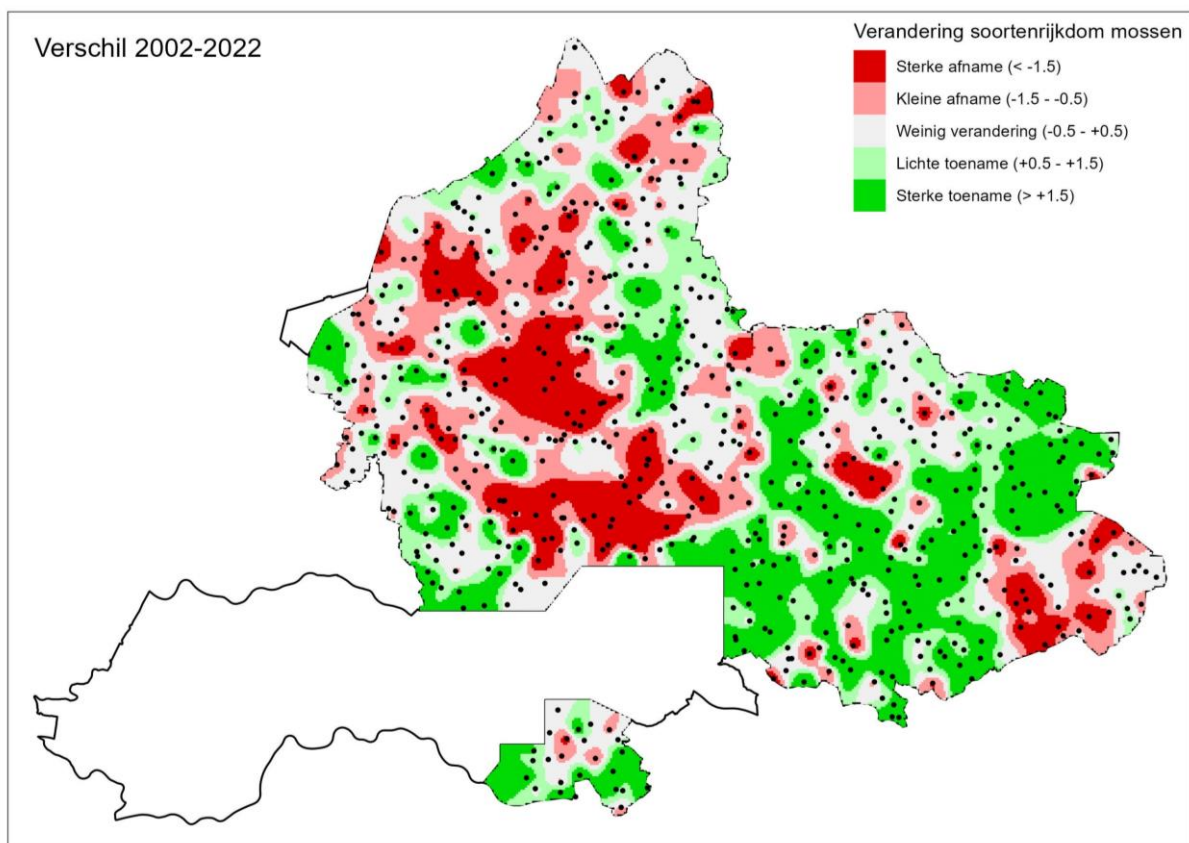
De afname van de soortenrijkdom van mossen in natuurgebieden kan toegeschreven worden aan de afname van concurrentiezwakke topkapselmosses en levermosses op boomvoeten, zoals Gewoon knopjesmos (*Aulacomnium androgynum*), Gewoon gaffeltandmos (*Dicranum scoparium*), Gewoon peermos (*Pohlia nutans*) en Gedrongen kantmos (*Lophocolea heterophylla*). Deze soorten lijken (door droogte of verrijking met nutriënten) te worden verdrongen door toegenomen dominantie van Gesnaveld klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*). In de periode tussen 1990 en 2002 nam de soortenrijkdom aan mossen in natuurgebieden nog toe. In die periode verdwenen er veel ammoniakgevoelige struik- en bladvormige korstmossen uit de bossen, waar naast korstvormige korstmossen ook slaapmossen als Gesnaveld klauwtjesmos voor in de plaats kwamen (van Herk, 2004).

Omdat dit niet meteen gepaard ging met een duidelijke afname van kleinere mossoorten, nam de soortenrijkdom aan mossen per saldo in die periode nog toe. Pas in de laatste twee decennia zijn slaapmosses zo dominant geworden dat de concurrentiezwakke mossoorten sterk afnemen.

In agrarische en stedelijke gebieden zijn Gedraaid knikmos (*Bryum capillare*), Helmroestmos (*Frullania dilatata*), Gewoon muisjesmos (*Grimmia pulvinata*) en haarmutsen (*Orthotrichum spec.*) toegenomen. Dit zijn mossen die karakteristiek zijn voor matig voedselrijk tot voedselrijke schors, en wijzen er ook op dat eikenschors in de loop der tijd voedselrijker is geworden.



Figuur 3.6 Gemiddelde soortenrijkdom mossen per meetpunt per regio.

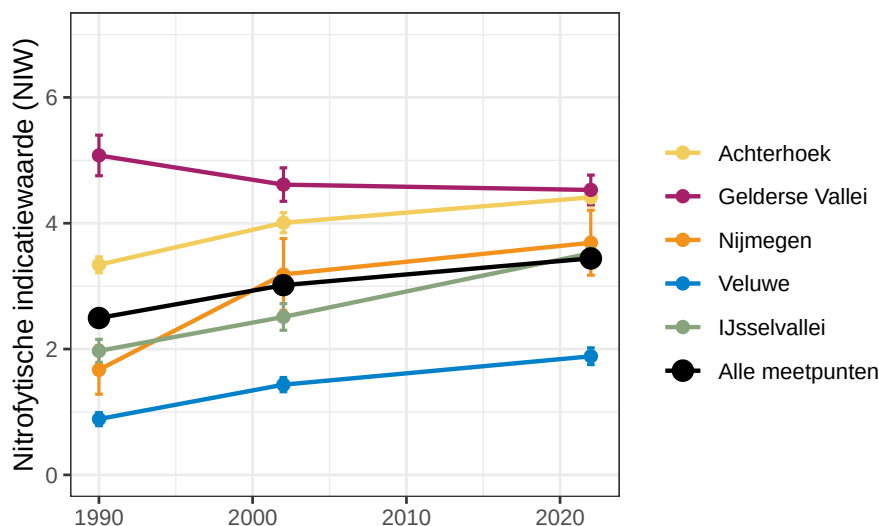


Figuur 3.7 Verandering in het gemiddeld aantal soorten mossen per meetpunt tussen 2002-2003 en 2021-2022. Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd.

3.3 Nitrofyten (NIW)

De indicatiewaarde voor nitrofytische korstmossen, de NIW, is sinds 2002 gemiddeld genomen toegenomen. Dit komt vooral door een toename van Poedergeelkorst (*Candelariella reflexa*), Fijne geelkorst (*Candelariella xanthostigma*), Kapjesvingermos (*Physcia adscendens*) en Groot dooiermos (*Xanthoria parietina*). Tegelijkertijd zijn Heksenvingermos (*Physcia tenella*), Kroezig dooiermos (*Polycauliona candelaria*) en Klein dooiermos (*Polycauliona polycarpa*) afgenomen. Klein dooiermos en Kroezig dooiermos hebben (in vergelijking met andere stikstofminnende soorten) een optimum bij een relatief lage pH, wat kan verklaren waarom ze als eerste verschenen bij de ontzuring van schors die optrad als gevolg van NH_3 vervuiling en nu weer afnemen. Soorten als Fijne geelkorst hebben daarentegen juist een optimum bij geheel ontzuurde schors.

De tegengestelde trends van nitrofytische korstmossen lijken vreemd, maar kunnen worden verklaard doordat veel soorten behalve op ammoniak ook reageren op klimaatverandering. Temperatuurstijging en verdroging zorgen bijvoorbeeld voor een toename van Kapjesvingermos, die goed in droge warme omstandigheden kan overleven, en een afname van Heksenvingermos, die vochtigere omstandigheden prefereert. De vraag is wel gerechtvaardigd of klimaatverandering geen verstorend effect heeft op de indicatiewaarde van de NIW, maar er zijn geen aanwijzingen dat dit feitelijk het geval is (van Herk, 2021). Temperatuur en stikstof zijn twee factoren die onafhankelijk invloed hebben op de soortensamenstelling. In een kouder of warmer milieu nemen er andere soorten toe wanneer er verontreiniging is met ammoniak. De NIW die in 1989 is ontworpen is in dat opzicht goed in balans (van Herk, 1999), omdat de cumulatieve hoeveelheid ammoniakminnaars doorslaggevend is, met een gebalanceerd aantal soorten dat een koud of warm milieu prefereert. Om die reden zijn soorten als Vals dooiermos (*Candelaria concolor*) en Dun schaduwmos (*Hyperphyscia adglutinata*), die ammoniakminnend zijn maar ook warmteminnend, niet opgenomen in de NIW.



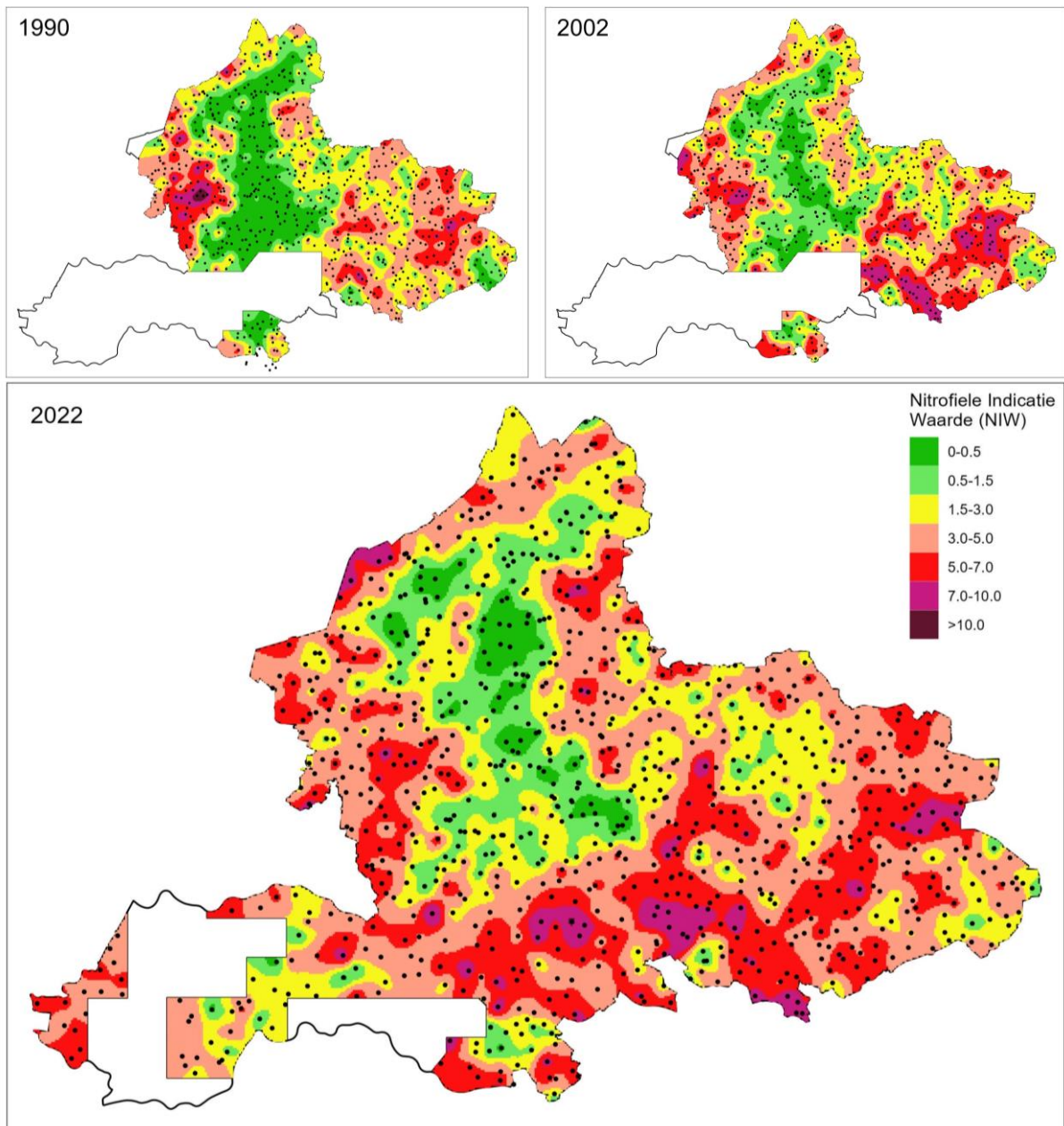
Figuur 3.8 De indicatiewaarde voor stikstofminnende korstmossen (NIW) per regio. Een hogere waarde duidt op meer invloed van ammoniak.

3.3.1 Ruimtelijke veranderingen

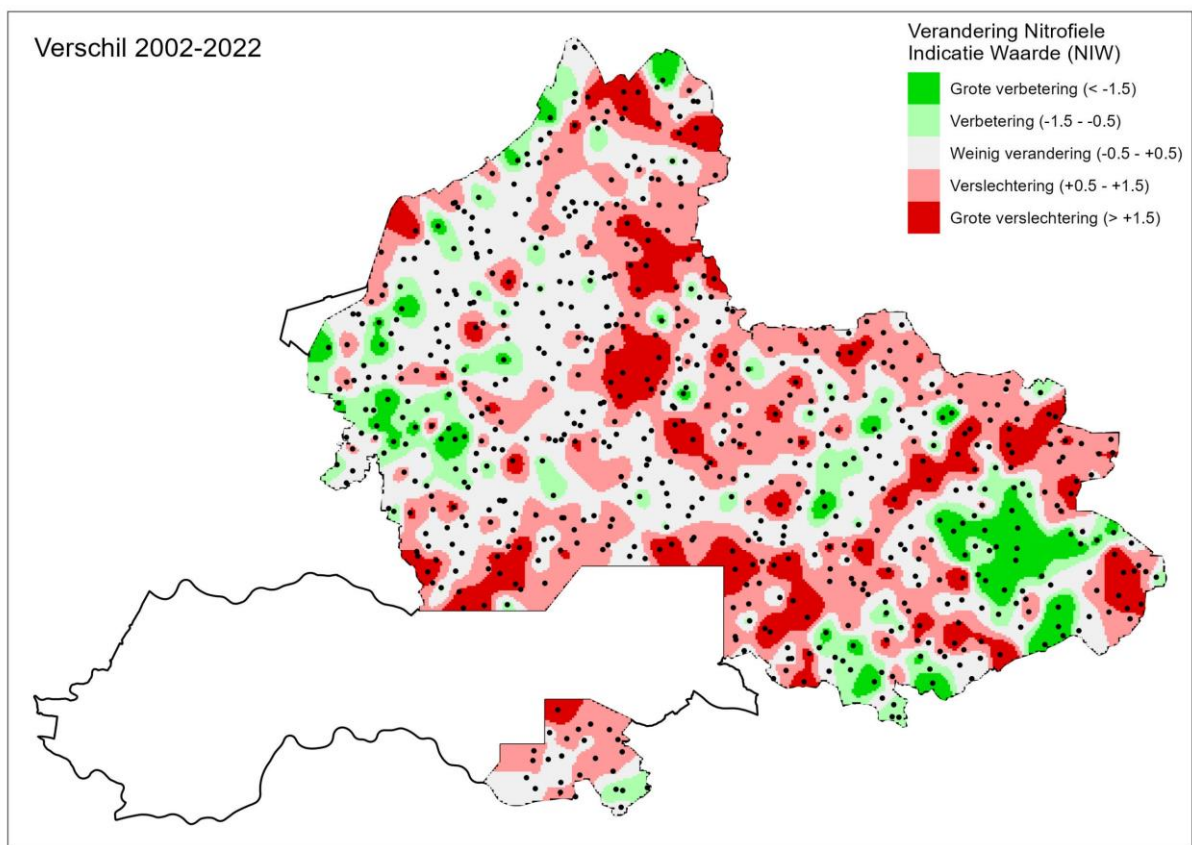
De toename van stikstofminnende korstmossen is vastgesteld in alle regio's, met uitzondering van de Gelderse Vallei waar de NIW licht is afgenomen (Figuur 3.8). De Gelderse Vallei behoort samen met de Achterhoek nog wel steeds tot de gebieden met de hoogste NIW. Lokaal is de NIW hoog in grote delen van de Achterhoek en in het rivierengebied tussen Arnhem en Nijmegen (Figuur 3.9). De NIW is relatief

laag op de Veluwe, maar ook hier neemt de NIW toe (vooral in vergelijking met 1990, Figuur 3.9), wat er op duidt dat de invloed van ammoniak op korstmossen hier toeneemt. De NIW is ook nog relatief laag rond Tiel (een gebied met veel boomgaarden) en in de Achterhoek rond Vorden en Lochem (een gebied met veel landgoederen).

Op lokaal niveau is de NIW sinds 2002 opvallend toegenomen rond Wageningen, in delen van de IJsselvallei en in de Achterhoek rond Didam en rond Neede (Figuur 3.10). De NIW is sinds 2002 lokaal afgenomen in de Gelderse Vallei in de omgeving van Barneveld en in de Achterhoek in de gemeente Oost Gelre (Figuur 3.10). Deze gebieden behoorden in 2002 tot de gebieden waar de NIW het hoogst was (Figuur 3.9). Al met al zijn de effecten van ammoniak in de provincie gelijkmatiger geworden: De situatie is verbeterd in gebieden waar vroeger grote effecten zichtbaar waren van ammoniak, maar verslechterd in gebieden waar de effecten vroeger klein waren.



Figuur 3.9 De indicatiewaarde voor stikstofminnende korstmossen (NIW) in meetronde 1989-1990 (linksboven), meetronde 2002-2003 (rechtsboven) en meetronde 2021-2022 (onder). Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd. Een hogere waarde duidt op meer invloed van ammoniak.



Figuur 3.10 Verandering in de indicatiewaarde voor stikstofminnende korstmossen (NIW) tussen 2002-2003 en 2021-2022. Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd.

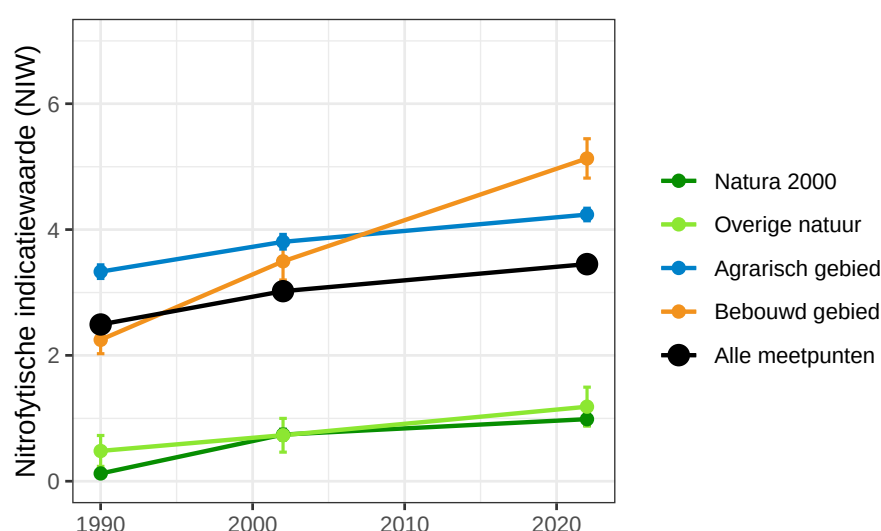


Figuur 3.11 Stikstofminnende korstmossen, vaak gele en grijze soorten zoals op deze boom, die wijzen op verontreiniging met ammoniak zijn in Gelderland sinds 2002 gemiddeld genomen toegenomen.

3.3.2 Veranderingen in natuurgebieden

De toename van de indicatiewaarde voor stikstofminnende korstmossen (NIW) is zichtbaar in alle **gebiedstypen**, ook in Natura 2000-gebieden en overige natuurgebieden (Figuur 3.12). De NIW wordt in natuurgebieden gedrukt doordat veel meetpunten in bosgebieden liggen. Veel stikstofminnende korstmossen gedijen alleen in goed belichte omstandigheden en komen zelfs in een omgeving met hoge ammoniakdepositie niet voor op bosbomen. Veel soorten korstmossen die meetellen in de indicatiewaarde voor stikstofgevoelige korstmossen (AIW) zijn wel tolerant voor schaduw, en de AIW is daarom een goede aanvullende indicatiewaarde om de situatie in natuurgebieden te beoordelen (zie 3.4).

De sterkste stijging van de NIW heeft plaatsgevonden in bebouwde gebieden. Er is nog geen eenduidige verklaring voor de toename van stikstofminnende korstmossen in stedelijke gebieden. Een hypothese is dat de toename samenhangt met stikstofuitstoot uit het verkeer (van Herk, 2021c). Een andere verklaring zou de hogere concentraties (basenrijk) fijnstof in bebouwd gebied kunnen zijn.



Figuur 3.12 Veranderingen in de NIW per gebiedstype.

3.3.3 Relaties met omgevingsvariabelen

In een mixed effects model analyse is de NIW in open gebieden significant negatief gecorreleerd met de afstand van het meetpunt tot de dichtstbijzijnde veehouderij (Tabel 3.1). De effecten zijn zichtbaar tot 2 km afstand van veehouderijen, waarnaar er een afvlakking is op een NIW waarde van 2, wat er op duidt dat er overal een hoge achtergrondbelasting is met ammoniak (Figuur 3.13). De NIW in bossen is significant negatief gecorreleerd met de afstand tot het dichtstbijzijnde agrarische grasland. De afstand tot veehouderij, afstand tot akker en afstand tot agrarisch grasland zijn sterk aan elkaar gecorreleerd, en daarom is het onwenselijk om alle drie de variabelen aan één model toe te voegen. Wanneer naast de boomomtrek alleen de afstand tot veehouderij als variabele wordt toegevoegd aan het model (en afstand tot akker en afstand tot agrarische grasland niet worden toegevoegd) is er ook een significante correlatie tussen de afstand tot veehouderij en de NIW in bebouwd gebied (Tabel 3.2, Figuur 3.13). Er is geen correlatie tussen de NIW van meetpunten in het bos en afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij. Hoewel ook in bosgebieden een correlatie tussen de NIW en afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij te verwachten is, is het niet geheel onverwachts dat deze niet kan worden aangetoond. Er liggen maar weinig meetpunten in bossen vlak naast veehouderijen (waar het grootste effect te verwachten is). Daarnaast kunnen er in bossen minder stikstofminnende

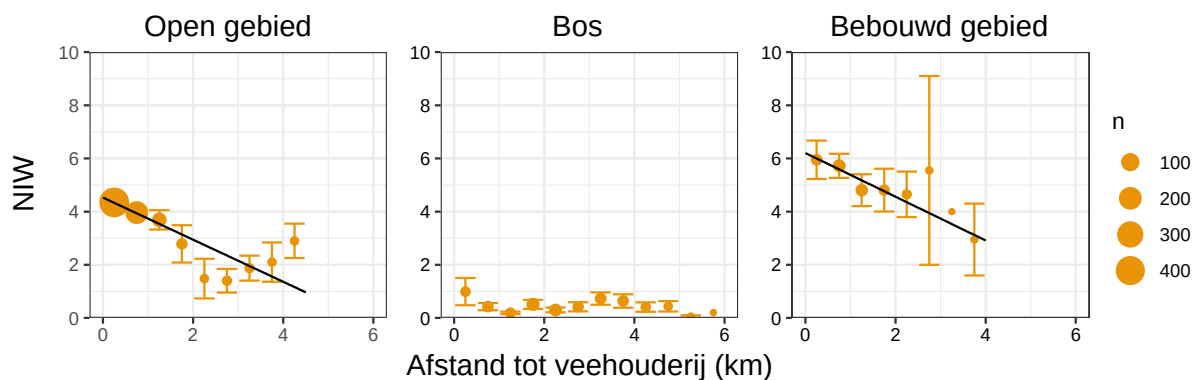
korstmossen groeien omdat veel stikstofminnende soorten alleen gedijen in goed belichte omstandigheden. In bosgebieden vormt de AIW (zie 3.4) daarom een betere graadmeter voor de invloeden van ammoniak dan de NIW.

Tabel 3.1 Uitkomsten van een mixed effects model analyse waarbij de NIW verklaard wordt met de boomomtrek, afstand tot veehouderij, afstand tot akker en afstand tot agrarisch grasland. Significante effecten zijn vetgedrukt.

	Open gebied			Bos			Bebouwd gebied		
	Est.	SE	P	Est.	SE	P	Est.	SE	P
(Intercept)	5.21	0.32		0.73	0.27		10.21	1.07	
Omtrek (dm)	-0.03	0.01	0.022	-0.01	0.01	0.385	-0.18	0.04	0.000
Afstand tot veehouderij (km)	-0.62	0.17	0.000	0.01	0.07	0.897	-0.37	0.45	0.410
Afstand tot akker (km)	-0.37	0.28	0.184	0.15	0.10	0.129	0.05	0.58	0.929
Afstand tot agrarisch grasland (km)	-0.12	0.58	0.834	-0.31	0.14	0.025	-1.17	0.84	0.166

Tabel 3.2 Uitkomsten van een mixed effects model analyse waarbij de NIW verklaard wordt met de boomomtrek en afstand tot veehouderij. Significante effecten zijn vetgedrukt.

	Open gebied			Bos			Bebouwd gebied		
	Est.	SE	P	Est.	SE	P	Est.	SE	P
(Intercept)	5.23	0.32		0.73	0.27		10.48	1.06	
Omtrek (dm)	-0.03	0.01	0.02	-0.01	0.01	0.37	-0.19	0.04	0.00
Afstand tot veehouderij (km)	-0.79	0.13	0.00	-0.01	0.05	0.92	-0.82	0.33	0.02



Figuur 3.13 Correlatie tussen de afstand tot veehouderij en de NIW.

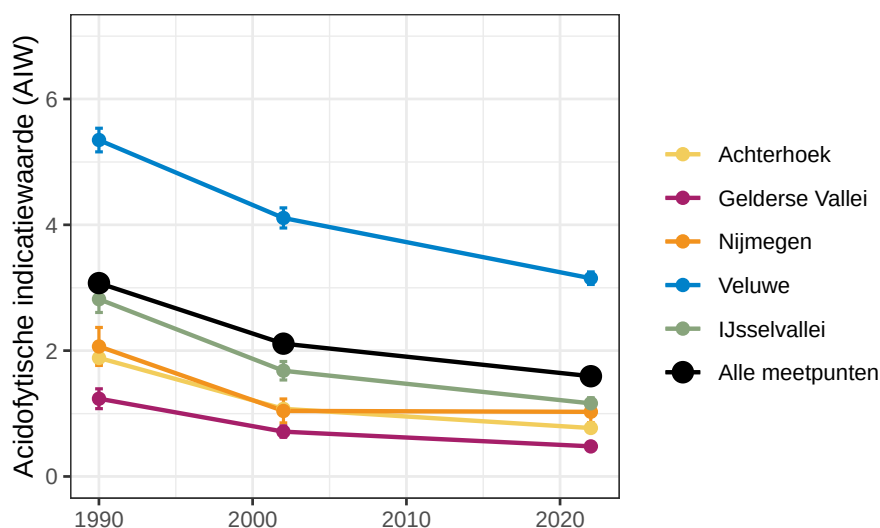
3.4 Acidofyten (AIW)

3.4.1 Ruimtelijke veranderingen

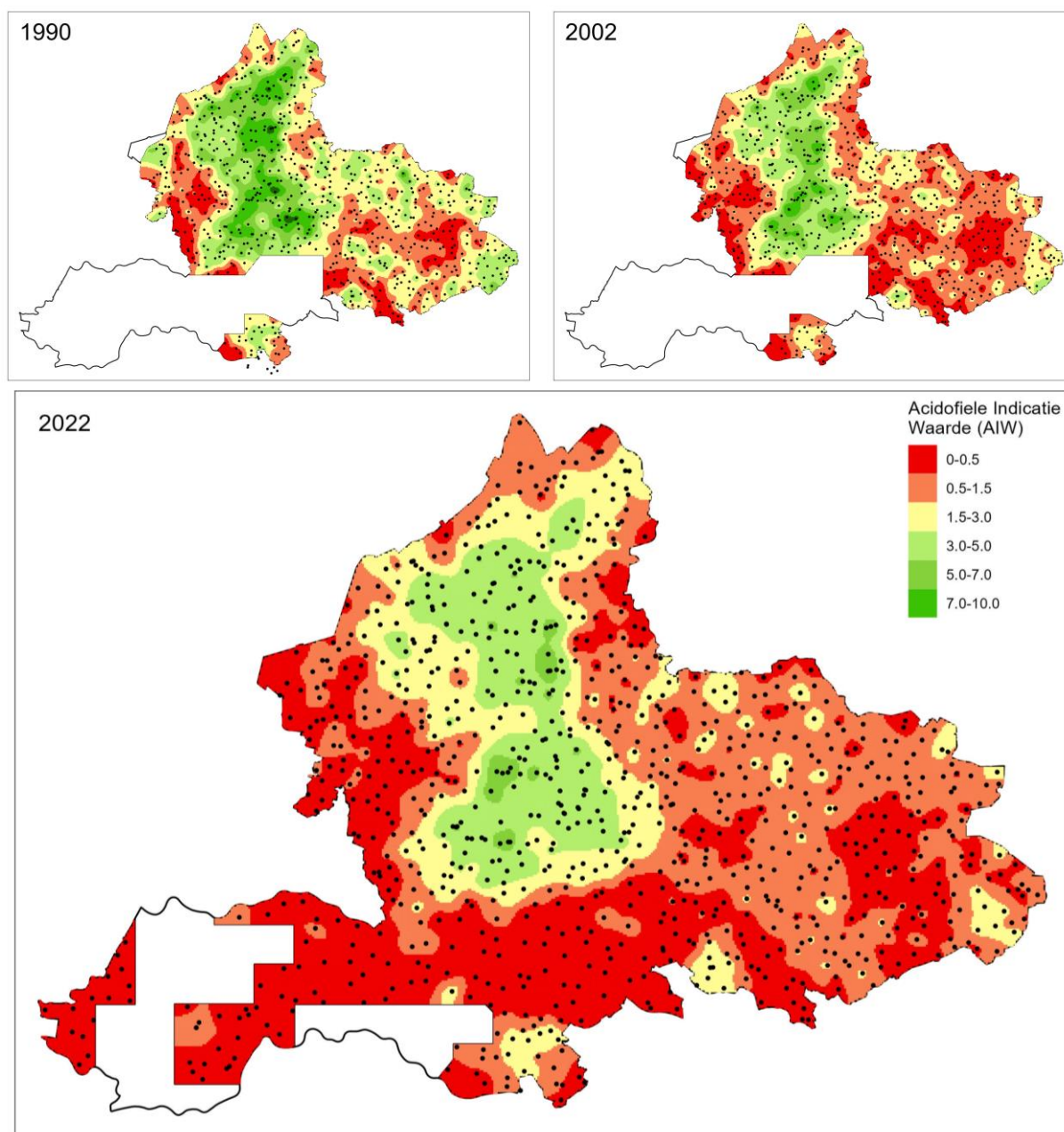
De indicatiewaarde voor stikstofgevoelige korstmossen (AIW) is gemiddeld genomen, na een daling tussen 1990 en 2002, sinds 2002 verder omlaag gegaan (Figuren 3.14-3.16). De meeste acidofyten gaan achteruit (Bijlage C), en er is vooral een grote afname geweest van Eikenmos (*Evernia prunastri*) en Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*), soorten die vroeger algemeen in Gelderland voorkwamen. In alle regio's zijn stikstofgevoelige korstmossen afgenomen, behalve in regio Nijmegen waar de AIW op een laag niveau stabiliseert (gemiddelde AIW van 1.0, Figuur 3.14).

Er komen momenteel alleen nog noemenswaardige hoeveelheden stikstofgevoelige korstmossen voor op de Veluwe (Figuur 3.15), maar ook daar zijn de hoeveelheden sterk afgenomen, vooral in vergelijking met 1990 (Figuur 3.15). Er is nergens in Gelderland sprake van een structurele toename van stikstofgevoelige korstmossen, slechts op een paar geïsoleerde meetpunten is de AIW sinds 2002 licht toegenomen (Figuur 3.16). Daar tegenover staat dat de AIW sinds 2003 sterk is afgenomen op de Veluwe. In grote delen van de Gelderse Vallei en de Achterhoek was de AIW in 2003 al zo laag, dat een verdere achteruitgang niet meer mogelijk is (Figuur 3.15). De algehele afname in de AIW toont aan dat het milieu tussen 2002 en 2022 minder geschikt is geworden voor stikstofgevoelige soorten korstmossen.

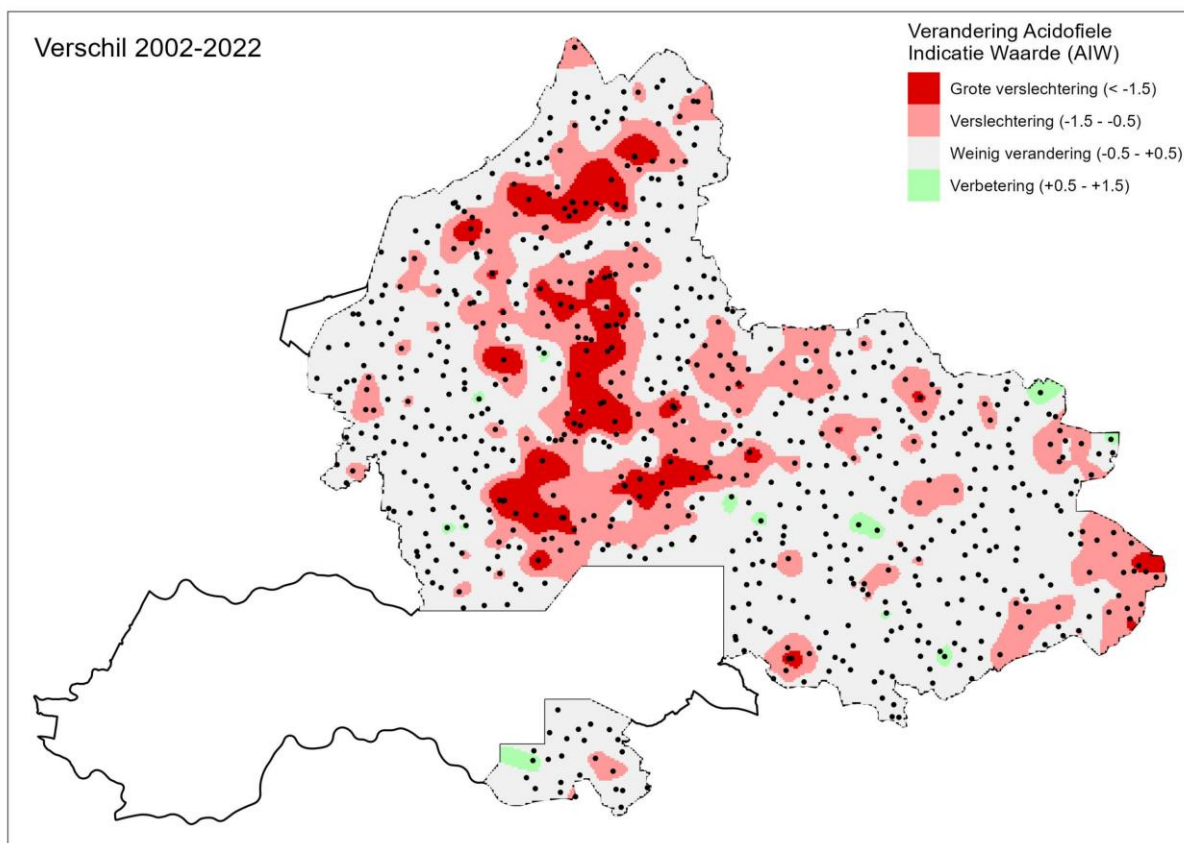
De achteruitgang van stikstofgevoelige korstmossen wordt veroorzaakt door de inwerking van ammoniak (dat basisch is) op de van nature zure schors van eiken. Waarnemingen uit andere provincies suggereren dat zelfs wanneer ammoniakbelasting daalt, stikstofgevoelige soorten korstmossen niet toenemen, wat er op duidt dat ammoniak de zuurgraad van de schors voor een langdurige periode aantast. De aantasting van de pH van boomschors door ammoniak werkt waarschijnlijk dan ook cumulatief, en eenmaal aangetaste schors wordt zelfs in een schoon milieu niet zomaar weer zuur (van Herk, 2019a). Dit betekent dat de AIW indicatiewaarde bij een lager wordende ammoniakbelasting een naijleffect laat zien en dat de AIW pas na langere tijd weer toeneemt bij een lagere ammoniakvervuiling in de lucht, namelijk als er nieuwe schors in een schoon milieu wordt aangemaakt. Dit langdurige effect van ammoniakvervuiling op de boomschors is in de bredere context een probleem omdat de verschillen in zuurgraad tussen boomsoorten hiermee nivelleren, en de typerende korstmossoorten van bomen met zure schors verdwijnen.



Figuur 3.14 AIW per regio.



Figuur 3.15 AIW in meetronde 1989-1990 (linksboven), meetronde 2002-2003 (rechtsboven) en meetronde 2021-2022 (onder). Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd.



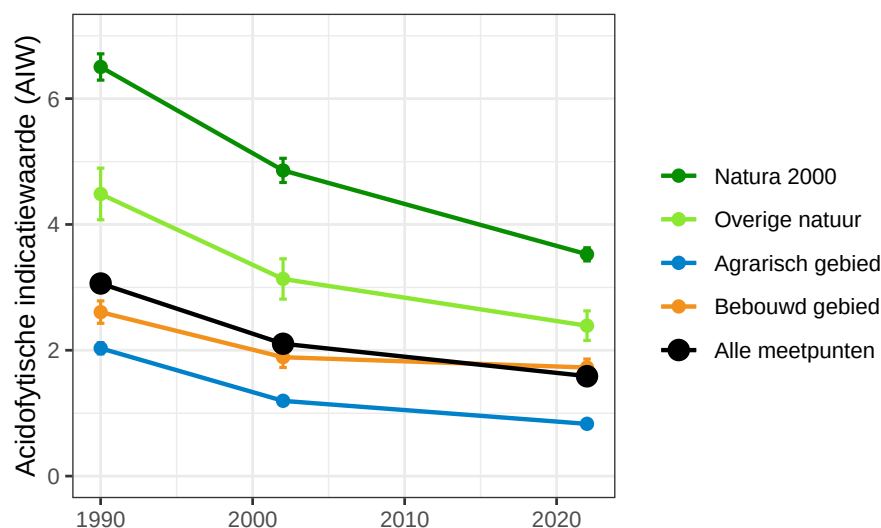
Figuur 3.16 Verandering in de AIW tussen 2002-2003 en 2021-2022. Zwarte stippen geven de locaties van meetpunten aan waarop interpolatie is gebaseerd.



Figuur 3.17 Laanbomen die weelderig begroeid zijn met eikenmos (*Evernia prunastri*) worden in Gelderland steeds zeldzamer.

3.4.2 Veranderingen in natuurgebieden

In alle **gebiedstypen** is de indicatiewaarde voor stikstofgevoelige korstmossen (AIW) afgenomen sinds 2002 (Figuur 3.18). Er is een sterke afname van stikstofgevoelige korstmossen in Natura 2000-gebieden en overige natuurgebieden. Dit toont aan dat de effecten van ammoniak op korstmossen niet beperkt zijn tot bebouwde en agrarische gebieden, maar dat ammoniak ook de korstmossen in natuurgebieden beïnvloedt.



Figuur 3.18 Veranderingen in de AIW per gebiedstype.

3.4.3 Relaties met omgevingsvariabelen

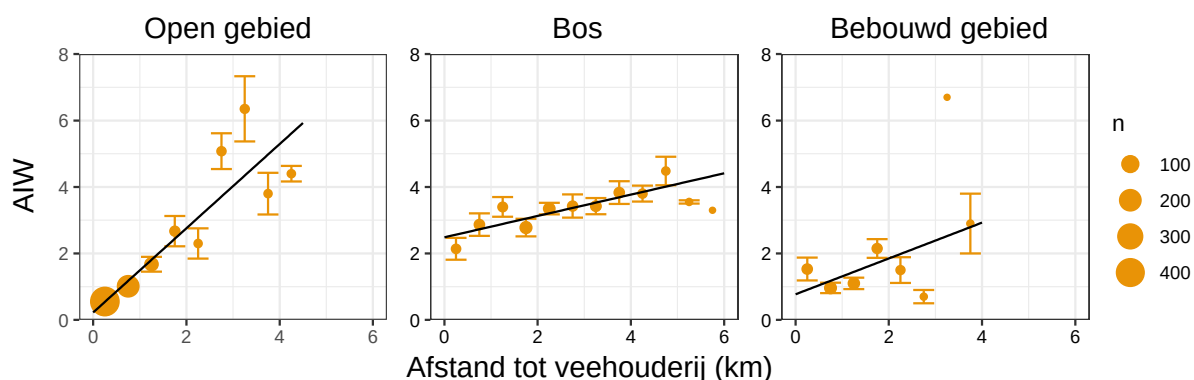
In open gebieden is er een significante positieve correlatie tussen de AIW en de afstand tot veehouderij, afstand tot akker en afstand tot agrarisch grasland (Tabel 3.3). Dat betekent dat er meer stikstofgevoelige korstmossen op meetpunten groeien wanneer de afstand tot veehouderijen, akkers en agrarisch graslanden groter is. De afstand tot agrarisch grasland en afstand tot veehouderij hebben hierbij meer effect dan de afstand tot akker. In bosgebieden is er een significante positieve correlatie met afstand tot akker. In bebouwde gebieden is er een significante positieve correlatie met afstand tot veehouderij en een negatieve correlatie met de afstand tot akker. De afstand tot veehouderij, afstand tot akker en afstand tot agrarisch grasland zijn sterk aan elkaar gecorreleerd, en daarom is het onwenselijk om alle drie de variabelen aan één model toe te voegen. De onverwachtse negatieve correlatie tussen de AIW en afstand tot akker in bebouwde gebieden wordt hierdoor veroorzaakt. In een model voor de bebouwde kom waarin behalve boomomtrek alleen afstand tot akker wordt toegevoegd blijkt dit niet meer significant (Est. = 0.11, SE = 0.18, P = 0.55). Wanneer naast boomomtrek alleen de afstand tot veehouderij als variabele worden toegevoegd aan het model (en afstand tot akker en afstand tot agrarische grasland niet worden toegevoegd) is er een significante positieve correlatie tussen de afstand tot veehouderij en de AIW in open gebied, bossen en bebouwd gebied (Tabel 3.4, Figuur 3.19). Het effect van veehouderijen op de AIW is tot tenminste 3 km zichtbaar (Figuur 3.19). Het is niet goed mogelijk om te bepalen of er op die afstand sprake is van afvlakking, omdat er maar weinig open gebieden zijn in Gelderland die op grotere afstand van een veehouderij liggen (er zijn geen meetpunten in open gebied waarbij de dichtstbijzijnde veehouderij op meer dan 4,5 km afstand ligt).

Tabel 3.3 Uitkomsten van een mixed effects model analyse waarbij de AIW verklaard wordt met de boomomtrek, afstand tot veehouderij, afstand tot akker en afstand tot agrarisch grasland. Significante effecten zijn vetgedrukt.

	Open gebied			Bos			Bebouwd gebied		
	Est.	SE	P	Est.	SE	P	Est.	SE	P
(Intercept)	-0.75	0.14		1.80	0.39		-0.40	0.48	
Omtrek (dm)	0.05	0.01	0.000	0.04	0.02	0.085	0.05	0.02	0.004
Afstand tot veehouderij (km)	0.91	0.07	0.000	0.10	0.10	0.353	0.64	0.20	0.002
Afstand tot akker (km)	0.36	0.12	0.003	0.28	0.13	0.036	-0.67	0.26	0.012
Afstand tot agrarisch grasland (km)	1.37	0.25	0.000	0.29	0.19	0.136	0.64	0.38	0.094

Tabel 3.4 Uitkomsten van een mixed effects model analyse waarbij de AIW verklaard wordt met de boomomtrek en afstand tot veehouderij. Significante effecten zijn vetgedrukt.

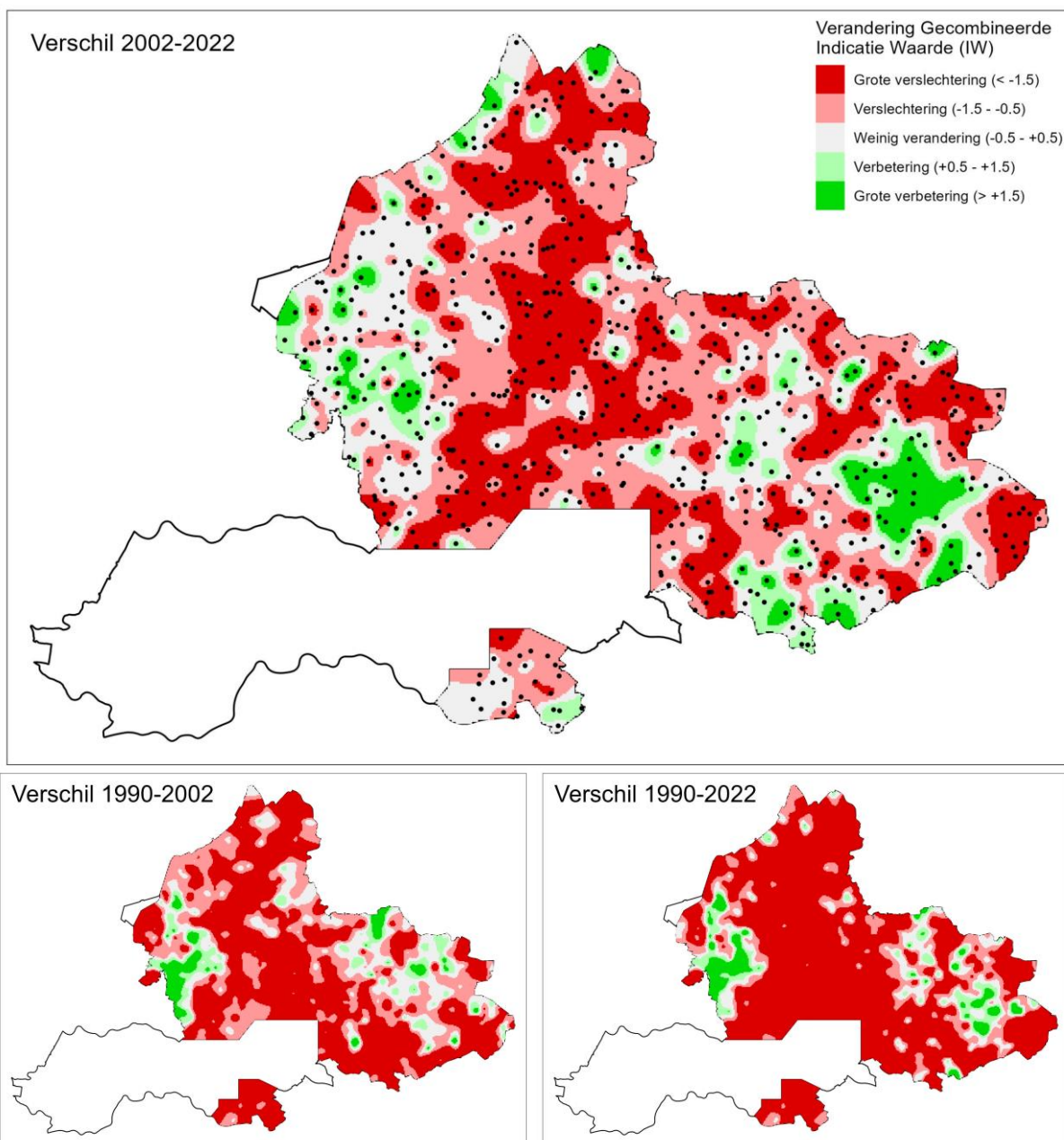
	Open gebied			Bos			Bebouwd gebied		
	Est.	SE	P	Est.	SE	P	Est.	SE	P
(Intercept)	-0.81	0.14		2.12	0.38		-0.44	0.49	
Omtrek (dm)	0.05	0.01	0.00	0.02	0.02	0.31	0.05	0.02	0.01
Afstand tot veehouderij (km)	1.27	0.06	0.00	0.32	0.08	0.00	0.54	0.15	0.00



Figuur 3.19 Correlatie tussen de afstand tot veehouderij en de AIW.

3.5 Veranderingen NIW en AIW samengevat in één kaart

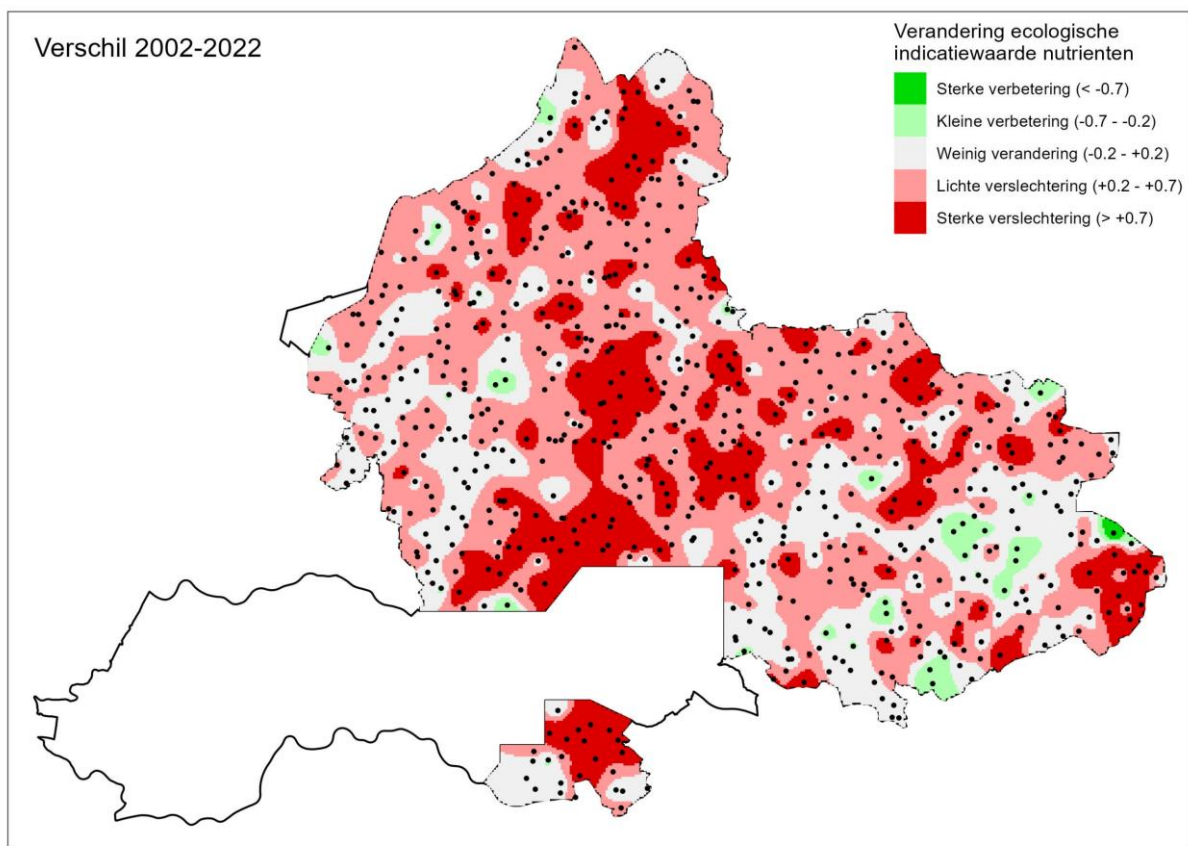
De indicatiewaarde voor stikstofminnende korstmossen (NIW) en de indicatiewaarde voor stikstofgevoelige korstmossen (AIW) zijn complementair aan elkaar. De NIW is vooral goed bruikbaar in open gebieden en minder goed bruikbaar in bosgebieden, omdat veel soorten stikstofminnende korstmossen alleen goed gedijen in goed belichte situaties. De AIW is tegenwoordig juist vooral goed bruikbaar in bosgebieden en minder in open gebieden, omdat in open gebieden de AIW vaak al zo laag is dat geen verdere daling mogelijk is. De gecombineerde veranderingen in de NIW en AIW leveren dus in één kaart een compleet beeld van de veranderingen voor korstmossen die indicatief zijn voor ammoniakvervuiling (Figuur 3.20). Uit deze kaart blijkt dat de effecten van ammoniak op korstmossen tussen 2002 en 2022 in grote delen van Gelderland zijn toegenomen, in het bijzonder op de Veluwe, IJsselvallei en delen van de Achterhoek. De effecten van ammoniak op korstmossen zijn afgenomen in de Gelderse Vallei en gemeente Oost Gelre. De Gelderse Vallei was ook tussen 1990 en 2002 al één van de weinig gebieden waar de gecombineerde veranderingen in de NIW en AIW duiden op een afname van de ammoniakbelasting (Figuur 3.20).



Figuur 3.20 Gecombineerde verandering in de NIW en AIW tussen 2002 en 2022 (boven), tussen 1990 en 2002 (linksonder) en tussen 1990 en 2022 (rechtsonder), berekend als de verandering in de AIW – verandering in NIW.

3.6 Indicatiewaarden voor Nutriëntenrijkdom

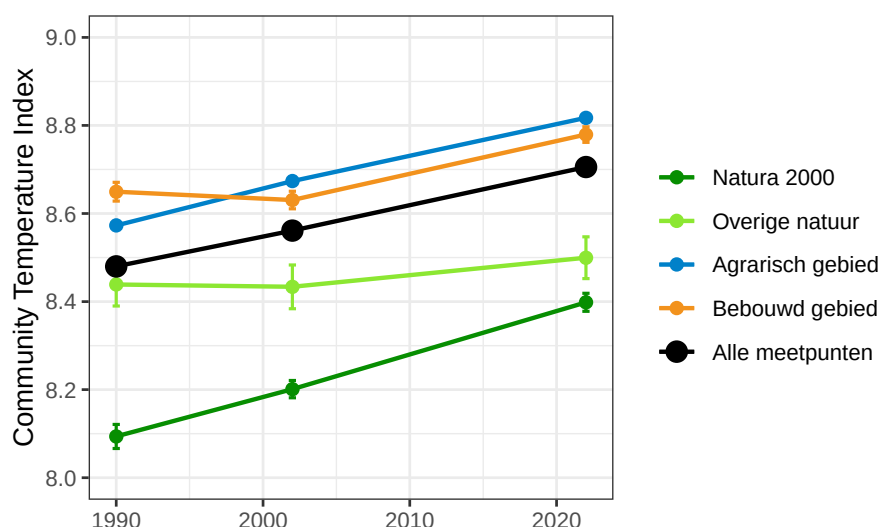
Een andere methode om de effecten van stikstof op korstmossen in kaart te brengen is door gebruik te maken van de gemiddelde ecologische indicatiewaarde voor nutriëntenrijkdom. Bij deze graadmeter tellen alle soorten korstmossen die zijn waargenomen mee, niet alleen de indicatorsoorten die meetellen voor het bepalen van de NIW en AIW. De kaart met veranderingen in de gemiddelde indicatiewaarde (methode volgens Ellenberg) voor nutriëntenrijkdom tussen 2002 en 2022 (Figuur 3.21) levert hetzelfde ruimtelijke patroon op als de kaart met gecombineerde veranderingen in de NIW en AIW (Figuur 3.20). Ook de veranderingen in de indicatiewaarde voor nutriëntenrijkdom wijzen er dus op dat het milieu sinds 2002 in grote delen van Gelderland voedselrijker is geworden en dat de effecten van stikstofvervuiling zijn toegenomen.



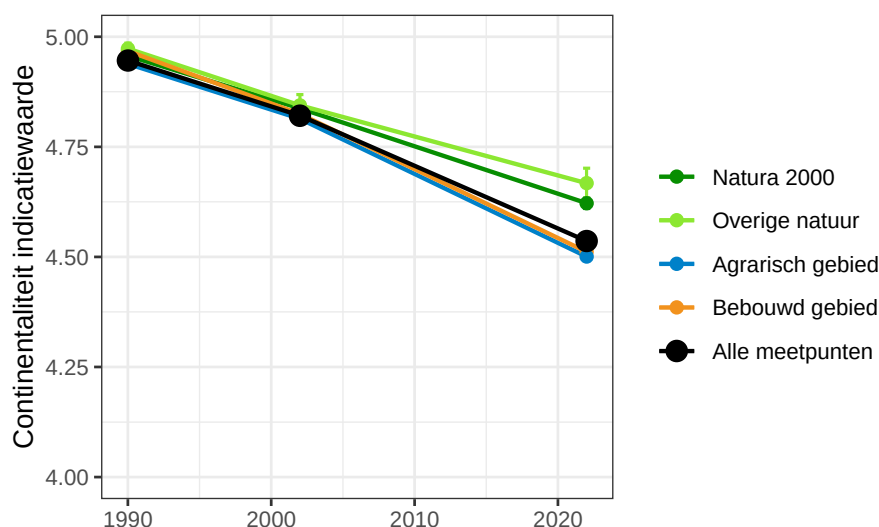
Figuur 3.21 Verandering in de indicatiewaarden voor nutriënten (methode volgens Ellenberg) op basis van epifytische korstmossen.

3.7 Klimaat

Dankzij het meetnet voor epifytische korstmossen in Nederland is al eerder aangetoond dat korstmossen reageren op veranderingen in het klimaat (van Herk et al., 2002). De effecten van klimaatverandering op korstmossen op bomen zijn in Gelderland onderzocht door de Community Temperature Index en de gemiddelde ecologische indicatiewaarde voor continentaliteit te berekenen. Hieruit blijkt dat de soortensamenstelling sinds 1990 en sinds 2002 veranderd is naar relatief meer warmteminnende en meer Atlantische soorten (Figuur 3.22 en Figuur 3.23). De Community Temperature Index is gestegen van 8,54 °C in 2002 naar 8,68 °C in 2022. Deze stijging duidt op toename van zuidelijke soorten en/of afname van noordelijke soorten. Onder andere korstmossen die samenleven met *Trentepohlia* algen zijn door klimaatverandering sterk toegenomen (Aptroot & van Herk, 2007). De toename van Atlantische soorten kan verklaard worden door de relatief warme winters in de afgelopen twee decennia. De effecten van klimaatverandering zijn sinds 2002 zichtbaar in alle gebiedstypen.



Figuur 3.22 Verloop van de Community Temperature Index (in graden Celsius) tussen 1990 en 2022 in Gelderland.

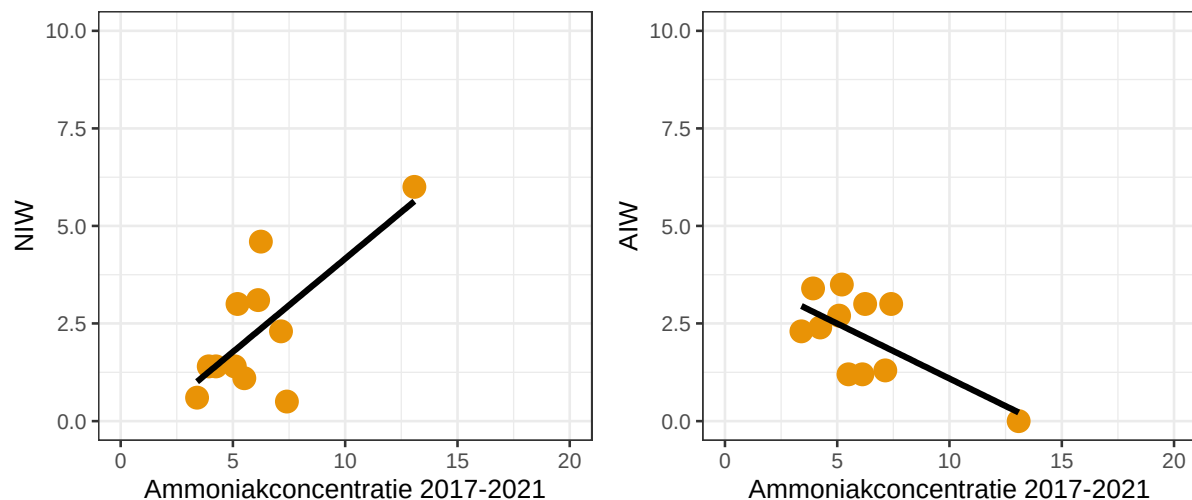


Figuur 3.23 Verloop van de gemiddelde indicatiewaarden voor continentaliteit tussen 1990 en 2022 in Gelderland.

3.8 Effecten van ammoniak in Natura 2000-gebieden

3.8.1 Relatie tussen indicatiewaarden en ammoniakmetingen MAN

De relatie tussen ammoniak en korstmossen is onderzocht door de ammoniakconcentratie gemeten op MAN-meetpunten te correleren aan de NIW en AIW op dichtbij gelegen meetpunten in meetronde 2021-2022 (n=11). De gemiddelde ammoniakconcentratie op MAN-meetpunten is berekend door op elk meetpunt het gemiddelde te berekenen uit de jaargemiddelden van 2017 tot en met 2021. Hieruit blijkt dat er een significante correlatie is tussen de ammoniakconcentratie in 2017-2021 met zowel de NIW als AIW (Figuur 3.24). Met de huidige beschikbare ammoniakmetingen is het echter niet mogelijk om de huidige soortensets die gebruikt worden in de NIW en AIW opnieuw te kalibreren. Als eerste ontbreken MAN-meetpunten in gebieden met heel hoge ammoniakconcentraties, waardoor het niet goed mogelijk is om de relatie nauwkeurig te schatten. Het enige MAN-meetpunt in Gelderland met een zeer hoge ammoniakconcentratie ($13 \mu\text{g m}^{-3}$) is een meetpunt in de Bennekomse Meent in de Gelderse Vallei. Ten tweede bevinden de MAN-meetpunten zich niet altijd op plekken die zich lenen voor het meten van korstmossen. In open heidevelden en graslanden zijn er geen bomenrijen voorhanden die als meetpunt gebruikt kunnen worden. Hierdoor bevinden MAN-meetpunten zich soms honderden meters van korstmossenmeetpunten, waardoor er een afwijking kan zitten tussen de ammoniakconcentraties op MAN-meetpunten en korstmossenmeetpunten. Om de set indicatorsoorten opnieuw te toetsen zou in de toekomst de ammoniakconcentratie gemeten moeten worden op minimaal 50 korstmossenmeetpunten die zich in zowel meer vervuilde als schone gebieden bevinden.



Figuur 3.24 Correlatie tussen gemeten ammoniakconcentratie ($\mu\text{g m}^{-3}$) op MAN-meetpunten en de NIW (links) en AIW (rechts) op meetpunten van het dichtstbijzijnde korstmossenmeetpunt. $R^2=0.52$ voor de correlatie met de NIW en $R^2=0.44$ voor de correlatie met de AIW.

3.8.2 Graadmeters in Natura 2000-gebieden

Uit de interpolatiekaarten zijn de huidige waarden en veranderingen in graadmeters berekend per Natura 2000-gebied (Tabel 3.5 en Tabel 3.6). Hierbij moet worden opgemerkt dat meetpunten soms niet in Natura 2000-gebieden liggen (in open gebieden zijn geen bomenrijen voorhanden die als meetpunt gebruikt kunnen worden). In die gevallen zijn de veranderingen in Natura 2000-gebied een reflectie van de veranderingen in de gebieden die direct rond het Natura 2000-gebied liggen, en mag worden aangenomen dat de veranderingen binnen het Natura 2000-gebied dezelfde trend toont. Als bijvoorbeeld stikstofminnende korstmossen direct rond een Natura 2000-gebied zijn afgenomen (wat duidt op een afname van de ammoniakbelasting), is het waarschijnlijk dat ammoniakbelasting binnen

het Natura 2000-gebied ook is afgenomen.

Behalve op de Veluwe komen er in de Gelderse Natura 2000-gebieden tegenwoordig nauwelijks ammoniakgevoelige korstmossen meer voor, wat valt af te leiden uit in lage gemiddelden voor de AIW (Tabel 3.5). In de meeste Natura 2000-gebieden komen daarentegen wel veel ammoniakminnende soorten korstmossen voor. In sommige Natura 2000-gebieden, bijvoorbeeld Bekendelle en Sint Jansberg komen zowel weinig stikstofminnende als stikstofgevoelige soorten voor. In deze gebieden zijn de bomen door de tijd heen ontzuurd waardoor er geen ammoniakgevoelige soorten meer voorkomen, maar is de ammoniakbelasting in de laatste jaren laag genoeg om te voorkomen dat ammoniakminnende soorten zich vestigen.

Tabel 3.5 Gemiddelde waarden van graadmeters in meetronde 2021-2022 per Natura 2000-gebied. De gemiddelden zijn berekend door interpolatie tussen meetpunten. Nutriënten is de ecologische indicatiewaarde (Ellenberg-schaal) voor nutriëntenrijkdom.

Natura 2000-gebied	NIW	AIW	Nutriënten	Soortenrijkdom korstmossen	Soortenrijkdom mossen
Arkemheen	4,6	0,2	6,8	25,4	3,2
Bekendelle	1,4	1,6	5,2	17,5	1,2
Binnenveld	5,4	0,1	6,8	24,0	1,8
De Bruuk	4,4	0,2	6,6	26,1	2,9
Korenburgerveen	4,7	0,5	6,6	24,7	2,5
Landgoederen Brummen	2,8	1,4	5,8	24,2	2,4
Lingegebied & Diefdijk-Zuid	4,8	0,0	6,8	33,6	6,7
Loevestein, Pompveld & Kornsche Boezem	5,2	0,0	7,0	32,9	8,5
Rijntakken	4,4	0,4	6,7	26,5	6,4
Sint Jansberg	1,5	0,2	5,9	16,2	0,5
Stelkampsveld	2,8	0,9	6,1	24,7	2,3
Veluwe	1,6	3,3	4,4	23,8	5,0
Veluwerandmeren	5,8	1,1	6,1	33,8	3,8
Willinks Weust	4,4	0,5	6,5	18,5	1,0
Wooldse Veen	3,1	1,2	5,8	25,6	1,0

Tabel 3.6 Gemiddelde veranderingen van graadmeters per Natura 2000-gebied tussen 2002-2003 en 2021-2022. GIW is de gecombineerde verandering van de NIW en AIW (verandering AIW – verandering NIW). De gemiddelden zijn berekend door interpolatie tussen meetpunten. Nutriënten is de ecologische indicatiewaarde (Ellenberg-schaal) voor nutriëntenrijkdom.

Natura 2000-gebied	NIW	AIW	GIW	Nutriënten	Soortenrijkdom korstmossen	Soortenrijkdom mossen
Bekendelle	-0,2	-0,2	0,0	+0,1	+3,2	-2,1
Binnenveld	+1,6	0,0	-1,6	+0,4	+6,4	+1,3
De Bruuk	-0,7	0,0	0,8	+0,1	+5,4	+1,5
Korenburgerveen	-1,1	-0,1	1,0	+0,2	+4,6	-0,3
Landgoederen Brummen	+0,9	-0,5	-1,4	+0,7	+5,6	-0,1
Rijntakken	+0,9	-0,1	-1,0	+0,4	+8,2	+1,0
Sint Jansberg	-0,1	0,0	0,1	+0,4	+4,2	-0,6
Stelkampsveld	+0,1	0,0	-0,1	+0,2	+4,6	0,0
Veluwe	+0,3	-1,0	-1,3	+0,6	+5,7	-1,2
Veluwerandmeren	+0,9	+0,1	-0,8	+0,3	+9,8	0,0
Willinks Weust	+1,9	-1,1	-2,9	+1,0	+5,0	0,0
Wooldse Veen	+0,7	-0,9	-1,6	+0,8	+8,7	-0,5

In de meeste Natura 2000-gebieden zijn stikstofminnende korstmossen sinds 2002 toegenomen (Tabel 3.6). In en rond Natura 2000-gebieden De Bruuk en Korenburgerveen zijn stikstofminnende korstmossen (NIW) wel afgenomen, maar in deze gebieden is er geen herstel zichtbaar van stikstofgevoelige korstmossen (AIW). Mogelijk hangt dit samen met het permanente effect van ammoniakvervuiling op de pH van boomschors zoals beschreven in 3.4. De drie graadmeters voor stikstof (NIW, AIW, Nutriënten) laten zien dat de effecten van ammoniak vooral zijn toegenomen in Natura 2000-gebieden Landgoederen Brummen, Veluwe, Willinks Weust en Wooldse Veen.

3.8.3 Graadmeters stikstofgevoelige habitattypen en leefgebiedtypen

De huidige toestand en veranderingen in graadmeters zijn ook berekend voor de negen in Gelderland meest voorkomende stikstofgevoelige habitattypen en leefgebiedtypen binnen de Natura 2000-gebieden (Tabel 3.7 en Tabel 3.8). In vergelijking met de gemiddelde waarden voor graadmeters per Natura 2000 gebied, zijn voor de habitattypen en leefgebiedtypen de gemiddelde NIW relatief laag en de AIW relatief hoog (Tabel 3.7). Dit kan worden verklaard doordat het grootste deel van het areaal van de meeste habitattypen en leefgebiedtypen op de Veluwe liggen, het enige Natura 2000 gebied waar de AIW nog relatief hoog is (Tabel 3.5). De veranderingen in de graadmeters laten zien dat de effecten van ammoniak op de korstmossen in al deze habitattypen en leefgebiedtypen sinds 2002 zijn toegenomen (Tabel 3.8). Ook de waarden in Tabel 3.8 worden grotendeels bepaald door de veranderingen die op de Veluwe plaats hebben gevonden.

Tabel 3.7 Gemiddelde waarden voor graadmeters in 2021-2022 in de negen meest voorkomende stikstofgevoelige habitattypen en leefgebiedtypen in Natura 2000-gebieden in Gelderland. De gemiddelden zijn berekend door interpolatie tussen meetpunten. De KDW is de vastgestelde kritische depositiewaarde voor het betreffende habitatype of leefgebied in mol/hectare. Areaal is de oppervlakte die het habitatype of leefgebiedtype beslaat in Natura 2000-gebieden in Gelderland zoals bepaald in de habitatkaart in Aerius (Nationaal Georegister, 2022). Nutriënten is de ecologische indicatiewaarde (Ellenberg-schaal) voor nutriëntenrijkdom.

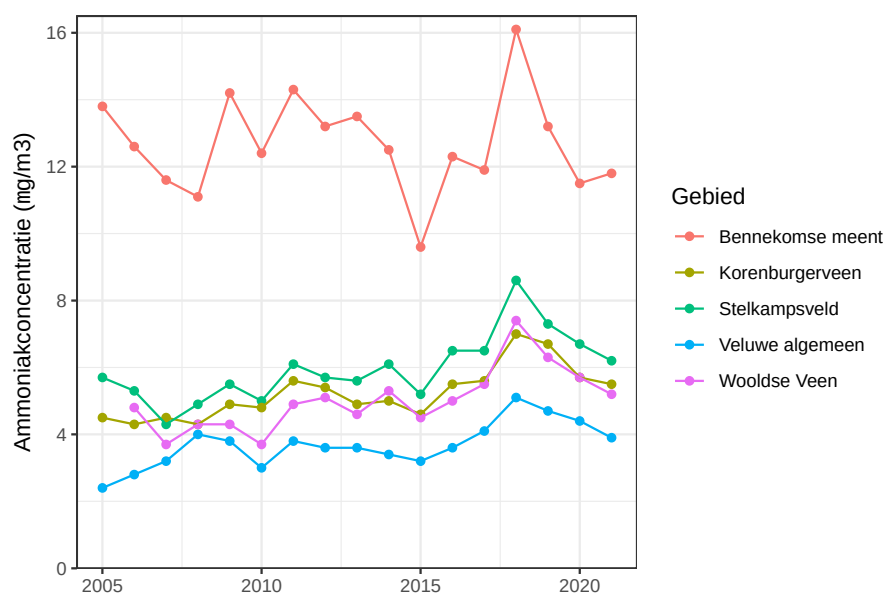
Habitatype of Leefgebiedtype	KDW (mol/ha)	Areaal (km ²)	NIW	AIW	Nutriënten	Soortenrijkdom korstmossen	Soortenrijkdom mossen
Zandverstuivingen (H2330)	714	21	1,6	3,3	4,5	24,0	4,7
Droog struisgrasland (Lg09)	1000	13	1,6	3,1	4,5	23,3	4,5
Bos van arme zandgronden (Lg13)	1071	263	1,7	3,2	4,5	23,4	4,9
Droge heiden (H4030)	1071	125	1,7	3,3	4,5	25,9	5,1
Oude eikenbossen (H9190)	1071	17	1,2	3,5	4,2	21,7	4,8
Stuifzandheiden met struikhei (H2310)	1071	19	1,6	3,2	4,5	24,5	4,9
Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)	1429	67	1,3	3,3	4,2	22,8	5,2
Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden (Lg14)	1429	289	1,4	3,4	4,3	23,3	5,3
Kamgrasweide & Bloemrijk weidevogelgrasland van het rivieren- en zeekleigebied (Lg11)	1429	24	4,0	0,5	6,6	25,7	6,0

Tabel 3.8 Gemiddelde veranderingen voor graadmeters tussen 2002-2003 en 2021-2022 in de negen meest voorkomende stikstofgevoelige habitattypen en leefgebiedtypen in Natura 2000-gebieden in Gelderland. GIW is de gecombineerde verandering van de NIW en AIW (verandering AIW – verandering NIW). De gemiddelden zijn berekend door interpolatie tussen meetpunten. Nutriënten is de ecologische indicatiewaarde (Ellenberg-schaal) voor nutriëntenrijkdom.

Habitatype of Leefgebiedtype	KDW (mol/ha)	NIW	AIW	GIW	Nutriënten	Soortenrijkdom korstmossen	Soortenrijkdom mossen
Zandverstuivingen (H2330)	714	-0,14	-1,37	-1,23	+0,31	+3,59	-1,74
Droog struisgrasland (Lg09)	1000	+0,23	-0,86	-1,09	+0,40	+5,06	-2,10
Bos van arme zandgronden (Lg13)	1071	+0,17	-1,08	-1,25	+0,48	+4,78	-1,18
Droge heiden (H4030)	1071	+0,32	-0,94	-1,26	+0,64	+6,63	-1,52
Oude eikenbossen (H9190)	1071	+0,21	-1,27	-1,49	+0,49	+4,15	-1,96
Stuifzandheiden met struikhei (H2310)	1071	+0,19	-1,05	-1,23	+0,46	+5,39	-1,71
Beuken-eikenbossen met hulst (H9120)	1429	+0,35	-0,81	-1,16	+0,55	+5,81	-1,15
Eiken- en beukenbos van lemige zandgronden (Lg14)	1429	+0,38	-1,08	-1,46	+0,67	+6,04	-0,95
Kamgrasweide & Bloemrijk weidevogelgrasland van het rivieren- en zeekleigebied (Lg11)	1429	+0,63	-0,22	-0,85	+0,48	+7,60	+0,72

3.8.4 Gemeten ammoniakconcentraties in Natura 2000-gebieden

De meetresultaten van het MAN laten zien dat ammoniakconcentraties sinds 2005 op de Veluwe en in Natura 2000-gebieden in de Achterhoek zijn toegenomen, waarbij vooral 2018 er uit springt als jaar met hogere gemeten ammoniakconcentraties (Figuur 3.25). Een toegenomen ammoniakconcentratie in Gelderland in de laatste twee decennia kan de toegenomen invloed van ammoniak op korstmossen verklaren.

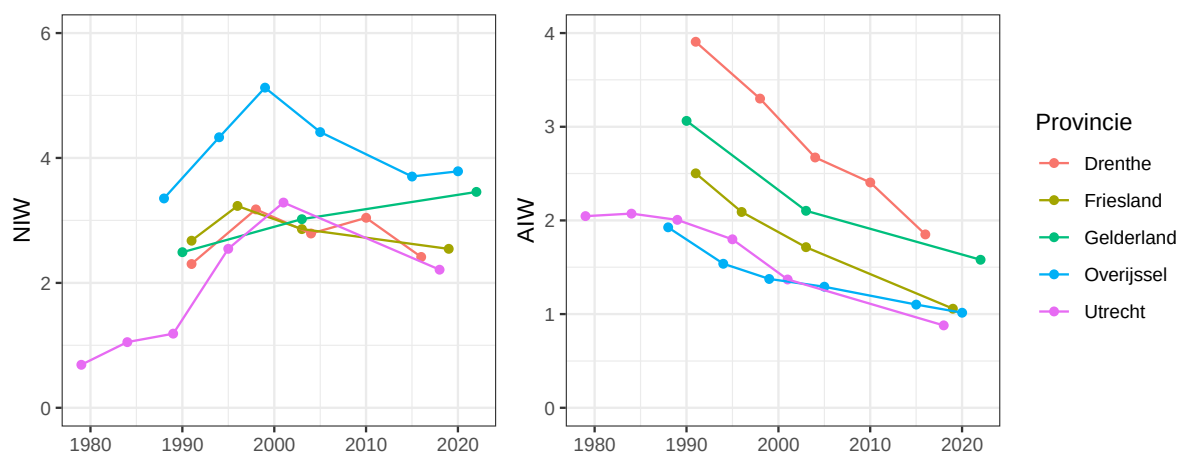


Figuur 3.25 Gemeten ammoniakconcentratie in RIVM-MAN gebieden tussen 2005 en 2021. Waarden zijn gebiedsgemiddelden. Gegevens zijn overgenomen van RIVM (2022).

3.9 Vergelijking met andere provincies

Een vergelijking in de trend van de NIW tussen provincies laat zien dat stikstofminnende korstmossen sinds 2000 in de meeste provincies zijn afgenomen, maar in Gelderland zijn toegenomen (Figuur 3.26). De effecten van ammoniak zijn in Gelderland dus relatief meer toegenomen dan in andere provincies. Doordat het meetnet in Gelderland maar drie keer volledig is onderzocht, met steeds lange tussenpozen, is het onduidelijk of tussen meetrondes nog een daling of stijging van de NIW heeft plaatsgevonden. Resultaten uit andere provincies die frequenter zijn onderzocht (bijvoorbeeld Overijssel) laten zien dat de NIW binnen enkele jaren kan stijgen en dalen (Figuur 3.26).

De trends in de AIW zijn in alle provincies vergelijkbaar: Stikstofgevoelige korstmossen nemen overal op de Nederlandse zandgronden sterk af. De meetreeks in Utrecht laat zien dat er voor 1990 nog geen sprake was van een achteruitgang van stikstofgevoelige korstmossen.



Figuur 3.26 Verloop van de NIW en AIW in provincies op de zandgronden waar het meetnet korstmossen en ammoniak wordt uitgevoerd.

4 Conclusies en aanbevelingen

Toename stikstofminnende korstmossen

De effecten van ammoniak op korstmossen zijn in grote delen van de provincie Gelderland tussen 2002 en 2022 toegenomen. Dit blijkt uit een toename van stikstofminnende korstmossen in vrijwel alle regio's en gebiedstypen. Daarnaast zijn stikstofgevoelige korstmossen sinds 2002 verder achteruit gegaan, ook in natuurgebieden zoals de Veluwe die vanouds het minst aangetast waren door ammoniakvervuiling. Sommige stikstofgevoelige soorten zijn door voortgaande ontzuring van de boomschors uit het meetnet verdwenen, of dreigen binnenkort te verdwijnen. Alleen in delen van de Gelderse Vallei en in de gemeente Oost Gelre in de Achterhoek zijn de effecten van ammoniak afgenomen, wat blijkt uit een afname van stikstofminnende korstmossen. In deze gebieden kwamen in het verleden veel stikstofminnende korstmossen voor, en waren stikstofgevoelige soorten al zo goed als helemaal verdwenen. In vergelijking met eerdere meetrondes zijn de effecten van luchtvervuiling met ammoniak in de ruimte gelijkmatiger geworden. Dat wil zeggen dat effecten in schone gebieden zoals de Veluwe zijn toegenomen, terwijl de effecten in gebieden die vroeger sterk vervuild waren (bijvoorbeeld Gelderse Vallei) gelijk zijn gebleven of lokaal iets afgenomen.

Het aantal soorten stikstofminnende en stikstofgevoelige korstmossen op meetpunten is significant gecorreleerd met de afstand tot de dichtstbijzijnde veehouderij. Hoe verder meetpunten van veehouderijen liggen, hoe minder stikstofminnende en hoe meer stikstofgevoelige korstmossen er voorkomen. Het effect van de uitstoot van ammoniak uit veehouderijen werkt tot minimaal 2-3 kilometer door, mogelijk verder, maar dat is moeilijk vast te stellen omdat er maar heel weinig gebieden zijn die verder van veehouderijen af liggen.

Natura 2000-gebieden

Ook in en rond de meeste Natura 2000-gebieden zijn de effecten van ammoniak sinds 2002 toegenomen. Dit geldt vooral voor de gebieden Landgoederen Brummen, Veluwe, Willinks Weust en Wooldse Veen. In en rond Natura 2000-gebieden De Bruuk en Korenburgerveen zijn stikstofminnende korstmossen (NIW) wel afgenomen, maar desondanks is er in en rond deze gebieden geen herstel zichtbaar van stikstofgevoelige korstmossen (AIW). De toegenomen invloed van ammoniak op korstmossen komt overeen met de ammoniakmetingen van het RIVM (Meetnet Ammoniak in Natuurgebieden), die laten zien dat ammoniakconcentraties de laatste jaren in veel Natura 2000-gebieden weer zijn toegenomen.

Verandering soortenrijkdom

De soortenrijkdom van korstmossen is tussen 2002 en 2022 in alle regio's en in alle gebiedstypen sterk toegenomen. Behalve een toename van algemene soorten hebben ook zeldzame en Rode Lijst soorten zich op veel meetpunten nieuw gevestigd. De toename in soortenrijkdom wordt vooral veroorzaakt door klimaatverandering, waardoor zuidelijke en Atlantische soorten korstmossen zich nieuw in Nederland vestigen. De veranderingen in gemiddelde indicatiewaarde voor temperatuur en continentaliteit bevestigen het beeld dat klimaat een grote invloed heeft op de soortensamenstelling: De aanwezige korstmossen zijn nu (ten opzichte van 2002) meer kenmerkend voor warmere (hogere indicatiewaarde voor temperatuur) en meer Atlantische (lagere indicatiewaarde voor continentaliteit) milieus.

De soortenrijkdom van mossen is sinds 2002 toegenomen in agrarische en bebouwde gebieden, maar afgenomen in natuurgebieden. Boomvoeten in bossen zijn nu meestal volledig begroeid met het

dominante Gesnaveld klauwtjesmos, terwijl hier vroeger nog veel verschillende kleine mossoorten voorkwamen. De oorzaak is waarschijnlijk toegenomen nutriëntenrijkdom en verdroging. In agrarische en bebouwde gebieden zijn vooral mossoorten toegenomen die matig voedselrijke tot voedselrijke schors prefereren, ook een indicatie dat eikenschors sinds 2002 verder verrijkt is.

Aanbeveling monitoring

Korstmossen reageren binnen enkele jaren op veranderingen in het milieu. Het is daarom aan te bevelen om de monitoring van korstmossen in Gelderland in de toekomst met een hogere frequentie door te zetten, door eens in de drie jaar een steekproef van meetpunten in Natura 2000-gebieden te onderzoeken (eerstvolgende steekproeven in 2024, 2027, 2030) en elke twaalf jaar een complete meetronde uit te voeren (eerstvolgende volledige meetronde in 2033-2034). Met deze meetfrequenties kunnen veranderingen in ammoniakbelasting in Gelderland veel nauwkeuriger gevolgd worden dan tot nu toe gebeurd is. Met grotere intervallen (zoals tussen de meetrondes 2002-2003 en 2021-2022) is het niet mogelijk om vast te stellen wanneer bepaalde veranderingen precies hebben plaatsgevonden, en of er tussentijds nog onopgemerkte stijgingen of dalingen van ammoniakeffecten zijn geweest. Het uitvoeren van de driejaarlijkse steekproef in (vooral) Natura 2000-gebieden is wenselijk om vanuit beleidsoogpunt regelmatig te kunnen beoordelen of en hoe de effecten van ammoniakvervuiling in Natura 2000-gebieden veranderen.

Literatuur

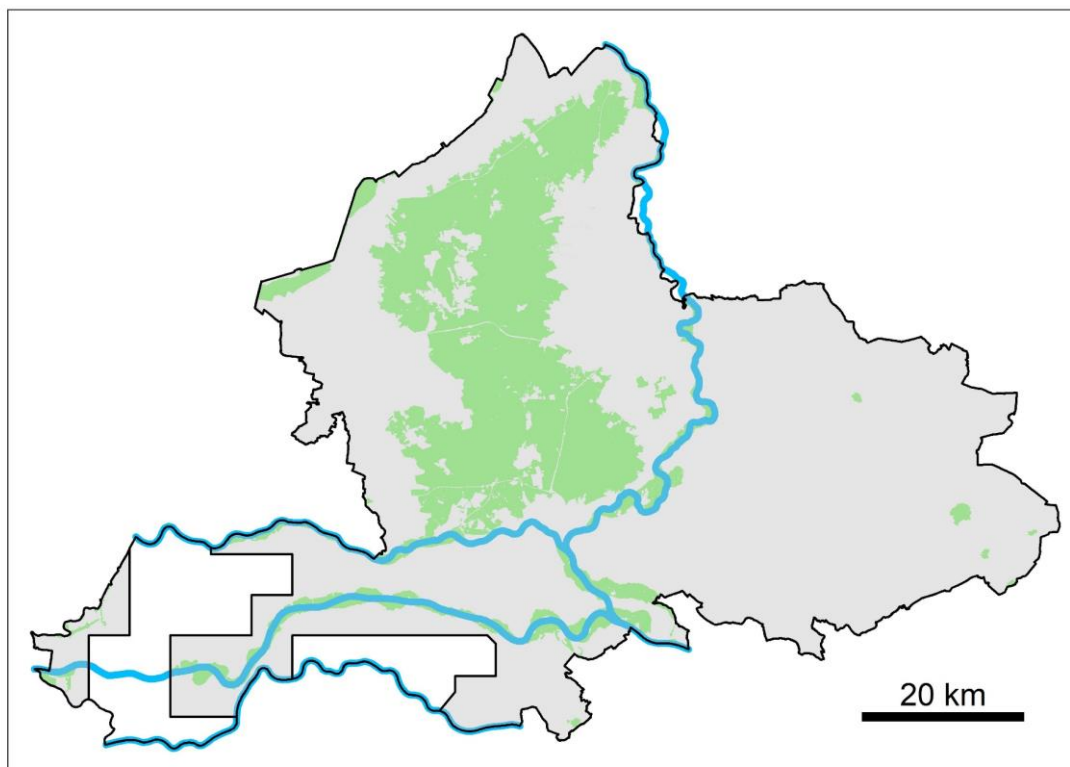
- Aptroot, A., C.M. van Herk, L.B. Sparrius & J.L. Spier (2004). Checklist van de Nederlandse Korstmossen en korstmosparasieten, Buxbaumiella 69, 17-55.
- Aptroot, A. & C.M. van Herk (2007). Further evidence of the effects of global warming on lichens, particularly those with Trentepohlia phycobionts. Environmental pollution 146(2), 293-298.
- Aptroot, A., C.M. van Herk & L.B. Sparrius (2012). Basisrapport voor de Rode Lijst korstmossen. Buxbaumiella 92(1), 1-117.
- 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(1652), 2743-2748.
- Nationaal Georegister (2022). AERIUS relevante habitatkartering. Geraadpleegd op 1 september 2022. <https://www.nationaalgeoregister.nl/geonetwork/srv/dut/catalog.search#/metadata/4e214ddf-4384-42a3-89d9-4074541b640d>
- RIVM (2022). Meetresultaten MAN. Geraadpleegd op 1 september 2022. <https://man.rivm.nl>
- 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(1), 73-78.
- van Dobben, H.F. (1990). Effecten van luchtverontreiniging op korstmossen, resultaten van meerjarige studies. De Levende Natuur 91(4), 179-183.
- van Dobben, H.F. (1991). Monitoring van epifytische korstmossen in 1989. Rijksinstituut voor Natuurbeheer. RIN-rapport 91/8.
- 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., A. Aptroot & H.F. van Dobben (2002). Long-term monitoring in the Netherlands suggests that lichens respond to global warming. The Lichenologist 34(2), 141-154.
- van Herk, C.M. (2004). Korstmossen in Gelderland: milieuindicatie, natuurwaarde, veranderingen 1990-2002. Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (LON).
- van Herk, C.M. (1996). Monitoring van ammoniak met korstmossen in de Gelderse Vallei. LON in opdracht van Project monitoring verzuring Gelderse Vallei m.m.v. provincie Gelderland, dienst MW en dienst RWG en provincie Utrecht, dienst W&M en dienst R&G, Soest.
- van Herk, C.M. (1996a). 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. (2017). Monitoring van korstmossen in de provincie Drenthe, 1991 – 2016. Lichenologisch Onderzoekbureau Nederland (LON).

- van Herk, C.M., A. Aptroot & L.B. Sparrius (2018). Veldgids korstmossen. KNNV Uitgeverij.
- 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 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 Kolk, H., L.B. Sparrius & A. Aptroot (2020). Monitoring van ammoniak met korstmossen in Friesland 2019. BLWG rapport 26.
- Wirth, V. (2010). Ecological indicator values of lichens - enlarged and updated species list. Herzogia 23, 229-248.

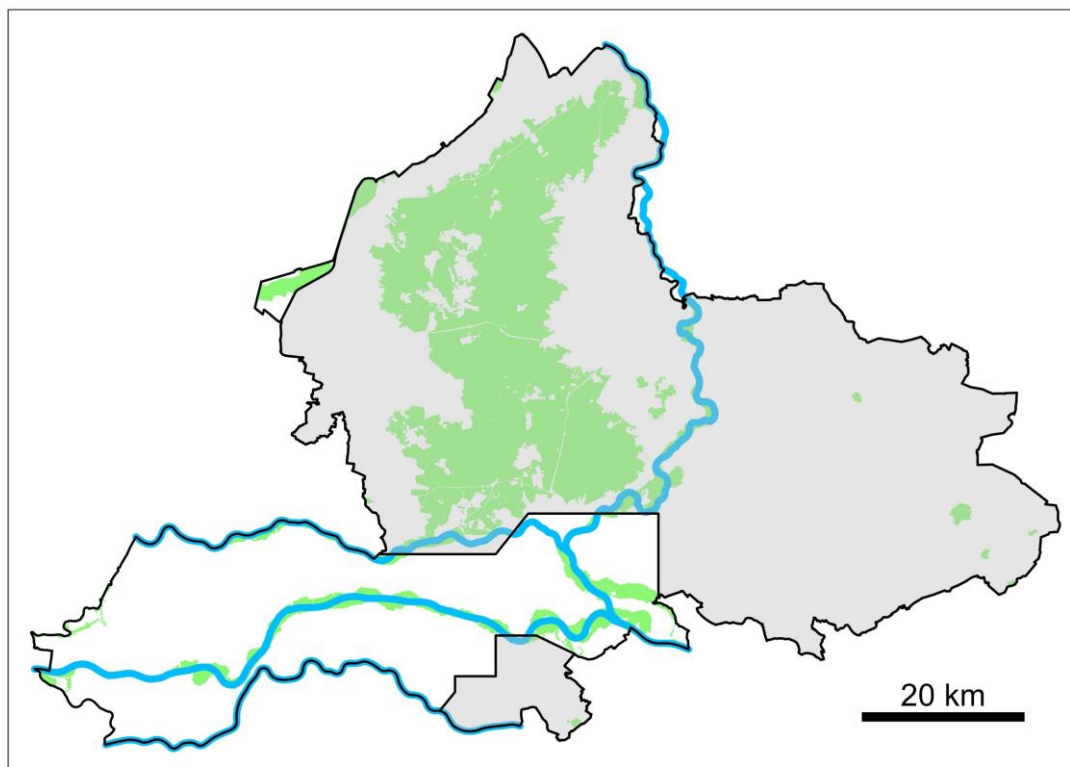
Bijlage A. Milieutypen meetpunten

Code	Milieutype
WK	wegberm in de bebouwde kom
WB	wegberm in of langs het bos
WL	afscheiding wegberm en weiland
WA	afscheiding wegberm en akker
WH	wegberm in directe omgeving van huis of erf
W5	berm provinciale weg
W4	berm doorgaande verharde weg met gescheiden fietspaden
W3	berm doorgaande verharde weg zonder fietspaden
W2	berm verharde boerenlandweg
W1	berm van een onverharde of doodlopende weg
BW	bosbomen in de nabijheid van een weg
BL	bosbomen langs weiland
BH	bomen bij huis in het bos
B.	bosbomen
Z.	in zandverstuiving, heideveld of open plek in het bos
T.	tuin bij huis
H.	erfbomen bij huis
L.	in of langs weiland
A.	in of langs akker
P.	in park of plantsoen
K.	elders in de bebouwde kom

Bijlage B. Begrenzing onderzoeksgebied



Kaart 1 Begrenzing van het onderzoeksgebied (grijs) in de meetronde 2021-2022. Natura 2000-gebieden zijn groen gekleurd.



Kaart 2 Begrenzing van het onderzoeksgebied (grijs) in de periode 1989-2003, gebruikt voor vergelijkingen van de meetronde 2021-2022 met eerdere meetrondes. Natura 2000-gebieden zijn groen gekleurd.

Bijlage C. 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 (TNB = Thans Niet Bedreigd, 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')

Meetronde 2021-2022:

Statistieken zijn van het hele gebied dat in 2021-2022 onderzocht is (*Kaart 1 in Bijlage C*):

n22 = Aantal meetpunten waarin een soort is aangetroffen

k22 = Som van de kwantiteit van de betreffende soort

%22 = Percentage van aantal meetpunten waarin een soort is aangetroffen

Trendberekening:

De trendberekening is gedaan voor de meetpunten alleen in het gebied dat in alle meetrondes onderzocht is (*Kaart 2 in Bijlage C*):

%90 = Percentage van aantal meetpunten waarin een soort is aangetroffen in meetronde 1989-1990

%02 = Percentage van aantal meetpunten waarin een soort is aangetroffen in meetronde 2002-2003

%22 = Percentage van aantal meetpunten waarin een soort is aangetroffen in meetronde 2021-2022

03-22 = Verschil in percentage aantal meetpunten waarin een soort is aangetroffen tussen de meetrondes 2002-2003 en 2021-2022.

P = Significantie van verschil tussen meetronde 2002-2003 en meetronde 2021-2022. Bij het berekenen van de significantie is ook rekening gehouden met de kwantiteit. Soorten die significant zijn toegenomen zijn **groen gearceerd**, soorten die significant zijn afgenomen zijn **rood gearceerd**.

Velden gemarkeerd met een * betreffen soorten die niet in alle meetrondes onderscheiden zijn (zie 2.3.1). Van deze soorten worden per meetronde de gegevens van of de verzamelsoort of de afzonderlijke soorten vermeld.

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	RL	Z	IW	2021-2022			Trendberekening				
					n22	k22	%22	%90	%02	%22	02-22	P
<i>Alyxoria culmigena</i>	Rivierschriftmos	TNB	a		128	267	13.3	0.0	0.0	10.2	+10.2	0.000
<i>Alyxoria ochrocheila</i>	Geel schriftmos	TNB	z		5	9	0.5	0.0	0.0	0.4	+0.4	0.038
<i>Alyxoria varia / viridipruinosa</i>	Kort / Limoenschriftmos	TNB	a		195	591	20.2	0.0	0.0	15.6	+15.6	0.000
<i>Amandinea punctata</i>	Vliegenstrontjesmos	TNB	a		840	3995	87.0	77.6	81.6	85.3	+4.2	0.000
<i>Anaptychia ciliaris</i>	Wimpermos	BE	zzz		1	1	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Anisomeridium biforme</i>	Stinzenkorst	TNB	z		32	57	3.3	0.0	0.0	1.5	+1.4	0.000
<i>Anisomeridium polypori</i>	Schoorsteentje	TNB	a		37	96	3.8	0.0	0.0	2.0	+2.0	0.000
<i>Arthonia atra</i>	Zwart schriftmos	TNB	a		7	10	0.7	0.1	0.4	0.5	+0.1	0.772
<i>Arthonia didyma</i>	Beukenvlekje	KW	zz		1	1	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Arthonia radiata</i>	Amoebekorst	TNB	a		164	418	17.0	0.5	3.5	12.0	+8.0	0.000
<i>Arthonia spadicea</i>	Inktspatkorst	TNB	a		278	969	28.8	0.1	3.9	32.8	+28.9	0.000
<i>Athallia cerinella</i>	Klein boomzonnetje	TNB	z		12	25	1.2	0.0	0.0	0.5	+0.5	0.017
<i>Athallia cerinelloides</i>	Geel boomzonnetje	VN	zz		2	2	0.2	0.0	0.0	0.2	+0.2	0.090
<i>Athallia holocarpa</i>	Muurzonnetje	TNB	a	N	50	91	5.2	0.0	0.2	4.0	+3.8	0.000
<i>Athallia pyracea</i>	Gewoon boomzonnetje		zz		2	2	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	1.000
<i>Bacidia arceutina</i>	Bleke knoopjeskorst	BE	zzz		1	1	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Bacidina adastrum / sulphurella</i>	Fijne / Boomvoetknoopjeskorst	TNB	a		500	1361	51.8	6.8	49.1	49.8	+0.1	0.958
<i>Bacidina neosquamulosa</i>	Nieuwe knoopjeskorst	TNB	z		15	30	1.6	1.3	4.3	1.1	-3.3	0.000
<i>Blastenia herbidella</i>	Koraalcitroenkorst	GE	zzz		0	0	0.0	0.1	0.1	0.0	-0.1	0.208
<i>Buellia griseovirens</i>	Grijsgroene stofkorst	TNB	a		212	554	21.9	24.9	22.9	24.6	+2.6	0.076
<i>Calicium adpersum</i>	Geelberijpt boomspijkertje	GE	zzz		1	2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	1.000
<i>Calicium salicinum</i>	Bruin boomspijkertje	KW	zzz		2	5	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.969
<i>Calicium viride</i>	Groen boomspijkertje	TNB	z		26	60	2.7	0.4	1.8	3.1	+1.3	0.027
<i>Calogaya pusilla</i>	Sinaasappelkorst	TNB	a		2	2	0.2	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Caloplaca cerina</i>	Oranje boomzonnetje	VN	zzz		2	2	0.2					
<i>Caloplaca obscurella</i>	Gewone kraterkorst	TNB	a		161	409	16.7	0.0	0.2	13.9	+13.7	0.000
<i>Candelaria concolor s.l.</i>	Vals dooiermos	TNB	a		758	3330	78.5	3.5	26.2	75.6	+49.0	0.000
<i>Candelariella aurella</i>	Kleine geelkorst	TNB	a	N	26	71	2.7	0.4	1.3	1.7	+0.3	0.484
<i>Candelariella reflexa</i>	Poedergeelkorst	TNB	a	N	765	2961	79.2	20.5	51.0	76.7	+24.2	0.000
<i>Candelariella vitellina</i>	Grove geelkorst	TNB	a	N	348	1008	36.0	19.2	30.2	35.7	+5.9	0.000
<i>Candelariella xanthostigma</i>	Fijne geelkorst	TNB	a	N	624	2483	64.6	9.9	25.6	64.0	+37.7	0.000
<i>Catillaria chalybeia</i>	Donkere rookkorst	TNB	a		2	8	0.2	0.0	0.1	0.1	0.0	0.993
<i>Catillaria flexuosa</i>			zzz		5	16	0.5	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Catillaria fungoides</i>	Steriele rookkorst		zz		44	83	4.6	0.0	0.0	3.8	+3.8	0.000
<i>Catillaria nigroclavata</i>	Boomrookkorst	TNB	a		482	1925	49.9	0.0	0.0	43.8	+43.8	0.000
<i>Chaenotheca brachypoda</i>	Groen schorssteeltje	GE	z		1	2	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	1.000
<i>Chaenotheca chlorella</i>	Klein schorssteeltje	GE	zz		1	2	0.1	0.1	0.1	0.1	+0.1	0.363
<i>Chaenotheca chrysocephala</i>	Geel schorssteeltje	TNB	zz		24	62	2.5	1.3	2.1	2.9	+0.5	0.284
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	Roestbruin schorssteeltje	TNB	z	A	119	389	12.3	16.1	17.6	14.1	-3.7	0.000
<i>Chaenotheca furfuracea</i>	Lichtend schorssteeltje	KW	zzz		1	3	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	1.000
<i>Chaenotheca hispidula</i>	Kort schorssteeltje	KW	zz		2	4	0.2	0.0	0.0	0.2	+0.2	0.090
<i>Chaenotheca phaeocephala</i>	Grof schorssteeltje		zzz		1	2	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Chaenotheca stemonea</i>	Stoffig schorssteeltje	TNB	zz		4	9	0.4	0.0	0.2	0.5	+0.3	0.173
<i>Chaenotheca trichialis</i>	Grijs schorssteeltje	TNB	a		112	324	11.6	0.5	7.0	13.1	+6.3	0.000
<i>Chrysothrix candelaris</i>	Gele poederkorst	TNB	zz		3	7	0.3	0.1	0.1	0.2	+0.1	0.228
<i>Cladonia</i>	Heidestaartje en Bekermos (G)		a	A	0	0	0.0	1.9	0.0	0.0	+0.1	0.558
<i>Cladonia caespiticia</i>	Greppelblaadje	TNB	z	A	33	85	3.4	0.0	2.0	3.9	+1.8	0.002
<i>Cladonia chlorophaea</i>	Fijn bekermos	TNB	a	A	165	686	17.1	10.3	17.1	19.6	+2.2	0.018
<i>Cladonia coniocraea</i>	Smal bekermos	TNB	a	A	79	220	8.2	5.0	9.2	9.4	0.0	0.971
<i>Cladonia digitata</i>	Vertakt bekermos	TNB	z	A	20	61	2.1	0.0	1.6	2.4	+0.7	0.098
<i>Cladonia fimbriata</i>	Kopjes-bekermos	TNB	a	A	277	886	28.7	9.8	18.0	32.0	+13.5	0.000
<i>Cladonia furcata</i>	Gevorkt heidestaartje	TNB	a		3	5	0.3	0.0	0.0	0.4	+0.4	0.038
<i>Cladonia glauca</i>	Bruin heidestaartje	TNB	a	A	19	44	2.0	0.0	2.6	2.3	-0.3	0.578
<i>Cladonia grayi</i>	Bruin bekermos	TNB	a		1	3	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Cladonia humilis</i>	Frietzak-bekermos	TNB	a		4	7	0.4	0.0	0.0	0.5	+0.5	0.016
<i>Cladonia macilenta</i>	Dove heidelucifer	TNB	a	A	41	101	4.2	0.0	6.4	4.9	-1.6	0.042
<i>Cladonia polydactyla</i>	Sterheidestaartje	TNB	zz	A	9	30	0.9	0.0	1.2	1.1	-0.2	0.483
<i>Cladonia portentosa</i>	Open rendiermos	TNB	a	A	0	0	0.0	0.3	0.2	0.0	-0.2	0.179
<i>Cladonia ramulosa</i>	Rafelig bekermos	TNB	a	A	4	10	0.4	0.0	0.4	0.5	+0.1	0.637
<i>Cladonia scabriuscula</i>	Ruw heidestaartje	TNB	a		1	1	0.1	0.0	0.0	0.1	0.0	1.000
<i>Cliostomum griffithii</i>	Gespikkelde witkorst	TNB	a		47	118	4.9	1.8	3.5	5.4	+2.3	0.002
<i>Coenogonium pineti</i>	Valse knoopjeskorst	TNB	a		267	1001	27.6	4.6	23.4	31.4	+7.8	0.000
<i>Dendrographa decolorans</i>	Purperkring	TNB	a		179	428	18.5	2.4	5.0	20.0	+15.4	0.000
<i>Diploicia canescens</i>	Kauwgommos	TNB	a		252	511	26.1	1.4	7.0	25.8	+19.2	0.000
<i>Diploschistes muscorum</i>	Duindaalder	TNB	z		1	2	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Evernia prunastri</i>	Eikenmos	TNB	a	A	194	596	20.1	54.1	40.8	22.5	-17.8	0.000

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	RL	Z	IW	2021-2022			Trendberekening				
					n22	k22	%22	%90	%02	%22	02-22	P
<i>Fellhanera bouteillei</i>	Twijgdruppelkorst	TNB	zz		1	2	0.1	0.0	0.4	0.1	-0.2	0.248
<i>Fellhanera subtilis</i>	Schaduwdruppelkorst	TNB	zz		1	1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.980
<i>Fellhanera viridisorediata</i>	Gewone druppelkorst	TNB	a		49	107	5.1	0.0	4.2	5.8	+1.6	0.042
<i>Flavoparmelia caperata</i>	Bosschildmos	TNB	a		219	521	22.7	4.8	11.0	23.9	+12.3	0.000
<i>Flavoparmelia soredians</i>	Groen boomschildmos	TNB	a		152	325	15.7	0.0	5.1	14.7	+9.5	0.000
<i>Flavoplaca flavocitrina</i>	Valse citroenkorst	TNB	a		24	59	2.5	0.0	0.2	0.6	+0.4	0.182
<i>Flavoplaca oasis</i>	Kleine citroenkorst	TNB	a		1	1	0.1					
<i>Fuscidea pusilla</i>	Groene suikerkorst		zz		9	13	0.9	0.0	0.0	1.1	+1.1	0.000
<i>Haematomma ochroleucum</i>	Witgerande stofkorst	TNB	a		18	47	1.9	1.8	2.2	2.1	0.0	0.980
<i>Halecania viridescens</i>	Porseleinkorst	TNB	z		8	15	0.8	0.0	0.5	0.8	+0.3	0.296
<i>Hyperphyscia adglutinata</i>	Dun schaduwmos	TNB	a		770	3648	79.7	0.0	12.5	76.7	+64.2	0.000
<i>Hypocenyomyce scalaris</i>	Gewoon schubjesmos	TNB	z	A	90	227	9.3	19.7	15.3	10.7	-4.8	0.000
<i>Hypogymnia physodes</i>	Gewoon schorsmos	GE	a	A	62	171	6.4	36.1	20.3	7.4	-13.6	0.000
<i>Hypogymnia tubulosa</i>	Witkopschorsmos	TNB	a	A	22	49	2.3	3.6	5.3	2.5	-3.0	0.000
<i>Hypotrachyna revoluta s.l.</i>	Gebogen schildmos	TNB	a		249	795	25.8	2.5	10.8	28.5	+17.6	0.000
<i>Jamesiella anastomosans</i>	Aspergekorst	TNB	a		74	134	7.7	0.4	5.8	8.4	+2.7	0.009
<i>Lecanactis abietina</i>	Maleboskorst	TNB	zz		19	81	2.0	1.3	1.8	2.3	+0.6	0.066
<i>Lecania cyrtella</i>	Boomglimschotelkje	TNB	a		32	79	3.3	0.0	0.0	0.8	+0.6	0.002
<i>Lecania erysibe</i>	Stofglimschotelkje	TNB	a		2	4	0.2					
<i>Lecania naegelii</i>	Rookglimschotelkje	TNB	a		82	220	8.5	0.0	0.1	3.2	+1.6	0.000
<i>Lecania rabenhorstii</i>	Steenglimschotelkje	TNB	a		1	2	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Lecanora aitema</i>	Dennenschotelkorst	BE	zz	A	0	0	0.0	1.5	0.1	0.0	-0.1	0.731
<i>Lecanora albescens</i>	Kalkschotelkorst	TNB	a		1	2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.000
<i>Lecanora argentata</i>	Bosschotelkorst	TNB	zz		19	29	2.0	0.8	1.8	1.5	-0.3	0.494
<i>Lecanora barkmaniana</i>	Ammoniakschotelkorst	TNB	a		561	1621	58.1	0.1	10.0	55.2	+44.7	0.000
<i>Lecanora campestris</i>	Kastanjebruine schotelkorst	TNB	a		1	1	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Lecanora carpinea</i>	Melige schotelkorst	TNB	a		305	766	31.6	10.1	16.5	25.2	+7.9	0.000
<i>Lecanora chlarotera</i>	Witte schotelkorst	TNB	a		704	2691	72.9	37.3	48.8	70.2	+21.2	0.000
<i>Lecanora compallens</i>	Miskende schotelkorst	TNB	a		490	1668	50.7	*	*	*	*	*
<i>Lecanora compallens / expallens</i>	Miskende / Bleekgroene schotelkorst	TNB	a		*	*	*	88.1	93.8	94.5	+1.2	0.288
<i>Lecanora confusa</i>	Twijgshotelkorst	TNB	zz		0	0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.217
<i>Lecanora conizaeoides</i>	Groene schotelkorst	GE	z	A	32	60	3.3	55.0	24.1	3.8	-20.1	0.000
<i>Lecanora dispersa</i>	Verborgen schotelkorst	TNB	a	N	301	899	31.2	24.2	16.4	27.3	+11.1	0.000
<i>Lecanora expallens</i>	Bleekgroene schotelkorst	TNB	a		847	3781	87.7	*	*	*	*	*
<i>Lecanora hagenii</i>	Kleine schotelkorst	TNB	a	N	273	621	28.3	0.1	13.3	24.4	+10.8	0.000
<i>Lecanora horiza</i>	Donkere schotelkorst	TNB	a		31	47	3.2	0.0	0.2	1.4	+1.2	0.001
<i>Lecanora muralis</i>	Muurschotelkorst	TNB	a	N	37	60	3.8	1.8	1.6	4.2	+2.6	0.000
<i>Lecanora pulicaris</i>	Eikenschotelkorst	TNB	z	A	57	130	5.9	16.8	15.2	6.5	-8.5	0.000
<i>Lecanora saligna</i>	Houtschotelkorst	TNB	a		14	28	1.4	1.1	1.7	1.7	-0.1	0.890
<i>Lecanora sinuosa</i>	Bochtige schotelkorst	TNB	z		22	45	2.3	0.0	2.7	2.3	-0.3	0.568
<i>Lecanora subcarpinea</i>	Berijpte schotelkorst	TNB	zz		14	23	1.4	0.0	1.8	0.8	-1.0	0.014
<i>Lecanora symmicta</i>	Bolle schotelkorst	TNB	a		26	33	2.7	11.9	8.1	2.4	-6.1	0.000
<i>Lecidella elaeochroma</i>	Gewoon purperschaaltje	TNB	a		732	3165	75.8	22.2	50.3	72.9	+21.4	0.000
<i>Lecidella flavosorediata</i>	Fijne mosterdkorst	TNB	a		212	469	21.9	2.3	12.2	22.7	+10.6	0.000
<i>Lecidella scabra</i>	Grijsgroene steenkorst	TNB	a		181	376	18.7	0.6	7.1	17.6	+10.7	0.000
<i>Lepraria finkii</i>	Gelobde poederkorst	TNB	a		163	516	16.9	0.0	2.7	19.4	+16.6	0.000
<i>Lepraria incana</i>	Gewone poederkorst	TNB	a	A	732	3518	75.8	83.7	81.9	83.7	+4.2	0.000
<i>Lepraria jackii</i>	Boomspleetpoederkorst	GE	zzz		2	5	0.2	0.0	0.1	0.2	0.0	1.000
<i>Lepraria membranacea</i>	Geschulpte poederkorst	GE	zzz		3	6	0.3	0.4	0.6	0.4	-0.3	0.195
<i>Lepraria rigidula</i>	Grove poederkorst	TNB	z		42	104	4.3	0.0	0.0	4.5	+4.5	0.000
<i>Lepraria umbricola</i>	Boomvoetpoederkorst	TNB	zz		11	34	1.1	0.0	0.7	1.3	+0.5	0.130
<i>Lepraria vouauxii</i>	Bleke poederkorst	TNB	z		16	35	1.7	0.0	0.0	1.8	+1.8	0.000
<i>Melanelixia glabrata</i>	Glanzend boomschildmos	TNB	a		237	596	24.5	1.9	6.9	27.8	+21.0	0.000
<i>Melanelixia subargentifera</i>	Behaard schildmos	GE	zzz		1	2	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.993
<i>Melanelixia subaurifera</i>	Verstop-schildmos	TNB	a		373	1060	38.6	38.3	54.0	41.9	-11.7	0.000
<i>Melanohalea elegantula</i>	Sierlijk schildmos	TNB	a		148	394	15.3	4.6	8.9	16.6	+7.6	0.000
<i>Melanohalea exasperatula</i>	Lepelschildmos	TNB	a		117	303	12.1	3.5	6.6	13.2	+6.4	0.000
<i>Melanohalea laciniatula</i>	Lobjesschildmos	TNB	z		31	64	3.2	1.3	2.0	3.7	+1.8	0.004
<i>Micarea denigrata</i>	Vulkaanoogje	TNB	a		2	2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.983
<i>Micarea micrococca</i>	Bosoogje	TNB	z		123	366	12.7	*	*	*	*	*
<i>Micarea micrococca / prasina</i>	Bosoogje / Houtoogje	TNB	z		*	*	*	0.5	16.0	16.8	+0.4	0.726
<i>Micarea nitschkeana</i>	Takkenoogje	TNB	zzz		0	0	0.0	0.0	0.2	0.0	-0.2	0.081
<i>Micarea prasina</i>	Houtoogje	TNB	z		26	69	2.7	*	*	*	*	*
<i>Micarea viridileprosa</i>	Groenoogje		z		117	411	12.1	0.0	1.2	13.9	+12.6	0.000
<i>Micarea xanthonica</i>	Groengeel mosoogje		zzz		1	1	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	RL	Z	IW	2021-2022			Trendberekening				
					n22	k22	%22	%90	%02	%22	02-22	P
<i>Microcalicium disseminatum</i>	Zittend pruikspijkertje		zzz		1	1	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Naetrocymbe punctiformis</i>	Gewone stipjes		z		8	14	0.8	0.0	0.0	0.7	0.0	1.000
<i>Normandina pulchella</i>	Hamsteroortje	TNB	a		86	168	8.9	0.0	0.1	9.0	+8.9	0.000
<i>Ochrolechia androgyna</i>	Gewone tandpastakorst	TNB	z		13	30	1.3	1.8	2.4	1.5	-0.7	0.100
<i>Ochrolechia microstictoides</i>	Bostandpastakorst	KW	zzz	A	10	22	1.0	2.5	2.6	1.2	-1.3	0.002
<i>Ochrolechia subviridis</i>	Wrattige tandpastakorst	TNB	zzz		2	5	0.2	0.6	0.6	0.2	-0.4	0.116
<i>Ochrolechia turneri</i>	Valse kringkorst	TNB	zz		5	11	0.5	0.3	0.5	0.6	+0.1	0.563
<i>Opegrapha niveoatra</i>	Klein schriftmos	TNB	a		97	337	10.0	0.0	3.2	10.1	+7.2	0.000
<i>Opegrapha vermicellifera</i>	Gestippeld schriftmos	TNB	z		3	6	0.3	0.1	0.4	0.4	0.0	1.000
<i>Opegrapha vulgata</i>	Wit schriftmos	TNB	z		1	2	0.1	0.0	0.2	0.1	-0.1	0.464
<i>Pachnolepia pruinata</i>	Aspirinekorst	TNB	zz		1	4	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.993
<i>Parmelia saxatilis</i>	Blauwgrijs steenschildmos	TNB	a	A	102	311	10.6	11.9	10.6	12.1	+1.6	0.142
<i>Parmelia submontana</i>	Moerasschildmos		zzz		1	1	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Parmelia sulcata</i>	Gewoon schildmos	TNB	a		658	2414	68.1	73.7	75.9	70.7	-4.7	0.003
<i>Parmelina quercina</i>	Eikenschildmos	GE	zzz		1	1	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Parmelina tiliacea</i>	Lindeschildmos	KW	z		16	28	1.7	0.1	0.7	1.4	+0.7	0.042
<i>Parmeliopsis ambigua</i>	Avocadomos	TNB	zz	A	36	82	3.7	6.9	5.4	4.3	-1.1	0.078
<i>Parmotrema perlatum</i>	Groot schildmos	TNB	a		217	429	22.5	0.0	7.5	21.4	+13.2	0.000
<i>Parmotrema pseudoreticulatum</i>	Gewimperd schildmos	TNB	zz		1	1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	0.980
<i>Parmotrema reticulatum</i>	Netschildmos	GE	zzz		1	1	0.1					
<i>Pertusaria albescentis</i>	Witte kringkorst	KW	z		5	12	0.5	0.8	0.6	0.6	0.0	0.920
<i>Pertusaria amara</i>	Ananaskorst	KW	z		29	70	3.0	6.7	5.1	3.4	-1.9	0.007
<i>Pertusaria coccodes</i>	Bleek speldenkussentje	TNB	z		53	126	5.5	6.5	6.9	6.2	0.0	0.969
<i>Pertusaria flavida</i>	Geel speldenkussentje	KW	zzz		1	1	0.1	0.0	0.1	0.1	0.0	1.000
<i>Pertusaria hymenea</i>	Open speldenkussentje	KW	zz		2	5	0.2	0.0	0.2	0.2	0.0	0.993
<i>Pertusaria pertusa</i>	Gewoon speldenkussentje	TNB	z		35	71	3.6	3.5	4.3	4.2	+0.3	0.570
<i>Phaeophyscia nigricans</i>	Klein schaduwmos	TNB	a	N	23	52	2.4	0.5	0.5	1.3	+0.8	0.046
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	Rond schaduwmos	TNB	a	N	433	1497	44.8	29.0	37.5	38.2	-1.1	0.511
<i>Phlyctis argena</i>	Lichtvlekje	TNB	a		126	331	13.0	12.1	11.9	14.5	+3.3	0.000
<i>Physcia adscendens</i>	Kapjesvingermos	TNB	a	N	778	3550	80.5	49.2	64.5	77.6	+12.0	0.000
<i>Physcia aipolia</i>	Gemarmerd vingermos	BE	z		4	4	0.4	0.4	0.1	0.4	+0.2	0.243
<i>Physcia caesia</i>	Stoeprandvingermos	TNB	a	N	301	892	31.2	31.2	33.4	27.5	-6.3	0.000
<i>Physcia clementei</i>	Isidieus vingermos	TNB	z		65	104	6.7	0.1	0.4	6.7	+6.3	0.000
<i>Physcia dubia</i>	Bleek vingermos	TNB	a	N	147	365	15.2	14.9	17.7	15.6	-1.9	0.198
<i>Physcia stellaris</i>	Groot vingermos	TNB	zz		3	3	0.3	0.1	0.6	0.4	-0.2	0.382
<i>Physcia tenella</i>	Heksenvingermos	TNB	a	N	506	1929	52.4	70.6	71.4	52.2	-19.3	0.000
<i>Physcia tribacia</i>	Lobjesvingermos	GE	zzz		4	5	0.4	0.0	0.0	0.5	+0.5	0.016
<i>Physcia tribacioides</i>	Witkopvingermos	TNB	zz		11	16	1.1	0.0	0.0	1.2	+1.2	0.000
<i>Physciella chloantha</i>	Zonneklepjesmos		zz		1	3	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Physconia distorta</i>	Fors rijpmos	BE	zz		15	20	1.6	0.1	0.5	1.1	+0.5	0.109
<i>Physconia enteroxantha</i>	Donker rijpmos	TNB	z		19	39	2.0	0.8	0.7	2.1	+1.6	0.001
<i>Physconia grisea</i>	Grauw rijpmos	TNB	a		481	1613	49.8	5.5	12.7	44.4	+31.3	0.000
<i>Physconia perisidiosa</i>	Duinrijpmos	KW	zzz		3	5	0.3	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Placynthiella dasaea</i>	Okerbruine veenkorst	TNB	z		16	28	1.7	0.0	2.6	1.9	-0.7	0.257
<i>Placynthiella icmalea</i>	Bruine veenkorst	TNB	a	A	23	50	2.4	1.1	3.1	2.7	-0.4	0.618
<i>Platismatia glauca</i>	Groot boerenkoolmos	KW	zz	A	1	1	0.1	5.9	3.8	0.1	-3.6	0.000
<i>Pleurosticta acetabulum</i>	Olijf-schildmos	TNB	a		96	298	9.9	18.5	15.9	10.8	-3.1	0.000
<i>Polycauliona candelaria</i>	Kroezig dooiermos	TNB	a	N	210	509	21.7	52.1	49.7	24.1	-25.4	0.000
<i>Polycauliona phlogina</i>	Boomcitroenkorst		z	N	26	68	2.7	0.0	0.2	1.0	+0.7	0.024
<i>Polycauliona polycarpa</i>	Klein dooiermos	TNB	a	N	346	838	35.8	65.3	68.7	38.3	-30.7	0.000
<i>Porina aenea</i>	Schors-olievlekje	TNB	a		5	13	0.5	0.0	0.1	0.1	0.0	0.980
<i>Porina byssophila</i>	Rommelig olievlekje		zzz		3	7	0.3	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Porina leptalea</i>	Bruin olievlekje	GE	zz		3	6	0.3	0.0	0.0	0.4	+0.4	0.038
<i>Protoparmelia hypotremella</i>	Grijze spijkerdrager	TNB	zz		9	20	0.9	0.8	1.6	1.1	-0.5	0.233
<i>Protoparmelia oleagina</i>	Bruine spijkerdrager	TNB	zz	A	11	26	1.1	0.1	1.2	1.3	+0.1	0.734
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	Purper geweimos	KW	z	A	3	5	0.3	2.8	1.5	0.4	-1.2	0.028
<i>Pseudoschismatomma rufescens</i>	Verzonken schriftmos	TNB	a		707	3216	73.2	0.0	0.1	70.6	+70.5	0.000
<i>Psilolechia lucida</i>	UV-mos	TNB	a		10	18	1.0	0.6	1.1	1.2	+0.1	0.737
<i>Punctelia borrieri</i>	Witstippelschildmos	TNB	a		296	802	30.6	0.0	3.8	27.5	+23.6	0.000
<i>Punctelia jeckeri</i>	Rijpschildmos	TNB	a		305	795	31.6	*	*	*	*	*
<i>Punctelia reddenda</i>	Gelobd stippelschildmos		zzz		9	19	0.9	0.0	0.0	1.1	+1.1	0.000
<i>Punctelia subrudecta</i>	Gestippeld schildmos	TNB	a		565	1809	58.5	*	*	*	*	*
<i>Punctelia subrudecta / jeckeri</i>	Rijp / Gestippeld schildmos	TNB	a		*	*	*	33.7	48.5	59.2	+10.1	0.000
<i>Pyrrhospora querneae</i>	Grove mosterdkorst	TNB	a		171	511	17.7	10.2	15.8	19.7	+5.2	0.000

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	RL	Z	IW	2021-2022			Trendberekening				
					n22	k22	%22	%90	%02	%22	02-22	P
<i>Ramalina canariensis</i>	Breed takmos	GE	zz		2	2	0.2	0.0	0.0	0.2	+0.2	0.090
<i>Ramalina farinacea</i>	Melig takmos	TNB	a		410	1110	42.4	32.8	39.4	43.8	+5.5	0.002
<i>Ramalina fastigiata</i>	Trompettakmos	TNB	a		99	235	10.2	15.2	13.0	10.0	-2.7	0.008
<i>Ramalina fraxinea</i>	Groot takmos	BE	zz		2	3	0.2	0.6	0.6	0.2	-0.3	0.208
<i>Ramalina lacera</i>	Waaiertakmos	TNB	zz		8	13	0.8	0.3	0.2	0.7	+0.5	0.059
<i>Ramalina pollinaria</i>	Sierlijk takmos	GE	zzz		0	0	0.0	0.0	0.1	0.0	-0.1	0.217
<i>Rinodina oleae</i>	Donkerbruine schotelkorst	TNB	a	N	30	76	3.1	0.0	0.2	1.4	+1.2	0.001
<i>Rinodina pityrea</i>	Blauwe mosterdkorst	TNB	z		10	24	1.0	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Scoliciosporum gallurae</i>	Groene spiraalkorst		zzz		2	3	0.2					
<i>Scoliciosporum pruinosum</i>	Berijpte spiraalkorst	GE	zzz		7	15	0.7	0.0	0.2	0.8	+0.6	0.030
<i>Scoliciosporum umbrinum</i>	Steenspiraalkorst	TNB	a		2	2	0.2	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Sporodophoron cretaceum</i>	Witkring	GE	zzz		1	2	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Strangospora pinicola</i>	Gewoon muggenstrontjesmos	TNB	zz		16	45	1.7	0.0	1.3	1.9	+0.5	0.291
<i>Thelotrema lepadinum</i>	Beukenwrat	KW	zz		9	20	0.9	0.5	1.0	1.1	+0.1	0.741
<i>Trapeliopsis flexuosa</i>	Blauwe veenkorst	TNB	a		9	16	0.9	0.5	0.1	1.1	+1.0	0.003
<i>Trapeliopsis gelatinosa</i>	Bleekgroene veenkorst	GE	zzz		0	0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.000
<i>Trapeliopsis granulosa</i>	Lichte veenkorst	TNB	a	A	13	28	1.3	1.8	4.0	1.5	-2.6	0.000
<i>Trapeliopsis pseudogranulosa</i>	Groene veenkorst	TNB	zz		14	32	1.4	0.0	0.6	1.7	+1.1	0.008
<i>Tuckermanopsis chlorophylla</i>	Bruin boerenkoolmos	BE	zzz	A	0	0	0.0	1.6	0.4	0.0	-0.4	0.326
<i>Usnea hirta</i>	Bleek baardmos	KW	zz	A	1	3	0.1	0.1	0.4	0.1	-0.3	0.065
<i>Usnea rubicunda</i>	Rood baardmos	VN	0	A	1	2	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Usnea subfloridana</i>	Gewoon baardmos	KW	zz	A	0	0	0.0	0.4	0.4	0.0	-0.4	0.130
<i>Varicellaria hemisphaerica</i>	Boskringkorst	BE	zzz		1	3	0.1	0.0	0.2	0.1	-0.1	0.361
<i>Verrucaria ochrostoma</i>	Bleke stippelkorst	TNB	a		1	1	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231
<i>Violella fucata</i>	Trilzwamkorst	TNB	zz		15	28	1.6	1.6	1.8	1.8	-0.2	0.648
<i>Xanthomendoza huculica</i>	Dragonderdooiermos		zzz		4	8	0.4	0.0	0.0	0.5	+0.5	0.016
<i>Xanthomendoza ulophyllodes</i>	Ulevellenmos	GE	zzz		2	4	0.2	0.0	0.1	0.2	+0.1	0.502
<i>Xanthoria calcicola</i>	Oranje dooiermos	TNB	a	N	84	139	8.7	0.0	0.4	7.5	+7.1	0.000
<i>Xanthoria parietina</i>	Groot dooiermos	TNB	a	N	839	3935	86.9	50.0	75.2	84.9	+9.6	0.000

Bijlage D. Overzicht waargenomen mossen en trends

Overzicht van mossen die in het meetnet zijn waargenomen en trendberekeningen. Zie Bijlage D voor uitleg kolommen.

Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	RL	Z	2021-20022			Trendberekening					P
				n22	k22	%22	%90	%02	%22	02-22		
<i>Amblystegium serpens</i>	Gewoon pluisdraadmos	TNB	a	13	25	1.3	0.0	0.1	0.1	0.0	0.980	
<i>Atrichum undulatum</i>	Groot rimpelmos	TNB	a	5	9	0.5	0.1	0.1	0.6	+0.4	0.066	
<i>Aulacomnium androgynum</i>	Gewoon knopjesmos	TNB	a	14	34	1.4	3.6	5.5	1.5	-4.0	0.000	
<i>Brachythecium rutabulum</i>	Gewoon dikkopmos	TNB	a	256	761	26.5	1.1	16.4	19.6	+2.7	0.054	
<i>Brachythecium salebrosum</i>	Glad dikkopmos	TNB	a	1	1	0.1						
<i>Brachythecium spec.</i>	dikkopmos		a	3	8	0.3						
<i>Bryum argenteum</i>	Zilvermos	TNB	a	20	40	2.1	2.6	1.8	1.4	-0.2	0.689	
<i>Bryum barnesii</i>	Geelkorrelknikmos	TNB	a	3	5	0.3	0.0	0.0	0.2	+0.2	0.084	
<i>Bryum capillare</i>	Gedraaid knikmos	TNB	a	107	280	11.1	0.8	2.7	7.6	+4.9	0.000	
<i>Bryum dichotomum</i>	Grofkorrelknikmos	TNB	a	5	11	0.5	0.1	0.0	0.1	+0.1	0.397	
<i>Bryum spec.</i>	knikmos		a	1	1	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231	
<i>Campylopus flexuosus</i>	Boskronkelsteeltje	TNB	a	26	50	2.7	5.2	8.8	3.1	-6.0	0.000	
<i>Campylopus introflexus</i>	Grijs kronkelsteeltje	E	a	48	97	5.0	0.3	2.3	5.6	+3.2	0.000	
<i>Campylopus pyriformis</i>	Breekblaadje	TNB	a	0	0	0.0	1.0	0.6	0.0	-0.6	0.086	
<i>Cephalozia bicuspidata</i>	Gewoon maanmos	TNB	a	0	0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.000	
<i>Cephaloziella divaricata</i>	Gewoon draadmos	TNB	a	3	6	0.3	0.1	0.0	0.4	+0.4	0.072	
<i>Ceratodon purpureus</i>	Gewoon purpersteeltje	TNB	a	112	230	11.6	6.3	13.2	10.8	-2.2	0.103	
<i>Cryphaea heteromalla</i>	Vliermos	TNB	a	4	4	0.4	0.0	0.0	0.2	+0.2	0.090	
<i>Dicranella heteromalla</i>	Gewoon plujsjesmos	TNB	a	6	11	0.6	1.8	2.1	0.7	-1.4	0.012	
<i>Dicranoweisia cirrata</i>	Gewoon sikkelsterretje	TNB	a	431	1256	44.6	48.9	54.0	48.0	-5.8	0.005	
<i>Dicranum montanum</i>	Bossig gaffeltandmos	TNB	a	105	360	10.9	2.4	14.2	12.5	-2.3	0.029	
<i>Dicranum polysetum</i>	Gerimpeld gaffeltandmos	KW	z	0	0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	1.000	
<i>Dicranum scoparium</i>	Gewoon gaffeltandmos	TNB	a	63	143	6.5	11.6	14.6	7.5	-7.1	0.000	
<i>Dicranum tauricum</i>	Bros gaffeltandmos	TNB	z	18	36	1.9	0.6	2.7	2.1	-0.8	0.104	
<i>Eurhynchium striatum</i>	Geplooid snavelmos	TNB	a	1	1	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231	
<i>Frullania dilatata</i>	Helmroestmos	TNB	a	71	125	7.3	0.3	0.6	6.4	+5.8	0.000	
<i>Grimmia pulvinata</i>	Gewoon muisjesmos	TNB	a	204	544	21.1	0.4	5.8	15.6	+9.9	0.000	
<i>Herzogiella seligeri</i>	Geklauwd pronkmos	TNB	a	1	1	0.1	0.0	0.0	0.1	+0.1	0.231	
<i>Homalothecium sericeum</i>	Gewoon zijdemos	TNB	a	3	7	0.3	0.0	0.0	0.1	0.0	1.000	
<i>Hypnum cupressiforme</i>	Gesnaveld klauwtjesmos	TNB	a	847	3927	87.7	48.4	75.0	87.8	+12.5	0.000	
<i>Isoetecium myosuroides</i>	Knikkend palmpjesmos	TNB	a	22	64	2.3	0.0	1.5	2.5	+1.1	0.024	
<i>Kindbergia praelonga</i>	Fijn laddermos	TNB	a	107	244	11.1	0.9	14.0	8.7	-5.6	0.000	
<i>Lepidozia reptans</i>	Neptunusmos	TNB	z	1	2	0.1	0.6	0.6	0.1	-0.3	0.178	
<i>Leskea polycarpa</i>	Uiterwaardmos	TNB	a	9	24	0.9	0.1	0.1	0.1	0.0	1.000	
<i>Leucobryum glaucum</i>	Kussentjesmos	TNB	a	7	19	0.7	1.3	2.2	0.8	-1.4	0.000	
<i>Lophocolea heterophylla</i>	Gedrongen kantmos	TNB	a	41	92	4.2	19.6	17.7	4.9	-12.6	0.000	
<i>Lophozia ventricosa</i>	Gewoon trapmos	KW	z	0	0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.000	
<i>Metzgeria furcata</i>	Bleek boomvorkje	TNB	a	17	38	1.8	0.0	0.2	1.9	+1.7	0.000	
<i>Mnium hornum</i>	Gewoon sterrenmos	TNB	a	75	207	7.8	7.7	9.8	8.9	-1.4	0.101	
<i>Orthodontium lineare</i>	Geelsteeltje	E	a	50	137	5.2	10.7	10.5	5.9	-5.2	0.000	
<i>Orthotrichum affine</i>	Gewone haarmuts	TNB	a	418	1351	43.3	1.1	14.3	36.9	+22.0	0.000	
<i>Orthotrichum anomalum</i>	Gesteelde haarmuts	TNB	a	7	12	0.7						
<i>Orthotrichum diaphanum</i>	Grijze haarmuts	TNB	a	156	396	16.1	0.5	7.7	9.5	+1.7	0.125	
<i>Orthotrichum lyellii</i>	Broedhaarmuts	TNB	a	139	308	14.4	0.0	0.2	12.2	+12.0	0.000	
<i>Orthotrichum pulchellum</i>	Gekroesde haarmuts	TNB	a	1	2	0.1						
<i>Orthotrichum pumilum</i>	Dwerghaarmuts	TNB	zz	9	16	0.9	0.0	0.0	0.4	+0.4	0.038	
<i>Orthotrichum spec.</i>	haarmuts		a	2	6	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	1.000	
<i>Orthotrichum speciosum</i>	Ruige haarmuts	TNB	z	8	12	0.8	0.4	0.0	0.2	+0.2	0.263	

<i>Orthotrichum stramineum</i>	Bonte haarmuts	TNB	a	6	12	0.6	0.0	0.0	0.2	+0.2	0.090
<i>Orthotrichum striatum</i>	Gladde haarmuts	TNB	a	50	104	5.2	0.0	0.0	3.1	+3.1	0.000
<i>Orthotrichum tenellum</i>	Slanke haarmuts	TNB	a	21	48	2.2	0.0	0.0	0.2	0.0	1.000
<i>Plagiomnium affine</i>	Rond boogsterrenmos	TNB	a	2	3	0.2	0.1	0.1	0.2	+0.1	0.561
<i>Plagiothecium laetum</i>	Krom platmos	TNB	a	16	38	1.7	1.4	3.8	1.9	-2.0	0.002
<i>Pohlia nutans</i>	Gewoon peermos	TNB	a	3	5	0.3	4.5	2.0	0.4	-1.6	0.021
<i>Polytrichum formosum</i>	Fraai haarmos	TNB	a	64	136	6.6	1.1	3.9	7.6	+3.6	0.000
<i>Pseudoscleropodium purum</i>	Groot laddermos	TNB	a	4	10	0.4	0.4	0.7	0.4	-0.5	0.110
<i>Pseudotaxiphyllum elegans</i>	Gewoon pronkmos	TNB	a	2	4	0.2	0.0	1.0	0.2	-0.8	0.010
<i>Ptilidium ciliare</i>	Heidefranjemos	KW	zz	0	0	0.0	0.1	0.1	0.0	-0.1	0.383
<i>Ptilidium pulcherrimum</i>	Boomfranjemos	BE	zzz	0	0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	1.000
<i>Radula complanata</i>	Gewoon schijfjesmos	TNB	a	4	7	0.4	0.0	0.0	0.5	+0.5	0.017
<i>Rhynchostegium confertum</i>	Boomsnavelmos	TNB	a	39	90	4.0	0.0	0.6	0.7	+0.1	0.879
<i>Rhytidiadelphus squarrosus</i>	Gewoon haakmos	TNB	a	1	1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.984
<i>Schistidium crassipilum</i>	Muurachterlichtmos	TNB	a	1	1	0.1					
<i>Syntrichia laevipila</i>	Boomsterretje	TNB	a	22	46	2.3	0.3	0.2	0.6	+0.4	0.135
<i>Syntrichia latifolia</i>	Riviersterretje	TNB	z	4	12	0.4					
<i>Syntrichia papillosa</i>	Knikkersterretje	TNB	a	157	478	16.3	0.1	0.2	10.0	+9.7	0.000
<i>Syntrichia ruralis</i>	Duinsterretje	TNB	a	8	15	0.8	0.0	0.0	0.4	+0.4	0.038
<i>Syntrichia virescens</i>	Uitgerand zodersterretje	TNB	a	9	20	0.9	0.0	0.0	0.2	+0.2	0.090
<i>Tetraphis pellucida</i>	Viertandmos	TNB	a	20	49	2.1	2.4	2.4	2.4	-0.1	0.922
<i>Tortula muralis</i>	Gewoon muursterretje	TNB	a	16	33	1.7	0.1	0.2	0.7	+0.5	0.115
<i>Ulota bruchii</i>	Knotskroesmos	TNB	a	16	40	1.7	0.0	1.5	1.8	+0.3	0.541
<i>Ulota crispa</i>	Trompetkroesmos	TNB	a	7	9	0.7	0.0	1.1	0.5	-0.7	0.055
<i>Ulota phyllantha</i>	Broedkroesmos	TNB	a	4	6	0.4	0.0	0.0	0.5	+0.5	0.016
<i>Ulota spec.</i>	kroesmos		a	49	84	5.1	0.0	1.0	5.7	+4.7	0.000
<i>Zygodon conoideus</i>	Staafjesiepenmos	TNB	a	2	4	0.2	0.0	0.0	0.1	0.0	1.000

Bijlage E. Soortkaarten korstmossen

Soortkaarten worden alleen gegeven voor soorten die minimaal 100 keer zijn waargenomen in de drie complete meetrondes.

De kwantiteit is tussen meetpunten geïnterpoleerd op dezelfde manier als gedaan is voor graadmeters (zie 2.5.2).

In de grafiek rechtsonder is voor elke meetronde de gemiddelde kwantiteit weergegeven, waarbij alle meetpunten meetellen, zowel meetpunten waarin een soort wel is aangetroffen (kwantiteit 1-6; zie Tabel 2.1) als niet is aangetroffen (kwantiteit 0). De kwantiteiten van alle individuele meetpunten zijn in de grafiek weergegeven als lichtgrijze kleine punten. Bovenaan in de grafiek is aangegeven of de gemiddelde kwantiteit significant veranderd is tussen meetrondes:

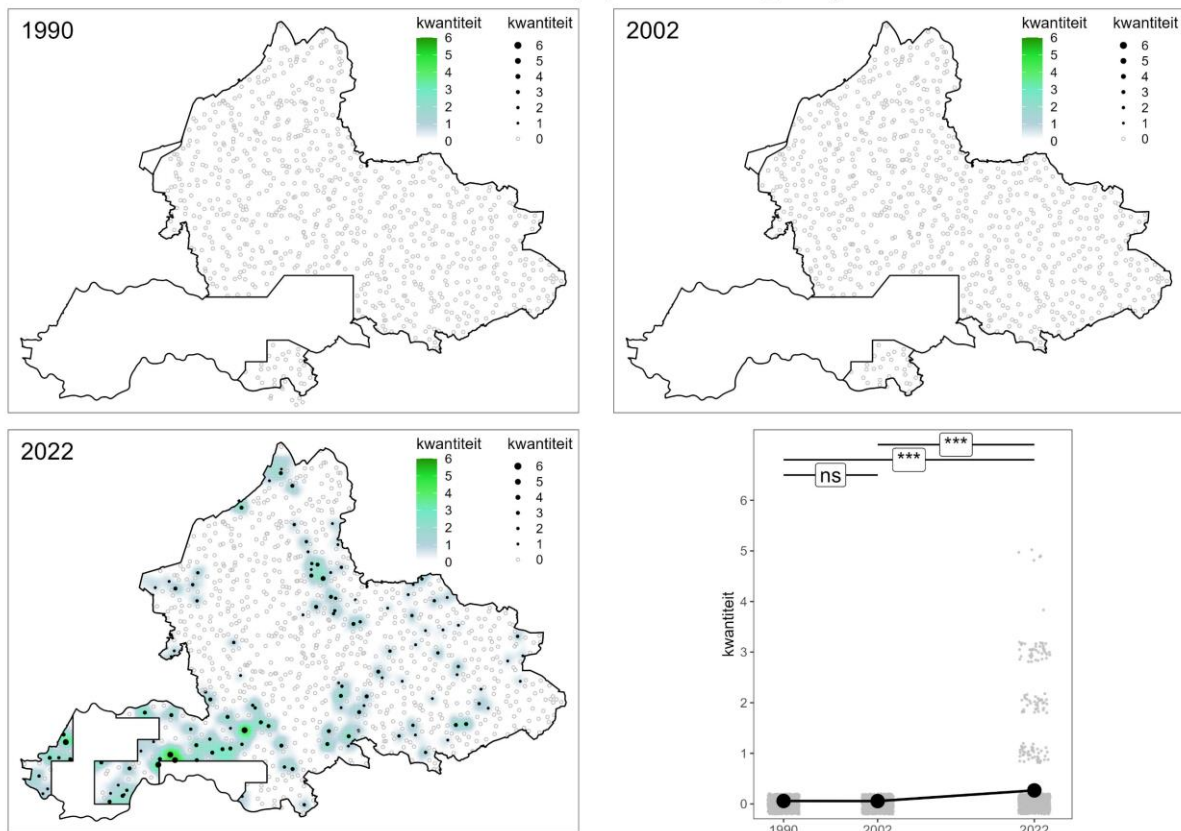
ns: niet significante verandering ($P > 0.05$)

*: significante verandering ($0.05 > P > 0.01$)

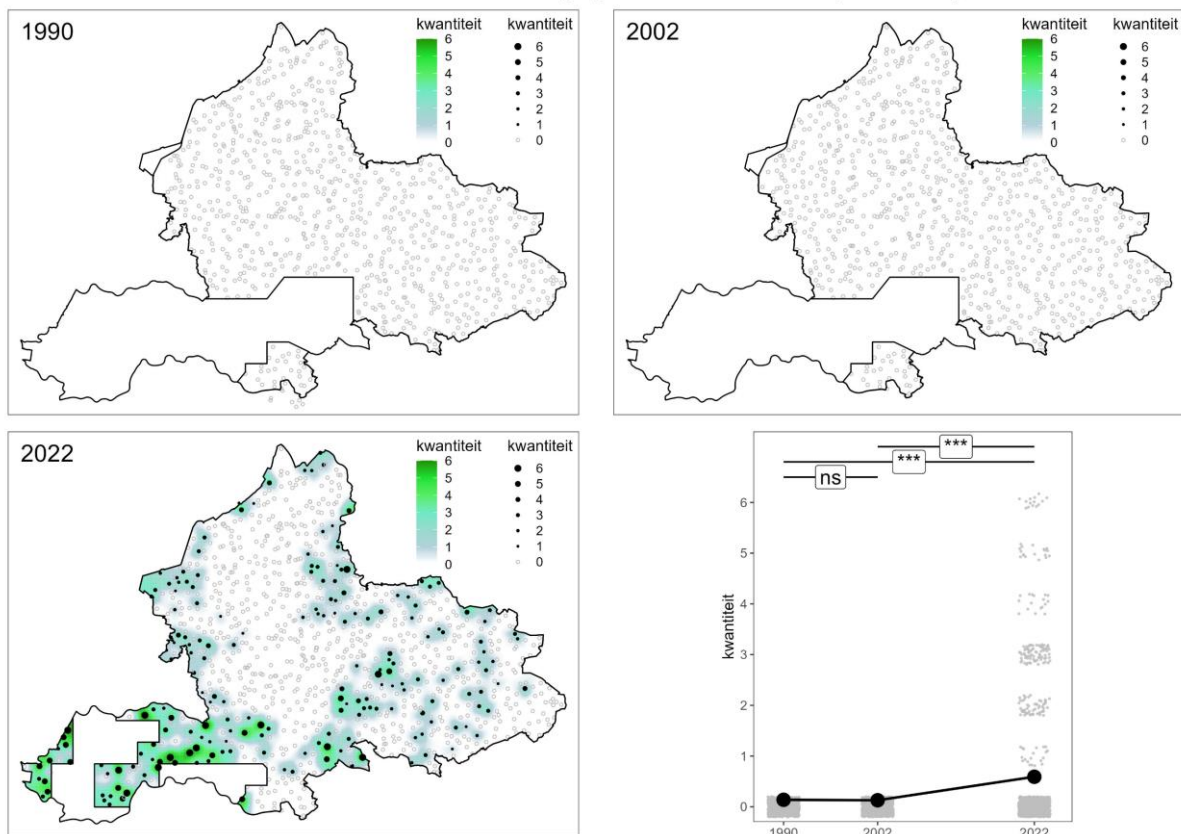
**: significante verandering ($0.01 > P > 0.001$)

***: significante verandering ($0.001 > P$)

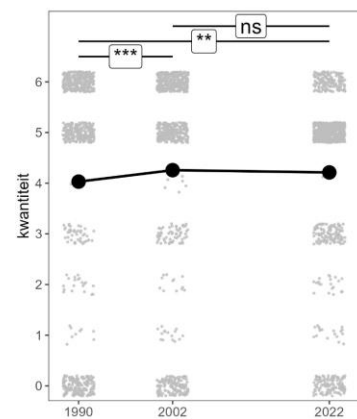
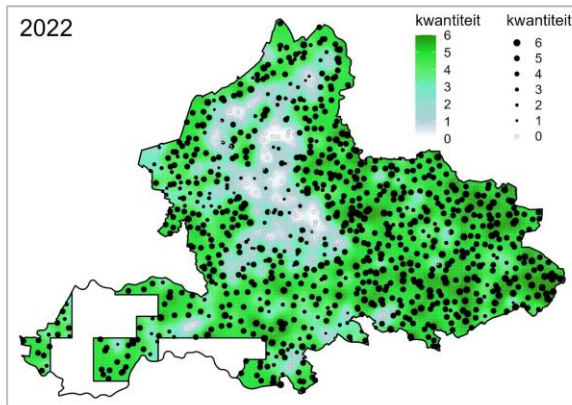
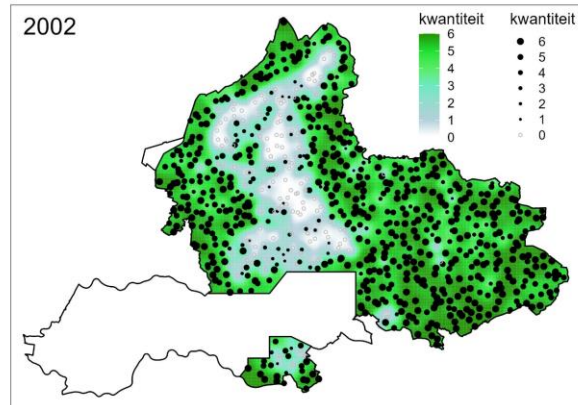
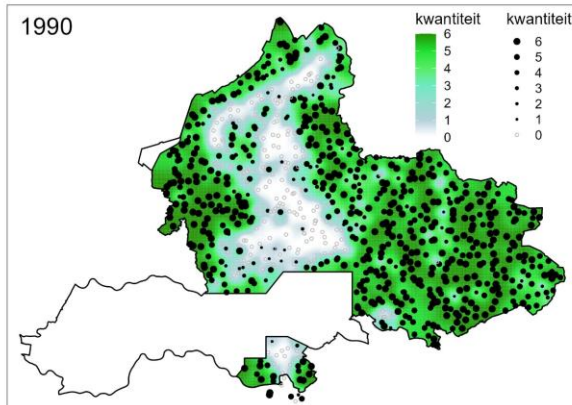
Rivierschriftmos (*Alyxoria culmigena*)



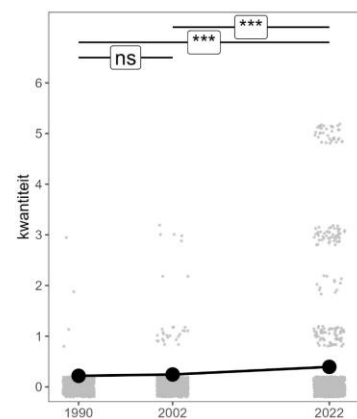
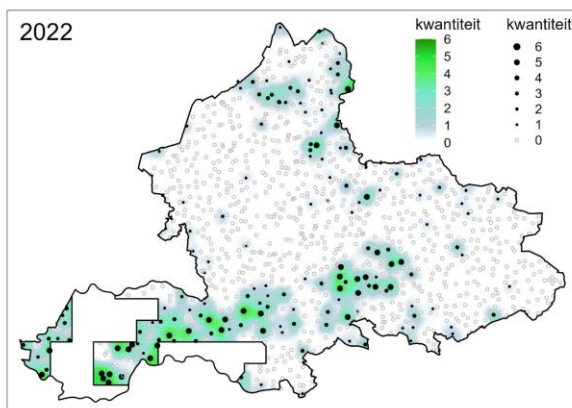
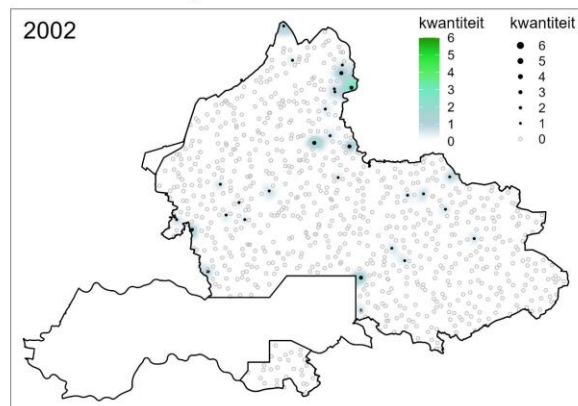
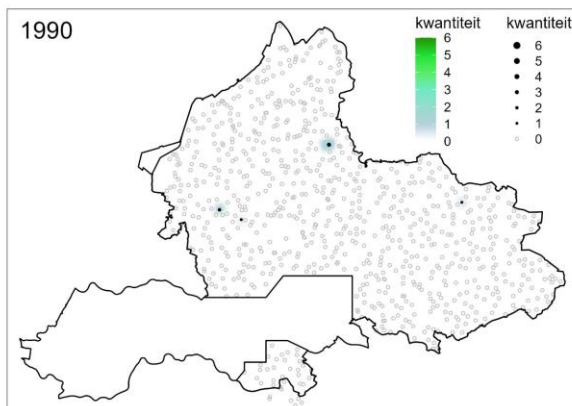
Kort- / Limoenschriftmos (*Alyxoria varia* / *viridipruinosa*)



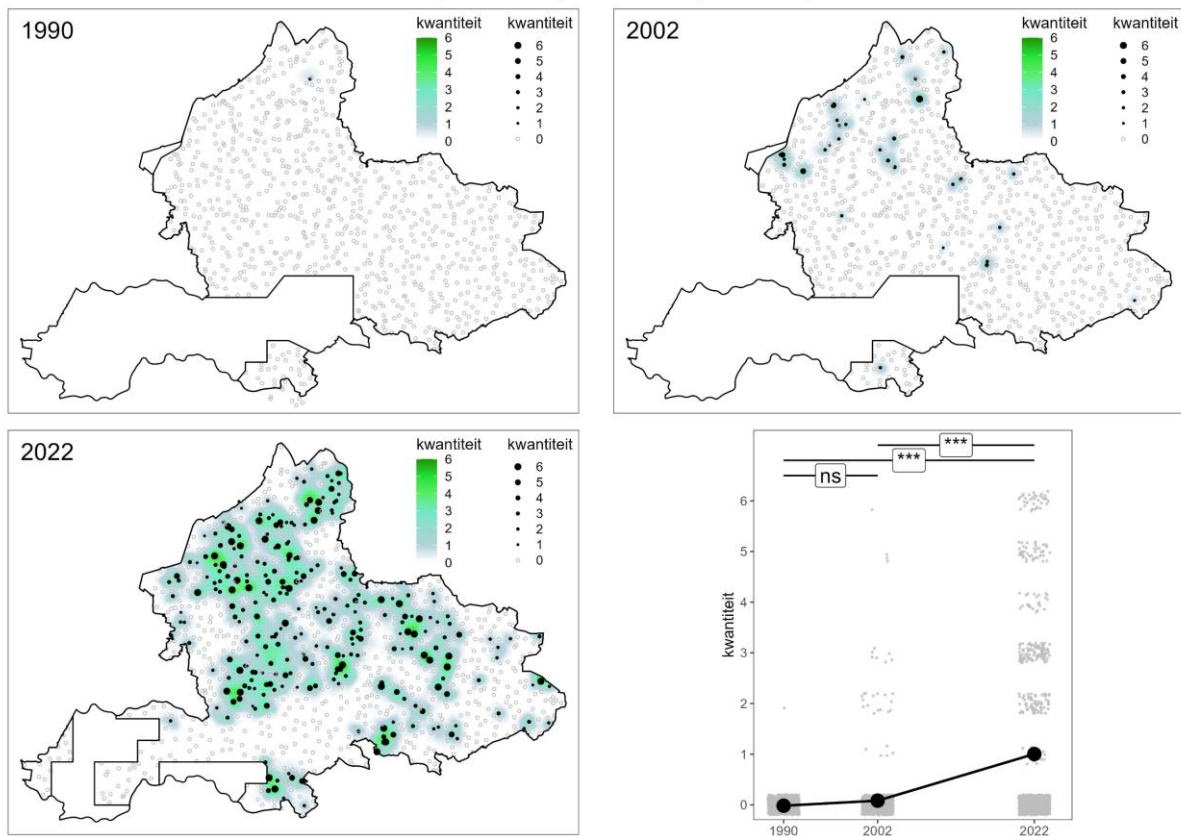
Vliegenstrontjesmos (*Amandinea punctata*)



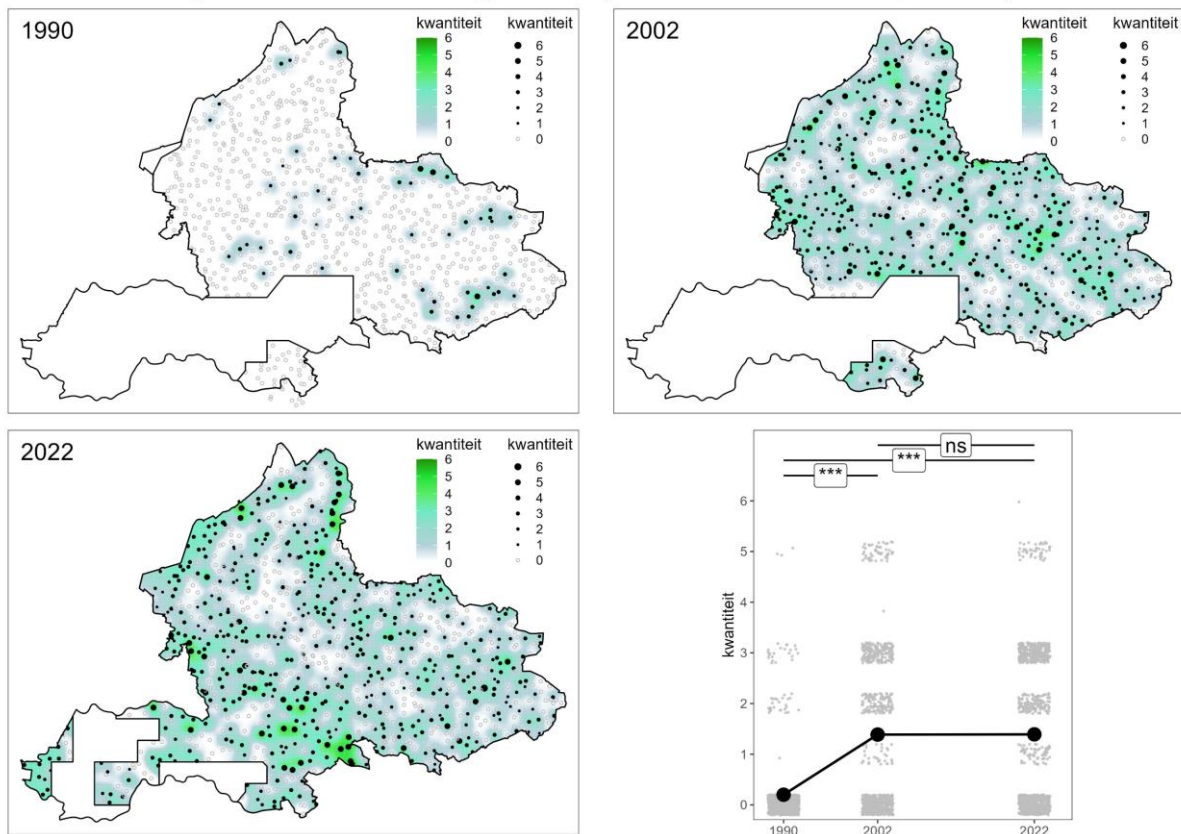
Amoebekorst (*Arthonia radiata*)



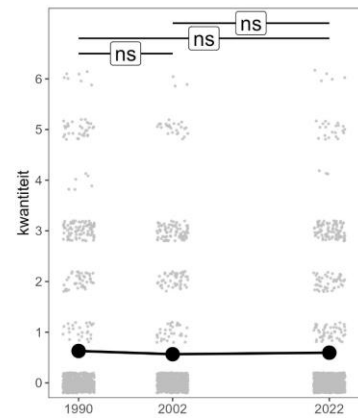
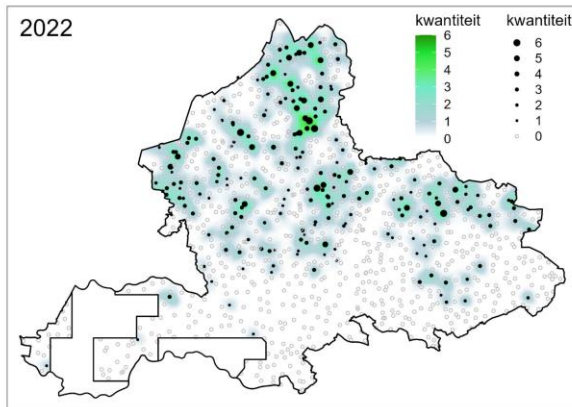
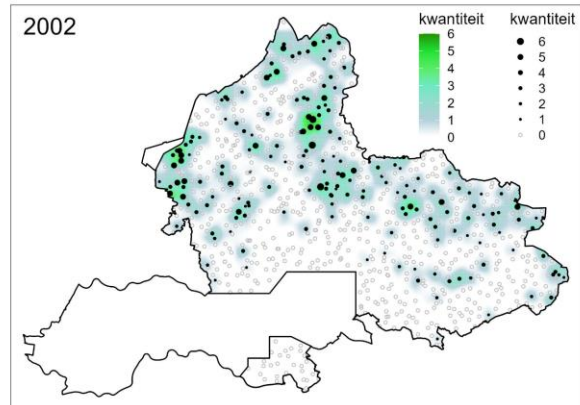
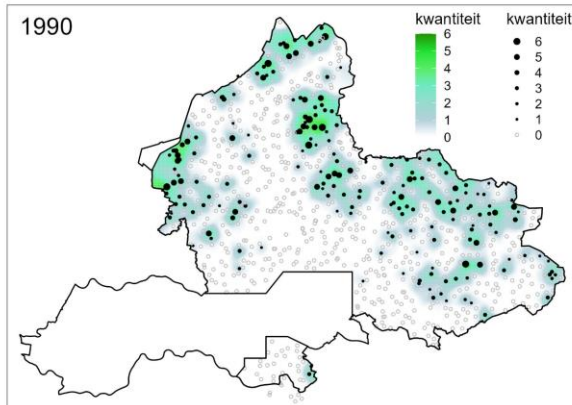
Inktspatkorst (*Arthonia spadicea*)



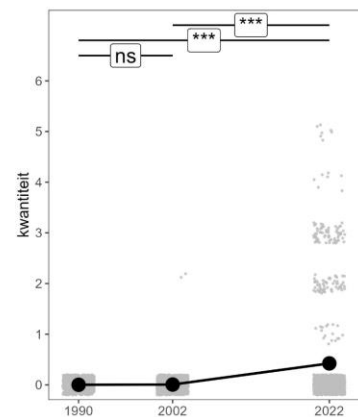
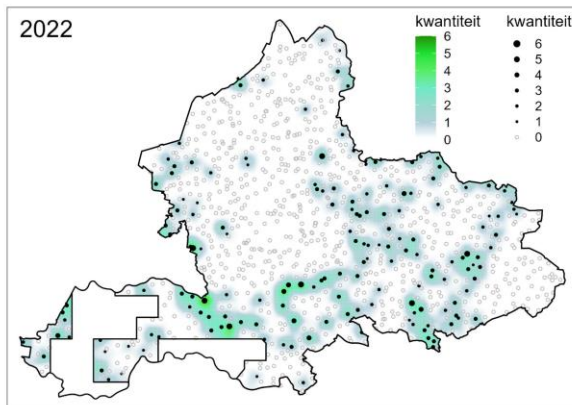
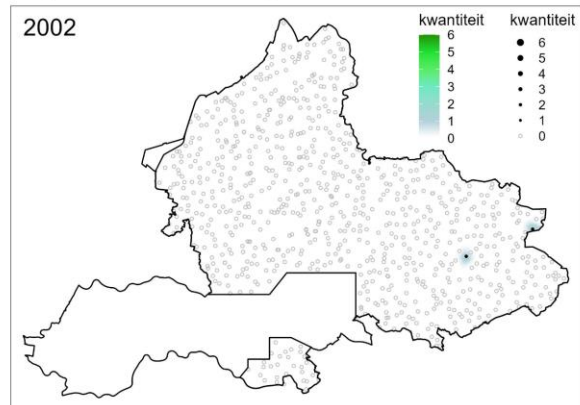
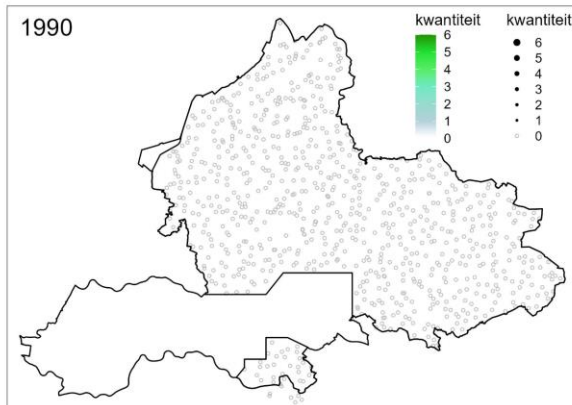
Fijne- / Boomvoetknoopjeskorst (*Bacidina adastrae* / *sulphurella*)



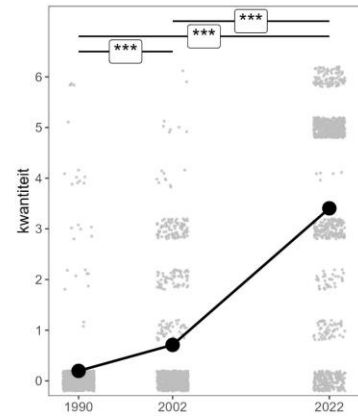
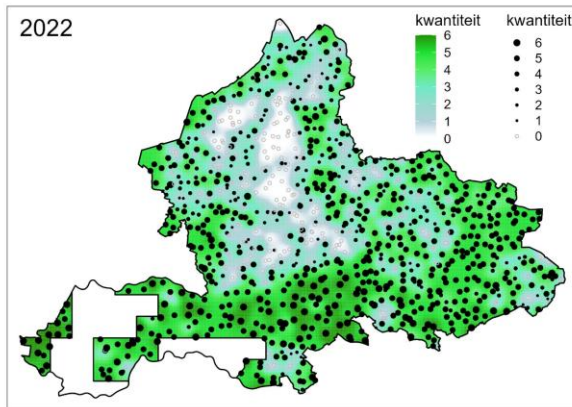
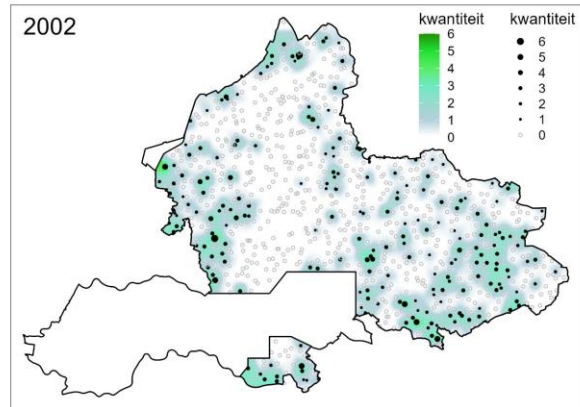
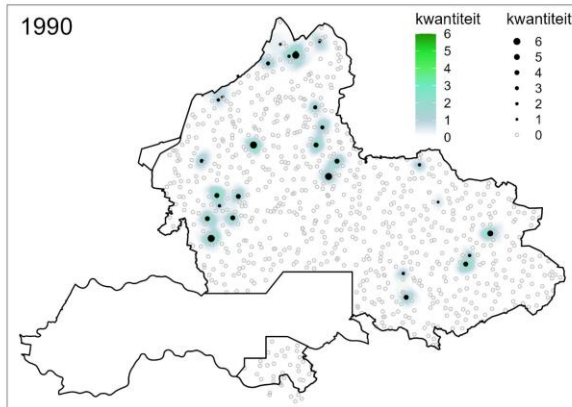
Grijsgroene stofkorst (*Buellia griseovirens*)



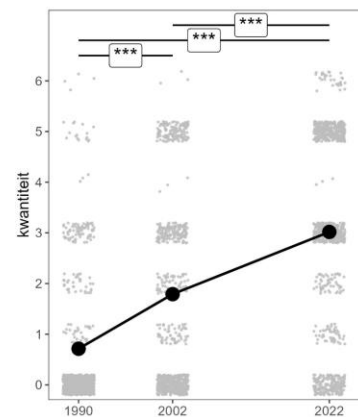
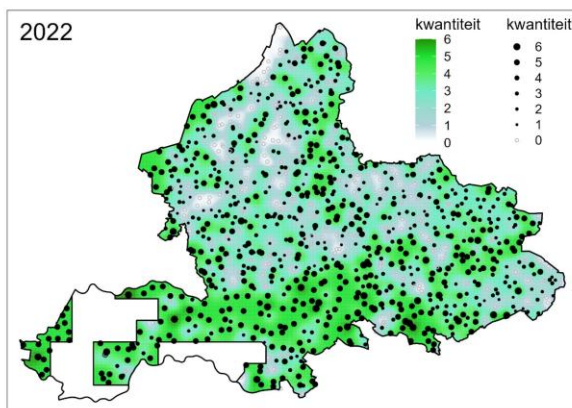
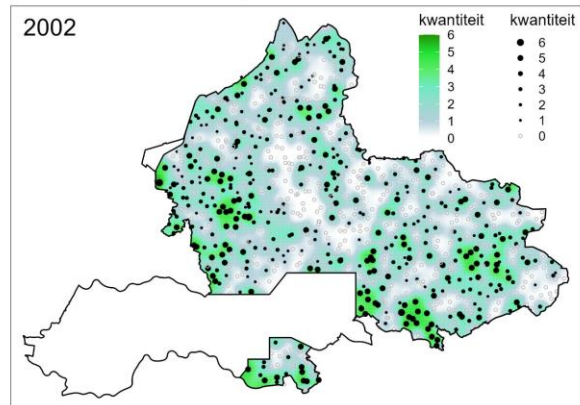
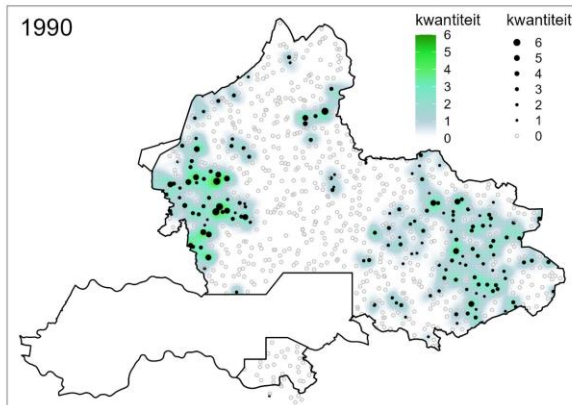
Gewone kraterkorst (*Caloplaca obscurella*)



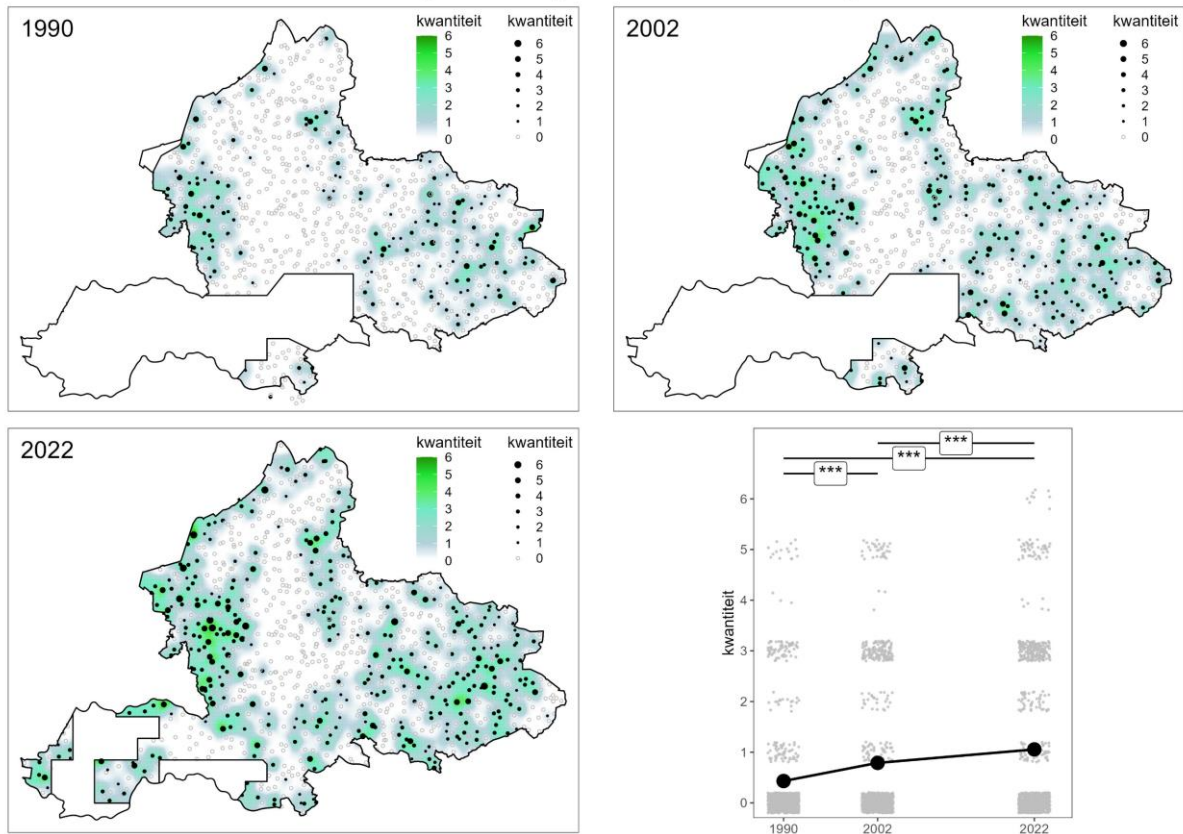
Vals dooiermos (*Candelaria concolor* s.l.)



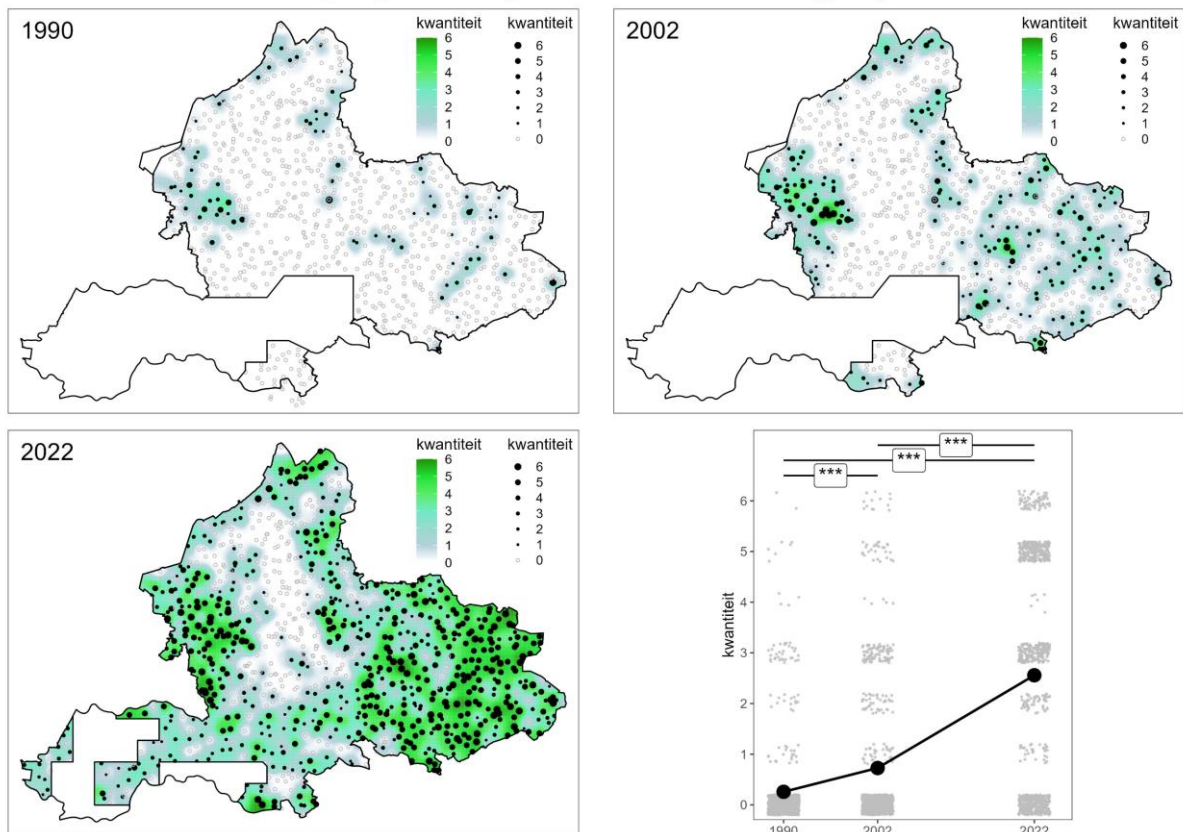
Poedergeelkorst (*Candelariella reflexa*)



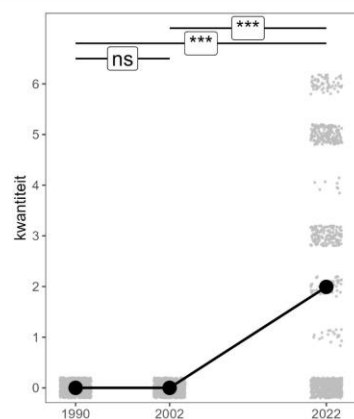
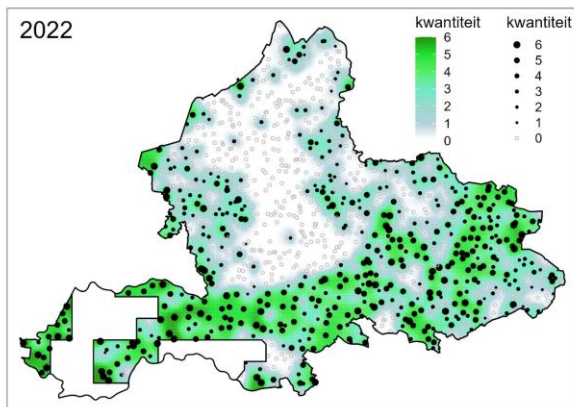
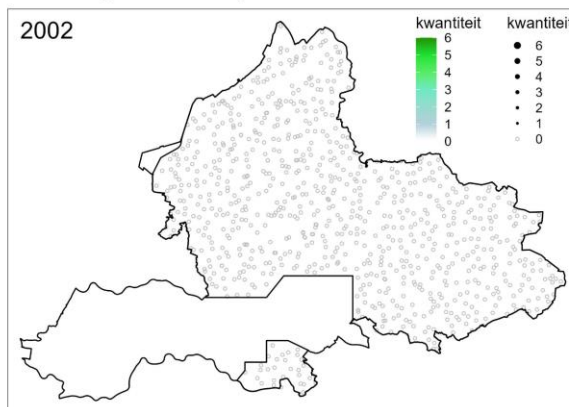
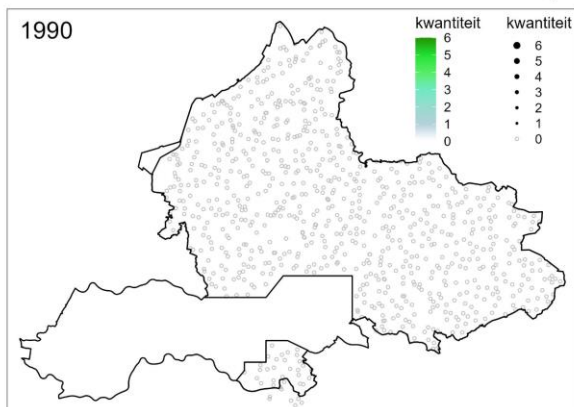
Grove geelkorst (*Candelariella vitellina*)



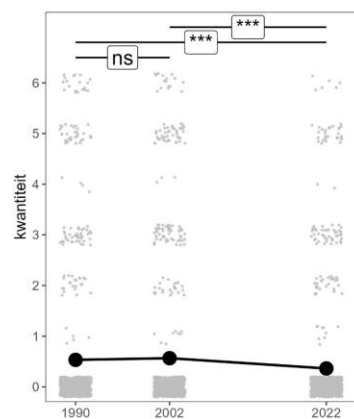
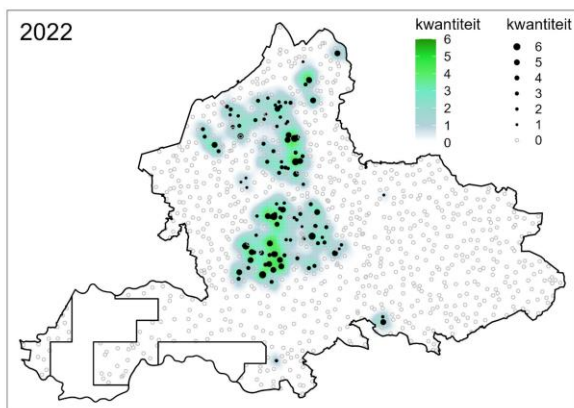
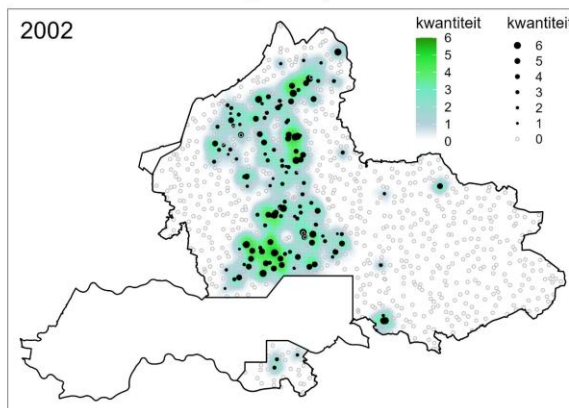
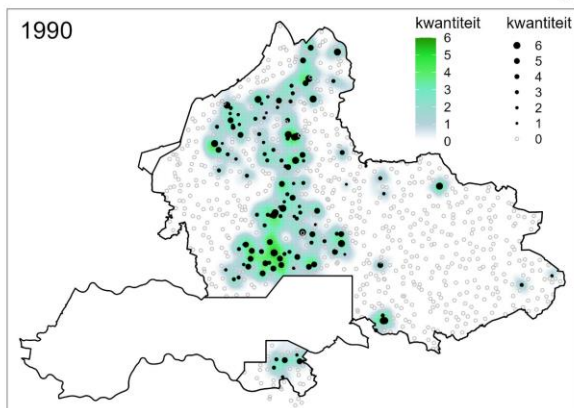
Fijne geelkorst (*Candelariella xanthostigma*)



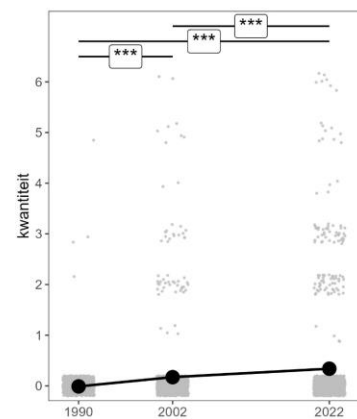
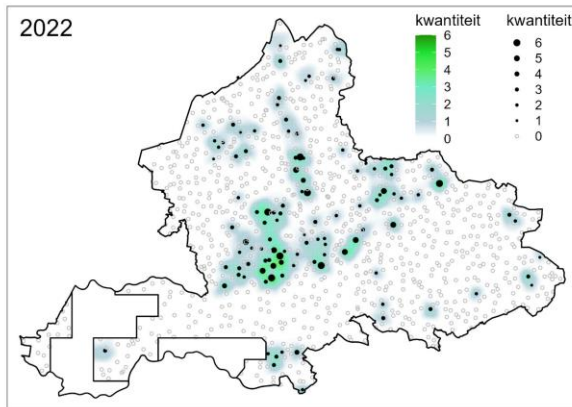
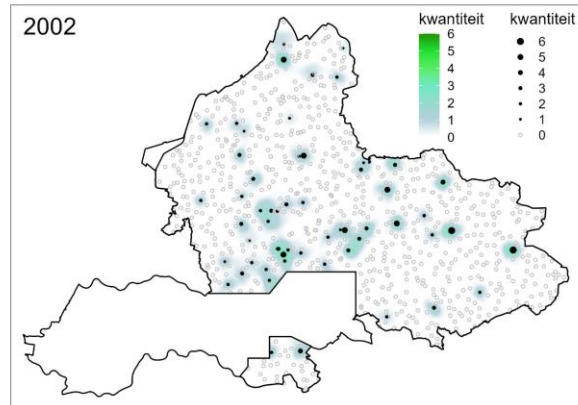
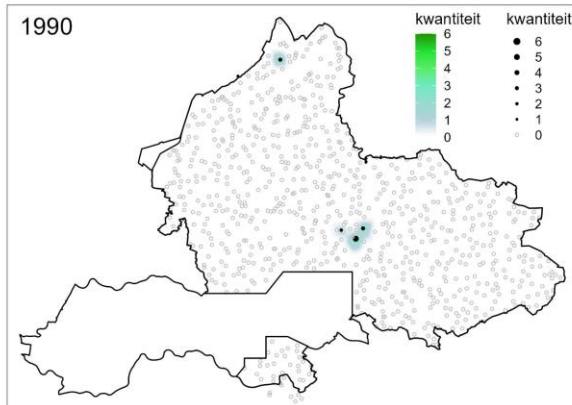
Boomrookkorst (*Catillaria nigroclavata*)



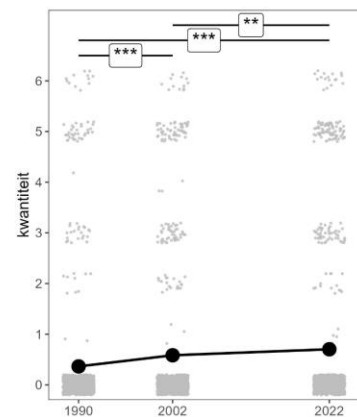
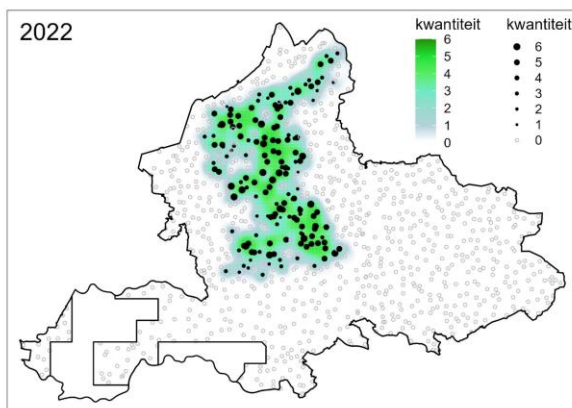
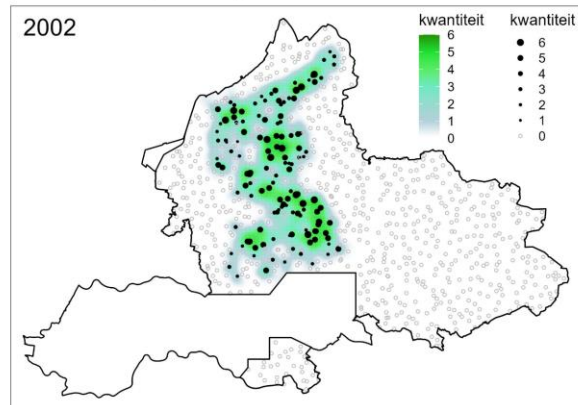
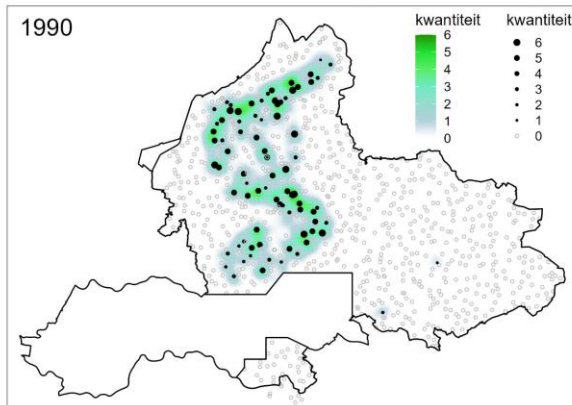
Roestbruin schorssteeltje (*Chaenotheca ferruginea*)



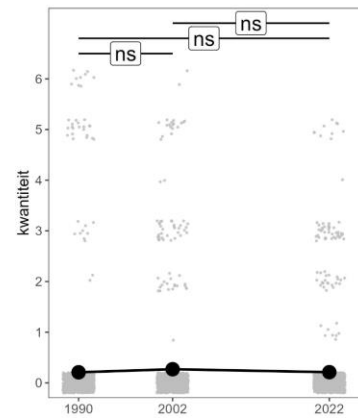
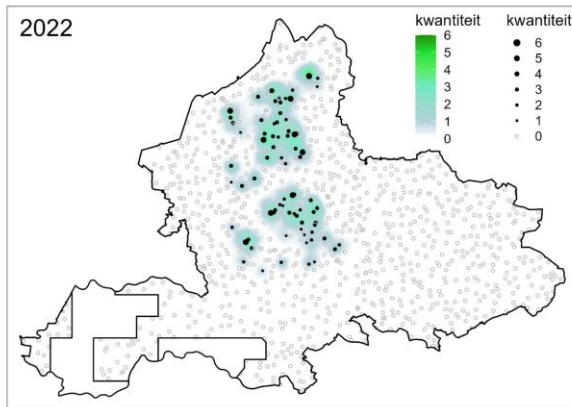
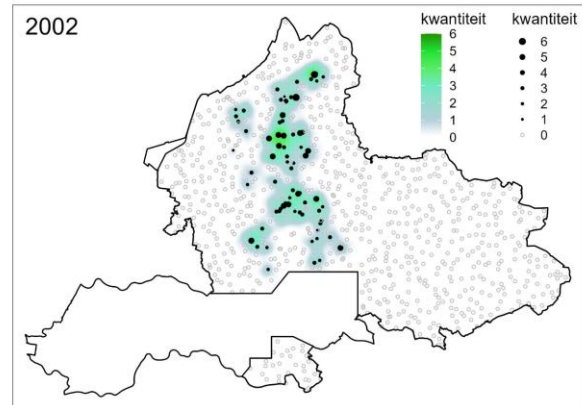
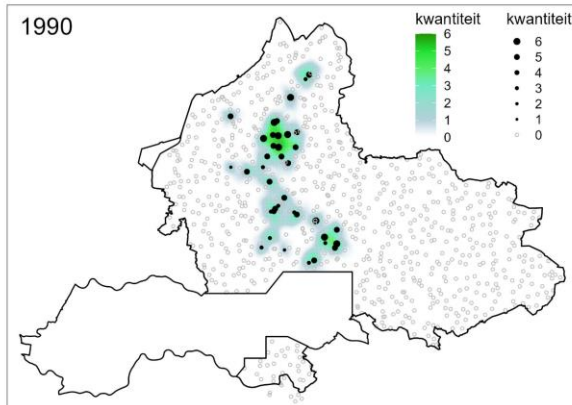
Grijs schorssteeltje (*Chaenotheca trichialis*)



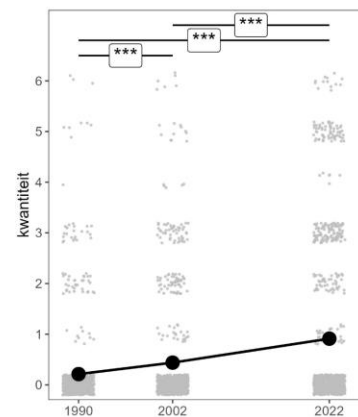
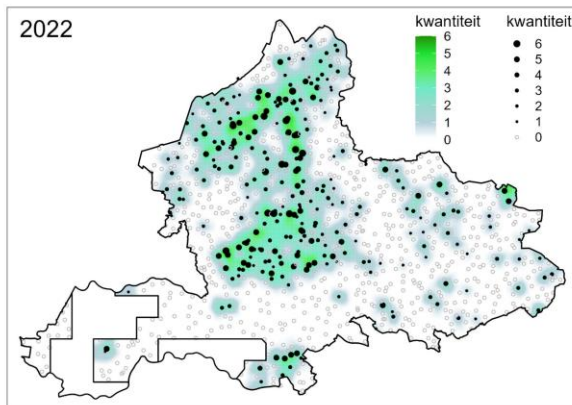
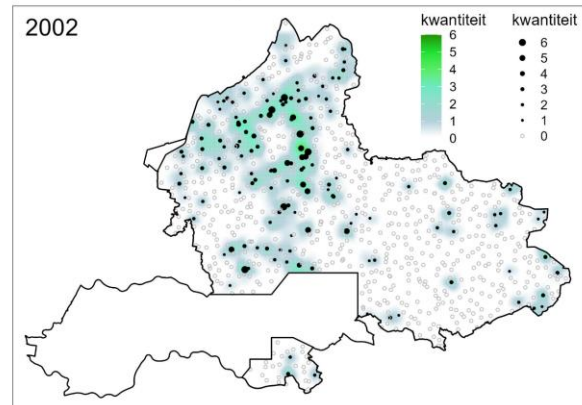
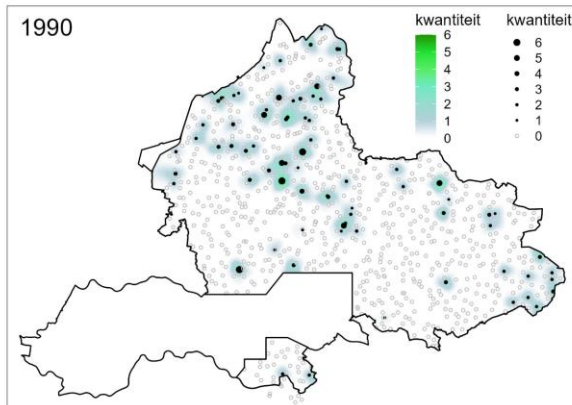
Fijn bekermos (*Cladonia chlorophaea*)



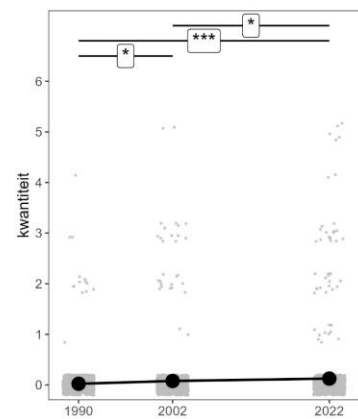
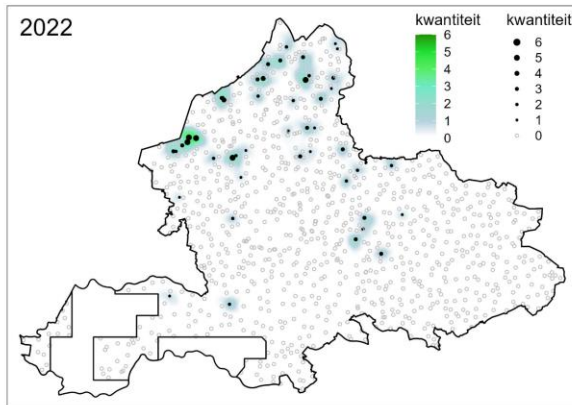
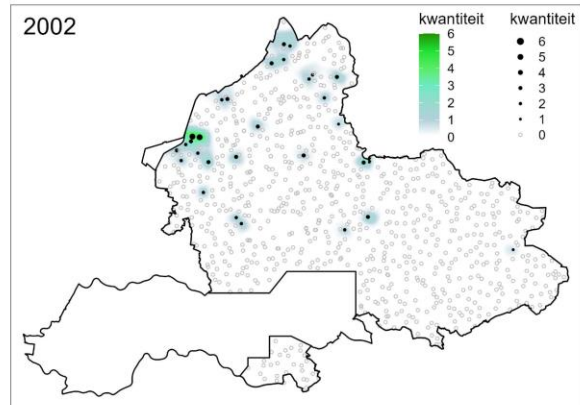
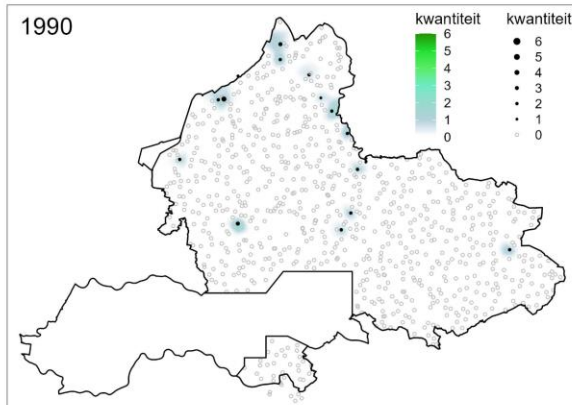
Smal bekermos (*Cladonia coniocraea*)



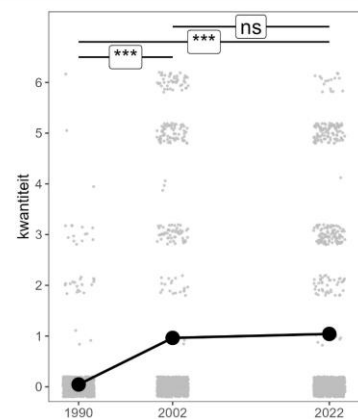
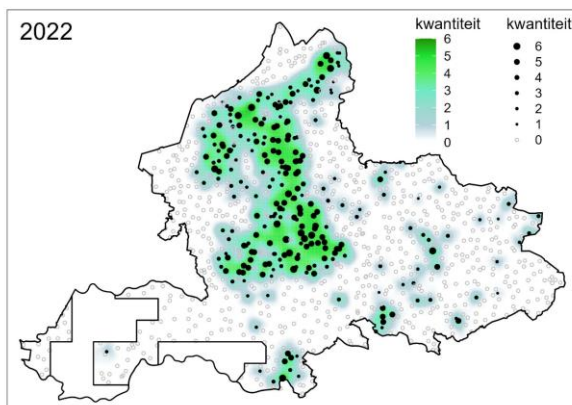
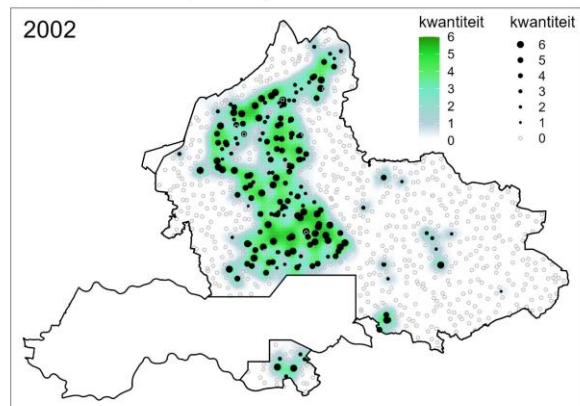
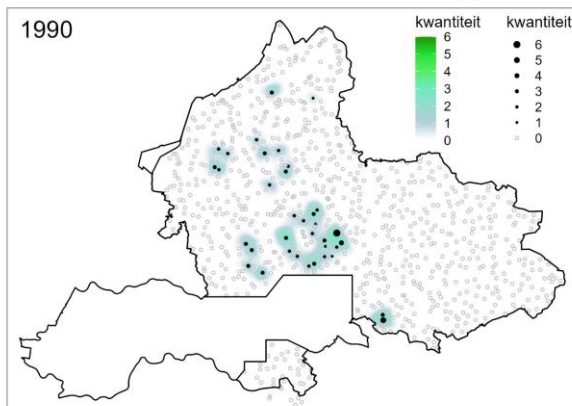
Kopjes-bekermos (*Cladonia fimbriata*)



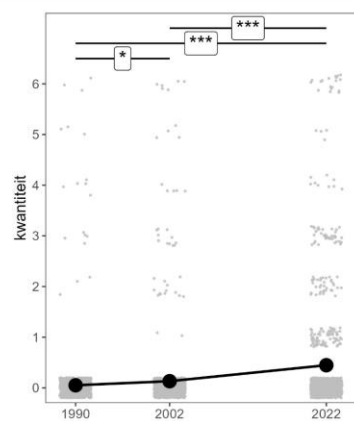
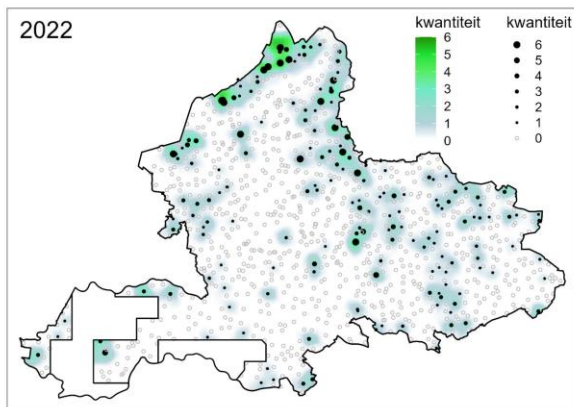
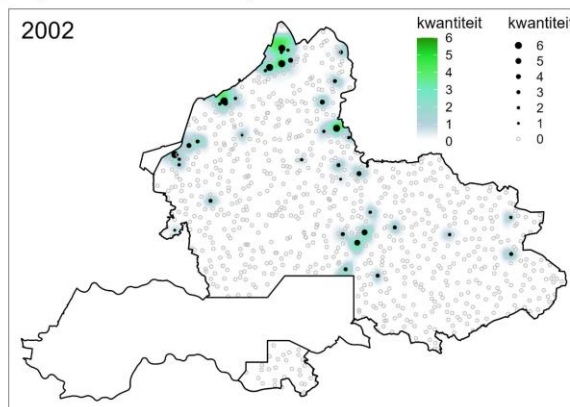
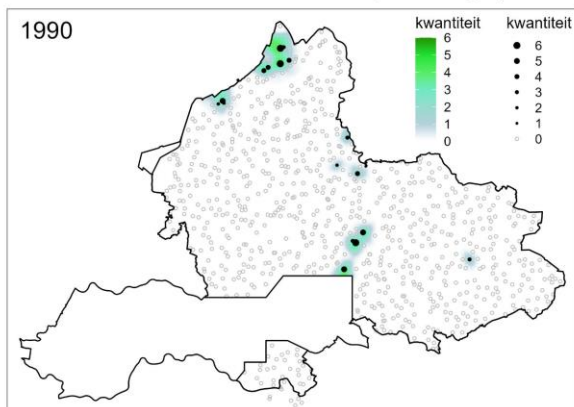
Gespikkelde witkorst (*Cliostomum griffithii*)



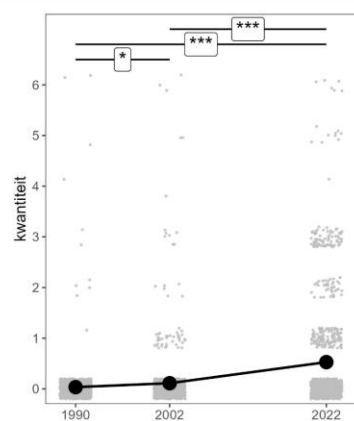
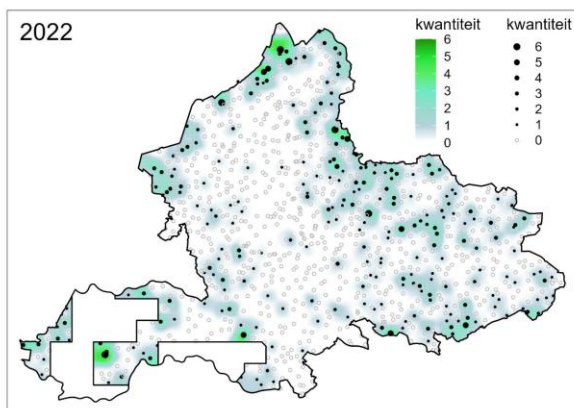
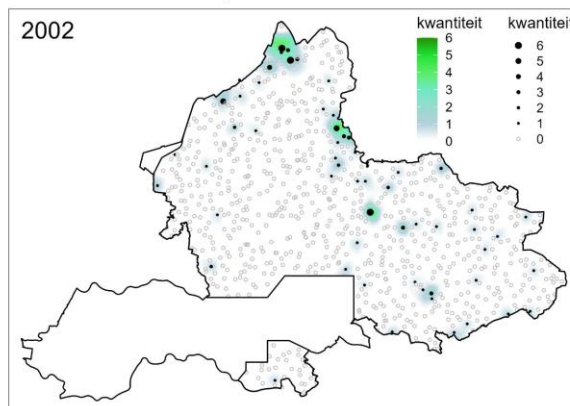
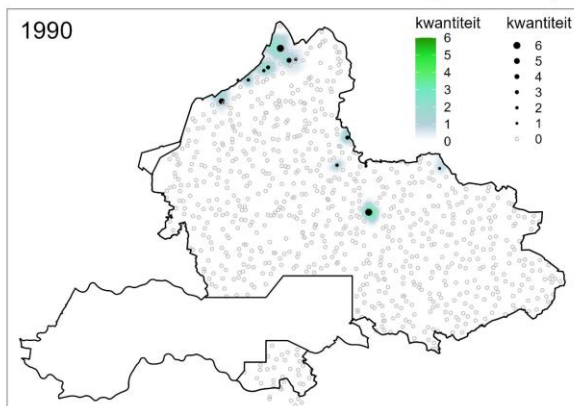
Valse knoopjeskorst (*Coenogonium pineti*)



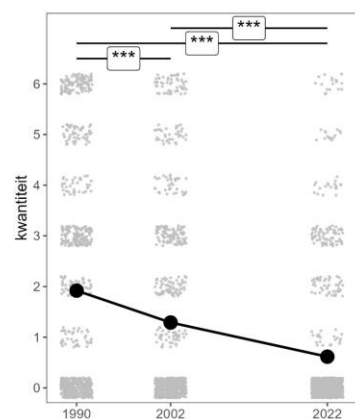
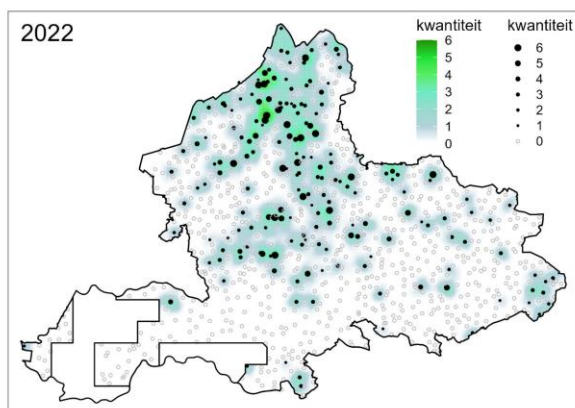
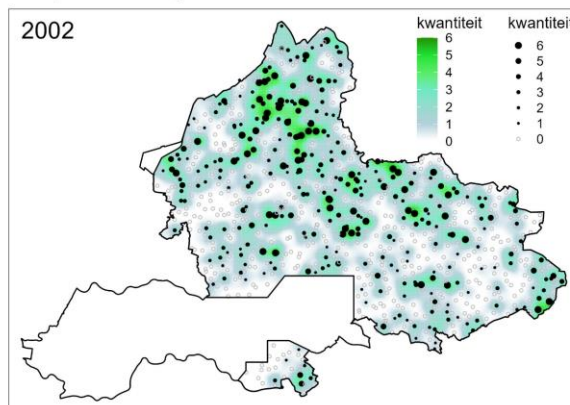
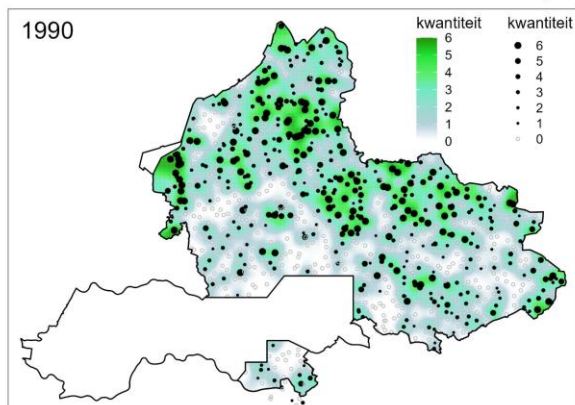
Purperkring (*Dendrographa decolorans*)



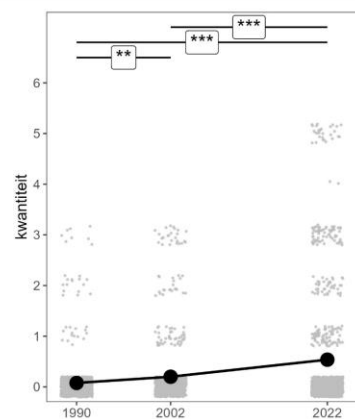
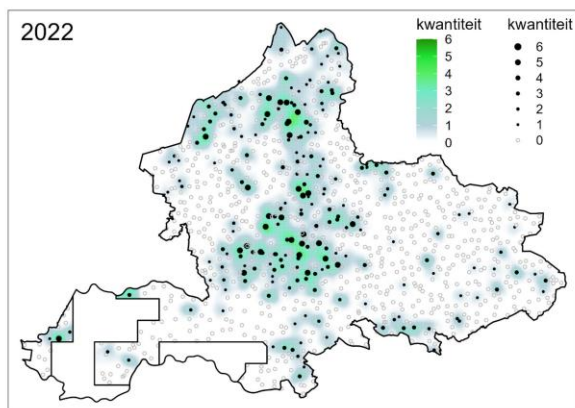
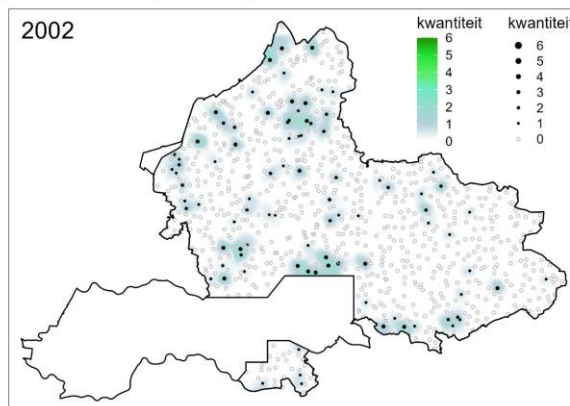
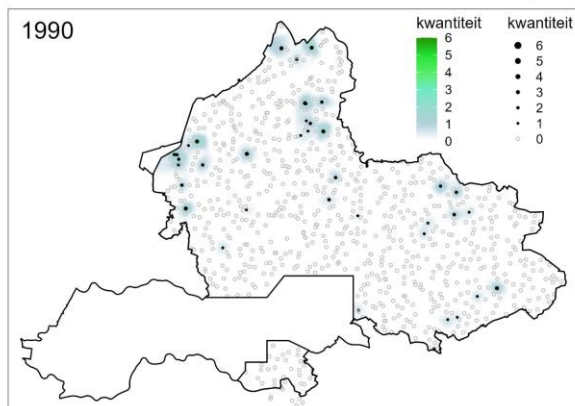
Kauwgommos (*Diploicia canescens*)



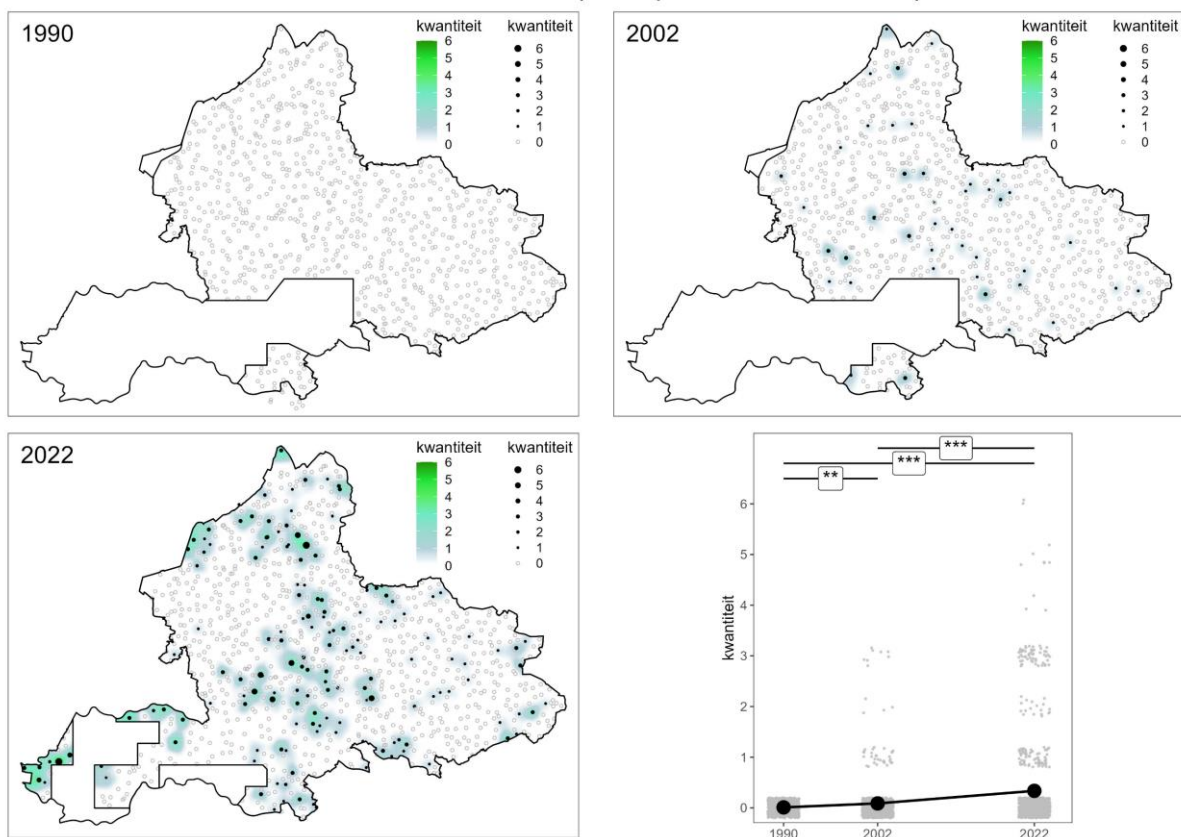
Eikenmos (*Evernia prunastri*)



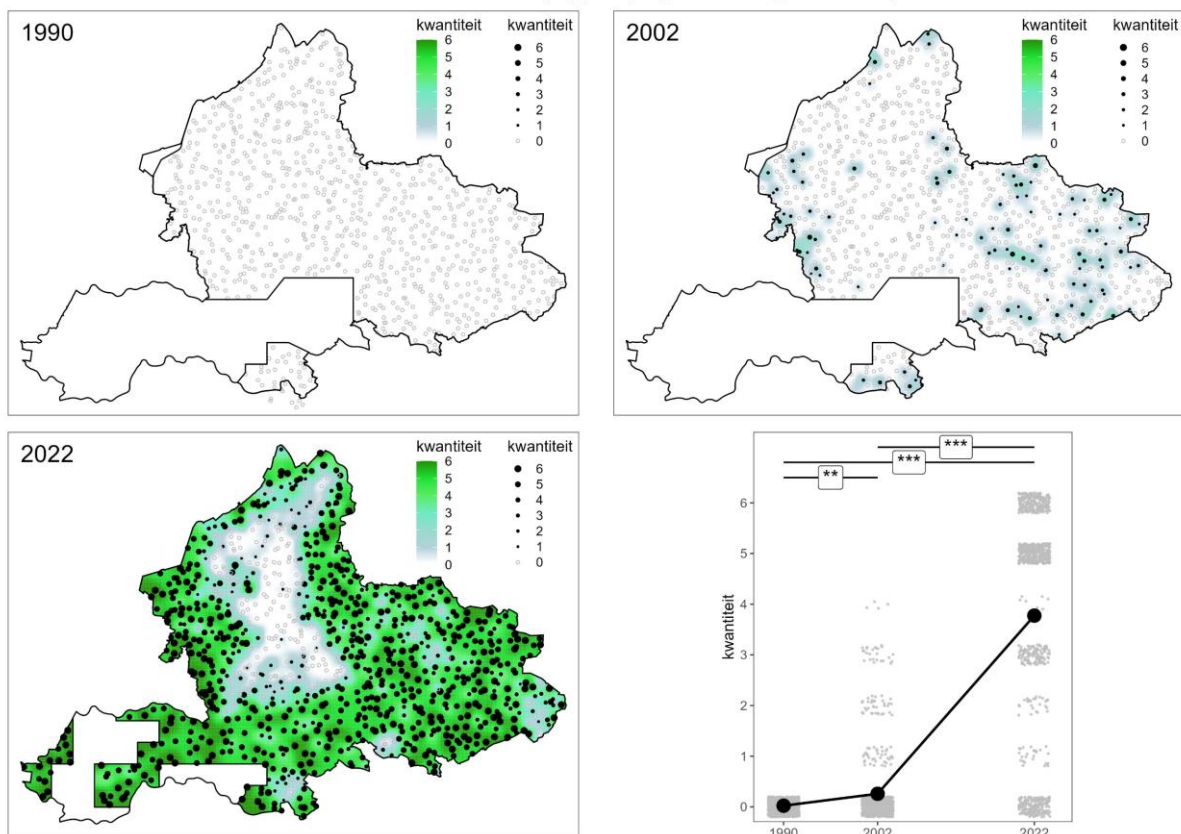
Bosschildmos (*Flavoparmelia caperata*)



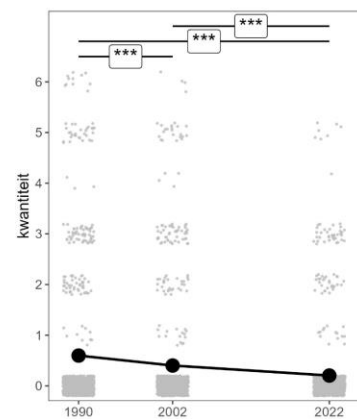
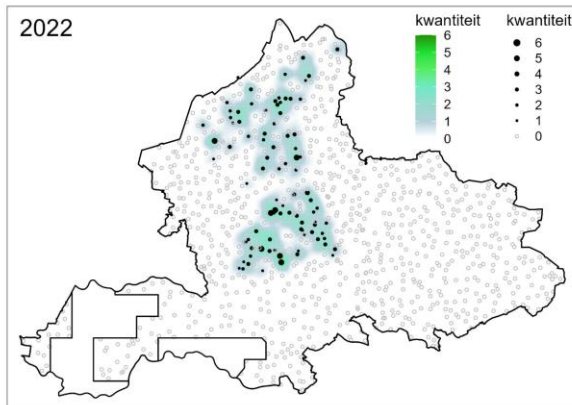
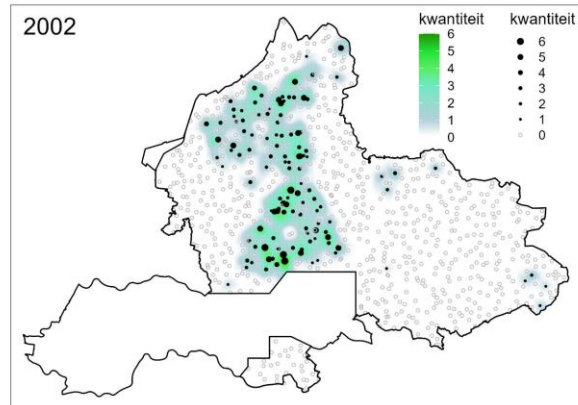
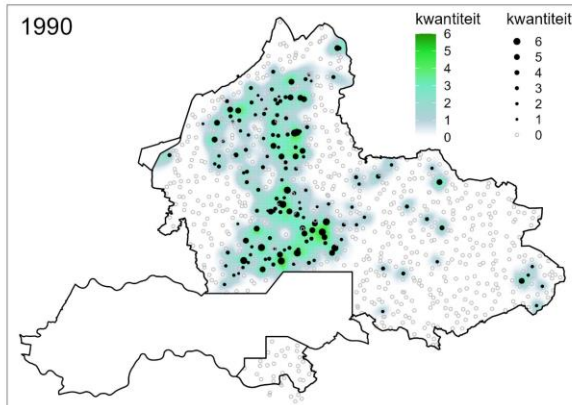
Groen boomschildmos (*Flavoparmelia soredians*)



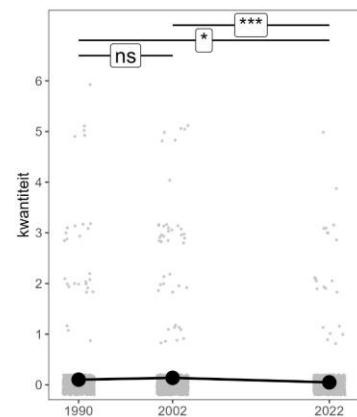
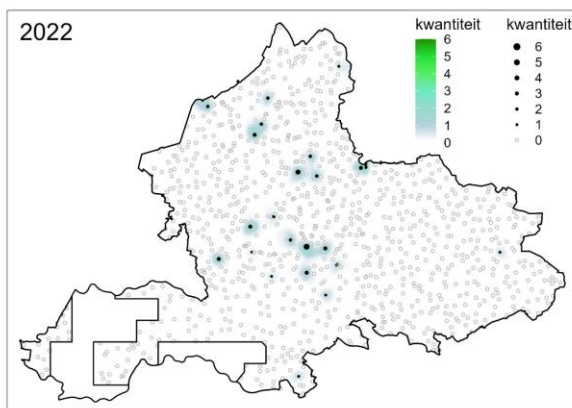
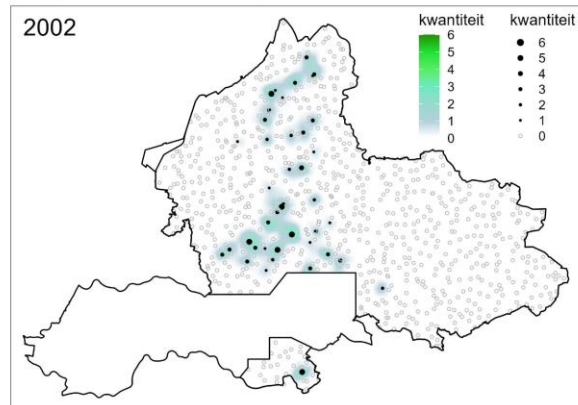
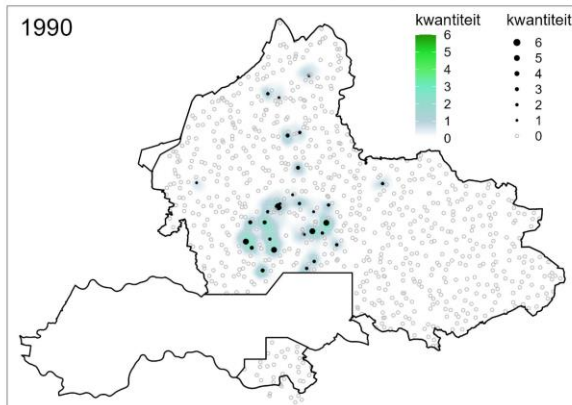
Dun schaduwmos (*Hyperphyscia adglutinata*)



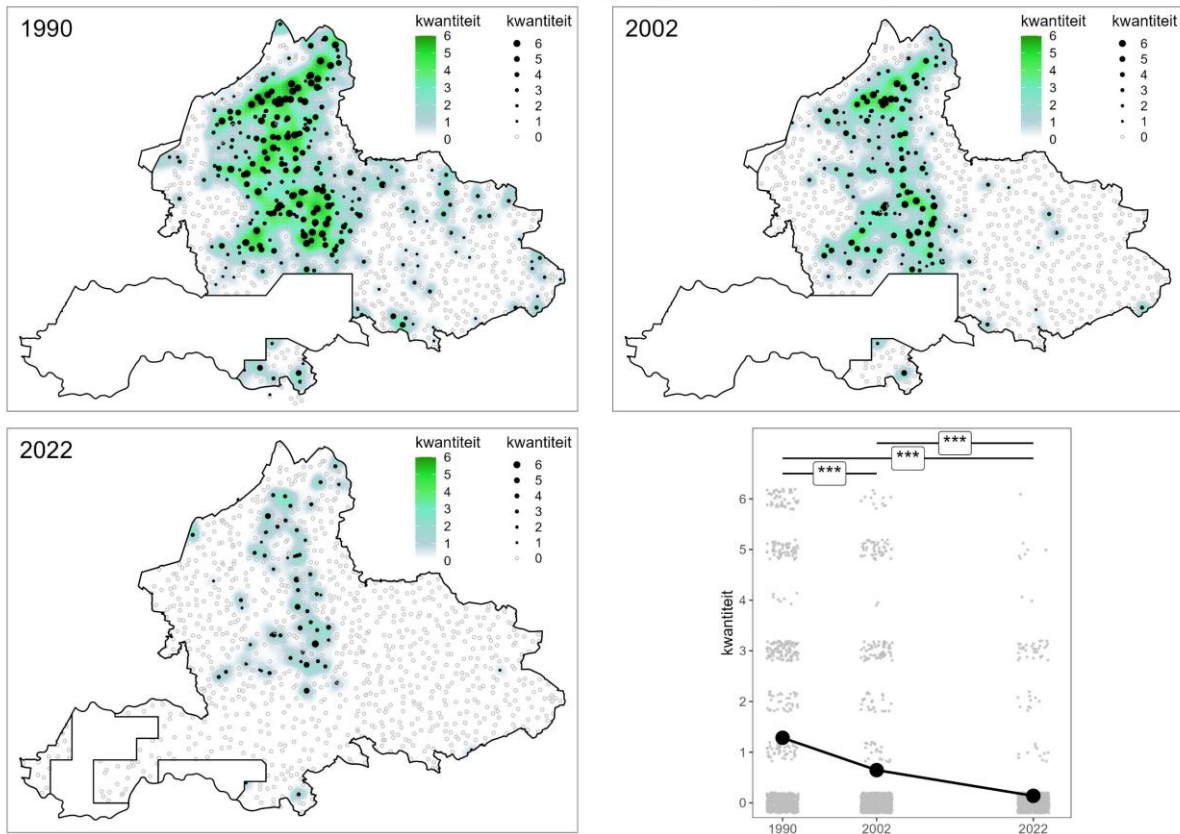
Gewoon schubjesmos (*Hypocenomyce scalaris*)



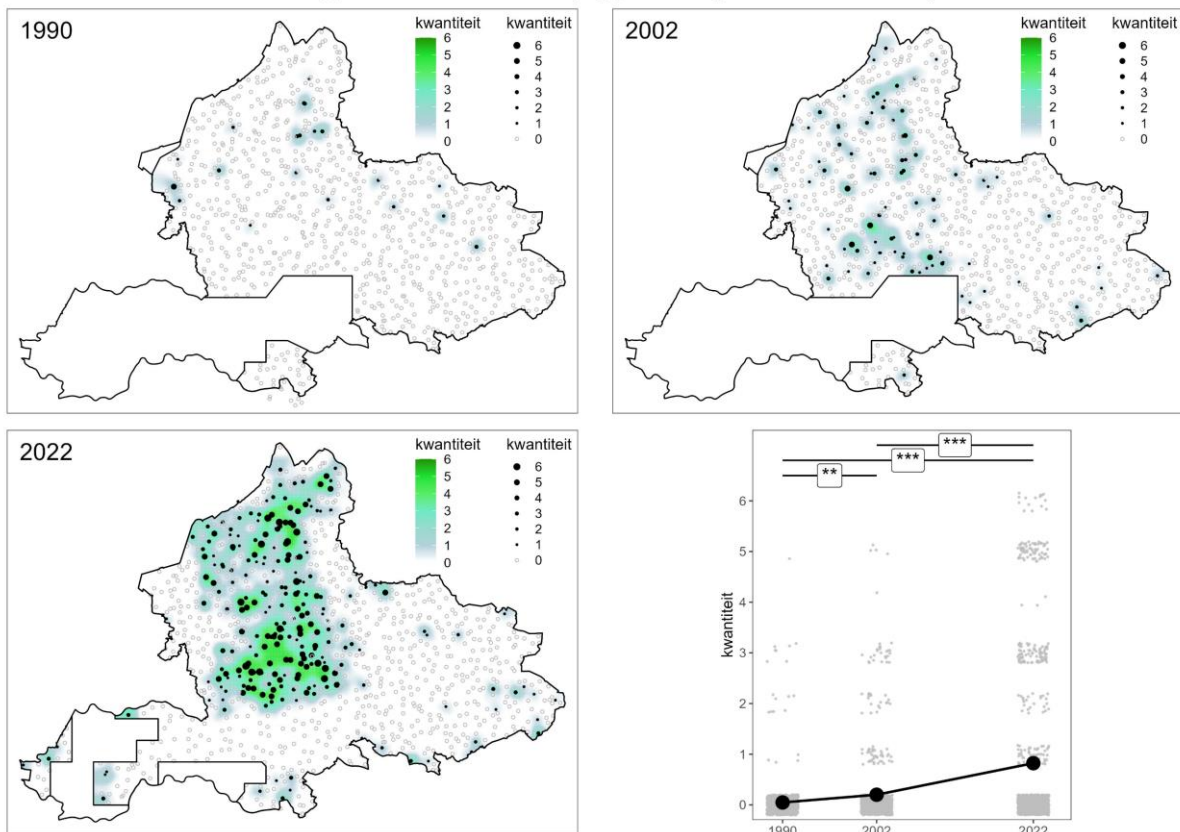
Witkopschorsmos (*Hypogymnia tubulosa*)



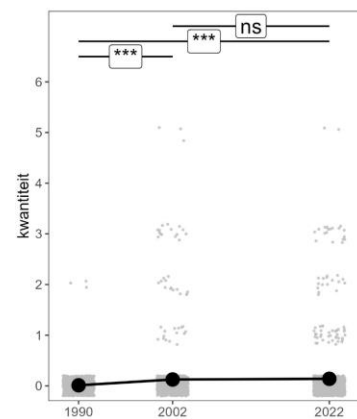
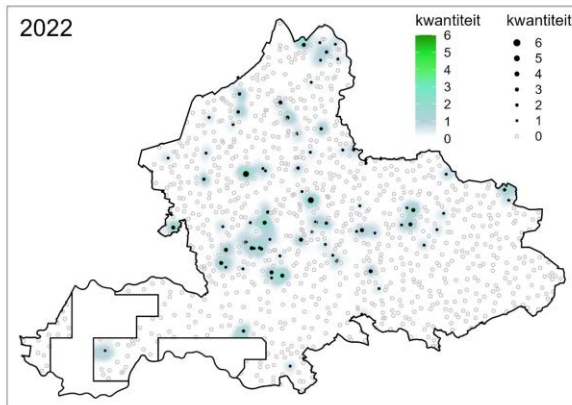
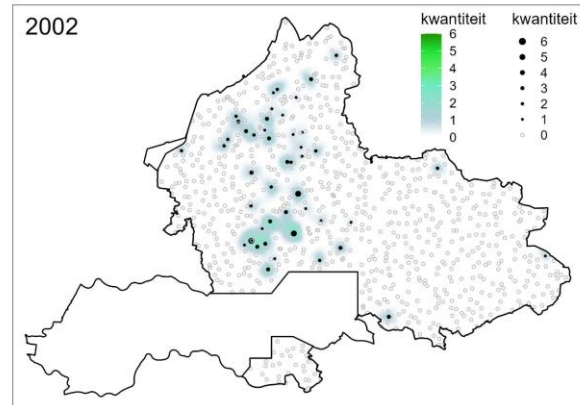
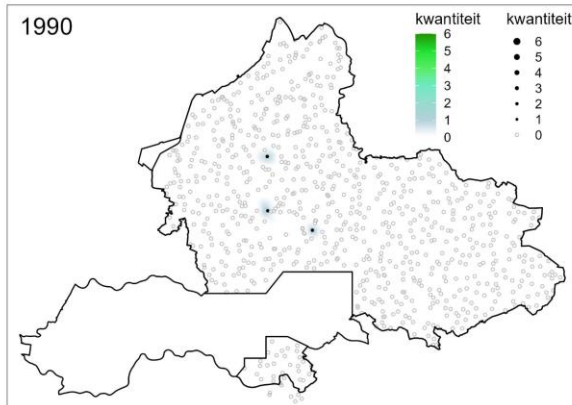
Gewoon schorsmos (*Hypogymnia physodes*)



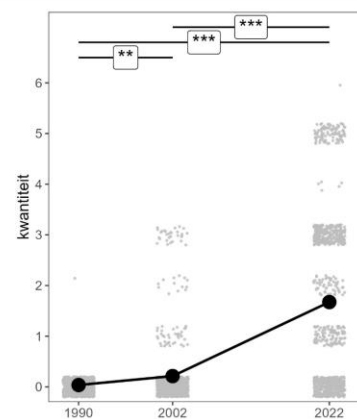
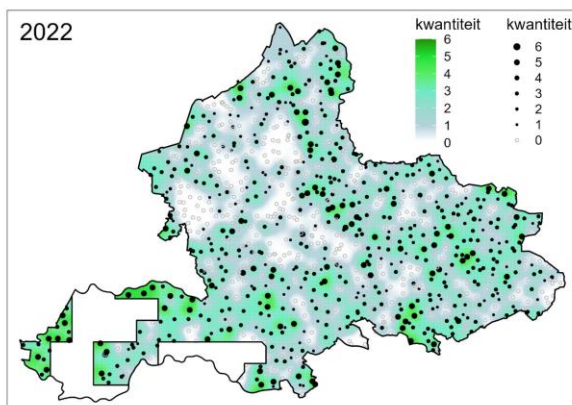
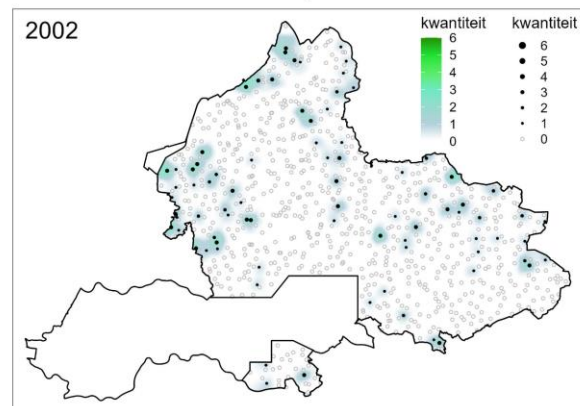
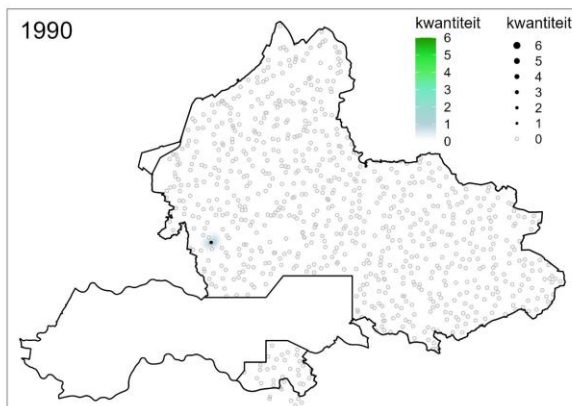
Gebogen schildmos s.l. (*Hypotrachyna revoluta* s.l.)



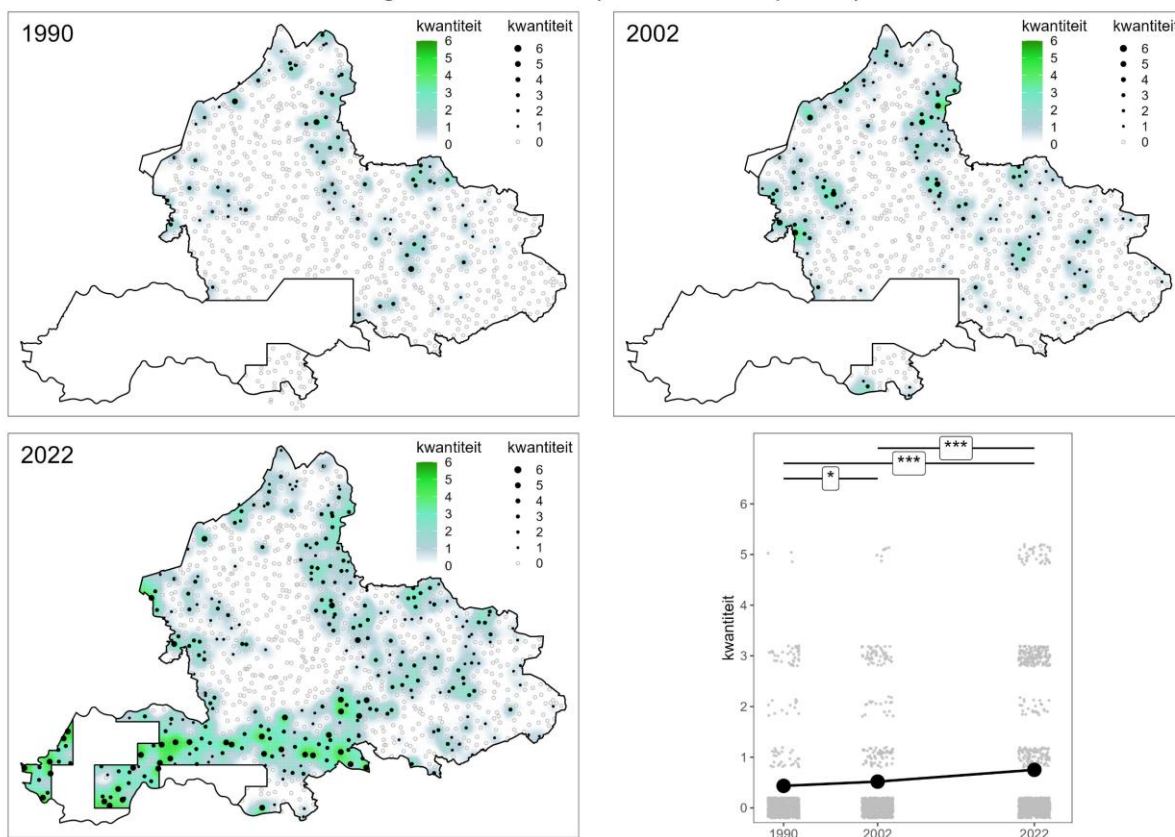
Aspergekorst (*Jamesiella anastomosans*)



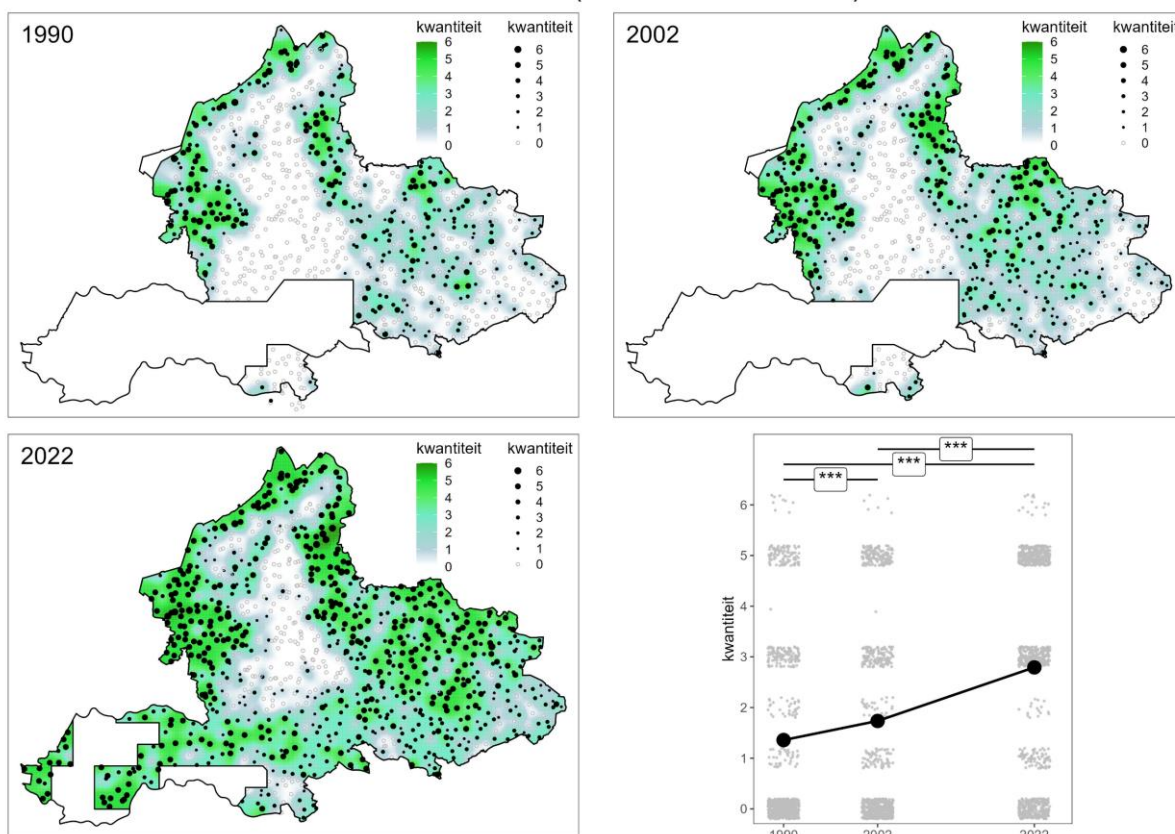
Ammoniakschotelkorst (*Lecanora barkmaniana*)



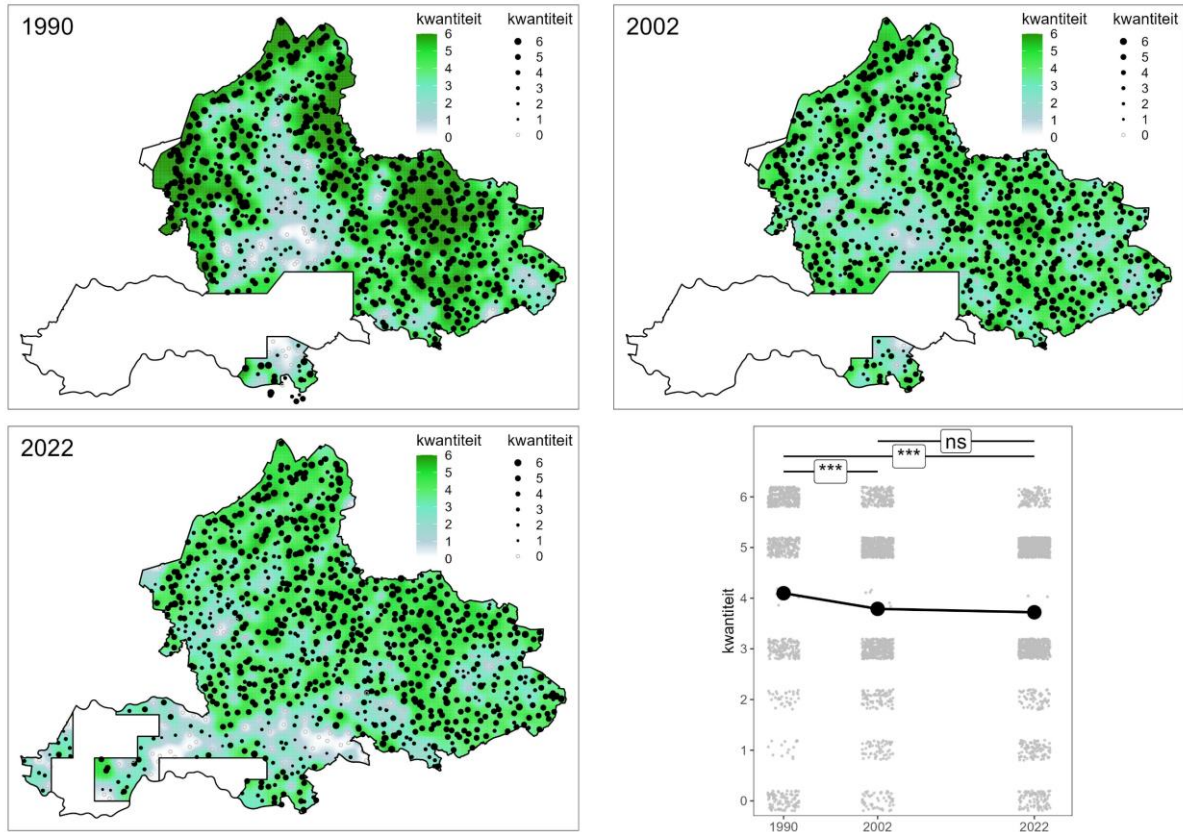
Melige schotelkorst (*Lecanora carpinea*)



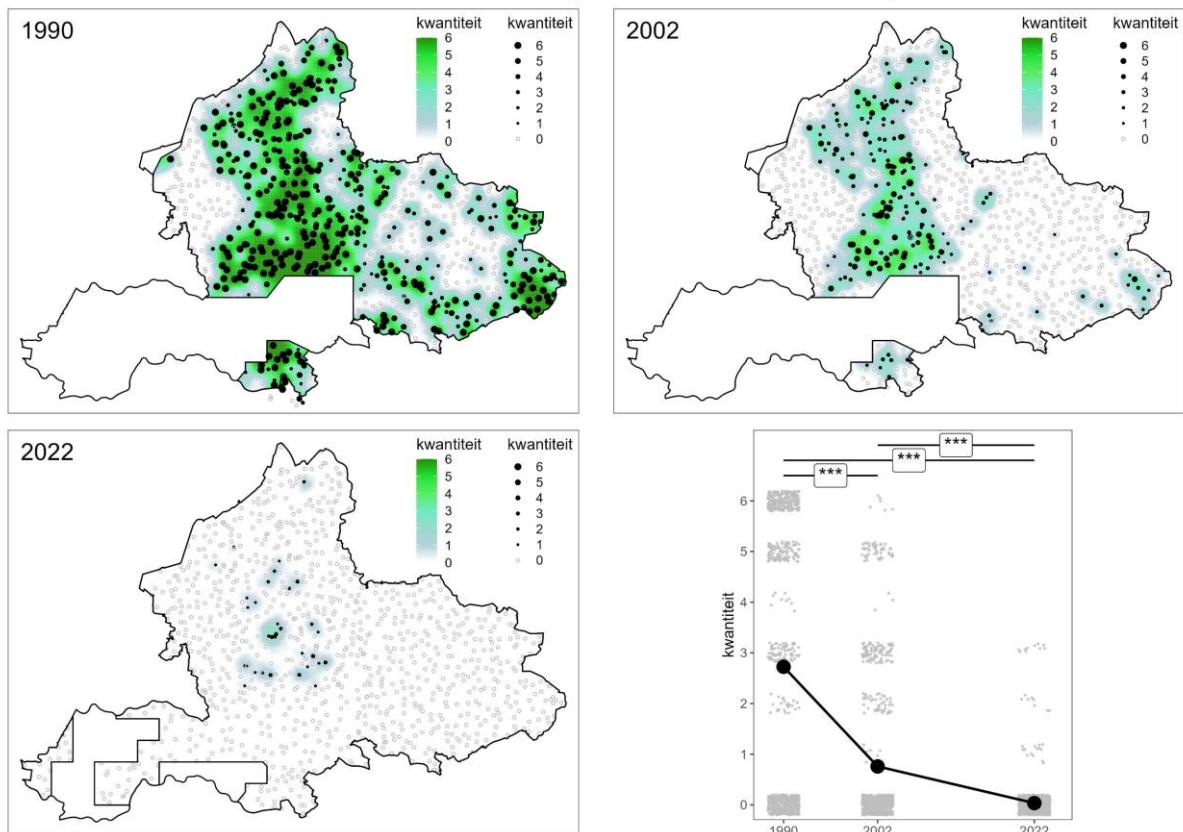
Witte schotelkorst (*Lecanora chlorotera*)



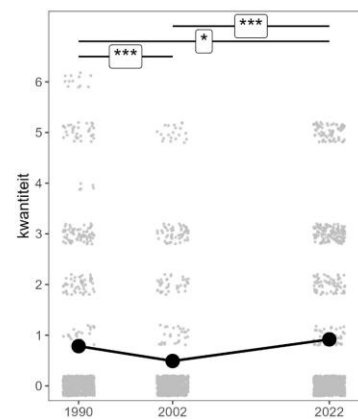
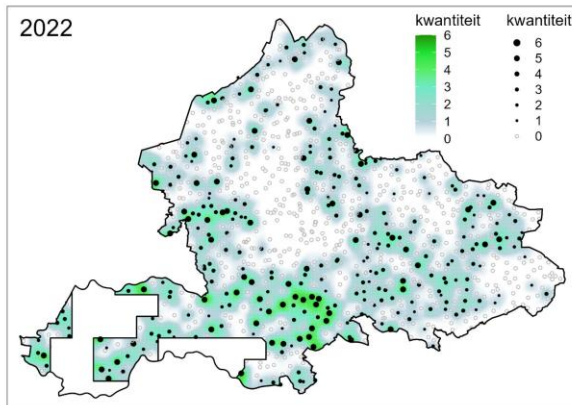
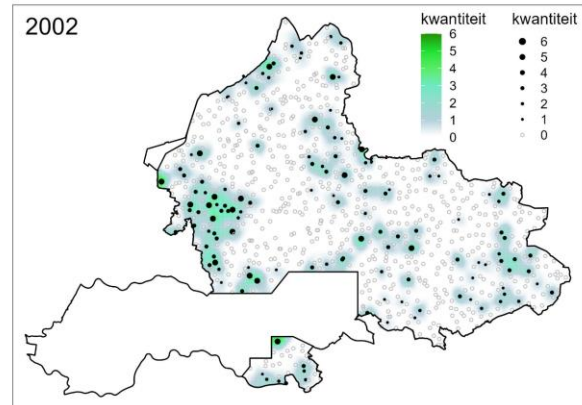
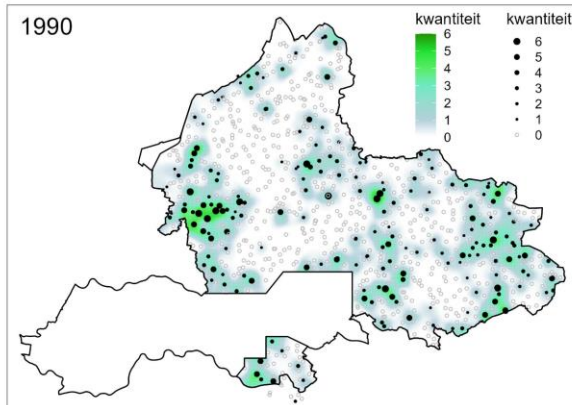
Miskende- / Bleekgroene schotelkorst (*Lecanora compallens* / *expallens*)



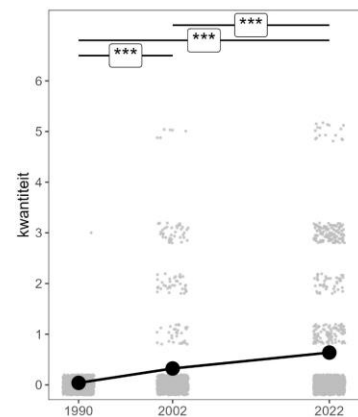
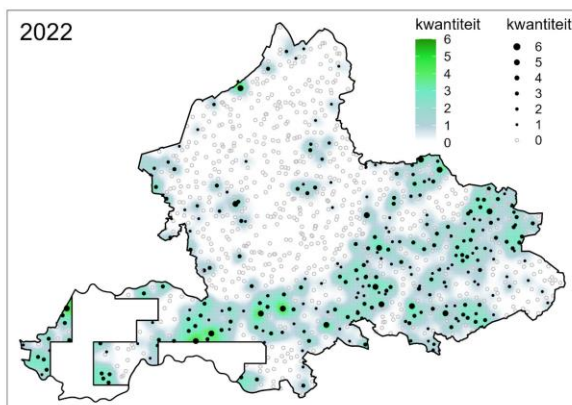
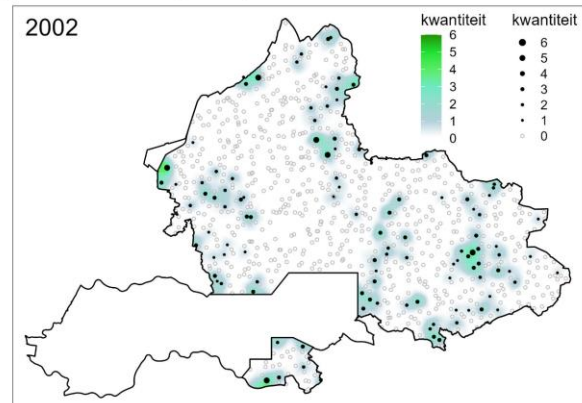
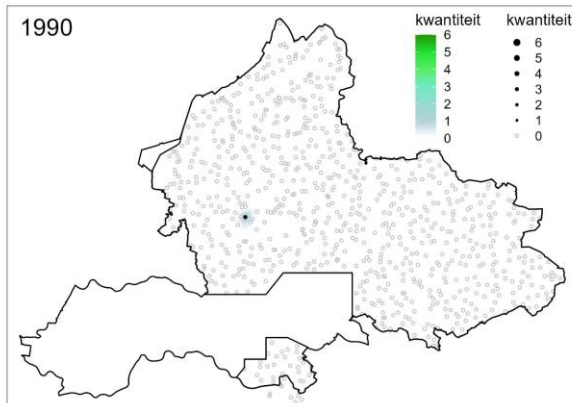
Groene schotelkorst (*Lecanora conizaeoides*)



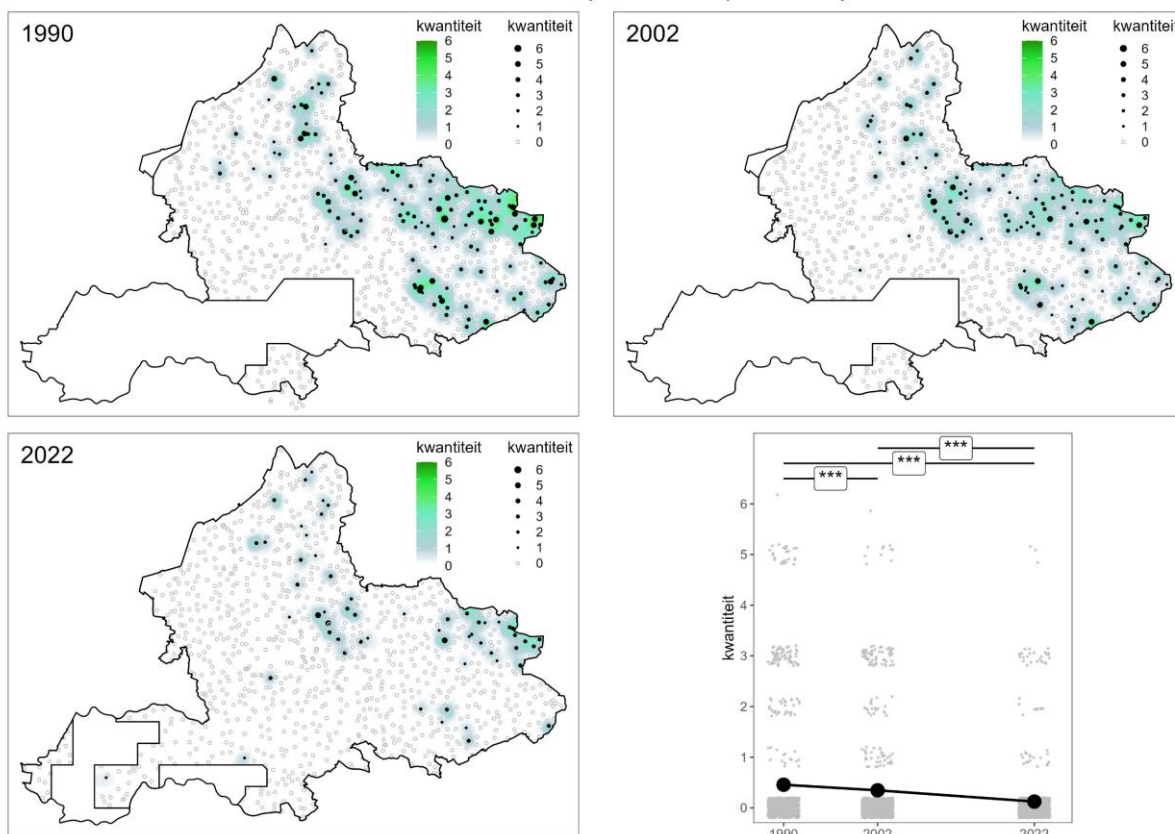
Verborgen schotelkorst (*Lecanora dispersa*)



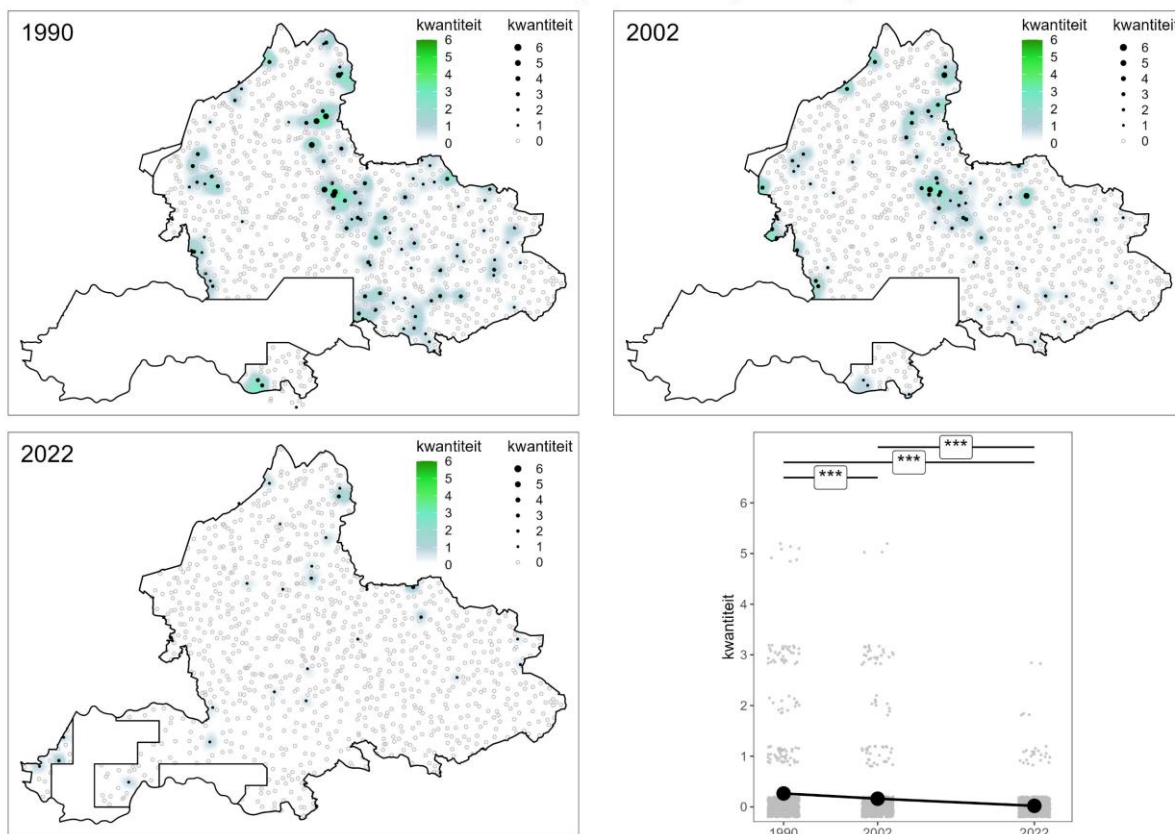
Kleine schotelkorst (*Lecanora hagenii*)



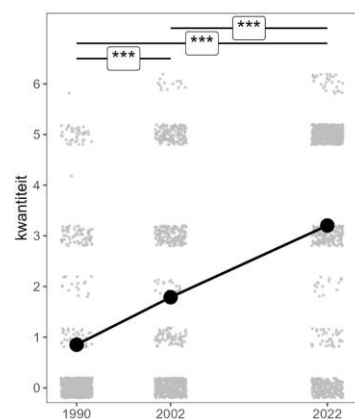
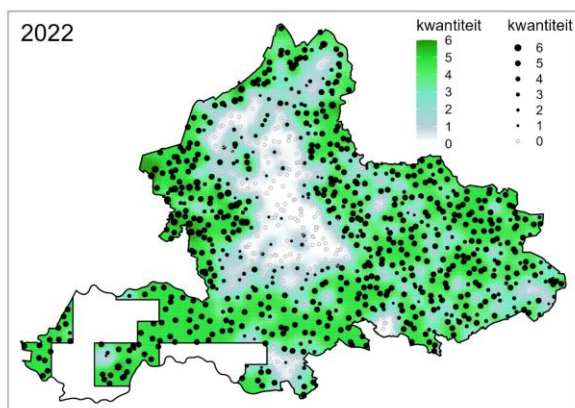
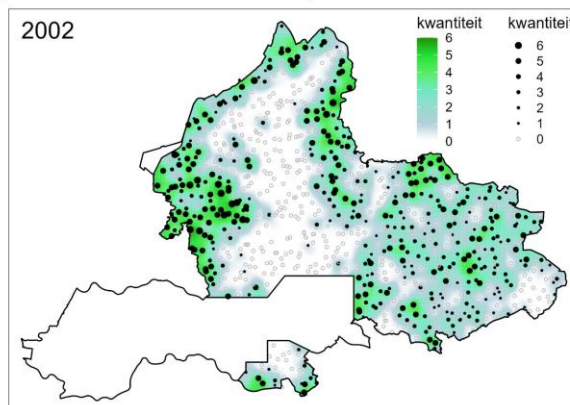
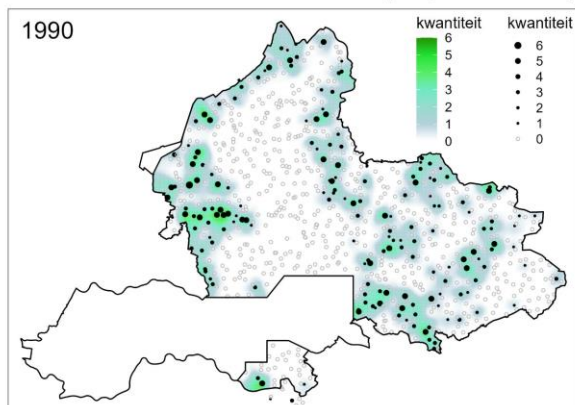
Eikenschotelkorst (*Lecanora pulicaris*)



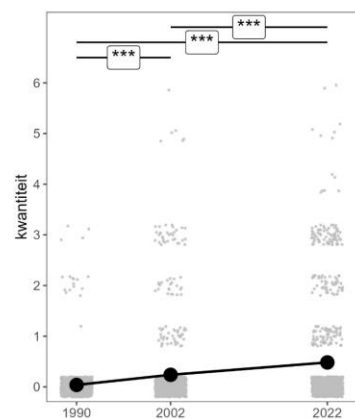
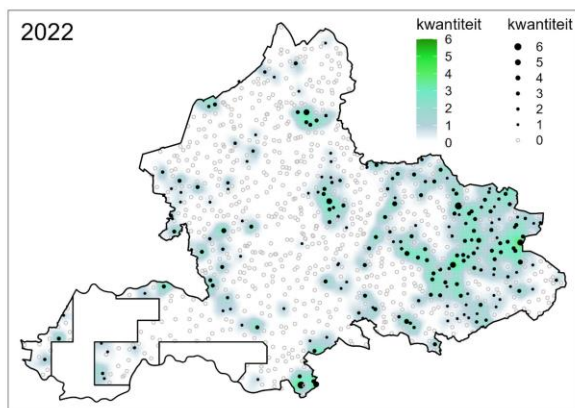
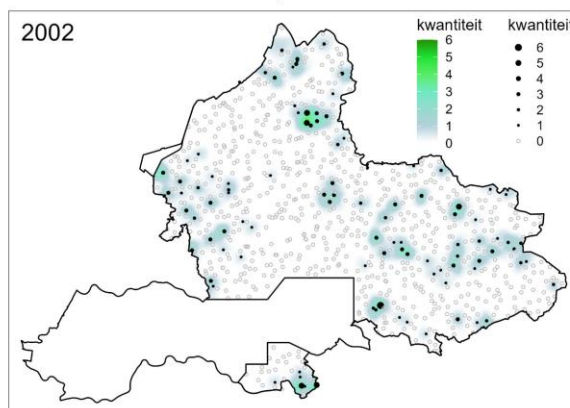
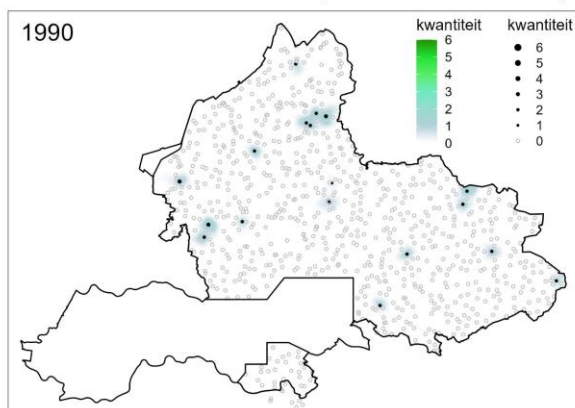
Bolle schotelkorst (*Lecanora symmicta*)



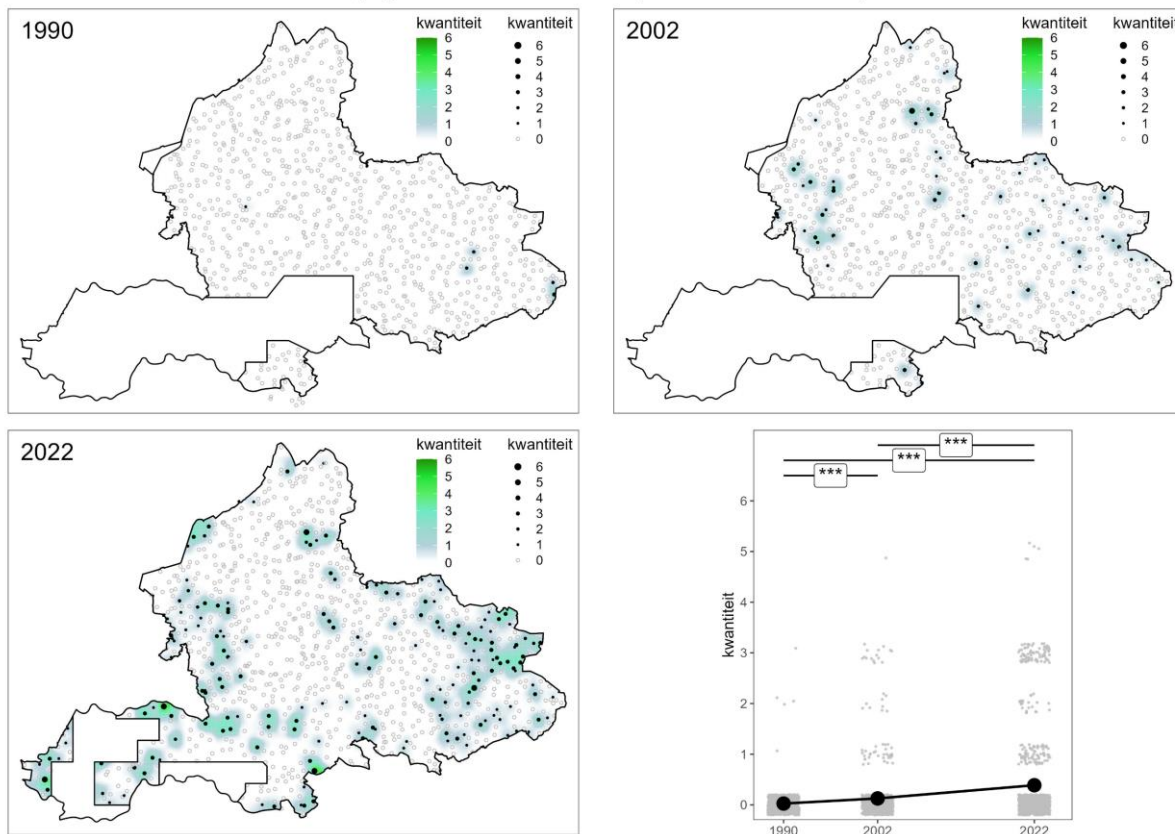
Gewoon purperschaaltje (*Lecidella elaeochroma*)



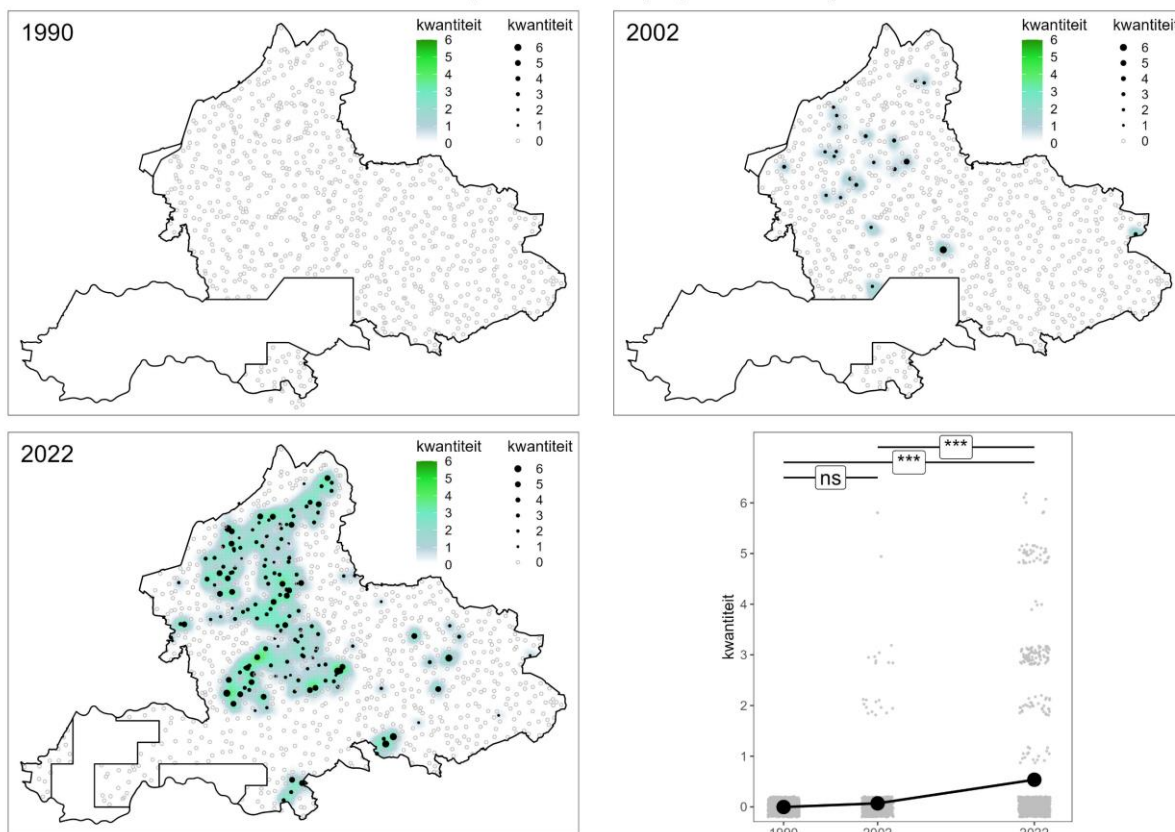
Fijne mosterdkorst (*Lecidella flavosorediata*)



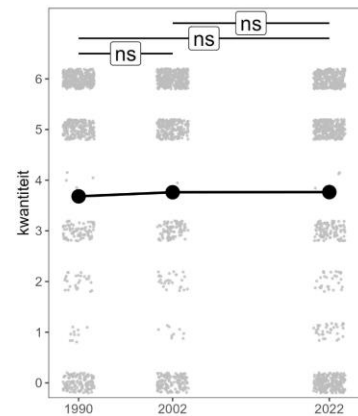
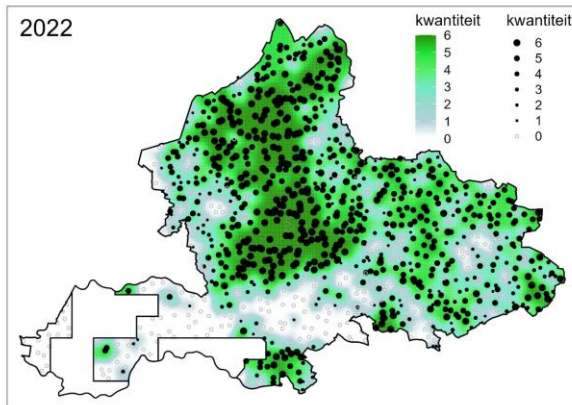
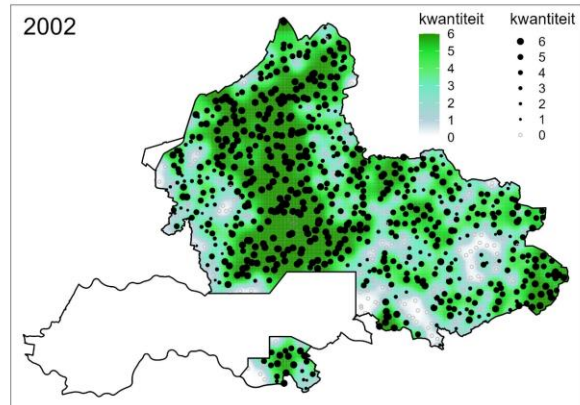
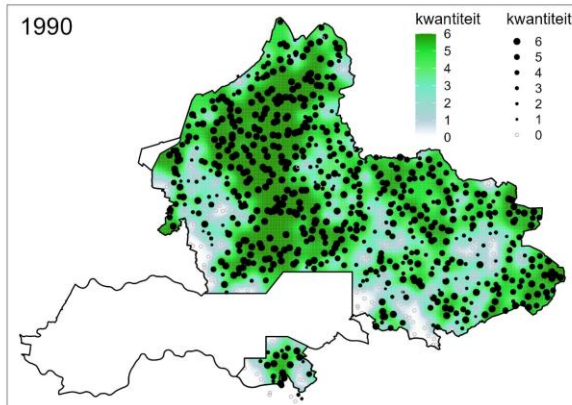
Grijsgroene steenkorst (*Lecidella scabra*)



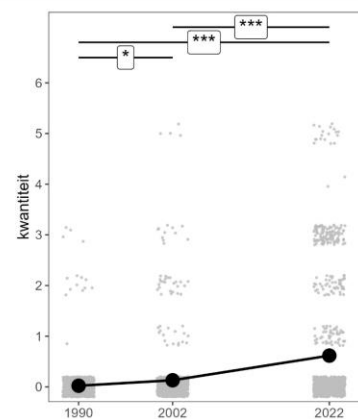
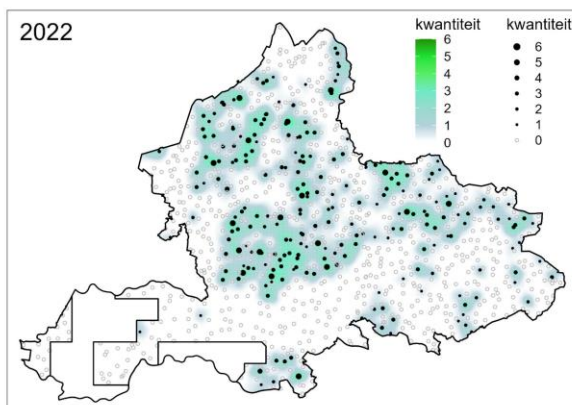
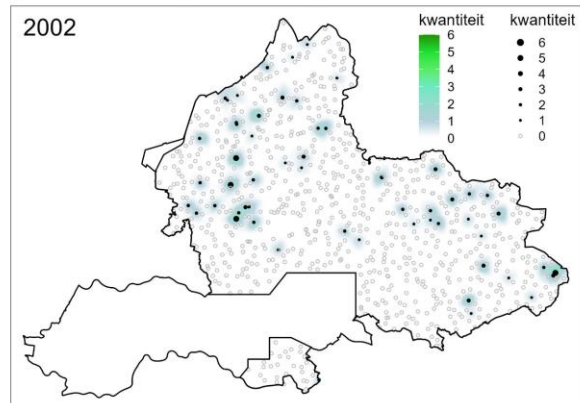
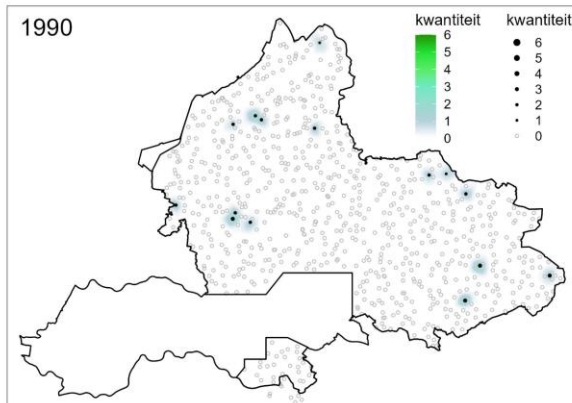
Gelobde poederkorst (*Lepraria finkii*)



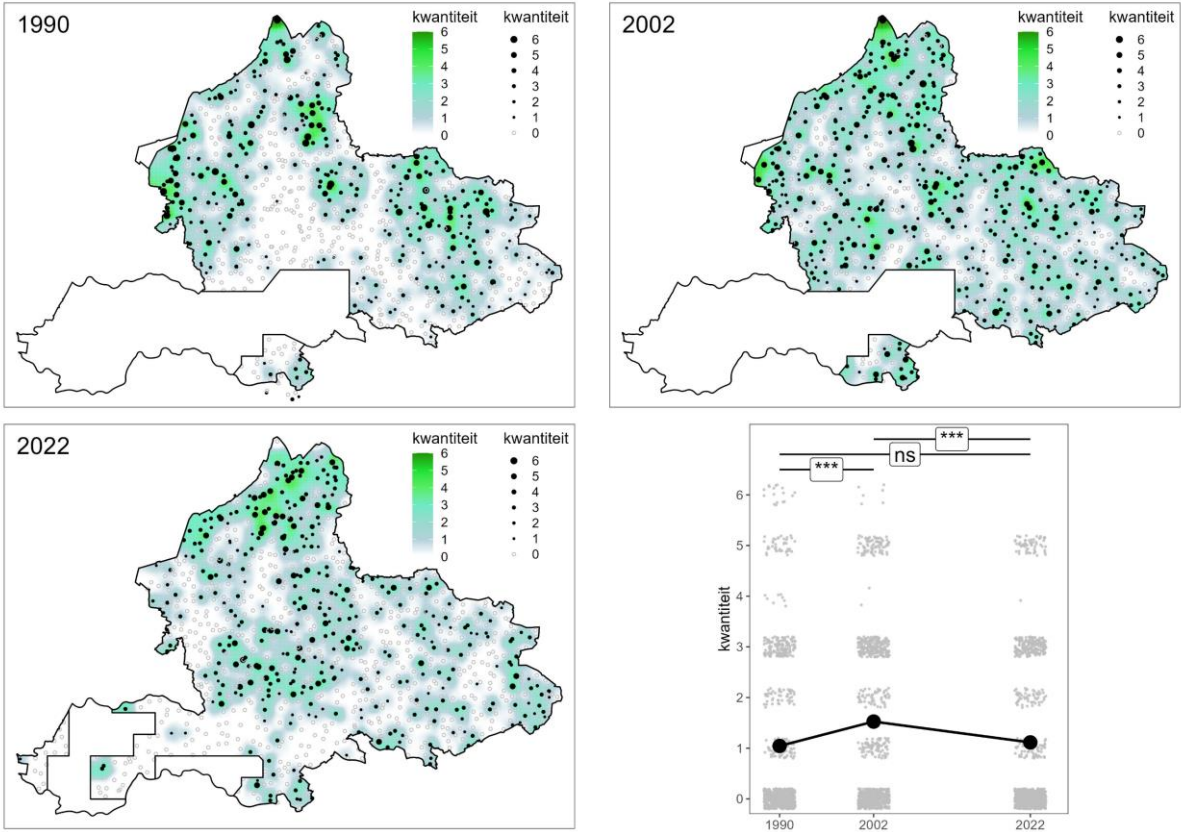
Gewone poederkorst (*Lepraria incana*)



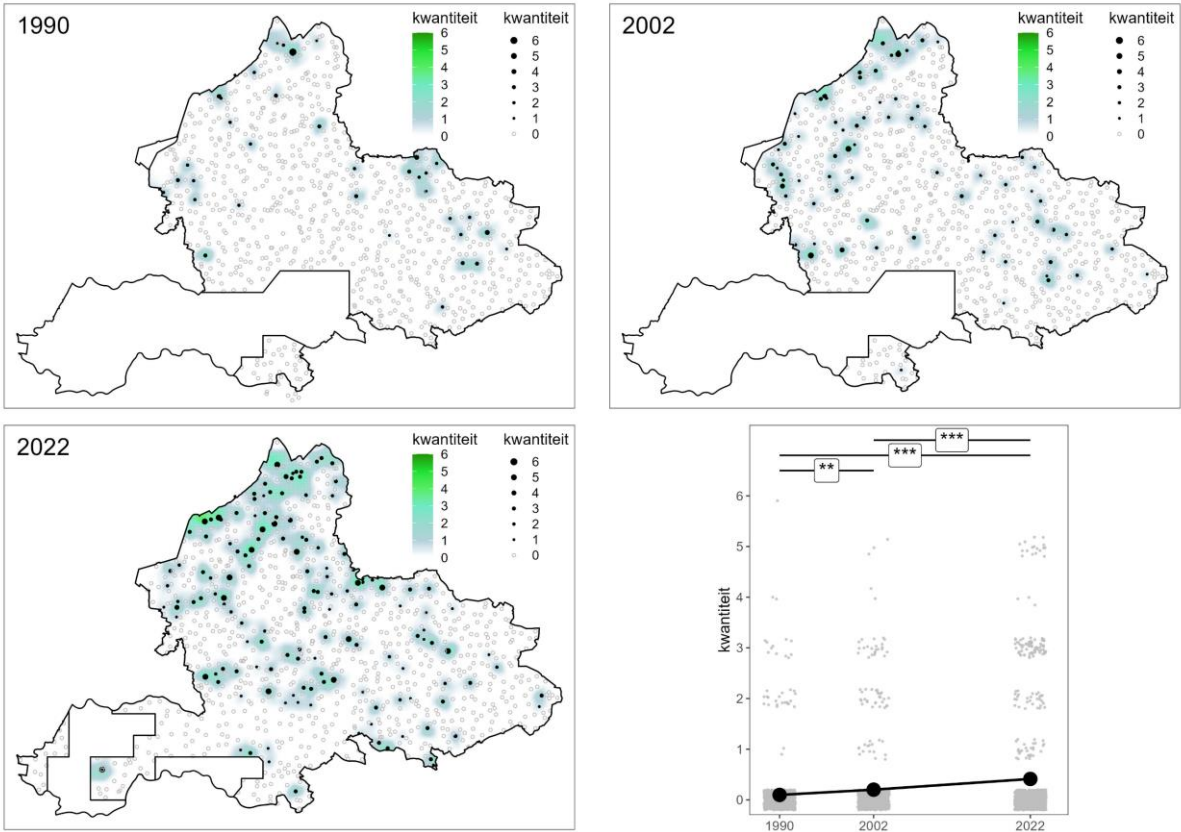
Glanzend boomschildmos (*Melanelixia glabrata*)



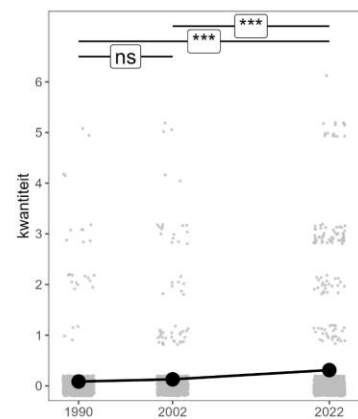
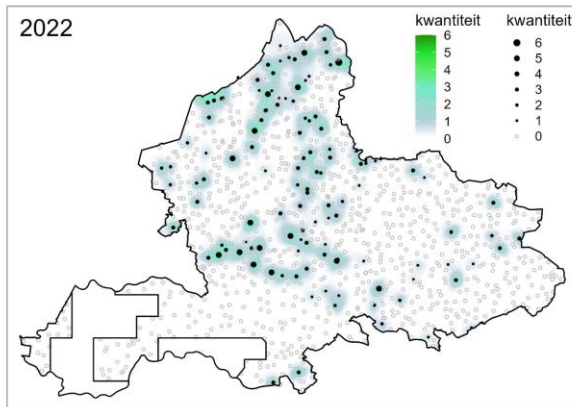
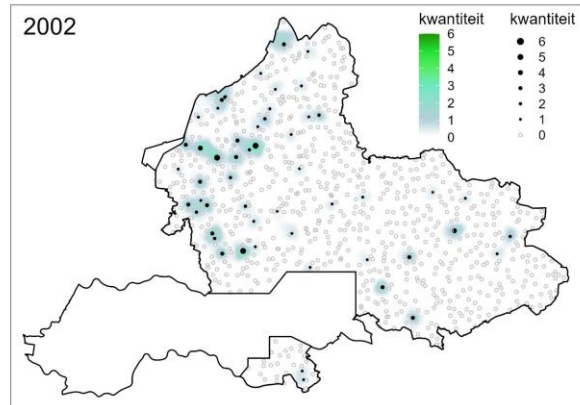
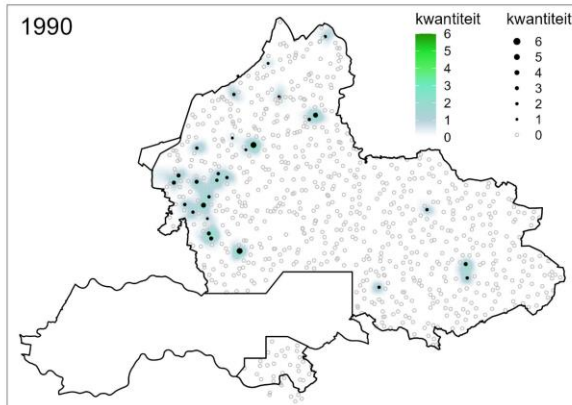
Verstop-schildmos (*Melanelixia subaurifera*)



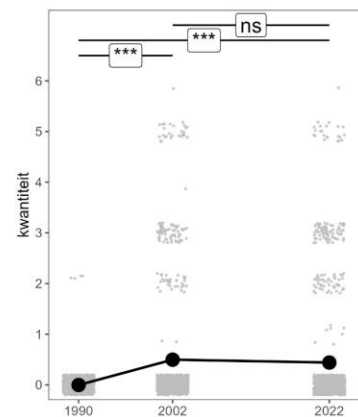
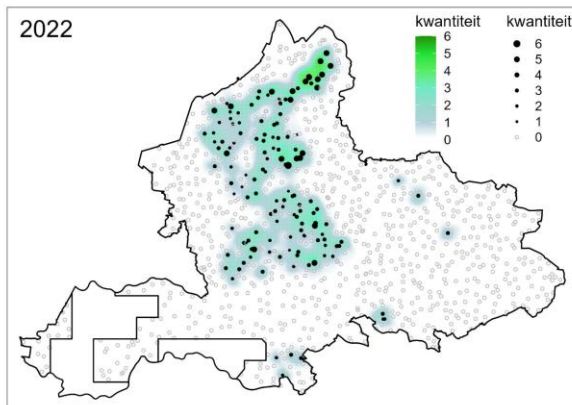
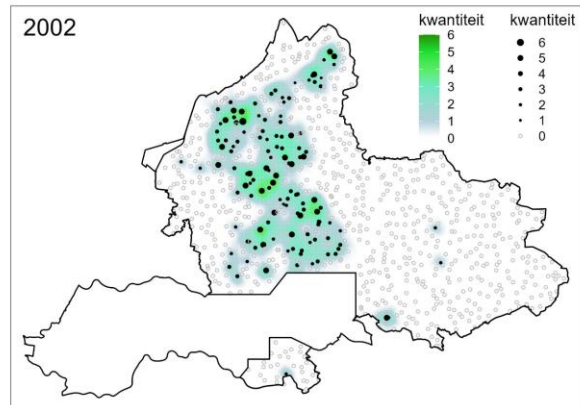
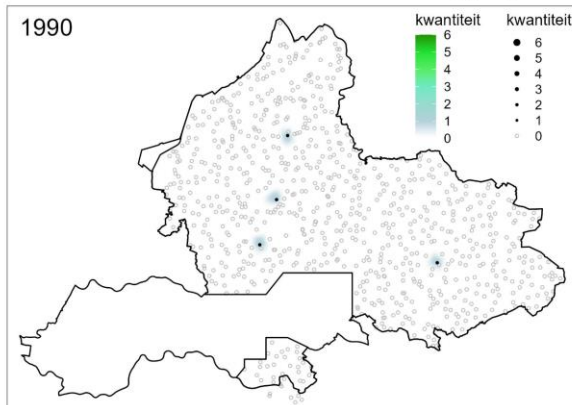
Sierlijk schildmos (*Melanohalea elegantula*)



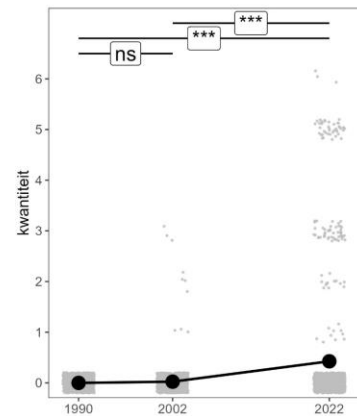
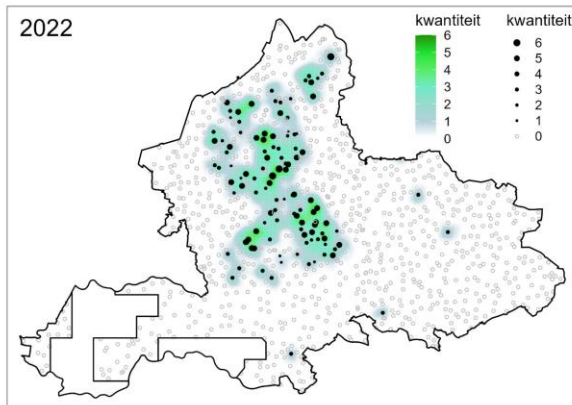
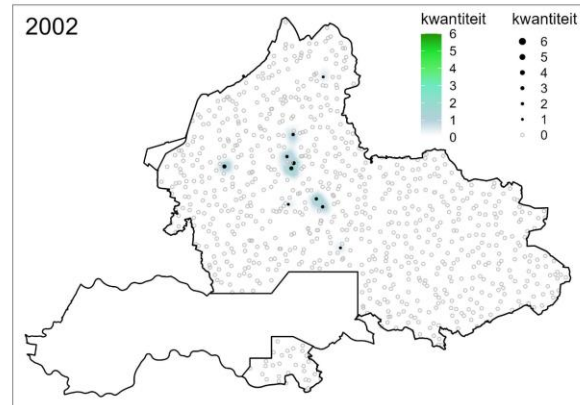
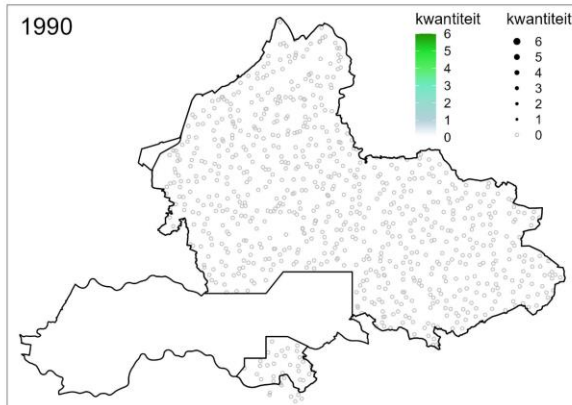
Lepelschildmos (*Melanohalea exasperatula*)



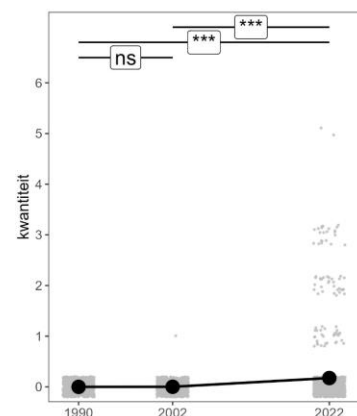
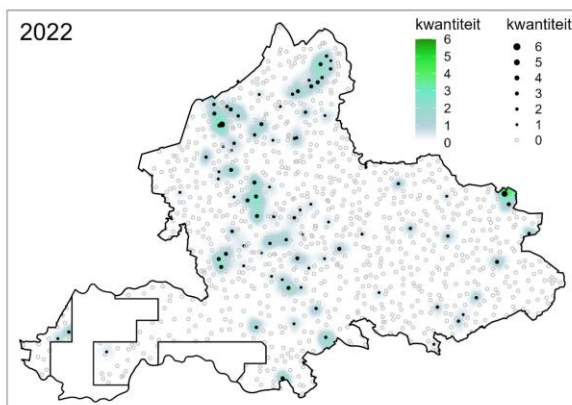
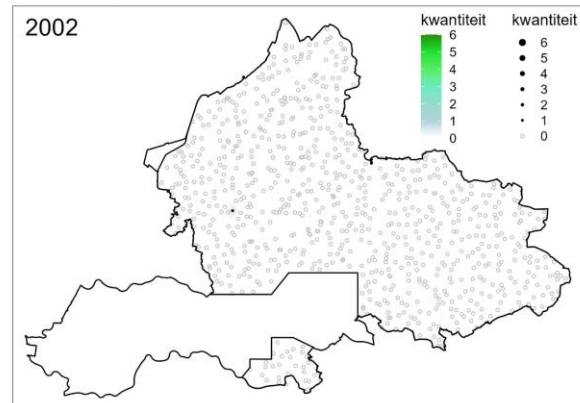
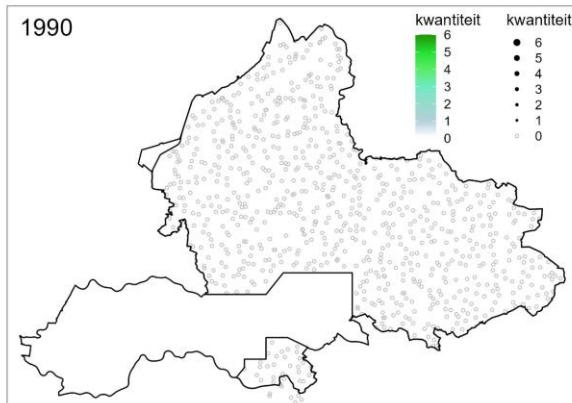
Bos- / Houtoogje (*Micarea micrococca* / *prasina*)



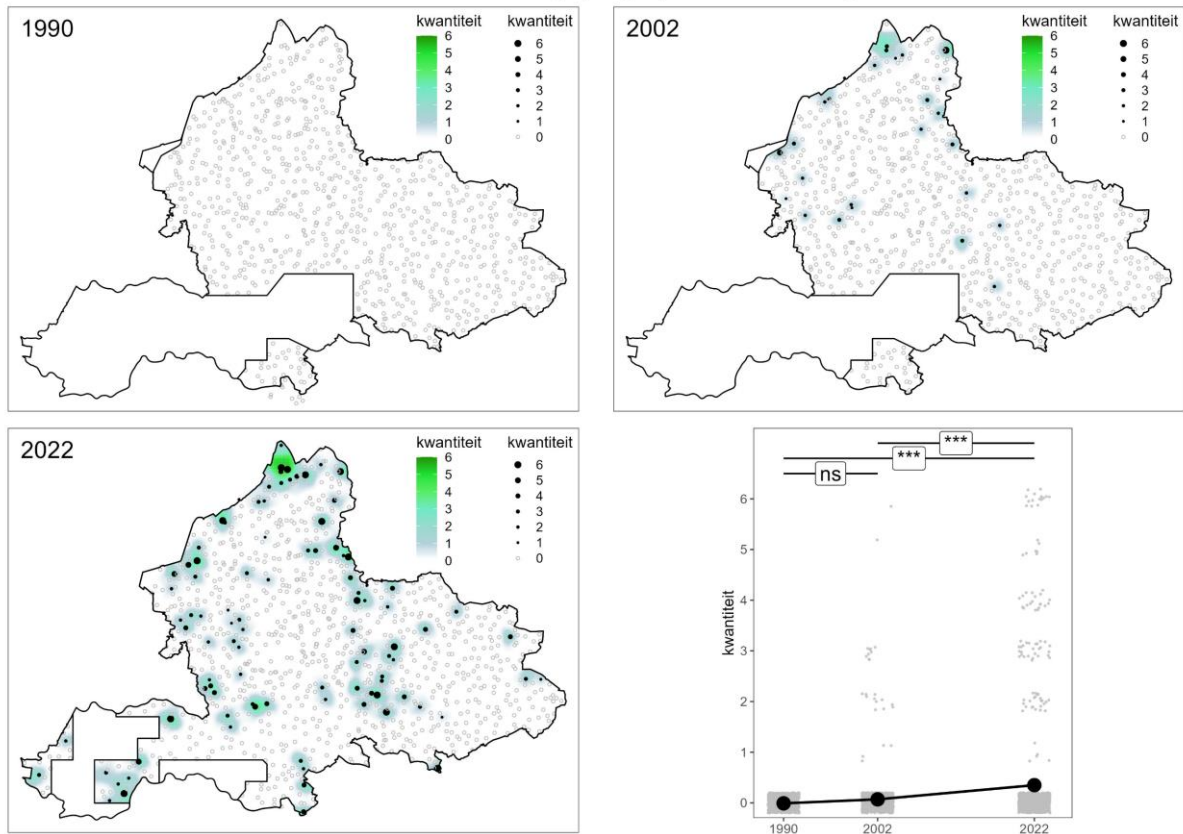
Groenooije (*Micarea viridileprosa*)



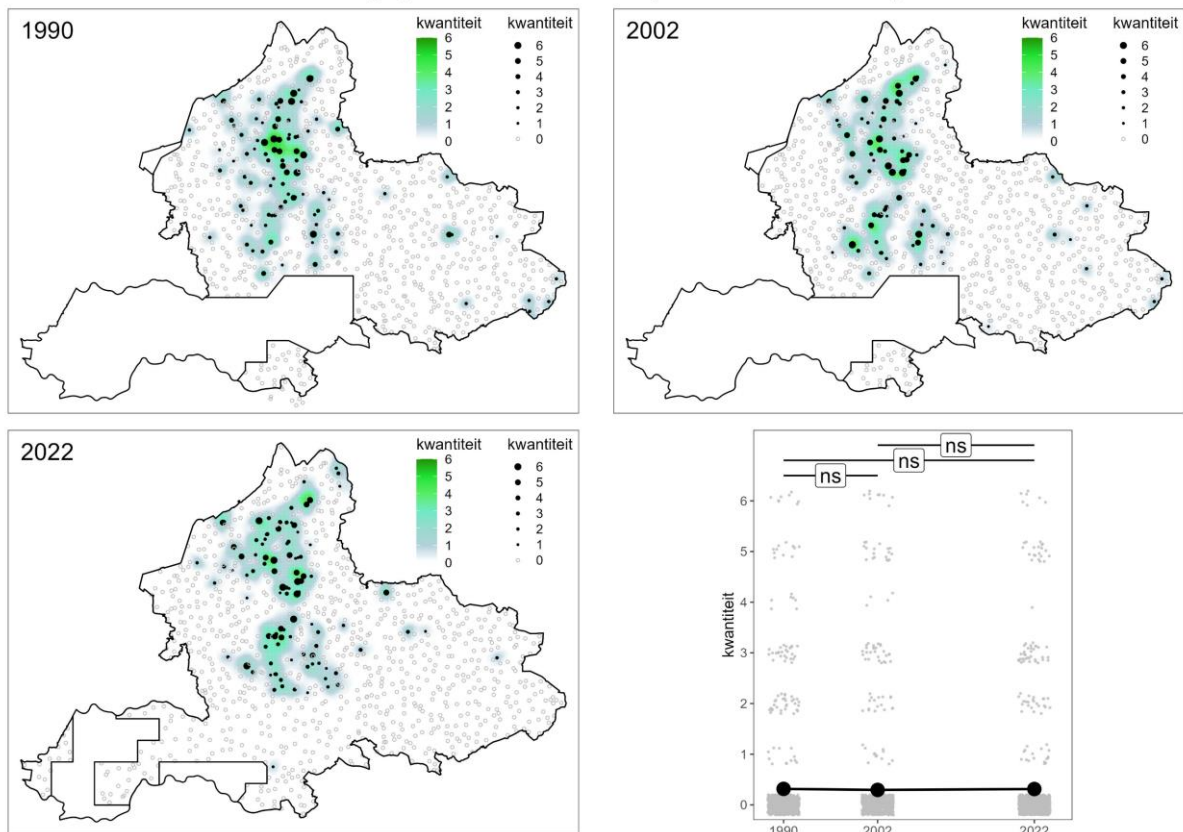
Hamsteroortje (*Normandina pulchella*)



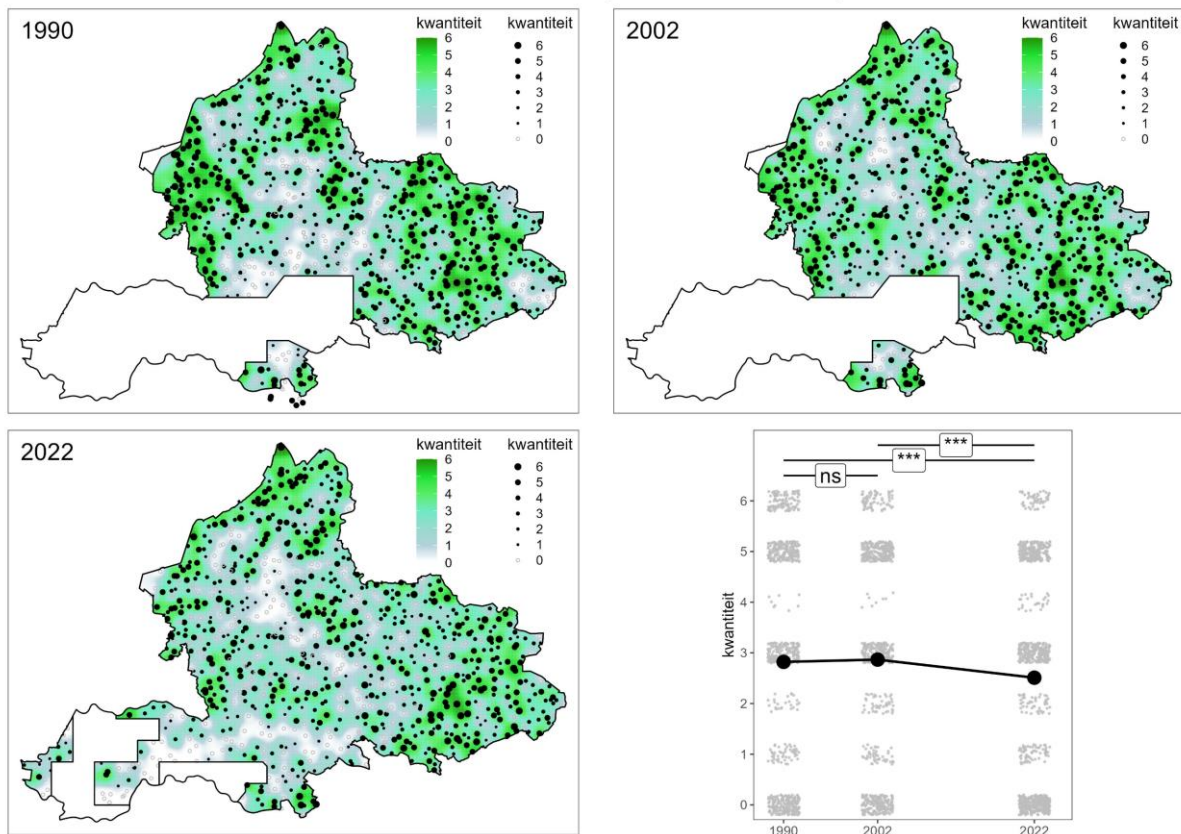
Klein schriftmos (*Opegrapha niveoatra*)



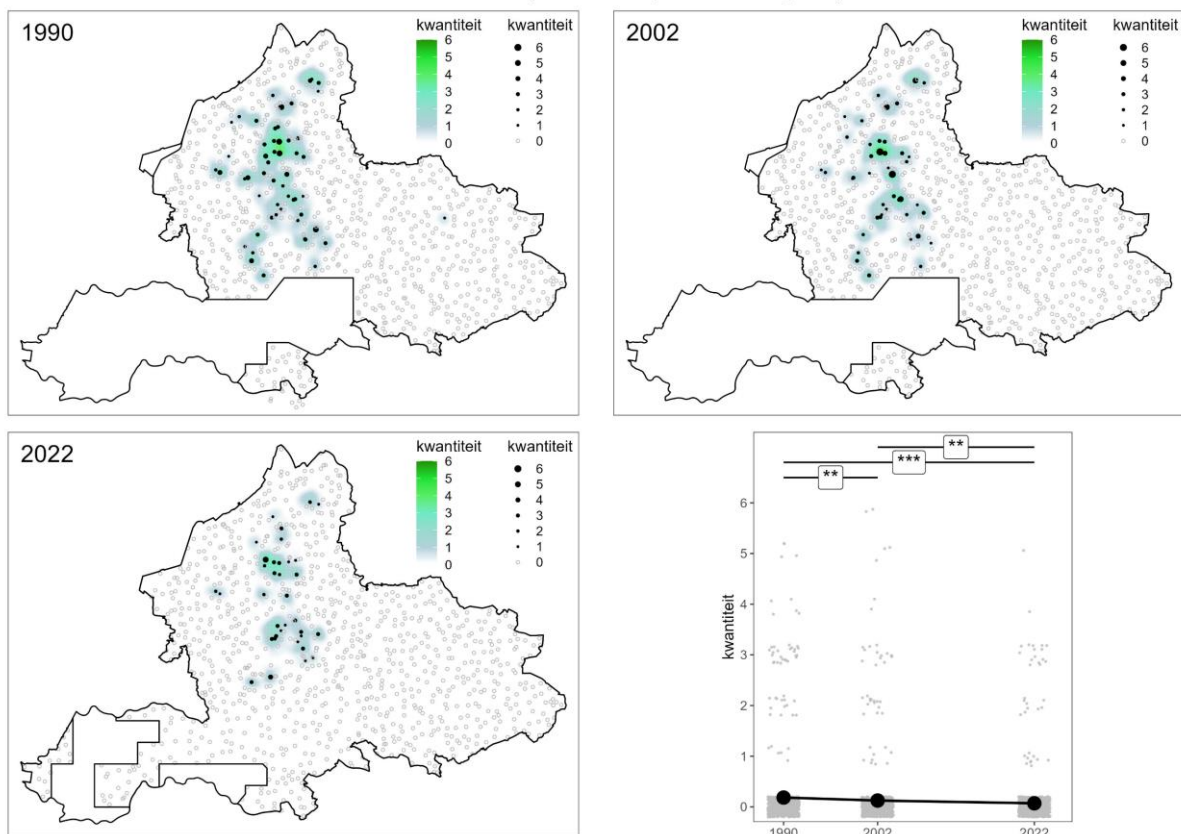
Blauwgrijs steenschildmos (*Parmelia saxatilis*)



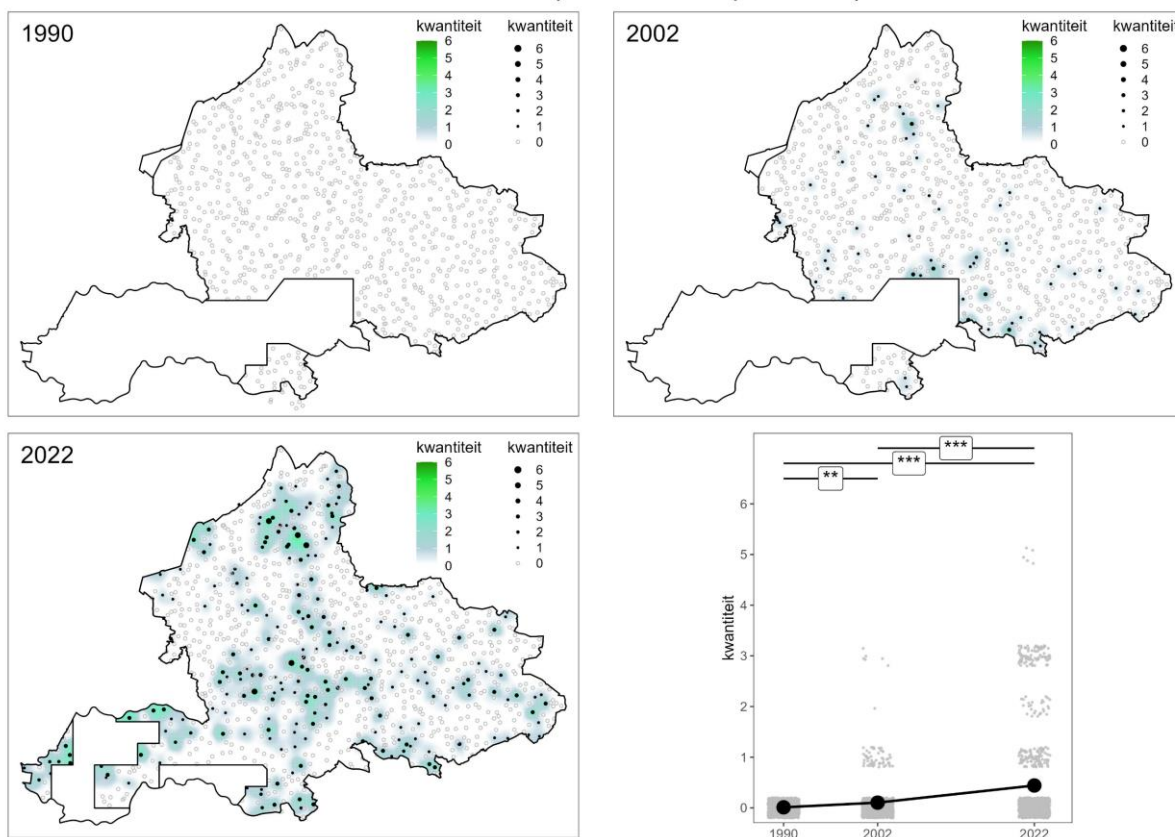
Gewoon schildmos (*Parmelia sulcata*)



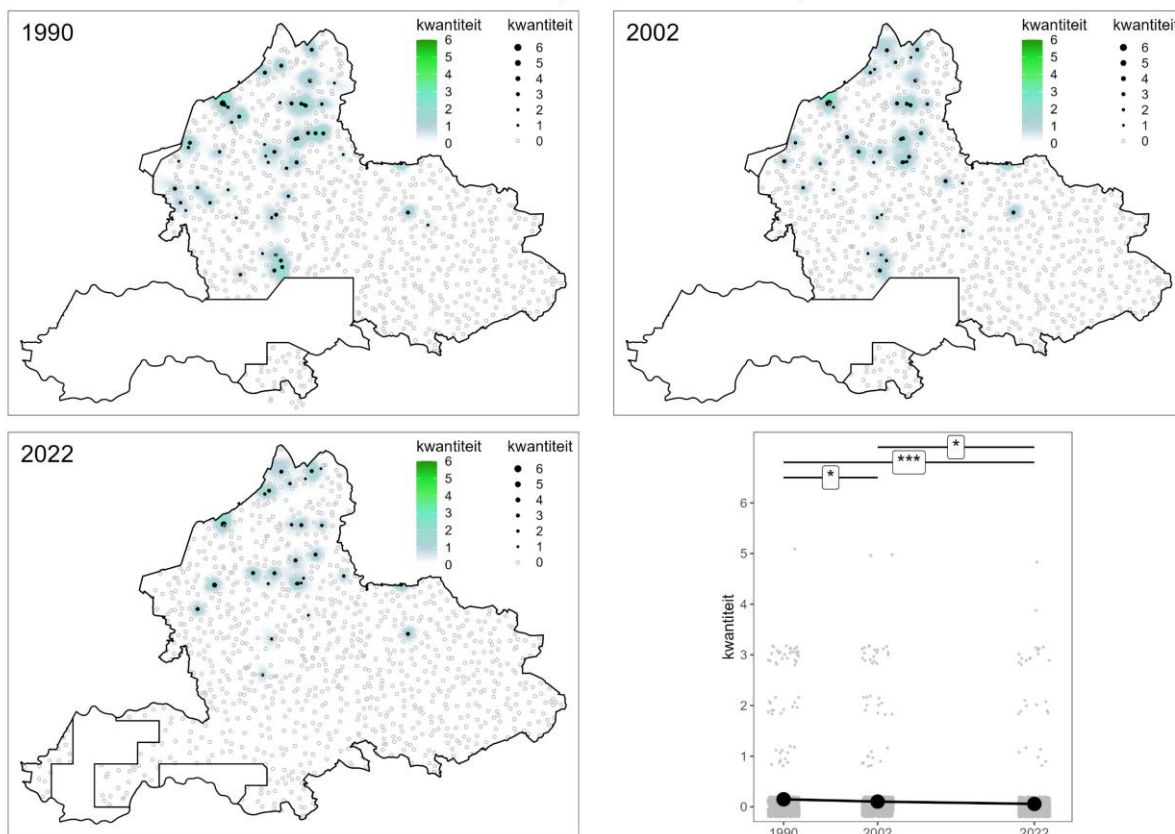
Avocadomos (*Parmeliopsis ambigua*)



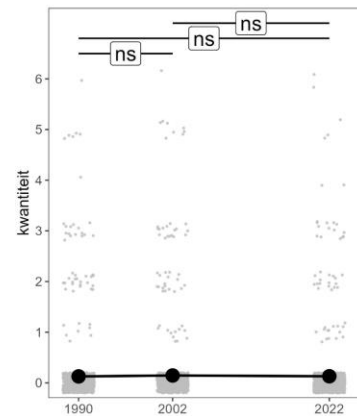
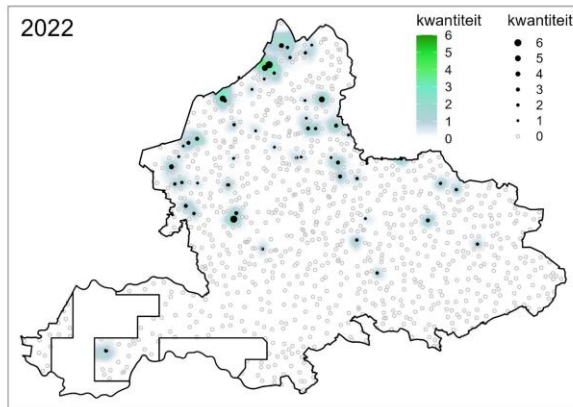
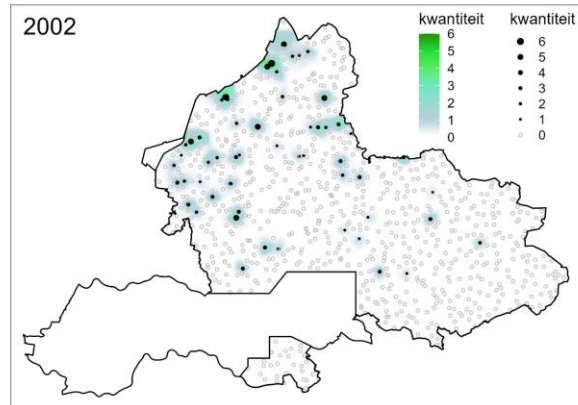
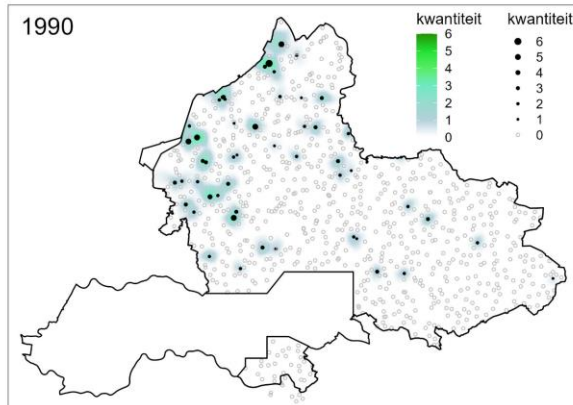
Groot schildmos (*Parmotrema perlatum*)



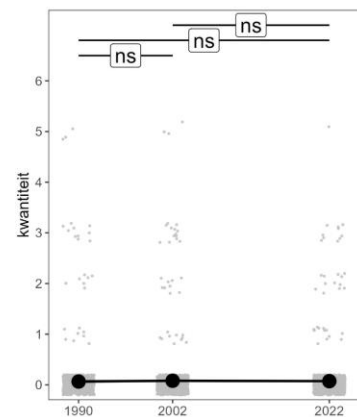
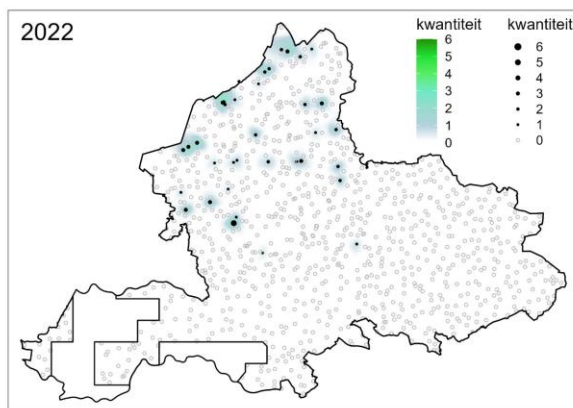
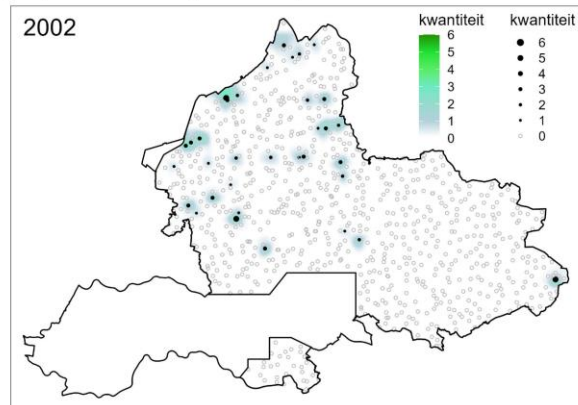
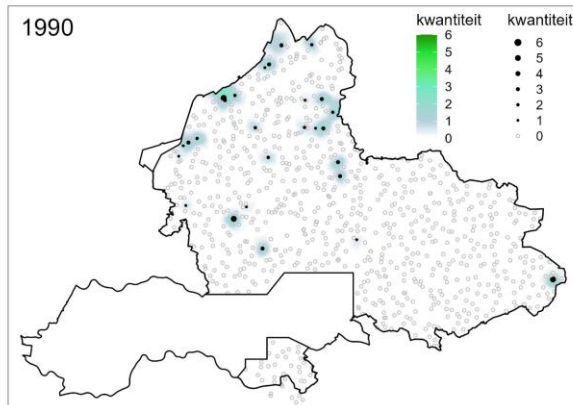
Ananaskorst (*Pertusaria amara*)



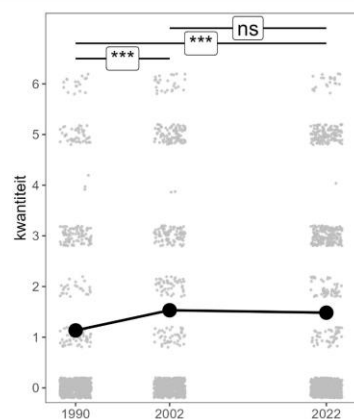
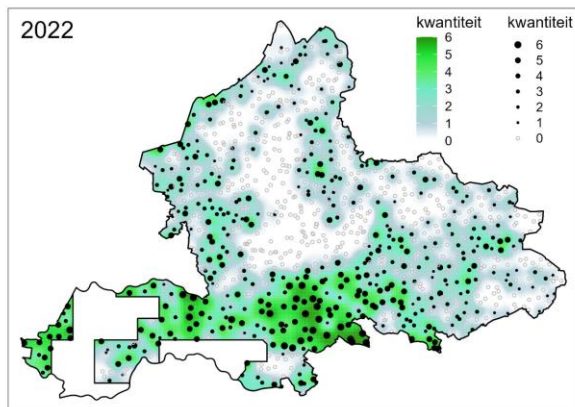
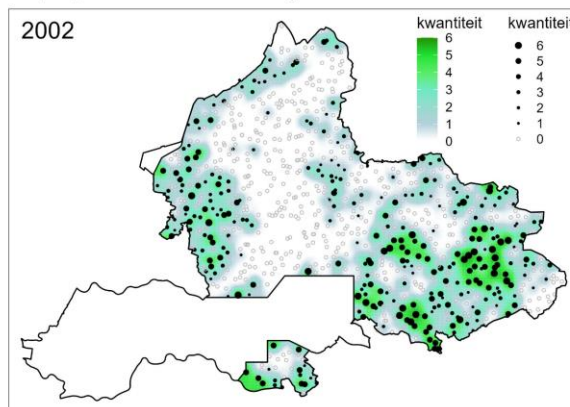
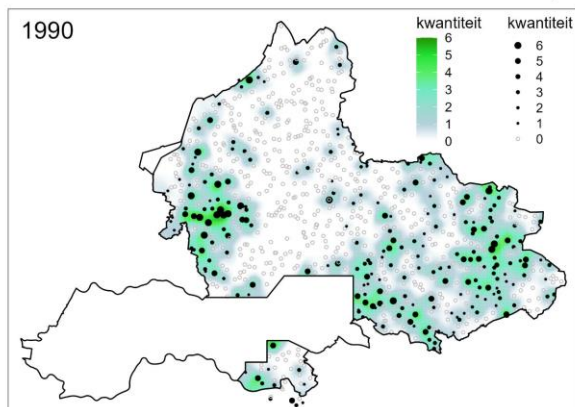
Bleek speldenkussentje (*Pertusaria coccodes*)



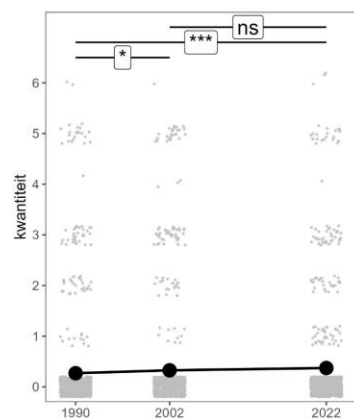
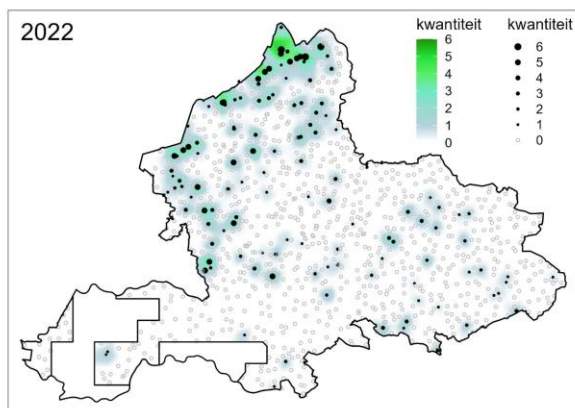
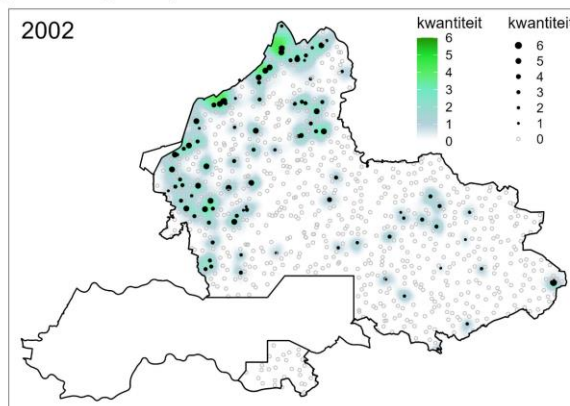
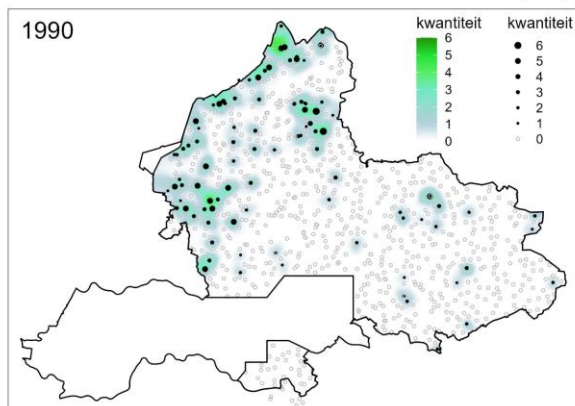
Gewoon speldenkussentje (*Pertusaria pertusa*)



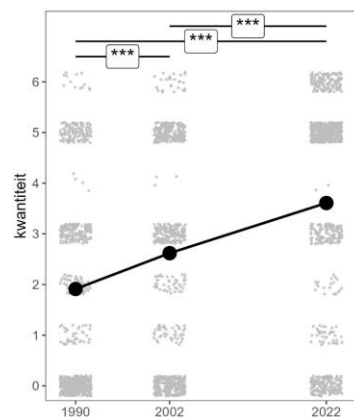
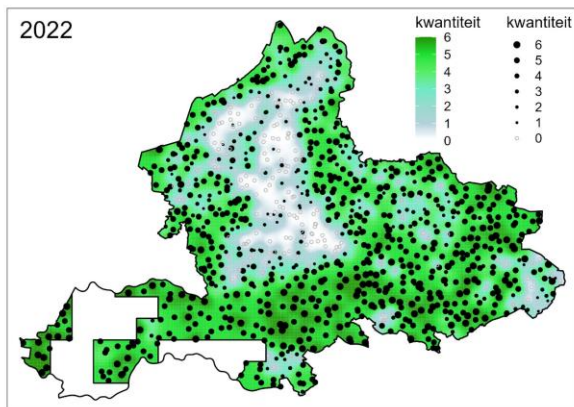
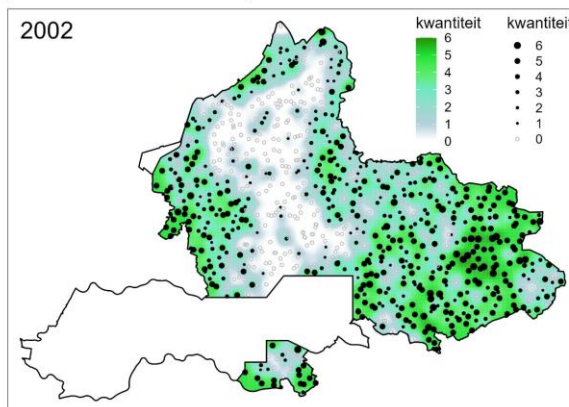
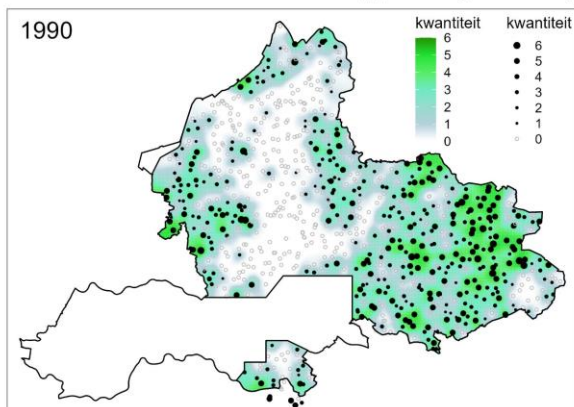
Rond schaduwmos (*Phaeophyscia orbicularis*)



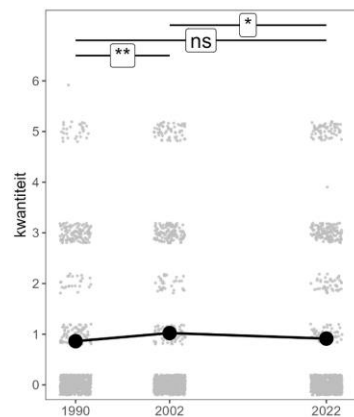
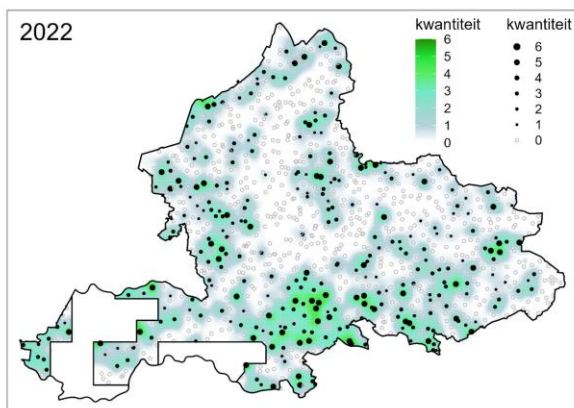
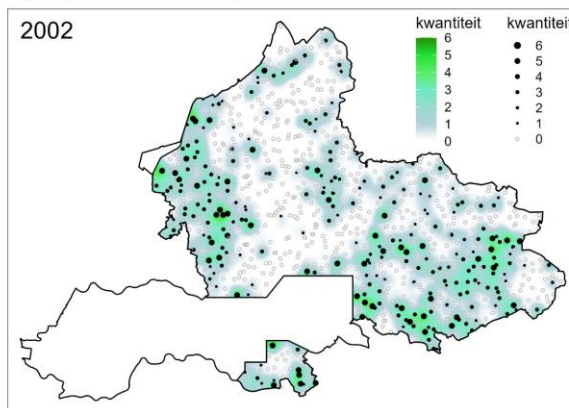
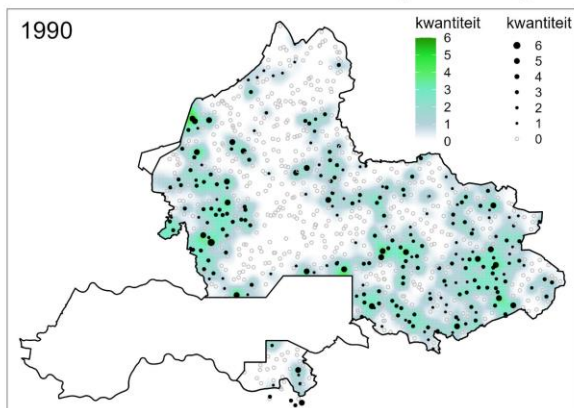
Lichtvlekje (*Phlyctis argena*)



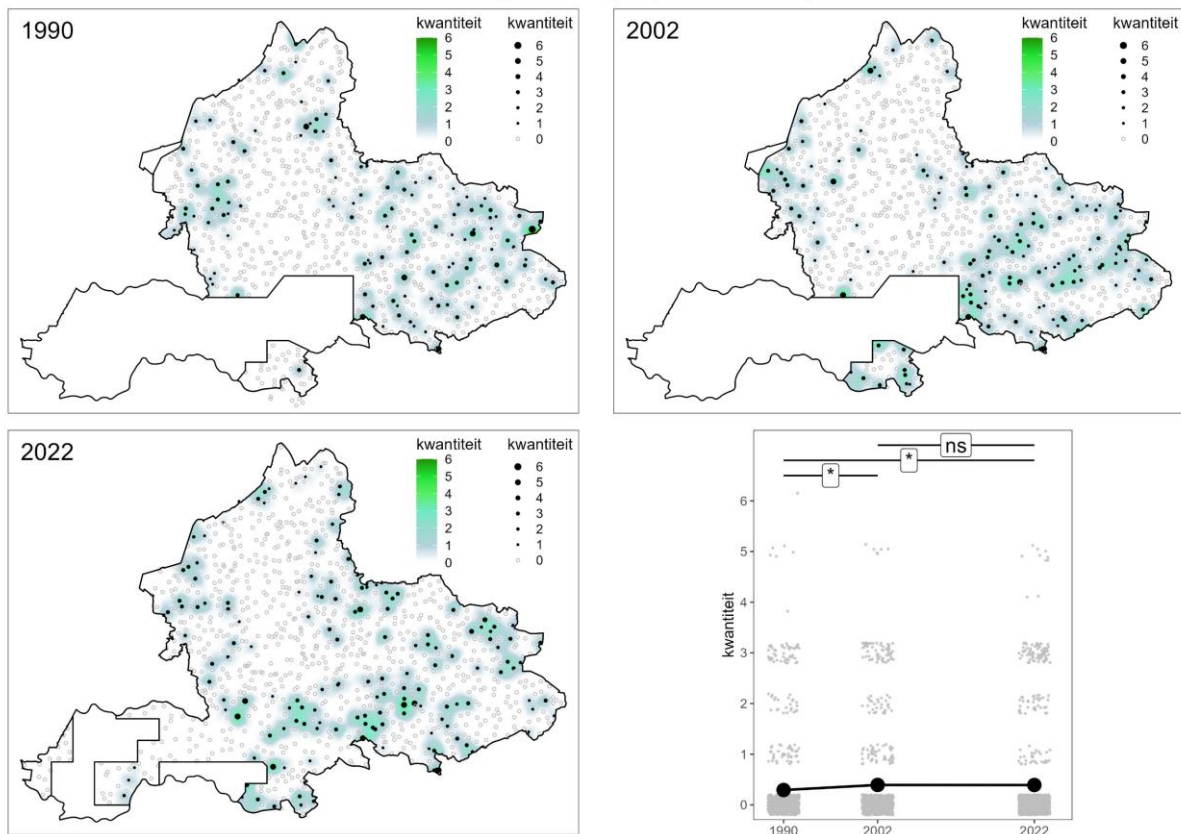
Kapjesvingermos (*Physcia adscendens*)



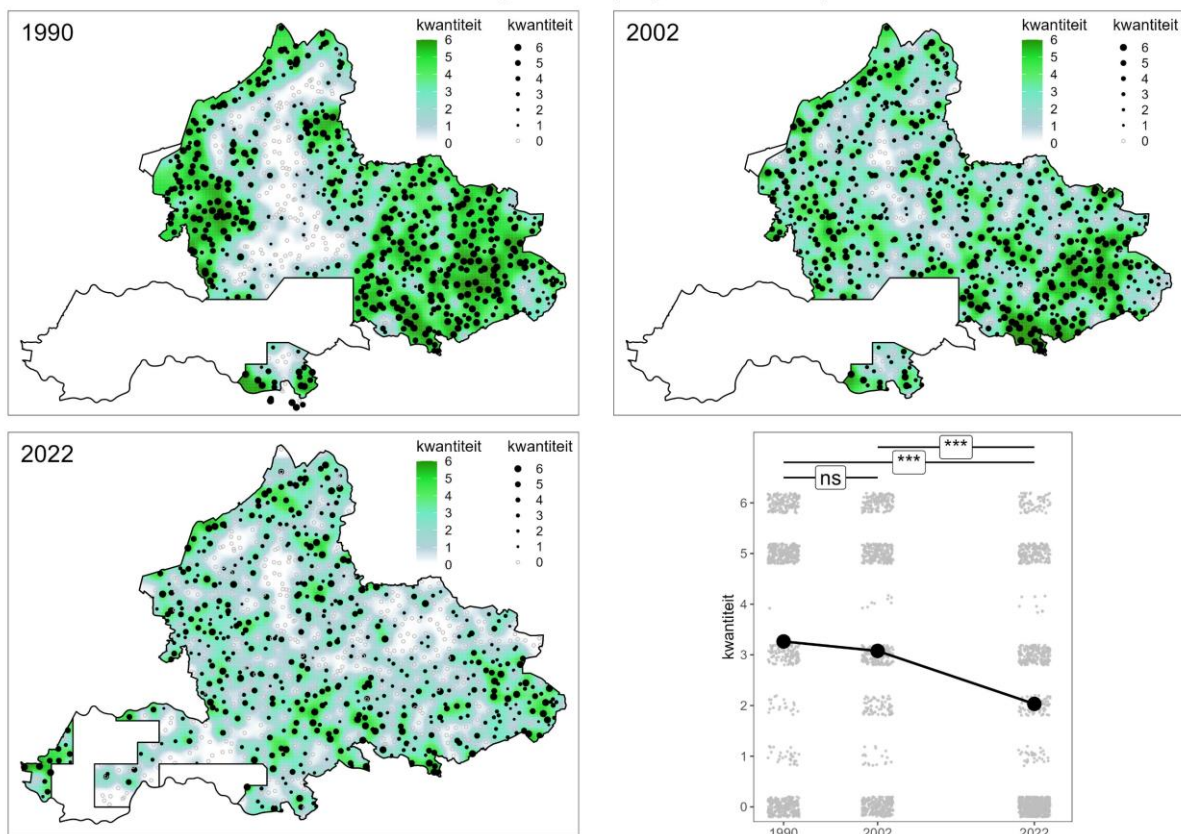
Stoeprandvingermos (*Physcia caesia*)



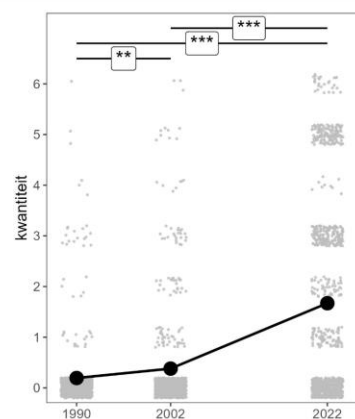
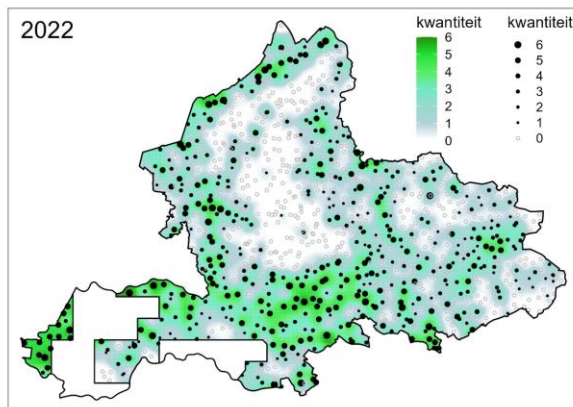
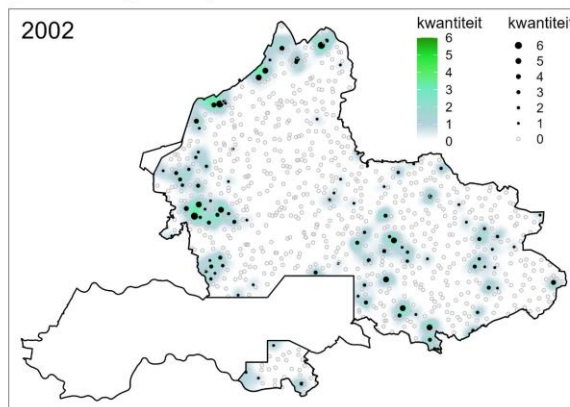
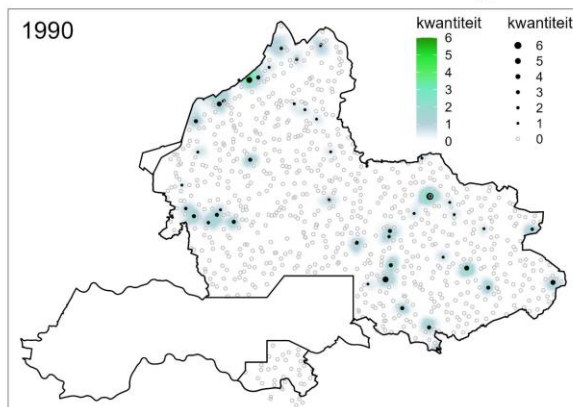
Bleek vingermos (*Physcia dubia*)



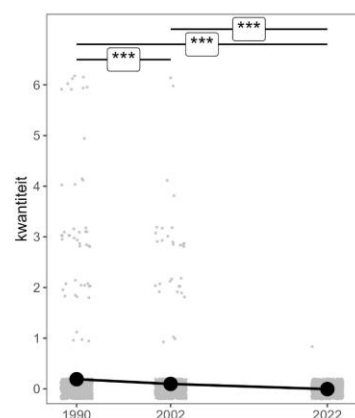
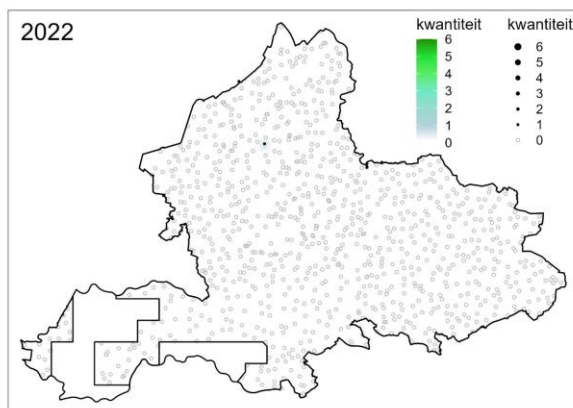
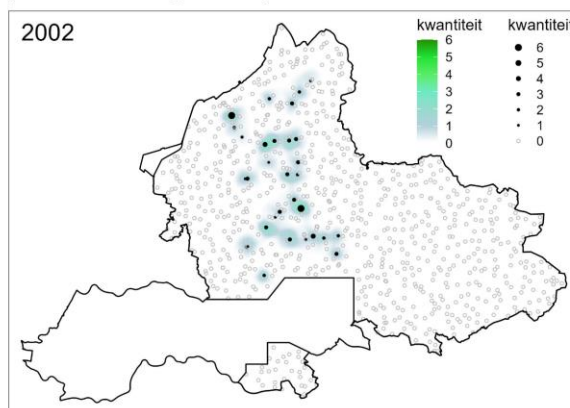
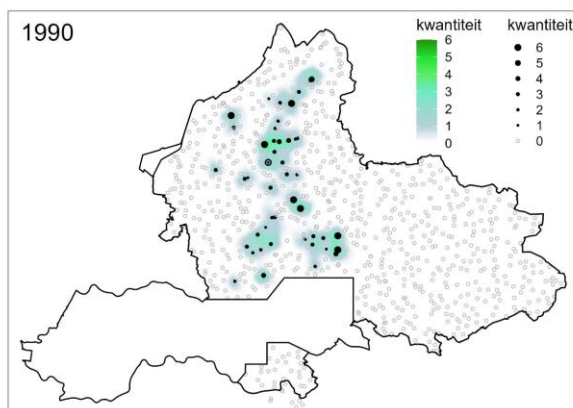
Heksenvingermos (*Physcia tenella*)



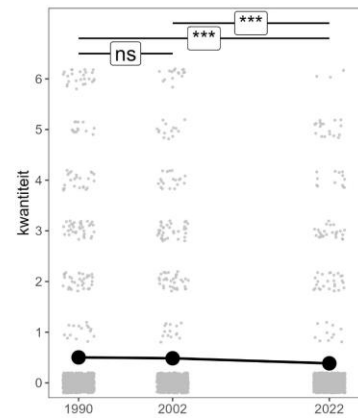
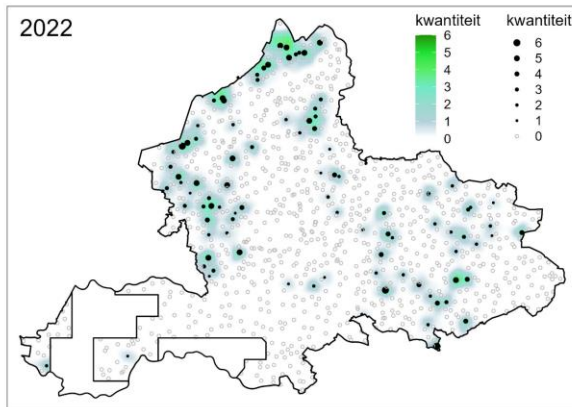
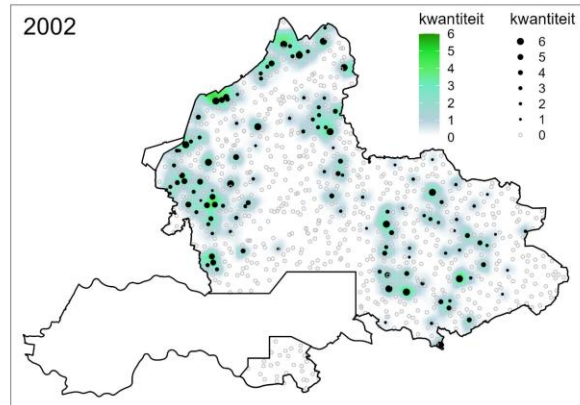
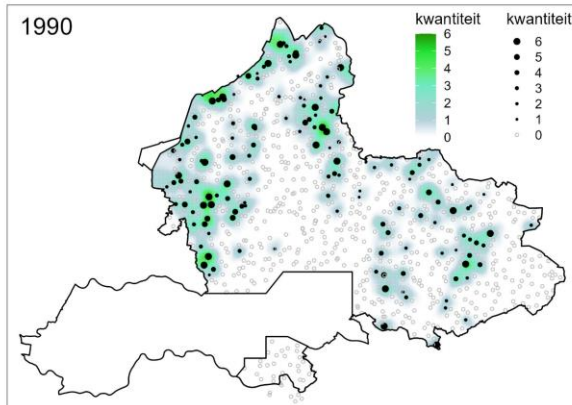
Grauw rijpmos (*Physconia grisea*)



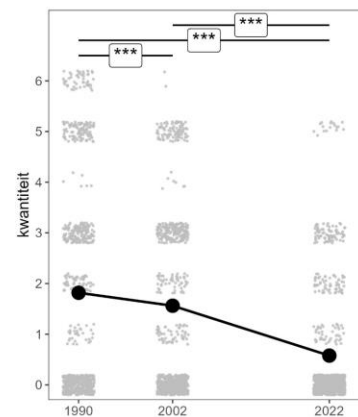
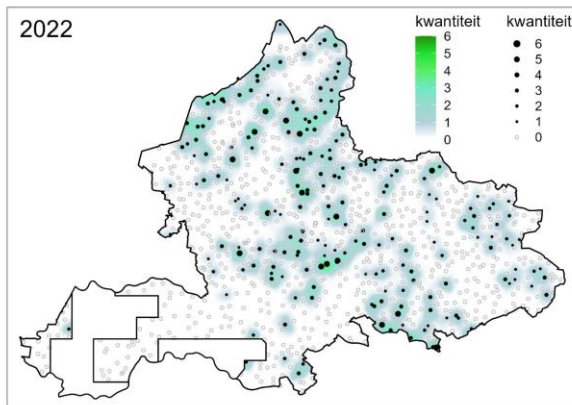
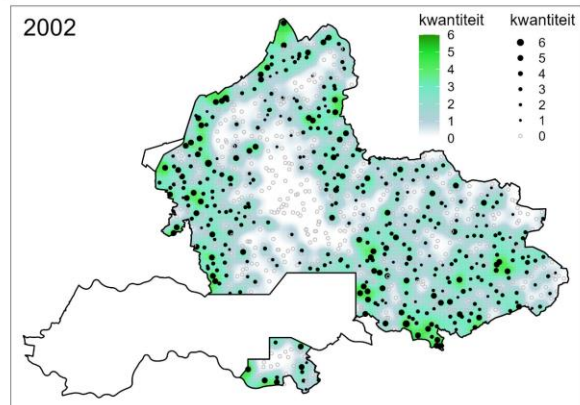
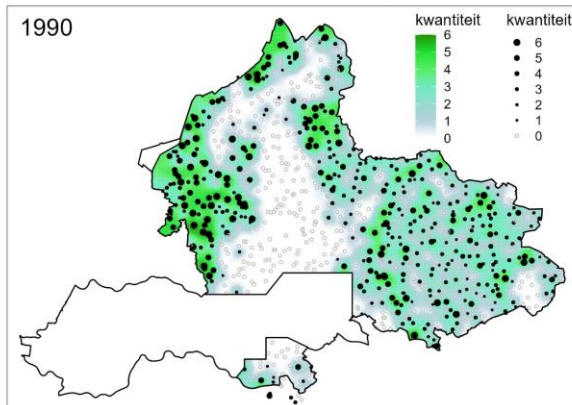
Groot boerenkoolmos (*Platismatia glauca*)



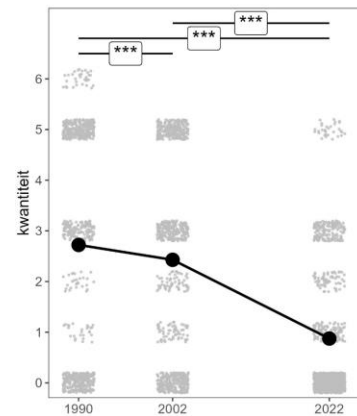
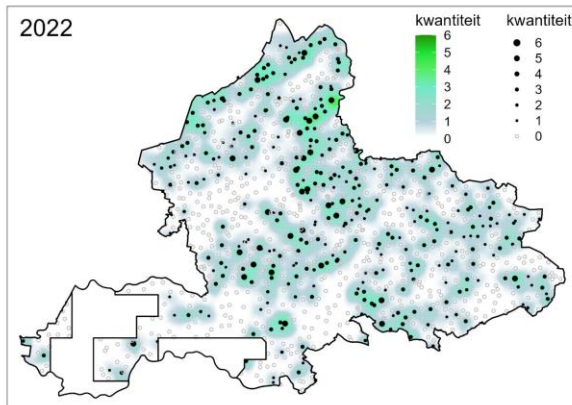
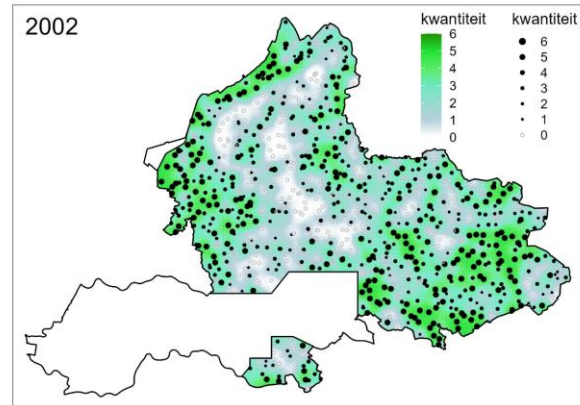
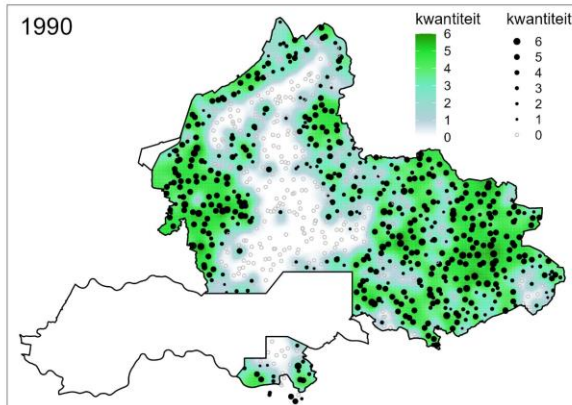
Olijf-schildmos (*Pleurosticta acetabulum*)



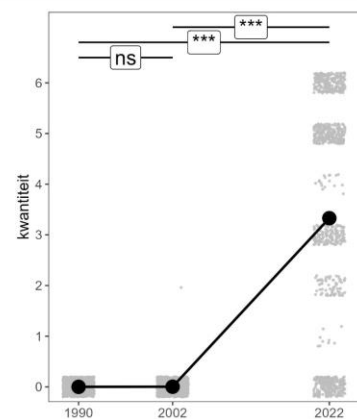
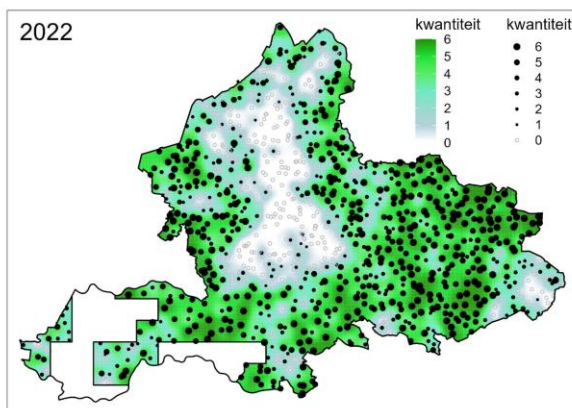
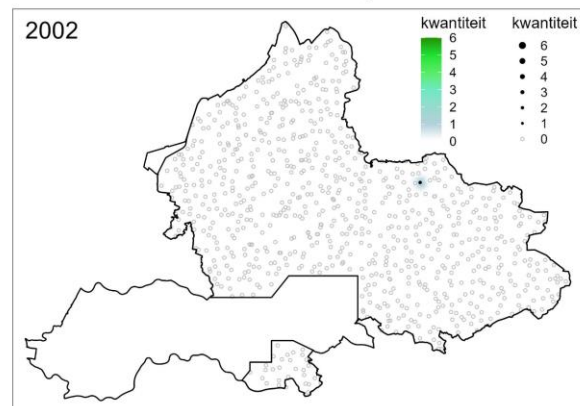
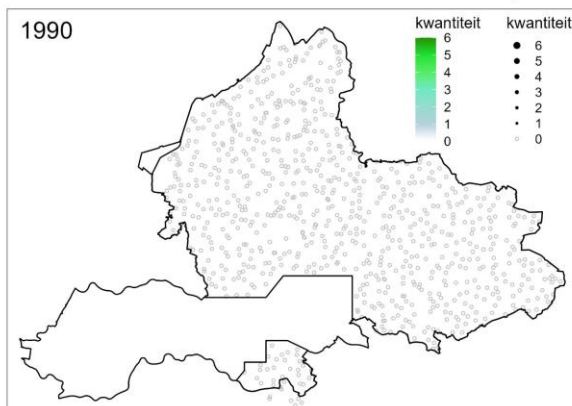
Kroezig dooiermos (*Polyscauliona candelaria*)



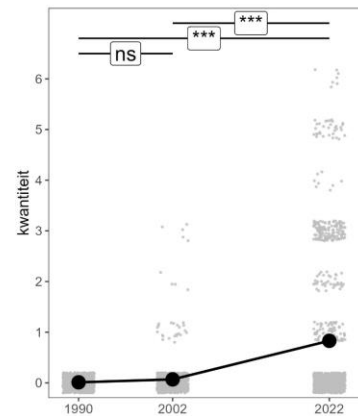
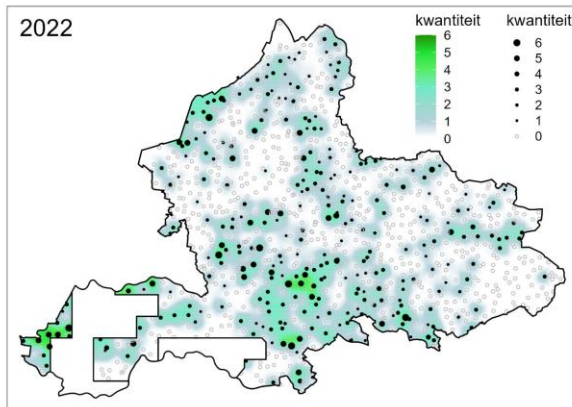
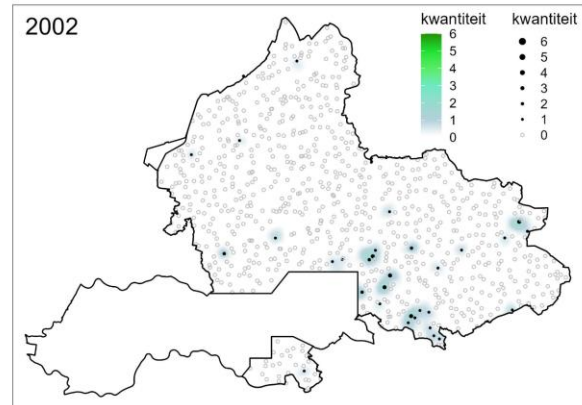
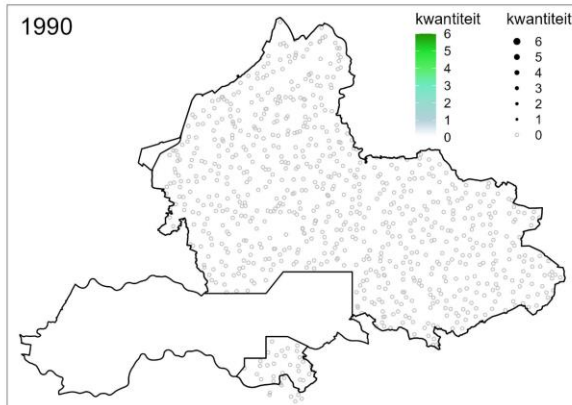
Klein dooiermos (*Polycauliona polycarpa*)



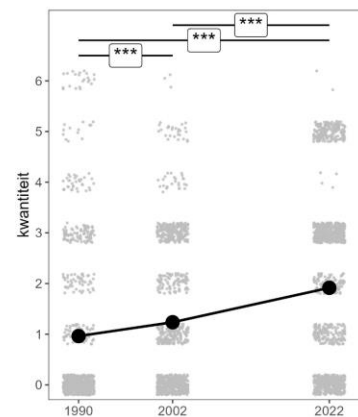
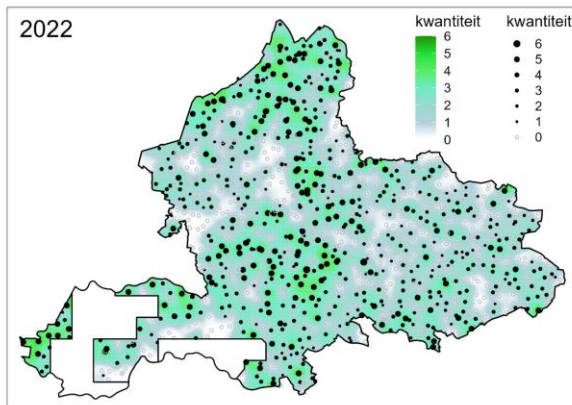
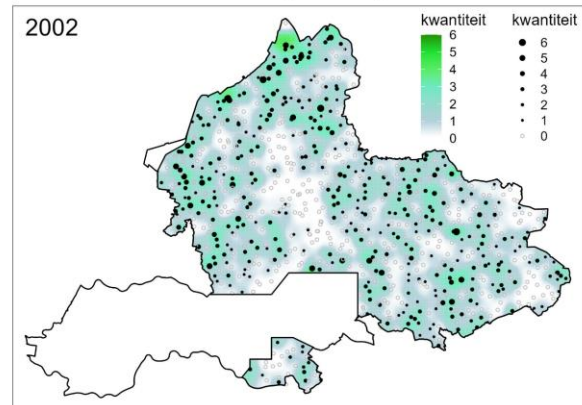
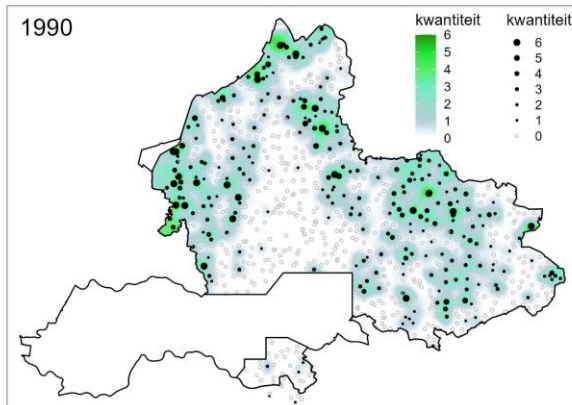
Verzonken schriftmos (*Pseudoschismatomma rufescens*)



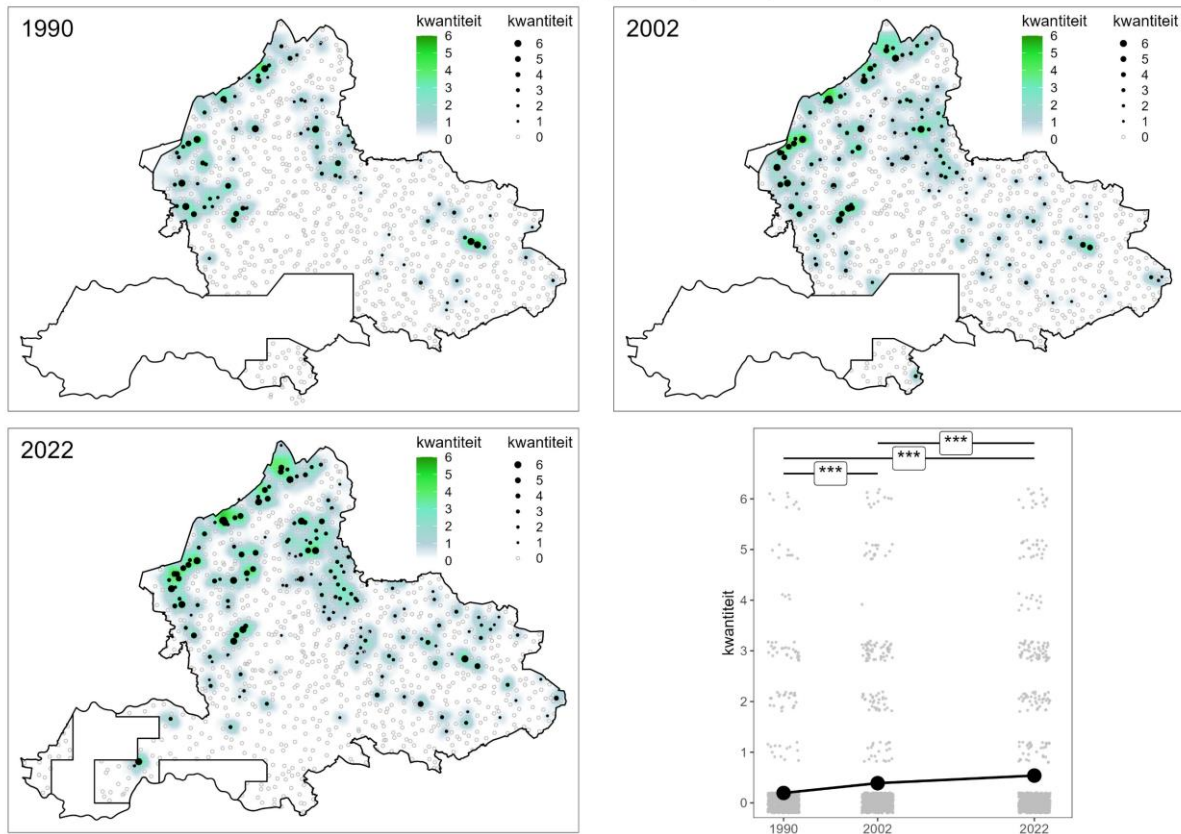
Witstippelschildmos (*Punctelia borrieri*)



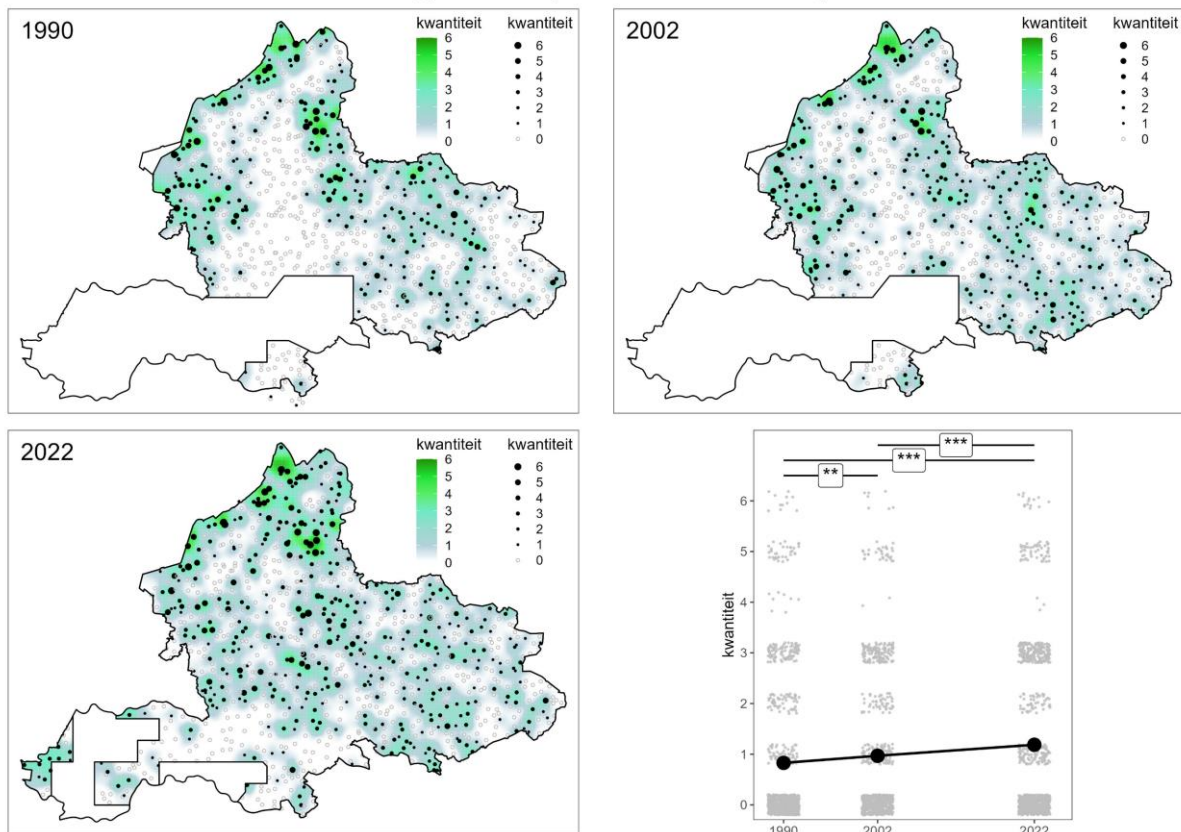
Gestippeld- / Rijpschildmos (*Punctelia subrudecta / jeckeri*)



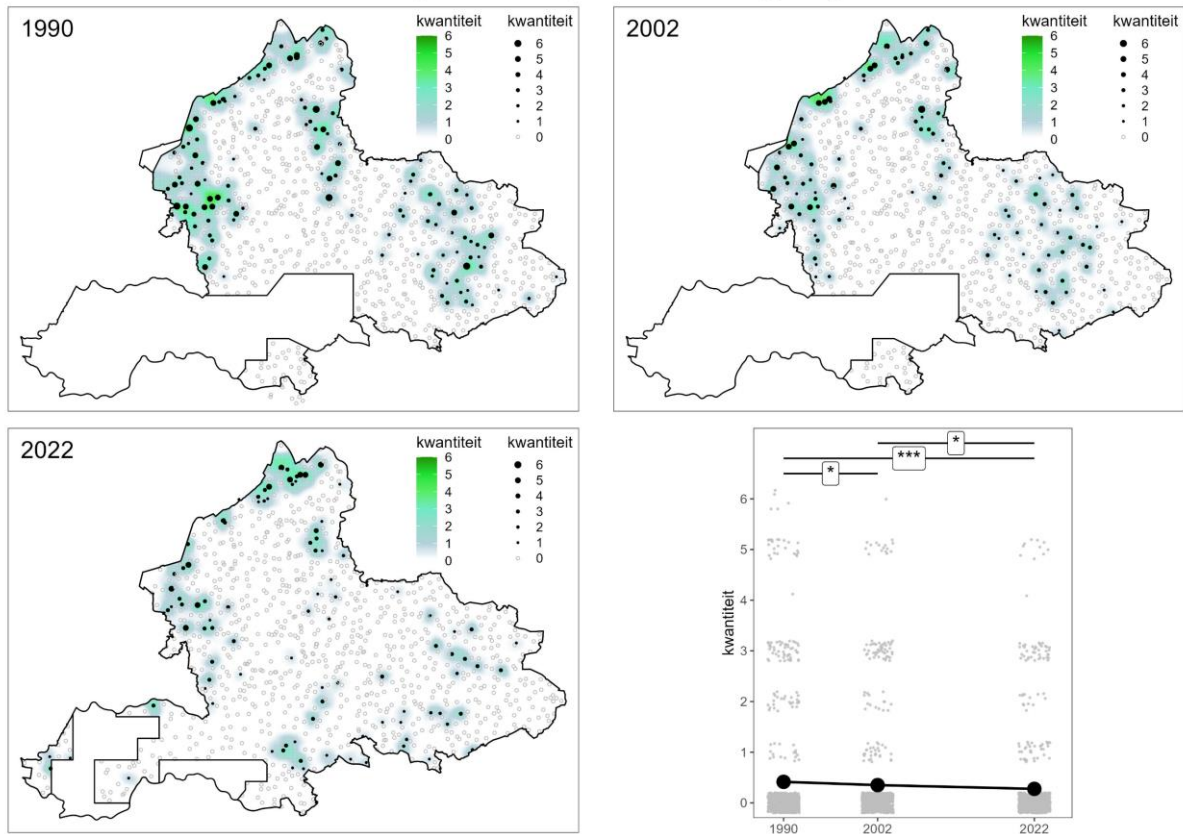
Grove mosterdkorst (*Pyrhospora quernei*)



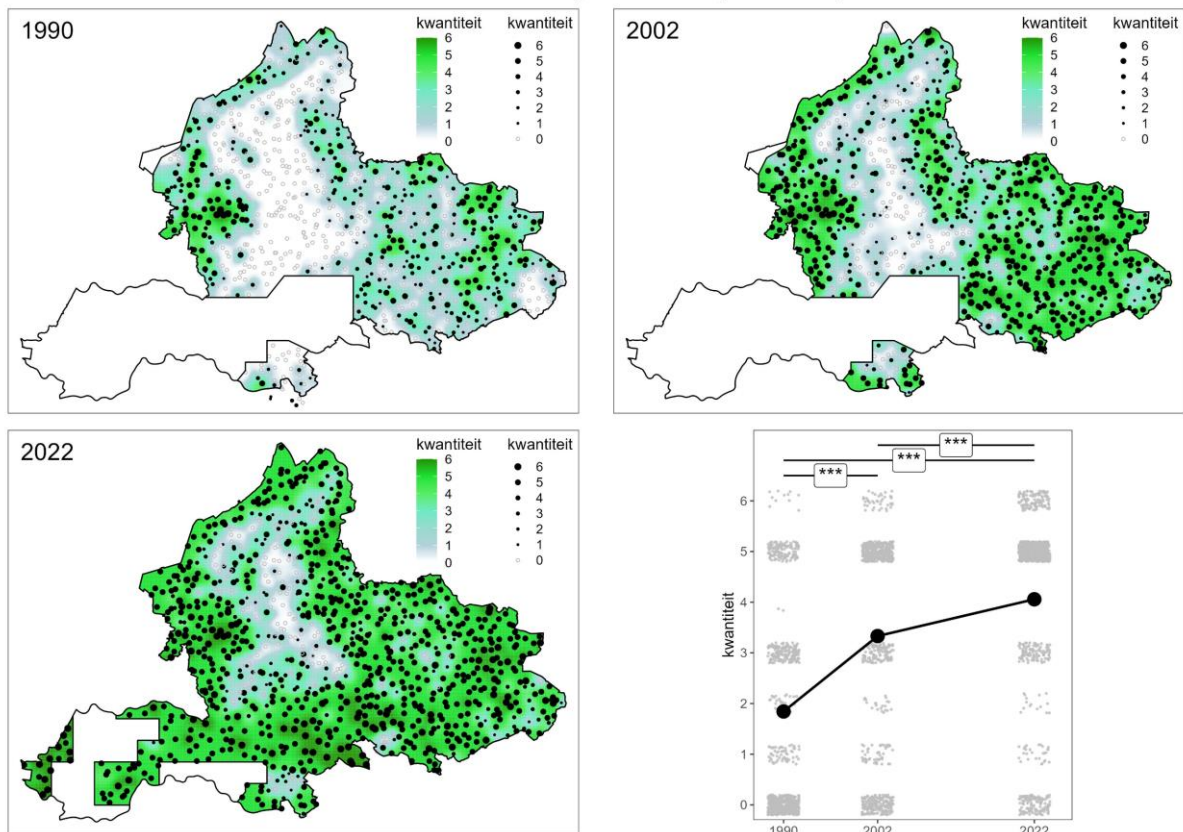
Melig takmos (*Ramalina farinacea*)



Trompettakmos (*Ramalina fastigiata*)



Groot dooiermos (*Xanthoria parietina*)



Bijlage F. Soortkaarten mossen

Soortkaarten worden alleen gegeven voor soorten die minimaal 100 keer zijn waargenomen in de drie complete meetrondes.

De kwantiteit is tussen meetpunten geïnterpoleerd op dezelfde manier als gedaan is voor graadmeters (zie 2.5.2).

In de grafiek rechtsonder is voor elke meetronde de gemiddelde kwantiteit weergegeven, waarbij alle meetpunten meetellen, zowel meetpunten waarin een soort wel is aangetroffen (kwantiteit 1-6; zie Tabel 2.1) als niet is aangetroffen (kwantiteit 0). De kwantiteiten van alle individuele meetpunten zijn in de grafiek weergegeven als lichtgrijze kleine punten. Bovenaan in de grafiek is aangegeven of de gemiddelde kwantiteit significant veranderd is tussen meetrondes:

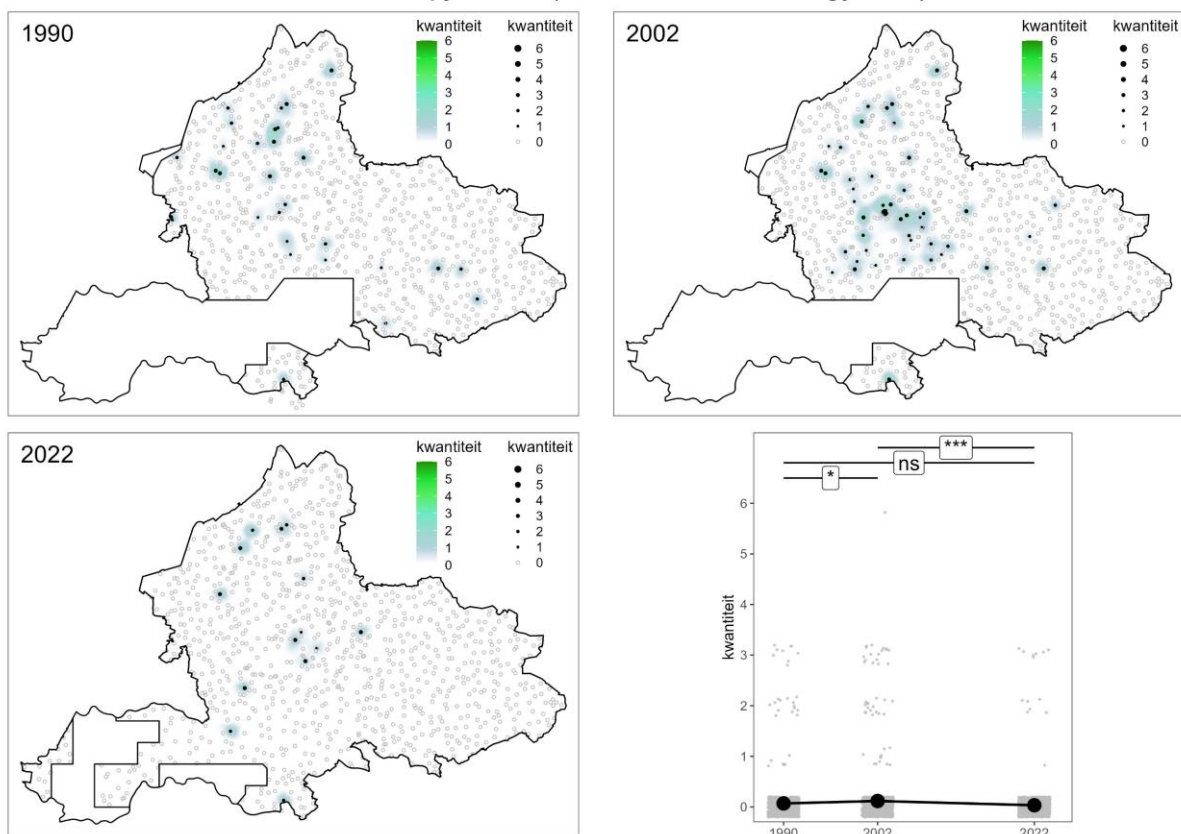
ns: niet significante verandering ($P > 0.05$)

*: significante verandering ($0.05 > P > 0.01$)

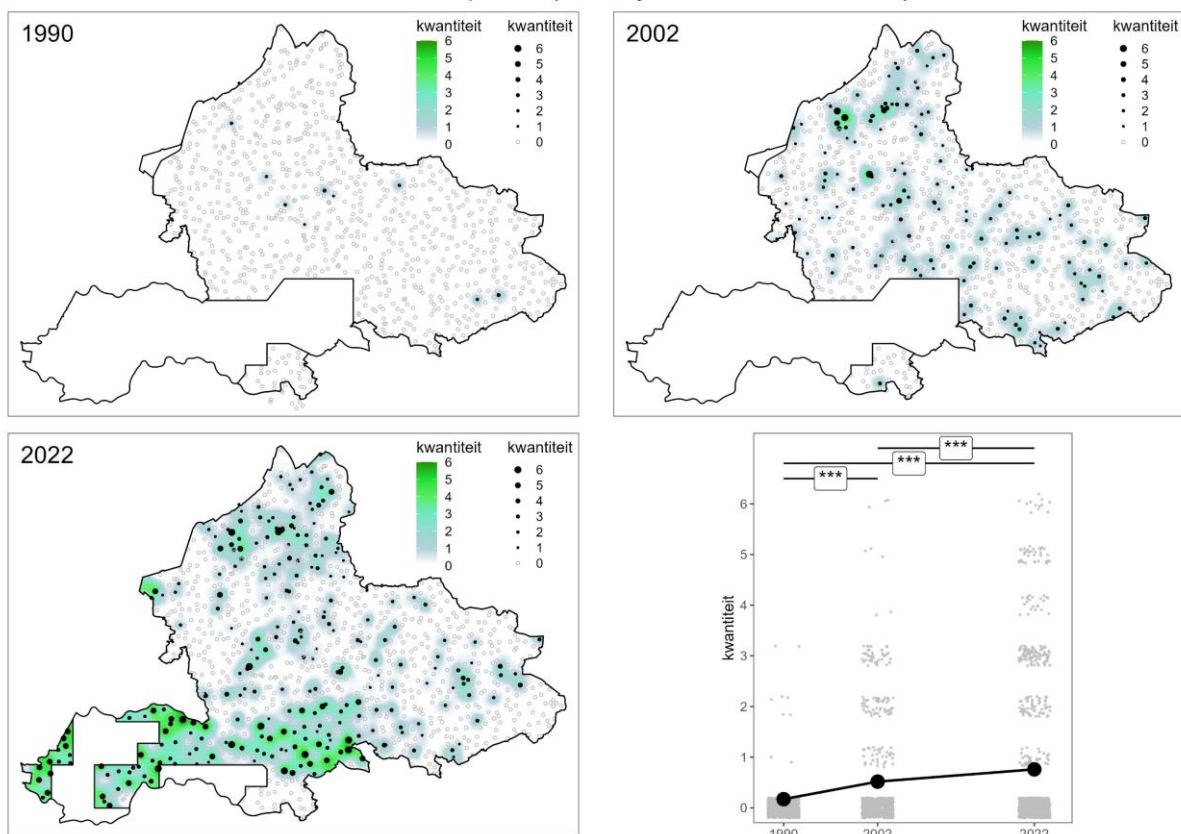
**: significante verandering ($0.01 > P > 0.001$)

***: significante verandering ($0.001 > P$)

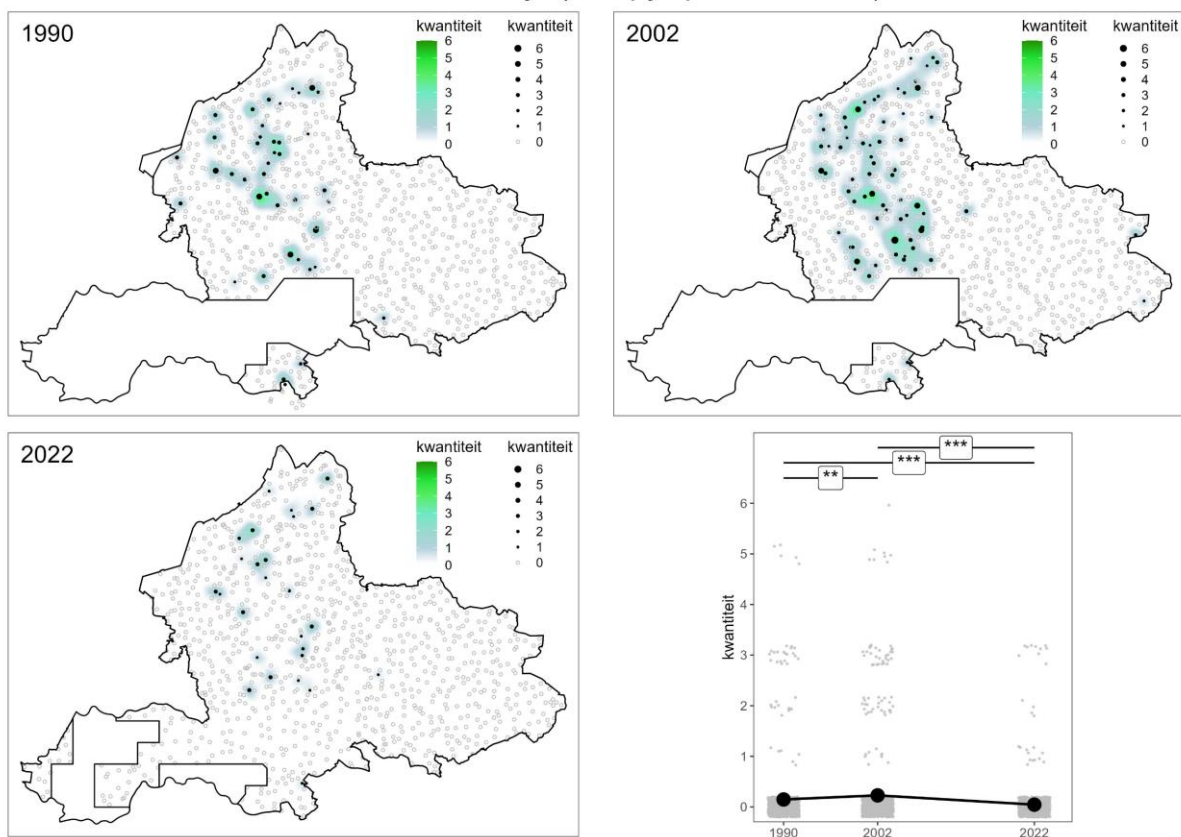
Gewoon knopjesmos (*Aulacomnium androgynum*)



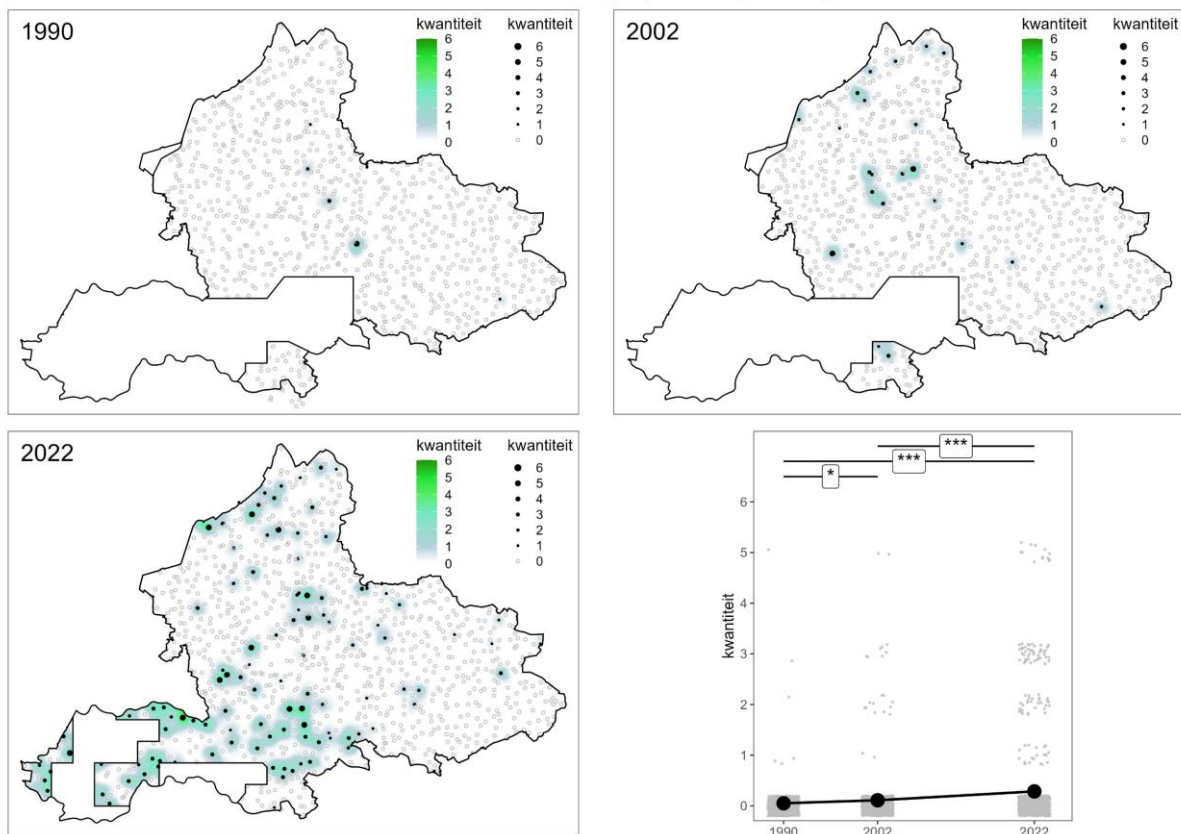
Gewoon dikkopmos (*Brachythecium rutabulum*)



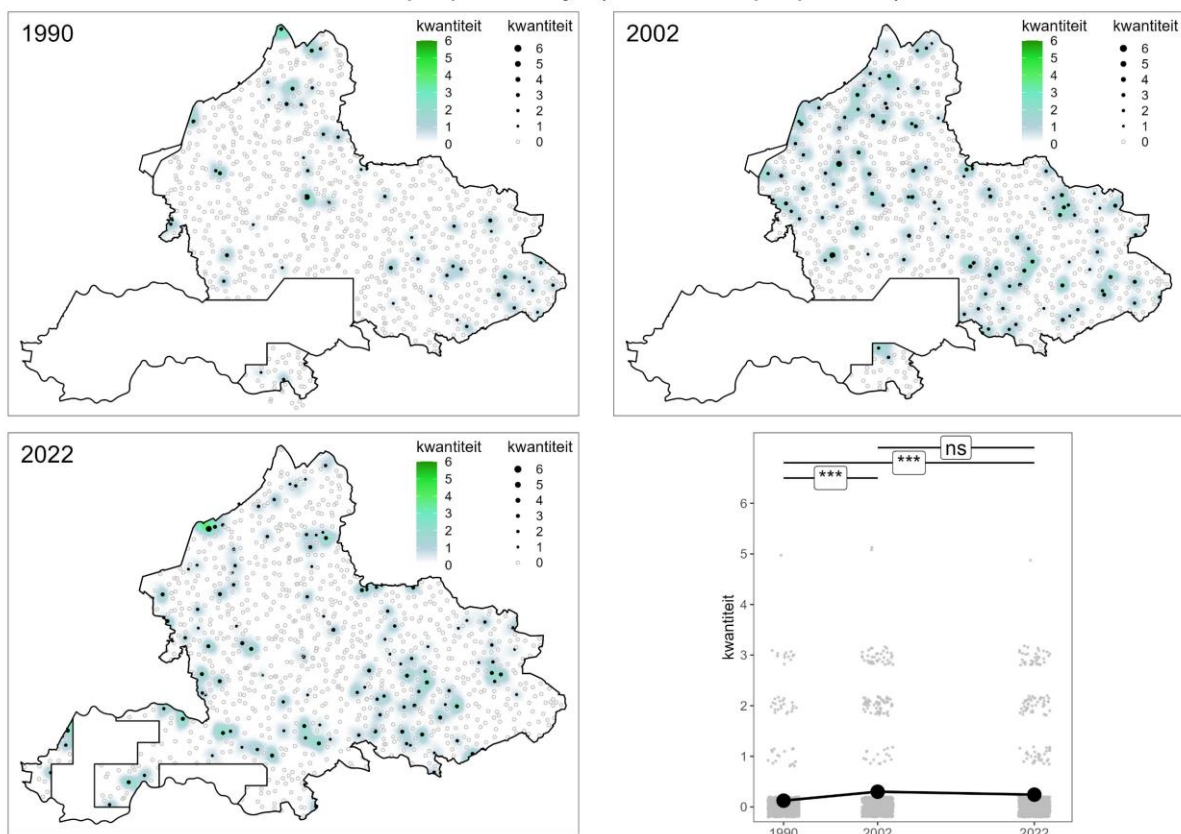
Boskronkelsteeltje (*Campylopus flexuosus*)



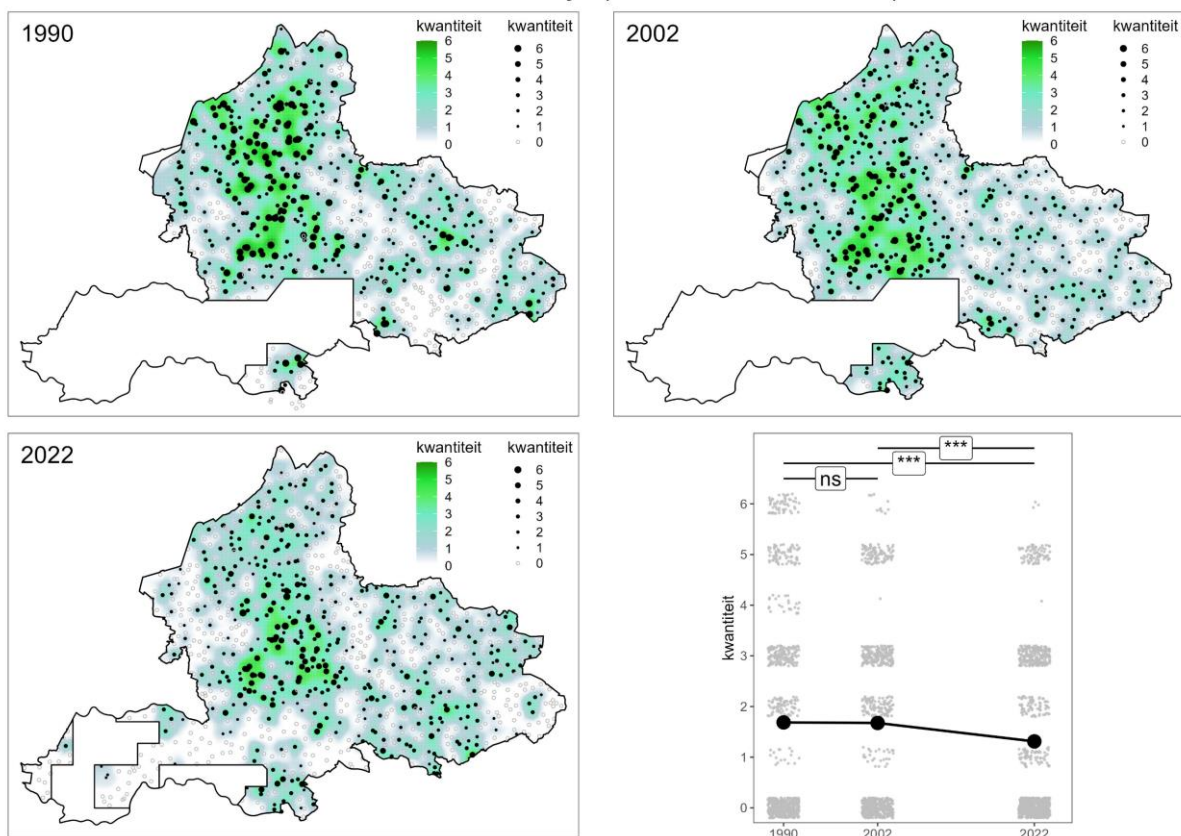
Gedraaid knikmos (*Bryum capillare*)



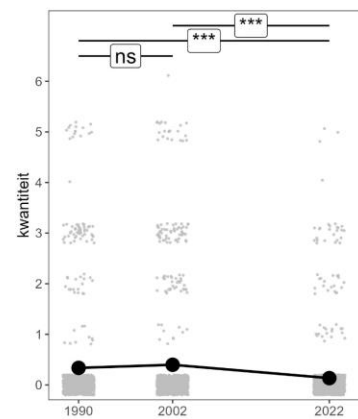
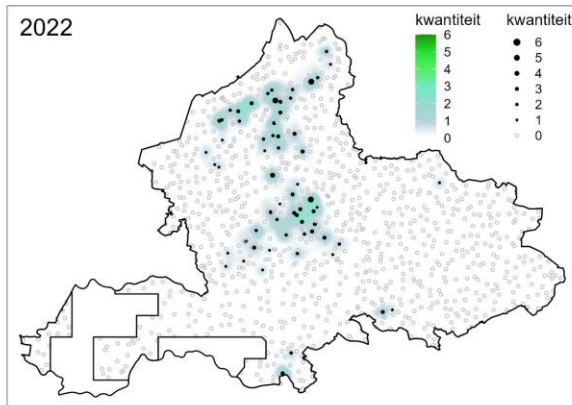
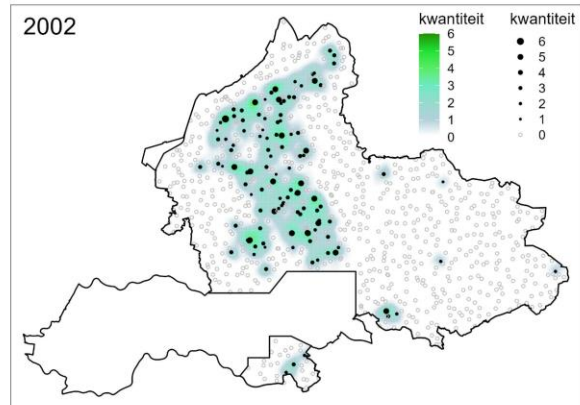
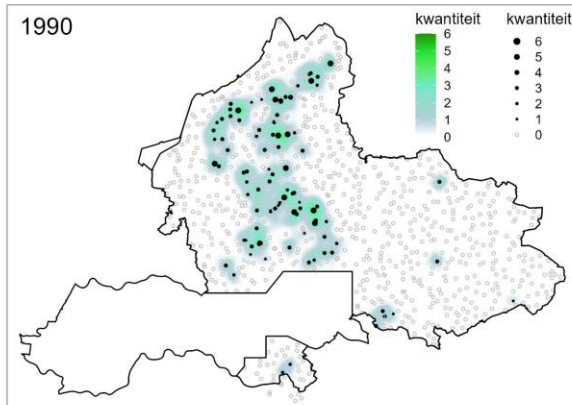
Gewoon purpersteeltje (*Ceratodon purpureus*)



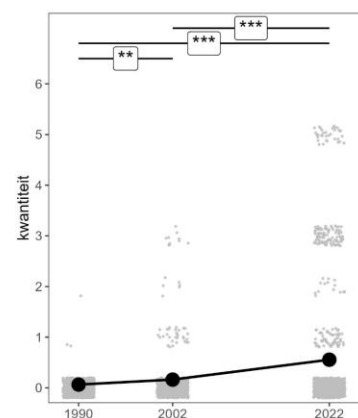
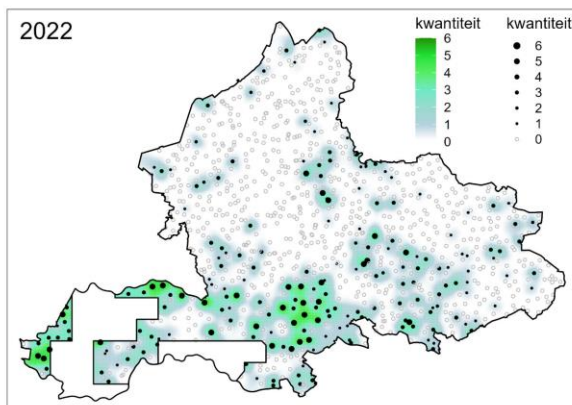
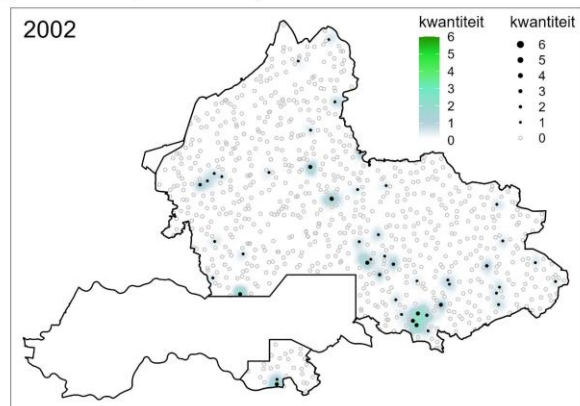
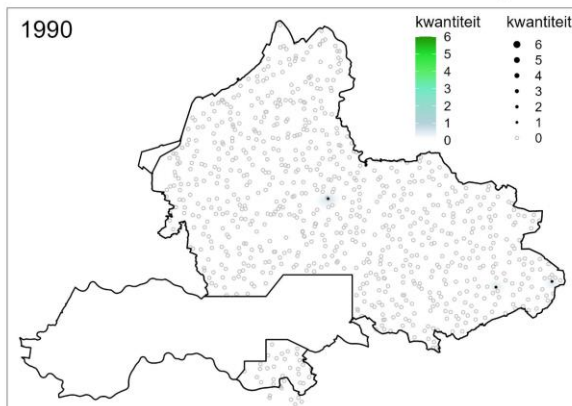
Gewoon sikkelsterretje (*Dicranoweisia cirrata*)



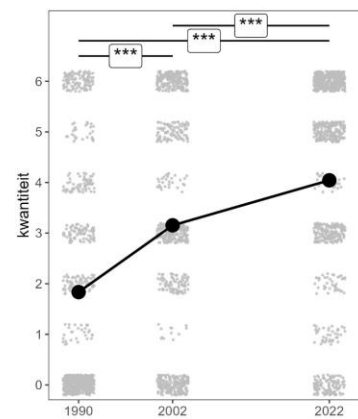
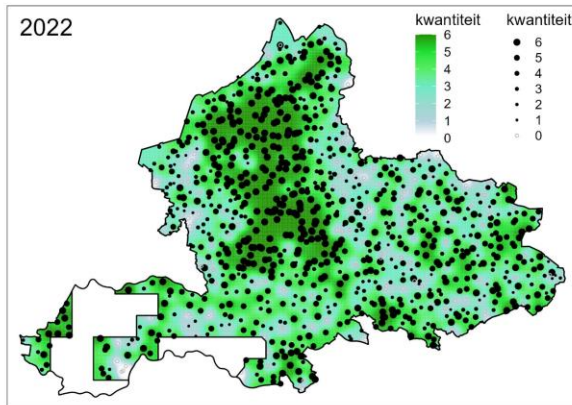
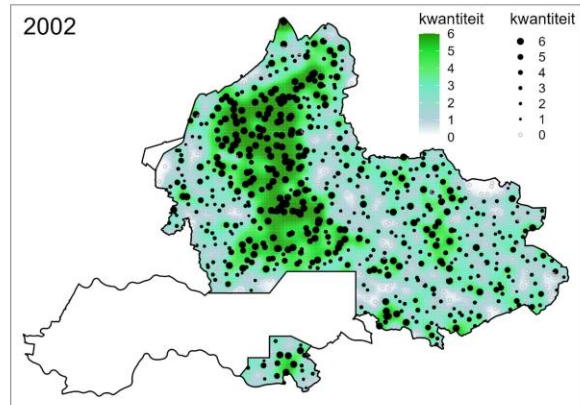
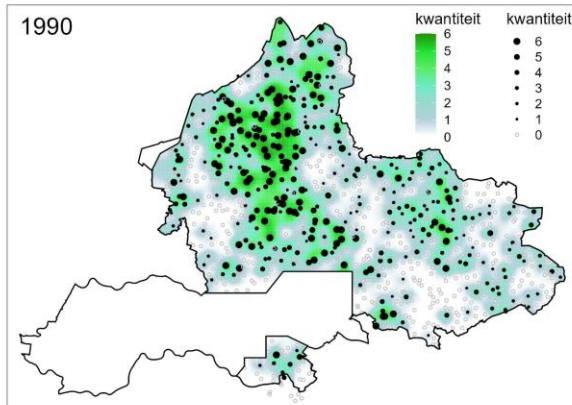
Gewoon gaffeltandmos (*Dicranum scoparium*)



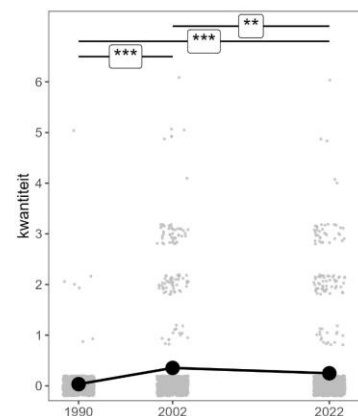
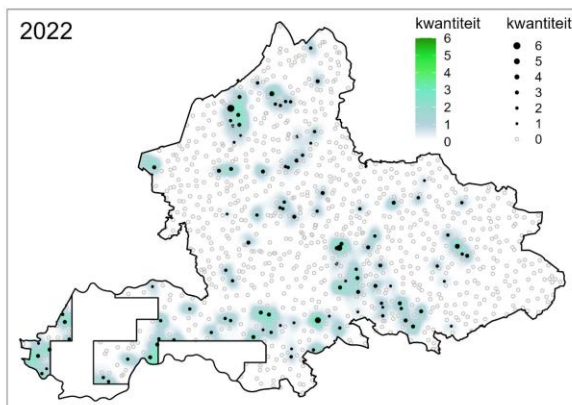
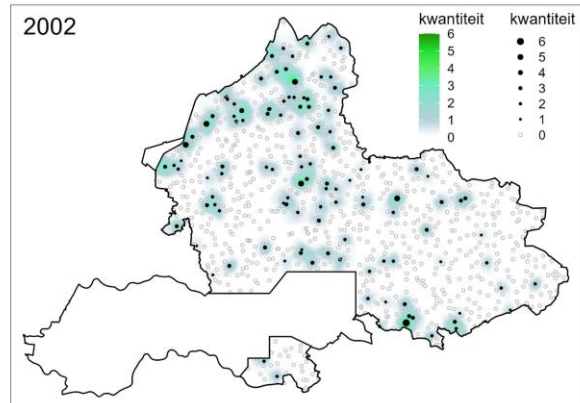
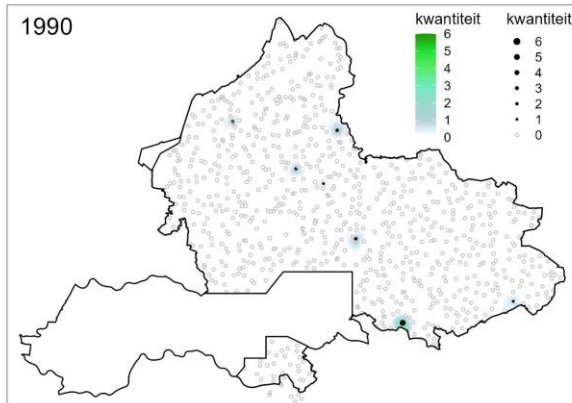
Gewoon muisjesmos (*Grimmia pulvinata*)



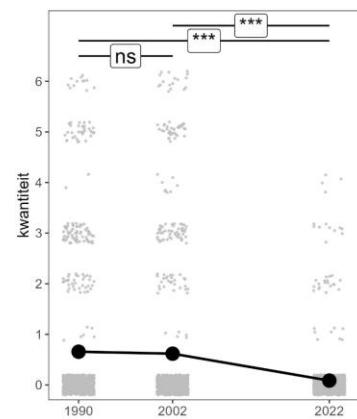
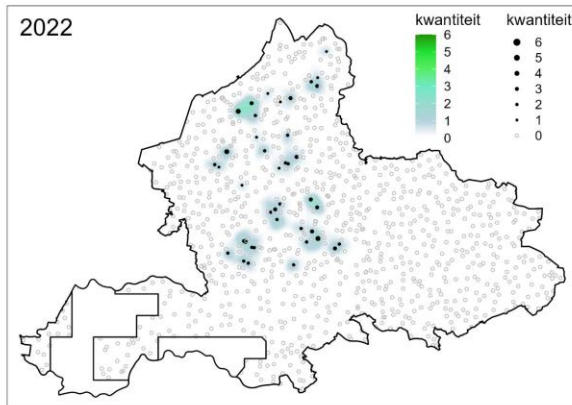
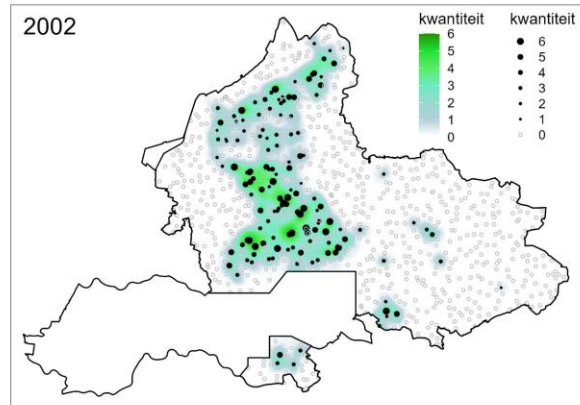
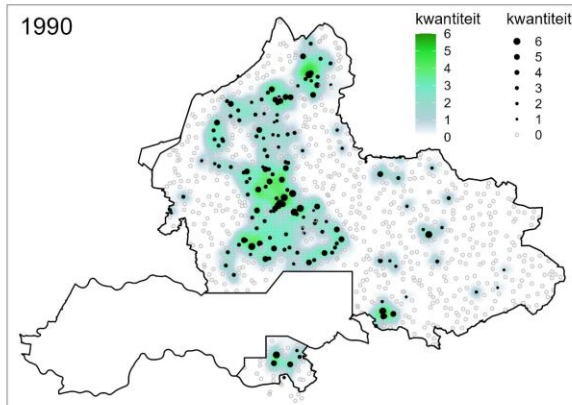
Gesnaveld klauwtjesmos (*Hypnum cupressiforme*)



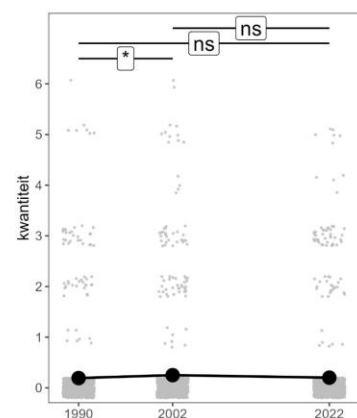
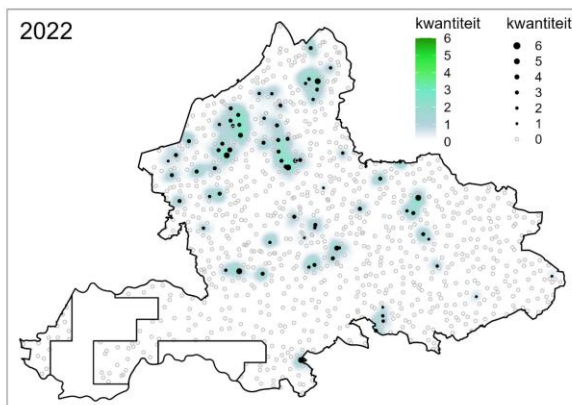
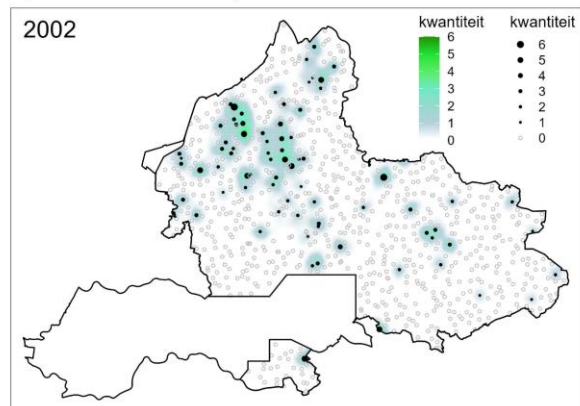
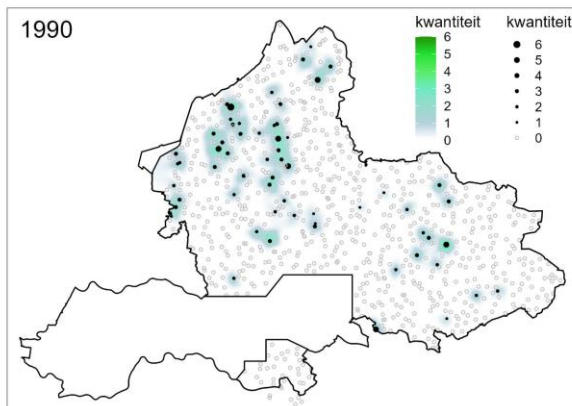
Fijn laddermos (*Kindbergia praelonga*)



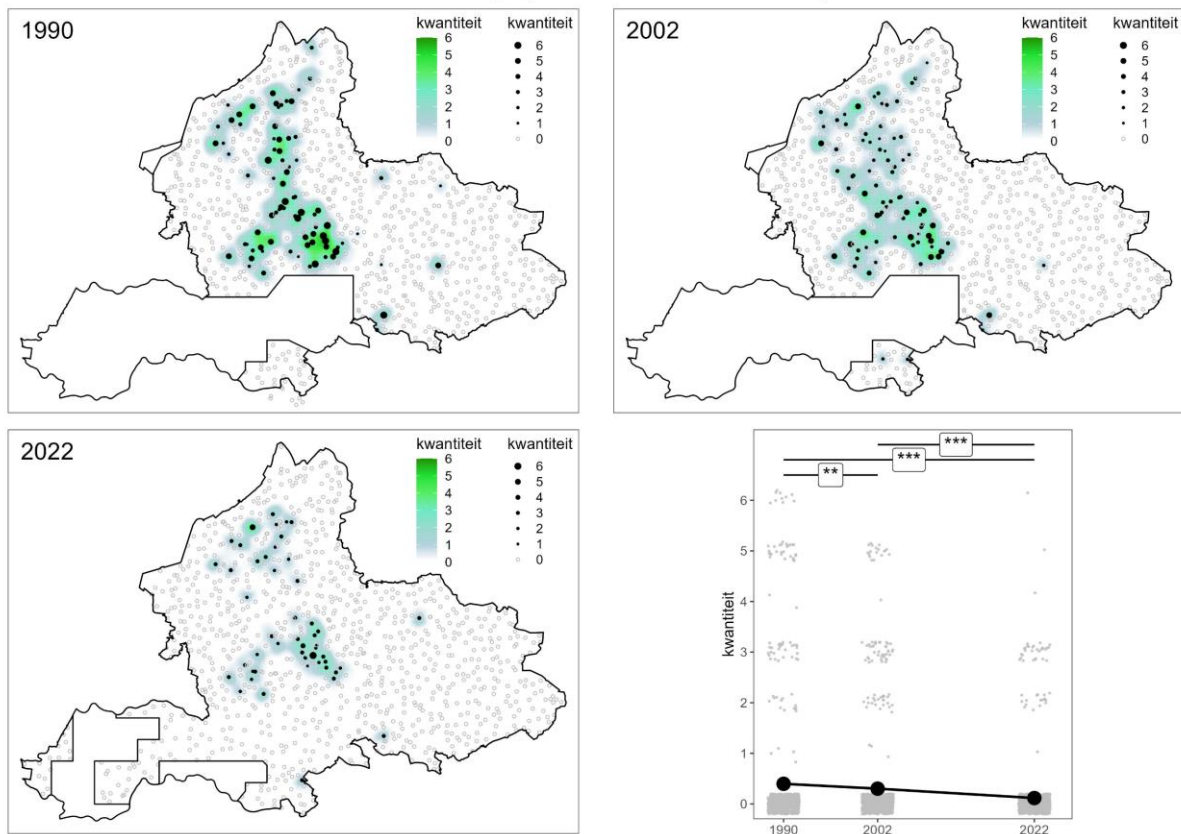
Gedrongen kantmos (*Lophocolea heterophylla*)



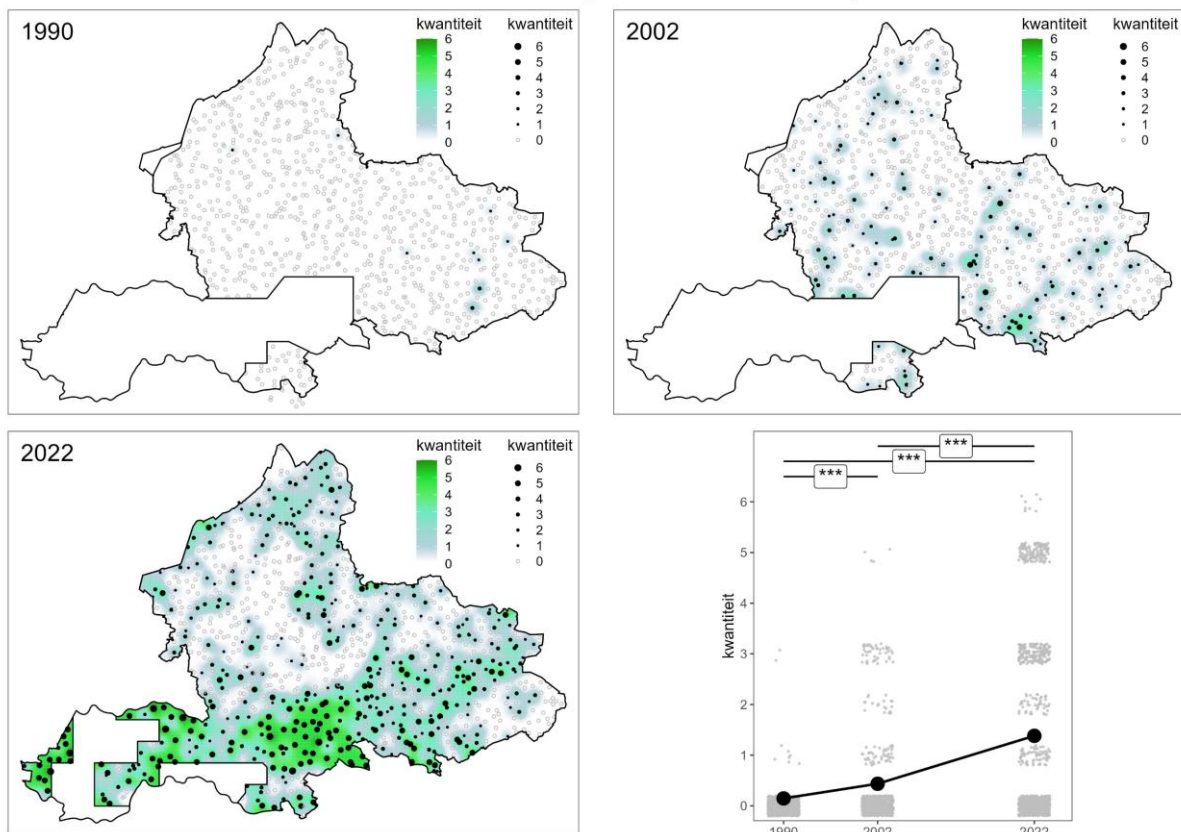
Gewoon sterrenmos (*Mnium hornum*)



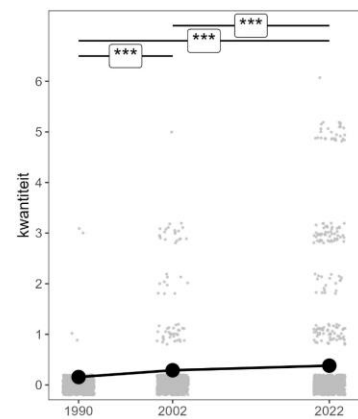
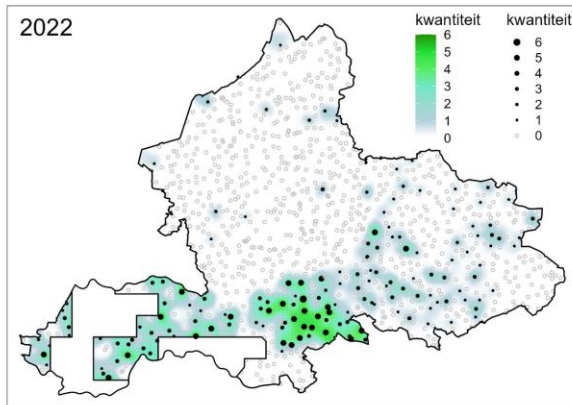
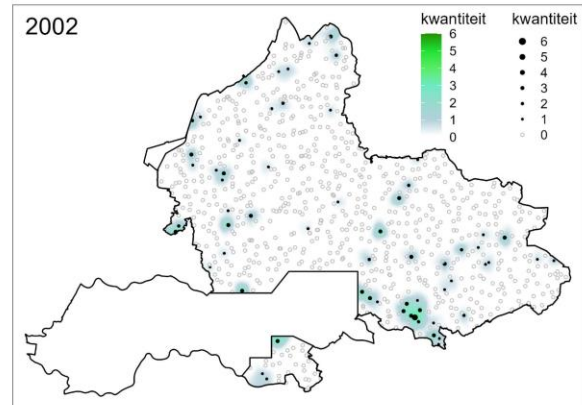
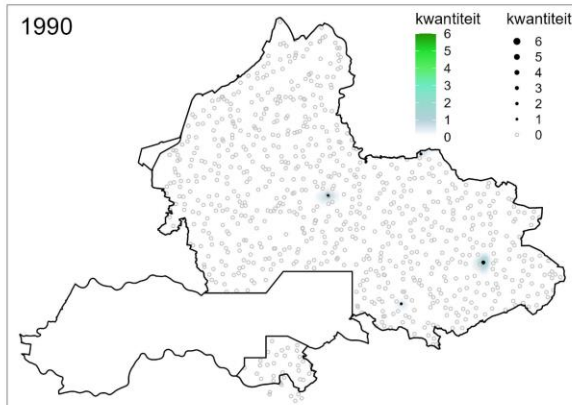
Geelsteeltje (*Orthodontium lineare*)



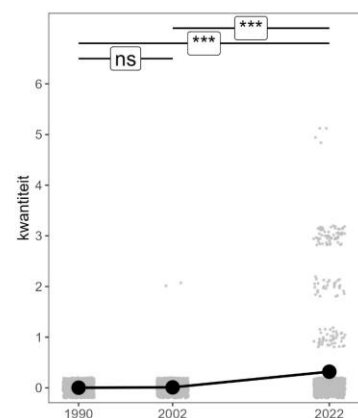
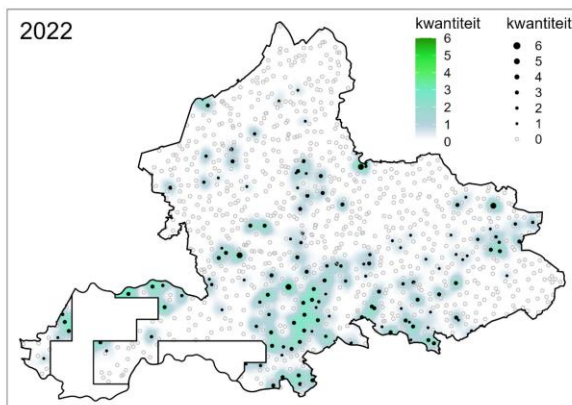
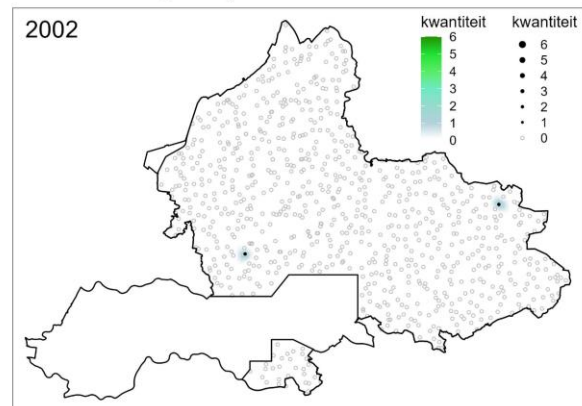
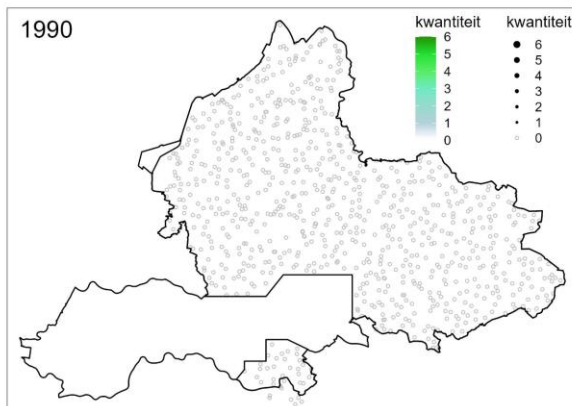
Gewone haarmuts (*Orthotrichum affine*)



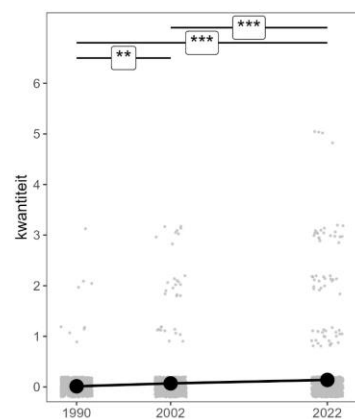
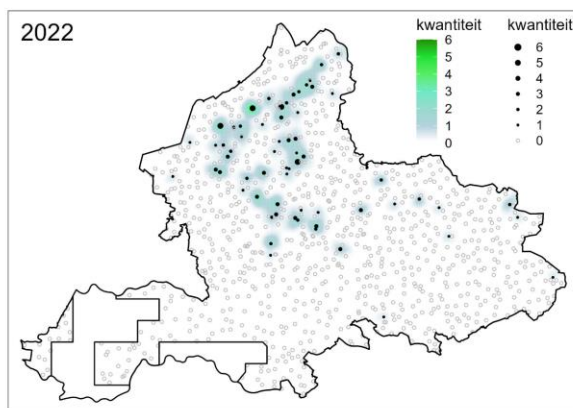
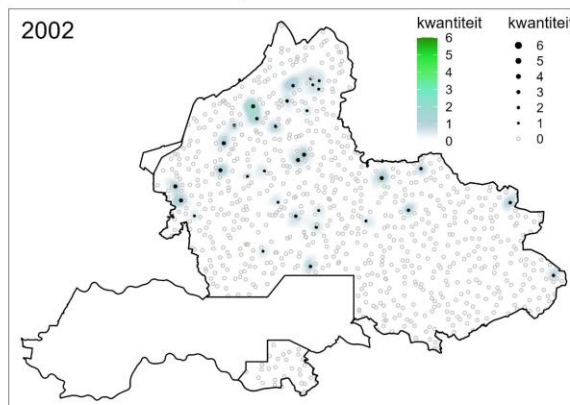
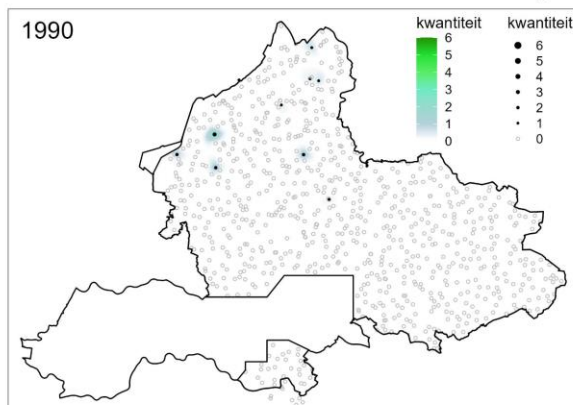
Grijze haarmuts (*Orthotrichum diaphanum*)



Broedhaarmuts (*Orthotrichum lyellii*)



Fraai haarmos (*Polytrichum formosum*)



Knikkersterretje (*Syntrichia papillosa*)

