

Libellen en waterkwaliteit in verbinding



Het effect van waterkwaliteit op libellen in hoogveenwateren en vennen



Ellen Snoeijink

Onder begeleiding van Gerdien Bos

28 oktober 2021

Libellen en waterkwaliteit in verbinding

Het effect van waterkwaliteit op libellen in hoogveenwateren en vennen

Foto voorblad: Gewone pantserjuffer (eigen foto, 2021)

Auteur: E. Snoeijink

28 oktober 2021

Rapportnummer: SV2021.008

Halfjaarstage

Opleiding: Toegepaste Biologie, Aeres Hogeschool Almere

Organisatie: De Vlinderstichting

Begeleiding: G. Bos



Samenvatting

Wereldwijd is de biodiversiteit en het aantal individuen van libellen gerelateerd aan de waterkwaliteit. (Catling, 2005) Veel libellensoorten hebben na 1991 geprofiteerd van de verbeteringen van de waterkwaliteit in Nederland. Dit geldt alleen niet voor de libellensoorten die leven bij hoogveengebieden en vennen. Deze soorten zijn in verspreiding afgenomen.

In Nederland is er naast literatuuronderzoek nog geen onderzoek gedaan naar de waterkwaliteit en het effect daarvan op libellen die leven in hoogveengebieden en vennen. De onderzoeksvraag van dit onderzoek is daarom: 'In hoeverre heeft de waterkwaliteit van hoogveenwateren en vennen invloed op de soortenrijkdom en abundantie van de daar voorkomende libellen?'. De verwachting van het onderzoek is dat de nutriënten, waterplanten en pH een zekere invloed hebben op de soortenrijkdom en abundantie van de daar voorkomende libellen.

Het onderzoek is uitgevoerd door op 50 locaties, verdeeld over heel Nederland, de waterkwaliteit te meten. Deze locaties waren voornamelijk vennen en hoogveenwateren. De waterkwaliteit werd gemeten aan de hand van een Supermeetkit, welke geleverd werd door Natuur en Milieu. Bij de waterkwaliteitsmeting werd er naar de volgende parameters gekeken: waterbeleving, nitraat, fosfaat, doorzicht, bodemdiepte, waterplanten, waterdieren en zwerfafval. Daarnaast werd er buiten de meetkit om ook nog pH gemeten. De waterkwaliteit werd op 50 verschillende locaties gemeten waar libellenroutes langs lopen. Op deze routes worden ieder jaar libellen geteld. Zo konden relaties tussen de waterkwaliteit en de libellen onderzocht worden. Naast de waterkwaliteit werd er ook gekeken naar de waterplanten structuren.

Uit het onderzoek is gebleken dat de waterkwaliteit bij meer dan de helft van de wateren matig is. 40 procent van de wateren heeft een goede score en 6 procent scoort slecht. Echter, zijn dit de meest positieve bevindingen. Wanneer er gekeken wordt naar de officiële manier van beoordelen, de methode van Kaderrichtlijn Water (het 'one out all out' -principe), scoort 62 procent matig en 38 procent slecht. Tussen de waterkwaliteitsbeoordeling en de libellengegevens waren geen relaties te vinden. Wel zijn er relaties gevonden tussen de losse parameters (pH, nitraat en fosfaat) en de libellen. Zo blijkt dat het aantal individuen lager is bij vennen met een lagere pH. Daarnaast blijkt dat het aantal individuen lager is, wanneer de nutriëntenconcentraties hoger zijn. Ook het aantal soorten is lager wanneer de nutriëntwaarden hoger zijn. Ook tussen de waterplantenstructuren en libellen zijn relaties gevonden. Voor de waterplanten geldt dat wanneer er meer onderwaterplanten zijn, er ook meer individuen worden waargenomen. Voor de drijvende waterplanten en oeverplanten geldt dat de meeste individuen voorkomen bij een bedekking van 15-35%. Voor het aantal (veen)mossen geldt dat de meeste soorten worden waargenomen bij een bedekkingsgraad van 5-35%.

Uit de resultaten is te concluderen dat de waterkwaliteit en met name de nutriënten invloed hebben op de soortenrijkdom en abundantie van de libellen bij hoogveenwateren en vennen. Daarnaast zijn ook de waterplanten belangrijk voor de libellenaantallen.

Vervolgonderzoek is aan te raden om de waterkwaliteit ieder jaar te monitoren. Zo kunnen de relaties beter onderbouwd worden. Daarnaast moet er meer onderzoek komen naar het effect van waterkwaliteit op de achteruitgang van soorten.

Om de libellenpopulatie in hoogveenwateren en vennen van Nederland zo soortenrijk en abundant mogelijk te houden, moeten de nutriëntenwaarden van de wateren omlaag. Voor de waterplanten geldt dat er beheer moet plaatsvinden, dat er voor zorgt dat er voldoende verschillende waterplanten aanwezig zijn en dat deze ieder in de goede hoeveelheid aanwezig is.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	6
2. Materiaal en methode	9
2.1. Inleiding	9
2.2. Locaties	9
2.2.1. Amsterdamse Waterleiding Duinen (route 15, 17, 18, 21 en 25)	10
2.2.2. Berk (route 1595)	11
2.2.3. Brunsummerheide (route 1589, 1590, 1591, 1592, 1593)	12
2.2.4. Buurserzand (route 555, 556 en 557)	14
2.2.5. Deuverdense hei (route 1294)	15
2.2.6. Fochteloërveen (route 1620 en 1770)	16
2.2.7. Gorsselse heide (route 1569, 1571, 1572, 1573 en 1574)	17
2.2.8. Hilversums Wasmeer (route 809)	19
2.2.9. Leersumse veld (route 1277 en 1278)	20
2.2.10. Lettelerleide (route 1688)	21
2.2.11. Leusveld (route 1507, 1508 en 1509)	22
2.2.12. Motketel (route 1686)	23
2.2.13. Nationaal Park Zuid-Kennemerland (route 628, 629, 946, 947 en 948)	24
2.2.14. Nonnenvennen en ballastputten (route 1353, 1354, 1355, 1356 en 1357)	26
2.2.15. Noord-Hollands Duinreservaat (route 1670)	27
2.2.16. Oisterwijkse bossen en vennen (route 1242 en 1685)	28
2.2.17. Oude vijver – Boswachterij Staphorst (route 1769)	29
2.2.18. Pannenhoef (route 739 en 1373)	30
2.2.19. Staverdense Leemputten (route 26 en 27)	31
2.2.20. Wieselse plas (route 1637)	32
2.2.21. Wyldemerk (route 659)	33
2.3. Onderzoeksgroepen	34
2.3.1. Waterkwaliteit	34
2.3.2. Libellen	34
2.3.3. Waterplanten	39
2.4. Tijdsbesteding	40
2.5. Onderzoek	40
2.5.1. Meten van de waterkwaliteit	40
2.5.2. Libellen tellen	48

2.5.3. Waterplantenstructuur	49
2.6. Verwerking	50
2.6.1. Waterkwaliteit.....	50
2.6.2. Libellen en waterkwaliteit	52
2.6.3. Libellen en waterplanten.....	53
3. Resultaten	54
3.1. Waterkwaliteit.....	54
3.2. Libellen en waterkwaliteit	56
3.3. Libellen en waterplanten.....	59
4. Discussie	62
5. Conclusie en aanbevelingen	65
Dankwoord	66
Literatuurlijst	67
Bijlagen	72
Bijlage I. Veldformulier waterkwaliteit.....	72
Bijlage II. Zoekkaart waterplanten	74
Bijlage III. Alle locaties in foto's.....	75
Bijlage IV. Parameters waterkwaliteit: nitraat, fosfaat en pH.....	85
Bijlage V. Aantal soorten en individuen per route met de waterkwaliteit	86
Bijlage VI. Waterplantenstructuren.....	87

1. Inleiding

Libellen en waterkwaliteit staan met elkaar in verbinding. Wereldwijd is de biodiversiteit en het aantal individuen van libellen gerelateerd aan de waterkwaliteit. (Catling, 2005) Hoewel sommige libellensoorten voordelen ervaren bij een verandering van de waterkwaliteit, staan andere soorten onder druk (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2019).

Nederland telt ongeveer zeventig soorten libellen (*Odonata*) (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2019). Deze worden in twee subcategorieën ingedeeld, namelijk de echte libellen (*Anisoptera*) en de juffers (*Zygoptera*). (Agus et al., 2017) Libellen zijn voor de levenscyclus afhankelijk van zoete tot licht brakke wateren (Witte & Groenendijk, 1999). Rioolwater uit steden, chemische bestrijdingsmiddelen, een overmaat aan bemesting vanuit de landbouw, toxische stoffen en metalen verontreinigen met name het zoete water. Deze verontreinigingen zorgen voor een verlies van habitat en daarmee een afname van de biodiversiteit. Het zoetwaterecosysteem wordt ook wel gezien als één van de meest bedreigde ecosystemen op aarde. (Hoogenboom, 2014)

‘Vang de watermonsters’

Natuur en Milieu is in 2019 een citizen science project gestart genaamd ‘Vang de watermonsters’. Door middel van dit project probeert Natuur en Milieu de waterkwaliteit van wateren in kaart te brengen die geen onderdeel uitmaken van de Kaderrichtlijn Water (KRW). De KRW heeft als doel om de waterkwaliteit te verbeteren en te behouden voor al het oppervlaktewater in de Europese Unie. De KRW meet de waterkwaliteit met name in rivieren, meren en grotere kanalen. Echter telt Nederland daarnaast veel kleinere oppervlaktewateren, zoals vennen, grachten en vijvers. Deze kleinere oppervlaktewateren worden ‘overige wateren’ genoemd. De ‘overige wateren’ worden niet systematisch meegenomen in de officiële kwaliteitsmetingen voor de KRW. Om inzicht te krijgen in de waterkwaliteit van deze overige wateren is het project ‘Vang de watermonsters’ opgezet. Voor dit project kunnen vrijwilligers in heel Nederland zich aanmelden om de waterkwaliteit in hun omgeving te meten. (Natuur en Milieu, 2020)

De Vlinderstichting

De Vlinderstichting verzamelt al sinds 1998 actuele informatie over de libellenstand in Nederland. Dit doet De Vlinderstichting door middel van honderden telroutes. Deze telroutes zijn verspreid over een groot deel van Nederland uitgezet en op iedere telroute wordt op dezelfde manier geteld. Vrijwilligers tellen langs de telroutes en leveren de gegevens aan De Vlinderstichting. Het meetnet libellen is onderdeel van het Landelijk Meetprogramma Libellen. Aantalsmonitoring en verspreidingsonderzoek zijn de twee onderdelen van het Landelijk Meetprogramma Libellen. Het Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS) controleert en analyseert de gegevens. (De Vlinderstichting, z.d.)

Libellen en waterkwaliteit

De biodiversiteit en het aantal individuen van libellen wordt negatief beïnvloedt wanneer er sprake is van een hoge mate van eutrofiëring (Vanacker et al., 2018). Volwassen libellen, imago's, hebben een olfactorisch zintuig in de antenne waarmee ze de toestand van het water kunnen bepalen. Zo kunnen de libellen ervoor zorgen dat hun eitjes in de juiste omgeving worden gelegd. Libellen kunnen door hun eigenschappen als bio-indicator dienen in verontreinigde wateren. Het zoete milieu kan worden afgelezen aan de aanwezige soorten en individuen in het gebied. Het aquatisch milieu wordt weerspiegeld in de diversiteit van libellen in het gebied. (Agus et al., 2017)

Veel libellensoorten hebben na 1991 geprofiteerd van de verbeteringen van de waterkwaliteit in Nederland. Ook hebben de libellen geprofiteerd van de meer natuurvriendelijke inrichting van oevers en het beheer van Nederlandse wateren. Zo is de verspreiding van libellensoorten die leven bij stromend water gestabiliseerd en is de verspreiding van libellensoorten die leven bij voedselrijke, stilstaande wateren als laagveengebieden en moeras toegenomen. De verspreiding van libellensoorten die leven bij hoogveengebieden en vennen is echter afgenomen.

Het hoogveen en de vennen zijn gevoelig voor verzuring. Door de maatregelen sinds de jaren '90 tegen de verzuring is de zuurgraad van het watertype verminderd. Dit is met name de oorzaak van de afname van de verspreiding van de zuurminnende soorten. (Centraal Bureau voor de Statistiek, 2019 ; Blom, 2020)

Er zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd met betrekking tot waterkwaliteit en libellen. Zo werd er een onderzoek uitgevoerd in visvijvers in Frankrijk. De visvijvers worden vaak verrijkt met nutriënten. In het onderzoek werden de volgende parameters gemeten: chlorofyl-A, watertransparantie, totaal N, totaal P, rijkdom en bedekking van waterplanten, rijkdom en abundantie van volwassen libellen en de visooft. Uit dit onderzoek bleek dat er een hogere diversiteit aan libellen aanwezig is wanneer de visvijvers een chlorofyl-A-concentratie hebben van minder dan 127 µg/L, een watertransparantie van boven de 67 cm, een stikstofconcentratie van lager dan 2,30 mg/L en een visooft kleiner dan 253 kg/ha. Verder zou een minimum van 5% bedekkingsgraad van waterplanten en de aanwezigheid van minimaal 9 waterplantensoorten de biodiversiteit en abundantie van libellen bevorderen. (Vanacker et al., 2018)

Een ander onderzoek met betrekking tot rioolwaterbassinsystemen toonde aan dat de meeste libellen aanwezig zijn wanneer er een laag biologisch zuurstofverbruik is, er weinig zwevende deeltjes zijn en er een laag stikstof- en fosforgehalte is. (Catling, 2005)

In Nederland is er een literatuuronderzoek gedaan naar de achteruitgang van de venlibellen. In het onderzoek werd gekeken naar bekende oorzaken voor de achteruitgang van libellen in het algemeen. Vervolgens is gekeken welke oorzaken zwaarder wegen voor venlibellen dan andere libellen. Uit het onderzoek bleek dat de venlibellen met name last hebben van droogte. Daarnaast speelt verzuring, druk van exoten en soorteigenschappen een rol. Uit het onderzoek kwam geen specifieke oorzaak die bepalend is voor de versnelde achteruitgang van venlibellen. (Klein Wolterink, 2020)

Onderzoek in hoogveenwateren en vennen

Er is in Nederland nog geen onderzoek gedaan naar de waterkwaliteit en het effect daarvan op libellen die leven in hoogveengebieden en vennen. Voor dit onderzoek wordt er gespecialiseerd op de hoogveengebieden en vennen, omdat de bijbehorende soorten in hun verspreiding zijn afgenomen.

In dit onderzoek zullen onder andere nitraat, fosfaat, bodemdiepte, doorzicht, waterplanten, waterdieren en zwerfafval gemeten worden. Nitraat en fosfaat zijn belangrijke parameters voor de waterkwaliteit. Nitraat en fosfaat zijn bijvoorbeeld afkomstig van mest. Wanneer er te veel nitraat en fosfaat in het water zitten, groeien er vooral veel planten, kroos en algen die het wateroppervlak bedekken. Door de bedekking van het wateroppervlak, komt er nauwelijks licht in het water waardoor de waterplanten onderin het water afsterven. Dit heeft als gevolg dat er minder zuurstof in het water komt. Te veel nitraat en fosfaat duidt daarom op een slechte waterkwaliteit.

Bodemdiepte en doorzicht zijn belangrijke parameters voor het bepalen van de helderheid van het water. Voedselrijk water heeft een slechter doorzicht dan voedselarm water. Ook kan de helderheid verminderen door een grotere aanwezigheid van algen.

Waterplanten zijn ook belangrijk om aan te geven hoe de kwaliteit van het water is. Waterplanten hebben ieder hun eigen habitatsvoorkeur. Aan waterplanten is bijvoorbeeld te zien hoe voedselrijk of -arm het water is.

Ook aan de aanwezigheid van waterdieren is af te lezen hoe het zit met de waterkwaliteit. Een meer diverse aanwezigheid van soorten duidt op een betere waterkwaliteit.

Plastic en ander zwerfafval laten zien hoeveel vervuiling er bij het water is. Wanneer er veel zwerfafval in en rondom het water te vinden is, zal dat de waterkwaliteit beïnvloeden door bijvoorbeeld microplastics. (Natuur en Milieu, 2020)

De onderzoeksvraag van het onderzoek is: 'In hoeverre heeft de waterkwaliteit van hoogveenwateren en vennen invloed op de soortenrijkdom en abundantie van de daar voorkomende libellen?' Deze onderzoeksvraag wordt beantwoord door middel van drie deelvragen:

- Wat is de waterkwaliteit van de 50 geselecteerde hoogveenwateren en vennen in Nederland in de periode juni tot en met augustus 2021?
- In hoeverre is er een relatie tussen de libellen bij hoogveenwateren en vennen en de waterkwaliteit van deze wateren?
- Wat kunnen de waterplantenstructuren van de 50 geselecteerde hoogveenwateren en vennen zeggen over de soortenrijkdom en abundantie van de libellen die voorkomen bij deze hoogveenwateren en vennen?

De verwachting van het onderzoek is dat de waterkwaliteit van de hoogveenwateren en vennen slecht is. Uit onderzoek is namelijk gebleken dat de wateren in Nederland er minder goed voor staan dan gedacht (Natuur en Milieu, 2020). Wanneer er veel nutriënten in het water zullen zitten, zal dit een slechte invloed hebben op de soortenrijkdom en abundantie van de libellen (Vanacker et al., 2018; Catling, 2005). Verder is de verwachting dat de vennen en hoogveenwateren met een minder gevarieerd aandeel aan waterplanten een lagere diversiteit hebben aan libellen; De vennen en hoogveenwateren waarbij meer gevarieerde waterplanten aanwezig zijn, bevatten meer variërende soorten en individuen. (Vanacker et al., 2018) Ook zal er wel degelijk een relatie zijn tussen de achteruitgang van soorten en de waterkwaliteit, met name verzuring zal een rol spelen (Agus et al., 2017; Klein Wolterink, 2020).

2. Materiaal en methode

2.1. Inleiding

Voor dit onderzoek werd in de periode 22 juni tot en met 4 augustus 2021 de waterkwaliteit van vennen en hoogveenwateren op 50 locaties in Nederland gemeten. De waterkwaliteit werd langs routes gemeten, waar ieder jaar ook de libellen worden geteld. Deze waterkwaliteit werd aan de hand van verschillende parameters bepaald, namelijk: nitraat, fosfaat, doorzicht, bodemdiepte, waterplanten, waterdieren, zwerfafval en waterbeleving. Ook werd er gekeken naar de pH en de temperatuur van het water. In de periode september tot en met oktober 2021 werd er gekeken naar de in 2019, 2020 en 2021 getelde libellensoorten langs de routes. Daarnaast werd er gekeken naar de getelde individuen van het jaar 2020. Aan de hand van deze gegevens werd bepaald of er een verband is tussen de waterkwaliteit en de voorkomende libellensoorten en individuen. Het verband werd ondersteund door het statistisch toetsen van de data.

2.2. Locaties

Voor het onderzoek zijn 50 locaties geselecteerd. Deze locaties bestaan voornamelijk uit hoogveenwateren en vennen, maar er zitten ook enkele andere watertypen tussen. Deze andere watertypen zijn kleine duinwateren, voedselrijke wateren, grote plassen en (kwel)beekjes. De andere watertypen zijn wel zo geselecteerd dat ze iets weg hebben van een ven of dat er libellensoorten geteld zijn die ook in vennen en hoogveenwateren voorkomen. De meetpunten liggen op routes waar vrijwilligers van De Vlinderstichting ieder jaar de libellen tellen. In afbeelding 1 zijn alle locaties verspreid door heel Nederland weergegeven. Er is hierbij onderscheid gemaakt tussen vennen en hoogveenwateren en overige watertypen. De vennen en hoogveenwateren zijn met roze stippen weergegeven. De overige watertypen zijn met geel weergegeven.



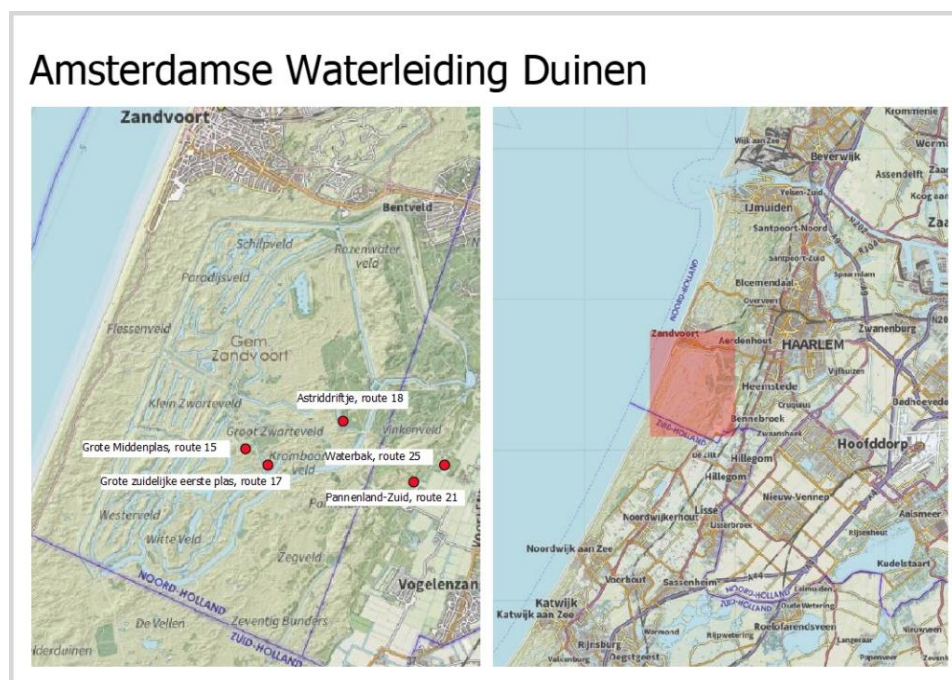
Afbeelding 1. De locaties verspreid door Nederland met 'vennen en hoogveenwateren' en 'overige watertypen'

De helft van de locaties is gedefinieerd als hoogveenwateren of vennen. Daarnaast zijn elf locaties als kleine duinwateren bestempeld. Verder zijn er negen locaties als voedselrijke kleine wateren, twee als grote plassen en kanalen, twee als (kwel)beekjes en één als beek ingedeeld. Deze indelingen zijn bij De Vlinderstichting automatisch gemaakt en gebaseerd op een bodemtype kaart van Nederland. In de praktijk lijken vele watertypen meer op vennen, dan op het ingedeelde watertype.

Hieronder volgen alle locaties in alfabetische volgorde. Bij iedere locatie staat een kleine beschrijving over de ontstaansgeschiedenis van het waterlichaam.

2.2.1. Amsterdamse Waterleiding Duinen (route 15, 17, 18, 21 en 25)

In 1851 werd de Amsterdamse Duinwater Maatschappij opgericht. Amsterdam kampte in die tijd met een ernstig drinkwaterprobleem. Er was weinig schoon water. Water werd vanuit verschillende plaatsen met schuiten vervoerd naar Amsterdam. Het duinwater bleek een goed alternatief. In 1853 werd het eerste duinwater verkocht bij de Haarlemmerpoort voor 1 cent per emmer. Tegenwoordig zuivert Waternet jaarlijks 70 miljoen m³ water in de Amsterdamse Waterleiding Duinen. Het zuiveren van het water begon met het graven van de Oranjekom. Dit is de verzamelvijver. Later werden er steeds meer geulen en kanalen bij gegraven. Inmiddels bestaat het infiltratiegebied uit 40 geulen van in totaal 40 kilometer. (Amsterdamse Waterleiding Duinen, z.d.) In de Amsterdamse Waterleiding Duinen zijn vijf locaties waar de waterkwaliteit is bepaald. De meetpunten zijn met rode stippen op de kaart in afbeelding 2 weergegeven met de bijbehorende routes.



Afbeelding 2. Kaart Amsterdamse Waterleiding Duinen met routes 15, 17, 18, 21 en 25

De Grote middenplas en Grote zuidelijke eerste plas liggen niet heel ver van elkaar verwijderd, een kleine 500 meter. Tussen het Astridsdriftje en de Grote middenplas zit één kilometer afstand. Astridsdriftje en Waterbak zijn 1,6 kilometer van elkaar verwijderd. Waterbak en Pannenland-zuid zijn een kleine 600 meter van elkaar verwijderd.

2.2.2. Berk (route 1595)

De Berk is een natuurgebied in de buurt van Breda. Het gebied wordt gekenmerkt door veenputten en broekbossen. De veenputten ontstonden door het afsteken van turf. Er zijn zowel oude als jonge veenputten, ook wel petgaten genoemd (afbeelding 3).



Afbeelding 3. De petgaten in natuurgebied De Berk

De jonge veenputten zijn opnieuw gegraven om het verlandingsproces op gang te brengen. Het idee is dat er in de nieuwe putten een opeenvolging van vegetatietypen ontstaat, waardoor de ontwikkeling van open water, via trilveen naar vast land zichtbaar wordt. (IVN, 2019; West Brabantse vogelwerkgroep, 2020) In het natuurgebied is één meetpunt gewaardeerd op waterkwaliteit. Op de kaart in afbeelding 4 is het meetpunt en de bijbehorende route weergegeven met de rode stip.



Afbeelding 4. Kaart De Berk met route 1595

2.2.3. Brunssummerheide (route 1589, 1590, 1591, 1592, 1593)

De Brunssummerheide (afbeelding 5) ligt in Zuid-Limburg. Het is een sterk heuvelachtig heide- en bosgebied in de oostelijke mijnstreek. De hoogteverschillen zijn ontstaan door een aantal aardbreuken die door het gebied lopen. De hoogste delen liggen op het oude Maasterras en hebben daardoor een grindachtige zandbodem. De lagere delen hebben een meer zandachtige bodem. Dit zand is erg voedselarm. Het gebied is erg gevarieerd en bestaat onder andere uit droge en natte heide, bron- en broekbos, actief hoogveen, open zandvlakte, vochtige hooilanden, aangeplant grove dennenbos, droge schraalgraslanden en een beek die zijn natuurlijke karakter heeft behouden. (Natura2000, z.d.)



Afbeelding 5. De Brunssummerheide (Maassen, 2019)

Op de Brunssummerheide zijn vijf verschillende waterlichamen onderzocht:

De Schrieversheidevennen

De Schrieversheide is een vrij hooggelegen heidegebied. Het heidegebied wordt doorsneden door enkele diep ingesneden, drassige erosiedalen. Het erosiedal van de vennen is zo diep uitgesleten dat het in contact staat met het grondwater. De 10 tot 75 centimeter dikke veenlagen wijzen erop dat er altijd natte condities heersen. Er is geen oppervlakkige afvoer. Dit komt doordat het een kleinere grondwaterstromingssysteem betreft en door enkele lage drempels in het dal. Achter deze lage drempels in het dal wordt het water opgestuwd wat ertoe heeft geleid dat de Schrieversheidevennen ontstonden. Er zijn twee Schrieversheidevennen: het Bovenste Schrieversheideven en het Onderste Schrieversheideven. Het Bovenste is een hoger gelegen ven dan de Onderste. Doordat het Bovenste ven hoger ligt is er een zekere mate van doorstroming naar het Onderste ven. Het Bovenste Schrieversheideven bevat licht basisch, sterk gebufferd en uitgesproken mineraalrijk water. De kalium- en stikstofconcentraties zijn erg hoog en wijzen op een voedselrijk milieu. In het Onderste Schrieversheideven zijn de concentraties al iets lager, maar nog steeds erg hoog. Dit ven is licht zuur, matig gebufferd en heeft een mineraalrijk milieu. (De Mars et al., 2002)

De koffiepoel

De Koffiepoel is een oude bruinkoolgroeve. De poel heeft zijn naam te danken aan de koffieachtige kleur, die wordt veroorzaakt door de bruinkool. Tegenwoordig wordt de poel gebruikt als visvijver. (Natuurexcursies Limburg, 2018)

De Rode Beek

De Rode Beek (afbeelding 6) is een zijrivier van de Geleenbeek. De beek kent twee bovenlopen waarvan de linker bovenloop ontspringt op de Brunssummerheide. De Rode Beek is 25 kilometer lang en heeft haar naam te danken aan de rode kleur. Deze rode kleur ontstaat door het ijzerhoudende grondwater dat in het brongebied op de Brunssummerheide opborrelt. Het ijzer oxideert wanneer het bovenkomt waardoor er een roodbruine neerslag ontstaat. (Eifelnatur, z.d.)

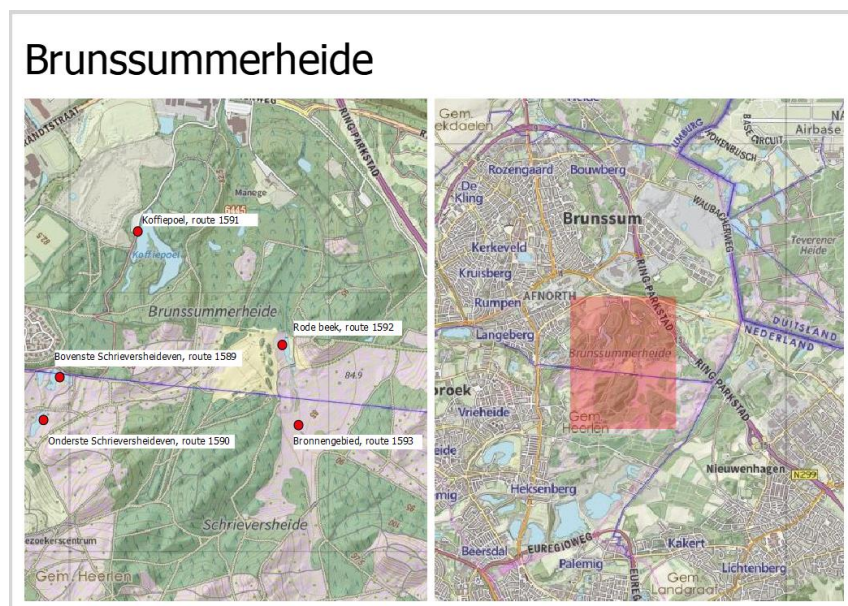


Afbeelding 6. De Rode Beek

Het Bronnengebied

Bij de Rode Beek hoort ook het bronnengebied. Dit gebied vormt de kern van de Brunssummerheide. In het bronnengebied treedt hoogveenvorming op en komen bijzondere soorten voor. (Routeyou, z.d.)

De verschillende meetpunten zijn met rode stippen weergegeven in het kaartje van afbeelding 7. Het meetpunt bij de Koffiepoel en het meetpunt bij de Rode Beek liggen ruim 700 meter uit elkaar evenals het meetpunt van de Koffiepoel en de Schrieversheidevennen. Het meetpunt bij de Rode Beek en het meetpunt in het bronnengebied liggen op ruim 300 afstand van elkaar. Het meetpunt van het bronnengebied en de Schrieversheidevennen liggen op iets minder dan een kilometer afstand van elkaar.



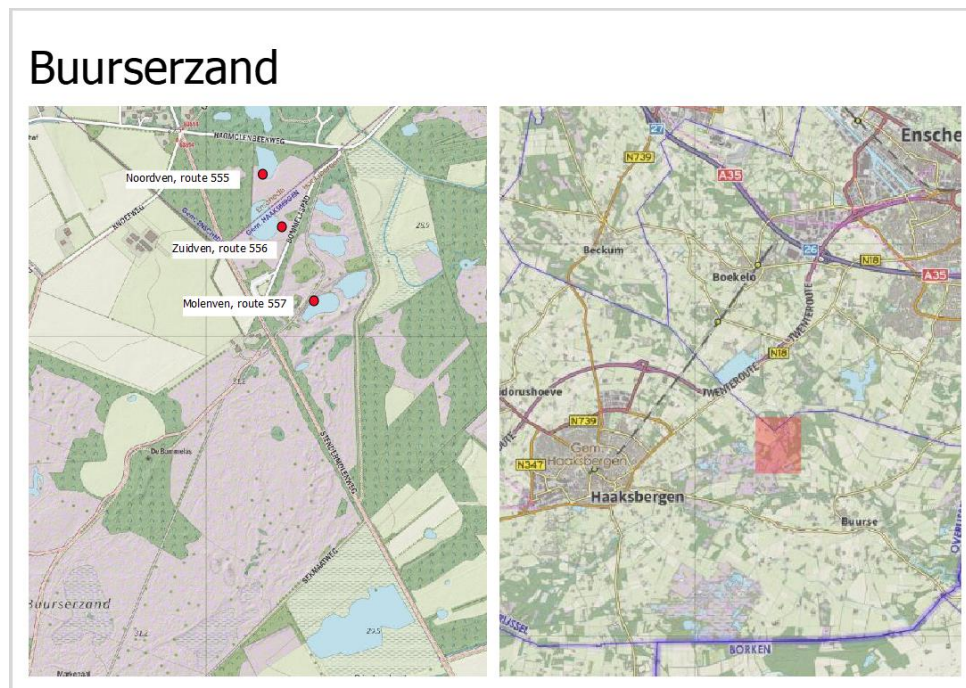
Afbeelding 7. Kaart Brunssummerheide met de routes 1589, 1590, 1591, 1592 en 1593.

2.2.4. Buurserzand (route 555, 556 en 557)

Het Buurserzand ligt in de gemeente Haaksbergen. Het is een vrij afwisselend gebied met natte heide, struikheide, kleine akkers, stuifzandheuveltjes en stukken bos. (Natuurmonumenten, z.d.) Het Buurserzand heeft een keileemlaag waarop een pak dekzand met afwisselende dikte is afgezet. In de kommen van het dekzand zijn vennen ontstaan. Deze vennen staan in contact met het grondwater. De keileemlaag is niet geheel waterdicht waardoor de vennen in de zomer gedeeltelijk kunnen droogvallen. De vennen zijn een verzamelplaats van regenwater. (Van Gorp et al., 1981) In het natuurgebied Buurserzand zijn drie meetpunten geselecteerd. Deze meetpunten liggen bij drie verschillende vennen: Noordven, Zuidven en Molenven. Het Noordven en Zuidven liggen vrij dicht bij elkaar. Het Molenven (afbeelding 8) ligt aan de andere kant van de weg op een ander perceel heide. De meetpunten zijn weergegeven op de kaart in afbeelding 9 met de bijbehorende routes.



Afbeelding 8. Het Molenven in het Buurserzand



Afbeelding 9. Kaart Buurserzand met routes 555, 556 en 557

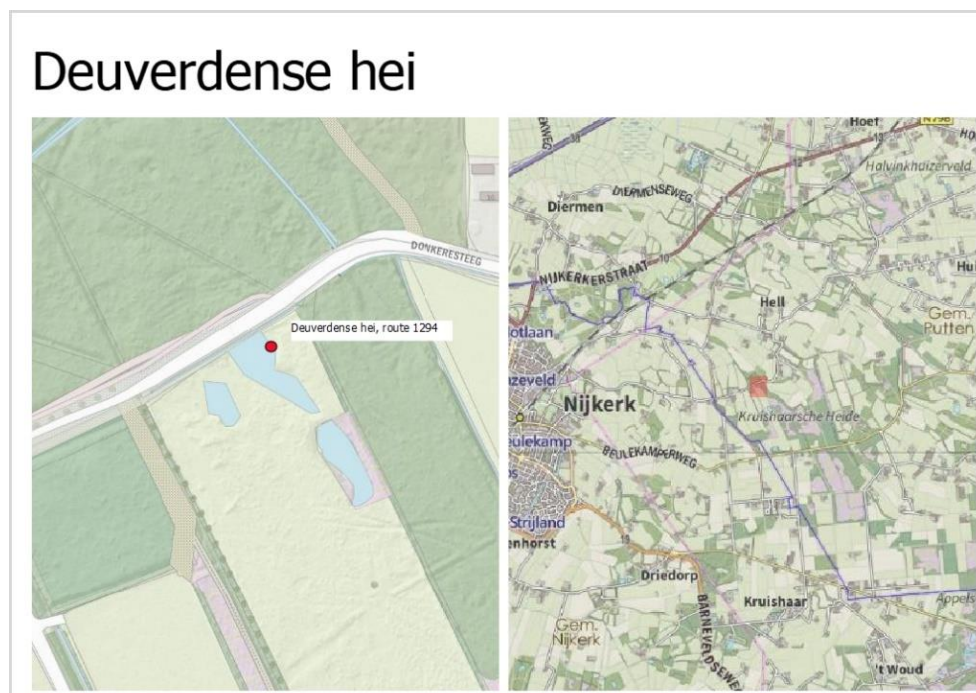
2.2.5. Deuverdense hei (route 1294)

Over de Deuverdense hei is geen literatuur beschikbaar. Wel is er enkele literatuur beschikbaar over de Kruishaarsche heide. Het meetpunt (afbeelding 10) lijkt in het gebied van de Kruishaarsche heide te liggen. De Kruishaarsche heide is een jong verstuivinggebied (Bijvank, 2011). De ondergrond bestaat uit leemarm en zwak lemig, fijn zand (Arcgis, 2018).



Afbeelding 10. Het meetpunt op de Deuverdense hei.

Op de kaart in afbeelding 11 is het meetpunt en de bijbehorende route weergegeven met de rode stip.



Afbeelding 11. Kaart Deuverdense hei met route 1294

2.2.6. Fochteloërveen (route 1620 en 1770)

Het Fochteloërveen beslaat 2500 hectare en is één van de laatst overgebleven gebieden met hoogveen van West-Europa. In afbeelding 12 is een impressie te zien van het landschap.



Afbeelding 12. Impressie landschap Fochteloërveen (Appelscha, z.d.)

Vanaf de zeventiende eeuw werd er op grote schaal veen afgegraven voor turf. Deze turf werd door vele huishoudens als brandstof gebruikt. Het Fochteloërveen werd door Natuurmonumenten gekocht, zodat het kon worden beschermd. Hoogveen ontstaat op plekken waar regenwater blijft staan en waar veenmos groeit. Het veenmos werkt als een soort spons en houdt het regenwater vast. De onderkant van het veenmos sterft af, terwijl het bovenste deel doorgroeit. Door de opeenstapeling van dood materiaal ontstaat er een dik pakket veen. Nog tot vandaag de dag groeit het hoogveen in het Fochteloërveen. Het hoogveengebied vormt unieke omstandigheden. De bodem is heel zuur en arm. (Appelscha, z.d. ; Natuurmonumenten, z.d.) In het Fochteloërveen zijn twee meetpunten uitgezet om de waterkwaliteit te bepalen. Op het kaartje in afbeelding 13 zijn de meetpunten en de routenummers weergegeven. De meetpunten liggen ongeveer één kilometer uit elkaar.



Afbeelding 13. Kaart Fochteloërveen met route 1770 en 1620

2.2.7. Gorsselse heide (route 1569, 1571, 1572, 1573 en 1574)

De Gorsselse heide (afbeelding 14) is één van de grootste, nog resterende, natte-heidegebieden in de Achterhoek. Het gebied ligt in een laaggelegen dekzandgebied, omgeven door dekzandruggen. De ondergrond van het gebied bestaat uit grof zand dat waterdoorlatend is. Daarop ligt een laag fijn lemig zand dat minder doorlatend is. Door deze verdichtende leemlaag kan het regenwater niet goed weglopen en is het heidegebied vaak nat.



Afbeelding 14. De Gorsselse Heide, uitzicht op de Corduliagracht

De Gorsselse heide heeft twee eeuwen als militair oefenterrein gediend. Eind vorige eeuw werd deze functie voor het terrein overbodig door de ontwikkeling van het moderne leger. Het leger wilde het terrein 'wegens vrede' als natuurterrein voortzetten. In 1993 werd er in opdracht een Natuurherstelplan opgesteld. De heide was namelijk door verzuring en verdroging in kwaliteit achteruitgegaan. In 2009 werd het gebied verkocht aan de Stichting IJssellandschap met als voorwaarde dat het Natuurherstelplan werd uitgevoerd. Nog steeds zijn er in het gebied restanten te vinden uit de tijd dat het als militair oefenterrein diende. Zo zijn er nog verschillende schietbanen met grachtjes eromheen. De waterlichamen op de Gorsselse heide hebben ieder de naam ven, maar zijn kunstmatig gegraven door militairen.

De vennen zijn vernoemd naar de meest voorkomende soort in of bij de vennen. Deze namen werden bedacht door de leden van de Christelijke Jeugdbond van Natuurvrienden (CJN). (Westenbrink, 2015) Voor het onderzoek zijn de volgende vennen op de Gorsselse heide onderzocht:

De Corduliagracht

De Corduliagracht ligt rondom de zuidelijk gelegen schietbaan. Deze gracht werd in 1950 gegraven. Met het afgegraven zand werd een kogelvanger gevormd. Door het Natuurherstelplan is een deel van de gracht gedempt en zijn de oevers afgevlakt. De Corduliagracht is vernoemd naar de Smaragdlibel. (Westenbrink, 2015)

De Cyaneapoeltjes

De Cyaneapoeltjes hadden zelf geen doel, maar met het afgegraven zand werd een hindernisheuvel voor de ruiters gevormd. Eén van de twee poeltjes ontwikkelt zich tot hoogveenven. Deze is namelijk afhankelijk van regenwater. Het andere poeltje is afhankelijk van kwel. De Cyaneapoeltjes zijn vernoemd naar de blauwe glazenmaker. (Westenbrink, 2015)

Het Luteaven

Het Luteaven is van oorsprong een heideplasje. In 1908 werd het door de militairen verder uitgediept en tot een L-vorm gegraven. Het ven wordt al sinds de jaren 70 beschermt tegen eutrofiëring en verzuring door bladval. Door het Natuurherstelplan is een deel van de oevers afgevlakt. Het ven is vernoemd naar het bleek bootsmannetje. (Westenbrink, 2015)

Het Obliquaven

Het Obliquaven is een lange rechte sloot. Het ven werd in 1908 gegraven en werd in de Tweede Wereldoorlog door de Duitsers verder uitgegraven als tankgracht. Ook hier zijn de oevers afgevlakt vanwege het Natuurherstelplan. Het Obliquaven is vernoemd naar het zwart bootsmannetje. (Westenbrink, 2015)

Op het kaartje in afbeelding 15 zijn de verschillende vennen en de bijbehorende routes weergegeven met de rode stippen. Het Luteaven en Obliquaven liggen ruim 700 meter van elkaar verwijderd. Tussen het Obliquaven en de Corduliagracht zit ongeveer één kilometer afstand. Tussen de Corduliagracht en de Cyaneapoeltjes zit 300 meter. Deze afstand is gelijk aan de afstand tussen de poeltjes en het Luteaven. De Cyaneapoeltjes liggen direct naast elkaar. Ze zijn enkel van elkaar gescheiden door een soort droog dammetje.



Afbeelding 15. Kaart Gorsselse Heide met routes 1569, 1571, 1572, 1573 en 1574

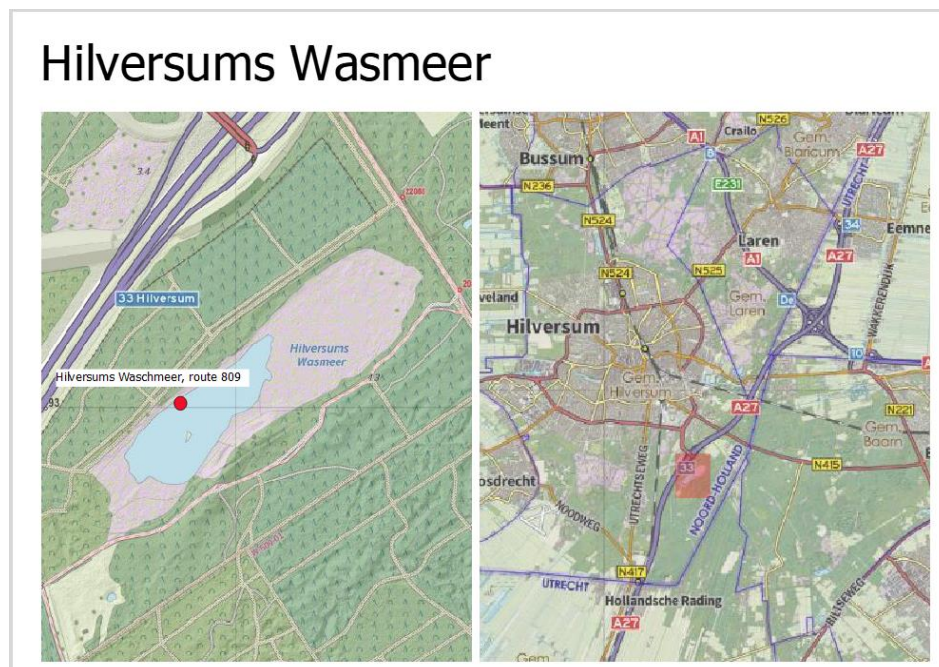
2.2.8. Hilversums Wasmeer (route 809)

Het Hilversums Wasmeer (afbeelding 16) is een voormalig heideven. Deze is altijd intact gebleven en werd pas in de twintigste eeuw omsloten door bos. De oevers en het omliggende gebied worden begraasd door Schotse Hooglanders. In de ondergrond zit een zogeheten 'oerbank' van ijzerhoudend zand. Hierdoor heeft het ven geen contact met het lagere grondwater. De waterstand van het ven wordt dan ook gevoed door regenwater. Tijdens langdurige droogte kan het Wasmeer droogvallen.



Afbeelding 16. Het Hilversums Wasmeer

Langs het ven groeit vegetatie dat van een vochtige, zure en voedselarme zandbodem houdt. De randen van het meer zijn begroeid met pitrus. (Natuurwegwijzer, z.d.; Goois Natuurreservaat, z.d.) De telroute voor de libellen ligt langs het meer. Het meetpunt voor het onderzoeken van de waterkwaliteit ligt op de telroute. Op het kaartje in afbeelding 17 is het meetpunt met het bijbehorende routenummer aangegeven.



Afbeelding 17. Kaart Hilversums Wasmeer met route 809

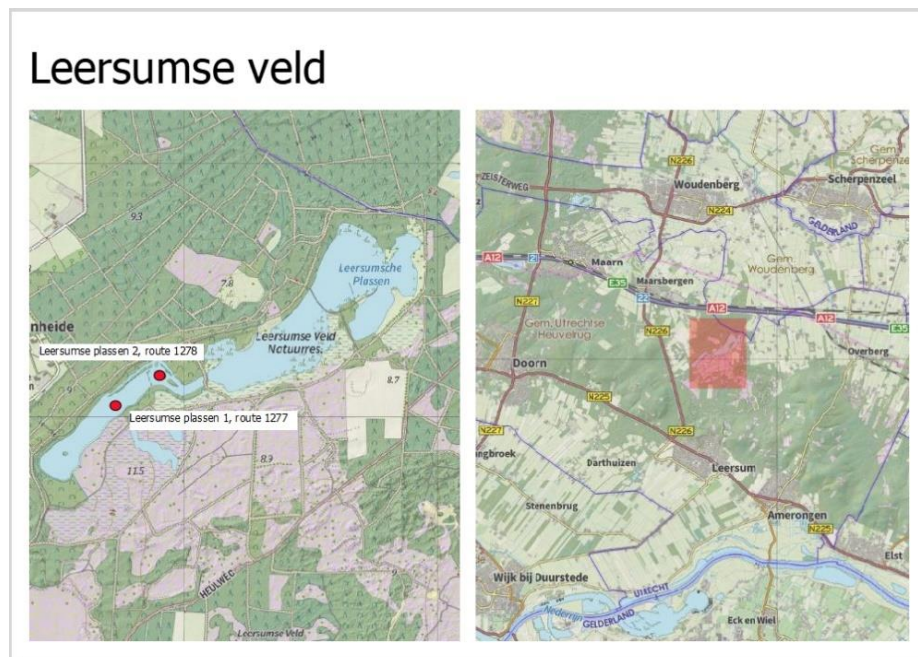
2.2.9. Leersumse veld (route 1277 en 1278)

In het Leersumse veld liggen de Leersumse plassen (afbeelding 18). Het Leersumse veld ligt op de Utrechtse Heuvelrug. De grond raakte uitgeput in de loop der eeuwen door ontbossing en overbeweiding. Hierdoor werd het een gebied van stuifzand en heide. Het gebied begon op natte plaatsen te vervenen. Rond de achttiende eeuw werd het veen dat er lag afgegraven waardoor de Leersumse plassen ontstonden. (Op de Heuvelrug, z.d.)



Afbeelding 18. Eén van de Leersumse plassen

Bij de Leersumse plassen zijn twee meetpunten waar de waterkwaliteit is onderzocht. Deze meetpunten en de bijbehorende routes zijn weergegeven op het kaartje in afbeelding 19. De meetpunten liggen zo'n 200 meter uit elkaar.



Afbeelding 19. Kaart Leersumse veld met routes 1277 en 1278

2.2.10. Lettelerleide (route 1688)

De Lettelerleide is een watergang die deels door Lettele loopt. De watergang loopt verder ten oosten van Lettele door natuurgebied en jachtlandgoed de Oostermaet. De Lettelerleide is een van de vele waterlopen in Salland. Deze waterlopen zijn door mensen gegraven. De waterlopen lopen van de Sallandse Heuvelrug richting de IJssel. (Lettele, z.d.) Jaren geleden is de Lettelerleide ondieper gemaakt en heeft de oever aan één kant een flauwe helling gekregen. Op één van de aangrenzende percelen is een poel aangelegd (afbeelding 20). Deze vernieuwingen zijn uitgevoerd voor de waterhuishouding en ter bevordering van de natuurwaarden. (KNNV, z.d.)



Afbeelding 20. De aangelegde poel

De aangelegde poel is de plek van het meetpunt voor het onderzoek. Dit meetpunt is met de rode stip weergegeven op de kaart in afbeelding 21.



Afbeelding 21. Kaart Lettelerleide met route 1688

2.2.11. Leusveld (route 1507, 1508 en 1509)

Het Leusveld is een oud landgoed (afbeelding 22), dat door de eeuwen heen een investering is geweest van notarissen uit Amsterdam. Sinds 1911 staat er een landhuis. Dit landhuis wordt ook wel het jachthuis genoemd. Het landgoed bestaat uit statige lanen, restanten van een slingerlaan en oude hakhoutbossen. Er is een afwisseling van bos en weilanden waardoor er een rijke flora en fauna aanwezig is. (Natuurmonumenten, z.d.)



Afbeelding 22. Het Leusveld met rechts het landhuis (Natuurmonumenten, z.d.)

Op het kaartje in afbeelding 23 zijn de verschillende meetpunten met de routes weergegeven aan de hand van de rode stippen. In het Leusveld is op drie punten de waterkwaliteit bepaald. Route 1507 ligt echt in het gebied van het Leusveld. De andere twee routes liggen een beetje buiten het gebied. Tussen meetpunten Leusveld 1 en Leusveld 2 zit 1,3 kilometer en tussen Leusveld 2 en 3 zit ruim 300 meter.



Afbeelding 23. Kaart Leusveld met de routes 1507, 1508 en 1509

2.2.12. Motketel (route 1686)

De Motketel is een gebied waar het grondwater omhoog borrelt. Vanuit dit gebied stroomt het ijskoude water de sprengen in. Er bevindt zich een enorme waterbel onder het gebied. Wanneer er een gat gegraven wordt, komt het grondwater vanzelf omhoog. Zo'n gat heet een sprengenkop. Het vele stromende water werd in 1600 en 1800 door de inwoners van Vaassen gezien als een goudmijn. Met het stromende water lieten de inwoners watermolens draaien. In de achttiende eeuw werden zeventien watermolens aangedreven door het water van de Motketel. Er ontstonden veel papierfabrieken en wasserijen. (Polman, 2014) Niet al het water in de beken en sprengen van de Motketel was even bruikbaar. Sommige sprengen en beken kleuren roestbruin door de aanwezigheid van ijzer in de ondergrond (afbeelding 24). (Omroep Gelderland, 2019)



Afbeelding 24. Roestbruine kleur door de aanwezigheid van ijzer (World Orgs, z.d.)

Bij de motketel is maar op één meetpunt de waterkwaliteit onderzocht. Op het kaartje in afbeelding 25 is het meetpunt met de bijbehorende route met een rode stip weergegeven.



Afbeelding 25. Kaart Motketel met route 1686

2.2.13. Nationaal Park Zuid-Kennemerland (route 628, 629, 946, 947 en 948)

Het Nationaal Park Zuid-Kennemerland is een duingebied tussen Zandvoort en IJmuiden. De bloemrijke duingraslanden in het Nationale Park hebben hele hoge natuurwaarden. Voor het onderzoek zijn twee verschillende gebieden van het Nationaal Park onderzocht. De eerste twee routes liggen in Middenduin bij Overveen (afbeelding 26).



Afbeelding 26. Sikaherten in het Middenduin bij Overveen (Sprokkereef, 2021)

Vroeger was Middenduin een open gebied met stuivende duinen. Aan het einde van de negentiende eeuw kwam daar verandering in. Er werden massaal bomen aangeplant om het zand vast te houden. Toentertijd werden alleen Corsicaanse en grove den aangeplant, maar tegenwoordig staan er meerdere soorten. Het gebied heeft zich inmiddels tot een gevarieerd bos ontwikkeld met vele steile hellingen. Een uniek deel van Middenduin is de Zanderij (afbeelding 27). Dit is een open veld dat vele malen lager ligt dan de rest van het gebied. In dit gebied werd van 1850 tot 1948 zand afgegraven dat via de zanderijvaart werd vervoerd. Dit zand werd gebruikt voor de stadsuitbreiding van Haarlem en Amsterdam. Na 1948 werd de Zanderij gebruikt voor bollenteelt, waarvoor veel mest werd gebruikt. Sinds 1992 werkt Staatsbosbeheer aan de vershraling van het gebied en keert langzaam de vegetatie terug die hoort bij een natte duinvallei. Dankzij de lage ligging en de instroom van schoon kwelwater komen er zeldzame soorten voor. (Nationaal Park Zuid-Kennemerland, z.d.)



Afbeelding 27. De Zanderij, Overveen (Van den Berg, z.d.)

De andere drie routes liggen in de Kennemerduinen bij Bloemendaal. In afbeelding 28 is één van de onderzochte wateren te zien. De Kennemerduinen liggen centraal in het Nationaal Park.



Afbeelding 28. Schapenkamp II, route 947, in de Kennemerduinen

Het duingebied kent vele hoogteverschillen. Tussen de duinenrijen liggen af en toe brede valleien. Deze valleien waren van oorsprong vochtig. Doordat er op grote schaal drinkwater werd gewonnen uit de duinen in de twintigste eeuw, vielen veel van deze duinvalleien droog. Naast deze drinkwaterwinning stroomt er veel water ondergronds uit het duin weg naar de polder.

De drinkwaterwinning werd in 2002 gestopt in de Kennemerduinen. Sinds de beëindiging herstelt de grondwaterstand zich langzaam. De duinvalleien worden weer natter, maar de bovenlaag is vaak nog erg voedselrijk. Door de voedselrijke bovenlaag zijn de kenmerkende plantensoorten voor natte duinvalleien nog niet teruggekeerd. Door herstelwerkzaamheden uit te voeren, komt de vegetatie langzaam terug. (PWN, z.d.)

Op het kaartje in afbeelding 29 zijn alle vijf de meetpunten met de bijbehorende routes weergegeven. De meetpunten van de Schapenkamp I, II en III liggen nog geen 300 meter uit elkaar. De afstand tussen de routes van de Schapenkamp en de andere twee routes in Middenduin is ongeveer 2,3 kilometer. De twee routes in Middenduin liggen iets meer dan 300 meter van elkaar verwijderd.



Afbeelding 29. Kaart Nationaal Park Zuid-Kennemerland en de routes 628, 629, 946, 947 en 948

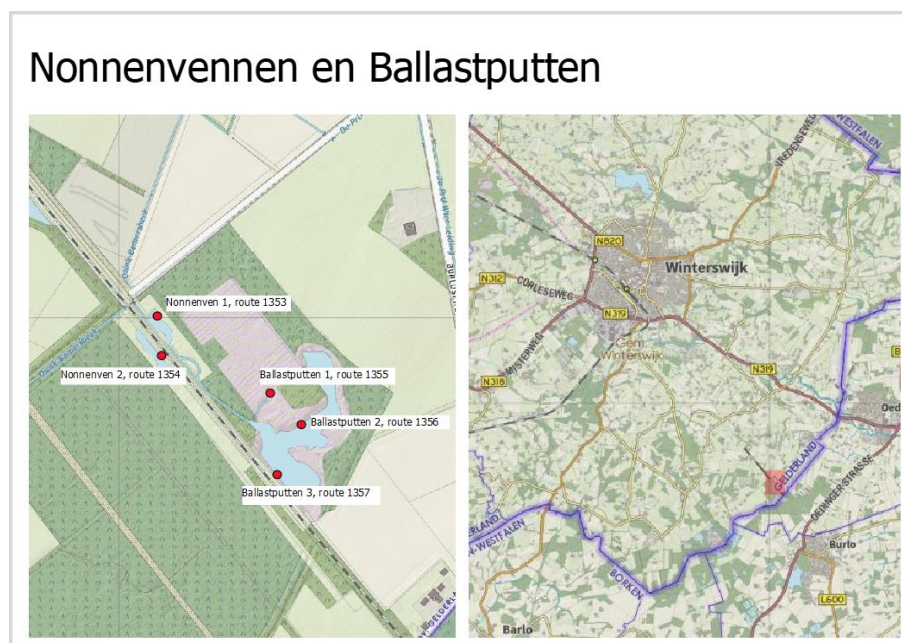
2.2.14. Nonnenvennen en ballastputten (route 1353, 1354, 1355, 1356 en 1357)

In Winterswijk ligt een oude spoorlijn. De zogeheten Borkense baan (afbeelding 30) werd aangelegd tussen 1870 en 1880. De spoorlijn vormde een verbinding tussen Winterswijk en het Duitse Borken. Het diende als goederenverbinding tussen de havens van Groningen en Friesland met de Duitse industriegebieden. Na 1960 werd de spoorlijn steeds minder gebruikt, waardoor het in 1975 werd opgeheven. (Geldersch landschap en kasteelen, z.d.) Voor het aanleggen van de Borkense baan werd leem uit de grond gegraven waardoor er verschillende putten langs de spoorlijn zijn ontstaan. Deze putten worden Ballastputten genoemd. Door anderen worden de putten nonnenvennen genoemd, dit zou komen doordat er in het verleden een dode non bij het ven is gevonden. Anderen beweren dat er vroeger nonnen zwommen en dat het daardoor deze naam heeft gekregen. (Omroep Gelderland, 2020)



Afbeelding 30. De Borkense Baan met rechts de Ballastput of nonnenven (Kloek, 2020)

Voor het onderzoek zijn op 5 punten metingen uitgevoerd. Drie van de meetpunten zijn bij de zogenoemde Ballastputten en twee van de meetpunten bij de zogenoemde nonnenvennen. Op het kaartje in afbeelding 31 zijn de meetpunten langs de verschillende telroutes weergegeven. De nonnenvennen liggen nog geen 30 meter uit elkaar. Twee van de andere meetpunten liggen bij dezelfde ballastput. Deze punten liggen echter meer dan 70 meter uit elkaar. Een laatste meetpunt ligt bij een uitstulping van de ballastput, een soort vennetje in de heide.



Afbeelding 31. Kaart Nonnenvennen en Ballastputten met routes 1353, 1354, 1355, 1356 en 1357)

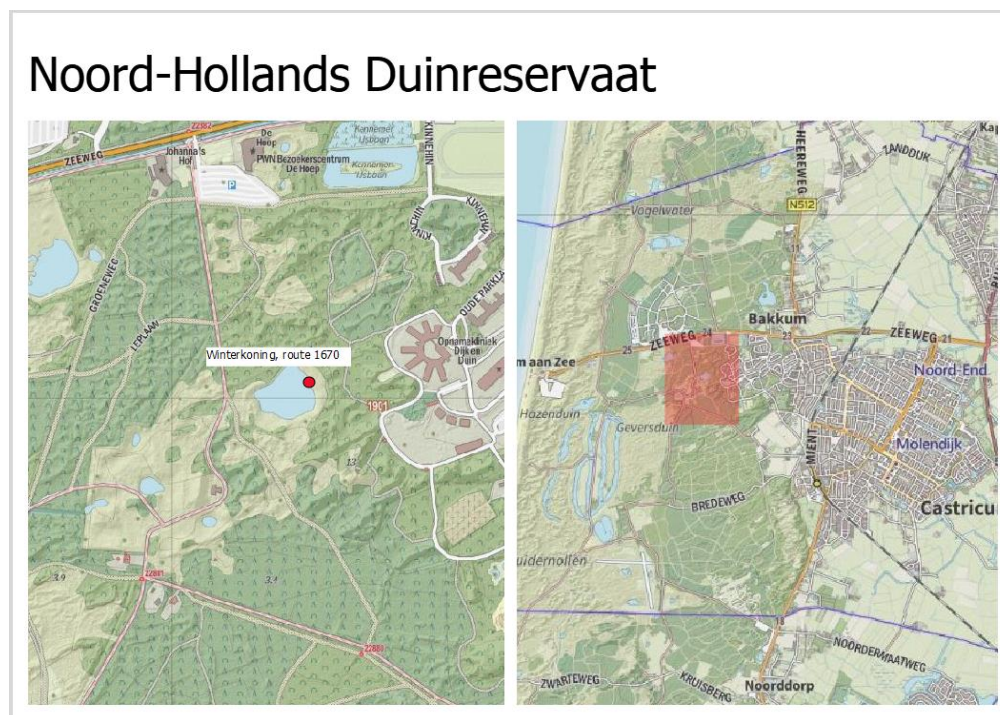
2.2.15. Noord-Hollands Duinreservaat (route 1670)

Het Noord-Hollands Duinreservaat bestaat uit een karakteristiek Nederlands duinlandschap. In de loop der eeuwen is het gevormd door een samenloop van geologische, geomorfologische en klimatologische omstandigheden. Ook menselijk handelen heeft een rol gespeeld in de vorming van het gebied. Het duinlandschap heeft natte en vochtige duinvalleien, duingraslanden, struwelen, bossen en ruigten. Het Noord-Hollands Duinreservaat ligt op de overgang van kalkrijke naar kalkarme duinen. Het Duinreservaat behoort tot de kalkrijke duinen. Echter is er wel een verloop van kalkrijkdom te zien in het reservaat. Het meest noordelijke deel van het reservaat is kalkarm. De vegetatie geeft de kalkrijkdom weer. (Natura2000, z.d.) Voor het onderzoek is in het Noord-Hollands Duinreservaat op slechts één meetpunt de waterkwaliteit bepaald. De route bij het meetpunt heet de Winterkoning en bij het meertje staat een vogelkijkhut welke uitkijkt over het meertje (afbeelding 32).



Afbeelding 32. De Winterkoning met achterin de vogelkijkhut

Op het kaartje in afbeelding 33 is het meetpunt weergegeven.



Afbeelding 33. Kaart Noord-Hollands Duinreservaat met route 1670

2.2.16. Oisterwijkse bossen en vennen (route 1242 en 1685)

Oisterwijkse bossen en vennen is een natuurgebied gelegen in Noord-Brabant. De meeste vennen in het gebied zijn ontstaan na de laatste ijstijd. IJzige poolwinden bliezen zand op tot heuveltjes. Achter de heuveltjes werden de uitgewaaiden kommen gevuld met regenwater waardoor tientallen vennen ontstonden. Door de leemlaag in de bodem zakte het regenwater niet weg. (Natuurmonumenten, z.d.) De eerste route ligt langs twee verschillende vennen: het Brandven (afbeelding 34) en het Diaconieven. Het Brandven werd zo genoemd omdat er vroeger bluswater uitgehaald werd. Het Diaconieven was vroeger in bezit van de Tilburgse Diaconessen, nonnen die ook actief waren als zuster. De Diaconessen gebruikten het ven om in te zwemmen. Later werd erin gezwommen door de Oisterwijkse bevolking. (Bezoek Oisterwijk, z.d.)



Afbeelding 34. Het Brandven

Voor het onderzoek werd maar één van de twee vennen langs de eerste route gemeten. Er is gekozen om het Brandven te onderzoeken. Dit is een willekeurige keuze geweest. De tweede route loopt langs een klein vennetje in de heide. Op het kaartje in afbeelding 35 zijn de meetpunten met bijbehorende routes aan de hand van rode stippen weergegeven.



Afbeelding 35. Kaart Oisterwijkse bossen en vennen met routes 1242 en 1685

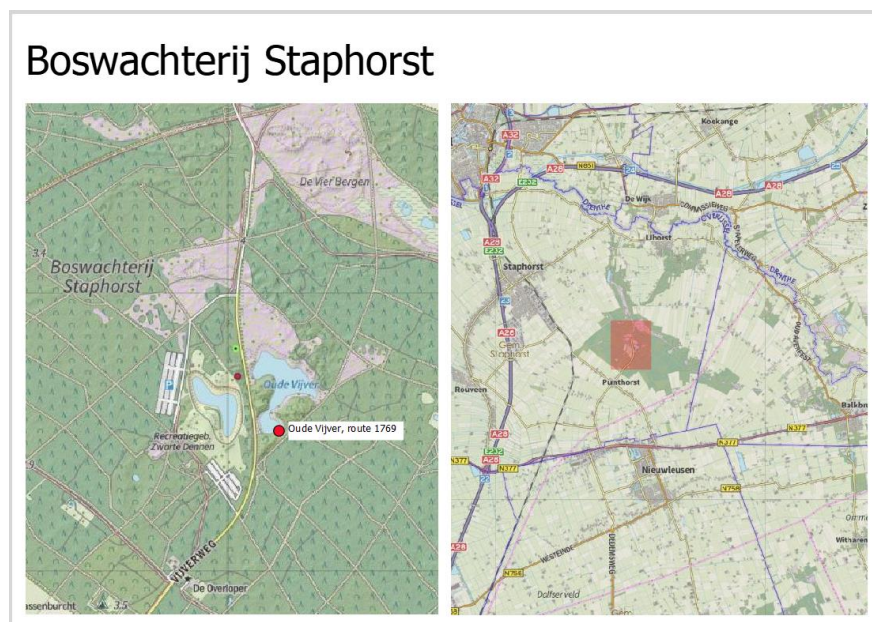
2.2.17. Oude vijver – Boswachterij Staphorst (route 1769)

De oude vijver ligt in Boswachterij Staphorst (afbeelding 36). De boswachterij kent twee plassen of vijvers: de oude vijver en de zwarte dennen. Vroeger werd de oude vijver gebruikt om te recreëren, maar tegenwoordig dient zwemplas de zwarte dennen om te recreëren. De oude vijver is nu niet meer vrij toegankelijk en is een belangrijk habitat voor flora en fauna. De oude vijver is met de schep gegraven. De vijver wordt deels gevoed door kwelwater en deels door regenwater. (Beeldbank Nieuwleusen, 2019; Struun, 2015)



Afbeelding 36. Oude vijver in Boswachterij Staphorst

De Oude Vijver heeft één meetpunt waar de waterkwaliteit is bepaald. Dit meetpunt is weergegeven op de kaart in afbeelding 37.



Afbeelding 37. Kaart Boswachterij Staphorst met route 1769

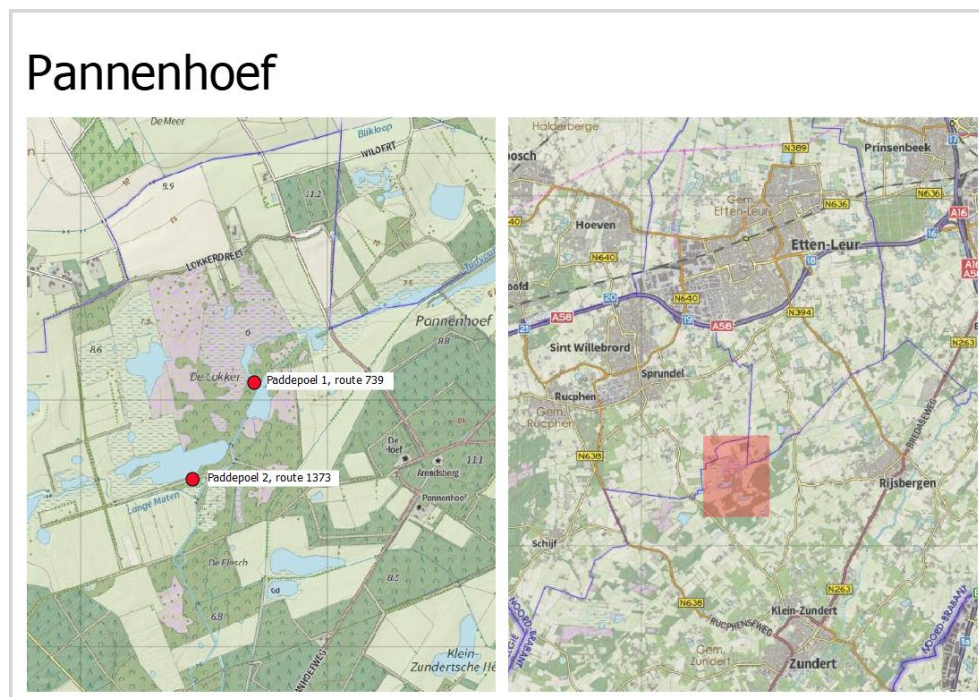
2.2.18. Pannenhoef (route 739 en 1373)

De Pannenhoef bestaat uit bos, vennen en bloemrijke weilanden. Dit is niet altijd zo geweest. Tussen 1400 en 1750 werd het hele veenpakket weggegraven. De turf die van het veen gestoken werd, werd via de turfvaarten naar de steden vervoert. Na 1750 bleef er een heuvelige heide over met vennen in de kommen. Dit gebied leverde weinig op waardoor men in de negentiende eeuw begon met het ontginnen van het gebied tot bos en landbouwgrond. Toen het gebied in 1970 werd gekocht, had het een lage natuurwaarde. De grond was erg bemest, er was jong eenvormig naaldbos en de vennen waren er niet meer. Tegenwoordig is dit beeld veranderd en is het bos een gemengd bos met maar liefst elf vennen. De vennen zijn opnieuw gegraven in het landschap. (Brabantslandschap, z.d.) In een deel van het gebied lopen runderen rond (afbeelding 38).



Afbeelding 38. Runderen bij route 1373 in de Pannenhoef

In het natuurgebied de Pannenhoef werden de twee zogenoemde 'Paddepoel'-routes onderzocht. Op de kaart in afbeelding 39 zijn de twee meetpunten langs de routes weergegeven.



Afbeelding 39. Kaart Pannenhoef met routes 739 en 1373

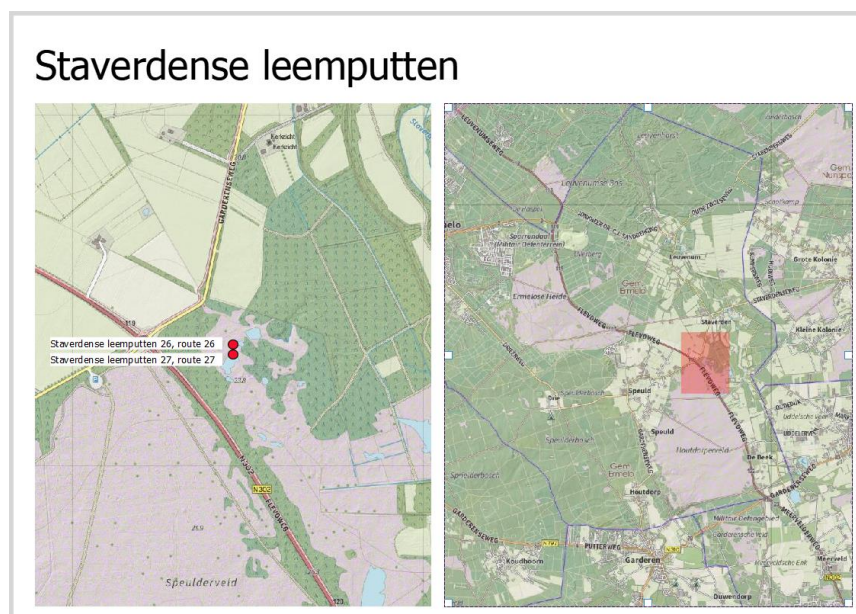
2.2.19. Staverdense Leemputten (route 26 en 27)

De leemputten bij Staverden liggen in de gemeente Ermelo. Het gebied bestaat uit 33 hectare. Vanaf de achttiende eeuw tot in de jaren zeventig werd er in het gebied leem gewonnen. Deze leem werd onder meer gebruikt om steentjes van te bakken en later om wegen te verstevigen. Door de afgravingen zijn putten ontstaan (afbeelding 40). Het gebied heeft een bijzondere natuurwaarde. De gewonnen leem werd naast de put uitgespreid om te ontwateren en werd vervolgens afgevoerd. Op de plekken waar de leem werd uitgespreid bleef een laagje van een paar centimeter vrij kalkrijke leem achter. Op deze ondergrond ontwikkelde zich een bijzondere vegetatie. De leemputten bij Staverden hebben naast een bijzondere flora ook een bijzondere fauna. (Groei&Bloei, 2008)



Afbeelding 40. Leemput 27, bij route 27

Langs de leemputten lopen twee routes. Op het kaartje in afbeelding 41 zijn de meetpunten langs de routes weergegeven. Het gaat om een route 26 en 27. Ze liggen vlakbij elkaar. De routes bestaan uit meerdere kleine wateren, maar voor het onderzoek is het meest representatieve waterlichaam gemeten.



Afbeelding 41. Kaart Staverdense leemputten met route 26 en 27

2.2.20. Wieselse plas (route 1637)

De Wieselse plas (afbeelding 42) ligt in Kroondomein Het Loo. Het is een afgesloten terrein waar bezoekers niet mogen komen. De plas is enkele decennia geleden uitgegraven voor zandwinning. Tegenwoordig komen er veel verschillende libellensoorten voor. De soortenrijkdom komt door de aaneenschakeling van verschillende kleinere biotopen. (Vroege vogels, 2020)



Afbeelding 42. De Wieselse plas in Kroondomein Het Loo

Bij de Wieselse plas is één libellentelroute. Er is daarom ook maar op één meetpunt de waterkwaliteit onderzocht. Dit meetpunt is weergegeven op het kaartje in afbeelding 43.



Afbeelding 43. Kaart Wieselse plas met route 1637

2.2.21. Wyldemerk (route 659)

De Wyldemerk ligt in de Zuidwesthoek van Friesland. Het is een gevarieerd natuurgebied. Vroeger werden in het gebied ruilmarkten, kermissen en paardenrennen gehouden. De naam Wyldemerk betekent dan ook wilde markt. In de jaren zestig werd er zand uit het gebied gewonnen voor de aanleg van de weg Balk-Koudum. Door de afgravingen ontstonden verschillende vennen en poeltjes. De Wyldemerk is bestempeld als het eerste officiële libellenreservaat van Nederland door de vele soorten die er voorkomen (afbeelding 44). (De Vlinderstichting, z.d.)



Afbeelding 44. Tengere pantserjuffer in de Wyldemerk (Bron, 2021)

In het gebied is op één meetpunt de waterkwaliteit bepaald. Dit meetpunt is met de rode stip weergegeven op de kaart in afbeelding 45.



Afbeelding 45. Kaart Wyldemerk met route 659

2.3. Onderzoeksgroepen

2.3.1. Waterkwaliteit

Tijdens het onderzoek werd de waterkwaliteit op de verschillende locaties gemeten. Deze waterkwaliteit werd grotendeels gemeten met de Supermeetkit van Natuur en Milieu (afbeelding 46). De volgende parameters werden gemeten of bekeken: nitraat, fosfaat, doorzicht, bodemdiepte, waterplanten, waterdieren, zwerfafval en waterbeleving. De waterkwaliteit werd gemeten aan de hand van de handleiding voor het project 'vang de watermonsters' van Natuur en Milieu. Deze handleiding hoort bij de Supermeetkit. Daarnaast werden er nog twee parameters extra toegevoegd, pH en temperatuur.



Afbeelding 46. Supermeetkit van Natuur en Milieu

2.3.2. Libellen

Voor het onderzoek zijn libellen geselecteerd die voorkomen bij het habitat vennen en hoogveenwateren. Deze soorten libellen zijn weergegeven in tabel 1. Er zijn 34 libellensoorten geselecteerd. Van ieder van deze soorten is gekeken naar de trend van de afgelopen jaren (2009-2020). De status uit het jaarverslag van 2020 van De Vlinderstichting is bij iedere soort vermeld. (De Vlinderstichting, 2021) Er zijn libellen met een sterke afname, matige afname, matige toename en sterke toename. Daarnaast zijn er soorten met een onzekere of stabiele status. Ook zijn er een paar soorten waarvan de trend onbekend is. In het onderzoek werden deze statussen gebruikt om te kijken naar welke libellen het beter doen en welke het minder goed doen.

Tabel 1. Geselecteerde soorten libellen voor vennen en hoogveenwateren en hun status in het jaarverslag van 2020.

	Wetenschappelijke naam	Nederlandse naam	Status jaarverslag 2020
1.	<i>Aeshna affinis</i>	Zuidelijke glazenmaker	Onzeker
2.	<i>Aeshna grandis</i>	Bruine glazenmaker	Sterke afname
3.	<i>Aeshna juncea</i>	Venglazenmaker	Onzeker
4.	<i>Aeshna subarctica</i>	Noordse glazenmaker	Onbekend
5.	<i>Anax ephippiger</i>	Zadellibel	Onbekend
6.	<i>Anax parthenope</i>	Zuidelijke keizerlibel	Onzeker
7.	<i>Ceriagrion tenellum</i>	Koraaljuffer	Onzeker
8.	<i>Coenagrion hastulatum</i>	Speerwaterjuffer	Sterke afname
9.	<i>Coenagrion lunulatum</i>	Maanwaterjuffer	Sterke afname
10.	<i>Coenagrion puella</i>	Azuurwaterjuffer	Stabiel
11.	<i>Coenagrion scitulum</i>	Gaffelwaterjuffer	Onbekend
12.	<i>Cordulia aenea</i>	Smaragdlibel	Matige afname
13.	<i>Enallagma cyathigerum</i>	Watersnuffel	Matige afname
14.	<i>Gomphus pulchellus</i>	Plasrombout	Onzeker
15.	<i>Ischnura pumilio</i>	Tengere grasjuffer	Onzeker
16.	<i>Lestes barbarus</i>	Zwervende pantserjuffer	Matige afname
17.	<i>Lestes dryas</i>	Tangpantserjuffer	Onzeker
18.	<i>Lestes sponsa</i>	Gewone pantserjuffer	Matige afname
19.	<i>Lestes virens</i>	Tengere pantserjuffer	Stabiel
20.	<i>Leucorrhinia albifrons</i>	Oostelijke witsnuitlibel	Sterke afname
21.	<i>Leucorrhinia dubia</i>	Venwitsnuitlibel	Sterke toename
22.	<i>Leucorrhinia rubicunda</i>	Noordse witsnuitlibel	Sterke afname
23.	<i>Libellula quadrimaculata</i>	Viervlek	Stabiel
24.	<i>Orthetrum cancellatum</i>	Gewone oeverlibel	Matige toename
25.	<i>Orthetrum brunneum</i>	Zuidelijke oeverlibel	Onzeker
26.	<i>Pyrrhosoma nymphula</i>	Vuurjuffer	Matige afname
27.	<i>Somatochlora arctica</i>	Hoogveenglanslibel	Onzeker
28.	<i>Somatochlora flavomaculata</i>	Gevlekte glanslibel	Onzeker
29.	<i>Sympecma fusca</i>	Bruine winterjuffer	Matige toename
30.	<i>Sympetrum danae</i>	Zwarte heidelibel	Sterke afname
31.	<i>Sympetrum flaveolum</i>	Geelplekheidelibel	Onzeker
32.	<i>Sympetrum fonscolombii</i>	Zwervende heidelibel	Onzeker
33.	<i>Sympetrum meridionale</i>	Zuidelijke heidelibel	Onbekend
34.	<i>Sympetrum vulgatum</i>	Steenrode heidelibel	Stabiel

Er zijn een aantal soorten libellen waarop extra nadruk werd gelegd in het onderzoek. Dit zijn libellen die de afgelopen jaren zijn afgenomen of waarvan de trend onzeker is. De eerdere 34 geselecteerde libellen zijn soorten die voorkomen bij vennen en hoogveenwateren. Alle uitgelichte libellen zijn kenmerkend voor vennen.

De uitgelichte soorten die sterk afgenomen zijn, zijn:

1. Speerwaterjuffer

De speerwaterjuffer komt met name voor in kleine, niet te zure, (matig) voedselarme vennen en bij randzones van hoogvenen. Tegenwoordig zijn veel populaties van de speerwaterjuffer te vinden bij wateren gevoerd door kwel. Deze wateren zijn enigszins beschut door bomen en struiken. De voortplantingswateren van de speerwaterjuffer hebben een vegetatie die veelal wordt gekenmerkt door drijvende waterplanten. Deze drijvende waterplanten zijn onder andere witte waterlelie en fonteinkruid. Langs de oever prefereert de speerwaterjuffer een gordel van snavelzegge. Het is van belang dat de speerwaterjuffer een gevarieerde oever- en waterplanten begroeiing tot zijn beschikking heeft. De larven van de juffer zitten vaak tussen ondergedoken waterplanten op plaatsen met veel verschillende vegetatiestructuren. Ook zijn er vaak drijvende waterplanten, riet, zeggen of lisdodde aanwezig in de leefomgeving van de larven. (De Vlinderstichting, z.d.)

Foto: (Waarneming.nl, 2008)



2. Maanwaterjuffer

De maanwaterjuffer komt met name voor bij zure, voedselarme vennen in heidegebieden, op hoogvenen en in bossen. Soms wordt de soort waargenomen bij voedselrijke wateren en bij zand- en leemplassen. In voedselarme plassen prefereert de maanwaterjuffer met name arme begroeiing. In voedselrijkere plassen wordt de soort met name waargenomen bij drijvende waterplanten. Deze waterplanten kunnen bijvoorbeeld drijvend fonteinkruid of gele plomp zijn. Er is geen eenduidige beschrijving voor de biotoopvoorkeuren van de maanwaterjuffer. Er zijn nog veel onduidelijkheden rondom deze soort. (De Vlinderstichting, z.d.)

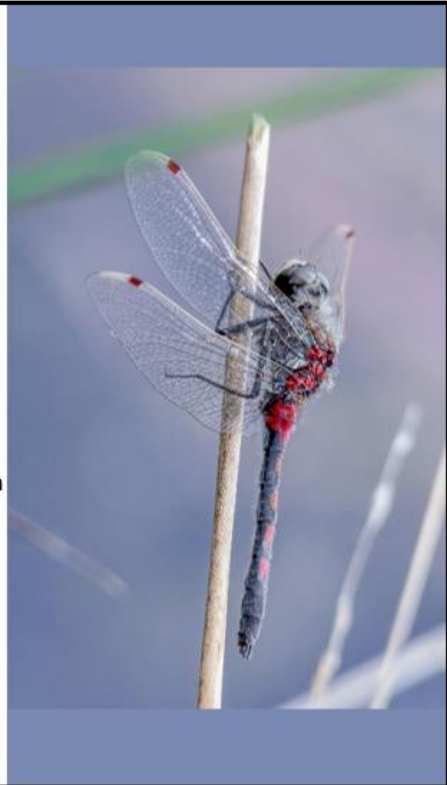
Foto: (Klapwijk, z.d.)



3. Noordse witsnuitlibel

De noordse witsnuitlibel wordt in Nederland met name in (matig) zure en voedselarme vennen en hoogvenen in bosrijke omgeving waargenomen. De soort komt soms ook voor in moerasbossen in de laagveengebieden. De biotoop van deze soort bestaat met name uit kleine plassen met een goed ontwikkelde vegetatie van drijvende waterplanten, met daaromheen structuurrijk bos. De biotoop van de noordse witsnuitlibel komt sterk overeen met de biotoop van de venwitsnuitlibel. De noordse witsnuitlibel prefereert wateren met een dichte vegetatie van waterplanten. De soort lijkt minder gevoelig voor de chemische waterkwaliteit. Er worden grote aantallen van de libellen soort waargenomen bij wateren met een pH van 3,8 tot 4,1. De larven leven met name in veenmossen en tussen waterplanten in de oeverzone. In de laagveenmoerassen zonder veenmossen komt de soort ook voor. Echter is het dan wel van belang dat er een uitgebreide emerse watervegetatie aanwezig is. (De Vlinderstichting, z.d.)

Foto: (Pieters. 2020)



4. Zwarte heidelibel

De zwarte heidelibel komt met name voor op de hoge zandgronden bij vennen, heideplassen en hoogveen. De plassen en vennen zijn (deels) ondiep en meestal zure en voedselarme. De soort komt niet voor bij voedselrijke wateren. De oever van de biotoop van de zwarte heidelibel moet voor een deel modderig en onbeschadigd zijn. Vaak ligt er een zone met veenmos langs. De soort komt ook voor in duingebieden en soms in de zeekleigebieden van Groningen en vermoedelijk ook Friesland. Op deze plekken plant de zwarte heidelibel zich voort bij wateren met een goed ontwikkelde watervegetatie. De larven van de zwarte heidelibel leven tussen veenmos en andere waterplanten, maar ze kunnen ook leven tussen modder of op de bodem. (De Vlinderstichting, z.d.)

Foto: (Flickr, 2017)



Er zijn ook soorten met een onzekere status. Deze onzekere status krijgen soorten wanneer er te veel schommelingen zijn in de waarnemingen waardoor er geen duidelijke trend is. Wel is het vermoeden dat deze soorten achteruitgaan. De soorten met een onzekere status zijn:

5. Venglazenmaker

De venglazenmaker leeft met name bij voedselarme tot matig voedselrijke vennen en veenputten in heide-, bos- en hoogveengebieden. Soms komt de soort ook voor bij verlandende plassen. De venglazenmaker heeft met name de voorkeur voor grotere vennen die niet of nauwelijks beschaduwd zijn. Echter heeft de soort geen strenge eisen voor de vegetatie. De venglazenmaker is veel minder sterk gebonden aan veenmospakketten dan de noordse glazenmaker. Hierdoor komt de venglazenmaker ook voor op voedselrijke vennen met dikke pollen pitrus. De larven leven in de oeverzone tussen de waterplanten, in dood plantenmateriaal of gewoon in de modder. (De Vlinderstichting, z.d.)

Foto: (Waarneming.nl, 2014)



6. Tangpantserjuffer

De tangpantserjuffer wordt met name bij vennen waargenomen. Deze vennen zijn voedselarm tot matig voedselrijk. Naast dat de soort bij vennen voorkomt, wordt de soort ook waargenomen bij duinvalleien, moerassen, leemkuilen en aan de oeverzone van kleine tot middelgrote plassen. De soort lijkt een voorkeur te hebben voor vennen met een dichte water- en oeverbegroeiing van biez en zeggen. Geheel dichtbegroeid water wordt echter vermeden. De tangpantserjuffer stelt weinig eisen aan de waterkwaliteit. (De Vlinderstichting, z.d.)

Foto: (Radenborg, 2016)



Als laatste is er nog een uitgelichte soort waarvan de status onbekend is. Echter is het wel een kenmerkende soort voor vennen. De soort heeft een onbekende status, doordat ze nauwelijks worden waargenomen. Ook hierbij geldt dat het vermoeden is, dat de soort achteruitgaat. Het gaat om de volgende soort:

7. Noordse glazenmaker

De noordse glazenmaker is gebonden aan gebieden met drijvende veenmospakketten. Vaak komt de soort voor bij vennen en veenputten die beschut zijn door berken en dennen. Deze vennen en veenputten komen voor in bos- en heidegebieden in hoogveengebieden. De meeste plekken waar de noordse glazenmaker wordt waargenomen bestaan uit veenmosbulten afgewisseld met drijvende veenmospakketten en open water. De drijvende veenmospakketten bestaan uit waterveenmos. De veenmosbulten zijn vaak begroeid door ronde zonnedauw, lavendelheide, kleine veenbes en gewone dophei. Wanneer de veenmosbulten zijn uitgedroogd of ingeklonken, zijn ze niet meer geschikt voor de ei-afzetting. Aan de rand van de vennen en veenputten groeien vaak zeggen en witte snavelbies. (De Vlinderstichting, z.d.)

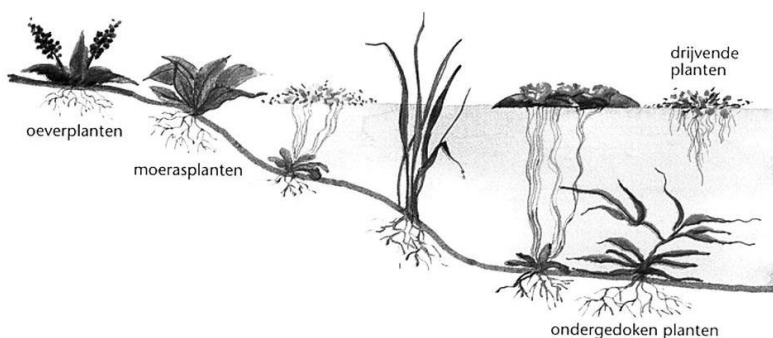
Foto: (Strijdhorst, z.d.)



2.3.3. Waterplanten

In het onderzoek werd bij het bepalen van de waterkwaliteit gekeken naar de waterplanten. De meeste libellen hebben waterplanten nodig tijdens hun levenscyclus. Sommige libellen zetten de eitjes af bij de waterplanten en de larven van veel soorten schuilen tussen de waterplanten. Bij het uitsluipen klimmen de larven vaak in waterplanten die boven het water uitsteken of aan de oever staan. (De Vlinderstichting, z.d.)

Waterplanten zijn in te delen in verschillende categorieën (afbeelding 47). Voor de link tussen waterplanten en libellen werden de volgende categorieën onderzocht: ondergedoken waterplanten, drijvende waterplanten en oever- en moerasplanten. Ondergedoken waterplanten leven geheel onder water. De bloemen steken meestal boven water uit. De wortels hoeven niet per se in de bodem verankerd te zijn. Drijvende waterplanten hebben de bladeren los op de oppervlakte van het water drijven. De wortels kunnen in de bodem verankerd zijn. Oever- en moerasplanten leven boven water, maar hun wortels staan altijd in de natte bodem. (Hoogenboom, 2014) Verder werd de aanwezigheid en bedekkingsgraad van (veen)mos onderzocht.



Afbeelding 47. Categorieën waterplanten (Natuurgidsen, 2021)

Als onderdeel van de Supermeetkit werd er gekeken naar de aanwezige waterplanten en de bedekkingsgraad van deze waterplanten. Echter werden deze waarden gebruikt voor het bepalen van de waterkwaliteit en werd er geen link gemaakt met de aanwezige libellen. De data van de waterplanten werd daarom nog een keer apart verzameld van de rest van de data van de waterkwaliteit, zodat er apart een relatie kon worden onderzocht tussen waterplanten en libellen.

2.4. Tijdsbesteding

Het onderzoek werd in de periode juni tot en met oktober 2021 uitgevoerd. In de maanden juni, juli en augustus werd de waterkwaliteit, volgens de handleiding van Natuur en Milieu, op de 50 locaties gemeten. In september en oktober werd de data verwerkt en statistisch getoetst.

2.5. Onderzoek

2.5.1. Meten van de waterkwaliteit

De waterkwaliteit werd gemeten aan de hand van een Supermeetkit. Deze meetkits werden geleverd door Natuur en Milieu voor het project 'Vang de watermonsters'. Bij deze meetkit hoorde een handleiding die grotendeels gevolgd werd. In deze handleiding kwamen de volgende onderdelen aan bod: waterbeleving, foto's maken, nitraat en fosfaat, doorzicht en bodemdiepte, waterplanten, waterdieren en zwerfafval. Daarnaast werden de pH en temperatuur nog gemeten. Dit hoorde niet bij de handleiding van Natuur en Milieu. Voor aanvang van het onderzoek werd een secchi-schijf gemaakt. De secchi-schijf werd gemaakt (afbeelding 48) door een CD in vier denkbeeldige vlakken in te delen. Vervolgens werden de twee tegenover elkaar liggende delen ingekleurd met een zwarte watervaste stift. Daarna werd er aan het uiteinde van een jute touw (2 meter en 20 cm) een gewichtje geknoopt. In dit geval is een sluitring (M8, 2.3 cm) gebruikt. Daarbovenop werd het schijfje geregen aan het touw en daarna werd het afgesloten met nog een sluitring (M6, 1.5 cm). Als laatste werd vanaf de schijf op elke 10 cm op het touw een markering gemaakt door middel van een knoopje. Deze afmetingen werden opgemeten met een rolmaat (Ikea, 3 meter). Vervolgens zijn de knoopjes nog gemarkeerd met een zwarte watervaste stift. Uiteindelijk is het touw van de secchi-schijf 2 meter lang en liggen er 19 knopen in.



Afbeelding 48. Het maken van een secchi-schijf

Na het maken van de secchi-schijf werd er een schepnet gemaakt voor in het veld. Een normaal schepnet heeft een hele lange steel waardoor deze niet handig mee te nemen was in de rugzak. De steel van het schepnet (maaswijdte 2 mm) werd in 3 delen geknipt met een snoeischaar. Vervolgens werd het schepnet in het veld aan elkaar gemaakt met rubberen binddraad (zie afbeelding 49).



Afbeelding 49. Schepnet in elkaar zetten

Gegevens

Voor de daadwerkelijke meting van de waterkwaliteit begon, werd eerst het unieke ID-nummer van de meetkit genoteerd op het veldformulier (Bijlage I). De veldformulieren werden handmatig geschreven op ruitjespapier. Verder werd er op het veldformulier datum, routenummer, naam locatie en de naam van de teller/vrijwilliger genoteerd. Deze gegevens werden de avond van tevoren genoteerd. Ook werd de avond van tevoren de meetkit geopend en werden de buisjes eruit gehaald samen met de pipet. Deze werden in een afsluitbaar plastic bakje gedaan, zodat het makkelijker mee te nemen was dan de kartonnen verpakking van de meetkit. Afbeelding 50 laat de inhoud van een meetkit zien.



Afbeelding 50. Inhoud van de meetkit

Meetgebied

Vervolgens werd het meetgebied uitgezet. Hiervoor werd eerst een plekje langs de waterkant gezocht, dat representatief is voor de rest van het waterlichaam. Vanaf het meetpunt werd ongeveer 20 meter globaal ingeschat als meetgebied (ongeveer 10 meter aan beide zijden van het meetpunt). Verder was het meetgebied 5 meter vanaf de kant in het water. Wanneer het waterlichaam niet langer was dan 20 meter werd het meetgebied aangepast aan de lengte van het waterlichaam. Ook wanneer het waterlichaam niet breder was dan 5 meter werd er van oever tot oever gemeten.

Waterbeleving

Als eerste werd de waterbeleving bepaald op zicht. Dit werd gedaan aan de hand van een rapportcijfer van 1 tot en met 10. Het rapportcijfer werd vermeld op het veldformulier. Het rapportcijfer werd onderbouwd door middel van een toelichting. Deze toelichtingen konden zijn:

1. Ik laat de hond hier graag uit of laat de hond in het water zwemmen
2. Goed water om pootje te baden, zwemmen of duiken
3. Ik ga hier sportvissen
4. Ik zeil, roei, kano of surf op het water
5. Ik geniet van mooi water in een prettige, levendige omgeving
6. Ik geniet hier van de natuur en al het groen
7. Het water stinkt
8. Het water heeft een vreemde kleur
9. Het water is kaal en dood
10. Het water of de omgeving is vervuild met afval en/of hondenpoep.
11. Anders, namelijk.....

Uit deze toelichtingen werden er maximaal drie gekozen. De nummers van de gekozen toelichtingen werden ook genoteerd op het veldformulier.

Foto's maken

Vervolgens werden drie foto's gemaakt van de meetlocatie. Deze foto's werden gemaakt zodat wetenschappers achteraf eventueel konden bepalen of er een goede indicatie is gegeven van de waterkwaliteit. De foto's werden ongeveer 1 tot 1,5 meter boven de wateroppervlakte gemaakt. Er mochten geen mensen op de foto's staan en de spiegeling van het water werd zoveel mogelijk vermeden. Kenmerkende elementen in het water werden op ten minste één van de foto's vastgelegd. Om de foto's te maken stond de onderzoeker met het gezicht naar het water. Foto 1 werd recht vooruit gemaakt met het water en de oever in beeld. Op foto 2 werd de oever en de overgang naar het water goed in beeld gebracht. De laatste foto, foto 3, werd van het water zelf gemaakt. Hiervoor werd de telefoon recht boven het water gehouden en werd ervoor gezorgd dat er zo min mogelijk weerspiegeling te zien was. In afbeelding 51 zijn voorbeelden te zien van hoe de foto's gemaakt werden.



Afbeelding 51. Foto 1: vooraanzicht, foto 2: zijaanzicht, foto 3: bovenaanzicht

Nitraat en fosfaat

Op de meetlocatie werden watermonsters genomen voor nitraat en fosfaat. Deze werden vervolgens naar het laboratorium gestuurd voor de analyse. De buisjes voor het nemen van de monsters zaten in de Supermeetkit van Natuur en Milieu (afbeelding 52). Voordat de monsters werden genomen werd gecheckt of het meetkit-ID van de buisjes correspondeerde met het meetkit-ID op het veldformulier.



Afbeelding 52. Monsters voor nitraat en fosfaat uit de Supermeetkit

Voor het meten van nitraat en fosfaat op de meetlocatie werd als eerst een kleine witte bak (4L) gepakt (afbeelding 53). Deze werd een keer goed omgespoeld met het water van de meetlocatie. Vervolgens werd er nog een keer met de kleine bak door het water geschept. Hierbij werd ervoor gezorgd dat er zo min mogelijk modder, planten en beestjes werden mee geschept. De kleine bak werd een keer rondgedraaid om het water in beweging te laten komen en alles goed te laten mengen.



Afbeelding 53. De kleine witte bak

Hierna werd het buisje met de letter N (nitraat) gepakt. De dop werd van het buisje afgedraaid en het werd volledig ondergedompeld in de kleine bak. Zo werd ervoor gezorgd dat er geen lucht meer in het buisje zat en het tot de rand gevuld was met water. De dop werd op het buisje gedraaid terwijl deze nog onder water werd gehouden. Het buisje werd drooggemaakt en er werd gecontroleerd of de dop er goed op zat.

De kleine bak werd opnieuw rondgedraaid om het water in beweging te krijgen en alles goed te laten mengen. Vervolgens werd de pipet uit de meetkit gevuld met een monster van het water. Het buisje P (fosfaat) dat gevuld was met vloeistof (azijnzuur) werd erbij gepakt. De dop werd ervan afgedraaid en het buisje werd met de pipet gevuld met het watermonster tot 12 ml. Hiervoor werd de pipet bovenaan in het buisje gestoken en leeg geknepen. De pipet werd meerdere keren gevuld en leeg geknepen in het buisje tot het buisje gevuld was tot 12 ml. De dop werd er opgedraaid. Het buisje werd daarna drooggemaakt en de dop werd gecontroleerd of deze goed vast zat. Op het veldformulier werd genoteerd of beide monsters waren gelukt, alleen N, alleen P of allebei niet. Het kon namelijk zijn dat er iets mis was gegaan in het veld met de buisjes. De bak met water werd niet leeggemaakt. Het water werd later weer gebruikt om waterdiertjes in te doen.

Doorzicht en bodemdiepte

Als voorbereiding op het onderzoek werd een secchi-schijf gemaakt. Deze was nodig voor het meten van doorzicht en bodemdiepte. Het meten van doorzicht en bodemdiepte werd gedaan voordat er gekeken werd naar waterplanten en -dieren, zodat het water zo min mogelijk in beweging was geweest. Wanneer er een bruggetje of steiger bij het water was, werd vanaf daar doorzicht en bodemdiepte bepaald.

Bij deze meting werd er met de rug naar de zon gestaan, zodat er zo min mogelijk hinder was door weerspiegeling. Vervolgens werd er in het water gekeken. Wanneer de bodem te zien was werd de secchi-schijf in het water gelaten tot op de bodem. Het doorzicht was even groot als de bodemdiepte. Wanneer de secchi-schijf op de bodem stond konden de markeringen op het touw afgelezen worden. Soms werd de secchi-schijf tegengehouden door waterplanten en was de bodem niet te zien door de waterplanten. Er werd dan gemeten vanaf waar de secchi-schijf bleef liggen. De diepte werd afgerond op 10 cm. Zowel de bodemdiepte als het doorzicht werd genoteerd op het veldformulier.

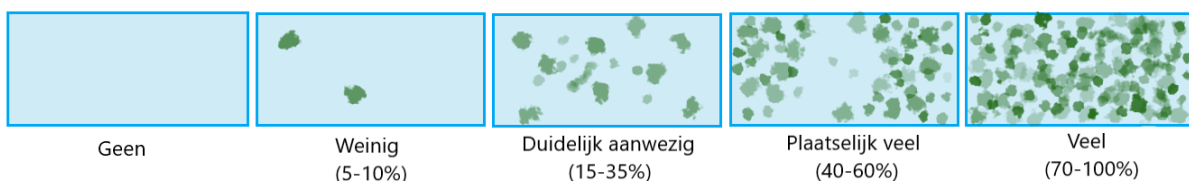
Wanneer de bodem niet te zien was, werd eerst het doorzicht gemeten. Hiervoor werd de secchi-schijf in het water gelaten en bekeken tot dat de vlakken van het schijfje niet meer duidelijk te onderscheiden waren (afbeelding 54). Een CD is namelijk beter te zien onder water dan een originele secchi-schijf. Daarna werd het schijfje weer omhooggetrokken tot de vlakken van het schijfje net te onderscheiden waren. Op dit punt werd de afstand gemeten tussen de schijf en het wateroppervlak door middel van de markeringen op het touw. Ook dit werd weer afgerond op 10 cm. Voor het meten van de bodemdiepte werd de schijf naar de bodem gebracht. Wanneer de schijf de bodem raakte werd opnieuw gemeten vanaf de schijf tot het wateroppervlak door middel van de markeringen op het touw. Er werd weer afgerond op 10 cm. Ook bij deze methode werden zowel de bodemdiepte als het doorzicht genoteerd op het veldformulier.



Afbeelding 54. Doorzicht meten. Links zijn de vlakken nog te onderscheiden, rechts niet meer

Waterplanten

De waterplanten zijn onderverdeeld in zes groepen: ondergedoken waterplanten, drijvende planten, oeverplanten, kroos, flab en algen. Van deze groepen werd gekeken naar aanwezigheid en bedekking. De bedekking werd ingedeeld in: weinig (ca. 5-10%), duidelijk aanwezig (ca. 15-35%), plaatselijk veel (ca. 40-60%) en veel (ca. 70-100%). In afbeelding 55 zijn de bedekkingsgraden weergegeven. Naast de aanwezigheid en bedekking van de zes categorieën werd er ook gekeken naar de aanwezigheid van bepaalde soorten waterplanten.



Afbeelding 55. Bedekkingsgraden waterplanten

Voor ondergedoken waterplanten waren dit: grof hoornblad, smalle/brede waterpest, sterrenkroos, aarvederkruid, ongelijkbladig vederkruid, parelvederkruid, gekroesd fonteinkruid, stijve waterranonkel, blaasjeskruid, schedefonteinkruid, smalbladige fonteinkruiden en kranswieren.

Voor drijvende planten waren dit: drijvend fonteinkruid, gele plomp, watergentiaan, witte waterlelie, kikkerbeet, drijvende waterweegbree, grote waternavel/waterteunisbloem en veenwortel.

Voor oeverplanten waren dit: riet/lisdodde/rietgras/grote kattenstaart, liesgras, gele lis/kalmoes/grote egelskop, biezen/zeggen en watercrassula.

Voor kroos waren dit: dwergkroos/klein kroos/bultkroos, veelwortelig kroos, puntkroos en kroosvaren.

Voor flab werd onderscheid gemaakt tussen: voornamelijk op de bodem, voornamelijk drijvend en beiden.

Voor algen werd onderscheid gemaakt tussen: geen, af en toe een wolkje algen, duidelijk groene verkleuring, groene soep (geen drijf laag) en drijf laag.

Per categorie werd er van de soorten een top drie gekozen op aanwezigheid, met uitzondering van de categorieën flab en algen.

Als eerst werd er gekeken naar de onderwaterplanten. Deze konden naar boven worden gehaald met een harkje aan een jute touw (1 meter) (afbeelding 56). Het harkje was alleen te gebruiken voor ondiepe wateren. Om niet met de handen de waterplanten uit het water te hoeven plukken, kon het harkje gebruikt worden. Hiervoor werd het harkje over de bodem of door de onderwaterplanten gehaald, zodat de planten eraan bleven hangen. Op deze manier werden de waterplanten naar de kant gehaald, zodat ze beter te determineren waren.



Afbeelding 56. Hark met touw om de onderwaterplanten naar boven te halen

Voor het determineren van de waterplanten werd een zelfgemaakte zoekkaart gebruikt (Bijlage II). Wanneer de planten niet herkend konden worden met de zoekkaart, werd de app 'ObsIdentify' gebruikt. Wanneer planten gevonden werden die niet op de lijst stonden, werden deze alleen genoteerd als ze werden herkend. Na de meting werden de planten weer teruggegooid. Vanwege het gevaar van de verspreiding van exoten moest er zorgvuldig met de waterplanten worden om gegaan. Er mocht geen uitwisseling van waterplanten plaatsvinden tussen verschillende waterlichamen.

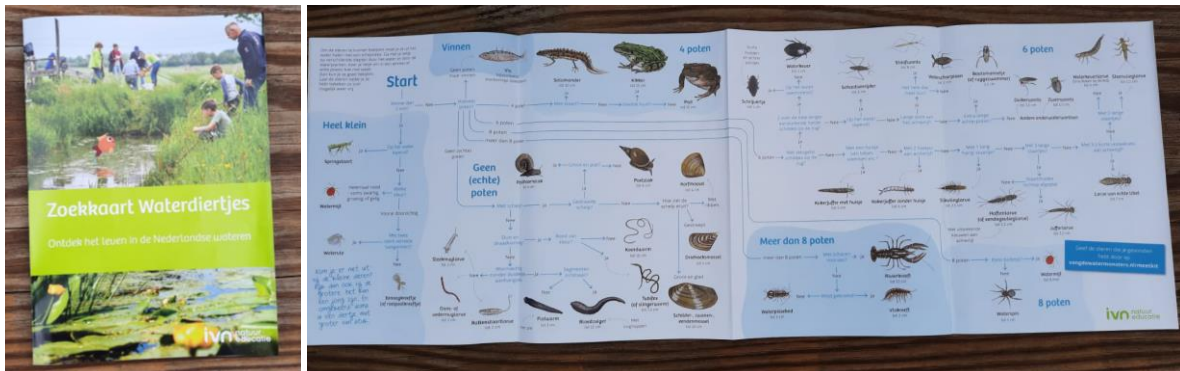
Voor de categorie drijvende waterplanten werd er beoordeeld op zicht. De oeverplanten konden ook makkelijk bekeken en gedetermineerd worden, omdat ze op de oever stonden. De categorieën kroos, flab en algen werden bepaald door het naar de kant te halen met het schepnet of het harkje.

Van iedere categorie werd op het veldformulier genoteerd wat de bedekkingsgraad is en welke soorten er gezien zijn binnen de categorie. Alleen van algen en flab werden geen specifieke soorten genoteerd. De bedekkingsgraad van mos werd ook genoteerd. Soms als onderwaterplant en soms wanneer het op de oever stond bij de oeverplanten.

Waterdieren

De waterdieren werden bekeken met behulp van een zoekkaart (IVN) uit de meetkit (afbeelding 57). Er werden verschillende soortgroepen langsgelopen: vissen, watervogels, insecten (die vliegen) boven het water en 4 poten/amfibieën. Deze soortgroepen waren zonder schepnet te bekijken. Voor vissen en watervogels werden alle soorten geteld. Voor de insecten (die vliegen) boven het water werd er gekeken naar de volgende soorten: libellen/juffers en muggen. Voor de 4 poten/amfibieën werd er gekeken naar de volgende soorten: groene of bruine kikker, pad en salamander.

Van iedere soort werd het aantal op het veldformulier genoteerd dat te zien was bij het water. Wanneer een soort niet te zien was, werd deze niet genoteerd. De andere soorten werden tot een maximum van 50 genoteerd.



Afbeelding 57. De zoekkaart voor waterdieren van IVN

Hierna werden de dieren die in het water leven beter bekeken met behulp van het schepnet. Hiervoor werd een watermonster genomen. De kleine bak was nog gevuld met het water dat werd genomen voor het nemen van de monsters. Voor het vangen van kleinere waterdierjes werd er met het schepnet een aantal keren door het water geschept. Hiervan moest minimaal één keer over de bodem en minimaal één keer langs de oever of tussen de waterplanten zijn. Wanneer het lastig was om door het water te gaan vanwege veel waterplanten of mos, werd er niet over de bodem geschept. Na een aantal keren scheppen werd het schepnet boven de bak met water geleeft (afbeelding 58). De waterdieren uit de emmer werden bekeken. Wanneer er in het watermonster toch nog kikkers, padden of salamanders werden gevonden, werden deze nog wel meegeteld. Kikkervisjes werden niet meegeteld.



Afbeelding 58. Schepnet met waterdierjes wordt geleeft boven de bak

De waterdieren werden ingedeeld in vier categorieën: kreeften en dieren met meer dan 8 poten, heel klein, insecten in het water met 6 of 8 poten en waterdieren zonder poten.

Voor de categorie kreeften en dieren met meer dan 8 poten werd er gekeken naar de aanwezigheid van de volgende soorten: rivierkreeft, vlokreeft en waterpissebed.

Voor de categorie heel klein werd er gekeken naar de aanwezigheid van de volgende soorten: eenoogkreeftje, springstaart, watermijt en watervlo.

Voor de categorie insecten in het water met 6 of 8 poten werd er gekeken naar de aanwezigheid van de volgende soorten: bootsmannetje/ruggenzwemmer, dansmuggen, geel gerande watertor, haftenlarve, jufferlarve, kokerjuffer met huisje, kokerjuffer zonder huisje, larve van echte libel, onderwaterwants (duikerwants of zwemwants), schaatsenrijder, schrijvertje, slijkvlieglarve, staafwants, steenvliegjarve, waterkeverlarve, watermijt, waterschorpioen en waterspin.

Voor de categorie waterdieren zonder poten werd er gekeken naar de aanwezigheid van de volgende soorten: bloedzuiger, driehoekmossel, koordworm, korfmossel, kriebelmuglarve, platworm, poelslak, posthoornslak, rattenstaartlarve, schilder-/zwanen/eendenmossel, slingerworm en steekmuglarve. Ook hierbij werd van iedere soort het aantal op het veldformulier genoteerd dat te zien was bij het water. Wanneer er soorten buiten de bak werden gezien, bijvoorbeeld schaatsenrijders op het water, werden deze alsnog genoteerd. Soorten die onherkenbaar waren of waarover werd getwijfeld, werden niet genoteerd. Wanneer een soort niet te zien was, werd deze niet genoteerd. De andere soorten werden tot een maximum van 50 genoteerd. Na het bekijken van de waterdieren werden ze weer vrijgelaten in het water.

Zwerfafval

Er werd ook gekeken naar het zwerfafval in en rondom het water. Doordat er vooral in gebieden werd gemeten waar geen bezoekers mochten komen, werd ervanuit gegaan dat er geen zwerfafval aanwezig was. Alleen wanneer er zwerfafval werd gevonden tijdens de meting, werd dit genoteerd. Ieder item telde voor 1 stuk. Dit kon een blikje zijn, maar ook een lollystokje of papiertje. Het aantal stuks dat werd gevonden werd ingevuld op het veldformulier

PH en temperatuur

Als extra parameters werden ook nog de pH en de temperatuur gemeten van het water. Dit werd gedaan met een pH-meter (HANNA instruments, pHep H198107 Pocket-sized pH Meter) (afbeelding 59). Deze pH meter werd aan het einde van de metingen in het water gestoken. Wanneer de pH-meter gestopt was met laden, werd de pH en de temperatuur die stonden weergegeven op het scherm genoteerd op het veldformulier. Wanneer de pH-meter na 15 tellen nog niet gestopt was met meten, werd de waarde die dan getoond werd genoteerd. Doordat de pH-meter niet betrouwbaar bleek te zijn, werden er ook nog papieren stripjes (Macherey-Nagel, pH fix 2.0 – 9.0) gebruikt waarmee de pH afgelezen kon worden (afbeelding 59). Bij iedere meting werd er een pH stripje 5 seconden heen en weer gehaald door het water. Vervolgens werd het overtollige water er afgeschud. Wanneer het stripje uitgekleurd was, kon het afgelezen worden aan de hand van de kleurtjes onderaan de verpakking.



Afbeelding 59. De pH-meter en de pH-stripjes

Na afloop

Na een dag meten werden alle materialen gereinigd. De materialen moesten gereinigd worden vanwege de kans dat er virussen en ziekten werden overgedragen van het ene waterlichaam naar het andere. Dit gaat bijvoorbeeld om het Ranavirus. Eigenlijk moeten alle materialen na iedere meting gereinigd worden. Dit bleek echter geen doen, waardoor er na iedere meetdag gereinigd werd. Soms werd er maar één meting gedaan op een dag, maar soms ook meerdere. Meerdere metingen werden echter in hetzelfde (natuur)gebied uitgevoerd. Voor het schoonmaken van de spullen werd een emmer gevuld met schoon kraanwater. Alle materialen werden ondergedompeld in de emmer (afbeelding 60). Dit ging om: het schepnet, de secchi-schijf, de laarzen, de kleine bak voor water en de hark. Na het onderdompelen werden de materialen gedesinfecteerd met een waterstofperoxide-oplossing (Blue Wonder).



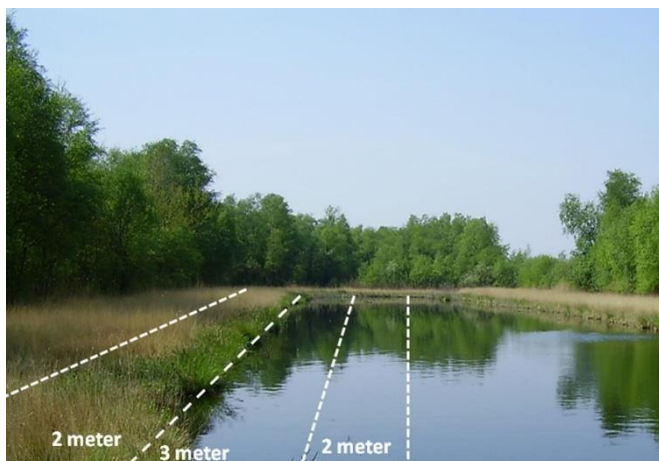
Afbeelding 60. Onderdompelen van de materialen

Als laatste werden de monsters voor nitraat en fosfaat via de post opgestuurd naar het laboratorium van NIOO-KNAW om onderzocht te worden.

2.5.2. Libellen tellen

De Vlinderstichting heeft sinds 1998 een libellenmeetnet. Hiervoor worden er speciale libellenroutes uitgezet waarop vrijwilligers ieder jaar de libellen tellen. Op dit moment zijn er ongeveer 500 actieve libellenroutes in Nederland. Voor dit onderzoek zijn de libellengegevens van 2019, 2020 en 2021 gebruikt van de 50 geselecteerde locaties. De libellenroutes zijn volgens de *Handleiding landelijke meetnetten vlinders, libellen en nachtvlinders* uitgezet (De Vlinderstichting, 2018). In deze handleiding is aangegeven hoe een route wordt uitgezet voor het tellen van libellen en hoe libellen worden geteld. De libellen worden ieder jaar door vrijwilligers geteld tussen 1 mei en 30 september. Dit gebeurt minimaal eenmaal in de twee weken. Het tellen wordt alleen gedaan tussen 11:00 uur en 16:00 uur. Op warme dagen, >22 graden, kunnen tellingen eventueel tussen 10:30 uur en 16:30 uur plaatsvinden. Op extreem warme dagen, >30 graden, kan er beter niet geteld worden rond de middaguren. De bewolking wordt ingeschat in achtsten. Bij een temperatuur tussen 13 en 17 graden wordt alleen geteld wanneer er 4/8 bewolking is. Bij een temperatuur >17 graden kan ook geteld worden wanneer de bewolking meer dan 4/8 is. Bij een temperatuur lager dan 13 graden wordt niet meer geteld. Ook bij een windkracht van meer dan 5 Beaufort wordt niet meer geteld. En ook bij neerslag wordt er niet geteld.

Tijdens het tellen wordt er in een constante, rustige wandelpas over de vaste route langs de waterkant gelopen. Alle libellen die worden gezien worden per transect genoteerd. Soms wordt de route in twee keer geteld, dus eerste keer (op de heenweg) alleen de kleine libellen en de tweede keer (op de terugweg) de grotere libellen. De kleine libellen worden genoteerd wanneer ze op een afstand van twee meter oever en drie meter water worden gezien. De grotere libellen worden genoteerd wanneer ze op een afstand van twee meter oever en vijf meter water werden gezien (afbeelding 61). Libellen die overduidelijk net zijn uitgeslopen en waarvan de vleugels nog week en zacht zijn, worden niet meegeteld. De libellen worden met name gedetermineerd op zicht, maar kunnen eventueel ook gevangen worden om beter te determineren. Wanneer libellen niet te determineren zijn, wordt er een steekproef gevangen en een extrapolatie gemaakt.



Afbeelding 61. Telafstanden kleine libellen en grotere libellen (De Vlinderstichting, 2018)

2.5.3. Waterplantenstructuur

Om de waterplantenstructuur te bepalen werd eigenlijk dezelfde methode gebruikt als voor het bepalen van de waterkwaliteit. De bedekkingsgraden en soorten werden van het veldformulier overgenomen in een aparte tabel (tabel 2). Hiervoor werden de categorieën kroos, algen en flab weggelaten en werd de categorie mos toegevoegd.

Tabel 2. Schema om data te verzamelen over de waterplantenstructuur

Datum:		Locatie:	
		Categorieën van de waterplanten: 1. Ondergedoken waterplanten 2. Drijvende waterplanten 3. Oever- en moeraswaterplanten 4. (Veen)mos	
	Wel/niet aanwezig:	Bedekkingsgraad:	Herkenbare soorten:
1.			
2.			
3.			
4.			

2.6. Verwerking

2.6.1. Waterkwaliteit

Om de waterkwaliteit te kunnen bepalen van de 50 locaties werden de gegevens van de meting, die verzameld werden op een veldformulier, overgezet in een online database. Hiervoor werden alle gegevens handmatig ingevoerd. Deze online data werd vervolgens gedeeld met Natuur en Milieu. Ook voegde Natuur en Milieu de waarden van de onderzochte monsters (nitraat en fosfaat) toe. Natuur en Milieu beoordeelde de data van de waterlichamen aan de hand van maatlatten. De waterlichamen werden ingedeeld op goede, matige of slechte waterkwaliteit.

De maatlatten stonden zo dicht mogelijk bij de maatlatten van Kaderrichtlijn Water. Om de maatlatten toe te passen, werden de locaties eerst ingedeeld in watertypes. Voor ieder watertype zijn er namelijk aangepaste maatlatten. De watertypes waar de locaties ingedeeld zijn, zijn: lijn klein (langgerekte watergang smaller dan 8 meter), lijn groot (langgerekte watergang breder dan 8 meter), plas ondiep klein (ondieper dan 6 meter en oppervlakte < 50 hectare).

Er zijn vervolgens vijf deelmaatlatten waarop gelet werd: planten, helderheid, nutriënten, waterdiertjes en zwerfafval. Planten en helderheid bepalen de ecosysteemtoestand (EST). Samen met de nutriënten vormt de EST het eindoordeel van de waterkwaliteit. Wanneer er geen sluitende conclusie bepaald kon worden, werden de waterdiertjes meegenomen in het eindoordeel. Zwerfafval werd niet meegenomen in de beoordeling.

Planten

Voor de deelmaatlat planten werd er gekeken naar de aanwezigheid en bedekking van kroos, flab, drijfplanten en onderwaterplanten. Volgens de Kaderrichtlijn Water komen watertypes in een bepaalde toestand wanneer er een bepaalde bedekking van een categorie aanwezig is. In tabel 3 staat per watertype aangegeven welke bedekkingsgraad nodig is om een bepaalde toestand te bereiken. Wanneer een plantencategorie er niet toe doet, staat er N/A in de tabel. Oeverplanten zijn niet meegenomen in de beoordeling vanwege de moeilijkheidsgraad qua beoordelen in het veld.

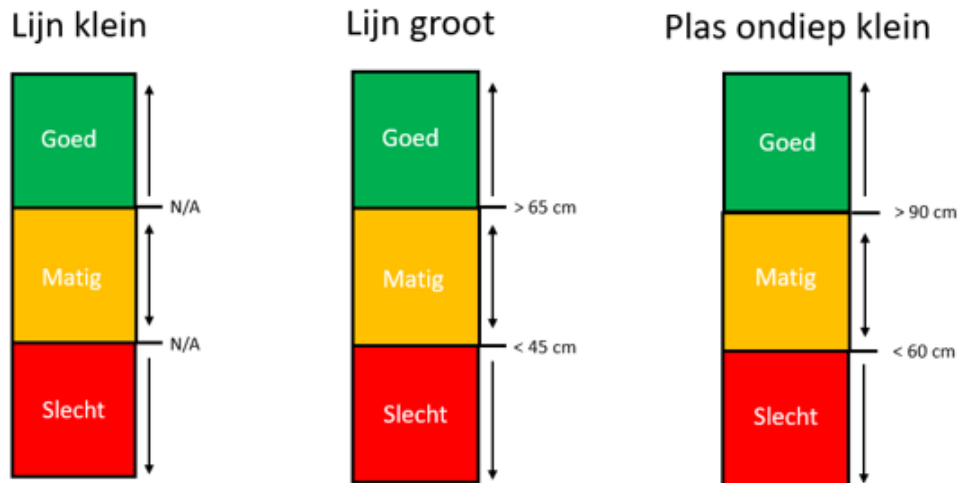
Tabel 3. Bepaalde toestanden KRW voor de planten

Watertype	Kroos dominantie	Flab dominantie	Drijfblad dominantie	Woekerende onderwater- planten	Onderwaterplanten aanwezig
Lijn klein	≥duidelijk aanwezig	≥duidelijk aanwezig	veel	veel	Duidelijk aanwezig of plaatselijk veel
Lijn groot	N/A	N/A	veel	veel	Duidelijk aanwezig of plaatselijk veel
Plas ondiep klein	≥duidelijk aanwezig	≥duidelijk aanwezig	veel	veel	Duidelijk aanwezig of plaatselijk veel

Een meting kan in theorie in meerdere toestanden vallen. In het eindoordeel werd flab-gedomineerd, kroos-gedomineerd en zonder planten als slecht beoordeeld. De categorie zonder planten kan wel planten hebben, maar dit waren er dan weinig. Drijfblad-gedomineerd en woekerende onderwaterplanten werden als matig bestempeld in het eindoordeel. Onderwaterplanten open werd als goed bestempeld. Onderwaterplanten open is een categorie waarbij onderwaterplanten aanwezig zijn, maar dan niet in een woekerende hoeveelheid.

Helderheid

De helderheid werd volgens de KRW-normen voor doorzicht (secchi-schijf) ingedeeld. Deze verschillen per watertype. In afbeelding 62 zijn de KRW-normen afgebeeld per watertype. In deze afbeelding is te zien dat er voor 'lijn klein' geen normen zijn. Voor 'lijn groot' moest het doorzicht meer dan 65 centimeter zijn om goed te scoren. Bij een doorzicht van 45 centimeter of minder werd de helderheid als slecht beoordeeld. Alles ertussenin als matig. Bij 'plas ondiep klein' was de helderheid goed wanneer het doorzicht meer was dan 90 centimeter. Wanneer het doorzicht minder was dan 60 centimeter werd de helderheid als slecht beoordeeld. Alles ertussenin werd als matig beoordeeld.



Afbeelding 62. Maatlatten helderheid

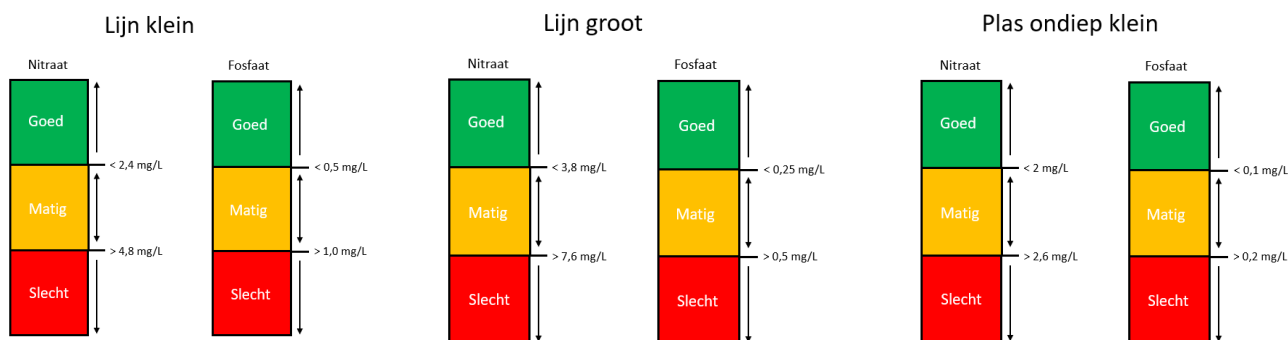
Wanneer er geen bodemzicht was en de uitkomst matig, dan werd de meting als matig troebel ingedeeld. Wanneer er geen bodemzicht was en de uitkomst slecht, dan werd het ingedeeld als troebel water. Wanneer het water troebel was en er een algendominantie was aangetoond, dan werd het ingedeeld als troebel door algen. Wanneer er wel bodemzicht was, was de uitkomst automatisch helder. Dit kon ondanks de maatlatten uit afbeelding 62.

In het geval van lijn klein is het doorzicht volgens de KRW niet van belang, maar om hier toch een waarde aan te hangen werd de ratio doorzicht/waterdiepte berekend. Wanneer de ratio groter was dan 0,6 was het water helder en anders was het troebel.

Uiteindelijk scoorde helder water goed. Matig troebel scoorde matig en troebel (door algen) scoorde slecht.

Nutriënten

Voor de nutriënten zijn de nitraat- en fosfaatconcentraties eerst apart ingedeeld in goed, matig of slecht. Dit is gedaan aan de hand van de KRW-normen. In afbeelding 63 zijn de maatlatten voor nitraat en fosfaat per watertype weergegeven. Bij het nitraatgehalte van 'lijn klein' ligt er een grens bij 2,4 mg/L en bij 4,8 mg/L. Alle waarden kleiner dan 2,4 mg/L waren goed, alles boven de 4,8 mg/L slecht en alles ertussenin matig. Voor fosfaat liggen de grenzen bij 0,5 en 1,0 mg/L. Voor nitraat bij 'lijn groot' liggen de grenzen bij 3,8 en 7,6 mg/L. Voor fosfaat bij 'lijn groot' liggen de grenzen bij 0,25 en 0,5 mg/L. Voor nitraat bij 'plas ondiep klein' liggen er grenzen bij 2 en 2,6 mg/L. Voor fosfaat bij 'plas ondiep klein' liggen de grenzen bij 0,1 en 0,2 mg/L. De nitraatwaarden hebben hogere grenswaarden dan de fosfaatwaarden. Wanneer N en P beide goed waren, was het oordeel goed. Wanneer één van beide nutriënten slecht was dan was het oordeel ook slecht. In alle andere combinaties was het oordeel matig.



Afbeelding 63. Maatlatten nutriënten

Waterdiertjes

De waterdiertjes zijn beoordeeld volgens de methode van waterdiertjes.nl. Deze site heeft een systeem waarbij waterdiertjes van 1 (indicator vies water) tot 5 (indicator schoon water) worden ingedeeld. Na het invoeren van de waterdiertjes wordt er een rapportcijfer van 1-10 aan gegeven. Bij een rapportcijfer van 1 tot en met 5,2 werd het als slecht beoordeeld. Bij een rapportcijfer van 5,2 tot en met 6,8 werd het als matig beoordeeld en bij een rapportcijfer van 6,8 tot en met 10 werd het goed beoordeeld.

Eindoordeel

Het eindoordeel kwam tot stand door de ecologische toestand, planten en helderheid, en de nutriënten. Wanneer er geen sluitend eindoordeel was, werd de beoordeling naar boven afgerond wanneer het rapportcijfer van de waterdiertjes goed was. In tabel 4 staat hoe het eindoordeel uiteindelijk berekend werd.

Tabel 4. Methode eindoordeel

EST	Nutriënten	Waterdiertjes	Eindoordeel
Goed	Goed	-	Goed
Matig	Matig	-	Matig
Slecht	Slecht	-	Slecht
Goed	Slecht	-	Matig
Slecht	Goed	-	Matig
Één van beide goed, ander matig		Goed	Goed
Één van beide goed, ander matig		Matig of slecht	Matig
Één van beide slecht, ander matig		Goed	Matig
Één van beide slecht, ander matig		Matig of slecht	Slecht

Hierbij kwam de EST als volgt tot stand: onderwaterplanten open scoorde goed. Helder zonder planten, woekerende onderwaterplanten, matig troebel zonder planten en drijfblad-gedomineerd scoorden matig. Troebel (door algen), kroos-gedomineerd en flab-gedomineerd scoorden slecht.

2.6.2. Libellen en waterkwaliteit

Wanneer de waterkwaliteit bepaald was aan de hand van de maatlatten, werd deze naast verschillende libelleninventarisaties gelegd. Voor de libellengegevens werden er verschillende indelingen gemaakt. Eerst werd het aantal soorten geselecteerd. Hiervoor werd er gekeken naar alle getelde soorten op de routes van de jaren 2019, 2020 en 2021. Naast het totaal aantal soorten per route werd er ook nog een selectie gemaakt voor de uitgelichte soorten. Dit zijn de soorten die in 2.3.2 *Libellen* zijn uitgelicht. De uitgelichte soorten zijn: speerwaterjuffer, maanwaterjuffer, noordse witsnuitlibel, zwarte heidelibel, venglasenmaker, tangpantserjuffer en noordse glazenmaker. Voor deze uitgelichte soorten werd er ook gekeken naar de jaren 2019, 2020 en 2021.

Nadat de soorten waren geselecteerd werd er ook gekeken naar de individuen per route. Hiervoor werden eerst alle getelde individuen per route geselecteerd. Deze cijfers kwamen uit 2020, want de jaarcijfers van 2021 waren nog niet bekend. De jaarcijfers zijn een maat voor het aantal individuen wat geteld zou zijn als de route iedere twee weken geteld zou zijn. Dit houdt in dat het jaarcijfer corrigeert voor ontbrekende bezoeken. De aantallen worden per soort erbij geschat op basis van de tellingen op andere routes.

Nadat de individuen waren geselecteerd, werden deze berekend voor 50 meter. Iedere route heeft namelijk een andere lengte. Om de gegevens gelijkwaardig te maken, moest het aantal individuen gecorrigeerd worden voor de routelengte. Nadat de individuen waren berekend, werden ook de uitgelichte individuen berekend. Deze uitgelichte individuen zijn individuen die geteld zijn van de uitgelichte soorten. Ook deze werden per 50 meter berekend.

Nadat de libellengegevens verzameld waren konden deze naast de waterkwaliteit gelegd worden. Om de gegevens te kunnen analyseren werd er gebruik gemaakt van een 'negative binomial generalized linear model'. Er is met deze methode gekeken of er een lineair of kwadratisch verband is tussen de libellen en de waterkwaliteitsbeoordeling. Hiervoor werden steeds de verschillende libellengegevens (aantal (uitgelichte) soorten en aantal (uitgelichte) individuen) en de waterkwaliteitsbeoordeling in het model gezet. Wanneer de p-waarde lager was dan 0,05, dan was de uitkomst significant en was er een verband. Wanneer er een verband was, werd er aan de hand van boxplots gekeken naar de vorm ervan.

Naast de waterkwaliteitsbeoordeling zijn er ook losse parameters die te maken hebben met de waterkwaliteit: nitraat, fosfaat en pH. Deze parameters zijn apart van de waterkwaliteitsbeoordeling ook statistisch getoetst met de libellengegevens. Hiervoor zijn de libellengegevens en alle parameters zowel los als met elkaar in een 'negative binomial generalized model' geplaatst. Eerst werd er één model gebruikt. Wanneer hier een p-waarde van $<0,05$ uitkwam, was de uitkomst significant en was er een verband. Wanneer er een verband werd geconstateerd werd er aan de hand van een spreidingsgrafiek gekeken naar de vorm van het verband. Vervolgens werden alle gegevens nog een keer getoetst met twee modellen. Dit diende als extra controle. In het eerste model werden alle parameters bij elkaar gezet. Het eerste model werd vergeleken met een tweede model waarbij afgewisseld werd met twee van de drie parameters. Vervolgens werden de twee modellen vergeleken doormiddel van een ANOVA-toets. Als de p-waarde van de ANOVA-toets significant is ($<0,05$), verschillen de twee modellen van elkaar. Het model met drie parameters is dan anders dan het model met de twee parameters. Hieruit blijkt dan dat de weggelaten parameter uit het tweede model het verschil maakt. En als de p-waarde niet significant is, maakt de weggelaten parameter geen verschil.

2.6.3. Libellen en waterplanten

Voor het onderzoeken van relaties tussen libellen en waterplanten werden dezelfde libellengegevens gebruikt als bij de waterkwaliteit. Ook voor deze analyse werd een 'negative binomial generalized linear model' gebruikt. Hiervoor werd er in het model steeds één waterplantencategorie vergeleken met de verschillende libellengegevens (aantal (uitgelichte) soorten en aantal (uitgelichte) individuen). Er werd gekeken of er een lineair of kwadratisch verband was. Dit verband was aanwezig wanneer de p-waarde $<0,05$ was. Wanneer er een verband was werd er gekeken naar de bijbehorende boxplots om het verband beter te kunnen analyseren. Daarnaast werd er ook nog gekeken naar alle categorieën samen in één model. Dit werd gedaan om te kijken of dat verschil maakte met het los analyseren van de categorieën. Ook hierbij werd er gekeken naar een lineair of kwadratisch verband. Wanneer de p-waarde $<0,05$ was, was er een verband.

3. Resultaten

3.1. Waterkwaliteit

Tijdens het bepalen van de waterkwaliteit zijn foto's gemaakt van iedere locatie. De foto's zijn in bijlage III weergegeven om een beter beeld van de locaties te creëren. Veel locaties lijken aardig overeen te komen wanneer de foto's bekeken worden. Op veel foto's is te zien dat er veel oeverplanten stonden langs de kant, maar ook in het water. Er zijn ook locaties die opvallend anders zijn dan de rest. Zo springt Paddepoel 1 (739) eruit. Dit komt doordat het water op de foto's amper te zien is en de begroeiing is op de locatie totaal anders vergeleken met de anderen (afbeelding 64). Er zijn ook routes waarvan het waterlichaam veel uitgestrekter is dan bij de anderen: Hilversums wasmeer (809), Brandven (1242), Ballastputten (1356 en 1357), Paddepoel 2 (1373), Leusveld 1 (1507), Koffiepoel (1591), Wieselse plas (1637) en Oude vijver (1769). Ook hebben de meeste van deze wateren bijna geen oeverplanten in het water staan. Daarnaast is het opvallend dat de Leersumse plassen (1277 en 1278) een bruinere indruk maken, qua vegetatie, dan de rest.



Afbeelding 64. Paddepoel 1 springt eruit met de opvallende vegetatie

De waterkwaliteit is in zijn geheel bepaald door Natuur en Milieu aan de hand van maatlatten. Zoals eerder beschreven werd het eindoordeel geveld aan de hand van de planten, helderheid en nutriënten. Soms werden de waterdiertjes ook nog meegenomen wanneer er geen sluitende conclusie te trekken was. De waterkwaliteit is in drie categorieën ingedeeld: slecht, matig of goed. In tabel 5 staan alle beoordelingen per meting. Normaal gesproken wordt er bij de Kaderrichtlijn Water gewerkt volgens het 'one out all out'-principe. Dit houdt in dat als er op één onderdeel minder wordt gescoord dan de rest, dat de beoordeling automatisch naar de mindere kant uitvalt. Dus wanneer alle onderdelen goed zijn, maar één onderdeel is matig, dan is de uitslag matig. In de kolom 'Beoordeling waterkwaliteit' zijn de beoordelingen zonder het 'one out all out'-principe weergegeven. In de andere kolom "Beoordeling 'one out all out'" zijn de beoordelingen weergegeven wanneer dit principe wordt toegepast. Wat opvalt is dat route 1277 en 1685 zijn weggelaten. Bij route 1277 waren de nitraat- en fosfaatwaarden verkeerd gemeten, waardoor er een onterechte beoordeling was gegeven. Het vennetje dat bij route 1685 hoorde, was opgedroogd waardoor er geen metingen konden plaatsvinden.

Tabel 5. Waterkwaliteitsbeoordeling per meting

Routenummer	Naam locatie	Beoordeling waterkwaliteit	Beoordeling 'one out all out'
15	AWD – GVZ – Grote middenplas		
17	AWD – EVR – Grote zuidelijke eerste plas		
18	AWD – ZVK – Astridsdriftje		
21	AWD – VOK – Pannenland-Zuid		
25	AWD – REL – Waterbak		
26	Staverdense leemputten 26		
27	Staverdense leemputten 27		
555	Buurserzand – Noordven		
556	Buurserzand – Zuidven		
557	Buurserzand – Molenven		
628	MD – West/dam		
629	MD – West/zanderijvaart 2		
659	Wyldemerk 1		
739	Paddepoel 1		
809	Hilversums wasmeer		
946	Schapenkamp I		
947	Schapenkamp II		
948	Schapenkamp III		
1242	Oisterwijkse bossen en vennen – 2		
1277	Leersumse plassen 1		
1278	Leersumse plassen 2		
1294	Deuverdense hei		
1353	Nonnenven 1		
1354	Nonnenven 2		
1355	Ballastputten 1		
1356	Ballastputten 2		
1357	Ballastputten 3		
1373	Paddepoel 2		
1507	Leusveld – libellen 1		
1508	Leusveld – libellen 2		
1509	Leusveld – libellen 3		
1569	Gorsselse heide – luteaven		
1571	Gorsselse heide – obliquaven		
1572	Gorsselse heide – corduliagracht		
1573	Gorsselse heide – cyaneapoeltje kwel		
1574	Gorsselse heide – cyaneapoeltje regen		
1589	Brunssummerheide – bovenste schrieversheideven		
1590	Brunssummerheide – onderste schrieversheideven		
1591	Brunssummerheide – koffiepoel		
1592	Brunssummerheide – rode beek		
1593	Brunssummerheide – bronnengebied		
1595	De Berk		
1620	Fochteloërveen – Assen – libellen		
1637	Wieselse plas		
1670	NHD – Winterkoning		
1685	Oisterwijkse bossen en vennen – 3		
1686	Motketel Apeldoorn		
1688	Lettelerleide poel		
1769	Oude vijver – boswachterij Staphorst		
1770	Fochteloërveen – libellen algemeen		

In afbeelding 65 zijn de bijbehorende cirkeldiagrammen weergegeven. Uit de cirkeldiagrammen blijkt dat wanneer het 'one out all out'-principe niet wordt toegepast, 40% goed scoort, 54% scoort matig en 6% scoort slecht. Wanneer het principe wel wordt toegepast scoort 0% goed, 62% scoort matig en 38% scoort slecht. Voor het onderzoek is de 'beoordeling waterkwaliteit' gebruikt, omdat deze meer variatie heeft. Doordat deze meer variatie heeft zal een verband met de libellen beter naar voren moeten komen, dan wanneer de waarden van het 'one out all out'-principe worden gebruikt.



Afbeelding 65. Cirkeldiagrammen zonder het 'one out all out'-principe en met het principe

In dit verslag worden niet alle gegevens gepresenteerd die zijn verzameld in het veld. Zo worden waterbeleving, bodemdiepte, doorzicht, waterdieren en zwerfafval niet gepresenteerd. Waterbeleving en zwerfafval zijn ook niet meegenomen in de waterkwaliteitsbeoordeling. Bodemdiepte, doorzicht en waterdieren zijn wel meegenomen in de beoordeling. Echter zeggen de gegevens losstaand niet zo veel. Andere parameters zijn wel belangrijk om te laten zien, zoals: nitraat, fosfaat en pH. De pH van het water is niet meegenomen in de waterkwaliteitsbeoordeling, maar is wel belangrijk voor de onderzochte watertypen. Tijdens het meten van de pH werd ook de temperatuur van het water genoteerd, maar deze wordt in het onderzoek niet verder geanalyseerd.

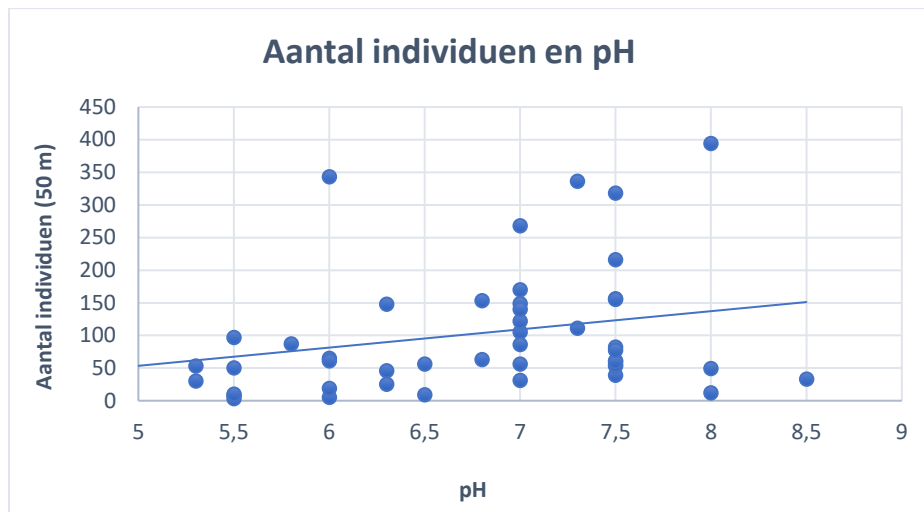
In de tabel van bijlage IV zijn verschillende parameters weergegeven: nitraat, fosfaat en pH. De nitraatwaarden zijn tussen de 0,059 en 3,945 mg/L. Alle nitraatwaarden hebben samen een gemiddelde van 1,147 mg/L. De fosfaatwaarden zijn tussen de 0,009 en 0,989 mg/L. Het fosfaatgemiddelde is 0,124 mg/L. De pH schommelt tussen 4,5 en 8,5. Het gemiddelde van de pH is 6,7. De nitraat- en fosfaatwaarden van route 1278 ontbreken vanwege een foutieve meting. De pH-waarde van route 1574 ontbreekt. De pH werd later gemeten dan de waterkwaliteit. Hierbij had het ven een te lage waterstand om de pH te kunnen meten. Daarnaast valt op dat route 1685 geen waarden heeft. Doordat het ven dat bij deze route hoort opgedroogd was, konden er geen metingen gedaan worden.

3.2. Libellen en waterkwaliteit

In de tabel van bijlage V staan het aantal (uitgelichte) soorten en aantal (uitgelichte) individuen per route naast de waterkwaliteit. Met de waarden uit bijlage V zijn statistische toetsen uitgevoerd. Tussen het aantal (uitgelichte) individuen en (uitgelichte) soorten en de algemene waterkwaliteitsbeoordeling, van Natuur en Milieu, is er geen verband gevonden.

Verder blijkt er uit de statistiek dat er geen duidelijke verbanden zijn met de uitgelichte soorten en uitgelichte individuen en de parameters. Met het aantal soorten en individuen zijn echter wel verbanden te zien.

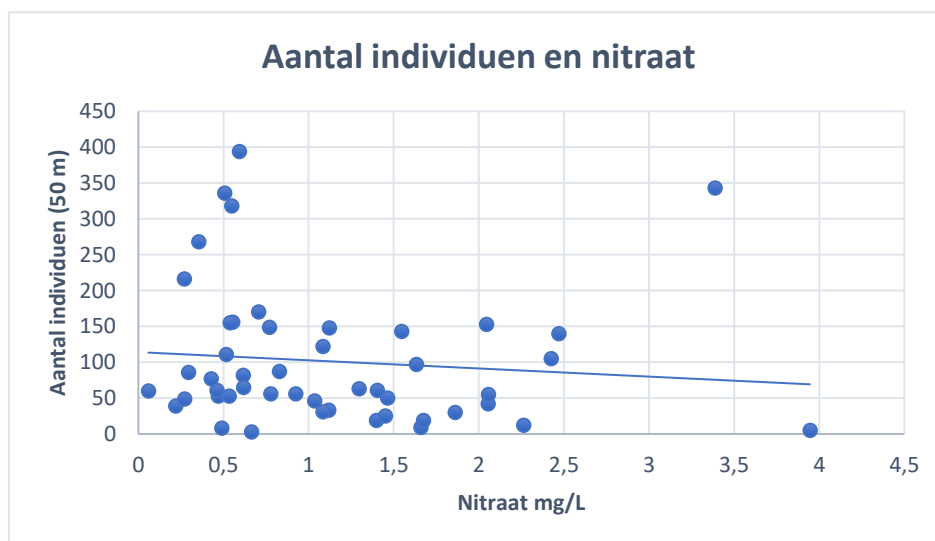
Bij het aantal individuen is er een verband tussen de pH en het aantal individuen per 50 meter. In afbeelding 66 is een spreidingsgrafiek weergegeven van het aantal individuen per 50 meter en de pH-waarden. Hierin is te zien dat er bij een hogere pH meer individuen worden waargenomen, dan bij een lagere pH. De p-waarde was dan ook 0,02281, dus significant.



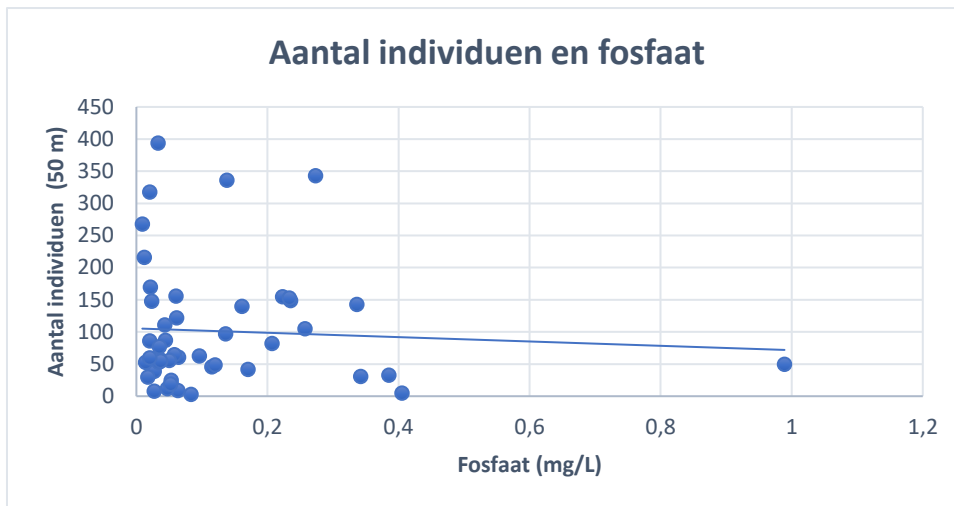
Afbeelding 66. pH en het aantal individuen per 50 meter

Op het eerste gezicht lijkt er geen verband te zijn tussen nitraat en fosfaat en het aantal individuen per 50 meter. Bij de eerste statistische toetsen waren de uitkomsten niet significant. Echter blijkt wanneer je een eerste model met alle drie de parameters vergelijkt met een tweede model met alleen nitraat en fosfaat, dat deze wel significant verschilt. De p-waarde van de ANOVA-toets is dan 0,00109. Dit duidt erop dat er toch een verband is tussen het aantal individuen en de nutriënten. Deze theorie is gecontroleerd door een model met alleen pH te vergelijken met een model met pH en nitraat. Ook deze blijken een significant verschil te hebben met de ANOVA-toets, p-waarde is 0,0095. Hetzelfde geldt wanneer er een model met alleen pH wordt vergeleken met een tweede model met pH en fosfaat. Ook deze blijken significant te verschillen met een ANOVA-toets. De p-waarde is dan 0,0099.

In afbeelding 67 en 68 zijn de spreidingsgrafieken van nitraat en fosfaat weergegeven. Hierin lijkt het erop dat er minder individuen worden waargenomen bij een hogere nitraat- of fosfaatwaarde. Bij een lagere nitraat- of fosfaatwaarde lijken er meer individuen aanwezig te zijn.



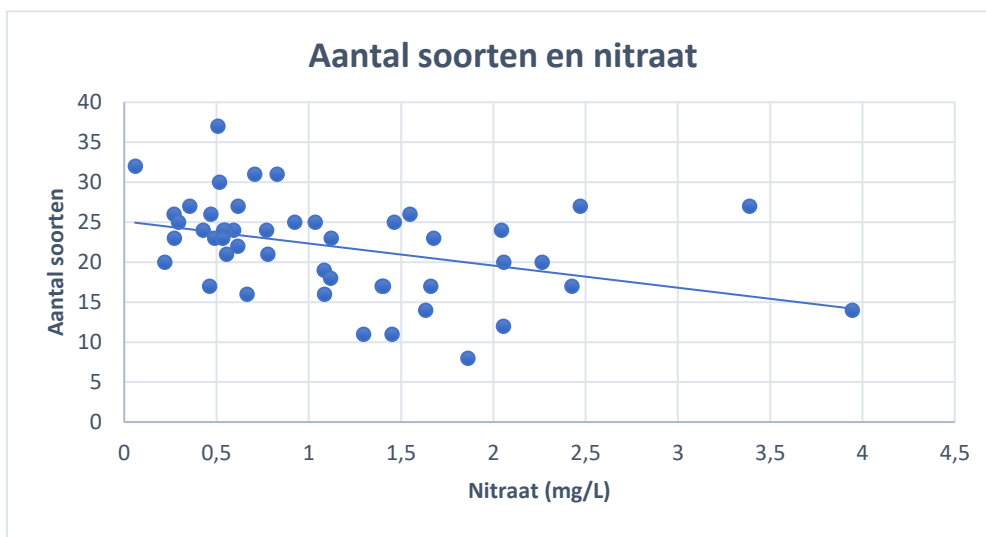
Afbeelding 67. Spreidingsgrafiek met aantal individuen per 50 meter en nitraat (mg/L)



Afbeelding 68. Spreidingsgrafiek met aantal individuen per 50 meter en fosfaat (mg/L)

Er kan dus gezegd worden dat er wel een verband is tussen nitraat en het aantal individuen en met fosfaat en het aantal individuen. Bij de eerste statistische toets zijn er geen verbanden gesignaleerd doordat nitraat en fosfaat een interactie hebben. Door een combinatie van de spreidingsgrafieken en de significante verschillen, blijkt dat: hoe meer nutriënten in het water, hoe minder individuen.

Bij het aantal soorten is er een verband tussen nitraat en het aantal soorten. In afbeelding 69 is een spreidingsgrafiek van het aantal soorten en de nitraatwaarden weergegeven. Hierin is te zien dat er bij een hogere nitraatwaarde minder soorten worden waargenomen, dan bij lagere nitraatwaarden. Daarnaast is de nitraatwaarde ook statistisch getoetst. De p-waarde is 0,00421, dus significant.



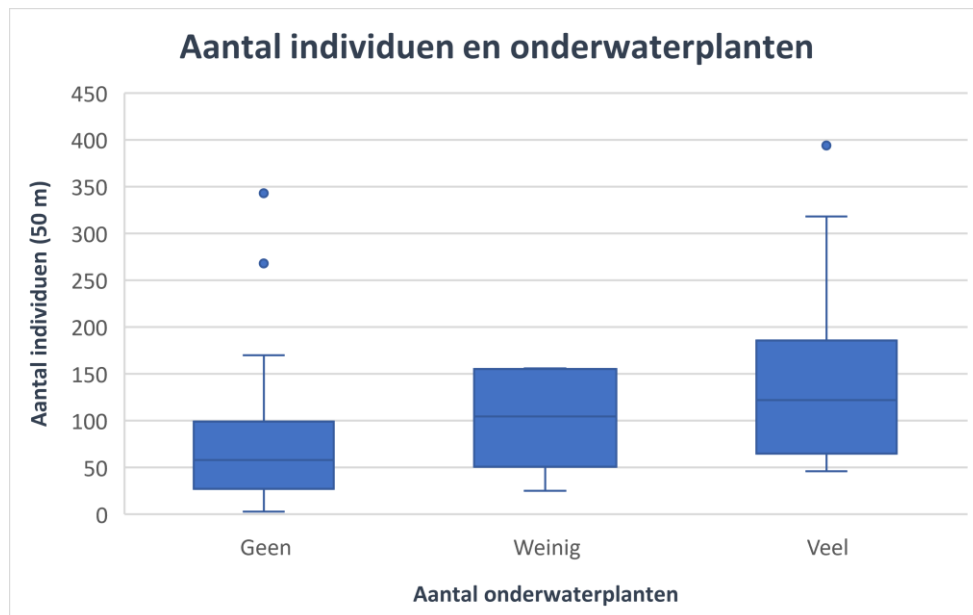
Afbeelding 69. Spreidingsgrafiek met aantal soorten en nitraat

Voor fosfaat en pH zijn geen verbanden gevonden. De statistische toetsen hadden geen significante uitkomsten. Fosfaat had een p-waarde van 0,763 en pH had een p-waarde van 0,243. Deze zijn beide groter dan een p-waarde van 0,05.

3.3. Libellen en waterplanten

Tijdens het onderzoek zijn de gegevens van de waterplanten apart verzameld. In tabel van bijlage VI zijn de bedekkingsgraden van verschillende categorieën waterplanten weergegeven. De bedekkingsgraden staan voor bepaalde percentages: geen (0%), weinig (5-10%), duidelijk aanwezig (15-35%), plaatselijk veel (40-60%) en veel (70-100%). Opvallend is dat er bij de onderwaterplanten maar drie opties voorkomen: geen, weinig en veel. Bij de andere categorieën is er meer variatie. Bij de drijfplanten zijn de uitkomsten met name: geen, weinig en duidelijk aanwezig. Alleen route 629, 1242, 1595 en 1637 hebben plaatselijk veel of veel drijfplanten. Bij de oeverplanten is het opvallend dat deze altijd aanwezig is. De bedekkingsgraden zijn met name: duidelijk aanwezig, plaatselijk veel of veel. Alleen route 1590 heeft weinig oeverplanten. De bedekkingen van de (veen)mossen zijn het meest wisselend. Bij deze categorie komen alle mogelijke bedekkingsgraden voor.

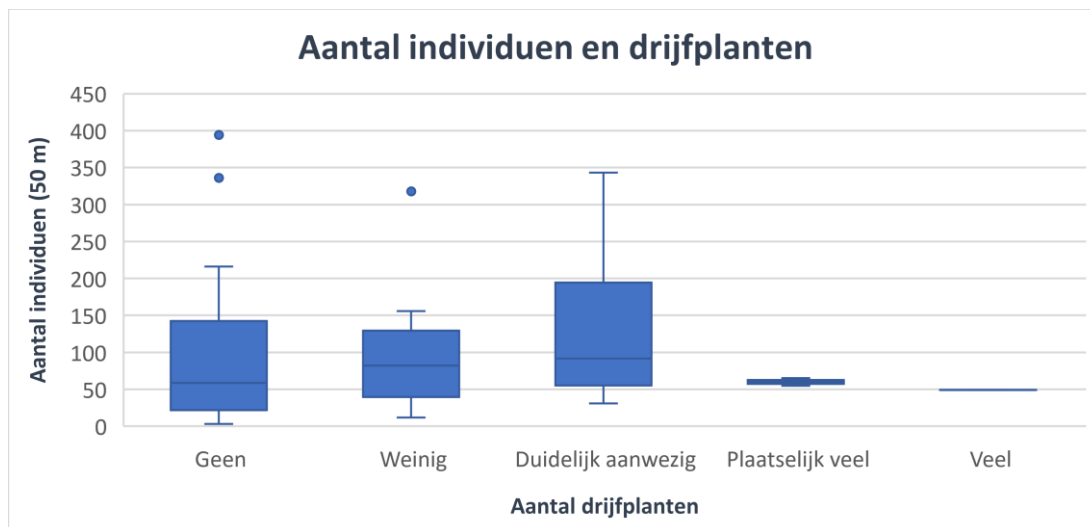
Bij het statistisch toetsen van de plantenstructuren zijn enkele verbanden gevonden. Zo blijkt er een verband te zijn tussen het aantal individuen en de structuur van de onderwaterplanten. Uit het 'negative binomial generalized linear model' is een p-waarde van 0,0239 gekomen. Dit gaat om een lineaire relatie. Om erachter te komen wat de relatie precies inhoudt, wordt er gekeken naar de boxplot. In afbeelding 70 is in een boxplot het aantal individuen per 50 meter en de verschillende bedekkingsgraden van de categorie onderwaterplanten weergegeven.



Afbeelding 70. Boxplot aantal individuen per 50 meter en de onderwaterplanten

In de boxplot is te zien dat wanneer er geen onderwaterplanten aanwezig zijn, het aantal individuen per 50 meter lager is dan wanneer er wel onderwaterplanten aanwezig zijn. Daarnaast worden de meeste individuen per 50 meter waargenomen bij de bedekkingsgraad 'veel', wat gelijk staat aan 70-100%.

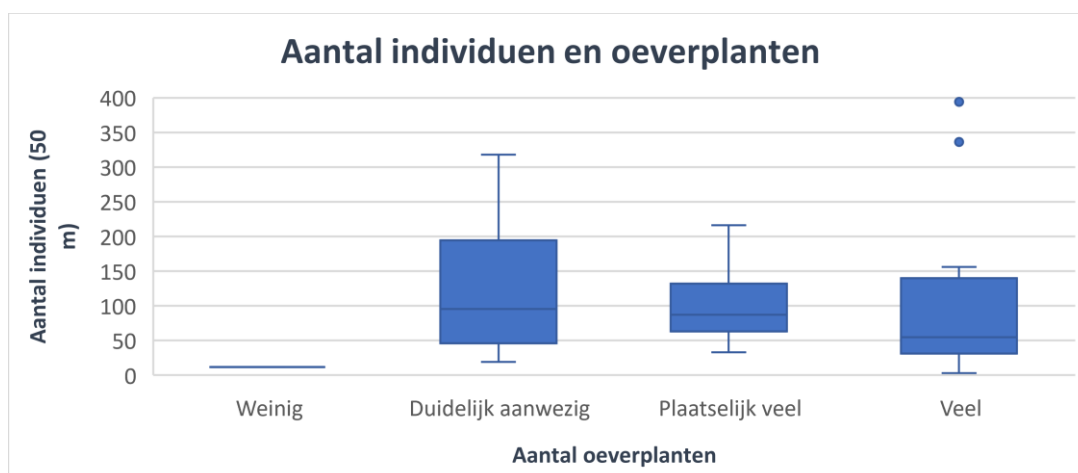
Tussen het aantal individuen en de drijfplanten leek eerst geen verband te zijn. De categorieën zijn eerst los getoetst. Bij deze losse toetsing is er geen significante waarde uitgekomen voor de drijfplanten. Toen de categorieën samen werden getoetst is er wel een verband gevonden. De p-waarde was bij de tweede keer toetsen 0,01213. Het gaat om een kwadratisch verband. Dit houdt in dat er een optimum is in plaats van een stijgende of dalende lijn. Om inzicht te krijgen in het verband wordt er naar de bijbehorende boxplot gekeken. In afbeelding 71 is de boxplot met het aantal individuen per 50 meter en de verschillende bedekkingsgraden van drijfplanten weergegeven.



Afbeelding 71. Boxplot aantal individuen per 50 meter en de drijfplanten

Hieruit is op te maken dat er de meeste individuen worden waargenomen bij een bedekkingsgraad van 'duidelijk aanwezig'. Dit komt overeen met een bedekking van 15-35% drijfplanten. Het gemiddelde van 'weinig' ligt dichtbij het gemiddelde van 'duidelijk aanwezig'. Bij 'weinig' drijfplanten worden dan ook meer individuen waargenomen dan bij de bedekkingsgraden 'geen', 'plaatselijk veel' en 'veel'. Ook de gemiddelden van de bedekkingsgraden 'geen' en 'plaatselijk veel' liggen heel dichtbij elkaar. Daarnaast worden de minste individuen waargenomen bij de bedekkingsgraad 'veel'.

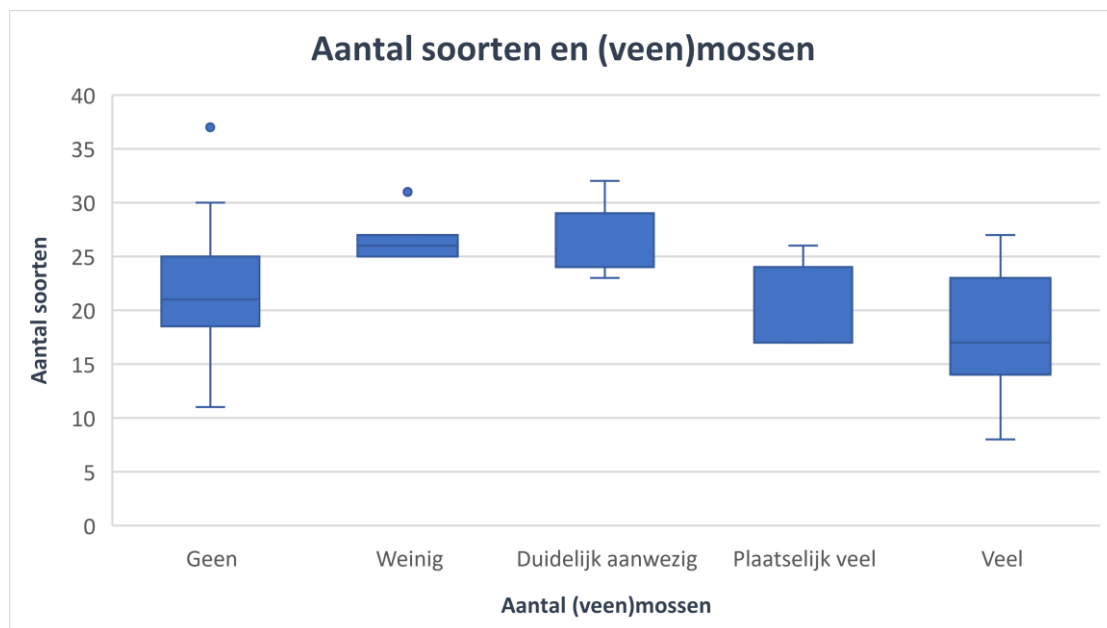
Bij het aantal individuen en de oeverplanten is een ander verband aanwezig. Uit de statistische toets blijkt het om zowel een lineaire als kwadratische relatie te gaan. De p-waarde voor een lineair verband is 0,0392 en voor een kwadratisch verband is de p-waarde 0,0159. Om het verband beter in kaart te brengen, wordt er gekeken naar de bijbehorende boxplot. In afbeelding 72 is een boxplot weergegeven met het aantal individuen per 50 meter en de bedekkingsgraden van de oeverplanten.



Afbeelding 72. Boxplot aantal individuen per 50 meter en de oeverplanten

Hieruit is af te lezen dat er het minste individuen zijn wanneer er 'weinig' oeverplanten zijn. Een bedekkingsgraad van 'veel' oeverplanten volgt daarna met het aantal individuen. Daarna worden er meer individuen aangetroffen bij een bedekkingsgraad met 'plaatselijk veel' en de meeste individuen worden waargenomen bij wateren met een bedekkingsraad van 'duidelijk aanwezig'. Dit komt overeen met een bedekking van 15-35% oeverplanten.

Tussen het aantal soorten en de bedekkingsgraden van de (veen)mossen is ook een verband ontdekt. Bij het statistisch toetsen blijkt het om een lineair en kwadratisch verband te gaan. De p-waarde voor het lineaire verband is 0,0068 en voor het kwadratische verband is de p-waarde 0,00041. Om inzicht te krijgen in het verband, wordt er weer naar de bijbehorende boxplot gekeken. In afbeelding 73 is deze boxplot weergegeven.



Afbeelding 73. Boxplot aantal soorten en de (veen)mossen

Uit de boxplot is af te leiden dat de meeste soorten worden waargenomen bij een bedekkingsgraad van 'weinig' of 'duidelijk aanwezig'. Vervolgens worden er meer soorten waargenomen bij een bedekkingsgraad van 'plaatselijk veel', dan bij een bedekking van 'veel' of een afwezigheid van (veen)mossen.

4. Discussie

Voor dit onderzoek is de waterkwaliteit volgens de handleiding van Natuur en Milieu gemeten op 50 locaties in Nederland. Deze handleiding is geschreven voor een citizen science-project en is gebaseerd op de richtlijnen van Kaderrichtlijn Water. Hierbij is er rekening mee gehouden dat niet iedere persoon even veel kennis heeft van waterkwaliteit. Daarnaast zijn er libellen geteld volgens een vaste methode van het Landelijk Meetprogramma Libellen. Citizen science-projecten werken over het algemeen goed, doordat er een grote hoeveelheid data verzameld kan worden. Individuele verschillen in kennis en kunde vallen daardoor weg in de massa. In dit onderzoek zijn echter een beperkt aantal locaties onderzocht. Daarom is ervoor gekozen om niet de focus te leggen op de waterkwaliteitsbeoordeling, maar te rekenen met de exacte waarden van nitraat, fosfaat en pH. Daarnaast is er voor het waterplantenonderzoek niet gebruik gemaakt van specifieke soorten, maar van bedekkingsgraden. Deze bedekkingsgraden zijn vrij ruim genomen en daarom goed in te schatten. De libellentellingen worden al jaren gedaan en de cijfers worden door het Centraal Bureau voor Statistiek geanalyseerd.

Waterkwaliteit

Uit dit onderzoek is gebleken dat de waterkwaliteit bij meer dan de helft van de 50 locaties matig is. 40 procent van de wateren heeft een goede score en 6 procent scoort slecht. Echter, zijn dit de meest positieve bevindingen. Wanneer er gekeken wordt naar het 'one out all out'-principe scoort 62 procent matig en 38 procent slecht. Dat er bij het 'one out all out'-principe geen goede scores zouden zijn, was te verwachten. Het is een hele strenge methode en ook bleek al eerder uit onderzoek dat de wateren in Nederland er minder goed voor staan dan gedacht (Natuur en Milieu, 2020). Het is wel verrassend dat wanneer het 'one out all out'-principe niet wordt gebruikt, 40 procent van de wateren goed scoort. Dit was niet de verwachting. Tussen de waterkwaliteitsbeoordeling en de libellengegevens waren geen relaties te vinden. Dat is niet heel vreemd. Doordat de waterkwaliteitsbeoordeling is ingedeeld in drie categorieën en het aantal meetlocaties beperkt is, is er te weinig variatie om een goed beeld te krijgen. Ondanks dat er geen relatie is gevonden tussen de libellen en de waterkwaliteitsbeoordeling zijn er wel meerdere relaties gevonden tussen de libellen en waterkwaliteit en -planten.

Waterkwaliteit en libellen

Uit de resultaten blijkt dat er relaties zijn tussen de libellen en de exacte waarden van de waterkwaliteit. Zo blijkt dat er meer individuen worden waargenomen bij een hogere pH. In de literatuur was er nog niet aangetoond wat de precieze gevolgen zouden zijn van de pH-waarde. Wel was er bekend dat verzuring een rol speelt bij de achteruitgang van venlibellen (Agus et al., 2017; Klein Wolterink, 2020). Dat er meer individuen worden waargenomen wanneer de pH hoger is, is daardoor niet helemaal nieuw. Voor het aantal soorten is er geen verband gevonden met de pH. Dit zou kunnen komen doordat de verschillen in het aantal soorten per locatie kleiner zijn, dan bij het aantal individuen.

Naast de relatie met pH zijn er ook relaties gevonden tussen nitraat en fosfaat en de libellen. Er lijken meer individuen te worden waargenomen bij lagere nutriëntenwaarden. Bij hogere nutriëntenwaarden lijken er minder individuen te worden waargenomen. Het verband tussen fosfaat en het aantal individuen lijkt op het eerste gezicht te komen door de enorme uitschieter, maar ook wanneer de berekening wordt gedaan zonder deze uitschieter, blijft het verband hetzelfde. Hetzelfde geldt voor nitraat. Ook daar blijft de p-waarde significant zonder de uitschieters.

Voor het aantal soorten is er een verband gevonden met de nitraatwaarden, maar niet met de fosfaatwaarden. Er worden meer soorten waargenomen bij een lagere nitraatwaarde, dan bij een hogere nitraatwaarde. Ook hierbij geldt dat het verband blijft bestaan zonder de uitschieters. Daarnaast is er ook nog steeds geen verband voor fosfaat te vinden wanneer daar de uitschieters worden weggelaten. Dat er geen verband is gevonden met fosfaat is wel opvallend, maar dit zou ook kunnen komen door de kleine verschillen in het aantal soorten.

Dat er zowel voor de individuen als voor de soorten verbanden zijn gevonden met de nutriënten, komt overeen met de verwachtingen. Uit de literatuur bleek al dat de soortenrijkdom en het aantal individuen van libellen negatief wordt beïnvloed wanneer er sprake is van een hoge mate van eutrofiëring (Vanacker et al., 2018). Eutrofiëring wordt onder andere beïnvloed door nitraten en fosfaten die afkomstig zijn uit mest (Natuur en Milieu, 2020). Ook een ander onderzoek toonde al aan dat de meeste libellen aanwezig zijn wanneer er een laag stikstof- en fosforgehalte is (Catling, 2005). Stikstof en fosfor zijn niet hetzelfde als nitraat en fosfaat, maar nitraat is wel een vorm van stikstof en fosfor en fosfaat worden naast elkaar gebruikt in de bemestingsleer (Nutrinorm, 2018; Eurofins Agro, z.d.). Hierdoor kan het onderzoek over stikstof- en fosforgehalte vergeleken worden met de nitraat- en fosfaatwaarden.

Waterplanten en libellen

Tussen de waterplanten en de libellen zijn ook verschillende relaties gevonden. Voor de onderwaterplanten geldt dat wanneer de bedekking van de onderwaterplanten toeneemt, de individuen dat ook doen. Bij een bedekkingsgraad van 'veel' (70-100%) onderwaterplanten, komt het hoogste aantal individuen voor. Dit is niet verrassend, omdat de larven van libellen zich graag schuilhouden in de vegetatie (De Vlinderstichting, z.d.). Er moet wel rekening gehouden worden met het feit, dat er bij de onderwaterplanten geen bedekkingsgraden van 'duidelijk aanwezig' of 'plaatselijk veel' aanwezig waren. Het zou dus kunnen zijn dat deze bedekkingsgraden nog beter zouden scoren. Tussen de drijvende waterplanten en de individuen is de relatie anders. Hierbij worden de meeste individuen waargenomen bij een bedekking van 15-35%. Er moeten dus niet te veel en niet te weinig drijfplanten aanwezig zijn. Ook dit is niet verrassend aangezien sommige libellensoorten drijfplanten gebruiken voor de ei-afzetting. Echter, is het niet goed voor de waterkwaliteit wanneer er te veel drijfplanten zijn. Wanneer er te veel drijfplanten zijn, komt er geen licht meer in het systeem, waardoor de onderwaterplanten afsterven. Dit proces kost zuurstof, waardoor er op den duur te weinig zuurstof in het water zit. (Natuur en Milieu, 2020) De minste individuen worden dan ook waargenomen bij een bedekking van 70-100%.

Tussen de oeverplanten en de libellen is eigenlijk hetzelfde verband gevonden als bij de drijfplanten. Het optimum ligt bij 15-35% bedekkingsgraad en de minste individuen worden waargenomen bij een bedekking van 'weinig' of 'veel' oeverplanten. Hiervoor is ook weer een vrij logische verklaring te vinden. Libellenlarven kruipen vaak in de oevervegetatie voor het uitsluipen (De Vlinderstichting, z.d.). Oevervegetatie is dus belangrijk voor de levenscyclus van de libellen. Wanneer er te veel oeverplanten zijn, groeien deze meestal ver tot in het water waardoor er een soort verlandingsfase ontstaat in het water. Dit gaat dan ten koste van andere waterplanten en de oppervlakte van het waterlichaam. Te weinig oeverplanten is weer niet goed voor het uitsluipen.

Tussen het aantal soorten en de waterplanten is één relatie gevonden. Deze relatie is met de (veen)mossen. Voor de bedekking van het (veen)mos geldt dat de meeste soorten worden waargenomen bij een bedekkingsgraad van 'weinig' of 'duidelijk aanwezig'. Dit komt overeen met 5-35% bedekking. Bij een bedekking van 'veel' of de afwezigheid van de (veen)mossen worden de minste soorten waargenomen. Doordat de mossen zowel op de oever als in het water zijn meegeteld en er daarbij geen onderscheid is gemaakt, is het lastig om er een verklaring voor te vinden. Ook staat veen tussen haakjes, maar in twee derde van de gevallen waar mos is aangetroffen gaat het om veenmos. Veenmos is wel heel belangrijk voor sommige soorten. Zo leven de larven van de noordse witsnuitlibel met name in veenmos. De zwarte heidelibel heeft graag veenmos aan de rand van de oeverzone en de noordse glazenmaker is afhankelijk van drijvende veenmospakketten. Daarnaast heeft de noordse glazenmaker behoefte aan afwisseling van de drijvende veenmospakketten met veenmosbulten en open water. (De Vlinderstichting, z.d.) Dat sommige soorten graag veenmos in hun habitat hebben, zou een verklaring kunnen zijn. Door de aanwezigheid van veenmos worden meer soorten aangetrokken, maar wanneer het veenmos te veel wordt, zijn de wateren niet meer aantrekkelijk. Hierbij maakt het dus niet eens uit of het veenmos op de waterkant is aangetroffen of in het water. Iedere soort prefereert namelijk iets anders.

Voor de waterplanten in het algemeen blijkt uit literatuur dat een minimum van 5% bedekking van waterplanten de soortenrijkdom en abundantie van libellen zou bevorderen (Vanacker et al., 2018). Dit komt overeen met de bevindingen van dit onderzoek, want daaruit blijkt dat de afwezigheid van waterplanten nooit tot meer individuen of soorten leidt.

Opvallende resultaten

Het is opvallend dat de relaties die gevonden zijn nooit één op één overeenkomen met de individuen en de soorten. Wanneer er een verband is gevonden tussen de individuen en de waterkwaliteit of -planten, is er geen verband gevonden tussen het aantal soorten en de waterkwaliteit of -planten. Met uitzondering van nitraat. Zoals eerder benoemd komt dit waarschijnlijk door de kleine verschillen in het aantal soorten tussen de routes. Het verschil tussen het aantal individuen is veel duidelijker tussen de routes. Maar het verrassendste is misschien wel dat er bij de (veen)mossen wel een relatie is gevonden met het aantal soorten, maar niet met het aantal individuen. Wat namelijk aannemelijk zou zijn is, dat het aantal soorten samenhangt met de individuen. Er is voor dit opvallende resultaat geen verklaring gevonden.

Voor de uitgelichte individuen en uitgelichte soorten zijn helemaal geen verbanden gevonden. Dit komt doordat de aantallen te laag waren en er op veel locaties geen waarnemingen waren gedaan van uitgelichte soorten. Doordat er geen verbanden zijn gevonden tussen de uitgelichte individuen en uitgelichte soorten is er niks te zeggen over de afgenomen soorten. Wel blijkt uit de resultaten dat er daadwerkelijk een verband is tussen de waterkwaliteit en -planten en de libellen.

Interpretatie en vervolgonderzoek

Voor het interpreteren van de resultaten moet er wel met een aantal dingen rekening worden gehouden. Zo was het in de periode van het onderzoek een nattere zomer, dan de jaren ervoor. De libellengegevens voor de soorten komen van verschillende jaren en niet alleen van 2021. Echter, hebben de libellen sommige jaren een minder goed jaar gehad en in andere jaren juist weer een beter jaar waardoor het gemiddelde een representatief beeld zal geven. Daarnaast zijn er voor de individuen de jaarcijfers van 2020 gebruikt, omdat de jaarcijfers van 2021 nog niet bekend waren. Dit zou invloed kunnen hebben op het onderzoek. In het jaar 2020 werden er minder libellen geteld dan gemiddeld, maar omdat dit op iedere locatie zo was, maakt het niet uit voor het onderzoek. Wat ook invloed zou kunnen hebben op het onderzoek is dat niet alle gemeten wateren typische vennen zijn. Er zitten enkele wateren tussen die bijvoorbeeld in de duinen liggen. Echter, maakt het watertype niet heel veel uit voor de relaties die gevonden zijn. Daarnaast waren de wateren wel zorgvuldig geselecteerd op uiterlijk en voorkomen van libellensoorten. Over de pH-waarden is ook iets te zeggen. De pH werd eerst gemeten met een nauwkeurige digitale pH-meter, maar deze bleek onjuist te meten. Later in het onderzoek is overgestapt op pH-stripjes. De locaties waar alleen gemeten was met de pH-meter werden later nogmaals gemeten door de tellers en niet door de onderzoeker zelf. Het gaat om 12 locaties die door de tellers zijn gemeten. Hiervoor zijn pH-stripjes opgestuurd met een beschrijving van de methode die op de andere locaties ook werd gebruikt. Daarnaast zijn er foto's van de stripjes opgestuurd zodat de onderzoeker de waarden kon valideren. Er kan daardoor vanuit gegaan worden, dat de pH-metingen toch in orde zijn. Wanneer er vervolgonderzoek uitgevoerd zou worden, zou er geprobeerd kunnen worden om het aantal individuen van hetzelfde jaar te gebruiken als waarin de metingen zijn uitgevoerd. Deze jaarcijfers laten alleen lang op zich wachten, waardoor er een langere tijd nodig is om onderzoek uit te voeren. Ook moet de pH-meter eerst goed getest worden voor deze in het veld wordt gebruikt. Daarnaast is het goed om de pH-meter te controleren met een pH-stripje. Vervolgonderzoek is aan te raden. Zo zou de waterkwaliteit gemonitord kunnen worden om een beter beeld te creëren. Wanneer de waterkwaliteit ieder jaar wordt gemeten, kan deze ook ieder jaar vergeleken worden met de libellengegevens. Zo kunnen de relaties beter onderbouwd worden. Daarnaast moet er meer onderzoek komen naar de achteruitgang van soorten. Het is belangrijk om erachter te komen wat het effect is van de waterkwaliteit op de achteruitgang van soorten. Wanneer er meer bekend is over de achteruitgang van soorten, kan er een onderzoek plaatsvinden over welk beheer er nodig is om deze soorten te behouden.

5. Conclusie en aanbevelingen

De onderzoeksvraag van dit onderzoek is: 'In hoeverre heeft de waterkwaliteit van hoogveenwateren en vennen invloed op de soortenrijkdom en abundantie van de daar voorkomende libellen?' Om deze hoofdvraag te beantwoorden, is het onderzoek verdeeld in verschillende deelvragen. De eerste deelvraag is: 'Wat is de waterkwaliteit van de 50 geselecteerde hoogveenwateren en vennen in Nederland in de periode juni tot en met augustus 2021?' Uit het onderzoek blijkt dat de waterkwaliteit varieert, maar dat meer dan de helft, 54 procent, een matige beoordeling heeft. Daarnaast scoort 40 procent goed en 6 procent scoort slecht.

De tweede deelvraag luidt als volgt: 'In hoeverre is er een relatie tussen de libellen bij hoogveenwateren en vennen en de waterkwaliteit van deze wateren?' Er is geen specifiek effect van de waterkwaliteit wanneer er alleen gekeken wordt naar de waterkwaliteitsbeoordeling. Echter, laten andere parameters wel relaties zien. Uit het onderzoek blijkt dat het aantal individuen afneemt wanneer de nutriënten stijgen. Wanneer de pH toeneemt, neemt ook het aantal individuen toe. Daarnaast neemt het aantal soorten af wanneer de nitraatwaarden toenemen.

De laatste deelvraag is: 'Wat kunnen de waterplantenstructuren van de 50 geselecteerde hoogveenwateren en vennen zeggen over de soortenrijkdom en abundantie van de libellen die voorkomen bij deze hoogveenwateren en vennen?' Uit het onderzoek blijkt dat er voor onderwaterplanten geldt dat hoe meer onderwaterplanten, hoe beter voor de abundantie van de libellen. Voor de drijfplanten en oeverplanten geldt dat een bedekking van 15-35% het meeste individuen tot gevolg heeft. Voor (veen)mossen geldt dat de soortenrijkdom het grootst is bij een bedekking van 'weinig' (5-10%) en 'duidelijk aanwezig' (15-35%).

Uit de deelvragen blijkt dat de nutriënten, pH en waterplantenstructuren invloed hebben op de soortenrijkdom en abundantie van de voorkomende libellen in hoogveenwateren en vennen op de 50 onderzochte locaties. Er kan geconcludeerd worden dat de waterkwaliteit met name invloed heeft op de abundantie van de libellen in hoogveenwateren en vennen op de 50 onderzochte locaties.

Om de libellenpopulatie in hoogveenwateren en vennen van Nederland zo soortenrijk mogelijk te houden, is het aan te bevelen om de nitraatwaarden van de wateren te reduceren. Daarnaast moet er voor een hogere abundantie voor gezorgd worden dat de nitraat- en fosfaatwaarden worden verlaagd. Ook zal verdere verzuring van de vennen tegengegaan moeten worden. Hierbij moeten er echter ook voldoende zure vennen overblijven voor de zuurminnende soorten. Voor de waterplanten geldt dat er beheer moet plaatsvinden. Het beheer moet ervoor zorgen dat er genoeg variatie is aan waterplanten en dat deze ieder in de goede hoeveelheid aanwezig is. Dit betekent dat er zoveel mogelijk onderwaterplanten aanwezig moeten zijn en dat er voor de drijfplanten, oeverplanten en (veen)mossen niet te veel, maar ook niet te weinig planten aanwezig zijn.

Dankwoord

Dit onderzoek is tot stand gekomen met de inzet van verschillende partijen en deelnemers. Ik wil deze partijen en deelnemers daarvoor bedanken. Ten eerste wil ik De Vlinderstichting bedanken, met in het bijzonder Gerdien Bos en Roy van Grunsven. Gerdien was mijn stagebegeleider en heeft mij van begin tot eind begeleid. Roy heeft mij met name geholpen met de statistiek. Verder wil ik Natuur en Milieu bedanken voor het leveren van de meetkits en al het advies rondom de waterkwaliteit. Verder wil ik natuurlijk alle tellers, die deel hebben genomen aan mijn onderzoek, bedanken. Zij hebben het mij een stuk makkelijker gemaakt om op de locaties te komen. Daarnaast hebben zij mij in het veld verrijkt met hun kennis. Als laatste wil ik vrienden en familie bedanken voor het bieden van een luisterend oor of het geven van advies.

Literatuurlijst

- Agus, M., Pujiastuti, Y., & Windusari, Y. (2017). The Diversity of the dragonfly (Odonata) as an indication of water quality. *Science and Technology Indonesia*, 2(4), 80-84.
<https://doi.org/10.26554/sti.2017.2.4.80-84>
- Amsterdamse Waterleiding Duinen. (z.d.). *Beheer, we zijn er trots op om voor het duin te mogen zorgen*. Amsterdamse Waterleiding Duinen. <https://awd.waternet.nl/beheer/>
- Appelscha. (z.d.). *Fochteloërveen*. Appelscha. <https://appelscha.nl/fochteloerveen>
- Arcgis. (2018). *Bodemkaart van Nederland*. Arcgis.
<https://www.arcgis.com/home/item.html?id=ee1d6acb82fe4f1d9b2442ff050015a4>
- Beeldbank Nieuwleusen. (2019, 4 oktober). *Beeldbank van de -Historische Vereniging Ni'jlusn van Vrogger- Nieuwleusen*. Beeldbank Nieuwleusen. <http://www.beeldbanknieuwleusen.nl/cgi-bin/beeldbank.pl?ident=13455&search=VELD%20keyword1%20Diversen&inword=2&display=gallery&istart=1>
- Bezoek Oisterwijk. (z.d.). *Verhalen Oisterwijkse vennen*. Bezoek Oisterwijk.
<https://www.bezokoisterwijk.nl/wat-te-doen/wandelen-fietsen/wandelen/verhalen-vennen>
- Bijvank, P.C. (2011). *De Kruishaarderberg te Nijkerk*. Historische geografische artikelen.
<https://historischgeografischeartikelen.files.wordpress.com/2011/01/rapportage-kruishaarderberg1.pdf>
- Blom, M. (2020, 5 mei). *Nederland is libellenland – Maar niet (meer) voor alle libellen*. Roots.
<https://www.rootsmagazine.nl/nieuws/nederland-is-libellenland-maar-niet-meer-voor-alle-libellen/>
- Brabantslandschap. (z.d.). *Pannenhoeft*. Brabantslandschap.
https://www.brabantslandschap.nl/ontdek-de-natuur/natuurgebieden/baronie-van-breda/pannenhoeft/?gclid=Cj0KCQjw3f6HBhDHARIsAD_i3D9UJMUzMQs4i0j5ZxQfwC1EjcwEaMH9GNDWV-EmyUiYu76Z3PCS_gYaAiugEALw_wcB
- Bron, C. (2021, 9 mei) *Tengere pantserjuffer – Lestens virens* [foto]. Waarnemingen.nl.
<https://waarneming.nl/locations/6747/photos/?page=1>
- Catling, P. M. (2005). A potential for the use of dragonfly (Odonata) diversity as a bioindicator of the efficiency of sewage lagoons. *The Canadian Field-Naturalist*, 119(2), 233-236.
<https://doi.org/10.22621/cfn.v119i2.111>
- Centraal Bureau voor de Statistiek. (2019, 2 maart). *Lichte afname verspreiding libellen sinds 2007*. CBS. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2019/09/lichte-afname-verspreiding-libellen-sinds-2007>
- De Mars, H., Boute, M., Gubbels, R. (2002). De Schrieversheidevennen, een uniek doorstroomsysteem in de knel. *Natuurhistorisch maandblad* (9).
<https://library.wur.nl/WebQuery/hydrotheek/1658968>
- De Vlinderstichting (z.d.). *Alle Libellen*. De Vlinderstichting.
<https://www.vlinderstichting.nl/libellen/overzicht-libellen>

- De Vlinderstichting. (z.d.). *De Wyldemerk*. De Vlinderstichting.
<https://www.vlinderstichting.nl/libellen/alles-over-libellen/verspreiding-en-zeldzaamheid1/libelrijke-gebieden/de-wyldemerk/>
- De Vlinderstichting. (2018, maart). *Handleiding landelijke meetnetten vlinders, libellen en nachtvlinders*. De Vlinderstichting. <https://assets.vlinderstichting.nl/docs/85f8f07c-5a19-4337-8865-ff9f29dbe4de.pdf>
- De Vlinderstichting (z.d.). *Levenscyclus van libellen*. De Vlinderstichting.
<https://www.vlinderstichting.nl/libellen/alles-over-libellen/levenscyclus3>
- De Vlinderstichting (z.d.). *Meetnet Libellen*. De Vlinderstichting. <https://www.vlinderstichting.nl/wat-wij-doen/meetnetten/meetnet-libellen/>
- De Vlinderstichting. (2021, maart). *Vlinders, libellen en hommels geteld, jaarverslag 2020*. De Vlinderstichting. <https://assets.vlinderstichting.nl/docs/79c0a573-1da7-4411-8be6-38eeaaeb875f.pdf>
- Disselhorst, j. (z.d.). *Historie Leide*. Lettele. <https://lettele.nl/stiefeltocht-leide/>
- Eifelnatur. (z.d.). Brunssummerheide. Eifelnatur.
<http://www.eifelnatur.de/Niederl%E4ndisch/Seiten/Rode%20Beek%20Brunssummerheide.html>
- Eurofins Agro. (z.d.). *Fosfor (P) versus fosfaat (P205)*. Eurofins Agro. <https://www.eurofins-agro.com/nl-nl/verschil-fosfor-fosfaat>
- Flickr. (2017). *Zwarte heidelibel – Sympetrum danae* [foto]. Flickr.
<https://www.flickr.com/photos/johnv2400/36875495285/>
- Geldersch landschap en kasteelen. (z.d.). *Veenhuis en borkense baan*. Geldersch landschap en kasteelen. <https://www.glk.nl/landschappen-kastelen/locatie/veenhuis-en-borkense-baan>
- Goois Natuurreservaat. (z.d.). *Hilversums Wasmeer*. Goois Natuurreservaat.
<https://gnr.nl/gebieden/hilversums-wasmeer/>
- Groei&Bloei. (2008). Leemputten – Staverden. Groei&Bloei. <https://ermelo-putten.groei.nl/terugblikken/2008/excursie-leemputten-staverden/>
- Hoogenboom, H. (2014). *Aquatische Ecologie, Functioneren en beheren van zoete en brakke aquatische ecosystemen*. KNNV Uitgeverij.
- H Witte, R., & Groenendijk, D. (1999). Voorkomen van libellenlarven in de Nederlandse Delta in relatie tot saliniteit. *Brachytron*, 3(2), 3-10. <https://natuurtijdschriften.nl/pub/551238>
- IVN natuur educatie . (2019, 22 september). De Berk Natuurwandeling. IVN natuur educatie.
<https://www.ivn.nl/afdeling/mark-donge/activiteiten/de-berk-natuurwandeling>
- Klapwijk, J. (z.d.). *Maanwaterjuffer (Coenagrion lunulatum)* [foto]. Johannes Klapwijk.
<http://www.johannesklapwijk.com/soort/Maanwaterjuffer--Coenagrion-lunulatum.htm>
- Klein Wolterink, K. (2020). Verklaring versnelde afname van venlibellen in Nederland. *Aeres Hogeschool Almere*. <https://hbo-kennisbank.nl/details/aereshogeschool%3Aoi%3Awww.greeni.nl%3AVBS%3A2%3A147608>

- Kloek, N. (2020). *Borkense baan* [foto]. Achterhoek nieuws Winterswijk.
<https://www.achterhoeknieuws winterswijk.nl/nieuws/algemeen/328080/historische-spoorbaanwandeling-winterswijk->
- KNNV. (z.d.). *Lettelerleide*. KNNV. <https://archief.knnv.nl/afdeling-deventer/lettelerleide>
- Maassen, J. (2019, 22 augustus). *Uitzicht over de Brunssummerheide* [foto]. Vroege vogels, BNN VARA.
<https://vroegevogels.bnnvara.nl/community/fotos/landschappen/brunssummerheide/344832>
- Nationaal Park Zuid-Kennemerland. (z.d.). *Middenduin*. Nationaal Park Zuid-Kennemerland.
<https://www.np-zuidkennemerland.nl/2137/zien/van-woeste-duinen-tot-duingrasland/middenduin>
- Natura2000. (z.d.). *Brunssummerheide*. Natura2000.
<https://www.natura2000.nl/gebieden/limburg/brunssummerheide>
- Natura2000. (z.d.). *Noordhollands Duinreservaat*. Natura2000.
<https://www.natura2000.nl/gebieden/noord-holland/noordhollands-duinreservaat>
- Natuur en Milieu. (2020, 7 oktober). *Vang de watermonsters 2020*. Natuur en Milieu.
<https://www.natuurenmilieu.nl/wp-content/uploads/2020/10/NM-rapport-Waterkwaliteit-2020.pdf>
- Natuurexcursies Limburg. (2018, 30 december). *Brunssummerheide*. Natuurexcursies Limburg.
<http://natuurexcursieslimburg.nl/2018/12/30/brunssummerheide/>
- Natuurgidsen. (2021). *Iedere plant heeft zijn eigen standplaats* [foto]. Natuurgidsen.
<https://natuurgidsencursus-ml.nl/waterplanten/>
- Natuurmonumenten. (z.d.). *Buurserzand*. Natuurmonumenten.
<https://www.natuurmonumenten.nl/natuurgebieden/buurserzand>
- Natuurmonumenten. (z.d.). *Fochteloërveen*. Natuurmonumenten
<https://www.natuurmonumenten.nl/natuurgebieden/fochteloerveen>
- Natuurmonumenten. (z.d.). *Leusveld*. Natuurmonumenten.
<https://www.natuurmonumenten.nl/natuurgebieden/leusveld>
- Natuurmonumenten. (z.d.). *Oisterwijkse bossen en vennen*. Natuurmonumenten.
<https://www.natuurmonumenten.nl/natuurgebieden/oisterwijkse-bossen-en-vennen>
- Natuurwegwijzer. (z.d.). *Hilversums Wasmeer en omgeving*. Natuurwegwijzer.
<https://www.natuurwegwijzer.nl/route/163/hilversums-wasmeer-en-omgeving>
- Nutrinorm. (2018, februari). *Zeven vragen over de verschillende stikstofvormen*. Nutrinorm.
<https://nutrinorm.nl/bemesting/zeven-vragen-over-de-verschillende-stikstofvormen/>
- Omroep Gelderland. (2020, 18 augustus). *Hoe kwam het achterhoekse nonnenven aan haar naam*. Omroep Gelderland. <https://www.gld.nl/nieuws/2460301/hoe-kwam-het-achterhoekse-nonnenven-aan-haar-naam>

- Omroep Gelderland. (2019, 25 augustus). *Vaassens bekenstelsel is uniek eeuwenoud industrieterrein*. Omroep Gelderland. <https://www.gld.nl/nieuws/2417620/vaassens-bekenstelsel-is-uniek-eeuwenoud-industrieterrein>
- Op de Heuvelrug. (z.d.). Leersumse veld. Op de Heuvelrug. <https://www.opdeheuvelrug.nl/locatie/2088631799/leersumse-veld>
- Polman, E. (2014, 23 november). *De Motketel, Wandelroute 6 kilometer*. Via Quidam. <https://www.viaquidam.nl/wandelen-veluwe/de-motketel-wandelen-op-de-veluwe/>
- Pieters, R. (2020). *[Noordse witsnuitlibel]* [foto]. Natuurpunt. <https://www.natuurpunt.be/nieuws/worden-de-droge-warme-zomers-de-noordse-witsnuitlibel-fataal-20200525>
- PWN. (z.d.). *De Kennemerduinen*. PWN. <https://www.pwn.nl/de-kennemerduinen>
- Radenborg, C. (2016, 20 oktober). *Tangpantserjuffer* [foto]. Radenborg nature photography. <https://www.radenborg.nl/index.php/nl/soorten/geleedpotigen/insecten/libellen-waterjuffers/pantserjuffers/tangpantserjuffer>
- Routeyou. (z.d.). Wandelroute NM1 – Brunssum – Brunssummerheide Rood. Routeyou. <https://www.routeyou.com/nl-nl/route/view/4218864/recreatieve-wandelroute/wandelroute-nm1-brunssum-brunssummerheide-rood>
- Sprokkereef, R (2021, 23 juli). *Sikaherten in Middenduin* [foto]. Renate Sprokkereef.
- Strijdhorst, J. (z.d.). *Noordse glazenmaker – Aeshna subarctica* [foto]. Macrografie. <http://www.macrografie.nl/libellen/glazenmakers-aeshnidae/noordse-glazenmaker-aeshna-subarctica/>
- Struun, B. (2015, 27 mei). Op zoek naar libellen rond de oude vijver in Boswachterij Staphorst. Bartjestruijn. <https://bartjestruijn.blogspot.com/2015/05/op-zoek-naar-libellen-rond-de-oude.html>
- Vanacker, M., Wezel, A., Oertli, B., & Robin, J. (2018). Water quality parameters and tipping points of dragonfly diversity and abundance in fishponds. *Limnology*, 19(3), 321-333. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10201-018-0549-z>
- Van den Berg, D. (z.d.) *Zanderij, Overveen* [foto]. Oldnzel. <https://oldnzel.blogspot.com/2017/06/20170614-kennemerduinen-wandeling-van.html>
- Van Gurp, P., Sieders, R. (1981). Het Buurserzand, Vegetatiekartering en studie naar enige beheersmaatregelen. *Landbouwhogeschool Wageningen*. <https://edepot.wur.nl/394524>
- Vroege vogels. (2020, 18 juni). *Veertig libellensoorten in de wieselse plas*. BNNVARA. <https://www.bnnvara.nl/vroegevogels/artikelen/veertig-libellensoorten-in-de-wieselse-plas>
- Waarnemingen.nl. (2008). *Speerwaterjuffer – Coenagrion hastulatum* [foto]. Waarnemingen.nl. <https://waarneming.nl/species/591/>
- Waarneming.nl. (2014). *Venglazenmaker – Aeshna juncea* [foto]. Waarnemingen.nl. <https://waarneming.nl/species/612/>
- West Brabantse vogelwerkgroep. (2020, 20 april). *De Berk*. West Brabantse vogelwerkgroep. <https://www.westbrabantsevwg.nl/C2811-De-Berk.html>

Westenbrink F. (2015). *Gorsselse Heide, Geschiedenis – Flora en fauna*. Frens Westenbrink.

World Orgs. (z.d.). *Roestbruine kleur door aanwezigheid van ijzer* [foto]. World Orgs.
<https://nl.worldorgs.com/Catalogus/vaassen/historische-plaats/de-motketel>

Bijlagen

Bijlage I. Veldformulier waterkwaliteit

Meetkit-ID: _____ Rourenummer: _____ tijd: _____

Datum: _____ Locatie: _____

Naam teller: _____

Rapportcijfer: _____, toelichting: _____

Buisjes N/p: _____

Doorzicht: _____ cm, Bodemdiepte: _____ cm

Onderwaterplanten: hark ja / Nee

aantal: _____

welke: _____

Drijvende waterplanten:

aantal: _____

welke: _____

Oeverplanten:

aantal: _____

welke: _____

kroos:

aantal: _____

welke: _____

flab: aantal: _____, waar: _____

algen: aantal: _____

Waterdieren:

-
-
-

Zwerfafval:

pH:

Temperatuur:

Bijlage II. Zoekkaart waterplanten

Waterplanten determineren:

Onderwaterplanten

Grof hoorblad waaijer van dunne bladlippen met stekelige puntjes, vaak stugge plant 	Smalle/Brede waterpest Kleine, gekromde blaadjes rondom dikke stengel. Weinig vertakte stengel. 
Sterrenkroos 	Aeroobekruis Groene veenvormige bladeren en rode stengels. 
Ongelijdbladig vederkruid (plaagsoort) Groene veenvormige bladeren onder water, steekt vaak boven water uit. 	Parlevederkruid (plaagsoort) Blauwgroene, veenvormige bladeren, steekt vaak boven water uit. 
Gekroesd fonteinkruid Brede langgestrekte bladeren met een gegolfde of gekroesde bladrand, een blad per knoop. 	Stijve wateranonië Waaivormig, stijf blad en witte bloemen. 
Blaasjestruid Bladeren met kleine blaasjes ertussen, gele bloemen. 	Schedefonteinkruid Fijne bladeren, net iets breder dan de dunne stengels. 
Smalbladige fonteinkruiden 	Kramoeraren Hele fijne stengels, geen echte bladeren, typische geur. 

Drijvende waterplanten

Drijvend fonteinkruid Eliptisch blad en geen duidelijke dwarsnerven, heeft enkele stengel. 	Gele plomp Grote ovale bladeren, driehoekige bladnaal, grote gele bloemen of ronde groene knoppen op steeltjes net boven het water. 
Watergentiaan Ronde bladeren (3-10 cm) en gele bloem met fronzelende. 	Witte waterlelie Grote ovale bladeren, ronde stengel en grote witte bloem. 
Kikkerbeet Bijna ronde bladeren (ca 3-5 cm), stengels naar de waterbodem en kleine witte bloem. 	Drijvende waterweegbree Witte bloemen, elliptisch blad, dwarsnerven vaag zichtbaar. 
Grote waternavel (Waterfonteinbloem (plaagsoort)) Geelblad op enkele steel (grote waternavel), boven het water uit groeiend met gele bloemen (waterfonteinbloem). 	Veenwortel Heel langgestrekt drijfblad, veenvormige nerven, duidelijke dwarsnerven en paarde bloemen. 

Oeverplanten (emmersoort planten)

Riet, Roodde, rietgras, grote kattenstaart    
Liesgras Breed gras, met een plat, enigszins slap blad met duidelijke nerven in het midden.  
Gele lis, Kalmoes, Grote egelkop   
Blaas (pitrus, heen, ronde stengel) en zeggen (zevenzegge, valre zegge, 3-hoekige stengels)    
Wasserscheide (plaagsoort) Zien 5 tot 25 cm hoge plant, lijkt op een verplante. 

Kroos

Dwerfkroos, klein kroos, bukkroos Hele kleine blaadjes, los drijvend op het water, enkel worteltje. 	Veelwortelig kroos Iets groter blaadje, los drijvend op het water, paarde onderkant, meerdere worteltjes. 
Puntkroos Vaak net onder het wateroppervlak, kleine blaadjes met meerdere puntjes. 	Kroosvaren (plaagsoort) Kluven van kleine dikke blaadjes met meerdere wortels, groen tot rood-paars. 

Bijlage III. Alle locaties in foto's

Route 15 AWD – GZV – Grote middenplas



Route 17 AWD – EVR – Grote zuidelijke eerste plas



Route 18 AWD – ZVK – Astriddriftje



Route 21 AWD – VOK – Pannenland-Zuid



Route 25 AWD – REL – Waterbak



Route 26 Staverdense leemputten 26



Route 27 Staverdense leemputten 27



Route 555 Buurserzand – Noordven



Route 556 Buurserzand – Zuidven



Route 557 Buurserzand – Molenven



Route 628 MD – West/dam



Route 629 MD – West/zanderijvaart 2



Route 659 Wyldemerk 1



Route 739 Paddepoel 1



Route 809 Hilversums wasmeer



Route 946 Schapenkamp I



Route 947 Schapenkamp II



Route 948 Schapenkamp III



Route 1242 Oisterwijkse bossen en vennen – 2



Route 1277 Leersumse plassen 1



Route 1278 Leersumse plassen 2



Route 1294 Deuverdense hei



Route 1353 Nonnenven 1



Route 1354 Nonnenven 2



Route 1355 Ballastputten 1



Route 1356 Ballastputten 2



Route 1357 Ballastputten 3



Route 1373 Paddepoel 2



Route 1507 Leusveld – libellen 1



Route 1508 Leusveld – libellen 2



Route 1509 Leusveld – libellen 3



Route 1569 Gorsselse heide – Luteaven



Route 1571 Gorsselse heide – Obliquaven



Route 1572 Gorsselse heide – Corduleagracht



Route 1573 Gorsselse heide – Cyaneapoeltje kwel



Route 1574 Gorsselse heide – Cyaneapoeltje regen



Route 1589 Brunssummerheide – Onderste schrieversheideven



Route 1590 Brunssummerheide – Bovenste schrieversheideven



Route 1591 Brunssummerheide – koffiepoel



Route 1592 Brunssummerheide – Rode beek



Route 1593 Brunssummerheide – Bronnengebied



Route 1595 De Berk



Route 1620 Fochteloërveen



Route 1637 Wieselse plas



Route 1670 NHD – Winterkoning



Route 1685 Oisterwijkse bossen en vennen – 3



Route 1686 Motketel Apeldoorn



Route 1688 Lettelerleide poel



Route 1769 Oude Vijver – Oude boswachterij Staphorst



Route 1770 Fochteloërveen



Bijlage IV. Parameters waterkwaliteit: nitraat, fosfaat en pH

Routenummer	Nitraat (mg/L)	Fosfaat (mg/L)	pH
15	0,553	0,06	7,5
17	0,592	0,033	8,0
18	0,27	0,012	7,5
21	0,547	0,02	7,5
25	0,615	0,207	7,5
26	1,035	0,115	6,3
27	0,924	0,031	7,0
555	3,945	0,405	6,0
556	1,397	0,053	6,0
557	0,664	0,083	5,5
628	0,219	0,027	7,5
629	0,271	0,12	8,0
659	3,388	0,273	6,0
739	2,425	0,257	7,0
809	1,463	0,989	5,5
946	0,468	0,034	7,5
947	0,538	0,223	7,5
948	0,462	0,064	7,5
1242	0,617	0,058	6,0
1277	0,49	0,027	5,5
1278	-	-	5,5
1294	1,66	0,063	6,5
1353	0,77	0,235	7,0
1354	2,044	0,233	6,8
1355	1,633	0,136	5,5
1356	0,706	0,021	7,0
1357	0,355	0,009	7,0
1373	1,083	0,061	7,0
1507	1,118	0,385	8,5
1508	1,296	0,096	6,8
1509	1,45	0,053	6,3
1569	0,828	0,044	5,8
1571	0,533	0,014	5,3
1572	0,515	0,043	7,3
1573	1,403	0,033	6,0
1574	2,054	0,17	-
1589	0,778	0,05	6,5
1590	2,263	0,047	8,0
1591	0,293	0,02	7,0
1592	1,121	0,023	6,3
1593	1,861	0,017	5,3
1595	2,056	0,037	7,5
1620	1,675	0,052	4,5
1637	0,059	0,02	7,5
1670	0,427	0,035	7,5
1685	-	-	-
1686	1,084	0,342	7,0
1688	2,47	0,161	7,0
1769	0,507	0,138	7,3
1770	1,547	0,336	4,5
Gemiddelde	1,147	0,124	6,7

Bijlage V. Aantal soorten en individuen per route met de waterkwaliteit

Routenummer	Aantal soorten	Aantal soorten uitgelicht	Aantal individuen (50 meter)	Aantal individuen uitgelicht (50 meter)	Waterkwaliteit
15	21	0	156	0	
17	24	0	394	0	
18	26	1	216	0	
21	24	0	318	0	
25	22	0	82	0	
26	25	3	46	2	
27	25	2	56	0	
555	14	2	5	0	
556	17	2	19	0	
557	16	2	3	0	
628	20	0	39	0	
629	23	0	49	0	
659	27	2	343	2	
739	17	0	105	0	
809	25	1	50	0	
946	26	0	53	0	
947	24	0	155	0	
948	17	0	61	0	
1242	27	2	65	0	
1277	23	3	8	0	
1278	22	1	10	0	
1294	17	0	9	0	
1353	24	1	149	0	
1354	24	1	153	1	
1355	14	0	97	0	
1356	31	1	170	0	
1357	27	1	268	0	
1373	19	1	122	0	
1507	18	0	33	0	
1508	11	0	63	0	
1509	11	0	25	4	
1569	31	2	87	0	
1571	23	0	53	0	
1572	30	1	111	1	
1573	17	0	61	0	
1574	12	0	42	0	
1589	21	0	56	0	
1590	20	2	12	0	
1591	25	0	86	0	
1592	23	0	148	1	
1593	8	0	30	0	
1595	20	1	55	1	
1620	23	4	19	2	
1637	32	1	60	0	
1670	24	0	77	0	
1685	-	-	-	-	
1686	16	0	31	0	
1688	27	1	140	1	
1769	37	2	336	7	
1770	26	6	143	43	
Gemiddeld	22	1	99	1	

Bijlage VI. Waterplantenstructuren

Routenummer	Onderwaterplanten	Drijfplanten	Oeverplanten	(Veen)mossen
15	Weinig	Weinig	Veel	Veel
17	Veel	Geen	Veel	Duidelijk aanwezig
18	Veel	Geen	Plaatselijk veel	Geen
21	Veel	Weinig	Duidelijk aanwezig	Geen
25	Veel	Weinig	Plaatselijk veel	Geen
26	Veel	Weinig	Veel	Weinig
27	Weinig	Duidelijk aanwezig	Veel	Weinig
555	Geen	Geen	Veel	Geen
556	Geen	Geen	Veel	Veel
557	Geen	Geen	Veel	Veel
628	Geen	Geen	Veel	Geen
629	Weinig	Veel	Veel	Geen
659	Geen	Duidelijk aanwezig	Veel	Veel
739	Geen	Geen	Duidelijk aanwezig	Geen
809	Veel	Geen	Veel	Geen
946	Veel	Geen	Veel	Weinig
947	Veel	Geen	Plaatselijk veel	Duidelijk aanwezig
948	Geen	Geen	Veel	Plaatselijk veel
1242	Geen	Plaatselijk veel	Plaatselijk veel	Weinig
1277	Geen	Geen	Veel	Veel
1278	Geen	Geen	Veel	Veel
1294	Geen	Geen	Veel	Plaatselijk veel
1353	Veel	Geen	Veel	Plaatselijk veel
1354	Weinig	Geen	Plaatselijk veel	Plaatselijk veel
1355	Geen	Duidelijk aanwezig	Plaatselijk veel	Veel
1356	Geen	Duidelijk aanwezig	Duidelijk aanwezig	Duidelijk aanwezig
1357	Geen	Duidelijk aanwezig	Duidelijk aanwezig	Geen
1373	Veel	Geen	Veel	Geen
1507	Geen	Weinig	Plaatselijk veel	Geen
1508	Geen	Weinig	Veel	Veel
1509	Weinig	Weinig	Duidelijk aanwezig	Geen
1569	Geen	Weinig	Plaatselijk veel	Weinig
1571	Geen	Duidelijk aanwezig	Duidelijk aanwezig	Veel
1572	Geen	Weinig	Plaatselijk veel	Geen
1573	Geen	Geen	Plaatselijk veel	Veel
1574	Geen	Geen	Veel	Veel
1589	Geen	Geen	Veel	Geen
1590	Geen	Weinig	Weinig	Geen
1591	Geen	Duidelijk aanwezig	Duidelijk aanwezig	Geen
1592	Geen	Weinig	Veel	Duidelijk aanwezig
1593	Geen	Geen	Veel	Veel
1595	Geen	Plaatselijk veel	Veel	Geen
1620	Geen	Geen	Duidelijk aanwezig	Veel

1637	Geen	Plaatselijk veel	Plaatselijk veel	Duidelijk aanwezig
1670	Veel	Geen	Veel	Duidelijk aanwezig
1685	-	-	-	-
1686	Geen	Duidelijk aanwezig	Veel	Geen
1688	Geen	Geen	Veel	Duidelijk aanwezig
1769	Weinig	Geen	Veel	Geen
1770	Geen	Geen	Veel	Plaatselijk veel