

NOTITIE

Onderwerp Factsheet Eemmeer
Project eDNA voedselwebanalyse 2024
Opdrachtgever STOWA, Rijkswaterstaat Midden-Nederland
Projectcode 143198
Projectleider W.S. de Raadt MSc
Status Definitief
Datum 17 december 2025
Referentie 143198/25-019.971

Auteur(s) W.J. Vernooij MSc
Gecontroleerd door Dr. R.E. Reitsema,
Goedgekeurd door Drs ing. S.A. Schep
Paraaf



Bijlage(n) -

Aan STOWA, Rijkswaterstaat Midden-Nederland
Kopie -

1 INLEIDING

Deze factsheet vormt een overzicht van de belangrijkste bevindingen van de eDNA-voedselwebanalyse bemonstering 2024 voor de casus Eemmeer. Hierbij worden resultaten getoond van de fysisch-chemische metingen die tijdens de bemonstering zijn uitgevoerd en wordt de productiviteit en diversiteit van het systeem op basis van eDNA besproken.

De eDNA voedselwebanalyse gaat in de basis uit van de universele primer met als idee om een zo groot mogelijk deel van het leven onder water bloot te leggen (zie kaders hieronder). Voor deze factsheet zijn ook een primer voor eukaryoten en twee primers voor vissen ingezet. De analyse van vissen is uitgevoerd op basis van twee visprimers (12S en 16S). De analyse van andere soortgroepen is op basis van de universele primer. Voor waterplanten en macrofauna is dit jaar geen aparte primer ingezet. Deze vallen dus buiten de scope van deze factsheet.

In deze factsheet zijn diverse kaders opgenomen met als doel een nadere toelichting op begrippen. Specialisten kunnen ook zelf aan de slag met de data. In bijlage I zijn de eDNA-webapplicaties, die hiervoor beschikbaar zijn, toegelicht.

Universele primer

Met de universele primer kan eDNA van vrijwel alle soortgroepen worden gedetecteerd. Hoe gemakkelijk eDNA in het monster belandt verschilt echter wel per soortgroep; voor plankton geldt bijvoorbeeld dat het volledige organisme in het monster kan belanden, maar voor planten en macrofauna geldt dat enkel materiaal dat ze verliezen (bijvoorbeeld dode huidcellen of afstervend weefsel) in het monster kan belanden. Voor een aantal groepen (zoals waterplanten, macrofauna en vis) zijn afzonderlijke primers nodig. Tot en met 2023 hebben we aparte primers voor bacteriën en eukaryoten toegepast. Na validatie in 2024 is gebleken dat dit niet nodig is voor bacteriën. Uit een validatie die recent is uitgevoerd blijkt dat dit ook niet meer nodig is voor eukaryoten. Consequentie is dat in 2024 geen bacteriënprimer is toegepast in het Eemmeer.

eDNA voedselwebanalyse

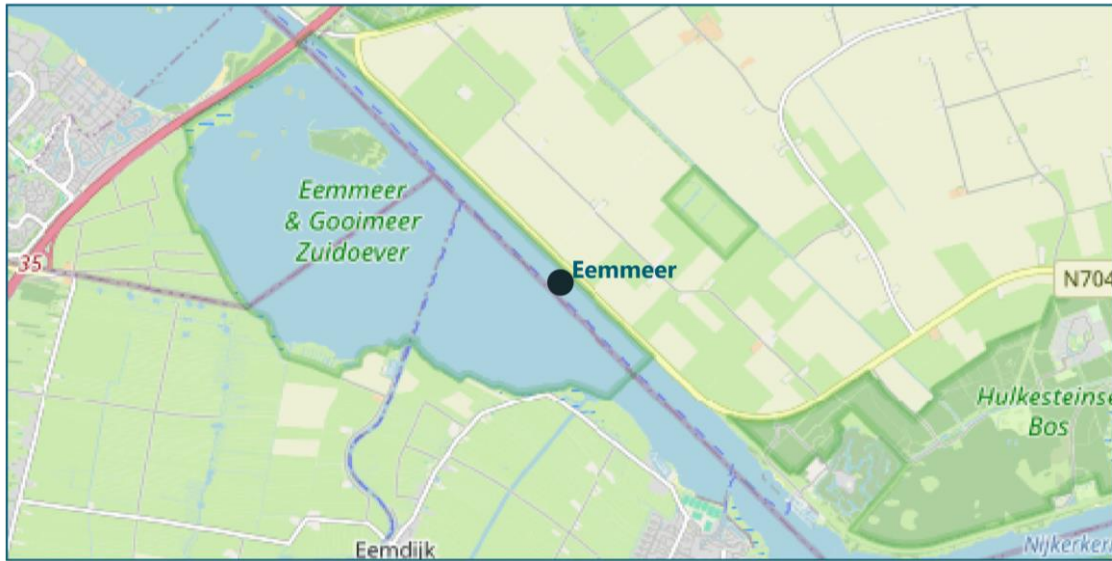
De eDNA voedselwebanalyse heeft als (uiteindelijk) doel om tot een betere beoordeling en diagnose van de waterkwaliteit te komen. Dit tegen relatief lage kosten en met snel resultaat. Middels cases wordt deze methode beproefd. In de kern wordt met de eDNA voedselwebanalyse op grond van het vrij beschikbare DNA in het watermilieu (de e van eDNA staat dan ook voor *environmental*) zoveel mogelijk informatie verzameld over het leven onder water, van bacterie tot vis (al kunnen sommige groepen, zoals macrofauna, momenteel nog niet goed in beeld gebracht worden met de eDNA methode). Het doel is het verkrijgen van een integraal beeld (of vingerafdruk) van het onderwaterleven door het nemen van slechts één watermonster.

2 LOCATIE EEMMEER

In het Eemmeer zijn op één locatie 4 eDNA samples genomen op 6 mei, 3 juni, 2 juli en 29 juli in het jaar 2024. Zie Afbeelding 2.1 voor de ligging van de bemonsteringslocatie. De bemonstering vindt plaats in het open water, op ongeveer 250 meter van de oever. Dit betreft dezelfde locatie als in voorgaande meetjaren. Hierbij wordt één liter water bemonsterd aan het wateroppervlak door het nemen van circa 40 sub-monsters van 25 ml. Er wordt gebruik gemaakt van sub-monsters om ervoor te zorgen dat het monster zo representatief mogelijk is voor de locatie. De monsters worden ingevroren en worden in het lab van Datura Molecular Solutions geanalyseerd.

NB! Het jaar 2024 was extreem nat. Dit heeft naar verwachting tot een verhoogde invloed van de Eem geleid. In verhouding tot andere jaren betekent dit dat de verblijftijd korter was en de nutriëntenbelasting hoger.

Afbeelding 2.1 De bemonsteringslocatie van casus het Eemmeer (coördinaten (RD x,y): 152810.476750)



3 FYSISCH-CHEMISCHE METINGEN

Tijdens de bemonstering zijn er fysisch-chemische metingen uitgevoerd. Hoewel deze metingen een momentopname zijn geven ze wel een indicatie van de milieuomstandigheden tijdens de bemonstering. De resultaten zijn weergegeven in tabel 3.1 en tabel 3.2. De monsters voor de metingen van de fysisch-chemische parameters zijn uitgevoerd aan het wateroppervlak en vervolgens in het lab van Eurofins geanalyseerd.

Tabel 3.1 Resultaten van waterkwaliteitsmetingen in het Eemmeer gedurende de vier meetmomenten in 2024.

Datum	Ca (mg/l)	Fe (mg/l)	Mg (mg/l)	Ptot (mg/l)	SO ₄ (mg/l)	NH ₄ -N (mg/l)	Cl (mg/l)	PO ₄ -P (mg/l)	NO ₃ -N (mg/l)
6 mei	59	0,49	7,40	0,20	39	0,75	48	0,13	0,78
3 juni	46	1,50	5,90	0,49	16	0,18	-	0,03	0,98
2 juli	51	0,28	8,90	0,14	35	0,19	52	0,09	0,29
29 juli	49	0,15	7,90	0,18	35	0,22	52	0,14	0,65

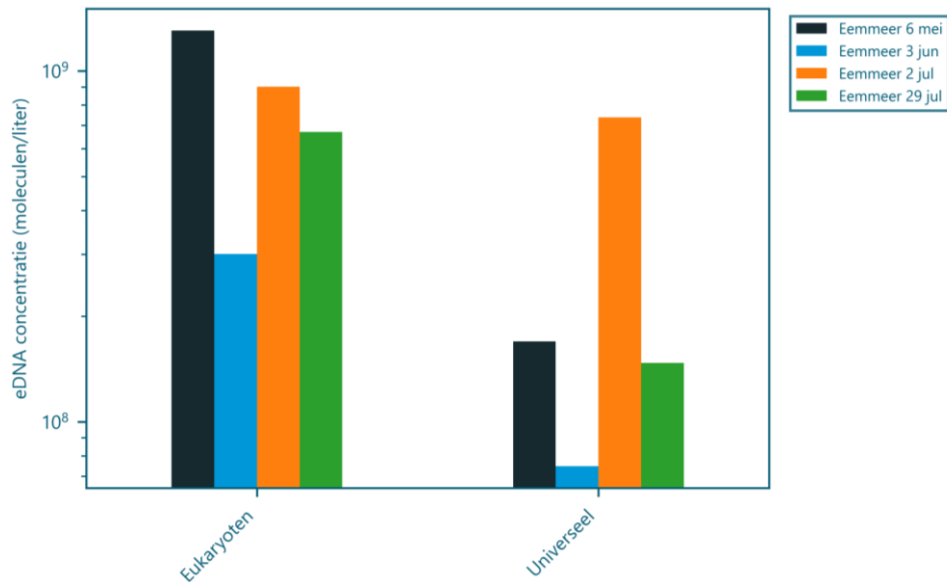
Tabel 3.2 O₂, O₂ %, EGV, pH, temperatuur en doorzicht in het Eemmeer gedurende de vier meetmomenten in 2024

Datum	O ₂ [mg/l]	O ₂ [%]	EGV [µS/cm]	pH (gemeten eurofins)	temperatuur [graden C]	doorzicht [m]
6 mei	6,72	68,90	515	7,70	16,30	2
3 juni	7,21	72,20	352	7,60	16,10	1,50
2 juli	7,72	84,80	487	8,30	20,10	1
29 juli	7,36	87,30	346	8	24,50	1,80

4 PRODUCTIVITEIT EN (BIO)DIVERSITEIT

De eDNA-concentratie in het Eemmeer ligt tussen de 75 miljoen en 740 miljoen moleculen per liter met de universele primer (afbeelding 4.1). Vergeleken met het Veluwemeer en andere systemen die in 2024 bemonsterd zijn is dat een vrij hoge concentratie. De hoogste concentratie is gemeten op 2 juli en de laagste concentratie op 3 juni. In eerdere jaren was de concentratie gemiddeld vier keer hoger.

Afbeelding 4.1 eDNA-concentratie in Eemmeer gebaseerd op resultaten van de eukaryoten- en universele primer. Let op: er is sprake van een logaritmische schaalverdeling



Tabel 4.1 toont het aandeel bacteriën, eukaryoten, archaea en onbekend, zoals gemeten voor het Eemmeer met de universele primer. Het aandeel archaea is zeer laag. Dit algemene beeld komt overeen met veel andere wateren uit de eDNA database. We weten niet goed wat de oorzaak hiervan is. Een zeer laag aandeel archaea wijst mogelijk op algemenere milieuocondities.

Eukaryoten zijn een groep organismen met een complexe celstructuur. Eukaryoten hebben een celkern waarin zich het DNA van het organisme bevindt. Tot de eukaryoten behoren soortgroepen als planten, dieren, schimmels en protisten (verzamelnaam voor eencellige organismen waaronder amoeben en diatomeeën)¹.

Bacteriën zijn eencellige micro-organismen zonder celkern. Hun DNA ligt gewoon los in de cel.

Archaea zijn, net als bacteriën, eencellige micro-organismen zonder celkern. Ze hebben echter eigenschappen die afwijken van bacteriën, zoals de structuur van het celmembraan. Archaea kenmerken zich doordat ze vaak in extremere milieus leven².

¹ Radboud Universiteit Nijmegen (2013). DNA in pro-/eukaryotes. <https://www.vcbio.science.ru.nl/virtuallessons/cellcycle/karyotes/>.

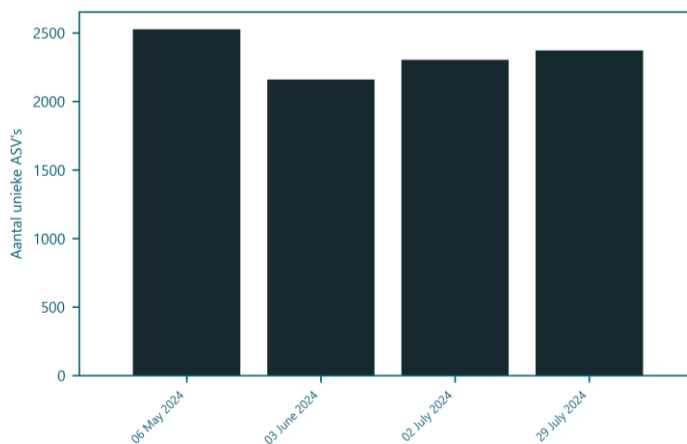
² Artis Micropia (2023). Archaea. <https://www.micropia.nl/nl/ontdek/microbiologie/archaea/>.

Tabel 4.1 Aandeel bacteriën, eukaryoten, archaea en onbekend voor het Eemmeer gedurende de vier meetmomenten in 2024

Datum	Eukaryota (%)	Bacteria (%)	Archaea (%)	Overig/onbekend (%)
6 mei	56	38	0	6
3 juni	37	56	0	7
2 juli	22	64	0	14
29 juli	41	51	0	8

Het aantal Amplifications Sequence Variants (ASV's) zegt iets over de (bio)diversiteit van het watersysteem (zie het kader 'eDNA concentratie en diversiteit' voor meer uitleg). Dit varieert van 2.161 (3 juni) tot 2.527 (6 mei) (afbeelding 4.2). Deze range is vergelijkbaar met de range van het Veluwemeer. Alle monsters zijn genomen in het groeiseizoen. Het is daarom niet opvallend dat de verschillen in aantal unieke ASV's tussen de monsters op dezelfde locatie klein zijn.

Afbeelding 4.2 Aantal ASV's dat is aangetroffen in het Eemmeer met de universele primer



eDNA concentratie en diversiteit

De totale eDNA concentratie vertelt vermoedelijk iets over de productiviteit van een watersysteem. We meten de totale eDNA concentratie op basis van drie zogenaamde primers: universeel en eukaryoot (eencelligen en meercelligen) en bacteriën (eencelligen) (waarbij de primer voor bacteriën per 2024 is vervallen). Met een primer wordt een deel van het DNA van een organisme belicht. De gevoeligheid van organismen voor primers verschilt. Met deze drie primers krijgen we een zo goed mogelijk beeld van alle aanwezige organismen in het water. Er zijn ook nog twee primers toegepast specifiek voor vis.

Het aantal ASV's (Amplicon Sequence Variants)¹ vertelt vermoedelijk iets over de (bio)diversiteit van een watersysteem. Een ASV is een unieke DNA sequentie van een organisme. Een ASV staat niet gelijk aan een soort: soms zijn er verschillende ASV's van een soort aanwezig in een monster, waarbij een paar nucleotiden van elkaar verschillen. Ook kunnen we niet elke ASV determineren tot op soortniveau, door ontbrekende informatie in de referentiedatabase. We weten dan bijvoorbeeld alleen het fyllum of de familie. Het aantal ASV's is nu bepaald op basis van de universele primer.

¹ In eerdere factsheets noemden we ASV's foutief OTU's (Operational Taxonomic Units). ASV's verschillen van OTU's doordat OTU's groepen van vergelijkbare sequenties samenvoegen op basis van een gekozen drempel, zoals 97 % gelijkheid.

5 SOORTSAMENSTELLING

Hieronder gaan we in op de soortsamenvatting van vissen (gebaseerd op de twee vissenprimers 12S en 16S) en op de samenstelling van de rest van het voedselweb (gebaseerd op de universele primer). Daarnaast is voor vissen een uitgebreide analyse gemaakt over alle eDNA-metingen in het Eemmeer in de periode 2019 tot en met 2024, waarbij een vergelijking is gemaakt met de reguliere visstandbemonstering (bijlage II).

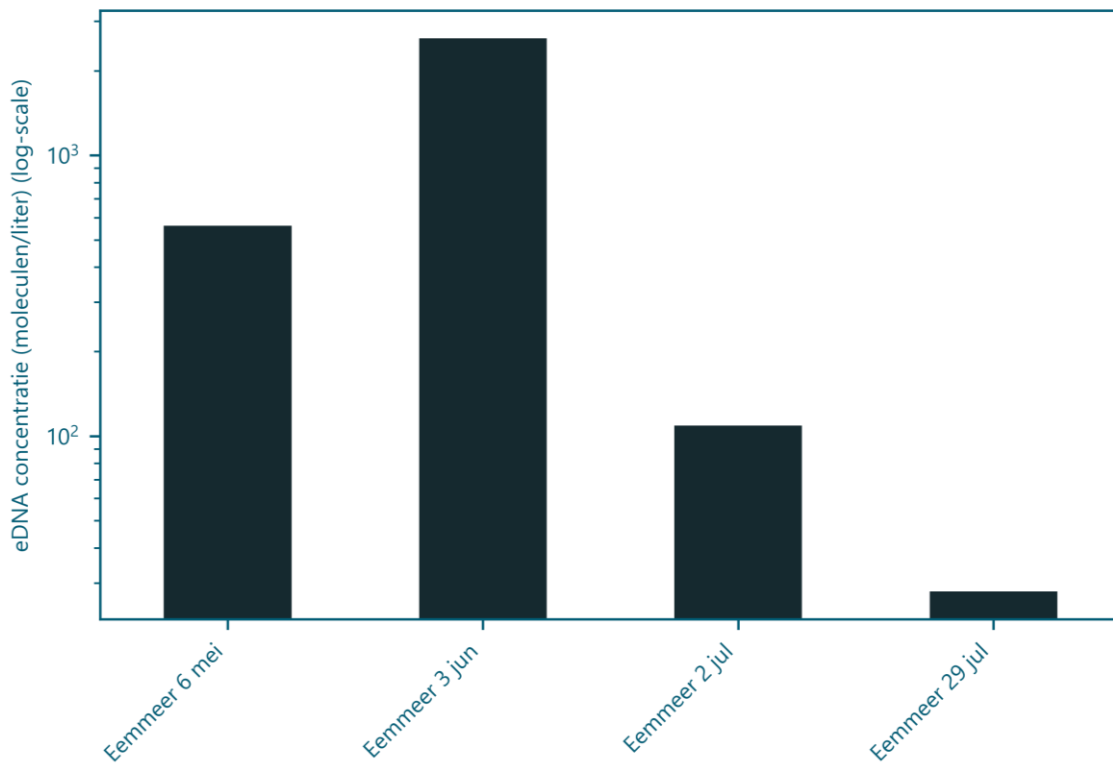
eDNA concentratie en soortsamenvatting vissen

De eDNA-concentratie van vis is weergegeven in Afbeelding 5.1. De hoogste vissenconcentratie is gevonden op 3 juni (2.609 moleculen per liter) en de laagste op 29 juli (28 moleculen per liter). De eDNA concentratie varieert sterk tussen de monsters. Gemiddeld genomen heeft Eemmeer een lage vissenconcentratie in vergelijking met andere cases uit 2024, maar de visconcentratie is vergelijkbaar met die van het Veluwemeer. In de laatste 3 monsters die zijn genomen in het Eemmeer neemt de eDNA concentratie van vissen sterk af. Omdat dit patroon ook zichtbaar is in het Veluwemeer ligt hier waarschijnlijk een gemeenschappelijke oorzaak aan ten grondslag. Mogelijk ontstaat dit patroon doordat de paaiperiode van vissen veelal in de maanden mei en juni plaatsvindt. Jonge vis laat relatief veel eDNA achter.

Overschatting aandeel van vissoorten

De verdeling van vissoorten in de totale hoeveelheid eDNA van vissen correspondeert niet altijd met de biomassa van vissen. Het is bekend dat kleine vissoorten doorgaans meer eDNA loslaten (per kg lichaamsgewicht) dan grote vissoorten¹.

Afbeelding 5.1 eDNA-concentratie van vis per monster. Let op: er is sprake van een logaritmische schaalverdeling



¹ eDNA-metabarcoding vissen: onderzoek naar de mogelijke toepassing van eDNA voor de KRW vismonitoring (2018-2021). Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), 2022.

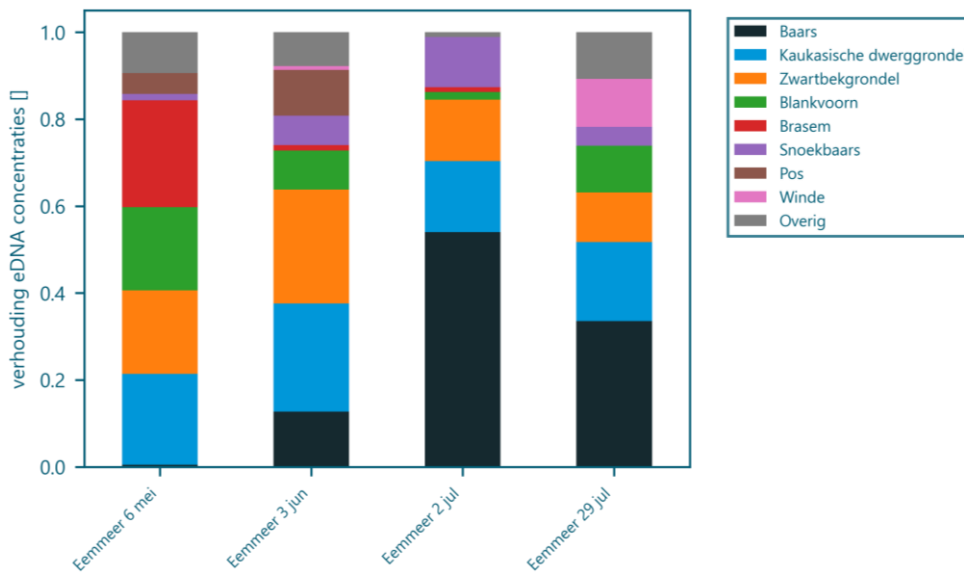
In Afbeelding 5.2 worden de meest aangetroffen soorten getoond per monster. Daarnaast zijn ook de soorten bastaardmodderkruiper, biermpje, driedoornige stekelbaars, giebel/goudvis, kolblei, marmergrondel, ruisvoorn, snoek, tiendoornige stekelbaars, en zeelt in mindere mate waargenomen in de eDNA-bemonstering van 2024 in het Eemmeer. In totaal zijn er met de 12S-primer en 16S-primer 24 soorten aangetroffen. In Tabel 5.1 staat een overzicht met de soorten waarvan het meeste eDNA is aangetroffen in het Eemmeer.

De visgemeenschap in Eemmeer bestaat hoofdzakelijk uit eurytope vissen (zoals baars, snoekbaars, blankvoorn, baars, brasem en pos). Deze vissoorten zijn te verwachten in een meer zoals het Eemmeer, vanwege de voedselrijkdom en de verbondenheid met andere wateren.

Waterplantminnende vissoorten komen in het Eemmeer slechts sporadisch en in lage concentraties voor in het eDNA, dit betreft de soorten zeelt en ruisvoorn en snoek. Het aandeel van snoek in het eDNA is in het Eemmeer gemiddeld over de monsters 0,2 % (mogelijk heeft ook de grootte van de vis invloed op dit lage aandeel, zie onderstaand kader). Dit is 10 keer lager dan in het Veluwemeer. Dit komt mogelijk door de plantbedekking die in het Eemmeer lager is dan in het Veluwemeer. De biomassa van snoek is namelijk sterk gerelateerd aan de bedekking met waterplanten.

Wat opvalt is dat Kaukasische dwerggrondel en zwartbekgrondel in alle monsters vrij dominant zijn. Verder is in mei brasem vrij dominant en in de overige maanden baars. In 2024 is baars gemiddeld in een groter aandeel aanwezig in het Eemmeer dan in het Veluwemeer.

Afbeelding 5.2 Verdeling ratio vissoorten per monster. Enkel de meest aangetroffen soorten zijn weergegeven, de rest staat onder 'overige'



Tabel 5.1 De meest dominante vissoorten die zijn aangetroffen in het Eemmeer, waarbij is aangegeven hoe zeldzaam de soort is in Nederland en of het om een exoot gaat. Per monster is aangegeven wat het aandeel van elke soort is in % (percentage van de totale hoeveelheid vis-eDNA)

Soort	Zeldzaamheid	Exoot	6 mei (%)	3 juni (%)	2 juli (%)	29 juli (%)
baars	algemeen	geen exoot	0,5	12,7	54,0	33,6
blankvoorn	zeer algemeen	geen exoot	19,1	9,0	1,7	10,8
brasem	zeer algemeen	geen exoot	24,6	1,2	1,1	0

Soort	Zeldzaamheid	Exoot	6 mei (%)	3 juni (%)	2 juli (%)	29 juli (%)
karper	algemeen	ingeburgerd	3,2	1,6	0	0
kaukasische dwerggrondel	algemeen	exoot	20,9	24,9	16,3	18,2
paling	algemeen	geen exoot	1,3	0,5	0	4,0
pos	algemeen	geen exoot	4,8	10,5	0	0
serperling of zilverwinde	vrij zeldzaam	geen exoot	0	2,3	0	6,8
snoekbaars	algemeen	geen exoot	1,5	6,8	11,6	4,3
winde	vrij zeldzaam	geen exoot	0	0,9	0	11,0
zwartbekgrondel	algemeen	exoot	19,2	26,2	14,1	11,4

In 2024 is het aandeel van de Kaukasische dwerggrondel 16 tot 25 % van het totale vis-eDNA. Dit is lager dan in het Veluwemeer, waar gemiddeld meer dan de helft van het vis-eDNA afkomstig is van deze soort. Ook op andere locaties in het land wordt deze soort de afgelopen jaren waargenomen in het eDNA. De eerste waarneming van de Kaukasische dwerggrondel in Nederland is gedaan in de Biesbosch op 6 mei 2020. In het jaar 2022 is de soort ook waargenomen in de eDNA bemonstering in het Veluwemeer en sindsdien is zijn aandeel sterk toegenomen (Afbeelding 5.3). De Kaukasische dwerggrondel stelt niet veel eisen aan zijn habitat. Het is daarom niet verrassend dat de soort ook in het Eemmeer aanwezig is.

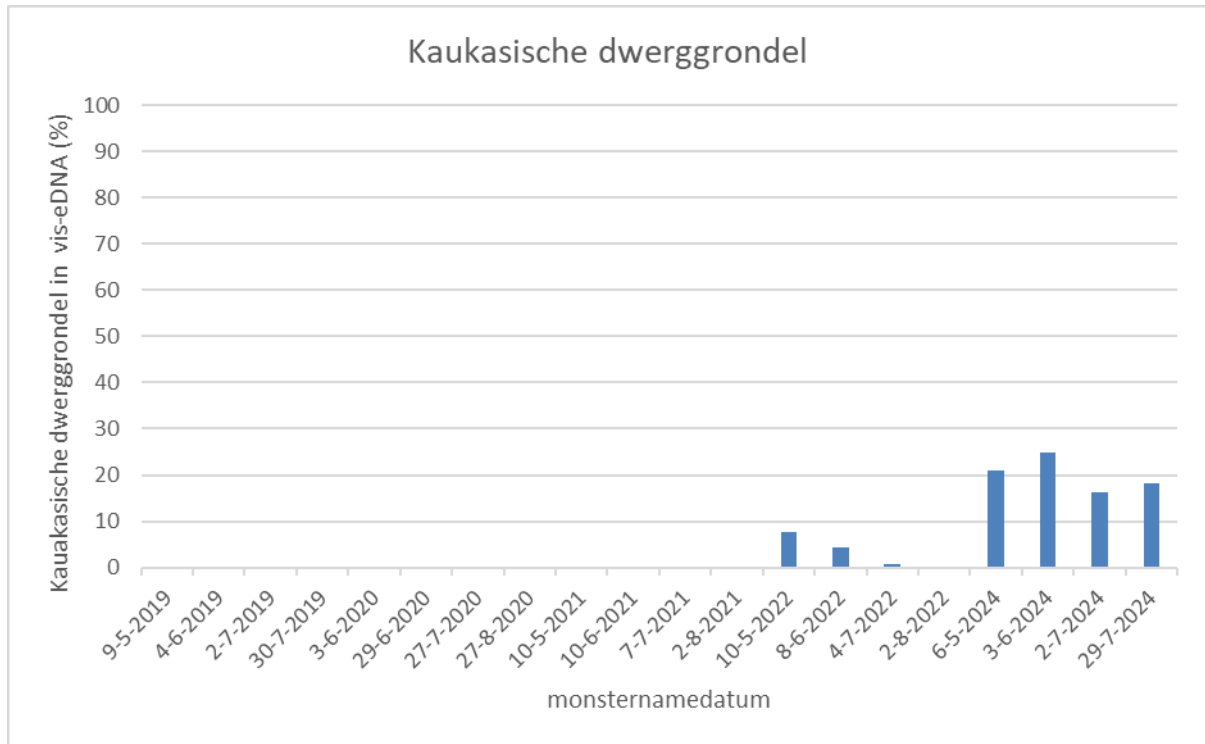
De sterke dominantie van grondels heeft waarschijnlijk ook te maken met de ligging van het monsternamepunt in het Eemmeer. De monsters zijn genomen aan de noordzijde van het meer, waar stortstenen oevers aanwezig zijn. Aanwezigheid van hard substraat voor het afzetten van eitjes is een bepalende factor voor het voorkomen van grondels. Mogelijk zijn de concentraties van deze soorten lager aan de andere zijde van het meer.

Over- of onderschatting aandeel van vissoorten

De verdeling van vissoorten in de totale hoeveelheid eDNA van vissen correspondeert niet altijd met de biomassa van vissen. Het is bekend dat kleine vissoorten doorgaans meer eDNA loslaten (per kg lichaamsgewicht) dan grote vissoorten¹.

¹ eDNA-metabarcoding vissen: onderzoek naar de mogelijke toepassing van eDNA voor de KRW vismonitoring (2018-2021). Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), 2022.

Afbeelding 5.3 Aandeel van de Kaukasische dwerggrondel in de totale hoeveelheid vis-eDNA van alle meetjaren in het Eemmeer



Soortnamenstelling op basis van de universele primer

Om de door de universele primer aangetroffen ASV's beter te kunnen duiden, worden deze ingedeeld in zogenaamde 'functionele groepen' (soortgroepen die een vergelijkbare functie kunnen hebben in een watersysteem). Het uiteindelijke doel is om zoveel mogelijk functionele groepen te identificeren. Er is een start gemaakt met de onderstaande opsomming, maar dit is niet uitputtend. Met name voor de bacteriën zijn op dit moment nog veel functies onbekend. Ten slotte zijn nog niet alle ASV's te koppelen aan soorten of soortgroepen. Het aangetroffen eDNA in het Eemmeer bestaat vooral uit DNA van bacteriën, ciliaten en zoöplankton (tabel 5.2).

Hieronder worden enkele kenmerken van de soortnamenstelling uitgelicht. Verder zijn de soortnamenstellingen voor de soortgroepen zoöplankton, fytoplankton en bacteriën nader uitgewerkt:

- op 6 mei is het aandeel ciliaten zeer hoog (45,8 %). Ongeveer de helft van het eDNA binnen de ciliaten is toe te schrijven aan de soort *Rimostrombidium lacustris*. Daarnaast zijn ook soorten uit de families Strombidiidae, Tinitinnidae, Halteriidae, Oxytrychidae en Urotrichidae aanwezig;
- op 3 juni is het aandeel ciliaten nog steeds hoog, maar minder dan in mei (26,6 %). Ook in dit monster is de soort binnen de ciliaten met het hoogste aandeel *Rimostrombidium lacustris* en in dit monster zijn grotendeels dezelfde families zijn aanwezig als in het monster van 6 mei. Het aandeel bacteriën is hoger dan in mei;
- op 2 juli is het aandeel van diatomeeën het grootst (5,5 %). Dit bestaat voor een groot deel uit soorten van het geslacht *Skeletonema*. Er zijn zeker 20 verschillende soorten diatomeeën waargenomen in dit monster. In het algemeen geldt dat diversiteit zorgt voor robuustheid. Ook in de monsters van de andere data is de samenstelling van diatomeeën divers;
- op 29 juli is het aandeel van zoöplankton hoog (14,8 %). Dit is grotendeels door de aanwezigheid van eDNA van het geslacht *Eurytemora*. Soorten van dit geslacht zijn gevoelig voor chemische verontreiniging en worden gebruikt als bio-indicator¹. Het grote aandeel van *Eurytemora* duidt mogelijk op beperkte chemische verontreiniging (dit is zeker geen bewijs, maar mogelijk wel een indicatie);

¹ Wright, D.A., Savitz, J.D., Dawson, R. *et al.* Effect of diflubenzuron on the maturation and reproductive success of the copepod *Eurytemora affinis*. *Ecotoxicology* **5**, 47–58 (1996). <https://doi.org/10.1007/BF00116323>.

- in de maand juli is de watertemperatuur ruim boven de 20 graden. Bij deze temperatuur kunnen blauwalgen tot bloei komen. Het aandeel van blauwalgen blijft in deze maanden echter laag (1,7 % op 2 juli en 1,6 % op 29 juli). Dit is ook terug te zien in het doorzicht dat boven de één meter blijft;
- op alle meetmomenten is het aandeel van blauwalgen gering (maximaal 1,7 %). De geslachten met het grootste aandeel zijn *Dolichospermum* en *Microcystis*.

Een **Fylum** is een niveau in de indeling (hiërarchisch) van organismen in de biologie. Ook wel 'stam' genoemd. De hiërarchie van taxonomische niveaus is als volgt: leven > domein > rijk > fylum > klasse > orde > familie > geslacht of genus > soort.

Tabel 5.2 Het aandeel van verschillende soortgroepen in het Eemmeer gebaseerd op de universele primer. Vis is hier niet in meegenomen. Vissen worden niet goed opgemerkt door de universele primer, en worden daardoor enkel gemeten met speciale vissenprimers. De onderstreepte percentages geven de hoogste waarden weer

(%)	6 mei (%)	3 juni (%)	2 juli (%)	29 juli (%)
algen overig	2,2	0,5	0,3	0,1
archaea	0,0	0,0	0,0	0,0
bacteriën overig	37,9	55,6	66,9	50,0
blauwalgen	0,2	0,1	1,7	1,6
ciliaten	45,8	26,6	2,6	16,6
diatomeeën	2,5	1,1	5,5	3,3
eukaryoten overig	1,9	3,7	2,3	2,2
flagellaten	0,1	0,3	0,0	0,1
groenalgen	0,5	0,4	0,7	3,4
schimmels	0,0	1,8	0,3	0,1
tweekleppigen	0,0	1,4	0,3	0,3
zoöplankton	2,9	1,6	9,6	14,8
onbekend	5,9	7,0	9,8	7,3

Zoöplankton

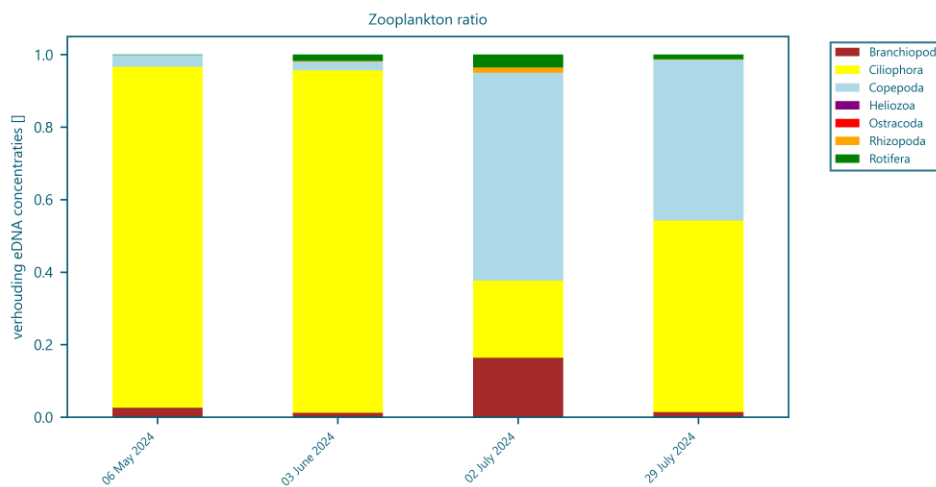
In afbeelding 5.4 wordt de soortensamenstelling van zoöplankton getoond (het relatieve aandeel van elke soortgroep). Op 6 mei en 3 juni bestaat de zoöplankton voornamelijk uit ciliaten (Ciliophora). Het aandeel van ciliaten is in het Eemmeer in voorgaande meetjaren nooit zo hoog geweest als op 6 mei. Voornamelijk de ciliaten van het geslacht *Limnostrombidium* en *Rimostrombidium* zijn veel aanwezig. Ciliaten hebben in vergelijking tot andere zoöplanktongroepen een hoge reproductiesnelheid en kunnen daardoor snel in aantallen groeien als de algenconcentratie in het water hoog wordt. Ciliaten foerageren voornamelijk op kleine algen, bijvoorbeeld cryptofyten, en bacteriën. Dat deze hoogste meting in de maand mei wordt genomen valt in de lijn der verwachting. In het voorjaar zijn vaak kleine algen zoals groenwieren en cryptofyten dominant. Ciliaten zijn relatief kleine zoöplankton en fungeren vaak als een tussenstap in de trofische cascade, ze foerageren op fytoplankton en worden zelf begraasd door grotere zoöplankton.

Dat een groot deel van het zoöplankton uit ciliaten bestaat komt mogelijk door sterke begrazing van planktivore vissen. Uit visstandbemonstering en de eDNA data in mei 2024 is gebleken dat (kleine) brasem veel voorkomt in het Eemmeer ¹. Planktivore vissen foerageren selectief op grotere zoöplankton, waardoor voornamelijk soorten uit de Branchiopoda, zoals watervlooien worden onderdrukt.

Op 2 en 29 juli bestaat een groot deel van het eDNA uit copepoda. In deze monsters zijn voornamelijk de geslachten *Eurytemora* en *Cyclopoida* aangetroffen. Van soorten binnen het geslacht *Eurytemora* is bekend dat ze kunnen dienen als bio-indicator voor zware metalen ².

Op 2 juli is het aandeel van branchiopoda in het zoöplankton ongeveer 10 %. Een belangrijke groep binnen de Branchiopoda zijn de watervlooien. Watervlooien zijn filter-feeders en zijn in staat zeer efficiënt te foerageren op fytoplankton.

Afbeelding 5.4 Verdeling ratio zoöplanktonsoortgroepen per monster. De soortgroepen zijn: branchiopoda (kieuwpootkreeftjes), ciliophora (trilhaardiertjes), copepoda (eenoogkreeftjes), ostracoda (mosselkreeftjes), rhizopoda (wortelpotigen) en rotifera (raderdieren)



Fytoplankton

In Afbeelding 5.5 wordt de soort samenstelling van fytoplankton getoond (het relatieve aandeel van elke soortgroep). In alle monsters bestaat een groot deel van het eDNA van fytoplankton uit diatomeeën (bacillariophyta), maar ook de andere groepen binnen de fytoplankton hebben een redelijk aandeel in het totale eDNA:

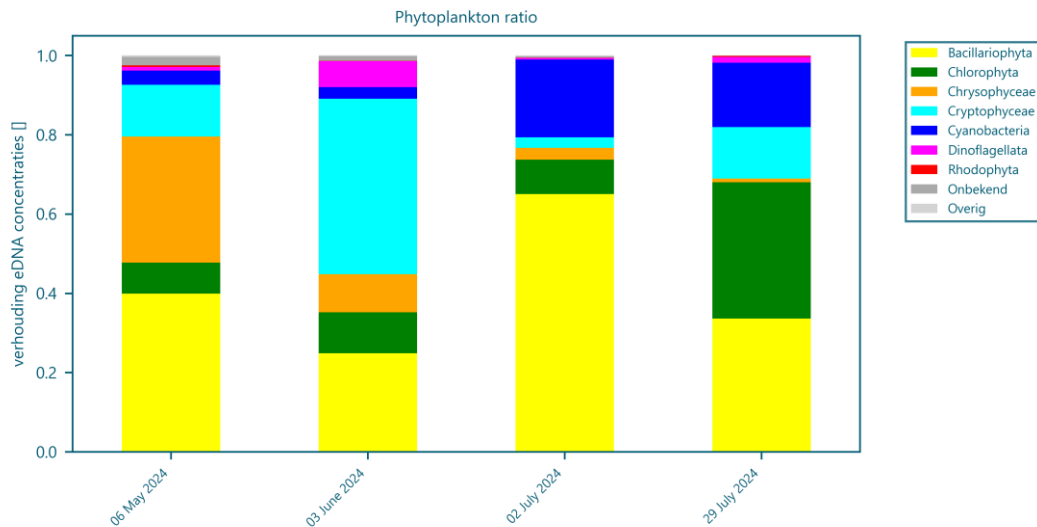
- dat de diatomeeën in alle monsters in het Eemmeer een groot aandeel hebben is mogelijk het gevolg van stroming die plaatsvindt in het Eemmeer. Diatomeeën zijn vaak relatief grote soorten die werveling van water nodig hebben om zich in de waterkolom te begeven. Kleinere fytoplankton zoals groenalgen en cryptofyten zinken minder snel en sommige blauwalgen bezitten vacuoles waarmee ze hun drijfvermogen reguleren;

¹ Derks, E.T. & P.A.D.M. Wijmans, 2022. Visstandonderzoek Zuidelijke Randmeren 2018- 2022 Gooimeer, Eemmeer en Nijkerkernauw. Sportvisserij Nederland en Sportvisserij MidWest Nederland, Bilthoven/Heiloo.

² Das, S., Ouddane, B., & Souissi, S. (2022). Responses of the copepod *Eurytemora affinis* to trace metal exposure: A candidate for sentinel to marine sediment resuspension effects. *Marine Pollution Bulletin*, 181, 113854.

- in alle monsters is het aandeel diatomeeën groot. De diatomeeën bestaan grotendeels uit de geslachten *Thalassiosira*, *Skeletonema*, *Stephanosidiscus*, *Thalassionema* en *Aulacoseira* in wisselende verhoudingen. Soorten uit de geslachten *Thalassiosira* en *Stephanodiscus* komen voor in eutroof tot hypertroof water ¹. Soorten uit het geslacht *Aulacoseira* komen voor in meso- tot eutroof water ². Hierbij moet wel in het achterhoofd worden gehouden dat identificatie tot op soortniveau met eDNA nog niet altijd nauwkeurig is. Vanwege de variatie van habitat tussen de soorten binnen een geslacht is voorzichtigheid geboden bij het trekken van ecologische conclusies;
- de geslachten *Thalassiosira* en *Skeletonema* zijn in het Eemmeer beter vertegenwoordigd dan in het Veluwemeer;
- in alle monsters van 2024 bestaat het grootste deel van de groenalgen uit de soort *Spermatozopsis exultans*. Dit is een soort die voorkeur heeft voor warme wateren met een hoge lichtintensiteit, voorkomend in subtropische systemen ³. Ook in Frankrijk is deze soort op meerdere locaties waargenomen⁴. Mogelijk heeft het warme einde van juli er voor gezorgd dat deze soort kon voorkomen;
- op 6 mei is een groot deel van de fytoplankton afkomstig van Chrysophyceae;
- op 3 juni is het aandeel Cryptofyten groot. Cryptofyten zijn vaak kleine algen die een korte reproductietijd hebben en daardoor snel kunnen reageren op de beschikbaarheid van nutriënten. Bovendien zijn sommige Cryptofyten mixotroof waardoor de populatie behouden kan blijven wanneer nutriënten uitgeput raken⁵. Cryptofyten komen dus doorgaans voor onder dynamische omstandigheden. Het is daarom ook niet gek dat het voorkomen van Cryptofyten hoger is in de twee monsters die zijn genomen in het voorjaar.

Afbeelding 5.5 Verdeling ratio fytoplanktonsoortgroepen per monster. De soortgroepen zijn: rodophyta (roodwieren), bacillariophyta (diatomeeën), cyanobacteria (blauwalgen), chlorophyta (groenwieren), Cryptofyten, Goudwieren (Chrysophyceae), Choanoflagellata en Dinoflagellata



¹ Bijkerk, R., & Beers, M. (2010). Handboek Hydrobiologie: biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. *Rapport 2014, 2*.

² Reynolds, C. S., Huszar, V., Kruk, C., Naselli-Flores, L., & Melo, S. (2002). Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton. *Journal of plankton research, 24*(5), 417-428.

³ Ribeiro, G. F., & Torgan, L. C. (2024). *Spermatozopsis exultans* Korshikov (Chlorophyceae, Dunaliellaceae) in the freshwater environments from southern Brazil. *Hoehnea, 51*, e192024.

⁴ [Spermatozopsis exultans · iNaturalist](#)

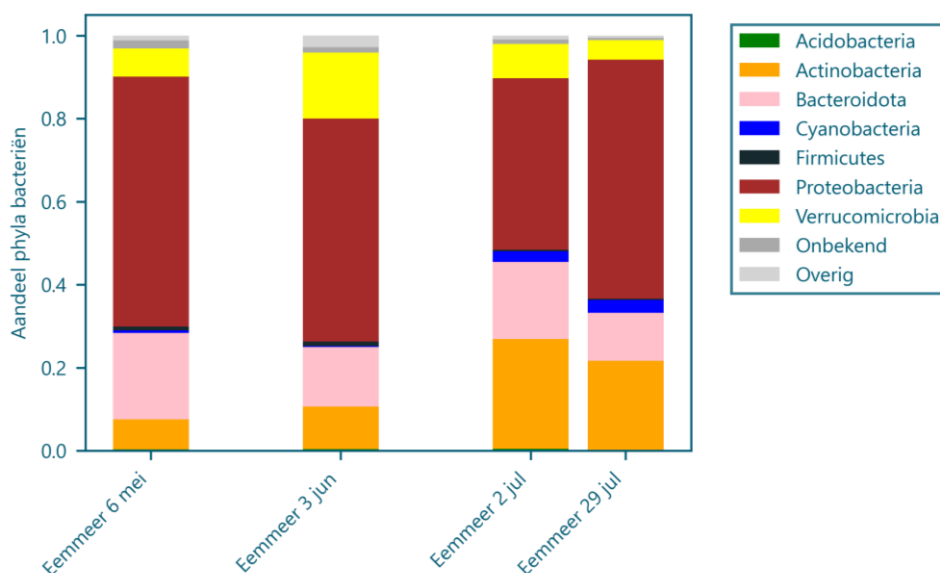
⁵ Roberts, E. C., & Laybourn-Parry, J. (1999). Mixotrophic cryptophytes and their predators in the Dry Valley lakes of Antarctica. *Freshwater Biology, 41*(4), 737-746.

Bacteriën

In afbeelding 5.6 wordt de soortensamenstelling van bacteriën getoond (het relatieve aandeel van elke soortgroep). In alle monsters is het aandeel van proteobacteriën het grootst, de verhouding verschilt niet veel tussen de monsters. Andere groepen zijn Bacteroidota, Verrucomicrobia, Actinobacteria, Cyanobacteria, Proteobacteria, Planctomycetota, acidobacteria en planctomycetota:

- de samenstelling van het eDNA in het Eemmeer 2024 laat grote overeenkomst zien met dat in het Veluwemeer. Ook daar zijn fyla die goed vertegenwoordigd de Proteobacteria, Bacteroidota, Verrucomicrobia en de Actinobacteria;
- in het Eemmeer is in alle monsters van 2024 een groot deel van het eDNA afkomstig van de orde Nostocales. Deze orde kent voornamelijk draadvormige soorten die in sommige gevallen stikstof kunnen fixeren, waardoor ze onder N-gelimiteerde omstandigheden in het voordeel zijn. Stabiele condities (hoge temperatuur en weinig menging van het water) zijn gunstig voor cyanobacteriën;
- het aandeel van Actinobacteria neemt toe naar het einde van het jaar. Soorten binnen dit fyllum zorgen in aquatische milieus vaak voor afbraak van complexe organische koolhydraten zoals cellulose, lignine, keratine, chitine en hemicellulose¹.

Afbeelding 5.6 Verdeling ratio bacteriën per monster. De soortgroepen zijn: acidobacteria, proteobacteria, bacteroidota, planctomycetota, verrucomicrobia, actinobacteria, cyanobacteria, onbekend (ASV's die niet op fyllum-niveau te onderscheiden zijn) en overig (ASV's die tot een andere, minder dominant aanwezige groep behoren dan de genoemde zeven fyllum in de figuur)



6 VERGELIJKING EEMMEER EN VELUWEMEER

In dit hoofdstuk wordt allereerst een uitgebreidere vergelijking gemaakt tussen meerjarige eDNA-bemonstering van het Eemmeer en het Veluwemeer. Daarna wordt voor de overige soortgroepen op meerdere aspecten de soortensamenstelling tussen de twee meren vergeleken.

6.1 Vergelijking vis-eDNA op basis van meerjarige eDNA-meting

Bemonstering van eDNA vindt in het Veluwemeer sinds 2018 en in het Eemmeer sinds 2019 plaats. Deze metingen geven de mogelijkheid om een diepgaande vergelijking te maken tussen het eDNA van vissen in de meren.

¹ Prashant Dahal, 2022. Actinobacteria- An Overview. [What are Actinobacteria? An Overview on Actinomycetes](#)

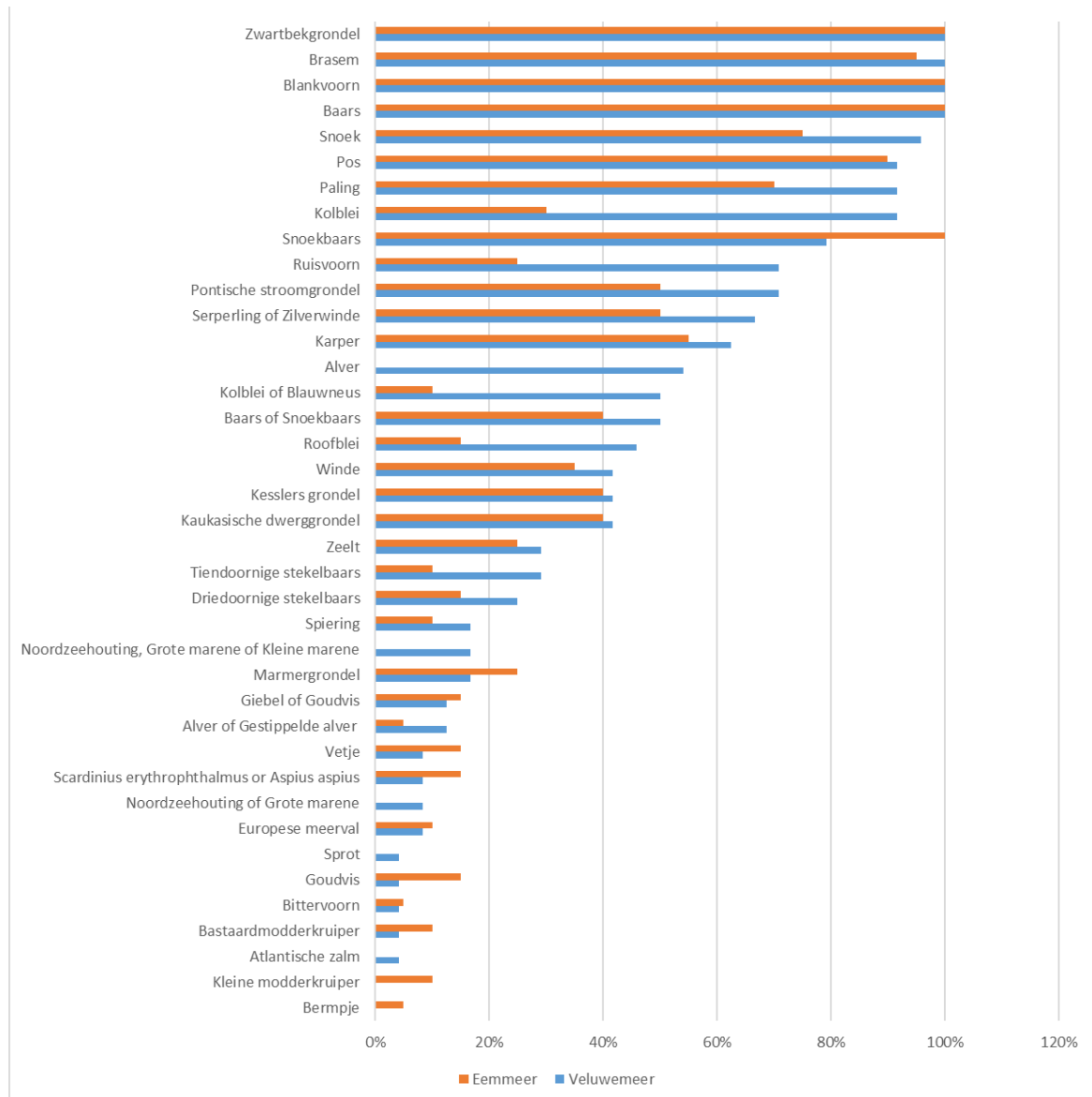
Deze meetreeks stelt ons in staat om trends te ontdekken in de samenstelling van vissoorten en geeft een nauwkeuriger inzicht in de samenstelling van vissoorten in de meren. Eerst gaan we in op het aantal keer dat een soort is aangetroffen. Vervolgens gaan we in op de eDNA concentratie van soorten.

Aantallen

In Afbeelding 6.1 is per vissoort weergegeven in welk percentage van het totaal aantal eDNA-monsters de soort is waargenomen in het Veluwemeer en het Eemmeer. Er zijn veel overeenkomsten tussen de waargenomen soorten in het Eemmeer en het Veluwemeer. In beide meren komen een aantal zeer algemene soorten voor die in grote wateren te verwachten zijn, bijvoorbeeld baars, brasem, snoekbaars, pos, blankvoorn, paling. Ook komen exoten voor die sinds de voltooiing van het Main-Donaukanaal de weg naar de Nederlandse wateren hebben gevonden, zoals de zwartbekgrondel, Kaukasische grondel en de Pontische stroomgrondel.

Het Eemmeer en het Veluwemeer kennen ook duidelijke verschillen in de samenstelling van het vis-eDNA. Soorten die beduidend vaker zijn waargenomen in het Veluwemeer zijn alver, ruisvoorn, kolblei, snoek, driedoornige stekelbaars, tiendoornige stekelbaars. Deze soorten zijn over het algemeen gebonden aan vegetatierijk water. Dit komt overeen met het beeld van het plantenrijkere Veluwemeer ten opzichte van het Eemmeer.

Afbeelding 6.1 Voor elke vissoort is weergegeven in welk aandeel van het totaal aantal eDNA-monsters de soort is waargenomen in de periode van 2018 tot en met 2024 in het Eemmeer (n=20) en het Veluwemeer (n=24). Voorbeeld: In het Veluwemeer is de karper 15 van de 24 eDNA-monsters aangetroffen. Dit resulteert in een percentage van 63 %



Gemiddeld aandeel in eDNA-monsters

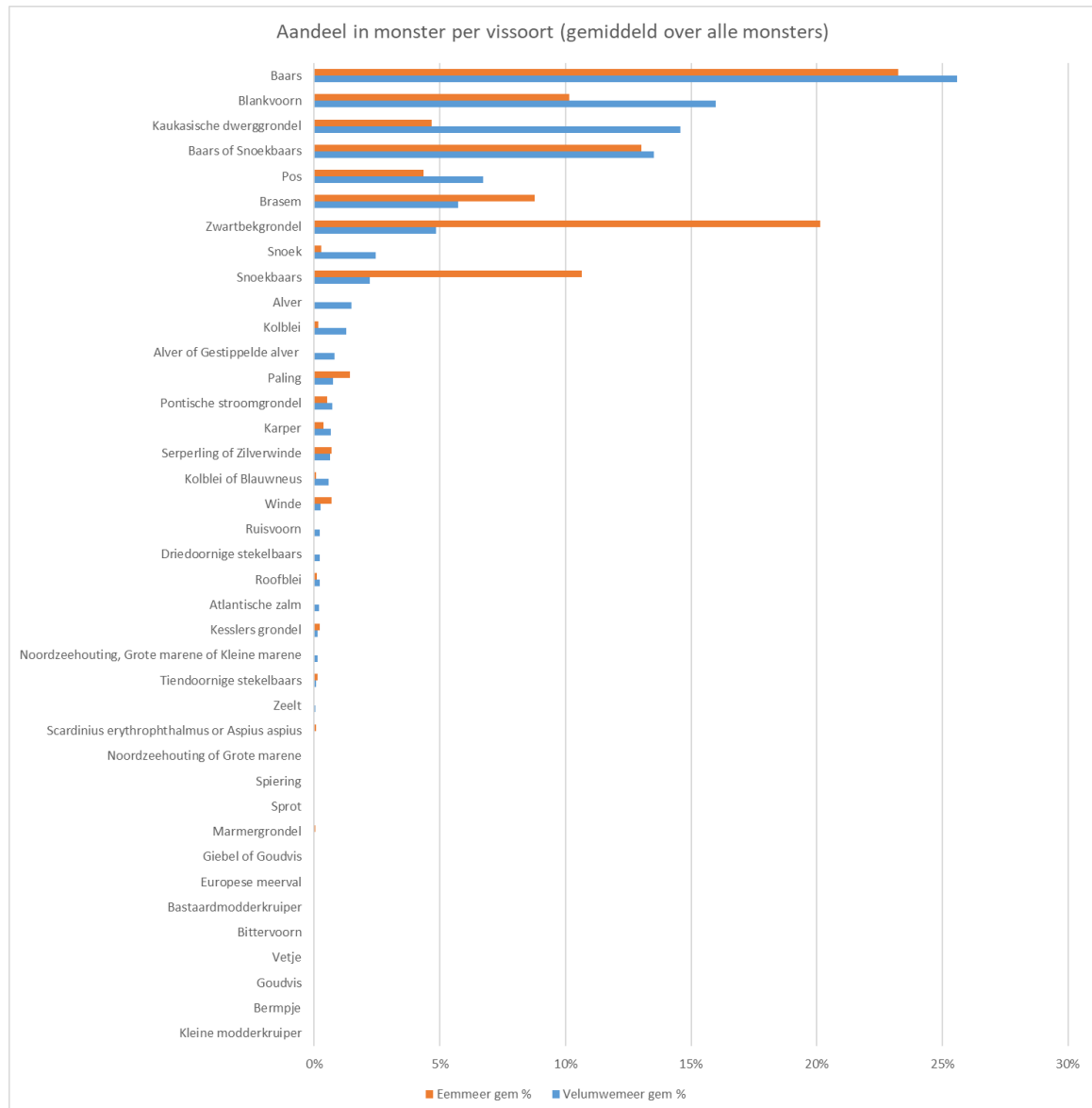
In Afbeelding 6.2 is het gemiddelde aandeel van een soort in alle monsters per meer weergegeven, ofwel de gemiddelde abundantie uitgaande van de eDNA concentratie. In Afbeelding 6.3 is de verhouding tussen de gemiddelde abundantie voor respectievelijk het Eemmeer en Veluwemeer weergegeven.

Net als bij het aantal soorten, zien we ook bij het gemiddelde aandeel in de totale abundantie dat er sprake is van grote overeenkomsten tussen de meren. In beide meren hebben de eurytope soorten zoals baars, pos en blankvoorn en brasem een gemiddeld aandeel van meer dan 5 %. Ook het gemiddelde aandeel komt naar voren dat.

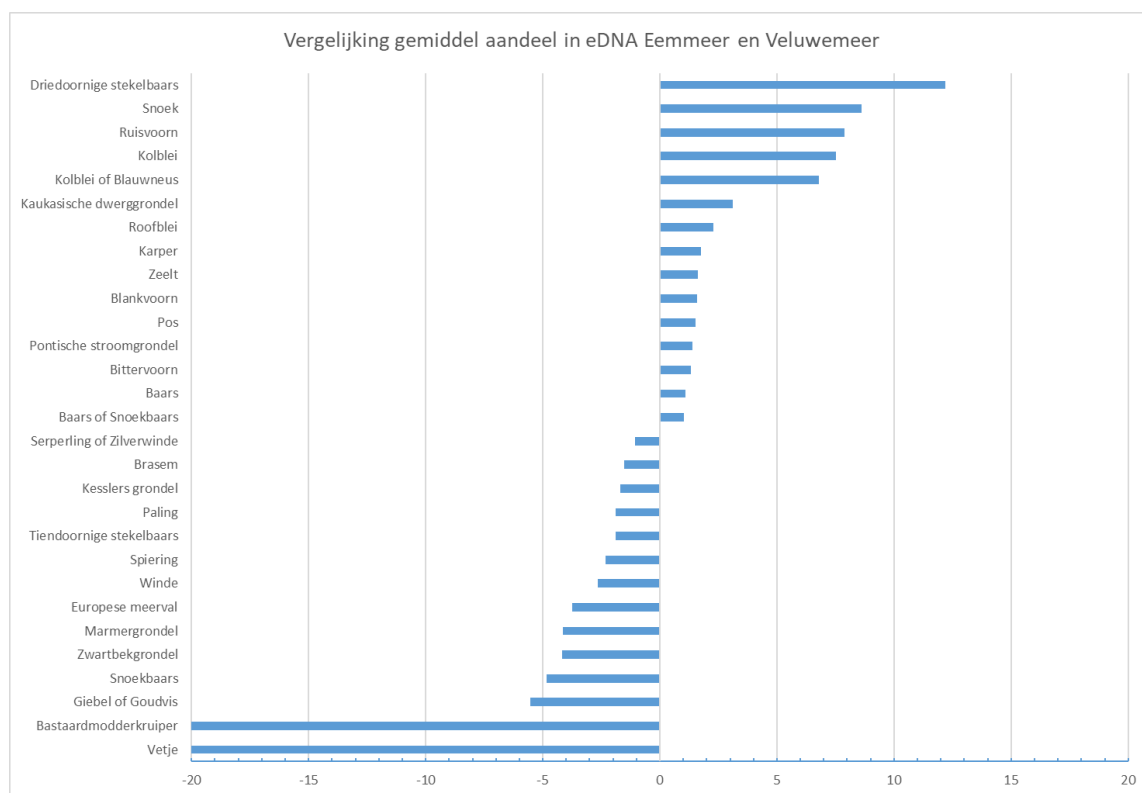
Tussen het Veluwemeer en het Eemmeer zijn ook verschillen in het gemiddelde aandeel in de totale abundantie van de vissoorten. De vissoorten die gemiddeld meer voorkomen in het Veluwemeer zijn driedoornige stekelbaars (12 keer t.o.v. Eemmeer), snoek (9 keer t.o.v. Eemmeer), ruisvoorn (8 keer t.o.v. Eemmeer) en kolblei (8 keer t.o.v. Eemmeer). Vissoorten van troebel(er) water komen juist vaker voor in het Eemmeer, dit zijn brasem (1,5 keer t.o.v. Veluwemeer), paling (1,9 keer t.o.v. Veluwemeer) en snoekbaars (4,8 keer t.o.v. Veluwemeer).

Voor de soorten vetje en bastaardmodderkruiper geldt dat ze zowel in beide meren in weinig monsters aanwezig zijn waarin het eDNA van deze soorten is aangetroffen en dat de hoeveelheid eDNA die is aangetroffen zeer laag is. Hierdoor kunnen grote relatieve verschillen in gemiddelde eDNA-concentratie ontstaan, waardoor de soorten op de grafiek in Afbeelding 3 sterk richting één kant op wijzen.

Afbeelding 6.2 Gemiddeld voorkomen van soorten in de eDNA-bemonstering in het Veluwemeer (n=24) en het Eemmeer (n=20) in de periode van 2018 tot en met 2024



Afbeelding 6.3 Vergelijking tussen het gemiddeld aandeel in eDNA monsters van het Eemmeer (n=20) en het Veluwemeer (n=24). Balken naar links geven aan dat de soort gemiddeld meer aanwezig zijn in het Eemmeer en balken naar rechts geven aan dat de soort vaker voorkomt in het Veluwemeer. Voorbeeld: eDNA van Karper is gemiddeld in het Veluwemeer 1,4 % van het eDNA en 0,7 % in het Eemmeer. De balk geeft daarom een waarde van $1,4\% / 0,7\% = 1,8$ naar rechts aan



Discussie

De waterkwaliteit in het Eemmeer en het Veluwemeer is sinds de '90 in beide meren sterk verbeterd. Voor deze periode waren beide meren troebel en werd de vissamenstelling gedomineerd door brasem¹. De soortensamenstelling weerspiegelt een verbetering van de waterkwaliteit. Voor 1990 toen het water troebel en algenrijk was domineerde brasem de visstand (niet gemeten met eDNA). De huidige omstandigheden met overwegend helder water en dominantie van waterplanten bieden leefgebied aan verschillende soorten vissen.

Ondanks dat in het Veluwemeer veel ondergedoken waterplantvegetatie aanwezig is, bieden de meren maar in beperkte mate leefgebied voor sterk aan vegetatie gebonden soorten, zoals (jonge) snoek en ruisvoorn. Beide soorten hebben een lage gemiddelde abundantie in beide meren (Afbeelding 6.2). Ondergedoken waterplanten zijn in het Veluwemeer wijdverspreid aanwezig, maar sterven af gedurende de winterperiode. In deze periode is de oevervegetatie met riet belangrijk leefgebied voor ruisvoorn en snoek. Voor zowel het Eemmeer als voor het Veluwemeer geldt dat de oeverlengte ten opzicht van het oppervlak van het meer klein is, waardoor de draagkracht van het systeem voor deze plantminnende soorten relatief beperkt is. Dit is een direct gevolg van de omvang van de grote meren. In kleinere meren is de verhouding oeverlengte ten opzichte van oppervlakte gunstiger. Kranswiervegetaties, die wel het gehele jaar aanwezig zijn in het Veluwemeer dragen wel bij aan de draagkracht voor deze soorten. Het aandeel van plantminnende vissoorten is hierdoor mogelijk laag.

¹ Portielje, R., Noordhuis, R., & Meijer, M. L. (2001). *Waterkwaliteit van de zuidelijke randmeren (Eem-en Gooimeer) 1990-1999*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, RIZA Rijksinstituut voor Integraal Zoetwaterbeheer en Afvalwaterbehandeling.

Verschillen tussen het Veluwemeer en het Eemmeer komen tot uiting in de samenstelling van het vis-eDNA, zowel in aantal waarnemingen (Afbeelding 6.1) als gemiddelde abundantie (Afbeelding 6.3). In het Veluwemeer is de nutriëntbelasting momenteel laag waardoor helder water met waterplanten aanwezig is. Het Eemmeer staat onder invloed van het nutriëntenrijke Eemwater. In het Eemmeer zijn ook waterplanten aanwezig, maar wel in mindere mate dan in het Veluwemeer. Deze verschillen in waterkwaliteit komen tot uiting in de verhouding tussen het aandeel van vissoorten (Afbeelding 6.3). Vegetatieminnende soorten komen op basis van het eDNA vaker en meer voor in het Veluwemeer dan in het Eemmeer. Soorten die ook goed in troebel water voor kunnen komen, lijken sterker naar voren te komen in de eDNA-data van het Eemmeer.

6.2 Vergelijking van alle soortgroepen

In tabel 6.1 is op een meerdere aspecten een vergelijking gemaakt tussen het Veluwemeer en het Eemmeer.

Tabel 6.1 Vergelijking tussen het Eemmeer en het Veluwemeer

Aspect	Veluwemeer	Eemmeer	Duiding
totale eDNA concentratie	tussen 120 miljoen (3 juni) en 410 miljoen (2 juli)	tussen 75 miljoen (3 juni) en 740 miljoen (2 juli)	opvallend is dat in beide meren de laagste eDNA-concentratie gemeten is op 3 juni en de hoogste op 2 juli. Het lijkt erop dat er een gemeenschappelijke factor is die van invloed is op de totale eDNA-concentratie. Het aantal ASV's in de twee meren is vergelijkbaar
ASV's	1.722 (6 mei) tot 2.591 (2 juli)	2.161 (3 juni) tot 2.527 (6 mei)	Het aantal ASV's ligt in beide meren ongeveer in dezelfde orde van grootte. Op dit vlak lijken dus geen grote verschillen in biodiversiteit te zijn.
fytoplankton	in het veluwemeer is in drie van de vier monsters blauwalg dominant	in het Eemmeer is in alle monsters diatomeeën de voornaamste groep van fytoplankton	dat het aandeel blauwalg hoger is in het Veluwemeer dan in het Eemmeer is opvallend. Het Eemmeer staat namelijk onder invloed van het voedselrijke water uit de Eem. Wat naar verwachting een grotere kans op blauwalgen oplevert. Mogelijk zijn er andere factoren, zoals de positie van het monsternamepunt in het meer. Wat ook een rol zou kunnen spelen is een verschil in hydrologie tussen de meren. Het Veluwemeer is, in tegenstelling tot het Eemmeer, een afgesloten compartiment, waardoor er gemakkelijker een algenbloei kan ontstaan.
zoöplankton	ciliaten maken gemiddeld 18 % (max 30 %) uit van het totale eDNA. De andere zoöplanktongroepen zijn samen niet meer dan enkele procenten van het totale eDNA.	ciliaten maken gemiddeld 23 (max 46 %) procent uit van het totale eDNA in 2024. De andere zoöplanktongroepen samen gemiddeld 7 %.	in het Eemmeer is meer zoöplankton aanwezig en is in ieder geval in twee monsters een groot deel copepoda (eenooγκreeften) aanwezig. Ook branchiopoda zijn sterker aanwezig in sommige monsters in het Eemmeer. Het lijkt er dus op dat het zoöplankton zowel kwalitatief als kwantitatief sterker aanwezig is in het Eemmeer. Mogelijk helpt dit bij het drukken van de blauwalgconcentratie

Aspect	Veluwemeer	Eemmeer	Duiding
vis	bestaat deels uit roofvissen van meso- tot eutroof water (baars en snoekbaars). Een groot deel bestaat uit kleine exoten (grondels). Het gemiddelde aandeel van snoek in het vis-eDNA is 2 %.	een groot deel bestaat uit kleine exoten (grondels). De zwartbekgrondel is minder dominant. Bestaat deels uit roofvissen van meso- tot eutroof water (baars en snoekbaars). Het gemiddelde aandeel van snoek in het vis-eDNA is 0,2 %.	de exotische grondels kunnen een risico vormen voor andere kleine vissen zoals de rivierdonderpad vanwege de grote overeenkomst in habitat van de soorten
kaukasische dwerggrondel	36-72 % vis-eDNA	16-25 % van vis-eDNA.	in het Veluwemeer is Kaukasische dwerggrondel veel dominant. Het is speculeren waar dit grote verschil vandaan komt. In het Veluwemeer is de bedekking van waterplanten groter, wat gunstig zou kunnen zijn voor de soort. Tegelijkertijd is bekend dat de soort relatief weinig habitateisen heeft en daardoor in veel wateren kan voorkomen. Enkel een substraat om eieren af te zetten is van belang voor de soort. Dit is beide meren aanwezig in de vorm van stortstenen oevers.
bacteriën (exclusief cyanobacteriën)	diverse samenstelling van fyta, proteobacteriën zijn de gemiddeld grootste groep	diverse samenstelling van fyta, proteobacteriën zijn de gemiddeld grootste groep. In juli zijn acidobacteria aanwezig	afgezien van cyanobacteriën zijn in beide meren de grotendeels dezelfde fyta van bacteriën aanwezig.

BIJLAGE: WEBAPPLICATIES

Er zijn twee webapplicaties die ontwikkeld voor de eDNA voedselwebanalyse (het KPI dashboard en het eDNA plusplatform).

eDNA plusplatform

In 2018 is een webapplicatie ontwikkeld waarin de eDNA-gegevens op verschillende manieren ontsloten kunnen worden. Op deze webapplicatie zijn de eDNA concentraties die in verschillende systemen gemeten zijn, te vergelijken. Ook is het mogelijk om van elk watermonster de soort(groep)samenstelling in te zien aan de hand van een ijspegeldiagram. Dit diagram laat op alle taxonomische niveaus zien welke soorten of soortgroepen er zijn gedetecteerd. De resultaten die via de webapplicatie zijn ontsloten, zijn in te zien via: <https://edna.plusplatform.nl>.

KPI-dashboard

In het voorjaar van 2023 is een prototype dashboard voor beoordeling en diagnose van de waterkwaliteit ontwikkeld, met daarin een aantal indicatoren. Hierbij is onderscheid gemaakt in de hoofdgroepen (1) beoordeling, (2) biodiversiteit, (3) Ecologische Sleutelfactoren en (4) (gebruiks)functies. Het prototype wordt de komende jaren uitgebreid. Daarnaast wordt geïnvesteerd in het verbeteren van de rekenregels achter de indicatoren. Het prototype is in te zien via de volgende website: edna-frontend.azurewebsites.net.



BIJLAGE: VERGELIJKING EDNA EN VISSTANDBEMONSTERING EEMMEER

Vergelijking tussen eDNA en standaard monitoring

In Afbeelding 6.1 is een vergelijking gemaakt tussen de vissoorten die zijn waargenomen in de conventionele visstandbemonstering¹ en de eDNA-bemonstering. Hierbij moet worden opgemerkt dat bij de conventionele visstandbemonstering het Gooimeer, Eemmeer en Nijkerkernauw zijn bevestigd, terwijl bij eDNA alleen het Eemmeer is bevestigd. Verder bestaat de conventionele visstandbemonstering uit een serie trekken, terwijl bij eDNA één locatie is bemonsterd.

Tezamen zijn 34 soorten waargenomen in de eDNA bemonstering en de visstandbemonstering. Met eDNA zijn in totaal 29 soorten waargenomen en met de reguliere visstandbemonstering 21 soorten. Soorten die wel met eDNA zijn waargenomen en niet met de reguliere visstandbemonstering zijn Alver, bastaardmodderkruiper, bierpje, bittervoorn, Europese meerval, gibel/goudvis, Kaukasische dwerggrondel, kleine modderkruiper, seperling of zilverwinde, spiering, tiendoornige stekelbaars en vetje. Veel van deze soorten zijn klein of leven op of in de waterbodem. Dit verklaart mogelijk waarom deze soorten niet zijn gevangen met de reguliere bemonstering. Soorten die zijn waargenomen in de reguliere visstandbemonstering en niet in de eDNA bemonstering zijn bot, Kesslers grondel, noordzeehouting en Siberische steur. Deze soorten komen wel voor in de eDNA dataset, maar niet in het Eemmeer. Mogelijk zijn de eDNA concentraties te laag wat correspondeert met de lage aantallen in de reguliere monitoring.

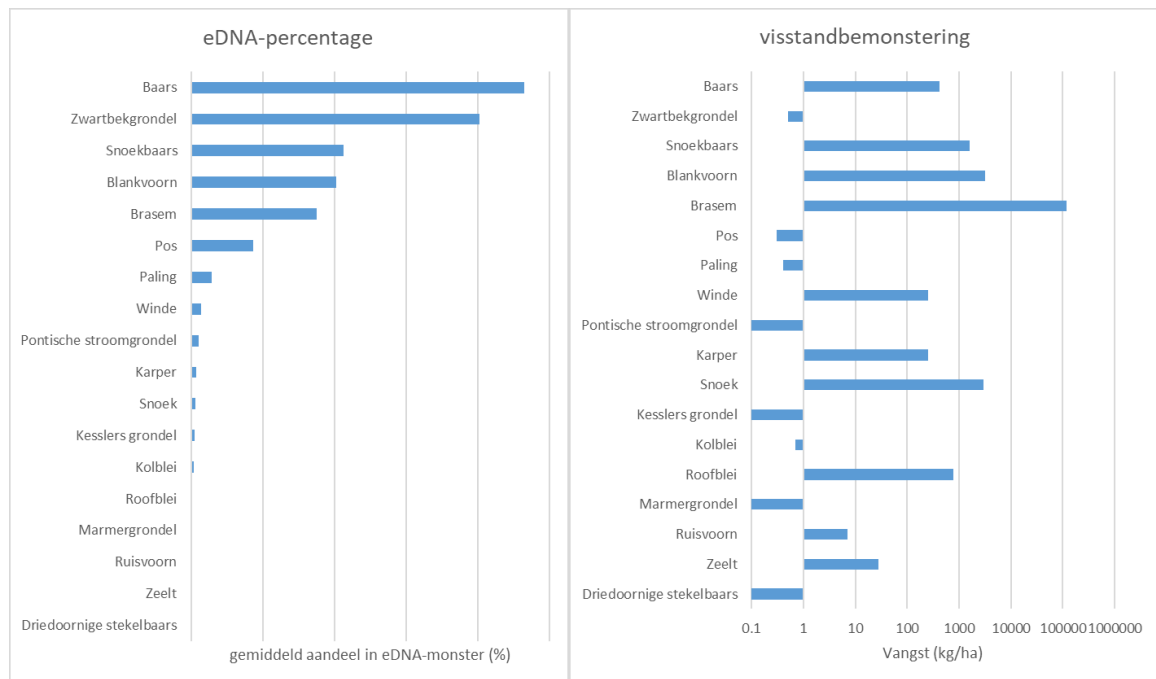
¹ Derks, E.T. & P.A.D.M. Wijmans, 2022. Visstandonderzoek Zuidelijke Randmeren 2018-2022 Gooimeer, Eemmeer en Nijkerkernauw. Sportvisserij Nederland en Sportvisserij MidWest Nederland, Bilthoven/Heiloo.

Bijlage 1.1 Vergelijking tussen waargenomen vissen in eDNA-bemonstering in de jaren 2018 t/m 2024 en de visstandbemonstering in het Eemmeer en het Nijkerkernauw van 2018 t/m 2022

Soort	eDNA-meting Eemmeer	Visstandbemonstering Eemmeer-Nijkerkernauw-Gooimeer
Alver	ja	nee
Baars	ja	ja
Bastaardmodderkruiper	ja	nee
Bermpje	ja	nee
Bittervoorn	ja	nee
Blankvoorn	ja	ja
Brasem	ja	ja
Bot	nee	ja
Driedoornige stekelbaars	ja	ja
Europese meerval	ja	nee
Giebel/Goudvis	ja	nee
Karper	ja	ja
Kaukasische dwerggrondel	ja	nee
Kesslers grondel	nee	ja
Kleine modderkruiper	ja	nee
Kolblei	ja	ja
Marmergroundel	ja	ja
Noordzeehouting	nee	ja
Paling	ja	ja
Pontische stroomgrondel	ja	ja
Pos	ja	ja
Roofblei	ja	ja
Ruisvoorn/Rietvoorn	ja	ja
Serperling of Zilverwinde	ja	nee
Snoek	ja	ja
Snoekbaars	ja	ja
Spiering	ja	nee
Siberische steur	nee	ja
Tienddoornige stekelbaars	ja	nee
Vetje	ja	nee
Winde	ja	ja
Zeelt	ja	ja
Zwartbekgrondel	ja	ja

Het eDNA en de hoeveelheid vis (in kg) van de vissoorten die met beide bemonsteringsmethoden zijn waargenomen is uitgezet in Bijlage. Op deze manier geven we inzicht in hoe deze twee meetmethoden zich tot elkaar verhouden. De soorten baars, blankvoorn, brasem, en snoekbaars zijn in beide bemonsteringsmethoden goed vertegenwoordigd. Dit is te verachten omdat dit allemaal veelvoorkomende soorten. De soorten zwartbekgrondel en pos zijn meer vertegenwoordigd in de eDNA-bemonstering dan in de visstandbemonstering. Snoek, roofblei en karper zijn juist in de visstandbemonstering meer aanwezig dan in het eDNA. Deze verschillen hebben mogelijk te maken met de oppervlakte/massa verhouding van de vissoorten. Kleinere vissoorten laten dus mogelijk relatief veel eDNA los ten opzichte van grotere soorten. Dit is in lijn met het STOWA-onderzoek waarin vis-eDNA is vergeleken met gevangen biomassa¹. Een andere verklaring is mogelijk dat met eDNA op een locatie is bemonsterd ver van de waterplanten.

Bijlage 1.2 Vergelijking tussen de het gemiddeld aandeel van een soort in eDNA-monsters in het Eemmeer en de biomassa van dezelfde soort in de visstandbemonstering in het Gooimeer-Eemmeer-Nijkerkernauw²



¹ eDNA-metabarcoding vissen: onderzoek naar de mogelijke toepassing van eDNA voor de KRW vismonitoring (2018-2021). Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA), 2022.

² Derks, E.T. & P.A.D.M. Wijmans, 2022. Visstandonderzoek Zuidelijke Randmeren 2018-2022 Gooimeer, Eemmeer en Nijkerkernauw. Sportvisserij Nederland en Sportvisserij MidWest Nederland, Bilthoven/Heiloo.