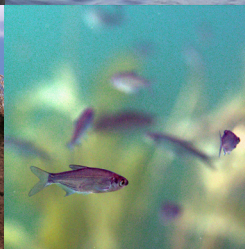
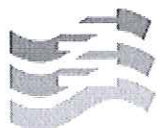


Watersysteemanalyse
Leekstermeer





Watersysteemanalyse Leekstermeer

referentie	projectcode	status
GN223-1/14-021.771	GN223-1	definitief
		datum
		19 november 2014

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd		

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Aanleiding	1
1.2. Doel	1
1.3. Leeswijzer	1
2. WATERSYSTEEMBESCHRIJVING LEEKSTERMEER	3
2.1. Algemeen	3
2.2. Hydrologie	3
3. AANPAK	5
3.1. Spoor 1: diagnose volgens de Ecologisch Sleutelfactoren (ESF's)	5
3.1.1. Invulling ESF 1: Productiviteit water	6
3.2. Spoor 2: diagnose op basis van biologische kwaliteitselementen	11
4. RESULTATEN	13
4.1. Ecologische Sleutelfactoren	13
4.1.1. ESF1: productiviteit water	13
4.1.2. ESF2: lichtklimaat	19
4.1.3. ESF3: productiviteit bodem	20
4.2. Biologische kwaliteitselementen	20
4.2.1. Fytoplankton	20
4.2.2. Vegetatie	26
4.2.3. Macrofauna	27
4.2.4. Vis	27
5. DIAGNOSE ESF'S EN BIOLOGISCHE KWALITEITSELEMENTEN	29
5.1. ESF's	29
5.2. Biologische kwaliteitselementen	29
5.3. Synthese: ecologische toestand en functioneren	30
6. MAATREGELEN LEEKSTERMEER	33
6.1. Belangrijkste stuurknoppen voor verbetering	33
6.2. Implicaties voor maatregelen	33
7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	37
7.1. Conclusies	37
7.2. Aanbevelingen	37
7.3. Aanvullende vragen	39
8. REFERENTIES	41
laatste bladzijde	41
BIJLAGEN	aantal blz.
-	

1. INLEIDING

1.1. Aanleiding

Het Leekstermeer is een ondiepe laagveenplas gelegen in het overgangsgebied van het relatief hoge Drenthe en het laagveengebied van Zuidwest-Groningen. Het meer is aangewezen als KRW-waterlichaam en als Natura2000-gebied en valt grotendeels binnen de EHS. Daarnaast heeft het Leekstermeer de functies 'Oppervlaktewaternatuur' en 'Berging' (Beheerplan Waterschap Noorderzijlvest) en speelt het meer een belangrijke rol als recreatiegebied voor pleziervaarders, zwemmers en sportvissers [lit.1].

De ecologische kwaliteit van het Leekstermeer is onvoldoende uitgaande van de KRW-maatlat. De Ecologische Kwaliteitsratio's (EKR's) voor de biologische kwaliteitselementen fytoplankton, vegetatie, macrofauna en vis lopen uiteen van slecht tot matig. Daarnaast heeft het meer bijna jaarlijks te kampen met drijfslagen en bloeien van potentieel toxische blauwalgen, die gezondheidsrisico's vormen voor recreanten [lit. 2].

Met het oog op de algemene doelstelling van de KRW, een goede ecologische toestand, en vanuit het belang van de natuur en recreatie, is een verbetering van de ecologische kwaliteit van het Leekstermeer gewenst. Om te bepalen of en hoe die verbetering kan worden gerealiseerd, heeft waterschap Noorderzijlvest aan Witteveen+Bos en Koeman en Bijkerk opdracht gegeven voor de uitvoering van een systeemanalyse voor het Leekstermeer.

1.2. Doel

De systeemanalyse voor het Leekstermeer heeft tot doel om:

1. het functioneren van het meer te doorgronden;
2. stuurknoppen voor beïnvloeding van de waterkwaliteit te identificeren;
3. tot aanbevelingen met betrekking tot maatregelen te komen.

1.3. Leeswijzer

Onderliggend rapport is geschreven door Witteveen+Bos en Koeman en Bijkerk. Witteveen+Bos is verantwoordelijk voor het rapport en heeft een diagnose gemaakt van het watersysteem Leekstermeer op basis van ecologische sleutelfactoren (met name de water- en nutriëntenstromen). Koeman en Bijkerk heeft een ecologische analyse gemaakt op grond van de biologische kwaliteitselementen (met name algen en vis).

Onderliggend rapport heeft de volgende opbouw:

- hoofdstuk 2: korte beschrijving watersysteem Leekstermeer;
- hoofdstuk 3: aanpak van de watersysteemanalyse en de ecologische analyse;
- hoofdstuk 4: resultaten van de systeemanalyse en de ecologische analyse;
- hoofdstuk 5: diagnose op basis van de ecologische sleutelfactoren (ESF's) en biologische kwaliteitselementen, inclusief een synthese van de ecologische toestand in relatie tot het hydrologisch functioneren;
- hoofdstuk 6: advies (type)maatregelen Leekstermeer;
- hoofdstuk 7: conclusies en aanbevelingen voor vervolgonderzoek;
- hoofdstuk 8: overzicht van geraadpleegde literatuur.

2. WATERSYSTEEMBESCHRIJVING LEEKSTERMEER

2.1. Algemeen

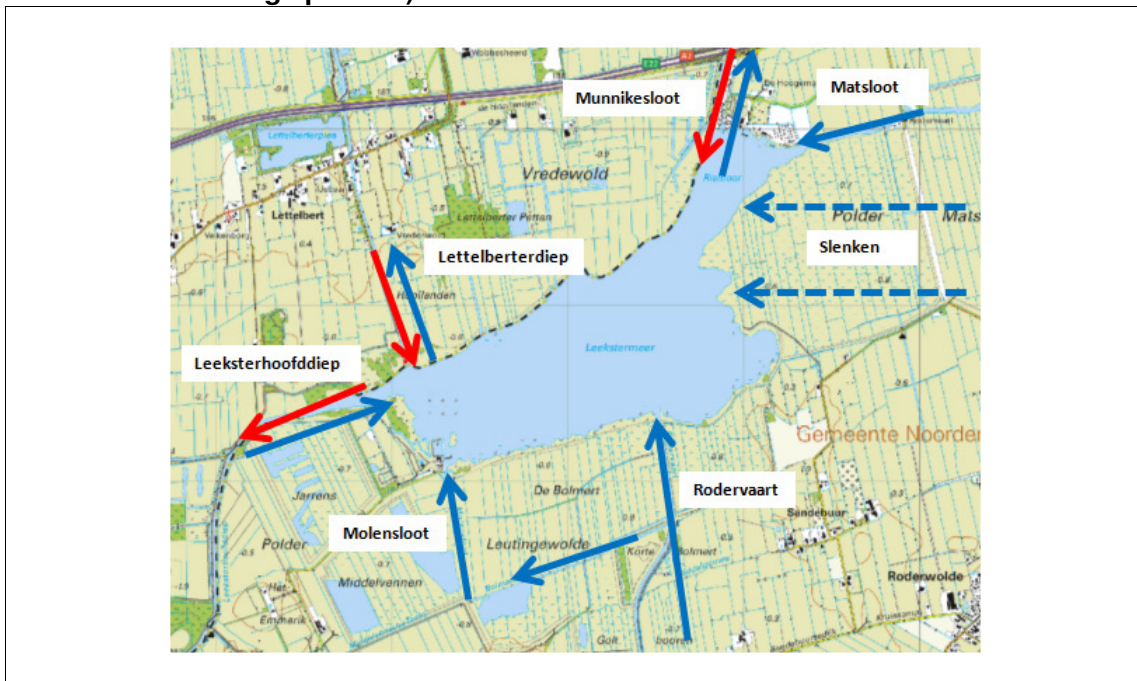
Het Leekstermeer is een ondiepe laagveenplas met een oppervlak van ongeveer 175 hectares. De waterdiepte varieert in het grootste deel tussen één en anderhalve meter. Het meer maakt onderdeel uit van de Electraboezem.

2.2. Hydrologie

Er zijn verschillende hoofdwatervangsten aangetast aan het Leekstermeer (afbeelding 2.1), te weten het Lettelberterdiep en de Munnikesloot (noorden), de Matsloot (oosten), de Molensloot en de Rodervaart (zuiden) en het Leeksterhoofddiep (westen). Afhankelijk van het wateroverschot of de watervraag in de omliggende gebieden, wordt er via de verschillende watervangsten water aan- of afgevoerd:

1. in natte perioden (blauwe pijlen) wordt er via de watervangsten ten oosten, westen en zuiden van het Leekstermeer water via een aantal stuwen richting het meer afgevoerd. Via het Lettelberterdiep en de Munnikesloot in het noorden wordt het water verder afgevoerd richting het Van Starckenborghkanaal;
2. in droge perioden (rode pijlen) wordt er water vanuit het Van Starckenborghkanaal, via het Lettelberterdiep en de Munnikesloot in het noorden, in het Leekstermeer ingelaten. Dit water wordt via het gemaal Leek in het Leeksterhoofddiep, richting het gebied van Leek getransporteerd. In het gebied 'Leek' ligt, bovenstrooms van het Leekstermeer, het KRW-waterlichaam 'Kanalen Hellend-Gestuwd'. Ook het gebied rond het Leekstermeer ontvangt water in droge perioden (niet op kaart aangegeven).

Afbeelding 2.1. Schematische weergave hydrologie Leekstermeer. De pijlen geven de stroomrichting van het water weer (blauw: natte periode; rood: droge periode)

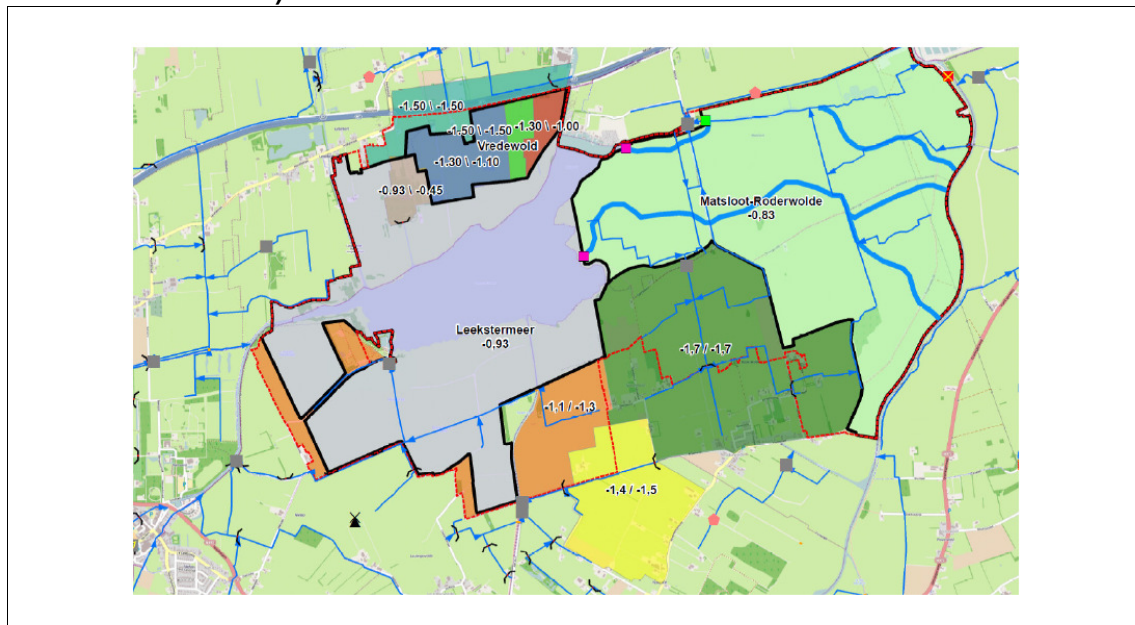


Herinrichting van het Leekstermeergebied

De Electraboezem in de provincie Groningen heeft in het verleden te kampen gehad met extreme wateroverlast. Na de wateroverlast in 1998 hebben de provincies Groningen en Drenthe en het waterschap Noorderzijlvest besloten om de wateroverlast in het watersysteem van de Electraboezem aan te pakken. Een maatregel daartoe was het inrichten van een gebied voor waterberging. Hiervoor is de directe omgeving van het Leekstermeer in de periode 2008-2013 ingericht als waterbergingsgebied ('De Onlanden'). Afbeelding 2.2 geeft een overzicht van het watersysteem na deze herinrichting.

Een aantal polders rondom het Leekstermeer (De Bolmert, Jarrens, Middelvennen en Sandebuurt) is na herinrichting permanent onderdeel gaan uitmaken van de Electraboezem en staan dus in directe verbinding met het meer (lichtblauwe vlak in afbeelding 2.2). Het waterbergingsgebied polder Matsloot-Roderwolde ten (noord)oosten van het meer is gaan functioneren als "getrapte" meebewegende berging (lichtgroene vlak in afbeelding 2.2). Hiervoor zijn in de polder twee slenken gegraven die een verbinding vormen tussen het Leekstermeer en het Peizerdiep (gestippelde pijlen in afbeelding 2.1). De slenken wateren via twee drempels af op het Leekstermeer. Op dit moment wordt geschat dat ongeveer 25 % van het water vanuit het Peizerdiep richting het Leekstermeer stroomt. In 2015 zal er in het Peizerdiep, net ten noorden van de meest noordelijke slenk, een stuw worden aangelegd zodat (ongeveer) 75 % van het water vanuit het Peizerdiep naar het Leekstermeer zal stromen. Door de aanleg van de stuw kan er in de toekomst ook in droge periodes water vanuit het Peizerdiep naar het Leekstermeer worden aangevoerd.

Afbeelding 2.2. Overzicht watersysteem Leekstermeer na de herinrichting in de periode 2008-2013. Een aantal polders staat in open verbinding met het Leekstermeer (lichtblauwe vlak). Twee slenken verbinden het Leekstermeer met het Peizerdiep. Polder Matsloot-Roderwolde functioneert hierdoor als "getrapte" meebewegende berging (lichtgroene vlak)



3. AANPAK

De aanpak van deze systeemanalyse bestaat uit twee complementaire sporen:

1. het eerste spoor is een diagnose van het hydrologisch en ecologisch functioneren op basis van ecologische sleutelfactoren (paragraaf 3.1), waarbij veel aandacht is besteed aan het in kaart brengen van water- en nutriëntenstromen (paragraaf 3.1.1);
2. het tweede spoor is een ecologische analyse uitgaande van de biologische kwaliteits-elementen van de KRW op grond van de aangetroffen soorten (paragraaf 3.2).

Op basis van deze twee sporen is het hydrologisch en ecologisch functioneren van het meer doorgrond, zijn stuurknoppen voor beïnvloeding van de waterkwaliteit geïdentificeerd en is tot aanbevelingen met betrekking tot maatregelen gekomen. Deze watersysteemanalyse is gebaseerd op de huidige hydrologische situatie (medio 2014, 25 % afvoerwater van het Peizerdiep gaat via het Leekstermeer).

3.1. Spoor 1: diagnose volgens de Ecologisch Sleutelfactoren (ESF's)

De diagnose van het hydrologisch en ecologisch functioneren is gestoeld op het kader volgens Ecologisch Sleutelfactoren (afbeelding 3.1), ook wel bekend als stoplichtenmethodiek [lit. 3]. De ESF's belichamen voorwaarden voor ecologisch herstel in "stilstaande" wateren, zoals meren en plassen, sloten en kanalen.

Er wordt in dit kader uitgegaan van een hiërarchie in voorwaarden, waarbij het herstel van ondergedoken waterplanten een eerste benodigde stap is in het proces van verbetering van de ecologische kwaliteit in bredere zin. Als de externe belasting (onderdeel van de eerste sleutelfactor "productiviteit water") te hoog is, vormt dit de belangrijkste belemmering voor ecologisch herstel. Een hoge externe belasting leidt immers tot algenbloei en algen zijn in staat om het voor ondergedoken planten benodigde licht weg te nemen.

Afbeelding 3.1. Weergave van de 9 ecologische sleutelfactoren [www.stowa.nl]



Het kader helpt om tot een goed begrip te komen van het hydrologisch en ecologisch functioneren en bovendien om een verklaring te vinden voor de ecologische toestand op grond van inzicht in de achterliggende voorwaarden. Als dit begrip er is, kan vervolgens worden bepaald wat vanuit de ecologie gezien effectieve maatregelen en realistische doelen zijn. Belangrijk is dat dit laatste in samenhang gebeurt. In het kader is ook rekening gehouden met de maatschappelijke afweging (sleutelfactor 9). De context van het watersysteem (andere functies dan natuur) is van belang voor wat er ecologisch gerealiseerd kan worden.

In onderliggende systeemanalyse zijn alleen de eerste 3 ESF's (productiviteit water, lichtklimaat en productiviteit bodem) behandeld, omdat deze sleutelfactoren de belangrijkste voorwaarden zijn voor de aanwezigheid en samenstelling van ondergedoken waterplanten.

Een analyse van de volgende ESF's heeft vooral meerwaarde als voldaan wordt aan de eerste drie ESF's. Naar verwachting is dat voor het Leekstermeer niet het geval. Hieronder worden de eerste drie ESF's kort toegelicht.

Ecologische Sleutelfactor 1: Productiviteit water

De basis voor deze ESF is een vergelijking van de externe P-belasting met de kritische P-belasting. Deze ESF voldoet als de externe P-belasting lager is dan de kritische P-belasting. Als de verblijftijd korter is dan 1-3 weken is sprake van verblijftijdsturbing en is de vergelijking tussen de externe P-belasting en kritische P-belasting niet van belang. De waterkwaliteit van het aanvoerwater bepaalt dan of de voorwaarde voldoet. Vanwege de complexe hydrologische situatie van het Leekstermeer (aan- en afvoer van water) en bijkomend de mogelijke hoge P-belastingen, is in overleg met waterschap Noorderzijlvest besloten om veel aandacht te geven aan de beoordeling van deze ESF. In paragraaf 3.1.1 wordt meer uitleg gegeven over deze ESF en wordt een uitwerking gegeven van de methode.

Ecologische Sleutelfactor 2: Lichtklimaat

De basis voor deze ESF is een vergelijking van het percentage licht op de bodem met het kritische percentage licht op de bodem benodigd voor plantengroei. Het percentage licht op de bodem is bepaald aan de hand van een vuistregel, die stelt dat voor kieming en groei van ondergedoken waterplanten 4 % van het licht tot op de bodem moet doordringen. Hier- van is sprake bij een doorzicht/diepte verhouding van 0,6 [lit. 4].

Het doorzicht in het Leekstermeer wordt vanaf 2007 maandelijks op een aantal meetpunten in het meer gemeten. De gemiddelde waterdiepte in het Leekstermeer bedraagt ongeveer 1,0 - 1,5 meter (gemiddeld 1,25 meter). Het doorzicht dat nodig is voor kieming en groei van ondergedoken waterplanten bij een diepte van 1,25 meter is 0,75 meter.

Ecologische Sleutelfactor 3: Productiviteit bodem

De basis voor deze ESF is een beoordeling op basis van het totaal P gehalte in de waterbodem. Het totaal P gehalte geeft een goede indicatie van de potentiële productiviteit van de waterbodem. Het totaal P gehalte in de waterbodem van het Leekstermeer is onbekend. Voor de beoordeling van deze sleutelfactor is daarom uitgegaan van expert kennis.

3.1.1. Invulling ESF 1: Productiviteit water

In een vroeg stadium in het onderzoek is besloten veel aandacht te geven aan het in kaart brengen van water- en nutriëntenstromen, omdat het wateroppervlak van het Leekstermeer klein is in verhouding tot het oppervlak van omliggende gebieden die voor wateraanvoer en -afvoer afhankelijk zijn van het Leekstermeer. De hypothese is dat de water aan- en afvoer (en bijbehorende nutriëntenbelasting) vanuit en naar het omliggende gebied van het Leekstermeer bepalend is voor de ecologische toestand van het Leekstermeer en voor de potenties voor ecologisch herstel.

De vergelijking tussen de externe belasting en de kritische belasting staat centraal in deze ESF. Beide worden uitgedrukt in milligram N of P per vierkante meter wateroppervlak per jaar. Daarnaast is de verblijftijd belangrijk. Voor de invulling van ESF 1 zijn de volgende stappen doorlopen:

1. begrenzing aan- en afvoergebied;
2. opstellen waterbalans;
3. bepalen van verblijftijd;
4. bepalen van externe nutriëntenbelasting;
5. bepalen van N/P-ratio van de belasting;
6. bepalen van kritische belasting.

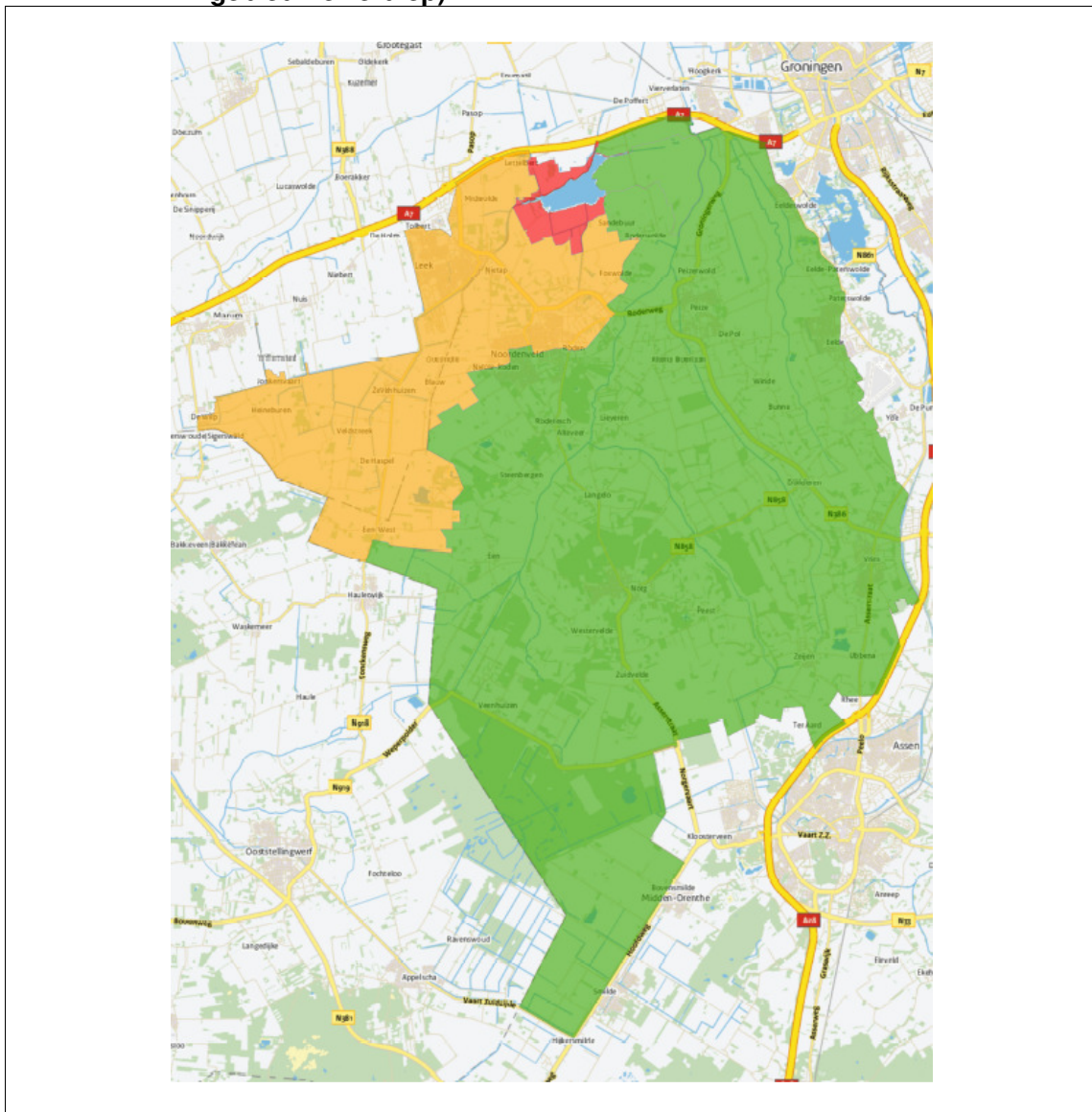
Begrenzing aan- en afvoergebied

De indeling van de belangrijkste aan- en afvoergebieden (afbeelding 3.2) is gemaakt in overleg met de peilbeheerder en de peilregelaar van Noorderzijlvest en op basis van de ligging van de verschillende peilvakken. Er is onderscheid gemaakt in het Leekstermeer zelf en drie omliggende gebieden:

1. blauw: het oppervlaktewaterlichaam Leekstermeer;
2. rood: vrij afstromende gebied rond het Leekstermeer;
3. oranje: afwaterende gebied van Leek;
4. groen: afwaterende gebied van het Peizerdiep.

In tabel 3.1 zijn de kenmerken van deze gebieden weergegeven. Het wateroppervlak per gebied is geschat. De begrenzingen en kenmerken dienen als uitgangspunt voor de waterbalansen.

Afbeelding 3.2. Afwaterende gebieden Leekstermeer (rood: direct afwaterend op Leekstermeer; oranje: afwaterend gebied Leek; groen: afwaterend gebied Peizerdiep)



Tabel 3.1. Dimensies afwaterende gebieden

naam	kleur op kaart	aanvoer/ afvoer	totale oppervlak (ha)	landoppervlak (ha)	wateroppervlak (ha)
Leekstermeer	blauw	-	180	-	180
Leekstermeergebied	rood	aan- en afvoer	425	245	180
Leek	oranje	aan- en afvoer	6.703	6.569	134
Peizerdiep	groen	afvoer	26.261	25.998	263

Waterbalans

De waterstromen zijn geanalyseerd met behulp van een waterbalans. De waterbalans van het oppervlaktewaterlichaam Leekstermeer is gebaseerd op de waterbalans van het Leekstermeer zelf en op de waterbalansen van de drie omliggende gebieden. Alle waterbalansen zijn op dagbasis opgesteld in Excel voor de periode 01-01-1996 tot en met 31-12-2013.

Eerst is op grond van de afzonderlijke balansen de watervraag en het wateroverschot berekend van de omliggende gebieden. Voor het gebied 'Peizerdiep' is er van uitgegaan dat 25 % van het wateroverschot in het Leekstermeer terecht komt. De watervraag van het gebied 'Peizerdiep' is niet van belang voor de waterbalans van het Leekstermeer.

Vervolgens is de waterbalans van het oppervlaktewaterlichaam Leekstermeer opgesteld. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen de waterbalans van het Leekstermeer zelf en de watervraag en het wateroverschot van de drie omliggende gebieden. De waterstromen van en naar de omliggende gebieden zijn als zogenaamde harde randen op de waterbalans van het Leekstermeer gezet.

De waterbalans van het Leekstermeer is gecontroleerd op basis van een vergelijking tussen gemeten en berekende waterstanden en op basis van een vergelijking tussen gemeten en berekende chlorideconcentraties. Voor de berekening van chlorideconcentraties is een chloridebalans opgesteld op basis van de waterbalans en aan waterstromen toegekende chlorideconcentraties (zie verder onder kopje externe belasting).

De waterbalans van het Leekstermeer is niet gecontroleerd op basis van de watervraag (inlaat) en het wateroverschot (uitlaat), omdat hiervan geen metingen beschikbaar zijn (er is sprake van een open verbinding met de rest van de Electraboezem).

Verblijftijd

Op basis van de waterbalans is de verblijftijd bepaald. Bij korte verblijftijden (minder dan 1-3 weken) stroomt het water zo snel door het watersysteem dat processen als algengroei nagenoeg geen invloed meer hebben op de waterkwaliteit. We spreken dan van 'verblijftijdgestuurde systemen'. Algen hebben in dergelijke systemen te weinig tijd om te groeien. De externe nutriëntenbelasting is in 'verblijftijdgestuurde systemen' daarom veel minder bepalend voor de waterkwaliteit dan in 'procesgestuurde systemen' (met een verblijftijd van meer dan 1-3 weken).

Het water in 'verblijftijdgestuurde systemen' kan overigens wel troebel zijn. Dit kan bijvoorbeeld het gevolg zijn van algen die al in het aanvoerwater aanwezig zijn of van opwerveling van slibdeeltjes.

Externe belasting

De externe nutriëntenbelasting is bepaald op basis van de waterbalans van het oppervlaktewaterlichaam Leekstermeer. Hiervoor zijn als eerste alle ingaande waterstromen naar het Leekstermeer bepaald. De ingaande waterstromen in het Leekstermeer bestaan uit directe neerslag op het Leekstermeer en waterinlaat vanuit de omliggende gebieden. De waterinlaat in het Leekstermeer is bepaald op basis van het wateroverschot uit de drie omliggende gebieden. Deze gegevens zijn afkomstig uit de drie waterbalansen van de drie omliggende gebieden.

Aan elke ingaande waterstroom is een stofconcentratie gekoppeld. Er is onderscheid gemaakt in fosfor (P), stikstof (N) en chloride (Cl). De externe nutriëntenbelasting is op dagbasis in Excel bepaald voor de periode 01-01-1996 tot en met 31-12-2013. Voor chloride is een complete balans bijgehouden, omdat voor de controle van de waterbalans chlorideconcentraties nodig zijn. In de volgende paragrafen is per waterstroom aangegeven hoe de stofconcentraties zijn bepaald.

Neerslag

In tabel 3.2 zijn de gehanteerde stofconcentraties voor neerslag weergegeven. Deze concentraties zijn afkomstig van het RIVM-meetpunt Kollumerwaard en zijn bepaald op basis van een langjarig gemiddelde (1992-2004).

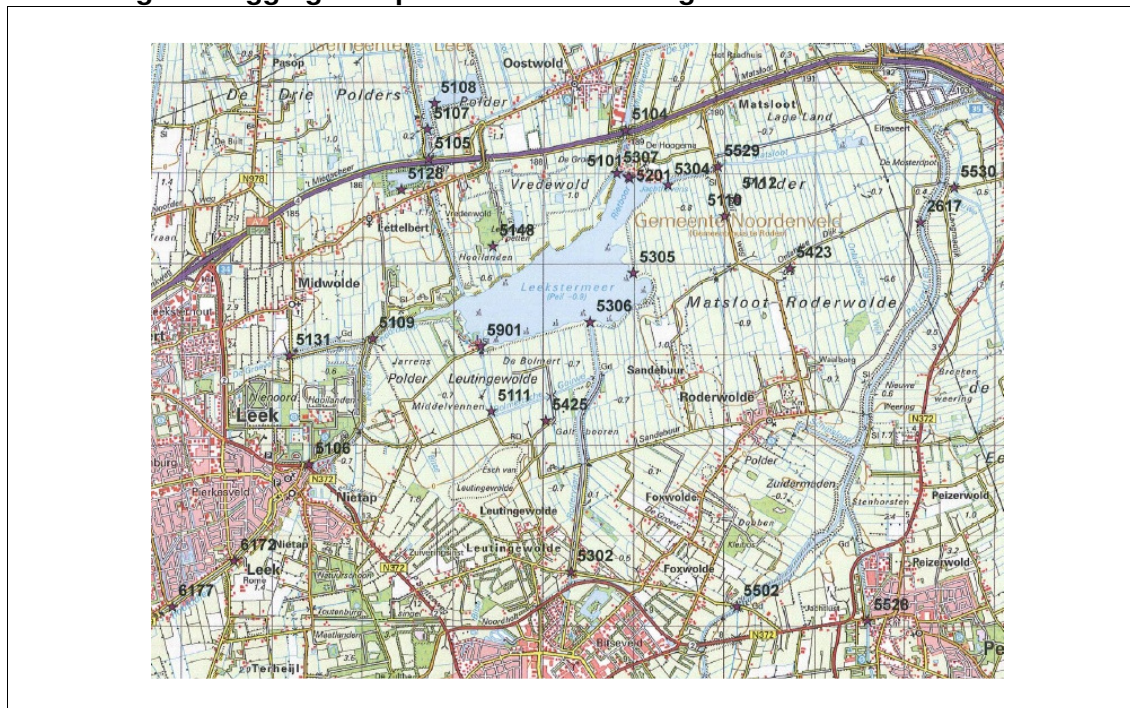
Tabel 3.2. Stofconcentraties van neerslag Kollumerwaard (1992-2004; RIVM)

	Cl	N	P
waarde (mg/l)	4,8	1,8	0,02

Inlaat

In tabel 3.3 en afbeelding 3.3 zijn de relevante meetpunten weergegeven. Hierbij is aangegeven over welke periode meetgegevens beschikbaar zijn. Voor jaren waar geen meetgegevens beschikbaar zijn (de jaren voor 2007-2008), zijn maandgemiddelden berekend op basis van de bestaande meetreeksen.

Afbeelding 3.3. Ligging meetpunten Leekstermeergebied



Tabel 3.3. Meetpunten van stofconcentraties per inlaat

inlaat	meetpunt	meetreeks
Leekstermeergebied	5111	2008-2013
Leek	6177	2007-2013
Peizerdiep	5502	2007-2013
Inlaat vanuit het Van Starckenborghkanaal	5105	2007-2013

Meetpunt 5105 is gebruikt voor de stofconcentraties in het inlaatwater van het Leekstermeer uit het Van Starckenborghkanaal (dat ook voor de afvoer van water wordt gebruikt!). De gegevens van meetpunt 5105 zijn alleen gebruikt voor de stofconcentraties in het inlaatwater wanneer er daadwerkelijk sprake is van aanvoer van water vanuit het Van Starckenborghkanaal naar het Leekstermeer. In natte perioden draait de stroomrichting immers om, waarna de waterkwaliteit op meetpunt 5105 wordt bepaald door het water uit het Leekstermeer zelf. De concentraties zijn op deze momenten niet bruikbaar voor het bepalen van de externe belasting.

De bijdrage van het inlaatwater aan de chloridebalans en de externe belasting op het Leekstermeer is als volgt bepaald:

1. chloride niet op basis van de meetreeks (meetpunt 5105), maar op basis van een expert schatting van 140 mg/l, waarbij gebruik gemaakt is van de gemeten en berekende concentraties van het Leekstermeer (zie paragraaf 4.1.1) en de gemeten concentraties bij meetpunt 5105. De meetreeks is niet bruikbaar, vanwege de beperkte meetfrequentie (in vergelijking met de frequent veranderende stromingsrichting);
2. stikstof en fosfor gedeeltelijk op basis van de meetreeks (meetpunt 5105), maar alleen op de momenten dat de gemeten chlorideconcentraties hoger zijn dan 100 mg/l (dit zijn momenten, waarbij de kans groot is dat er water van het Van Starckenborghkanaal naar het Leekstermeer stroomt).

N/P-ratio van de belasting

Op basis van de N/P-ratio van de belasting is vastgesteld welke van de twee nutriënten fosfor of stikstof (in potentie) limiterend is voor de primaire productie in de vorm van algengroei. Voor deze nutriënt is vervolgens een vergelijking gemaakt tussen de externe belasting en kritische belasting.

De N/P-ratio van de belasting is bepaald op basis van de berekende externe N-belasting en P-belasting (in mg/m²/dag). Bij een N:P-ratio hoger dan 10 is fosfor bepalend voor de primaire productie. Bij een N:P-ratio lager dan 3 is stikstof bepalend voor de primaire productie.

Kritische belasting

De externe nutriëntenbelasting waarbij een watersysteem omslaat van een heldere naar een troebele toestand, noemen we de 'kritische belasting'. Voor de berekening van de kritische belasting is gebruik gemaakt van het metamodel van het ecologisch model Phosphorus Carbon Lake (PCLake) [lit. 7]. De kritische belasting is bepaald op basis van de volgende parameters:

- gemiddelde waterdiepte (m);
- aandeel functionerend moeras (%);
- strijklengte (m);
- debiet (mm/d)
- extinctie (standaard 0,5);
- sedimenttype.

De kritische P-belasting is bepaald op basis van de parameters weergegeven in tabel 3.4 Met uitzondering van het debiet zijn de waarden van deze parameters tussen het zomer- en winterhalfjaar gelijk.

Tabel 3.4. Ingevoerde parameters voor het metamodel van PCLake voor het bepalen van de kritische P-belasting

parameter	winter	zomer	jaar
waterdiepte (m)	1,25	1,25	1,25
aandeel functionerend moeras (%)	0	0	0
strijklengte (m)	1300	1300	1300
debiet (mm/d)	139	43	91
extinctie (-)	0,5	0,5	0,5
sedimenttype	veen	veen	veen

3.2. Spoor 2: diagnose op basis van biologische kwaliteitselementen

De diagnose op basis van biologische kwaliteitselementen is gestoeld op soorten of soortgroepen die daadwerkelijk in het Leekstermeer zijn aangetoond. Door deze analyse kan het opgebouwde beeld van het watersysteem bevestigd of juist genuanceerd worden.

Omdat deze analyse uitgaat van de biologische eigenschappen van soorten, kan zij aanvullende details en eventuele knelpunten in het ecologisch functioneren van het watersysteem zichtbaar maken.

Fytoplankton

De hoeveelheid en soortensamenstelling van het fytoplankton wordt bepaald door de beschikbaarheid van nutriënten, het lichtklimaat in de waterkolom en begrazing.

Door de analyseresultaten om te zetten in een biovolumebijdrage per functionele groep, wordt een indruk verkregen van de belangrijkste stuurfactoren op het fytoplankton in de loop van het zomerhalfjaar (functionele groepen zijn groepen van algensoorten die zich onderscheiden in habitatkeuze, gevoeligheden en toleranties). De omzetting van aantal in biovolume dient om de hoeveelheid algen uit te drukken in een biomassagerelateerde maat, die beter aansluit op het gemeten chlorofyl-a-gehalte (eveneens een maat voor de algenbiomassa). Tussen de kleinste en grootste algen zit al gauw een factor duizend verschil in biovolume. Zouden we alleen naar algenaantallen kijken (of dichtheden), dan zouden we een verkeerde indruk krijgen van de bijdrage van de verschillende soorten of functionele groepen aan het chlorofyl-a-gehalte. De benoemde stuurfactoren worden op plausibiliteit getoetst aan de hand van een vergelijking met gemeten waarden van nutriëntengehalten en doorzicht.

Daarnaast wordt een analyse naar de rol van fosfaat als biomassabepalende factor uitgevoerd. Door de gemeten verhouding van Chla:P te toetsen aan de 95-percentielen afgeleid uit de Vierde Eutrofiëringenquête, kan voor elk bemonsteringstijdstip een indicatie gekregen worden over de sturende rol van fosfaat voor de algenbiomassa, dan wel het belang van andere factoren, zoals licht, begrazing en stikstof.

Blauwalgen(overlast)

De in het voorgaande beschreven analyse op het niveau van functionele groepen geeft ook een indruk van de belangrijke stuurfactoren achter de ontwikkeling van blauwalgen (lichtklimaat, stikstofbeperking en of graasdruk). Aanvullend worden analyses gemaakt van het voorkomen van overlast in relatie tot de ontwikkeling van de watertemperatuur, de windkracht en de windrichting.

Rietoevers

De belangrijkste sturende factoren voor de ontwikkeling van rietoevers zijn peil, expositie (blootstelling aan wind- en golfwerking) en begrazing door watervogels. De aard en conditie van de rietkragen en het verband met bovengenoemde factoren wordt beschreven.

Macrofauna

De belangrijkste sturende factoren voor de ontwikkeling van een soortenrijke macrofauna zijn habitatdiversiteit, zuurstofhuishouding en microverontreinigingen. Met behulp van auto-ecologische informatie over macrofauna [lit. 5] wordt een typering gemaakt van de habitat zoals dat in de soortensamenstelling van de macrofauna weerspiegeld is. Eventuele knelpunten in de habitat kunnen vervolgens benoemd worden door deze typering te vergelijken met een hypothetisch habitat (bij voorkeur beantwoordend aan het KRW-doel) op basis van een macrofaunagemeenschap met een hoger aantal positieve indicatoren.

Vis

Vis speelt een zeer belangrijke rol in het ecologische functioneren van ondiepe wateren. Planktivore en bodemwoelende vis kan een belangrijke bijdrage leveren aan de troebelheid en sommige karperachtigen kunnen de ontwikkeling van waterplanten remmen. Een negatief effect op onderwatervegetaties kan verwacht worden bij een bestand van meer dan 50 kg/ha van brasem en karper [lit. 6]. Voor ons inzicht in het functioneren van het Leekstermeer is een betrouwbaar beeld van de omvang en soortensamenstelling van de visgemeenschap van groot belang.

4. RESULTATEN

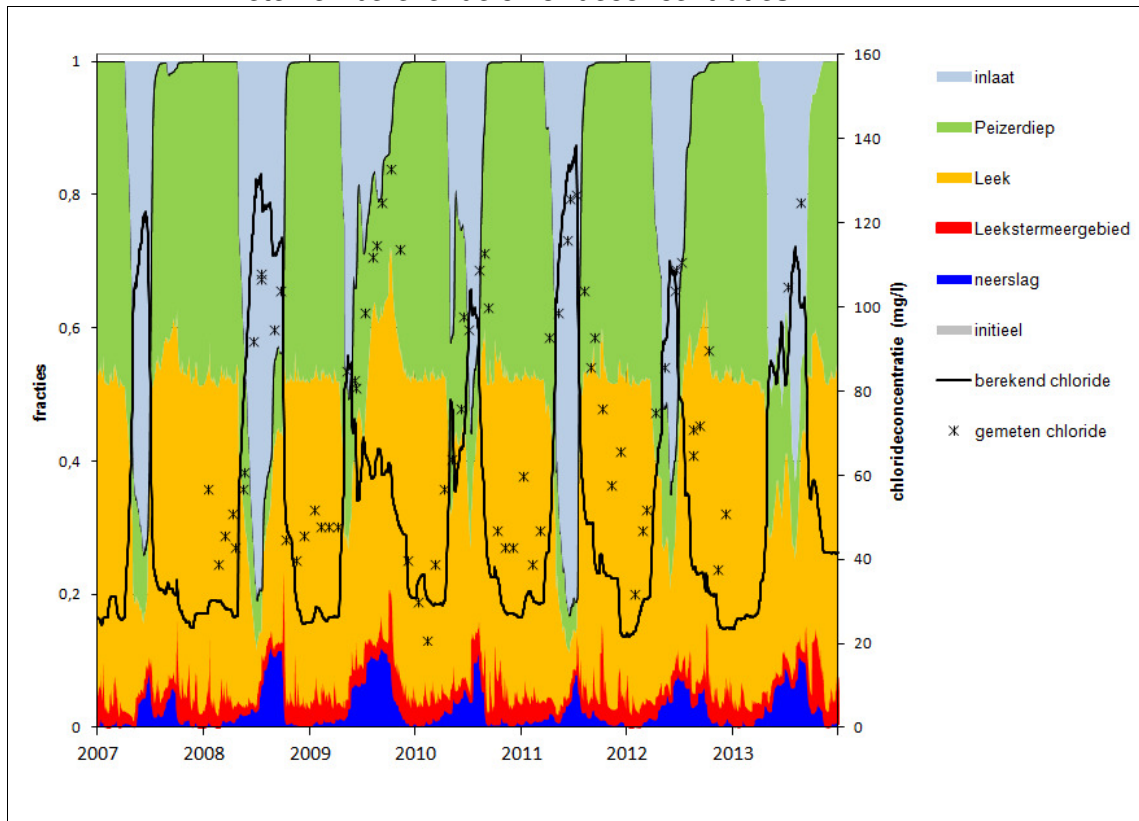
4.1. Ecologische Sleutelfactoren

4.1.1. ESF1: productiviteit water

Water- en stoffenbalans

In afbeelding 4.1 zijn respectievelijk de fractieverdeling en de berekende en gemeten chlorideconcentraties weergegeven. De fractieverdeling laat zien wat het verloop van de gemiddelde herkomst van het water is in het Leekstermeer. De berekende en gemeten chlorideconcentraties geven een beeld van de betrouwbaarheid van de waterbalans. Op grond van de analyse van de chlorideconcentraties wordt geconcludeerd dat er voldoende inzicht is in de waterbalans van het Leekstermeer. De berekende en gemeten chlorideconcentraties komen over het algemeen overeen. De variatie van de gemeten chlorideconcentratie laat zien dat de jaargemiddelde verblijftijd over het algemeen kort is en de herkomst van water sterk varieert.

Afbeelding 4.1. Fractieverdeling van het water in het Leekstermeer, inclusief de gemeten en berekende chlorideconcentraties

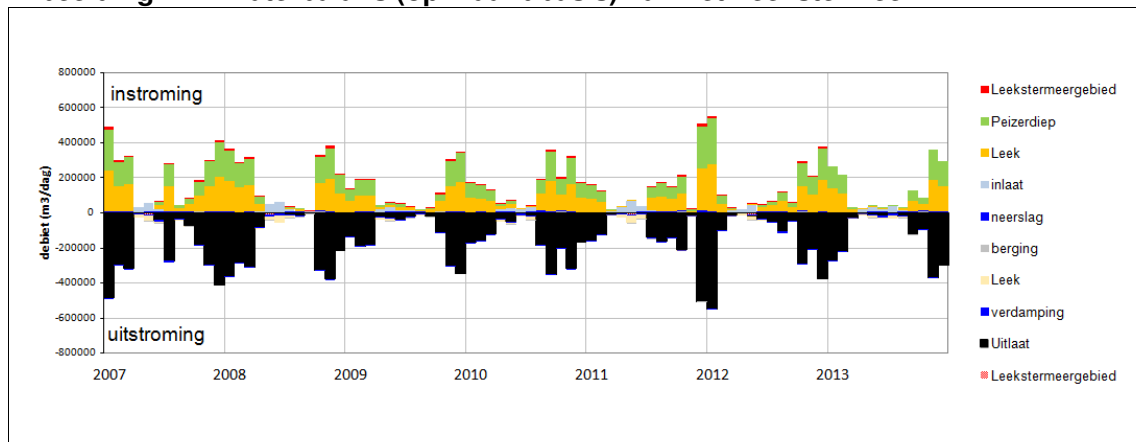


In afbeelding 4.2 is de waterbalans van het Leekstermeer weergegeven voor de periode 2007-2013 (de periode waarvoor gemeten waterkwaliteitsparameters beschikbaar zijn). De waterbalans geeft een beeld van de belangrijkste waterstromen in het Leekstermeer.

In de afbeelding is de bijdrage van alle waterstromen aan de totale in- en uitgaande debieten per maand weergegeven:

1. in de winter wordt er water naar het Leekstermeer aangevoerd (posten boven de 0-lijn) vanuit de gebieden Leekstermeergebied (rood), Peizerdiep (groen) en Leek (geeloranje). Dit water wordt afgevoerd richting het Van Starckenborghkanaal (zwart; post onder de 0-lijn). In de winter loopt het totale debiet op tot ongeveer 200.000 - 550.000 m³/dag;
2. in de zomer wordt er water in het Leekstermeer ingelaten vanuit het Van Starckenborghkanaal (lichtblauw; post boven de 0-lijn). Dit water wordt vervolgens gebruikt om de gebieden Leek (lichtoranje) en Leekstermeergebied (lichtrood) van water te voorzien (posten onder de 0-lijn). Verder wordt water ingelaten om het verlies van water door verdamping in het Leekstermeer aan te vullen. Het gebied Peizerdiep ontvangt water vanuit een ander gebied. Het totale inkomende debiet in het Leekstermeer in de zomer (gemiddeld 78.000 m³/dag) is beperkt in vergelijking met de winter.

Afbeelding 4.2. Waterbalans (op maandbasis) van het Leekstermeer



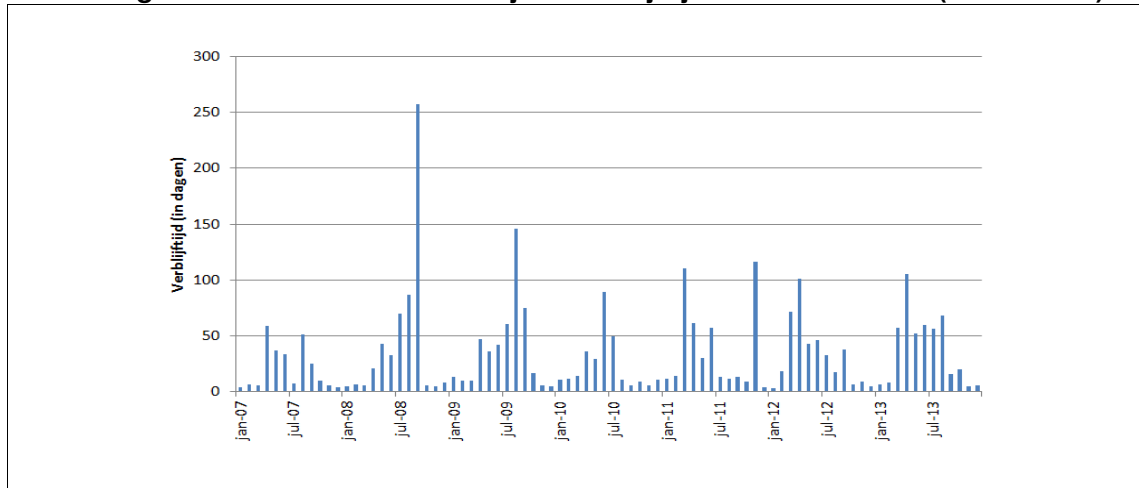
Het sterk variërende patroon tussen het zomer- en winterhalfjaar is terug te zien in de fractieverdeling in de loop van de tijd (afbeelding 4.1):

1. in het winterhalfjaar is ongeveer 90 % van het water in het Leekstermeer afkomstig uit de afwaterende gebieden 'Leek' (45 %) en 'Peizerdiep' (45 %). De rest is afkomstig uit het 'Leekstermeergebied' en neerslag;
2. in het zomerhalfjaar is het water in het Leekstermeer voor ongeveer 40 % tot 80 % afkomstig uit het Van Starckenborghkanaal. De toename van het aandeel inlaatwater uit het Van Starckenborghkanaal is goed terug te zien in de verhoging van de gemeten chlorideconcentraties in het Leekstermeer. De fracties van de drie afwaterende gebieden nemen in het zomerhalfjaar juist sterk af. Het aandeel regenwater neemt toe. Dit is het gevolg van het veel kleinere totale debiet in de zomer.

Verblijftijden

In afbeelding 4.3 zijn de gemiddelde maandelijkse verblijftijden van het water in het Leekstermeer weergegeven (2007-2013). In de zomer varieert de verblijftijd tussen de 6 en 257 dagen, met een gemiddelde van ongeveer 28 dagen. Hiermee is het Leekstermeer een overwegend procesgestuurd watersysteem. Dat wil zeggen dat de algengroei in het Leekstermeer van belang is voor de huidige waterkwaliteit en dat een vergelijking tussen de externe belasting en de kritische belasting zinvol is. In de winter is de verblijftijd overigens veel korter. Het Leekstermeer is dan verblijftijdgestuurd.

Afbeelding 4.3. Gemiddelde maandelijkse verblijftijden Leekstermeer (2007 - 2013)



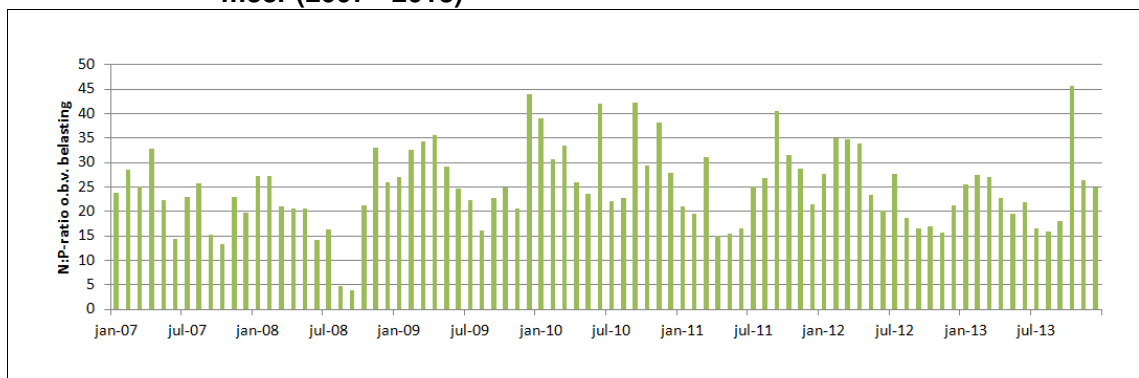
N:P-ratio belasting

In afbeelding 4.4 is de gemiddelde maandelijkse N:P-ratio op basis van de berekende belasting weergegeven (2007 - 2013). In het zomerhalfjaar varieert de N:P-ratio tussen grofweg de 5 en de 40, maar is meestal hoger dan 15. In potentie is er vrijwel continu sprake van P-limitatie.

De gemeten stikstofconcentraties (totaal-N en de opgeloste fracties NO₂, NO₃ en NH₄) en fosforconcentraties (totaal-P en de bijbehorende opgeloste fractie ortho-P) op meetpunten in het Leekstermeer (5201, 5305, 5306 en 5901) duiden er op dat er nauwelijks opgeloste (directe beschikbare) nutriënten in de waterlaag aanwezig zijn. De nutriënten zijn voornamelijk opgeslagen in biomassa (algen). Dit laat zien dat nutriëntenlimitatie een rol speelt in de primaire productie door algen.

Op grond van bovenstaande kunnen we concluderen dat P-limitatie van belang is voor algengroei. Hieronder wordt daarom een vergelijking gemaakt tussen de externe P-belasting en de kritische P-belasting.

Afbeelding 4.4. De N:P-ratio van de belasting totaal-P en totaal-N in het Leekstermeer (2007 - 2013)



Externe belasting

In tabel 4.1 is de gemiddelde externe P-belasting op het Leekstermeer te zien gedurende het winterhalfjaar, het zomerhalfjaar en op jaarbasis, waarbij onderscheid is gemaakt tussen de verschillende waterstromen.

Tabel 4.1. Gemiddelde P-belasting (mg/m²/d) op het Leekstermeer in de winter, zomer en jaarrond (2007-2013)

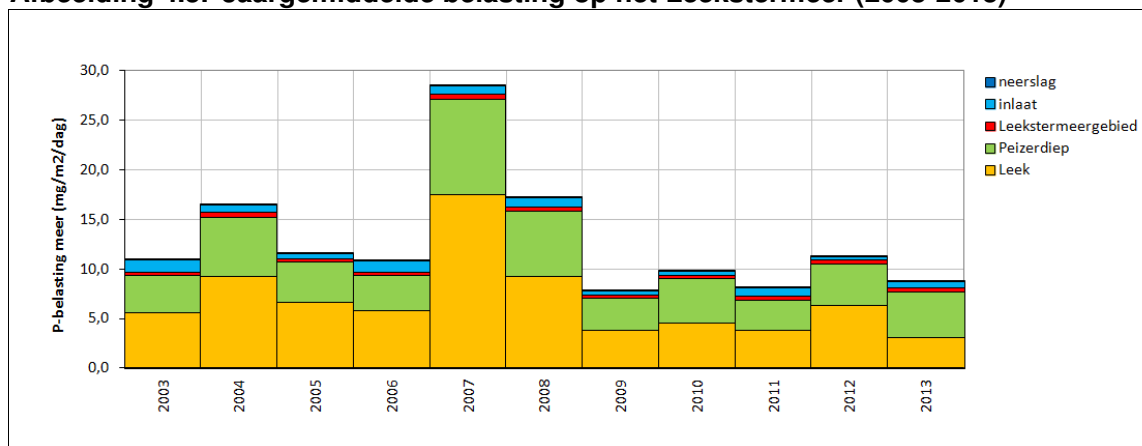
bron	winter	zomer	jaarrond
neerslag	0,04	0,04	0,04
Leek	12,3	1,5	6,9
Peizerdiep	8,8	1,5	5,1
Leekstermeergebied	0,7	0,1	0,4
inlaat	0,02	1,2	0,6
Totaal	21,9	4,3	13,0

De jaargemiddelde belasting bedraagt ongeveer 13 mgP/m²/dag. Door de aanvoer van water vanuit de drie afwaterende gebieden is de belasting in het winterhalfjaar met 22 mgP/m²/dag veel hoger dan het jaargemiddelde.

In het zomerhalfjaar neemt de belasting op het Leekstermeer af tot ongeveer 4 mgP/m²/dag doordat de aanvoer vanuit de afwaterende gebieden aanzienlijk vermindert. De aanvoer van water (en daarmee ook de belasting) vanuit het Van Starckenborghkanaal neemt in het zomerhalfjaar wel toe ten opzichte van het winterhalfjaar. Gedurende de zomer wordt er water uit het kanaal ingelaten om het gebied 'Leek' (waaronder het KRW-waterlichaam 'Kanalen Hellend-Gestuwd') van water te voorzien.

In afbeelding 4.5 is de externe belasting per jaar weergegeven. De jaargemiddelde belasting laat zien dat deze sterk varieert, namelijk tussen de 8 mg/m²/d en 29 mg/m²/d. De jaargemiddelde belasting in 2007 is hoger in vergelijking met andere jaren. In 2007 zijn op een aantal momenten in de omliggende gebieden namelijk relatief hoge P-concentraties gemeten. De variaties in maandelijkse en jaarlijkse belastingen en ook verblijftijden (afbeelding 4.3) laten zien dat het Leekstermeer een dynamisch systeem is.

Afbeelding 4.5. Jaargemiddelde belasting op het Leekstermeer (2003-2013)*



* Er is uit gegaan van de huidige situatie. De ingrepen in het verleden zijn hierdoor niet zichtbaar in de afbeelding. De werkelijke belasting lag in het verleden waarschijnlijk hoger.

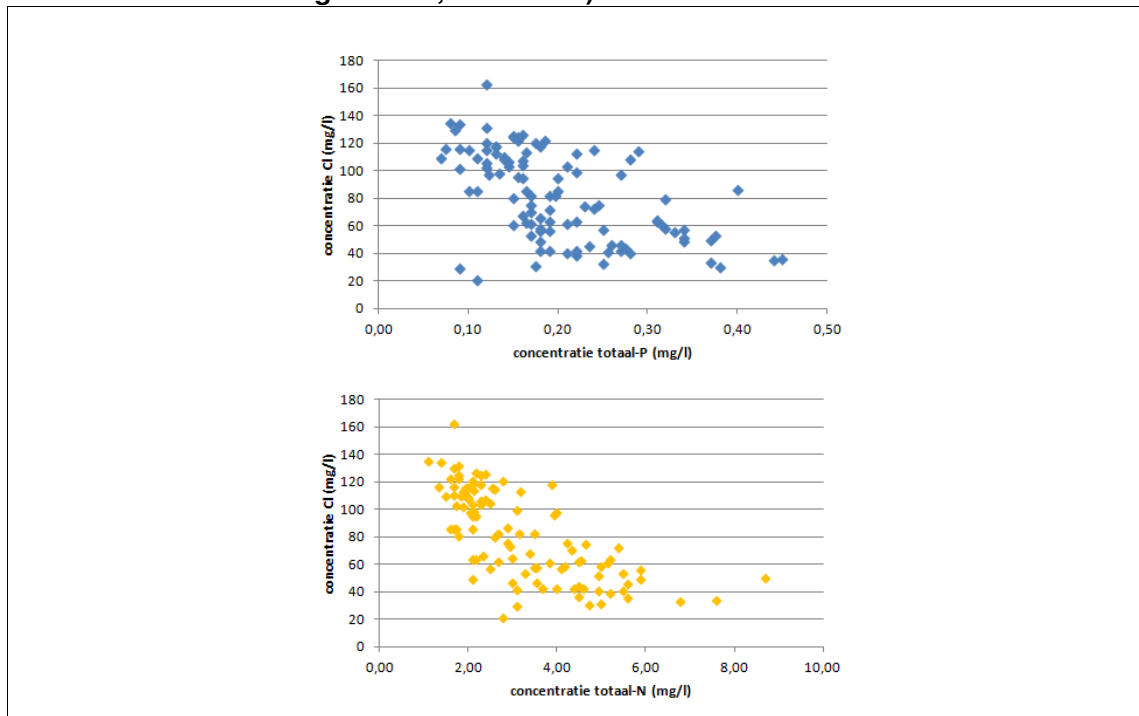
Belasting door watervogels

Het Leekstermeergebied vormt een belangrijk leefgebied voor verschillende watervogelsoorten gedurende het jaar [lit. 15]. Het Leekstermeer is aangewezen als Vogelrichtlijngebied (Natura 2000) voor verschillende soorten overwinterende eenden en ganzen. In potentie kunnen deze watervogels een belangrijke bron van nutriëntenbelasting vormen. Veel van deze vogelsoorten (met name ganzen) foerageren op de omliggende weilanden en akkers. Gedurende de nacht verplaatsen de vogels zich naar het open water om te rusten. Hierbij ontdoen ze zich ook van hun ontlasting, waarmee ze nutriënten vanaf het land naar het water verplaatsen.

In de winterperiode overwinteren jaarlijks grote aantallen watervogels (met name ganzen) in het gebied [lit. 15]. In deze periode speelt de belasting door watervogels echter nauwelijks een rol. In de winter is er namelijk nauwelijks biologische activiteit in de vorm van productie en afbraak. Bovendien wordt de belasting snel afgevoerd. In het zomerhalfjaar, wanneer productie en afbraak aan de orde van de dag zijn, kan de belasting door watervogels potentieel wel van invloed zijn op de waterkwaliteit. Veruit het grootste gedeelte van de in de winter aanwezige watervogels trekt in het vroege voorjaar naar het noorden. De hoeveelheid watervogels in het zomerhalfjaar in het Leekstermeergebied is met zekerheid veel lager dan in de winter. Betrouwbare aantallen zijn echter onbekend. De zomer-gemiddelde belasting door watervogels is hiermee niet in te schatten, maar is zeker lager dan in de winter. Gezien de hoge nutriëntenbelasting afkomstig van het inlaatwater, zal de invloed van watervogels op de waterkwaliteit in het zomerhalfjaar zeer beperkt zijn.

In afbeelding 4.6 zijn van meetpunt 5105 (meetpunt inlaatwater) de gemeten concentraties van chloride uitgezet tegen de gemeten concentraties totaal-P en totaal-N. Uit de afbeelding valt op te maken dat er ten tijde van waterinlaat (hogere chlorideconcentraties) doorgaans lagere nutriëntenconcentraties gemeten worden in vergelijking met periodes waarin water wordt afgevoerd via dit punt (lagere chlorideconcentraties).

Afbeelding 4.6. Concentraties van chloride uitgezet tegen de concentraties totaal-P (boven) en totaal-N (onder) op meetpunt 5105 (inlaatwater Van Starckenborghkanaal; 2007-2013)

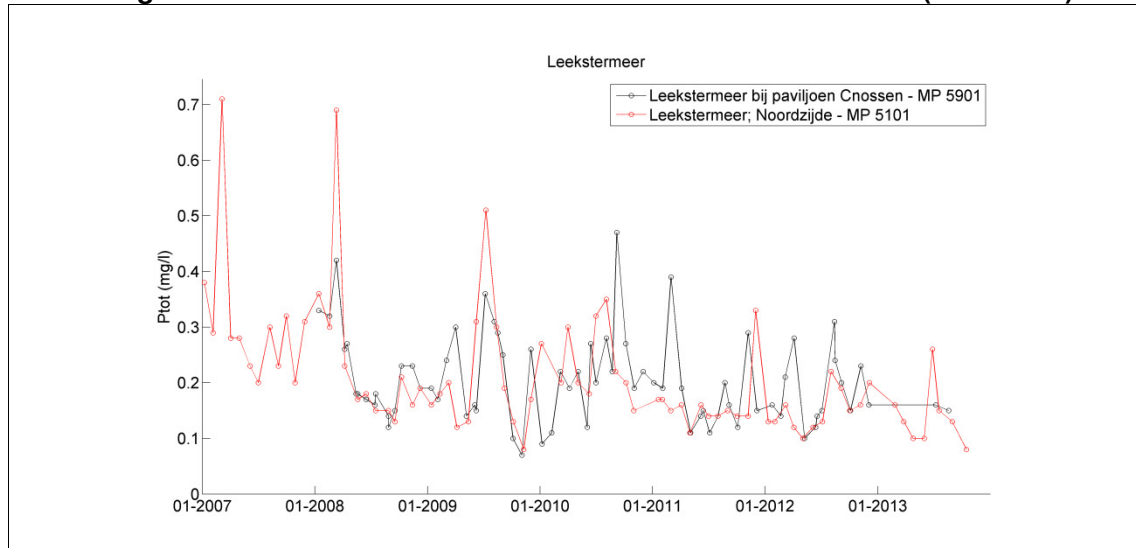


In afbeelding 4.7 en 4.8 zijn de gemeten concentraties P-totaal en N-totaal weergegeven voor twee meetpunten in het Leekstermeer (2007-2013). In de afbeeldingen is een dalende trend van deze nutriëntenconcentraties waarneembaar. Uit het achtergrondrapport 'Waterkwaliteit in het beheergebied van Waterschap Noorderzijlvest' [lit. 16] blijkt dat deze afnemende trend al ten minste bestaat sinds 2002. Het waterschap heeft aangegeven dat de afnemende concentraties het gevolg zijn van onder andere uitgevoerde (inrichtings)maatregelen in het Peizerdiepsysteem en het KRW-waterlichaam Kanalen Hellend Gestuwd, zoals:

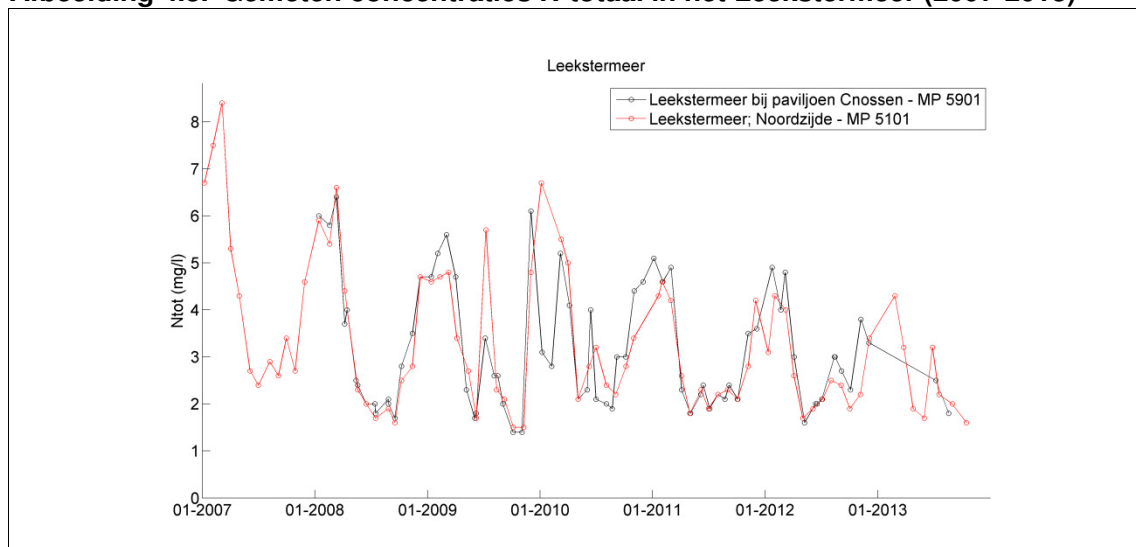
1. het generieke mestbeleid vanuit de overheid;
2. het baggeren van de specifieke watergangen;

3. de aanpassing aan de RWZI in Leek (2008/2009);
4. uitgevoerde inrichtingsmaatregelen bovenstrooms van het Leekstermeer (onder andere in het Peizerdiepsysteem en het KRW-waterlichaam Kanalen Hellend Gestuwd);
5. de afkoppelopgave in gemeenten Leek en Roden (onduidelijk of dat geleid heeft tot minder overstorten);
6. de inrichting van een inzamelstation in de haven van Leek (onduidelijk of dit heeft geleid tot meer inzamelingen).

Afbeelding 4.7. Gemeten concentraties P-totaal in het Leekstermeer (2007-2013)



Afbeelding 4.8. Gemeten concentraties N-totaal in het Leekstermeer (2007-2013)



Kritische belasting

In tabel 4.2. is de berekende kritische belasting weergegeven per seizoen. De kritische belasting ligt grofweg tussen 3 en 14 mgP/m²/dag. In de winter is de kritische belasting hoger dan in de zomer, omdat het debiet hoger is.

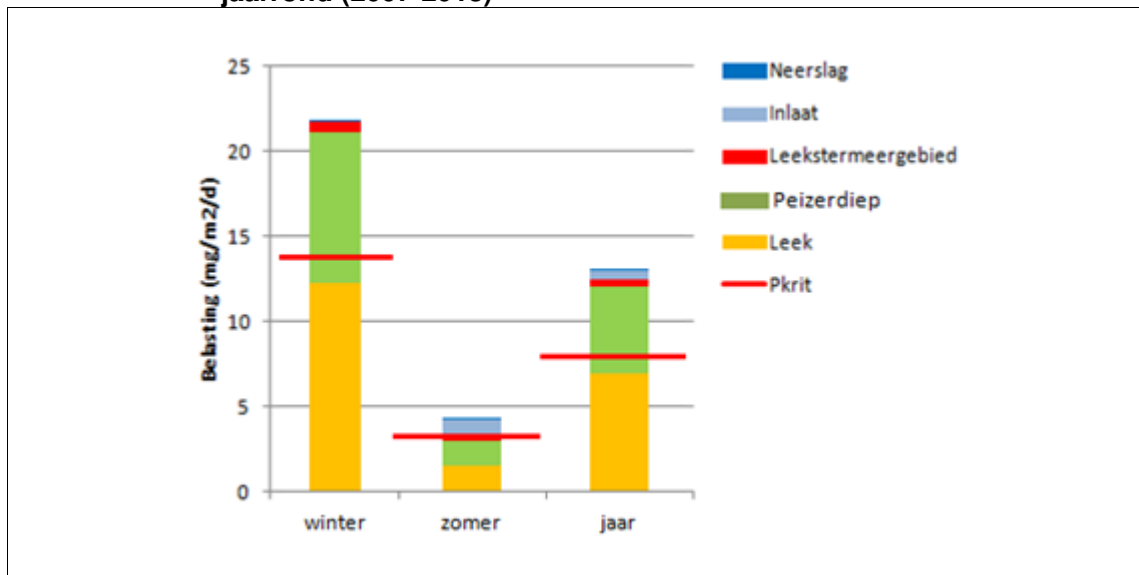
Tabel 4.2. Berekende kritische P-belasting Leekstermeer

Parameter	Winter	Zomer	Jaar
Pkrit	13,8	3,2	7,9

Vergelijking externe belasting met kritische belasting

In afbeelding 4.9 is zijn de gemiddelde zomer-, winter en jaarbelastingen uitgezet tegen de kritische belastingen. De gemiddelde P-belasting ligt zowel in de zomer als in de winter boven de kritische P-belasting. Hiermee vormt de externe P-belasting (indirect door toename in algengroei en daardoor een beperkt doorzicht) een knelpunt voor de groei en ontwikkeling van ondergedoken waterplanten.

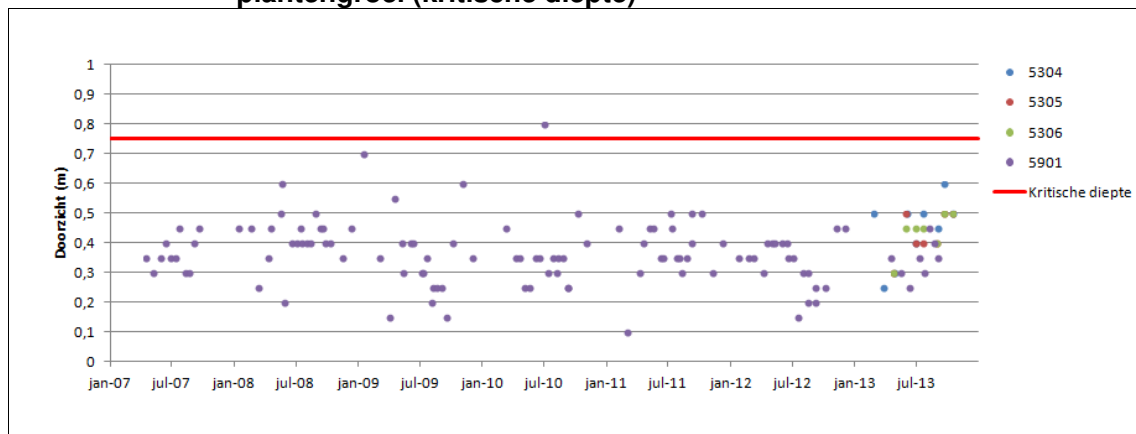
Afbeelding 4.9. Vergelijking tussen gemiddelde externe P-belasting en kritische P-belasting (mg/m²/d) gedurende het winterhalfjaar, zomerhalfjaar en jaarrond (2007-2013)



4.1.2. ESF2: lichtklimaat

In afbeelding 4.10 is het gemeten doorzicht in het Leekstermeer gegeven met daarbij het kritische doorzicht. Het doorzicht in het meer schommelt tussen de 0,2 en 0,5 meter, terwijl een doorzicht nodig is van 0,75 meter voor ondergedoken plantengroei. Het lichtklimaat in het Leekstermeer vormt een knelpunt voor de groei en ontwikkeling van ondergedoken waterplanten.

Afbeelding 4.10. Doorzicht in het Leekstermeer, inclusief benodigd doorzicht voor plantengroei (kritische diepte)



4.1.3. ESF3: productiviteit bodem

De waterbodem van het Leekstermeer bestaat voor een groot gedeelte uit veen, met name in het noorden en oosten van de plas. Er zijn echter ook delen met een zandbodem aangetroffen (zuiden en westen). De dikte van de sli-blaag varieert van 0 tot 20 cm. De dikste sli-blagen worden in het zuidwesten en noorden van de plas aangetroffen. Er zijn geen gegevens van de chemische samenstelling van de waterbodem beschikbaar.

Veenbodems kenmerken zich doorgaans doordat ze afbraakgevoelig zijn (mineralisatie). Deze afbraak in de waterbodem vormt een extra bron van nutriënten en potentieel een belasting van op het waterlichaam. Daarnaast kunnen in veenbodems als gevolg van afbraak toxische stoffen zoals sulfide gevormd worden.

Het is te verwachten dat de waterbodem van het Leekstermeer hoge P-gehalten bevat. De belasting op het meer is in het verleden namelijk hoger geweest dan nu (meer bemesting, hogere P-concentraties in de boezem). Hierdoor heeft de waterbodem zich kunnen 'opladen' met nutriënten. Het is dus zeer aannemelijk dat de waterbodem van het Leekstermeer hoog productief is en een potentieel knelpunt vormt voor de groei en ontwikkeling van ongedragede waterplanten.

4.2. Biologische kwaliteitselementen

4.2.1. Fytoplankton

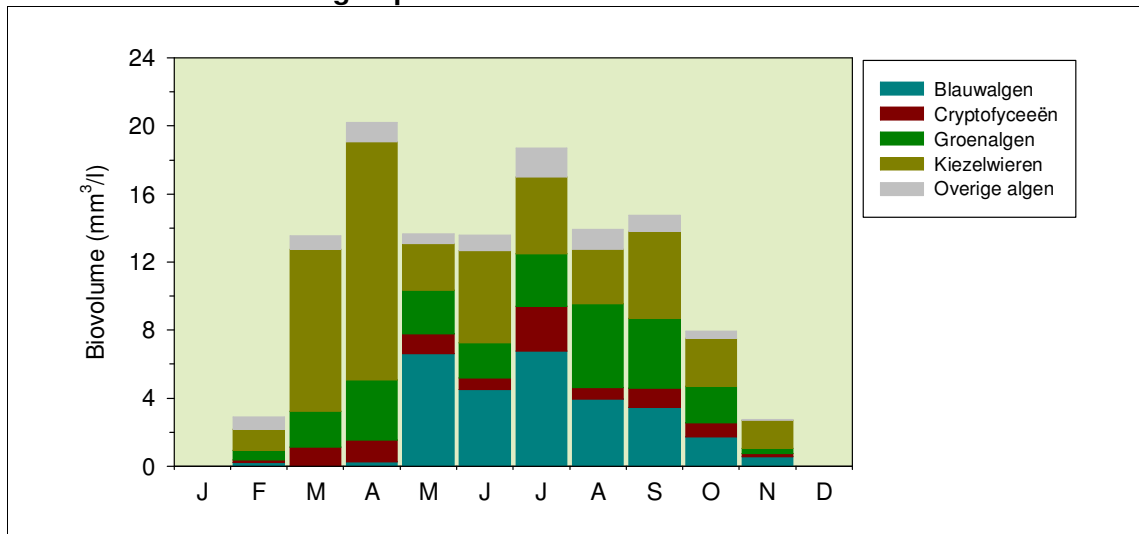
Typering

De hoeveelheid fytoplankton in het Leekstermeer is hoog met zomergemiddelde hoeveelheden van 67 $\mu\text{g/l}$ chlorofyl en 17 mm^3/l biovolume over de periode 2007-2012. De hoogte van het biovolume is kenmerkend voor fytoplankton in hypertrofe situaties [lit. 14]. Jaarlijks doen zich bloeien voor van eutrafente groenalgen, in sommige jaren vergezeld van bloeien van blauwalgen waaronder *Anabaena* en *Planktothrix agardhii*.

Seizoensvariatie

Er is een duidelijke seizoensvariatie in de hoeveelheid fytoplankton en zijn soortensamenstelling (afbeelding 4.11). Van februari op maart neemt het biovolume-aandeel kiezelwieren sterk toe en ontwikkelt zich een voorjaarspiek in april. Daarna neemt het aandeel blauwalgen toe ten koste van de kiezelwieren en kan in de loop van de zomer een tweede biovolumepeik ontstaan. Na september daalt de hoeveelheid fytoplankton weer.

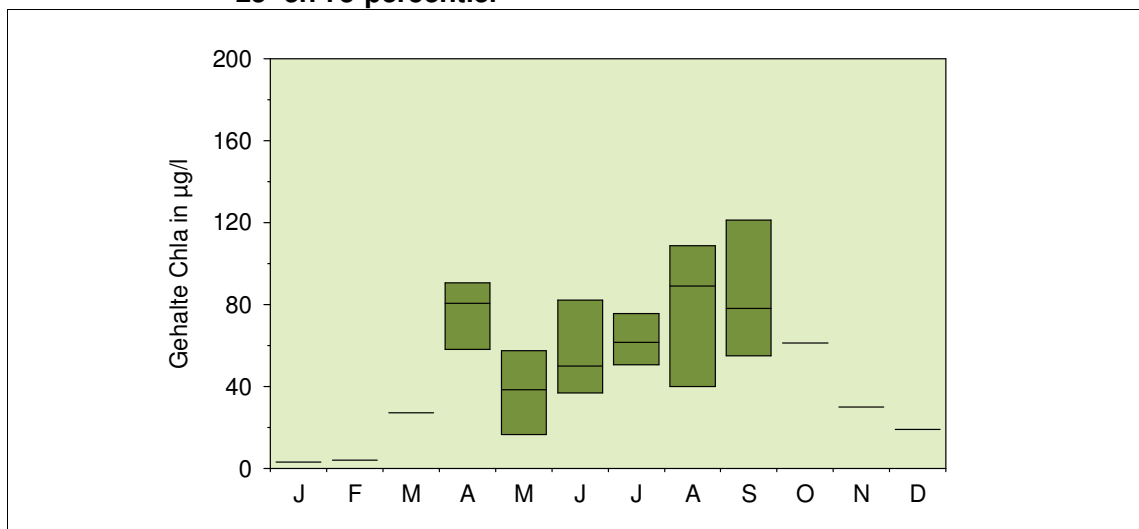
Afbeelding 4.11. Seizoensverloop van het fytoplankton in het Leekstermeer (5101): maandgemiddelde biovolume en taxonomische samenstelling op hoofdgroepen over februari-november 2007-2013



Gemeten als chlorofyl-a zien we in het zomerhalfjaar een minimale mediane waarde in mei en een maximale in augustus (afbeelding 4.12).

In dit seizoensverloop van chlorofyl-a is er geen groot verschil tussen de meetpunten 5101 in het noordoosten en 5901 in het zuidwesten. Wel kunnen op het meetpunt 5901 in de periode juni-augustus hogere pieken optreden dan op het meetpunt 5101. Dit heeft vermoedelijk te maken met de ontwikkeling van drijflagen van cyanobacteriën, die ten gevolge van de in het zomerhalfjaar zuidwest gerichte waterstroom (inlaat vanuit het Van Starckenborghkanaal) ophopen in deze hoek van het meer.

Afbeelding 4.12. Seizoensverloop van het fytoplankton in het Leekstermeer (5101): boxplots van de maandelijkse chlorofyl-a-gehalten over 2007-2013; de horizontale streep in de box geeft de mediaan, de begrenzing de 25- en 75-percentiel

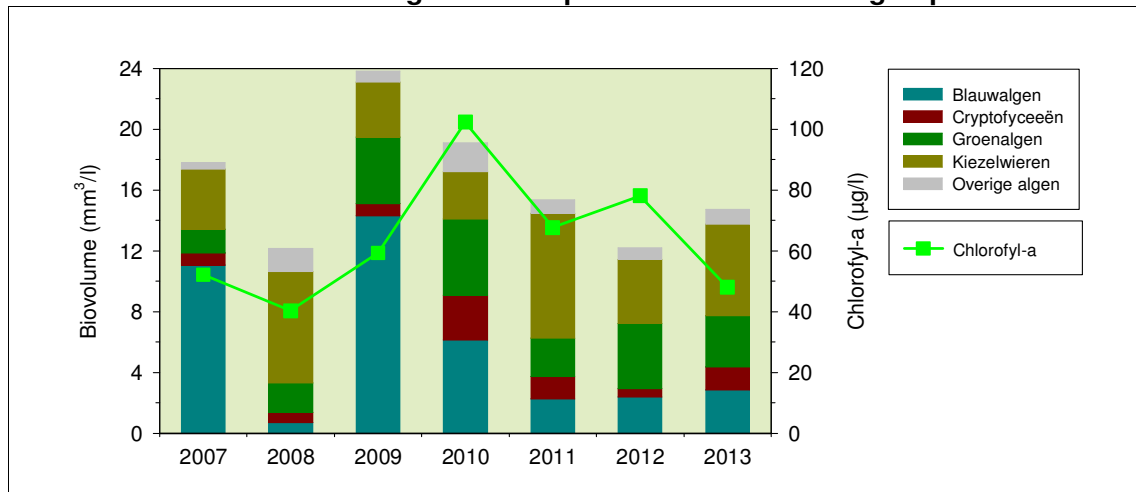


Variatie van jaar tot jaar

De hoeveelheid en soortensamenstelling van het fytoplankton verschillen sterk van jaar op jaar, met name door een wisselende hoeveelheid blauwalgen (afbeelding 4.13). Het zomergemiddelde chlorofyl-a-gehalte varieert in de periode 2007-2013 van 40 tot 100 µg/l. En wat de soortensamenstelling betreft: in sommige jaren domineren kiezelwieren het biovolume het gehele zomerhalfjaar (2008, 2011), in andere jaren treden blauwalgen op de voorgrond. Mogelijke stuurfactoren zijn de verhouding tussen stikstof en fosfaat en de hoeveelheid zonlicht.

De verschillen tussen het zomergemiddelde chlorofyl-a-gehalte en het biovolume komen vooral tot stand door het feit dat beide parameters meestal niet op hetzelfde tijdstip gemeten zijn en in sommige jaren niet het gehele zomerhalfjaar bemonsterd is op fytoplankton. Daarnaast kan de hoeveelheid chlorofyl-a per eenheid celvolume in de loop van het seizoen en tussen algensoorten verschillen.

Afbeelding 4.13. Jaarlijkse variatie in het zomergemiddelde fytoplankton in het Leekstermeer (5101): chlorofyl-a, biovolume en de taxonomische samenstelling daarvan op het niveau van hoofdgroepen

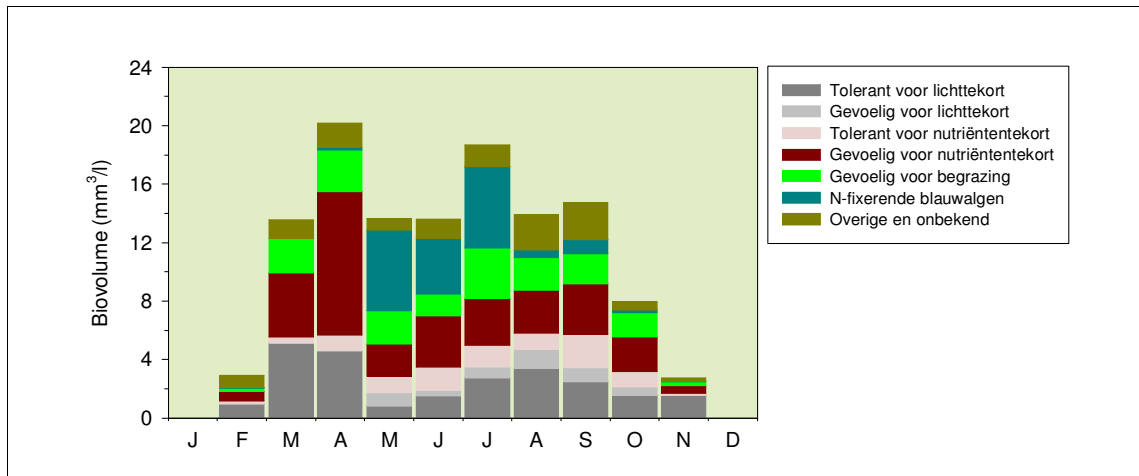


Functionele groepen

Gemiddeld bestaat ongeveer zestig procent van het fytoplankton uit soorten die gevoelig zijn voor nutriëntentekort en die lichttekort tolereren (aandeel op basis van biovolume; afbeelding 4.14). Dit zijn typisch soorten die we verwachten in hypertrofe meren, waar voedingsstoffen in overmaat aanwezig zijn en het water troebel is door algengroei en opwerping van slibdeeltjes. Net als in de taxonomische samenstelling (afbeelding 4.13) zien we ook in de functionele samenstelling van het fytoplankton een zekere variatie van jaar op jaar. Het aandeel lichttekort-tolerante soorten is relatief laag in de jaren 2009 en 2010. Dit waren jaren met een relatief hoge instraling. Het aandeel stikstoffixerende blauwalgen was in deze jaren juist hoog.

Over het algemeen bestaat twintig procent van het fytoplankton uit soorten die gevoelig zijn voor begrazing door watervlooien. In sommige jaren is dit aandeel nu en dan veel lager, circa vijf procent, wat een indicatie is voor begrazing (bijvoorbeeld mei-juni 2009, juni 2010). Door verschillen in predatie op zoöplankton door planktivore vis, kan de graasdruk van zoöplankton van jaar op jaar verschillen; in 2008 werd weinig juveniele, planktivore vis gevangen, maar in 2012 veel (zie hierna onder Vis).

Afbeelding 4.14. Seizoensverloop van het fytoplankton in het Leekstermeer (5101): maandgemiddelde biovolume per functionele hoofdgroep over februari-november 2007-2013

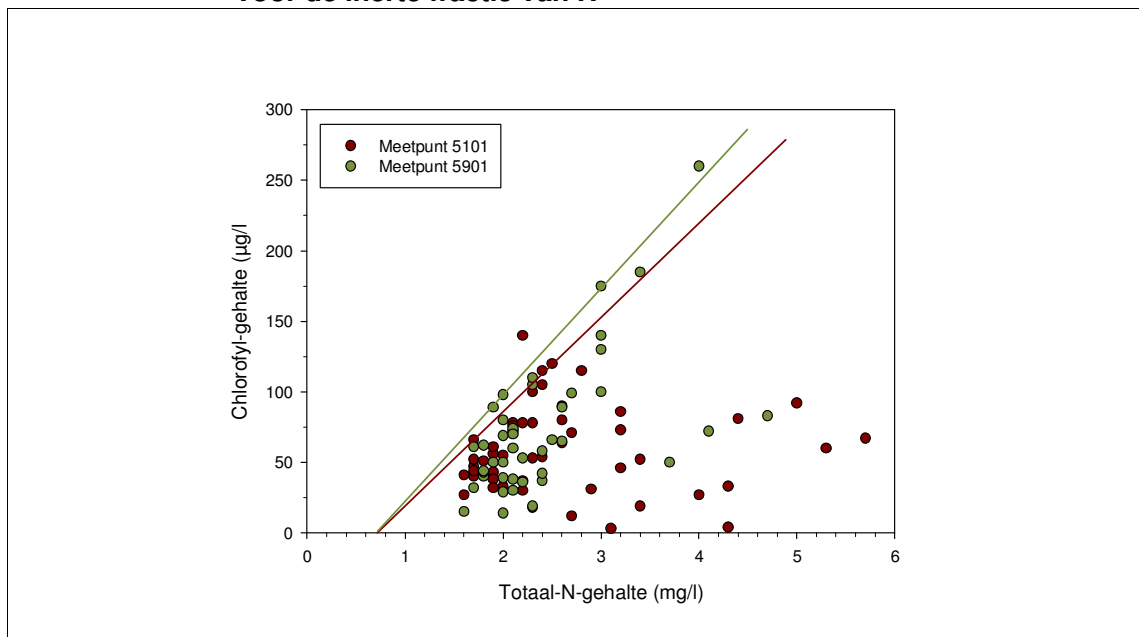


Stuurfactoren

Nutriënten

Een plot van het chlorofyl-a-gehalte tegen het gehalte totaal-stikstof (afbeelding 4.15) laat zien dat de lijn die in 95 % van de gevallen de bovengrens aangeeft van de hoeveelheid chlorofyl-a die bij het gegeven totaal-stikstofgehalte gerealiseerd kan worden, niet door de oorsprong gaat. Dit betekent dat een bepaalde hoeveelheid stikstof niet beschikbaar is voor algengroei. Dit noemen we de inerte fractie. De grootte van deze fractie is omstreeks 0,7 mg N/l en daarmee vergelijkbaar groot als de schatting op grond van de Vierde Eutrofiëringsonquête van 0,67 mg N/l [lit. 10].

Afbeelding 4.15. Een plot van de gehalten chlorofyl-a en totaal-stikstof toont een niet opneembare stikstof fractie van naar schatting 0,7 mg N/l. De lijnen zijn de 95-percentielen van de Chl:a:N-verhouding, gecorrigeerd voor de inerte fractie van N



Incidenteel, bijvoorbeeld in 2009, kan stikstofbeperking de ontwikkeling van stikstoffixerende blauwalgen bevorderen. Doorgaans ligt de verhouding beschikbaar N:P in het Leekstermeer boven de Redfield¹-verhouding van 7 mg/mg. Alleen in 2009 daalde de verhouding al in juni tot 3 mg/mg en bleef relatief laag tot in oktober. Dit jaar kenmerkte zich door hoge pieken van de potentiële stikstoffixeerder en eveneens toxische blauwalg *Anabaena*. In mindere mate trad dit op in 2010. Stikstoffixerende blauwalgen hebben wel veel licht nodig. De zomers van 2009 en 2010 vielen op door een globale lichtinstraling die respectievelijk 7 % en 3 % hoger was dan het langjarig gemiddelde over de periode 2007-2013. Deze meer dan gewone hoeveelheid licht zal de groei van deze blauwalgen gestimuleerd hebben. In het algemeen echter, lijkt de fytoplanktongroei in het Leekstermeer te worden beperkt door licht. Dit vermoeden we omdat de 'opbrengst' aan chlorofyl-a laag is ten opzichte van de hoeveelheid nutriënten. De zomergemiddelde verhoudingen van Chla:P en in mindere mate Chla:N blijven ver beneden de 95 %-maximale verhoudingen afgeleid uit de Vierde Eutrofiëringssenquete door Portielje en van der Molen [lit. 10] (afbeelding 4.16).

Afbeelding 4.16. Zomergemiddelde verhoudingen van chlorofyl-a en fosfaat, respectievelijk stikstof, met de 95 %-maximale verhoudingen voor ondiepe meren uit Portielje & van der Molen 1998 [lit. 10]

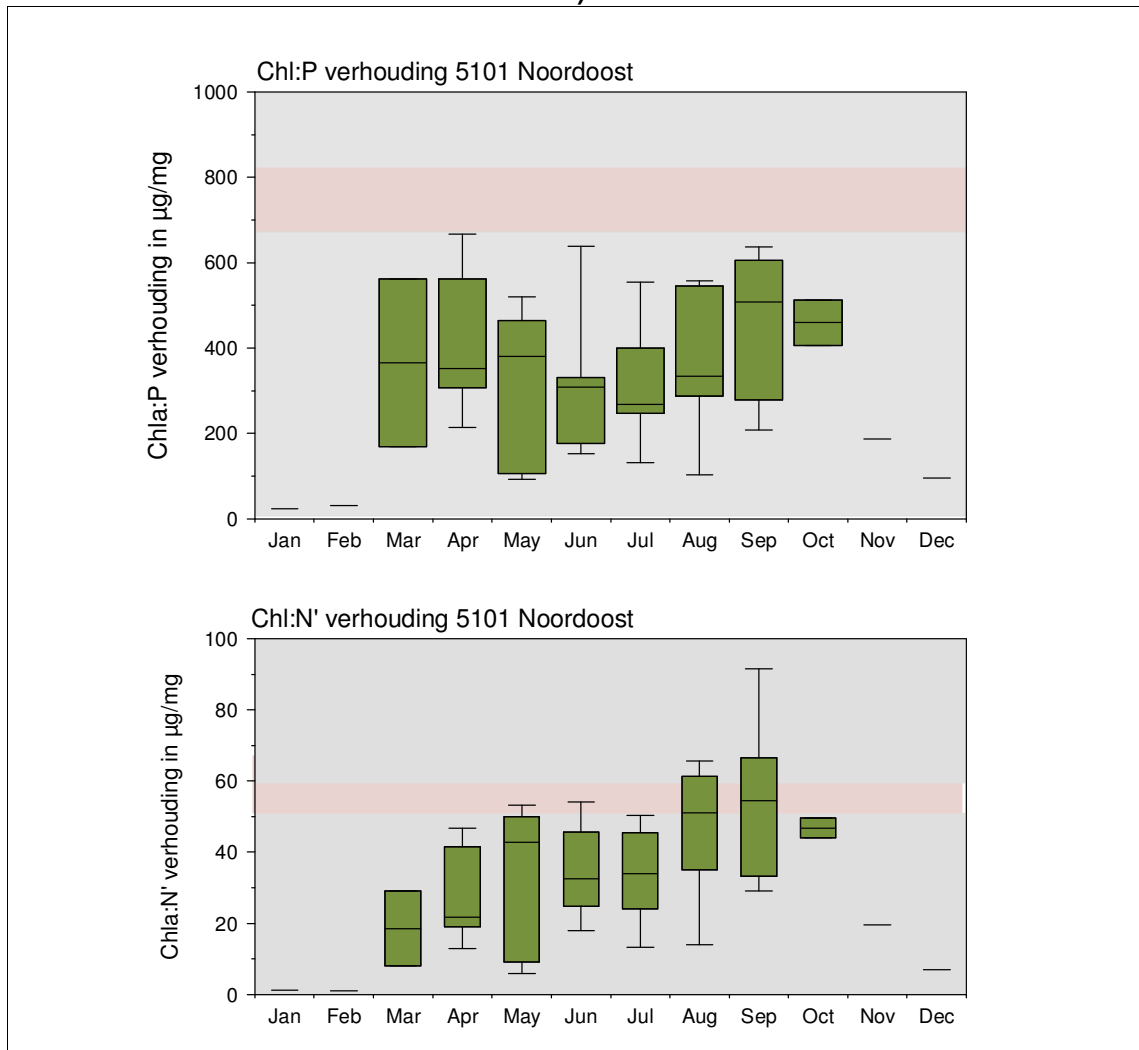
Ratio	95%-max	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Chla:P	759	215	234	259	422	472	521	366
Chla:N	54	23	27	34	53	46	51	38

De in afbeelding 4.16 genoemde 95 %-maximale verhoudingen gelden voor ondiepe meren zoals het Leekstermeer, die in de zomer niet gedomineerd worden door *Planktothrix agardhii* en in het derde kwartaal niet door *Microcystis*. Bij dominantie door *Microcystis* wordt een lagere verhouding gemeten, bij dominantie door *P. agardhii* een hogere [lit. 10].

Afbeelding 4.17 laat zien dat de Chla:P-verhouding elke maand in de periode 2007-2013 lager is dan deze maximale verhouding. We zien ook dat de Chla:P-verhouding een duidelijke dip vertoont in de maanden juni en juli. Wat de Chla:N-verhouding betreft wordt de maximale verhouding nu en dan wel bereikt, met name in augustus en september en soms al in mei. Ook hier zien we de verhouding in juni en juli wat achterblijven. Er is echter geen duidelijk verband tussen de hoogte van de Chla:N-verhouding en het biovolume-aandeel van potentiële stikstoffixeerders. Daarom denken we dat de kans op N-beperking in de zomer wel reëel is, maar vermoedelijk niet daadwerkelijk leidt tot N-fixatie. Zou die wel optreden, dan zouden we een overschrijding verwachten van de 95 %-maximale Chla;N-verhouding van circa 54 µg/mg.

¹ De Redfield-ratio is de voor algengroei optimale verhouding van N en P in oppervlaktewater. Als deze verhouding lager is dan 7 gram stikstof per gram fosfaat, is de kans op stikstoflimitatie reëel en dit kan aanleiding geven tot de opkomst van stikstoffixerende blauwalgen.

Afbeelding 4.17. Maandelijks verhouding tussen Chl_a en P (bovenste paneel en Chl_a en N (onderste paneel) in het Leekstermeer (5101), gemiddeld over de jaren 2007-2013; het roze vlak geeft het gebied waarbinnen de maximale verhouding ligt (als 95-percentielwaarde met 80 %-betrouwbaarheidsinterval)



Uit de voortdurend lage Chl_a:P-verhouding en de relatief hoge Chl_a:N-verhoudingen leiden we af dat de groei van fytoplankton in het Leekstermeer niet beperkt wordt door fosfaat en wel nu en dan door stikstof. Dat de Chl_a:P-verhouding ook niet zijn maximale waarde bereikt in het voorjaar is vrij uitzonderlijk en kan wijzen op een inerte P-fractie, of op lichtbeperking.

Licht

Dat lichtbeperking van de fytoplanktongroei in het voorjaar waarschijnlijk een rol speelt in het Leekstermeer, leiden we ook af uit het relatief hoge aandeel algensoorten die tolerant zijn voor lichttekort (afbeelding 4.14). Toch is in het Leekstermeer geen sprake van langdurige dominantie van *Planktothrix agardhii*, de ultieme winnaar in de troebele meren. In tegenstelling tot *Anabaena* overwintert deze blauwalg in de waterkolom en in deze periode is de verblijftijd van het water in het Leekstermeer waarschijnlijk te kort voor de soort om zich te handhaven.

Begrazing

Ook begrazing kan zorgen voor een lage Chla:P-verhouding. In het Leekstermeer lijkt deze factor over het algemeen geen grote rol te spelen, gezien het steeds redelijk hoge aandeel van soorten die gevoelig zijn voor begrazing (afbeelding 4.14). Mogelijk speelt begrazing in sommige jaren een grotere rol, als gevolg van jaarlijkse verschillen in de recrutering van brasem en snoekbaars, met effect op de hoeveelheid planktivore vis. In deze jaren zou begrazing kunnen bijdragen aan de relatief lage chlorofyl-a-gehalten en Chla:P-verhouding in mei (afbeelding 4.12 en 4.17) en aan een verschuiving naar begrazingstolerante blauwalgen (in afbeelding 4.14 ingedeeld in de groep van N-fixeerders) De in het algemeen belangrijkste oorzaken voor de lage gehalten in mei zijn in het Leekstermeer waarschijnlijk de seizoensmatige stijging van de watertemperatuur en het afnemende siliciumgehalte. Hierdoor kunnen de kiezelwieren uit de voorjaarsbloei hun netto groei niet langer in stand houden.

4.2.2. Vegetatie

Typering

Waterplanten

In het Leekstermeer komen nauwelijks waterplanten voor. Alleen langs de oevers van het meer komen hier en daar drijvende en emergente waterplanten voor, zoals gele plomp, witte waterlelie en riet. Van de groep ondergedoken waterplanten is bij de opname in 2011 alleen sterrekroos gevonden op enkele plekken in de oeverzone.

Oeverplanten

Langs een groot deel van de oever van het Leekstermeer bevindt zich een dichte rietkraag met een breedte van meerdere meters. Aan de waterzijde van de rietkraag groeit hier en daar kleine lisdodde. Jonge exemplaren van waterriet ontbreken (afbeelding 4.18). Aan de landzijde van de rietkraag en elders op de oever komen diverse andere soorten oeverplanten voor. Het gaat om algemene soorten waarvan het merendeel indicatief is voor stikstofrijke tot zeer stikstofrijke standplaatsen. Een derde van de soorten geeft de voorkeur aan minder stikstofrijke oevers.

Afbeelding 4.18. De oevervegetatie van het Leekstermeer bestaat voornamelijk uit een dichte kraag van Riet, met aan de waterzijde hier en daar Kleine lisdodde (foto: Koeman en Bijkerk, 15 september 2004)



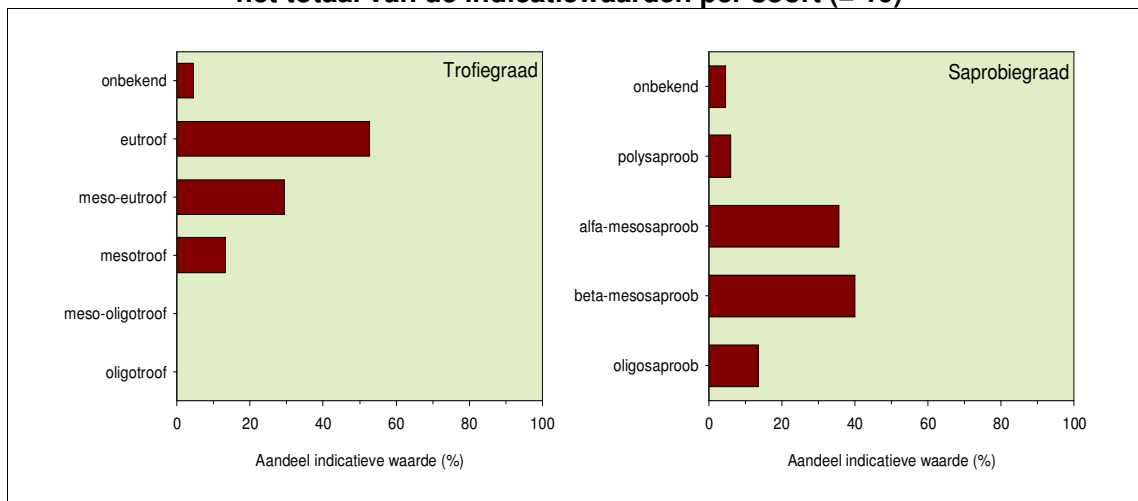
4.2.3. Macrofauna

Typering

De macrofauna in de oeverzone van het Leekstermeer (meetpunt 5101) bestond in april 2012 voor meer dan de helft uit waterpissebedden (Asellidae) en vlokreeften (Gammaridae). Dit wijst op een overvloedige aanwezigheid van organisch detritus en een redelijke zuurstofhuishouding. Relatief talrijk is de exoot *Gammarus tigrinis*. Andere exoten, eveneens uit de groep crustaceeën, zijn *Chelicorophium curvispinum*, *Lymnomyia benedeni* en *Crangonyx pseudogracilis*. De borstelworm *Quistadrilus multisetosus* is ook een exoot.

De hoeveelheid dansmuggen (Chironomiden) en wormen (Oligochaeten) was betrekkelijk laag, wat verwacht mag worden bij een bemonstering in de oeverzone. Met de indicatorwaarden uit Verberk *et al.* (2012) [lit. 5] blijkt dat de macrofaunagemeenschap indicatief is voor een voedselrijke (eutrofe) en vrij sterk organisch belaste (beta- tot alfa-mesosaprobie) situatie (afbeelding 4.19).

Afbeelding 4.19. Indicatieve waarde van de macrofauna voor trofie en saprobie, april 2012, meetpunt 5101. De indicatieve waarde is berekend door de indicatiewaarde van de betreffende soort voor de trofie- of saprobieklasse, te vermenigvuldigen met het aantal individuen per soort en te delen door het totale aantal individuen in het monster (= 551) en het totaal van de indicatiewaarden per soort (= 10)



4.2.4. Vis

Typering

Het Leekstermeer kan gekarakteriseerd worden als een brasem-snoekbaars viswatertype. De beide naamgevende soorten van dit type domineren de visbiomassa in het Leekstermeer (afbeelding 4.20). Begeleidende soorten zijn blankvoorn, pos, kolblei en aal. In meren van dit viswatertype ontbreken waterplanten geheel of bedekken ze ten hoogste 10 % van het wateroppervlak. De voedselrijkdom in dit type plassen is hoog (hypereutroof) en de primaire productie wordt hoofdzakelijk verzorgd door het fytoplankton. De draagkracht voor vis ligt tussen 450 en 800 kg/ha [lit. 8]. In het Leekstermeer lag de totale biomassa in 2008 binnen deze range, maar in 2012 ver daaronder. Mogelijk speelt het open karakter van het Leekstermeer (het meer staat in directe verbinding met de boezem) daar een rol in.

De visgemeenschap is vrij soortenrijk met in 2008 dertien soorten in de vangst en in 2012 achttien. De meeste aangetroffen soorten zijn algemeen tot zeer algemeen in Nederland en in Groningen en Drenthe [lit. 9]. Zeldzame soorten zijn rivierdonderpad en spiering. De rivierdonderpad geniet bescherming krachtens de Habitatrichtlijn (Bijlage II) en de Flora- en faunawet (Artikel 3 en 4). De winde staat op de Rode Lijst (2004) als gevoelige soort.

Afbeelding 4.20. Resultaten visbestandsopnamen 2008 en 2012. Indeling in groepen volgens Brouwer *et al.* 2008 [lit. 9]

Functionele groep Soort	Dichtheid (aantal/ha)		Gewicht (kg/ha)		% Biomassa	
	2008	2012	2008	2012	2008	2012
Tolerant						
Aal/Paling	29	5	4.6	1.0	0.8	0.5
Baars	112	35	0.9	0.4	0.2	0.2
Blankvoorn	76	290	2.8	2.8	0.5	1.5
Brasem	1716	2318	531.8	138.0	91.8	72.8
Hybride		1		0.1		0.1
Karper	1	1	7.9	3.7	1.4	2.0
Kolblei	12	41	0.8	2.3	0.1	1.2
Pos	58	109	0.7	1.0	0.1	0.5
Snoekbaars	7	66	19.6	34.1	3.4	18.0
Plantenminnend						
Rietvoorn/Ruisvoorn	7	12	0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Snoek	3	2	9.5	2.8	1.6	1.5
Tiendornige stekelbaars		< 1		< 0.1		< 0.1
Zeelt	1	< 1	0.7	0.1	0.1	0.1
Permanent stromingsminnend						
Rivierdonderpad		1		< 0.1		< 0.1
Winde	3	< 1	< 0.1	0.2	< 0.1	0.1
Tijdelijk stromingsminnend						
Riviergrondel	3	2	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Zoet-zout stromingsminnend						
Driedornige stekelbaars ¹⁾		3		< 0.1		< 0.1
Spiering		29		0.2		0.1
Totaal	2029	2918	579.4	189.5	100.0	100.0

¹⁾ Deze soort kan ook ingedeeld worden in de groep tolerantien



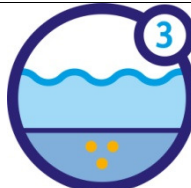
5. DIAGNOSE ESF'S EN BIOLOGISCHE KWALITEITSELEMENTEN

5.1. ESF's

Op basis van de watersysteemanalyse kan geconcludeerd worden dat de eerste drie Ecologische Sleutelfactoren niet voldoen (tabel 5.1):

- ESF1: het Leekstermeer is een procesgestuurd systeem, waarbij de huidige externe P-belasting hoger ligt dan de kritische belasting. De belasting is het gevolg van de aan- en afvoer van grote hoeveelheden water van en naar het omliggende gebied. De externe P-belasting vormt een knelpunt voor de groei en ontwikkeling van ondergedoken waterplanten;
- ESF2: het gemeten doorzicht is lager dan het benodigde doorzicht voor de groei en ontwikkeling van ondergedoken waterplanten;
- ESF3: op basis van de bodemkenmerken (veen/zand en lokale aanwezigheid sliblaag) en de historische belasting is het aannemelijk dat de waterbodem productief is en daarmee een knelpunt vormt voor de groei en ontwikkeling van ondergedoken waterplanten.

Tabel 5.1. De waardering van de eerste drie ecologische sleutelfactoren in het Leekstermeer (groen: ESF voldoet, rood: ESF voldoet niet)

	productiviteit water	lichtklimaat	productiviteit waterbodem
Ecologische sleutelfactor			
Voldoet aan voorwaarde?	Procesgestuurd watersysteem, waarbij P-belasting > P _{krit}	Doorzicht < kritische doorzichtsgrens	Aannemelijk hoog productieve en mogelijke toxische waterbodem

5.2. Biologische kwaliteitselementen

Fytoplankton

De functionele samenstelling van het fytoplankton en de verhoudingen tussen chlorofyl-a enerzijds en stikstof en fosfor anderzijds, wijzen op:

- een overvloed aan nutriënten (relatief hoog aandeel soorten gevoelig voor nutriëntentekort en relatief laag aandeel soorten tolerant voor nutriëntentekort);
- troebele condities (relatief hoog aandeel soorten tolerant voor lichttekort en relatief laag aandeel soorten gevoelig voor lichttekort);
- een gewoonlijk lage graasdruk, met uitzondering van de periode mei-juni in sommige jaren (relatief laag aandeel soorten gevoelig voor begrazing);
- incidentele stikstofbeperking in de voorzomer (hoog aandeel potentiële N-fixeerders in de maanden mei-juli).

Vegetatie

De afwezigheid in het Leekstermeer van substantiële oppervlaktes met ondergedoken vegetatie heeft alles te maken met het geringe doorzicht in combinatie met de waterdiepte. Op grond van het huidige doorzicht hoeft men in het Leekstermeer geen ondergedoken waterplanten te verwachten op diepten groter dan een halve meter, terwijl het meer op de meeste plaatsen één tot anderhalve meter diep is.

De klaarblijkelijk stagnerende uitbreiding van waterriet in het Leekstermeer kan het gevolg zijn van een te sterke blootstelling aan wind en golven (expositie), ophoping van slib en strooisel, los sediment en begrazing door watervogels, vooral ganzen [lit. 12 & 13]. Het effect van expositie en de ophoping van slib worden versterkt door een onnatuurlijk peilbeheer, met een relatief hoog en vrijwel constant peil in de zomer;

Macrofauna

Rond het meetpunt van macrofauna zijn betrekkelijk weinig soorten gevonden uit de groepen waterkevers, wantsen, libellen en kokerjuffers. Dit is een indicatie voor een gebrek aan habitatdiversiteit. De enige waterjuffer, *Erythronna najas*, is karakteristiek voor beschutte wateren met drijfbladplanten, zoals Gele plomp en Kikkerbeet.

Vis

Naast het verschil in totale biomassa is er tussen de jaren 2008 en 2012 een groot verschil in leeftijdsopbouw van de visgemeenschap tussen 2008 en 2012: in 2008 is er, in tegenstelling tot 2012, relatief weinig visbroed gevangen. In 2008 zit er relatief veel grote Brasem (≥ 41 cm) in de vangst, in 2012 veel minder. Deze verschillen zijn mogelijk het gevolg van strenge winters en temperatuurontwikkelingen in het voorjaar, ofschoon een verschil in methodiek niet kan worden uitgesloten (in 2008 is alleen gevist met zegen en elektro, in 2012 zijn naast zegen en elektro enkele kuiltrekken uitgevoerd. Door de vangsten per trek te vergelijken, zou dit uitgezocht kunnen worden). Daarnaast kunnen verschillen worden veroorzaakt door migratie van vis tussen het Leekstermeer en de rest van de boezem (open verbinding).

5.3. Synthese: ecologische toestand en functioneren

Op basis van bovenstaande analyses concluderen we dat het Leekstermeer een dynamisch voedselrijk boezemmeer is gedomineerd door algemene algen-, vis- en macrofauna-soorten en een afwezigheid van ondergedoken waterplanten.

De externe belasting van P op het systeem is 1,5 tot 2 keer hoger dan de kritische belasting. Vooral de belasting in de winter is hoog als gevolg van afvoer van water uit het achterland. De verblijftijd van het water in de winter bedraagt (veel) minder dan 10 dagen. Dit is erg kort voor meren van deze omvang, maar passend bij de functie als boezemmeer. De zomergemiddelde verblijftijd is met ongeveer 25 dagen hoger. Hiermee zijn biologische processen (voornamelijk primaire productie door algen) sturend voor de waterkwaliteit. In de zomer is de belasting veel lager dan in de winter, maar nog steeds hoger dan de kritische belasting. Inlaat van water uit het Van Starckenborghkanaal vormt dan de grootste belastingbron van P.

De hoge externe belasting op het watersysteem past bij de ecologische toestand die is aangetroffen. De algendichtheid is groot en de aangetroffen soorten passen bij de troebele condities en de hoge voedselrijkdom. Ondergedoken waterplanten worden nauwelijks aangetroffen en zijn met het huidige doorzicht ook niet te verwachten. De visbiomassa is hoog en wordt gedomineerd door bodemwoelende vis die goed gedijt onder deze troebele condities. Vissoorten kenmerkend voor vegetatierijke wateren ontbreken of zijn slechts in zeer beperkte mate aanwezig. Ook de macrofaunagemeenschap indiceert voedselrijke omstandigheden met een afwezigheid van waterplanten.

Uit de analyses van voorwaarden (paragraaf 4.1) en de ecologische toestand (paragraaf 4.2) komt een vergelijkbaar beeld naar voren over het functioneren van het Leekstermeer. Dit betekent dat er voldoende begrip is om tot een onderbouwd advies te komen voor maatregelen die bijdragen aan de verbetering van de waterkwaliteit. In het volgende hoofdstuk gaan we hierop in.

6. MAATREGELEN LEEKSTERMEER

In onderstaand hoofdstuk worden maatregelen voor het Leekstermeer beschreven. Allereerst worden de belangrijkste stuurknoppen voor verbetering van de toestand beschreven. Vervolgens wordt beschreven welke maatregelen kansrijk zijn. In hoofdstuk 7 worden aanbevelingen beschreven om de effectiviteit van eventuele maatregelen beter in te schatten en om een beter begrip van het watersysteem te verkrijgen.

6.1. Belangrijkste stuurknoppen voor verbetering

Op basis van de watersysteemanalyse kan geconcludeerd worden dat de belangrijkste stuurknoppen voor verbetering van de ecologische toestand de verblijftijd, de nutriëntenbelasting en de inrichting zijn:

- verblijftijd: bij een verblijftijd in de zomer korter dan 10 dagen wordt de kwaliteit van het inlaatwater sturend voor de ecologische toestand. Hiermee kan de algendominantie mogelijk effectief worden tegengegaan ten faveure van ondergedoken waterplanten. De verblijftijd kan worden verkort door meer water aan te voeren;
- externe nutriëntenbelasting: bij een voldoende lage externe nutriëntenbelasting zal het Leekstermeer “omslaan” van de huidige algenrijke troebele toestand in een heldere plantenrijke toestand;
- inrichting: door een aangepaste inrichting kan de draagkracht (kritische belasting) van het meer worden vergroot. Onder andere de waterdiepte en de strijklengte zijn bepalend voor de draagkracht van het Leekstermeer. De aanleg van een moeraszone kan ook positief bijdragen aan de draagkracht van het systeem.

6.2. Implicaties voor maatregelen

Er zijn verschillende maatregelen verkend die bij zouden kunnen dragen aan een verbetering van de ecologische toestand. Maatregelen die ingrijpen op de verblijftijd, de nutriëntenbelasting en het peilbeheer zijn ingrijpend, omdat ze direct of indirect ingrijpen op de hydrologie. Omdat het Leekstermeer onderdeel uitmaakt van de Electraboezem, is de bewegingsruimte in aanpassing van waterstanden en waterstromen beperkt. Maatregelen die ingrijpen op de inrichting lijken op voorhand kansrijker. Een combinatie van maatregelen kan de voorkeur hebben, maar is afhankelijk van de praktische uitvoerbaarheid.

Maatregelen die ingrijpen op de water- en nutriëntenstromen

Onderstaand worden enkele voorbeelden van maatregelen geschetst die ingrijpen op de verblijftijd, de nutriëntenbelasting en het peilbeheer. De maatregelen zijn zowel op het Leekstermeer, als op de omliggende gebieden gericht:

1. **Verkorten verblijftijd:** het verkorten van de zomergemiddelde verblijftijd tot minder dan 1-3 weken zou resulteren in een verblijftijdgestuurd systeem, waardoor de externe P-belasting niet meer bepalend is voor de waterkwaliteit. Mogelijk kan dit worden bereikt door het verhogen van de waterinlaat vanuit het Van Starckenborghkanaal en/of het Peizerdiep (eventueel via de omliggende gebieden):
 - uit verkennende berekeningen blijkt dat de toekomstige toename van wateraanvoer vanuit het Peizerdiep richting het Leekstermeer mogelijk een negatief effect zal hebben op het ecologisch functioneren. In de toekomst, waarbij de aanvoer vanuit het Peizerdiep zal toenemen van 25 % tot ongeveer 75 %, zal de verblijftijd van het water in Leekstermeer verkort worden tot orde grootte 15 dagen (tabel 6.1). Hiermee zal het systeem afwisselend proces- en verblijftijdgestuurd zijn. Door een toename in debiet zal de kritische belasting toenemen, maar zullen ook de belastingen vanuit het Peizerdiep toenemen (tabel 6.1).

Op basis van de huidige gemeten nutriëntenconcentraties in het Peizerdiep zal de belasting hoger blijven dan de kritische belasting. Het toenemende debiet vanuit het Peizerdiep zal dus niet positief bijdragen aan de waterkwaliteit van het Leekstermeer;

om daadwerkelijk een zomergemiddelde verblijftijd van minder dan 1 week te behalen zou meer water uit het Peizerdiep moeten worden afgeleid of aanvullend jaarlijks meer water vanuit het Van Starckenborghkanaal ingelaten moeten worden (circa 5 x meer dan nu het geval is).

Tabel 6.1. Effect van de toekomstige maatregel Peizerdiep op het Leekstermeer

parameter	25 % vanaf Peizerdiep (huidig)	75 % vanaf Peizerdiep (toekomstig)
Debiet (mm)	43,1	71,1
Verblijftijd (d)	25,1	15,2
Zomergemiddelde belasting (mg/m ² /d)	4,3	7,3
Pkrit (mg/m ² /d)	3,2	5,9

2. **Reduceren externe belasting:** in theorie kan de externe belasting op het Leekstermeer alleen substantieel verlaagd worden door het meer te isoleren, waardoor de aanvoer van nutriëntenrijk water vanuit de omliggende gebieden sterk wordt beperkt. Het is niet haalbaar om de externe belasting uit de achterliggende gebieden dusdanig te reduceren, dat de externe belasting op het Leekstermeer onder de kritische belasting van het meer komt te liggen. Ter illustratie: de totale zomergemiddelde belasting vanuit het achterliggende gebied 'Leek' (belasting van RWZI, landbouw, etc.) zou in totaal met orde grootte 80 % verlaagd moeten worden om dit te bewerkstelligen. Het aanpassen van het mestbeleid en/of landgebruik van de omliggende gebieden zal de externe belasting verlagen, maar zal geen effect hebben (helder, plantenrijk water) op het ecologisch functioneren van het Leekstermeer;
3. **Meer natuurlijke peilbeheer Leekstermeer:** een meer natuurlijke peilbeheer resulteert in een verlaagd zomerpeil, waardoor er in deze periode minder water ingelaten hoeft te worden. Dit resulteert in een lagere externe belasting. Daarnaast kan geoxideerd ijzer op de droogvallende waterbodem fosfor binden. Dit fosfor is hiermee niet meer beschikbaar voor de primaire productie (o.a. algengroei). Een meer natuurlijk peilbeheer is alleen kansrijk in combinatie met isolatie van het Leekstermeer.

Maatregelen die ingrijpen op de inrichting

Hieronder zijn verschillende inrichtingsmaatregelen uitgewerkt. Deze zijn uitgesplitst in inrichtingsmaatregelen in het Leekstermeer en inrichtingsmaatregelen in het waterbergingsgebied. Kansrijke inrichtingsmaatregelen in het Leekstermeer zijn:

- verondiepen: de kritische belasting van een watersysteem wordt mede bepaald door de waterdiepte. Door het Leekstermeer te verondiepen, zou de kritische belasting verhoogd kunnen worden. Op basis van de huidige belasting zou het meer moeten worden verondiept tot een diepte van gemiddeld ongeveer 1 meter diep. Hiermee komt de kritische belasting boven de huidige geschatte nutriëntenbelasting te liggen. Een omslag naar een heldere, plantenrijke toestand kan hiermee verwacht worden. Met de toekomstige toename van water vanuit het Peizerdiep naar het Leekstermeer, zal ook de externe belasting op het Leekstermeer verder toenemen. Dit betekent dat verdere verondieping (minder dan gemiddeld 1 meter) nodig zal zijn om de draagkracht te verhogen en een heldere, plantenrijke toestand te verkrijgen. Door deze maatregel zullen delen van het Leekstermeer zeer ondiep worden. Gezien de functie van het meer voor onder andere recreatie (watersport, vissen) is deze inrichtingsmaatregel mogelijk niet wenselijk;

- strijklengte verkorten: door het verkorten van de strijklengte van het Leekstermeer, kan de kritische belasting verhoogd worden. Door de zuidwest-oriëntatie van het meer is de strijklengte fors. De strijklengte kan worden verkort door de aanleg van eilandjes. Het effect van het verkorten van de strijklengte op de kritische belasting is doorgaans minder groot dan verondiepen. De effectiviteit van het verkorten van de strijklengte is binnen de huidige watersysteemanalyse niet gekwantificeerd.

Een kansrijke maatregel in het waterbergingsgebied is om het in te richten als effectieve moeraszone “in dienst van het Leekstermeer”. Om de draagkracht (kritische belasting) van het Leekstermeer te verhogen, zou het waterbergingsgebied ten oosten van het Leekstermeer ingericht kunnen worden als moeraszone. In de huidige situatie functioneert het waterbergingsgebied niet als moeraszone voor het meer. Door de aanwezigheid van twee drempels in de slenken stroomt er namelijk geen water vanuit het Leekstermeer naar het waterbergingsgebied. Het waterbergingsgebied functioneert in de huidige situatie in theorie alleen als ‘zuiveringsmoeras’ voor water dat vanuit het Peizerdiep naar het Leekstermeer stroomt. Om het waterbergingsgebied als moeraszone te laten functioneren, dient onder andere aan de volgende voorwaarden voldaan te worden:

- er moet voldoende uitwisseling van water plaatsvinden tussen het Leekstermeer en de moeraszone;
- de zone moet voldoende functioneel areaal helofyten hebben om grip te krijgen op het ecologisch functioneren van het Leekstermeer;
- de zone dient niet te hoog belast te zijn. Bij een te hoge belasting kan de zone juist nutriënten gaan naleveren in plaats van vast te leggen. Nalevering van nutriënten kan ook plaatsvinden als het gebied in het verleden hoog belast is geweest (door bijvoorbeeld het gebruik als landbouwgebied). Hierdoor kan de bodem opgeladen zijn.

Een goed functionerend moeras met voldoende areaal kan effectief bijdragen aan het ecologisch herstel van het Leekstermeer. Het is niet duidelijk of het waterbergingsgebied aan bovenstaande voorwaarden kan voldoen. Hiermee is de haalbaarheid (en dus de effectiviteit) van de maatregel onzeker.

7. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste conclusies en aanbevelingen gepresenteerd. Tot slot wordt kort ingegaan op twee aanvullende vragen van het waterschap.

7.1. Conclusies

Het doel van het onderzoek is om door een systeemanalyse het functioneren van het Leekstermeer te doorgronden, op grond hiervan stuurknoppen voor beïnvloeding van de waterkwaliteit te identificeren en op basis daarvan kansrijke maatregelen te identificeren.

De conclusie is dat het Leekstermeer een dynamisch voedselrijk boezemmeer is, gedomineerd door algemene algen-, vis- en macrofaunasoorten en een afwezigheid van ondergedoken waterplanten. De belangrijkste oorzaak van de slechte ecologische toestand is de externe P-belasting die 1,5 tot 2 keer hoger dan is de kritische belasting. De aanvoer van water vanuit het achterland levert de grootste bijdrage in de P-belasting. De inlaat van water uit het Van Starckenborghkanaal is het meest bepalend in de zomer. Er is hiermee voldoende kennis om tot een onderbouwd advies te komen voor maatregelen die bijdragen aan de verbetering van de waterkwaliteit.

Er zijn maatregelen denkbaar die effectief ingrijpen op het ecologisch functioneren van het Leekstermeer. Deze maatregelen lijken praktisch niet goed uitvoerbaar, vanwege de functies van het Leekstermeer (boezemfunctie, recreatie, etc.). We kunnen op grond van deze systeemanalyse niet bepalen of deze maatregelen daadwerkelijk zullen leiden tot herstel van een heldere en plantenrijke toestand. Hiervoor is nader onderzoek noodzakelijk.

7.2. Aanbevelingen

Geadviseerd wordt om de mogelijkheden voor een ecologische verbetering van het meer nader te onderzoeken. Hiervoor worden de volgende stappen voorzien:

1. wachten met het nemen van inrichtingsmaatregelen in het Leekstermeer tot de nieuwe hydrologische situatie (aankoppeling Peizerdiep) in werking is getreden;
2. (in de tussentijd) aanvullende metingen verrichten, zowel in de huidige als de nieuwe hydrologische situatie (zie uitwerking ad. 2);
3. update waterbalans op basis van nieuwe gegevens;
4. update systeemanalyse;
 - nutriëntenvrachten, verblijftijden, etc.;
 - analyse effectiviteit kansrijke maatregelen (zie uitwerking ad. 4);
5. keuze voor maatregelen (overleg stakeholders en eventueel aanpassing doelen).

Het tweede en vierde onderdeel worden onderstaand kort toegelicht.

Ad. 2. Aanvullende metingen

Het huidige meetnet voor waterkwaliteitsgegevens van het Leekstermeer bestaat uit maandelijke metingen op een groot aantal meetpunten. Ondanks deze inspanning van het waterschap, is het niet goed mogelijk gebleken om de dynamiek van het Leekstermeer in de vingers te krijgen. De korte verblijftijden en de snelle wisseling in aan- en afvoer van water vragen een hogere meetfrequentie. Wij adviseren om meer frequent te gaan meten, op meer locaties te gaan meten en het bestaande meetnet voor waterkwaliteits- en kwantiteitsparameters uit te breiden.

Waterkwaliteit

Het huidige meetpakket aan parameters voldoet om de waterkwaliteit van het Leekstermeer in kaart te brengen. Wij adviseren om op een aantal meetpunten in het Leekstermeer en in de belangrijkste aan- en afvoerwatergangen gedurende tenminste één jaar wekelijks de waterkwaliteit te meten. Zodoende wordt meer grip gecreëerd op de kwaliteit van het inlaatwater naar het Leekstermeer en het effect van het inlaatwater op de waterkwaliteit van het Leekstermeer zelf. De waterkwaliteit zou op de volgende meetpunten kunnen worden gemeten:

- 1 meetpunt in het midden van het Leekstermeer (nog niet aanwezig);
- 1 meetpunt in het aanvoerkanaal voor inlaatwater (bijvoorbeeld meetpunt 5105);
- 1 meetpunt in het gebied 'Leekstermeergebied' (bijvoorbeeld meetpunt 5111);
- 1 meetpunt in het omliggende gebied 'Leek' (bijvoorbeeld meetpunt 6177);
- 1 meetpunt in het omliggende gebied 'Peizerdiep' (bijvoorbeeld meetpunt 5502);
- 1 meetpunt in een van de slenken (nog niet aanwezig).

Aanvullend adviseren wij om het geleidend vermogen (EGV) ten minste op meetpunt 5105 permanent te meten en liefst op alle hierboven genoemde meetpunten. Het EGV is een goede en goedkope indicator voor de herkomst van water. Frequente metingen van het EGV verhogen het begrip van de dynamiek (aan- en afvoer) van het watersysteem.

Waterkwantiteit

Aanvullend op het meten van de waterkwaliteit, adviseren we om de waterstromen (debieten) van en naar de belangrijkste aan- en afvoerwatergangen op dagbasis te meten. Dit is van belang voor de controle van de waterbalans van het Leekstermeer. Hiermee wordt meer grip gecreëerd op de waterstromen in het gebied.

Waterbodem

Wij adviseren een eenmalig waterbodemonderzoek uit te voeren om te bepalen of de waterbodem in het gebied productief is. Hiervoor zou op een aantal nader te kiezen locaties tenminste de gehalten P, S en Fe (mg/kg droge stof) bepaald kunnen worden. Dit is zowel in het Leekstermeer als in het waterbergingsgebied van belang (zie hieronder).

Ad 5. Analyse effectiviteit kansrijke inrichtingsmaatregelen

Als wij meer grip hebben op de water- en nutriëntenstromen, kunnen we een goede inschatting maken of de in paragraaf 6.2 beschreven inrichtingsmaatregelen in de nieuwe situatie effectief zullen bijdragen aan het ecologisch functioneren van het Leekstermeer. We kunnen onder andere (beter) inschatten:

- welke invloed de toegenomen waterstroom vanuit het Peizerdiep op het ecologisch functioneren (o.a. verblijftijden, nutriëntenbelasting) van het Leekstermeer heeft;
- hoe ver het Leekstermeer in de nieuwe hydrologische situatie verondiept zou moeten worden om een heldere, plantenrijke toestand te verkrijgen;
- of en hoe het verkorten van de strijklengte effectief zal bijdragen aan het ecologisch functioneren;
- hoeveel moerasareaal er in het waterbergingsgebied nodig is om een positief effect op het Leekstermeer te bereiken en of dit areaal binnen het bergingsgebied haalbaar is.

De termijn waarop het effect van eventuele maatregelen zichtbaar is, is met een eenvoudige watersysteemanalyse niet in te schatten. Om hier inzicht in te krijgen, zou gebruik gemaakt kunnen worden van het ecologisch model PCLake.

De haalbaarheid van een goed functionerende moeraszone in het waterbergingsgebied is onbekend.

Om de haalbaarheid van de maatregel in te schatten, adviseren we om als eerste te onderzoeken of de uitwisseling van water tussen het Leekstermeer en het bergingsgebied geoptimaliseerd kan worden. Indien wateruitwisseling niet geoptimaliseerd kan worden, zal de aanleg van een moeraszone in het waterbergingsgebied naar verwachting geen bijdrage leveren aan het ecologisch functioneren van het Leekstermeer.

7.3. Aanvullende vragen

KRW-waterlichaam 'Kanalen Hellend-Gestuwd'

Het afwaterende gebied 'Leek' bestaat voor een groot gedeelte uit het KRW-waterlichaam 'Kanalen Hellend-Gestuwd'. Een aanvullende vraag van waterschap Noorderzijlvest is of:

- de doorvoer van water vanuit het Leekstermeer naar het KRW-waterlichaam 'Kanalen Hellend-Gestuwd' een negatieve invloed heeft op de waterkwaliteit van 'Kanalen Hellend-Gestuwd';
- de afvoer van water vanuit KRW-waterlichaam 'Kanalen Hellend-Gestuwd' een negatieve invloed heeft op de waterkwaliteit van het Leekstermeer;

Met behulp van de water- en stoffenbalans is bepaald dat de nutriëntenbelasting vanuit het KRW-waterlichaam 'Kanalen Hellend-Gestuwd' negatief bijdraagt aan het ecologisch functioneren van het Leekstermeer. Op jaarbasis is ruim 50 % van het water dat uit de achterliggende gebieden naar het Leekstermeer stroomt, afkomstig van het afwaterende gebied 'Leek' waar het KRW-waterlichaam 'Kanalen Hellend-Gestuwd' gelegen is. Hier treedt dus afwenteling vanuit een bovenstrooms waterlichaam op naar het Leekstermeer. Emissiereducerende maatregelen van nutriënten naar het oppervlaktewater in het waterlichaam 'Kanalen Hellend-Gestuwd' zal de afwenteling verminderen, maar zal niet significant bijdragen aan het verbeteren van het ecologisch functioneren van het Leekstermeer.

We kunnen op basis van de huidige water- en stoffenbalans niet inschatten in hoeverre het water dat vanuit het Leekstermeer naar het KRW-waterlichaam 'Kanalen Hellend-Gestuwd' wordt verplaatst, van invloed is op het ecologisch functioneren van het waterlichaam 'Kanalen Hellend-Gestuwd'. Hiervoor zou, net zoals voor het Leekstermeer, een water- en stoffenbalans voor het waterlichaam 'Kanalen Hellend-Gestuwd' moeten worden opgesteld. Met de uitkomsten kan de vergelijking gemaakt worden tussen de nutriëntenbelasting op het KRW-waterlichaam, de draagkracht van het systeem (kritische belasting) en de bijdrage van toevoer van water uit het Leekstermeer.

Riooloverstorten

In de afwaterende gebieden van het Leekstermeer zijn enkele riooloverstorten aanwezig. Een aanvullende vraag van waterschap Noorderzijlvest is in hoeverre deze riooloverstorten bijdragen aan de nutriëntenbelasting op het Leekstermeer.

Deze vraag kan met de huidige beschikbare gegevens niet beantwoord worden. Voor het beantwoorden van deze vraag moet allereerst een analyse gemaakt worden van de kwaliteit en het debiet van het water uit de overstorten (dus nutriëntenbelasting). Om te bepalen wat de bijdrage van de belasting vanuit de riooloverstorten op het ecologisch functioneren van het Leekstermeer is, moeten de uitkomsten van de analyse meegenomen worden in de geüpdate water- en stoffenbalans van het Leekstermeer. Zodoende kan bepaald worden in hoeverre deze riooloverstorten bijdragen aan de nutriëntenbelasting op en het ecologisch functioneren van het Leekstermeer.

8. REFERENTIES

1. Waterschap Noorderzijlvest, 2008. Europese Kaderrichtlijn Water Waterschap Noorderzijlvest. Waterlichaam Leekstermeer: doelstellingen, maatregelen en kosten. Versie 4. Waterschap Noorderzijlvest, Groningen.
2. KenB, 2003-2013. Blauwalgteellingen voor zwemwatercontrole Leekstermeer 2003-2013. Analyserapporten, Koeman en Bijkerk bv, Haren.
3. Schep, S., Moria, L., Geest van G. en Ouboter, M. (in opdracht van Waternet), 2011. De stoplichtenmethodiek: toepassing in stilstaande wateren.
4. Witteveen+Bos, 2006. Interacties tussen stuurvariabelen voor ecologische doelen in meren, fase 2: analyse van simulaties. Referentie BHV-4-1/schj16/001.
5. Verberk, W.C.E.P., Verdonshot, P.F.M., van Haaren T., Van Maanen, B. & Nijboer, R.C., 2012. Milieu- en habitatpreferenties van Nederlandse zoetwatermacrofauna. WEW Themanummer 23/STOWA rapportnr 2012-19.
6. de Jong, T., 2008. Richtlijnen voor het uitzetten van vissen. Een afwegingskader voor het uitzetten van vissen, in het bijzonder karpers, in wateren in het beheersgebied van het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden. Rapport 2008-13, Bureau Viridis, Culemborg.
7. Janse, J.H., 2005. Model studies on the eutrophication of shallow lakes and ditches. Proefschrift Wageningen Universiteit.
8. Zoetemeyer, R.B. & Lucas, B.J., 2007. Basisboek visstandbeheer. Sportvisserij Nederland, Bilthoven.
9. Brouwer, T., Crombaghs, B., Dijkstra, A., Scheper, A.J. & Schollema, P.P., 2008. Vis-senatlas Groningen Drenthe. Uitgeverij Profiel, Bedum. 240 pp.
10. Portielje, R. & van der Molen, D.T., 1999. Relationships between eutrophication variables: from nutrient loading to transparency. *Hydrobiologia* 408/409: 375-387.
11. Phillips, G., 2006. Derivation of chlorophyll-a boundaries based on changes to maximum depth distribution of submerged macrophytes. In: Van den Berg, M.S., ed., Good-Moderate boundary setting procedure. Annex C to Milestone 6 Report, September version, lake GIGs, Institute of Environment and Sustainability, Joint Research Centre, European Commission, Ispra. pp 16-23.
12. Van der Putten, W.H., 1997. Die-back of *Phragmites australis* in European wetlands: an overview of the European Research Programme on Reed Die-Back and Progression (1993-1994). *Aquatic Botany* 59: 263-257.
13. Bakker, E.S., 2010. Effect van zomerbegrazing door Grauwe ganzen op de uitbreiding van waterriet. *De Levende Natuur* 111: 57-59.
14. Dokulil, M.T., 2003. Algae as ecological bio-indicators. In: B.A. Markert, A.M. Breure & H.G. Zechmeister (eds.) *Bioindicators and biomonitors*. Elsevier Science Ltd., Oxford. pp. 285-327;
15. Koopmans, M., Oosterhuis, R., Blaauw, R., Attema, S. & Bos, D. 2012. Ganzen en Smienten rond het Leekstermeer in een tijd van vergraving en vernatting. Monitoring inzake de waterberging 2008-2012. A&W-rapport 1780. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
16. Bonthuis-van Aaken, D. & Bloemerts, M. 2013. De waterkwaliteit in het beheergebied van waterschap Noorderzijlvest. Toestand 2011 en tienjarige trends. Achtergrondrapport Waterschap Noorderzijlvest.

