

EMISSIESCONCENTRATIES VOOR NUTRIENTENBALANSEN VAN OPPERVLAKTEWATER

AFGELEID UIT HET LANDELIJK WATERKWALITEITSMODEL (LWKM)



RAPPORT

2024
09

EMISSIESCONCENTRATIES VOOR NUTRIENTENBALANSEN
VAN OPPERVLAKTEWATER
AFGELEID UIT HET LANDELIJK WATERKWALITEITSMODEL (LWKM)

RAPPORT

2024

09

ISBN 978.94.6479.026.9



stowa@stowa.nl www.stowa.nl

TEL 033 460 32 00

Stationsplein 89 3818 LE Amersfoort

POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op www.stowa.nl

COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEURS Piet Groenendijk, WenR
Leo Renaud, WenR

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

Frans de Bles, Waterschap Vallei en Veluwe
Miriam Collombon, Waternet
Harm de Jong, HDSR
Hermen Klomp, Waterschap Hunze en Aa's
Luuk van Gerven, Waterschap Aa en Maas
Jeroen Mandemakers, Witteveen+ Bos
Sebastiaan Schep, Witteveen+ Bos
Maarten Ouboter, Waternet
Lyke Stuurman, Wetterskipfryslan
Michelle Talsma, STOWA

VORMGEVING Buro Vormvast
STOWA STOWA 2024-09
ISBN 978.94.6479.026.9

De inhoud van deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden in de publicatie, of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud ervan.

STOWA spant zich in de rechthebbenden van in de uitgave gebruikte afbeeldingen te respecteren conform het auteursrecht. Indien u desondanks van mening bent dat uw rechten in het geding zijn, dan verzoeken wij u contact met ons op te nemen.

TEN GELEIDE

EMISSIECONCENTRATIES VAN NUTRIËNTEN VOOR WATER- EN STOFFENBALANSEN NU BESCHIKBAAR

STOWA heeft Wageningen Environmental Research (WenR) gevraagd om de uit- en afspoelingsconcentraties zoals berekend met het Landelijke Waterkwaliteitsmodel te ontsluiten voor regionale analyses. Door gebruik te maken van dezelfde gegevensbronnen wordt een stap gezet in de afstemming tussen landelijke en regionale analyses.

Het bereiken van een goede waterkwaliteit (het doel van de Kaderrichtlijn Water) hangt vaak samen met het functioneren van het hydrologisch systeem. Stoffen 'liften immers met het water mee'. Dit geldt voor stoffen in het oppervlaktewater, maar ook voor stoffen die via het grondwater naar het oppervlaktewater toe stromen, de zogenaamde emissies. Belangrijke emissies in het landelijke gebied zijn uit- en afspoeling van voedingsstoffen, de nutriënten (stikstof en fosfor).

Het opstellen van regionale waterbalansen kan op verschillende manieren. Gebruik kan worden gemaakt van de eenvoudige tool 'water- en stoffenbalansen voor regionale analyses'. Deze tool is eerder met ondersteuning van de STOWA ontwikkeld in de vorm van een spreadsheet.

Zelf aan de slag met het maken van water- en stoffenbalansen? Ga dan naar: www.stowa.nl/waterbalans. Daar zijn ook de emissiegetallen van deze studie te vinden.

Joost Buntsma
Directeur STOWA

DE STOWA IN HET KORT

HOE WE WERKEN

STOWA is het kennis- en innovatiecentrum voor regionale waterbeheerders in Nederland; de waterschappen en provincies. We helpen ze met het verkrijgen van nieuwe kennis en inzichten die nodig zijn om de opgaven van de regionale waterbeheerders beter te kunnen uitvoeren. Dat doen we door kennisvragen te formuleren en te selecteren in programmacommissies. We zetten ons onderzoek uit bij een keur aan experts, adviesbureaus, instituten en universiteiten, die we begeleiden tijdens hun werk. We zorgen voor de beschikbaarstelling en verspreiding van de kennis, inzichten en antwoorden aan de gezamenlijke waterbeheerders. We stimuleren de uitwisseling van kennis en ervaringen, via bijeenkomsten, werkgroepen, excursies, conferenties en communities of practice. We werken samen met onder andere ministeries, Rijkswaterstaat, gemeenten, drinkwaterbedrijven.

WAT WE ONDERZOEKEN

Inhoudelijk richt Stowa zich op alle onderdelen van waterbeheer, van waterkering en stedelijk waterbeheer tot waterzuivering en watersystemen. Belangrijke thema's daarbij zijn klimaatadaptatie, waterveiligheid, waterkwaliteit en ecologie, energietransitie en circulaire economie.

De kennisvragen die Stowa beantwoordt liggen meestal op technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied. Onze kennis is altijd gericht op de praktijk van regionale waterbeheerders. Dat is waar we voor staan, als Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer.

WIE WE ZIJN

STOWA is als kennisorganisatie onafhankelijk, onpartijdig en transparant. De afnemers van onze kennis moeten erop kunnen vertrouwen dat de inhoud van onze rapporten objectief en representatief is. Alleen zo kan onze kennis worden ingezet voor beter waterbeheer en innovaties die antwoord geven op de uitdagingen van vandaag en morgen. Het is aan regionale waterbeheerders zelf te bepalen hoe ze de kennis van Stowa in de praktijk gebruiken. STOWA kan daarbij een rol spelen als adviseur, maar is geen uitvoerder of regisseur.

STOWA is een stichting die de richtlijnen volgt voor organisaties zonder winstoogmerk (RJ-640). In ons jaarverslag is daarom naast de cijfermatige jaarrekening onder meer ook een directieverslag over de stichting, haar activiteiten en kentallen opgenomen.

EMISSIECONCENTRATIES VOOR NUTRIENTENBALANSEN VAN OPPERVLAKTEWATER AFGELEID UIT HET LANDELIJK WATERKWALITEITSMODEL (LWKM)

INHOUD

	TEN GELEIDE SAMENVATTING DE STOWA IN HET KORT INHOUD	
1	INLEIDING	1
2	GEBIEDSCHEMATISERING	2
3	HYDROLOGISCHE KARAKTERISERING	4
4	KEUZE VOOR EEN GEMIDDELD, DROOG EN NAT JAAR	6
5	BEMESTING	8
6	GEBRUIK VAN DE GEGEVENS	10
7	EMISSIECONCENTRATIES EN OPPERVLAKTEWATERCONCENTRATIES	12
8	AANBEVELINGEN	13
BIJLAGE 1	KAART VAN KWEKLASSEN IN DE FYSISCH GEOGRAFISCHE EENHEDEN LAAGVEENGEBIED, ZEEKLEIGEBIED EN RIVIERENGEBIED	14

1

INLEIDING

Voor verschillende aan water gerelateerde beleidsthema's is een hydrologische systeem-analyse van gebieden noodzakelijk. De mogelijkheden om met maatregelen het doelbereik voor de Kaderrichtlijn Water te realiseren hangen vaak samen met het functioneren van het hydrologisch systeem. Analyses van dit doelbereik en hydrologische systeemanalyses worden door verschillende partijen met verschillende methodes en op verschillende schaalniveaus uitgevoerd. De methoden variëren van eenvoudige spreadsheets tot gedetailleerde simulatie-modellen waarin tal van processen zijn beschreven.

Met ondersteuning van de STOWA is voor het opstellen van water- en stoffenbalansen een eenvoudige tool ontwikkeld in de vorm van een spreadsheet¹. Tot op heden worden voor de nutriëntconcentraties van het instromende water in oppervlaktewater-compartimenten grove schattingen gemaakt. Soms gebeurt dit op basis van meetgegevens en soms op basis van expert judgement.

Resultaten van regio-analyses hoeven niet altijd overeen te stemmen met landelijke analyses. Dit kan aantal oorzaken hebben, waarbij verschillen in de aannames voor de af- en uitspoeling vanuit landbouw- en natuurgronden naar het oppervlaktewater, de uitwisseling en verdeling van oppervlaktewater, waterinlaat, kwel (en/of wellen) die direct uittreedt in oppervlaktewater, en de retentie van nutriënten in het oppervlaktewater belangrijke invloed kunnen hebben op de balansen. Door zoveel mogelijk gebruik te maken van dezelfde gegevensbronnen wordt het aantal mogelijke oorzaken van verschillen kleiner. Met een dergelijk gezamenlijk gebruik van dezelfde gegevensbronnen wordt een stap gezet in de afstemming tussen landelijke en regionale analyses.

Door STOWA is gevraagd om resultaten van de uit- en afspoeling (som van uitspoeling en afspoeling) berekend met het Landelijke Waterkwaliteitsmodel te ontsluiten voor gebruik in regio-analyses. In deze fase van het onderzoek zijn alleen gegevens ontsloten die betrekking hebben op het (recente) verleden, en nog niet op de voorspelde effecten van maatregelen.

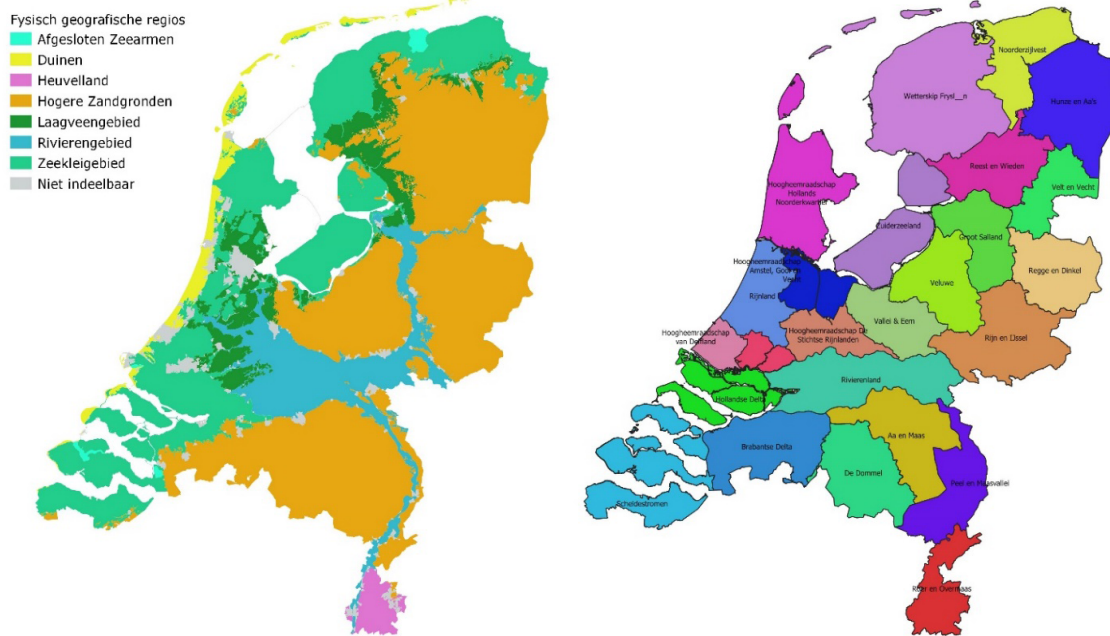
1 <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202023/STOWA%202023-XX%20Rekentool%20waterbalans%201996%20-%202021.xlsx>

2

GEBIEDSCHEMATISERING

Voor de gebiedsschematisering is uitgegaan van de Fysisch Geografische kaart van Nederland² en van de kaart van de 25 waterschappen die er waren voor de fusies vanaf 2010. Gekozen is voor de oudere kaart van de waterschappen omdat de landschappelijke verschillen beter tot uitdrukking komen in deze versie. De indeling in Fysisch Geografische regio's wordt ook gebruikt in de viewer van Grondwaterkwaliteit in Beeld (<https://www.grondwatertools.nl/gwatlas/>).

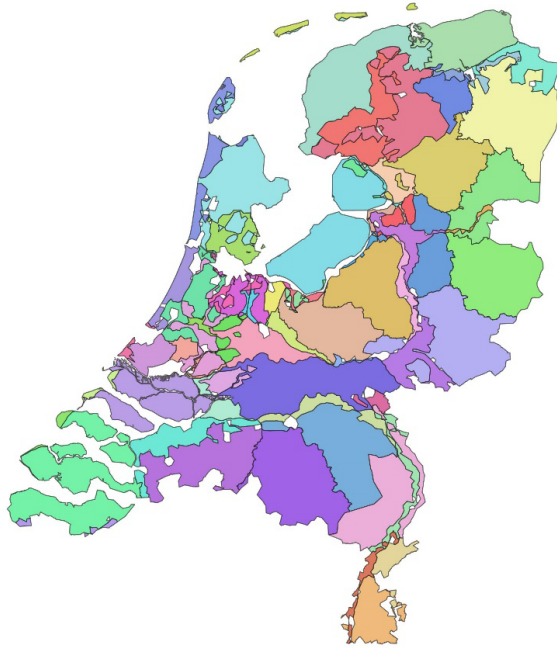
FIGUUR 1 FYSISCH GEOGRAFISCHE KAART VAN NEDERLAND (LINKS) EN DE INDELING IN 25 WATERSCHAPPEN VOOR DE FUSIES VANAF 2010



2 <https://www.atlasnatuurlijkkapitaal.nl/fysisch-geografische-regios>

De combinatie van deze kaarten resulteert in een kaart met 69 ruimtelijke eenheden (Figuur 2).

FIGUUR 2 COMBINATIEKAART VAN 25 WATERSCHAPSGBIEDEN EN FYSISCH GEOGRAFISCHE EENHEDEN



3

HYDROLOGISCHE KARAKTERISERING

Ruimtelijke eenheden van het Landelijk Waterkwaliteitsmoel (HRU's³) zijn hydrologisch gekarakteriseerd aan de hand van of de grondwatertrap of de langjarig gemiddelde kwel.

De grondwaterdiepte is gekarakteriseerd met vier klassen:

- Nat (Gt I t/m III*)
- Mati gnat (Gt IV t/m v*)
- Matig droog (Gt VI)
- Droog (Gt VII t/m Gt VIII)

Deze karakterisering is toegepast op de fysisch geografische eenheden “Hoge Zandgronden”, “Heuvelland” en “Duinen”. Voor enkele combinaties van waterbeheergebieden en fysisch geografische eenheden waren er voor sommige grondwaterdiepteklassen weinig rekeneenheden in het LWKM voorhanden. Dan komt het nadere onderscheid in grondwaterdiepte te vervallen en krijgt de ruimtelijke eenheid het label “all”.

De andere fysisch geografische eenheden (Rivierengebied, Zeekleigebied en Laagveengebied) zijn gekarakteriseerd aan de hand van de langjarige kwel⁴, zoals deze bekend is in LWKM1.2. Hiertoe is per gebied een frequentierelatie opgesteld en zijn de naar oppervlakte gewogen 33-percentielwaarde en 67-percentielwaarde afgeleid. De rekeneenheden (HRU's) met kwelwaarden onder het 33-percentiel krijgen het label “laag”, de HRU's met kwelwaarden tussen het 33 percentiel en het 67 percentiel krijgen het label “gemiddeld” en de HRU's met kwelwaarden hoger dan het 67 percentiel krijgen het label “hoog”. De grenzen van de klassen in mm zijn per ruimtelijke eenheid gegeven in tabel 1.

- 3 HRU's zijn hydrological response units. Deze zijn samengesteld uit 250 m grids met gelijke eigenschappen t.a.v. hydrologie, bodem en gewas en liggen binnen hetzelfde Landbouwdeelgebied. Het oppervlak van HRU's is altijd een veelvoud van 6,25 ha en is verschillend per HRU.
- 4 Kwel in het LWKM is de opwaartse waterflux aan de onderrand van het rekenmodel. De diepte van de HRU's varieert van 4 meter tot 20 meter, afhankelijk van de geohydrologische omstandigheden

TABEL 1 INDELING IN KWELKLASSEN (MM/JAAR) PER RUIMTELIJKE EENHEID VAN WATERBEHEERSGEBIED EN FYSISCH GEOGRAFISCHE EENHEID (GEBIEDEN MET WEGZIJGING BEHOREN TOT DE KWELKLASSE "LAAG")

Waterbeheersgebied	Fysisch Geografisch gebied	laag	gemiddeld	hoog
Aa en Maas	Rivierengebied	<11	11-79	>79
Brabantse Delta	Zeekleigebied	<45	45-126	>126
Groot Salland	Laagveengebied	<60	60-148	>148
Groot Salland	Rivierengebied	<20	20-80	>80
Groot Salland	Zeekleigebied	<0	0-13	>13
Hollandse Delta	Zeekleigebied	<44	44-146	>146
Amstel, Gooi en Vecht	Laagveengebied		0-166	>166
Amstel, Gooi en Vecht	Rivierengebied	<1	1-49	>49
Amstel, Gooi en Vecht	Zeekleigebied	<64	64-154	>154
De Stichtse Rijnlanden	Laagveengebied	<0	0-30	>30
De Stichtse Rijnlanden	Rivierengebied	<1	1-41	>41
Hollands Noorderkwartier	Laagveengebied	<7	7-109	>109
Hollands Noorderkwartier	Zeekleigebied	<40	40-132	>132
Delfland	Zeekleigebied	<28	28-102	>102
Schieland en de Krimpenerwaard	Laagveengebied	<0	0-43	>43
Schieland en de Krimpenerwaard	Zeekleigebied		-180-123	>123
Hunze en Aa's	Laagveengebied	<26	26-63	>63
Hunze en Aa's	Zeekleigebied	<8	8-51	>51
Noorderzijlvest	Laagveengebied	<37	37-197	>197
Noorderzijlvest	Zeekleigebied	<4	4-34	>34
Peel en Maasvallei	Rivierengebied	<5	5-26	>26
Reest en Wieden	Laagveengebied		-16-123	>123
Reest en Wieden	Zeekleigebied	<0	0-2	>2
Rijn en IJssel	Rivierengebied	<26	26-103	>103
Rijnland	Laagveengebied	<0	0-75	>75
Rijnland	Rivierengebied	<0	0-7	>7
Rijnland	Zeekleigebied	<96	96-201	>201
Rivierenland	Laagveengebied	<21	21-91	>91
Rivierenland	Rivierengebied	<12	12-56	>56
Rivierenland	Zeekleigebied	<29	29-104	>104
Roer en Overmaas	Rivierengebied	<6	6-60	>60
Scheldestromen	Zeekleigebied	<12	12-117	>117
Vallei & Eem	Laagveengebied	<41	41-140	>140
Vallei & Eem	Rivierengebied	<30	30-176	>176
Vallei & Eem	Zeekleigebied	<12	12-195	>195
Velt en Vecht	Rivierengebied	<14	14-106	>106
Veluwe	Rivierengebied	<20	20-102	>102
Veluwe	Zeekleigebied	<55	55-288	>288
Wetterskip Fryslan	Laagveengebied	<14	14-153	>153
Wetterskip Fryslan	Zeekleigebied	<17	17-60	>60
Zuiderzeeland	Zeekleigebied	<27	27-139	>139

4

KEUZE VOOR EEN GEMIDDELD, DROOG EN NAT JAAR

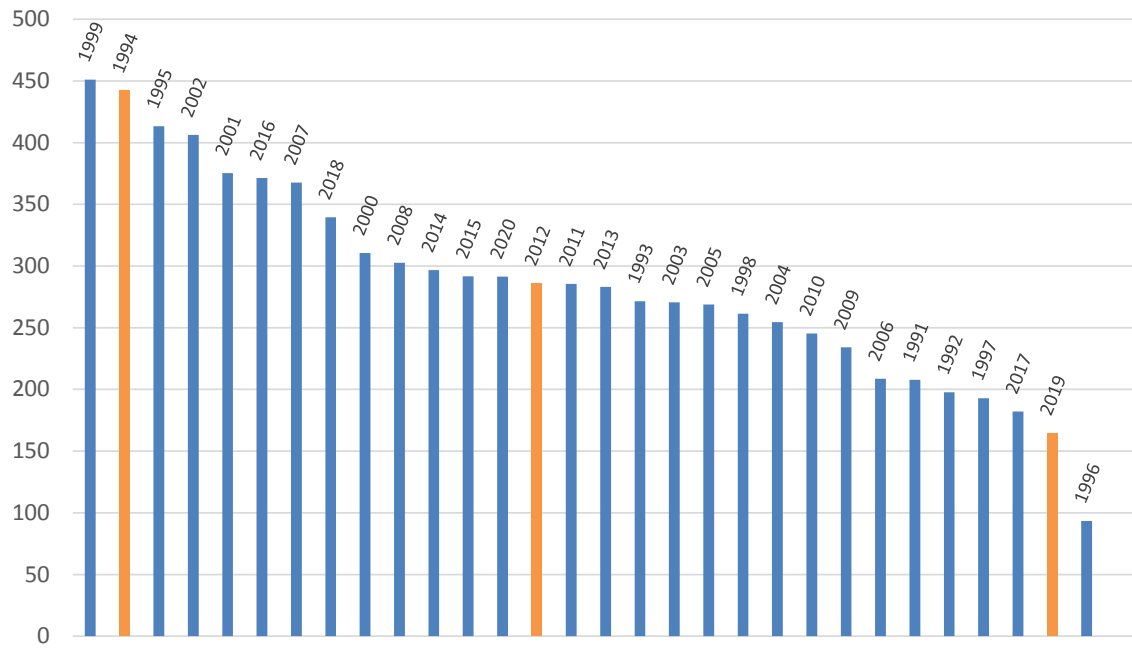
De ontsloten getallen hebben betrekking op het winterseizoen, het zomerseizoen en op een volledig jaar. De winter loopt van 1 oktober in een jaar tot en met 31 maart in het volgende jaar. De zomer loopt van 1 april tot en met 30 september in een jaar en een volledig jaar loopt van 1 oktober in een jaar tot en met 30 september in het volgende jaar.

In de ontsluiting van getallen is rekening gehouden met het weertype. Het weertype is gekarakteriseerd door uit de simulatieresultaten van 1991 tot en met 2020 een gemiddeld, een droog jaar en een nat jaar te selecteren. Om te bepalen welke weerjaren het beste de gemiddelde, de droge en de natte situatie weergeven is de oppervlaktewaterafvoer van alle reken-eenheden in het LWKM-model gebiedsgewogen gemiddeld en uitgezet in een staafdiagram (Figuur 1). Hierbij is rekening gehouden met de definitie van de jaren binnen de context van deze gegevensontsluiting (1 oktober in voorgaande jaar tot en met 30 september in het zichtjaar).

Voor de gemiddelde situatie wordt de afvoer van 2012 (1 okt 2011 – 30 sep 2012) representatief geacht, voor de droge situatie wordt de afvoer van 2019 (1 okt 2018 – 30 sep 2019) als representatief gezien en voor de natte situatie de afvoer van 1994 (1 okt 1993 – 30 sep 1994). Bij deze aannames is geen rekening gehouden met het wel of niet droog zijn van de afzonderlijke winters en afzonderlijke zomers. Binnen een gemiddeld jaar zou het in principe kunnen voorkomen dat de zomer droog is en de winter nat, of juist andersom. Evenzo hoeft bij een nat jaar (hoog jaar totaal van oppervlaktewaterafvoer) de zomer of de winter niet nat te zijn. Er is echter gekozen voor een beoordeling op basis van het jaartotaal van de oppervlaktewaterafvoer om te voorkomen dat losse winters en losse zomers geselecteerd zouden worden. Vanuit het oogpunt van waterkwaliteit is dat niet wenselijk. De winteruitspoeling en de waterkwaliteit in de daaropvolgende zomer zijn vaak aan elkaar gerelateerd.

FIGUUR 3 **BEREKENDE LANDELIJK GEMIDDELTE WATERAFVOER IN HET LWKM-MODEL VOOR PERIODE DIE LOPEN VAN 1 OKTOBER IN EEN VOORAFGAAND JAAR TOT 30 SEPTEMBER IN EEN ZICHTJAAR**

Afvoer van Q4 voorgaand jaar en Q1 t/m Q3 weergegeven jaar (mm)



5

BEMESTING

In tabel 2 wordt de berekende stikstofbemesting in kilogram per hectare in 2020 weergegeven voor de combinaties van waterbeheergebieden en fysisch geografische eenheden. Het gaat hierbij niet om de werkzame stikstofbemesting maar om de totale bemesting met dierlijke mest en kunstmest verminderd met de hoeveelheid ammoniak die bij het uitrijden vervluchtigt. Voor deze cijfers zijn de resultaten gebruikt van de berekeningen met het model INITIATOR die zijn toegepast voor de uitlevering aan de landelijke Emissieregistratie 2023. In deze berekening is uitgegaan dat alle geproduceerde dierlijke mest, na aftrek van export, transport en verwerking, wordt geplaatst op Nederlandse landbouwgronden. Voor enkele situaties zijn (te) hoge mestgiftten berekend voor bouwland. Deze te hoog berekende mestgiftten hangen samen met de omvang van de ruimtelijke eenheden en de wijze waarop bedrijfsgegevens worden omgerekend naar de ruimtelijke schematisering van het LWKM-model. In het model wordt aangenomen dat een mestoverschot binnen een zogenaamd LandbouwDeelGebied wordt geplaatst op snijmais. Als het areaal snijmais heel klein is, kan de mate van overbemesting groot zijn. Gebiedsgemiddeld heeft een klein oppervlak met een (te) hoge mestgift weinig invloed op de uit- en afspoeling. Bij de verdere ontwikkeling van LWKM zal hieraan aandacht worden gegeven.

TABEL 2 **OPPERVLAKTEN (HA) VAN REKENEENHEDEN IN DE RUIMTELIJKE EENHEDEN EN DE TOTALE STIKSTOFBEMESTING IN 2020 (KGN/HA) VERMINDERD MET DE AMMONIAKVERVLUCHTING BIJ HET UITRIJDEN VAN MEST**

Waterbeheersgebied	Fysisch Geografisch gebied	Oppervlak Bouwland (ha)	Oppervlak Grasland (ha)	Stikstof Bemesting Bouwland	Stikstof Bemesting Grasland
Aa en Maas	Hogere Zandgronden	41210	35093	>350	354
Aa en Maas	Rivierengebied	6984	10843	336	418
Brabantse Delta	Hogere Zandgronden	27754	28963	211	357
Brabantse Delta	Zeekleigebied	28497	9168	205	403
De Dommel	Hogere Zandgronden	33822	33946	317	354
Groot Salland	Hogere Zandgronden	12547	36705	>350	364
Groot Salland	Laagveengebied	194	11032	>350	379
Groot Salland	Rivierengebied	2213	13043	>350	408
Groot Salland	Zeekleigebied	438	3485	>350	432
Hollandse Delta	Duinen	268	711	215	410
Hollandse Delta	Zeekleigebied	39453	13793	219	431
Amstel, Gooi en Vecht	Hogere Zandgronden	259	1445	185	383
Amstel, Gooi en Vecht	Laagveengebied	460	12503	>350	391
Amstel, Gooi en Vecht	Rivierengebied	219	3194	>350	438
Amstel, Gooi en Vecht	Zeekleigebied	1116	5560	335	424
De Stichtse Rijnlanden	Hogere Zandgronden	863	2148	323	380
De Stichtse Rijnlanden	Laagveengebied	426	12735	>350	392
De Stichtse Rijnlanden	Rivierengebied	5375	23383	329	440
Hollands Noorderkwartier	Duinen	10590	5164	193	402
Hollands Noorderkwartier	Hogere Zandgronden	421	842	187	403
Hollands Noorderkwartier	Laagveengebied	447	17678	243	392

Waterbeheersgebied	Fysisch Geografisch gebied	Oppervlak Bouwland (ha)	Oppervlak Grasland (ha)	Stikstof Bemesting Bouwland	Stikstof Bemesting Grasland
Hollands Noorderkwartier	Zeekleigebied	40155	46138	211	428
Delfland	Duinen	8	381	186	409
Delfland	Zeekleigebied	431	7861	339	440
Schieland en de Krimpenerwaard	Laagveengebied	132	9012	>350	393
Schieland en de Krimpenerwaard	Zeekleigebied	2433	3518	247	433
Hunze en Aa's	Hogere Zandgronden	77480	28209	204	361
Hunze en Aa's	Laagveengebied	2100	3128	214	389
Hunze en Aa's	Zeekleigebied	18802	9404	233	422
Noorderzijlvest	Hogere Zandgronden	8276	17676	220	369
Noorderzijlvest	Laagveengebied	30	1778	340	380
Noorderzijlvest	Zeekleigebied	36877	36564	203	441
Peel en Maasvallei	Hogere Zandgronden	35415	20318	224	360
Peel en Maasvallei	Rivierengebied	6683	5238	205	389
Reest en Wieden	Hogere Zandgronden	27329	42353	206	365
Reest en Wieden	Laagveengebied	1899	7493	231	371
Reest en Wieden	Zeekleigebied	455	1754	243	404
Regge en Dinkel	Hogere Zandgronden	23913	56563	328	362
Rijn en IJssel	Hogere Zandgronden	29098	66319	281	368
Rijn en IJssel	Rivierengebied	9436	19534	236	417
Rijnland	Duinen	2726	2405	200	391
Rijnland	Laagveengebied	1383	10833	289	403
Rijnland	Rivierengebied	222	1957	>350	437
Rijnland	Zeekleigebied	11229	12641	227	432
Rivierenland	Hogere Zandgronden	856	1636	194	385
Rivierenland	Laagveengebied	304	14131	>350	389
Rivierenland	Rivierengebied	32639	65352	227	438
Rivierenland	Zeekleigebied	4653	2788	212	426
Roer en Overmaas	Heuvelland	17199	10219	192	376
Roer en Overmaas	Hogere Zandgronden	6866	3026	181	381
Roer en Overmaas	Rivierengebied	3072	2488	197	401
Scheldestromen	Duinen	42	133	197	391
Scheldestromen	Hogere Zandgronden	2353	959	194	357
Scheldestromen	Zeekleigebied	104425	22147	203	395
Vallei & Eem	Hogere Zandgronden	9095	25904	>350	368
Vallei & Eem	Laagveengebied	38	3989	286	382
Vallei & Eem	Rivierengebied	250	1018	324	426
Vallei & Eem	Zeekleigebied	231	2922	>350	407
Velt en Vecht	Hogere Zandgronden	31573	27522	217	357
Velt en Vecht	Rivierengebied	573	1449	251	367
Veluwe	Hogere Zandgronden	7678	29256	292	377
Veluwe	Rivierengebied	2962	9111	271	423
Veluwe	Zeekleigebied	143	2296	345	394
Wetterskip Fryslan	Duinen	91	1842	204	372
Wetterskip Fryslan	Hogere Zandgronden	15179	65158	288	375
Wetterskip Fryslan	Laagveengebied	3746	42136	322	379
Wetterskip Fryslan	Zeekleigebied	26603	89730	236	442
Zuiderzeeland	Hogere Zandgronden	2546	729	186	388
Zuiderzeeland	Zeekleigebied	77516	15588	203	396

6

GEBRUIK VAN DE GEGEVENS

Voor de verschillende combinaties van waterschapsgebieden en Fysisch Geografische eenheden zijn de 10-, 25-, 50-, 75- en 90-percentielwaarden afgeleid voor de waterafvoer uitgedrukt in millimeters (i.e. het uit de bodem uit- en afspoelende water), de uit- en afspoeling van stikstof (Nflux in kg/ha), de uit- en afspoeling van fosfor (Pflux in kg/ha) en de concentraties van stikstof en fosfor in het uit- en afspoelende water (mg/L) voor de winterperiode, de zomerperiode en het gehele jaar.

De gegevens in de database (spreadsheet) zijn als een indicatie te gebruiken in regionale of lokale studies waarin met geringe informatie een water- en stofbalans wordt opgesteld. De gegevens zijn in eerste instantie afgeleid voor gebruik in de voor STOWA ontwikkelde rekentool voor het opstellen van water- en stofbalansen⁵. In deze tool dient een gebruiker informatie over de concentraties in uitspoelend water te specificeren. Op basis van de locatie van een studiegebied kan met behulp van de kaarten in Hoofdstuk 3 (bijgevoegd als GIS-bestanden) de kenmerken “Waterschap” en “Fysisch Geografische eenheid” worden vastgesteld. De informatie over of we wel of niet te maken hebben met een “droge”, “gemiddelde” of “natte” situatie kan voor de hoge zandgronden, het heuvelland en de duinen worden afgeleid aan de hand van een grondwatertrappenkaart (Basis Registratie Ondergrond). Voor de overige landschapstypen gebeurt dat aan de hand van het karakteriseren van de mate van kwel. Bijlage 1 bevat een kaart van de kwelinformatie die ten grondslag lag aan de indeling in kwelklassen zoals beschreven in Hoofdstuk 3. Het bijbehorende GIS-bestand wordt afzonderlijk ter beschikking gesteld.

Met een zoekfunctie kan een tabel worden gepresenteerd met daarin percentielwaarden voor afvoer naar het oppervlaktewater, Nflux (uit- en afspoeling van stikstof naar het oppervlaktewater), Pflux (uit- en afspoeling van fosfor naar het oppervlaktewater), en de emissieconcentratie van stikstof en fosfor. Deze emissieconcentraties zijn afgeleid door de Nflux en Pflux te delen op de waterafvoer en zijn daarmee volume gewogen waarden.

Gekozen is een presentatie in de vorm van percentielwaarden per waterschapsgebied en per fysisch geografische eenheid. Doorgaans zal een gebruiker de mediane waarden gebruiken. De 10-, 25-, 75 en 90-percentiel waarden geven een indruk van de variatie binnen een ruimtelijke eenheid. Deze waarden zijn te gebruiken in een gevoeligheidsanalyse van de uitkomsten van een stoffenbalans voor de opgelegde randconcentraties.

⁵ <https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/PUBLICATIES/Publicaties%202023/STOWA%202023-XX%20Rekentool%20waterbalans%201996%20-%202021.xlsx>

Aangezien de percentielwaarden zijn berekend uit de populatie van rekenresultaten in een combinatie van waterbeheersgebied, fysisch geografische eenheid en landgebruik zijn de percentielwaarden niet optelbaar/afrekbaar of te vermenigvuldigen/delen om een ander kental af te leiden. Bijvoorbeeld, uit de Nflux en de waterafvoer zou een concentratie te berekenen zijn:

$$\text{Concentratie} = 100 \times \text{Nflux (kg/ha)} / \text{Waterafvoer (mm)}$$

Echter deze rekenregel kan niet worden toegepast op de percentielwaarden in de database, omdat de waarden van een bepaalde HRU in de verschillende frequentieverdelingen een andere positie kunnen hebben.

De database is opgeleverd in de vorm van een Excelspreadsheet waaruit de getallen zijn te extraheren. Aan de spreadsheet is een tabblad toegevoegd om de getallen voor een enkele combinatie van waterbeheersgebied, fysische geografische eenheid, landgebruik, hydrologische karakterisering en weertype snel op te kunnen zoeken. Zie het voorbeeld hieronder.

FIGUUR 4 VOORBEELD VAN HET RESULTAAT VAN EEN ZOEKACTIE IN DE EXCEL-SPREADSHEET

Waterbeheersgebied	Hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht						
FysischGeogr. gebied	Laagveengebied						
Landgebruik	Landbouw+Natuur						
Kwelklasse of Gtklasse	Kwel: gemiddeld						
Weertype	nat jaar						
Aantal	266						
		Waterafvoer [mm]			Nflux [kg/ha/jr]		
		Jaar	Winter	Zomer	Jaar	Winter	Zom
	10 percentiel	227	183	30	6.4	4.8	1
	25 percentiel	371	292	70	11.9	9.3	2
	50 percentiel	525	407	119	21.1	15.9	5
	75 percentiel	600	460	140	36.5	26.6	8
	90 percentiel	654	498	169	47.2	37.6	11

De cellen in de range B2 – B7 definiëren de uit te voeren zoekactie en zijn door de gebruiker in te stellen. Als men op bijvoorbeeld B2 klikt verschijnt een lijst met mogelijkheden waaruit een keuze gemaakt kan worden. Dit geldt eveneens voor de andere cellen in de range B2 – B7. Tevens wordt het aantal rekeneenheden (HRU's) van het LWKM getoond waarvan de resultaten gebruikt zijn voor de percentielwaarden van de ingestelde combinatie. NB. Wanneer een niet bestaande combinatie wordt ingevoerd in B2 – B7 (bijvoorbeeld 'Duinen' in 'Veluwe') dan verschijnen er geen resultaten en wordt de niet bestaande keuze in het rood gemarkeerd.

7

EMISSIECONCENTRATIES EN OPPERVLAKTEWATERCONCENTRATIES

De gepresenteerde concentraties zijn te beschouwen als emissieconcentraties, op de grens van een perceel en het oppervlaktewater. Ze zijn daarmee nog niet goed te vergelijken met concentraties in oppervlaktewaterlichamen, ook niet in wateren in het landelijk gebied waar geen andere belangrijke punt- of diffuse bronnen aanwezig zijn. In het oppervlaktewater vinden namelijk verdunnings-, omzettings- en opnameprocessen plaats die de concentraties in het oppervlaktewater sterk beïnvloeden. Vaak leiden deze processen tot lagere concentraties in het oppervlaktewater dan bij het grensvlak tussen perceel en sloot. De mate waarin deze processen plaatsvinden hangt af van het seizoen. Bijlage 2 geeft informatie over de achtergronden van retentie.

In een aantal gebieden bevat het bovenste grondwater veel ijzer. Bij het uit treden van dit ijzerrijke water in greppels en sloten komt het water in contact met zuurstof en slaat het ijzer neer als geoxideerd ijzer. Met dit proces wordt tegelijkertijd fosfaat vastgelegd, waardoor de P-concentratie in het oppervlaktewater veel lager is dan in de grondwaterzone nabij de sloot of greppel. Daarnaast kan P in west Nederlandse veengebieden in de zomer heel sterk worden nageleverd waardoor de concentraties pieken van P in sloten/vaarten veel hoger kunnen zijn dan in drainwater. In bijlage 2 wordt het begrip retentie nader uitgelegd.

In de resultaten komen soms combinaties voor waarin de emissieconcentratie in het uitspoelende water uit natuurgronden hoger is dan de emissieconcentratie uit landbouwgronden. Binnen de combinatie van Fysisch Geografische eenheden en waterschapsgebieden komen verschillende grondsoorten voor en bestaat er een variatie in kwel-/wegzijingssituaties. Natuurgebieden bevinden zich vaak op plaatsen die vroeger niet aantrekkelijk waren om in cultuur te brengen vanwege een minder vruchtbare bodem of de natte situatie vanwege een stagnerende ontwatering. In deze gebieden komen in de ondergrond regelmatig veenlagen lagen voor. In natuurgebieden kan gemiddeld voor een gebied zich soms per oppervlakte-eenheid een vergelijkbare uit- en afspoeling voordoen als uit landbouwgronden. Echter, voor exact dezelfde bodemkundige en hydrologische situatie is de uitspoeling uit landbouwgronden hoger dan uit natuurgronden. Ook is in de meeste gevallen is het areaal natuur binnen een combinatie van Fysisch Geografische eenheid en waterschapsgebied veel kleiner dan het landbouwareaal.

8

AANBEVELINGEN

Uit besprekingen van de opzet van de database en de beknopte rapportage volgen enkele aanbevelingen. Aanbevolen wordt:

1. De gegevens in één of enkele pilotstudies toe te passen en te beoordelen of correcte resultaten worden verkregen
2. Een nieuwe versie van de database af te leiden en beschikbaar te stellen zodra een nieuwe versie van het Landelijk Waterkwaliteitsmodel is vastgesteld
3. Gerichte metingen te verrichten aan stikstof en fosforconcentraties in de zone tussen de grondwaterstand en 3 meter onder de grondwaterstand. Vanuit deze zone stroomt het meeste water af naar het oppervlaktewater en deze zone is in belangrijke mate bepalend voor de N-flux en de P-flux naar het oppervlaktewater. Zo mogelijk wordt aangesloten bij onderzoeksprojecten waarin de relatie tussen landgebruik, bemesting en de uit- en afspoeling naar het oppervlaktewater wordt onderzocht
4. Bij een nieuwe versie het effect van de hoogte van het bemestingsniveau expliciet tot uitdrukking te brengen. Voor een aantal gebieden wordt in het landelijke model met de aanname van bemesting tot aan de gebruiksnorm een hogere mestgift aangenomen dan in de praktijk plaatsvindt
5. In de toekomst het effect van enkele maatregelen op de uit- en afspoeling aan de database toe te voegen
6. In de toekomst per combinatie van Fysisch Geografische eenheid en waterschapsgebied een indicatie te geven van de retentie van stikstof en fosfor in het oppervlaktewater, gebaseerd op karakteristieken van de natte infrastructuur, de grondsoort, het type waterbodembodem en de aanwezigheid van ijzer in het bovenste grondwater
7. Bij de oplevering van een nieuwe versie van het LWKM, waarmee ook bronnenanalyses ondersteund kunnen worden, de bronverdeling van de uitspoelende nutriënten aan de database toe te voegen.

BIJLAGE 1

KAART VAN KWEKLASSEN IN DE FYSISCH GEOGRAFISCHE EENHEDEN LAAGVEENGEBIED, ZEEKLEIGEBIED EN RIVIERENGEBIED

