

RAPPORT

Schatting landbouwkundige N-belasting grond- en oppervlaktewater Noord en Midden NL

Klant: KRW-werkgroep grondwater Noord- en Midden NL

Referentie: BH3395-WM-RP-220113-0950WM

Status: Definitief/0001

Datum: Thursday, 17 March 2022

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

Euvelgunnerweg 25A
9723 CV Groningen
Water & Maritime
Trade register number: 56515154

+31 88 348 53 00 **T**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Schatting landbouwkundige N-belasting grond- en oppervlaktewater Noord en Midden NL
Sub titel:
Referentie: BH3395-WM-RP-220113-0950WM
Status: 0001/Definitief
Datum: Thursday, 17 March 2022
Projectnaam: BH3395
Projectnummer: BH3395
Auteur(s): Cors van den Brink en Anne Strulik

Opgesteld door: Cors van den Brink

Gecontroleerd door: KRW-werkgroep grondwater Noord- en Midden NL

Datum: 16 March 2022

Goedgekeurd door: KRW-werkgroep grondwater Noord- en Midden NL

Datum: 17 March 2022

Classificatie

Projectgerelateerd

Behoudens andersluidende afspraken met de Opdrachtgever, mag niets uit dit document worden veelevoudigd of openbaar gemaakt of worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor het document is vervaardigd. HaskoningDHV Nederland B.V. aanvaardt geen enkele verantwoordelijkheid of aansprakelijkheid voor dit document, anders dan jegens de Opdrachtgever.

Let op: dit document bevat mogelijk persoonsgegevens van medewerkers van HaskoningDHV Nederland B.V.. Voordat publicatie plaatsvindt (of anderszins openbaarmaking), dient dit document te worden geanonimiseerd of dient toestemming te worden verkregen om dit document met persoonsgegevens te publiceren. Dit hoeft niet als wet- of regelgeving anonimiseren niet toestaat.

Inhoud

0	Samenvatting	1
1	Inleiding	4
1.1	Status rapportage	4
1.2	Effectiviteit van agrarische bedrijfsvoering op uit- en afspoeling N	4
1.3	Uitkomsten en toetsing	4
1.4	Leeswijzer	5
2	Aanpak	6
2.1	Keuze en achtergrond methode	6
2.2	Invulling methode	7
2.2.1	Stap 1: Berekening van het N-bodemoverschot	8
2.2.2	Stap 2: Berekenen van de daaruit voortvloeiende nitraatconcentraties	8
2.2.3	Stap 3: N uit- en afspoeling als functie van management	9
3	Afleiding N-bodemoverschotten	10
3.1	Melkveehouderij (gras en mais)	10
3.1.1	Normaal management	11
3.1.2	Verbeterd management	11
3.1.3	Sterk verbeterd management	11
3.1.4	Resultaten N-bodemoverschotten melkveehouderij (grasland & maisland)	12
3.2	Akker- en tuinbouw (overig bouwland)	12
3.2.1	Normaal management	13
3.2.2	Verbeterd en sterk management	14
3.3	Berekende N-bodemoverschotten	14
4	Resultaten nitraatconcentraties landbouwareaal LMM-zandgebied	16
4.1	Berekende nitraatconcentraties per teelt als functie bedrijfsmanagement	16
4.2	KRW-oppervlaktewaterlichamen binnen het LMM-zandgebied	21
5	Vergelijking berekeningsresultaten LMM-zandgebied	22
5.1	Resultaten in vergelijking met LMM	22
5.2	Resultaten in vergelijking met Grondig boeren voor water Drenthe	23
6	Resultaten totaal-N concentraties landbouwareaal LMM-klei-veengebied	25
6.1	Berekende totaal-N concentraties versus de beoordeling van de KRW-oppervlaktewaterlichamen	25
7	Aanpakgebieden voor nitraatuitspoeling	28
7.1	Probleemteelten en -gebieden	28
7.2	Aanpak	30

8	Reflectie	35
8.1	Aannames en methode	35
8.2	Gebruikte gegevens	37
8.3	Betekenis resultaten	38
9	Conclusies verkenning	39

Bijlagen

Gemiddeld aandeel teelten per provincie over de jaren 2016 – 2019

Achtergrond berekende N-bodemoverschotten bouwland

Kaarten berekende nitraatconcentraties LMM-zandregio incl. KRW oppervlaktewaterlichamen

Kaarten teelt en Gt

Kaart met overzicht buisdrainage als opgenomen in NHI

0 Samenvatting

Aanpak

In dit rapport is de stikstofbelasting (N-belasting) van grond- en oppervlaktewater door landbouwkundige via eenvoudige rekenregels in beeld gebracht. Om te komen tot een inschatting van deze stikstofbelasting zijn de bedrijfsgemiddelde N-bodemoverschotten geschat voor melkveebedrijven en akkerbouwbedrijven in 7 provincies in Noord en Midden Nederland (stap 1). Deze N-bodemoverschotten zijn vervolgens vertaald naar de stikstofbelasting van grondwater en sloot- en drainwater rekening houdend met verschillen in uitspoelingsgevoeligheid van de verschillende percelen (stap 2). Hierbij is gebruik gemaakt van de empirische relatie tussen het N-bodemoverschot en de uit- en afspoeling van stikstof zoals die is ontwikkeld met monitoringdata van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) vanaf 1992. Binnen het LMM wordt onderscheid gemaakt in onder meer zandgebieden en klei- en veengebieden. In de zandgebieden zal het N-bodemoverschot overwegend uitspoelen naar het bovenste grondwater en wordt dit weergegeven als een nitraatconcentratie. In de klei- en veengebieden zal het N-bodemoverschot overwegend afspoelen naar het oppervlaktewater en wordt dit weergegeven als een totaal-N concentratie in sloot- en drainwater gedurende het winter halfjaar. Vanwege het verschil in gedrag van stikstof, zijn de resultaten ook apart beschreven en weergegeven voor de LMM-zandgebieden en de LMM klei- en veengebieden.

Scenario's

Vervolgens zijn binnen de agrarische bedrijfsvoering in de zandgebieden drie scenario's onderscheiden op basis van het bedrijfsmanagement die passen binnen de reguliere wettelijke normen voor het gebruik van stikstof in (kunst)mest (stap 3): normaal, verbeterd en sterk verbeterd management. Normaal management komt overeen met de gangbare landbouwpraktijk. Bij verbeterd en sterk verbeterd management is aangenomen dat de bemesting beter is afgestemd op de gewasonttrekking en/of de gewasonttrekking hoger is, waardoor het N-bodemoverschot lager uitkomt. Voor de klei- en veengebieden is geen onderscheid gemaakt in typen management omdat andere factoren dan het N-bodemoverschot van grote invloed zijn op de afspoeling van stikstof in die gebieden.

Resultaten LMM-zandgebied

De resultaten van de berekende nitraatconcentraties in het LMM-zandgebied staan in de Tabel 0-1.

Tabel 0-1: Gemiddelde concentratie per gewas in het LMM-zandgebied.

Gewas	Nitraatconcentratie (mg/L)			Aandeel gewas
	Normaal	Verbeterd	Sterk verbeterd	
Bouwland	80	74	68	25%
Grasland	67	50	42	59%
Mais	67	48	43	17%

Uit de geschatte nitraatconcentraties in de LMM-zandregio kan opgemaakt worden dat:

- Bouwland overschrijdt in het gehele zandgebied de nitraatnorm in het bovenste grondwater.
- Grasland in zandgebieden aan de nitraatnorm (50 mg NO₃/L) in het bovenste grondwater voldoet in geval van 'verbeterd management' of 'sterk verbeterd management';
- Maisland aan de nitraatnorm in het bovenste grondwater voldoet in geval van 'verbeterd management' of 'sterk verbeterd management'.

De gehanteerde empirische relatie heeft een onzekerheidsmarge van maximaal ruwweg 25 mgNO₃/L (mondel. meded. B. Fraters RIVM, 2020). Wanneer de resultaten beoordeeld worden met een grenswaarde van 75 mgNO₃/L voldoen gras en mais wel, bouwland niet. De huidige belasting is zodanig dat verbetering van het agrarisch management ('**verbeterd management**' of '**sterk verbeterd management**') sterk zal bijdragen aan het verlagen van de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in de zandgebieden. De geschatte nitraatconcentratie onder grasland en maisland is in geval van '**verbeterd management**' of '**sterk verbeterd management**' minder dan 50 mgNO₃/L. De geschatte concentraties onder bouwland zijn bij '**verbeterd management**' en '**sterk verbeterd management**' tussen 50 en 75 mgNO₃/L. Hierbij moet opgemerkt worden dat ook in projecten waarin agrariërs individueel begeleid worden, de belasting veelal niet verder verlaagd wordt dan het niveau van '**verbeterd management**'. Dit zal zeker op de meest uitspoelingsgevoelige gronden niet voldoende zijn om de nitraatdoelen te realiseren.

Aanpak doelgat nitraat

De significant normoverschrijdende nitraatconcentraties – berekende nitraatconcentraties hoger dan 75 mg NO₃/L - staan in tabel 0.2. Uit de tabel blijkt, dat de overschrijdingen met name voorkomen in de provincies Drenthe, Gelderland en Overijssel en in mindere mate in Fryslân. Echter, de teelt waarbij deze overschrijding optreedt verschilt. In Overijssel, Gelderland en Fryslân is overwegend sprake van significant normoverschrijdende nitraatconcentraties in het gras- en maislandareaal terwijl in Drenthe een belangrijk areaal gevormd wordt door bouwland. De concentraties – overschrijdingen – in bouwland zijn niet alleen hoger, maar ook hardnekkiger gegeven de beperkte mogelijkheden om de N-bodemoverschotten in bouwland te verminderen.

Tabel 0-2: Oppervlaktes met berekende significant normoverschrijdende nitraatconcentraties in het LMM-zandgebied uitgesplitst per provincie.

Management	Gewas	Klassen (mg/L)	Oppervlak (ha) ¹					
			Drenthe	Fryslân	Gelderland	Groningen	Overijssel	Utrecht
Normaal management	Bouwland	>75	46.087	205	8.727	9.091	9.947	329
	Grasland	>75	36.775	18.298	19.526	6.879	16.606	665
	Mais	>75	4.938	317	7.827	886	5.981	307
	Totaal	>75	87.800	18.819	36.080	16.856	32.534	1.302
Verbeterd management	Bouwland	>75	22.120	205	4.890	9.091	3.124	218
	Grasland	>75	0	0	0	0	0	0
	Mais	>75	0	0	0	0	1.293	200
Sterk Verbeterd management	Bouwland	>75	22.120	205	4.890	361	3.124	218
	Grasland	>75	0	0	0	0	0	0
	Mais	>75	0	0	0	0	0	0

¹ Flevoland heeft geen zandgebieden binnen het LMM-zandgebied.

Uit ervaringen met de aanpak van nitraatuitspoeling kan opgemaakt worden dat het niet makkelijk is om op gebiedsniveau en in korte tijd de kwaliteit van het bovenste grondwater te beïnvloeden. Dit heeft te maken met:

- Een significante verandering vraagt om een significante deelname van agrariërs in het betreffende gebied. Ervaring leert dat het moeilijk is en veel energie kost om agrariërs te werven voor dergelijke projecten.
- Ook met deelnemers is het moeilijk om op vrijwillige basis de doelen te bereiken in de kwetsbare gebieden omdat daar veelal aanvullende maatregelen nodig blijken die niet economisch gemotiveerd kunnen worden. Wel zou de N-belasting al sterk verminderen wanneer de extremen (N-bodemoverschotten hoger dan het gemiddelde) zouden verminderen.
- De tijd waarop de effecten van maatregelen te zien zullen zijn in veranderingen in de kwaliteit van het bovenste grondwater is orde 3-4 jaar, terwijl het statistisch vaststellen van een verandering al snel orde 10 jaar bedraagt.
- Ontwikkelingen in de landbouw zoals verschuiving van de veehouderij naar de akkerbouw en oplopende grondprijzen zullen eerder leiden tot een autonome intensivering dan extensivering van de landbouw.

Resultaten LMM klei- en veengebied

De berekende afspoeling van stikstof via drains en sloten (afkomstig uit kwel, bodem en het landbouwkundig N overschot) is niet getoetst aan normen en daarmee niet beoordeeld in termen van doelgat of doelbereik. Wel blijkt uit de berekeningen dat een belangrijke landbouwkundige belasting via afspoeling plaatsvindt in de kleigebieden met een belangrijk aandeel akkerbouw, zoals Flevoland en de noordelijke kleigebieden van Groningen en Fryslân. Specifiek voor Flevoland is er in de afgelopen jaren een verbeterde water- en stoffenbalans opgesteld om te komen tot een betrouwbare normafleiding voor nutriënten voor de KRW-oppervlaktewateren. Voor Fryslân en Groningen zou een dergelijke studie mogelijk van belang zijn om meer specifiek inzicht te krijgen in de bijdrage van verschillende N-bronnen en de ruimtelijke variabiliteit daarvan.

1 Inleiding

1.1 Status rapportage

Deze rapportage geeft een verkenning van de N-belasting van het bovenste grondwater en oppervlaktewater in landbouwgebieden via een empirische relatie. Kern van deze aanpak, is dat de nitraatconcentraties geschat worden als functie van de agrarische bedrijfsvoering uitgedrukt als N bodemoverschot en de uitspoelingsgevoeligheid van bodem, teelt en grondwater¹. Hierbij wordt de landbouwkundige N-belasting in de zandgebieden uitgedrukt als de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater. In de klei- en veengebieden wordt deze belasting uitgedrukt als totaal-N concentratie in het oppervlaktewater. De gehanteerde empirische relatie is goed bruikbaar voor het schatten van de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in de zandgebieden – ook voor verschillende vormen van agrarisch management. In de klei- en veengebieden is deze relatie minder eenduidig en daarmee alleen in staat om de landbouwkundige stikstof bronnen in beeld te brengen.

De rapportage heeft daarmee geen andere status dan een schatting van de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in de zandgebieden en een indicatie van de N-bronnen in de klei- en veengebieden in Noord en Midden Nederland als onderdeel van overige kwaliteitsdata over de grondwaterlichamen en provincies in die regio. De berekeningen zijn op een vergelijkbare wijze uitgevoerd als de verkenning van het doelbereik van de Bestuursovereenkomst “Aanvullende aanpak nitraatuitspoeling uit agrarische bedrijfsvoering in specifieke grondwaterbeschermingsgebieden” (BO Nitraat), als onderdeel van het 6^e Actieprogramma Nitraatrichtlijn (AP).

1.2 Effectiviteit van agrarische bedrijfsvoering op uit- en afspoeling N

Deze methode schat de N-belasting van grond- en oppervlaktewater op basis van de gevoeligheid van de bodem voor uit- en afspoeling en het N-bodemoverschot. Hierbij wordt een bepaald N-bodemoverschot toegekend aan een bepaald niveau van de agrarische bedrijfsvoering. Daarbij is gebruik gemaakt van o.a. een combinatie van praktijkervaring uit vergelijkbare projecten, data uit Agrimatie² en de systematiek zoals gebruikt in het WOG/WOD-model. Op basis hiervan zijn drie niveaus van agrarische bedrijfsvoering onderscheiden, nl. i) normaal management, ii) verbeterd management en iii) sterk verbeterd management. Hierbij geeft normaal management de huidige situatie weer en is in geval van verbeterd respectievelijk sterk verbeterd management aangenomen dat de N-bodemoverschotten in mindere of meerdere mate zijn verminderd. De af- en uitspoeling is geschat op basis van empirische kennis van de relatie N-bodemoverschot en uit- en afspoeling van stikstof als functie van bodemtype, grondwatertrap en teelt.

1.3 Uitkomsten en toetsing

Deze verkenning geeft inzicht in de N-belasting van grond- en oppervlaktewater afkomstig van de landbouw voor verschillende agrarische management scenario's. De uitkomsten in de zandgebieden zijn weergegeven als de berekende concentraties in het bovenste grondwater onder landbouwgrond. Om de fluctuatie van deze uitkomsten te plaatsen ten opzichte van de nitraatnorm van 50 mgNO₃/L en een eerste doorkijk te geven richting de doelen op gebiedsniveau, zijn verschillende concentratieranges onderscheiden, waarbij berekende concentraties hoger dan 75 mgNO₃/L beschouwd worden als 'significant normoverschrijdend'.

De uitkomsten in de klei- en veengebieden worden via de empirische relatie uitgedrukt als totaal-N in het drain- en slotwater in het winter halfjaar. Vanwege de minder eenduidige relatie tussen N bodemoverschot en totaal-N in het oppervlaktewater, worden de uitkomsten in het klei- en veengebied

¹ Van den Brink, C., A. Struik en J.J. Pape (2020). *Verkenning effectiviteit van verschillende vormen van agrarische bedrijfsvoering in het kader van de Bestuursovereenkomst “Aanvullende aanpak nitraatuitspoeling uit agrarische bedrijfsvoering in specifieke grondwaterbeschermingsgebieden. RHDHV-rapport BH2977*

² Agrimatie is een website met 'agrarische feiten en cijfers': <https://www.agrimatie.nl>

niet geduid in termen van oppervlaktewater kwaliteit. Daarbij komt dat de empirische relatie de uitspoeling gedurende het winter halfjaar beschrijft en de KRW toets aan de gemiddelde concentratie gedurende het zomer halfjaar. De totaal-N concentraties zijn daarmee niet beoordeeld in termen van doelgat of doelbereik. Wel geeft de berekende totaal-N concentratie in drain- en slotwater op regionale schaal inzicht in het risico van het N bodemoverschot voor de belasting van oppervlaktewater als een van de factoren die van belang zijn de belasting van het oppervlaktewater.

Een kanttekening bij deze uitkomsten is op zijn plaats, samenhangend met de onzekerheden inzake de gebruikte invoergegevens, zoals de uit- en afspoelingsgevoeligheid die mede functie is van de teelt, de werkelijke N-bodemoverschotten en de variatie daarin in ruimte en tijd. De uitkomsten zijn daarmee vooral bruikbaar voor het verkennen van het risicovolle gebieden voor uit- en afspoeling van stikstof. Voor de zandgebieden wordt in aanvulling hierop beoordeeld wat de ordegrottes van de nitraatconcentraties in die gebieden is en de mate waarin het niveau van de bedrijfsvoering hierin een rol kan spelen. In de klei- en veengebieden wordt kwalitatief beoordeeld in hoeverre een hoog N bodemoverschot gegeven de teelt en Gt aanleiding is voor een hoge afspoeling van totaal-N via drains en sloten – en daarmee van de belasting van het oppervlaktewater.

1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de aanpak van de wijze waarop de N-bodemoverschotten zijn geschat en de wijze waarop de nitraatconcentraties in de landbouwgebieden berekend zijn. Hoofdstuk 3 geeft een toelichting op de berekende N-bodemoverschotten. Hoofdstuk 4 beschrijft de berekende nitraatconcentratie in het landbouwareaal in het LMM-zandgebied. In hoofdstuk 5 worden de geschatte concentraties vergeleken met metingen in het zandgebied, te weten het LMM-meetnet en het nitraatmeetnet in de kwetsbare Drentse grondwaterbeschermingsgebieden. In hoofdstuk 6 worden de berekende nitraatconcentraties vergeleken met beschikbare metingen van nitraat in het bovenste grondwater. Hoofdstuk 7 beschrijft probleemteelten en -gebieden en geeft enkele overwegingen voor een aanpak van de nitraatconcentraties. Hoofdstuk 8 geeft een reflectie op de resultaten. Hoofdstuk 9 geeft de conclusies van de verkenning.

2 Aanpak

2.1 Keuze en achtergrond methode

Empirische relatie

De gehanteerde methode betreft een empirische relatie die eerder is gebruikt bij het verkennen van de mate van doelbereik van de bestuursovereenkomst “Aanvullende aanpak nitraatuitspoeling uit agrarische bedrijfsvoering in specifieke grondwaterbeschermingsgebieden”³. De in deze grofstoffelijke verkenning uitgevoerde berekeningen geven zicht op de mogelijke bijdrage van het verbeterde of sterk verbeterde mineralenmanagement op basis van de empirische relatie van het stikstof bodemoverschot en de nitraatconcentratie in het bovenste grondwater en realistische schattingen voor het stikstof bodemoverschot. Deze empirische relatie beschrijft de relatie tussen de nitraat (zandgronden) of totaal-N (klei- en veengronden) op basis van bedrijfsgegevens van het LMM meetnet (Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid) over de periode 1991-2014 en nitraatgegevens over de periode 1992-2015⁴. Deze statistische analyse is gebaseerd op een dataset van ruim 6.700 mengmonsters en 54.000 individuele nitraatmonsters en corresponderende bedrijfsgegevens. In geval van de zandgronden wordt de relatie tussen N-overschot en N-belasting uitgedrukt in de nitraatconcentratie in het bovenste freatische grondwater. In geval van de klei- en veengronden wordt de relatie tussen N-overschot en N-belasting uitgedrukt in totaal-N concentratie in drains en sloten gedurende het winter halfjaar.

N-bodemoverschot

Door het N-overschot te variëren leent de empirische relatie zich uitstekend voor het vergelijken van scenario's. Immers, de relatie geeft direct de verandering van de berekende nitraatconcentratie als functie van het N-overschot of eventueel teelt, want bodemtype en Gt blijven onveranderd. Het N-overschot hangt echter sterk af van de agrarische bedrijfsvoering. De spreiding in N overschot per bedrijf gerekend over het 25% - 75% percentiel tussen melkveebedrijven varieerde in 2020 van 121 – 212 kgN/ha (<https://www.agrimatie.nl>). Ook de spreiding tussen jaren is aanzienlijk. Over de periode 2018, 2019 en 2020 waren de bedrijfsoverschotten voor bedrijven in de zandregio resp. 168, 132 en 155 kgN/ha, in de kleiregio 202, 162 en 185 kgN/ha en in de veenregio 162, 128 en 125 kgN/ha (<https://www.agrimatie.nl>). De N-overschotten zijn daarmee dus variabel in ruimte en tijd.

Bruikbaarheid methode

De bruikbaarheid van deze empirische relatie verschilt voor de zandgronden en klei- en veengronden. Omdat er bij zandgronden en zeker de droge(re) zandgronden veelal sprake zal zijn van een verticale neerwaartse flux van het neerslagoverschot naar het grondwater, zal de ruimtelijke informatie die onderdeel is van de empirische relatie (bodemtype, Gt, teelt en N-overschot) gebruikt kunnen worden voor de schatting van de nitraatconcentratie op die plaats. Omdat er bij klei- en veengronden veelal sprake zal zijn van interactie met het oppervlaktewater systeem via drains en sloten, is de relatie wel bruikbaar om kwalitatief inzicht te krijgen in de bijdrage van de agrarische belasting (het bron risico als functie van bodemtype, Gt, teelt en N-overschot). De methode is niet geschikt om de berekende totaal-N concentratie te vergelijken met in het oppervlaktewater gemeten concentraties omdat naast het bron risico processen die maatgevend zijn voor het transport risico (zoals de afstand tot de waterloop, helling en infiltratiecapaciteit) geen expliciet onderdeel uitmaken van de empirische relatie. Nog afgezien van het feit dat de afspoeling van totaal-N via sloten en drains gedurende het winter halfjaar niet vergeleken kan worden met de metingen in het oppervlaktewater gedurende het zomer half jaar.

³ Van den Brink, C., A. Strulik en J.J. Pape (2020). *Verkenning effectiviteit van verschillende vormen van agrarische bedrijfsvoering in het kader van de Bestuursovereenkomst “Aanvullende aanpak nitraatuitspoeling uit agrarische bedrijfsvoering in specifieke grondwaterbeschermingsgebieden”*. RHDHV-rapport BH2977

⁴ *Toelichting op de uitspoelfracties als onderdeel van project Nitraatwijzer. Dit staat beschreven in hoofdstuk 4 van het rapport: <https://edepot.wur.nl/494580>*

De bruikbaarheid van de methode voor het voorspellen van nitraatconcentraties kan niet los gezien worden van de bandbreedte rond de N-overschotten. Echter, door als basis voor het N-overschot uit te gaan van een 'normale' bedrijfsvoering, i.e. het 50-percentiel van de N-overschotten zoals ontleend kan worden uit Agrimatie, geven de uitkomsten op regionaal niveau inzicht in de nitraatconcentraties passend bij een 'normale' bedrijfsvoering. De ruimtelijke schaal dempt daarmee de variabiliteit tussen bedrijven. De bruikbaarheid van de methode voor het verkennen van scenario's – dus in feite de berekende nitraatconcentratie als functie van de hoogte van het N overschot – is groot de voor zandgronden omdat i) voor zandgronden in verschillende projecten praktijkervaring is opgedaan met de mogelijke verbeteringen van agrarisch management en ii) de effecten hiervan op regionaal niveau geduid kunnen worden omdat dat niveau de onderlinge verschillen tussen bedrijven (de ruimtelijke variabiliteit) uit middelt. De bruikbaarheid voor het verkennen van scenario's voor klei- en veengronden is beperkt omdat i) de relatie tussen N-overschot en de totaal-N concentratie in het oppervlaktewater beperkt is (zie eerder) en ii) in geval van afspoeling het bodemoverschot voor ca. 50% bijdraagt aan het bronrisico en dat daarnaast het transport risico relevant is voor de afspoeling naar het oppervlaktewater. Dit risico hangt af van onder meer de afstand tot de waterloop, helling en infiltratiecapaciteit⁵. Door het relatief beperkte belang van het N overschot in de uiteindelijke belasting van het oppervlaktewater via drains en sloten, is er voor klei- en veengronden geen scenarioverkenning uitgevoerd.

2.2 Invulling methode

Om te komen tot een inschatting van de uit- en afspoeling van stikstof in de 7 provincies in Noord en Midden Nederland zijn de bedrijfsgemiddelde N-bodemoverschotten geschat voor melkveebedrijven en akkerbouwbedrijven in deze provincies (stap 1) en vervolgens vertaald naar de gevoeligheid voor uit- en afspoeling van stikstof. Hierbij is gebruik gemaakt van de empirische relatie tussen het N-bodemoverschot en de uit- en afspoeling van stikstof zoals die is ontwikkeld met monitoringdata van het Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid (LMM) vanaf 1992. Binnen het LMM wordt onderscheid gemaakt in onder meer zandgebieden en klei- en veengebieden. In de zandgebieden zal het N-bodemoverschot overwegend uitspoelen naar het bovenste grondwater en wordt dit weergegeven als een nitraatconcentratie, rekening houdend met verschillen in uitspoelingsgevoeligheid van de verschillende percelen (stap 2a). In de klei- en veengebieden spoelt het N-bodemoverschot in het uitspoelseizoen (het winterhalfjaar) hoofdzakelijk af naar het oppervlaktewater als totaal-N. De totaal-N concentratie in het drain- en slootwater is berekend met een empirische relatie, rekening houdend met verschillen in afspoelingsgevoeligheid van de verschillende percelen (stap 2b). Vanwege het verschil in gedrag van stikstof, zijn de resultaten ook apart beschreven en weergegeven voor de LMM-zandgebieden (zie hoofdstuk 4) en de LMM klei- en veengebieden (zie hoofdstuk 6).

Vervolgens zijn binnen de agrarische bedrijfsvoering in de zandgebieden drie scenario's onderscheiden op basis van het bedrijfsmanagement die passen binnen de reguliere wettelijke normen voor het gebruik van stikstof in (kunst)mest (stap 3a): normaal, verbeterd en sterk verbeterd management. Normaal management komt overeen met de gangbare landbouwpraktijk. Bij verbeterd en sterk verbeterd management is aangenomen dat de bemesting beter is afgestemd op de gewasonttrekking en/of de gewasonttrekking hoger is, waardoor het N-bodemoverschot lager uitkomt. Voor de klei- en veengebieden is geen onderscheid gemaakt in typen management omdat andere factoren dan het N-bodemoverschot van grote invloed zijn op de afspoeling van stikstof in die gebieden (stap 3b).

De stappen worden hieronder nader toegelicht.

⁵ Verloop, Koos, Gert-Jan Noij, Idse Hoving, Michel de Haan (2018). *Bedrijfswaterwijzer 2018.01*. <https://edepot.wur.nl/455615>

2.2.1 Stap 1: Berekening van het N-bodemoverschot

Op basis van praktijkgegevens en ervaring met vergelijkbare projecten zijn aannames gedaan over de N-bodemoverschotten. Voor melkveehouderij zijn de schattingen van gras en mais voor normaal en (sterk) verbeterd management gebaseerd op data van Agrimatie voor derogatiebedrijven voor de jaren 2014 tot en met 2017 en data van enkele voorloperprojecten. De geschatte N-bodemoverschotten voor 'sterk verbeterd management' gelden voor niet ongunstige meteorologische omstandigheden. Voor akker- en tuinbouwgrond is voor de schattingen voor normaal management uitgegaan van de areaalaandelen van de geteelde gewassen binnen de 7 provincies en is de berekening van het N-bodemoverschot gebaseerd op het verschil van de totale aanvoer en de afvoer met geoogst product, gecorrigeerd voor ammoniak vervluchtiging bij toediening van meststoffen. Schattingen voor (sterk) verbeterd management zijn rekenkundig afgeleid uit normaal management door een hogere gewasonttrekking aan te nemen.

2.2.2 Stap 2: Berekenen van de daaruit voortvloeiende nitraatconcentraties

Zandgebieden

In de zandgebieden wordt de N-uitspoeling uitgedrukt als mg NO₃/L. De basiskaart voor de zandgebieden vormen de LMM-beleidsgebieden zand. De nitraatconcentraties in het bovenste grondwater zijn berekend uit het N-bodemoverschot in relatie tot de uitspoelingsgevoeligheid (UG). De UG van de percelen wordt uit Tabel 2-1 afgelezen op basis van bodemtype (Bodemkaart, versie 2006) en de geactualiseerde grondwatertrappen (Gt) uit 2018. De bodemtypen en grondwatertrappen (Gt) zijn binnen Nederland vlakdekkend beschikbaar. Het landgebruik is ontleend aan de basisregistratie gewaspercelen (update 2019) en geclusterd volgens de eenheden van Tabel 2-1.

De nitraatconcentratie per combinatie wordt dan:

$$\text{NO}_3\text{-concentratie (mg NO}_3\text{/L)} = \text{UG} \times \text{N-bodemoverschot (kg N/ha)}$$

De uitspoelingsgevoeligheid is empirisch bepaald en kan worden afgelezen uit Tabel 2-1⁶:

Tabel 2-1: Uitspoelingsgevoeligheid (UG) voor zand- en lössgronden per gewastype en Gt-klasse.

Gt-klasse	Zand en moerig-op-zand		
	Gras	Maïs	Bouwland
Gt VIII	0,63	1,12	1,15
Gt VII	0,57	0,98	0,95
Gt VI	0,47	0,77	0,79
Gt V*	0,35	0,52	0,60
Gt V	0,37	0,53	0,68
Gt IV	0,32	0,47	0,49
Gt III*	0,23	0,35	0,38
Gt III	0,06	0,09	0,11
Gt II*	0,04	0,05	0,05
Gt II	0,03	0,07	0,05
Gt I	0,03	0,07	0,05

De UG kan worden berekend op basis van de uitspoelfractie (UF), het langjarige gemiddelde neerslagoverschot (grondwateraanvulling) en een omrekenfactor van stikstof (N) naar nitraat (NO₃/L). De Uitspoelfracties kunnen theoretisch niet groter zijn dan één en gemiddeld zijn ze dit ook niet.

⁶ Fraters, D. (2020). Uitspoelingsgevoeligheid (UG) voor berekening uitspoeling N-overschot in 34 Grondwaterbeschermingsgebieden. Notitieno. MIL-BW-N-20-10, 24 maart 2020.

Uit deze Tabel 2-1 blijkt dat een gangbare combinatie van teelt, Gt en bodem met een UG van 0,5 bij een veelvoorkomend bodemoverschot van 100 kgN/ha of meer, resulteert in een berekende overschrijding van de nitraatnorm.

Klei- en veengebieden

In de klei- en veengebieden wordt de N-afspoeling uitgedrukt als mg totaal-N/L. De basiskaart voor de klei- en veengebieden vormen de LMM-beleidsgebieden klei- en veen. De totaal-N concentraties in het sloot- en drainwater zijn berekend uit het N-bodemoverschot in relatie tot de uitspoelingsgevoeligheid (UG). De UG van de percelen wordt uit Tabel 2-2 afgelezen op basis van bodemtype (Bodemkaart, versie 2006) en de geactualiseerde grondwatertrappen (Gt) uit 2018. De bodemtypen en grondwatertrappen (Gt) zijn binnen Nederland vlakdekkend beschikbaar. Het landgebruik is ontleend aan de basisregistratie gewaspercelen (update 2019) en geclusterd volgens de eenheden van Tabel 2-2.

De totaal-N concentratie per combinatie wordt dan:

$$\text{Totaal-N concentratie (mg N/L)} = \text{UG} \times \text{N-bodemoverschot (kg N/ha)}$$

De uitspoelingsgevoeligheid is empirisch bepaald en kan worden afgelezen uit Tabel 2-2²:

Tabel 2-2: Uitspoelingsgevoeligheid (UG) voor klei- en veengronden per gewastype.

Gt-klasse	Klei			Veen ¹		
	Gras	Maïs	Bouwland	Gras	Maïs	Bouwland
N.v.t.	0,17	0,45	0,49	0,04	0,19	0,19

2.2.3 Stap 3: N uit- en afspoeling als functie van management

Zandgebieden

In de LMM-zandgebieden wordt de N-uitspoeling uitgedrukt als mg NO₃/L. De gemiddelde nitraatconcentratie in het bovenste grondwater in het landbouwdeel is vervolgens berekend door de N-bodemoverschotten gebiedsdekkend te vertalen op grond van teelt, bodemtype en Gt met Tabel 2-1. Dit is uitgevoerd met behulp van de N-bodemoverschotten die zijn geschat voor de drie typen bedrijfsvoering: normaal, verbeterd en sterk verbeterd management. De berekende nitraatconcentraties zijn gebaseerd op langjarige gemiddelden uitgaande van een evenwichtssituatie

Klei- en veengebieden

In de LMM-klei- en veengebieden wordt de N-afspoeling uitgedrukt als mg totaal-N/L. De gemiddelde totaal-N concentratie in sloot- en drainwater is vervolgens berekend door de N-bodemoverschotten gebiedsdekkend te vertalen op grond van teelt, bodemtype en Gt met Tabel 2-2. Dit is uitgevoerd met behulp van de N-bodemoverschotten die zijn geschat voor de normale bedrijfsvoering. Ook de berekende totaal-N concentraties zijn gebaseerd op langjarige gemiddelden uitgaande van een evenwichtssituatie.

3 Afleiding N-bodemoverschotten

De uit- en afspoeling van N zijn berekend als het product van de uitspoelingsgevoeligheid en het N-bodemoverschot op de bodembalans (kg N per ha). Er worden drie niveaus van management onderscheiden met daarmee corresponderende niveaus van het N-overschot op de bodembalans:

1. Normaal management.
2. Verbeterd management.
3. Sterk verbeterd management.

De op deze wijze berekende waarden voor de uit- en afspoeling van N zijn bouwstenen voor scenarioberekeningen. Om deze scenarioberekening te kunnen uitvoeren, zijn de N-overschotten op de bodembalans geschat voor de melkveehouderij en de akkerbouw in de relevante regio's voor normaal, verbeterd en sterk verbeterd management. Onderstaand worden de resultaten samengevat van een notitie waarin deze N-overschotten zijn afgeleid⁷.

3.1 Melkveehouderij (gras en mais)

Onder het N-overschot op de bodembalans wordt verstaan de balans van aan- en afvoer naar het maaiveld in kg per ha. De aanvoer van N met dierlijke mest is de aanvoer minus vervluchtiging van ammoniak.

Bij de schatting van N overschotten op de bodembalans voor melkveehouderij zijn de volgende vertrekpunten toegepast. De N overschotten worden gespecificeerd:

- Voor de hoofdgewassen gras en mais.
- Op zandgrond⁸, gedifferentieerd naar regio 250 en regio 230. Met regio 230 wordt bedoeld de gebieden in onder meer de Provincies Overijssel, Gelderland en Utrecht waar bedrijven op zandgrond met een derogatie 230 kg N uit dierlijke mest per ha mogen gebruiken. Met regio 250 wordt bedoeld de overige zandgebieden in Noord Nederland.

Onder normaal management wordt verstaan:

Het management dat toegepast wordt op de melkveehouderij tussen 2015 en 2020. Verondersteld wordt dat dit management ook nog representatief zal zijn voor het management van de gangbare melkveehouder in de komende jaren (bijvoorbeeld tot maximaal 2023).

Onder verbeterd management wordt verstaan:

Het management dat toegepast wordt op melkveebedrijven waarbij - onder andere door beperken van het N overschot in gras en mais - actief wordt gewerkt aan beperken van de nitraatuitspoeling. Maatregelen zoals het bewust toepassen van vruchtwisseling met gras en mais -met lagere N bemesting in 1^e jaars mais na gras - en het deels rekening houden met nalevering van N uit vanggewassen resulteren in lagere N bemesting in mais bij een gelijkblijvende N opbrengst van mais.

Onder sterk verbeterd management wordt verstaan:

Het management dat toegepast kan worden op melkveebedrijven waarbij veel van de technieken die worden toegepast op Proefbedrijf De Marke worden geïmplementeerd in de praktijk voor zover dat past bij de verkaveling op de bedrijven en bedrijfsmatig uitvoerbaar is. Dit omvat het rekening houden met nalevering van N uit vanggewassen, nul bemesting van 1^e jaars mais na gras en optimale bemestingstijdstippen, hetgeen impliceert dat mestopslagen groot genoeg zijn voor opslag gedurende tenminste 10 maanden.

⁷ Verloop en Van Dijk (2020). Afleiding N-bodemoverschotten ten behoeve van de Ex Ante BO 'Aanpak nitraatuitspoeling kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden'.

⁸ Voor de derogatie regio 230 gelden de provinciale grenzen van het centrale en zuidelijke zandgebied (Overijssel, Gelderland, Utrecht, Noord-Brabant en Limburg). En binnen die provinciale grenzen de zandgronden die als zodanig zijn vastgesteld.

3.1.1 Normaal management

Het N-overschot op de bodembalans op bedrijfsniveau is ontleend aan Agrimatie voor derogatiebedrijven voor de jaren 2014 tot en met 2017. Het N-overschot op de bodembalans op gewasniveau (gras en mais) kan niet ontleend worden aan Agrimatie. Deze verdeling is afgeleid door het N-overschot voor maïs te reconstrueren op basis van gegevens van aanvoer en onttrekking van N op basis van Aarts et al (2008) en Oenema (2013) voor de gangbare melkveehouderij op zandgrond⁹.

3.1.2 Verbeterd management

De werkwijze bij verbeterd management is gelijk aan die bij gangbaar management. Op de volgende punten zijn er echter verschillen:

- Uitgegaan is van het N-overschot op de bodembalans dat tussen 2014 en heden wordt aangetroffen in de projecten Boeren voor Drinkwater Overijssel (27 bedrijven). Bij de analyse is ook gekeken naar resultaten van Vruchtbare Kringloop Achterhoek en Vruchtbare Kringloop Overijssel (resultaten 2016-2018 met in totaal 501 bedrijven). Deze groep ontwikkelt zich naar onze inschatting van gangbaar naar verbeterd management en is vanwege deze positie niet gebruikt als model voor verbeterd management.
- De kenmerken van de maisteelt zijn voor verbeterd management anders dan bij gangbaar management. De verschillen zitten vooral in de mate waarin bespaard wordt op de mest N-gift in mais.

3.1.3 Sterk verbeterd management

De werkwijze bij sterk verbeterd management is gelijk aan die bij gangbaar management. Op de volgende punten zijn er echter verschillen:

- Op bedrijfsniveau werd uitgegaan van een bedrijfs- N-overschot op de bodembalans van 90 kg N per ha. Deze schatting is afgestemd op het niveau dat wordt gerealiseerd op De Marke, te weten 80 kg N per ha, en in het project Boeren voor Drinkwater, te weten 109 kg N per ha.
- De kenmerken van de maisteelt zijn voor sterk verbeterd management anders dan bij gangbaar management. De verschillen zitten vooral in de mate waarin bespaard wordt op de mest N gift in mais.

De verdeling van het overschot tussen gras en maïs is voor sterk verbeterd management vergeleken met de resultaten die zijn gerealiseerd op De Marke. De overschotten op De Marke in mais zijn nog duidelijk lager dan de volgens de hiervoor beschreven procedure met bijbehorende aannames berekende overschotten. Op De Marke is echter sprake van aanvullende technieken en omstandigheden die niet zonder meer op sterk verbeterd management geprojecteerd kunnen worden. Het betreft hier onder meer het oogsten van maiskolvenschroot (MKS) waarbij zowel de kolf als het stro geoogst wordt, drijfmestrijenbemesting (op veel gronden resulteert dit in teveel structuurproblemen) en zeer goede resultaten met onderzaai.

⁹ Er is dus niet gekozen voor het afleiden van het N overschot voor gras en mais van:

- resultaten van de KringloopWijzer. De reden hiervoor is dat er onzekerheden zijn met betrekking tot deze gewasspecifieke waarden. Deze hangen samen met het invoeren van de vruchtwisseling. Indien dit niet op de juiste wijze gebeurt, zijn de N overschotten per gewas incorrect, iets dat overigens niet ten koste gaat van de betrouwbaarheid van de N overschotten op bedrijfsniveau. De gewasspecifieke resultaten kunnen daarom pas gebruikt worden na goede controle van de invoer in de KringloopWijzer. Voor gangbaar management zijn hier onvoldoende garanties.
- bemestingsadviezen of bemesting volgens gebruiksnormen. Deze benaderingen zijn niet bruikbaar voor deze evaluatie omdat de verdeling van mest over gewassen in het melkveebedrijf in het algemeen noch gebeurt conform bemestingsadviezen noch conform gebruiksnormen.

3.1.4 Resultaten N-bodemoverschotten melkveehouderij (grasland & maisland)

Tabel 3-1 geeft de resultaten weer van de N overschotten in melkveehouderij. De N overschotten op zandgrond zijn ontleend aan een eerder uitgevoerde inventarisatie voor kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden in de zandgebieden. De schattingen voor de klei- en veengebieden zijn ontleend aan Agrimatie. Om deze schatting zo consistent mogelijk te maken, is als basis voor de schatting voor klei- en veengebieden uitgegaan van 2019 omdat 2020 nog niet beschikbaar is voor de Zandregio 250 en Zandregio 2030.

Tabel 3-1: Geschatte N overschotten op de bodembalans (kg per ha per jaar) voor melkveebedrijven

Zandregio 250	Management	Bedrijf	Mais	Gras
	normaal	147	81	164
	verbeterd	106	56	119
	sterk verbeterd	90	54	99

Zandregio 230	Management	Bedrijf	Mais	Gras
	normaal	142	93	154
	verbeterd	106	68	116
	sterk verbeterd	90	59	98

Klei	Management	Bedrijf	Mais	Gras
	normaal	162	90	180

Veen	Management	Bedrijf	Mais	Gras
	normaal	128	71	142

3.2 Akker- en tuinbouw (overig bouwland)

De berekeningen zijn uitgevoerd voor de afzonderlijke provincies (Groningen, Fryslân, Drenthe, Overijssel, Flevoland, Gelderland en Utrecht). Er is uitgegaan van de areaalaandelen van de geteelde gewassen (gemiddelde van 2016-2019) gebaseerd op de gegevens van de BasisRegistratie Percelen tot een dekking van >95% van het bouwland areaal. Om een indruk te geven van de bouwplannen binnen de 7 provincies is een overzicht van de top-5 teelten weergegeven in bijlage 1. Merk daarbij op dat deze top-5 teelten niet in alle regio's optellen tot een totaal % van orde 90-95%, hetgeen ook de diversiteit in teelten illustreert.

Het N-bodemoverschot is berekend uit het verschil van de totale aanvoer (organische mest, kunstmest, depositie en biologische N-binding) en de afvoer met geoogst product, gecorrigeerd voor ammoniak vervluchtiging bij toediening van meststoffen. Dit is conform de systematiek van het WOG-model¹⁰.

¹⁰ Berekening van de N-bodemoverschotten conform de aanpak zoals die gehanteerd wordt door de Werkgroep Onderbouwings Gebruiksnormen (WOG) / Werkgroep Onderbouwings Derogatie (WOD)

3.2.1 Normaal management

Voor 'normaal management', gelden de volgende uitgangspunten:

- Voor alle gebieden is uitgegaan van een aanvoer met organische mest van 115 kg N per ha (60% varkensdrijfmest, 30% rundveedrijfmest en 10% compost).
- De hoeveelheid kunstmest is berekend door ervan uit te gaan dat de volledige gebruiksnorm voor werkzame N per teelt wordt gebruikt.
- Na graangewassen is ervan uitgegaan dat er een groenbemester wordt gezaaid (tot een maximum van 30% van het gebiedsareaal). De hiervoor toegestane gebruiksnorm is meegenomen in de totale gebruiksruimte voor werkzame N voor het hele gebiedsbouwplan (op overig bouwland).
- Er is uitgegaan van de N-afvoer met geogst product zoals ook gebruikt in het WOG-model. Dit betekent:
 - De gebruiksruimte op een gebalanceerde wijze over de gewassen wordt verdeeld (naar rato van gewasspecifieke ruimtes).
 - Meststoffen niet te vroeg of te laat worden toegediend en dat bij gebruik van dierlijke mest ammoniakemissie reducerende toedieningstechnieken correct worden toegepast.
 - De gewassen goed worden verzorgd qua onkruid-, ziekten- en plaagbestrijding.

Voor berekening van het N-bodemoverschot bij gangbaar management wordt gebruik gemaakt van de systematiek zoals gebruikt in het WOG/WOD-model. Het N-bodemoverschot wordt daarbij op de volgende manier berekend:

- **Aanvoer**
 - Aanvoer met organische mest.
 - Aanvoer met kunstmest.
 - Aanvoer via depositie.
 - Aanvoer biologisch gefixeerde N (vlinderbloemigen).

Aanvoer met organische mest

Voor de aanvoer van organische (dierlijke) mest-N is voor alle gebieden uitgegaan van eenzelfde niveau van 115 kg N per ha. Deze hoeveelheid is gebaseerd op informatie van akkerbouwbedrijven op zand en löss in het LMM-net (www.agrimatie.nl). In Agrimatie gaat het alleen om akkerbouwbedrijven, terwijl op het overig bouwland ook vollegrondstuinbouw aanwezig is (vollegrondsgroenten, bloembollen, boomkwekerij en fruitteelt). Anderzijds zal in veel gebieden op overig bouwland het areaal akkerbouw meestal dominant zijn. Bij een aantal gebieden is het aandeel tuinbouw relatief hoog. De aanvoer van organische mest-N (hoeveelheid, soorten) kan hier afwijken van de in deze studie gehanteerde aanvoer.

Bij de genoemde aanvoer van 115 kg N per ha is uitgegaan dat deze voor 60%, 30% en 10% bestaat uit, respectievelijk, varkensdrijfmest, rundveedrijfmest en compost. Het aandeel plantaardige organische mest is gebaseerd op gegevens uit Agrimatie (www.agrimatie.nl). De verhouding varkens- en rundveedrijfmest is afgeleid uit de N/P₂O₅-verhouding bij de aangevoerde dierlijke mest volgens Agrimatie.

Aanvoer met kunstmest

De aanvoer van kunstmest is berekend door ervan uit te gaan dat de volledige gebruiksnorm (specifiek voor de betreffende teelt) voor werkzame N wordt gebruikt. Dit zal naar verwachting in veel gevallen zo zijn, vanwege de scherpe gebruiksnormen op zand- en lössgrond.

Na graangewassen is ervan uitgegaan dat er een groenbemester wordt gezaaid (tot een maximum van 30% van het gebiedsareaal). De hiervoor toegestane gebruiksnorm is meegenomen in de totale gebruiksruimte voor werkzame N voor het hele gebiedsbouwplan (op overig bouwland).

Aanvoer via depositie

Voor de aanvoer via depositie is uitgegaan van regionale depositiewaarden van RIVM.

Biologisch gefixeerde N

Voor het schatten van de biologisch gefixeerde N zijn forfaitaire waarden per gewas ingerekend.

- **Afvoer**

- Afvoer met geoogst product.
- NH₃-verliezen bij mesttoediening.

Afvoer met geoogst product

Voor het berekenen van de afvoer met geoogst product zijn opbrengst- en N-afvoerniveaus gebruikt zoals die nu in WOG-model zitten. Daarbij is er van uitgegaan dat i) De gebruiksruimte op een gebalanceerde wijze over de gewassen wordt verdeeld (naar rato van gewas specifieke ruimtes), ii) Meststoffen niet te vroeg of te laat worden toegediend en dat bij gebruik van dierlijke mest ammoniakemissie reducerende toedieningstechnieken correct worden toegepast en iii) De gewassen goed worden verzorgd qua onkruid-, ziekten- en plaagbestrijding. Bij graangewassen is ervan uitgegaan dat het stro wordt afgevoerd.

NH₃-verliezen bij mesttoediening

De NH₃-emissie bij (kunst)mesttoediening wordt berekend op basis van de hoeveelheid toegediende mest-NH₃-N en kunstmest-N volgens de emissiefactoren die in het WOG-model zitten.

3.2.2 Verbeterd en sterk management

De N-bodemoverschotten zijn berekend voor *normaal* management. Vervolgens wordt voor 'verbeterd management' aangenomen dat er een maatregelenpakket is dat de opbrengst (of beter: de onttrekking) met 5% verhoogt zonder verhoging van de aanvoer van meststoffen. Voor sterk verbeterd management wordt uitgegaan van een 10% hogere onttrekking.

3.3 Berekende N-bodemoverschotten

De berekende N-bodemoverschotten voor bouwland, grasland en maisland voor de gehanteerde scenario's zijn per provincie weergegeven in Tabel 3-2.

Tabel 3-2: Berekende N-bodemoverschotten voor bouwland (gemiddeld per bouwplan) bij 'normaal management', verbeterd management' en 'sterk verbeterd management' in kgN/ha/jr.

		Bouwland (kg N/ha)			Grasland (kg N/ha)			Maisland (kg N/ha)		
		Normaal	verbeterd	Sterk verbeterd	Normaal	Verbeterd ¹	Sterk ¹ verbeterd	Normaal	Verbeterd ¹	Sterk verbeterd ¹
Utrecht	Zand	95	90	85	154	116	98	93	68	59
	Veen ¹	381	377.8	374.5	142			71		
	Klei ¹	184	180.1	177.1	180			80		
Overijssel	Zand	97	91.3	84.6	154	116	98	93	68	59
	Veen	345	337.6	330.1	142			71		
	Klei	117	110	103	180			80		
Groningen	Zand	91	84.8	77.5	164	119	99	81	56	54
	Veen	324	316.2	308.3	142			71		
	Klei	106	97.6	89.2	180			80		
Gelderland	Zand	98	92.6	86.2	154	116	98	93	68	59
	Veen	341	335.9	329.7	142			71		
	Klei	150	144.3	138.5	180			80		
Friesland	Zand	93	86.5	79.9	164	119	99	81	56	54
	Veen	336	330.4	323.7	142			71		
	Klei	109	102.2	95.3	180			80		
Flevoland	Zand	90	85.8	80.6	164	119	99	81	56	54
	Veen	330	323.5	316.9	142			71		
	Klei	119	111.8	104.6	180			80		
Drenthe	Zand	98	91	84	164	119	99	81	56	54
	Veen	347	340	332.9	142			71		
	Klei				180			80		

¹ Voor de klei- en veengebieden is geen onderscheid gemaakt in typen management omdat andere factoren dan het N-bodemoverschot van grote invloed zijn op de afspoeling van stikstof in die gebieden.

4 Resultaten nitraatconcentraties landbouwareaal LMM-zandgebied

Voor de berekening van de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in het landbouwareaal zijn de bedrijfsgemiddelde N-bodemoverschotten voor melkveebedrijven en akkerbouwbedrijven (hoofdstuk 3) vertaald naar een nitraatconcentratie in de bovenste grondwater onder de wortelzone, rekening houdend met verschillen in uitspoelingsgevoeligheid van de verschillende percelen.

Voor het weergeven van de berekende nitraat concentraties (in mg NO₃/L) is de volgende legenda gehanteerd:

- Nitraat concentraties kleiner of gelijk aan 25,0 mg NO₃/L zijn groen weergegeven.
- Nitraat concentraties groter dan 25,0 mg NO₃/L tot en met 50,0 mg NO₃/L zijn geel weergegeven.
- Nitraat concentraties groter dan 50,0 mg NO₃/L tot en met 75,0 mg NO₃/L zijn oranje weergegeven.
- Nitraat concentraties groter dan 75,0 mg NO₃/L tot en met 100,0 mg NO₃/L zijn rood weergegeven.
- Nitraat concentraties groter dan 100 mg NO₃/L zijn paars weergegeven.

Deze legenda-eenheden houden rekening met het feit dat de empirische relatie een zekere onzekerheidsmarge heeft. In overleg met de ontwikkelaars van de empirische relatie is er daarom voor gekozen te spreken van significant normoverschrijdende nitraatconcentraties wanneer de berekende concentraties hoger zijn dan 75,0 mg NO₃/L (mondel. meded. B. Fraters RIVM, 2021). Feitelijk geldt deze onzekerheidsmarge ook naar de andere kant van het concentratie spectrum. Echter, kijkend naar de berekende concentraties verdwijnt daarmee alle resolutie uit de berekening en de kaart. Dit onderschrijft het belang van monitoring in combinatie met verkennende berekeningen.

4.1 Berekende nitraatconcentraties per teelt als functie bedrijfsmanagement

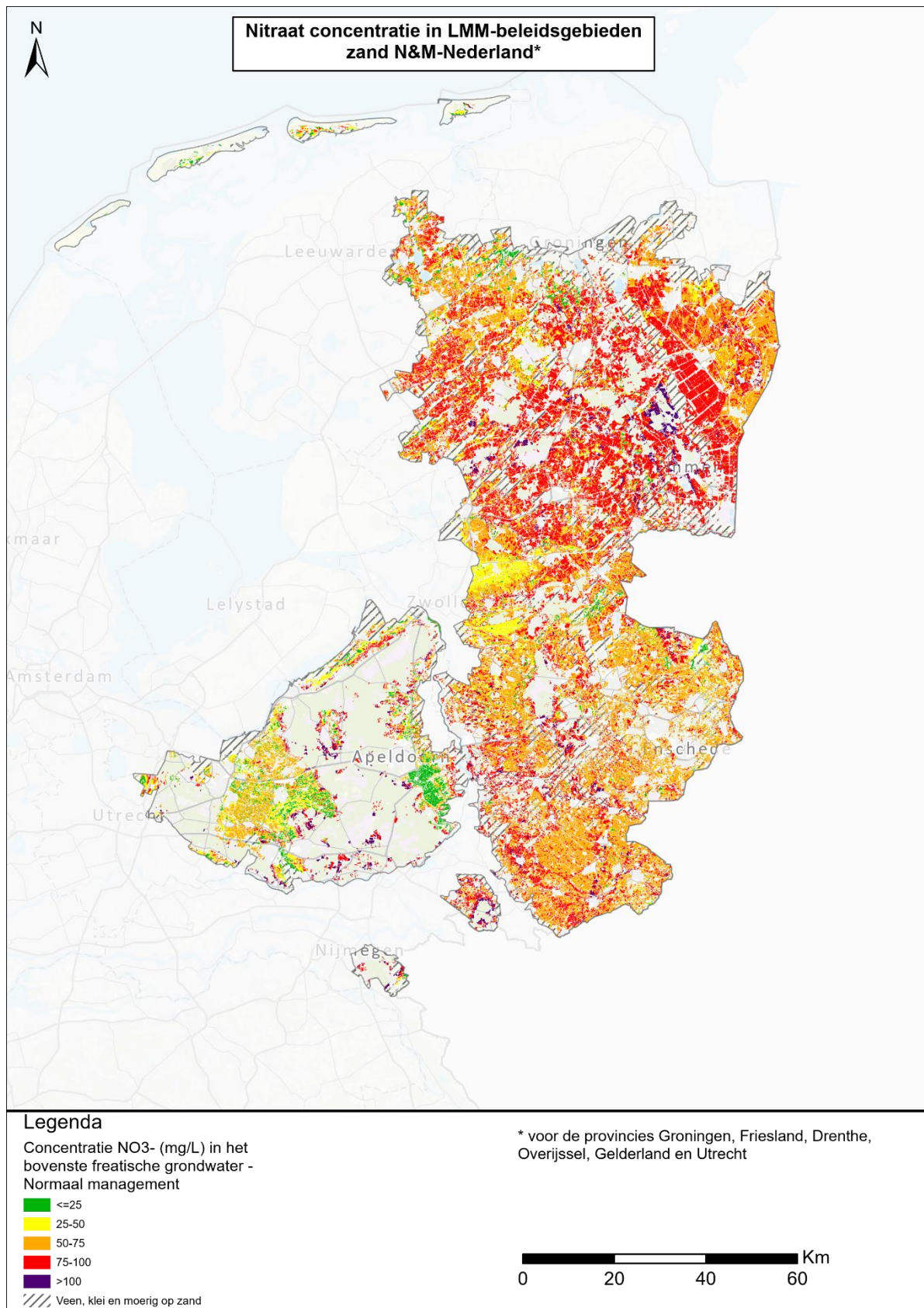
De berekende nitraatconcentraties in het LMM-zandgebied staan weergegeven in Tabel 4-1 en Figuur 4-1, Figuur 4-2 en Figuur 4-3.

Tabel 4-1: Gemiddelde concentratie per gewas in het LMM-zandgebied.

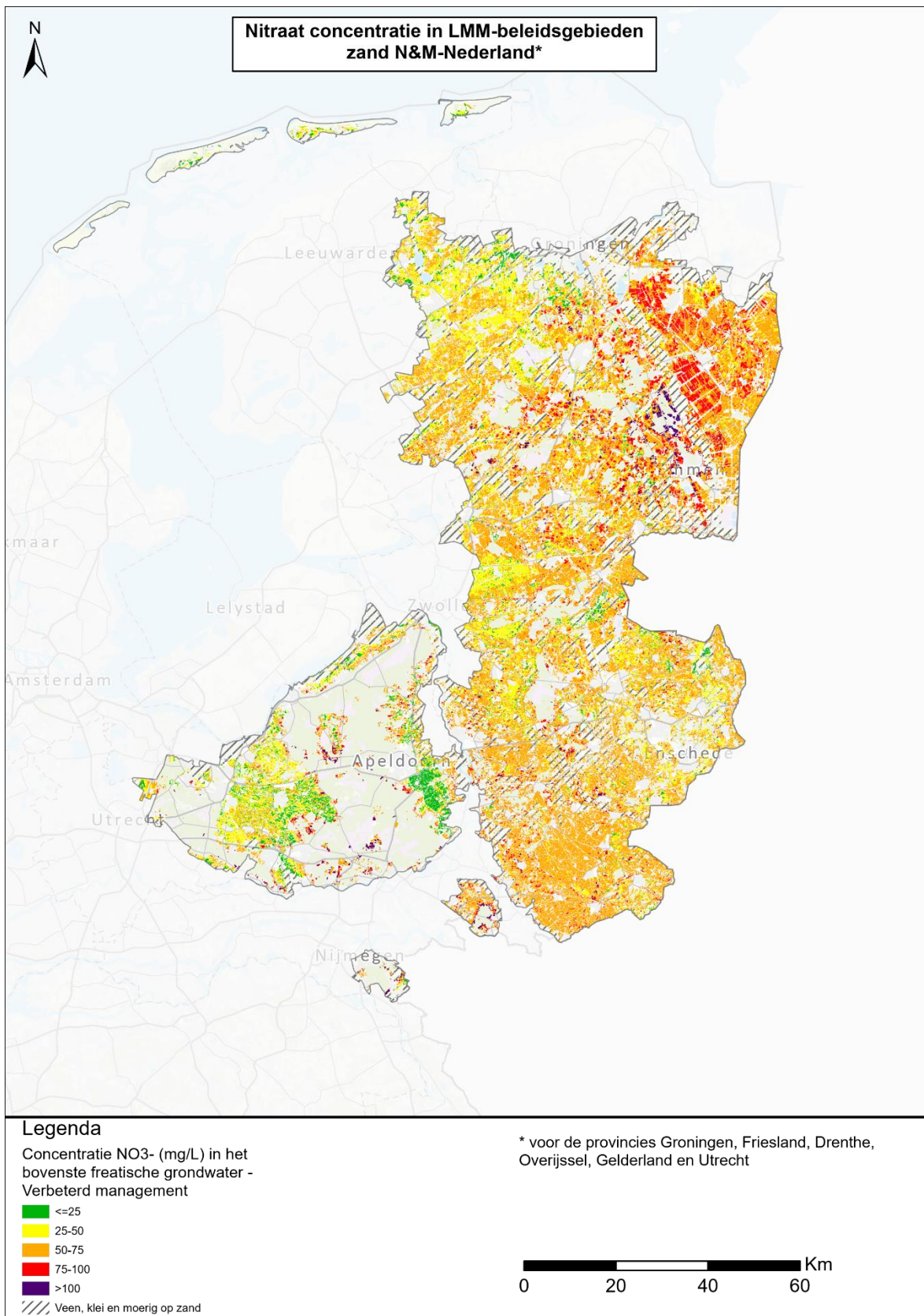
Gewas	Nitraatconcentratie (mg/L)			Aandeel gewas
	Normaal	Verbeterd	Sterk verbeterd	
Bouwland	80	74	68	25%
Grasland	67	50	42	59%
Mais	67	48	43	17%

Uit de geschatte nitraatconcentraties kan opgemaakt worden dat:

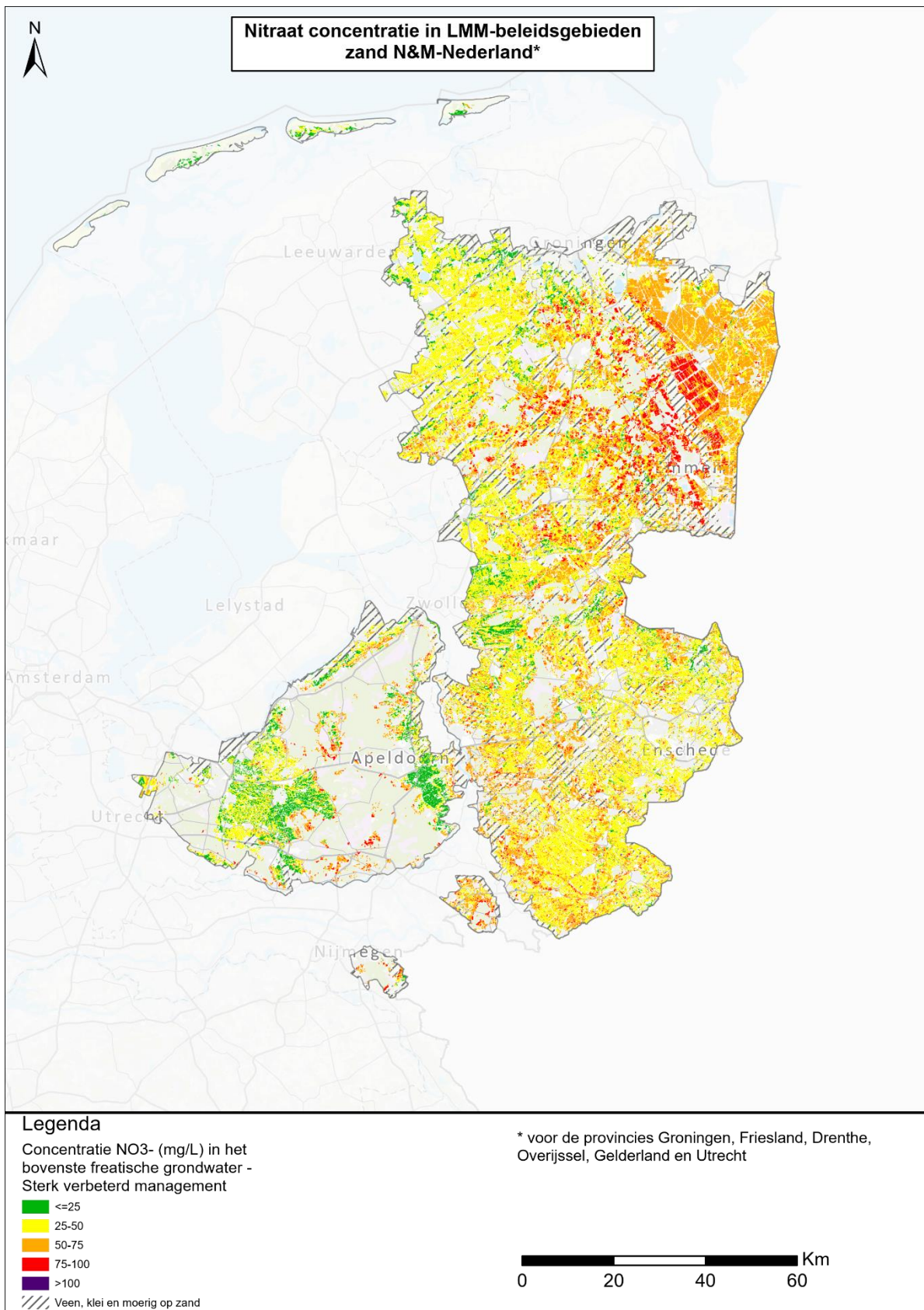
- Bouwland overschrijdt in alle provincies de nitraatnorm in het bovenste grondwater.
- Grasland in zandgebieden aan de nitraatnorm in het bovenste grondwater voldoet in geval van 'verbeterd management' of 'sterk verbeterd management' dus een N-bodemoverschot op gras lager dan ca. 120 kgN/ha.jr (zie Tabel 3-1). In geval van 'normaal management' wordt de nitraatnorm overschreden.
- Maisland aan de nitraatnorm in het bovenste grondwater voldoet in geval van 'verbeterd management' of 'sterk verbeterd management' dus een N-bodemoverschot op mais lager dan ca. 68 kgN/ha.jr. In geval van 'normaal management' zijn de geschatte nitraatconcentraties hoger dan de norm.



Figuur 4-1: Berekende nitraatconcentratie LMM-zandgebied voor normaal management.



Figuur 4-2: Berekende nitraatconcentratie LMM-zandgebied voor verbeterd management.



Figuur 4-3: Berekende nitraatconcentratie LMM-zandgebied voor sterk verbeterd management.

Omdat ook in de zandgebieden in toenemende mate sprake is van drainage, is een berekening uitgevoerd waarbij de aanwezigheid van buisdrainage op kaart is ontleend aan het geohydrologisch NHI-model. Het ligt voor de hand te veronderstellen dat in aanwezigheid van buisdrainage een deel van het water – en daarmee ook nitraat – zeker tijdens het uitspoelseizoen via drains en sloten wordt afgevoerd en niet zal uitspoelen naar het grondwater. De impact hiervan is moeilijk in te schatten. Niet alleen omdat de informatie met betrekking tot de aanwezigheid van drains doorgaans weinig betrouwbaar is. Ook omdat het met het gebruikte (reken)instrumentarium niet mogelijk is dit effect kwantitatief te duiden. Wat wel kan, is het duiden van het oppervlakteaandeel buisdrainage en het vergelijken van de aandelen teelten en concentraties die voor die gebieden wordt berekend. Uit de oppervlakteaandelen kan opgemaakt worden dat het aandeel buisdrainage heel beperkt is (12%). Zeker zo relevant voor de nitraatuitspoeling is het feit dat de aandelen van de teelten en berekende nitraatconcentraties in de gebieden niet of nauwelijks verschillen, met andere woorden, dat er geen sprake lijkt van systematische verschillen. Het niet meenemen van buisdrainage in de gehanteerde wijze waarop de nitraat schattingen gemaakt zijn, zou er bijvoorbeeld toe kunnen leiden dat de werkelijke nitraatconcentraties hoger zijn dan de berekende. Immers, door drainage zullen lagere Gt's (dus hogere grondwaterstanden) en daardoor lagere berekende nitraatconcentraties minder vaak voorkomen. Een andere mogelijkheid kan zijn, dat de aanwezige buisdrainage verwerkt is in de Gt-aanduiding op de bodemkaart – waardoor impliciet rekening gehouden wordt met de verlaging van de grondwaterstand. De gebieden mét buisdrainage hebben daarmee niet per se een afwijkende situatie ten aanzien van Gt, hoewel hogere grondwaterstanden verwacht hadden mogen worden. Wel mag aangenomen worden dat in tenminste 12% van het zandgebied, namelijk het gedraineerde deel, de belasting van het grondwater met nitraat overschat wordt omdat een deel van de stikstof via sloten en drains in het oppervlaktewater terecht zal komen. Een overzicht van de gebieden met buisdrainage staat in bijlage 5.

Tabel 4-2: Gemiddelde concentratie per gewas op zandgronden binnen het LMM-zandgebied waarbij onderscheid gemaakt is in gebieden met en zonder buisdrainage.

Drainage	Gewas	Nitraatconcentratie (mg/L)			Aandeel teelten (alleen zandgronden)	Aandeel buisdrainage in zandgebieden
		Normaal	Verbeterd	Sterk verbeterd		
Buisdrainage	Bouwland	76	70	65	33%	14%
	Grasland	67	49	41	52%	
	Mais	63	45	41	15%	
Zonder buisdrainage	Bouwland	80	75	69	23%	86%
	Grasland	67	50	42	60%	
	Mais	68	49	44	17%	

Op basis van de resultaten van Tabel 4-2 is in de tekst van de rapportage geen onderscheid gemaakt in gebieden met en gebieden zonder buisdrainage.

Hoewel de patronen zoals geschetst in Tabel 3-1 voor de zandgebieden in alle provincies gelijk zijn, zijn er wel verschillen tussen de provincies vanwege onderlinge verschillen in de aandelen grasland, maisland en bouwland. De concentraties in het LMM-zandgebied zijn daarom per provincie uitgesplitst naar teelt (zie Tabel 4-3).

Tabel 4-3: Gemiddelde concentratie per provincie en gewas op zandgronden binnen het LMM-zandgebied. De provincie Flevoland valt buiten het LMM-zandgebied en is daarom niet opgenomen in de tabel.

Provincie	Gewas	Nitraatconcentratie (mg/L)			Aandeel per provincie en gewas
		Normaal	Verbeterd	Sterk verbeterd	
Drenthe	Bouwland	83	77	71	45%
	Grasland	74	54	45	43%
	Mais	65	45	43	13%
Friesland	Bouwland	68	63	58	6%
	Grasland	65	47	39	80%
	Mais	55	38	37	14%
Gelderland	Bouwland	85	81	75	10%
	Grasland	66	50	42	69%
	Mais	71	52	45	21%
Groningen	Bouwland	74	69	63	64%
	Grasland	66	48	40	27%
	Mais	61	42	40	9%
Overijssel	Bouwland	76	71	66	11%
	Grasland	67	50	43	69%
	Mais	69	50	44	20%
Utrecht	Bouwland	77	73	69	5%
	Grasland	52	39	33	78%
	Mais	57	42	36	16%

De concentraties uitgesplitst per provincie en per teelt illustreren vooral de verschillen in aandelen van de verschillende teelten (grasland, maisland en bouwland) en binnen die teelten de verschillen in kwetsbaarheid van de bodems in combinatie met het N-bodemoverschot. Daarbij valt op dat de provincie Drenthe niet alleen kwetsbaar is voor de uitspoeling van nitraat (in vergelijking met de overige provincies relatief hoge concentraties voor de onderscheiden teelten) maar ook een relatief groot aandeel bouwland heeft – de teelt met de hoogst berekende nitraatuitspoeling.

4.2 KRW-oppevlaktewaterlichamen binnen het LMM-zandgebied

Naast de uitspoeling als nitraat naar het bovenste grondwater kan stikstof ook via drains en sloten afspoelen naar het oppervlaktewater. De empirische relatie die binnen deze studie gehanteerd wordt, beschrijft dit niet. Wel is het mogelijk de KRW-oppevlaktewaterlichamen in te tekenen op de kaart met de berekende nitraatconcentraties in het LMM-zandgebied. De wijze waarop het toestandsoordeel van de KRW oppervlaktewaterlichamen en de geschatte nitraat concentraties in het bovenste grondwater gecombineerd worden, heeft geen enkele modelmatige onderbouwing omdat de empirische alleen de uitspoeling uit de wortelzone beschrijft. Wel is het interessant om te kijken of in gebieden waar sprake is van hoge nitraat concentraties in het bovenste grondwater eveneens sprake is van oppervlaktewaterlichamen in een slechte toestand.

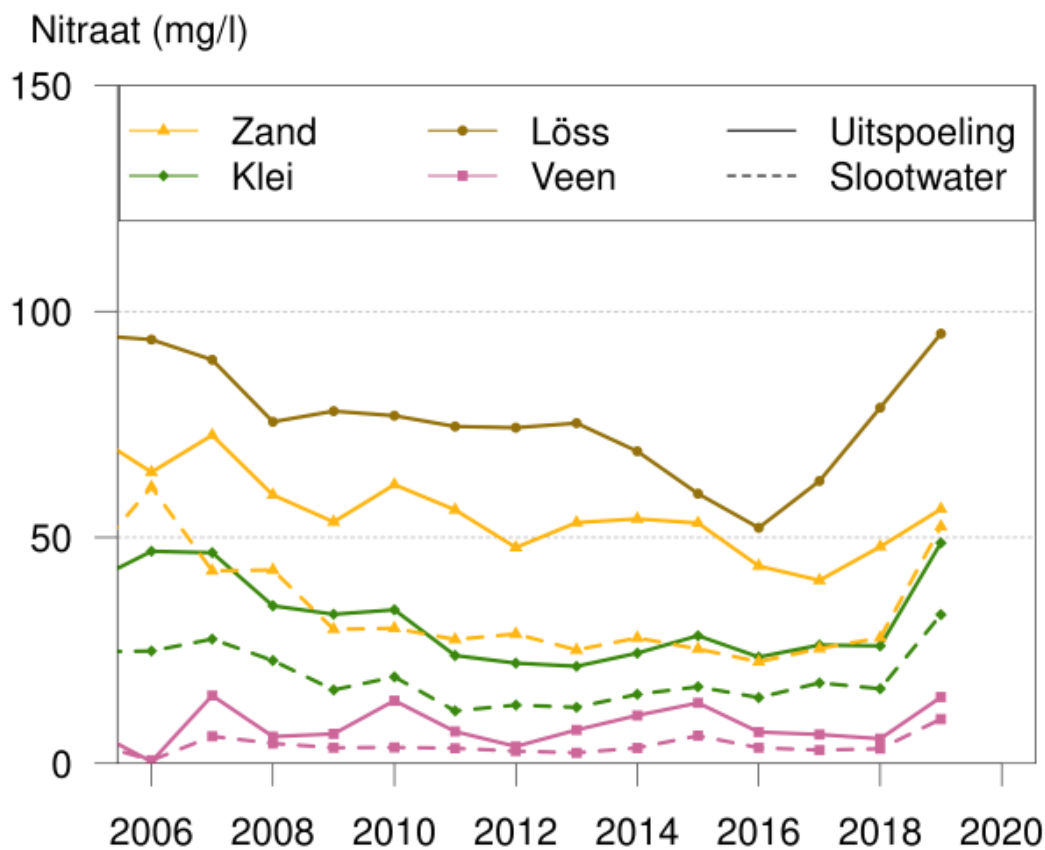
Uit het combineren van de kaarten blijkt dat – ondanks de aanwezigheid van buisdrainage in orde 12% van het zandgebied – er geen patroon zichtbaar is tussen het voorkomen van hoge nitraatconcentraties in het bovenste grondwater en KRW-oppevlaktewaterlichamen waarvan de toestand ontoereikend is vanwege een te hoge eutrofe toestand. De kaarten van Figuur 4-1, Figuur 4-2 en Figuur 4-3 met daarop tevens de KRW-oppevlaktewaterlichamen zijn weergegeven in Bijlage 3.

5 Vergelijking berekeningsresultaten LMM-zandgebied

Elke modelmatige benadering van de werkelijkheid, en zeker ook empirische benaderingen, zijn behept met onzekerheden. Om een indruk te krijgen van de waarde van de berekende nitraatconcentraties, zijn deze vergeleken met twee datasets waarbij de nitraatconcentraties (vrijwel) vergelijkbaar zijn met de concentraties die berekend worden, namelijk de nitraatconcentraties in het uitspoelingswater uit de wortelzone c.q. het bovenste freatische grondwater. Dit betreft uiteraard het LMM-meetnet. Maar ook het nitraatmeetnet van Grondig Boeren voor Water Drenthe wat ingericht is ten behoeve van de Bestuursovereenkomst 'Aanvullende aanpak nitraatuitspoeling uit agrarische bedrijfsvoering in specifieke grondwaterbeschermingsgebieden', is gebruikt.

5.1 Resultaten in vergelijking met LMM

De berekende nitraatconcentraties onder het landbouw areaal in de 7 beschouwde provincies lijken wat hoger dan de nitraatconcentraties van het LMM voor de zandregio, zie ook Figuur 5-1. Door de oogvaren heen zijn de geschatte concentraties binnen de aannames van onze sommen orde 65 – 70 mg NO₃/L in zandgebieden, waarbij opgemerkt dat in onze berekeningen de klei- en veengronden binnen het LMM-zandgebied buiten beschouwing gelaten worden. Wat verder opvalt uit de LMM meetreeks, is de sterke toename in de laatste jaren. Hierin speelt de droogte vanaf 2016 een belangrijke rol. RIVM verwacht ook in het komende meetjaar (2020) een verdere stijging.



Figuur 5-1: Trends in gemiddelde nitraatconcentraties in water dat uitspoelt uit de wortelzone op derogatiebedrijven per regio per jaar. De open symbolen geven voorlopige data aan (bron: Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid, RIVM).

5.2 Resultaten in vergelijking met Grondig boeren voor water Drenthe

De resultaten van het Drentse nitraatmeetnet kunnen vanwege afspraken met de deelnemers niet 1 op 1 vergeleken worden met de berekeningen omdat in dat geval individuele metingen gebruikt worden. Wat wel kan, is het vergelijken van de gemeten concentraties op het niveau van de strata, dus op hetzelfde aggregatieniveau als waarop de meetresultaten jaarlijks gerapporteerd worden. De in het Drentse meetnet gehanteerde strata zijn Gt en teelt, onderscheiden binnen de 4 gebieden.

Tabel 5-1: Gemeten en berekende nitraatconcentraties in de vier kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden in Drenthe.

Stratum	Gebied	Gt groep	Landgebruik	Gemeten nitraat [mg NO ₃ /l]	Berekend nitraat - normaal management [mg NO ₃ /l]
1	Gasselte	Nat	Bouwland	111	67
2		Intermediate	Bouwland	95	77
3		droog	Bouwland	106	93
4		Intermediate	Grasland	69	77
5		droog	Grasland	171	94
6	Havelterberg	Nat	Bouwland	0	41
7		Intermediate	Bouwland	143	77
8		droog	Bouwland	176	95
9		Nat	Grasland	0	40
10		Intermediate	Grasland	39	78
11		droog	Grasland	83	101
12	Leggeloo	Nat	Bouwland	28	58
13		Intermediate	Bouwland	49	63
14		droog	Bouwland	? ³	93
15		Nat	Grasland	2	#N/A
16		Intermediate	Grasland	26	81
17		droog	Grasland	85	101
18	Valtherbos-Noordbargeres	Nat	Bouwland	52	59
19		Intermediate	Bouwland	35	77
20		droog	Bouwland	89	97
21		Nat	Grasland	23	44
22		Intermediate	Grasland	26	77
23		droog	Grasland	61	96

¹ Dit stratum bestaat niet conform de GIS-input omdat bouwland hier volledig uit mais bestaat.

² #N/A betekent dat deze combinatie in de gebruikte GIS-bestanden niet voorkomt

³ Dit stratum is niet bemeaten doordat geen toestemming verleend is voor monstername

Uit de vergelijking kan opgemaakt worden dat hetgeen gemeten wordt afwijkt van hetgeen berekend wordt. Gezien de ruimtelijke en temporele heterogeniteit van gemeten nitraatconcentraties is dat ook geen verrassing. Te meer omdat het aantal meetpunten deze variabiliteit niet kan afvangen. Maar het ook opmerkelijk dat de ordegroottes over het algemeen heel vergelijkbaar zijn. Ook is er geen sprake van een

systematisch verschil, dat wil zeggen dat de berekende concentraties voor alle (of de meeste) strata hoger uitvallen dan de metingen. Of omgekeerd.

6 Resultaten totaal-N concentraties landbouwareaal LMM-klei-veengebied

Voor de berekening van de totaal-N concentraties in het landbouwareaal zijn de bedrijfsgemiddelde N-bodemoverschotten voor melkveebedrijven en akkerbouwbedrijven (hoofdstuk 3) vertaald naar een totaal-N concentratie in drain- en slootwater (afkomstig uit kwel, bodem en het landbouwkundig N overschot), rekening houdend met verschillen in uitspoelingsgevoeligheid van de verschillende percelen.

Voor het weergeven van de berekende totaal-N concentraties (in mg totaal-N/L) is de volgende legenda gehanteerd:

- Totaal-N concentraties kleiner of gelijk aan 2,0 mg N/L zijn groen weergegeven.
- Totaal-N concentraties kleiner of gelijk aan 2,0 tot en met 7,0 mg N/L zijn licht blauw weergegeven.
- Totaal-N concentraties kleiner of gelijk aan 7,0 tot en met 12,0 mg N/L zijn blauw weergegeven.
- Totaal-N concentraties kleiner of gelijk aan 12,0 tot en met 17,0 mg N/L zijn donker blauw weergegeven.
- Totaal-N concentraties groter dan 17,0 mg N/L zijn heel donker blauw weergegeven.

De berekende afspoeling van stikstof via drains en sloten is niet getoetst aan normen omdat bij de gehanteerde methode de uitspoeling vanaf percelen beschrijft en de KRW toetst op het niveau van oppervlaktewaterlichamen als geheel. Daarbij komt dat de empirische relatie de uitspoeling gedurende het winter halfjaar beschrijft en de KRW toets aan de gemiddelde concentratie gedurende het zomer halfjaar. De legenda-eenheden zijn daarom arbitrair gekozen.

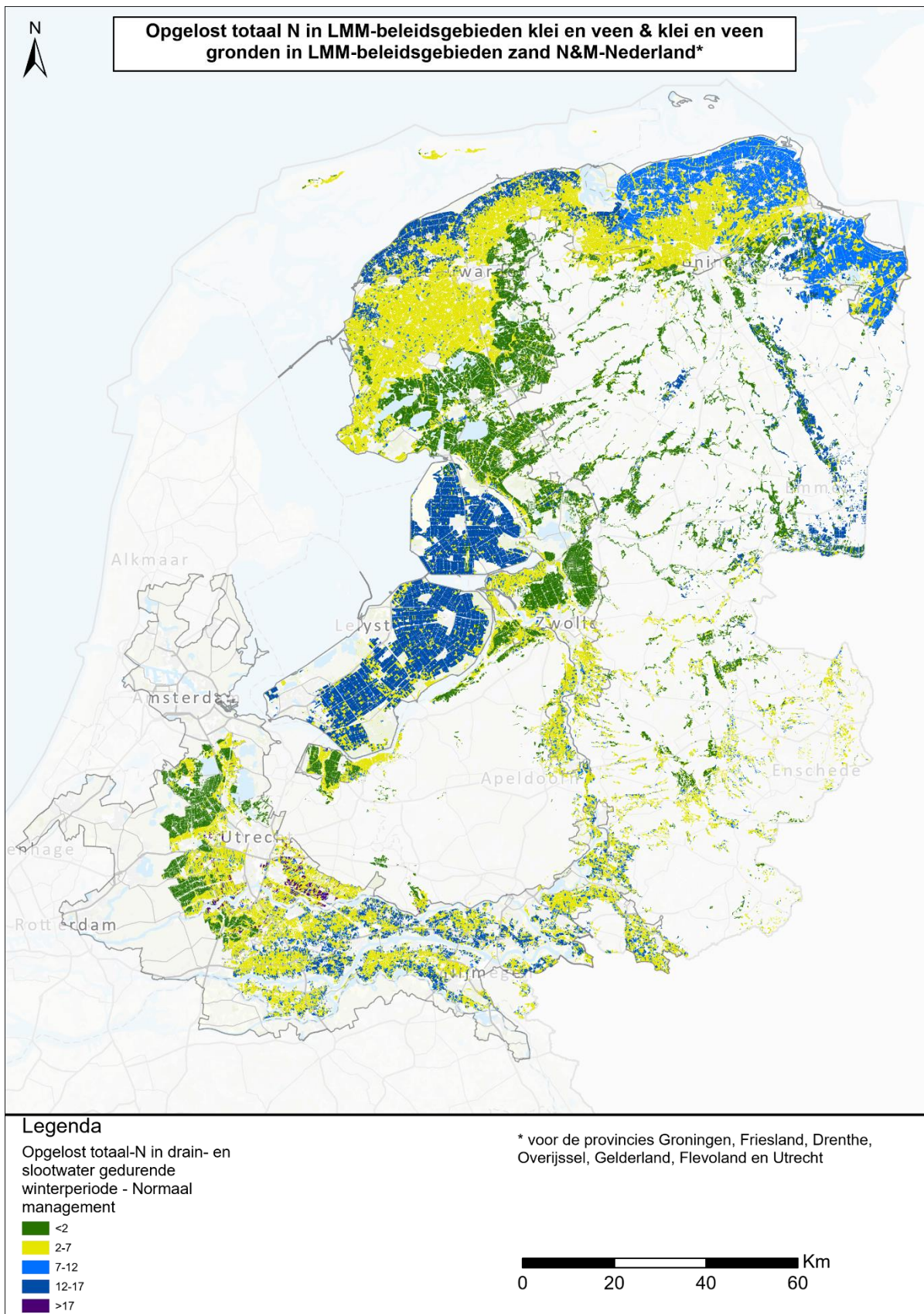
6.1 Berekende totaal-N concentraties versus de beoordeling van de KRW-oppervlaktewaterlichamen

De berekende N-totaal concentraties in het LMM-klei- en veengebied staan weergegeven in Figuur 6-1. In deze figuur is tevens de beoordeling van de KRW oppervlaktewater lichamen geplot. Uit de figuur is moeilijk een eenduidig verband te zien tussen de afspoeling van totaal-N via drains en sloten en de toestand van de KRW-oppervlaktewaterlichamen. In de gekeurde vlakken (dus klei- en veengebieden) komen zowel rode als groene KRW-oppervlaktewaterlichamen voor. Daarmee lijkt er geen direct verband tussen de berekende afspoeling en de mate daarvan en de toestand van de KRW-oppervlaktewaterlichamen via de gehanteerde empirische benadering.

Zoals eerder aangegeven in paragraaf hoofdstuk 2 is de aanpak niet direct bedoeld of geschikt voor het berekenen van de concentratie in het oppervlaktewater of het in beeld brengen van de effectiviteit van maatregelen via louter het N-bodemoverschot. De berekende afspoeling voor klei- en veengronden (afkomstig uit kwel, bodem en het landbouwkundig N overschot) is indicatief omdat de berekende totaal-N concentratie in de empirische relatie een functie is van alleen het N-bodemoverschot en de bijdrage van kwel en/of bodem hier niet expliciet in verdisconteerd wordt. Aan de resultaten van dit rapport kunnen daarom geen (beleidsmatige) conclusies worden verbonden. Wel geven de resultaten inzicht in een mogelijke bijdrage van landbouw-gerelateerde N-belasting. Uit figuur 6-1 blijkt dat de N-belasting die vanuit het N-bodemoverschot gemotiveerd kan worden, met name hoog is in Flevoland en het noordelijke kleigebied in de provincies Fryslân en Groningen.

Specifiek voor Flevoland is er in de afgelopen jaren een verbeterde water- en stoffenbalans opgesteld om te komen tot een betrouwbare normafleiding voor nutriënten voor de KRW-oppervlaktewateren. Het resultaat hiervan is een veel meer op Flevoland toegesneden modellering zowel qua input bouwplan, bodemsoorten en ruimtelijke differentiatie qua N-overschot maar ook de interactie vanuit de verschillende bronnen naar het oppervlaktewater. Vanuit die opgedane ervaring blijkt er binnen Flevoland een grote

variatie te zijn in het optreden van N-verliezen. Recente inzichten suggereren dat deze zelfs nog groter zijn dan berekend met de verbeterde water- en stoffenbalans. Door inbreng van praktijkdata, nieuwe inzichten over de kwelsituatie als ook een vernieuwing van de KRW-ECHO systematiek zal in de periode 2022-2023 de water- en stoffenbalans daarom worden geüpdatet. De inzichten uit de water- en stoffenbalans corresponderen daarom niet met de resultaten van de landbouwkundige bijdrage zoals met de empirische relatie is berekend. Voor Fryslân en Groningen zou een dergelijke studie mogelijk van belang zijn om meer specifiek inzicht te krijgen in de bijdrage van verschillende N-bronnen en de ruimtelijke variabiliteit daarvan.



Figuur 6-1: Berekende totaal-N concentratie LMM-klei- en veengebied voor normaal management.

7 Aanpakgebieden voor nitraatuitspoeling

Uit de resultaten beschreven in hoofdstuk 4 blijkt dat er gebieden overblijven waar het realiseren van de nitraatdoelstelling voor alle beschouwde management scenario's moeilijk is. Voor het weergeven van de berekende nitraat concentraties (in mg NO₃/L) is de legenda afgestemd op het in beeld brengen van de gebieden waar een aanvullende aanpak overwogen zou kunnen worden:

- Nitraat concentraties kleiner of gelijk aan 50,0 mg NO₃/L zijn groen weergegeven.
- Nitraat concentraties groter dan 50,0 mg NO₃/L tot en met 75,0 mg NO₃/L zijn geel weergegeven.
- Nitraat concentraties groter dan 75,0 mg NO₃/L tot en met 100,0 mg NO₃/L zijn rood weergegeven.
- Nitraat concentraties groter dan 100 mg NO₃/L zijn paars weergegeven.

Deze legenda-eenheden houden rekening met het feit dat de empirische relatie een zekere onzekerheidsmarge heeft. In overleg met de ontwikkelaars van de empirische relatie is er daarom voor gekozen te spreken van significant normoverschrijdende nitraatconcentraties wanneer de berekende concentraties hoger zijn dan 75,0 mg NO₃/L (mondel. meded. B. Fraters RIVM, 2021).

7.1 Probleemteelten en -gebieden

De resultaten van de berekeningen zijn voor de verschillende management scenario's uitgedrukt in hectares met een bepaalde concentratierange (zie Tabel 7-1). Gegeven de gehanteerde aanpak (zie ook hoofdstuk 4) wordt de beoordeling toegespitst op berekende concentraties hoger dan 75 mg NO₃/L.

Tabel 7-1: Oppervlaktes met berekende nitraatconcentraties in het LMM-zandgebied.

Management	Gewas	Klassen (mg/L)	Aandeel klassen per management en gewas	Oppervlak (ha)
Normaal management	Bouwland	>100	7%	7.872
		75-100	62%	66.514
		50-75	25%	26.396
		<50	6%	6.340
	Grasland	>100	1%	2.058
		75-100	83%	96.689
		50-75	46%	117.397
		<50	15%	39.154
	Mais	>100	7%	4.705
		75-100	22%	15.552
		50-75	47%	33.545
		<50	25%	18.065
Verbeterd management	Bouwland	>100	7%	7.505
		75-100	30%	32.143
		50-75	57%	61.134
		<50	6%	6.340
	Grasland	50-75	65%	166.870
		<50	35%	88.429
	Mais	75-100	7%	4.705
		50-75	50%	35.943
		<50	43%	31.219

Management	Gewas	Klassen (mg/L)	Aandeel klassen per management en gewas	Oppervlak (ha)
Sterk Verbeterd management	Bouwland	75-100	29%	30.918
		50-75	64%	68.543
		<50	7%	7.661
	Grasland	50-75	20%	51.828
		<50	80%	203.471
	Mais	50-75	28%	20.256
	<50	72%	51.610	

Uit de tabel valt op dat bij normaal management bij ruwweg 98.000 hectare grasland de berekende nitraatconcentratie hoger is dan 75 mg NO₃/L in het LMM-zandgebied. Bij bouwland en maisland is dit respectievelijk 74.000 hectare en 20.000 hectare. Bij normaal management vormt grasland daarmee kwantitatief het belangrijkste probleemgebied binnen het zandgebied. Wat opvalt bij verbeterd en sterk verbeterd management, is dat dit type management zeer effectief is voor grasland en maisland: er komt in het LMM-zandgebied geen grasland meer voor met concentraties hoger dan 75 mg NO₃/L in geval van verbeterd of sterk verbeterd management. In geval van maisland wordt alleen in geval van verbeterd management in 4.700 ha de norm overschreden. Wat betreft de teelt concentreert het probleem zich dan op bouwland. Bij verbeterd management en sterk verbeterd management is het areaal waar nitraatconcentraties berekend worden hoger dan 75 mg NO₃/L respectievelijk 39.000 en 31.000 hectare.

De uitsplitsing per provincie voor de arealen teelten met concentraties hoger dan 75 mg NO₃/L staan in Tabel 7-2. Uit de tabel blijkt, dat de overschrijdingen met name voorkomen in de provincies Drenthe, Gelderland en Overijssel en in mindere mate in Fryslân. Echter, de teelt waarbij deze overschrijding optreedt verschilt. In Overijssel, Gelderland en Fryslân is overwegend sprake van significant normoverschrijdende nitraatconcentraties in het gras- en maislandareaal terwijl in Drenthe een belangrijk areaal gevormd wordt door bouwland. De concentraties – overschrijdingen – in bouwland zijn niet alleen hoger, maar ook hardnekkiger gegeven de effectiviteit die experts toelichting aan management scenario's om de agrarische bedrijfsvoering te verbeteren.

Tabel 7-2: Oppervlaktes met berekende significant normoverschrijdende nitraatconcentraties in het LMM-zandgebied uitgesplitst per provincie.

Management	Gewas	Klassen (mg/L)	Oppervlak (ha) ¹					
			Drenthe	Fryslân	Gelderland	Groningen	Overijssel	Utrecht
Normaal management	Bouwland	>75	46.087	205	8.727	9.091	9.947	329
	Grasland	>75	36.775	18.298	19.526	6.879	16.606	665
	Mais	>75	4.938	317	7.827	886	5.981	307
	Totaal	>75	87.800	18.819	36.080	16.856	32.534	1.302
Verbeterd management	Bouwland	>75	22.120	205	4.890	9.091	3.124	218
	Grasland	>75	0	0	0	0	0	0
	Mais	>75	0	0	0	0	1.293	200
Sterk Verbeterd management	Bouwland	>75	22.120	205	4.890	361	3.124	218
	Grasland	>75	0	0	0	0	0	0
	Mais	>75	0	0	0	0	0	0

¹ Flevoland heeft geen zandgebieden binnen het LMM-zandgebied.

7.2 Aanpak

Momenteel wordt op verschillende manieren ervaring opgedaan met de aanpak van nitraatuitspoeling. Dit betreft het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (DAW) en de aanpak nitraatuitspoeling in de 34 kwetsbare grondwaterbeschermingsgebieden in Nederland conform de BO-Nitraat. Uit de resultaten van die inspanningen komen verschillende bevindingen naar voren die mogelijk bruikbaar kunnen zijn voor de vraag of er een aanvullende aanpak nodig is in de gebieden met significant normoverschrijdende nitraatconcentraties en zo ja, hoe die aanpak er dan uit zou moeten of kunnen zien.

Deelname van agrariërs

Uit de genoemde projecten blijkt dat het moeilijk is om deelnemers bij dergelijke projecten te betrekken en betrokken te houden. Dit geldt voor DAW, waar het initiatief om deel te nemen veelal bij de agrarische ondernemer ligt, al dan niet verleid door subsidies. Maar ook bij de projecten die in het kader van de BO-Nitraat worden uitgevoerd. Ondanks een gerichte en intensieve wervingscampagne wordt het beoogde deelname percentage in de Drentse grondwaterbeschermingsgebieden in 2 van de 4 gebieden gerealiseerd, in Overijssel in geen van de 6. In Gelderland doen vrijwel alle eigenaren en gebruikers met meer dan 4 ha binnen het gebied die praktiserend boer zijn mee. Ondanks de verschillen tussen provincies is het wel duidelijk dat het moeilijk is om voldoende agrariërs te werven om op gebiedsniveau een verschil te kunnen maken in het agrarische management c.q. de landbouwkundige belasting.

Mate van doelbereik

Uit de genoemde projecten blijkt eveneens dat het moeilijk is om via het op vrijwillige basis implementeren van maatregelen de nitraatdoelen in het grondwater te realiseren. Ondanks een intensieve begeleiding van de deelnemers via 2 individuele keukentafelgesprekken per jaar en verschillende groeps- en veldbijeenkomsten worden de nitraatdoelen vooralsnog niet gerealiseerd in de Drentse en Overijsselse grondwaterbeschermingsgebieden. In Gelderland worden de doelen wel gerealiseerd; voor 2 gebieden in 2021 en voor 2 gebieden in 2025. Ondanks de verschillen tussen provincies is het duidelijk dat het moeilijk is om effectieve maatregelen te implementeren waarmee het doelgat daadwerkelijk overbrugd wordt. Belangrijke factor daarbij is dat het binnen de bestaande wet- en regelgeving van de nutriënt-ruimte steeds moeilijker is om via een verbetering van de efficiëntie de nitraatuitspoeling te beperken. En daarmee dus maatregelen economisch te onderbouwen. Wel zou de N-belasting al sterk verminderen wanneer de extremen (N-bodemoverschotten hoger dan het gemiddelde) zouden verminderen. Dit is een ontwikkeling die al in de eerste jaren zichtbaar is in de projecten waarbij agrariërs begeleid worden.

Reactie tijd

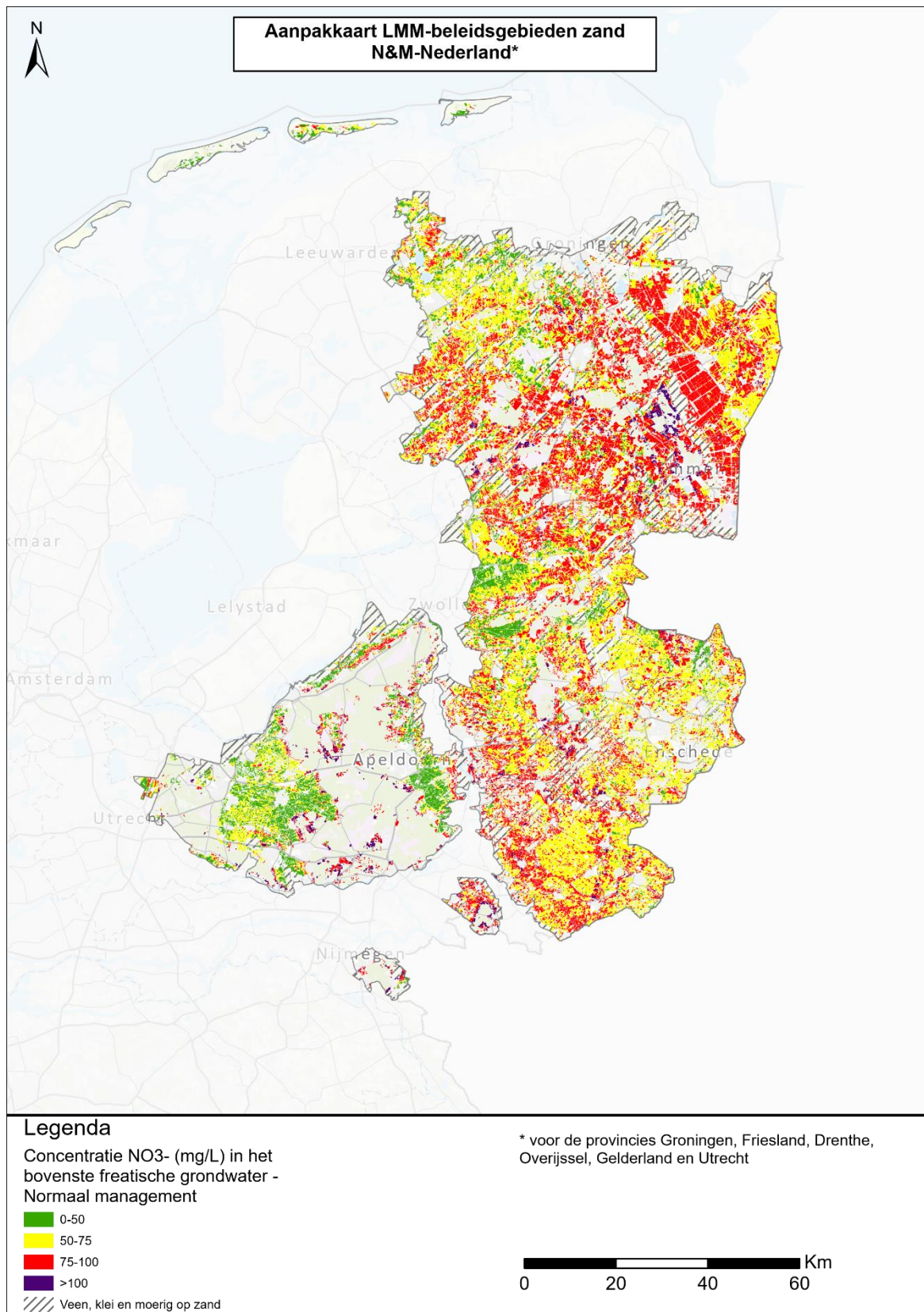
Met reactie tijd wordt de periode bedoeld tussen het implementeren van een maatregel aan maaiveld en/of het verbeteren van de bedrijfsvoering en het moment waarop de effecten hiervan vastgesteld kunnen worden in het grondwater. Uit ervaringen van WUR met Koeien&Kansen, wordt aangenomen dat de kwaliteit van het bovenste grondwater in orde 3-4 jaar reageert op veranderingen in de belasting aan maaiveld en de vermindering van de uitspoeling die hiervan het gevolg is. Tijdens een workshop over de interpretatie van de nitraatgegevens van de meetnetten in het kader van de BO-Nitraat is door het RIVM aangegeven dat uit analyses van de LMM-gegevens bleek dat het circa 4 jaar duurt om een uitgangssituatie vast te stellen en ongeveer 10 jaar voor het vaststellen van een trend.

Autonome ontwikkeling

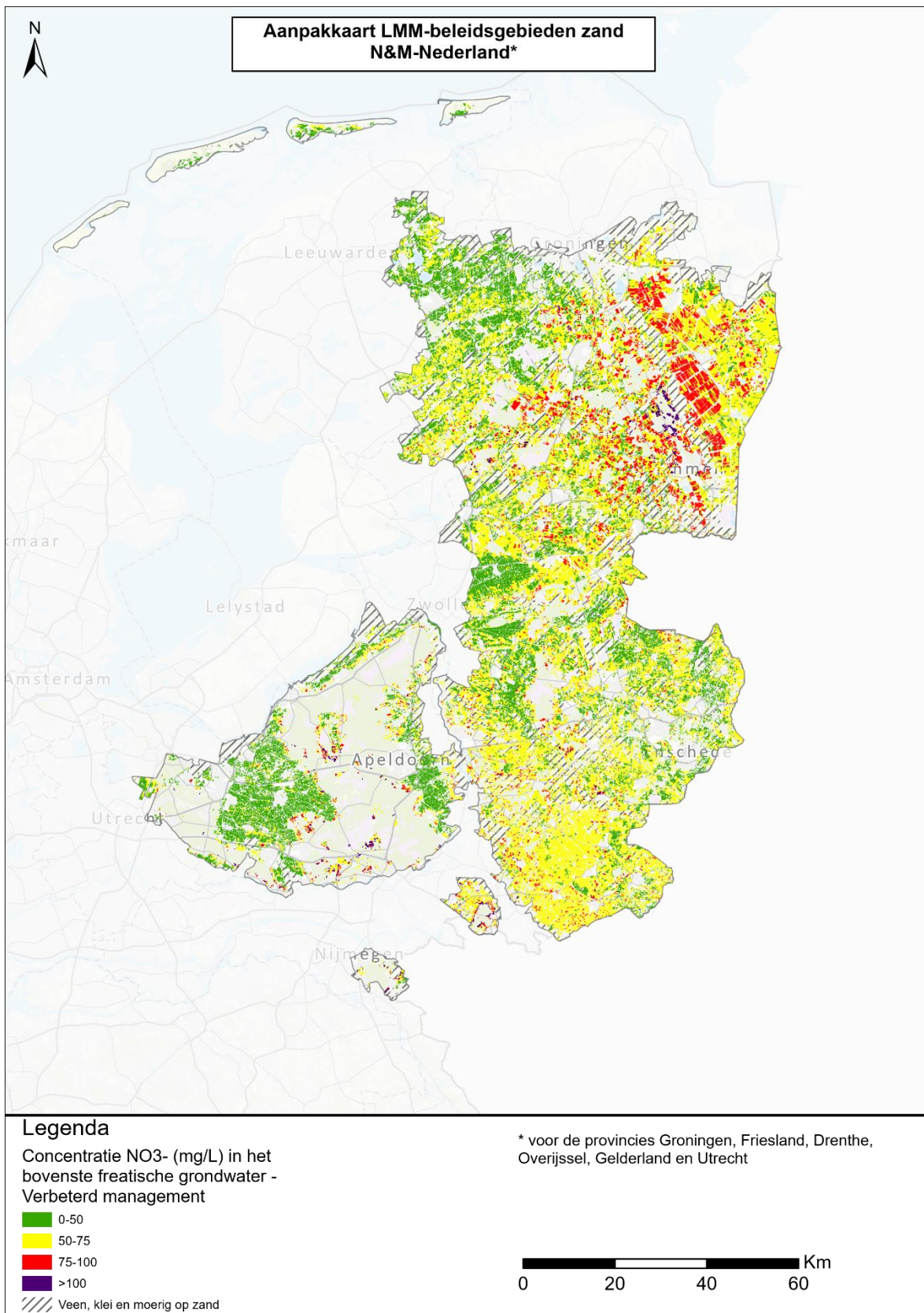
Het is moeilijk in generieke termen te spreken van een autonome ontwikkeling in de landbouw. Helemaal gegeven de huidige onzekerheden met betrekking tot de toekomst van de landbouw – en zeker ook in relatie tot andere maatschappelijke opgaven. Maar wat wel opvallend is, is dat er een verschuiving op gang lijkt te komen van veehouderijen naar akkerbouw. En binnen de akkerbouw lijkt sprake van een trend in de richting van intensievere teelten. Als gevolg hiervan zal eerder sprake zijn van een intensivering dan extensivering van het agrarische grondgebruik. Deze trend is in Brabant al reden tot

zorg als het gaat om de nitraatbelasting van het bovenste grondwater. Vanwege de landelijke 'grondhonger' zullen niet alleen in Brabant maar overal in Nederland de grondprijzen stijgen – en daarmee de noodzaak de grond intensiever te gebruiken of te gaan gebruiken.

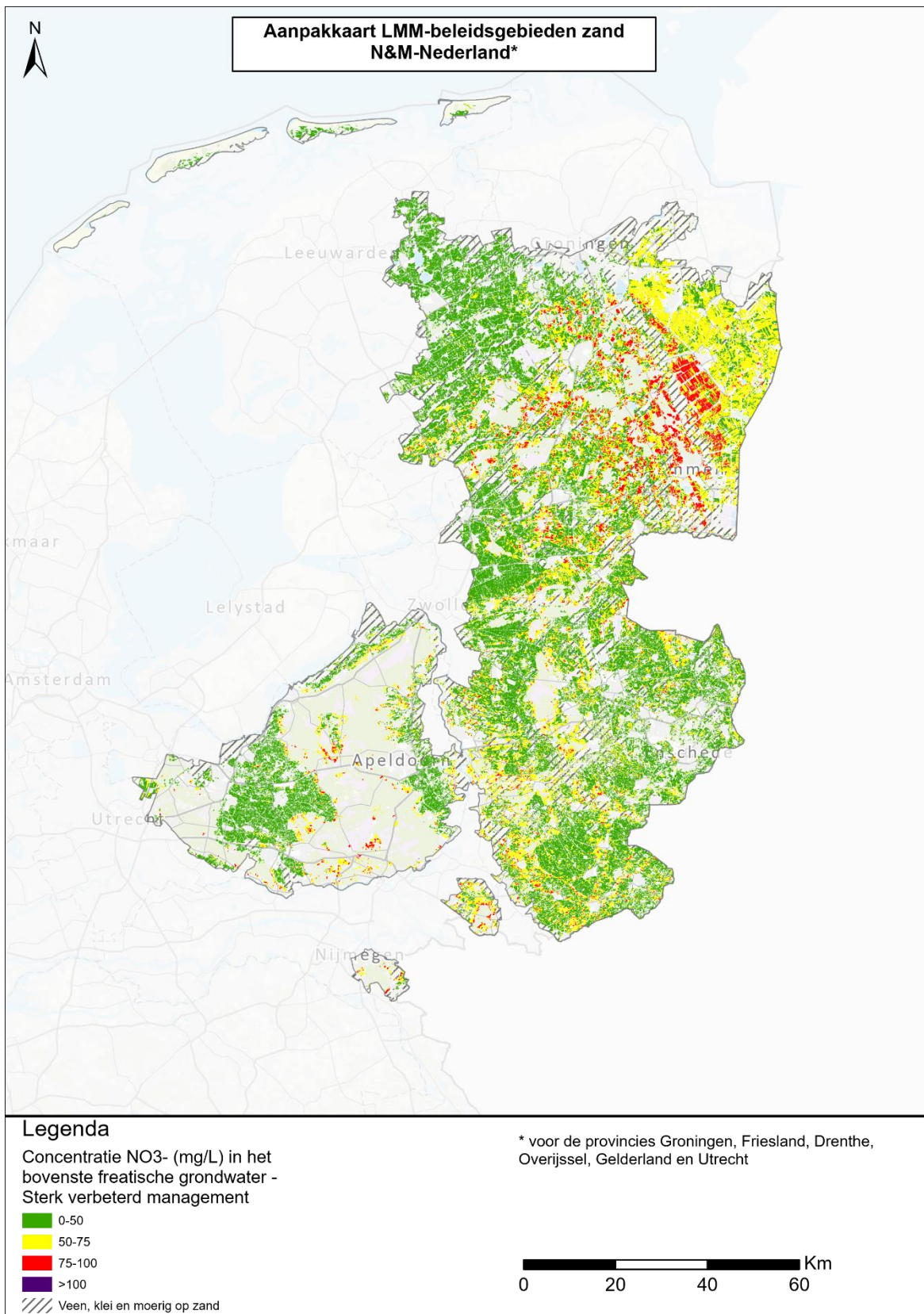
Samenvattend is het dus niet eenvoudig een aanpak te ontwikkelen om op een termijn van bijvoorbeeld 2027 het doelgat in de aanpak-gebieden te overbruggen.



Figuur 7-1: Berekende nitraatconcentraties in het LMM-zandgebied voor normaal management. Deze kaart is identiek aan figuur 4-1, maar met een vereenvoudigde legenda.



Figuur 7-2: Berekende nitraatconcentraties in het LMM-zandgebied voor verbeterd management. Deze kaart is identiek aan figuur 4-2, maar met een vereenvoudigde legenda.



Figuur 7-3: Berekende nitraatconcentraties in het LMM-zandgebied voor sterk verbeterd management. Deze kaart is identiek aan figuur 4-3, maar met een vereenvoudigde legenda..

8 Reflectie

Deze verkenning geeft inzicht in het effect van verschillende vormen van landbouwkundig management – uitgedrukt in N-bodemoverschot – op de uit- en afspoeling van stikstof. De focus van deze reflectie is gericht op de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in het landbouw areaal in 7 provincies omdat i) de gehanteerde empirische relatie ontwikkeld is voor de relatie tussen N-bodemoverschot en nitraatconcentratie in het bovenste grondwater en ii) de meest directe relatie met agrarisch management via het N-bodemoverschot gelegd kan worden met de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater onder de agrarische percelen waar dat agrarische management van toepassing is.

Hierna worden enkele kanttekeningen geplaatst bij de aannames en methoden, gebruikte gegevens en de betekenis die aan de uitkomsten kan worden gehecht.

8.1 Aannames en methode

Relatie N-bodemoverschotten en nitraatconcentraties

Schatten van de N-bodemoverschotten op bedrijfsniveau voor melkveebedrijven en de vertaling daarvan naar nitraatconcentraties in het bovenste grondwater lijkt eenvoudig op basis van praktische ervaring, expertise en empirische data. Het N-bodemoverschot is weliswaar een zinvolle en relevante indicator voor nitraatuitspoeling, maar het N-bodemoverschot is niet de enige verklarende variabele. Dit speelt met name bij de lagere N-bodemoverschotten bij verbeterd of sterk verbeterd management. Zo zijn de mate van en het soort beweiding, teelt van een vanggewas en precisiebemesting medebepalend voor de nitraatconcentraties in het grondwater. Om die reden is bijvoorbeeld in de projecten Boeren voor Drinkwater Overijssel en Grondig Boeren voor Water Drenthe ook ingezet op twee strategieën: 1) verlagen van het N bodemoverschot op de bodembalans en 2) het verlagen van risico's die samenhangen met bedrijfsvoering aspecten of -activiteiten die relatief sterk bijdragen aan nitraatuitspoeling; populair gezegd: dichten van lekken. Deze aanpak is volledig conform de werkwijze die op De Marke is toegepast in de bedrijfssysteemontwikkeling.

Belangrijke kanttekening bij de berekening van de N-bodemoverschotten voor bouwland betreft gebieden met sterk afwijkende bouwplansamenstelling, bijvoorbeeld relatief hoog aandeel tuinbouwgewassen. Het gebruik van organische mest kan, afhankelijk van het bedrijfstype, afwijken van het gemiddelde zoals gebruikt in deze studie. De totale N-aanvoer en de verhouding dierlijke mest/compost kan anders zijn dan op akkerbouwbedrijven waarop de gemiddelde organische mest-N-aanvoer is gebaseerd. Daarnaast is de N-afvoer met geoogst product bij tuinbouwgewassen minder sterk onderbouwd dan voor de grotere akkerbouwgewassen.

De afleiding van het bouwplan per provincie op basis van een gemiddelde over 4 jaar geeft naar verwachting ook voor teelten met een vereiste lage teeltfrequentie, zoals lelies, een representatief beeld voor de langere termijn, omdat de temporele variatie gecompenseerd wordt door de ruimtelijke schaal van een provincie.

De variatie in nitraatconcentraties bij een bepaald niveau van N-bodemoverschot wordt ook bevestigd door analyse van de trends van LMM-metingen door Boumans en Fraters (2011) en een onderzoek van Wageningen Plant Research (Gert-Jan Noij & Hein ten Berge, 2019¹¹). Deze constatering vraagt om verfijning van de rekenmethode en een uitgebreidere data-analyse van LMM-gegevens zodra er meer en betere gegevens beschikbaar zijn over de N-bodemoverschotten en wijze van bedrijfsvoering in de beschouwde gebieden.

¹¹ Gert-Jan Noij & Hein ten Berge (2019). Rapportage Project Nitraatwijzer Fase I. Rapport WPR-917. 136 blz.; 36 fig.; 33 tab.; 52 ref. <https://doi.org/10.18174/494580>.

Klei- en veengebieden

De empirische relatie beschrijft de relatie tussen de totaal-N op basis van bedrijfsgegevens van het LMM meetnet (Landelijk Meetnet effecten Mestbeleid) over de periode 1991-2014 en kwaliteitsgegevens over de periode 1992-2015. In geval van de klei- en veengronden wordt de relatie tussen N-overschot en N-belasting uitgedrukt in totaal-N concentratie in drains en sloten gedurende het winter halfjaar. De berekende afspoeling voor klei- en veengronden (afkomstig uit kwel, bodem en het landbouwkundig N overschot) is indicatief omdat de berekende totaal-N concentratie in de empirische relatie een functie is van alleen het N-bodemoverschot en de bijdrage van kwel en/of bodem hier niet expliciet in verdisconteerd wordt. Aan de resultaten van dit rapport kunnen daarom geen (beleidsmatige) conclusies worden verbonden. Wel geven de resultaten inzicht in een mogelijke bijdrage van landbouw-gerelateerde N-belasting – en kunnen daarmee een opmaat of onderbouwing zijn voor het opstellen van een verbeterde water- en stoffenbalans om te komen tot inzicht in de bijdrage van verschillende N-bronnen om daarmee bijvoorbeeld tot een betrouwbare normaafleiding voor nutriënten voor de KRW-oppervlaktewateren te komen.

Management scenario's

De management scenario's binnen de agrarische bedrijfsvoering voor de melkveehouderij zijn – hoe generiek ook – gebaseerd op empirische resultaten in projecten met boeren in onder meer de betrokken kwetsbare gwb. Daarbij komt dat er langjarige en relevante data beschikbaar is van de relatie van management op het N-bodemoverschot en nitraatconcentraties bij onder meer proefboerderij De Marke.

De management scenario's binnen de agrarische bedrijfsvoering voor de akkerbouw bij (sterk) verbeterd management zijn een ruwe benadering. In de praktijk zal het overschot kunnen worden verlaagd door verlaging van de aanvoer of door verhoging van de afvoer. Verlaging van de aanvoer kan door gebruik van andere meststoffen (bijvoorbeeld type organische mest) en verlaging van de bemesting. Hierbij moet worden benadrukt dat in de zand- en lössregio's de N-gebruiksnormen al relatief laag zijn en onder het adviesniveau liggen. Dit geldt met name voor het zuidelijk zand en lössgebied. De ruimte voor verlaging van de N-bemesting zonder gevolgen voor de gewasproductie zijn derhalve beperkt.

De afvoer kan worden verhoogd door de teelt van vanggewassen, door afvoer van gewasresten of, door bij gelijkblijvende bemesting, deze efficiënter toe te dienen (bijvoorbeeld via rijenbemesting of bijmestsystemen).

De bouwplansamenstelling is ook van invloed op de uitkomsten. Er zijn duidelijke verschillen tussen gewassen, zo zijn bij graangewassen de overschotten in het algemeen lager dan bij gewassen als aardappelen en bepaalde tuinbouwgewassen.

Uitspoelfractie (UF)

In de gehanteerde methode is geen beschouwing opgenomen over de aard van het N-overschot. Voor grasland zit het N-overschot grotendeels in gewasresten en -wortels, bij mais en aardappelen zit het overschot grotendeels in niet opgenomen N-meststof en gewasresten, etc. Het ene type overschot is veel gemakkelijker uitspoelbaar dan het andere type. Het verschil tussen grasland en mais- en bouwland komt overigens wel impliciet tot uiting in de UF's.

Meer algemeen geldt, dat het schatten van nitraatconcentraties via empirische relaties of indicatoren buitengewoon lastig is. Er zijn geen uitspoelfracties beschikbaar voor 'moerige zandgronden'. Er is voor gekozen om bij 'moerig op zand' uit te gaan van de uitspoelingsgevoeligheid (UG) voor zandgronden, maar dit is een overschatting, omdat uit LMM en ander onderzoek (Sturen op Nitraat, De Ruijter, et al. 2007)¹² bekend is dat er een groot reducerend effect is van moerige lagen beneden de wortelzone op de nitraatconcentratie. De vraag is, of dit ook geldt voor de moerige bovenlaag als al rekening wordt

¹² De Ruijter, F.J., L.J.M. Boumans, A.L. Smit & M. van den Berg, 2007. Nitrate in upper groundwater on farms under tillage as affected by fertilizer use, soil type and groundwater table. *Nutr. Cycl. Agroecosyst* 77, 155-167. Doi 10.1007/s10705-006-9051-9.

gehouden met het effect van Gt (een lage grondwatertrap (nat) hangt namelijk samen met het voorkomen van moerige lagen). Voorlopige resultaten van lopend RIVM-onderzoek wijzen erop dat vooral organische-stofrijke lagen nabij de grondwaterspiegel leiden tot lagere nitraatconcentraties in het grondwater¹³. Aan de andere kant blijkt uit een TKI-project¹⁴ uitgevoerd door WEnR, provincie Gelderland en Vitens dat het niet mogelijk bleek bodemeigenschappen te selecteren die een indicator kunnen zijn voor de nitraatuitspoeling. Dit betekent ook dat de berekende nitraatconcentraties met de gehanteerde empirische relatie met de nodige voorzichtigheid gebruikt dienen te worden.

Andere punten voor nader onderzoek, is de uitspoelingsgevoeligheid van klei- en veengronden binnen het zandgebied. Daarnaast is het de vraag of we voor gedraineerde gronden altijd moeten kijken naar opgelost totaal-N in plaats van nitraat. De vraag is ook of er een Gt-effect is voor deze grondsoorten (binnen het zandgebied), en wat een Gt-effect is voor gedraineerde gronden. Daarnaast zouden de uitspoelfracties opnieuw berekend moeten worden met gebruik van recentere bodem¹⁵- en Gt-informatie en berekende netto-neerslag met neerslag en verdampingsgegevens voor de periode 1980-2010 (of 1990-2020 wanneer die data beschikbaar is) in plaats van 1970-2000.

8.2 Gebruikte gegevens

In de gehanteerde methode zijn de N-bodemoverschotten op de bodembalans sterk sturend. Er is voor de schattingen van de N-bodemoverschotten in deze verkenning geen koppeling met maatregelen(pakketten) gemaakt die impliciet onderdeel zijn van de management scenario's.

Voor melkveehouderij zijn de schattingen van gras en mais voor normaal en verbeterd management gebaseerd op data van Agrimatie voor derogatiebedrijven voor de jaren 2014 tot en met 2017 en data van enkele voorloperprojecten. Deze hebben daarmee de status van 'realistische N-bodemoverschotten bij op nitraatuitspoeling gefocuste bedrijfsvoering onder brede meteorologische omstandigheden'. De geschatte N-bodemoverschotten voor 'sterk verbeterd management' gelden eveneens voor een breed spectrum van meteorologische omstandigheden.

Voor akker- en tuinbouw is bij de schattingen voor normaal management uitgegaan van de areaalaandelen van de geteelde gewassen binnen de 7 provincies en is de berekening van het N-bodemoverschot gebaseerd op het verschil van de totale aanvoer en de afvoer net geoogst product, gecorrigeerd voor ammoniak vervluchtiging bij toediening van meststoffen. Daarmee hebben de N-bodemoverschotten voor de akkerbouw de status van 'realistische N-bodemoverschotten bij normaal management'. Verbeterd en sterk verbeterd management zijn rekenkundig afgeleid uit de schattingen voor normaal management door een arbitraire verbetering van de gewasonttrekking aan te nemen. De bouwplannen per provincie maken het berekenen van een gebiedsspecifiek N-overschot mogelijk dat past binnen de regionale landbouwpraktijk. Wel moeten een aantal kanttekeningen worden gemaakt. Wat betreft gebruik van organische mest is voor alle gebieden uitgegaan van een bepaalde hoeveelheid organische mest zoals gebruikt op akkerbouwbedrijven op de LMM-bedrijven. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen regio's en sectoren (akkerbouw en tuinbouw).

Voor de schattingen van de nitraatconcentraties zijn zowel de N-bodemoverschotten als de uitspoelingsgevoeligheid bepalend. Bovendien heeft het stikstofbodemoverschot een veel groter effect op uitspoelingsgevoelige locaties dan op de minder gevoelige plekken. Daarom verdient het aanbeveling om op basis van meer gebiedsspecifieke informatie de bodemoverschotten en UG's te berekenen. Mogelijk

¹³

¹⁴ Rietra, RPJJ, P. Dijk en J.P. van t Hull. *Bodem als indicator. Bodemkenmerken als indicator voor lage nitraatconcentraties in grondwater. Concept rapport.*

¹⁵ Er is inmiddels een update van de bodemkaart van 2018 beschikbaar bij PDOK, die vooral verschilt ten aanzien van het aandeel veen- en moerige gronden en ongerijpte klei, en er is een recente Gt-kaart afgeleid van de zogenaamde Grondwater Dynamiek

dat in de toekomst de werkelijke N-bodemoverschotten voor zowel de melkveehouderij als de akkerbouw nauwkeuriger bekend zijn om die vervolgens - liefst ruimtelijk specifiek - te verwerken.

8.3 Betekenis resultaten

Doelbereik

De KRW vraagt om het voldoen aan de nitraatdoelen in het grondwater. Nederland heeft dit vertaald door de monitoringsresultaten van de ondiepe en diepe monitoringsfilters te combineren en te toetsen aan de nitraatnorm. Hierbij mag de norm in maximaal 20% van de filters overschreden worden. Zonder aanvullende doelen voor het bovenste grondwater – zoals het geval in de Bestuursovereenkomst “Aanvullende aanpak nitraatuitspoeling uit agrarische bedrijfsvoering in specifieke grondwaterbeschermingsgebieden” – kunnen de berekende nitraatconcentraties niet zondermeer getoetst worden aan de KRW-normen. Wel geven de berekende concentraties een beeld van de input van nitraat in het grondwatersysteem, en daarmee ook een beeld van de probleemteelten en probleemgebieden.

Management scenario's en deelname percentage

Belangrijke boodschap uit de verkenning betreft de verwachting dat ook bij '**normaal management**' voor alle teelten (grasland, bouwland en mais) de nitraatnorm overschreden wordt bij een grens van 50 mgNO₃/L. Wanneer de grens gelegd wordt op 75 mgNO₃/L voldoen gras en mais wel, bouwland niet. Een andere belangrijke boodschap uit de verkenning betreft de verwachting dat de huidige belasting zodanig is dat verbetering van het agrarisch management ('**verbeterd management**' of '**sterk verbeterd management**') sterk zal bijdragen aan het verlagen van de nitraatconcentraties. De geschatte nitraatconcentratie onder grasland en maisland is in geval van '**verbeterd management**' of '**sterk verbeterd management**' minder dan 50 mgNO₃/L. De geschatte concentraties onder bouwland zijn bij '**verbeterd management**' en '**sterk verbeterd management**' tussen 50 en 75 mgNO₃/L. Een andere belangrijke boodschap uit de verkenning betreft de verwachting dat de huidige belasting zodanig is dat verbetering van het agrarisch management ('**verbeterd management**' of '**sterk verbeterd management**') sterk zal bijdragen aan het verlagen van de nitraatconcentraties. Dit vereist overigens wel dat alle agrariërs 'meedoen', dus een deelname percentage van 100%. Hierbij moet opgemerkt worden dat ook in projecten waarin agrariërs individueel begeleid worden, de belasting veelal niet verder verlaagd wordt dan het niveau van '**verbeterd management**'. Dit leidt tot een aanzienlijke verlaging van de nitraatconcentraties, zeker op gras- en maisland, maar zal zeker op de meest uitspoelingsgevoelige gronden niet voldoende zijn om de nitraatdoelen te realiseren.

Effectiviteit maatregelen

Deze verkenning zegt niets over de effectiviteit van individuele maatregelen of maatregelpakketten. De verschillen in N-bodemoverschot is als resultaat van bedrijfsgegevens verwerkt (wat betreft de melkveehouderij) of arbitrair gebruikt als invoerparameter (wat betreft verbeterd en sterk verbeterd management in de akkerbouw). De ingeschatte verlaging van de stikstofbodemoverschotten moeten dan ook worden gezien als een expert judgement van wat er ongeveer haalbaar is binnen de huidige gangbare landbouw en wat door aanpassing van de bedrijfsvoering mogelijk is, aansluitend op de bestaande productiesystemen.

Deze verkenning geeft wel inzicht in het effect van verschillende vormen van bedrijfsvoering op de mogelijk te realiseren nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in het landbouwkundige deel van de provincies / GWL.

9 Conclusies verkenning

Deze verkenning richt zich op in beeld brengen van eventuele probleemgebieden en -teelten in de landbouwarealen in de 7 noordelijke provincies. Door het hanteren van verschillende niveau van agrarisch management, worden ook de mogelijkheden verkend om via deze weg de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in landbouwgebieden te reduceren. Hierna volgen de conclusies en aanbevelingen.

Doelbereik zandgebieden

Uit de geschatte nitraatconcentraties in het LMM-zandgebied kan opgemaakt worden dat :

- Grasland in zandgebieden aan de nitraatnorm (50 mg NO₃/L) in het bovenste grondwater voldoet in geval van 'verbeterd management' of 'sterk verbeterd management' dus een N-bodemoverschot op gras lager dan ca. 120 kgN/ha.jr. In geval van 'normaal management' wordt de nitraatnorm overschreden.
- Maisland aan de nitraatnorm in het bovenste grondwater voldoet in geval van 'verbeterd management' of 'sterk verbeterd management' dus een N-bodemoverschot op mais lager dan ca. 68 kgN/ha.jr. In geval van 'normaal management' zijn de geschatte nitraatconcentraties hoger dan de norm.
- Bouwland overschrijdt in het gehele zandgebied de nitraatnorm in het bovenste grondwater.

De gehanteerde empirische relatie heeft een onzekerheidsmarge van maximaal ruwweg 25 mgNO₃/L (mondel. meded. B. Fraters RIVM, 2020). Wanneer de resultaten beoordeeld worden met een grenswaarde van 75 mgNO₃/L voldoen gras en mais wel, bouwland niet. De huidige belasting is zodanig dat verbetering van het agrarisch management ('**verbeterd management**' of '**sterk verbeterd management**') sterk zal bijdragen aan het verlagen van de nitraatconcentraties in het bovenste grondwater in de zandgebieden. De geschatte nitraatconcentratie onder grasland en maisland is in geval van '**verbeterd management**' of '**sterk verbeterd management**' minder dan 50 mgNO₃/L. De geschatte concentraties onder bouwland zijn bij '**verbeterd management**' en '**sterk verbeterd management**' tussen 50 en 75 mgNO₃/L. Hierbij moet opgemerkt worden dat ook in projecten waarin agrariërs individueel begeleid worden, de belasting veelal niet verder verlaagd wordt dan het niveau van 'verbeterd management'. Dit zal zeker op de meest uitspoelingsgevoelige gronden niet voldoende zijn om de nitraatdoelen te realiseren.

Aanpak doelgat nitraat

De significant normoverschrijdende nitraatconcentraties komen met name voor in de provincies Drenthe, Gelderland en Overijssel en in mindere mate in Fryslân. Echter, de teelt waarbij deze overschrijding optreedt verschilt. In Overijssel, Gelderland en Fryslân is overwegend sprake van significant normoverschrijdende nitraatconcentraties in het gras- en maislandareaal terwijl in Drenthe een belangrijk areaal gevormd wordt door bouwland. De concentraties – overschrijdingen – in bouwland zijn niet alleen hoger, maar ook hardnekkiger gegeven de effectiviteit die experts toelichting aan management scenario's om de agrarische bedrijfsvoering te verbeteren.

Uit ervaringen met de aanpak van nitraatuitspoeling kan opgemaakt worden dat het niet makkelijk is om op gebiedsniveau en in korte tijd de kwaliteit van het bovenste grondwater te beïnvloeden. Dit heeft te maken met:

- Een significante verandering vraagt om een significante deelname van agrariërs in het betreffende gebied. Ervaring leert dat het moeilijk is en veel energie kost om agrariërs te werven voor dergelijke projecten.
- Ook met deelnemers is het moeilijk om op vrijwillige basis de doelen te bereiken in de kwetsbare gebieden omdat daar veelal aanvullende maatregelen nodig blijken die niet economisch gemotiveerd kunnen worden.

- De tijd waarop de effecten van maatregelen te zien zullen zijn in veranderingen in de kwaliteit van het bovenste grondwater is orde 3-4 jaar, terwijl het statistisch vaststellen van een verandering al snel orde 10 jaar bedraagt.
- Ontwikkelingen in de landbouw zoals verschuiving van de veehouderij naar de akkerbouw en oplopende grondprijzen zullen eerder leiden tot een autonome intensivering dan extensivering van de landbouw.

Belasting klei- en veengebieden

De berekende afspoeling van stikstof via drains en sloten (afkomstig uit kwel, bodem en het landbouwkundig N overschot) is niet getoetst aan normen en daarmee niet beoordeeld in termen van doelgat of doelbereik. Wel blijkt uit de berekeningen dat een belangrijke landbouwkundige belasting via afspoeling plaatsvindt in de kleigebieden met een belangrijk aandeel akkerbouw, zoals Flevoland en de noordelijke kleigebieden van Groningen en Fryslân. Specifiek voor Flevoland is er in de afgelopen jaren een verbeterde water- en stoffenbalans opgesteld om te komen tot een betrouwbare normafleiding voor nutriënten voor de KRW-oppervlaktewateren. Voor Fryslân en Groningen zou een dergelijke studie mogelijk van belang zijn om meer specifiek inzicht te krijgen in de bijdrage van verschillende N-bronnen en de ruimtelijke variabiliteit daarvan.

Bijlage 1

**Gemiddeld aandeel teelten per
provincie over de jaren 2016 – 2019**

Tabel i.1: Gemiddeld aandeel top-5 teelten in de onderscheiden provincies over de jaren 2016 – 2019.

Provincie	Teelt	%
Drenthe	Aardappelen, zetmeel	34,61
	Bieten, suiker-	19,26
	Gerst, zomer-	13,68
	Aardappelen, consumptie	6,49
	Tarwe, winter-	3,34
Overijssel	Aardappelen, zetmeel	20,43
	Aardappelen, consumptie	14,66
	Bieten, suiker-	10,47
	Gerst, zomer-	6,92
	Lelie, bloembollen en -knollen	4,92
Gelderland	Tarwe, winter-	14,55
	Aardappelen, consumptie	10,72
	Bieten, suiker-	8,52
	Peren. Aangeplant voorafgaande aan lopende seizoen.	7,81
	Appelen. Aangeplant voorafgaande aan lopende seizoen.	7,70
Utrecht	Peren. Aangeplant voorafgaande aan lopende seizoen.	38,81
	Appelen. Aangeplant voorafgaande aan lopende seizoen.	16,97
	Tarwe, winter-	4,69
	Rogge (geen snijrogge)	3,96
	Vaste planten, open grond,	3,23
Flevoland	Tarwe, winter-	16,40
	Aardappelen, consumptie	13,42
	Uien, zaai-	13,06
	Bieten, suiker-	13,06
	Aardappelen, poot NAK	12,10
Fryslan	Aardappelen, poot NAK	33,28
	Tarwe, winter-	19,16
	Bieten, suiker-	11,97
	Aardappelen, consumptie	7,10
	Uien, zaai-	4,63
Groningen	Tarwe, winter-	30,07
	Aardappelen, zetmeel	17,24
	Bieten, suiker-	15,06
	Aardappelen, poot NAK	10,54
	Gerst, zomer-	6,88

Bijlage 2

Achtergrond berekende N- bodemoverschotten bouwland

Tabel ii.1: berekende N-bodemoverschotten voor bouwland (gemiddeld per bouwplan) bij 'normaal management' in kgN/ha/jr. 'Verbeterd management' en 'sterk verbeterd management' zijn berekend uit 'normaal management' door rekenkundig een extra gewasafvoer van resp. 5% en 10% aan te nemen, overigens zonder dat hier concrete maatregelen aan gekoppeld zijn (zie §3.2.2).

		Areaal	Aandeel	Aanvoer					Afvoer		N-overschot
				Organische mest kg N/ha	Kunstmest kg N/ha	Deposities kg N/ha	Binding kg N/ha	Veenmineralisatie kg N/ha	Gewas kg N/ha	NH3 kg N/ha	
Utrecht	Zand	6109604	0.18	115	58	22	5	0	100	5	95
	Veen	563619	0.02	115	79	22	0	235	65	5	381
	Klei	27006632	0.80	115	108	22	2	0	59	5	184
Overijssel	Zand	147271831	0.87	115	99	21	2	0	134	5	97
	Veen	9688080	0.06	115	128	21	0	235	149	5	345
	Klei	12004723	0.07	115	121	21	5	0	140	5	117
Groningen	Zand	335916988	0.39	115	112	14	1	0	145	5	91
	Veen	26280877	0.03	115	115	14	7	235	157	5	324
	Klei	503635895	0.58	115	142	14	8	0	168	5	106
Gelderland	Zand	112480527	0.37	115	86	27	4	0	128	5	98
	Veen	171925	0.00	115	91	27	2	235	123	5	341
	Klei	191798517	0.63	115	125	27	3	0	115	5	150
Friesland	Zand	34927426	0.15	115	97	14	3	0	131	5	93
	Veen	1568221	0.01	115	102	14	9	235	133	5	336
	Klei	191143098	0.84	115	119	14	3	0	137	5	109
Flevoland	Zand	66771470	0.09	115	67	14	4	0	104	5	90
	Veen	16789862	0.02	115	94	14	8	235	131	5	330
	Klei	624412697	0.88	115	132	14	7	0	144	5	119

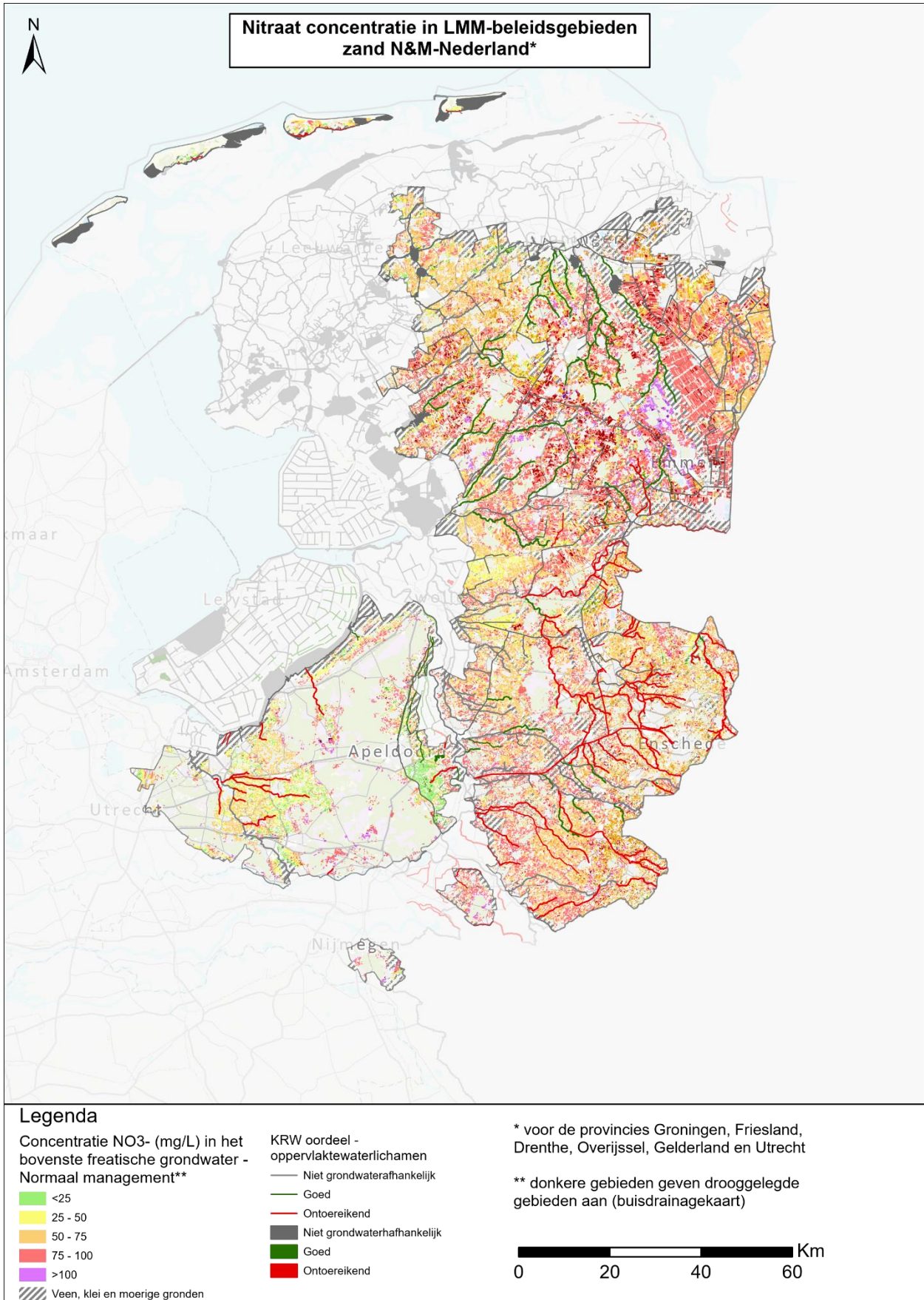
Projectgerelateerd

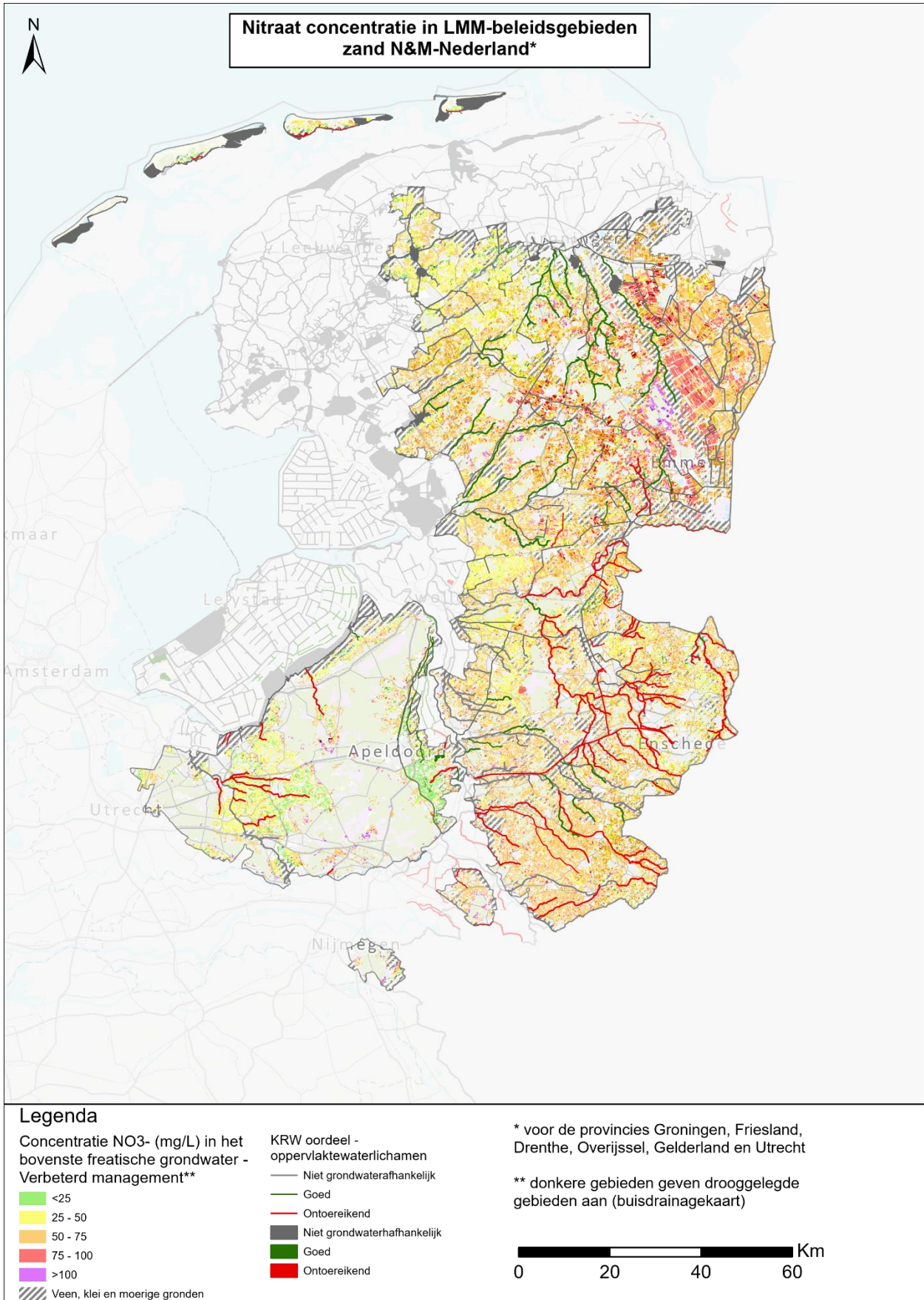


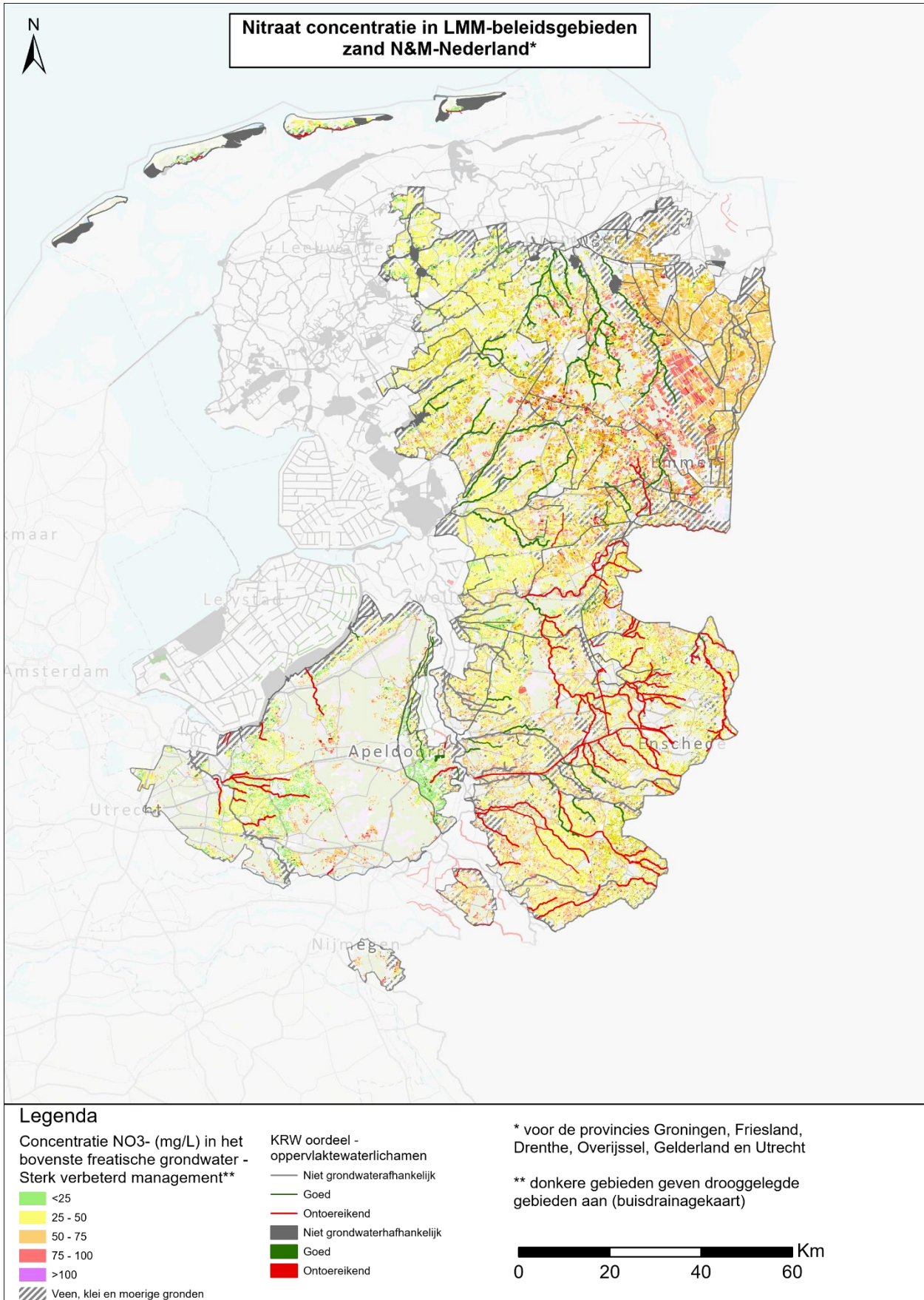
		Areaal	Aandeel	Aanvoer					Afvoer		N-overschot kg N/ha
				Organische mest kg N/ha	Kunstmest kg N/ha	Deposities kg N/ha	Binding kg N/ha	Veenmineralisatie kg N/ha	Gewas kg N/ha	NH3 kg N/ha	
Drenthe	Zand	555346776	0.88	115	105	22	1	0	140	5	98
	Veen	73039730	0.12	115	121	22	0	235	141	5	347
	Klei		0.00								

Bijlage 3

**Kaarten berekende
nitraatconcentraties LMM-zandregio
incl. KRW oppervlaktewaterlichamen**

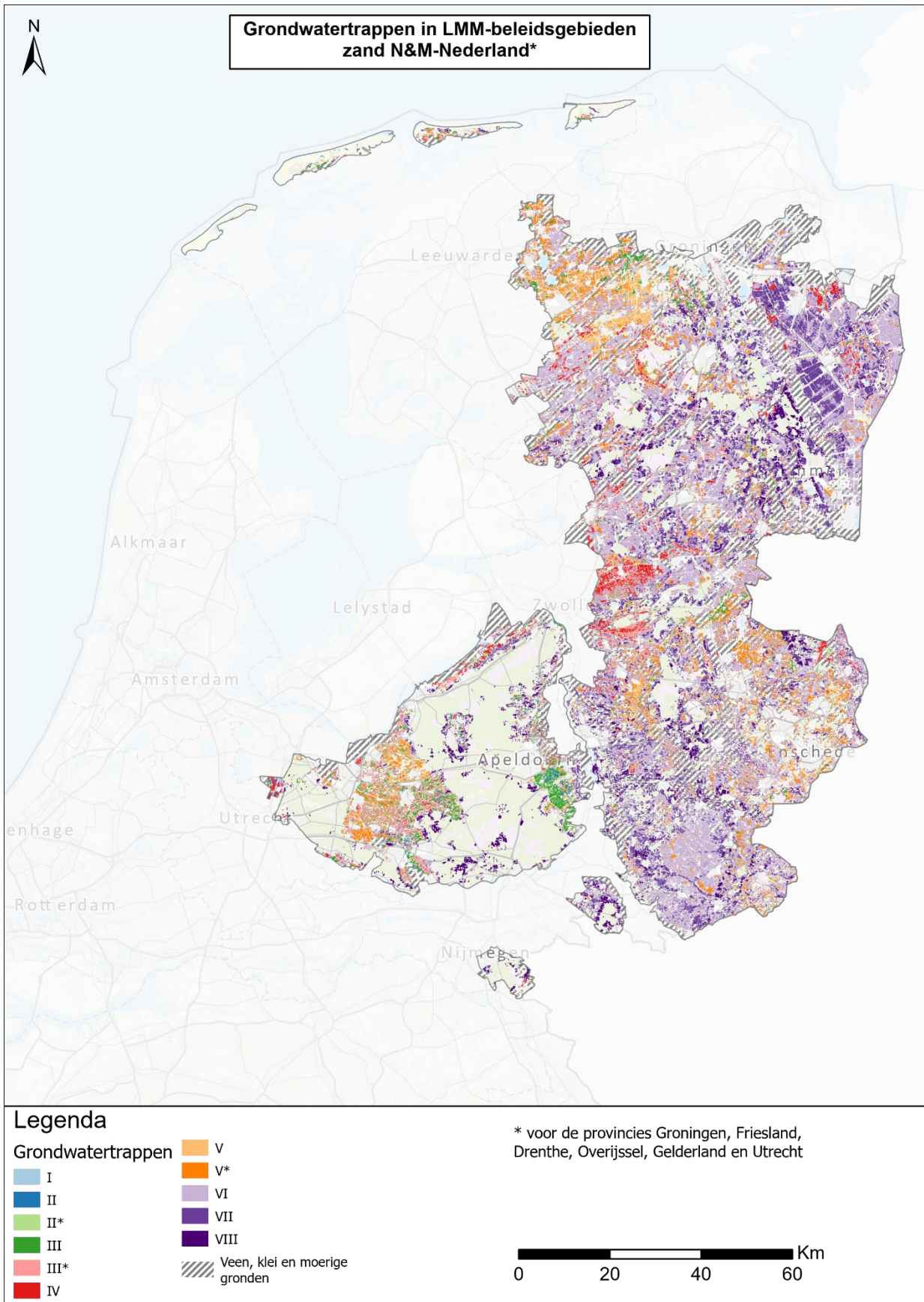


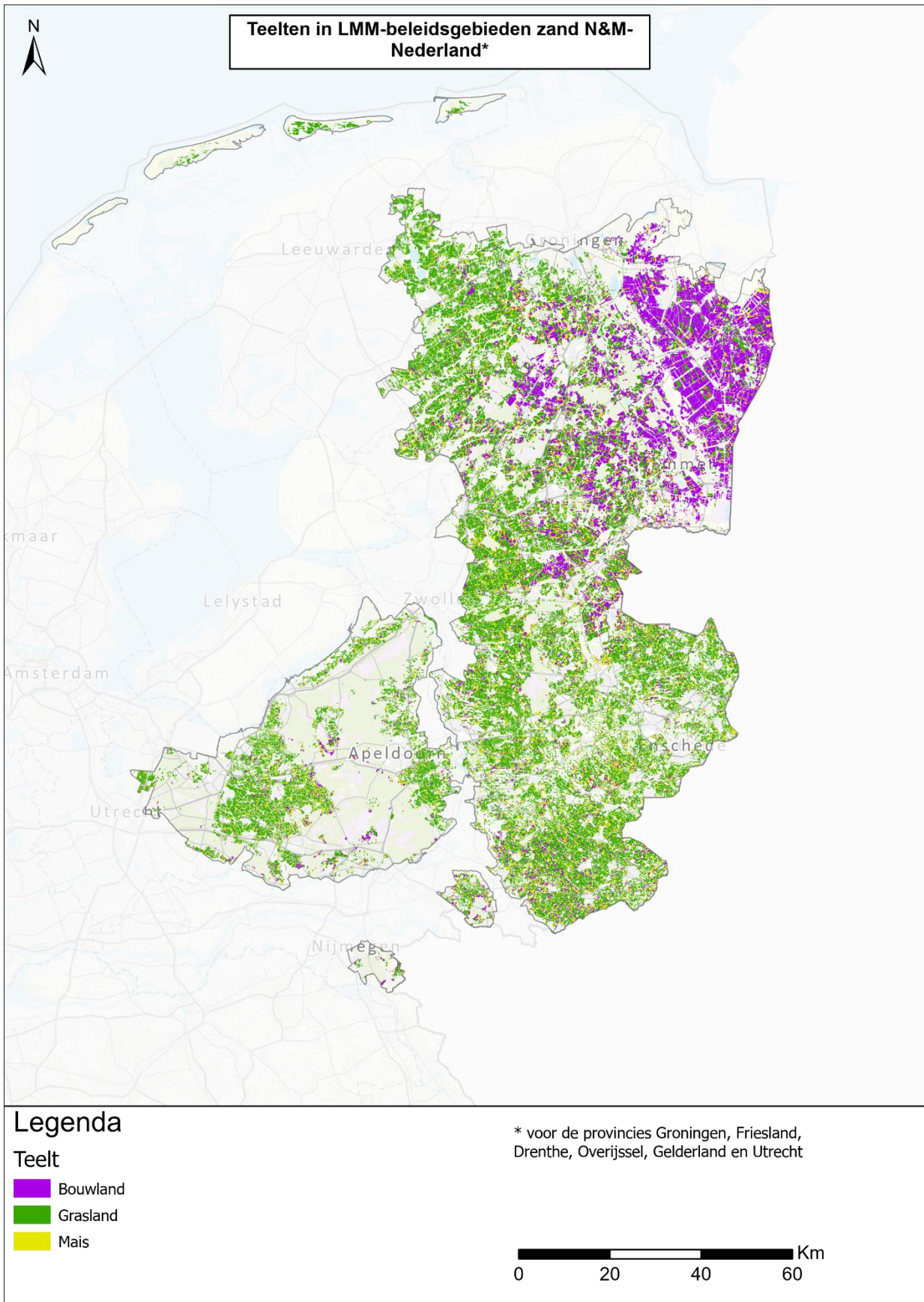




Bijlage 4

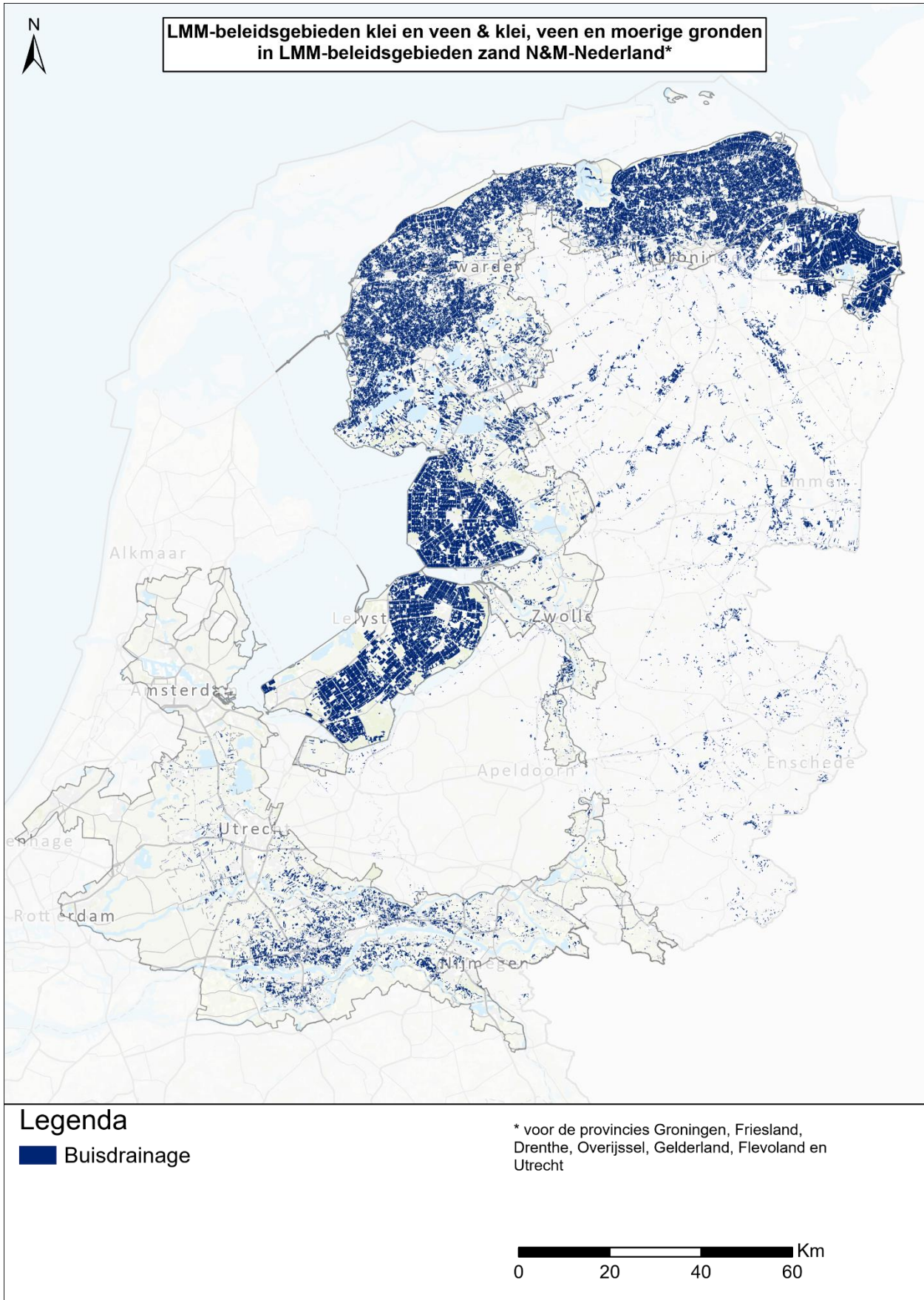
Kaarten teelt en Gt

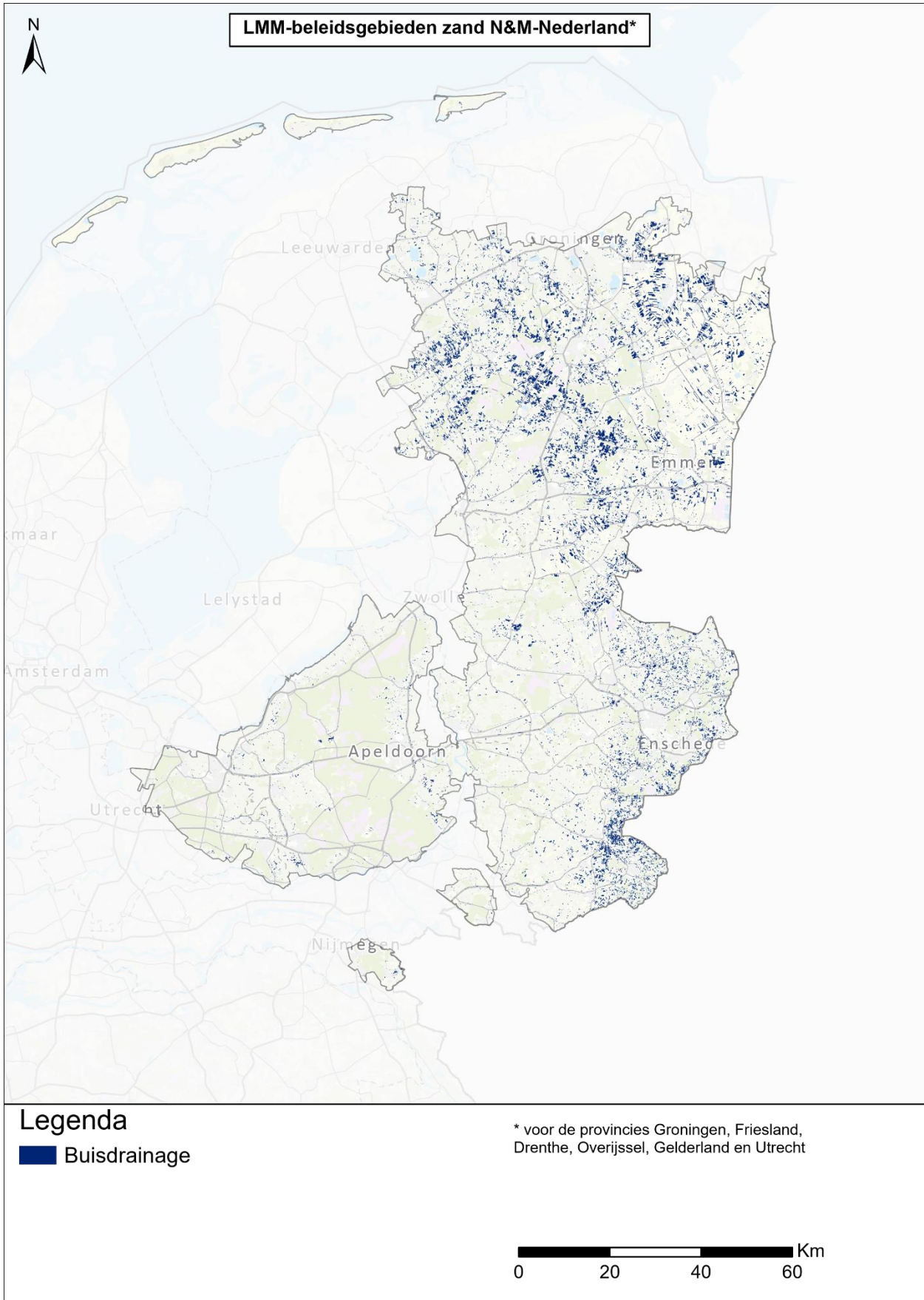




Bijlage 5

**Kaart met overzicht buisdrainage als
opgenomen in NHI**







Keuze NHI als bron voor buisdrainage

Omdat het MIPWA model niet het hele gebied omvat van de 7 provincies in Noord- en Midden Nederland, is het raster bestand uit het NHI gekozen (zie figuur links: begrenzing MIPWA model, figuur rechts: buisdrainages NHI).

Toelichting NHI:

In dit bestand (25 m grid) is de diepte (cm min maaiveld) van de buisdrainage gegeven. De informatie is gebaseerd op informatie van landbouwtellingen (2012) en aangevuld met landgebruiksvormen ontleend aan TOP10-NL en LGN7. Op basis van vuistregels is informatie toegevoegd over diepte van de drains en de weerstand. Ingeval de boer heeft aangegeven dat er geen buisdrainage voorkomt of dat het gehele bedrijf is gedraineerd klopt de kaart met de werkelijkheid. Ingeval het opgegeven areaal met buisdrainage kleiner is dan het bedrijfsoppervlak is buisdrainage toegekend aan slechts een deel van het bedrijfsoppervlak, hierbij is gebruik gemaakt van karteerbare kenmerken, zoals gewas, bodem en grondwaterstand. In deze laatste situatie kunnen de weergegeven locaties met buisdrainage afwijken van de werkelijkheid. De kaart is dus gedeeltelijk een statistische kaart. Bij het samenstellen van de buisdrainagekaart 2015 was voor enkele gebieden kaartinformatie beschikbaar over gedraineerde percelen, deze informatie is destijds gebruikt bij de toekenningsprocedure. De procedure voor toekenning is beschreven door Massop en Schuiling (2016).

Bron: <https://data.nhi.nu/geonetwerk/srv/eng/catalog.search#/metadata/cd613a6c-c887-44e2-ab1e-37ac9a0ae7b2><https://data.nhi.nu>

